

**Министерство экологии и природных ресурсов
Республики Казахстан
Международный центр зеленых технологий и инвестиционных проектов**

**СПРАВОЧНИК ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНИКАМ
«ПРОИЗВОДСТВО АСБЕСТА И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕГО»
(ПРОЕКТ)**

Астана, 2026

Оглавление

Список схем/рисунков	7
Список таблиц	7
Глоссарий	8
Предисловие.....	16
Область применения	18
Принципы применения.....	19
1. Общая информация.....	21
1.1. Структура и технологический уровень отрасли.....	21
1.2. Минерально-сырьевая база.....	23
1.3. Техничко-экономические показатели отрасли.....	27
1.4. Основные экологические аспекты	29
1.4.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух.....	30
1.4.2. Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты.....	31
1.4.3. Воздействие на земельные ресурсы.....	32
1.4.4. Управление отходами.....	33
1.5. Потребление энергоресурсов	34
2. Методология определения наилучших доступных техник.....	38
2.1. Детерминация, принципы подбора НДТ.....	38
2.2. Критерии отнесения техник к НДТ	40
2.3. Экономические аспекты внедрения НДТ.....	41
2.3.1. Подходы к экономической оценке НДТ	41
2.3.2. Способы экономической оценки НДТ	42
2.3.3. Инвестиционная обоснованность затрат.....	42
2.3.4. Анализ затрат и выгод.....	43
2.3.5. Соотношение затрат и ключевых экономических показателей.....	43
2.3.6. Прирост себестоимости	44
2.3.7. Соотношение затрат и экологического результата.....	45
2.3.8. Платежи и штрафы за негативное воздействие на окружающую среду	46
2.3.9. Расчет «на установке».....	46
3. Применяемые процессы: технологические, технические решения, используемые в настоящее время.....	48
3.1. Добыча сырья.....	48
3.1.1. Подготовка карьерного поля к разработке	48
3.1.2. Снятие и складирование плодородного слоя почвы.....	49
3.1.3. Вскрытие и система разработки карьерного поля	50
3.1.4. Буровзрывные работы (подготовка горных пород к выемке).....	51
3.1.5. Вскрышные и добычные работы.....	53
3.1.6. Транспортировка горной массы и карьерных грузов	55
3.1.7. Карьерный водоотлив, осушение, водоотведение и водоснабжение..	57
3.2. Обогащение	60

3.2.1. Дробление, грохочение	60
3.2.2. Сушка.....	65
3.3. Производство асбестосодержащих изделий	66
3.3.1. Приготовление асбестоцементной суспензии	66
3.3.2. Производственные этапы формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий.....	67
3.4. Контроль качества продукции	68
3.5. Управление отходами производства	69
3.6. Энергоэффективность.....	70
3.7. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду	72
3.7.1. Экологические аспекты рассматриваемого предприятия	72
3.7.2. Текущий уровень выбросы на основе результатов КТА	75
3.7.3. Текущий уровень сбросов на основе результатов КТА	81
3.7.4. Отходы.....	82
3.7.5. Ресурсоемкость.....	85
4. Общие наилучшие доступные техники для предотвращения и/или сокращения эмиссий и потребления ресурсов	86
4.1. Система экологического менеджмента (СЭМ)	86
4.2. Система энергетического менеджмента (СЭнМ)	89
4.3. Система управления технологическим процессом.....	92
4.3.1. Автоматизированные системы управления процессами добычи	92
4.3.2. Автоматизированные системы управления процессами обогащения... ..	95
4.3.3. Автоматизированные системы управления технологическим процессом производства асбестосодержащих изделий.....	98
4.3.4. Проведение планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания оборудования и техники	100
4.4. Мониторинг эмиссий	101
4.4.1. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух	105
4.4.2. Мониторинг сбросов в водные объекты	108
4.5. Управление отходами	110
4.6. Управление водопользованием.....	110
4.6.1. Обращение с концентратом обратноосмотических установок	112
4.7. Снижение уровней физического воздействия.....	115
4.8. Рекультивация нарушенных земель	117
5. Техники, которые рассматриваются при выборе наилучших доступных техник	119
5.1. Внедрение систем автоматизированного контроля и управления в технологическом процессе	119
5.1.1. Автоматизированные системы управления горнотранспортным оборудованием.....	119
5.1.2. Автоматизированные системы управления технологическим процессом	121
5.2. НДТ в области энерго- и ресурсосбережения	124

5.2.1. Применение энергоэффективных приводных систем.....	124
5.2.2. Использование энергоэффективных помольных агрегатов.....	125
5.2.3. Энергоэффективные сушильные и обжиговые установки с рекуперацией тепла.....	126
5.2.4. Энергоэффективные компрессорные установки с утилизацией тепла	127
5.2.5. Централизованное управление энергопотреблением.....	127
5.3. НДТ, направленные на снижение негативного воздействия на атмосферный воздух	129
5.3.1. НДТ, направленные на предотвращение неорганизованных эмиссий в атмосферный воздух при добычных работах.....	129
5.3.2 . Пылеулавливание и орошение пылящих поверхностей для связывания пыли	129
5.3.3. Система подавления пыли (сухой туман).....	131
5.4. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов при проведении буровзрывных работ	135
5.4.1. Позиционирование буровых станков в реальном времени с применением системы контроля параметров высокоточного бурения	135
5.4.2. Внедрение методов снижения пылеобразования с применением технической воды и различных активных средств для связывания пыли ...	138
5.4.3. Оснащение буровой техники средствами эффективного пылеподавления и пылеулавливания.....	142
5.4.4. Сокращение пылегазовыделения при взрывных работах за счет технологических, организационных и инженерно-технических мероприятий	144
5.5. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение неорганизованных выбросов при транспортировке, погрузочно-разгрузочных операциях и при приготовление асбестоцементной суспензии	150
5.6. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение неорганизованных выбросов при формировании отвалов и складировании	158
5.6.1. Укрепление откосов ограждающих дамб хвостохранилищ	Ошибка!
Закладка не определена.	
5.6.2. Рекультивация пылящих поверхностей	158
5.6.3. Устройство лесозащитной полосы по границе земельного отвода вдоль отвалов рыхлой вскрыши (посадка деревьев).....	159
5.6.4. Использование ветровых экранов	160
5.7. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов пыли от организованных источников выбросов.....	161
5.7.1. Применение камер гравитационного осаждения.....	161
5.7.2. Применение циклонов	163
5.7.3. Применение электрофильтров	166
5.7.4. Применение мокрых газоочистителей.....	170
5.7.5. Применение рукавных фильтров.....	173
5.7.6. Применение фильтров с импульсной очисткой.....	177

5.8.	НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов CO от организованных источников выбросов	179
5.8.1.	Методы снижения выбросов CO	179
5.8.2.	Каталитическое окисление оксида углерода.....	180
5.8.3.	Термическое окисление с утилизацией тепла (RTO / recuperative oxidizer)	181
5.9.	НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов NO _x от организованных источников выбросов	183
5.9.1.	Первичные методы снижения выбросов NO _x на источнике: низкоэмиссионные горелки, стадированное горение и рециркуляция дымовых газов	183
5.9.2.	Использование горелок с низким образованием NOX (LNB).....	186
5.9.3.	Меры по борьбе с загрязнением оксидами азота. Селективное каталитическое восстановление (СКВ).....	187
5.10.	НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов SO ₂ от организованных источников выбросов.....	189
5.10.1.	Десульфуризация и использование топлива с пониженным содержанием серы.....	189
5.10.2.	Использование мокрого скруббера	190
5.10.3.	Использование распылительной сушилки-скруббера с впрыскиванием сухого сорбента (известняка).....	193
5.10.4.	Установки одинарного контактирования	195
5.10.5.	Двойное контактирование/двойная абсорбция	196
5.11.	НДТ, направленные на предотвращение и снижение сбросов карьерных вод.....	199
5.11.1.	Управление водным балансом горнодобывающего предприятия	199
5.11.2.	Снижение водоотлива карьерных вод.....	201
5.11.3.	Управление поверхностным стоком территории наземной инфраструктуры	202
5.11.4.	Применение современных методов очистки карьерных вод.....	204
5.12.	НДТ, направленные на управление и сокращение воздействия производственных отходов	214
5.12.1.	Использование отходов добычи и обогащения в качестве сырья или добавки к продукции во вторичном производстве и строительных материалов	214
5.12.2.	Использование отходов при заполнении выработанного пространства	215
6.	Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам	217
6.1.	Общие НДТ	217
6.1.1.	Система экологического менеджмента.....	218
6.1.2.	Управление энергопотреблением	219
6.1.3.	Управление процессами	219

6.1.4. Мониторинг выбросов	220
6.1.5. Мониторинг сбросов	220
6.1.6. Шум, вибрация, запах	221
6.2. Неорганизованные выбросы	222
6.3. Организованные выбросы	226
6.3.1. Выбросы пыли	226
6.3.2. Выбросы диоксида серы	227
6.3.3. Выбросы оксидов азота	228
6.3.4. Выбросы оксида углерода	230
6.4. Управление водопользованием, удаление и очистка карьерных вод	231
6.5. Управление отходами	234
6.6. Требования по ремедиации	234
7. Перспективные техники	237
7.1. Перспективные техники в области добычи асбестовых руд открытым способом	237
7.1.1. Беспилотная техника	237
7.1.2. Беспилотные тяговые агрегаты	239
7.1.3. Автосамосвалы на альтернативных источниках энергии	239
7.1.4. Автоматизированная система управления буровыми работами и зарядными машинами	241
7.1.5. Применение систем высокоточного позиционирования ковша для забойных экскаваторов	242
7.1.6. Применение беспилотных летательных аппаратов для производства маркшейдерских работ	243
7.1.7. Высокопроизводительная проходка горных выработок	243
7.1.8. Использование сплавов и износостойких материалов	244
7.1.9. Интеллектуальный карьер	244
7.1.10. Цифровизация управления процессами железнодорожной перевозки горной массы	244
7.2. Перспективные техники в области обогащения	245
7.2.1. AI-оптимизация процессов сушки и горения	245
7.3. Перспективные техники предотвращения и (или) сокращения сбросов	245
7.3.1. Электродиализ для очистки сточных вод и сокращения объёмов жидких отходов	245
7.3.2. Электродиализ для очистки сточных вод и сокращения объёмов жидких отходов	246
8. Дополнительные комментарии и рекомендации	248
Библиография	250

Список схем/рисунков

Рисунок 1.1.

Список таблиц

Таблица 1.1.

ПРОЕКТ

Глоссарий

Настоящий глоссарий предназначен для облегчения понимания информации, содержащейся в настоящем справочнике по наилучшим доступным техникам «Производство асбеста и изделий из него» (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 определения;
сокращения и обозначения;
химические формулы;
единицы измерения.

Термины и определения

В настоящем справочнике по НДТ используются следующие термины:

движущая сила внедрения наилучшие доступные техники	причины реализации технологии, например законодательство, улучшение качества продукции; наиболее эффективная и передовая стадия развития видов деятельности и методов их осуществления, которая свидетельствует об их практической пригодности для того, чтобы служить основой установления технологических нормативов и иных экологических условий, направленных на предотвращение или, если это практически неосуществимо, минимизацию негативного антропогенного воздействия на окружающую среду;
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, восстановления и захоронения основных производственных отходов, уровни потребления ресурсов и технологические показатели, связанные с применением наилучших доступных техник, а также заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам и любым перспективным техникам;
технологические	диапазон уровней эмиссий (концентраций

показатели, связанные с применением наилучших доступных техник	загрязняющих веществ), которые могут быть достигнуты при нормальных условиях эксплуатации объекта с применением одной или нескольких наилучших доступных техник, описанных в заключении по наилучшим доступным техникам, с учетом усреднения за определенный период времени и при определенных условиях;
комплексный технологический аудит	процесс экспертной оценки применяемых на предприятиях техник (технологий, способов, методов, процессов, практик, подходов и решений), направленных на предотвращение и (или) минимизацию негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, в том числе путем сбора соответствующих сведений и (или) посещений объектов, подпадающих под области применения наилучших доступных техник;
Кросс-медиа эффекты	– возможный сдвиг экологической нагрузки от одного компонента окружающей среды к другому. Любые побочные эффекты и отрицательные последствия, вызванные внедрением технологии;
опасные вещества	– вещества или группы веществ, которые обладают одним или несколькими опасными свойствами, такими, как токсичность, стойкость и биоаккумулятивность, или классифицируются как опасные для человека или окружающей среды;
достигнутые экологические выгоды	– основное воздействие(я) на окружающую среду, которое должно рассматриваться с помощью технологии (процесса или борьбы), включая достигнутые значения сбросов и эффективность работы. Экологические выгоды метода по сравнению с другими;
окружающая среда	– совокупность окружающих человека условий, веществ и объектов материального мира, включающая в себя природную и антропогенную среду;
воздействие на окружающую среду	– любое отрицательное или положительное изменение в окружающей среде, полностью или частично являющееся результатом экологических аспектов объектов;
автоматизированная система мониторинга эмиссий в	– автоматизированная система производственного экологического мониторинга, отслеживающая показатели эмиссий в окружающую среду на основных стационарных источниках эмиссий,

окружающую среду	которая обеспечивает передачу данных в информационную систему мониторинга эмиссий в окружающую среду в режиме реального времени, в соответствии с Правилами ведения автоматизированной системы мониторинга эмиссий в окружающую среду при проведении производственного экологического контроля, утвержденными уполномоченным органом в области охраны окружающей среды;
сброс загрязняющих веществ загрязнение	<ul style="list-style-type: none"> – поступление содержащихся в сточных водах загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, недра или на земную поверхность; – прямое или опосредованное внесение в результате деятельности человека веществ, вибрации, высоких температур или шума в атмосферу, водную среду или на земную поверхность, следствием чего является нанесение вреда здоровью человека или ухудшение окружающей среды; порча имущества; снижение качества или невозможность законного использования природных (и иных) благ окружающей среды;
маркерные загрязняющие вещества	<ul style="list-style-type: none"> – наиболее значимые для эмиссий конкретного вида производства или технологического процесса загрязняющие вещества, которые выбираются из группы характерных для такого производства или технологического процесса загрязняющих веществ и с помощью которых возможно оценить значения эмиссий всех загрязняющих веществ, входящих в группу;
мониторинг	<ul style="list-style-type: none"> – систематическое наблюдение за изменениями определенной химической или физической характеристики выбросов, сбросов, потребления, эквивалентных параметров или технических мер и т.д.;
перспективные техники	<ul style="list-style-type: none"> – техники с потенциалом улучшения экологической эффективности, но которые еще не были коммерчески применены или которые все еще находятся на стадии исследований и разработок;
технологические показатели	<ul style="list-style-type: none"> – уровни эмиссий, связанные с применением наилучших доступных техник, выраженные в виде предельного количества (массы) маркерных

загрязняющих веществ на единицу объема эмиссий (мг/Нм^3 , мг/дм^3) 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;

- эффективность – достижение каких-либо определённых результатов с минимально возможными издержками или получение максимально возможного объема продукции из данного количества ресурсов;
- непрерывные измерения – круглосуточные измерения, допускающие перерывы для проведения ремонтных работ, устранения дефектов, пусконаладочных, поверочных, калибровочных работ;
- 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
АО	– акционерное общество
ИТС	– информационно-технический справочник
НДТ	– наилучшая доступная техника
ЕС	– Европейский Союз
ЕЭС	– Европейское экономическое сообщество
ЧРП	– частотно-регулируемый привод
ТОО	– товарищество с ограниченной ответственностью
КТА	– комплексный технологический аудит
НПА	– нормативно-правовой акт
ПДК	– предельно-допустимая концентрация
СЭМ	– система экологического менеджмента
СЭнМ	– система энергетического менеджмента
ЭНК	– экологический норматив качества
ОЭСР	– Организация экономического сотрудничества и развития
ТРГ	– техническая рабочая группа
АСУТП	– автоматизированная система управления технологическими процессами
ЗВ	– загрязняющие вещества
ЛОС	– летучие органические соединения
ЗТ	– «зеленый» тариф
ФКИ	– фильтр керамический импульсный
ПХДД/Ф	– полихлордибензо-п-диоксины и фураны

Химические элементы

Символ	Название	Символ	Название
Ag	серебро	Mg	магний
Al	алюминий	Mn	марганец
As	мышьяк	Mo	молибден
Au	золото	N	азот
B	бор	Na	натрий
Ba	барий	Nb	ниобий
Be	бериллий	Ni	никель
Bi	висмут	O	кислород
C	углерод	Os	осмий
Ca	кальций	P	фосфор
Cd	кадмий	Pb	свинец
Cl	хлор	Pd	палладий

Co	кобальт	Pt	платина
Cr	хром	Re	рений
Cs	цезий	Rh	родий
Cu	медь	Ru	рутений
F	фтор	S	сера
Fe	железо	Sb	сурьма
Ga	галлий	Se	селен
Ge	германий	Si	кремний
H	водород	Sn	олово
He	гелий	Ta	тантал
Hg	ртуть	Te	теллур
I	йод	Ti	титан
In	индий	Tl	таллий
Ir	иридий	V	ванадий
K	калий	W	вольфрам
Li	литий	Zn	цинк

Химические формулы

Химическая формула	Название (описание)
Al_2O_3	оксид алюминия
CH_4	метан
C_6H_6	бензол
$C_6H_5CH_3$	толуол
CO	оксид углерода
CO_2	диоксид углерода
CS_2	сероуглерод
$CaBr_2$	бромид кальция
CaO	оксид кальция, гидроксид кальция
FeO	оксид железа
Fe_2O_3	оксид железа трехвалентный
H_2O_2	перекись водорода
H_2S	сероводород
H_2SO_4	серная кислота
HCl	хлороводородная кислота
HF	фтороводородная кислота
HNO_3	азотная кислота
K_2O	оксид калия
MgO	оксид магния, магнезия
MnO	оксид марганца
$NaOH$	гидроксид натрия
$NaCl$	хлорид натрия
CaC_2	карбид кальция
$CaCl_2$	хлорид кальция
Na_2CO_3	карбонат натрия
Na_2SO_4	сульфат натрия
NO_2	диоксид азота
NO_x	смесь оксида азота (NO) и диоксида азота (NO ₂), выраженная в виде NO ₂ , окислы азота
SiO_2	диоксид кремния, оксид кремния
SO_2	диоксид серы
SO_3	триоксид серы
SO_x	оксиды серы – диоксид серы (SO ₂) и SO ₃
ZnO	оксид цинка

Единицы измерения

Символ единицы измерения	Название единицы измерения	Наименование измерения (символ измерения)	Преобразование и комментарии
°C	градус Цельсия	Температура (Т) Разница температур (РТ)	
г	грамм	Масса	
Гц	Герц	Частота	
га	гектары	Площадь	
дм ³	кубический дециметр	Объем	
ч	час	Время	
К	Кельвин	Температура (Т) Разница температур (АТ)	0 °C = 273.15 К
кг	килограмм	Масса	
кПа	килопаскаль	Давление	
кВт ч	киловатт-час	Энергия	1 кВт ч = 3 600 кДж
л	литр	Объем	
м	метр	Длина	
м ²	квадратный метр	Площадь	
м ³	кубический метр	Объем	
мг	миллиграмм	Масса	1 мг = 10 ⁻³ г
мм	миллиметр	Длина	1 мм = 10 ⁻³ м
МВт	мегаватт тепловой мощности	Тепловая мощность Теплоэнергия	
Нм ³	нормальный кубический метр	Объем	при 101.325 кПа, 273.15 К
Па	паскаль	Давление	1 Па = 1 Н/м ²
об/мин	число оборотов в минуту	Скорость вращения, частота	
т	метрическая тонна	Масса	1 т = 1 000 кг или 10 ⁶ г
т/сут.	тонн в сутки	Массовый расход Расход материала	
т/год	тонн в год	Массовый расход Расход материала	

Предисловие

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

Справочник по НДТ разработан в целях реализации Экологического кодекса Республики Казахстан.

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

В соответствии со статьёй 111 Экологического кодекса Республики Казахстан наличие комплексного экологического разрешения (КЭР) является обязательным для объектов I категории. При этом получение КЭР возможно только при наличии утверждённых заключений по наилучшим доступным техникам (НДТ) для соответствующих процессов.

Согласно Приложению 2 к Кодексу (раздел 1, подпункт 3.3) к объектам I категории отнесено производство асбеста и продуктов на его основе.

При разработке справочника был учтен международный опыт в данной сфере, в том числе использовались аналогичные и сопоставимые справочники, официально применяемые в государствах, являющихся членами ОЭСР, ЕС, в Российской Федерации, других странах и организациях с учетом специфики, сложившейся структуры экономики и необходимости обоснованной адаптации к климатическим, а также экологическим условиям Республики Казахстан, обуславливающим техническую и экономическую доступность НДТ в конкретных областях их применения:

1) Директива №2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского Союза «О промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним)»;

2) Reference Document On Best Available Techniques For Energy Efficiency, EC 09/2021;

3) ИТС 48–2017 «Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности»;

4) ИТС 16–2023 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы», утверждённый приказом Росстандарта от 05 декабря 2023 г.г. № 2609;

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.

Информация о сборе данных

В целях разработки справочника по НДТ информация об уровнях выбросов, сбросов, образовании отходов, технологических процессах, оборудовании, технических способах, методах была собрана в процессе проведения КТА, Правила проведения которого регламентированы действующим законодательством Республики Казахстан. Перечень объектов для прохождения КТА утвержден ТРГ по разработке справочника по НДТ «Производство асбеста и изделий из него».

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	Энергетическая эффективность при осуществлении хозяйственной и иной деятельности	Процессы потребления тепловой и электрической энергии
2	Добыча и обогащение железных руд (включая прочие руды черных металлов)	Процессы добычи и подготовки руд
3	Добыча и обогащение руд цветных металлов (включая драгоценные)	Процессы добычи и подготовки руд
4	Очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов	Процессы очистки сточных вод
5	Мониторинг эмиссий загрязняющих веществ в атмосферный воздух и водные объекты	Мониторинг эмиссий
6	Добыча нефти и газа	Термические процессы

Область применения

В соответствии с Приложением 2 Экологического кодекса настоящий отраслевой справочник по НДТ распространяется на следующий вид деятельности: производство асбеста или производство продуктов на основе асбеста.

Область применения справочника по НДТ определены ТРГ «Производство асбеста и изделий из него».

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

- добыча хризотил-асбестовых руд;
- обогащение хризотил-асбестовых руд;
- производство асбестосодержащих изделий.

Справочник по НДТ охватывает также сопутствующие производственные процессы:

- методы предотвращения и сокращения эмиссий и образования отходов;
- хранение и транспортировку сырья, продукции, пустой породы и хвостов обогащения;
- методы рекультивации нарушенных земель.

Справочник по НДТ не распространяется:

- на не связанные с основными процессами добычи, обогащения и производства асбеста;
- на попутные продукты, получаемые вследствие добычи и обогащения хризотил-асбестовых руд;
- на вспомогательные процессы необходимые для бесперебойной эксплуатации производства;
- вопросы, касающиеся исключительно обеспечения промышленной безопасности или охраны труда, за исключением случаев, когда они оказывают влияние на окружающую среду.

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

Область применения настоящего справочника по НДТ, а также технологические процессы, оборудование, технические способы и методы в качестве НДТ для области применения настоящего справочника по НДТ определены ТРГ по разработке справочника по НДТ «Производство асбеста и изделий из него».

Принципы применения

Статус документа

Справочник по НДТ предназначен для информирования операторов объекта/объектов, уполномоченных государственных органов и общественности об 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.

Справочник по НДТ содержит систематизированную информацию о состоянии отрасли производства асбеста или производства продуктов на основе асбеста в Республике Казахстан, а также о наиболее распространенных и новых, перспективных техниках, о потреблении ресурсов и об эмиссиях, о системах экологического и энергетического менеджмента.

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

использование передовых технологий – уровень развития и эффективность технологий, уже применяемых в промышленности;

экономическая целесообразность – стоимость внедрения и эксплуатации технологии в сравнении с ее экологической эффективностью;

снижение негативного воздействия на окружающую среду – способность технологии минимизировать выбросы, сбросы и образование отходов;

рациональное использование ресурсов и энергоэффективность – сокращение потребления сырья, энергии и воды;

масштабируемость и доступность – возможность применения технологии в различных масштабах и географических регионах;

соответствие законодательству – учет международных и национальных экологических норм и стандартов;

практический опыт и доказанная эффективность – подтвержденные результаты применения технологии на предприятиях.

Положения, обязательные к применению

Положения раздела «б. 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 являются обязательными 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 справочников по НДТ:

раздел 1: представлена общая информация отрасли по производству асбеста или производство продуктов на основе асбеста в Республике Казахстан, структуре отрасли, используемым промышленным процессам и техникам;

раздел 2: описана методология отнесения к НДТ, подходы идентификации НДТ;

раздел 3: даны основные этапы производственного процесса, представлены данные и информация об экологических характеристиках установок с точки зрения текущих эмиссий, потребления и характера сырья, потребления воды, использования энергии и образования отходов;

раздел 4: предложены 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: дано 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 процессов производства асбеста и продуктов на его основе, а также описание основных экологических проблем, характерных для области применения настоящего справочника по НДТ.

1.1. Структура и технологический уровень отрасли

Отрасль добычи хризотил-асбеста и производства асбестосодержащих изделий в Республике Казахстан характеризуется высокой степенью концентрации и устойчивой технологической преемственностью, сформировавшейся в советский период и сохранившейся до настоящего времени. Основная добыча хризотилового асбеста осуществляется на предприятиях, расположенных в Джетыгаринском асбестовом бассейне Костанайской области, который относится к числу крупнейших мировых месторождений. Добыча и дальнейшее обогащение руды осуществляются по классической схеме: вскрышные работы, добыча карьерным способом, дробление, сухое обогащение, классификация волокон и формирование товарных сортов. Применяемые технологии ориентированы на низкое содержание примесей и высокий выход кондиционного волокна, что обеспечивает конкурентоспособность хризотила казахстанского происхождения на международном рынке.

С технологической точки зрения современная асбестовая промышленность опирается на высокомеханизированное и частично автоматизированное оборудование. Добыча ведётся преимущественно открытым способом в крупных карьерах с использованием буровзрывных работ, экскаваторов большой вместимости и карьерных самосвалов. Технологическая схема включает последовательные этапы: добычу горной массы, её транспортировку на обогатительные фабрики, дробление, классификацию и сепарацию. Эти процессы позволяют эффективно отделять хризотиловое волокно от пустой породы и распределять его по длине и качеству, обеспечивая высокую стабильность товарной продукции.

На предприятиях отрасли постепенно внедряются современные системы автоматизированного управления и мониторинга, цифровые технологии контроля качества, датчики состояния оборудования и средства оптимизации производственных режимов. Это способствует повышению эффективности, снижению себестоимости продукции и улучшению параметров экологической безопасности. Технологический цикл, представленный на рисунке 1.1, отражает интегрированную структуру отрасли – от добычи хризотил-асбеста открытым способом до хранения, транспортировки и последующей переработки волокна в готовые изделия. Такой подход формирует практически замкнутый производственный контур,

объединяющий карьерные предприятия, обогатительные фабрики и заводы конечной продукции.



Рисунок 1.1 Упрощённая схема производственного цикла асбестовой промышленности

Производственный сектор по выпуску асбестосодержащих изделий в Казахстане представлен предприятиями, выпускающими асбестоцементные плиты и трубы, кровельный шифер, теплоизоляционные материалы, асбокартон и другие виды продукции, широко применяемые в строительстве, промышленности и транспорте. Продукция отрасли в подавляющем большинстве основана на сочетании хризотилового асбеста с цементом, где асбест выполняет не самостоятельную роль, а служит армирующим и вспомогательным компонентом, улучшающим физико-механические характеристики готовых изделий. Благодаря природным свойствам хризотилового волокна – высокой прочности на растяжение, устойчивости к щелочной среде, способности равномерно распределяться в цементной массе – обеспечивается долговечность, влагостойкость и повышенная механическая прочность асбестоцементных материалов. Таким образом, отрасль формирует единый технологический комплекс, охватывающий все стадии – от добычи сырья до выпуска готовой продукции с заданными эксплуатационными параметрами.

Особое внимание в отрасли уделяется вопросам производственной безопасности и охраны окружающей среды. На предприятиях внедряются современные системы обеспыливания, фильтрации воздуха и осаждения пыли, что позволяет существенно снижать уровень запылённости на рабочих местах и в производственных помещениях. На карьерных дорогах проводится регулярный полив для уменьшения пылеобразования при движении техники.

В последние годы активно развивается практика полезного использования отходов добычи и обогащения для производства инертных материалов, которые используются в дорожном строительстве, при производстве строительных материалов, что способствует снижению техногенной нагрузки, увеличению доли вторичных материалов и повышению

общей ресурсной эффективности производственного цикла.

1.2. Минерально-сырьевая база

Минерально-сырьевая база асбестовой промышленности представлена группой слоистых и цепочечных силикатов, объединённых под общим названием «асбест». К промышленно значимым разновидностям относятся хризотил (серпентины), амозит, крокидолит, тремолит, актинолит и антофиллит (амфиболы). В международных конвенциях и нормативных документах (в частности, Роттердамская конвенция и санитарные регламенты стран ЕС и США) установлен полный запрет на добычу, производство, использование и оборот амфиболовых видов асбеста как обладающих доказанно высокой канцерогенностью и биоустойчивостью волокон. Единственным видом, допустимым к использованию в ряде стран, включая Казахстан, Россию, Китай, Индию и некоторые государства СНГ, является хризотил-асбест, относящийся к группе серпентинов и характеризующийся волокнистой структурой, меньшей биоустойчивостью и более слабой фиброгенной активностью по сравнению с амфиболами.

Современные исследования, проведённые в Канаде, США, Италии, РФ и других странах, подтверждают, что хризотиловый асбест обладает существенно меньшей биоперсистентностью по сравнению с амфиболовыми разновидностями. Согласно данным Национального института гигиены труда США (NIOSH), Международного комитета по изучению асбеста (ICAA) и многолетних токсикологических исследований McGill University (Канада), волокна хризотила подвержены быстрой биорастворимости в лёгочных жидкостях и, как правило, распадаются и выводятся из дыхательной системы в течение недель или нескольких месяцев. Напротив, амфиболовые волокна (крокидолит, амозит) сохраняют структурную стабильность на протяжении десятилетий, что определяет их высокую канцерогенность и стало основанием для международного запрета.

Гигиенические нормативы в области промышленной безопасности также отражают специфические свойства хризотила. Во многих странах, включая Казахстан, Россию, Китай, Бразилию и другие государства, установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) асбестовой пыли и волокон в зоне работ (как правило, $0,1 \text{ вол/см}^3$ или эквивалентные показатели), что соответствует международным рекомендациям ВОЗ и ILO и свидетельствует о признании того, что контролируемые уровни воздействия являются допустимыми и не приводят к развитию подтверждённых заболеваний у работников при соблюдении технологических и санитарных требований. В ряде исследований (в частности, публикации Bernstein et al., 2004–2013 гг.) показано, что при экспозиции хризотилом в условиях ниже нормативных значений не наблюдается развития асбестоза, фиброза и опухолевых процессов.

Данные наблюдений за популяциями, проживающими в регионах

естественного распространения серпентинитов, показывают, что асбестовые волокна присутствуют в фоновых концентрациях в атмосферном воздухе, почве и природных водах вследствие естественной эрозии ультраосновных пород. В большинстве таких районов концентрации волокон в воздухе находятся на уровне 0,0001–0,01 вол/см³, что сопоставимо или ниже санитарных нормативов, а долгосрочные медико-гигиенические обследования населения не выявляют статистически значимых повышений заболеваемости при отсутствии профессионального контакта. Этот факт подтверждает, что само по себе наличие хризотилевых волокон в окружающей среде не является фактором повышенного риска, а опасность определяется исключительно уровнем пылевой нагрузки и длительностью воздействия.

Основу минеральной структуры хризотила формируют слоисто-волокнистые микрокристаллы, представляющие собой свернутые в трубчатые структуры слои октаэдров магния и тетраэдров кремния (формула $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$). Такая морфология определяет высокую гибкость, прочность на растяжение, термостойкость, коэффициент трения и химическую инертность, что предопределило широкое использование хризотила в асбестоцементной промышленности, где он выступает как армирующее и модифицирующее волокно, улучшающее прочностные и эксплуатационные характеристики цементных композитов.

Геологически промышленные месторождения хризотила приурочены к серпентинитам ультраосновных пород, формирующихся в результате гидротермального метаморфизма оливин-пироксеновых комплексов. Наиболее распространённый тип месторождений – штокверковые, пластовые и линзовидные тела *serpentine-hosted ore*, характеризующиеся значительной протяжённостью зон хризотилизации, мощностью залежей от десятков до сотен метров и устойчивой зональностью качества волокна.

Асбестовая промышленность сформировалась вокруг нескольких крупнейших регионов мира, где сосредоточены промышленные месторождения хризотила. Несмотря на то, что залежи встречаются во многих странах, реальное значение имеют лишь Россия, Казахстан, Китай, Бразилия и Зимбабве, на которые приходится подавляющая часть мировой добычи. Эта особенность придаёт отрасли характер высокой концентрации: несколько предприятий обеспечивают значительную часть мирового рынка.

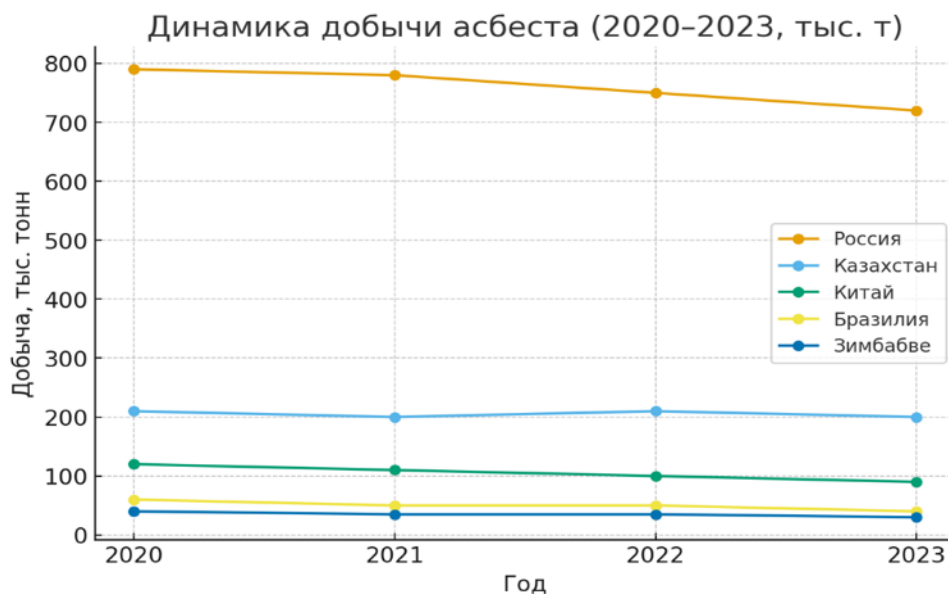


Рисунок 1.2. Крупнейшие производители хризотил-асбеста (по данным USGS Mineral Commodity Summaries, 2020–2023 гг., тыс. тонн)

Добыча хризотилового асбеста в мире носит ограниченный географический характер и сосредоточена в нескольких крупных сырьевых регионах. Ключевую роль на протяжении десятилетий играет Уральский регион России, где разрабатывается Баженовское месторождение – крупнейшее в мире по запасам хризотилового асбеста. Эксплуатация этого объекта ведётся с конца XIX века, и по оценкам конца XX века общие запасы страны составляли около 110 млн тонн, значительную часть из которых обеспечивает именно этот район.

Вторым по значимости мировым центром добычи является Казахстан, где в Костанайской области расположен Жетыгаринский асбестовый бассейн. Его разрабатывает акционерное общество «Костанайские минералы» – единственный производитель хризотила в стране и один из мировых лидеров по объёмам добычи и качеству сырья. Запасы Жетыгаринского месторождения оцениваются примерно в 37 млн тонн, что обеспечивает долгосрочные перспективы устойчивой работы отрасли.

Помимо России и Казахстана, добыча хризотилового асбеста продолжается в ряде других стран. В Бразилии ключевым объектом остаётся месторождение Кана-Брава, в Китае основные объёмы сосредоточены в Синьцзяне и Сычуани, а в Африке долгие годы активно эксплуатировались месторождения Зимбабве. Несмотря на широкую географию сырьевых объектов, число реально действующих крупных центров остаётся ограниченным.

Согласно данным Национального центра по информации о минеральных ресурсах США, мировое производство асбеста в 2023 году составило около 1,3 млн тонн. При этом около 720 тыс. тонн пришлось на Россию, порядка 200 тыс. тонн – на Казахстан, а остальные объёмы обеспечили Китай, Бразилия и в меньшей степени Зимбабве.

Таблица 1.1. Годовые объёмы добычи хризотил-асбеста в ведущих странах (по данным USGS Mineral Commodity Summaries, тыс. тонн)

№ п/п	Страна	2020	2021	2022	2023
1	Россия	790	780	750	720
2	Казахстан	210	200	210	200
3	Китай	120	110	100	90
4	Бразилия	60	50	50	40
5	Зимбабве	40	35	35	30

Структура мировых запасов асбеста по странам (млн тонн)

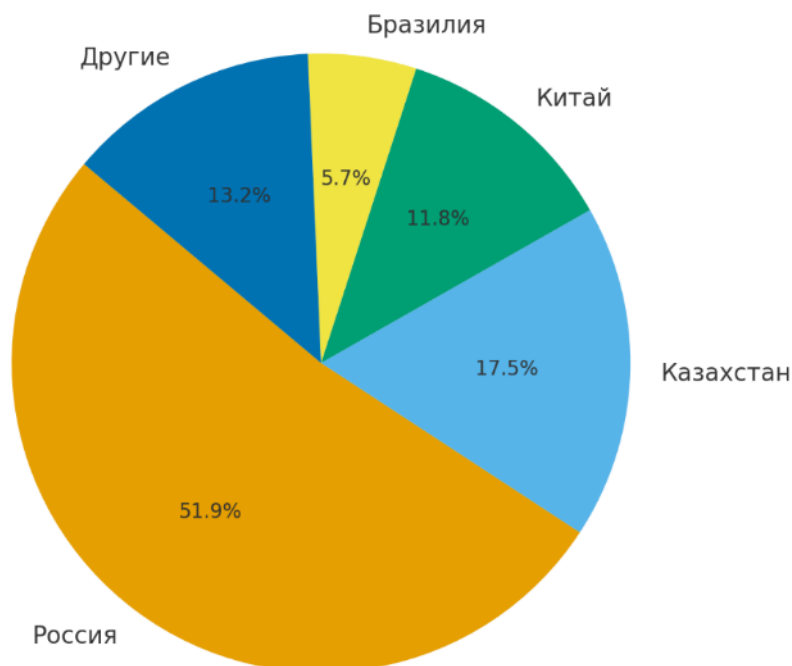


Рисунок 1.3. Структура мировых запасов асбеста по странам (по данным USGS Mineral Commodity Summaries, 2023, млн тонн)

Таким образом, современные токсикологические данные, различия в биоперсистентности хризотилловых волокон, установленная система предельно допустимых концентраций и подтверждённая способность организма выводить волокна при низкоуровневой экспозиции формируют научно обоснованный подход к промышленному использованию хризотила в странах, где его оборот не запрещён. На этой основе оценка рисков отрасли опирается на строгий контроль запылённости воздуха, инженерные меры по обеспыливанию и гарантированное соблюдение требований охраны труда. В совокупности с этим минерально-сырьевая база асбестовой отрасли, представленная значительными запасами, геологически распределёнными, но фактически сосредоточенными в России и Казахстане, обеспечивает устойчивое и долгосрочное сырьевое обеспечение отрасли. Такая структура запасов, их уникальная минералогическая специфика и крупные масштабы

добычи формируют прочный фундамент для стабильного развития производства хризотила и изделий из него, несмотря на существующие глобальные вызовы и регуляторные ограничения.

1.3. Техничко-экономические показатели отрасли

Асбестовая отрасль в мировом масштабе сохраняет стабильное положение, обеспечивая значительные объёмы сырья для промышленности и строительства. В 2023 году объём мирового производства хризотил-асбеста составил около 1,3 млн тонн, что отражает устойчивый спрос в развивающихся экономиках Азии, Центральной Азии и Латинской Америки.

Россия и Казахстан продолжают играть ключевую роль на глобальном рынке. Россия остаётся крупнейшим производителем, добыв около 630 тыс. тонн, что составляет до 67 % мирового экспорта. Казахстан занимает второе место с объёмом около 200 тыс. тонн сырья на сумму 83 млн долларов США (2023 г.), обеспечивая около 19,3 % мирового экспорта.

Экспорт Казахстана на ключевые рынки показывает географическую структуру торговли: основными импортёрами стали Узбекистан (\approx \$27,6 млн), Индия (\$19,3 млн), Таджикистан (\$11,3 млн) и другие страны Центральной Азии.

С точки зрения трудовых ресурсов и социальных аспектов, в мире в отрасли добычи, обогащения и производства асбеста занято ориентировочно: Казахстан – 3-5 тыс. чел., Россия – 5-7 тыс. чел., Китай – 20-30 тыс. чел., Индия – 20-25 тыс. чел., Бразилия – до 5 тыс. чел..

Производство асбеста и асбестосодержащих изделий остаётся капиталоемким и энергоёмким направлением, требующим высокопроизводительной карьерной техники, дробильно-сортировочного оборудования, специализированных систем сепарации волокна и контроля качества. Современные предприятия постепенно внедряют автоматизированные системы управления, цифровой мониторинг производственных процессов, энергосберегающие технологии, а также комплексные решения по обеспыливанию и очистке воздуха, повышающие эффективность и безопасность производства.

Согласно данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, в 2023 году в стране было добыто 255,3 тыс. тонн хризотил-асбеста. Экспорт изделий из камня, гипса, цемента, асбеста, слюды и аналогичных материалов демонстрирует устойчивую положительную динамику: за период с 2019 по 2023 год его объём увеличился с 43,9 млн долл. США до 110,9 млн долл. США, то есть вырос более чем в 2,5 раза (примерно на 152 %).

Таблица 1.2. Экспорт изделий из камня, гипса, цемента, асбеста, слюды и аналогичных материалов

№	2019	2020	2021	2022	2023
---	------	------	------	------	------

	всего, тыс. долларов США	удельный вес в общем объеме, в процентах	всего, тыс. долларов США	удельный вес в общем объеме, в процентах	всего, тыс. долларов США	удельный вес в общем объеме, в процентах	всего, тыс. долларов США	удельный вес в общем объеме, в процентах	всего, тыс. долларов США	удельный вес в общем объеме, в процентах
1	43 902,6	100	37 809,7	100	49 734,8	0,1	84 791,4	0,1	110 882,	0,1

Экспорт асбеста продолжает приносить значительный экономический эффект: Казахстан в 2023 году обеспечил экспортную выручку в ≈ 83 млн долл., Россия — до ≈ 232 млн долл. (по данным USGS и отраслевой статистики).

Современное состояние отрасли характеризуется также структурой мирового потребления. По данным USGS Mineral Commodity Summaries 2024, глобальный спрос стабилизировался на уровне 1,1–1,2 млн тонн в год. Основные потребители: Индия, Китай, Индонезия, Вьетнам и Узбекистан, на которые приходится более 70 % мирового потребления. Применение хризотил-асбеста остаётся сосредоточенным в секторе асбестоцементных изделий, которые составляют до 75–80 % глобального использования. Второстепенные направления включают фрикционные материалы (тормозные колодки, прокладки), теплоизоляционные изделия, технические ткани, асбокартон и другие промышленные материалы.

Таблица 1.3. Мировое потребление асбеста по странам (по данным USGS Mineral Commodity Summaries, 2022–2023 гг., тыс. тонн)

№ п/п	Страна	2022	2023
1	Индия	310	320
2	Китай	260	250
3	Индонезия	120	115
4	Вьетнам	50	45
5	Россия	40	35
6	Казахстан	20	18
7	Другие	300	280
Итого:		1 100	1 060

Структура мирового потребления асбеста по странам, 2023 г.

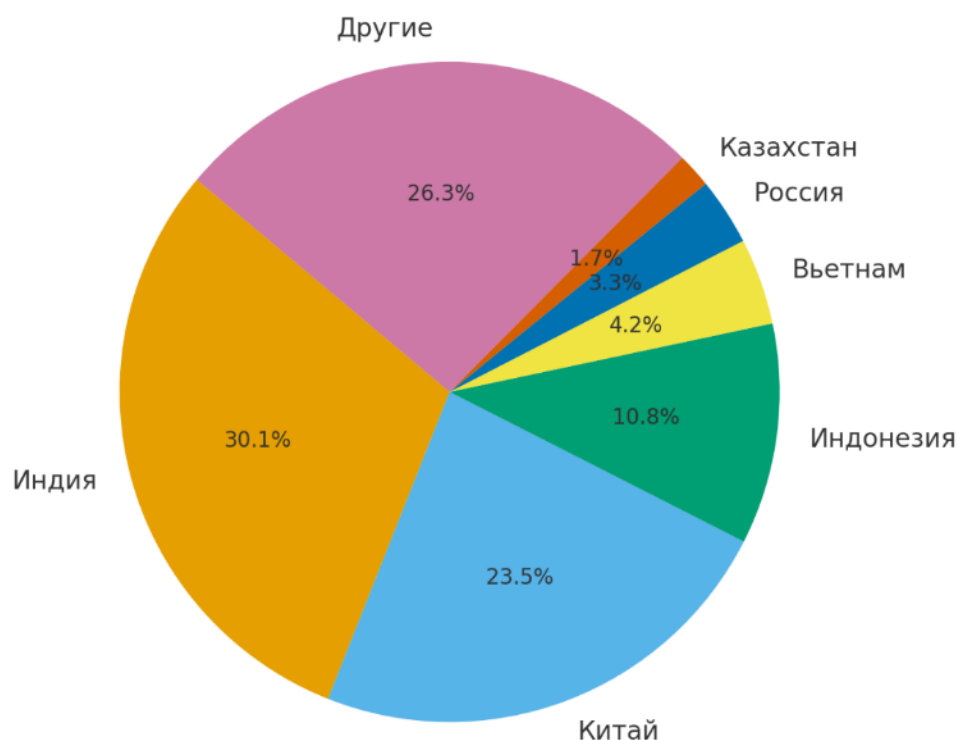


Рисунок 1.4. Структура мирового потребления асбеста по странам по данным USGS Mineral Commodity Summaries (2023 г.)

Отрасль демонстрирует устойчивость, эффективность и возможность долгосрочного развития. Значительные минеральные ресурсы, высокая концентрация производства и интегрированная производственная цепочка – от добычи до готовых изделий — создают прочную основу для стабильного удовлетворения потребностей промышленных и строительных рынков. Внедрение современных технологий и систем управления качеством повышает конкурентоспособность продукции и способствует ресурсосбережению в производственном цикле.

1.4. Основные экологические аспекты

Добыча и обогащение хризотил-асбеста относятся к числу горнодобывающих производств, которые неизбежно оказывают воздействие на окружающую среду. Экологические аспекты таких предприятий формируются на всех этапах технологического процесса – от вскрышных работ и разработки открытых карьеров до дробления, сортировки, обогащения и складирования готовой продукции и отходов. Характер и масштаб воздействий во многом определяются геолого-минералогическими особенностями месторождений, применяемой технологией и уровнем инженерной защиты.

1.4.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Текущие уровни эмиссий в окружающую среду в асбестовой отрасли формируются в результате двух основных технологических процессов: добычи и обогащения хризотил-асбеста, а также производства асбестосодержащих изделий. Характер и состав выбросов определяются применяемыми технологиями, используемым оборудованием и условиями эксплуатации производственных объектов.

Эмиссии при добыче и обогащении хризотил-асбеста.

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на этапах добычи и обогащения являются, буровзрывные работы, выемочно-погрузочные операции, транспортировка горной массы автомобильным и железнодорожным транспортом внутри карьера, транспортировка руды на обогатительный комплекс, формирование внутренних и внешних отвалов, а также перегрузка и складирование вскрышных пород, руды и щебня. Дополнительное пылеобразование возникает при работе бульдозеров и грейдеров, строительстве и эксплуатации карьерных автодорог и железнодорожных путей, функционировании дробильно-сортировочных установок и сушки минерального сырья.

Основным загрязняющим веществом, поступающим в атмосферу на данных этапах, является пыль, включая неорганическую пыль, пыль с содержанием диоксида кремния (SiO_2) и асбестосодержащую пыль. При бурении в атмосферу выделяется преимущественно неорганическая пыль, при буровзрывных работах – оксид углерода (CO), оксиды азота (NO и NO_2), а также неорганическая и асбестосодержащая пыль. Выемочно-погрузочные операции сопровождаются выбросами пыли с содержанием SiO_2 в диапазоне 20–70 % и асбеста.

Значительным источником пыления являются отвалы вскрышных пород и отходов обогащения. При складировании вскрышных пород образуется неорганическая пыль с содержанием SiO_2 до 70 %, а при размещении отходов обогащения – асбестосодержащая пыль. Отходы обогащения в виде сухого дроблёного материала с содержанием свободного асбеста до 1 % (общего – до 1,3 %) размещаются на совмещённых отвалах, при этом основное пылеобразование происходит при разгрузке думпкаров и перемещении материала экскаваторами. Дополнительно при процессах обогащения, в частности при сушке материала, в атмосферу поступают общая пыль, оксид углерода и оксиды азота.

Для снижения уровней эмиссий применяются мероприятия по увлажнению карьерных автодорог, совместному складированию вскрышных пород и отходов обогащения, а также организационные и технические меры, направленные на ограничение ветрового уноса пыли.

Эмиссии при производстве асбестосодержащих изделий.

При производстве асбестосодержащих изделий основными источниками эмиссий являются процессы приготовления асбестоцементной

суспензии – процессы пересыпки. На стадии приготовления асбестоцементной суспензии возможно образование асбестосодержащей пыли, связанной с подачей и дозированием.

На этапах формования, тепловой обработки и твердения изделий основное воздействие на атмосферный воздух связано с работой сушильного и нагревательного оборудования. В зависимости от используемого топлива в этих процессах образуются выбросы продуктов сгорания и нагрева воздуха, включая оксид углерода (CO), оксиды азота (NO_x) и диоксид серы (SO_x).

В целом текущие уровни эмиссий при производстве асбестосодержащих изделий характеризуются преобладанием пылевых выбросов на подготовительных стадиях и газообразных выбросов на этапах тепловой обработки.

1.4.2. Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты

Асбестовая отрасль Казахстана оказывает влияние на водные объекты главным образом через хозяйственно-бытовые, ливневые и технологические сточные воды, однако современная организация водопользования позволяет свести риски к минимуму. Хозяйственно-бытовые и ливневые стоки направляются на городские очистные сооружения, где проходят нормативную обработку; при этом объёмы ливневых вод фиксируются средствами учёта. Производственные воды, включающие карьерные, технологические и промышленные стоки, аккумулируются в искусственных накопителях замкнутого типа, обеспечивая циркуляцию воды без сброса в природные водоёмы. Часть карьерных вод используется при увлажнении дорог в карьере, часть воды расходуется на инфильтрацию и испарение (естественные потери), что позволяет поддерживать устойчивый замкнутый оборот.

Процессы обогащения асбестовой руды по своей технологической сути направлены на обезвоживание и механическое разделение продукта, поэтому образование сбросных вод исключено: вода используется минимально и не выводится за пределы производственных контуров. Техническая вода используется в аспирационных установках по оборотной системе водоснабжения.

В то же время в производстве асбестосодержащих изделий, таких как асбестоцемент, применяется вода для подготовки асбестоцементной суспензии. Однако и здесь водопользование является замкнутым, поскольку вода циркулирует в технологическом цикле и возвращается в процесс практически без потерь.

Основные загрязняющие вещества, потенциально присутствующие в сточных водах на стадиях добычи, включают взвешенные частицы, сульфаты, хлориды, соединения азота (аммоний, нитриты, нитраты), нефтепродукты, а также отдельные металлы и органические компоненты. Попадание таких веществ в природные водоёмы может приводить к снижению прозрачности воды, увеличению содержания растворённых солей и общему нарушению

водных экосистем, однако при действующей системе замкнутого водооборота риск их попадания в окружающую среду минимален.

В процессах обогащения при работе аспирационных установок используется техническая вода в системе оборотного водоснабжения, то есть водопользование является замкнутым.

Для снижения воздействия на водные объекты предприятия отрасли внедряют комплекс природоохранных мер: использование накопителей замкнутого типа, механическую и химическую очистку сточных вод перед возвратом в процесс, постоянный мониторинг качества воды на производственных участках, сокращение водопотребления за счёт повторного использования и предотвращение поступления загрязнённых ливневых стоков в природные водоёмы. При нарушении почвенно-растительного слоя в ходе горных работ предприятия осуществляют техническую и биологическую рекультивацию, включая формирование защитных лесополос и восстановление устойчивости земель.

Таким образом, современная система водопользования в асбестовой отрасли Казахстана основана на замкнутом водообороте, локальной очистке и тщательном контроле стоков, что обеспечивает предотвращение сбросов загрязняющих веществ, минимизацию экологических рисков и сохранение водных ресурсов.

1.4.3. Воздействие на земельные ресурсы

Разработка месторождений асбеста и сопутствующая производственная деятельность оказывают комплексное и значительное воздействие на земельные ресурсы и природные экосистемы. Основным фактором является изъятие земельных участков под карьеры, отвалы вскрышных пород и отходов обогащения, шламохранилища, производственные площадки и инфраструктурные объекты. Эти территории выводятся из хозяйственного оборота на длительный срок, что приводит к сокращению площадей сельскохозяйственных угодий и естественных экосистем, а также фрагментации ландшафтов.

В процессе открытой добычи происходит полное разрушение почвенно-растительного покрова и формирование техногенного рельефа, подверженного эрозионным процессам и деградации. Дополнительное негативное воздействие оказывает загрязнение почв асбестосодержащей пылью, а также выпадение продуктов взрывных работ. Асбестосодержащая пыль с отвалов может переноситься ветром на прилегающие территории, что усиливает риск вторичного загрязнения земель и ухудшения качества среды.

Сокращение площадей естественных экосистем сопровождается деградацией мест обитания животных и растений, что приводит к снижению биоразнообразия, особенно в районах, прилегающих к промышленным площадкам и транспортным коммуникациям. Наряду с этим значительное воздействие оказывают шум и вибрация от буровзрывных работ, дробильного

и обогатительного оборудования, а также от движения карьерной техники, что влияет как на фауну, так и на здоровье работников и качество жизни населения.

Серьёзная нагрузка на земельные ресурсы возникает из-за длительного занятия территорий промышленными объектами, дорогами и складскими зонами, что нарушает экологическое равновесие и затрудняет восстановление природных ландшафтов.

Для снижения негативного воздействия предприятий асбестовой отрасли применяют комплекс мер рекультивации. На этапе технической рекультивации выполняется засыпка и выравнивание пространства карьера, а также формирование поверхности отвалов до проектных отметок. Следующим этапом является биологическая рекультивация, включающая восстановление плодородного слоя и высадку травянистой, кустарниковой и древесной растительности. В ряде случаев рекультивированные земли могут быть использованы для лесопосадок или иных хозяйственных нужд.

Таким образом, воздействие асбестодобывающей промышленности на земельные ресурсы проявляется в утрате территорий, деградации почв и экосистем, а также загрязнении асбестосодержащими частицами. Однако применение современных технологий рекультивации и восстановительных мероприятий позволяет частично компенсировать негативные последствия и обеспечивает более рациональное и ответственное использование земель.

1.4.4. Управление отходами

Отходы, образующиеся при добыче и обогащении хризотил-асбеста.

К основным видам отходов на данном этапе относятся вскрышные породы и отходы обогащения (техногенные минеральные образования). Вскрышные породы транспортируются железнодорожным транспортом во внешние и внутренние отвалы, включая совмещённые отвалы вскрышных пород и отходов обогащения. Часть вскрышных пород используется для технологических нужд карьера, в том числе для подсыпки железнодорожных путей и формирования технологических площадок. Кроме того, из вскрышных пород производится щебень фракции 20–40 мм, который применяется в строительстве и при эксплуатации горных выработок.

Отходы обогащения формируются в результате переработки минерального сырья и также направляются во внешние совмещённые отвалы. Технологическими схемами предусмотрена возможность их переработки с получением товарной продукции, включая щебень различных фракций и другие инертные материалы.

Таким образом, значительная часть минеральных отходов вовлекается во вторичное использование, что снижает нагрузку на отвальные хозяйства и окружающую среду.

Также при работе аспирационных установок образуется шлам. Шлам обогатительного комплекса представляет собой пульпу (70% воды) и образуется при размыве боровов (один раз в год), при орошении аспирационного коллектора, а также в аспирационных системах цеха дробления и сортировки хризотилловых руд. Шлам поступает в резервуары, где происходит отстаивание. Осветленная вода используется повторно. Очистка резервуаров осуществляется один раз в год. Шлам насосами по трубопроводу подается на шламохранилище. После естественного испарения влаги шлам складывается на отвале вскрышных пород и отходов обогащения совместно с отходами обогащения.

+При производстве щебня различных фракций из вскрышных пород образуется отсев, который также складывается во внешний отвал совместно с вскрышными породами.

Отходы, образующиеся при производстве асбестоцементных изделий.

В процессе изготовления асбестоцементных изделий образование отходов ограничено и в основном связано с вспомогательными и подготовительными операциями. Водные потоки, используемые для промывки технологического оборудования (сукон, сетчатых цилиндров, мешалок), циркулируют в замкнутой рекуперационной системе. Отработанная вода поступает в рекуператоры и отстойники, где происходит её осветление, после чего вода возвращается в технологический процесс. Допускается периодическая продувка рекуператоров с последующим возвратом осветлённой воды в систему оборотного водоснабжения.

Твердые отходы в виде обрезков, образующихся при раскрое полуфабриката, а также забракованные свежесформованные изделия, не подлежат удалению за пределы предприятия. Они направляются в перерабатывающие мешалки, где повторно диспергируются с водой и возвращаются в технологический цикл в виде вторичной асбестоцементной массы. Таким образом, отходы формования и резки фактически не выводятся из процесса и не образуют самостоятельных потоков отходов.

Система управления отходами основана на раздельном учёте потоков, контроле технического состояния оборудования, предотвращении потерь сырья и поддержании замкнутых циклов воды и материалов. Реализация вторичного использования вскрышных пород и отходов обогащения, а также возврат производственных отходов асбестоцементных изделий в технологический процесс, позволяет существенно снизить объемы накопления отходов, обеспечить рациональное использование минеральных ресурсов и минимизировать экологические риски.

1.5. Потребление энергоресурсов

Потребление энергоресурсов в процессах добычи, обогащения хризотил-асбестовых руд и производстве асбестосодержащих изделий

определяется особенностями применяемых технологий и используемого оборудования. Данные процессы включают механическую подготовку сырья, разделение минеральных фракций, формование изделий и технологическую обработку, требующую значительных затрат электрической и тепловой энергии. Уровень энергопотребления зависит от характеристик руды, степени механизации, типа применяемых обогатительных и формующих установок, а также от условий эксплуатации.

Электроэнергия является основным видом энергоресурсов на всех стадиях, входящих в область применения справочника. Горно-транспортное, обогатительное, формующее оборудование, работающие в непрерывных режимах являются энергоёмкими. Доля электроэнергии составляет значительную часть общего энергопотребления предприятий отрасли.

В добыче хризотил-асбестовых руд электрическая энергия используется для работы горно-транспортного, выемочно-погрузочного оборудования и насосных станций, обеспечивающих водоотлив и пылеподавление. Доля электроэнергии в структуре энергопотребления добычного участка составляет 30-40 %, в зависимости от глубины карьера и уровня механизации работ.

На обогатительных фабриках электроэнергия является преобладающим энергоресурсом. На стадии обогащения электроэнергия потребляется дробильно-размольными агрегатами, грохотами, сепараторами, аэродинамическими и вихревыми классификаторами, вентиляционными и аспирационными системами, системой транспортирования руды и концентрата. На данном этапе доля электроэнергии достигает до 90 % общего энергопотребления участка.

В производстве асбестосодержащих изделий электрическая энергия необходима для подготовки минерального сырья, приготовления массы, работы насосов, мешалок, дозаторов, вакуумного обезвоживания, работы каландров, формующих и резательных машин. На данном участке электроэнергия занимает 50-60 % в структуре энергозатрат производства изделий.

Тепловая энергия в производственно-технологических процессах используется при выпуске асбестосодержащих изделий, а также в процессе обогащения – для операций сушки. Кроме того, в процессах добычи и обогащения тепловая энергия потребляется в системах горячего водоснабжения и отопления в холодный период года, а также в отдельных узлах вентиляционных установок. Тепло используется в тех технологических операциях, где требуется термическая обработка или создание стабильных температурных режимов.

В производстве асбестосодержащих изделий тепловая энергия применяется более шире для сушки листовых и формованных изделий, для стабилизации влажностно-температурных режимов технологической массы, для эксплуатации сушильных камер и термических установок. Температурные

параметры сушки зависят от вида продукции, толщины изделий и характеристик используемого оборудования. Доля тепловой энергии составляет 30-40 % общего энергопотребления участка производства изделий и определяется особенностями продукции, уровнем влажности и эффективностью сушильных агрегатов.

Также, активно при производстве асбеста и изделий из него потребляется топливо. Топливо-энергетические ресурсы используются преимущественно в сушильных печах при обогащении, в установках, обеспечивающих сушильные и тепловые процессы производства изделий, и в технологическом транспорте, работающем на участках добычи и внутреннего перемещения руды и в резервных источниках энергоснабжения.

Доля топлива на добычном участке может составлять 60-70 % от совокупного энергопотребления, преобладают дизельные виды топлива. Так как расход топлива обусловлен работой карьерных самосвалов, погрузчиков и бульдозеров, вспомогательной техники.

При производстве асбестосодержащих изделий топливо используется в газовых, жидкотопливных и угольных котельных, обеспечивающих сушильные процессы, в теплогенераторах сушильных камер и в технологическом транспорте предприятия. Средняя доля топлива в структуре энергопотребления составляет 10-20 %, в зависимости от климатических условий и схемы теплоснабжения.

Официальная статистическая информация о потреблении энергоресурсов при производстве асбеста и изделий из него в Казахстане отсутствует, однако в рамках данных комплексно-технологического аудита проведен анализ потребления энергоресурсов по 3 предприятиям. Общее их энергопотребление составило 39 044,1 тонн условного топлива за 2023 год.

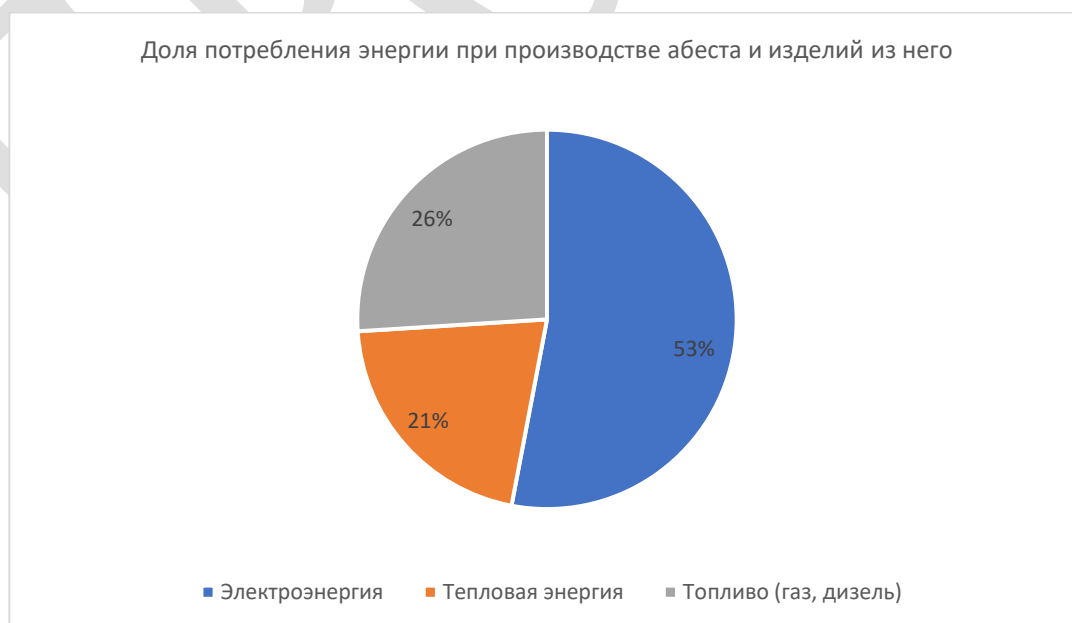


Рисунок 1.5 Реальное соотношение энергозатрат отрасли, учитывая характер процессов и энергоёмкость оборудования

В целом основной вклад в потребление энергоресурсов вносят установки, обеспечивающие механическую и термическую обработку минерального сырья и готовой продукции. К числу наиболее энергоёмких относятся:

- горно-транспортное и выемочно-погрузочное оборудование при добыче;
- дробильное оборудование, вентиляторы, конвейеры при обогащении;
- сушильные печи при обогащении;
- вакуумные насосы и компрессорное оборудование;
- каландровые машины и формующие линии;
- сушильные камеры и термоагрегаты, эксплуатируемые при производстве изделий;
- аспирационные и вентиляционные системы, функционирующие на всех этапах технологической цепочки.

Энергоёмкость оборудования определяется его мощностью, режимом работы и характеристиками перерабатываемого сырья.

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 ТРГ по вопросам разработки справочника по НДТ «Производство асбеста и изделий из него» в соответствии с положениями Правил.

В рамках данной процедуры учтена международная практика и подходы к определению НДТ, в том числе основанные на справочных документах ЕС по НДТ, таких как Reference Document On Best Available Techniques For Energy Efficiency, ЕС 09/2021, «BREF по обработки асбестосодержащих грунтов и строительного лома» (Фландрия, Бельгия, 2025 г.), а также на Информационно–технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 16–2023 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы».

2.1. Детерминация, принципы подбора НДТ

Определение НДТ основывается на принципах и критериях в соответствии с требованиями Экологического кодекса, а также на соблюдении последовательности действий ТРГ:

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

Для технологического процесса 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 РК (выявленных в результате КТА) и в международных документах в области НДТ, в результате чего был определен перечень (количество) из 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:

оценка техники–кандидата по параметрам технологической применимости;

оценка техники–кандидата по параметрам экологической результативности.

Был проведен анализ экологического эффекта от внедрения техник–кандидатов, выраженный в количественном значении (единица измерения или процент 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.

1. Оценка техники-кандидата по параметрам экономической эффективности.

Оценка экономической эффективности техники–кандидата не является обязательной, однако по решению большинства членов ТРГ экономическая оценка НДТ проводилась членами ТРГ – представителями промышленных предприятий в отношении некоторых техник, внедренных и эксплуатируемых на хорошо функционирующих промышленных установках/заводах.

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

2. 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 пунктом 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, порядок их применения, преимущества и недостатки, как правило, широко известны в отрасли восстановления отходов. НДТ считается приемлемой, если есть однозначные свидетельства/примеры результатов ее успешной эксплуатации. Так, странами ЕС при определении НДТ учитываются только технологии, уже вышедшие на промышленную эксплуатацию, и природоохранная эффективность которых подтверждена практически.

Детальный экономический анализ использования НДТ является дополнительным критерием для принятия решения о возможности или отказе от внедрения НДТ, когда существуют достаточные основания полагать, что НДТ является чрезмерно затратной.

По результатам общей эколого-экономической оценки НДТ могут быть ранжированы как:

экономически эффективные – когда техника сокращает расходы, дает экономию денежных средств и/или незначительно влияет на себестоимость услуг и приносит ощутимую экологическую результативность;

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 и дополнительные расходы не считаются приемлемыми для экономических условий предприятия или несоразмерны полученным экологическим выгодам.

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

В целом, переход на принципы НДТ должен осуществляться на экономически приемлемых для предприятия условиях, а именно: не снижать его экономической эффективности и критически не ухудшать финансового состояния в прогнозируемом периоде. Общая экономическая эффективность и возможность реализации НДТ определяется финансово-экономическими условиями конкретного предприятия.

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 деятельности в долго-, средне- и краткосрочной перспективе. НДТ может быть

признана применимой на отраслевом уровне, если возможность ее реализации, с учетом общих финансовых затрат и экологических выгод, существует в масштабе, достаточном для широкого внедрения в данной отрасли.

Для НДТ, требующих значительных 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 здоровье человека и инвестиционными возможностями оператора объекта. При этом ответственность за доказательство условий, по которым к процессу внедрения НДТ должен быть применен особый режим, несёт оператор объекта.

2.3.2. Способы экономической оценки НДТ

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 деятельности: оборот, операционная прибыль, добавленная стоимость и другое (при доступности соответствующих данных);
- по соотношению затрат и достигаемого экологического эффекта.

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

2.3.3. Инвестиционная обоснованность затрат

Следует понимать, что НДТ (особенно средозащитные) не всегда являются предметом коммерческой деятельности с целью извлечения прибыли и в ходе инвестиционного анализа проекта внедрения НДТ дисконтированные денежные потоки могут иметь отрицательные значения.

Применимость НДТ определяется в том числе инвестиционной обоснованностью затрат на технологии и оборудование, стоимостью капитала, периодом окупаемости, ценами на сырье и материалы и другими факторами.

- С точки зрения доходности инвестиций НДТ могут оцениваться как:
- прибыльные – в случае получения дополнительных доходов от их реализации или экономии финансовых средств;
 - неприбыльные в доходной части, но допустимые с точки зрения текущего или будущего финансового состояния;
 - неприбыльные и чрезмерные по своим финансовым затратам;

достигающие требуемой экологической результативности по сравнению с затратами;
имеющие необоснованно высокие затраты по сравнению с достигнутым экологическим эффектом.

2.3.4. Анализ затрат и выгод

Помимо достигаемого экологического эффекта, применение НДТ во многих случаях дает снижение потребления физических природных ресурсов – сырья, топлива, электроэнергии, тепла, воды и т. д., представленных в денежном выражении. В этом случае НДТ может быть оценена с точки зрения полученных от ее применения выгод по сравнению с понесенными издержками.

Кроме того, результатом внедрения НДТ могут стать дополнительные источники доходов: продажа очищенных стоков воды для нужд ирригации и орошения, иловых отложений накопителей сельскому хозяйству, уловленные компоненты выбросов, рециклинг вторичных ресурсов и/или их использование для нового производства, термическая утилизация и т. д.

Общие экономические выгоды использования НДТ могут превысить затраты и стать стимулирующим фактором для ее реализации.

2.3.5. Соотношение затрат и ключевых экономических показателей

Для определения целесообразности инвестиций в мероприятия по охране окружающей среды может быть проанализировано соотношение расходов на НДТ и ряда ключевых производственно–экономических результатов деятельности: валовый доход, оборот, операционная прибыль, себестоимость и другое.

При данном анализе возможно применение шкалы справочных значений, полученных по результатам анкетирования предприятий ЕС, которые ранжируют такие соотношения на три категории:

приемлемые затраты – если инвестиционные расходы незначительно влияют на ключевые показатели доходности и эти затраты можно считать приемлемыми без дальнейшего обсуждения;

обсуждаемые – средние затраты, когда представляется затруднительным или невозможным дать четкую оценку целесообразности инвестиций и результат требует рассмотрения с учетом дополнительных факторов;

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

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

№ п/п	Соотношение годовых затрат и инвестиций на НДТ к ключевым показателям деятельности	Приемлемые	Обсуждаемые	Неприемлемые
1	Затраты / оборот (выручка)	<0,5 %	0,5 – 5 %	> 5 %
2	Затраты / годовой доход (операционная прибыль)	<10 %	10 – 100 %	> 100 %
3	Затраты / добавленная стоимость	<2 %	2 – 50 %	> 50 %
4	Начальные инвестиции/ общий объем инвестиций	<10 %	10 – 100 %	> 100 %

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 природоохранных инвестиций может попасть в этот диапазон, что делает их достаточно неопределенными для однозначного вывода об обоснованности вложений. В этом случае, помимо условий, складывающихся на конкретном предприятии, целесообразность инвестиций 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 другое.

В целом, шкала справочных значений рассматривается как оценочный ориентир, применимый в большинстве случаев оценки НДТ, и также может использоваться для построения диапазонов применения НДТ с учетом финансово-экономического состояния конкретного предприятия.

2.3.6. Прирост себестоимости

Существенным фактором для определения применимости НДТ являются также дополнительные затраты, которые могут быть понесены при внедрении техники в текущий производственный процесс, так как внедрение НДТ увеличивает себестоимость услуг и снижает потенциал НДТ с точки зрения экономической эффективности.

Процентное соотношение годовых затрат на внедрение НДТ и общей производственной себестоимости услуг выражает прирост себестоимости с учетом дополнительных расходов предприятия на НДТ. Определение прироста себестоимости позволяет сравнить затраты на внедрение НДТ с производственной себестоимостью услуг, а также определить, какое влияние оказывает НДТ на операционную маржинальность.

2.3.7. Соотношение затрат и экологического результата

Одним из основных способов экономической оценки НДТ является анализ расходования денежных средств на внедрение НДТ и достигаемый экологический результат от ее внедрения в виде снижения/предотвращения эмиссии загрязняющих веществ и/или сокращения/предотвращения отходов. Относительное соотношение данных значений определяет эффективность затрат на НДТ на единицу массы/объема сокращаемого загрязняющего вещества и/или отходов в годовом исчислении.

$$\text{Эффективность затрат} = \frac{\text{Общие годовые затраты}}{\text{Годовое сокращение эмиссии}}$$

Под годовыми затратами понимается сумма капитальных (инвестиционных) затрат, распределенных по всему сроку службы НДТ в годовом исчислении, и операционных (эксплуатационных) расходов. Пересчет капитальных затрат в годовом исчислении производится коэффициентом годового пересчета (как функции срока службы НДТ и ставки дисконтирования), который в экономическом смысле представляет собой норму линейной амортизации основных средств.

Дисконтированные 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 обеспечена достаточная детализация инвестиционных капитальных вложений и распределение операционных расходов по соответствующим статьям затрат.

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.

Результат соотношения годовых затрат к достигнутому экологическому результату выражает объем денежных средств, расходуемых на уменьшение эмиссии загрязняющего вещества на единицу массы/объема. Сравнение результатов расчетов по различным НДТ позволяет оператору НДТ определить, какая из них экономически более эффективна и позволяет затратить меньше средств на одинаковое снижение эмиссии.

2.3.8. Платежи и штрафы за негативное воздействие на окружающую среду

Кроме непосредственно анализа показателей экономической эффективности НДС, может оказаться полезным расчет платежей и штрафов, подлежащих к уплате за негативное воздействие на окружающую среду при наличии НДС и при её отсутствии. Общий порядок, ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду и экологические штрафы регулируются налоговым и административным законодательством РК.

Необходимо учесть, что помимо платежей, установленных налоговым законодательством на республиканском уровне, местным представительным органам (маслихат) предоставлено право повышать действующие ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду в пределах соответствующих административных единиц.

Вместе с тем, в целях стимулирования внедрения и применения НДС на законодательном уровне приняты определенные регулирующие меры. В частности, для предприятий, получивших комплексное экологическое разрешение, устанавливается нулевой коэффициент к ставкам платежей в бюджет, подлежащих к уплате за негативное воздействие на окружающую среду.

При этом с 2025 года для активной реализации субъектами промышленности мероприятий по защите окружающей среды и применения НДС, в случае отсутствия комплексного экологического разрешения к действующим ставкам платы за негативное воздействие на окружающую среду по предприятиям I категории будет применяться повышающий коэффициент 2 (двукратное увеличение платежей), с 2028 г. – коэффициент 4 и с 2031 г. – коэффициент 8.

Дополнительно за осуществление эмиссий, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в том числе без экологического разрешения на действующий объект, налагается штраф в размере от десяти до двадцати тысяч процентов от соответствующей ставки платы в отношении превышенного количества загрязняющих веществ.

Применение НДС с получением соответствующих экологических разрешений позволяет предприятиям достичь существенной экономии денежных средств по экологическим платежам и штрафам за негативное воздействие на окружающую среду.

2.3.9. Расчет «на установке»

Процесс реализации мероприятий по НДС, особенно на крупных промышленных предприятиях, часто является составной частью общего процесса реконструкции или модернизации производства. Для исключения влияния инвестиционных и операционных расходов, которые оператор объекта несет в ходе данных процессов или реализации других инвестиционных проектов, сведения о затратах по сокращению негативного

воздействия на окружающую среду должны представлять только ту часть затрат, которые расходуются исключительно на рассматриваемую НДТ.

В таких условиях объективными данными являются данные о расходах на НДТ «на установке», то есть направленные непосредственно на НДТ, сокращающие/предотвращающие эмиссии загрязняющих веществ и/или отходы в окружающую среду, или НДТ, реализующие технологии по их утилизации с помощью данной НДТ. При расчете «на установке» в общую сумму затрат включаются расходы на:

основные технологии и оборудование;

дополнительные/вспомогательные технологии и оборудование, являющиеся неотъемлемой частью НДТ;

пред/после очистные сооружения, расходные материалы, сырье и реагенты, без которых применение НДТ невозможно технологически.

Расчет «на установке» позволяет исключить фактор неопределенности при классификации капитальных и операционных расходов оператора объекта, и сравнивать затраты предприятия на альтернативные НДТ по сопоставимым показателям.

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 способом, обогащение руд и производство асбестосодержащих изделий.

3.1. Добыча сырья

Основными процессами открытых горных работ являются (рисунок 3.1): снятие ПСП, производство вскрышных работ, буровзрывные работы, добыча руды, транспортировка, складирование отвальных пород.

К основным источникам воздействия на атмосферный воздух, как правило, относят карьеры по добыче, отвалы вскрышных пород и отходов обогащения, а также открытые склады готовой продукции.

При процессах добычи основным фактором загрязнения атмосферного воздуха является пыление.

По результатам КТА удельный показатель выброса пыли составляют 430–490 граммов на тонну добываемой горной массы.

При определении удельных показателей учитывались выбросы пыли от буровзрывных работ, пыление отвалов пустых пород, выемочно-погрузочных работ, транспортировки горной массы автомобильным и железнодорожным транспортом, транспортировки отходов на отвалы, а также процессов отвалообразования и складирования.



Рисунок 3.1. Схема технологического процесса открытых горных работ

3.1.1. Подготовка карьерного поля к разработке

Процесс добычи сырья при открытых горных работах представляет собой комплекс взаимосвязанных технологических операций, обеспечивающих эффективное и безопасное извлечение минерального сырья из недр методом карьерной разработки. На всех этапах — от подготовки карьерного поля до водоотлива и отвалообразования — осуществляется

последовательный цикл работ, направленный на вскрытие месторождения, извлечение, перемещение и складирование горной массы. Открытый способ разработки включает подготовку территории, снятие и складирование плодородного слоя почвы, формирование системы разработки, проведение вскрышных, буровзрывных, выемочно-погрузочных и транспортных операций. Важное значение придаётся организации потоков горной массы, формированию внешних и внутренних отвалов, а также системе водоотведения, осушения и водоснабжения, обеспечивающей безопасные условия ведения горных работ и минимизацию воздействия на окружающую среду.

3.1.2. 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 угодья.

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.

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. Съём 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.

3.1.3. Вскрытие и система разработки карьерного поля

Способы вскрытия и система вскрывающих выработок находятся в прямой зависимости от принятой системы разработки месторождения, определяющей порядок выполнения во времени и пространстве горно-подготовительных, вскрышных и добычных работ. Под системой открытой разработки понимается установленная последовательность выполнения всех этапов открытых горных работ в пределах карьерного поля или его отдельного участка. Корректный выбор системы разработки обеспечивает экономичную и безопасную эксплуатацию месторождения, рациональное использование запасов и минимизацию воздействия на окружающую среду.

Система разработки включает комплекс взаимосвязанных элементов: рабочие уступы, фронты работ, рабочие зоны, рабочие площадки, транспортные и предохранительные бермы. Их параметры — высота уступов, ширина площадок, длина рабочих фронтов, скорость подвигания, размеры панелей и заходок — определяются характеристиками применяемого горнотранспортного оборудования и требованиями к производительности. К основным показателям системы разработки относятся скорость подвигания уступов, темпы углубки карьера, производительность фронтов вскрышных и добычных работ, а также удельная производительность с единицы рабочей площади.

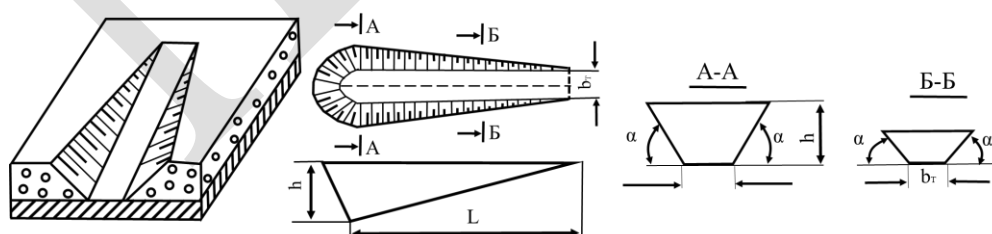


Рисунок 3.2. Параметры наклонной траншеи

На горнодобывающих предприятиях Республики Казахстан наибольшее распространение получили транспортные системы разработки, при которых перемещение вскрышных пород и руды осуществляется

железнодорожным, автомобильным, конвейерным или комбинированным транспортом.

Система разработки карьера по результатам КТА принята транспортная, с применением комбинированного (автомобильного и железнодорожного) транспорта с устройством перегрузочных складов. Вскрышные породы транспортируются на внешний и внутренний отвалы, руда на обогатительную фабрику.

Подготовка и нормирование запасов руд производится на основе выполнения, в установленных направлениях и объемах, вскрышных работ на карьерах.

Горные работы производятся, в соответствии с утвержденным проектом разработки, требованиями промышленной безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом, требованиями промышленной безопасности при взрывных работах, паспортами ведения горных работ.

Годовые планы развития горных работ выполняются в соответствии с Методическими указаниями по содержанию и порядку согласования недропользователями годовых проектов (планов) горных работ при разработке месторождений полезных ископаемых на основании Стандартов предприятия и в соответствии с требованиями Межотраслевой инструкции по определению и контролю добычи на карьерах.

Добытая руда поступает в перегрузочный склад внутри карьера, откуда транспортируется железнодорожным транспортом на переработку.

3.1.4. Буровзрывные работы (подготовка горных пород к выемке)

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 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.

По результатам КТА месторождения по добыче асбеста приурочены к скальному трещиноватому комплексу пород, требующих при разработке применение буровзрывных работ. Хризотил-асбестовые руды и вмещающие породы месторождения представлены перидотитами, серпентинитами с ядрами перидотитов и серпентинитами. Породы и руды в тектонических зонах прорваны дайками диоритовых порфиритов и плагиогранит-порфиров.

Технология горных работ цикличная с применением буровзрывных работ. Бурение взрывных скважин осуществляется шарошечными буровыми станками. Для производства взрывных работ применяются эмульсионные, водогелевые и простейшие аммиачно-селитренные взрывчатые вещества. Буровые работы проводятся буровыми станками DML.

Эффективность буровзрывных работ в значительной мере зависит от правильного выбора ВВ для конкретных горно-геологических условий взрывания. Выбор типа ВВ должен производиться с учётом 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, её твёрдость и вязкость, тем больше требуется энергии на её 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.

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.

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.

Таблица 3.1. Основные этапы технологического процесса и оборудования

№	Этап процесса (подпроцесс)	Основное технологическое оборудование
1	Буровые работы	Буровой станок DML LP 1200/110–3 шт. Экскаватор VOLVO EC 380D (бутовой) – 1 шт. АЦН-10-566821 (заправка б/ст) – 1 шт.
2	Взрывные работы	СЗМ ПГС – 1 шт. МСЗ-15-НП-015 – 1 шт. ЗС-2У-015–1 шт. АЦН-10-566821 (заправка СЗМ ПГС) – 1 шт.

Таблица 3.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при проведении буровзрывных работ (по данным КТА)

№	Загрязняющие вещества	Валовый выброс, тонн/год	
		Первый отчетный год	Второй отчетный год
Буровые работы			
1	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70–20 (шамот, цемент)	20,009	20,296
Взрывные работы			
1	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70–20 (шамот, цемент)	16,985993	17,293977
2	Углерод оксид (Оксид углерода, Угарный газ)	21,598472	21,452055
3	Азота (IV) диоксид (Азота диоксид)	3,561281	3,534339

Основными эмиссиями при буровзрывных работах являются выбросы газообразных веществ (диоксид азота, оксид углерода) и пыли неорганической содержащая SiO_2 – 70-20%.

3.1.5. Вскрышные и добычные 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 объёме, определённом технико-экономическими расчётами.

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.

Добычные работы представляют собой комплекс процессов по извлечению руды из массива горных пород. На открытых карьерах выемка производится отдельными слоями, формируемыми в виде уступов, глубина горных работ достигает более 300 м (по результатам КТА).

Добыча руды в карьерах осуществляется открытым способом. Основное распространение на добыче руды получили одноковшовые экскаваторы типа ЭЖГ с объемами ковша 5 м³ и гидравлические экскаваторы типа прямая лопата с вместимостью ковша до 30 м³.

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 заглублением 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.

Таблица 3.3. Основные этапы технологического процесса и оборудования

№	Этап процесса (подпроцесс)	Основное технологическое оборудование
1	Выемочно-погрузочные работы	ЭКГ 10–2 шт. ЭКГ 8 УС – 1 шт. ЭКГ 6,3 УС – 5 шт. ЭКГ 8 И – 4 шт. Volvo EC950E – 1 шт. XCMG XE950D – 1 шт.
2	Формирование отвала	ЭКГ 10–1 шт. ЭКГ 6,3 УС – 1 шт. ЭКГ 8 И – 3 шт.

Таблица 3.4. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при проведении вскрышных и добычных работ (по данным КТА)

№	Загрязняющие вещества	Валовый выброс, тонн/год	
		Первый отчетный год	Второй отчетный год
Выемочно-погрузочные работы			
1	Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%)	54,83	51,44
2	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70–20 (шамот, цемент)	126,435	115,854

Основными эмиссиями при выемочно-погрузочных работах являются выбросы пыли неорганической содержащая SiO_2 – 70–20%.

3.1.6. Транспортировка горной массы и карьерных грузов

Для перевозки вскрышных пород, руды и материалов как правило используют транспорт непрерывного действия (конвейерный, трубопроводный) и циклического действия (железнодорожный, автомобильный).

Транспортировка карьерных грузов является наиболее энергоемким производственным процессом на предприятиях по открытой добыче полезных ископаемых. 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.

По результатам КТА на предприятии построена разветвленная сеть железнодорожных путей, автомобильных дорог и подъездов.

Карьер оснащен современным высокоэффективным горнотранспортным оборудованием: для транспортирования горной массы используется комбинированный транспорт - автосамосвалы грузоподъемностью 55–130 т, тяговые агрегаты ПЭ-2М, ПЭ-2У, полезный вес которых 1190 т.

Доставка руды на склады производится большегрузными автосамосвалами. Доставка руды на фабрику и пустой породы на отвалы производится железнодорожным транспортом. Работы в карьере и на отвалах ведутся в непрерывном круглосуточном режиме с плановыми технологическими остановками.

Таблица 3.5. Основные этапы технологического процесса и оборудования

№	Этап процесса (подпроцесс)	Основное технологическое оборудование
1	Транспортировка руды	Электровоз ПЭ-2М – 14 шт. БелАЗ 75131–8 шт. БелАЗ 7555–4 шт.

Основным же видом транспорта для внутрикарьерных перевозок руды и пород вскрыши являются автосамосвалы марки БелАЗ грузоподъемностью от 55 до 130 тонн.

Железнодорожный транспорт является распространенным транспортом на карьерах благодаря его высокой надежности в любых климатических условиях, высокой производительности и эффективности в эксплуатации. Принцип работы железнодорожного транспорта заключается в перемещении электровозами 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.

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.

Таблица 3.6. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при транспортировке руды (по данным КТА)

№	Загрязняющие вещества	Валовый выброс, тонн/год	
		Первый отчетный год	Второй отчетный год
1	Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%)	116,552	142,626
2	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70–20 (шамот, цемент)	62,015	75,150

Автотранспорт при транспортировке горной массы поднимает большое количество пыли. Автомобильные дороги на карьерах, использующих автотранспорт, занимают одно из первых мест в балансе пылевыделения 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 пылевыделение 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.

3.1.7. Карьерный водоотлив, осушение, водоотведение и водоснабжение

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



Рисунок 3.3. Упрощённая схема откачки воды из карьера

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.

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 хризотил-асбеста открытым способом, были собраны данные по загрязняющим веществам в сбросах.

Таблица 3.7. Валовые сбросы основных загрязняющих веществ при добыче хризотилловых руд открытым способом (по данным КТА)

№	Вид сточных вод	Образовано, тыс. м ³ /год	Сброшено в водные объекты и водоприемники м ³ /час	Наименование загрязняющего вещества	Концентрация, мг/дм ³		Предельные допустимые концентрации загрязняющих веществ (нормативные), мг/дм ³
					Первый отчетный год, макс.	Второй отчетный год, макс.	
1. Добыча хризотилловых руд							
1	Промышленные	602,827 (1 отч.год); 836,477 (2 отч.год)	68,8 (1 отч.год); 95,5 (2 отч.год)	Взвешенные в-ва	39	35	39,95
2				Сульфаты	66,3	73,00	73,11
3				Хлориды	750	773	774,66
4				Азот аммонийный	7,73	4,8944	5,204
5				Нитриты	0,325	0,380	0,383
6				Нитраты	23	21,65	24,64
7				Нефтепродукты	0,016	0,015	0,017
8				Железо общее	0,09	0,09	0,094
9				Медь	0,0024	0,0024	0,0024
10				Цинк	0,006	0,006	0,006

11				БПК полн	13,566	13,8985	15,050
12				ХПК	25,8	19,80	29,479
13				Марганец	0,021	0,021	0,021

Загрязняющие вещества в рудничных водах – хлориды, сульфаты, металлы – связаны с высокой минерализацией дренажных вод в карьерах. Следует отметить, что высокие концентрации хлоридов и сульфатов характерны для поверхностных вод Северного Казахстана, что не связано с производственной деятельностью предприятий, а является природным фактором региона.

С производственной деятельностью машин и механизмов связано присутствие в сточных водах нефтепродуктов 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.

По результатам КТА сброс загрязненных подземных вод, отводимых из действующего карьера, вскрывающего хризотил-асбестовые руды месторождения, производится в пруд-накопитель.

Накопитель карьерных вод выполнен в виде каскада последовательно сообщающихся секций (четырёхсекционная схема), сформированных системой грунтовых плотин, перекрывающих естественный сток по балкам. Проектный общий объем накопителя составляет около 198,6 тыс. м³, при средней глубине водного зеркала порядка 2,5 м. Сооружение функционирует как дополнительный резервуар по отношению к карьерному зумпфу и предназначено для приема и временного хранения дренажных вод.

Водоприемное сооружение размещено на удалении около 700 м от борта карьера и более 2 км от ближайшего поверхностного водотока. Зоны рекреационного использования в районе размещения накопителя отсутствуют. Конструктивные и планировочные решения исключают прямой сброс карьерных вод в поверхностные водные объекты.

Ложе накопителя сложено выветрелыми ультраосновными породами, представленными глинисто-щебнистыми, щебнисто-валунными разностями серпентинитов и перидотитов, что обеспечивает фильтрационные свойства основания. В результате осушения карьера сформирована депрессионная воронка подземных вод, способствующая направленной инфильтрации аккумулируемых в накопителе дренажных вод в сторону горных выработок.

По результатам КТА установлено, что основной объем воды (до 94%) возвращается в карьер за счет инфильтрации через дно накопителя и полностью перехватывается дренажной системой. Остальная часть воды (порядка 6%) теряется за счет испарения в теплый период года. Инфильтрационные потоки не выходят за пределы зоны депрессии и не оказывают влияния на подземные воды прилегающих территорий и поверхностные водотоки.

Таким образом, система обращения карьерных вод функционирует по принципу замкнутого водооборотного цикла, исключая сброс дренажных вод в окружающую гидрографическую сеть.

3.2. Обогащение

Обогащение хризотил-асбеста – это комплексный технологический процесс переработки руды, направленный на выделение хризотилового волокна с требуемыми характеристиками и подготовку его к дальнейшему использованию. Процесс включает последовательные операции дробления и грохочения для разделения руды на фракции, сушку для снижения влажности материала, обезгаливание и обеспыливание для отделения пустых пород и мелкой фракции, а также классификацию, позволяющую разделять волокно на продукты различной крупности. Совокупность этих операций обеспечивает получение товарных концентратов с высокой степенью очистки и стабильными физико-химическими свойствами.

3.2.1. Дробление, грохочение

Дробление является одной из основных стадий подготовки минерального сырья и представляет собой процесс уменьшения размеров кусков полезного ископаемого под действием внешних механических усилий с получением продукта крупностью, как правило, 5 мм и более. Граничная величина 5 мм принята условно и может изменяться в зависимости от физических и механических свойств перерабатываемого сырья.

Физическая сущность процесса дробления аналогична процессу измельчения и заключается в разрушении горной породы при превышении возникающих в материале напряжений над пределом его прочности. Разрушение материала происходит в результате различных видов деформаций – сжатия, растяжения, изгиба, сдвига, удара и истирания. В зависимости от сочетания указанных деформаций и неоднородности полезного ископаемого

по твердости возможно получение продуктов различной крупности и минералогического состава.

Выбор способа дробления определяется физико-механическими свойствами полезного ископаемого и крупностью исходного материала. Для очень твёрдых пород наиболее рационально применение процессов, основанных на ударе или раздавливании, для вязких материалов – раздавливание либо удар в сочетании с истиранием, а хрупкие материалы преимущественно дробят способом раскалывания. При крупном дроблении чаще всего используются раздавливание и раскалывание, тогда как при мелком дроблении возрастает роль ударных и истирающих воздействий. Наиболее простым и экономичным способом дробления является раздавливание, наиболее энергоёмким и дорогостоящим – истирание.

В зависимости от выбранного способа дробления и требуемой крупности готового продукта используются различные виды дробильных установок. В технологических схемах применяются щековые, конусные, валковые и молотковые дробилки, а также мельницы с различными типами мелющих тел. Конкретный тип оборудования выбирается с учётом физико-механических свойств перерабатываемого сырья, исходной и требуемой крупности материала, а также производительности технологической линии.

Процесс дробления сопровождается образованием новых поверхностей частиц, что приводит к увеличению потенциальной энергии системы и требует значительных затрат энергии. В зависимости от крупности дроблёного продукта различают: крупное дробление – максимальная крупность кусков 350–100 мм, среднее дробление – 100–40 мм и мелкое дробление – 40–5 мм.

После стадии дробления материал, как правило, подвергается грохочению, представляющему собой процесс разделения дроблёного материала по крупности с использованием сит и решёт. Для этого на предприятиях применяется инерционный тип грохотов, предназначенный для классификации дроблёного материала по крупности. Грохот обеспечивает эффективное отделение готового продукта и возврат крупного материала на повторное дробление, что позволяет поддерживать стабильный гранулометрический состав и оптимизировать работу дробильного оборудования.

Основной задачей грохочения является выделение готового по крупности продукта и возврат надрешётного материала на повторное дробление. Применение грохочения обеспечивает работу дробильного оборудования в замкнутом цикле, снижает переизмельчение материала и позволяет получать продукт с заданным гранулометрическим составом, необходимым для последующих стадий переработки.

В технологии обогащения используется следующее оборудование: дробилки, грохоты, обеспыливатели, распушители, классификаторы, сепараторы, элеваторы, циклоны, конвейеры, пневмотранспорт, прессупаковочное и др. оборудование.

Руда, подготовленная к обогащению, проходит следующие операции:

- дробление и классификация;
- извлечение сортовых концентратов, щебня и посыпки;
- перечистка;
- переработка промпродуктов грузового и перечистного потоков (поток измельчения);
- обработка продуктов осаждения рукавных фильтров;
- упаковка готовой продукции.

Технологический процесс обогащения характеризуется потреблением большого количества воздуха, таким образом, цех обогащения оснащен централизованной системой пневмотранспорта и аспирации с очисткой воздуха в рукавных фильтрах. Воздушное хозяйство корпуса обогащения обслуживается единым вентиляционным центром.

После каждой стадии дробления руда со «вскрытым» волокном асбеста поступает на грохоты. При движении грохота волокно «всплывает» на поверхность рудного слоя, а более мелкое (менее размера ячеек установленного сита) волокно просеивается через ситовую поверхность. На разгрузке грохота установлен воздухоприемник, с помощью которого и извлекается (отсасывается) находящееся на поверхности рудного слоя волокно. Разделение асбестового волокна в воздушной струе (гравитация) основано на разнице их скоростей витания в воздушном потоке. Извлеченное таким образом волокно считается черновым концентратом, т.к. извлечение происходит вместе с мелкими частицами породы, близкими к нему по размеру и скорости витания в воздушной струе.

Черновые концентраты, сформированные по длине волокна на перечистных потоках, где волокно обеспыливается, обезглавливается, классифицируется, подпушивается, т. е. доводится до требуемого качества. С целью более полного извлечения волокна и увеличения глубины обогащения волокно подвергается дополнительной обработке на конечных операциях обеспыливания.

Технология обогащения в настоящее время состоит из более 60 операций и представлена в виде потоков. Грузовой поток предназначен для вскрытия волокна на центробежных дробилках (ДЦ-1,25 и ДЦ-1,0) и распределения волокна от его длины по перечистным потокам от крупного к мелкому. На первом этапе извлекается более длинное волокно в первый перечистный поток, затем менее длинное во второй перечистный поток и короткое волокно в третьей перечистный поток. Технологические схемы перечистных потоков практически одинаковые и отличаются сеточным режимом на применяемых грохотах. Задача перечистных потоков – доведение хризотила до требований ГОСТ 12871–2013. На первом перечистном потоке извлекается хризотил 3 и 4 групп, на втором и третьем потоках извлекается хризотил 5 и 6 групп. Поток измельчения производит доизвлечение и очистку хризотилового волокна 5 и 6 группы хризотила.

Таблица 3.8. Основные этапы технологического процесса и используемого оборудования (по данным КТА).

№	Этап процесса (подпроцесс)	Основное технологическое оборудование
1	Дробление	Конусная дробилка ККД 1500/180 – 2 шт. Конусная дробилка КСД-2200 ГР – 5 шт. Конусная дробилка КМД-2200 ГР – 9 шт. Ударно-центробежная дробилка ДЦ-1,25 – 12 шт. Ударно-центробежная дробилка ДЦ-1,0 – 12 шт. Ударно-центробежная дробилка ДЦ-0,63 – 2 шт. Конвейеры – 11 шт.
2	Грохочение (при подготовке руды к обогащению)	Инерционный грохот ГИТ-51Н – 19 шт. Конвейеры – 32 шт.
3	Обогащение	Вертикальная шахтная печь ВШП 2x2x18 – 10 шт. Грохот инерционного действия СМД-96 – 233 шт. Грохот инерционного действия СМА-276 – 19 шт. Грохот инерционный SCR-21-8.8X3 – 12 шт. Асбестовые обеспыливатели АО-61 – 136 шт. Барабанные классификаторы БК-1 – 44 шт. Каскадный сепаратор – 4 шт. Циклоны ЦАР-1500 – 268 шт. Вентиляторы «Блекман» – 25 шт. Элеватор ЭЛГ-350 – 34 шт. Пластинчатый питатель ПС-24-90 – 12 шт. Ленточный весовой дозатор (питатель) ВД-1 (СБ-111) – 12 шт. Шлюзовые затворы ЗШ-6 (СМА-250) – 230 шт. Вентиляторные распушители СМА-248 – 37 шт. Сортной бункер СМА-251 – 31 шт. Конвейеры – 194 шт.
4	Упаковка	Пресс для пакетирования хризотил-асбеста ДБ-8222 – 23 шт. Пресс для пакетирования хризотил-асбеста ДБ-8225 – 7 шт. Пресс для пакетирования хризотил-асбеста П9128А1.00.001 – 1 шт. Зашивочная машинка GK 35-2С(КНР) – 6 шт. Штабельформирующая машина MDJ1200Н – 5 шт. «Сигнода» СММ-6-COMBI-AK-200 – 1 шт.

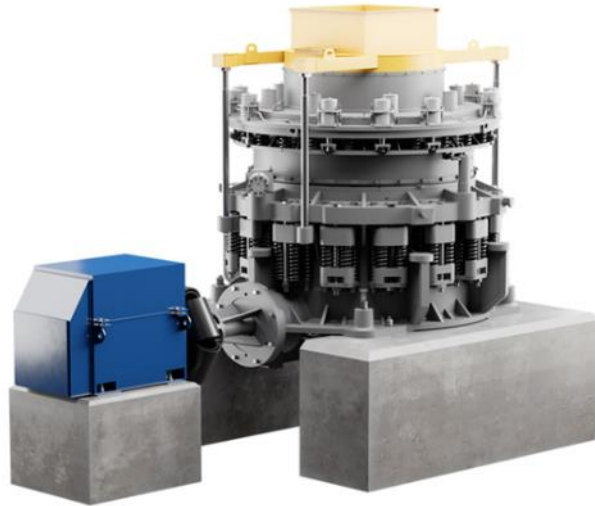


Рисунок 3.4. Типовая конусная дробилка крупного дробления (ККД)



Рисунок 3.5. Типовой инерционный грохот ГИТ



Рисунок 3.6. Типовая ударно-центробежная дробилка (ДЦ)

Таблица 3.9. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при процессах дробления и грохочения (по данным КТА)

№	Загрязняющие вещества	Валовый выброс, тонн/год	
		Первый отчетный год	Второй отчетный год
1	Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%)	9,513	9,6

Основными эмиссиями при процессах дробления и грохочения является пыль асбестосодержащая с содержанием хризотиласбеста до 10%.

3.2.2. Сушка

Сушка в процессе обогащения минерального сырья представляет собой стадию термического обезвоживания материала, направленную на снижение остаточной влажности после операций дробления и грохочения. Необходимость сушки обусловлена требованиями последующих технологических операций обогащения, а также нормативами по влажности рудного материала, установленными технологическими регламентами предприятия.

После предварительной классификации на грохотах материал разделяется по крупности, при этом мелкие классы, содержащие повышенное количество влаги, направляются на сушку. Процесс основан на испарении влаги при нагревании руды и реализуется за счёт сочетания контактной и конвективной теплопередачи. Нагрев осуществляется теплоносителем, образующимся при сжигании газообразного топлива, с организацией противоточного или поточно-противоточного движения материала и горячих газов.

Сушка ведётся в вертикальных шахтных сушильных агрегатах, в которых обеспечивается равномерное распределение материала по сечению шахты с помощью опорных элементов, предотвращающих образование застойных зон и способствующих стабильному режиму теплообмена. В процессе прохождения через сушильную зону крупные частицы руды нагреваются и теряют влагу за счёт контакта с нагретыми элементами конструкции и обдува горячими газами.

Высушенный материал после выхода из сушильного агрегата объединяется с ранее отсортированными крупными классами и направляется в склад сухой руды. Остаточная влажность материала поддерживается в пределах, установленных действующим технологическим регламентом, что обеспечивает его пригодность для дальнейшего обогащения и транспортирования без слёживания и вторичного увлажнения.

Мелкодисперсные частицы руды и свободное волокно, уносимые потоком топочных газов из сушильной зоны, улавливаются в системе газоочистки. Первичное пылеулавливание осуществляется в циклонных аппаратах, вторичная очистка — в электрофильтрах и инерционно-вихревых модулях. Осаждённый продукт возвращается в общий рудный поток, что

позволяет снизить потери полезного компонента и минимизировать выбросы твёрдых частиц в атмосферу.

Таблица 3.10. Технологическая характеристика сушильных печей (данные КТА)

Тип и размеры шахтных сушильных печей	Производительность по исходной руде, т/ч	Влажность руды после сушки, %	Температура газов град, С
<p>Вертикальная шахтная печь ВШП-2х2х18 (10 ед.), высота 18 м, внутреннее сечение 2000х2000, , рабочий объём печи 50 м³, площадь сечения 4м², длина активного противоточного участка 7,4 м, прямоточного участка – 3 м.</p> <p>Характеристика топки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - объём топочного пространства 26 м³ - теплопроизводительность (при $\eta = 0,85$) 8650 тыс. ккал/ч.; - тепловое напряжение топочного пространства 320000 ккал/м³/ч; - расход топлива до 828 м³/ч. 	90-100	Не более 1,8	<p>Не более 650, температура в топке не более 1100°.</p> <p>Температура теплоносителя:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в камере Смешивания 500-600° - на входе в Прямоток 600°С; - на выходе из прямотока 250- 150°на входе в противоток 600°С; - на выходе из противотока 225-125°С

3.3. Производство асбестосодержащих изделий

Производство асбестосодержащих изделий основано на использовании хризотил-асбеста преимущественно в качестве функциональной добавки к строительным материалам. Асбестовые волокна вводятся в состав изделий для улучшения их физико-механических и эксплуатационных свойств, включая повышение прочности, трещиностойкости, износостойкости, а также жаро- и огнестойкости. Наиболее широко асбест применяется в асбестоцементных материалах, где он выполняет роль армирующего компонента, обеспечивая долговечность и стабильность свойств готовой продукции при воздействии высоких температур, влаги и агрессивных сред.

3.3.1. Приготовление асбестоцементной суспензии

Приготовление асбестоцементной суспензии является одним из ключевых этапов производства асбестосодержащих изделий и направлено на получение однородной смеси с заданными физико-механическими и реологическими свойствами. В качестве исходных компонентов используются хризотил-асбест, портландцемент и вода.

Хризотил-асбест поступает на предприятие в герметичной таре и после временного хранения подаётся в зону подготовки сырья. Материал дозируется по массе и направляется в оборудование первичной обработки, где осуществляется распушка волокон с одновременным увлажнением. Добавление воды на данном этапе облегчает разделение волокон и предотвращает избыточное пылеобразование.

Далее водно-асбестовая смесь подвергается вторичной диспергации в гидропушителе, обеспечивающем равномерное распределение волокон в водной среде и формирование однородной асбестовой суспензии. Полученная суспензия насосным способом подаётся в турбосмеситель, где при интенсивном перемешивании осуществляется совместная подача и смешение с цементом в заданных технологических пропорциях.

Для улучшения пластичности массы и прочностных характеристик в небольшом количестве могут добавляться целлюлоза, зола и иные волокнистые материалы.

На заключительном этапе суспензия может дополнительно обрабатываться в смесительном оборудовании для корректировки её реологических характеристик путём регулирования водосодержания. В результате формируется асбестоцементная масса, полностью готовая для последующих технологических операций по формированию изделий.

3.3.2. Производственные этапы формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий

После приготовления асбестоцементной массы она направляется на стадию формования, где осуществляется превращение суспензии в заготовки изделий заданной формы и размеров. Масса поступает в гомогенизирующее и смесительное оборудование, после чего подаётся на листоформовочную машину. На поверхности вращающихся сетчатых цилиндров происходит формирование непрерывного слоя полуфабриката с одновременной фильтрацией и удалением избыточной воды. Отфильтрованная вода собирается в приёмные ёмкости и, как правило, возвращается в оборотный водный контур.

Сформированный влажный слой последовательно переносится на форматный барабан, где за счёт уплотнения и обезвоживания происходит наращивание толщины материала. После достижения требуемых параметров заготовка листа снимается с барабана и подаётся на транспортёры, где выполняется обрезка и раскрой по установленным форматам. Обрезки и технологические отходы, образующиеся на данном этапе, собираются, перерабатываются с добавлением воды и возвращаются в технологический цикл в виде вторичной суспензии, что позволяет минимизировать образование отходов.

Далее плоские заготовки направляются на агрегаты волнировки, где им придаётся необходимая пространственная форма. Сформованные изделия

укладываются в контейнеры или стопы и поступают в камеры тепловой обработки. В условиях контролируемой температуры, как правило не превышающей 60–70 °С, происходит начальное твердение асбестоцементного материала и формирование его прочностных характеристик.

После завершения тепловой обработки изделия выгружаются и направляются на склад, где осуществляется их дозревание, окончательный набор прочности, сортировка и подготовка к отгрузке потребителю. Таким образом, этапы формования, твердения и складской переработки представляют собой замкнутый и технологически отлаженный процесс, обеспечивающий получение асбестоцементных изделий с заданными эксплуатационными свойствами при минимальном образовании отходов.

3.4. Контроль качества продукции

Контроль качества продукции в асбестовой отрасли охватывает как товарный хризотил-асбест, получаемый в процессе добычи и обогащения, так и готовые асбестоцементные изделия, и осуществляется на всех завершающих стадиях производства — от формирования партий до хранения и отгрузки потребителю.

Для товарного асбестового волокна контроль качества начинается после предварительного усреднения материала на конвейерах. Усреднённый асбест поступает в накопительные бункеры в соответствии с установленными марками, после чего направляется на гидравлические прессы, где прессуется в брикеты установленной массы. Сформированные брикеты упаковываются в полипропиленовые мешки, объединяются в партии и проходят маркировку. Готовая продукция укладывается на поддоны с использованием штабелеформирующего оборудования и складировается по маркам и партиям в цехе готовой продукции. Хранение и отгрузка осуществляются с обеспечением сохранности качества продукции, а поставка потребителям производится железнодорожным или автомобильным транспортом.

Контроль качества асбестоцементных изделий включает проверку соответствия продукции требованиям нормативных документов на этапах складирования, маркировки и отгрузки. Готовые изделия укладываются в стопы и размещаются на поддонах или в кассетах в один–два яруса с соблюдением установленных расстояний между поддонами и рядами. Не допускается хранение бракованных изделий совместно с кондиционной продукцией — такие изделия выделяются и складировются в специально отведённых местах. Каждое изделие должно иметь чёткую маркировку в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Перед приёмкой на склад осуществляется визуальный и документальный контроль соответствия изделий установленным требованиям. Погрузка продукции выполняется в соответствии с утверждёнными инструкциями с использованием ручного труда или автопогрузчиков. При отгрузке оформляется сопроводительная документация,

включающая сведения о производителе, наименовании и обозначении продукции, результатах испытаний и применяемых стандартах. Потери и бой продукции в процессе транспортировки подлежат обязательному учёту.

Таким образом, система контроля качества готовой продукции основана на принципах поэтапной проверки, строгого разделения по маркам и партиям, соблюдения требований к хранению и транспортированию, а также документального подтверждения соответствия продукции установленным нормативным требованиям, что обеспечивает стабильное качество и безопасность как товарного асбеста, так и асбестоцементных изделий.

3.5. Управление отходами производства

Управление отходами в асбестовой отрасли охватывает все стадии производственного цикла и направлено на рациональное использование образующихся материалов, минимизацию объемов их размещения и снижение воздействия на окружающую среду. Система обращения с отходами базируется на принципе приоритетного использования отходов в технологических процессах и исключения их необоснованного вывода за пределы производственных площадок.

Отходы, образующиеся при добыче и обогащении хризотил-асбеста, представлены преимущественно вскрышными породами и минеральными отходами переработки. Данные материалы используются для подсыпки и формирования технологических площадок, заполнения и развития внутренних отвалов, для производства инертных материалов, а также для иных производственных нужд карьера, что позволяет сократить объемы внешнего отвалообразования и оптимизировать использование земельных ресурсов.

Технологическими схемами обогатительного комплекса предусмотрено производство инертных материалов (ПЩС, ПК, щебень различных фракций и др.) из отходов обогащения, а также использование вскрышных пород для производства щебня на ПДСУ.

Отходы, возникающие при производстве асбестоцементных изделий, имеют ограниченный характер и не образуют самостоятельных потоков размещения. Твердые отходы формования и раскроя полуфабрикатов, а также некондиционные свежесформованные изделия возвращаются в технологический процесс после переработки и повторного диспергирования. Водные потоки функционируют в составе замкнутых оборотных систем и многократно используются в производственном цикле.

Таким образом, система управления отходами производства ориентирована на замкнутость материальных и водных потоков, максимальное вовлечение отходов во вторичный оборот и предотвращение их накопления, что соответствует принципам наилучших доступных техник и обеспечивает снижение экологических рисков.

3.6. Энергоэффективность

Производство хризотил-асбестовых изделий представляет собой сложный технологический процесс, включающий добычу руды, её обогащение, производство асбестового волокна и формование готовых изделий, а также сушку, термообработку и подготовку продукции к транспортировке. Энергоэффективность каждого этапа определяется расходом различных энергоресурсов на единицу продукции и применяемыми техническими решениями, что позволяет оценить общую энергетическую нагрузку предприятия и разработать меры по её снижению.

На стадии добычи руды основное потребление электроэнергии связано с работой экскавационного, перегрузочного и вспомогательного оборудования карьера, а также с обеспечением вскрышных и добычных работ. Удельный расход электроэнергии при добыче руды составляет от 3 до 10 кВт*ч на тонну, при этом значение зависит от глубины карьера, объёмов вскрышных работ и типа используемого оборудования.

Топливо расходуется на технологический транспорт внутри карьера и предприятия, и его удельный расход составляет 0,17 - 1,5 кг условного топлива на тонну добытой руды, с учётом протяжённости маршрутов, рельефа местности и состава автопарка.

После добычи руда поступает на участок обогащения, где основной расход электроэнергии связан с процессами дробления, разделения и классификации материала. Удельный расход электроэнергии на данном этапе составляет 20 - 40 кВт*ч на тонну переработанной руды и определяется работой дробильных станций, грохотов, сепараторов и аспирационных систем, обеспечивающих выделение волокнистой фракции с требуемыми характеристиками. В составе данного показателя удельные затраты электроэнергии на операции дробления и сортировки хризотиловой руды могут составлять порядка 2,2 - 4,2 кВт*ч на тонну переработанного материала.

В составе обогатительного комплекса также осуществляется сушка руды, направленная на снижение ее влажности до значений, необходимых для последующих стадий переработки и транспортирования. Процессы сушки характеризуются использованием тепловой энергии, вырабатываемой, как правило, за счёт сжигания природного газа или других видов топлива. Удельный расход природного газа на выпаривание влаги в процессе сушки может составлять 0,145–0,215 тыс.м³ на тонну выпаренной воды, при этом фактические значения зависят от исходной влажности материала, технологической схемы обогащения и конструктивных особенностей сушильного оборудования.

В целом совокупный удельный расход электроэнергии на производство 1 тонны хризотилового волокна на стадии обогащения может составлять от 255 до 270 кВт*ч, что отражает совокупное энергопотребление процесса обогащения с учётом всех операций переработки и подготовки волокна. Приведённые значения характеризуют уровень энергоёмкости процесса и

могут использоваться в качестве ориентиров при анализе энергоэффективности и выборе технических решений.

Энергоэффективность участка обогащения в целом определяется рациональным сочетанием электрических и тепловых энергопотоков, применением энергоэффективного дробильно-сортировочного и сушильного оборудования, а также использованием технологических решений, направленных на снижение удельных затрат энергии на единицу переработанной руды.

Производство асбестосодержащих изделий включает подготовку сырья, приготовление массы, формование изделий, а также сушку и термообработку готовой продукции. На стадии подготовки массы и формования удельный расход электроэнергии составляет 60 - 120 кВт*ч на тонну готовой продукции. Наибольший вклад в расход электроэнергии вносят вакуумное обезвоживание массы, работа каландров и формующих линий. Сушка и термообработка изделий требуют тепловой энергии в диапазоне 0,2 - 0,5 Гкал на тонну продукции, при этом расход зависит от влажности массы, толщины изделий и эффективности сушильных камер. Для выработки тепла на сушку и термообработку используется топливо, преимущественно природный газ, с удельным расходом 20 - 45 кубических метров на тонну изделий. Эффективное использование остаточного тепла технологических процессов позволяет снизить общие затраты топлива и тепловой энергии.

На вспомогательных стадиях производства, включая транспортировку руды и готовой продукции внутри предприятия, вентиляцию, аспирацию и обеспечение работы насосных и других технических систем, также расходуется электроэнергия и топливо. Энергоэффективность этих процессов зависит от оптимизации технологических потоков, уровня автоматизации и внедрения современных систем учёта энергопотребления.

Общая энергоэффективность всего производственного цикла определяется правильным выбором технических решений на каждом этапе, рациональной организацией технологических процессов, использованием остаточного и вторичного тепла, а также уровнем автоматизации. Применение современных энергоэффективных технологий позволяет снизить удельные затраты электроэнергии и топлива, оптимизировать расход тепловой энергии, повысить производительность и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Приведённые усреднённые значения удельного энергопотребления служат ориентиром при оценке энергоэффективности технологических процессов и разработке мер по её снижению. Конкретные показатели на каждом предприятии могут отличаться в зависимости от условий производства, применяемого оборудования и технологических особенностей, поэтому приведённые данные рассматриваются как средние ориентировочные значения.

Эффективность производства асбестовых изделий во многом определяется правильным выбором технических решений на каждом этапе

технологического процесса. Внедрение энергоэффективных технологий позволяет снизить удельные затраты электроэнергии и топлива, повысить использование тепла технологических процессов и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Современные подходы к оптимизации энергопотоков обеспечивают более устойчивую работу предприятий по производству асбестовых изделий и рациональное использование энергетических ресурсов.

Применение энергоэффективных наилучших доступных технологий в производстве и обработке асбеста позволяет существенно снизить нагрузку на природные ресурсы, минимизировать выбросы вредных веществ и парниковых газов, а также повысить экономическую эффективность производства.

3.7. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду

3.7.1. Экологические аспекты рассматриваемого предприятия

Добыча руды

Основными видами работ, сопровождающимися выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, являются: бурение, взрывные работы, выемочно-погрузочные операции, автомобильные перевозки внутри карьера, вывоз вскрышных пород и руды железнодорожным транспортом, формирование внешних и внутренних отвалов, а также пыление при перегрузке и складирование вскрышных пород, руды и щебня.

При работе буровых станков в атмосферу поступает неорганическая пыль. В процессе взрывных работ выделяются оксид углерода, диоксид и оксид азота, а также неорганическая и асбестосодержащая пыль. Выемочно-погрузочные работы сопровождаются выбросами пыли с содержанием диоксида кремния (SiO_2) 20–70% и асбеста.

Пыление также происходит с отвалов вскрышных пород и отходов обогащения. При складировании вскрышных пород в атмосферу поднимается неорганическая пыль с содержанием SiO_2 до 70%, а при размещении отходов обогащения — асбестосодержащая пыль. Отходы обогащения в виде сухого дроблёного материала с содержанием свободного асбеста до 1% (общего — до 1,3%) направляются на совмещённые отвалы. Основными источниками запыления здесь являются разгрузка думпкаров и перемещение материала экскаваторами.

Для уменьшения запылённости поверхность отходов перекрывается слоем вскрышных пород, обеспечивая совместное складирование и тем самым ограничивая ветровой унос асбестосодержащих частиц.

Обогащение руды

Основные источники выбросов при подготовке руды к обогащению и при обогащении: операции дробления, грохочения, процесс сушки руды, транспортировка руда по конвейерам, процессы пересыпки, процессы загрузки в бункера и др.

Образование асбестосодержащей пыли происходит на всех переделах обогатительного комплекса. Для предотвращения пылевыведения в рабочую зону применяется герметизация оборудования в сочетании с обеспыливающей вентиляцией (аспирационная система). На фабрике около 65-70% воздуха потребляется на технологические нужды: извлечение концентратов на грохотах и сушку руды. Воздух, выходящий из систем технологического пневмотранспорта и аспирации, а также сушильных установок, содержит значительное количество асбестосодержащей пыли и поэтому проходит очистку.

Производство асбестосодержащих изделий

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при производстве асбестоцементных изделий являются котельные и теплогенерирующие установки, используемые на стадиях формования, твердения и складской переработки готовой продукции. В процессе сжигания топлива в котлах и сушильно-пропарочных установках в атмосферный воздух преимущественно поступают продукты неполного и высокотемпературного сгорания, к которым относятся оксид углерода (CO), оксиды азота (NO_x), а также оксиды серы (SO_x). Образование CO связано с неполным сгоранием топлива при неустойчивых режимах горения, формирование NO_x обусловлено высокими температурами пламени и наличием избыточного кислорода в зоне горения, а выбросы SO_x определяются содержанием серы в используемом топливе и условиями его сжигания. Указанные вещества являются характерными для теплотехнологических процессов и формируют основную долю организованных выбросов предприятия.

Дополнительно в составе выбросов котельных и смежных технологических участков может присутствовать пылевая составляющая, в том числе асбестосодержащая пыль, образующаяся при транспортировке и обращении с сырьем, а также при вторичном выносе частиц с поверхностей оборудования и строительных конструкций. Несмотря на то что основные операции формования и твердения изделий осуществляются в закрытых или полужакрытых системах, наличие пыли в отходящих газах требует применения эффективных систем пылеулавливания и аспирации.

Отдельную группу источников составляют неорганизованные выбросы, возникающие на стадии приготовления асбестоцементной суспензии. Пылеобразование происходит преимущественно в момент загрузки асбестового волокна в дозирующее оборудование, особенно при использовании механической загрузки ковшем либо при выполнении отдельных операций с участием персонала. Эти выбросы носят локальный характер, однако при отсутствии герметизации и локальной аспирации могут существенно ухудшать качество воздуха рабочей зоны и формировать дополнительную нагрузку на окружающую среду.

Фактические объемы эмиссий, образуемых в процессе добычи руды, производства хризотил-асбеста и производства асбестосодержащих изделий представлены в таблице 3.11–3.13.

Таблица 3.11 Объемы образованных эмиссий при процессе добычи руды и производстве хризотил-асбеста за последние 2 года (2022 г. – 2023г.)

Наименование производственного процесса	Добыча, обогащение хризотил-овых руд, вспомогательное производство			
	Количество загрязнителей, шт.		Количество валовых эмиссий и отходов, т/год	
Выбросы загрязняющих веществ	2022 г.	57	2022 г.	3 402,897
	2023 г.	57	2023 г.	3 251,759
Сбросы загрязняющих веществ	2022 г.	1	2022 г.	531, 469
	2023 г.	1	2023 г.	750,08
Накопление (размещение) отходов	2022 г.	Внешние и внутренний отвалы	2022 г.	8 939 091,84
	2023 г.	Внешние и внутренний отвалы	2023 г.	9 080 945,827

Таблица 3.12 Объемы образованных эмиссий при производстве асбестосодержащих изделий за последние 2 года (2022 г. – 2023г.)

Наименование производственного процесса	Отопительные котлы			
	Количество загрязнителей, шт.		Количество валовых эмиссий и отходов, т/год	
Выбросы загрязняющих веществ	2022 г.	9	2022 г.	6,985
	2023 г.	9	2023 г.	7,259
Сбросы загрязняющих веществ	2022 г.	отсутствуют	2022 г.	-
	2023 г.	отсутствуют	2023 г.	-
Накопление (размещение) отходов	2022 г.	Площадки временного хранения	2022 г.	45,0
	2023 г.	Площадки временного хранения	2023 г.	45,0

Таблица 3.13 Объемы образованных эмиссий при производстве асбестосодержащих изделий за последние 2 года (2022 г. – 2023г.)

Наименование производственного процесса	Ремонтно-строительный цех, цех по производству шифера			
	Количество загрязнителей, шт.		Количество валовых эмиссий и отходов, т/год	
	2022 г.	14	2022 г.	1,115

Выбросы загрязняющих веществ	2023 г.	14	2023 г.	1,115
Сбросы загрязняющих веществ	2022 г.	отсутствуют	2022 г.	-
	2023 г.	отсутствуют	2023 г.	-
Накопление (размещение) отходов	2022 г.	Площадки временного хранения	2022 г.	514,1
	2023 г.	Площадки временного хранения	2023 г.	364,0

3.7.2. Текущий уровень выбросы на основе результатов КТА

В рамках рассмотрения технологических процессов добычи, обогащения и производства асбестосодержащих изделий были определены характерные маркерные загрязняющие вещества, формирующие воздействие на атмосферный воздух и водные объекты.

Для добычных процессов, включающих буровзрывные работы, выемочно-погрузочные операции, транспортировку руды и формирование отвалов, основным характерным загрязняющим веществом является пыль неорганического происхождения, в том числе асбестосодержащая. Образование пыли связано с механическим разрушением горной массы, пересыпкой и перемещением руды, а также с ветровой эрозией поверхностей. Источники выбросов в данных процессах носят преимущественно неорганизованный характер.

В процессах обогащения хризотил-асбестовой руды, включая дробление, грохочение и классификацию, основным маркерным загрязняющим веществом также является пыль, образующаяся при механической обработке сырья. Дополнительно в подпроцессе сушки формируются газообразные загрязняющие вещества, характерные для теплотехнологических процессов. К ним относятся оксид углерода (угарный газ), образующийся при неполном сгорании топлива, и оксиды азота, формирующиеся в зоне высокотемпературного горения. В зависимости от вида используемого топлива в выбросах могут также присутствовать оксиды серы.

Для процессов производства асбестосодержащих изделий маркерные загрязняющие вещества различаются в зависимости от стадии технологического цикла. На этапе приготовления асбестоцементной суспензии основным загрязняющим веществом является асбестосодержащая пыль, образующаяся преимущественно в момент загрузки и дозирования асбестового волокна. Данный процесс характеризуется наличием локальных неорганизованных источников пылеобразования.

В подпроцессах формования и твердения асбестоцементных изделий основными загрязняющими веществами являются пыль и продукты сгорания топлива, поступающие от котельных и теплогенерирующих установок. К характерным маркерным веществам относятся оксид углерода, оксиды азота и оксиды серы, а также пылевая составляющая, включая асбестосодержащие

частицы, образующиеся при обращении с полуфабрикатами и готовой продукцией.

Таблица 3.14 Доля загрязняющих веществ от организованных источников в разрезе технологических процессов на основании представленных фактических данных по результатам КТА

Наименования ЗВ	Первый отчетный период, т/год	%	Второй отчетный период, т/год	%
Обогащение хризотилловых руд				
Подготовка руды к обогащению				
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,080039	0,0146	0,074936	0,013
2.2. 1-ая стадия дробления				
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,995034	0,1813	1,042038	0,1810
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	2,741395	0,4996	2,286934	0,3973
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	1,176397	0,2144	1,133303	0,1969
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	3,080421	0,5613	3,435533	0,5968
2.3. 2-3-ая стадия дробления				
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,131722	0,024	0,159242	0,0277
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,131722	0,024	0,159242	0,0277
Сушка				
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	241,522862	44,0130	249,058779	43,2639
Углерод оксид (Окись углерода, Угарный газ) (584)	48,220024	8,7872	44,616136	7,7502

Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)	13,115846	2,3901	12,135589	2,1081
Азот (II) оксид (Азота оксид) (6)	2,131325	0,3884	1,972033	0,3426
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	195,092884	35,5520	206,590033	35,8866
Углерод оксид (Окись углерода, Угарный газ) (584)	30,644003	5,5843	40,275258	6,9962
Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)	8,335169	1,5189	10,954870	1,9030
Азот (II) оксид (Азота оксид) (6)	1,354465	0,2468	1,780166	0,3092
Производственные этапы формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий (объект №1)				
Пыль древесная	1,04311900	93,492666	1,04311900044	93,492666
Железо оксиды	0,027795799	2,4912818	0,027795799	2,4912818
Азот оксид	0,00371	0,3325199	0,00371	0,3325199
Фтористые газообразные	0,000808	0,0724194	0,000808	0,0724194
Марганец и его соединения	0,0036942	0,3311037	0,0036942	0,3311037
Пыль абразивная	0,001921624	0,1722313	0,001921624	0,1722313
Взвешенные частицы	0,00292722156	0,262361	0,00292722156	0,262361
Взвешенные частицы	0,02179153828	1,9531319	0,02179153828	1,9531319
Взвешенные частицы	0,00715543048	0,6413269	0,00715543048	0,6413269
Пыль неорганическая 70-20%	0,0014	0,1254792	0,0014	0,1254792
Пыль неорганическая 70-20%	0,0014	0,1254792	0,0014	0,1254792
Производственные этапы формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий (объект №1)				
Азота диоксид	0,01191	0,171	0,01351	0,186
Азот оксид	0,001935	0,028	0,0021875	0,030
Углерод оксид	0,05765	0,830	0,0665	0,918
Азота диоксид	0,01191	0,171	0,01381	0,191
Азот оксид	0,001935	0,028	0,002255	0,031
Углерод оксид	0,05765	0,830	0,0678	0,935
Азота диоксид	0,0008669	0,012	0,000700	0,010
Азот оксид	0,00014075	0,002	0,0000569	0,001
Углерод оксид	0,001824	0,026	0,0014836	0,020
Азота диоксид	1,38562	19,941	1,47572	20,361
Азот оксид	0,222632	3,204	0,21932	3,026
Углерод	0	0,000	0	0,000
Сера диоксид	0	0,000	0,042253	0,583
Углерод оксид	5,138432	73,950	5,307767	73,234
Азота диоксид	0,004636	0,067	0,00423804	0,058
Азот оксид	0,0007536	0,011	0,0007028	0,010

Углерод оксид	0,0226	0,325	0,021199	0,292
Азота диоксид	0,004638	0,067	0,00131513	0,018
Азот оксид	0,0007536	0,011	0,000201	0,003
Углерод оксид	0,02262	0,326	0,0066144	0,091

Таблица 3.15 Доля загрязняющих веществ от неорганизованных источников в разрезе технологических процессов на основании представленных фактических данных по результатам КТА

Наименования ЗВ	Первый отчетный период, т/год	%	Второй отчетный период, т/год	%
Добыча хризотилловых руд				
Буровые работы				
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент, (494)	0	0,00000	0	0,00000
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент, (494)	10,430540	0,53807	10,369151	0,51665
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент, (494)	9,578644	0,49413	9,927147	0,49462
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент, (494)	0	0,00000	0	0,00000
Взрывные работы				
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент, (494)	5,978650	0,30842	5,978650	0,29789
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент, (494)	0,027247	0,00141	0,027135	0,00135
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент, (494)	10,980096	0,56642	11,288192	0,56244
Углерод оксид (Окись углерода, Угарный газ) (584)	21,598472	1,11419	21,452055	1,06886
Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)	3,561281	0,18371	3,534339	0,17610
Азот (II) оксид (Азота оксид) (6)	0,578708	0,02985	0,574330	0,02862
Выемочно-погрузочные работы				
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент, (494)	0,334125	0,01724	0,061875	0,00308
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент, (494)	54,820174	2,82797	51,439304	2,56299

Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	126,101250	6,505 10	115,792875	5,76943
Формирование отвала				
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент,(494)	140,880504	7,267 51	135,34729	6,74374
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	315,956643	16,29 905	288,905582	14,39485
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	68,409004	3,528 97	74,836666	3,72877
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент,(494)	398,8224	20,57 379	477,3888	23,78611
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент,(494)	526,059164	27,13 746	562,981670	28,05081
Транспортировка руды				
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	8,491550	0,438 05	10,345036	0,51545
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	50,570803	2,608 76	59,366273	2,95795
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент,(494)	55,014242	2,837 98	68,015963	3,38893
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	42,720481	2,203 79	59,149383	2,94714
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	11,483322	0,592 38	10,500132	0,52317
Транспортировка				
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	3,285927	0,169 51	3,265811	0,16272
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент,(494)	7,000324	0,361 12	7,134445	0,35548
Обогащение хризотилловых руд				
Подготовка руды к обогащению				
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,436577	0,022 52	0,408740	0,02037
1-ая стадия дробления				

Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,603401	0,031 13	0,631509	0,03147
2-3-ая стадия дробления				
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,033317	0,001 72	0,047017	0,00234
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,033317	0,001 72	0,047017	0,00234
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,014240	0,000 73	0,014904	0,00074
4-ая стадия дробления				
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,055726	0,002 87	0,159750	0,00796
Классификация и извлечение волокна из руды				
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	1,733389	0,089 42	0,748787	0,03731
Сортировка продукции				
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	9,920882	0,511 78	2,622819	0,13068
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	9,901545	0,510 78	2,622819	0,13068
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	39,675969	2,046 74	10,352803	0,51583
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	2,479427	0,127 90	0,524989	0,02616
ССР				
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,023078	0,001 19	0,078364	0,00390
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,338573	0,017 47	0,338573	0,01687
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,016582	0,000 86	0,015501	0,00077
Бункера отходов.				
Пыль асбестсодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,076514	0,003 95	0,152313	0,00759

Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) /по асбесту/ (485)	0,119243	0,006 15	0,188411	0,00939
--	----------	-------------	----------	---------

3.7.3. Текущий уровень сбросов на основе результатов КТА

Добыча руды

Хозяйственно-бытовые и ливневые сточные воды отводятся на централизованные канализационно-очистные сооружения на договорной основе, при этом учет ливневых вод осуществляется с применением приборов учета. Сброс производственных сточных вод в водные объекты общего пользования не осуществляется.

Карьерные воды, образующиеся в результате осушения горных выработок, направляются в искусственный накопитель замкнутого типа на основании разрешения на специальное водопользование. Накопитель представляет собой систему последовательно сообщающихся емкостей, сформированных гидротехническими сооружениями, и предназначен для временного аккумулирования дренажных вод. Эксплуатация накопителя осуществляется в многолетнем режиме и обеспечивает стабильную работу системы водоотведения.

Накопитель используется как дополнительный резервуар к карьерному зумпфу и функционирует в условиях естественной инфильтрации и испарения. Геологическое строение ложа накопителя способствует фильтрации воды в массив горных пород с последующим возвратом инфильтрационных потоков в дренажную систему карьера. В результате формируется замкнутый водооборотный цикл, в рамках которого основная часть аккумулируемых вод инфильтрируется и повторно вовлекается в процесс осушения, а незначительная доля теряется за счет испарения.

Подземные и поверхностные водные объекты расположены за пределами зоны влияния депрессионной воронки, сформированной в результате осушения карьера, что исключает их вовлечение в водооборотный процесс и предотвращает негативное воздействие на водные ресурсы. Таким образом, система водоотведения и водооборота функционирует в автономном режиме и не оказывает влияния на окружающую гидрологическую сеть.

Производство асбестосодержащих изделий

Для производственных участков, связанных с выпуском продукции, сброс сточных вод в окружающую среду отсутствует. На всех стадиях технологического процесса применяется замкнутый водооборот, предусматривающий очистку используемой воды и ее возврат в производственный цикл. Это позволяет существенно снизить водопотребление и исключить загрязнение поверхностных и подземных водных объектов.

Таблица 3.16 Объем сбросов образованных в разрезе технологических процессов на основании представленных фактических данных по результатам КТА

№	Вид сточных вод	Образовано, тыс. м ³ /год	Сброшено в водные объекты и водоприемники м ³ /час	Наименование загрязняющего вещества	Концентрация, мг/м ³		Предельные допустимые концентрации загрязняющих веществ (нормативные), мг/дм ³	
					Первый отчетный год, макс.	Второй отчетный год, макс.		
Добыча хризотилитовых руд								
1	Промышленные (карьерные)	602,827 (1 отч.год);	68,8 (1 отч.год);	Взвешенные в-ва	39	35	39,95	
2					836,477 (2 отч.год)	95,5 (2 отч.год)	Сульфаты	66,3
3		Хлориды	750				773	774,66
4		Азот аммонийный	7,73				4,8944	5,204
5		Нитриты	0,325				0,380	0,383
6		Нитраты	23				21,65	24,64
7		Нефтепродукты	0,016				0,015	0,017
8		Железо общее	0,09				0,09	0,094
9		Медь	0,0024				0,0024	0,0024
10		Цинк	0,006				0,006	0,006
11		БПК полн	13,566				5	15,050
12		ХПК	25,8				19,80	29,479
13		Марганец	0,021		0,021	0,021		

3.7.4. Отходы

В результате производственной деятельности предприятия образуются отходы производства и потребления, относящиеся преимущественно к минеральным техногенным образованиям.

К основным видам отходов относятся вскрышные породы, формируемые при ведении горных работ. Данные отходы размещаются во внешних и внутренних отвалах, а также частично используются в хозяйственном обороте предприятия. Часть объемов вовлекается во вспомогательные технологические процессы, в том числе для подсыпки транспортной инфраструктуры в границах производственной площадки. Кроме того, из вскрышных пород осуществляется переработка с получением

нерудной продукции, в частности щебня установленной фракции, используемого в строительных и технологических целях. При производстве щебня различных фракций на ПДСУ образуется отсев.

В результате обогащения хризотилowych руд сухим гравитационным методом образуются отходы обогащения. Отходы обогащения также складываются в отвал. При работе аспирационных систем образуется шлам.

В целом обращение с отходами ориентировано на максимальное использование техногенных минеральных ресурсов, снижение объемов размещения и вовлечение отходов в повторный хозяйственный оборот, что позволяет минимизировать нагрузку на окружающую среду.

В процессе обогащения на асбестообогащительных фабриках, как и на всех других обогатительных фабриках, полезное ископаемое (хризотил-асбест) классифицируется по общепринятой терминологии на конечные концентраты, промежуточные продукты и отходы обогащения, которые имеют одинаковый химический состав.

Продукты осаждения электрофильтров, коллекторов и рукавных фильтров характеризуются более низким содержанием хризотил-асбеста в сравнении с конечными концентратами (готовая продукция хризотил 3–6 группы) и более высоким содержанием хризотил-асбеста в сравнении с отходами обогащения и являются промежуточными продуктами.

На асбестообогащительных комбинатах в соответствии с проектными технологическими решениями продукты осаждения электрофильтров и рукавных фильтров цеха дробления и сортировки хризотилowych руд направляются в склад сухой руды, а коллекторов и рукавных фильтров цеха обогащения участвуют в формировании готовой продукции.

Продукт рукавных фильтров поступает в поток обработки продуктов осаждения рукавных фильтров для получения готовой продукции. Хвосты, образовавшиеся после обработки в рудном, перечистных и потоке продуктов осаждения рукавных фильтров, продукты осаждения рукавных фильтров на бункерах отходов, являются отходами обогащения.

Таблица 3.17 Объёмы образуемых отходов при технологических процессах на основании представленных фактических данных по результатам КТА

№	Код отхода	Вид отхода	Лимит размещения, тонн	Лимит образования, тонн	Размещено отходов за 1 отчетный год, тонн	Размещено отходов за 2 отчетный год, тонн	Площадка размещения, м ²
Добыча хризотилowych руд							

1	010102	Вскрышные породы	9075000	11905000	3462000	4144000	
2	010102	Вскрышные породы	4500000	4500000	1679000	1464000	
3	010499	Отсев ПДСУ	195000	195000	0		совместно с вскрышными породами
Обогащение хризотилowych руд							
1	010407	Отходы обогащения	3942000	4092000	3797394,99	3472265,977	совместно с вскрышными породами
2	190205	Шлам обогатительного комплекса	1008	1008	696,85	679,85	совместно с отходами обогащения
3	150203	Отработанные рукавные фильтры	-	25	0	0	-
Вспомогательное производство							
1	190813	Шлам мойки машин	-	50	0	0	-

Таблица 3.18 Объёмы образуемых отходов при технологических процессах на основании представленных фактических данных по результатам КТА

Код отхода	Вид отхода	Лимит накопления, тонн	Лимит образования, тонн	Накоплено отходов, тонн	Передано сторонним организациям, тонн
1	2	3	4	5	6
Производство асбестосодержащих изделий, 2022 год (объект №1–2)					
20.03.01	Смешанные коммунальные отходы			45	45
10.01.01	Зольный остаток, котельные шлаки и зольная пыль			201,3	201,3
17.06.01	Изоляционные материалы, содержащие асбест			150	150
20.03.01	Смешанные коммунальные отходы			162,8	162,8
Производство асбестосодержащих изделий, 2023 год (объект №1–2)					
20.03.01	Смешанные коммунальные отходы			45	45

10.01.01	Зольный остаток, котельные шлаки и зольная пыль			204,5	204,5
20.03.01	Смешанные коммунальные отходы			159,5	159,5

3.7.5. Ресурсоемкость

Текущие объемы потребления энергетических ресурсов в добыче и обогащении хризотилевой руды и производства асбестосодержащих руд представлены в таблице 3.19.

Таблица 3.19 Общий объем потребления энергетических ресурсов

№	Наименования энергетических ресурсов	Единица измерения	Потребление (фактическое), в год	
			Первый отчетный год	Второй отчетный год
Добыча и обогащение хризотилевой руды				
1	Электроэнергия	кВт*ч	117 925 251	125 844 793
2	Бензин моторный	л	165 535,4	133 736
3	Керосин	л	1 237,8	2 616,3
4	Дизельное топливо (Газойли)	л	6 426 102,3	6 296 619,3
5	Газ природный	м ³	17 081 517	16 444 839
6	Газ сжиженный (пропан и бутан)	т	161,6	147,8
7	Кокс и полукокс из угля	т	16,6	17
Производство асбестосодержащих изделий (объект №1)				
1	Электроэнергия	кВт*ч	3 969 391	5 540 133
2	Бензин моторный	л	21 573	22 897,1
3	Дизельное топливо (Газойли)	л	150 258	177 989
4	Уголь каменный	т	7 520	5 415
5	Газ сжиженный (пропан и бутан)	т	1,26	0,741
Производство асбестосодержащих изделий (объект №2)				
1	Электроэнергия	кВт*ч	2 565 577	2 281 078,2
2	Бензин моторный	л	13 062,3	25 249,8
3	Дизельное топливо (Газойли)	л	7 596,3	14 197
4	Газ природный	м ³	625 700	608 800

4. Общие наилучшие доступные техники для предотвращения и/или сокращения эмиссий и потребления ресурсов

В данном 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.

Основополагающими этапами определения методов, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду, рассматриваемых в данном разделе, являются:

- определение ключевых экологических проблем;
- изучение методов, наиболее подходящих для решения этих ключевых проблем;
- выбор наилучших доступных имеющихся методов.

При определении НДТ необходимо применять общий подход к пониманию производственного процесса. Следует отметить, что многие методы прямо или косвенно затрагивают несколько экологических аспектов (выбросы, сбросы, образование отходов, загрязнение земель, энергоэффективность).

Методы могут быть представлены по отдельности или в комбинации для достижения высокого уровня охраны окружающей среды в отраслях, входящих в сферу действия данного документа.

Многие из техник и отдельных этапов производственных процессов являются общими, поэтому они описываются вместе. Общие этапы:

- системы управления;
- управление энергией;
- управление технологическим процессом;
- мониторинг;
- управление отходами;
- управление водопользованием.

4.1. Система экологического менеджмента (СЭМ)

Описание

СЭМ является методом, позволяющим операторам установок решать экологические проблемы на систематической и очевидной основе. СЭМ является наиболее действенной и эффективной, когда она образует неотъемлемую часть общей системы менеджмента и операционного управления производством.

Техническое описание

СЭМ фокусирует внимание оператора на экологических характеристиках установки. В частности, путем применения четких рабочих процедур как для нормальных, так и для нестандартных условий

эксплуатации, а также путем определения соответствующих линий ответственности.

Все действующие СЭМ включают концепцию непрерывного совершенствования управления охраной окружающей среды. Существуют различные схемы процессов, но большинство СЭМ основаны на цикле «PDCA» (планируй – делай – проверяй – исполняй), который широко используется в других контекстах менеджмента организаций. Цикл представляет собой итеративную динамическую модель, где завершение одного цикла происходит в начале следующего.

СЭМ может принимать форму стандартизированной или нестандартной («настраиваемой») системы. Внедрение и соблюдение международно–признанной стандартизированной системы может повысить доверие к СЭМ, особенно при условии надлежащей внешней проверки. Нестандартизированные системы могут в принципе быть одинаково эффективными при условии того, что они должным образом разработаны, внедрены и проверены аудитом.

СЭМ может содержать следующие компоненты:

1) заинтересованность руководства, включая высшее руководство на уровне компании и предприятия (например, руководитель предприятия);

2) анализ, включающий определение контекста организации, выявление потребностей и ожиданий заинтересованных сторон, определение характеристик предприятия, связанных с возможными рисками для окружающей среды (и здоровья человека), а также применимых правовых требований, касающихся окружающей среды;

3) экологическую политику, которая включает в себя постоянное совершенствование установки посредством менеджмента;

4) планирование и установление необходимых процедур, целей и задач в сочетании с финансовым планированием и инвестициями;

5) выполнение процедур, 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 на всех уровнях организации;

документация (создание и ведение письменных процедур для контроля деятельности со значительным воздействием на окружающую среду, а также соответствующих записей);

эффективное оперативное планирование и контроль процессов;

программа технического обслуживания;

готовность к чрезвычайным ситуациям и реагированию, включая предотвращение и/или снижение воздействия неблагоприятных (экологических) последствий чрезвычайных ситуаций;

обеспечение соответствия экологическому законодательству;

- б) обеспечение соблюдения экологического законодательства РК;
- 7) проверку работоспособности и принятие корректирующих мер с уделением особого внимания следующим действиям:
 - мониторинг и измерение;
 - корректирующие и превентивные действия;
 - ведение записей;
 - независимый внутренний и внешний аудит для определения соответствия СЭМ запланированным мероприятиям и проверки того, надлежащим ли образом она внедряется и поддерживается;
- 8) обзор СЭМ и ее постоянную пригодность, адекватность и эффективность со стороны высшего руководства;
- 9) подготовку регулярной отчетности, предусмотренной экологическим законодательством;
- 10) валидацию органом по сертификации или внешним верификатором СЭМ;
- 11) следование за развитием более чистых технологий;
- 12) рассмотрение воздействия на окружающую среду на этапе проектирования нового завода и на протяжении всего срока его службы, до вывода из эксплуатации;
- 13) применение отраслевого бенчмаркинга на регулярной основе (сравнение показателей своей компании с лучшими предприятиями отрасли);
- 14) систему управления отходами;
- 15) на установках/объектах с несколькими операторами создание объединений, в которых определяются роли, обязанности и координация операционных процедур каждого оператора установки в целях расширения сотрудничества между различными операторами;
- 16) инвентаризацию сточных вод и выбросов в атмосферу.

Достигнутые экологические выгоды

Поддержание и выполнение четких процедур в штатных и нештатных ситуациях и соответствующее распределение обязанностей дает гарантию того, что на предприятии всегда соблюдаются условия экологического разрешения, достигаются поставленные цели и решаются задачи. СЭМ обеспечивает постоянное улучшение экологической результативности.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Все значительные входные потоки (включая потребление энергии) и выходные потоки (выбросы, сбросы, отходы) взаимосвязано управляются оператором в кратко– средне– и долгосрочном аспектах, с учетом особенностей финансового планирования и инвестиционных циклов. Это означает, например, что применение краткосрочных решений по очистке выбросов и сбросов («на конце трубы») может привести к долгосрочному повышению потребления энергии и отсрочить инвестиции в потенциально более выгодные решения по защите окружающей среды.

При существующем положении предприятие имеет эффективную систему управления природоохранной деятельностью, которая направлена на разрешение экологических проблем, в процессе которых принимают участие все сотрудники: от управляющего до рабочего. Налаженная система управления позволяет снизить эмиссии в атмосферу, в природные водоемы и предотвращает загрязнения почв за счет повышения:

- дисциплины технологии;
- использование современных технологий;
- внедрения технического перевооружения.

Кросс-медиа эффекты

Методы экологического менеджмента проектируются таким образом, чтобы минимизировать воздействие установки на окружающую среду в целом.

Технические соображения, касающиеся применимости

Компоненты СЭМ могут быть применены ко всем установкам.

Охват (например, уровень детализации) и формы СЭМ (как стандартизированной, так и не стандартизированной) должны соответствовать эксплуатационным характеристикам применяемого технологического оборудования и уровню ее воздействия на окружающую среду.

Экономика

Определение стоимости и экономической эффективности внедрения и поддержания действующей СЭМ на должном уровне является индивидуальным в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

СЭМ может обеспечить ряд преимуществ:

- улучшение экологических показателей предприятия;
- улучшение основы для принятия решений;
- улучшение понимания экологических аспектов компании;
- улучшение мотивации персонала;
- дополнительные возможности снижения эксплуатационных затрат и улучшение качества продукции;
- улучшение экологической результативности;
- снижение затрат, связанных с экологическими нарушениями, невыполнением установленных требований и т.д.

4.2. Система энергетического менеджмента (СЭнМ)

Описание

НДТ состоит во внедрении и поддержании функционирования СЭнМ. Реализация и функционирование СЭнМ могут быть обеспечены в составе существующей системы менеджмента (например, СЭМ) или создания отдельной системы энергоменеджмента.

Данная техника основана на комплексе административных действий, направленных на обеспечение рационального потребления энергетических ресурсов и повышение энергоэффективности объекта управления,

включающем разработку и реализацию политики энергосбережения и повышения энергоэффективности, планов мероприятий, процедур и методик мониторинга, оценки энергопотребления и других действий, направленных на повышение энергоэффективности.

Техническое описание

В состав СЭнМ входят в той мере, в какой это применимо к конкретным условиям, следующие элементы: приверженность высшего руководства к системе 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.

Руководством и процедурами системы должно уделяться особое внимание следующим вопросам:

- организационной структуре системы; ответственности персонала, его обучению, повышению компетентности в области энергоэффективности;

- обеспечению внутреннего информационного обмена (собрания, совещания, электронная почта, информационные стенды, производственная газета и т.д.);

- 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, связанных с последующим выводом их из эксплуатации;

разработке собственных энергоэффективных технологий и отслеживанию достижений в области методов обеспечения энергоэффективности за пределами предприятия.

Достигнутые экологические выгоды

Внедрение системы энергоменеджмента способствует снижению потребления энергии и ресурсов в среднем на 3 – 5 %, улучшению экологических показателей и соблюдению законодательных норм и требований.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Оценка опыта внедрения системы энергоменеджмента на предприятиях как в Казахстане, так и за рубежом показывает, что организация и внедрение системы позволяет снизить потребление энергии и ресурсов на 3–5 %, что соответственно приводит к снижению выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов. Применение системы энергетического менеджмента на предприятиях играет огромную роль для ограничения выбросов парниковых газов.

Кросс-медиа эффекты

Кросс-медийные эффекты от внедрения системы энергоменеджмента при процессах восстановления отходов охватывают множество аспектов, включая экономические, энергетические, экологические и социальные выгоды.

СЭНМ способствует снижению энергоемкости, удельного расхода энергоресурсов на восстановление отходов и сокращению выбросов парниковых газов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Описанные выше компоненты, как правило, могут быть применены ко всем объектам, входящим в область действия настоящего документа. Объем (например, уровень детализации) и характер СЭНМ (например, стандартизированная или нестандартизированная) будут связаны (объем и характер) с характером, масштабом и сложностью установки, а также с диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Данная техника успешно применяется в Германии на предприятии BASF SE в Людвигсхафене внедрение ISO 50001 позволило сократить удельное энергопотребление на 25 % и повысить КПД оборудования на 8 %. В Канаде на заводе Covanta в Британской Колумбии была реализована система энергоменеджмента, что дало снижение потребления энергии на 20 % за счет контроля утечек и оптимизации загрузки. В Китае на объекте Shanghai Laogang Renewable Energy внедрение СЭНМ повысило использование вторичной энергии на 15 % и позволило оптимизировать тепловые потоки.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются:

повышение энергоэффективности;

улучшение экологических показателей;

повышение уровня мотивации и вовлечения персонала;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

4.3. Система управления технологическим процессом

4.3.1. Автоматизированные системы управления процессами добычи

Описание

Автоматизация технологического оборудования горнодобывающих предприятий обусловлено спецификой эксплуатации основного оборудования и характеризуются следующими отличительными признаками:

активное использование ручного труда;

большая энергоёмкость производственных мощностей;

наличие участков с вредными и опасными условиями труда;

высокая степень рассредоточения по территории отдельных элементов, объединенных единым технологическим процессом.

В настоящее время основным направлением интенсификации деятельности горнодобывающих предприятий, которое позволит обеспечить высокую производительность труда в комфортных условиях и максимальную эффективность работы оборудования, является электрификация и автоматизация горного производства.

Технологический процесс, как и режимы работы машин, характеризуются совокупностью физических или химических параметров, влияющих на эффективность процесса. В течение технологического процесса эти параметры не должны выходить за пределы заданных значений, которые определяются режимной картой процесса. Задачей автоматизации в данном случае является сведение к минимуму отклонения основных параметров процесса, влияющих на его ход, от требуемых значений. В автоматизации различают автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУТП) и автоматические системы регулирования (АСР) некоторого фактора (параметра).

При комплексной автоматизации управления отдельными, локальными технологическими процессами можно обеспечить передачу в режиме реального времени информации о показателях процессов, балансовых данных (вес, содержание примесей), действий персонала по управлению процессом, иметь интегральный учет объёмов добытой и переработанной горной массы,

расхода топлива, технических материалов и эксплуатационных ресурсов оборудования.

Комплексные системы позволяют:

производить автоматический и непрерывный контроль и управление работой механизмов, оборудованием технологических модулей, обеспечивая необходимое качество концентратов;

осуществлять сбор и передачу данных технологических параметров работы системы в программу SCADA диспетчеризации фабрики.

Комплексное применение разработанных автоматических систем управления позволяет:

централизовать управление технологическим процессом в целом по фабрике;

уменьшить риски нарушений технологических процессов;

обеспечить оперативную выдачу необходимой информации о показателях процесса руководителям разного уровня;

вести учет и отчет показателей;

сократить пылеобразование;

сократить электро- и водопотребление;

обеспечить экологическую безопасность.

Техническое описание

АСУТП предназначена для управления технологическим процессом добычи, обогащения и управления механизмами и электроприводами, входящими непосредственно в состав комплекса.

Целями разработки АСУТП являются:

создание условий для устойчивой работы оборудования и гарантированного удержания показателей их работы;

обеспечение стабильных значений параметров технологического процесса в области регламентных режимов и минимизация технологических нарушений с целью повышения качества продукции;

обеспечение высокого уровня безаварийного функционирования оборудования и увеличение срока их эксплуатации;

сокращение потерь 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 потерь сырья в производственных процессах.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Общесистемные решения, применяемые в проектах АСУТП соответствуют базовым принципам современной концепции построения автоматизированных информационно-управляющих систем, включающих следующие основные положения:

- структура системы иерархическая, с четким, надежным, межуровневым взаимодействием, основанная на стандартизованных промышленных протоколах обмена данными;

- гибкий централизованный, иерархический контроль и управление объектом автоматизации;

- открытая архитектура информационного взаимодействия различных компонентов системы;

- минимальное время восстановления работоспособности системы;

- самодиагностика;

- удобное, простое обслуживание и интуитивно понятные интерактивные интерфейсы, в совокупности с высокой степенью готовности программно-технических средств;

АСУТП и все виды обеспечения приспособлены к модернизации и наращиванию.

В августе 2003 г. окончательно вышла из строя автоматическая система управления технологическим процессом на обогатительной установке (ОУ) шахты «Комсомолец Донбасса». Запущенная в эксплуатацию более 20 лет назад, передовая на то время станция «Оператор» безнадежно устарела. Руководством ОУ была поставлена задача за короткое время провести поиск АСУТП, которая удовлетворяла бы следующим условиям:

- современная техническая база;

- монтаж и наладка своими силами;

- не требует специальных знаний от пользователя (диспетчера).

В результате внедрения АСУТП на предприятии были достигнуты следующие результаты:

- уменьшение времени запуска привело к снижению потребления электроэнергии и к появлению резерва времени на ремонт оборудования;

- ликвидация последствий технологических аварий упростилась, поскольку время простоя сводится к ликвидации причины аварии, а не её последствий переливов, пересыпов и так далее;

- статистический анализ технических (время работы-простоя механизмов, токовые и температурные нагрузки) и технологических параметров позволяет прогнозировать отказ механизма и производить «разбор полётов» после аварии;

- автоматическое нахождение неисправности в цепях управления с возможностью моментального исключения аварийного участка. Работа каждого механизма контролируется 5–7 датчиками, исправность которых отображается на экране диспетчера. При выходе датчика из строя и

невозможности его ремонта в рабочую смену он отключается программным способом и не влияет на дальнейшую работу схемы;

высокая информационная насыщенность и оперативность управления: возможность прямого индивидуального управления механизмами и визуализация результатов воздействия;

повышение производственной дисциплины диспетчеров. Автоматическое формирование журнала событий. Возможность полного анализа действий за истёкший период и сравнительный анализ;

гибкая структура: возможность легко изменять алгоритмы управления, наращивание и модернизация системы;

автономность: система сохраняет свои основные функции при отсутствии центрального компьютера или потере контакта с оператором;

переход на герметичный «сухой» контакт. Использование такового непосредственно на контакторе создаёт определённые проблемы;

контроль уровня материала в бункерах;

использование частотных преобразователей для управления дозирующими питателями;

установка весовых датчиков в качестве источников сигналов обратных связей для частотных преобразователей.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоёмкости 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.

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.

4.3.2. Автоматизированные системы управления процессами обогащения

Описание

Стабильность процесса обогащения хризотил-асбеста обеспечивается внедрением автоматизированных систем управления, охватывающих

ключевые операции дробления и классификации рудной массы, с последующим гравитационным разделением.

Техническое описание

Для обеспечения стабильности процесса обогащения и получения максимального эффекта система автоматизации контроля и управления процессами обогащения каждого технологического модуля отдельно должна быть объединена в единую систему автоматического управления с визуализацией действия системы в реальном времени на разных уровнях управления: оператор дробилки, оператор классификационного оборудования, диспетчер и технический руководитель, что является диспетчеризацией обогатительной фабрики.

Автоматизация обогатительных фабрик включает комплекс организационных и технических мероприятий, обеспечивающих освобождение человека от непосредственного выполнения функций управления производственными процессами с передачей этих функций автоматическим устройствам, в состав которых входят системы автоматического контроля, регулирования, управления, сигнализации и защиты агрегатов и технологических установок. Автоматизация на обогатительных фабриках, как и на других производствах, развивается от создания локальных АСР отдельных операций обогатительной технологии до создания АСУТП и обогатительной фабрики в целом.

Автоматический контроль процесса дробления и классификации

Процесс дробления и классификации хризотил-асбестовой руды контролируется ключевыми параметрами: подача руды в дробилки и грохоты, размер куска на входе и выходе оборудования, а также распределение фракций по крупности на классификационных решетках.

Для современных комплексов возможно внедрение автоматизированного контроля с использованием дополнительных датчиков: датчиков уровня подачи, вибрационных датчиков грохота, датчиков нагрузки и частоты вращения оборудования. Эти устройства позволяют отслеживать режим работы дробилок, а также грохота, контролировать крупность на выходе и подачу руды на последующую гравитационную классификацию.

Система автоматизации обеспечивает визуализацию работы оборудования в реальном времени, контроль технологических показателей, действий персонала и стабильность процесса дробления и классификации, что повышает эффективность обогатительной фабрики.

Достигнутые экологические выгоды

На основании данных, получаемых с помощью автоматизированных систем, помимо контроля технологических процессов, возможно количественное и качественное оценивание снижения негативного воздействия на окружающую среду. Система позволяет отслеживать снижение пылеобразования, выбросов и утечек руды, обеспечивая экологически безопасное ведение обогатительных операций.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение автоматических систем управления оборудованием позволяют оптимизировать и стабилизировать процесс дробления и классификации, а также повысить эффективность.

К примеру, основной целью создания АСУ является повышение эффективности функционирования за счет оптимизации управления технологическими процессами на основе качественных измерений, физико-химических и математических моделей технологических процессов; применения современных средств и систем автоматизации; интеграции систем и контуров управления отдельными установками и технологическими процессами.

В рамках создаваемой автоматизированной системы управления решены следующие задачи:

разработаны контуры управления и регулирования параметров технологических процессов обогащения полиметаллических золотосодержащих руд, точек аналитического контроля и измерения физических характеристик исходного сырья, промежуточных и конечных продуктов технологических переделов;

выполнена интеграция созданных на различных программных и технических платформах систем локального управления и регулирования, получаемых от различных поставщиков оборудования, в единую систему управления, основанную на многоуровневой распределенной вычислительной сети;

выполнено эффективное автоматическое управление, обеспечивающее стабилизацию технологических процессов обогащения.

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.

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.

4.3.3. Автоматизированные системы управления технологическим процессом производства асбестосодержащих изделий

Описание

Стабильность процесса производства асбестоцементных изделий обеспечивается внедрением автоматизированных систем управления, охватывающих ключевые операции подготовки хризотилового волокна, формирования хризотилцементной массы, формования листов и их тепловой обработки. Автоматизация позволяет контролировать дозирование компонентов, параметры смешивания и вязкость массы, режим работы формовочного и листоформовочного оборудования, а также температуру и продолжительность тепловой обработки, что обеспечивает стабильное качество изделий и эффективность технологического процесса.

Техническое описание

Для обеспечения стабильности и эффективности производства асбестоцементных изделий система автоматизации управления объединяет ключевые технологические модули: подготовку хризотилового волокна, формирование хризотилцементной массы, формование листов и их тепловую обработку. Система обеспечивает визуализацию работы оборудования в реальном времени на уровнях операторов, диспетчера и технического руководителя, контролируя дозирование компонентов, параметры смешивания, режимы формования и температуру тепловой обработки.

Автоматизация позволяет передать функции управления автоматическим устройствам, включающим системы контроля, регулирования, сигнализации и защиты, обеспечивая стабильное качество продукции, эффективное использование сырья и энергоэффективность производственного процесса.

Автоматический контроль процесса производства асбестосодержащих изделий

Процесс производства хризотилцементных листов контролируется ключевыми параметрами: подача хризотилового волокна и цемента, равномерность формирования хризотилцементной массы, толщина и плотность слоя на листоформовочной машине, а также температура и время тепловой обработки листов.

Для современных производственных комплексов возможно внедрение автоматизированного контроля с использованием датчиков: датчиков уровня подачи асбеста и цемента, датчиков вязкости и однородности хризотилцементной массы, датчиков толщины слоя на барабанах и температуры в тепловых камерах. Эти устройства позволяют отслеживать режим работы оборудования, контролировать равномерность массы и соблюдение заданных параметров формования и тепловой обработки.

Система автоматизации обеспечивает визуализацию работы оборудования в реальном времени, контроль технологических показателей и действий персонала, а также стабильность процесса производства

асбестосодержащих изделий, что повышает эффективность и качество продукции.

Достигнутые экологические выгоды

Автоматизированные системы управления технологическим процессом производства асбестосодержащих изделий позволяют не только контролировать все этапы производства, но и количественно и качественно оценивать снижение негативного воздействия на окружающую среду. С их помощью отслеживается эффективность дозирования хризотилового волокна и цемента, равномерность формирования хризотилцементной массы, параметры формования листов и условия их тепловой обработки.

Благодаря постоянному контролю и регистрации этих показателей удается снижать пылеобразование, минимизировать выбросы волокнистых частиц и предотвращать потери сырья, что обеспечивает экологически безопасное ведение производственного процесса и соблюдение требований охраны окружающей среды.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение автоматизированных систем управления оборудованием на предприятиях по производству асбестосодержащих изделий позволяет оптимизировать и стабилизировать процесс подготовки хризотилового волокна, формирования хризотилцементной массы, формования листов и их тепловой обработки, а также повысить эффективность производства и качество продукции.

Основной целью создания АСУ является повышение эффективности функционирования за счет оптимизации управления технологическими процессами на основе измерений параметров массы и суспензии, физических характеристик компонентов и математических моделей технологических операций, применения современных средств автоматизации и интеграции систем управления отдельными установками и контуров технологического процесса.

В рамках создаваемой автоматизированной системы управления решены следующие задачи:

- разработаны контуры управления и регулирования параметров подачи и дозирования хризотилового волокна и цемента, перемешивания массы, формования и тепловой обработки изделий;

- выполнена интеграция систем локального управления и регулирования оборудования, получаемых от различных поставщиков и установленных на разных производственных площадках, в единую распределённую систему управления с визуализацией на всех уровнях;

- обеспечено эффективное автоматическое управление, которое стабилизирует технологические процессы, минимизирует потери сырья, снижает пылеобразование и выбросы волокнистых частиц, что повышает экологическую безопасность производства.

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.

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.

4.3.4. 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.

Грузоподъёмные 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 месячной 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.

4.4. Мониторинг эмиссий

Описание

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.

Техническое описание

Частота проведения мониторинга зависит от вида загрязняющего вещества (токсичность, воздействие на ОС и человека), характеристик используемого материала, мощности предприятия, а также применяемых методов сокращения выбросов, при этом она должна быть достаточной, чтобы получить репрезентативные данные для контролируемого параметра.

При выполнении мониторинга атмосферного воздуха основное внимание должно уделяться состоянию окружающей среды в зоне активного загрязнения (для источников загрязнения атмосферы), а также в зоне воздействия в тех случаях, когда это необходимо для отслеживания соблюдения экологического законодательства РК и нормативов качества окружающей среды.

Используемые для мониторинга методы, средства измерений, применяемое оборудование, процедуры и инструменты, должны соответствовать стандартам, действующим на территории РК. Использование международных стандартов должно быть регламентировано нормативно-правовыми актами РК.

Перед проведением замеров необходимо составление плана мониторинга, в 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, количества проб и продолжительности их отбора необходимо учитывать такие факторы, как:

режим работы установки и возможные причины его изменения;

потенциальную опасность выбросов;

время, необходимое для отбора проб с целью получения наиболее полной информации об определяемом загрязняющем веществе в составе газа.

Обычно при выборе эксплуатационного режима для проведения измерения выбирается режим, при котором могут быть отмечены максимальные выбросы (максимальная нагрузка).

При этом для определения концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, может быть использована случайная проба или объединенные суточные пробы (24 часа), основанные на отборе проб пропорционально расходу или усредненные по времени.

При отборе проб неприемлемо разбавление газов или сточных вод, так как полученные при этом показатели нельзя будет считать объективными.

Мониторинг эмиссий может проводиться как при помощи инструментальных замеров, так и расчетным методом.

Результаты измерений должны быть репрезентативными, взаимно сопоставимыми и четко описывать соответствующее рабочее состояние установки.

Точки отбора проб

Точки отбора проб должны соответствовать требованиям законодательства РК в области измерений. Точки отбора проб должны:

- быть четко обозначенными;
- если возможно, иметь постоянный поток газа в точке отбора;
- иметь необходимые источники энергии;
- иметь доступ и место для размещения приборов и специалиста;
- обеспечивать соблюдение требований безопасности на рабочем месте.

Компоненты и параметры

Компонентами производственного мониторинга являются контролируемые загрязняющие вещества, присутствующие в эмиссиях в окружающую среду (выбросы, сбросы), измеряемые или рассчитываемые на основе утвержденных методических документов.

Стандартные условия

При исследованиях состояния атмосферного воздуха необходимо учитывать:

- температуру окружающей среды;
- относительную влажность;
- скорость и направление ветра;
- атмосферное давление;
- общее погодное состояние (облачность, наличие осадков);
- температуру 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.

Помимо наблюдений за качественными и количественными показателями отходящих потоков, мониторингу подлежат параметры основных технологических процессов, к которым относятся:

- количество загружаемого сырья;
- производительность;
- температура горения (или скорость потока);
- количество подсоединенных аспирационных установок;
- скорость потока, напряжение и количество удаляемой пыли из электрофильтра вместо концентрации пыли;

датчики утечки для применяемого очистного оборудования (например, возможные превышения 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) и концентрации загрязняющих веществ на различных установках в газоходах (например, до и после пылегазоочистки).

Непрерывное и периодическое измерение выбросов

Непрерывный мониторинг предполагает постоянное измерение при переработке отходов в том числе опасных отходов и проводится посредством АСМ на организованных источниках согласно требованиям действующего законодательства.

Возможно непрерывное измерение нескольких компонентов в газах или в сточных водах, и в некоторых случаях точные концентрации могут определяться непрерывно или в виде средних значений в течение согласованных периодов времени (почасово, посуточно и т. д.). В этих случаях анализ средних значений и использование процентилей могут обеспечить гибкий метод демонстрации соответствия условиям разрешения, а средние значения можно легко и автоматически оценить.

Для источников и компонентов выбросов, которые могут оказывать значительное воздействие на окружающую среду, следует установить непрерывный мониторинг. Пыль может оказывать значительное воздействие на окружающую среду и здоровье, содержать токсичные компоненты. Постоянный мониторинг пыли позволяет также определить состояние рукавных фильтров, например, в случае разрывов рукавных фильтров.

Измерения позволяют контролировать технологический процесс и предотвратить возможные незапланированные выбросы в окружающую среду.

Периодические измерения включают определение измеряемой величины с заданными временными интервалами с использованием ручных или автоматизированных методов. Указанные промежутки времени обычно являются регулярными (например, один раз в месяц или один раз/два раза в год). Длительность отбора определяется, как период времени, в течение которого образец отбирается. На практике иногда выражение «точечный отбор» используется аналогично «периодическому измерению». Количество отбираемых проб может быть различным, в зависимости от определяемого вещества, условий отбора проб, однако для получения достоверных показателей стабильного выброса наилучшей рекомендуемой практикой является получение, как минимум трех выборок последовательно в одной серии измерений.

Продолжительность и время измерений, точки отбора проб, измеряемые вещества (то есть загрязнители и косвенные параметры) также устанавливаются на начальном этапе, при определении целей мониторинга. 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 концентраций пыли или необходимости определения ПХДД/Ф, может потребоваться больше времени для отбора проб.

Оценку воздействия выбросов и их сокращение с течением времени следует сопоставлять с относительной долей неорганизованных и организованных источников выбросов на конкретном участке. Сравнение этих результатов со стандартами качества окружающей среды, пределом воздействия на рабочем месте или расчетными значениями концентраций.

Воздействие предприятия на водные ресурсы определяется оценкой рационального использования воды, степенью загрязнения сточных вод, возможностями их очистки на локальных очистных сооружениях, решением вопросов регулирования, очищенного сброса в поверхностный сток.

4.4.1. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

Мониторинг выбросов в атмосферный воздух является составной частью производственного экологического контроля, который проводится для получения объективных данных с установленной периодичностью о воздействии производственной деятельности предприятия на окружающую среду.

Мониторинг выбросов осуществляется для определения концентрации (количества) загрязняющих веществ в отходящих газах технологического оборудования, с целью:

- соблюдать показателей выбросов предельным допустимым концентрациям, установленными и согласованным государственными органами;

- контроля протекания технологических процессов производства (сбор, хранение и подготовка сырьевых материалов, процессов, связанных с восстановлением отходов сопутствующие процессы для получения готовой продукции, в соответствии с установленными стандартами;

- контроля эффективности эксплуатации пылегазоочистного оборудования;

- принятия оперативных решений в области природопользования и прогнозирования – для принятия долговременных решений.

Все методы и инструменты, используемые для мониторинга эмиссий в атмосферный воздух, устанавливаются и определяются соответствующими национальными нормативно–правовыми актами.

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 ЗВ 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 осуществляется измерительным оборудованием, установленным непосредственно в дымовой трубе, а также в газоходе с соблюдением действующих в РК 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 нормативы, предельно допустимые выбросы, 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 прочее);

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 относительны 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.

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.

Методы и инструменты, используемые для мониторинга эмиссий в атмосферный воздух, проводятся согласно утвержденной Программе производственного экологического контроля.

4.4.2. Мониторинг сбросов в водные объекты

Производственный мониторинг водных ресурсов представляет единую систему наблюдений и контроля деятельности предприятия для своевременного выявления и оценки происходящих изменений, прогнозирования мероприятий, направленных на рациональное использование водных ресурсов и смягчение воздействия на окружающую среду.

В рамках производственного мониторинга состояния водных ресурсов предусматривается контроль систем водопотребления и водоотведения и осуществление наблюдений за источниками воздействия на водные ресурсы рассматриваемого района, а также их рационального использования.

Результаты мониторинга позволяют своевременно выявить и провести оценку происходящих изменений окружающей среды при осуществлении производственной деятельности.

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).

В список контролируемых веществ должны включаться маркерные загрязняющие вещества с указанием используемых методов контроля (инструментальные).

Для мониторинга сброса сточных вод существует ряд стандартных процедур отбора и анализа проб воды и сточных вод, в том числе:

разовая (точечная, простая) проба – одна проба, взятая из потока сточных вод;

составная (усредненная, смешанная) 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;

контрольная точечная проба – смешанная проба из не менее, чем пяти простых проб, отобранных в течение максимум двух часов с интервалом не менее двух минут и затем смешанных.

Мониторинг подземных вод

Мониторинг подземных вод при восстановлении отходов – важный аспект управления экологическими рисками, связанными с деятельностью по переработке, обезвреживанию и утилизации отходов. Объекты по восстановлению отходов и соответствующие технологические участки потенциально могут оказывать влияние на состояние подземных вод. Это может происходить, например, через фильтрацию загрязненного поверхностного стока с территорий временного складирования промышленных, опасных химических, нефтесодержащих и других отходов, через утечки из трубопроводов и резервуаров, содержащих воду, масла, химические реагенты, через изменение естественного режима движения и водообмена грунтовых вод. В ряде случаев это может вызывать отклонения в гидрогеологическом режиме – изменять уровни, температурный фон, химический состав подземных вод, а также способствовать подтоплению территорий и строительных объектов.

Применение системы мониторинга подземных вод основывается на организации регулярного наблюдения за состоянием водоносных горизонтов с целью своевременного выявления отклонений от фоновых (естественных) показателей. Это позволяет оперативно принимать управленческие решения, направленные на предупреждение загрязнения, а также локализацию потенциальных источников воздействия на окружающую среду.

Ключевыми организационно-регламентными элементами такого мониторинга являются: разработка программы наблюдений, корректный выбор мест размещения наблюдательных скважин с учетом направления движения грунтовых вод, соблюдение периодичности и полноты мониторинга, проведение лабораторных исследований в соответствии с утвержденными методиками.

В соответствии с экологическим законодательством РК, в том числе требованиями Экологического кодекса, мониторинг подземных вод

включается в программы производственного экологического контроля и рассматривается как элемент системы обеспечения наилучших доступных техник в области обращения с отходами. Его внедрение отвечает принципам устойчивого природопользования, обеспечивает высокие стандарты охраны окружающей среды и не требует значительных капитальных затрат или вмешательства в основную технологическую инфраструктуру объекта.

4.5. 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 учётом целесообразного объединения видов по степени и уровню их опасности с целью оптимизации дальнейших способов удаления, а также вторичного использования определённых 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.

4.6. Управление водопользованием

Описание

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 другие релевантные аспекты.

Снижение потребления воды, забираемой из внешних источников, является основной целью системы водопользования, показателями эффективности которой являются данные удельного и валового потребления воды на предприятии.

Техническое описание

НДТ 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.

К основным используемым методам относятся:

внедрение системы оборотного водоснабжения и повторного использования воды в технологическом процессе;

отказ от использования питьевой воды для производственных линий;

увеличение количества и/или мощности систем оборотного водоснабжения при строительстве новых заводов или модернизации/реконструкции существующих заводов;

централизованное распределение поступающей пресной воды;

повторное использование воды до тех пор, пока отдельные параметры не достигнут определенных пределов;

использование воды в других установках, если затрагиваются только отдельные параметры воды и возможно дальнейшее использование;

разделение очищенных и неочищенных сточных вод, по возможности использование ливневых сточных вод;

по возможности заблаговременное принятие мер по ведению мониторинга качества воды, сбрасываемой из зон хранения и смешивания, если такие стоки находятся вблизи селитебной территории;

использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение потребления водных ресурсов, повышение показателей экологической эффективности.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Использование технологий, направленных на предотвращение загрязнения водного бассейна и минимизацию водопотребления: учет водопотребления и водоотведения, применение локальных оборотных циклов, применение оборотного водоснабжения, применение замкнутых водооборотных систем.

Кросс-медиа эффекты

Сокращение потребления первичных водных ресурсов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

На существующих предприятиях по оказанию услуг по восстановлению отходов существующая конфигурация системы водопользования может ограничивать применимость.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение потребления водных ресурсов, повышение показателей экологической эффективности.

4.6.1. Обращение с концентратом обратноосмотических установок

В рамках реализации мероприятий по повышению эффективности водопользования на промышленных предприятиях все чаще применяются технологии повторного использования воды, включая системы обратного осмоса и другие методы доочистки сточных вод. Несмотря на безусловные экологические и ресурсосберегающие преимущества таких решений, следует учитывать, что при работе мембранных, осмотических и испарительных установок образуется побочный продукт – концентрат, представляющий собой высокоминерализованный раствор, в ряде случаев классифицируемый как отход производства.

С учетом требований природоохранного законодательства и принципов наилучших доступных техник, обращение с таким концентратом должно быть надлежащим образом организовано. Это предполагает рассмотрение и внедрение технологических решений, направленных на его утилизацию, переработку, повторное вовлечение в производственный цикл или безопасное уничтожение. Ниже приведены возможные подходы и технические методы обращения с образующимся концентратом.

4.6.1.1. Вторичное использование солевого концентрата в рассольных системах охлаждения

Описание

Данная мера предусматривает повторное использование концентрированного солевого раствора, образующегося в установках обратного осмоса или других мембранных технологиях водоподготовки, в качестве теплоносителя в рассольных системах охлаждения. В условиях производств, где требуется температурное регулирование технологических потоков, солевые концентраты могут эффективно использоваться вместо пресной или химически очищенной воды, снижая нагрузку на водопотребление и образование отходов.

Техническое описание

Солевой концентрат, поступающий из установки обратного осмоса, аккумулируется в резервуарах и после предварительной фильтрации, и при необходимости стабилизации ингибиторами коррозии направляется в рассольную систему охлаждения. Концентрат циркулирует по замкнутому контуру, обеспечивая отвод тепла от оборудования, где теплообмен не требует применения высококачественной воды. Такие системы обычно включают насосы, теплообменники, баки и трубопроводы, устойчивые к коррозии.

Достигнутые экологические выгоды

Среди достигнутых экологических выгод отмечается значительное снижение водозабора из природных источников – вплоть до 10–15 % от общего объема, за счет использования концентрата вместо пресной воды. Одновременно уменьшается объем образования отходов (солесодержащего концентрата) на 70–90 %, что позволяет снизить нагрузку на очистные сооружения и исключить сброс загрязняющих веществ в водные объекты. Повторное использование концентрата также повышает степень замкнутости водооборота.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Использование концентрата вместо утилизации положительно влияет и на другие среды: отсутствует сброс в водные объекты, сокращается количество загрязняющих веществ, попадающих в окружающую среду. Вместе с тем, потенциальным сопутствующим эффектом может быть рост энергозатрат, связанных с циркуляцией охлаждающего раствора, а также необходимость регулярного контроля состояния оборудования из-за повышенной агрессивности солевой среды.

Кросс-медиа эффекты

С точки зрения применимости технология подходит для производств с развитой инфраструктурой водооборота, где возможно внедрение или адаптация систем рассольного охлаждения. Она может быть внедрена как на новых, так и на действующих объектах. Основными техническими условиями являются наличие соответствующего оборудования и соблюдение требований по материалам, контактирующим с солевым раствором.

Технические соображения, касающиеся применимости

Среди достигнутых экологических выгод отмечается значительное снижение водозабора из природных источников – вплоть до 10–15 % от общего объема, за счет использования концентрата вместо пресной воды. Одновременно уменьшается объем образования отходов (солесодержащего концентрата) на 70–90 %, что позволяет снизить нагрузку на очистные сооружения и исключить сброс загрязняющих веществ в водные объекты. Повторное использование концентрата также повышает степень замкнутости водооборота, что соответствует экологическим требованиям и принципам НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого оборудования в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение потребления водных ресурсов, повышение показателей экологической эффективности.

4.6.1.2. Получение вторичного сырья – сухих солей из концентрата водоподготовки

Описание

Одним из рациональных подходов к обращению с концентратами, образующимися в процессе водоподготовки (в частности, обратного осмоса), является получение из них вторичного продукта – сухих технических солей. Такая технология позволяет не только сократить объемы образования отходов, но и получить продукцию, востребованную в различных отраслях, например, в дорожном хозяйстве, химической и металлургической промышленности.

Техническое описание

Процесс основан на выпаривании или сушке концентрата с целью выделения солей в твердой фазе. Для этого могут использоваться вакуум–выпарные установки, солнечные или тепловые испарительные площадки, либо промышленное оборудование с принудительным испарением влаги. В зависимости от применяемой схемы, полученные сухие соли могут дополнительно очищаться и фасоваться. Основным продуктом становится промышленная соль (хлорид натрия, сульфаты и другие соединения), пригодная для использования в качестве противогололедного материала при содержании автомобильных дорог в зимний период, а также для некоторых технологических процессов.

Достигнутые экологические выгоды

Экологический эффект данной меры выражается в практически полном исключении необходимости утилизации солевого концентрата как отхода. Снижается нагрузка на очистные сооружения, предотвращается загрязнение водных объектов и сокращается потребность в добыче первичной соли, что имеет значение для охраны природных ресурсов. Утилизация концентрата в виде продукта исключает сброс соледержащих стоков в окружающую среду и способствует реализации принципа замкнутого производственного цикла.

Кросс-медиа эффекты

Исключение водных выбросов, отсутствие загрязнений почвы и водоемов, а также уменьшение общего количества отходов. Вместе с тем, следует учитывать энергетические затраты на процесс выпаривания, а также возможные выбросы в атмосферу при термическом способе испарения – они требуют соответствующего контроля и компенсации за счет энергоэффективных решений.

Технические соображения, касающиеся применимости

Технология применима на предприятиях, располагающих достаточным объемом концентрата и возможностями по его обработке. Особенно эффективна она в регионах с высокой солнечной активностью, где возможно применение пассивных методов испарения, либо на предприятиях, где имеется избыточное тепло, которое можно использовать в качестве источника энергии для выпаривания. Полученный продукт может быть реализован либо использоваться внутри предприятия, что снижает затраты на приобретение аналогичных материалов.

Экономика

В зависимости от применяемого оборудования в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение потребления водных ресурсов, повышение показателей экологической эффективности.

4.7. Снижение уровней физического воздействия

Шум и вибрация являются общими проблемами в секторе, и источники встречаются во всех секторах добычи и обогащения.

Шум появляется во всех производственных процессах, начиная с подготовки сырья до получения конечной продукции.

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 создаёт опасности для окружающей среды;

учет характера распространения шума и планирование работ с учётом этого, например, расположение блока измельчения и грохочения в подземном пространстве или частично под землёй, 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 населённому пункту за очистным забоем;

оставление неотбитых стенок для защиты от шума в направлении населённого пункта;

оставление деревьев и других растений на краю рудничной территории или вокруг объектов, издающих шум;

ограничение размера заряда при взрыве, а также оптимизация объёма взрывчатых веществ;

предварительное извещение о взрыве и проведение взрывных работ в определённое, по возможности в одно и то же, время дня. Взрыв вызывает

сильный, но непродолжительного характера шум, поэтому предварительное извещение о нём 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.

Сейсмические волны, распространяющиеся при взрывных работах, можно уменьшить путём планирования и правильного выполнения взрывных работ:

выбор направления проходки;

учет особенностей скальных пород;

выбор взрывчатых веществ;

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 объём взрывчатого вещества);

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).

4.8. 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 основная часть добычи хризотил-асбестовых руд. Удельный вес карьерной добычи хризотил-асбеста сохраняется и будет преобладающим в перспективе. Вместе с тем по мере увеличения глубины карьеров и усложнения горно-геологических условий разработки существенно возрастают затраты на эксплуатацию карьерного транспорта, которые в отдельных случаях могут превышать 50 % от общей себестоимости добычи [24].

В этой связи повышение эффективности использования карьерного автотранспорта приобретает ключевое значение для предприятий, осуществляющих добычу хризотил-асбеста.

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» [25] 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.

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 [26].

Техническое описание

К наиболее известным подходам для предприятий сухого гравитационного обогащения хризотилсодержащих руд можно отнести системы стабилизации и регулирования: загрузки дробильного оборудования, производительности грохотов, разрежения и расхода воздуха в аспирационных и пневмосепарационных системах, влажности руды перед сушкой, температурных режимов сушильных агрегатов, а также системы управления стадиями дробления и классификации и прогнозирования выхода хризотилового волокна по маркам.

Основные функции АСУТП переработки и обогащения хризотилсодержащей руды:

- автоматизированное и автоматическое управление процессами подготовки руды к обогащению, включая крупное, среднее и мелкое дробление;

- автоматическое управление загрузкой дробильных агрегатов дробильно-сортировочного комплекса;

- управление режимами грохочения и распределением руды по классам крупности;

- управление работой аспирационных систем и установок пылеулавливания на всех стадиях дробления и транспортировки;

- управление процессом сушки руды, включая регулирование температуры, расхода газа и параметров дымовых газов;

- использование математических моделей технологических процессов для выбора оптимальных режимов работы дробильных, сушильных и классификационных агрегатов;

- мониторинг технического состояния оборудования, механизмов и электроприводов.

АСУТП цеха обогащения хризотилового волокна предназначена для управления технологическим процессом сухого гравитационного обогащения, основанного на различии аэродинамических свойств волокна и сопутствующей продукции, а также для управления механизмами и электроприводами, входящими в состав оборудования цехов дробления, сушки, обогащения, упаковки и поточно-транспортной системы предприятия.

Целями разработки АСУТП переработки и обогащения хризотилсодержащей руды являются:

создание условий для устойчивой и непрерывной работы дробильно-сортировочного комплекса, сушильных агрегатов и оборудования цеха обогащения;

обеспечение стабильных значений параметров технологического процесса в области регламентных режимов и минимизация технологических нарушений с целью повышения выхода и качества хризотилового волокна;

обеспечение высокого уровня безаварийного функционирования технологического оборудования и увеличение срока его эксплуатации;

снижение расхода топлива и электроэнергии за счет применения современных, высокоточных средств автоматизации и оптимизации режимов работы агрегатов;

обеспечение контроля и снижения выбросов асбестосодержащей пыли путем эффективного управления аспирационными и фильтрационными системами;

обеспечение проведения исторического анализа технологического процесса переработки и обогащения руды;

обеспечение возможности передачи технологических и диагностических данных в вычислительную сеть предприятия и системы верхнего уровня управления.

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) [27].

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 [27].

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 энергоэффективных приводных систем.

Описание

Техника предусматривает снижение потребления электрической энергии приводным оборудованием за счёт применения электродвигателей повышенного класса энергоэффективности и регулируемых электроприводов.

Техническое описание

Техника реализуется путём замены электродвигателей классов IE1-IE2 на электродвигатели классов IE3-IE4, а также внедрения частотно-регулируемых приводов на насосах, вентиляторах, конвейерах и другом технологическом оборудовании. Регулирование частоты вращения обеспечивает соответствие производительности оборудования фактической нагрузке, снижение пусковых токов, уменьшение механических потерь и исключение неэффективных режимов работы, связанных с дросселированием.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение потребления электроэнергии приводит к уменьшению косвенных выбросов диоксида углерода и других загрязняющих веществ на источниках генерации электроэнергии. Дополнительно снижается уровень шума и тепловыделений оборудования, что уменьшает воздействие на производственную среду.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижение потребления электроэнергии составляет 10 - 20 %, снижение удельного энергопотребления на 0,05 - 0,25 кВт*ч на тонну продукции. Сокращение выбросов CO₂ достигает до 0,20 тонн на 1000 кВт*ч сэкономленной электроэнергии.

Кросс-медийные эффекты

Отмечается положительный эффект в части снижения шума. Существенного дополнительного воздействия на окружающую среду не выявлено.

Технические соображения, касающиеся применимости

Техника применима для новых и действующих производств. На существующих объектах может потребоваться модернизация систем электроснабжения и автоматизации.

Экономика

Капитальные затраты относительно низкие. Срок окупаемости составляет от одного до трёх лет.

Движущая сила внедрения

Требования законодательства РК в области энергосбережения и результаты энергетических обследований.

5.2.2. Использование энергоэффективных помольных агрегатов

Описание

Техника направлена на снижение энергоёмкости процессов измельчения сырья за счёт применения современных помольных агрегатов.

Техническое описание

Реализация техники предусматривает замену традиционных шаровых мельниц на валковые, вертикальные или планетарные мельницы, обеспечивающие более высокий коэффициент использования механической энергии и сокращение времени помола.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение энергопотребления на измельчение приводит к снижению косвенных выбросов парниковых газов. Уменьшение времени обработки материала сопровождается снижением пылеобразования и вибрационного воздействия на окружающую среду.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижение потребления электроэнергии на помол составляет 20 - 25 %. Удельный расход электроэнергии снижается до 18 - 35 кВт*ч на тонну сырья. Снижение выбросов CO₂ достигает 20 - 50 кг на тонну продукции.

Кросс-медийные эффекты

Снижается уровень шума и пыли. Возможен рост требований к квалификации обслуживающего персонала.

Технические соображения, касающиеся применимости

Наиболее эффективно применение при новом строительстве и реконструкции. Ограничения возможны при переработке высокоабразивных материалов.

Экономика

Капитальные затраты - средние и высокие в зависимости от мощности. Срок окупаемости составляет от трёх до шести лет.

Движущая сила внедрения

Необходимость снижения энергоёмкости продукции и соответствия отраслевым показателям НДТ.

5.2.3. Энергоэффективные сушильные и обжиговые установки с рекуперацией тепла

Описание

Техника предусматривает снижение расхода топлива и тепловой энергии в сушильных и обжиговых процессах.

Техническое описание

Рекуперация тепла осуществляется за счёт использования теплообменных устройств для передачи тепла отходящих газов на предварительный подогрев сырья, воздуха горения или теплоносителей.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение расхода топлива приводит к сокращению выбросов диоксида углерода, оксидов азота и диоксида серы. Одновременно уменьшается тепловое воздействие на окружающую среду.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижение расхода топлива составляет 15 - 20 %. Общий КПД установок увеличивается до 70 %. Снижение выбросов CO₂ достигает 10 - 15 %.

Кросс-медийные эффекты

Повышенные температуры и агрессивность газов требуют усиленной коррозионной защиты оборудования.

Технические соображения, касающиеся применимости

Техника применима при стабильных режимах работы и допустимом уровне загрязнения отходящих газов.

Экономика

Капитальные затраты - средние. Срок окупаемости составляет от двух до пяти лет.

Движущая сила внедрения

Рост стоимости топлива и требования по снижению выбросов парниковых газов.

5.2.4. Энергоэффективные компрессорные установки с утилизацией тепла

Описание

Техника направлена на повышение эффективности систем сжатого воздуха.

Техническое описание

Применяются винтовые компрессоры с частотным регулированием и встроенными теплообменниками, обеспечивающими использование тепла, выделяемого при сжатии воздуха, для отопления или технологических нужд.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращается потребление электроэнергии и замещается тепловая энергия, получаемая от сжигания топлива, что приводит к снижению выбросов диоксида углерода.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижение потребления электроэнергии составляет до 15 %. Утилизируется до 70 % тепловой энергии компрессоров.

Кросс-медийные эффекты

Снижается нагрузка на системы отопления. Существенных негативных эффектов не выявлено.

Технические соображения, касающиеся применимости

Эффективно при непрерывной работе компрессоров и наличии круглогодичной потребности в тепле.

Экономика

Капитальные затраты - средние. Срок окупаемости составляет от одного до трёх лет.

Движущая сила внедрения

Снижение эксплуатационных затрат и соблюдение требований энергоэффективности.

5.2.5. Централизованное управление энергопотреблением

Описание

Техника предусматривает системное управление потреблением энергетических ресурсов предприятия.

Техническое описание

Централизованное управление реализуется посредством автоматизированных систем учёта и мониторинга энергоресурсов, интегрированных в SCADA или АСУ ТП, с функциями анализа и оптимизации режимов энергопотребления.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение общего энергопотребления приводит к снижению косвенных выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ. Повышается управляемость энергетических процессов и снижается риск нештатных режимов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижение общего энергопотребления составляет до 10 %, снижение удельных энергозатрат на 3 - 10 %.

Кросс-медийные эффекты

Дополнительное энергопотребление ИТ-оборудования не превышает 0,5% от энергетического баланса предприятия.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применима для средних и крупных предприятий при наличии приборов учёта и автоматизации.

Экономика

Капитальные затраты - относительно низкие. Срок окупаемости не превышает двух лет.

Движущая сила внедрения

Требования систем энергетического менеджмента, энергоаудитов и цифровизации промышленности.

5.2.6. НДТ, направленные на оптимизацию процесса сушки в сушильных печах

Описание

Техника предусматривает снижение расхода топлива и тепловой энергии в сушильных печах. Снижение концентрации пыли при выходе газовой смеси из печи.

Техническое описание

Снижение расхода топлива и концентрации пыли осуществляется за счёт оптимизации конструкции печи, наладки и контроля аэродинамики печи.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение расхода топлива приводит к сокращению выбросов диоксида углерода, оксидов азота. Снижение концентрации пыли при выходе из печи.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижение расхода топлива составляет 10%. Общий КПД печи увеличивается до 10 %. Снижение выбросов пыли достигает 10%.

Кросс-медийные эффекты

Снижение концентрации пыли, энергоемкости процесса.

Технические соображения, касающиеся применимости

Техника применима при работе шахтных печей ВШП согласно режимным картам.

Экономика

Капитальные затраты - средние. Срок окупаемости составляет от двух до пяти лет.

Движущая сила внедрения

Рост стоимости топлива и требования по снижению выбросов пыли.

5.3. НДТ, направленные на снижение негативного воздействия на атмосферный воздух

5.3.1. НДТ, направленные на предотвращение неорганизованных эмиссий в атмосферный воздух при добычных работах

Образование неорганизованных пылевых выбросов при добыче хризотил-асбеста открытым способом обусловлено, прежде всего, процессами разрушения серпентинитовых и асбестоносных пород, содержащих хризотил-асбест в виде волокон различной длины и степени агрегированности. Интенсивность пылеобразования зависит от минералого-петрографического состава руды, степени трещиноватости массива, влажности пород, метеорологических условий, а также от применяемых технологических решений при ведении горных работ.

Значительная часть потенциально пылеопасного материала присутствует в массиве в виде свободных или слабо связанных волокон, локализованных в прожилках, зонах дробления и тектонических нарушений. При буровзрывных работах, экскавации, погрузке, транспортировании и перегрузке горной массы происходит высвобождение и аэролизация волокнистых частиц и мелких частиц породы, близких к ним по размеру и скорости витания в воздушной струе, что приводит к формированию неорганизованных эмиссий в атмосферный воздух карьера и прилегающих территорий.

Наиболее значимыми источниками неорганизованных выбросов являются бурение взрывных скважин, взрывные работы, работа экскаваторов и погрузочной техники, движение карьерного автотранспорта по временным и постоянным дорогам, отвалообразование, а также перераспределение и пересыпка асбестоносной горной массы.

5.3.2. Пылеулавливание и орошение пылящих поверхностей для связывания пыли

Описание

При добыче хризотил-асбеста открытым способом основным фактором негативного воздействия на атмосферный воздух являются неорганизованные выбросы пыли и асбестсодержащих волокон, образующиеся при

буровзрывных работах, экскавации, транспортировании горной массы, перегрузке и складировании.

Предварительное увлажнение массива и горной массы позволяет существенно снизить пылевыделение, однако его эффективность, как правило, не превышает 70–80 % и зависит от минералогического состава, трещиноватости пород и климатических условий. В связи с этим на карьерах по добыче хризотил-асбеста применяется комплекс мер пылеулавливания и орошения, включающий: орошение массива и горной массы в местах бурения, экскавации и погрузки; орошение автодорог, отвалов и перегрузочных узлов; локальное пылеулавливание и пылеподавление в зонах интенсивного пылеобразования; использование химических связующих и ПАВ для повышения эффективности смачивания асбестовой пыли.

Техническое описание

Данные технологии применяются с целью связывания асбестосодержащей пыли, предотвращения ее вторичного пыления и снижения негативного воздействия на атмосферный воздух и персонал.

При бурении взрывных скважин применяется подача воды или водных растворов через буровой инструмент непосредственно в зону разрушения породы. Использование промывки позволяет снизить пылеобразование в 5–10 раз по сравнению с сухим бурением. При невозможности подачи воды допускается орошение устья скважины с применением форсуночных систем.

При экскавации и погрузке горной массы в автосамосвалы используется форсуночное орошение зоны работы ковша экскаватора и места разгрузки. Орошение может осуществляться как стационарными системами, так и мобильными водяными установками. Добавление поверхностно-активных веществ в концентрации 0,05–0,2 % повышает смачиваемость волокнистой пыли и обеспечивает снижение ее концентрации в воздухе на 60–90 %.

Для подавления пыли на карьерных автодорогах применяется регулярное орошение водой, а также использование пылесвязующих растворов (солей кальция, магния, полимерных композиций), обеспечивающих долговременный эффект и снижение вторичного пыления при движении автотранспорта.

В местах перегрузки горной массы (дробильно-сортировочные установки, перегрузочные пункты, конвейерные узлы) применяются аспирационные установки с очисткой воздуха в сухих и мокрых пылеуловителях.

Для осаждения пыли после массовых взрывов используются передвижные или стационарные туманообразователи, устанавливаемые по периметру взрывного блока и в направлении возможного распространения пылевого облака. Орошение включается до проведения взрыва и продолжается в течение 30–60 минут после него.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение неорганизованных выбросов асбестосодержащей пыли и волокон в атмосферный воздух на 70–95 % в зависимости от применяемой технологии и условий эксплуатации.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

При комплексном применении систем орошения, пылеулавливания и пылесвязывающих реагентов эффективность пылеподавления при добыче хризотил-асбеста открытым способом составляет 70–95 %.

Кросс-медиа эффекты

Нет данных.

Технические соображения, касающиеся применимости

Технология является общеприменимой для карьеров по добыче. Эффективность определяется климатическими условиями, характеристиками горной массы, интенсивностью горных работ и уровнем автоматизации систем орошения.

Экономика

Нет данных.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан. Снижение выбросов неорганической пыли. Экономическая эффективность открытых горных работ.

5.3.3. Система подавления пыли (сухой туман)

Описание

Технология подавления пыли с использованием систем «сухого тумана» основана на создании аэрозоля из ультрамелких капель воды диаметром менее 10 мкм. За счёт малого размера капли имеют свойства, близкие к пылевым частицам, что обеспечивает их эффективное столкновение и агломерацию. В результате пыль осаждается из воздушного потока без значительного увлажнения поверхности.

Системы сухого тумана применяются для снижения концентрации пыли в карьерах, на дробильно-сортировочных установках, в местах перегрузки сыпучих материалов, на складах и транспортных узлах. Использование данной техники позволяет уменьшить выбросы пыли в атмосферу, повысить безопасность условий труда и снизить воздействие на окружающую среду.

Техническое описание

Системы сухого тумана предназначены для улавливания пылевых частиц из воздушных потоков за счёт распыления воды в виде ультрамелких капель диаметром менее 10 мкм. Мелкодисперсный туман обладает свойствами, близкими к пылевым частицам по размеру и массе, что обеспечивает эффективное взаимодействие между ними. В результате пыль связывается с каплями и осаждается из газового потока без значительного увлажнения поверхностей.

Основные механизмы улавливания частиц при использовании сухого тумана включают: диффузионное взаимодействие – Brown-овское движение микрокапель и пылевых частиц способствует их столкновению; столкновение по инерции – более крупные частицы пыли не следуют за потоком воздуха и сталкиваются с каплями; адгезию и смачивание – при контакте с каплей частицы прилипают к её поверхности и укрупняются.

Типичными зонами применения являются дробильно-сортировочные установки, перегрузочные узлы, транспортные конвейеры, складские комплексы сыпучих материалов, а также открытые карьеры и промышленные площадки. Установка системы может быть стационарной или мобильной (например, в виде «туманных пушек» для открытых карьеров).

Управление процессом осуществляется с помощью насосных станций и систем автоматизации, позволяющих регулировать давление подачи воды, расход и зону распыления в зависимости от характера технологического процесса.

К основным достоинствам технологии относятся: высокая эффективность улавливания пылевых частиц мелкой и средней дисперсности (PM_{10} и ниже); отсутствие избыточного увлажнения материала или оборудования; относительная простота монтажа и эксплуатации; возможность использования как в закрытых помещениях, так и на открытых площадках.

Достигнутые экологические выгоды

Внедрение технологии подавления пыли методом сухого тумана позволяет существенно снизить выбросы пылевых частиц в атмосферный воздух. Образующиеся при работе системы микрокапли воды связывают взвешенные частицы, благодаря чему их концентрация в приземном слое заметно сокращается как в пределах санитарно-защитной зоны, так и за её пределами. Это положительно сказывается на санитарно-гигиенических условиях труда, снижает запылённость рабочих зон и тем самым уменьшает риск возникновения профессиональных заболеваний. Дополнительным результатом стало сокращение выпадения пыли на почвы и растительность прилегающих территорий, что позволяет уменьшить деградацию земельных ресурсов и снизить нагрузку на экосистемы. Сократилось и поступление твёрдых частиц в поверхностные и подземные воды, что уменьшает вероятность их вторичного загрязнения. Существенным преимуществом технологии является также низкое водопотребление и отсутствие значительных объёмов сточных вод, что делает её ресурсосберегающей и экологически более устойчивой по сравнению с традиционными методами орошения.

Вместе с тем технология сухого тумана имеет определённые ограничения. Эффективность работы установок зависит от погодных условий и может снижаться при сильном ветре или низких температурах, когда возникает риск образования наледи. Оборудование требует регулярного технического обслуживания, включая очистку фильтров, проверку насосов и

форсунок, поскольку засорение или износ этих элементов приводит к ухудшению качества распыления. Кроме того, для стабильной работы системы необходимо использование воды определённого качества, предпочтительно очищенной или умягчённой, что также может потребовать дополнительных затрат.

Таким образом, технология сухого тумана обеспечивает комплексные экологические выгоды, включая снижение запылённости воздуха, предотвращение загрязнения почв и водных объектов, улучшение условий труда и рациональное использование водных ресурсов. Однако её применение требует учёта эксплуатационных ограничений, связанных с климатическими факторами, качеством воды и необходимостью технического обслуживания оборудования.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Системы подавления пыли с использованием сухого тумана обеспечивают улавливание частиц размером от 1 до 10 мкм за счёт образования облака микрокапель воды соизмеримого диаметра. Эффективность снижения концентрации пылевых частиц в воздухе составляет в среднем 80–90 %, при этом достигается контроль как респираторной фракции (PM₁₀), так и мелкодисперсных частиц (PM_{2.5}), которые наиболее опасны для здоровья человека и наиболее подвижны в атмосфере. В отдельных случаях эффективность осаждения может достигать 95 % при оптимальных метеоусловиях и правильной настройке форсунок.

В отличие от систем орошения, сухой туман требует минимального расхода воды: удельное водопотребление обычно не превышает 0,05–0,1 л/м³ воздуха, что практически исключает образование стоков и переувлажнение поверхности. Давление подачи жидкости находится в пределах 0,2–0,7 МПа, что позволяет формировать капли с размером менее 10 мкм. Системы характеризуются умеренным энергопотреблением, основная часть затрат приходится на работу насосов и вентиляторов.

Ограничивающим фактором является чувствительность технологии к внешним условиям: при скорости ветра выше 4–5 м/с эффективность улавливания заметно снижается, а при отрицательных температурах возникает необходимость применения систем обогрева или добавок к воде, предотвращающих обмерзание. Кроме того, для обеспечения стабильной работы требуется использование фильтрованной воды, так как наличие взвешенных частиц или повышенной жёсткости вызывает засорение форсунок и сокращает срок их службы.

Таким образом, сухой туман является высокоэффективной и маловодозатратной технологией пылеподавления, которая особенно востребована в горнодобывающей промышленности, на складах сыпучих материалов и в металлургических производствах, обеспечивая значительное снижение пылевой нагрузки на окружающую среду.

Кросс-медиа эффекты

Применение сухого тумана для подавления пыли в карьерах и на перерабатывающих предприятиях характеризуется минимальными кросс-медиа эффектами по сравнению с традиционными методами орошения. Однако отдельные побочные воздействия всё же присутствуют.

Во-первых, работа системы требует подачи воды, пусть и в небольших объёмах. При использовании неочищенной или жёсткой воды возможно образование отложений и засорение форсунок, что приводит к необходимости регенерации или промывки оборудования. Это, в свою очередь, вызывает образование загрязнённых промывочных вод, которые должны утилизироваться или направляться на локальные очистные сооружения.

Во-вторых, технология зависит от электроэнергии для работы насосов и вентиляторов. Хотя энергопотребление сравнительно невысокое, в крупных карьерах или на больших дробильно-сортировочных установках оно может быть ощутимым, что косвенно увеличивает выбросы парниковых газов на стадии выработки энергии.

Кроме того, в условиях отрицательных температур для предотвращения обмерзания требуется дополнительный подогрев воды или применение специальных добавок. Это создаёт дополнительную нагрузку на энергоресурсы и может вызывать образование отходов в случае использования химических реагентов.

Таким образом, несмотря на очевидные экологические преимущества сухого тумана в части снижения пылевой нагрузки на атмосферный воздух, его внедрение сопровождается определёнными кросс-медиа эффектами, которые необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации систем.

Технические соображения, касающиеся применимости

Технология подавления пыли с использованием сухого тумана общеприменима к видам деятельности и технологическим процессам, сопровождающимся выделением пыли в больших объёмах, в том числе при добыче полезных ископаемых в карьерах, дроблении, сортировке, перегрузке и хранении сыпучих материалов.

Благодаря высокой эффективности улавливания мелкодисперсных частиц, низкому водопотреблению и возможности автоматизации управления, системы сухого тумана могут применяться как на новых, так и на действующих производственных объектах.

Системы могут устанавливаться стационарно (например, в точках перегрузки или на дробильно-сортировочных установках) либо в виде мобильных пылеподавляющих пушек, что обеспечивает гибкость применения. Возможность внедрения зависит от наличия источника воды и электроэнергии, а также от климатических условий конкретного региона.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в атмосферный воздух. Требования экологического законодательства РК.

5.4. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов при проведении буровзрывных работ

5.4.1. Позиционирование буровых станков в реальном времени с применением системы контроля параметров высокоточного бурения

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.

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 взрывчатых веществ. 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 взрывчатых веществ 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. [28]

Достигнутые экологические выгоды

Использование систем точного позиционирования и управления работой буровых станков в итоге обеспечивает:

снижение выбросов в атмосферу оксида азота NO, диоксида азота NO₂ 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 разрезу;

уменьшение объема образования отходов за счет снижения расхода долота 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 последствие 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 5.1);

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 5.1. 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 взрывчатого вещества 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 автоматизированных систем управления 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.

Программно-технический комплекс «Blast Maker» ® успешно работает на предприятиях АО «СУЭК», АК «АЛРОСА», АО «Полиметалл УК», ПАО «Северсталь» и др.

Экономический эффект от внедрения ПТК «Blast Maker» складывается из экономии в результате сокращения расходов на ВВ и проходку скважин до 10 % и повышения производительности горнотранспортного оборудования до 8 % в связи с улучшением качества дробления горной массы и др.

Так, например, на «Разрезе Тугнуйский» АО «СУЭК» экономический эффект за 3 года эксплуатации составил 510 млн рублей. Успешное использование бортового вычислительного комплекса КОБУС® способствовало, например, установлению последовательно 2011 – 2017 гг. на «Разрезе Тугнуйский» нескольких мировых рекордов по проходке скважин. [29], [30].

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 Республики Казахстан.

Повышение производительности и эффективности использования бурового станка, оптимизация процессов БВР, экономия материальных ресурсов.

5.4.2. 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 разрезах, 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 5.2). 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 5.2. 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÷7,6 л/минут, но он зависит от типа долота, горно-геологических условий и уровня влажности буримых пород. Например, при увеличении расхода воды с 0,8 до 2,4 л/минут происходит значительное снижение запыленности. Но после того, как в том конкретном случае проведения измерений, расход достиг 3,8 л/минут, 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 должна фильтроваться, чтобы грязь, содержащаяся в воде, не могла засорить систему мокрого пылеподавления.

6. При температуре воздуха, меньше 0°C , 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 5.3. 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 оmyвает 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 $0,5 - 1$ атм. ниже давления сжатого воздуха. Расход воды при бурении должен быть постоянным и составлять: для ручных перфораторов не менее 3 л в минуту. 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 5.3. 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 5.4. 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 тканевый 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.

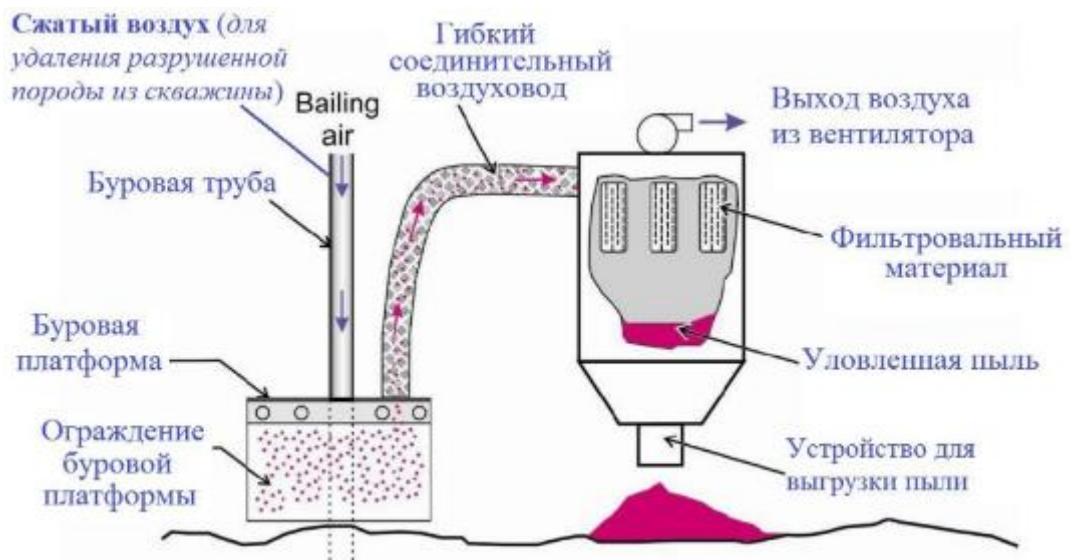


Рисунок 5.4. Схема пылеулавливающей установки

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

Нет данных.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо.

Экономика

Нет данных.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан. Экономическая эффективность открытых и подземных горных работ.

5.4.3. 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 устанавливаются 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 5.5 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 склонны «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.

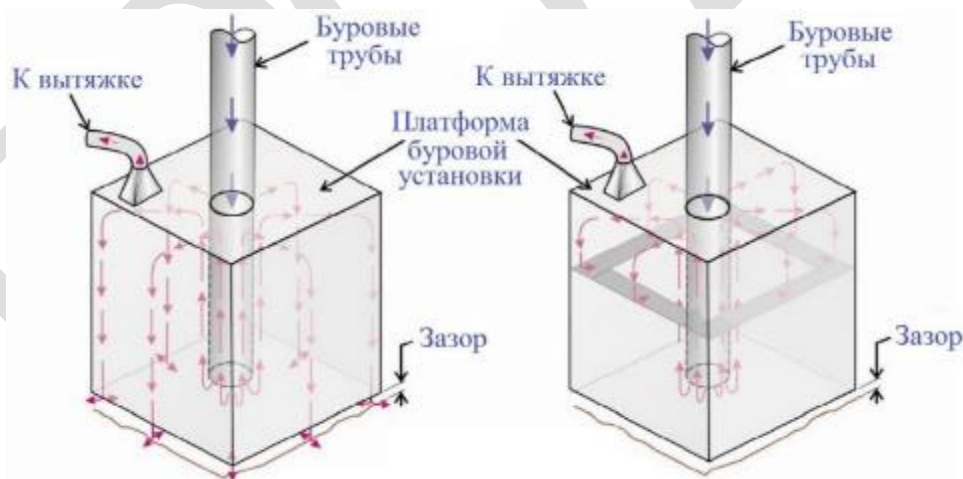


Рисунок 5.5. Модель движения воздушно-пылевой смеси в укрытии при использовании полок

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 5.5, справа). Такое изменение

направления движения загрязненного воздуха уменьшает его вытекание из-под укрытия наружу.



Рисунок 5.6. Отклоняющие пылевой поток полки в ограждении

На рисунке 5.6 показаны полки, установленные на буровой установке при проведении испытаний. Полки сделали из полос конвейерной ленты шириной 15 см и закреплены 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), закрывающая 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 Республики Казахстан.

5.4.4. Сокращение пылегазовыделения при взрывных работах за счет технологических, организационных и инженерно-технических мероприятий

Описание

Методы, техники или их совокупность для предотвращения неорганизованных выбросов при проведении взрывных работ.

Массовый взрыв при добыче хризотилового асбеста является мощным периодическим источником выброса в атмосферу большого количества пыли и газов. Вредные примеси выделяются в атмосферу в виде пылегазового облака. Часть вредных газов 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 карьера и в близлежащих поселках, являясь в дальнейшем источником пыления.

Техническое описание

Интенсивность пылегазообразования при ведении взрывных работ зависит от многих факторов, к основным из которых следует отнести физико-механические свойства горных пород и их обводненность, ассортимент применяемых ВВ, 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.

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);

использование зарядных машин с датчиками контроля подачи взрывчатых веществ;

использование естественной обводненности горных пород и взрывааемых скважин;

использование неэлектрических систем инициирования.

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 NO, диоксида азота NO₂ 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 нерациональным расходом энергии ВВ. Недоиспользование энергии взрыва сопровождается неполным сгоранием ВВ и образованием большого объема газов.

К этим мероприятиям относят:

на взрывание высоких уступов, как показала практика расконсервации юго-западного борта карьера «Мурунтау», ведет к уменьшению 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 горно-обогатительных комбинатах бассейна. Переход на 15–20 % количества окислов 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-метровыми уступами концентрация пыли снизилась в 1,3–1,4 раза.

применение взрывчатых веществ 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 взрывчатых веществ происходит значительно

меньшее загрязнение окружающей среды, чем при взрывании промышленных тротилосодержащих ВВ. Так, например, при взрыве 1 кг гранулотола 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 неубранную 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 5.1. 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 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-слюдистыми 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 тысяч м³, сетка скважин – 7х7 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 закончилась 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 минут – 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.

Данные программные комплексы позволяет 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 разрезе 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 разрезе назначено на 16 часов. В связи с этим использование только этого резерва должно уменьшить по предварительным подсчетам запыленность атмосферы разреза 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 газовой выделении 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 пылевыделения). Использование инертной забойки скважин не менее 16 %. Добавка различных нейтрализаторов в забоечный материал. К ним относятся известь-пушонка и неочищенная соль, обеспечивающие снижение образования ядовитых газов.

Инженерно-технические мероприятия включают:

орошение блока и зоны выпадения пыли водой или пылесмачивающими добавками для образования корки толщиной 20–30 мм. Это снижает выброс пыли на 25–30 % и высоту подъема пылегазового облака на 15–20 %;

применение пеногенераторов для покрытия поверхности блока и откосов;

подавление пыли с помощью гидрозавес, дальнеструйных установок и импульсного дождевания. Эффективность достигает 70–80 %;

искусственное проветривание для снижения концентрации вредных газов.

Гидрообеспыливание скважин:

внешняя гидрозабойка – укладка рукавов с водой над скважинами, сокращает концентрацию пыли на 20–30 %;

внутренняя гидрозабойка – ампулы с водой или гелем в скважине, снижает концентрацию пыли на 40–60 %;

комбинированная гидрозабойка – объединяет оба метода, эффективность до 89 %.

Дополнительно:

использование гидрогеля для внутренней гидрозабойки;

в зимний период – водные растворы NaCl и CaCl₂ для гидрозабойки;

рассеивание и удаление пыли вентиляционной струей с конденсацией влаги на частицах пыли;

механизация взрывных работ с использованием смесительно-зарядных машин;

использование неэлектрических систем инициирования для повышения надежности и управляемости взрыва.

Технические соображения, касающиеся применимости

Значительная часть техник общеприменима, внедрена и широко применяется практически на всех горнодобывающих предприятиях Казахстана. Могут использоваться как по отдельности, так и в совокупности. Масштабность и эффективность способов борьбы с пылевыведением связана с обеспечением ритмичной поставки необходимых жидкостей и химических реагентов на объект, а также наличием механизированных средств обработки поверхности взрываемых 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 Республики Казахстан.

5.5. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение неорганизованных выбросов при транспортировке, погрузочно-разгрузочных операциях и при приготовлении асбестоцементной суспензии

Описание

Методы или совокупность методов, применяемых для предотвращения неорганизованных выбросов в атмосферу при транспортировке сырья, а также при погрузочно-разгрузочных операциях и операциях дозирования асбестового волокна при приготовлении асбестоцементной суспензии.

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.

Методы или совокупность методов, применяемых для предотвращения неорганизованных выбросов в атмосферу при операциях дозирования асбестового волокна при приготовлении асбестоцементной суспензии.

оборудование мест разгрузки, перегрузки и дозирования асбестового волокна локальными аспирационными укрытиями с подключением к высокоэффективным системам пылеулавливания (рукавные фильтры, картриджные фильтры, НЕРА-фильтры), обеспечивающими улавливание мелкодисперсной асбестовой пыли;

максимальная герметизация технологической цепочки подачи асбеста от склада до смесительных емкостей, включая закрытые бункеры, кожухи дозаторов, ленточных транспортеров и загрузочных окон;

применение автоматизированных дозирующих систем (весовые дозаторы, шнековые и ленточные дозаторы закрытого типа), исключающих ручные операции и резкие сбросы материала;

организация загрузки асбестового волокна в дозатор через закрытые загрузочные камеры с гибкими компенсаторами, что снижает турбулентность воздуха и образование пылевых облаков;

использование предварительного увлажнения асбестового волокна (тонкодисперсное распыление воды или подача волокна во влажной среде) непосредственно перед или в момент дозирования, при сохранении технологических параметров суспензии;

перевод процесса смешивания асбеста, цемента и воды в полностью закрытые смесительные емкости, работающие под разрежением с аспирацией, исключающей выбросы в производственные помещения;

применение вакуумных или пневматических систем подачи асбеста закрытого типа с возвратом воздуха через фильтры тонкой очистки;

оснащение мест возможных неорганизованных выбросов (узлы загрузки ковшом, зоны пересыпки) стационарными или передвижными аспирационными зонтами;

внедрение регламентов плавной загрузки асбестового волокна (ограничение высоты падения, снижение скорости подачи), направленных на минимизацию вторичного пылеобразования;

регулярная очистка производственных помещений влажными методами, исключающими вторичное поднятие асбестовой пыли;

применение средств дистанционного управления и автоматизации, минимизирующих присутствие персонала в зонах потенциального пылеобразования;

проведение систематического производственного контроля концентраций асбестовой пыли в воздухе рабочей зоны и на границе санитарно-защитной зоны.

Достигнутые экологические выгоды

Использование перечисленных техник позволяет достигнуть значительного снижения выбросов в атмосферу пыли неорганической и уменьшить объемы выбросов окислов азота и оксида углерода CO.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Для предупреждения пылевыделения 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.

Мокрый способ рекомендуется применять в теплое время года с помощью поливомоечных машин, работающих в режиме мойки. На участках постоянных технологических автодорог со значительным водопритоклом рекомендуется использовать стационарный оросительный водопровод с автоматическим управлением электрострадвжками 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 операций по транспортировке 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 %.

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 пылевыведения 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 пылевыведений при транспортировании конвейерным транспортом является увлажнение сыпучих материалов до оптимальной влажности. Повысить эффективность орошения и увлажнения можно за счет применения растворов ПАВ, например, 0,025 %-ного раствора смачивателя «Прогресс», 0,3 %-го раствора полиакриламида, 0,5 %-го раствора ДБ и др. Увлажнение материалов до оптимальной влажности позволяет в десятки раз уменьшить интенсивность пылевыведения и предотвратить срыв пыли с поверхности транспортируемого материала даже при значительной относительной скорости воздушного потока (до 6,5 м/с).

Почти на всех разрезах 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 агрегат типа ДДН, применяемые в сельскохозяйственной дождевальная машине. При использовании гидромониторов с насадкой 25 мм, подключенных к водопроводной сети под давлением 4–8 атм 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.

На обогатительной фабрике ПАО «Гайский ГОК» в корпусе среднего и мелкого дробления внедрена установка дисперсионной системы пылеподавления (УДС). Принцип действия УДС основан на распылении воды под действием сжатого воздуха, благодаря чему возможно разбиение капли воды до минимально возможных размеров (от 1 мкм). Такой поток влаги представляет собой, по сути, плотный туман, который «прибивает» пыль, за счет чего концентрация ее в воздухе снижается на 50 %.

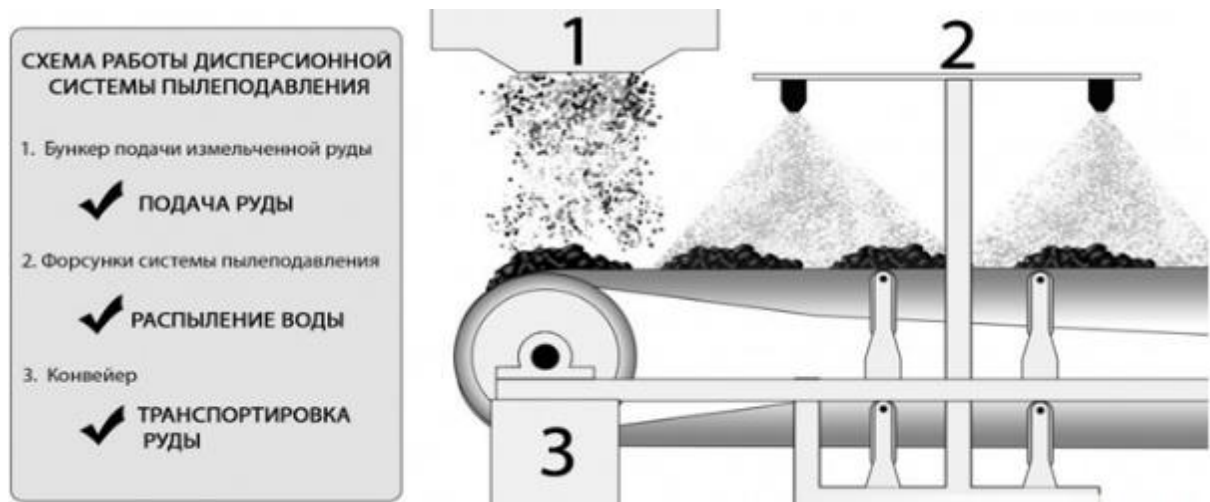


Рисунок 5.7. Установка дисперсионной системы пылеподавления (УДС)

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 360° в горизонтальной плоскости и на 120° в вертикальной. Для изменения параметров водяных струй гидромониторов предусмотрены сменные насадки диаметром от 40 до 60 мм. На разрезах, 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.

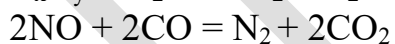
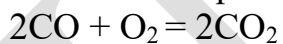
Увлажнение горной массы при перегрузке ее и при погрузке на складах осуществляется, как правило, с использованием стационарных оросительных установок. Для этого на территории склада имеются емкости для воды, установлены стационарно насосы, сеть трубопроводов и гидромониторы. Для снижения вредного влияния на окружающую среду открытые склады могут быть оборудованы защитными противопылевыми оградами.

Для снижения загрязнения атмосферы выхлопными газами автомобилей используется: нейтрализация выхлопных газов их термокаталитическим окислением, использование нетоксичных или малотоксичных антидетонирующих добавок к топливу, а для дизельных двигателей антидымных присадок, 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 двигателей внутреннего сгорания 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 загрязняющих веществ в отработанных газах.

Экологические показатели применения техник предотвращения неорганизованных выбросов при приготовлении асбестоцементной суспензии выражаются прежде всего в существенном снижении пылевой нагрузки на атмосферный воздух и воздух рабочей зоны. Герметизация узлов загрузки и дозирования асбестового волокна, автоматизация подачи сырья и подключение оборудования к локальным аспирационным системам позволяют локализовать источник пылеобразования в наиболее критичный момент — при перегрузке асбеста из тары или бункера в дозатор. Это обеспечивает устойчивое соблюдение нормативов по содержанию асбестовой пыли, а также снижает риск вторичного пылеобразования в производственных помещениях.

Дополнительный экологический эффект достигается за счет применения предварительного увлажнения асбестового волокна и ведения процесса смешивания асбеста, цемента и воды в полностью закрытых емкостях. Переход пылеобразующих операций в мокрую фазу практически исключает рассеянные выбросы, уменьшает осаждение пыли на строительных конструкциях и оборудовании и снижает вероятность ее повторного подъема в воздух. В совокупности это способствует сокращению воздействия на окружающую среду и повышению уровня экологической безопасности производства асбестоцементных изделий.

Эксплуатационные данные показывают, что применение данных техник требует оснащения производства автоматизированными дозирующими устройствами закрытого типа, локальными аспирационными системами с высокоэффективными фильтрами, а также герметичными смесительными установками, работающими под разрежением. Обязательным элементом эксплуатации является регулярное техническое обслуживание фильтров, контроль герметичности соединений и настройка режимов аспирации и увлажнения в зависимости от характеристик сырья.

Эксплуатационные затраты связаны преимущественно с энергопотреблением систем пылеулавливания, регламентной заменой фильтрующих элементов и обслуживанием средств автоматизации. Вместе с тем внедрение указанных техник позволяет снизить затраты на уборку помещений, уменьшить запыленность оборудования, сократить производственные простои и профессиональные риски для персонала, что в целом повышает эффективность и устойчивость технологического процесса.

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.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.6. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение неорганизованных выбросов при формировании отвалов и складировании

5.6.1. Рекультивация пылящих поверхностей

Описание

Озеленение пылящих поверхностей (откосов породных отвалов, терриконов) – посев трав и саженцев на неиспользуемых территориях с целью закрепления внешнего слоя пылящих поверхностей, сокращения площади неорганизованных источников пыления.

Техническое описание

Применение НДТ способствует защите пылящих поверхностей от ветровой эрозии, сокращению площади неорганизованных источников пыления.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли с откосов породных отвалов, терриконов.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

В 2020 году Северный горно-обогатительный комбинат 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. [33]

Кросс-медиа эффекты

Нет данных.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.6.2. 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

Нет данных.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо с учетом природно-климатических условий района расположения предприятия.

Экономика

Нет данных.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.6.3. 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.

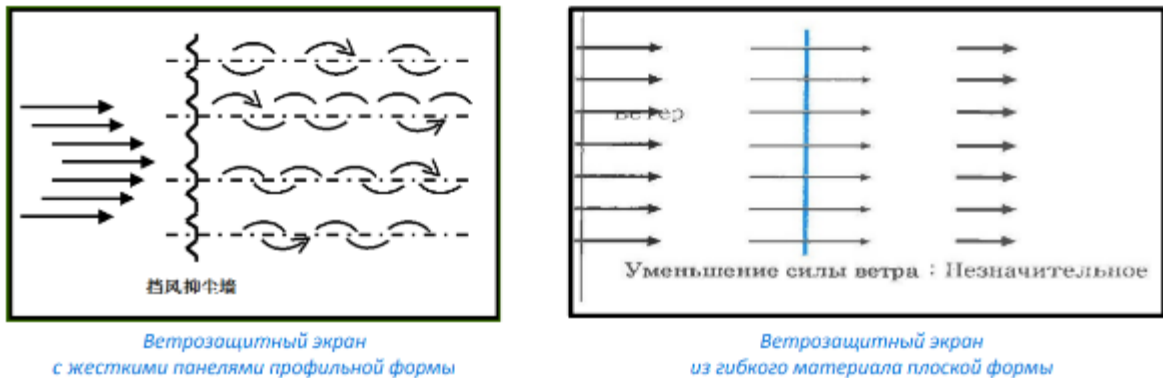


Рисунок 5.8. Ветрозащитные экраны

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. [34]

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». [35]

Кросс-медиа эффекты

Нет данных.

Технические соображения, касательно применимости

Общеприменимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.7. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов пыли от организованных источников выбросов

На предприятиях по добыче и обогащению хризотил-асбеста выделяется асбестовая пыль.

Поэтому необходимо применять современные методы очистки выбросов и снижения пыления, такие как:

использование камер гравитационного осаждения;

применение циклонов;

использование электрофильтров;

применение рукавных фильтров;

использование мокрых газоочистителей;

применение фильтров с импульсной очисткой;

установка ветровых экранов и барьеров для предотвращения распространения пыли.

Данные меры позволяют существенно снизить концентрацию асбестовой пыли на рабочих местах и в окружающей среде, минимизируя риск профессиональных заболеваний работников.

5.7.1. Применение камер гравитационного осаждения

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 5.30. Преимущество осадительной камеры – простота конструкции, малое гидравлическое сопротивление, отсутствие износа,

способность производить очистку газа при высоких запыленностях и температурах.

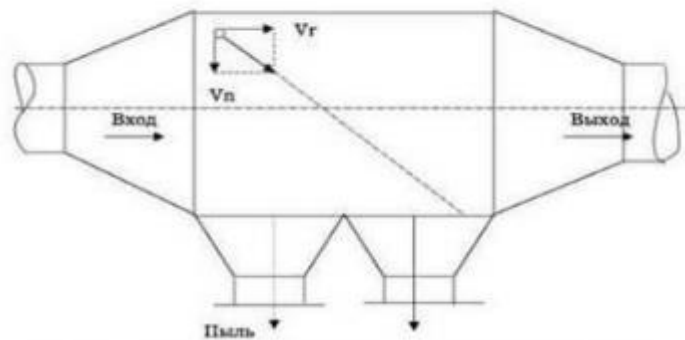


Рисунок 5.9. Схема горизонтальной осадительной системы

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 5.9). 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.

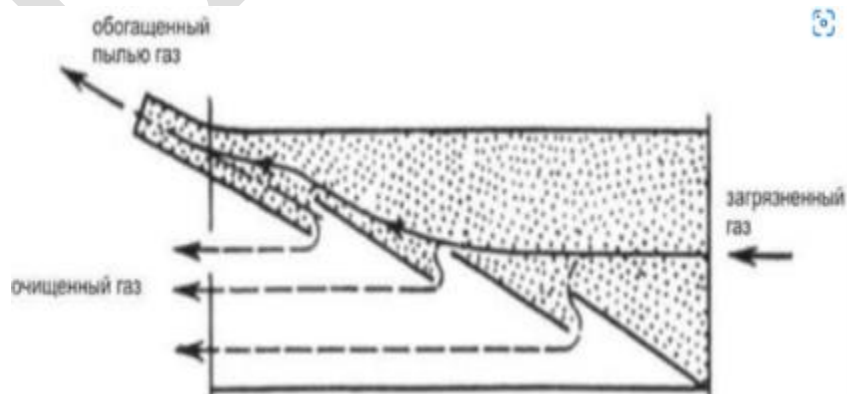


Рисунок 5.10. Жалюзийный пылеотделитель

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:

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

Нет данных.

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

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.7.2. Применение циклонов

Описание

Циклон, или инерционные вихревые системы аспирации 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).

Типоразмер циклона выбирают исходя из производительности с учетом оптимальной скорости в цилиндрической части циклона.

В зависимости от расхода очищаемого воздуха циклоны могут применяться в одиночном или 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 5.2. Параметры циклонов ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24

№ п/п	Параметры циклонов ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24	
1	2	3
1	Допустимая запыленность газа, г/м ³ :	
2	- для слабослипающейся пыли	Не более 1000
3	- для среднеслипающейся пыли	250
4	Температура очищаемого газа, °С	
5	Не более 400	
5	Максимальное давление (разрежение), кгс/м ² (кПа)	
6	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

При равных условиях запыленности на входе очистка циклона составляет не более 40–60 %. При сильно запыленном воздухе на входе для

обеспечения высокой эффективности очистки и уменьшения затрат на изготовление пылеулавливающего агрегата целесообразно применять два или три последовательно соединённых устройства с эффективностью каждого – (93–96 %).

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Степень улавливания частиц пыли размером 0,01–0,02 мм в циклонах представлена в Таблице 5.3.

Таблица 5.3. Эффективность очистки газа в циклоне

№ п/п	Дисперсность частиц	Теоретическая эффективность очистки
1	2	3
1	Более 20 μm	$\approx 99\%$
2	Более 10 μm	$\approx 95\%$
3	Более 5 μm	$\approx 80\%$

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 шнек 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 предприятии А циклоны ЦН 11 очищают воздух и газы от взвешенных частиц пыли, которая выделяется при сушке, а также в различных помольных и дробильных установках, при транспортировании сыпучих материалов, и летучей золы при сжигании топлива.

На объектах предприятия С используются циклоны ЦН на дробилках и грохотах.

Кросс-медиа эффекты

Увеличение количества отходов, если собранная пыль не может быть возвращена в процесс.

Технические соображения, касательно применимости

Инерционные вихревые аспирационные системы применяются на предприятиях, работающих с производственной пылью, поскольку они достаточно просты в обслуживании, не требуют значительных затрат на ремонт и ввод в эксплуатацию. В основном циклоны фильтруют частицы размером от 30 микрон, что не позволяет достигать эффективности очистки воздуха на уровне хотя бы 90 %. Тем не менее, с точки зрения соотношения «цена/качество», циклоны являются хорошим вариантом для малых предприятий, где необходимо снизить загрязнение воздуха пылью.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.7.3. Применение электрофильтров

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. 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

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 кВт). На практике электрофильтр разделен на ряд дискретных зон (обычно до пяти). Схема устройства электрофильтра показана на рисунке ниже.

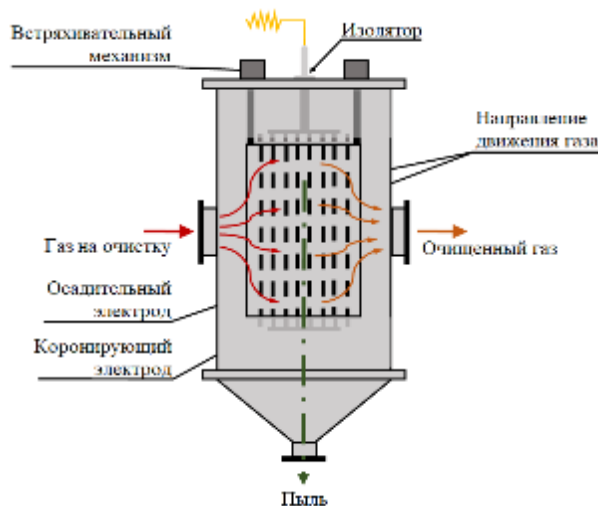


Рисунок 5.11. Схема устройства электрофильтра (показаны только две зоны)

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 автоматизированных систем управления, 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 газопроводов и наличие устройств распределения потока на входе электрофильтра необходимы для достижения однородности потока.

Электрофильтры ионной абразивной обработки обычно работают в диапазоне 100–150 кВт 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 5.4. Эффективность очистки и уровни выбросов, связанные с использованием электрофильтров

№ 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	2 мкм	>98,3	Очистка до	Очистка до <20 мг/Нм ³

			<20 мг/Нм ³	
3	5 мкм	>99,95	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации
4	>10 мкм	>99,95	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов пыли в атмосферу. Возможность рециркуляции (повторное использование уловленной пыли). Снижение нагрузки загрязняющих веществ, направляемых на следующие этапы очистки.

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;

в электрофильтрах улавливаются частицы размером от 0,01 мкм (вирусы, табачный дым) до десятков микрон.

В Качканарском горно-обогатительном комбинате (2008) (ОАО «Ванадий», входит в «Евраз Групп») завершена реализация инвестиционного экологического проекта по оснащению газоочистными установками двух действующих на предприятии комплексов по производству агломерата (сырья для изготовления чугуна). В цехе агломерации запущен 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 %.

Электрофильтры ЭГБ1М успешно эксплуатируются на предприятиях России, стран СНГ, Финляндии, Швеции, Ирландии. [36]

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 %. [36]

Электрофильтры широко применяются в странах по всему миру, особенно в странах СНГ, США, Китае, Австралия и др., к примеру, в России внедрены на Череповецком металлургическом заводе, в Китае Zhuji Kulun Environmental Technology Co., ltd, Kleanland, Xinhai, Yantai Jinpeng Mining Machinery с эффективностью очистки от пыли до 95–97 %.

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.

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 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.

5.7.4. Применение мокрых газоочистителей

Описание

Метод предусматривает использование мокрых газоочистителей (скрубберов), в которых собираемый материал смывается с контактных поверхностей с помощью жидкости, чаще всего воды. Для удаления капель жидкости перед выбросом очищенного газа устанавливаются специальные устройства, например, влагоуловители или конечные сухие поля.

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.

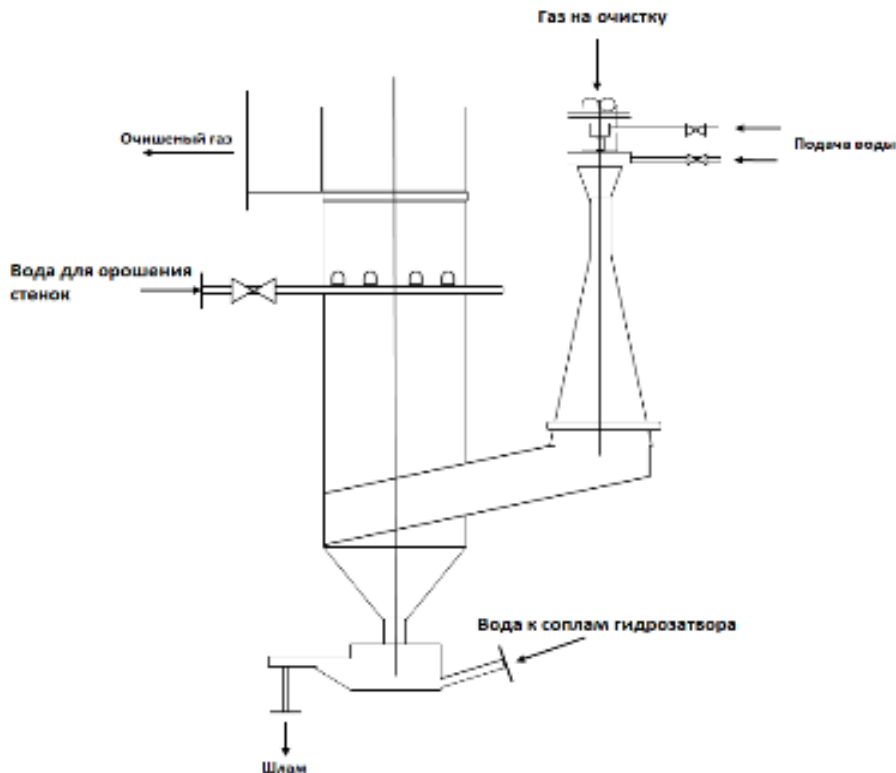


Рисунок 5.12. Радиальный мокрый скруббер

Мокрые скрубберы используются для охлаждения, насыщения и предварительной очистки газа, например, когда установлены перед мокрыми электрофильтрами. 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 включает трубу Вентури и прямоточный циклон.

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 пылях 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 %. [37]

Кросс-медиа эффекты

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. Скрубберы фильтруют частицы с диаметром от 0.5 микрон, что в 60 раз меньше, чем может фильтровать инерционная вихревая система аспирации. Благодаря мокрому способу очистки снижается взрыво- и пожароопасность на данных предприятиях, что приводит к более надежным и стабильным условиям труда.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.7.5. Применение рукавных фильтров

Описание

Очистка отходящих газов от пыли путем пропуска 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.

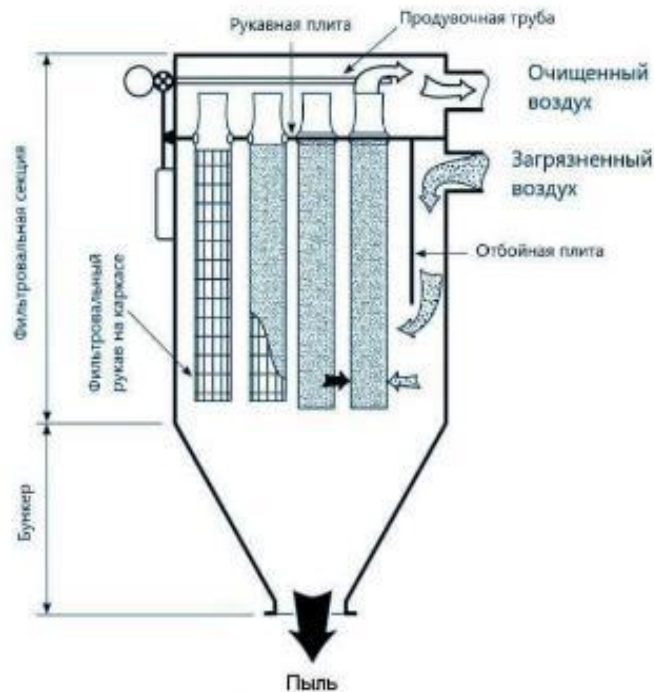


Рисунок 5.13. Конструкция рукавного фильтра

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. В таблице 5.5 представлены типы тканей, широко используемых при очистке.

Таблица 5.5. Сравнение различных систем рукавных фильтров

№ п/п	Параметр	Ед. изм.	Фильтр с импульсной очисткой	Мембранный фильтр из стекловолокна	Фильтр из стекловолокна
1	1	2	3	4	5
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.).

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, гидроокись кальция) к отходящему газу. Чрезмерный перегрев ткани сверх расчетных пределов может вызвать токсичные газообразные выбросы.

Необходимо отслеживать перепад давления для контроля механизма очистки.

Рукавные фильтры широко применяются в странах северной и южной Америки, Европы, Африки, Азии, Австралии, России. К примеру, в России внедрены на предприятиях ООО «Сибэлкон», ЗАО «Кондор-Эко», ПАО «Гайский ГОК», с эффективностью очистки от пыли до 95 %.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли. Удаление твердых частиц размером до 2,5 мкм.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Удаления определённых 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

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.7.6. 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 картриджей благодаря использованию плоских сопел Вентури специальной конструкции;

фильтрующий материал – нетканое иглопробивное волокно;

возможность обработки потоков с температурой до 200 градусов

Цельсия;

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.

Пример применения фильтров с импульсной очисткой: Китай, Россия, Австралия. К примеру, в Австралии внедрены на предприятиях «Vulga Coal», с эффективностью очистки от пыли 85 %.

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

Нет данных.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.8. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов СО от организованных источников выбросов

5.8.1. Методы снижения выбросов СО

Описание

НДТ для минимизации выбросов СО – это использование технологии полного сжигания, для которого нужна удачная конструкция печи, использование эффективного мониторинга и технологий управления процессами, а также профилактическое обслуживание системы сжигания топлива. Не только создание и поддержание условий сжигания, но и хорошо оптимизированная система снижения выбросов NOx, позволит поддерживать уровень выбросов СО ниже 100 мг/нм³.

Для этого применяются специализированные устройства и технологии, такие как котлы дожига оксида углерода (котлы СО) и катализаторы восстановления СО и NOx, которые обеспечивают дополнительное окисление СО и снижение его концентрации в отходящих газах.

Первичные меры по снижению выбросов СО:

- соответствующий оперативный контроль;
- постоянная подача жидкого топлива в печи;
- соответствующее перемешивание отходящих газов;
- каталитический дожиг;
- окисляющие катализаторы.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов СО. Выбросы на выходе из котла СО: <100 мг/Нм³. В случае обычного сжигания концентрация СО ниже 50 мг/Нм³ достижима при температурах выше 800 °С, при достаточной подаче воздуха и достаточном времени удерживания.

Кросс-медиа эффект

Нет дополнительных воздействий на окружающую среду.

Применимость

Технология общеприменима.

Экономика

Необходим расчет экономической эффективности внедрения техники в каждом конкретном случае.

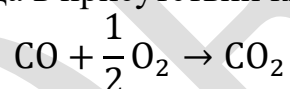
Эффект от внедрения

Снижение выбросов.

5.8.2. Каталитическое окисление оксида углерода

Описание

Каталитическое окисление СО — это метод очистки отходящих газов, основанный на гетерогенной каталитической реакции окисления оксида углерода до диоксида углерода в присутствии кислорода воздуха:



Техника применяется для снижения концентраций СО в отходящих газах организованных источников выбросов, образующихся в результате неполного сгорания топлива при сушке минерального сырья, в том числе хризотил-асбеста.

Метод не направлен на улавливание загрязняющего вещества, а обеспечивает его химическое превращение в менее токсичное соединение (СО₂) без образования вторичных твёрдых отходов.

Техническое описание

Каталитическое окисление СО осуществляется в специализированном каталитическом реакторе, устанавливаемом на тракте отходящих газов после стадии предварительной пылеочистки. Газовый поток, содержащий оксид углерода и остаточный кислород, проходит через слой или модуль катализатора, в котором при пониженной по сравнению с термическим дожигом температуре протекает реакция окисления СО до СО₂.

В качестве катализаторов применяются благороднометалльные системы на основе платины и палладия либо оксидные композиции (марганец–медь, кобальт–марганец), устойчивые к рабочим температурам и составу газов сушильных установок. Конструкция реактора обеспечивает равномерное распределение газового потока по поверхности катализатора, минимальные гидравлические потери и стабильность температурного режима. Технология не требует подвода дополнительного топлива или реагентов и

использует кислород, содержащийся в отходящих газах, что делает её энергетически и технологически рациональной для предприятий ГМК.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов CO.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

С экологической точки зрения каталитическое окисление CO обеспечивает высокую степень снижения концентраций угарного газа в отходящих газах сушильных установок, как правило на уровне 90–98 %, что позволяет достигать нормативных значений выбросов при стабильной эксплуатации оборудования. Процесс не сопровождается образованием сточных вод, твёрдых отходов или вторичных загрязняющих веществ, а продукт реакции — диоксид углерода — является естественным компонентом дымовых газов. Эксплуатация каталитической установки характеризуется низкими удельными затратами энергии, обусловленными лишь дополнительным аэродинамическим сопротивлением газотока, а срок службы катализатора при эффективной пылеочистке может составлять несколько лет. Отсутствие открытого пламени и высокая устойчивость процесса обеспечивают безопасную и надёжную работу оборудования в условиях непрерывного промышленного производства.

Кросс-медиа-эффекты

Применение каталитического окисления CO не оказывает отрицательного воздействия на другие компоненты окружающей среды, поскольку технология ориентирована исключительно на газовую фазу и не связана с образованием жидких или твёрдых отходов. Водные ресурсы и почвенный покров не подвергаются дополнительной нагрузке, а влияние на энергопотребление предприятия ограничивается незначительным увеличением сопротивления газового тракта. С точки зрения промышленной безопасности технология способствует снижению рисков, связанных с выбросами угарного газа, и повышает устойчивость технологического режима сушки. В совокупности это позволяет рассматривать каталитическое окисление CO как экологически и технически сбалансированное решение, соответствующее принципам наилучших доступных техник для процессов сушки минерального сырья, включая хризотил-асбест.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов CO.

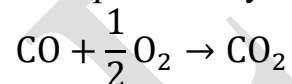
5.8.3. Термическое окисление с утилизацией тепла (RTO / recuperative oxidizer)

Описание

Термический дожиг с рекуперацией тепла представляет собой технологию очистки отходящих газов, основанную на полном высокотемпературном окислении продуктов неполного сгорания топлива, прежде всего оксида углерода, с последующим использованием тепловой энергии очищенных газов в технологическом процессе. В условиях сушки хризотил-асбеста данная техника применяется для обработки организованных выбросов, формирующихся при нестабильных режимах работы теплогенераторов и сушильных агрегатов, когда концентрации CO превышают нормативные значения. В отличие от простого термического дожига, рекуперативная схема позволяет существенно снизить удельные энергозатраты за счёт возврата тепла очищенных газов в процесс сушки или подогрева исходного газового потока.

Техническое описание

Термический дожиг осуществляется в специально спроектированной камере окисления, в которой отходящие газы нагреваются до температур, как правило, 800–1000 °С, обеспечивающих полное протекание реакции окисления CO в присутствии кислорода воздуха:



Для достижения требуемой температуры в камеру дожигания подаётся дополнительное топливо, чаще всего природный газ, а конструкция камеры обеспечивает необходимое время пребывания газов в зоне высоких температур (обычно не менее 0,5–1,0 с). После завершения реакции очищенные газы направляются в рекуперативный теплообменник, где их тепловая энергия передаётся входящему газовому потоку или используется для подогрева воздуха, подаваемого в сушильную установку. В случае сушки хризотил-асбеста данная схема позволяет компенсировать часть тепловых потерь и снизить расход основного топлива сушильного агрегата. Перед подачей газов в камеру дожигания обязательной является эффективная пылеочистка, поскольку высокая запылённость характерная для асбестовых производств может привести к отложениям и повреждению футеровки оборудования.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов CO.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

С экологической точки зрения термический дожиг с рекуперацией обеспечивает практически полное окисление оксида углерода, с эффективностью, близкой к 99 %, что позволяет стабильно достигать нормативных показателей выбросов CO даже при резких колебаниях его концентрации на входе. Продуктом реакции является диоксид углерода, концентрация которого в отходящих газах возрастает, однако суммарное негативное воздействие на атмосферный воздух снижается за счёт устранения высокотоксичного CO. Эксплуатационно данная технология характеризуется

повышенными капитальными и энергетическими затратами по сравнению с каталитическим окислением, однако наличие системы рекуперации тепла позволяет снизить удельный расход топлива и частично компенсировать дополнительные энергозатраты. Оборудование отличается высокой надёжностью и устойчивостью к изменениям состава газа, что делает его применимым для процессов сушки с неустойчивыми режимами горения.

Кросс-медиа-эффекты

Применение термического дожига с рекуперацией тепла оказывает влияние преимущественно на атмосферный воздух и энергетический баланс предприятия, не создавая дополнительной нагрузки на водные ресурсы и почвенный покров, поскольку процесс не связан с образованием сточных вод или твёрдых отходов. В то же время высокотемпературный режим работы камеры дожигания может приводить к образованию оксидов азота, что требует контроля температурного режима и оптимизации подачи воздуха. С точки зрения энергопотребления технология обладает двойственным эффектом: с одной стороны, увеличивается расход топлива на дожиг, с другой — за счёт рекуперации достигается общее снижение тепловых потерь в системе сушки. В совокупности это позволяет рассматривать термический дожиг с рекуперацией как эффективную, но энергетически и капиталоемкую технику, применимую на предприятиях по добыче и переработке хризотил-асбеста преимущественно в случаях высоких или нестабильных выбросов CO.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов CO.

5.9. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов NO_x от организованных источников выбросов

5.9.1. Первичные методы снижения выбросов NO_x на источнике: низкоэмиссионные горелки, стадированное горение и рециркуляция дымовых газов

Описание

Методы сокращения оксидов азота (NO_x) при сушке хризотил-асбеста включают комплекс первичных мер, направленных на предотвращение их образования непосредственно на источнике выбросов. К числу наиболее эффективных относятся низкоэмиссионные горелки, рециркуляция отходящих газов (FGR) и стадированное (ступенчатое) горение.

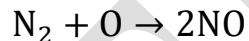
Низкоэмиссионные горелки обеспечивают поэтапное и равномерное смешение топлива с воздухом, снижая пиковые температуры факела и ограничивая концентрацию кислорода в зоне интенсивного горения. Стадированное горение дополняет этот эффект, формируя зоны с постепенной

подачей топлива и воздуха, что позволяет снизить образование термического NO_x и одновременно минимизировать концентрации CO . Рециркуляция отходящих газов позволяет частично возвращать уже очищенные, остывшие газы обратно в камеру горения, разбавляя кислород и снижая температуру факела, что дополнительно снижает образование NO_x без увеличения расхода топлива.

Все три метода направлены на предупреждение образования загрязняющего вещества, что делает их высокоэффективными первичными мерами НДТ для сушильных установок хризотил-асбеста.

Достигнутые экологические выгоды

Низкоэмиссионная горелка построена на принципе поэтапного сгорания топлива. В центральной зоне происходит частичное сгорание при ограниченном доступе кислорода, что снижает температуру факела до диапазона 1 100–1 300 °С, при котором скорость образования термического NO_x уменьшается. Реакция окисления азота может быть представлена как:



Снижая концентрацию атомарного кислорода (O) и температуру, мы резко уменьшаем скорость этой реакции. Дальнейшие зоны горелки обеспечивают подачу дополнительного воздуха и завершение сгорания топлива, минимизируя образование CO .

Стадированное горение реализуется за счёт конструкции горелок и камеры сгорания, разделяя процесс на несколько зон: первая зона с низкой температурой и ограниченным кислородом, вторая — с постепенным добавлением воздуха и топлива для полного сгорания. Это позволяет контролировать термическое поле и снизить образование NO_x , одновременно поддерживая стабильный режим сушки.

Рециркуляция отходящих газов (FGR) заключается в частичной подаче очищенных дымовых газов обратно в камеру горения. Это уменьшает концентрацию кислорода в факеле и снижает температуру, обеспечивая дополнительное сокращение NO_x . Обычно рециркулируется 10–30 % газового потока в зависимости от конструкции сушильной установки и типа топлива.

Интеграция всех трёх методов обеспечивает синергетический эффект: низкоэмиссионные горелки и стадированное горение снижают образование NO_x на стадии основного сгорания, а FGR дополнительно снижает температуру и разбавляет кислород, что позволяет достигать значительной экологической эффективности.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение этих мер позволяет снизить выбросы NO_x в отходящих газах на 30–60 %, при этом также уменьшается концентрация CO . Эффективность напрямую зависит от точного соблюдения режимов подачи топлива и воздуха, равномерного распределения температур и стабильной работы рециркуляционной линии.

Эксплуатационные характеристики включают:

долговечность горелок и систем рециркуляции при надлежащей очистке газа от пыли;

низкие энергозатраты, так как FGR не требует дополнительного топлива, а стадированное горение оптимизирует процесс сгорания;

возможность работы с природным газом, жидким топливом или легкими углями, однако для асбеста предпочтительно использовать газ, что минимизирует топливное NO_x .

Кросс-медиа эффекты

Применение низкоэмиссионных горелок, FGR и стадированного горения оказывает влияние исключительно на атмосферный воздух, не создавая отходов или сточных вод. Поскольку методы направлены на регулирование процессов горения, они не затрагивают почву и водные объекты. Энергетические затраты минимальны: FGR снижает тепловые потери, а стадированное сгорание и низкоэмиссионные горелки оптимизируют расход топлива.

С точки зрения промышленной безопасности, методы повышают устойчивость технологического процесса: снижаются локальные перегревы, уменьшается риск выбросов токсичного CO и термически активного NO_x . В совокупности это делает систему экологически сбалансированной, энергоэффективной и технологически реализуемой для сушильных установок хризотил-асбеста.

Применимость

Применимо

Ретрофиттинг существующих установок

По сравнению с обычными горелками, обычные горелки с низким и сверхнизким выбросом NO_x одинаковой тепловой мощности, как правило, растягивают длину пламени до 50 % и диаметр пламени до 30–50 %. Им также требуется больше места (внутренняя и внешняя площадь и объем) для установки по мере увеличения их территории вследствие наличия топливных инжекторов и/или включения устройств рециркуляции печного газа в плитку горелки и за ее пределами. В итоге они обычно обеспечивают более низкие пределы функциональности (потенциальная пригодность «неполная загрузка») между самой высокой и самой низкой доступной скоростью сжигания для данных условий эксплуатации, что повышает эксплуатационные ограничения и потенциальные проблемы безопасности.

Поэтому некоторые старые обогреватели оснащены большими горелками высокой интенсивности, которые не могут быть легко переоборудованы новыми горелками с низким выбросом NO_x . Другим примером является модернизация двухтопливных горелок, теоретически способных работать на 100 % газовом топливе, но с практическим ограничением максимального количества газа из-за ограничений температуры обшивки труб в секции первичного и вторичного пароперегревателя.

Модернизация горелок с низким выбросом NO_x в целом возможна, но

будет зависеть от конкретных условий на месте (таких как конструкция печи и окружающая среда). Тем не менее, в некоторых конкретных случаях это может привести к существенному изменению технической интеграции печи в блок или к изменению печи.

Некоторые современные горелки были специально разработаны для модернизации существующих установок и могут быть очень хорошо адаптированы для модернизации нагревателей, работающих на газе. Они извлекают выгоду из передового моделирования вычислительной гидродинамики (CFD) и демонстрируют более высокую компактность, связанную с улучшенной возможностью отключения.

Пределные условия для конкретного топлива

Применимость современных газовых горелок со сверхнизким выбросом NO_x ограничена топливными газами, имеющими небольшое количество компонентов тяжелее пропана и низкое содержание олефинов. Производительность NO_x с горелками со сверхнизким выбросом NO_x (ГСНВА) более чувствительна к избытку кислорода. Таким образом, эта производительность будет зависеть от осуществимости и надежности контроля концентрации кислорода в топке.

Существует множество примеров применения на крупных предприятиях мира. В компании PreemLysekil (SE) горелки с низким выбросом NO_x используются в 16 из 21 печей и котлов. На заводе Shell в Гетеборге (SE) 85 % печей оснащены горелками с низким выбросом NO_x . [38], [39]

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Эффект от внедрения

Сокращение выбросов NO_x и CO .

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов NO_x .

5.9.2. Использование горелок с низким образованием NO_x (LNB)

Описание

Техника снижения выбросов оксидов азота основана на использовании горелок с низким образованием NO_x (LNB). Принцип работы включает: снижение пиковых температур пламени, задержку, но завершение сжигания топлива, а также увеличение теплопередачи за счет повышенной излучательной способности пламени. Это может быть достигнуто за счет измененной конструкции камеры сгорания установки.

Горелки со сверхнизким образованием NO_x (ULNB) дополнительно включают стадию сжигания (воздух/топливо) и рециркуляцию отходящих газов для дальнейшего снижения выбросов NO_x . Применение LNB обычно сопровождается небольшой корректировкой параметров процесса, при этом позволяет значительно снизить выбросы оксидов азота.

Достигнутые экологические выгоды

Использование горелок с низким образованием NO_x позволяет существенно сократить образование NO_x на стадии горения топлива, снижая общий выброс в атмосферу.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Процесс требует контроля температуры пламени, подачи топлива и воздуха для обеспечения стабильного снижения выбросов NO_x .

Применимость

Метод может применяться для промышленных установок с зоной горения. При внедрении LNB следует учитывать конструкцию камеры сгорания и конфигурацию факела для сохранения эффективного теплообмена и снижения пиковых температур.

Применение ULNB требует наличия возможности рециркуляции дымовых газов и контроля параметров горения.

Экономика

Внедрение горелок с низким образованием NO_x обычно связано с более высокой капитальной стоимостью по сравнению с обычными горелками, однако снижение выбросов NO_x может компенсировать затраты в долгосрочной перспективе.

Эффект от внедрения

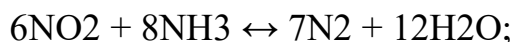
Снижение выбросов NO_x при сжигании топлива на промышленных установках за счет оптимизации температуры пламени, состава факела и рециркуляции отходящих газов.

5.9.3. Меры по борьбе с загрязнением оксидами азота. Селективное каталитическое восстановление (СКВ)

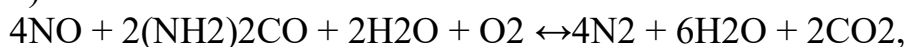
Описание

Сухое подавление является перспективным методом нейтрализации NO_x , но его применение не всегда экономически обосновано: затраты на реконструкцию действующей газовой турбины сопоставимы с половиной стоимости новой турбины. Таким образом, СКВ является более универсальным способом снижения выбросов ГПА. Восстановитель впрыскивается в поток отходящих газов на входе в катализатор. Преобразование NO_x происходит на поверхности катализатора путем одной из следующих основных реакций:

1) с аммиаком в качестве восстановителя:



2) с мочевиной в качестве восстановителя:



Скорость подачи и расход восстановительного реагента определяются концентрацией NO_x на входе и выходе системы очистки. В качестве

катализаторов для СКВ-установок применяются катализаторы в формесотовых керамических блоках и пластинчатых элементах. Наибольшее распространение получили сотовые керамические катализаторы. В основном эти катализаторы производятся экструзией однородной катализаторной массы, каналы имеют квадратное сечение различных размеров. Благодаря использованию катализаторов в процессе очистки уменьшается расход реагента, значительно снижается температура нейтрализации оксидов азота, и при этом эффективность очистки превышает 90 %. При установке СКВ после ГПА важно не только правильно подобрать реагент и катализатор, но и соблюсти следующие технические условия:

- определить экономическую целесообразность;
- снизить температуру выхлопных газов разбавлением воздухом или использовать катализатор для высоких температур;
- обеспечить равномерное распределение температуры, концентрации паров реагента и NO_x в момент попадания газового потока на каталитические блоки;
- обеспечить минимальное противодавление в системе.

Только в случае одновременного выполнения трех вышеуказанных условий система СКВ будет эффективным решением для нейтрализации оксидов азота.

Достигнутые экологические выгоды

В зависимости от значения концентрации оксида азота (NO_x) на входе, на выходе его концентрация снижается до 20–250 мг/Нм³ (при содержании кислорода (O_2) 3 %). При этом выбросы сокращаются до 80–90 %. Например, при таком подходе установка мощностью 1,65 млн т/год сокращает выбросы примерно на 300 тонн оксида азота (NO_x) в год (расчет основан на среднем значении при входе 450 мг/Нм³ и выходе 50 мг/Нм³ при расходе отходящих газов $0,7 \times 10^9$ Нм³/год).

Большинство систем СКВ работают в секторе добычи углеводородов с применением катализатора для окисления угарного газа (CO), который распределяется по всей установке и обеспечивает переработку 95 % CO в CO_2 . В системах СКВ, не оснащенных катализатором окисления CO , диоксид углерода CO_2 образуется в меньшем количестве, только если оксид углерода (CO) вступает в реакцию с оксидом азота (NO) с образованием молекулярного азота.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Метод СКВ, применяемый при низких расчетных нагрузках, а также тщательное предварительное обеспыливание поступающего газа помогают продлить срок службы катализатора. Необходимо проанализировать распределение частиц по размерам и состав поступающих отходящих газов в реактор СКВ, чтобы предугадать возможность загрязнения высоким содержанием частиц и/или загрязнения мелкими частицами, происходящих под воздействием термофоретических сил. При необходимости может

потребуется установка оборудования для предотвращения образования взвешенных частиц, такого как воздухоудовки.

Применимость

Реактор СКВ чаще всего требует наличие новых котлов-утилизаторов (с полным сжиганием) и котлов дожига угарного газа (СО) (с неполным сжиганием). Предпочтительно, чтобы установка сокращения концентрации NO_x была встроена в котел-утилизатор. Реактор СКВ использует окисляющие реагенты, поэтому не рекомендуется им пользоваться перед эксплуатацией котла дожига угарного газа (СО) (с неполным сжиганием).

Поскольку катализатор в реакторе СКВ потенциально загрязнен частицами потока отходящих газов, требуется предварительная фильтрация.

Эффект от внедрения

Сокращение выбросов NO_x .

5.10. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов SO_2 от организованных источников выбросов

5.10.1. 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 SO_2 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 CaSO_4 , Na_2SO_4). Простейшее обогащение угля – удаление колчеданной серы сепарацией. В этом методе используется разница в плотности угля и колчеданной серы ($\rho_{\text{FeS}}=5 \text{ т/м}^3$, $\rho \text{ угля}=2 \text{ т/м}^3$). Для отделения колчеданной и органической серы используется метод гидротермического обессеривания. В этом случае измельченное топливо обрабатывается в автоклавах при температуре $300 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 1,7 Мпа щелочными растворами KOH , NaOH . Снижение серы в твердом топливе можно осуществить методом газификации или пиролиза твёрдого топлива. Основное количество серы окажется связанным в коксовом остатке [40].

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов SO_2 .

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 SO_2 .

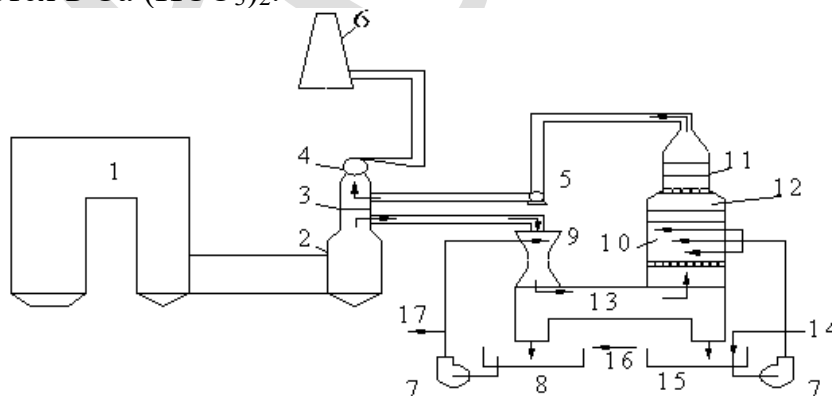
5.10.2. Использование мокрого скруббера

Описание

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 5.14), 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 $Ca(OH)_2$ и затем довольно быстро при взаимодействии с CO_2 превращается в $Ca(HCO_3)_2$.



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 5.14. Схема установки для очистки продуктов сгорания от SO_2 известняковым методом

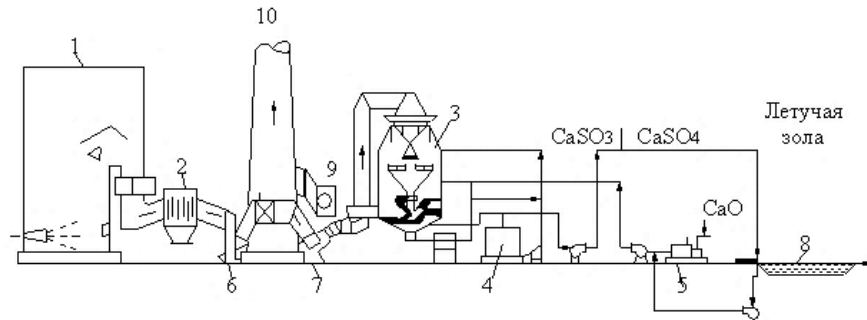
Медленной стадией процесса является также и реакция растворения CaCO_3 с переходом в $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Так как ее скорость зависит от поверхности частиц CaCO_3 , то их дисперсность должна быть высока. Согласно опытным данным оптимальным является помол известняка 75 – 150 мкм, при концентрации 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 рН 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 рН образуется слабо растворимый $\text{CaSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, выпадающий в виде шлама. При очень низких рН образуется твердый слой отложений сульфата кальция. Поэтому при эксплуатации очистных установок значение рН держат около 6, хотя известно, что при повышении рН 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 5.15. 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 % [41].

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.

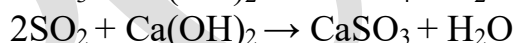
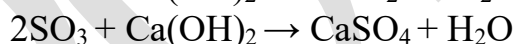
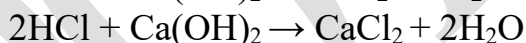
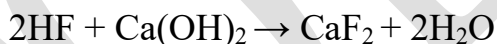
5.10.3. Использование распылительной сушилки-скруббера с впрыскиванием сухого сорбента (известняка)

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 SO₂) 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. $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 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 воздуховод 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 инжекции 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 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 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 5.6 приведены эксплуатационные затраты для сухой и мокрой технологии очистки газообразных выбросов.

Таблица 5.6. Эксплуатационные затраты для сухой и мокрой технологии очистки газообразных выбросов [42].

№ п/п	Наименование	«мокрая»	«полусухая»
1	2	3	4
1	Расход сжатого воздуха, $\text{нм}^3/\text{ч}$	60	720 – 1160
2	Расход сорбента, т/ч	3 – 4 (CaCO_3 , 97% чистоты)	2,85 – 3 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, 100% активный агент)
3	Расход воды, $\text{м}^3/\text{ч}$	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.

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 % [43].

Кросс-медиа эффекты

Вследствие впрыскивания сорбента в газопоток 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.

5.10.4. 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 четырёх 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 очищается от брызг и тумана серной кислоты с помощью фильтров-туманоуловителей.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов SO_2 .

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 SO_2 на входе перед контактными 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.

5.10.5. 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

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в атмосферный воздух. Экологическое законодательство. Экономические выгоды.

5.11. НДТ, направленные на предотвращение и снижение сбросов карьерных вод

5.11.1. Управление водным балансом горнодобывающего предприятия

Предприятия горнодобывающей промышленности относятся к числу производств, которые загрязняют окружающую среду карьерными водами. В результате их работы происходит истощение запасов подземных вод в ходе осушения и эксплуатации месторождений, а также загрязнение поверхностных вод.

В данном разделе описаны техники, методы и/или совокупность методов, применяемых для снижения и предотвращения сбросов карьерных 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 карьерных 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 карьерных вод;

- использование локальных систем очистки.

Достигнутые экологические выгоды

- Снижение объемов водопотребления на технологические нужды.

- Рациональное использование водных ресурсов.

- Снижение количества энергоресурсов, используемых для выдачи карьерных вод.

- Снижение количества химических реагентов, используемых для дальнейшей очистки карьерных вод.

- Сокращение объемов или полное исключение сброса карьерных 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 водопитоком карьерных вод,

водопотреблением и водоотведением технологических процессов и операций по добыче и обогащению полезных ископаемых, предусматривает:

перспективный водоприток 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 карьерных 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 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.

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 карьерных вод.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Рациональное использование водных ресурсов. Снижение объемов сбросов карьерных вод и загрязняющих веществ.

5.11.2. Снижение водоотлива карьерных вод

Описание

Поступление воды в выработки характеризуют водопритоком. Общий водоприток складывается из притока подземных и поверхностных вод, а также атмосферных осадков.

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 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 карьерных вод в процессе откачки.

Достигнутые экологические выгоды

Рациональное использование водных ресурсов.

Сокращение объемов карьерных вод.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В горной практике для осушения карьерных 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, каналы (в том числе, закрытые) и т.п.

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 карьерных вод и загрязняющих веществ.

5.11.3. 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 карьерных и 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 карьерных вод;

очистку поверхностного стока с нарушенных и загрязненных участков территории с повторным использованием очищенных карьерных вод на технологические нужды;

организацию ливнеотоков, 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 карьерных вод с территории породных отвалов угледобывающих предприятий;

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Техника предусматривает управление ливневыми и карьерными водами территории наземной инфраструктуры горнодобывающего предприятия с учетом особенности размещения предприятия и его специфики с целью сведения к минимуму попадания ливневых и карьерных вод на загрязнённые участки, отделения чистой воды от загрязнённой, предотвращения эрозии незащищённых 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 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 карьерных, сточных вод и загрязняющих веществ.

5.11.4. Применение современных методов очистки карьерных вод

Применение эффективных методов очистки карьерных вод с целью снижения уровня загрязнения карьерных вод веществами, содержащимися в горной массе.

Выбор технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку карьерных вод, определяется составом карьерных 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 карьерных 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.

5.11.4.1. Осветление и отстаивание карьерных вод

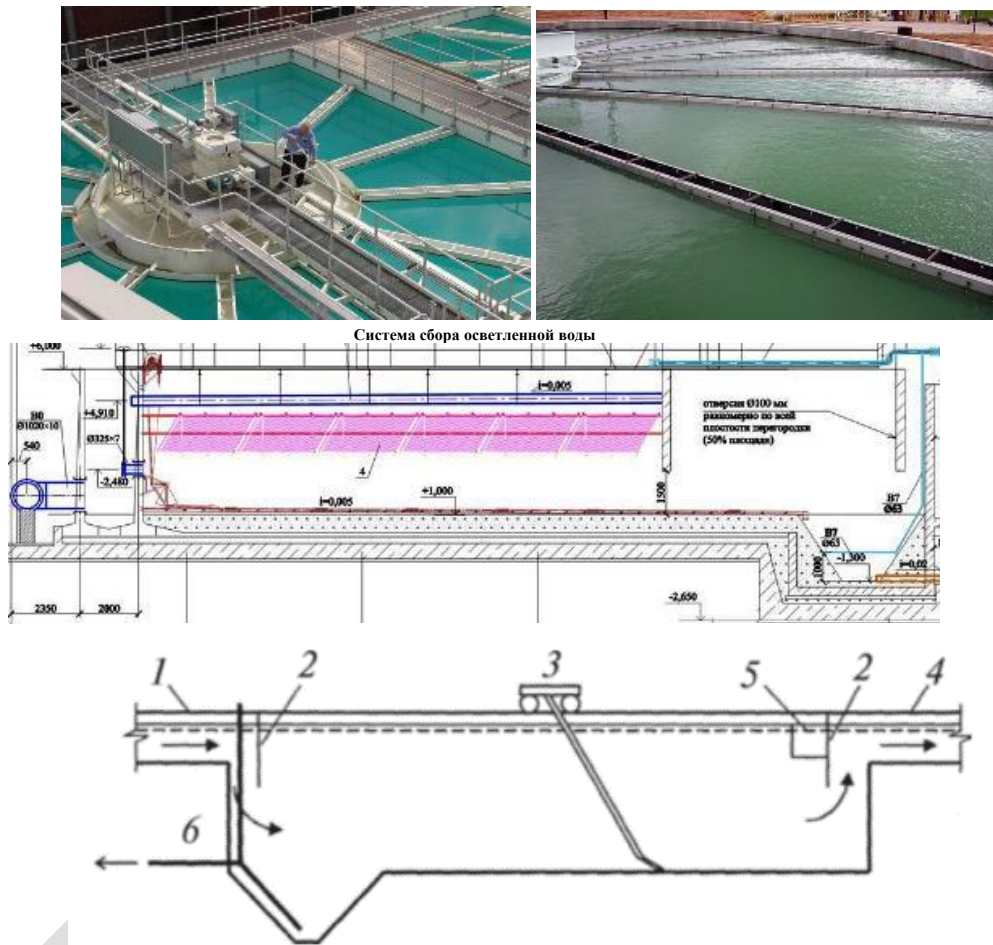
Описание

Отстаивание является наиболее простым и часто применяемым в практике способом выделения из карьерных вод грубодисперсных примесей, которые под действием гравитационной силы оседают на дно отстойника или всплывают на его поверхность. Осветлённые карьерные воды в результате их отстаивания далее направляются на последующие стадии очистки для удаления мелкодисперсных и растворённых загрязняющих веществ.

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 вод в течение 6–24 часов позволяет удалить из карьерных вод до 95 % взвешенных веществ. Отстойники бывают горизонтальные и вертикальные. В горизонтальных отстойниках поток карьерных 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 5.16 представлен горизонтальный отстойник.



- 1 — подводящий лоток; 2 — полупогружная доска; 3 — скребковая тележка; 4 — отводящий лоток; 5 — жиросборный лоток; 6 — удаление осадка

Рисунок 5.16. 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 5.17 представлен тип вертикального отстойника

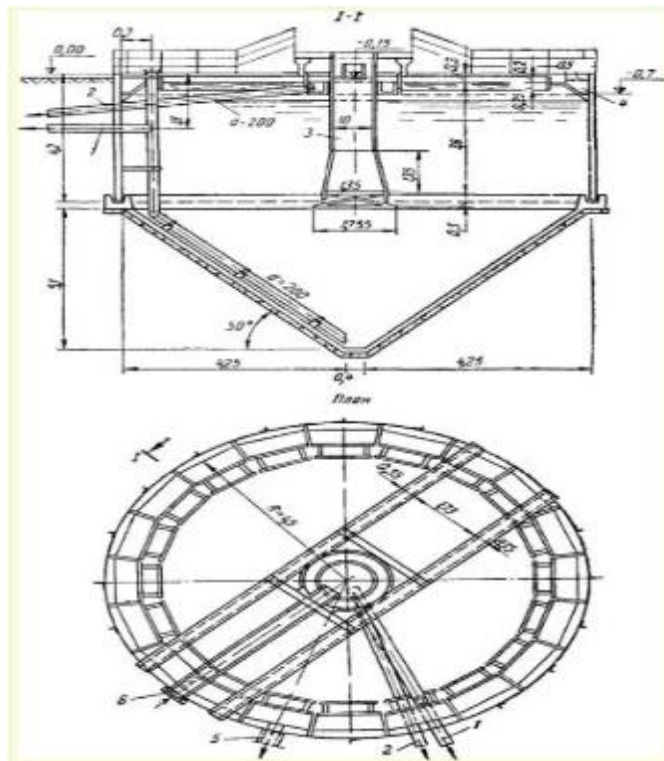


Рисунок 5.17. Конструкция вертикального отстойника

Преимуществами механического фильтрования являются простота аппаратного оформления, эффективная очистка от взвешенных частиц. Недостатком механического фильтрования является то, что при механической фильтрации их карьерных 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 % [44].

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.

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

Метод является общеприменимым для предприятий, осуществляющих очистку карьерных вод. Аналогичный процесс осветления и отстаивания карьерных вод под действием гравитационной силы происходит в гидротехнических сооружениях (прудах-накопителях), после чего осветлённая карьерная вода при необходимости направляется на дальнейшие стадии очистки.

Экономика

Основные факторы, влияющие на цену очистных сооружений:
 требования к качеству очищенной воды и качественный состав загрязнённых карьерных вод;
 уровень автоматизации;
 производительность очистных сооружений.

Движущая сила внедрения

Снижение сбросов взвешенных веществ в карьерных водах.

5.11.4.2. Фильтрация

Описание

Фильтрация представляет собой отделение твердых частиц от карьерных 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 карьерных 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 жидкие стоки подаются на фильтрацию под действием гравитации.

Песчаные фильтры предназначены для механического удаления взвешенных твердых частиц или полутвердых материалов, например осадков или гидроксидов металлов. Очистка жидких стоков 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.

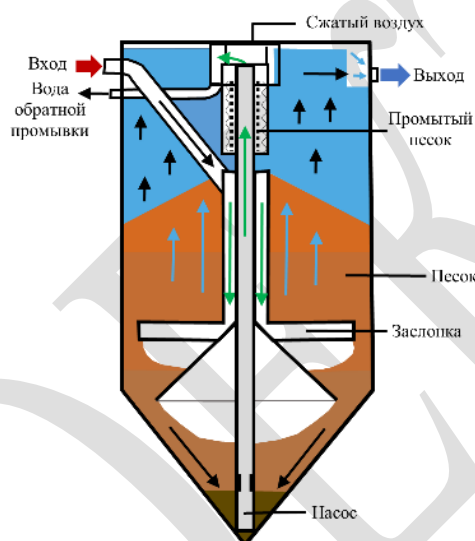


Рисунок 5.28. Схема песчаного фильтра

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 загрузки.

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

Метод является общеприменимым для предприятий, осуществляющих очистку карьерных вод.

Экономика

Рассчитывается согласно проектно-сметной документации. Экономически выгодно, но требует индивидуального подхода.

Движущая сила для осуществления

Сокращение сбросов в водные объекты.

5.11.4.3. 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 применяется для удаления растворённых ионов, включая металлы и анионы, такие как хлориды, из карьерных или технологических вод. При этом нежелательные ионы воды замещаются ионами, содержащимися в структуре ионообменной смолы.

Процесс особенно эффективен при низких концентрациях целевых ионов (обычно менее 500 мг/л). Ёмкость ионообменника ограничена количеством активных ионов в смоле, поэтому периодически требуется регенерация с использованием соляной кислоты, каустической соды или других регенерационных растворов, в зависимости от типа смолы.

Ионный обмен обеспечивает высокую степень очистки и избирательное удаление целевых ионов, что делает его эффективным как для отдельных карьерных вод, так и для смешанных потоков.

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 карьерных 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 карьерных вод.

Экономика

Рассчитывается согласно проектно-сметной документации.

Движущая сила внедрения

Сокращение сбросов в водные объекты.

5.11.4.4. Обратный осмос

Описание

Обратный осмос – это процесс очистки воды, основанный на прохождении воды через полупроницаемую мембрану для удаления растворённых солей, органических веществ, микроорганизмов и вирусов. Метод особенно эффективен для снижения содержания хлоридов и других растворённых ионов в воде.

Техническое описание

Биологически очищенная вода может не соответствовать требованиям по солесодержанию, включая концентрацию хлоридов, а также по содержанию органических веществ и биогенных элементов. Для её доочистки используют мембранный метод обратного осмоса.

Обратноосмотические мембраны задерживают растворённые соли, включая хлориды, органические соединения, бактерии и вирусы. Вода под давлением проходит через мембрану, а большая часть растворённых веществ остаётся на её поверхности и удаляется как концентрат.

Обратный осмос позволяет получать воду с низким содержанием хлоридов и других растворённых ионов, что обеспечивает высокое качество очистки и соответствие требованиям по химическим показателям. Мембраны характеризуются высокой селективностью и способностью задерживать 97–99 % растворённых веществ.

Достигнутые экологические выгоды

Применение обратного осмоса способствует существенному снижению солесодержания, включая хлориды, в карьерных водах, уменьшению воздействия на водные экосистемы и повышению качества очищенной воды для повторного использования.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Системы обратного осмоса при очистке карьерных вод обладают высокой эффективностью удаления загрязнений, обычно превышающей 95 %.

Это позволяет получать воды, которые соответствуют или превышают стандарты качества воды для выпуска в окружающую среду.

Кросс-медиа эффекты

Использование обратного осмоса для очистки карьерных вод способствует не только улучшению качества воды, но и снижению воздействия на почвенные и водные ресурсы. Это может привести к улучшению здоровья экосистем и сокращению необходимости в дополнительных мероприятиях по защите окружающей среды.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам.

Применение обратного осмоса для очистки карьерных вод может быть оправдано в случаях, когда требуется высокое качество очищенной воды и другие методы очистки не обеспечивают необходимого уровня удаления загрязнений. Технические особенности систем обратного осмоса требуют тщательного планирования и обслуживания для обеспечения их эффективной работы.

Экономика

Внедрение систем обратного осмоса для очистки карьерных вод может потребовать значительных инвестиций в оборудование и инфраструктуру. Однако на долгосрочной основе экономические выгоды в виде снижения затрат на управление карьерными водами и соблюдения экологических норм могут оправдать эти затраты.

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.11.4.5. Механическое обезвоживание осадка в центрифугах, на ленточных и камерных фильтр-прессах, шнековых прессах, дегидраторах

Описание

Механическое обезвоживание осадка – это процесс удаления излишней влаги из осадка, который образуется в результате обработки карьерных вод или других жидких отходов. Основные методы механического обезвоживания осадка включают центрифугирование, фильтрацию через прессы (такие, как ленточные, камерные или шнековые фильтр-прессы) и использование дегидраторов. Эти методы обеспечивают удаление влаги из осадка, образуя компактные осадочные блоки или твердые кексы, что уменьшает объем отходов и облегчает их дальнейшую обработку или утилизацию. Механическое обезвоживание осадка играет важную роль в процессах очистки карьерных вод и управления твердыми отходами, обеспечивая эффективную обработку и утилизацию осадка.

Техническое описание

Фильтры-прессы. Такие аппараты применяют в случаях, когда отходы после обезвоживания отправляют на сушку либо сжигание, или же есть необходимость в получении осадка с минимальной влажностью. Рационально применять такое оборудование для обработки отходов промышленного стока с повышенным содержанием минеральных компонентов.

Различают несколько видов аппаратов: шнековые, рамные, винтовые барабанные и прочее. Рамный фильтр-пресс представляет собой набор рам и плит, которые находятся вертикально и чередуются между собой. Между поверхностями плит и рам располагается фильтровальная ткань. Пропускная способность такого оборудования в силу его конструктивных нюансов довольно низкая. Выгружать остаток в таких фильтрах приходится вручную, поэтому они практически не используются.

Камерные фильтры-прессы пользуются особой популярностью. Фильтровальная ткань в таком оборудовании натянута между плитами, которые соединены опорами, установленными в вертикальном положении. Гидроустройства поддерживают ткань постоянно в натянутом состоянии. Верхняя часть плиты обтянута матерчатым фильтром. К раме крепится камера. Попадая в камеру, осадок отжимается под давлением. Далее плиты раздвигаются и остатки снимают вручную. Такие устройства производятся серийно и имеют внушительную площадь поверхности фильтрования, которая может достигать до 50 м². Камерный пресс способен обрабатывать осадок с повышенным содержанием карьерных вод, но может не справиться с пониженным содержанием карьерных вод.

В ленточных установках осадок зажимается 2 лентами, проходящими между валами и выполненными из сита. В таком оборудовании механическое обезвоживание осадка карьерных вод происходит непрерывно.

Центрифуги. Центрифугирование сегодня находит все большее распространение. Преимуществом такой методики обезвоживания считается простота, в том числе и управления процессом, а также экономичность. Вследствие обработки на центрифуге получают отходы с низкой влажностью.

Декантерные центрифуги и полимерные станции применяются для обработки и обезвоживания различных по составу осадочных отложений и вод, среди которых промышленный, хозяйственно-бытовой, поверхностный сток (талые и дождевые воды).

К преимуществам такой системы относят:

- обезвоживание осадка карьерных вод до влажности от 62 до 68 %;
- возможность обработки суспензий в широком диапазоне размеров частиц и концентрации твердой фазы;
- автоматический подбор дозировки флокулянта;
- простоту в обслуживании, автоматизацию процесса;
- более низкую установленную массу и мощность в сравнении с отечественными аналогами;

более низкую стоимость в сравнении с другими европейскими аналогами.

Шнековый дегидратор предназначен для обезвоживания осадков любой природы, образовавшихся в процессе очистки стока вод (сельскохозяйственных, промышленных, хозяйственно-бытовых и т.д.).

Принцип работы: в отделение для обработки флокулянтном насосом подается стабилизированный осадок, после чего последний направляется в узел обезвоживания. Фильтрат при данном процессе вытекает между кольцами из зазоров, ширина которых в направлении выхода кека уменьшается. Уменьшается и шаг витков шнека, создавая в зоне обезвоживания давление, а также уменьшая объем осадка. Внутреннее давление в барабане регулируется прижимной пластиной, установленной на конце шнека. В завершении фильтрат отправляется в начало очистных сооружений, а кек сбрасывается в контейнер.

Достигнутые экологические выгоды

Оборудование механического обезвоживания осадков карьерных вод доказало свою высокую эффективность на очистных сооружениях стран ближнего и дальнего зарубежья, с последующим компостированием осадков и дальнейшим использованием в качестве удобрения.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В центрифугах обезвоживание осадка карьерных вод происходит без обработки реагентами. К преимуществам оборудования стоит отнести малую занимаемую площадь, высокую надежность, низкую влажность кека и возможность интеграции в автоматизированную систему управления.

Ленточные установки потребляют немного электрической энергии и способны работать непрерывно. Перед загрузкой осадок не требует дополнительной фильтрации от крупных частиц и песка.

После камерных аппаратов осадок сушить не надо, поскольку он имеет низкую влажность.

Кросс-медиа эффекты

Рамные и камерные установки обладают низкой производительностью. Со временем материалы для фильтрации потребуют замены.

Перед центрифугированием из осадка следует убрать большие частицы, песок. Расходы на термосушку.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Механическое обезвоживание осадков очистных сооружений широко применяются в таких странах, как Россия, Швеция, Англия и Кувейт.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

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

5.12.1. Использование отходов добычи и обогащения в качестве сырья или добавки к продукции во вторичном производстве и строительных материалов

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 5.7. 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; щебень и другие виды материалов
2	Строительство	отсыпка дорог; заполнение выработанного пространства горных выработок; обустройство нефтяных скважин; балласт на буровых платформах; укрепление дорожного полотна; защитные сооружения

Техническое описание

Процесс использования отходов начинается с их предварительной классификации и подготовки. Отходы дробятся до фракций, соответствующих требованиям строительного производства (например, 5–40 мм для щебня). При необходимости проводят сортировку по плотности и размеру частиц. Полученный материал используется в производстве щебня, который затем применяется в строительстве: для подсыпки дорог, бетонных оснований, дорожного полотна и в других инженерных конструкциях.

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

Экологическая эффективность метода использования отходов добычи и обогащения хризотил-асбеста для производства строительных материалов определяется несколькими факторами. Переработка отходов позволяет сократить их накопление на полигонах и уменьшить площадь отвала, снижая нагрузку на окружающую среду. Одновременно это уменьшает потребность в

добыче природного каменного сырья, что снижает деградацию земель. Переработка в замкнутом цикле с контролем пыли сокращает пылевые выбросы и предотвращает загрязнение водных объектов. Использование отходов повышает ресурсную эффективность производства, снижает себестоимость материалов и уменьшает углеродный след продукции.

С эксплуатационной точки зрения метод требует дробильного оборудования с необходимой производительностью и систем водяного или воздушного пылеулавливания для предотвращения эмиссии асбестовой пыли. Периодический контроль качества продукции – фракции, прочности, плотности и содержания минеральных включений – обеспечивает соответствие строительным стандартам.

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 хризотил-асбестовой руды. Экологическое законодательство РК.

5.12.2. Использование отходов при заполнении выработанного пространства

Описание

Использование вскрышных и горных пород, а также отходов обогащения хризотил-асбеста для обратной засыпки выработанного пространства карьеров позволяет эффективно рекультивировать участки после добычи. Такая практика обеспечивает не только ликвидацию пустот и стабилизацию горного массива, но и сокращение объёмов накопления отходов, превращая их в ресурс для восстановления территории после разработки.

Техническое описание

Обратная засыпка выработанного пространства на карьерах по добыче хризотила проводится с использованием вскрышных пород, дроблёной горной массы и отходов обогащения, образующихся на обогатительных фабриках. Материал подаётся в выработанные участки слоями и уплотняется естественным или механическим способом, обеспечивая устойчивость откосов и предотвращая образование осадочных просадок.

В зависимости от свойств материала и конфигурации карьера засыпка может выполняться сухим способом или с частичной гидравлической подачей, обеспечивая плотность укладки и заполнение всех пустот. Использование

отходов добычи и обогащения для обратной засыпки является стандартной практикой на мировых асбестовых карьерах в Канаде, Бразилии, Индии и Китае, что подтверждает её эффективность и безопасность. В Республике Казахстан такие методы могут применяться на действующих карьерах по добыче хризотила, одновременно обеспечивая ресурсосбережение и экологическую стабилизацию территории.

Достигнутые экологические выгоды

Применение обратной засыпки позволяет:

существенно сократить объёмы накопления отходов добычи и обогащения;

стабилизировать рельеф карьера и предотвратить эрозию и осыпание откосов;

снизить пылевую и химическую нагрузку на окружающую среду за счёт удержания мелкой фракции в засыпке.

Кросс–медиа эффекты

Технология оказывает преимущественное воздействие на твёрдую фазу окружающей среды, минимизируя нагрузку на атмосферу и водные объекты, поскольку засыпка осуществляется в замкнутом объёме без прямого контакта с поверхностными водами. Энергетические затраты на засыпку зависят от способа транспортировки и уплотнения материала, но в совокупности метод снижает необходимость отвала отходов на поверхности и уменьшает общий экологический риск.

Технические соображения применимости

Метод обратной засыпки является общеприменимым для открытых карьеров по добыче хризотила и может использоваться совместно с другими мерами рекультивации. Наиболее рациональной технологией считается механизированная укладка слоёв дроблёной массы и отходов обогащения с последующим уплотнением бульдозерами или виброплощадками. В зависимости от свойств материала допускается добавление цементных или известковых вяжущих для увеличения прочности засыпки и сокращения осадочных процессов.

Экономика

Стоимость реализации обратной засыпки определяется объёмом перерабатываемых отходов, расстоянием транспортировки и применяемым оборудованием. Несмотря на дополнительные затраты, метод оправдан за счёт снижения площади полигона отходов, уменьшения экологических рисков и сохранения части руды, которая могла бы быть потеряна при обычной разработке. Практика на карьерах по добыче хризотила показывает повышение безопасности и стабильности откосов, а также положительный эффект на последующую рекультивацию территории.

Движущая сила внедрения

Сокращение отходов производства при добыче и обогащении хризотил-асбестовой руды. Экологическое законодательство РК.

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 5.1–5.6, 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 энергоэффективных приводных систем	Общеприменимо
3	Использование энергоэффективных помольных агрегатов	Общеприменимо
4	Энергоэффективные сушильные и обжиговые установки с рекуперацией тепла	Общеприменимо
5	Энергоэффективные компрессорные установки с утилизацией тепла	Общеприменимо
6	Централизованное управление энергопотреблением	Общеприменимо
7	Оптимизация процесса сушки	Общеприменимо

Описание НДТ приведено в разделе 4.1., 5.2. Справочника по НДТ

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	Автоматизированные системы управления технологическим процессами добычи	Общеприменимо

2	Автоматизированные системы управления технологическим процессами обогащения	Общеприменимо
3	Автоматизированные системы управления технологическим процессом производства асбестосодержащих изделий	Общеприменимо
4	Проведение планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания оборудования и техники	Общеприменимо
5	Автоматизированные системы управления горнотранспортным оборудованием	Общеприменимо
6	Автоматизированные системы управления технологическим процессом	Общеприменимо

Описание НДТ приведено в разделе 4.3., 5.1. Справочника по НДТ

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 14	В соответствии с программой ПЭК*	Маркерное вещество
2	SO ₂	НДТ 15	В соответствии с программой ПЭК*	Маркерное вещество
3	NO _x	НДТ 16	В соответствии с программой ПЭК*	Маркерное вещество
4	СО	НДТ 17	В соответствии с программой ПЭК*	Маркерное вещество

1) непрерывный мониторинг проводится посредством автоматизированной системы мониторинга на организованных источниках согласно требованиям, предусмотренным действующим законодательством Республики Казахстан;

*в случае наличия соответствующих МВИ, средств измерений и аккредитованных организаций в Республике Казахстан

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	Взвешенные вещества	В соответствии с программой ПЭК*

№ п/п	Параметр	Минимальная периодичность контроля
1	2	3
2	Азот аммонийный	В соответствии с программой ПЭК*
3	Нитриты	В соответствии с программой ПЭК*
4	Нитраты	В соответствии с программой ПЭК*
5	Нефтепродукты	В соответствии с программой ПЭК*

* - Технологические показатели в сбросах карьерных и шахтных сточных вод в пруды-накопители и пруды-испарители не устанавливаются при условии их соответствия требованиям, предъявляемым к гидротехническим сооружениям, и подтверждения отсутствия негативного воздействия на поверхностные и подземные водные ресурсы по результатам мониторинговых исследований за последние три года.

Установление факта негативного воздействия на поверхностные и подземные водные ресурсы является нарушением требований, применяемых к гидротехническим сооружениям. В такой ситуации количественные показатели эмиссий должны соответствовать действующим санитарно-гигиеническим и экологическим нормативам качества, а также целевым показателям качества окружающей среды в отношении мест культурно-бытового водопользования.

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, вибрация, запах

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 учётом этого, например, расположение блока измельчения и грохочения в подземном пространстве или частично под землёй, 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

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
4	выбор направления проходки таким образом, чтобы место проведения работ оставалось по отношению к населённому пункту за очистным забоем	Общеприменимо
5	оставление неотбитых стенок для защиты от шума в направлении населённого пункта	Общеприменимо
6	оставление деревьев и других растений на краю рудничной территории или вокруг объектов, издающих шум	Общеприменимо
7	ограничение размера заряда при взрыве, а также оптимизация объёма ВВ	Общеприменимо
8	предварительное извещение о взрыве и проведение взрывных работ в определённое, по возможности в одно и то же, время дня. Взрыв вызывает сильный, но непродолжительного характера шум, поэтому предварительное извещение о нём 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

Описание НДТ приведено в разделе 4.7. Справочника по НДТ.

НДТ 7.

В целях снижения уровня запаха 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

Описание НДТ приведено в разделе 4.7. Справочника по НДТ.

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 добычных работах, относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Пылеулавливание и орошение пылящих поверхностей для связывания пыли	Общеприменимо
2	Система подавления пыли (сухой туман)	Общеприменимо

Описание НДТ приведено в разделе 5.3. Справочника по НДТ.

НДТ 10.

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 буровзрывных 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	использование зарядных машин с датчиками контроля подачи ВВ	Общеприменимо
11	использование естественной обводненности горных пород и взрывааемых скважин	Общеприменимо
12	использование неэлектрических систем инициирования для ведения взрывных работ в подземных условиях	Общеприменимо
13	позиционирование буровых станков в реальном времени с применением системы контроля параметров высокоточного бурения	Общеприменимо
14	оснащение буровой техники средствами эффективного пылеподавления и пылеулавливания в процессе бурения технологических скважин	Общеприменимо

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

НДТ 11.

НДТ является предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов пыли при проведении производственного процесса добычи руд.

К мерам, применимым для предотвращения и снижения выбросов пыли при транспортировке горной массы, выемочно-погрузочных работ 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

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
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

Описание НДТ приведено в разделе 5.5. Справочника по НДТ.

НДТ 12.

НДТ является предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов пыли при проведении производственного процесса добычи руд.

К мерам, применимым для предотвращения и снижения выбросов пыли при отвалообразовании и складировании руд и продуктов их переработки, относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Укрепление откосов ограждающих дамб хвостохранилищ	Общеприменимо
2	Рекультивация пылящих поверхностей	Общеприменимо
3	Устройство лесозащитной полосы по границе земельного отвода вдоль отвалов рыхлой вскрыши (посадка деревьев)	Общеприменимо
4	Использование ветровых экранов	Общеприменимо

Описание НДТ приведено в разделе 5.6. Справочника по НДТ.

НДТ 13.

НДТ является предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов при проведении производственного процесса производства асбестосодержащих изделий.

К мерам, применимым для предотвращения и снижения выбросов пыли при приготовлении асбестоцементной суспензии:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	оснащение мест разгрузки, перегрузки и дозирования асбестового волокна локальными аспирационными укрытиями с высокоэффективными системами пылеулавливания (рукавные, картриджные, НЕРА-фильтры);	Общеприменимо
2	максимальная герметизация цепочки подачи асбеста от склада до смесителей (закрытые бункеры, кожухи дозаторов и транспортеров);	Общеприменимо
3	применение автоматизированных дозирующих систем закрытого типа, исключая ручные операции;	Общеприменимо

4	загрузка асбеста через закрытые камеры с гибкими компенсаторами для снижения турбулентности и пылеобразования;	Общеприменимо
5	предварительное увлажнение асбестового волокна перед или в процессе дозирования;	Общеприменимо
6	смешивание асбеста, цемента и воды в герметичных емкостях под разрежением с аспирацией;	Общеприменимо
7	использование закрытых вакуумных или пневматических систем подачи асбеста с фильтрацией возвратного воздуха;	Общеприменимо
8	оснащение зон пересыпки и загрузки ковшом стационарными или мобильными аспирационными устройствами;	Общеприменимо
9	регламентация плавной загрузки (ограничение высоты падения и скорости подачи);	Общеприменимо
10	влажная уборка помещений для предотвращения вторичного пылеобразования;	Общеприменимо
11	автоматизация и дистанционное управление для сокращения присутствия персонала;	Общеприменимо
12	регулярный производственный контроль концентраций асбестовой пыли в воздухе.	Общеприменимо

Описание НДТ приведено в разделе 5.5. Справочника по НДТ.

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 заключается в использовании техник предварительной очистки дымовых газов (камеры гравитационного осаждения, циклоны), использованием электрофильтров, рукавных фильтров, фильтров с импульсной очисткой, мокрых газоочистителей и/или их комбинаций.

К мерам, применимым для предотвращения и снижения выбросов пыли при процессах дробления, грохочения и классификация руд, сушки и при производственных этапах формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Применение камер гравитационного осаждения	Общеприменимо
2	Применение циклонов	Общеприменимо
3	Применение электрофильтров	Общеприменимо
4	Применение мокрых газоочистителей	Общеприменимо
5	Применение рукавных фильтров	Общеприменимо
6	Применение фильтров с импульсной очисткой	Общеприменимо

Описание НДТ приведено в разделе 5.7. Справочника по НДТ.

Таблица 6.1. Технологические показатели выбросов пыли в процессах, связанных с дробления, грохочения, классификация руд и сушки достигаются применением одной и/или нескольких нижеперечисленных техник

№ п/п	Техники	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	2	3
1	Применение камер гравитационного осаждения	5–20*
2	Применение циклонов	
3	Применение электрофильтров	
4	Применение мокрых газоочистителей	
5	Применение рукавных фильтров	
6	Применение фильтров с импульсной очисткой	

* для процессов дробления и классификации (грохочения), и сушки действующих установок 20–100 мг/Нм³.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

Таблица 6.2. Технологические показатели выбросов пыли в процессах, связанных с производственными этапами формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий

№ п/п	Техники	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	2	3
1	Применение камер гравитационного осаждения	5–20*
2	Применение циклонов	
3	Применение электрофильтров	
4	Применение мокрых газоочистителей	
5	Применение рукавных фильтров	
6	Применение фильтров с импульсной очисткой	

* для производственных этапов формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий действующих установок 20–50 мг/Нм³.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.3.2. Выбросы диоксида серы НДТ 15.

В целях предотвращения или сокращения выбросов SO_x из отходящих технологических газов при производственных этапах формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий, 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)	Общеприменимо

4	Установки одинарного контактирования	Общеприменимо
5	Установки ДК/ДА (двойное контактирование/двойная абсорбция)	Общеприменимо

Описание НДТ приведено в разделе 5.10. Справочника по НДТ.

Таблица 6.3. Технологические показатели выбросов SO_x при производственных этапах формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	2	3
1	SO ₂	30 – 50

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.3.3. Выбросы оксидов азота

НДТ 16.

Для предотвращения и/или снижения выбросов окислов азота (NO_x) в атмосферу при обогащении руды (процесс сушки) и производства асбестосодержащих изделий (производственный этап формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий), НДТ является использование одного или комбинации нижеуказанных методов:

№ п/п	Техники	Описание
1	2	3
1	Первичные методы снижения выбросов NO _x на источнике: низкоэмиссионные горелки,	Методы сокращения оксидов азота (NO _x) при сушке хризотил-асбеста включают комплекс первичных мер, направленных на предотвращение их образования непосредственно на источнике выбросов. К числу наиболее эффективных относятся низкоэмиссионные горелки, рециркуляция отходящих газов (FGR) и ступенчатое (ступенчатое) горение. Низкоэмиссионные горелки обеспечивают поэтапное и равномерное смешение топлива с воздухом, снижая пиковые температуры факела и ограничивая концентрацию кислорода в зоне интенсивного горения. Стадированное горение дополняет этот эффект, формируя зоны с постепенной подачей топлива и воздуха, что позволяет снизить образование термического NO _x и одновременно минимизировать концентрации CO. Рециркуляция отходящих газов позволяет частично возвращать уже очищенные, остывшие газы обратно в камеру горения, разбавляя кислород и снижая температуру факела, что дополнительно снижает образование NO _x без увеличения расхода топлива. Все три метода направлены на предупреждение образования загрязняющего вещества, что делает их
2	Первичные методы снижения выбросов NO _x на источнике: стадированное горение	
3	Первичные методы снижения выбросов NO _x на источнике: рециркуляция дымовых газов	

№ п/п	Техники	Описание
		высокоэффективными первичными мерами НДТ для сушильных установок хризотил-асбеста.
4	Использование горелок с низким образованием NOX (LNB)	<p>Техника снижения выбросов оксидов азота основана на использовании горелок с низким образованием NOX (LNB). Принцип работы включает: снижение пиковых температур пламени, задержку, но завершение сжигания топлива, а также увеличение теплопередачи за счет повышенной излучательной способности пламени. Это может быть достигнуто за счет измененной конструкции камеры сгорания установки.</p> <p>Горелки со сверхнизким образованием NOX (ULNB) дополнительно включают стадию сжигания (воздух/топливо) и рециркуляцию отходящих газов для дальнейшего снижения выбросов NOX. Применение LNB обычно сопровождается небольшой корректировкой параметров процесса, при этом позволяет значительно снизить выбросы оксидов азота.</p>
5	Меры по борьбе с загрязнением оксидами азота. Селективное каталитическое восстановление (СКВ)	<p>Сухое подавление является перспективным методом нейтрализации NOx, но его применение не всегда экономически обосновано: затраты на реконструкцию действующей газовой турбины сопоставимы с половиной стоимости новой турбины. Таким образом, СКВ является более универсальным способом снижения выбросов ГПА. Восстановитель впрыскивается в поток отходящих газов на входе в катализатор.</p> <p>Скорость подачи и расход восстановительного реагента определяются концентрацией NOx на входе и выходе системы очистки. В качестве катализаторов для СКВ-установок применяются катализаторы в формесотовых керамических блоках и пластинчатых элементов. Наибольшее распространение получили сотовые керамические катализаторы. В основном эти катализаторы производятся экструзией однородной катализаторной массы, каналы имеют квадратное сечение различных размеров. Благодаря использованию катализаторов в процессе очистки уменьшается расход реагента, значительно снижается температура нейтрализации оксидов азота, и при этом эффективность очистки превышает 90 %.</p>

Описание НДТ приведено в разделе 5.9. Справочника по НДТ.

Таблица 6.4. Технологические показатели выбросов NO_x в атмосферу при обогащении руды (процесс сушки) и производства асбестосодержащих

изделий (производственный этап формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий)

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	2	3
1	NO _x	30–100

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.3.4. Выбросы оксида углерода

НДТ 17.

Для предотвращения и/или снижения выбросов оксида углерода в атмосферу при обогащении руды (процесс сушки) и производства асбестосодержащих изделий (производственный этап формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий), НДТ является использование одного или комбинации нижеуказанных методов:

№ п/п	Техники	Описание
1	2	3
1	Первичные меры по снижению выбросов СО Технология полного сжигания	НДТ для минимизации выбросов СО – это использование технологии полного сжигания, для которого нужна удачная конструкция печи, использование эффективного мониторинга и технологий управления процессами, а также профилактическое обслуживание системы сжигания топлива. Не только создание и поддержание условий сжигания, но и хорошо оптимизированная система снижения выбросов NO _x , позволит поддерживать уровень выбросов СО ниже 100 мг/нм ³ . Для этого применяются специализированные устройства и технологии, такие как котлы дожига оксида углерода (котлы СО) и катализаторы восстановления СО и NO _x , которые обеспечивают дополнительное окисление СО и снижение его концентрации в отходящих газах.
2	Каталитическое окисление оксида углерода	Каталитическое окисление СО — это метод очистки отходящих газов, основанный на гетерогенной каталитической реакции окисления оксида углерода до диоксида углерода в присутствии кислорода воздуха. Техника применяется для снижения концентраций СО в отходящих газах организованных источников выбросов, образующихся в результате неполного сгорания топлива при сушке минерального сырья, в том числе хризотил-асбеста. Метод не направлен на улавливание загрязняющего вещества, а обеспечивает его химическое превращение в менее токсичное соединение (СО ₂)

№ п/п	Техники	Описание
		без образования вторичных твёрдых отходов.
3	Термическое окисление с утилизацией тепла (RTO / recuperative oxidizer)	Термический дожиг с рекуперацией тепла представляет собой технологию очистки отходящих газов, основанную на полном высокотемпературном окислении продуктов неполного сгорания топлива, прежде всего оксида углерода, с последующим использованием тепловой энергии очищенных газов в технологическом процессе. В условиях сушки хризотил-асбеста данная техника применяется для обработки организованных выбросов, формирующихся при нестабильных режимах работы теплогенераторов и сушильных агрегатов, когда концентрации СО превышают нормативные значения. В отличие от простого термического дожига, рекуперативная схема позволяет существенно снизить удельные энергозатраты за счёт возврата тепла очищенных газов в процесс сушки или подогрева исходного газового потока.

Описание НДТ приведено в разделе 5.8. Справочника по НДТ.

Таблица 2.5. Технологические показатели выбросов оксида углерода в атмосферу при обогащении руды (процесс сушки) и производства асбестосодержащих изделий (производственный этап формования, твердения и складской переработки асбестоцементных изделий)

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	2	3
1	СО	Менее 100

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.4. Управление водопользованием, удаление и очистка карьерных вод НДТ 18.

НДТ для удаления и очистки карьерных вод является управление водным балансом предприятия. НДТ заключается в использовании одной из или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	внедрение системы оборотного водоснабжения и повторного использования воды в технологическом процессе	Общеприменимо
2	сокращение водопотребления в технологических процессах	Общеприменимо

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
3	гидрогеологическое моделирование месторождения	Общеприменимо
4	внедрение систем селективного сбора шахтных и карьерных вод	Общеприменимо
5	использование локальных систем очистки.	Общеприменимо

Описание НДТ приведено в разделе 5.11.1. Справочника по НДТ.

НДТ 19.

НДТ для снижения гидравлической нагрузки на очистные сооружения является снижение водоотлива карьерных вод путем применения отдельно или совместно следующих технических решений.

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	применение рациональных схем осушения карьерных 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 противифльтрационные 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

Описание НДТ приведено в разделе 5.11.2. Справочника по НДТ.

НДТ 20.

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 загрязнённые участки, отделения чистой воды от загрязнённой, предотвращения эрозии незащищённых 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	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
3	очистка поверхностного стока с нарушенных и загрязненных участков территории с повторным использованием очищенных сточных вод на технологические нужды	Общеприменимо
4	организация ливнеотоков, траншей, канав надлежащих размеров; оконтуривание, террасирование и ограничение крутизны склонов; применение отмостков и облицовок с целью защиты от эрозии	Общеприменимо
5	организация подъездных дорог с уклоном, оснащение дорог дренажными сооружениями	Общеприменимо
6	выполнение фитомелиоративных работ биологического этапа рекультивации, осуществляемых сразу же после создания корнеобитаемого слоя с целью предотвращения эрозии	Общеприменимо

Описание НДТ приведено в разделе 5.11.3. Справочника по НДТ.

НДТ 21.

НДТ для снижения уровня загрязнения карьерных вод веществами, содержащимися в горной массе, продукции или отходах производства, является применение одной или нескольких приведенных ниже техник очистки карьерных вод:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Осветление и отстаивание	Общеприменимо
2	Фильтрация	Общеприменимо
3	Ионный обмен	Общеприменимо
4	Обратный осмос	Общеприменимо
5	Механическое обезвоживание осадка в центрифугах, на ленточных и камерных фильтр-прессах, шнековых прессах, дегидраторах	Общеприменимо

Описание НДТ приведено в разделе 5.11.4. Справочника по НДТ.

Технологические показатели в сбросах карьерных и шахтных сточных вод в пруды-накопители и пруды-испарители не устанавливаются при условии их соответствия требованиям, предъявляемым к гидротехническим сооружениям, и подтверждения отсутствия негативного воздействия на

поверхностные и подземные водные ресурсы по результатам мониторинговых исследований за последние три года.

Установление факта негативного воздействия на поверхностные и подземные водные ресурсы является нарушением требований, применяемых к гидротехническим сооружениям. В такой ситуации количественные показатели эмиссий должны соответствовать действующим санитарно-гигиеническим и экологическим нормативам качества, а также целевым показателям качества окружающей среды в отношении мест культурно-бытового водопользования.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.5. Управление отходами

НДТ 22.

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 23.

В целях снижения количества отходов, направляемых на захоронение при добыче и обогащении хризотиласбестовых руд, 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	Использование отходов добычи и обогащения в качестве сырья или добавки к продукции во вторичном производстве и строительных материалов	Общеприменимо
2	Использование отходов при заполнении выработанного пространства	Общеприменимо

Описание НДТ приведено в разделе 5.12. Справочника по НДТ.

6.6. Требования по ремедиации

Основным фактором воздействия на атмосферный воздух при добыче и обогащении хризотилловых руд являются выбросы загрязняющих веществ, возникающие в результате эксплуатации организованных источников выбросов, в числе которых сушильные печи, барабаны и обжиговые машины, мельницы сухого помола, установки для тарирования и отгрузки. Неорганизованные выбросы пыли возникают при добыче, дроблении, грохочении, транспортировке, складировании сухих материалов, их подаче в

бункеры мельниц, движении автотранспорта по дорогам формировании отвалов.

Величина воздействия деятельности производственных объектов добычи и обогащения хризотилоруд на грунтовые и подземные воды зависит от объема водопотребления и водоотведения, эффективности работы очистных сооружений (при их наличии), качественной характеристики сточной воды при сбросе в накопитель.

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 хризотилоруд 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 отчёте 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 учётом их текущего, или будущего утвержденного целевого

назначения, участок больше не создавал значительного риска для здоровья человека, и не причинял ущерб от её деятельности в отношении окружающей среды из-за загрязнения компонентов природной среды.

ПРОЕКТ

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 асбестовых руд открытым 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 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 ещё 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 7.1. 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 движется 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 7.2. 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 7.3. 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 7.4. 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;

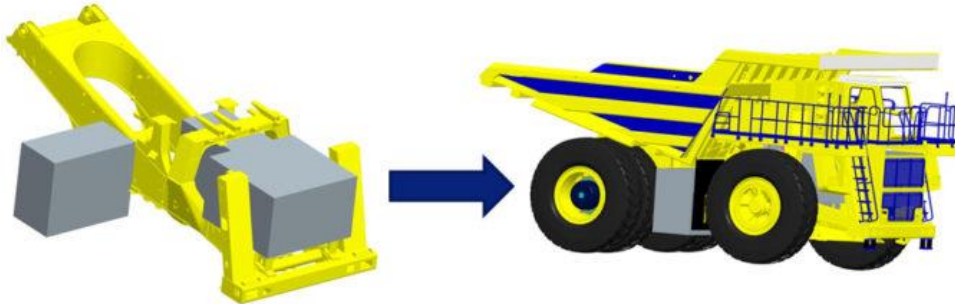


Рисунок 7.5. 3D-проект карьерного самосвала БЕЛАЗ на аккумуляторных батареях

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 7.6. 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 обуреваемого 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.

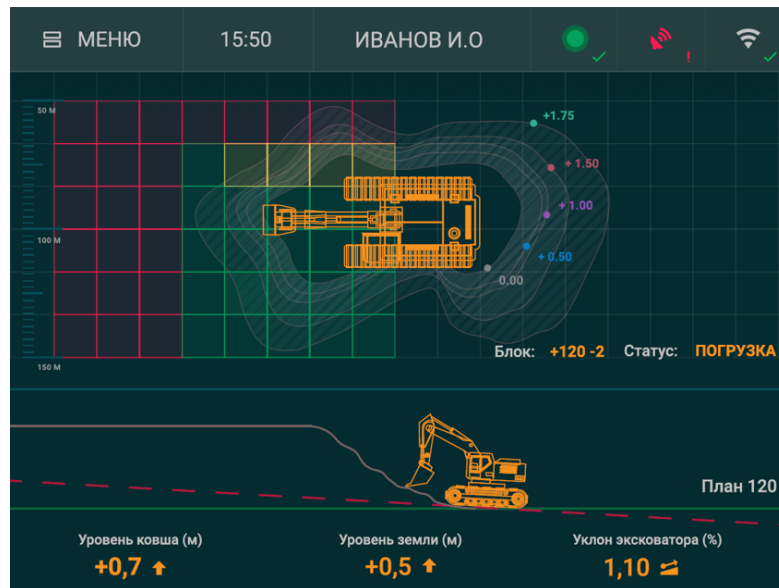


Рисунок 7.8. Схема автоматизированной системы высокоточного позиционирования ковша экскаватора

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, повысит контроль за технологическими процессами в реальном времени, повысит качество планирования горных работ, ускорит процесс закрытия периода и подготовки отчетов для контролирующих органов. Данная технология позволит сократить ресурсы для производства маркшейдерских работ.

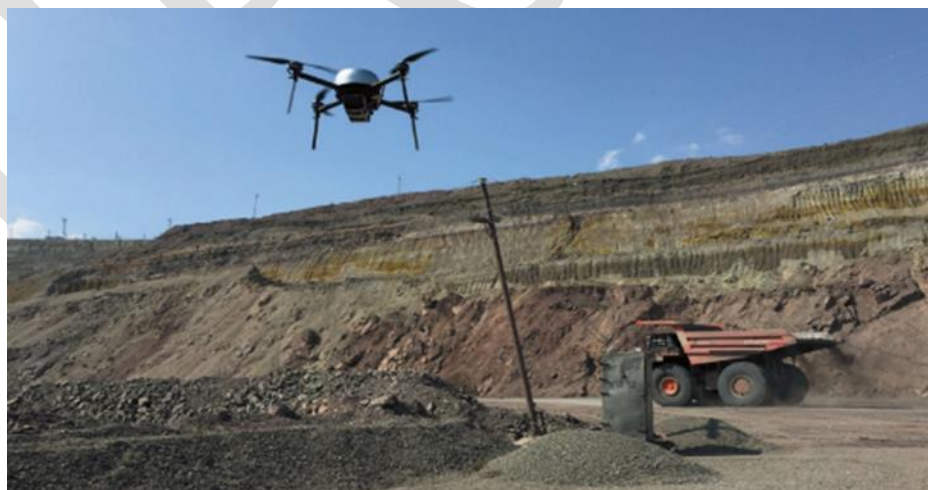


Рисунок 7.9. Беспилотный летательный аппарат на карьере

7.1.7. 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.

7.1.8. 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.

7.1.9. 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.

7.1.10. 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. AI-оптимизация процессов сушки и горения

AI-оптимизация процессов сушки и горения рассматривается как перспективная технология повышения экологической и энергетической эффективности сушильных установок. В рамках данной техники алгоритмы искусственного интеллекта анализируют в реальном времени параметры теплового баланса сушильного агрегата, включая температуру теплоносителя, скорость и расход газового потока, влажность и гранулометрический состав сырья, а также режимы работы горелочных устройств. На основе обработки массивов данных система осуществляет адаптивное регулирование температуры и скорости газового потока, а также точную настройку подачи топлива и воздуха в горелки, что обеспечивает устойчивый и контролируемый режим горения.

Дополнительно ИИ используется для оптимизации времени пребывания материала в зоне сушки, что особенно важно при переработке асбестовых руд и асбестового волокна, характеризующихся изменяющейся влажностью и неоднородным гранулометрическим составом. Алгоритмы машинного обучения позволяют выявлять такие режимы работы сушильных установок, при которых достигается полное и стабильное сгорание топлива, минимизируется образование оксида углерода (CO) и одновременно повышается коэффициент использования тепловой энергии. Это делает технологию особенно перспективной для предприятий с переменными технологическими условиями, где традиционные методы регулирования не обеспечивают достаточной экологической и топливной эффективности.

7.3. Перспективные техники предотвращения и (или) сокращения сбросов

7.3.1. Термический вакуумный испаритель для очистки сточных вод и сокращения объёмов жидких отходов.

В процессах добычи, переработки и обогащения минерального сырья образуются производственные сточные воды, содержащие растворённые соли, остаточные реагенты и взвешенные вещества. Для снижения нагрузки на системы водоотведения и обеспечения повторного использования воды в технологических циклах в качестве перспективной техники может рассматриваться применение термического вакуумного испарения.

Термический вакуумный испаритель предназначен для концентрирования сточных вод и получения очищенного конденсата, пригодного для возврата в оборотное водоснабжение. Основной физический принцип работы установки заключается в снижении давления в рабочей камере, при котором температура кипения жидкости существенно

уменьшается. Это позволяет осуществлять испарение воды при пониженных температурах, обеспечивая бережный режим обработки и снижение энергетических затрат.

В испарителе сточная вода подаётся в герметичную вакуумную камеру, где под воздействием тепловой энергии происходит её кипение и испарение. Образующийся пар направляется в конденсатор, где охлаждается и превращается в очищенный конденсат. Концентрированный остаток (рассол) выводится из системы и направляется на дальнейшую утилизацию либо обезвоживание. В качестве источника тепловой энергии могут использоваться острый пар, электронагреватели либо вторичные энергетические ресурсы предприятия.

Конструкция вакуумного испарителя обеспечивает устойчивую работу при переменном составе сточных вод, предотвращает образование накипи за счёт работы при пониженных температурах и позволяет автоматизировать процесс управления режимами испарения и вакуумирования.

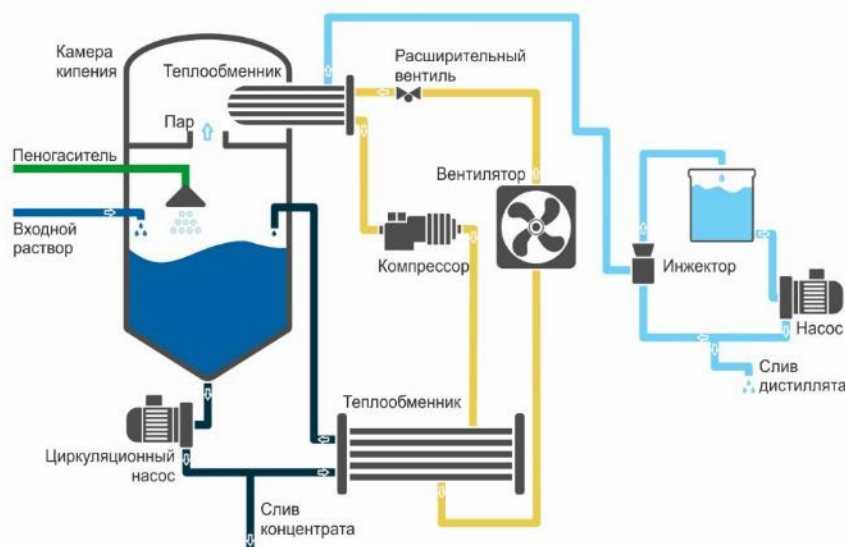


Рисунок 7.10. Принципиальная схема термического вакуумного испарителя

7.3.2. Электродиализ для очистки сточных вод и сокращения объёмов жидких отходов

В качестве альтернативного подхода термическому вакуумному испарению может рассматриваться электродиализ – мембранная электрохимическая техника, предназначенная для селективного удаления растворённых ионов из сточных вод и снижения их минерализации. Эта техника позволяет получать очищенную воду, пригодную для повторного использования в технологических циклах, а также концентрированный раствор, направляемый на последующую обработку или утилизацию.

Принцип работы электродиализа основан на миграции ионов под действием постоянного электрического поля через чередующиеся катионо- и анионообменные мембраны, расположенные между электродами. При этом

ионы растворённых солей перемещаются в камеры концентрата, тогда как в камерах разбавления формируется поток обессоленной воды.

Конструкция электродиализной установки позволяет регулировать степень обессоливания в зависимости от состава сточных вод и требований к качеству очищенной воды. Процесс может интегрироваться с другими методами предварительной очистки, такими как механическая фильтрация или сорбционная обработка, для повышения общей эффективности водоочистки.

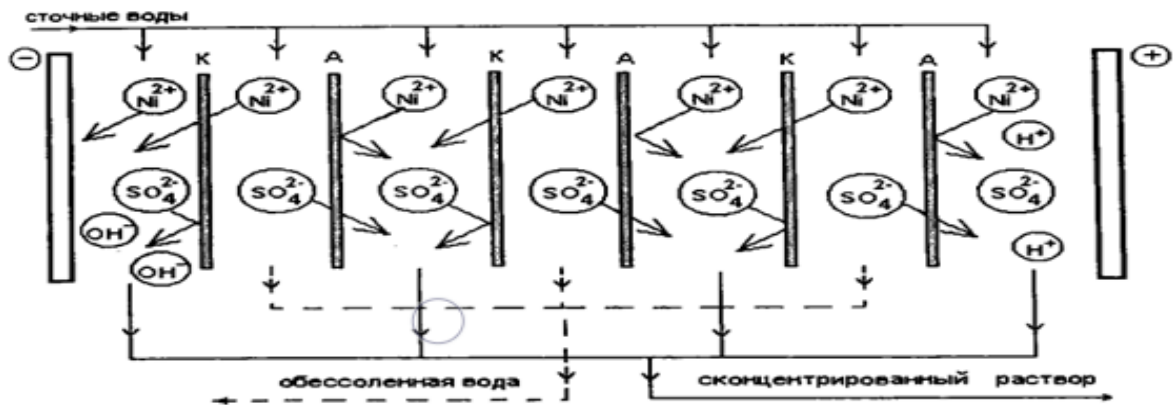
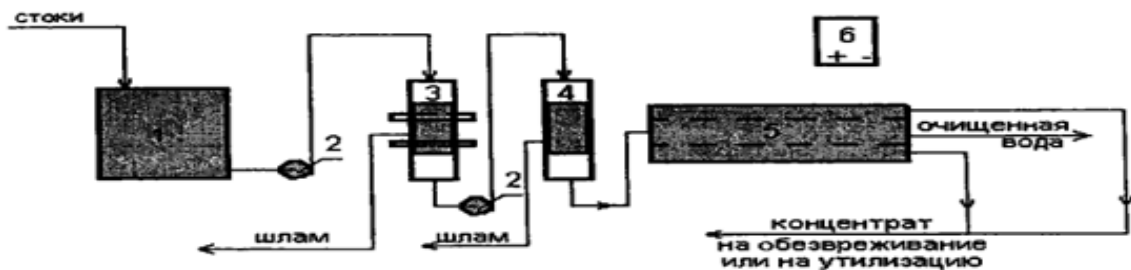


Рис. 4.7. Схема процесса электродиализа:
К - катионитовые мембраны, А - анионитовые мембраны, (-) - катод, (+) - анод.



1-накопитель стоков, 2-насос, 3-механический фильтр, 4-сорбционный фильтр, 5-электродиализатор, 6-выпрямитель.

Рисунок 7.11. Принципиальная схема электродиализной очистки

8. Дополнительные комментарии и рекомендации

Справочник подготовлен в соответствии с Приложением 2 Экологического кодекса настоящий отраслевой справочник по НДТ распространяется на следующий вид деятельности: производство асбеста или производство продуктов на основе асбеста.

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 справочников по наилучшим доступным техникам, созданной приказом Председателя Правления Центра.

Подготовка настоящего справочника осуществлялась при участии ТРГ, созданной приказом Председателя Правления Центра. В состав ТРГ вошли представители субъектов промышленности по соответствующим областям применения справочника по НДТ, представители государственных органов в области промышленной безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, научных и проектных организаций, экологических и отраслевых ассоциаций.

На первом этапе разработки справочника проведен комплексный технологический аудит (КТА) – экспертная оценка текущего состояния предприятий по производству хризотил-асбеста и продуктов на его основе, которая позволила определить эффективность управления производством, применяемые средства автоматизации, анализ технологических возможностей и степень воздействия предприятий на окружающую среду.

Целью проведения комплексного технологического аудита является оценка текущего состояния предприятий по добыче асбеста и производства асбестосодержащих изделий на соответствие принципам наилучших доступных техник, определение внедренных технологий, способов, методов, процессов, практики, подходов и решений, направленных на предотвращение и (или) минимизацию негативного антропогенного воздействия на окружающую среду и выявление потенциала на предприятии для возможного внедрения наилучших доступных техник.

Оценка соответствия критериям НДТ устанавливалась в соответствии со статьей 113 Экологического кодекса Республики Казахстан, Директивой 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета ЕС «О промышленных выбросах и/или сбросах (о комплексном предупреждении и контроля загрязнений)», а также Методологией отнесения к НДТ, отраженной в разделе 2 настоящего справочника.

Был проведен анализ и систематизация информации о добыче хризотил-асбеста и производства изделий из него в целом; о применяемых в отрасли технологиях, оборудовании; сбросах и выбросах загрязняющих

веществ, образовании отходов производства; других факторах воздействия на окружающую среду; энерго- и ресурсопотреблении с использованием литературных данных, изучением нормативной документации и экологических отчетов.

При подготовке справочника по НДТ изучался европейский подход внедрения НДТ.

Структура справочника по НДТ разработана по результатам проведенного КТА и анализа особенностей структуры отрасли по производству хризотил-асбеста и продуктов на его основе РК, а также ориентируясь на наилучший мировой опыт.

К перспективным технологиям отнесены передовые технологии на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, 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 технологических показателей, связанных с применением НДТ;

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 по производству хризотил-асбеста и продуктов на его основе на окружающую среду.

Библиография

1. Экологический Кодекс Республики Казахстан. Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК. – Парламент Республики Казахстан. –Нур-Султан. – 2021. – 549 с.
2. Правила проведения комплексного технологического аудита (экспертной оценки) на предприятиях промышленности. Утверждена решением Правления некоммерческого акционерного общества «Международный центр зеленых технологий и инвестиционных проектов» от 02.03.2023 года (протокол №3).
3. Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 25 июня 2021 года № 212. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 3 июля 2021 года № 23279 «Об утверждении Перечня загрязняющих веществ, эмиссии которых подлежат экологическому нормированию» –Нур-Султан. – 2021. – 4 с.
4. Закон Республики Казахстан от 13 января 2012 года № 541-IV. Об энергосбережении и повышении энергоэффективности. -Нур-Султан. -2012. – 24 с.
5. Справочник по наилучшим доступным техникам "Добыча и обогащение угля", Утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан от 27 декабря 2023 года № 1201
6. Справочник по наилучшим доступным техникам "Энергетическая эффективность при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности", Утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан от 23 января 2024 года № 24
7. Справочник по наилучшим доступным техникам "Добыча и обогащение железных руд (включая прочие руды черных металлов)", Утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 декабря 2023 года № 1251
8. Справочник по наилучшим доступным техникам "Добыча и обогащение руд цветных металлов (включая драгоценные)", Утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан от 8 декабря 2023 года № 1101
9. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 37-2023 «Добыча и обогащение угля», утверждённый приказом Росстандарта от 14 декабря 2023 г.г. № 2707
10. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 16-2023 "Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы", утверждённый приказом Росстандарта от 05 декабря 2023 г.г. № 2609
11. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС по НДТ 48-2017 «Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности».

12. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 394 «Об утверждении нормативов потребления»;
13. AP 42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors
14. COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document in the Non-ferrous Metals Industries (NFM BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2001.
15. COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document on Emissions from Storage (EFS BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2006.
16. COM, JRC Reference Report on Monitoring of Emissions to Air and Water from IED installations (ROM REF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2017.
17. COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Energy Efficiency (ENE BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2009.
18. Technical Instructions on Air Quality Control-Luft, 2021
19. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 394 «Об утверждении нормативов потребления»;
20. ISO 50001:2018 Energy management systems. Requirements with guidance for use, IDT.
21. СТ РК ISO 50001-2019: Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по использованию.
22. Методологическое пособие по передовым практикам в области энергосбережения и повышения энергоэффективности Республики Казахстан. ТОО «Energy-Partner», 2021.
23. BREF «Energy Efficiency» February 2009 (corrected version as of 09/2021).
24. 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>.
25. Автоматизированная система управления горнотранспортным комплексом. Режим доступа URL: <https://spbec-mining.ru/kompleksnye-resheniya/avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-gorno-transportnym-kompleksom/>.
26. 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.
27. SCADA TRACE MODE в АСУ ТП секций обогащения ПАО «СевГОК». Режим доступа URL: <http://www.adastra.ru/news/sevGOK/>.

28. Л. В. Рыбак, С. В. Бурцев, В. И. Ефимов. Система контроля параметров высокоточного бурения на открытых горных работах. // Известия ТулГУ. Науки о Земле. – 2017. – Вып. 2. – С. 119 – 125.

29. Сетевое издание dprom.online
<https://dprom.online/unsolution/avtomatizirovannaya-podgotovka-proizvodstva-na-karerah-programmno-tehnicheskij-kompleks-blast-maker/>.

30. Артемьев В. Б., Коваленко В. А., Каинов А. И., Опанасенко П. И., Исайченков А. Б. Современные информационные технологии в подготовке и проведении БВР на угольных разрезах СУЭК // Уголь. – 2012. – № 11. – С. 6 – 13.

31. 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>.

32. Северный ГОК реализует экологические мероприятия по пылеподавлению. Режим доступа URL: <http://krivbass.city/news/view/severnyj-gok-realizuet-e-kologicheskie-meropriyatiya-po-pylepodavleniyu-na-hvostohranilishhe>.

33. Фоменко Т. Г., Благов И. С., Коткин А. М., Бутовецкий В. С. Шламы, их улавливание и обезвоживание. – М.: Недра, 1968. – 204 с.

34. 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 г. Режим доступа URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sposoba-predotvrascheniya-pyleniya-nalivnogo-hvostohranilischa-gornogo-predpriyatiya-s-ispolzovaniem-glinokompozitnyh>.

35. 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

36. Сборник докладов второй международной конференции «Пылегазоочистка - 2009». ООО «Интехэко» г. Москва, 2009
http://www.intecheco.ru/doc/sb_gas2009.pdf.

37. 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/>.

38. Дживонс и Фрэнсис, Возможные меры контроля выбросов NOx и SO[^] для существующих крупных точечных источников, 2008;

39. CONCAWE 4/09, «Пневматические выбросы», 2009;

40. 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

41. Официальный канал компании «Северсталь». Режим доступа URL: <https://tgstat.ru/channel/@severstal/1345>

42. Сборник докладов и каталог XII Международной конференции «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2019». ООО «Интехэко» г. Москва, 24 – 25 сентября 2019.

43. 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

44. 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.