



ЕВРОПЕЙСКАЯ КОМИССИЯ

**Комплексный контроль и предотвращение загрязнений
окружающей среды**

**Справочный документ по наилучшим доступным
технологиям
в отрасли производства цветных металлов**

2001

КРАТКИЙ ОБЗОР

КРАТКИЙ ОБЗОР

Справочный документ о наилучших доступных технологиях в цветной металлургии. Для решения сложных вопросов производства цветных металлов принят подход, который охватывает производство металлов, как из первичного, так и вторичного сырья в рамках одного документа и вопросы производства металлов 10 групп. К данным группам относятся:

- Медь (Sn и Be) и медные сплавы.
- Алюминий.
- Цинк, свинец и кадмий (+ Sb, Bi, In, Ge, Ga, As, Se, Te).
- Ценные металлы.
- Ртуть.
- Тугоплавкие металлы.
- Ферросплавы.
- Щелочноземные металлы.
- Никель и кобальт.
- Уголь и графит.

Производство углерода и графита также включено в качестве отдельной группы, так как многие такие процессы связаны с плавильная печь. Процессы обжига и спекания руды и концентратов, и производства глинозема также в соответствующих случаях включены в эти группы. Вопросы добычи и обработки руды на объекте шахты в документе не рассматриваются.

В документе информация представлена в двенадцати главах по следующим темам: общая информация в Главе 1, общепринятые процессы в Главе 2, а также процессы металлургического производства по десяти группам металлов в Главах с 3 по 12. В Главе 13 представлены выводы и рекомендации. В приложениях рассматриваются расходы, а также международные нормативные акты. Общепринятые процессы в Главе 2 разделены на следующие подразделы:

- Использование главы – сложные установки.
- Использование и отчеты по данным по выбросам.
- Управление, проектирование и подготовка.
- Прием, хранение и обращение с сырьем.
- Предварительная обработка и подготовка сырья, а также передача его в производственные процессы.
- Процессы производства металлов – типы печей и методы контроля за технологическим процессом.
- Методы улавливания газов и сокращения атмосферных выбросов.
- Очистка сточных вод и повторное использование воды.
- Минимизация, утилизация и обработка производственных отходов (включая побочные продукты и отходы).
- Регенерация энергии и отходящего тепла.
- Вопросы межсредового взаимодействия.
- Шумовой эффект и уровень вибрации.
- Запахи.
- Вопросы безопасности.
- Вывод мощностей из эксплуатации.

В каждой из Глав со 2 по 12 включены разделы, рассматривающие прикладные процессы и технологии, нынешние уровни выбросов и потребления, методы, которые можно учесть при определении НДТ и выводы по НДТ. В Главе 2 выводы по НДТ делаются только в отношении процессов обращения с материалами, их хранения и контроля за ними, улавливания газов и сокращения их вредного воздействия, удаление диоксида, восстановление сернистого газа, сокращение выбросов ртути и очистка сточных вод, а

также повторное использование воды. Выводы по НДТ, которые представлены во всех главах, предназначены для обеспечения полного понимания предмета читателем.

1. Цветная металлургия

Как минимум 42 цветных металла плюс ферросплавы, а также углерод и графит производятся на сегодняшний день в ЕС, при этом они находят разнообразное применение в металлургии, химической промышленности, строительстве, транспорте, а также в электроэнергетике в области выработки и передачи электроэнергии. Например, медь высокой степени частоты имеет важнейшее значение для индустрии выработки и распределения электроэнергии, а никель и тугоплавкие металлы повышают коррозионную стойкость и иные свойства стали. Также они используются в большом количестве высокотехнологичных разработок, особенно в оборонном комплексе, компьютерных технологиях, электронике и индустрии телекоммуникаций.

Цветные металлы производятся из разнообразного первичного и вторичного сырья. Первичное сырье извлекается из руды, которую добывают в шахтах, а затем обрабатывается перед запуском его в металлургический цикл для производства чернового металла. Обработка руды, как правило, осуществляется недалеко от шахт. Вторичное сырье – это собственный лом и отходы производства, при этом оно может проходить некоторую предварительную обработку для удаления наплавочного материала.

В Европе существенно истощены месторождения руды с высоким содержанием металлов, и осталось совсем немного собственных источников. Поэтому концентраты по большей части импортируются из других источников со всего мира.

Процесс утилизации является важнейшим компонентом поставок сырья по большому количеству металлов. Медь, алюминий, свинец, ценные металлы и тугоплавкие металлы, помимо прочего, можно вновь получать из продуктов, произведенных из них, а также отходов производства, при этом их можно вновь запускать в производственный процесс без потерь по качеству при утилизации. В целом, на вторичном сырье выпускается значительная часть продукции, тем самым сокращается объем потребления сырья и энергии.

Продуктами данной отрасли являются очищенный металл или продукты, известные как полуфабрикаты или полупродукты, т.е. литые слитки или ковкие и выдавленные профили, фольга, листовые и полосовые изделия и т.д. из металлов и сплавов.

Структура отрасли отличается в зависимости от используемого металла. Компании не производят все цветные металлы, хотя существует несколько общеевропейских компаний, которые выпускают несколько видов металлов, напр., медь, свинец, цинк, кадмий и т.д.

По размеру европейские компании, производящие металлы и сплавы отличаются. Есть несколько компаний с численностью персонала более 5 000 человек, множество компаний, в которых работает от 50 до 200 сотрудников. По форме собственности они могут быть от общеевропейских до национальных групп компаний по производству металлов, промышленных холдинговых групп и отдельных государственных и частных компаний.

Некоторые металлы имеют огромное значение в качестве микроэлементов, однако при больших концентрациях характеризуются высокой токсичностью самих металлов, ионов или соединений, и многие из них внесены в различные списки токсичных материалов. Особую опасность представляют свинец, кадмий и ртуть.

2. Экологические вопросы в рамках отрасли

Основными экологическими проблемами при производстве большинства цветных металлов из первичного сырья являются потенциальные выбросы в атмосферу пыли, а также металлов и их соединений, диоксида серы при обжиге и спекании сернистых

концентратов или при использовании серосодержащих видов топлива и и других материалов. Поэтому улавливание, а также конверсия и удаление серы являются важнейшим фактором при производстве цветных металлов. Потенциальными источниками пыли и выброса металлов из печей, реакторов, а также утечки жидких металлов являются пирометаллургические процессы.

Потребление энергии и восстановление тепла являются важнейшими факторами при производстве цветных металлов. Они зависят от эффективности использования запаса энергии сульфидных руд, энергоемкости этапов технологического процесса, типа энергии и метода ее подачи, а также от применения эффективных методов восстановления тепла. Действующие образцы представлены в Главе 2 документа.

Основные экологические вопросы, связанные с производством цветных металлов из вторичного сырья, также связаны с отходящими газами при эксплуатации различных печей и передаче веществ с содержанием пыли, металлов, а на некоторых этапах технологического процесса, и кислые газы. Также потенциально могут образовывать диоксины, связанные с наличием хлора в небольших количествах во вторичном сырье. Разрушение и/или улавливание диоксина и ЛОУ является важнейшим вопросом, над которым работают специалисты по отрасли.

Среди основных экологических вопросов по первичному алюминию производство полифторированных углеводородов и фторидов во время электролиза, образование твердых отходов от электролизера и образование твердых отходов, остающихся при производстве глинозема.

Образование твердых отходов также является проблемой при производстве цинка и других металлов на этапах обезжелезивания.

В других процессах часто используются такие опасные вещества как HCl , HNO_3 , Cl_2 и органические растворители для выщелачивания и ректификации. Продвинутое методы переработки способны обеспечить локализацию данных материалов, а также их восстановление и повторное использование. В данном отношении важнейшим вопросом является проблема герметичности реактора.

В большинстве случаев эти технологические газы очищаются тканевыми фильтрами, и таким образом сокращаются выбросы пыли и соединений металлов, таких как свинец. Очистка газа с применением мокрых газоочистителей и мокрых электростатических осадителей особенно эффективны при работе с технологическими газами, которые проходят через процесс восстановления серы в установке по производству серной кислоты. В некоторых случаях, когда пыль характеризуется высокими абразивными свойствами, или ее сложно фильтровать, также эффективно применяются мокрые газоочистители. Использование в печах герметиков, а также перемещение и хранение в закрытом виде имеют важное значение при предотвращении несанкционированных выбросов в атмосферу.

Вкратце, основные вопросы по производственным процессам по каждой из групп металлов объединяются в следующие компоненты:

- При производстве меди: SO_2 , пыль, соединения металлов, органические соединения, сточные воды (соединения металлов), отходы, такие как футеровка печи, шлак, пыль от фильтров и шлак. Проблемой также является образование диоксина при обработке вторичного медного сырья.
- При производстве алюминия: фториды (вкл. HF), пыль, соединения металлов, SO_2 , COS , ПАУ, ЛОУ, парниковые газы (PFC и CO_2), диоксины (вторичные), хлориды и HCl . Отходы, такие как бокситовые отходы, отработанная футеровка, пыль от фильтров и соляной шлак, а также сточные воды (с нефтью и аммиаком).
- При производстве меди, цинка и кадмия: пыль, соединения металлов, ЛОУ (включая диоксины), запахи, SO_2 , другие кислые газы, сточные воды (с

- соединениями металлов), отходы, такие как шлак, отходы с большим содержанием железа, пыль от фильтров и шлак.
- При производстве ценных металлов: ЛОУ, пыль, соединения металлов, диоксины, запахи, NO_x, другие кислые газы, такие как хлор и SO₂. Отходы, такие как шлак, пыль от фильтров и сточные воды (соединения металлов и органические соединения).
 - При производстве ртути: пары ртути, пыль, соединения металлов, запахи, SO₂, другие кислые газы, сточные воды (с соединениями металлов), отходы, такие как шлак, пыль от фильтров и шлак.
 - При производстве тугоплавких металлов, твердосплавный порошок и карбиды металлов: пыль, твердые твердосплавные соединения и соединения металлов, сточные воды (с соединениями металлов), отходы, такие как пыль от фильтров, шлак и шлак. Технологические химикаты, такие как фторид водорода (HF) используются при переработке тантала и ниобия, и являются высокотоксичными. Это необходимо учитывать при обращении с такими материалами и при их хранении.
 - При производстве ферросплавов: пыль, соединения металлов, CO, CO₂, SO₂, при восстановлении энергии, сточные воды (с соединениями металлов), отходы, такие как пыль от фильтров, шлак и шлак.
 - При производстве щелочей и щелочноземных металлов: хлор, HCl, диоксин, SF₆, пыль, соединения металлов, CO₂, SO₂, сточные воды (с соединениями металлов), отходы, такие как шлак, алюминат, пыль от фильтров и шлак.
 - при производстве никеля и кобальта: ЛОУ, CO, пыль, соединения металлов, запахи, SO₂, хлор и другие кислые газы, сточные воды (с соединениями металлов и с органическими соединениями), отходы, такие как шлак, пыль от фильтров и шлак.
 - При производстве углерода и графита: Полиароматические углероды (ПАУ), пыль, запахи, SO₂, предотвращение сброса сточных вод, отходы, такие как пыль от фильтра.

3. Прикладные процессы

Диапазон сырья, использующегося различными производственными объектами, достаточно широк; это значит, что применяются различные металлургические производственные процессы. Во многих случаях выбор того или иного процесса зависит от сырья. В следующей таблице представлен обзор печей, использующихся при производстве цветных металлов:

Печь	Используемые металлы	Используемое сырье	Примечания
Сушильная печь типа парового змеевика Сушильная печь с псевдоожиженным слоем Распылительная сушильная печь	Медь и некоторые другие	Концентраты	
Барабанная печь	Большинство металлов для сушки. Дымный оксид цинка. Обожженный глинозем, никель и ферросплавы. Сжигание фотографической	Руды, концентраты и различных металлолом и остаточные продукты.	Сушка, прокаливание и дымление. Использование в качестве сжигательной печи

	пленки для производства драгоценных металлов. Очищенный от масел медный и алюминиевый металлолом		
Печь с псевдоожиженным слоем.	Медь и цинк Оксид алюминия	Концентраты. Гидроксид алюминия	Прокаливание и обжиг
Спекательная машина с восходящей тягой	Цинк и свинец	Концентраты и вторичное сырье	Спекание.
Спекательная машина с нисходящей тягой	Цинк и свинец	Концентраты и вторичное сырье	Спекание.
Спекательная машина со стальной лентой	Ферросплавы, марганец, ниобий	Руда	Возможно другое применение
Многоподовая печь Герресхофа	Ртуть. Молибден (регенерация рения)	Руды и концентраты	Обжиг, кальцинирование.

Сушильные, обжиговые, спекательные и прокаливающие печи

Печь	Используемые металлы	Используемое сырье	Примечания
Закрытые тигли с футеровкой	Тугоплавкие металлы, специальные ферросплавы	Оксиды металлов	
Открытая печь	Тугоплавкие металлы, специальные ферросплавы	Оксиды металлов	
Печь компании Baiyin	Медь	Концентраты	
Электродуговая печь	Ферросплавы.	Концентраты, руда	
Циклонная печь/печь Contop	Медь	Концентраты	
Погружная электродуговая печь	Драгоценные металлы, медь, ферросплавы	Шлак, вторичное сырье, концентраты	Для производства ферросплавов используются печи открытого, полужакрытого и закрытого типов
Вращающаяся печь	Алюминий, свинец, медь, драгоценные металлы	Металлолом и другие вторичное сырье, черновая медь	Окисление и реакция с субстратом.
Наклоняемая вращающаяся печь	Алюминий	Металлолом и другие вторичное сырье	Минимальное использование соляного флюса.
Отражательная печь	Алюминий, медь, другие металлы	Металлолом и другие вторичные сырье, черновая медь	Плавка медных концентратов во всем мире
Печь Ванюкова	Медь	Концентраты	
Печи ISA Smelt/Ausmelt	Медь, свинец	Промежуточные материалы, концентраты и вторичные сырье.	
Печь QSL	Свинец	Концентраты и вторичное сырье	

Печь КИВЦЭТ	Свинец Медь	Концентраты и вторичное сырье	
Печь Норанда	Медь	Концентраты	
Печь Эль Тениенте	Медь	Концентраты	
Ротационный конвертер верхнего дутья (РКВД) Ротационный конвертер для оксидирования	Медь (РКВД), драгоценные металлы	Большая часть вторсырья вкл. шлам	
Мини-плавильная печь	Медь/свинец/олово	металлолом	
Доменная печь и стандартная плавильная печь	Свинец, свинец/цинк, медь, драгоценные металлы, высокоуглеродистый ферромарганец	Концентраты, большая часть вторсырья	Для производства ферромарганца используется только совместно с регенерацией энергии.
Печь для обжига во взвешенном состоянии Инко	Медь, никель	Концентраты	
Печь взвешенной плавки Outokumpu	Медь, никель	Концентраты	
Процесс Мицубиси	Медь	Концентраты и бой анодов	
Конвертер Peirce Smith	Медь (конвертер), ферросплавы, производство оксидов металлов	Корки штейна и бой анодов	
Печь Noboken	Медь (конвертер)	Корки штейна и бой анодов	
Конвертер взвешенной плавки Outokumpu	Медь (конвертер)	Штейн	
Конвертер Норанда	Медь (конвертер)	Штейн	
Конвертер Мицубиси	Медь (конвертер)	Штейн	

Печи для плавки и рафинирования

Печь	Используемые металлы	Используемое сырье	Примечания
Индукционная печь	большинство	Чистый металл и металлолом.	Индукционное перемешивание способствует сплавлению. Для некоторых металлов могут применяться вакуумные условия.
Электроннолучевая печь	Тугоплавкие металлы	Чистый металл и металлолом.	
Вращающаяся печь	Алюминий, свинец	Различные сорта металлолома.	Для комплексных матриц используются флюсы и соли.
Отражательная печь	Алюминий (первичный и вторичный)	Различные сорта металлолома.	Конфигурация ванн или топков может различаться. Плавка или выдерживание
Печь Contimelt	Медь	Медные аноды, чистый металлолом и	Комплексная печная система.

		черновая медь.	
Шахтная печь	Медь	Медные катоды и чистый металлолом	Восстановительные условия.
Барабанная печь (Томас)	Медь	Медный металлолом	Плавка, огневое рафинирование
Тигли с нагревом (котлы косвенного нагрева)	Свинец, цинк	Чистый металлолом	Плавка, рафинирование, сплавление
Тигли с прямым нагревом	Драгоценные металлы.	Чистый металл	Плавка, сплавление

Плавильные печи

Применяются также гидрометаллургические процессы. Кислоты и щелочи (гидроксид натрия, а также в некоторых случаях карбонат натрия) используются для разложения металлов в различных продуктах обжига, рудах и концентратах перед рафинированием и выделением металла электролизом. Сырье, подлежащее выщелачиванию, обычно находится в форме оксида, либо в виде кислой руды либо оксида, полученного путем обжига. Прямое выщелачивание некоторых концентратов или веществ также выполняется в условиях повышенного или атмосферного давления. Выщелачивание некоторых медносulfидных руд может выполняться серной кислотой или другими средствами, в некоторых случаях используются природные бактерии, которые способствуют окислению и разложению, но при этом периоды обработки характеризуются большой длительностью.

В системы выщелачивания могут добавляться воздух, кислород, хлор или растворы, содержащие хлорид железа, с целью обеспечения соответствующих условий разложения. Обработка полученных растворов осуществляется различными способами с целью очистки и выделения металлов. Общепринятым методом является возврат обедненного раствора обратно на этап выщелачивания в соответствующих случаях, с целью сохранения кислотных и щелочных растворов.

4. Существующие уровни выбросов и потребления

Диапазон сырья является также существенным фактором, который оказывает воздействие на использование энергии, количество образующихся остаточных продуктов и количества используемого сырья. Примером может служить удаление примесей, таких как железа в окалине; количество присутствующих примесей определяет количество образующейся окалины и потребляемой энергии.

Выбросы в окружающую среду зависят от применяемых систем улавливания и очистки выбросов. В следующей таблице представлены существующие уровни выбросов, данные по которым представлены по некоторым очистительным операциям, во время обмена информацией:

Технология очистки	Представленные данные об уровнях выбросов			Удельный объем выбросов (количество на тонну произведенного металла)
	Вещество	Минимальный уровень	Максимальный уровень	
Тканевой фильтр, горячий ЭП, циклонный фильтр	Пыль (металлы в зависимости от состава)	< 1 мг/м ³ при н.у.	100 мг/м ³ при н.у.	100 - 130 г/т
Угольный фильтр	Общий углерод	< 200 мг/м ³ при н.у.		

Камера дожигания (включая температурное гашение для диоксинов)	Общий углерод	< 2 мг/м ³ при н.у.	100 мг/м ³ при н.у.	10 - 80 г/т
	Диоксин (ТЭ)	< 0,1 мг/м ³ при н.у.	5 мг/м ³ при н.у.	5-10 нг/т
	ПАУ (ЭФК)	< 1 нг/м ³ при н.у.	2500 нг/м ³ при н.у.	
	Синильная кислота	< 0,1 мг/м ³ при н.у.	10 мг/м ³ при н.у.	
Влажный или полусухой газоочиститель	SO ₂	< 50 мг/м ³ при н.у.	250 мг/м ³ при н.у.	500 – 3000 г/т
	Углеводород	< 10 мгС/м ³ при н.у.	200 мгС/м ³ при н.у.	
	хлор	< 2 мг/м ³ при н.у.		
Глиноземный скруббер	Пыль	< 1 мг/м ³ при н.у.	20 мг/м ³ при н.у.	
	Углеводород	< 1 мгС/м ³ при н.у.	50 мгС/м ³ при н.у.	
	ПАУ (ЭФК)	< 20 нг/м ³ при н.у.	2000 нг/м ³ при н.у.	
Регенерация хлора	хлор	< 5 мг/м ³ при н.у.		
Оптимизированный процесс сгорания Горелки с низким уровнем выбросов оксидов азота	Оксиды азота	10 мг/м ³ при н.у.	500 мг/м ³ при н.у.	
Окислительный газоочиститель	Оксиды азота		< 100 мг/м ³ при н.у.	
Установка по производству серной кислоты в качестве конверсии оксидов серы	двухконтактная	99.3 %	99.7%	1 - 16 кг/т
	одноконтактная	95	99.1%	
Охладители, ЭП, адсорбция углем/известью, тканевый фильтр	ПАУ (ЭФК)	0,1 мг/м ³ при н.у.	6 мг/м ³ при н.у.	
	Углеводороды	20 мгС/м ³ при н.у.	200 мгС/м ³ при н.у.	

Существующие уровни выбросов согласно представленным данным

Технологические газы улавливаются и очищаются посредством тканевых фильтров с целью снижения выбросов пыли и соединений металлов, например соединений свинца. Современные тканевые фильтры обеспечивают повышенную эффективность, характеризуются надежностью и более долгим сроком эксплуатации. Камеры дожигания и адсорбция углем используются для удаления диоксинов и ЛОУ.

Однако газы неорганизованных выбросов очистке не подвергаются. Выбросы пыли также возникают в результате хранения, погрузочно-разгрузочных операций и предварительной обработки сырья, где неорганизованные выбросы пыли также играют важную роль. Это касается как добывающей, так и обрабатывающей промышленности, так как значение неорганизованных выбросов может быть гораздо выше, чем значение

выбросов, которые улавливаются и подвергаются очистке. Тщательная разработка промышленного объекта и технологический операций необходимы для улавливания и очистки технологических газов в случаях, когда неорганизованные выбросы играют значительную роль.

В следующей таблице отражена важность неорганизованных и неуловленных выбросов:

	Выбросы пыли кг/акр	
	До дополнительного вторичного улавливания газов (1992)	После дополнительного вторичного улавливания газов (1996)
Производство анодов т/акр	220000	325000
Неорганизованные выбросы Плавильная печь в целом	66490	32200
Линия свода плавильной печи	56160	17020
Выбросы первичных дымовых газов из печи Плавильная печь /установка по производству серной кислоты	7990	7600
Колпаки для вторичных газов	2547	2116

Сравнение нагрузки улавливаемых и неорганизованных выбросов пыли на металлургическом комбинате по производству первичной меди

Во многих технологических процессах используются замкнутые системы охлаждения и системы технологического водоснабжения, но сбросы тяжелых металлов воду все еще могут иметь место. Обзор методов снижения потребления воды и образования сточных вод, а также обработки технологических вод представлен в Главе 2.

Образование остаточных продуктов также является существенным фактором для отрасли, однако в остаточных продуктах присутствуют регенерируемые количества металлов, общепринятой практикой является использование остаточных продуктов в месте расположения объекта или на других промышленных объектов для регенерации металлов. Образующиеся шлаки являются инертными, невыщелачиваемыми и используются в строительстве гражданских сооружений. Другие виды шлака, например, соляной шлак, могут подвергаться обработке с целью регенерации других химических компонентов с целью использования в других отраслях промышленности, но необходимо проведение операций регенерации в соответствии с высоким экологическим стандартом.

5. Основные выводы по НДТ

Достижение выводов по НДТ в отношении производства и сопутствующих операций стало возможным в результате обмена информацией во время подготовки Справочного документа по НДТ для производства цветных металлов. Для того чтобы представлять себе полную картину, связанную с наилучшими доступными технологиями, смотрите разделы по тексту каждой из Глав, в которых описываются наилучшие доступные технологии и соответствующие выбросы. Основные полученные данные обобщенно приведены ниже.

- **Добыча**

Технологическое управление, контроль за технологическими операциями и системы снижения воздействия на окружающую среду являются важными факторами. Надлежащие обучающие методы и инструктаж и стимулирование операторов также играют важную роль, в особенности для предотвращения загрязнения окружающей среды. Надлежащие технологии для транспортировки сырья могут предотвратить неорганизованные выбросы. Другие важные технологии включают:

- Анализ экологических последствий новых технологических процессов или сырья на ранних стадиях проекта с периодическим пересмотром.
- Разработка технологических процессов с учетом сырья, предполагаемого для использования. Например, могут возникнуть серьезные проблемы в случае слишком высоких объемов газов или в случаях потребления материалами большего количества энергии, чем запланированное. Стадия проектирования является наиболее экономически эффективным периодом для улучшения общих экологических показателей.
- Использование контрольного журнала при проектировании и принятии решений для ведения учета рассматриваемых технологических процессов и вариантов снижения воздействия на окружающую среду.
- Планирование порядка ввода в эксплуатацию новых или модернизированных промышленных объектов.

В следующей таблице представлен обзор технологий хранения и транспортировки сырья на основе вида и характеристик сырья.

Вид сырья	Группа металлов	Способ транспортировки	Способ хранения	Примечания
Концентраты:	Все – если пылящие	Огражденные конвейеры или пневматический способ	Закрытое здание	Предотвращение загрязнения воды
	Все – если непылящие	Закрытые конвейеры	Крытый склад	
Мелкодисперсное сырье (например, металлический порошок)	Тугоплавкие металлы	Огражденные конвейеры или пневматический способ Закрытые конвейеры	Закрытые бочки, бункеры и контейнеры	Предотвращение загрязнения воды и неорганизованных атмосферных выбросов
Вторичное сырье:	Все – крупные предметы	Погрузчик с механическим приводом	Открытый	Предотвращение загрязнения воды и реакций с водой Дренаж масел с металлической стружки
	Все – мелкие предметы	Загрузочные скипы	Крытые склады	
	Все - пульпа	Крытый или брикетированный	Крытый в случае пылевидного сырья	
Флюсы:	Все – если пылящие	Закрытые конвейеры или пневматический способ	Закрытое здание	Предотвращение загрязнения воды
	Все – если непылящие	Закрытые конвейеры	Крытый склад	
Твердое топливо и кокс	все	Закрытые конвейеры Если не пылящие	Крытый склад Если не пылящие	
Жидкое топливо и СНГ	все	Надземный трубопровод	Сертифицированный склад	Обратная вентиляция линий

			Обвалованные участки.	подачи
Технологические газы:	все	Надземный трубопровод Трубопровод пониженного давления (хлор, окись углерода)	Сертифицированный склад	Контроль потери давления, аварийные сигнализации для токсических газов.
Растворители	Медь, никель, цинк, драгоценные металлы, углерод	Надземный трубопровод Ручной	Бочки, резервуары	Обратная вентиляция линий подачи
Продукты производства – Катоды, катанка, сутунки, слитки, слитки-заготовки и т.д.	все	В зависимости от характеристик	Открытый бетонный участок или крытый склад	Соответствующая дренажная система
Технологические остаточные продукты для регенерации	все	В зависимости от характеристик	Открытый, крытый или огороженный участки в зависимости от пылеобразования и реакций с водой	Соответствующая дренажная система
Отходы, предназначенные для утилизации (например, футеровка печи)	все	В зависимости от характеристик	Открытые, крытые или огороженные склады или герметичные бочки в зависимости от сырья	Соответствующая дренажная система

Обзор видов сырья и технологий транспортировки и хранения

Конструкция печи, использование соответствующих способов предварительной обработки и технологический контроль являются важными характеристиками НДТ.

Использование сырьевых смесей для оптимизации технологического процесса предотвращает использование ненадлежащего сырья и повышает эффективность технологического процесса. Взятие проб и анализ подаваемого сырья, а также разделение сырья являются важными факторами при использовании данной технологии.

Надлежащее проектирование, техническое обслуживание и контроль играют важную роль на всех этапах технологического процесса и снижения воздействия на окружающую среду. Взятие проб и контроль за выбросами в окружающую среду должен осуществляться в соответствии со международными стандартами и стандартами, принятыми в определенной стране. Необходим текущий контроль важных параметров, которые могут применяться для контроля за технологическим процессом и снижением воздействия на окружающую среду. По возможности необходим постоянный контроль основных параметров.

- **Технологический контроль**

Технологии контроля, разработанные для измерения и поддержания оптимальных параметров, таких как температура, давление, газовые составляющие и другие важные технологические параметры, являются НДТ.

Взятие проб и анализ сырья с целью контроля за производственными условиями. Необходимо надлежащее перемешивание подаваемого сырья с целью оптимальной эффективности преобразования сырья и снижения выбросов и брака.

Использование систем взвешивания и дозирования подаваемого сырья, микропроцессоров для контроля скорости подачи сырья, критических условий технологического процесса и горения, а также газовых добавок обеспечивает оптимизацию технологических операций. Возможно измерение некоторых параметров, а также установка аварийных сигнальных устройств для важнейших параметров, которые включают:

- Оперативный контроль температуры, давления в печи (или падения давления), объема или потока газов.
- Контроль газообразных компонентов (кислород, двуокись серы, окись углерода, оксиды азота, пыль и т.д.)
- Оперативный контроль вибрации для обнаружения заклинивания оборудования и возможной поломки оборудования.
- Оперативный контроль тока и напряжения электролитических процессов.
- Оперативный мониторинг за выбросами с целью контроля за важнейшими технологическими параметрами.
- Контроль за температурой плавильных печей с целью предотвращения образования паров металлов и оксидов металлов в связи с перегревом.

Необходимо проводить постоянное обучение операторов, инженеров и других сотрудников, а также проводить периодическую проверку знаний рабочих инструкций, по использованию современных технологий для контроля, а также показаний аварийных сигнальных устройств и действий в случае аварийных сигналов.

Оптимизация руководства и инспектирования с целью пользования преимуществами вышеперечисленных пунктов и поддержания ответственности операторов.

- **Улавливание и очистка газов**

В используемых системах улавливания паров должны применяться системы герметизации печей и реакторов, а также данные системы должны быть спроектированы с целью поддержания сниженного давления во избежание утечек и неорганизованных выбросов. Должны использоваться системы герметизации печей или системы с

колпаками. Примерами являются: системы подачи сырья по электродам; подачи через фурмы или кислородные фурмы и использование надежных поворотных клапанов в системах подачи сырья. Технология вторичного улавливания паров является дорогостоящей и очень энергоемкой, но ее применение необходимо в случае использования некоторых типов печей. Используемые системы должны быть интеллектуальными с возможностью улавливания паров по направлению к источнику и в зависимости от длительности выбросов паров.

В целом в отношении улавливания пыли и сопутствующих металлов, тканевые фильтры (после регенерации энергии или охлаждения газов) обеспечивают наилучшие показатели при условии использования современных износостойких тканевых фильтров, соответствия элементов конструкции и постоянного контроля с целью обнаружения поломок. Современные тканевые фильтры (например, мембранный фильтр) обеспечивает существенное улучшение показателей, надежности и срока эксплуатации, и, следовательно, снижение затрат. Тканевые фильтры могут использоваться на действующих производственных объектах и модернизироваться во время технического обслуживания. Они характерны для систем обнаружения разрывов фильтра и оперативных способов очистки.

В отношении вязкой и шлифовальной пыли, эффективным будет использования электростатических пылеуловителей или газоочистителей при условии их надлежащего проектирования для использования.

Очистка газов на этапе плавления или сжигания должна включать удаление двуокиси серы и/или дожигание в случае необходимости во избежание локальных, региональных или крупномасштабных проблем, связанных с качеством атмосферы, или в случае присутствия диоксинов.

В зависимости от различных видов сырья могут присутствовать различные компоненты, либо компоненты могут различаться по агрегатному состоянию, например, по размеру и физическим свойствам образующейся пыли. Анализ должен проводиться на местном уровне.

• **Предотвращение образования и уничтожение диоксинов**

Необходим анализ присутствующих диоксинов или их соединений в отношении многих пирометаллургических процессов, применяемые для производства цветных металлов. Данные по конкретным случаям представлены в разделах, посвященных конкретным металлам, в таких случаях, следующие технологии считаются НДТ для предотвращения образования диоксинов и уничтожения присутствующих диоксинов. Технологии могут использоваться в комбинациях. Согласно представленным данным, некоторые цветные металлы выступают катализаторами новообразований, в некоторых случаях необходимо использование чистого газа до последующей очистки.

- Качественный контроль металлолома в зависимости от применяемого технологического процесса. Использование надлежащего подаваемого сырья для конкретных печей или технологических процессов. Отбор и сортировка с целью предотвращения подачи сырья, загрязненного органическими веществами или прекурсорами, могут способствовать снижению потенциальной возможности образования диоксинов.
- Использование камер дожигания, спроектированных и разработанных надлежащим образом, а также быстрого тушения горячих газов до $< 250^{\circ}\text{C}$.
- Использование оптимальных условий горения. Кислородное дутье в верхнюю часть печи с целью обеспечения полного сгорания печных газов при необходимости.
- Адсорбция на активированный уголь в реакторе с неподвижным слоем или в реакторе с подвижным слоем или путем впрыска в газовый поток, и удаление в качестве пыли от фильтров.

-
- Высокоэффективные технологии пылеудаления, например, керамические фильтры, высокоэффективные тканевые фильтры или газочистительной линии до установки по производству серной кислоты.
 - Стадия каталитического окисления или тканевые фильтры с нанесением каталитического покрытия.
 - Обработка уловленной пыли в высокотемпературных печах с целью уничтожения диоксинов и регенерации металлов.

Уровни концентрации выбросов, связанные с использованием вышеперечисленных технологий варьируются от <0,1 до 0,5 нг/м³ при н.у. ТЭ в зависимости от подаваемого сырья, процессов плавления или плавки, а также от технологий или их комбинаций, применяющихся для удаления диоксинов.

- **Металлургические процессы**

Диапазон видов сырья, использующегося на различных производственных объектах, достаточно широк, это означает необходимость включения различных металлургических производственных процессов в разделы, посвященные НДТ, для большинства групп металлов. Во многих случаях выбор технологического процесса зависит от сырья, поэтому тип печи оказывает незначительное воздействие на выбор НДТ при условии, что конструкция печи была спроектирована для используемого сырья и по возможности применяется технология регенерации энергии.

Существуют исключения. Например, многоточечная подача глинозема в центр электролизера с предварительно спеченным анодом определялось в качестве НДТ для производства первичного алюминия, как и использование герметичных печей при производстве некоторых ферросплавов с целью обеспечения улавливания газа с высокой теплотворной способностью. Использование отражательных печей для производства первичной меди не считается НДТ. Другими основными факторами влияния являются составление смесей сырья, технологический контроль и управление, а также улавливание паров. Иерархическая структура при выборе нового или модифицированного процесса определялась следующим образом:

- Термическая или механическая предварительная обработка вторичного сырья с целью максимального сокращения органического загрязнения подаваемого сырья.
- Использование герметичных печей или других технологических установок с целью предотвращения неорганизованных выбросов, обеспечения регенерации энергии и улавливания технологических газов для использования в других целях (например, окись углерода в качестве топлива и двуокись серы в качестве серной кислоты) или очистки.
- Использование печей полузакрытой конструкции в случаях невозможности использования герметичных печей.
- Максимальное сокращение транспортировки сырья между технологическими процессами.
- В случаях, когда транспортировки сырья невозможно избежать, использование литейных лотков, а не ковшей для расплавленного сырья.
- В некоторых случаях, ограниченное применение только тех технологий, использование которых позволяет избежать транспортировки расплавленного сырья, может предотвратить регенерацию некоторых видов вторичного сырья, которые потом попадают в поток отходов. В таких случаях целесообразно использование технологий вторичного улавливания паров или улавливания паров третьего порядка, чтобы стала возможна регенерация данных веществ.
- Конструкция систем колпаков и воздухопроводов для улавливания паров, возникающих в результате транспортировки и спуска расплавленного металла, штейна или шлака.
- Для предотвращения выбросов паров в атмосферу может быть необходимо ограждение печей или реакторов.

- В случаях вероятности неэффективности систем первичной вентиляции и ограждений, можно использовать полностью закрытую печь и технологию вытяжки воздуха посредством вытяжных вентиляторов в соответствующую систему очистки и сброса.
- Максимальное использование запаса энергии серных концентратов.

• Атмосферные выбросы

Атмосферные выбросы возникают в результате хранения, транспортировки, предварительной обработки, пирометаллургических и гидрометаллургических процессов. Транспортировка материалов имеет особенно важное значение. Предоставленные данные подтвердили высокую значимость неорганизованных выбросов в отношении многих технологических процессов, а также же, что уровни неорганизованных выбросов могут быть гораздо выше, чем улавливаемые и подвергающиеся очистке выбросов. В таких случаях, возможно снижение воздействия на окружающую среду посредством следующих технологий улавливания газов, возникающих в результате хранения и транспортировки сырья, в результате работы реакторов или печей, а также перегрузочного пункта сырья, в иерархическом порядке. Необходимо рассмотреть потенциальные неорганизованные выбросы на всех этапах проектирования и разработки технологического процесса. Иерархический порядок технологий улавливания газов на всех этапах технологического процесса следующий:

- Оптимизация технологического процесса и максимальное сокращение выбросов;
- Герметичные реакторы и печи;
- Направленное улавливание паров;

Улавливание паров на линии свода является очень энергоемкой технологий, которая должна использоваться в качестве последнего средства.

Потенциальные источники атмосферных выбросов обобщенно приведены в следующей таблице, в которой также представлен обзор способов предотвращения и очистки выбросов. Данные по атмосферным выбросам представлены на основе уловленных выбросов. Соответствующие уровни выбросов представлены в качестве среднесуточных значений на основе непрерывного контроля в рабочее время. В случаях невозможности осуществления постоянного контроля, представленные значения являются средними за период взятия проб. Применяемые стандартные условия: температура 273 К, давление 101,3 кПа, измеренное содержание кислорода и сухой нерастворенный газ.

Улавливание серы является важным требованием в случаях обжига и плавки сульфидных руд или концентратов. Образующаяся двуокись серы улавливается и может быть регенерирована в виде серы, гипса (в случае отсутствия межсредового воздействия) или двуокиси серы, либо преобразована в серную кислоту. Выбор технологического процесса зависит от наличия местных рынков для сбыта двуокиси серы. Производство серной кислоты на сооружениях по производству двухконтактной серной кислоты с минимальным количеством циклов 4, или на сооружениях по производству одноконтактной кислоты с одновременным производством гипса из остаточного газа и использованием современных катализаторов, считается НДТ. Конструкция сооружений будет зависеть от концентрации двуокиси серы, образующейся на этапе обжига или плавки.

Технологический этап	Компоненты отходящих газов	Способ обработки
Транспортировка и хранение сырья	Пыль и металлы	Хранение и транспортировка надлежащим способом При необходимости улавливание

		пыли и использование тканевых фильтров
Измельчение, сушка	Пыль и металлы	Технологическая операция. Улавливание газов и использование тканевых фильтров
Спекание/обжиг Плавка Конвертирование Огневое рафинирование	ЛОУ, диоксины	Камеры дожигания, подача адсорбентов или активированного угля
	Пыль и соединения металлов.	Улавливание газов, очистка газов посредством тканевых фильтров, регенерация тепла.
	Монооксид углерода	При необходимости дожигание
	Двуокись серы	Установка для производства серной кислоты (для сульфидных руд) или газоочиститель
Обработка шлака	Пыль и металлы	Улавливание газов, охлаждение и использование тканевых фильтров
	Двуокись серы	Газоочиститель.
	Монооксид углерода	Камера дожигания
Выщелачивание и химическое рафинирование.	Хлор	Улавливание и повторное использование газов, использование влажного химического газоочистителя.
Карбонильное рафинирование.	Монооксид углерода Водород.	Замкнутые технологические процессы, регенерация и повторное использование. Дожигание и удаление пыли посредством тканевых фильтров для остаточных газов.
Экстракция растворителями.	ЛОУ. (зависит от используемого растворителя, оценка возможной опасности определяется на местном уровне).	Изоляция, улавливание газов, регенерация растворителей. При необходимости адсорбция активированным углем.
Термическое рафинирование.	Пыль и металлы	Улавливание газов и использование тканевых фильтров
	Двуокись серы	При необходимости газоочиститель
Электролиз в солевых расплавах	Фториды, хлор, ПФУ.	Технологическая операция. Улавливание газов, газоочиститель (глинозем) и использование тканевых фильтров
Прокаливание, графитирование электродов	Пыль, металлы, двуокись серы, фториды, ПАУ, смолы	Улавливание газов, конденсатор и ЭП, камера дожигания или скруббер глинозема и тканевой фильтр. При необходимости газоочиститель для двуокиси серы.
Производство металлического	Пыль и металлы	Улавливание газов и использование тканевых

порошка		фильтров
Производство порошков	Пыль, аммиак	Улавливание и регенерация газов Кислотный газоочиститель.
Восстановление при высоких температурах	Водород.	Замкнутые технологические процессы, повторное использование.
Выделение металла электролизом.	Хлор Кислотная дымка.	Улавливание и повторное использование газов. Влажный газоочиститель. Вывод мощностей из эксплуатации. Туманоуловитель.
Плавка и литье.	Пыль и металлы	Улавливание газов и использование тканевых фильтров
	ЛОУ, диоксины (органические подаваемые материалы)	Камера дожигания (вдувание углерода)
Примечание. Для улавливания пыли посредством тканевых фильтров может потребоваться удаление горячих частиц для предотвращения пожаров. Электростатические пылеуловители горячего действия используются в системах очистки газов до установок по производству серной кислоты или для очистки влажных газов.		

Обзор источников и вариантов обработки/очистки выбросов

В следующей таблице представлен обзор уровней выбросов, связанных с использованием систем очистки, которые считаются НДТ для производства цветных металлов. Более подробные данные приводятся в выводах по НДТ в главах, посвященных производству конкретных металлов.

Технология очистки	Сопутствующий диапазон выбросов	Примечания
Тканевый фильтр	Пыль 1 -5 мг/м ³ при н.у. Металлы - в зависимости от состава пыли	Зависит от характеристик пыли.
Угольный или биофильтр	Общий органический углерод < 20 мг/м ³ при н.у.	Фенол < 0,1 мг/м ³ при н.у.
Камера дожигания (включая температурное гашение для диоксинов)	Общий органический углерод < 5 - 15 мг/м ³ при н.у. Диоксин < 0,1-0,5 нг/м ³ при н.у. ТЭ ПАУ (ОСПАР 11) < 200 нгС/м ³ при н.у. Синильная кислота < 2 мг/м ³ при н.у.	Проектируется в зависимости от объема газа. Имеются другие технологии для дальнейшего снижения количества диоксинов посредством вдувания извести/углерода, каталитических реакторов/фильтров
Оптимальные условия горения	Общий органический углерод < 5 - 50 мг/м ³ при н.у.	
Влажный ЭП Керамический фильтр	Пыль < 5 мг/м ³ при н.у.	В зависимости от характеристик, например, пыли, влажностью или высокие температуры
Влажный или полусухой щелочной газоочиститель	Двуокись серы < 50 - 200 мг/м ³ при н.у. Смолы < 10 мг/м ³ при н.у. Хлор < 2 мг/м ³ при н.у.	

Глиноземный скруббер	Пыль 1 -5 мг/м ³ при н.у. Углеводород < 2 мг/м ³ при н.у. ПАУ (ОСПАР 11) < 200 нгС/м ³ при н.у.	
Регенерация хлора	Хлор < 5 мг/м ³ при н.у.	Повторное использование хлора. Возможны случайные неорганизованные выбросы.
Окислительный газоочиститель	Окиды азота < 100 мг/м ³ при н.у.	Регенерация азотной кислоты с последующим удалением остатков
Горелки с низким уровнем выбросов оксидов азота	< 100 мг/м ³ при н.у.	Более высокие значения связаны с обогащением кислородом с целью снижения энергопотребления. В таких случаях снижаются выбросы объемов и массы газов
Кислородная горелка.	< 100 - 300 мг/м ³ при н.у.	
Установка для производства серной кислоты	Преобразование > 99,7% (двухконтактная серная кислота)	Включая ртутный газоочиститель с применением процесса Болиден/Норцинк или тиосульфатного газоочистителя ртути образуется < 1 миллионной доли в кислоте
	Преобразование > 99,1% (двухконтактная серная кислота)	
Охладители, ЭП, адсорбция углем/известью, тканевый фильтр	ПАУ (ОСПАР 11) < 200 нгС/м ³ при н.у. Углеводороды (летучие) < 20 мгС/м ³ при н.у. Углеводороды (конденсированные) < 2 мгС/м ³ при н.у.	
Примечание. Только уловленные выбросы. Соответствующие выбросы представлены в виде среднесуточных значений на основе постоянного контроля в рабочее время и стандартных условий: температура 273 К, давление 101,3 кПа, измеренное содержание кислорода и сухой газ без растворения газов в воздухе. В случаях невозможности осуществления постоянного контроля, представленные значения являются средними за период взятия проб. В отношении используемой системы очистки, при проектировании системы и надлежащих рабочих температур будут учитываться характеристики газов и пыли. В отношении некоторых компонентов, различия в концентрации неочищенного газа во время групповых технологических процессов могут оказывать воздействие на эффективность системы очистки.		

Атмосферные выбросы, связанные в использовании НДТ

При химической обработке растворов металлов или в различных металлургических процессах используется несколько специфических реагентов. Ниже представлены некоторые соединения, источники и способы очистки газов, образующихся в результате использования данных реагентов:

Применяемый технологический процесс/реагент	Компоненты отходящих газов	Способ очистки
Использование мышьяка или оксида сурьмы (рафинирование цинка/свинца)	Арсин/стибин	Перманганатная очистка газов
Смола и т.д.	Смолы и ПАУ	Камера дожигания, конденсатор и ЭП либо сухой абсорбер.
Растворители, ЛОУ	ЛОУ, запах	Изоляция, конденсация.

		Активированный уголь, биофильтр
Серная кислота (+сера, содержащаяся в топливе или сырье)	Двуокись серы	Системы влажных или полусухих газоочистителей Установка для производства серной кислоты
Царская водка	Хлориды азота, оксиды азота	Система щелочных газоочистителей.
Хлор, соляная кислота	Хлор	Система щелочных газоочистителей.
Азотная кислота	Оксиды азота	Окисление и адсорбция, повторное использование, система газоочистителей
Цианистый натрий или калий	Синильная кислота	Окисление пероксидом водорода или гипохлоритом
Аммиак	аммиак	Регенерация, система газоочистителей
Хлорид аммония	Аэрозоль	Регенерация путем отгонки, система газоочистителей
Гидразин	Гидразин	Газоочиститель или активированный уголь
Боргидрид натрия	Водород (опасность взрыва)	По возможности лучше избегать при обработке металлов платиновой группы (особенно осмия, рутения)
Муравьиная кислота	Формальдегид	Система щелочных газоочистителей.
Хлорноватистый натрий/соляная кислота	Оксиды хлора (опасность взрыва)	Контроль конечного этапа процесса

Обзор способов химической очистки некоторых газообразных веществ

• Сбросы в воду

Сбросы в воду осуществляются различными источниками, применяются разнообразные варианты снижения и очистки выбросов в зависимости от источника и присутствующих веществ. В целом, сточные воды могут содержать растворимые и нерастворимые соединения металлов, масла и органические вещества. В следующей таблице обобщенно представлены возможные сточные воды, образующиеся металлы, способы снижения и очистки сбросов в воду.

Источник сточных вод	Соответствующий процесс	Способы снижения сбросов	Способы очистки
Технологическое воды	Производство глинозема, Разрушение свинцово-кислотных аккумуляторных батарей. Травление	По возможности возврат в технологический процесс	Нейтрализация и осаждение. Электролиз.
Воды косвенного охлаждения	Охлаждение печи для большинства металлов. Охлаждение электролита для цинка	Использование замкнутой системы или системы воздушного охлаждения Контроль системы для обнаружения утечек.	Отстаивание.
Воды прямого	Отливка алюминия,	Отстаивание.	Отстаивание. При

охлаждения	меди, цинка. Угольные электроды.	Замкнутые системы охлаждения.	необходимости осаждение.
Гранулирован ие шлака	Медь, никель, свинец, цинк, драгоценные металлы, ферросплавы		Отстаивание. При необходимости осаждение.
Электролиз	Медь, никель, цинк	Замкнутая система. Выделение электролизом отработанных растворов	Нейтрализация и осаждение.
Гидрометаллу ргия (спуск воды)	Цинк, кадмий	Замкнутая система.	Отстаивание. При необходимости осаждение.
Система очистки (спуск воды)	Влажный газоочиститель. Влажные ЭП и газоочистители для заводов по производству серной кислоты	По возможности повторное использование разбавленной кислоты	Отстаивание. При необходимости осаждение.
Поверхностны е воды	все	Надлежащее хранение сырья и предотвращение неорганизованных выбросов.	Отстаивание. При необходимости осаждение. Фильтрация.

Обзор НДТ для потоков сточных вод

Системы очистки сточных вод способствуют максимальному удалению металлов путем осаждения отстаиванием и возможно фильтрации. Гидроксид, сульфид или комбинация обоих веществ может использоваться в качестве реагентов для осаждения отстаиванием в зависимости от присутствующих металлов. Во многих случаях целесообразно также повторно использовать воду, прошедшую через систему очистки.

	Основные компоненты [мг/л]					
	медь	свинец	мышьяк	никель	кадмий	цинк
Техноло гически е воды	<0.1	<0.05	<0.01	<0.1	<0.05	<0.15
Примечание: В основе сбросов в воду лежит соответствующая произвольная проба либо суточная усредненная проба воды. Объем обработки сточных вод зависит от источника, а также металлов, содержащихся в сточных водах.						

Примеры сбросов в воду, связанных с использованием НДТ

- Производственные отходы**

Производственные отходы образуются на различных этапах технологического процесса и зависят главным образом от составляющих веществ сырья. В рудах и концентратах содержатся определенные количества металлов, не являющихся первоочередной целью производства. Технологические процессы разрабатываются таким образом, чтобы получить чистый металл, являющийся целью производства, а также все остальные ценные металлы.

Такие металлы обычно концентрируются в технологические остатки, и в свою очередь, данные технологические остатки являются сырьем для других технологических процессов получения других металлов. В следующей таблице представлен обзор некоторых технологических остатков и вариантов их обработки.

Источник производственных отходов	Сопутствующие металлы	Остаточный продукт	Варианты обработки
Транспортировка сырья и т.д.	Все металлы	Пыль, металлический сор	Подача в основной технологический процесс
Печь для плавки	Все металлы	Шлак	Строительный материал после обработки шлака. Отрасль производства абразивных изделий. Часть шлака может использоваться в качестве огнеупорного материала, например, шлак при производстве хрома
	Ферросплавы	Горячий спелый шлак	Сырье для других технологических процессов производства ферросплавов
Конвертерная печь	медь	Шлак	Повторное использование в плавильной печи
Печь для рафинирования	медь	Шлак	Повторное использование в плавильной печи
	свинец	Металлический сор	Регенерация других ценных металлов
	Драгоценные металлы (ДМ)	Металлический сор и шлак	Внутреннее повторное использование.
Обработка шлака	Медь и никель	Очищенный шлак	Строительный материал. Образованный штейн
Плавильные печи	Все металлы	Металлический сор Шлак и соляной шлак	Возврат в технологический процесс после обработки. Регенерация металлов, солей и других веществ.
Электрорафинирование	медь	Отработанный электролитический раствор Остатки анодов. Анодный шлам	Регенерация никеля. Обратная подача в конвертер Регенерация драгоценных металлов.
Выделение металла электролизом.	Цинк, никель, кобальт, ДМ	Отработанный электролит	Повторное использование при выщелачивании
Электролиз в соляном расплаве	Алюминий	Отработанная футеровка электролитической ванны Излишки электролитической ванны Обломки анодов	Карбюраторное топливо или утилизация Продажа в качестве электролита Регенерация
	Натрий и литий	Ячеистый материал	Металлолом после очистки
Дистилляция	ртуть	Остаточные продукты (Hollines)	Повторное использование в качестве подаваемого сырья
	Цинк, кадмий	Остаточные продукты	Возврат в технологический процесс
Выщелачивание	цинк	Ферритные остаточные продукты	Безопасная утилизация, повторное использование щелока
	медь	Остаточные продукты	Безопасная утилизация

	Никель/кобальт	Остаточные продукты меди/железа	Регенерация, утилизация
Установка для производства серной кислоты		Катализатор	Регенерация
		Кислотный отстой	Безопасная утилизация
		Разбавленная кислота	Щелочение, утилизация
Футеровка печи	Все металлы	Футеровка	Использование в качестве шлакующего реагента, утилизация
Измельчение, зачистка	уголь	Угольная и графитовая пыль	Использование в качестве сырья в других технологических процессах
Травление	Медь, титан	Отработанная кислота	Регенерация
Системы сухой очистки	Большинство – использование тканевых фильтров или ЭП	Пыль от фильтров	Возврат в технологический процесс Регенерация других металлов
Системы влажной очистки	Большинство – использование газоочистителей или влажных ЭП.	Отстой от фильтров	Возврат в технологический процесс или регенерация других металлов (например, ртути) Утилизация
Осадки от очистки сточных вод	большинство	Гидроксидные или сульфидные осадки	Безопасная утилизация, повторное использование Повторное использование
Выщелачивание	Глинозем	Красный шлам	Безопасная утилизация, повторное использование щелока

Обзор производственных отходов и имеющихся варианты их обработки

Пыль от фильтров может быть переработана на том же сооружении или использована третьей стороной для регенерации других металлов на других промышленных объектах для производства других цветных металлов или для других целей.

Может проводиться обработка отходов и шлака с целью регенерации ценных металлов и образования отходов, которые могут использоваться в других целях, например, в качестве строительных материалов. Некоторые компоненты могут быть доведены до состояния товарной продукции.

Отходы очистки вод могут содержать ценные металлы, в некоторых случаях могут подвергаться переработке.

Регулирующий орган и оператор должны удостовериться, что регенерация отходов третьей стороной осуществляется в соответствии с высокими экологическими стандартами и не оказывает отрицательного межсредового воздействия.

• Токсические соединения

Токсичность некоторых соединений, которые могут выбрасываться (а также их воздействие или последствия для окружающей среды), изменяется в зависимости от группы. В некоторых металлах присутствуют токсические соединения, выбросы которых могут осуществляться в результате технологических процессов, причем требуется снижение уровней выбросов.

• Регенерация энергии

Технология регенерации энергии до и после очистки применяется в большинстве случаев, однако важную роль играют местные условия, например, не существует рынка сбыта регенерированной энергии. Выводы по НДТ для регенерации энергии следующие:

- Производство пара и электричества из тепла, образующегося при работе парового котла-утилизатора отходящих газов.
- Использование теплоты реакции плавления или обжига концентратов или плавки металлолома в конвертере.
- Использование горячих технологических газов для просушивания подаваемого сырья.
- Предварительное нагревание обжигаемого в печи сырья с использованием энергии печных газов или горячих газов из другого источника.
- Использование рекуперативных горелок или предварительное нагревание воздуха горения.
- Использование образующегося оксида углерода в качестве топливного газа.
- Нагревание щелока от выщелачивания от горячих технологических газов или растворов.
- Использование пластмасс, содержащихся в некоторых видах сырья, в качестве топлива при условии невозможности регенерации пластмасс хорошего качества, а также отсутствия выбросов ЛОУ и диоксинов.
- Использование тугоплавких материалов с малой тепловой массой по мере возможности.

6. Степень согласованности мнений и рекомендации для дальнейшей работы

Настоящий Справочный документ по наилучшим доступным технологиям одобрен почти всеми членами Технической рабочей группы, а также участниками 7-ого Форума по обмену информацией. Критические замечания связаны главным образом с недостаточным количеством информации и аспектами представления данных (требования по включению в Краткий обзор больше данных об уровнях потребления и выбросов, связанных с использованием НДТ).

Рекомендуется провести пересмотр настоящего документа через 4 года. Сферы, в которых необходимо предпринять дополнительные усилия для формирования устойчивой информационной базы, включают в первую очередь неорганизованные выбросы, а также конкретные данные по уровням выбросов и потребления, технологическим остаткам, сточным водам и аспектам, связанным с мелкими и средними компаниями. В Главе 13 представлены дальнейшие рекомендации.