Об утверждении справочника по наилучшим доступным техникам "Производство изделий дальнейшего передела черных металлов"

Приказ Министра экологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 30 сентября 2026 года № 227-П

В соответствии с пунктом 6 статьи 113 Экологического кодекса Республики Казахстан ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить прилагаемый справочник по наилучшим доступным техникам " Производство изделий дальнейшего передела черных металлов".

2. Департаменту климатической политики Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан в установленном законодательством порядке обеспечить:

1) направление настоящего приказа на государственном и русском языках в течение пяти рабочих дней со дня его подписания в Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения "Институт законодательства и правовой информации Республики Казахстан" Министерства юстиции Республики Казахстан для официального опубликования и включения в Эталонный контрольный банк нормативных правовых актов Республики Казахстан;

2) размещение настоящего приказа на интернет-ресурсе Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан после его официального опубликования.

3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на курирующего вице-министра экологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

4. Настоящий приказ вводится в действие после дня его первого официального опубликования.

Министр *А. Куантыров*

"СОГЛАСОВАН"
Министерство финансов
Республики Казахстан
"СОГЛАСОВАН"
Министерство национальной
экономики Республики Казахстан
"СОГЛАСОВАН"
Министерство промышленности и строительства
Республики Казахстан
"СОГЛАСОВАН"

Министерство энергетики
Республики Казахстан
"СОГЛАСОВАН"
Министерство водных ресурсов и ирригации
Республики Казахстан

Приложение к приказу

Справочник
по наилучшим доступным техникам
"Производство изделий дальнейшего передела черных металлов"

Оглавление

Оглавление 3
Список схем/рисунков 7
Список таблиц 9
Глоссарий 12
Предисловие 28
Область применения 31
Принципы применения 32
1. Общая информация 34
1.1. Структура и технологический уровень отрасли по производству изделий дальнейшего передела черных металлов. 34
1.2. Ресурсы и материалы 37
1.3. Производственные площадки 37
1.4. Потребление энергетических ресурсов 44
1.5. Основные экологические проблемы 48
1.5.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух 50
1.5.2. Сбросы загрязняющих веществ 55
1.5.3. Образование и управление отходами производства 58
1.5.4. Факторы физического воздействия 60
2. Методология определения наилучших доступных техник 63
2.1. Детерминация, принципы подбора НДТ 63
2.2. Критерии отнесения техник к НДТ 65
2.3. Экономические аспекты применения НДТ 65
2.3.1. Подходы к экономической оценке НДТ 65
2.3.2. Способы экономической оценки НДТ 67
2.3.3. Соотношение затрат и ключевых показателей предприятия 67
2.3.4. Прирост себестоимости на единицу продукции 69
2.3.5. Соотношение затрат и экологического результата 69

2.3.6. Платежи и штрафы за негативное воздействие на окружающую среду 71
2.3.7. Расчет на установке 72
3. Применяемые процессы: технологические, технические решения, используемые в настоящее время 73
3.1. Производство горячекатаного проката 74
3.1.1. Производство сортового проката 76
3.1.1.1. Прием и складирование заготовки 77
3.1.1.2. Нагрев заготовки 78
3.1.1.3. Прокатка заготовки на сортопрокатном стане (арматура, круг, уголок, швеллер, полоса, стержни мелющие, шары мелющие и т.д.) 82
3.1.1.4. Охлаждение, термоупрочнение проката 86
3.1.1.5. Порезка, упаковка, отгрузка 87
3.1.2. Производство плоского горячекатаного проката (товар – листы, рулоны, подкат для дальнейшего передела) 87
3.1.2.1. Предварительная подготовка заготовки (слябов) 89
3.1.2.2. Нагрев слябов в методических печах 90
3.1.2.3. Прокатка из слябов горячекатаных полос 90
3.1.2.4. Финишная обработка горячекатаного листа 93
3.1.2.5. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду при горячекатаном прокате 94
3.2. Производство холоднокатаного проката (холоднокатаный прокат, конструкция, кровля, подкат) 96
3.2.1. Травление горячекатаной полосы 98
3.2.2. Холодная прокатка травленых горячекатаных рулонов для производства холоднокатаной продукции, для продукции с покрытием 103
3.2.3. Отжиг металла в колпаковых печах (КП) 106
3.2.4. Отжиг металла в агрегатах непрерывного отжига (АНО) 108
3.2.5. Дрессировка металла 108
3.2.6. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду от холоднокатаного проката 111
3.3. Производство жести 114
3.3.1. Холодная прокатка травленых горячекатаных рулонов для производства жести, производства продукции с покрытием 115
3.3.2. Электролитическая очистка рулонов 117
3.3.3. Отжиг рулонов в агрегатах непрерывного отжига (АНО) и колпаковых печах (КП) 118
3.3.4. Дрессировка рулонов 120
3.3.5. Подготовка рулонов жести к лужению. Производство черной жести 121
3.3.6. Электролитическое лужение 121

3.3.7. Отделка, порезка, упаковка рулонов и пачек листов жести 123
3.4. Производство проката с цинковым, алюмоцинковым покрытием 125
3.5. Производство оцинкованного проката с полимерным покрытием 131
3.6. Производство водогазопроводных труб 133
3.7. Трубопрокатное производство 135
3.7.1. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду 144
4. Общие наилучшие доступные техники для предотвращения и/или сокращения эмиссий и потребления ресурсов 147
4.1. Комплексный подход к защите окружающей среды 147
4.2. Внедрение систем экологического менеджмента 150
4.3. Внедрение систем энергетического менеджмента 153
4.4. Мониторинг эмиссий 155
4.4.1. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух 158
4.4.2. Мониторинг сбросов в водные объекты 161
4.5. Управление водными ресурсами 162
4.6. Управление отходами 164
4.7. Снижение уровней физического воздействия 165
5. Техники, которые рассматриваются при выборе наилучших доступных техник 168
5.1. НДТ, направленные на внедрение систем автоматизированного контроля и управления в технологическом процессе 168
5.1.1. Автоматизированные системы управления технологическим процессом 168
5.1.2. Автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУТП) (печи, котлы и т. д.) 170
5.1.3. Автоматическое регулирование в системах вентиляции и отопления (в зависимости от требуемых параметров внутренней среды и параметров внешней среды) . 172
5.2. НДТ по производству изделий дальнейшего передела черных металлов. 174
5.2.1. Техники, которые следует учитывать при определении НДТ для горячей прокатки 174
5.2.2. Техники, которые следует учитывать при определении НДТ для холодной прокатки 181
5.2.3. Техники, которые следует учитывать при определении НДТ для механических процессов 204
5.3. НДТ в области энерго- и ресурсосбережения 210
5.3.1. Применение частотно-регулируемого привода на различном оборудовании (конвейерное, вентиляционное, насосное и т. д.) 210
5.3.2. Применение энергосберегающих осветительных приборов 212
5.3.3. Применение электродвигателей с высоким классом энергоэффективности 213

5.3.4. Импульсная горелка 215
5.3.5. Организация систем экранов в технологических линиях 216
5.3.6. Котел -утилизатор 219
5.4. НДТ, направленные на снижение негативного воздействия на атмосферный воздух 221
5.4.1. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение неорганизованных выбросов 221
5.4.2. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов пыли от организованных источников выбросов 222
5.4.3. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов NOx от организованных источников выбросов 246
5.4.4. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов SO2 от организованных источников выбросов 265
5.4.5. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов CO от организованных источников выбросов 266
5.5. НДТ, направленные на предотвращение и снижение сбросов сточных вод 273
5.5.1. Управление водным балансом при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов 273
5.5.2. Предотвращение образования сточных вод 275
5.5.2.1. Повторное использование и рециркуляция 278
5.5.3. Применение современных методов очистки сточных вод 279
5.6. НДТ, направленные на управление и сокращение воздействия производственных отходов 300
5.6.1. Предварительная обработка маслянистой окалины для дальнейшего использования 301
5.6.2. Использование металлолома 303
5.6.3 Использование маслосодержащего шлама 303
5.6.4. Рециклинг металлов и оксидов металлов при сухой очистке отходящих газов 304
5.6.5. Термическая обработка гидроксидного шлама от процесса восстановления смешанной кислоты 305
5.6.6. Переработка пыли от рукавных фильтров 306
6. Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам 307
6.1. Общие НДТ 308
6.1.1. Система экологического менеджмента 308
6.1.2. Управление энергопотреблением, энергоэффективность 309
6.1.3. Управление технологическими процессами 310
6.1.4. Мониторинг выбросов 310
6.1.5. Мониторинг сбросов 311

6.1.6. Шум, вибрация 312
6.2. Выбросы загрязняющих веществ от неорганизованных источников 313
6.3. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников 314
6.3.1. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников при холоднокатаном прокате. 314
6.3.2. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников при производстве горячекатаного проката. 319
6.4. Управление водопользованием, удаление и очистка сточных вод 322
6.5. Управление отходами 324
6.6. Требования по ремедиации 325
7. Перспективные техники 327
7.1. Перспективные техники в области "Производство изделий дальнейшего передела черных металлов". 327
7.1.1. Производство горячекатаного рулонного проката в линии со станом Стеккеля. 327
7.1.2. Непрерывные технологические линии и комплексы бесконечной холодной прокатки полос. 328
7.1.3. Производство горячедеформированных бесшовных труб. 330
7.1.4. Рекуперация тепла из теплоты отходящего процесса 333
7.1.5. Струйное осаждение из паровой фазы 336
8. Дополнительные комментарии и рекомендации 338
9. Библиография 340

Список схем/рисунков

Рисунок 1.1 Общая схема производства стального департамента АО "Арселор Миттал Темиртау"
Рисунок 1.2 Потребление электроэнергии по технологиям производства
Рисунок 1.3 Потребление сжиженного газа
Рисунок 1.4 Выбросы и удельные показатели ЗВ за 2015-2019 гг. (общие по прокатному производству)
Рисунок 1.5 Выбросы и удельные показатели ЗВ за 2015-2019 гг. (от производства горячекатаного плоского проката)
Рисунок 1.6 Выбросы и удельные показатели ЗВ за 2015-2019 гг. (от производства холоднокатаного плоского проката)
Рисунок 1.7 Выбросы и удельные показатели ЗВ за 2015-2019 гг. (от производства сортового плоского проката)
Рисунок 1.8 Выбросы и удельные показатели ЗВ за 2015-2019 гг. (при нанесении покрытий на трубы (эпоксидное, полиэтиленовое, полипропиленовое, цинковое))

Рисунок 1.9 Выбросы ЗВ Предприятия В за 2020-2021 гг. (при производстве горячекатаного проката/ шаропроката)
Рисунок 1.10 Выбросы ЗВ Предприятия С за 2020-2021 гг. (при производстве горячекатаного проката)
Рисунок 1.11 Объемы водопотребления и водоотведения за период с 2015 по 2019 года по предприятию А
Рисунок 1.12 Данные по образованию и переработке отходов на предприятии А.
Рисунок 1.13 Данные по образованию и переработке отходов на предприятии С за 2020-2021 гг.
Рисунок 3.1 Обобщенная технологическая схема производства горячекатаного проката
Рисунок 3.2 Методическая нагревательная печь
Рисунок 3.3 Сортопрокатный стан
Рисунок 3.4 Винтовая периодическая прокатка в валках с винтовыми калибрами
Рисунок 3.5 Выдача нагретых слябов в линию стана горячего проката
Рисунок 3.6 Схема непрерывного травильного агрегата горизонтального типа
Рисунок 3.7 Технологическая схема непрерывного 5 клетьевого стана 1700 холодной прокатки рулонов
Рисунок 3.8 Схема одностопной колпаковой печи для отжига рулонов
Рисунок 3.9 Схема агрегата непрерывного отжига
Рисунок 3.10 Схема агрегата непрерывного электролитического лужения жести
Рисунок 3.11 Линия покраски
Рисунок 3.12 Схема высокочастотной сварки с индукционным подводом тока
Рисунок 3.13 Общая схема технологических операций при производстве горячекатаных труб
Рисунок 3.14 Конструкция кольцевой нагревательной печи
Рисунок 3.15 Схема производства нефтегаз проводных труб
Рисунок 3.16 Схема производства Обсадных и насосно-компрессорных труб
Рисунок 5.1 Пример автоматической регулировки в системе вентиляции
Рисунок 5.2 Различные типы ванн травления
Рисунок 5.3 Технологическая схема предотвращения с загрязнением при закрытой зачистке (пример с влажным электрофильтром)
Рисунок 5.4 Технологическая схема с предотвращением загрязнением в процессе зачистки
Рисунок 5.5 Сравнение обычного электродвигателя с энергоэффективным
Рисунок 5.6 Поперечный разрез (а) и фотография (б) секции теплоотражательного экрана на промежуточном рольганге ШСГП 2000
Рисунок 5.7 Поперечный разрез (а; схема) и фотография внешнего вида (б) теплового экрана на промежуточном рольганге ШСГП 2000

Рисунок 5.8 Тепловой экран типа "энкопанель"
Рисунок 5.9 Схема горизонтальной осадительной системы
Рисунок 5.10 Жалюзийный пылеотделитель
Рисунок 5.11 Базовая схема устройства циклона
Рисунок 5.12 Схема устройства электрофильтра (показаны только две зоны)
Рисунок 5.13 Конструкция рукавного фильтра
Рисунок 5.14 Радиальный мокрый скруббер
Рисунок 5.15 Скруббер Вентури
Рисунок 5.16 Схема горелки с низким содержанием NOX и внутренней рециркуляцией дымовых газов
Рисунок 5.17 Схематический пример горелки с низким содержанием NOx, работающей на воздухе
Рисунок 5.18 Схематичное изображение системы СКВ
Рисунок 5.19 Схема установки медно-аммиачной очистки газов
Рисунок 5.20 Некаталитическое дожигание СО
Рисунок 5.21 Каталитическое дожигание СО
Рисунок 5.22 Схема установки для очистки газов от оксида углерода реакцией водяного газа
Рисунок 5.23 Горизонтальный отстойник
Рисунок 5.24 Конструкция вертикального отстойника
Рисунок 5.25 Схема песчаного фильтра
Рисунок 5.26 Схема процессов коагуляции и флокуляции
Рисунок 7.1 Принципиальная схема органического цикла Ренкина

Список таблиц

Таблица 1.1 Производство промышленной продукции в натуральном выражении
Таблица 1.2 Динамика производства продукции черной металлургии
Таблица 1.3 Технологические процессы и этапы
Таблица 1.4 Основные технологические показатели ПФ ТОО "KSP Steel"
Таблица 1.5 Основные технологические показатели ПФ ТОО "Кастинг"
Таблица 2.1 Ориентировочные справочные значения осуществимости инвестиций в охрану окружающей среды
Таблица 2.2 Ориентировочные справочные затраты на внедрение технологии из расчета на единицу массы загрязняющего вещества
Таблица 3.1 Текущие объемы потребления энергетических ресурсов и воды при горячекатаном производстве
Таблица 3.2 Маркерные вещества и их концентрация
Таблица 3.3 Маркерные вещества и их концентрация
Таблица 3.4 Производство горячекатаного проката

Таблица 3.5 Текущие объемы потребления энергетических ресурсов и воды при холоднокатаном производстве
Таблица 3.6 Маркерные вещества и их концентрация
Таблица 3.7 Маркерные вещества и их концентрация
Таблица 3.8 Маркерные вещества и их концентрация
Таблица 3.9 Расход материалов на производство холоднокатаного проката
Таблица 3.10 Состав характерных загрязняющих веществ при производстве холоднокатаного плоского проката
Таблица 3.11 Расход материалов на производство холоднокатаного проката (жесть, конструкция, кровля, подкат для ЦГЦА)
Таблица 3.12 Маркерные вещества и их концентрация
Таблица 3.13 Расход материалов на производство холоднокатаного проката (жесть, конструкция, кровля, подкат для ЦГЦА)
Таблица 3.14 Расход материалов на производство оцинкованного проката
Таблица 3.15 Расход материалов на производство проката с цинковым покрытием (со свинцом)
Таблица 3.16 Расход материалов на производство оцинкованного проката с полимерным покрытием
Таблица 3.17 Текущие объемы потребления энергетических ресурсов и воды при трубопрокатном производстве
Таблица 5.1 Виды автоматизированных систем в зависимости от технологии
Таблица 5.2 Влияние горячей загрузки на расход топлива и времени пребывания в печи
Таблица 5.3 Выбросы в атмосферу при обжиге распылением HCl (объединенные данные установок холодной и горячей прокатки)
Таблица 5.4 Выбросы в атмосферу на установках по утилизации HCl, использующих реактор с псевдоожиженным слоем
Таблица 5.5 Концентрации выбросов HCl при непрерывном травлении
Таблица 5.6 Концентрации выбросов летучих органических соединений на тандемных и реверсивных станах
Таблица 5.7 Достижимые уровни выбросов пыли при зачистке
Таблица 5.8 Эффективность очистки и уровни выбросов, связанные с использованием электрофильтров
Таблица 5.9 Сравнение различных систем тканевых фильтров
Таблица 5.10 Достижимые уровни выбросов при закачке H_2O_2
Таблица 5.11 Меры предотвращения и/или сокращения объема сточных вод
Таблица 5.12 Методы осаждения металлов и их соединений
Таблица 5.13 Сравнительная характеристика аэробной и анаэробной очистки

Таблица 6.1 Периоды усреднения уровней выбросов/ сбросов связанные с НДТ

Таблица 6.2 Технологические показатели пыли при нагреве полуфабриката (холоднокатаной полосы, профиля и т.д.) после холоднокатаного проката в процессе отжига, а также при нагреве полуфабриката перед нанесением покрытия методом погружения в горячий расплав металлов, связанные с НДТ.

Таблица 6.3 Технологические показатели пыли механической обработки (включая продольную резку, удаление окалины, шлифование, черновую обработку, прокатку, чистовую обработку, выравнивание), зачистка (кроме ручной зачистки), связанные с НДТ.

Таблица 6.4 Технологические показатели выбросов SO_2 при производстве при нагреве полуфабриката (холоднокатаной полосы, профиля и т. д.) после холоднокатаного проката в процессе отжига.

Таблица 6.5 Технологические показатели выбросов окислов азота (NOx) в атмосферу при нагреве полуфабриката (холоднокатаной полосы, профиля и т.д.) после холодной прокатки в процессе отжига.

Таблица 6.6 Технологические показатели выбросов окислов азота (NOx) в атмосферу при процессе нагрева полуфабриката (холоднокатаной полосы и т.д.) перед нанесением покрытия методом погружения в горячий расплав металлов.

Таблица 6.7 Уровни выбросов летучих органических соединений (ЛОС), связанные с НДТ.

Таблица 6.8 Уровни выбросов, связанные с НДТ, для выбросов HCl и SOx в результате травления при холодной прокатке.

Таблица 6.9 Технологические показатели пыли при нагреве полуфабриката (слябы, блюмы, круг и т.д.) перед процессом горячекатаного проката, связанные с НДТ.

Таблица 6.10 Технологические показатели пыли механической обработке (включая продольную резку, удаление окалины, шлифование, черновую обработку, прокатку, чистовую обработку, выравнивание), зачистка (кроме ручной зачистки), связанные с НДТ.

Таблица 6.11 Технологические показатели выбросов SO_2 при нагреве полуфабриката (слябы, блюмы, круг и т. д.) перед процессом горячекатаного проката.

Таблица 6.12 Технологические показатели выбросов окислов азота (NOx) в атмосферу при нагреве полуфабриката (слябы, блюмы, круг и т.д.) перед процессом горячекатаного проката

Таблица 6.13 Технологические нормативы сбросов сточных водах при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов, поступающих в поверхностные водные объекты.

Таблица 6.14 Технологические показатели сбросов в пруды-накопители, пруды-испарители при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов

Глоссарий

Настоящий глоссарий предназначен для облегчения понимания информации, содержащейся в данном документе. Определения терминов в этом глоссарии не являются юридическими определениями (даже если некоторые из них могут совпадать с определениями, приведенными в НПА Республики Казахстан).

Глоссарий представлен следующими разделами:

термины и определения

сокращения и обозначения

химические элементы

химические формулы

единицы измерения

Термины и определения

В настоящем справочнике по НДТ используются следующие термины:

автоклав	—	аппарат для проведения различных процессов при нагреве и под газовым давлением выше атмосферного. Например, введение в жидкие металлы легко испаряющихся веществ (магний в чугун и т. д.). В автоклавах проводятся некоторые операции гидрометаллургии, например выщелачивание.
адсорбция	—	поглощение поверхностью фазово-инородного тела (адсорбента) каких-либо веществ (адсорбатов) из смежной газовой или жидкой среды, протекающее на границе раздела фаз.
оценка	—	изучение уровня адекватности ряда наблюдений и соответствующего набора критериев, достаточных для основных целей для принятия решения. Кроме того, сочетание анализа с мероприятиями, связанными с политикой, такими как определение проблем и сравнение рисков и выгод (таких как оценка рисков и оценка воздействия).
нейтрализация	—	реакция взаимодействия кислоты и основания с образованием соли и слабо диссоциирующего вещества

тонна условного топлива (т.у.т.)	—	единица измерения энергии, равная 29,3 ГДж; определяется как количество энергии, выделяющееся при сгорании 1 тонны каменного угля
блюмы	—	заготовки из стали в форме квадрата с закругленными краями. Их используют как исходный материал на крупносортных прокатных станах для получения профилей сортовой стали: круга, квадрата, рельса и др. Сортамент блюмов составляет 18 размеров от 130х130 мм до 450х450 мм с радиусами закруглений от 5 до 60 мм. Они относятся к категории крупных заготовок.
ванна	—	раствор химических веществ для удельной поверхностной обработки, например, травильная ванна. Термин также относится к соответствующему резервуару или рабочей станции в последовательности процессов.
скруббер Вентури	—	скоростной газопромыватель, применяемый для очистки отходящих газов от твердых частиц размером <1 мкм
наилучшие доступные техники	—	наиболее эффективная и передовая стадия развития видов деятельности и методов их осуществления, которая свидетельствует об их практической пригодности для того, чтобы служить основой установления технологических нормативов и иных экологических условий, направленных на предотвращение или, если это практически неосуществимо, минимизацию негативного антропогенного воздействия на окружающую среду
справочник по наилучшим доступным техникам	—	документ, являющийся результатом соответствующего обмена информацией между заинтересованными сторонами, разработанный для определенных видов деятельности и включающий уровни эмиссий, объемов образования, накопления и захоронения основных производственных отходов,

		уровни потребления ресурсов и технологические показатели, связанные с применением наилучших доступных техник, а также заключения, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам и любые перспективные техники
технологические показатели, связанные с применением наилучших доступных техник	—	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/л) и (или) количества потребления электрической и (или) тепловой энергии, иных ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги, которые могут быть достигнуты при нормальных условиях эксплуатации объекта с применением одной или нескольких наилучших доступных техник, описанных в заключении по наилучшим доступным техникам, с учетом усреднения за определенный период времени и при определенных условиях
движущая сила внедрения	—	причины реализации технологии, например законодательство, улучшение качества продукции.
дожигание	—	зажигание и сжигание выхлопных газов путем впрыска воздуха или использования горелки (например, для уменьшения количества CO и (летучих) органических соединений).
годовые капитальные затраты	—	равный или равномерный платеж, производимый каждый год в течение срока полезного использования предлагаемой техники. Сумма всех платежей имеет ту же "приведенную стоимость", что и первоначальные инвестиционные расходы. Годовая капитальная стоимость актива отражает альтернативную стоимость владения активом для инвестора

удельный расход потребления ТЭР	—	единица измерения, используемая для определения энергетической емкости производственного (технологического) процесса
прокатка	—	процесс пластического деформирования тел на прокатном стане между вращающимися приводными валками (часть валков может быть неприводными).
калибровка	—	набор операций, который устанавливает при определенных условиях систематическое различие, которое может существовать между значениями измеряемого параметра и значениями, указанными измерительной системой (с соответствующими значениями, приведенными в отношении конкретной "эталонной" системы, включая эталонные материалы и их принятые значения). Примечание: Результат калибровки позволяет либо присвоить значения параметров для измерения, либо определять поправки в отношении показаний.
кросс-медиа эффекты	—	возможный сдвиг экологической нагрузки от одного компонента окружающей среды к другому. Любые побочные эффекты и отрицательные последствия, вызванные внедрением технологии.
комплексный технологический аудит (КТА)	—	процесс экспертной оценки применяемых на предприятиях техник (технологий, способов, методов, процессов, практики, 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
вторичное производство	—	производство металлов с использованием остатков и / или отходов, включая переплавку и легирование

переработка отходов	—	механические, физические, химические и (или) биологические процессы, направленные на извлечение из отходов полезных компонентов, сырья и (или) иных материалов, пригодных для использования в дальнейшем в производстве (изготовлении) продукции, материалов или веществ вне зависимости от их назначения
утилизация отходов	—	процесс использования отходов в иных, помимо переработки, целях, в том числе в качестве вторичного энергетического ресурса для извлечения тепловой или электрической энергии, производства различных видов топлива, а также в качестве вторичного материального ресурса для целей строительства, заполнения (закладки, засыпки) выработанных пространств (пустот) в земле или недрах или в инженерных целях при создании или изменении ландшафтов
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.
действующая установка	—	стационарный источник эмиссий, расположенный на действующем объекте (предприятие) и введенный в эксплуатацию до введения в действие настоящего Справочника по НДТ. К действующим установкам не относятся реконструируемые и (или) модернизированные установки после введения в действия настоящего справочника по НДТ
достигнутые экологические выгоды	—	основное воздействие (я) на окружающую среду, которое должно рассматриваться с помощью технологии (процесса или борьбы), включая достигнутые значения выбросов 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 среду 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 окружающую среду	—	автоматизированная система производственного экологического мониторинга, отслеживающая показатели эмиссий в окружающую среду на основных стационарных источниках эмиссий, 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.
загрязнение	—	прямое или опосредованное внесение в результате деятельности человека веществ, вибрации, высоких температур или шума в атмосферу, водную среду или на земную поверхность, следствием чего является нанесение вреда здоровью человека или ухудшение окружающей среды; порча имущества; снижение качества или невозможность законного использования природных (и иных) благ окружающей среды
сброс загрязняющих веществ	—	поступление содержащихся в сточных водах загрязняющих

		веществ в поверхностные и подземные водные объекты, недра или на земную поверхность.
выброс загрязняющих веществ	—	поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников выброса
обезжиривание	—	исключение, насколько это возможно, масла или смазки из компонента.
маркерные загрязняющие вещества	—	наиболее значимые для эмиссий конкретного вида производства или технологического процесса загрязняющие вещества, которые выбираются из группы характерных для такого производства или технологического процесса загрязняющих веществ и с помощью которых возможно оценить значения эмиссий всех загрязняющих веществ, входящих в группу
мониторинг	—	систематическое наблюдение за изменениями определенной химической или физической характеристики выбросов, сбросов, потребления, эквивалентных параметров или технических мер и т. д.
основные производственные отходы	—	наиболее значимые для конкретного вида производства или технологического процесса отходы, с помощью которых возможно оценить значение основного негативного воздействия на окружающую среду
БПК	—	биохимическая потребность в кислороде - количество растворенного кислорода, потребляемого микроорганизмами для разложения органического вещества.
ХПК	—	химическое потребление кислорода (ХПК) — показатель содержания органических веществ в воде, который показывает количество кислорода (или другого окислителя), затраченное на окисление органических соединений в пробе. Количественно ХПК выражается в

		миллиграммах потребленного кислорода на 1 л воды (мгО/л) и используется для оценки уровня органического загрязнения природных и сточных вод
окалина	—	чешуйчатые частицы различной толщины, образовавшиеся на поверхности горячекатаной стали и состоящие из окислов II- и III-валентного железа - вюстита, гематита и магнетита. По химическому составу окалина близка к чистому магнетиту (65-72 % Fe), а по гранулометрическому составу представлена в основном фракцией менее 0,2 мм. Выход прокатной окалины составляет в среднем 1 - 3 % от массы готового проката.
измерение	—	набор операций для определения значения количества.
измерительная система	—	полный набор измерительных приборов и другого оборудования, включая все рабочие процедуры, используемые для проведения указанных измерений.
анализ жизненного цикла	—	термин "анализ жизненного цикла " употребляется для обозначения анализа воздействия продукта или изделия на окружающую среду на протяжении его жизненного цикла . Анализ жизненного цикла предназначен для оценки суммарного воздействия продукта на окружающую среду в течение всего жизненного цикла этого продукта, то есть, включая сырье, производство, использование, возможную рециркуляцию или повторное использование, а также последующую утилизацию продукта.
перспективные техники	—	техники с потенциалом улучшения экологической эффективности, но которые еще не были коммерчески применены или которые все еще находятся на стадии исследований и разработок .
		агрегат, внутри которого металлосодержащие материалы подвергаются при помощи тепловой энергии требуемым

печь	—	физико-химическим превращениям для того, чтобы извлекать, рафинировать и обрабатывать металлы.
регенеративные горелки	—	они предназначены для извлечения тепла из горячих газов с использованием двух или более огнеупорных масс, которые альтернативно нагреваются, а затем используются для предварительного нагрева воздуха для горения, см. также рекуперативная печь.
рекуперативные горелки	—	они предназначены для циркуляции горячих газов в системе горелки для восстановления тепла.
рекуперация	—	возвращение части материала или энергии, расходуемых при проведении того или иного технологического процесса, для повторного использования в том же процессе.
оценка соответствия	—	процесс сравнения фактических выбросов загрязняющих веществ с установки (производственной единицы) с допустимыми предельными значениями выбросов в пределах определенной степени достоверности.
скруббер	—	аппараты различной конструкции для промывки жидкостями газов с целью их очистки и для извлечения одного или нескольких компонентов, а также барабанные машины для промывки полезных ископаемых, в том числе пылеулавливающая установка.
фильтрование	—	процесс разделения суспензии на жидкую и твердую фазы с помощью фильтров различной конструкции
отбор проб	—	процесс, посредством которого часть вещества, материала или продукта удаляется, чтобы сформировать репрезентативную выборку целого, с целью изучения рассматриваемого вещества, материала или продукта. План отбора проб, выборка и аналитические соображения

		всегда должны учитываться одновременно.
сляб	—	стальная заготовка в виде плиты прямоугольного сечения толщиной до 600 мм и шириной до 2500 мм. Слябы применяют для прокатки листовой стали или отправляют на металлургические предприятия уже готовым продуктом. Катанные слябы получают путем проката слитков в обжимных станах, литые слябы производят из жидкого металла на машинах непрерывного литья заготовок.
рафинирование	—	очистка металлов от примесей
эффективность	—	достижение каких-либо определенных результатов с минимально возможными издержками или получение максимально возможного объема продукции из данного количества ресурсов
окислитель	—	материал, который может реагировать с высокой степенью экзотермичности при контакте с другими материалами, в частности , воспламеняющимися веществами .
окислительный процесс	—	химический процесс, сопровождающийся увеличением степени окисления атома окисляемого вещества посредством передачи электронов от атома восстановителя (донора электронов) к атому окислителя (акцептору электронов)
дымовой газ	—	смесь продуктов сгорания и воздуха, выходящего из камеры сгорания и направленного вверх по выхлопной трубе, и которая должна быть выпущена.
непрерывные измерения	—	круглосуточные измерения, допускающие перерывы для проведения ремонтных работ, устранения дефектов, пуско-наладочных, поверочных, калибровочных работ
		источник выделения, от которого вредные вещества в составе отходящего газа (вентиляционного воздуха) поступают в атмосферу

организованный источник	—	через систему газоходов или воздуховодов (труба, аэрационный фонарь, вентиляционная шахта и т.д.).
организованный выброс	—	выброс, который осуществляется через специальное сооружение, систему или устройство (дымовые и вентиляционные трубы, газоходы, воздуховоды, вентиляционные шахты, аэрационные фонари, дефлекторы и иные), обеспечивающие направленность потока отходящих пыле- и газовоздушных смесей.
неорганизованный выброс	—	высвобождение загрязняющих веществ в атмосферный воздух в виде ненаправленных диффузных потоков.
летучие органические соединения (ЛОС)	—	любое органическое соединение, имеющее при 293,15 К давление паров 0,01 кПа или более, или имеющее соответствующую летучесть при определенных условиях использования.
пыль	—	твердые частицы размером от субмикроскопического до макроскопического любой формы, структуры или плотности, рассеянные в газовой фазе.
отходящий газ	—	общий термин для газа/воздуха, возникающего в результате процесса или эксплуатации (см. выхлопные газы, дымовые газы, отработанные газы).
экологическое разрешение	—	документ, удостоверяющий право индивидуальных предпринимателей и юридических лиц на осуществление негативного воздействия на окружающую среду и определяющий экологические условия осуществления деятельности
электрофильтр	—	устройство, в котором очистка газов от аэрозольных, твердых или жидких частиц происходит под действием электрических сил.
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, имеющихся в установке

Сокращения и обозначения

АСМ	Автоматизированная система мониторинга
АСУ	Автоматизированные системы управления
ГСМ	Горюче-смазочные материалы
ДВС	Двигатель внутреннего сгорания
ДГД	Десульфуризация дымовых газов
ЕС	Европейский союз
ЗВ	Загрязняющее вещество
КПД	Коэффициент полезного действия
КТА	Комплексный технологический аудит
ЛОС	Летучие органические соединения, не относящиеся к метану
ЛПЦ	Листопрокатный цех
МНЛЗ	Машина непрерывного литья заготовок
НДТ	Наилучшая доступная техника
НПА	Нормативно-правовые акты
НИР	Научно-исследовательские работы
НИОКР	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.
ОМД	Обработка металлов давлением
НЛЗ	Непрерывно литая заготовка
ОС	Окружающая среда
ПДВ	Предельно-допустимый выброс
ПДК	Предельно-допустимая концентрация
ПДС	Предельно-допустимый сброс
ППР	Планово-предупредительный ремонт
ПХДД/Ф	Полихлорированные дибензо-пара-диоксины и дибензофураны
РК	Республика Казахстан
СМК	Система менеджмента качества
СКВ	Селективное каталитическое восстановление
СНКВ	Селективное некаталитическое восстановление
ССГПО	Соколовско-Сарбайское горно-обогатительное производственное объединение
СУООС	Система управления охраной окружающей среды
СУОТ	Система управления охраной труда
СЭнМ	Система энергетического менеджмента
СЭМ	Система экологического менеджмента

СПЦ	Сортопрокатный цех
ТОО	Товарищество с ограниченной ответственностью
АО	Акционерное общество
ТРГ	Техническая рабочая группа
ТЭР	Топливно-энергетические ресурсы
ТЭ	Тепловая энергия
ТЭЦ	Теплоэлектроцентраль
ЧРП	Частотно-регулируемый привод
ЦГЦА	Цех горячего цинкования и алюминирования
ЭНК	Экологический норматив качества
ЭФ	Электрофильтр

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)
AI_2O_3	оксид алюминия
CO	монооксид углерода
CO_2	диоксид углерода
CaO	оксид кальция, гидроокись кальция
FeO	оксид железа
Fe_2O_3	оксид железа трехвалентный
H_2O_2	перекись водорода
H_2S	сероводород
H_2SO_4	серная кислота
HCl	хлористоводородная кислота
HF	фтороводородная кислота
HNO_3	азотная кислота
K_2O	оксид калия
MgO	оксид магния, магнезия
MnO	оксид марганца
NaOH	гидроокись натрия
NaCl	хлорид натрия
$CaCl_2$	хлорид кальция
Na_2CO_3	карбонат натрия
Na_2SO_4	сульфат натрия
NO_2	двуокись азота
NO_x	смесь оксида азота (NO) и диоксида азота (NO_2), выраженная в виде NO_2
$PbCO_3$	карбонат свинца
PbO	оксид свинца
Pb_3O_4	тетраоксид трисвинца
PbS	сульфид свинца
$PbSO_4$	сульфат свинца
SiO_2	двуокись кремния, оксид кремния
SO_2	двуокись серы
SO_3	трехокись серы

SO_x	оксиды серы - SO_2 и SO_3
ZnO	оксид цинка

Единицы измерения

Символ единицы измерения	Название единиц измерения	Наименование измерения (символ измерения)	Преобразование и комментарии
бар	бар	Давление (Д)	1.013 бар = 100 кПа = 1 атм
°C	градус Цельсия	Температура (Т) Разница температур (РТ)	
ч	час	Время	
K	Кельвин	Температура (Т) Разница температур (АТ)	0 °C = 273.15 K
кДж	килоджоуль	Энергия	
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	Вес	1 мг = 10^{-3} г
мм	миллиметр		1 мм = 10^{-3} м
МВт	мегаватт тепловой мощности	Тепловая мощность Теплоэнергия	
$нм^3$	нормальный кубический метр	Объем	при 101.325 кПа, 273.15 K
ppb	миллиардная доля	Состав смесей	1 ppb = 10^{-9}
ppm	миллионная доля	Состав смесей	1 ppm = 10^{-6}
об/мин	число оборотов в минуту	Скорость вращения, частота	
т/сут	тонн в сутки	Массовый расход Расход материала	
т/год	тонн в год	Массовый расход Расход материала	
об%	процентное соотношение по объему	Состав смесей	
кг-%	процентное соотношение по весу	Состав смесей	
Вт	ватт	Мощность	1 Вт = 1 Дж/с
В	вольт	Напряжение	1 В = 1 Вт/1 А (А - Ампер, сила тока

Предисловие

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

Справочник по НДТ "Производство изделий дальнейшего передела черных металлов" (далее – справочник по НДТ) разработан в целях реализации Экологического кодекса Республики Казахстан (далее- Экологический кодекс).

Разработка справочника НДТ проводилась в соответствии с Правилами разработки, применения, мониторинга и пересмотра справочников по наилучшим доступным техникам (далее – Правила).

Перечень областей применения наилучших доступных техник утвержден Приложением 3 к Экологическому кодексу.

При разработке справочника был учтен международный опыт в данной сфере, в том числе использовались аналогичные и сопоставимые справочники, официально применяемые в государствах, являющихся членами Организации экономического сотрудничества и развития, Европейского союза, Российской Федерации, других стран и организаций с учетом специфики, сложившейся структуры экономики и необходимости обоснованной адаптации к климатическим, а также экологическим условиям Республики Казахстан, обуславливающие техническую и экономическую доступность наилучших доступных техник в конкретных областях их применения:

Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Ferrous Metals Processing Industry (Справочный документ по наилучшим доступным технологиям для промышленности по переработке черных металлов) [1];

Best Available Techniques Reference Document for Iron And Steel Production (Справочный документ по наилучшим доступным технологиям для производства чугуна и стали) [2];

Best Available Techniques Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries (Справочный документ по наилучшим доступным технологиям для цветной металлургии) [3];

Best Available Techniques Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries (Справочный документ по наилучшим доступным методам обращения с отходами добывающей промышленности) [4];

Industrial Emissions Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and Control/ Директива 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета ЕС "О промышленных выбросах и /или сбросах (о комплексном предупреждении и контроля загрязнений) [5];

Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 27–2021 "Производство изделий дальнейшего передела черных металлов" [6].

Область применения справочника по НДТ, а также технологические процессы, оборудование, технические способы и методы в качестве НДТ для конкретной области

применения, отнесение техники к НДТ, а также технологические показатели, связанные с применением одной или нескольких в совокупности НДТ для технологического процесса определены технической рабочей группой по разработке справочника по НДТ "Производство изделий дальнейшего передела черных металлов".

Текущее состояние эмиссий в атмосферу от промышленных предприятий по производству изделий дальнейшего передела черных металлов составляет порядка 2 050 тонн в год. Готовность предприятий по производству изделий дальнейшего передела к переходу на принципы НДТ составляет порядка 40 % при несоответствии уровням эмиссий, установленных в сопоставимых справочных документах Европейского союза.

При переходе на принципы НДТ прогнозное сокращение эмиссий в окружающую среду составит 60 %, или снижения порядка 1 230 тонн в год.

Предполагаемый объем инвестиций 14,5 млрд. теңге. Внедрение НДТ предусматривает индивидуальный подход к выбору НДТ с учетом экономики конкретного предприятия и готовности предприятия к переходу на принципы НДТ, выбора страны производителя НДТ, мощностных показателей, габаритов НДТ и степени локализации НДТ.

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

Информация о сборе данных

В целях разработки справочника по НДТ информация об уровнях выбросов, сбросах, образовании отходов, технологических процессах, оборудовании, технических способах, методах, применяемых при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов в Республике Казахстан была собрана в процессе проведения комплексного технологического аудита (далее – КТА), правила проведения которого включаются в Правила. Перечень объектов для прохождения КТА утвержден технической рабочей группой по разработке справочника по НДТ "Производство изделий дальнейшего передела черных металлов".

Взаимосвязь с другими справочниками по НДТ

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

Справочник по НДТ имеет взаимосвязь с:

№ п/п	Наименование справочника по НДТ	Связанные процессы
1	2	3
1	Сжигание топлива на крупных установках с целью производства энергии	Сжигание топлива в печах при нагреве заготовок.

2	Энергетическая эффективность при осуществлении хозяйственной и иной деятельности	Процессы потребления тепловой и электрической энергии
3	Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях.	Процессы очистки сточных вод
4	Производство чугуна и стали	Процессы подготовки сырья
5	Утилизация и обезвреживание отходов	Обращение с отходами

Область применения

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

Производство изделий дальнейшего передела черных металлов, в частности:

производство сортового проката;

производство горячекатаного проката;

производство холоднокатаного проката;

производство холоднокатаного проката (жесть, конструкция, кровля, подкат и т.д.)

производство оцинкованного и алюмоцинкового листа;

производство водогазопроводных труб;

производство оцинкованного проката с полимерным покрытием;

трубопрокатное производство.

Область применения настоящего справочника по НДТ, а также технологические процессы, оборудование, технические способы и методы в качестве наилучших доступных техник для области применения настоящего справочника по НДТ определены технической рабочей группой по разработке справочника по НДТ " Производство изделий дальнейшего передела черных металлов".

Настоящий справочник НДТ также распространяется на процессы, связанные с основными видами деятельности, которые могут оказать влияние на объемы эмиссий и (или) масштабы загрязнения окружающей среды:

хранение и подготовка сырья;

производственные процессы (пирометаллургические);

методы предотвращения и сокращения эмиссий и образования отходов;

хранение и подготовка продукции.

Справочник по НДТ не распространяется на процессы добычи, обогащения руды и получение концентратов, вспомогательные процессы необходимые для бесперебойной эксплуатации производства.

Рассматриваются вопросы обеспечения промышленности при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов экологически безопасными техниками, а также

решениями проблем утилизации различных видов отходов или комплексным использованием техногенных отходов.

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

Принципы применения

Статус документа

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

Справочник по НДТ по производствам содержит систематизированную информацию о состоянии отрасли при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов, 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:

применение малоотходных технологических процессов;

высокая ресурсная и энергетическая эффективность производства;

рациональное использование воды, создание водооборотных циклов;

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

организация повторного использования веществ и энергии (там, где это возможно);

экономическая целесообразность (с учетом инвестиционных циклов, характерных для отраслей применения НДТ).

Положения, обязательные к применению

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

Необходимость применения одного или совокупности нескольких положений заключения по наилучшим доступным техникам определяется операторами объектов самостоятельно, исходя из целей управления экологическими аспектами на предприятии при условии соблюдения технологических показателей. Количество и

перечень наилучших доступных техник, приведенных в настоящем справочнике по НДТ, не является обязательным к внедрению.

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

Рекомендательные положения

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

Раздел 1: представлена общая информация при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов, структура отрасли, используемых промышленных процессах и техниках производстве изделий дальнейшего передела черных металлов.

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

Раздел 3: описаны основные этапы производственного процесса или производства конечного продукта, представлены данные и информация об экологических характеристиках установок при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов с точки зрения текущих выбросов, потребления и характера сырья, потребления воды, использования энергии и образования отходов.

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

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

Раздел 7: представлена информация о новых и перспективных техниках.

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

1. Общая информация

Настоящий раздел справочника по НДТ содержит общую информацию о конкретной области применения, включая описание металлургической отрасли Республики Казахстан, а также описание основных экологических проблем, характерных для области применения настоящего справочника по НДТ, включая текущие уровни эмиссий, а также потребления энергетических, водных и сырьевых ресурсов.

1.1. Структура и технологический уровень отрасли по производству изделий дальнейшего передела черных металлов.

Горно-металлургический комплекс (ГМК) - один из важнейших стратегических секторов экономики Республики Казахстан. На долю ГМК приходится в настоящее время более 7 % ВВП, 19 % объема промышленного производства, более 35 % продукции обрабатывающей промышленности. На предприятиях отрасли занято более 300 тысяч человек, что составляет примерно 3,6 % общей численности занятого населения республики.

Черная металлургия - отрасль тяжелой промышленности, объединяющая технологически и организационно предприятия по добыче и обогащению рудного и нерудного сырья, производству огнеупоров, продуктов коксохимической промышленности, чугуна, стали, проката, ферросплавов, стальных и чугунных труб, а также изделий дальнейшего передела (сортового проката, листового проката, белой и черной жести, проката с цинковым, алюмоцинковым и полимерным покрытием), металлических порошков черных металлов.

Исторически сложилось, что основные предприятия металлургии в стране занимаются вопросами первого передела. Преимущественно речь идет о производстве и экспорте руды и концентрата. Сегодня ГМК экспортирует 95 % своей продукции, главным образом это цветные металлы - медь, цинк, свинец, алюминий, а в черной металлургии - горячекатаный и холоднокатаный прокат, прокат с покрытием, сортовой прокат и трубная продукция.

Различают несколько типов предприятий черной металлургии: предприятия полного цикла. Большинство стадий производственного цикла - обогащение руд, производство кокса, выплавка и прокат металла сосредоточены в одном объекте. АО " АрселорМиттал Темиртау" - единственное в республике предприятие с полным металлургическим циклом;

передельные металлургические предприятия. Одна из стадий, а это, в основном, производство сталей и сплавов, выделена в отдельную отрасль, например: ПФ ТОО " KSP Steel", ПФ ТОО "Кастинг";

малая черная металлургия. Характеризуется тем, что цеха по производству металла входят в состав машиностроительных предприятий.

В состав металлургической отрасли полного цикла по выплавке и переработке черных металлов входят предприятия, которые выполняют следующие задачи:

добыча металлических руд, их обогащение;

добыча и подготовка вспомогательного нерудного сырья – огнеупорной

глины, известняковых флюсов;

коксохимическая промышленность, включая выработку коксового газа;

выплавка черных металлов (чугуна, стали и сплавов, проката, металлических порошков черных металлов);

производство стальных и чугунных труб;

вторичная переработка черного металлического лома и отходов производства.

Предприятия черной металлургии основную массу готовой продукции выпускают в виде литейного и передельного чугуна, конвертерной стали, а также готового проката (сортового, горячекатаного, холоднокатаного и т.д.), стальных и чугунных труб. Передельный чугун в дальнейшем подвергается плавке и обезуглероживанию для получения сталей с различным содержанием углерода. Большая часть стали производится в виде слитков, которые, в дальнейшем, подвергают ковке и прокатке для получения профиля различного сечения (заготовки; листовой прокат; сортовой прокат; бесшовные трубы; специальные виды).

Сырьем черной металлургии для передельных и малых предприятий служит полуфабрикат для выработки стали – чугун, металлолом и прочие отходы основного металлургического производства. Стальные слитки или непрерывнолитые заготовки — полуфабрикат, из которого различными методами получают необходимые изделия. В основном применяют обработку стали давлением: металл под действием приложенной силы деформируется, сохраняя приобретенную форму.

Конечной продукцией передельных металлургических предприятий (после получения чугуна и стали) являются изделия разнообразной формы из стали и сплавов, полученные с применением процессов обработки металлов давлением (ОМД), основными из которых являются следующие:

прокатка – самый высокопроизводительный процесс ОМД, заключающийся в деформации металла в пространстве между вращающимися валками, в результате чего заготовка обжимается, вытягивается и в зависимости от профиля прокатных валков приобретает заданную форму (профиль). Процесс нашел применение при изготовлении практически всех видов металлопродукции из стали и сплавов [7];

прессование металла заключается в выдавливании металла из полости контейнера через отверстие матрицы, установленной на его торце. Применяется при изготовлении горячедеформированных труб и фасонных профилей [8];

волочение – процесс, заключающийся в деформации металла (преимущественно холодной) через отверстие в рабочем инструменте (волоке) путем приложения тянущего усилия. Способом волочения изготовляют проволоку, трубы малого диаметра , а также прутки круглого, квадратного и шестиугольного сечения [9];

ковка – формоизменение металла, преимущественно в горячем состоянии, осуществляемое бойками ковочной машины (молота, пресса и т. п.) с приложением ударной нагрузки. В черной металлургии применяется преимущественно для деформации слитков с получением заготовки разнообразного назначения, например, для изготовления различного оборудования;

штамповка предусматривает формоизменение металла путем его деформации между профилированными поверхностями штампов. Процесс применяется в

машиностроении, а его разновидность – формовка листа используется при изготовлении сварных труб. Штамповка может быть горячей и холодной. Этим способом можно получать изделия очень точных размеров;

холодное профилирование — процесс деформирования листовой или круглой стали на прокатных станах. Из листовой стали получают гнутые профили с различной конфигурацией в поперечнике, а из круглых стержней на станках холодного профилирования путем сплющивания — упрочненную холодносплющенную арматуру.

Поскольку прокатка является процессом, получившим наиболее массовое применение при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов, часто всю продукцию третьего металлургического передела называют прокатом. Выделяют холодный и горячий прокат, отличия которых заключаются в разной температуре обрабатываемого сырья. Холодный прокат применяется для сырья, имеющего высокий уровень пластичности, что позволяет сохранять структуру металла и не изменять его физические свойства. Процесс проката не всегда является конечным этапом производства полуфабрикатов. Например, для изделий черной металлургии могут применяться такие методы обработки, как покрытие защитным слоем или закалка. Это позволяет улучшить устойчивость к коррозии, повысить прочность и снизить степень износа. Следует отметить, что большую часть продукции, производимой металлургической отраслью, составляют стальные трубы. На втором месте расположился листовой и сортовой металл, применяющийся в машиностроении.

Стальной профиль сортового проката используют непосредственно в конструкциях (мосты, перекрытия зданий, железнодорожные рельсы). Наиболее распространен сортовой прокат для непосредственного использования: (сталь круглая, квадратная, полосовая, уголковая равнобокая и неравнобокая, швеллеры, двутавровые балки, шпунтовые сваи, трубы, арматурная сталь гладкая и периодического профиля и др.). Все перечисленные наименования сортового проката выпускаются в широком диапазоне стандартизированных размеров. Классические стальные трубы сварной конструкции получают из листового проката. К специальным видам проката относят такие сложные элементы, как: (оси и колеса железнодорожной техники; зубчатые колеса различного назначения). Фасонное литье чугуна применяется для станин машин самого различного назначения (метало- и деревообрабатывающие станки).

1.2. Ресурсы и материалы

Сырьевыми источниками, способствующими развитию черной металлургии Республики Казахстан, являются железная руда, месторождения хромитовых и марганцевых руд, коксующиеся угли, флюсовое и огнеупорное сырье. Сырьевая база железорудной, марганцевой и хромовой отраслей и их добыча достаточны не только для полного удовлетворения существующих и перспективных потребностей казахстанских предприятий черной металлургии, но и для эффективной экспортной деятельности.

Основные балансовые запасы железных руд сосредоточены в Костанайской и Карагандинской областях, где на их базе действуют горно-обогатительные предприятия.

Добыча руды, ее обогащение, выплавка характеризуют предприятия полного цикла. Для переработки руды и производства первичного металла (чугуна) требуются большое количество кокса, рудного сырья и электроэнергии. Сырье и топливо составляют более 90 % общих затрат на производство черного металла.

Согласно данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан за 2020 год в горнодобывающей отрасли в натуральном выражении было произведено следующее количество основной промышленной продукции, указанное в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Производство промышленной продукции в натуральном выражении

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

1.3. Производственные площадки

В отраслевой структуре черной металлургии Казахстана наибольший удельный вес занимает металлургическое производство, которое специализировано, в основном, на изготовлении различных видов листового и сортового проката (88 % общего выпуска проката черных металлов), ферросплавное производство - на выпуск ферросилиция и феррохрома (соответственно 59 и 84 % от общего производства ферросплавов).

Производство металлопродукции из черных металлов сосредоточено в Карагандинской (42,3 %), Павлодарской (31,5 %) и Актюбинской (19,1 %) областях.

Среди предприятий по производству изделий дальнейшего передела черных металлов можно выделить 4 значимых предприятия полного и неполного цикла

производства: АО "АрселорМиттал Темиртау", АО "ССГПО" (Металлопрокатный завод), Павлодарский филиал ТОО "Кастинг", Павлодарский филиал ТОО "KSP Steel".

АО "АрселорМиттал Темиртау" г. Темиртау, Карагандинская область - металлургический комбинат с полным технологическим циклом. Площадь, занимаемая предприятием, 3098,2692 га.

Основными видами товарной продукции АО "АрселорМиттал Темиртау" (далее - АМТ) являются: прокат горячекатаный в листах и рулонах; прокат холоднокатаный в листах и рулонах; белая жесть электролитического лужения и черная жесть; прокат с цинковым и алюмоцинковым покрытием; прокат окрашенный; трубы прямошовные электросварные; арматурная сталь; прокат сортовой, а также производит агломерат, железорудный концентрат, кокс, чугун.

Основные виды продукции АО "АМТ": передельный и литейный чугун; слябы; горячекатаный прокат толщиной 1,5–12,0 мм; холоднокатаный плоский прокат толщиной 0,35-2,0 мм; плоский прокат с покрытием толщиной 0,24-2,0 мм; жесть толщиной 0,17-0,36 мм; гнутые профили широкого ассортимента.

В таблице 1.2 представлена информация о производстве продукции (отчет КТА горно-металлургического комплекса отрасли черной металлургии).

Таблица 1.2. Динамика производства продукции черной металлургии

Динамика производства продукции						
№ п/п	**Виды продукции, тыс. тонн**	**Фактический объем производства продукции, тыс. тонн**				
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1	Агломерат	4711,8	5270,1	5151,4	4741,4	5304,1
2	Кокс	2426,9	2596,6	2676,0	2514,6	2203,1
3	Чугун	3233,7	3595,1	3766,3	3153,6	3165,1
4	Прокат	2691,1	3002,3	3219,7	2630,6	2204,4
5	Сталь	3513,4	3913,9	4099,2	3360,8	3426,8

Основные данные о производственных мощностях комбината:

коксохимпроизводство, в составе, которого 6 коксовых батарей, общей мощностью до 3,5 млн. тонн кокса в год + цехи по улавливанию, ректификации и перегонки химических продуктов коксования;

аглопроизводство мощностью до 6,5 млн. тонн в год с прямой подачей на доменные печи;

доменный цех с тремя доменными печами производительностью до 5,5 млн. тонн чугуна в год и со шлакоперерабатывающим участком;

конвертерный цех производительностью до 5,4 млн. тонн жидкой стали в год и тремя машинами непрерывного литья заготовок общей годовой производительностью 5,2 млн. тонн слябов и 1,2 млн. тонн сортовой заготовки;

копровый цех;

цех обжига извести (3 вращающиеся печи обжига общей производительностью 324 тонны/сут и 5 шахтных печей с общей производительностью 750 тонн/сут);

цех горячего проката ЛПЦ-1 (стан 1700ГП) мощностью до 4,6 млн. тонн в год;

цех холодного проката полос ЛПЦ-2 (стан 1700) мощностью до 1,3 млн. тонн;

листопрокатный цех ЛПЦ-3 (цех жести) по производству белой жести, черной жести, конструкционного холоднокатанного проката и подката для линий оцинкования производительностью 850 тыс. тонн в год;

цех горячего цинкования и алюминирования с двумя линиями покрытия цинком и алюмоцинком мощностью 320 тыс. тонн и 300 тыс. тонн в год соответственно и линией полимерных покрытий (линия покраски) с производительностью 100 тыс. тонн в год;

сортопрокатный цех с непрерывным сортовым станом мощностью до 400 тыс. тонн проката в год.

Общая схема производства стального департамента АО "АрселорМиттал Темиртау" на рисунке 1.1.

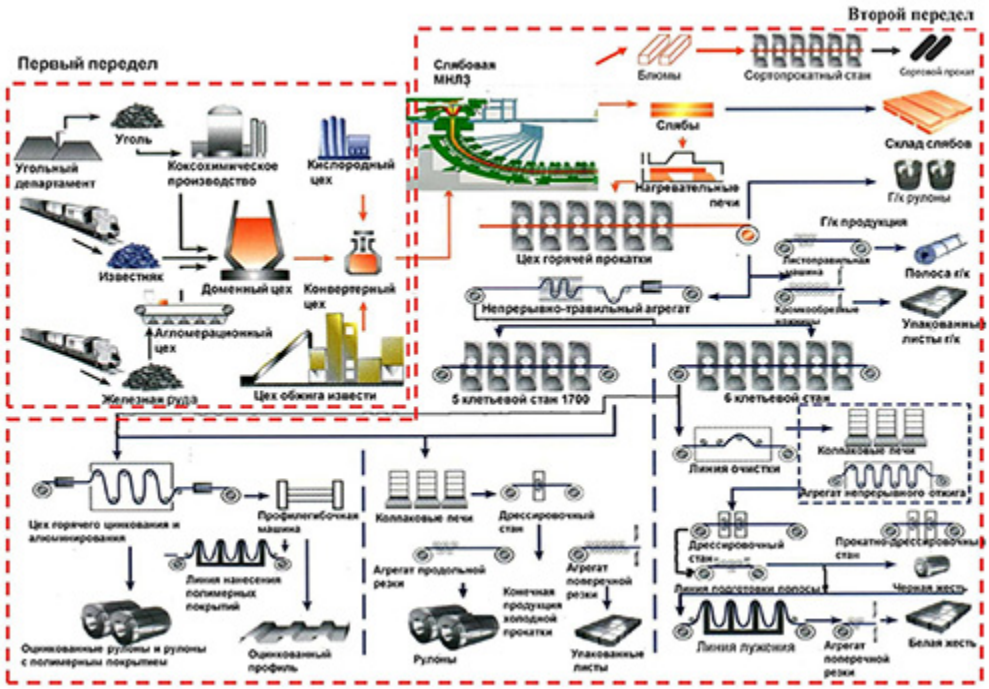


Рисунок 1.1. Общая схема производства стального департамента АО " АрселорМиттал Темиртау"

Основные технологические процессы АО "АМТ" (Данные КТА "Отрасль черной металлургии") представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3. Технологические процессы и этапы

№ п/п	Наименование процесса, этапа	Объемы производства (макс.)	Объемы производства (мин.)
1	2	3	4
1	Производство сортового проката	417638	261383
2	Производство горячекатаного проката	3215895	2204354
3	Производство холоднокатаного проката	1123164	977937
4	Производство холоднокатаного проката (жесть, конструкция, кровля, подкат для ЦГЦА)	438105	140503
5	Производство проката с цинковым покрытием (со свинцом)	383489	351432
6	Производство оцинкованного проката (без свинца)	274381	231274
7	Производство оцинкованного проката с полимерным покрытием	105000	97200

В состав комбината входят две ТЭЦ для обеспечения электроэнергией и необходимыми технологическими энергоресурсами.

АО "АМТ" является единым производством, обеспечивающим себя в значительной мере рудой, углем, электроэнергией.

Павлодарский филиал ТОО "KSP Steel".

Предприятие организовано в 2007 году. Промышленная площадка расположена в центральном промышленном районе г. Павлодара. Основным видом деятельности ПФ ТОО "KSP Steel" является сбор, хранение и переработка металлолома, переплавка металлолома и производство непрерывно литых заготовок, производство проката различного сортамента, производство стальных бесшовных труб различного назначения и диаметра, производство стальных и чугунных отливок для ремонтных целей, производство ферросплавов, вспомогательное производство для обслуживания основного производства сталеплавильного и трубопрокатного цехов.

Территория предприятия Павлодарского филиала ТОО "KSP Steel" располагается на земельном участке площадью 133 га. Основные производственные показатели ПФ ТОО "KSP Steel" приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4. Основные технологические показатели ПФ ТОО "KSP Steel"

№ п/п	Наименование подразделения	Наименование производимой продукции	План производства, тыс. т/год
1	2	3	4
1	Металлургическое производство Электросталеплавильный цех (ЭСПЦ-2)	Заготовка непрерывнолитая круглая Ø 210 и Ø 300 мм, длина 5–12 м. Заготовка непрерывнолитая квадратная 150х150 мм, 200х200 мм, длина 5–12 м.	470,1
2	Трубопрокатное производство	Бесшовные нефтепроводные, насосно-компрессорные, обсадные трубы, трубы для нефтегазовой отрасли и трубы общего назначения	270,5
3	Прокатно-кузнечный цех	Шары стальные катанные (Ø 40 - 100 мм) Шары кованые Ø 125мм	

Промышленная площадка ПФ ТОО "KSP Steel" включает следующие структурные подразделения:

1. Склады - прием, разгрузка, сортировка, отгрузка металлолома в цехи подготовки шихты № 1, 2.

2. Цеха подготовки шихты - прием и складирование отсортированного металлолома ; его механическая разделка на пресс-ножницах различной производительности; пакетирование металлолома на пресс-пакетире; разбивка металлолома (чугуна).

3. Электросталеплавильный цех - плавка, выпуск жидкой стали с последующей обработкой на установке "печь-ковш" и разливка жидкой стали в литые заготовки на машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

4. Трубопрокатное производство:

подготовка заготовок и их нагрев на печи предварительного нагрева карусельного типа

прошивка на стане поперечного проката

прокатка труб на непрерывном стане на удерживающей оправке

порезка труб в соответствии с нужным размером

охлаждение на столе

повторный нагрев и прокатка труб до чистового размера на редукционном стане с натяжением

контроль качества

чистовая конечная обработка труб

упаковка и отгрузка

5. В ферросплавном цехе осуществляется выплавка ферросплавов шлаковым процессом в двух рудовосстановительных печах мощностью 24 МВА и одной рудовосстановительной печи мощностью 9 МВА.

Павлодарский филиал ТОО "Кастинг" (ПФ ТОО "Кастинг") г. Павлодар - переплавка стального металлолома и производство проката различного сортамента.

Основная промплощадка №1 ПФ ТОО "КАСТИНГ" находится на территории производственной площадки и граничит со всех сторон с ТОО "KSP Steel". Предприятие использует вторичные ресурсы - лом и отходы черных металлов, имеет производительность 300 тыс. тонн электроуглеродистой стали в год.

Таблица 1.5. Основные технологические показатели ПФ ТОО "Кастинг" (Отчет КТА)

№ п/п	Наименование подразделения	Наименование производимой продукции	План производства, тыс. т/год
1	2	3	4
	Электросталеплавильный цех (ЭСПЦ-1)		
1	Плавильное отделение и участок МНЛЗ	Литые заготовки квадратного сечения	343,90
2	Прокатное отделение	Арматурный прокат (Ø 12 - 28 мм)	123,10
33		Прокат горячекатаный круглый (стержень) (Ø 40 - 100 мм)	59,60
44		Шары стальные катанные (Ø 40 - 100 мм)	45,60

Производственные объекты ПФ ТОО "Кастинг" располагаются на двух промплощадках:

промплощадка №1 (основная) – металлургическое производство, включающее основные и вспомогательные подразделения электросталеплавильного цеха №1 (ЭСПЦ -1) с участком непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) и прокатным комплексом;

промплощадка №2 – полигон твердых промышленных отходов.

Металлургическое производство ПФ ТОО "КАСТИНГ" организовано на базе электросталеплавильного цеха № 1 (ЭСПЦ-1), одним из подразделений которого является прокатное отделение.

В состав прокатного отделения ЭСПЦ-1 входят:

среднесортный прокатный стан 500 для выпуска стального горячекатаного круглого проката диаметром 40÷100 мм по ГОСТ 2590–89;

мелкосортный прокатный стан 300 для выпуска арматурного проката диаметром 12 ÷28 мм;

шаропрокатный стан для производства шаров стальных, мелющих для шаровых мельниц диаметром 40÷100 мм;

три печи предварительного нагрева заготовок;

посты газовой резки металла.

Готовая продукция складируется на участке готовой продукции, либо на открытом складе готовой продукции. На участке готовой продукции установлены три крана с траверсой и один мостовой крюковый кран, а также имеются посты газовой резки металла. На открытом складе для выполнения погрузочно-разгрузочных работ установлены два козловых крана.

Предприятие оснащено оборудованием ведущих европейских производителей, среди которых Danieli, SiderEngineering, Vezzani, Lindeman, Siemens. В сочетании с применением современных технологий это позволяет выпускать продукцию самого высоко качества.

В состав Рудненской промышленной площадки АО "ССГПО" (г. Рудный, Костанайская область) входит Металлопрокатный завод (МПЗ).

Предприятие является специализированным по выпуску стального проката: мелющие тела для размола магнетитовых железных руд (шары, стержни), строительная арматура.

Производственная структура МПЗ представляет собой три основных взаимосвязанных между собой подразделения:

электросталеплавильный цех (ЭСПЦ);

прокатный цех и ремонтно-механический цех (РМЦ), размещенных в одном корпусе.

Производство заготовок непрерывного литья для изготовления мелкосортного проката – 78 550 тонн. Производство стержней стальных горячекатаных круглого сечения – 36 120 тонн. Производство шаров стальных, мелющих катанных для шаровых мельниц – 38 880 тонн.

В прокатном цехе из заготовок получается готовая продукция в виде шаров, арматуры и стержней. Для этого в прокатном цехе нагревают заготовки в печи нагрева, после чего заготовки прокатываются на станах до необходимого размера. Заготовки после прокатных станов 500 и 420 направляются на производство шаров и частично выдаются в виде готовых стержней, а прокатанные до диаметров 12–28 мм выдаются в виде готовой арматуры. Участок изготовления шаров состоит из пяти линий, на которых получают стальные шары диаметром 100, 60 и 30 мм. Каждая линия оснащена индукционной нагревательной печью, прокатным станом и установкой для закалки шаров. На территории металлопрокатного завода предусмотрен открытый оборотный склад металлолома емкостью 75 000 тонн.

1.4. Потребление энергетических ресурсов

Черная металлургия одна из наиболее энергоемких отраслей промышленности. Наиболее крупными потребителями энергоресурсов являются доменные, коксохимические и прокатные производства.

Основные производственные процессы металлургического предприятия непрерывно связаны с существенным использованием топливно- энергетических ресурсов – моторное топливо (бензин, керосин, дизельное топливо), электрическая и тепловая энергия, котельно-печное топливо (мазут, газ сжиженный, коксовый газ, доменный газ).

Для производства продукции используются как первичные, так и вторичные энергоресурсы.

Основными первичными энергоресурсами, являются:

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

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

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

электрическая энергия;

керосин ТС – 1 (топливо реактивное типа бензина);

мазут

вода (техническая, хозяйственно – питьевая);

сжатый воздух;

продукты разделения воздуха (кислород и азот).

Основную долю энергоресурсов металлургической отрасли занимают уголь, мазут и электроэнергия.

К вторичным энергоресурсам, получаемым в результате технологических процессов , относятся:

коксовый газ;

доменный газ;

Конвертерный газ в настоящее время не используется и сжигается в факелах.

Коксовый газ образуется в результате коксования углей Карагандинского угольного бассейна. Коксохимическое производство состоит шести коксовых батарей производственной мощностью 3,5 млн. тонн кокса в год. Помимо основной продукции кокса и сопутствующего косового газа также образуется смола, данные продукты поступают в цеха химулавливания, ректификации и в смолоперегонный цех.

Доменный газ, как продукт неполного сгорания углерода, образуется в результате выплавки чугуна в доменных печах.

Ниже представлены диаграммы распределения основных ТЭР по технологическим процессам металлургического предприятия.

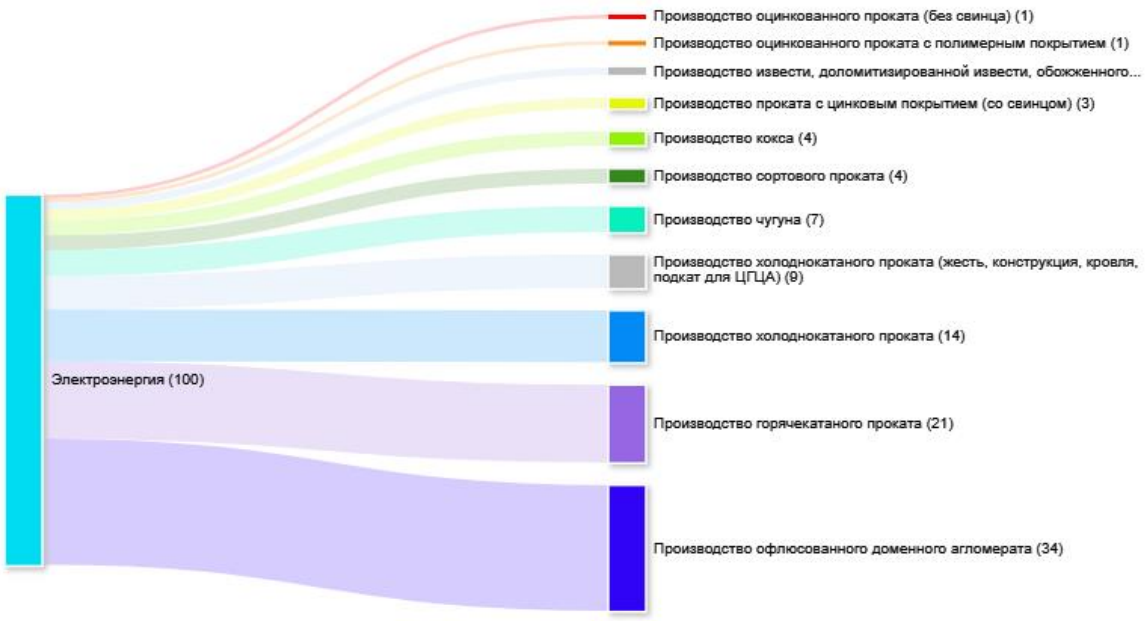


Рисунок 1.2. Потребление электроэнергии по технологиям производства

Из диаграммы на рисунке 1.2 видно, что основная доля потребления электроэнергии, 34 %, приходится на производство офлюсованного доменного агломерата, также значительная часть, 21 %, на производство горячекатаного проката.

Прокатное производство является электроемким. Электроэнергия расходуется главным образом на силовые процессы и транспортно-подъемные механизмы. Общий расход электроэнергии на эти процессы оценивается в 100–120 кВт*ч на тонну. Число часов использования максимума нагрузки колеблется в пределах 5000–6000. Большой диапазон затрат электроэнергии объясняется спецификой сортамента заготовок и готового проката по размерам, маркам стали и назначению, которые определяют энергозатраты как в основном технологическом потоке производства, так и при отделочных операциях (меньшая требуемая вытяжка металла обуславливает более низкие затраты электроэнергии для прокатки на обжимных станах по сравнению с сортовыми и листовыми, на крупносортных – по сравнению с мелкосортными и проволочными, на толстолистовых – по сравнению с широкополосными станами).

Реализация высокого потенциала энергосбережения в промышленности и топливно-энергетическом секторе связана, в первую очередь, с модернизацией технологических процессов производства продукции и энергетических ресурсов.

Вопросы использования энергии при оценке НДТ в черной металлургии в целом и при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов в частности имеют существенное значение. Значительная энергоемкость отрасли заставляет

руководителей предприятий инвестировать в разработку энергосберегающих программ и мероприятий по повышению энергоэффективности. С этой целью на предприятиях металлургической промышленности применяются решения в области энергоменеджмента.

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

Среди них – сокращение расходов на тепло- и энергоснабжение за счет использования автономных генерирующих мощностей. Значительный потенциал энергосбережения на металлургических предприятиях заключается в снижении потерь, которые вызваны эксплуатацией основного оборудования, за счет замены устаревшего оборудования на более эффективное, а также внедрения энергосберегающих технологий. К энергосберегающим мероприятиям относится модернизация, ремонт существующего энергетического, технологического и вспомогательного оборудования и его замена на более современное и энергоэффективное.

К таким мероприятиям, можно, например, отнести модернизация систем наружного и внутреннего освещения с применением инновационных технологий, установка частотно-регулируемых приводов и т. д. Значительная роль в оптимизации энергопотребления принадлежит автоматизированным системам управления энергохозяйством предприятий, а также системам диспетчеризации и оперативного контроля расхода энергоресурсов.

Показателем энергетической эффективности крупных технологических установок и производств является удельный расход энергетических ресурсов на единицу выпускаемой продукции.

Используемое в металлургическом производстве электрическое оборудование делится на следующие группы:

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

электрическое оборудование: освещение и различные механизмы, приспособления и ручные инструменты;

оборудование для управления, контроля, связи и автоматизации.

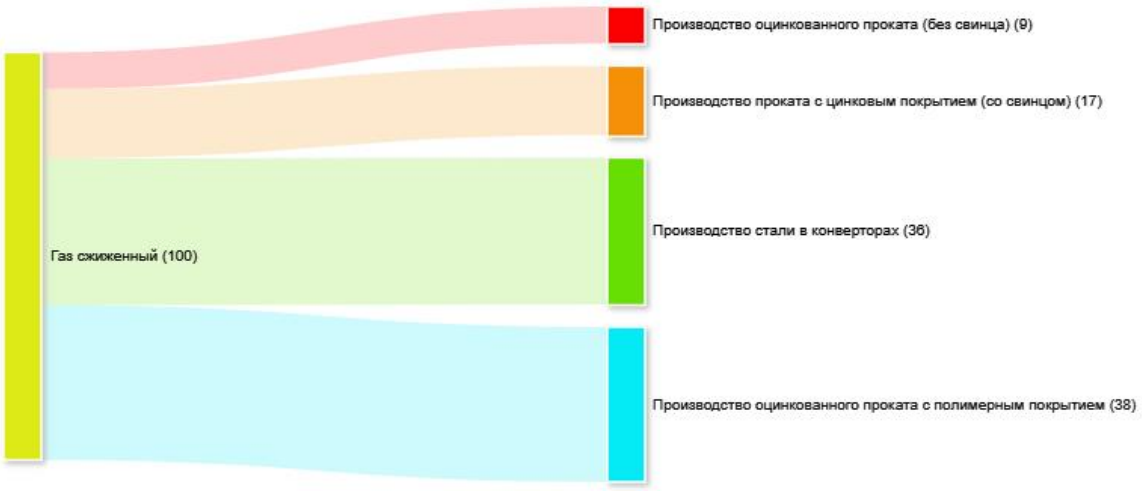


Рисунок 1.3. Потребление сжиженного газа.

Из диаграммы на рисунке 1.3 видно, что основная доля потребления сжиженного газа приходится на производство оцинкованного проката с полимерным покрытием и производство стали в конверторах, 38 % и 36 % соответственно. Также газ используется при производстве оцинкованного проката со свинцом и без него. Основным оборудованием, потребляющим газ, являются различные печи и горелочные устройства.

На предприятиях металлургической отрасли для производственных процессов используется большой объем воды. Большая часть требуемой воды используется повторно, так называемое оборотное водоснабжение (циркуляция). Использование циркуляции воды обуславливается определенным технологическим процессом, в том числе применяемыми в нем химическими реагентами, вследствие чего происходит повышение концентрации содержащихся в воде веществ. В результате этого концентрации веществ могут достигать слишком высоких концентраций для использования в технологических процессах. Для поддержания нужной концентрации химических веществ в оборотной воде осуществляется подпитка за счет свежей воды. Свежая вода забирается обычно из ближайшего водного источника (озера, река).

Для обеспечения хозяйственно-бытовых нужд на металлургических предприятиях используется вода, приобретаемая обычно отдельно по договору у внешнего поставщика. Также в качестве воды для хозяйственно-бытовых нужд применяют воду очищенную и подготовленную на предприятии собственными очищающими устройствами. Такая вода используется и в некоторых производственных процессах (например, промывка фильтровальных тканей, охлаждение компрессоров).

Основными направлениями снижения водопотребления предприятиями черной металлургии являются: внедрение сухих способов очистки технологических газов от пыли, оксидов серы и азота; совершенствование способов промывки металла после обезжиривания и травления; применение новых схем воздушного охлаждения крупных

металлургических агрегатов (например, печей и прокатных станов); совершенствование систем оборотного водоснабжения; применение испарительного охлаждения, а также охлаждения горячей химически очищенной водой [10].

1.5. Основные экологические проблемы

Производство изделий дальнейшего передела черных металлов невозможно рассматривать в отрыве от всего металлургического производства, поскольку этот передел является неотъемлемой составной частью непрерывного металлургического цикла. Однако, если учитывать степень негативного воздействия на окружающую среду, то именно эта часть характеризуется наименьшими удельными значениями потребления ресурсов и эмиссий загрязняющих веществ.

Негативное воздействие металлургических предприятий на окружающую среду обуславливается рядом причин:

использование на старых металлургических заводах устаревших технологических процессов и технологического оборудования, при работе которого в атмосферу выделяется большее (по сравнению с современным производством) удельное количество загрязняющих веществ;

отсутствие системы очистки и обезвреживания на технологических агрегатах или неэффективная работа действующих пыле- и газоочистных установок;

отсутствие централизованной системы отвода и очистки газов, большое количество мелких источников загрязнения атмосферы с трубами малой высоты;

недостаточная очистка сточных вод.

Приоритетность внедрения интегрированных природоохранных технологий определяется высоким объемом и уровнем токсичности образующих эмиссий и осуществляется одновременно по следующим направлениям:

разработка и внедрение новых эффективных методов и установок очистки промышленных выбросов;

совершенствование существующих и разработка новых технологий, позволяющих сократить или исключить технологические стадии, на которых образуется основное количество отходов;

внедрение рациональных методов утилизации отходов.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на предприятиях передельной металлургии являются нагревательные печи, машины огневой зачистки и травильные агрегаты, а также станы горячей прокатки. По сравнению с другими переделами черной металлургии в цехах прокатного производства образуется меньше пыли и газов.

Все известные технологические процессы черной металлургии сопровождаются образованием больших количеств отходов в виде вредных газов и пыли, шлаков,

шламов, сточных вод, содержащих различные химические компоненты, скрапа, окалины, боя огнеупоров, мусора и других выбросов, которые загрязняют атмосферу, воду и поверхность земли.

Передел черных металлов включает такие технологии производства, как горячая прокатка и холодная прокатка стали. Производится большое разнообразие заготовок и готовой продукции с различными производственными цепочками.

Станы горячей прокатки обычно включают следующие технологические этапы: механическая (зачистка, шлифование); нагрев до температуры прокатки; удаление окалины; прокатка (черновая обработка, включая уменьшение ширины, прокатку до конечного размера и свойств) и отделка (обрезка, продольная резка, резка). Они классифицируются по типу производимой продукции и по своим конструктивным особенностям: блюминги и слябинги, станы для горячей полосы, листопрокатные станы, прокатные станы, балочные и сортовые прокатные станы, и дробилки.

Основными экологическими проблемами горячей прокатки являются:

выбросы NOx и SOx в атмосферный воздух;

потребление энергии печами;

(летучие) выбросы пыли при обработке изделий, прокатке или механической обработке поверхности;

сбросы сточных вод, содержащие крупные частицы окалины, мелкие твердые частицы и эмульгированные масла;

маслосодержащие отходы и пр.

При холодной прокатке свойства горячекатаной полосы, например толщина, механические и технологические характеристики, изменяются за счет сжатия между валками без предварительного нагрева входящего материала. Сырьем для холодной прокатки служат рулоны после стана горячей прокатки.

Для низколегированной и легированной стали (углеродистой стали) используются следующие технологические операции: травление; прокатка для обжатия; отжиг или термообработка для восстановления кристаллической структуры; дрессировка отожженной полосы для придания желаемых механических свойств, формы и шероховатости поверхности, а также чистовая обработка.

Технологический процесс для высоколегированной стали (нержавеющей стали) включает дополнительные этапы по сравнению с технологическим процессом для углеродистой стали. Основные этапы: отжиг и травление в горячем состоянии; холодная прокатка; окончательный отжиг и травление (или светлый отжиг); дрессировочная прокатка и отделка.

Технология производства проката с цинковым, алюмоцинковым покрытием включает в себя следующие этапы:

очистка поверхностей с помощью химической и / или термической обработки;

термическая обработка;

погружение в ванну с расплавленным металлом;

отделка.

В процессе нанесения покрытия погружением стальной лист непрерывно пропускают через расплавленный металл (цинк, алюминий).

Технология производства оцинкованного проката с полимерным покрытием включает в себя операции по подготовке полос, нанесение краски (нанесение грунтовочного слоя и слоя основной краски производится роликами в окрасочных камерах) и сушки покрытия в печи.

Процесс производства жести и оборудование цеха жести во многом аналогичны процессам производства автолистов и оцинкованных листов. Основное различие заключается в том, что после дрессировки рулоны холоднокатаной полосы поступают на агрегаты лужения (покрытия оловом). Характерным для современного производства жести является холодная прокатка ее в рулонах с применением непрерывных процессов травления, отжига, дрессировки, электролитического лужения.

Основными экологическими проблемами холодной прокатки являются:

выбросы в атмосферу паров, содержащих кислоту, моющие растворы, масляный туман, образующиеся в процессе травления прокатки и очистки полосы, а также при регенерации отработанных растворов кислот;

выбросы NOx от смешанного кислотного травления и дымовых газов от топки печи;

выбросы пыли, например, от удаления окалины;

отработанная кислота и сточные воды;

маслосодержащие отходы и пр.

1.5.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Около 90 % всей выплавляемой стали поступает на прокатку. Прокатка — это деформация металла, сдавливание его вращающимися валками. По сравнению с другими переделами черной металлургии в прокатном производстве образуется меньше пыли и газов.

Основная доля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу приходится на организованные источники выбросов с уходящими газами через дымовые трубы - порядка 93 %–99 % от общего количества выбросов.

В выбросах прокатных цехов основную часть составляют выбросы от нагревательных печей - оксиды азота и углерода, диоксид серы;

от собственно прокатного оборудования и участков обработки - твердые вещества, содержащие оксиды железа, пыль неорганическую.

Основные источники выбросов при холоднокатаном прокате - дымовые трубы колпаковых печей, травильных агрегатов и реакторов блоков химустановок. Выделяются оксид железа, оксиды азота, диоксид серы, оксид углерода и хлористый водород (соляная кислота).

Топливом для нагрева нагревательных печей, печей сушек, служит смесь коксодоменного газа, пропан-бутан, мазут.

При производстве белой жести используются растворы - едкого натра, тринатрийфосфата, серной кислоты, сульфаминовой кислоты, бихромата натрия.

Основные источники выбросов при производстве черной и белой жести - дымовые трубы нагревательных печей и агрегата непрерывного отжига, ванны пассивации. Выделяются оксид железа, кальций оксид, оксиды азота, диоксид серы, оксид углерода, пары серной кислоты и оксид хрома.

На линии нанесения полимерных покрытий (ЛНПП) производится нанесение на холоднокатаный и горячекатаный прокат защитно-декоративного полимерного покрытия.

Состав оборудования ЛНПП обеспечивает нанесение на стальную полосу и сушку полимерных материалов (пигментированных лакокрасочных эмалей и пластизолей).

Неорганизованные выбросы составляют незначительное количество в общей массе выбросов, однако ввиду сложности учета и контроля до сих пор остаются одной из проблем, требующих решения.

В прокатных цехах имеются маслоподвалы и маслосклады, которые являются источниками выбросов минерального масла.

Выбросы основных загрязняющих веществ по технологии производства являются постоянными, осуществляемыми непрерывно в течение года, выбросы прочих загрязняющих веществ носят периодический характер.

Для защиты воздушной среды от технологических и аспирационных выбросов применяются следующие меры:

герметизация и уплотнение стыков и соединений на технологическом оборудовании и трубопроводах;

очистка технологических газов и аспирационного воздуха в современных высокоэффективных пылегазоулавливающих аппаратах;

аспирация мест пылеобразования;

непрерывность процесса производства;

сигнализация и блокировка процессов производства, предотвращающих аварийные ситуации.

На рисунке 1.4 представлены данные по выбросам загрязняющих веществ за период 2015–2019 гг. и удельные показатели по маркерным веществам для прокатного производства предприятия А (согласно данным, представленных в КТА).

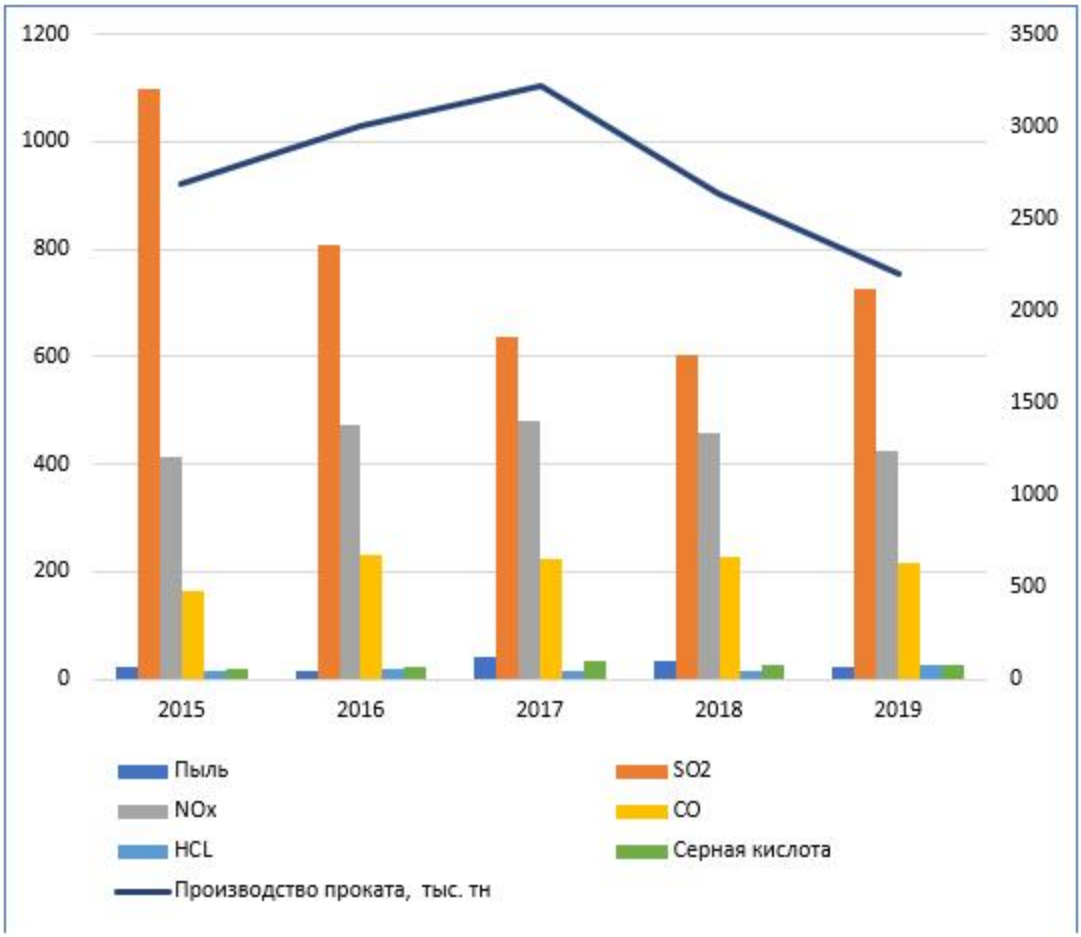


Рис.1.4. Выбросы и удельные показатели ЗВ за 2015–2019 гг.
(общие по прокатному производству).

Ниже представлены выбросы загрязняющих веществ с разбивкой по производственным процессам, ингредиентам, а также данных производственных мощностей за период с 2015 по 2019 года.

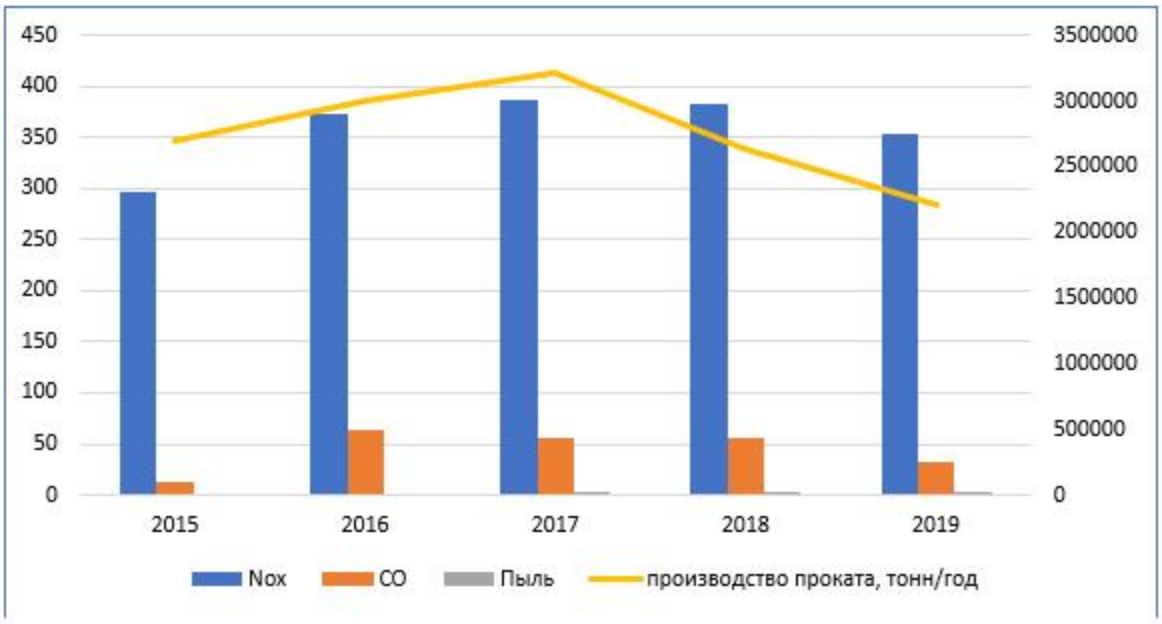


Рис.1.5. Выбросы и удельные показатели ЗВ за 2015–2019 гг. (от производства горячекатаного плоского проката).

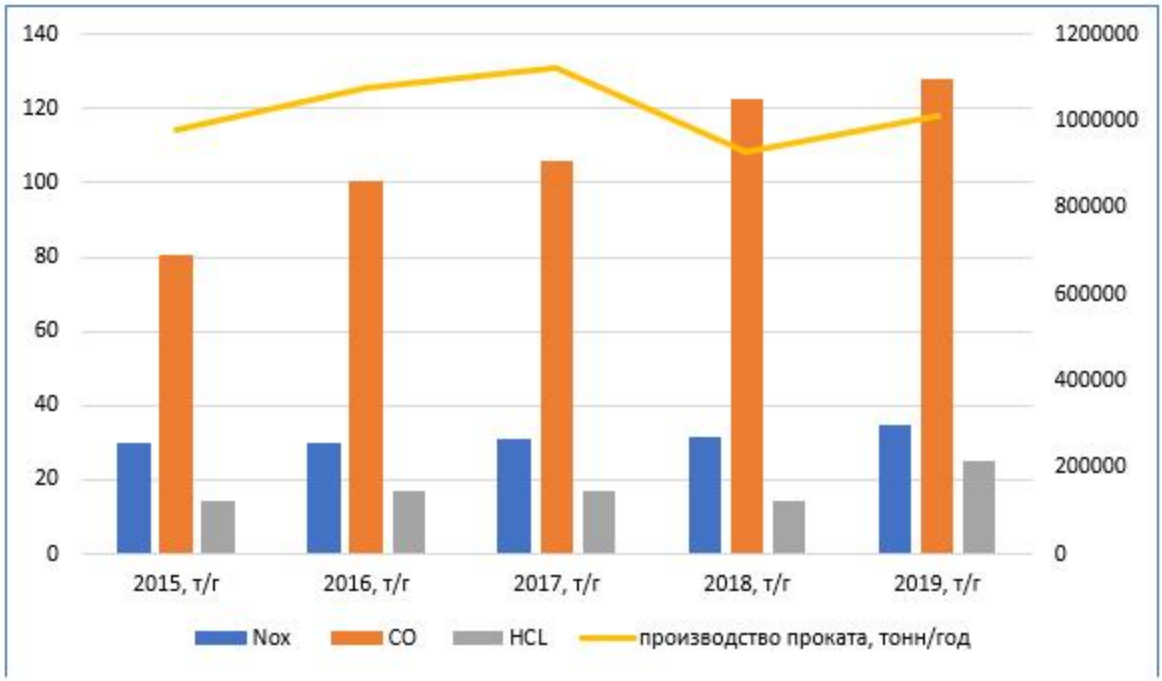


Рис.1.6. Выбросы и удельные показатели ЗВ за 2015-2019 гг. (от производства холоднокатаного плоского проката).

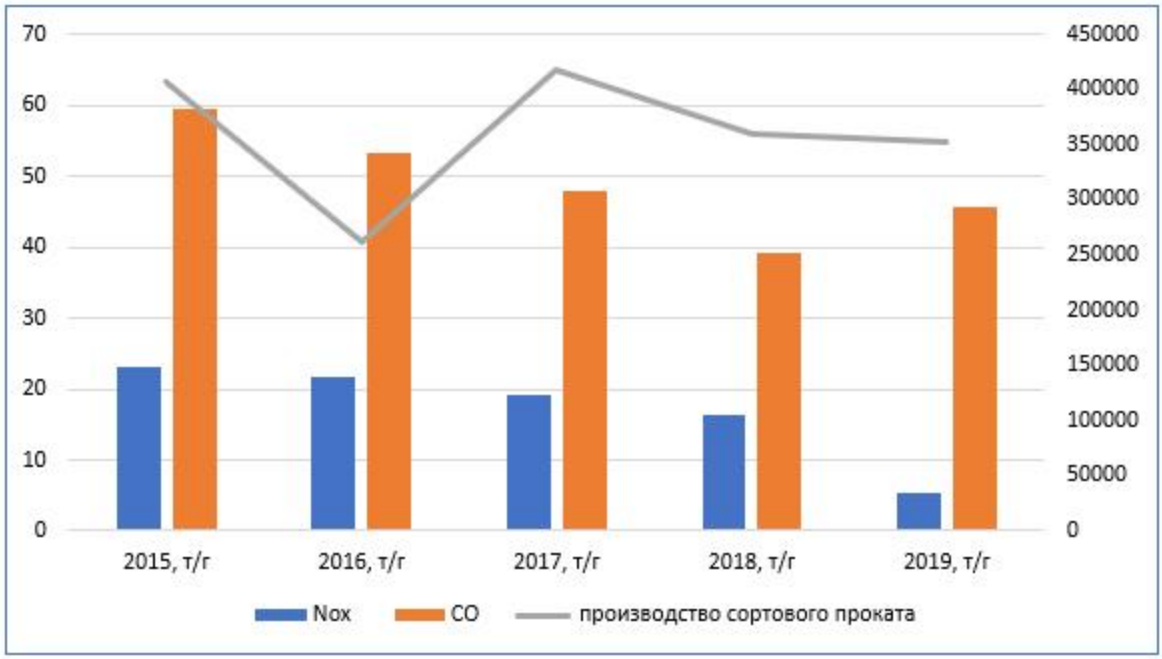


Рис.1.7. Выбросы и удельные показатели ЗВ за 2015-2019 гг.
(от производства сортового плоского проката).

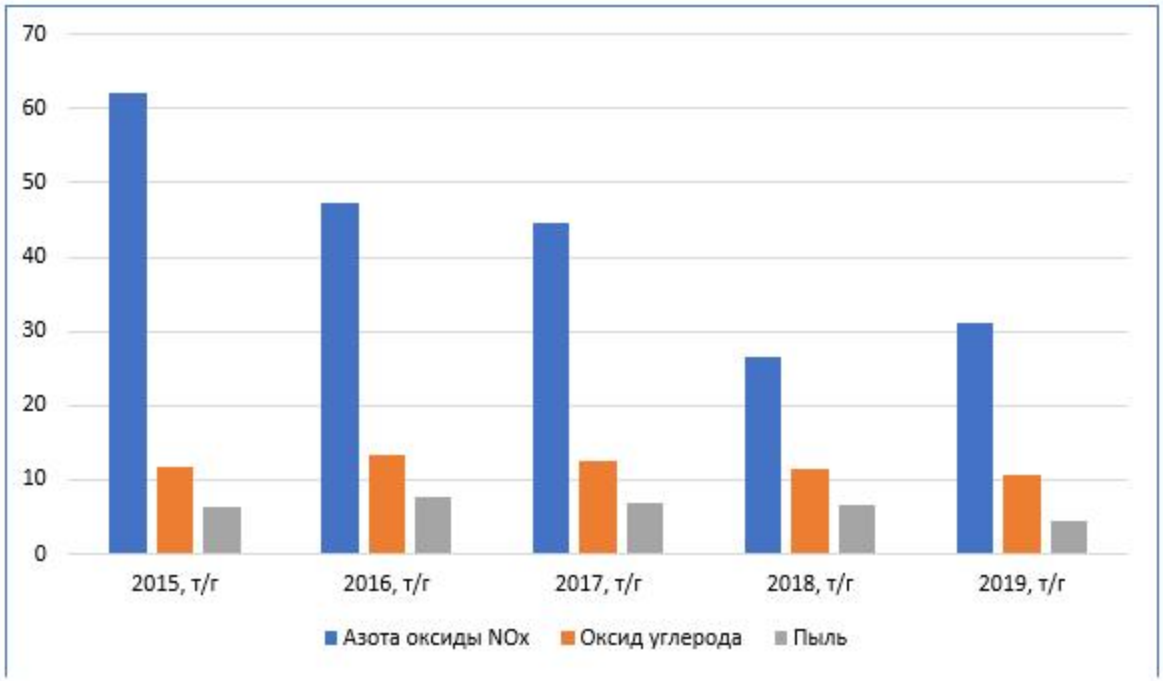


Рис.1.8. Выбросы и удельные показатели ЗВ за 2015-2019 гг.
(при нанесении покрытий на трубы (эпоксидное, полиэтиленовое, полипропиленовое, цинковое))

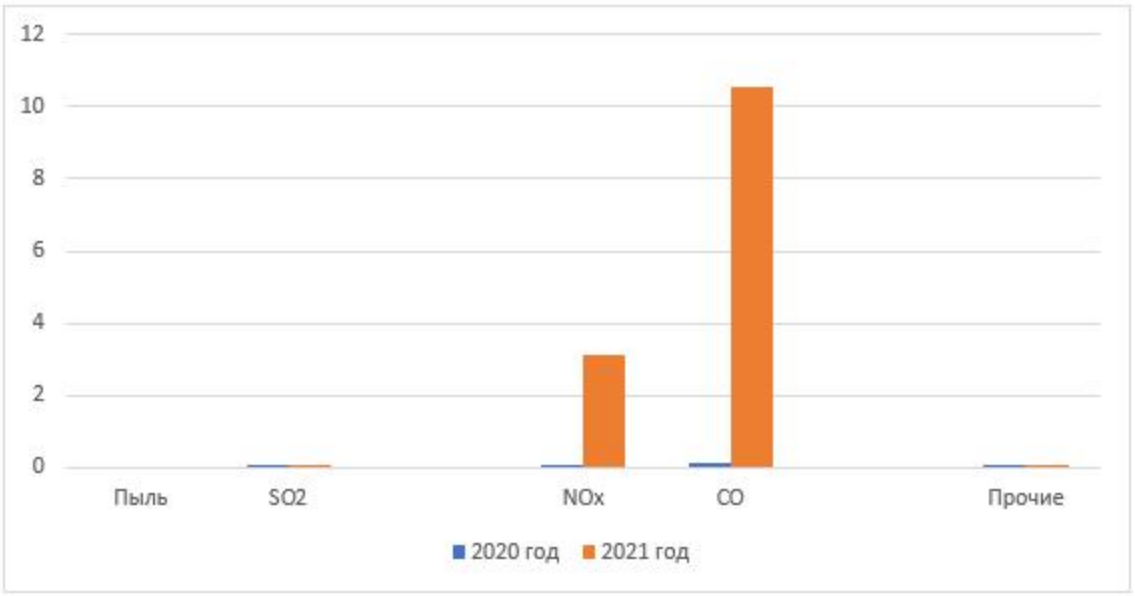


Рис.1.9. Выбросы ЗВ Предприятия В за 2020-2021 гг.
(при производстве горячекатаного проката/шаропроката)

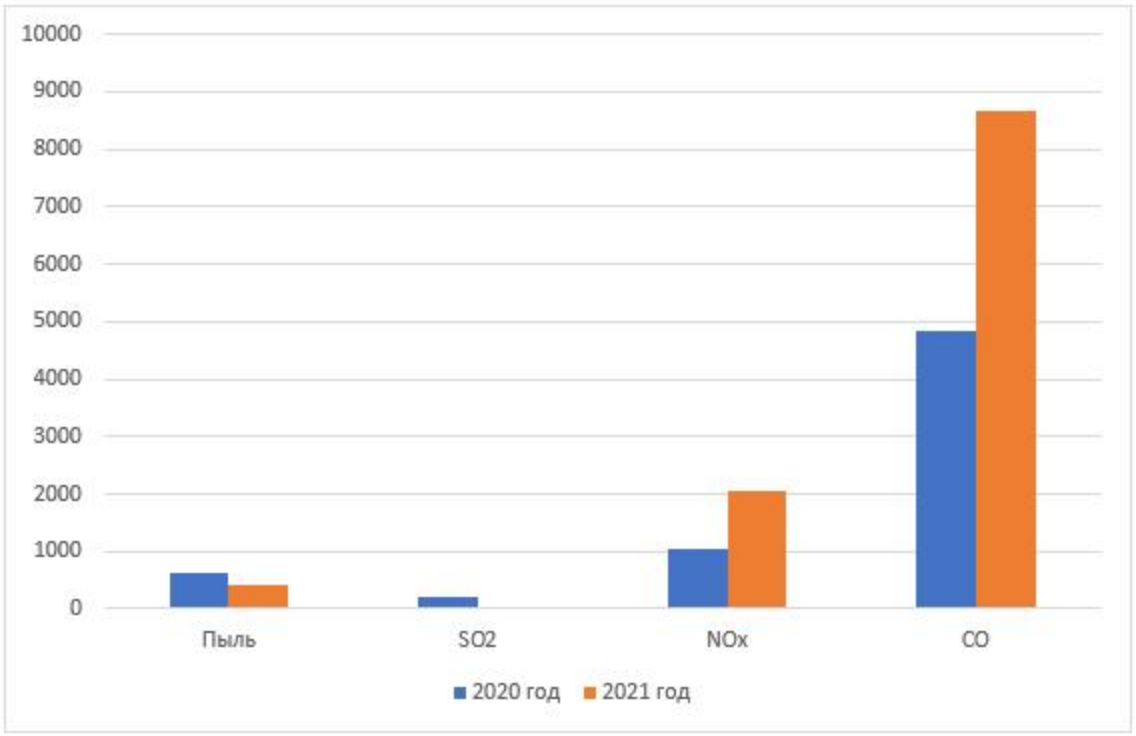


Рис.1.10. Выбросы ЗВ Предприятия С за 2020-2021 гг.
(при производстве горячекатаного проката)

1.5.2. Сбросы загрязняющих веществ

Предприятия передельной металлургии являются крупнейшими потребителями воды. Суточный оборот воды на отдельных предприятиях достигает 3 млн. $м^3$ и более. Вода расходуется на обработку и отделку металла, охлаждение оборудования, на

очистку отходящих газов, гидравлическую транспортировку и прочие нужды. Часть потребляемой воды безвозвратно теряется. Потери связаны с испарением и каплеуносом в системах оборотного водоснабжения, с приготовлением химически очищенной воды, с потерями в технологических процессах.

Предприятия черной металлургии, включая передельные, характеризуются высоким уровнем оборотного водоснабжения, что позволяет в значительной степени снизить загрязнение водного бассейна промышленными стоками.

Объем водопотребления и массы сбрасываемых загрязняющих веществ могут быть существенно сокращены путем внедрения бессточных технологий. В замкнутых бессточных и малоотходных системах водного хозяйства металлургических предприятий применяется обессоливание продувочных вод на заводских деминерализационных установках с возвратом полученной чистой воды в производственный процесс. С целью снижения капитальных затрат на сооружение выпарных установок можно рекомендовать использовать дебалансовые и продувочные воды в качестве исходной воды для промышленных котельных и котлов-утилизаторов. Пройдя обычную водоподготовку с применением механических, сорбционных и натрий-катионитовых фильтров, слабозагрязненные дебалансовые воды могут быть доведены по качеству до стандартов питательной воды для котлов среднего давления. Использование данного приема позволяет с минимальными затратами увеличить степень использования воды в обороте и значительно сократить сброс сточных вод.

В отрасли есть примеры организации бессточного трубного производства, когда промышленные сточные воды всего предприятия собираются и централизованно направляются на собственные или сторонние специализированные очистные сооружения, и техническая вода после очистки снова возвращается в производство. Объем потребления "свежей" воды из водных источников для таких предприятий является незначительным до 10 %.

Одним из наиболее часто встречающихся направлений является внедрение современных методов очистки промышленных сточных вод, что позволяет уменьшить степень загрязнения водоемов-приемников сбросов металлургических предприятий. Для интенсификации механической очистки сточных вод используют сооружения, характеризующиеся повышенной пропускной способностью и высокой эффективностью: безнапорные гидроциклоны; радиальные отстойники с камерой флокуляции; фильтры с плавающей пенополистирольной загрузкой; сетчатые самопромывающиеся фильтры; магнитно-дисковые аппараты и т. д. Эти сооружения требуют небольших площадей и меньших капитальных и эксплуатационных затрат.

Вода, используемая в технологиях, должна иметь определенные качественные характеристики и количественный состав примесей, что требует наличия на предприятиях эффективных систем водоочистки.

Сточные воды после охлаждения оборудования являются условно чистыми, а после промывки металла в травильных отделениях – химически загрязненными и подлежат очистке, чаще всего путем нейтрализации известковым молоком.

Все сточные воды загрязнены взвешенными частицами, образующимися при очистке от пыли, золы и других твердых материалов. Прокатное производство, кроме того, является источником загрязнения маслами, эмульсиями и травильными растворами.

Из замкнутой системы водоснабжения очищенная вода не сбрасывается, охлаждается в градирнях или теплообменниках до требуемой температуры и используется повторно в процессе прокатки. При наличии градирен потребление воды ограничивается компенсацией потерь на испарение и на продувку (около 3 %–5 %). При наличии теплообменников требуются большие объемы циркулирующей воды.

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

На предприятиях организуют раздельные "грязные" оборотные циклы водоснабжения (например, нагревательных печей, рабочих клетей, моталок) и "чистые" оборотные циклы (например, охлаждающей воды).

Наличие замкнутых контуров и многоступенчатого водоснабжения предотвращает загрязнение сточных вод и является широко применяемым приемом в черной металлургии. В связи с большим объемом потребления воды станы горячей прокатки обладают высоким потенциалом снижения потребления воды и сброса сточных вод.

Способы очистки промышленных стоков: механический способ, реагентная химическая очистка, безреагентные способы - электрохимический, электроионитовый, применение ионообменных смол, озонирование.

На предприятии А сточные воды подразделяются на нормативно-чистые, допустимые к сбросу без очистки, и сточные воды, требующие очистки.

К нормативно-чистым относят следующие категории вод:

сточные воды, образующиеся в результате использования для охлаждения оборудования воды, как свежей технической, так и повторно-используемой из пруда-охладителя и после насосных станций;

промливневые нормативно-чистые стоки, в основном, имеют только тепловое загрязнение, при этом сброс данных вод производится по отводящим канавам через секцию нефтеулавливания;

ливневые стоки с территории города сбрасываются в акваторию отделяемого пруда-охладителя. Для предотвращения загрязнения пруда-охладителя песком, ливневые стоки перехватываются и направляются для предварительного отстаивания.

Приемником этих сточных вод является пруд-охладитель. Вода из пруда-охладителя повторно используется на технологические нужды предприятия, избыток воды из пруда-охладителя поступает в водный объект.

Загрязненные сточные воды и ливневые стоки направляются в цех очистных сооружений. Кроме того, в ЦОС поступают хозяйственно-бытовые сточные воды всех цехов предприятия, хозбытовые сточные воды города и загрязненные сточные воды городских промышленных предприятий. После прохождения очистки, очищенные сточные воды сбрасываются в водный объект. Объемы водопотребления и водоотведения за период с 2015 по 2019 год по предприятию А представлены на рисунке 1.11.

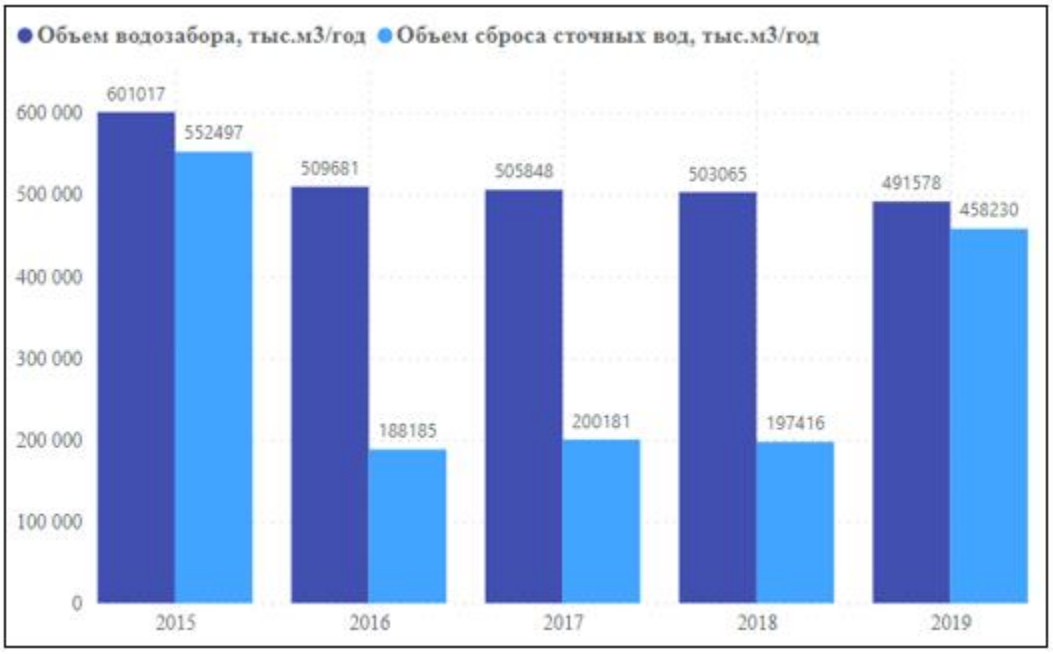


Рис.1.11. Объемы водопотребления и водоотведения за период с 2015 по 2019 года по предприятию А

1.5.3. Образование и управление отходами производства

В прокатных цехах образуются твердые и жидкие отходы: окалина, хромсодержащие шламы, окись железа, отработанные кислоты (регенерат), отработанные масла, маслошламы, отходы цветных металлов (гартцинк), шлам и шлак олова, катионно-обменные смолы, отработанные трансформаторы, заполненные совтолом, упаковочная тара из под химреактивов, лом черных и цветных металлов, древесные отходы, огарки сварочных электродов, отработанные масла, ТБО, промасленная ветошь, древесные опилки, стружки, загрязненные нефтепродуктами, строительные отходы, недопал извести, отходы резины, лом абразивных изделий, пыль

абразивно-металлическая, отработанные ртутьсодержащие лампы, маслошлам, тара из-под химреактивов, тара из-под масла, аспирационная пыль, отработанная спецодежда и спецобувь.

Основное правило, которым руководствуются на металлургическом предприятии, заключается в сокращении объема промышленных отходов и в поиске способа их вторичного использования.

Большинство отходов, образующихся на прокатных и трубных производствах, повторно используются в металлургическом производстве. По существующей практике многие отходы переводятся в разряд побочной продукции.

Часть производственных отходов после сортировки на предприятиях направляются на рециклинг или полигон хранения или передаются сторонним организациям. Объем вывозимых на полигоны отходов должен быть минимальным.

Например, пыль от газоочисток и аспирационных систем образуется в результате сухой очистки газов и аспирационного воздуха, отходящих от плавильных печей, технологических линий и др. от твердых частиц посредством циклонов, рукавных фильтров и другого пылеулавливающего оборудования. Пыль газоочисток и аспирационных систем частично возвращается в производство.

На рисунке 1.12 представлены данные по образованию и переработке отходов на предприятии А за 2015–2019 гг.

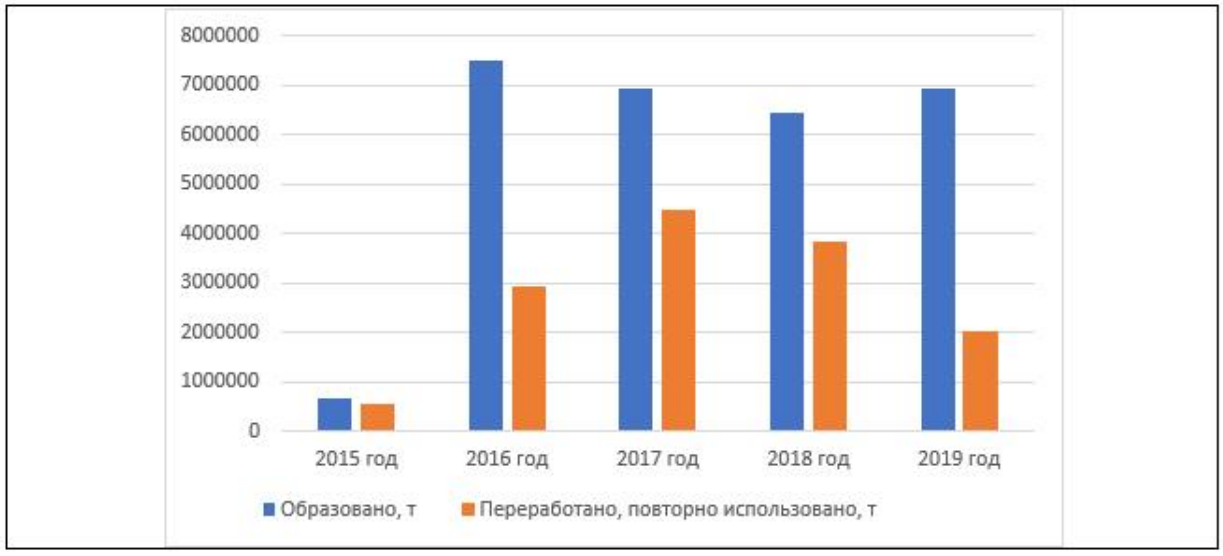


Рис.1.12. Данные по образованию и переработке отходов на предприятии А.

На рисунке 1.13 представлены данные по образованию и переработке отходов (согласно данным, представленных в отчетах КТА) на предприятии С за 2020-2021гг.

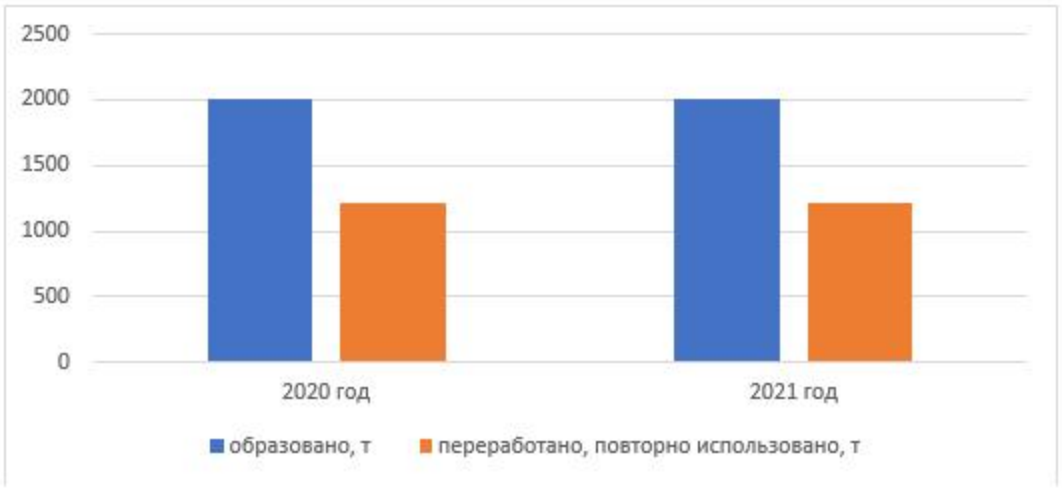


Рис.1.13. Данные по образованию и переработке отходов на предприятии С.

Система управления отходами на предприятии состоит из следующих этапов: образование; сбор, накопление, хранение; учет, идентификация; паспортизация; транспортирование; ответственность.

Образование отходов производства определяется технологическими процессами основного и вспомогательного производства, планово-предупредительными ремонтами оборудования и техники.

Загрязненные рукава, фильтрующие элементы, упаковочная тара "биг-бэг" образуются в результате эксплуатации, технического обслуживания и ремонта рукавных фильтров очистки отходящих газов, замены фильтрующих элементов в фильтрах различных марок, растарки хромшпинельного порошка и аспирационной пыли из мешков "биг-бэг" и прочие. Отходы передаются специализированному предприятию.

Сбор отходов осуществляется в металлических контейнерах и коробах.

В периоды накопления отходов для переработки, а также сдачи на полигон или специализированным предприятиям предусматривается их временное накопление (хранение в срок не более 6 месяцев) на территории предприятия в специальных местах, оборудованных в соответствии с действующими нормами и правилами.

1.5.4. Факторы физического воздействия

Шум и вибрация являются общераспространенными проблемами, связанными с металлургической отраслью, а их источники встречаются практически во всех стадиях технологического процесса. Производственный шум, излучаемый установкой в окружающую среду, является фактором негативного воздействия, имеющим медицинские, социальные и экономические аспекты.

Шум – это совокупность звуков разной интенсивности и частоты, беспорядочно изменяющихся во времени, возникающих в производственных условиях и

вызывающих у работников неприятные ощущения и объективные изменения органов и систем.

Оценивают шум в диапазоне частот от 45 до 11000 Гц. При акустических измерениях определяют уровни звукового давления в пределах частотных полос, равных октаве (полоса частот, у которой отношение верхней граничной частоты к нижней равно 2), полуоктаве или 1/3 октавы.

Для характеристики интенсивности шума принята измерительная система, учитывающая приближенную логарифмическую зависимость между раздражением и слуховым восприятием шкала бел (или децибел – дБ). По этой шкале каждая последующая ступень интенсивности звука больше предыдущей в 10 раз.

Многие технологические операции прокатного производства сопровождаются образованием шумов низкой и высокой частоты. Громкими шумами, уровень которых значительно превышает допустимые санитарные нормы, сопровождается транспортировка металла по рольгангу, прокатка его на стане, резка на пилах, вырубка пороков.

Отдельные ручные операции в прокатных цехах сопряжены с вредным воздействием вибрации на организм человека. Особо опасны в этом отношении ручная вырубка пороков на поверхности металла пневматическими зубилами, наждачная зачистка поверхности, ручное клеймение металла с помощью пневмоинструмента.

Наиболее значительные источники шума в процессе прокатки связаны с обращением с продуктом. Другие источники, такие как удаление окалины под высоким давлением, вытяжные вентиляторы с подогревом печи и горячее / холодное пиление, также могут иметь большое значение. Основные проблемы при обращении с продуктом связаны, например, с ударным шумом от труб большого диаметра и перемещением толстых листов. Охлаждающие блоки секционных станов также могут быть источником высокого уровня шума при перемещении продуктов во время охлаждения. Удаление окалины под высоким давлением (в некоторых случаях более 250 бар) является еще одним источником прерывистого шума. Тяговые вентиляторы печи повторного нагрева работают непрерывно, но могут иметь регулируемую скорость и, следовательно, будут вызывать шум различной частоты и уровня шума. Сортовые прокаты, такие как профили или рельсы, разрезаются на нужную длину на линии или в автономном режиме с помощью пилы для горячей или холодной резки. Высокочастотный шум создается режущим действием / трением. Это может быть, как прерывистое, так и высокочастотное. Абсолютные уровни шума (в децибелах) зависят от оборудования / завода, но могут превышать 85 дБА.

Шум и вибрация могут быть измерены несколькими способами, но, как правило, они являются специфическими для каждого технологического процесса, при этом необходимо учитывать частоту звука и местоположение населенных пунктов от производственной площадки.

Длительное воздействие шума и вибраций на человека может повредить его слуховой аппарат, угнетает центральную нервную систему, вызывает изменение скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни, может приводить к профессиональным заболеваниям. Поэтому металлургические заводы должны принимать меры и осуществлять мероприятия по снижению уровня воздействия шума на рабочих местах (производственный шум) до минимума, а также шум на границах завода и карьера (шум окружающей среды), который может повлиять на соседние виды деятельности (жилые районы, общественные здания, другие промышленные и коммерческие поселения, так далее) шума до минимальной величины.

Надлежащее техническое обслуживание способствует предотвращению разбалансировки оборудования, например: вентиляторов и насосов. Соединения между оборудованием могут быть сконструированы специальным образом для предотвращения или минимизации передачи шума. К общим методам снижения шума можно отнести: использование насыпей для экранирования источника шума, использование корпусов из звукопоглощающих конструкций для установок или компонентов, издающих шум, использование антивибрационных опор и соединителей для оборудования, тщательная настройка установок, издающих шум, изменение частоты звука.

2. Методология определения наилучших доступных техник

Процедура определения наилучших доступных техник для области применения настоящего справочника по НДТ организована НАО "Международный центр зеленых технологий и инвестиционных проектов" в лице Бюро НДТ (далее – Центр) и технической рабочей группой по вопросам разработки справочника по НДТ " Производство изделий дальнейшего передела черных металлов" в соответствии с положениями Правил.

В рамках данной процедуры, учтена международная практика и подходы к определению НДТ, в том числе основанные на руководстве по определению НДТ и установлению уровней экологической эффективности для выполнения условий получения экологических разрешений на основе НДТ.

2.1. Детерминация, принципы подбора НДТ

Определение наилучших доступных техник основываются на принципах и критериях в соответствии с требованиями Экологического кодекса, а также на соблюдении последовательности действий технической рабочей группы по вопросам разработки справочника по НДТ "Производство изделий дальнейшего передела черных металлов"

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

Для каждого технологического процесса при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов определен перечень маркерных веществ (более детальная информация приведена в разделе 6 настоящего Справочника по НДТ).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

атмосферный воздух: предотвращение и (или) сокращение выбросов;

водопотребление: сокращение общего водопотребления;

сточные воды: предотвращение и (или) сокращение сбросов;

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

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

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

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

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

Также учитывалось отсутствие или наличие кросс-медиа эффектов.

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

Следует отметить, что техники-кандидаты из перечня НДТ, представленные в утвержденных аналогичных справочниках по НДТ, официально применяемых в государствах, являющихся членами ОЭСР, на предмет экологической результативности не оценивались.

3. определение технологических показателей, связанных с применением НДТ.

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

2.2. Критерии отнесения техник к НДТ

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

использование малоотходной технологии;

использование менее опасных веществ;

способствование восстановлению и рециклингу веществ, образующихся и используемых в технологическом процессе, а также отходов, насколько это применимо ;

сопоставимость процессов, устройств и операционных методов, успешно испытанных на промышленном уровне;

технологические прорывы и изменения в научных знаниях;

природа, влияние и объемы соответствующих эмиссий в окружающую среду;

даты ввода в эксплуатацию для новых и действующих объектов;

продолжительность сроков, необходимых для внедрения наилучшей доступной техники;

уровень потребления и свойства сырья и ресурсов (включая воду), используемых в процессах, и энергоэффективность;

необходимость предотвращения или сокращения до минимума общего уровня негативного воздействия эмиссий на окружающую среду и рисков для окружающей среды;

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

информация, опубликованная международными организациями;

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

2.3. Экономические аспекты применения НДТ

2.3.1. Подходы к экономической оценке НДТ

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

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

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

по инвестиционной обоснованности затрат;

по анализу затрат и выгод;

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

по затратам к достигаемому экологическому результату и др.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Для НДТ, требующих существенных инвестиционных капитальных вложений, должен быть определен разумный баланс между запросом гражданского общества на реализацию природоохранных мероприятий в целях снижения негативного воздействия на окружающую среду и инвестиционными возможностями оператора объекта. При

этом ответственность за доказательство условий, по которым к процессу внедрения НДТ должен быть применен особый режим, несет оператор объекта.

2.3.2. Способы экономической оценки НДТ

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

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

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

неприбыльные и недопустимые по своим финансовым затратам;

достигающие разумной экологической пользы по сравнению с затратами;

имеющие необоснованно высокие затраты по сравнению с достигнутым экологическим эффектом.

2.3.3. Соотношение затрат и ключевых показателей предприятия

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

При данном анализе возможно применение шкалы справочных значений, полученных по данным анкетирования предприятий Европейского Союза, ранжирующих такие соотношения на три категории.

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

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

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

Шкала значений определена Центром по НДТ Фламандского института технологических исследований в ходе разработки модели, по экономической оценке, НДТ. Данные для модели получены из специальной литературы, дополнены сведениями по конкретным компаниям и поставщикам. При этом было проведено усреднение годовых отчетов по репрезентативной выборке компаний и бухгалтерский баланс такой "усредненной" компании использован для расчета необходимых экономических показателей и финансовых коэффициентов. Модель успешно использована в более, чем 10 отраслевых исследованиях НДТ, особенно в отраслях с однородной структурой и со значительным количеством компаний, где возможно

определение "средней" компании, включая крупные/глобальные предприятия горно-металлургической и химической промышленности с длительным инвестиционным циклом.

Ориентировочные справочные значения осуществимости инвестиций в охрану окружающей среды.

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

№ п/п	Соотношение затрат к ключевым показателям	Приемлемые	Обсуждаемые	Неприемлемые
1	2	3	4	5
1	Годовые затраты/ оборот	< 0,5%	0,5 – 5%	> 5%
2	Годовые затраты/ операционная прибыль	< 10%	10 – 100%	> 100%
3	Годовые затраты/ добавленная стоимость	< 2%	2 – 50%	> 50%
4	Годовые затраты/ общие инвестиционные расходы на НДТ	< 10%	10 – 100%	> 100%
5	Годовые затраты/ годовой доход	< 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 осуществляемых природоохранных инвестиций может попасть в этот диапазон, что делает их слишком неопределенными для однозначного вывода об обоснованности инвестиций.

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

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

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

2.3.4. Прирост себестоимости на единицу продукции

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

Себестоимость производства единицы продукции определяется как отношение общих годовых денежных затрат на производство продукции к годовому физическому объему производства. Процентное соотношение общих годовых затрат на внедрение НДТ и производственной себестоимости выражает прирост затрат на производство с учетом дополнительных расходов предприятия на природоохранные мероприятия.

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

2.3.5. Соотношение затрат и экологического результата

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

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

Под годовыми затратами понимается сумма капитальных (инвестиционных) затрат (расходов) в годовом исчислении и операционных (эксплуатационных) расходов, распределенных по всему сроку службы рассматриваемой техники.

При расчете годовых затрат применяется формула:

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

где:

I_0 - общие инвестиционные расходы в год приобретения,

ОС - годовые чистые операционные расходы,

r - ставка дисконтирования,

n - ожидаемый срок службы.

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

Для правильного определения годовых затрат на НДТ должна быть применена согласованная ставка дисконтирования с учетом срока службы средозащитного оборудования, а также обеспечена достаточная детализация инвестиционных капитальных вложений и распределение по элементам эксплуатационных затрат.

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

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

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

В качестве ориентировочных может быть приведен приемлемый уровень эффективности затрат мероприятий по сокращению выбросов на практике голландских предприятий.

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

№ п/п	Загрязняющее вещество	Затраты, евро/1 кг снижения выбросов загрязняющих веществ
1	2	3
2	ЛОС	5
3	Пыль	2,5

4	NO_X	5
5	SO_2	2,5

2.3.6. Платежи и штрафы за негативное воздействие на окружающую среду

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

В настоящее время на государственном уровне приняты меры по стимулированию внедрения НДТ, в частности для предприятий, внедряющих НДТ, устанавливается нулевой коэффициент к ставкам платежей в бюджет, уплачиваемых за негативное воздействие на окружающую среду, и достигаемая экономия средств может стать решающим фактором для принятия решения о внедрении НДТ. Кроме того, с 2025г., в целях активной реализации мер по защите окружающей среды и применения НДТ, к действующим ставкам платы за негативное воздействие на окружающую среду предприятиями I группы будет применяться повышающий коэффициент 2 (двукратное увеличение платежей), с 2028г. – коэффициент 4 и с 2031г. – коэффициент 8.

Кроме ставок платежей, установленных налоговым законодательством на республиканском уровне, местные представительные органы (маслихаты) также имеют право повышать установленные ставки платы, но не более, чем в 2 раза.

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

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

2.3.7. Расчет на установке

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

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

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

В расчетах на установке в общую сумму затрат включается:

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

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

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

Расчет на установке исключает фактор неопределенности при классификации общих расходов оператора объекта по статьям затрат, а также позволяет сравнить затраты предприятия на альтернативные НДТ по сопоставимым показателям. Такой же принцип используется при расчете выгод НДТ.Конкретные примеры расчетов, по экономической оценке, НДТ для каждой отрасли просчитываются в рамках технико-экономического обоснования (ТЭО)

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

Настоящий раздел справочника по НДТ содержит описание основных технологических процессов при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов, в числе которых производство: проката горячекатаного в листах и рулонах; проката холоднокатаного в листах и рулонах; белой жести электролитического лужения и черной жести; проката с цинковым и алюмоцинковым покрытием; проката окрашенного; труб горячепрессованных и прямошовных электросварных; арматурной стали; проката сортового.

Основной задачей технологического процесса производства проката является получение прокатной продукции заданных форм, размеров и качества в необходимом количестве с минимальными затратами и наибольшей производительностью. Эта задача может быть решена только при точном соблюдении и выполнении всего технологического процесса производства проката и требований нормативно-технической документации.

Технологический процесс производства того или иного вида готового проката включает в себя все необходимые последовательные операции обработки металла. Технологические операции в производстве проката весьма разнообразны. Однако,

существуют такие, которые являются основными и характерны для всех видов прокатного производства.

К ним относятся: подготовка металла к прокатке, нагрев металла перед прокаткой, собственно прокатка, охлаждение проката, отделка готовой прокатной продукции. Каждая из этих операций является самостоятельной, но необходимой и взаимосвязанной с другими технологическими операциями производства проката. Совокупность технологических операций изготовления прокатной продукции, их необходимая последовательность представляют собой технологическую схему производства проката.

На металлургических предприятиях с полным металлургическим циклом технологической схемой производства проката является схема слиток – полупродукт (заготовка) – готовый прокат. В соответствии с этой схемой прокатное производство металлургического предприятия включает систему станов, обеспечивающих получение полупродукта в виде блюмов, слябов и заготовок из слитков и систему станов, выпускающих готовый прокат в виде сортового проката или горяче- и холоднокатаных листов и др., т. е. технологический процесс современного прокатного производства состоит из двух стадий: получение полупродукта (заготовки) и готовой продукции (готового проката).

В то же время технологическая схема производства того или иного вида готового проката предусматривает включение всех необходимых последовательных операций обработки, начиная с подготовки слитка или заготовки для нагрева и прокатки и кончая завершающей отделкой и определением качества готового проката.

Следует отметить, прокатные цехи, имеющие в своем составе обжимные (блюминги , блюминги – слябинги, слябинги) и заготовочные станы, являются связующим звеном между сталеплавильными цехами и станами, выпускающими готовый прокат.

Для металлургических предприятий с неполным металлургическим циклом технологической схемой производства проката является либо слиток – готовый прокат, либо полупродукт – готовый прокат. В этих схемах отсутствуют операции, связанные с производством полупродукта непосредственно на данном предприятии, а процесс производства осуществляется или из заготовки, получаемой со стороны, или из слитка небольшой массы, из которого готовый прокат получают за один нагрев.

Эти технологические схемы являются наиболее распространенными на металлургических предприятиях. Успешное развитие непрерывной разливки стали на металлургических предприятиях значительно изменило технологическую схему производства проката и преобразовало ее в схему непрерывнолитая заготовка – готовый прокат. Использование непрерывнолитой заготовки в прокатных цехах при производстве готового проката является эффективным процессом, позволяющим исключать целый ряд технологических операций и дорогостоящие обжимные и заготовочные станы из технологического процесса производства проката.

Дальнейшее развитие процессов непрерывной разливки и прокатки, выражающееся в их совмещении, значительно изменяет технологическую схему производства проката непрерывная разливка – готовый прокат и сокращает цикл металлургического производства, исключая такие технологические операции, как нагрев, транспортировку и складирование металла.

В последующих разделах более подробно описываются этапы производства изделий дальнейшего передела черных металлов.

3.1. Производство горячекатаного проката

Прокатка - вид обработки металлов давлением, при котором металл пластически деформируется между вращающимися валками. При этом силы трения между валками и заготовкой втягивают ее в межвалковый зазор, а нормальные силы, перпендикулярные к поверхности валков, производят деформирование заготовки. В процессе прокатки уменьшается толщина заготовки при одновременном увеличении ее длины и ширины.

Принципиальная схема производства горячекатаного проката: "литая заготовка – готовый прокат", т. е. литые заготовки, полученные на машинах непрерывного литья заготовки (МНЛЗ), минуя обжимной стан, прокатывают на сортовых или листовых станах в готовый прокат.

В настоящее время такой метод наиболее распространен, так как обладает экономическими преимуществами (меньше продолжительность технологического цикла, затраты на производство и расход металла).

Технологический процесс производства горячекатаной листовой и сортовой продукции может быть представлен единой обобщенной схемой, представленной на рисунке 3.1.

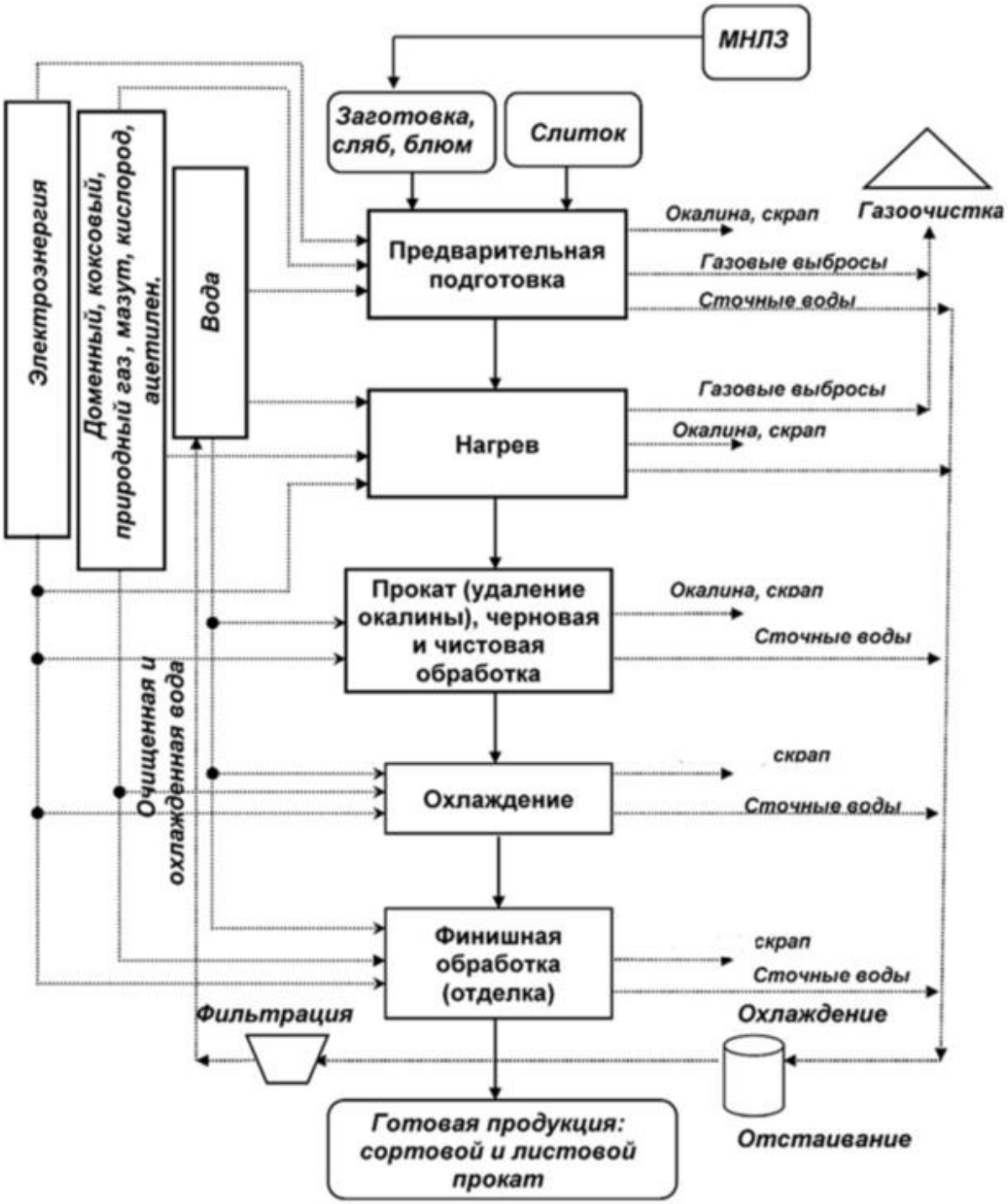


Рисунок 3.1. Обобщенная технологическая схема производства горячекатаного проката

При производстве горячекатаного проката на предприятиях используются следующие сырьевые и энергетические ресурсы:

котельно-печное топливо (различные виды газа (доменный, коксовый, природный), мазут, кислород);

электрическая энергия;

вода.

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

В таблице 3.1 представлены текущие объемы потребления энергетических ресурсов, применяемых при горячекатаном производстве (согласно данным КТА). В качестве удельных расходов потребления ресурсов определено потребление ресурсов на тонну проката.

Таблица 3.1. Текущие объемы потребления энергетических ресурсов и воды при горячекатаном производстве

№ п/п	Наименование объекта	Потребляемый ресурс	Целевое назначение использования	Единица измерения	Удельное энергопотребление
1	2	3	4	5	6
1	A	Электрическая энергия	Горячекатаный прокат	тыс.кВт*ч/ ед.прод	81,1
2	C	Электрическая энергия	Горячекатаный прокат	тыс.кВт*ч/тыс.т	75,361
3	D	Электрическая энергия	Горячекатаный прокат	тыс.кВт*ч/ ед.прод	0,33
4	A	Котельно-печное топливо	Горячекатаный прокат	$м^3$/ед.прод	118,9
5	C	Котельно-печное топливо	Горячекатаный прокат	т у.т./тыс.т	58,259
6	D	Котельно-печное топливо	Горячекатаный прокат	-	-
7	A	Вода	Горячекатаный прокат	$м^3$/ед.прод	5,1
8	C	Вода	Горячекатаный прокат	тыс.$м^3$/тыс.т	41,151
9	D	Вода	Горячекатаный прокат	тыс.$м^3$/ед.прод	0,00025

Такое расхождение в удельных расходах на различных предприятиях связанно с особенностями рассматриваемых предприятий, а также с используемым оборудованием и техникой в производственном процессе.

3.1.1. Производство сортового проката

Изготовление сортового проката осуществляется методом горячей прокатки на прокатном стане, при этом используется углеродистая сталь обыкновенного качества или низколегированные марки стали.

В зависимости от геометрической формы поперечного сечения сортовой прокат подразделяют на простые сортовые, фасонные и периодические профили. К простым сортовым профилям проката общего назначения относится сталь круглая диаметром 5÷250 мм, сталь квадратная с размером стороны 5÷200 мм, сталь шестигранная с

диаметром вписанного круга 8÷100 мм, сталь полосовая шириной 11÷200 мм, толщиной 4÷60 мм, сталь полосовая инструментальная шириной 10÷300 мм, толщиной 3÷40 мм. К простым сортовым профилям относят также штрипсы сортовые шириной 63÷415 мм, толщиной 2,5÷8 мм, а также катанку (катаную проволоку) диаметром 5÷10 мм.

К фасонным профилям общего назначения относят все профили угловой равнополочной и неравнополочной стали, балки двутавровые и швеллеры. Кроме того, на сортовых станах прокатывают фасонные профили отраслевого и специального назначения и периодические профили продольной и поперечно-винтовой прокатки.

Кроме того, дополнительно выделяют фасонный сортовой прокат специального назначения, например, железнодорожные рельсы, профиль автомобильного обода.

К специальному прокату относят шарики для шарикоподшипников, колеса железнодорожных вагонов и локомотивов, заготовки для зубчатых колес. Периодический прокат — это катаные заготовки и изделия с сечением, периодически изменяющимся по длине изделия. Типичным примером периодического проката является строительная арматура [15].

3.1.1.1. Прием и складирование заготовки

Исходным материалом для сортопрокатного стана является непрерывнолитая заготовка (НЛЗ) квадратного сечения, получаемой с МНЛЗ, длиной до 12000 мм из спокойных и полуспокойных, низколегированных и легированных марок сталей. Масса и размеры поперечного сечения заготовок для каждого прокатного стана определяются в зависимости от размеров и формы готового проката, техническими данными основного и вспомогательного оборудования прокатного стана. Линейные размеры заготовки, масса и химический состав стали являются исходными данными для выбора технологии прокатки и определения параметров нагревательных методических печей и их конструкции.

Технологический процесс производства сортовых профилей начинается с подготовки заготовок к прокатке. Качество заготовки во многом определяет выход годного и производительность стана. Путем визуального контроля выявляются поверхностные дефекты: плены, трещины, рванины, закаты и др. Отклонения размеров сечения от номинальных не должны превышать допускаемые по ГОСТу. Нестабильность размеров сечения заготовок, даже в пределах, допускаемых ГОСТ, оказывает влияние на точность получаемых профилей. Кривые и скрученные, короткие или слишком длинные заготовки затрудняют загрузку печи, могут вызвать застревание металла в печи, поэтому они не должны допускаться в прокатку.

Дефекты с поверхности заготовок удаляют огневой зачисткой, пневматической вырубкой, зачисткой абразивными кругами или механической зачисткой (строжкой,

фрезерованием). Выбор способа зачистки зависит от характера расположения дефектов , их вида, марки стали, назначения проката. В зависимости от степени пораженности дефектами применяют сплошную или местную зачистку.

Зачищенные заготовки передаются на склад и последующую прокатку.

Поступающая заготовка складируется на склад заготовки СПЦ на участке нагревательной печи.

Железнодорожным транспортом заготовка (блюмы) поставляется в сортопрокатный цех. Разгрузка производится электромостовыми кранами, складируется в штабеля высотой до 6 метров, расположение заготовки крест на крест.

3.1.1.2. Нагрев заготовки

Нагрев заготовки до температур прокатки производится с целью повышения его пластичности и, соответственно, снижения нагрузок при его деформации.

Режим нагрева перед прокаткой характеризуют температурой нагрева, скоростью нагрева, числом зон (ступеней, периодов), продолжительностью нагрева. Нагрев производится равномерно и непрерывно. Он должен обеспечить равномерное распределение температуры по сечению прокатываемого металла, его минимальное окисление и обезуглероживание, повышение механических свойств, уменьшение чувствительности стали к флокенам и т.д.

Основными параметрами при нагреве металла являются температура и время нагрева. Температурный режим устанавливается в зависимости от профиля проката для каждой марки стали и от химического состава. Основным фактором, определяющим максимальную температуру нагрева заготовок, является содержание углерода в стали: с повышением содержания углерода максимальная температура нагрева снижается. При нагреве важно обеспечить равномерное распределение температуры по длине и сечению заготовки, что оказывает большое влияние на процесс деформации в калибрах , точность размеров и качество получаемого проката. Продолжительность нагрева определяется физико-химическими свойствами нагреваемой стали, температурными условиями, зависящими от конструкции печи, расположения металла в печи, формы и размеров нагреваемых заготовок.

Правильно выбранный режим и температурные интервалы нагрева позволяют получить однофазную структуру. Благодаря диффузии происходит перераспределение примесей и выравнивание состава металла (гомогенизация).

При нагреве исходных материалов в нагревательных устройствах всегда происходит окисление металла – процесс химического взаимодействия окислительных печных газов с железом, примесями и легирующими компонентами с образованием на поверхности слитка или заготовки окалины. Наружный, самый тонкий слой окалины состоит из Fe_2O_3 (гематита), средний – из Fe_3O_4, (магнетита) и внутренний – самый толстый слой – из FeO (вюстита).

Образование окалины при нагреве является источником потерь годного металла. Угар металла при нормальной работе нагревательных устройств составляет 1÷2 % от массы нагреваемого металла. Если учесть, что металл при прокатке от слитка до готового продукта нагревают несколько раз, то можно принять угар в среднем 3÷4 % от массы нагреваемого металла. Кроме того, окалина при прокатке вдавливается в металл, что ухудшает качество поверхности, ускоряет износ валков, а также способствует образованию брака в результате вскрытия подкорковых пузырей. На образование окалины влияет температура нагрева, продолжительность пребывания металла при высоких температурах, скорость нагрева и печная атмосфера.

Наряду с окислением металла происходит обезуглероживание поверхностного слоя, представляющее процесс взаимодействия печных газов с углеродом, стали, приводящее к уменьшению содержания углерода в поверхностном слое металла. При нагреве заготовок из сталей, склонных к обезуглероживанию, обычно снижают температуру и продолжительность нагрева (особенно в зоне высоких температур). Обезуглероживание зависит от тех же факторов, что и окалинообразование.

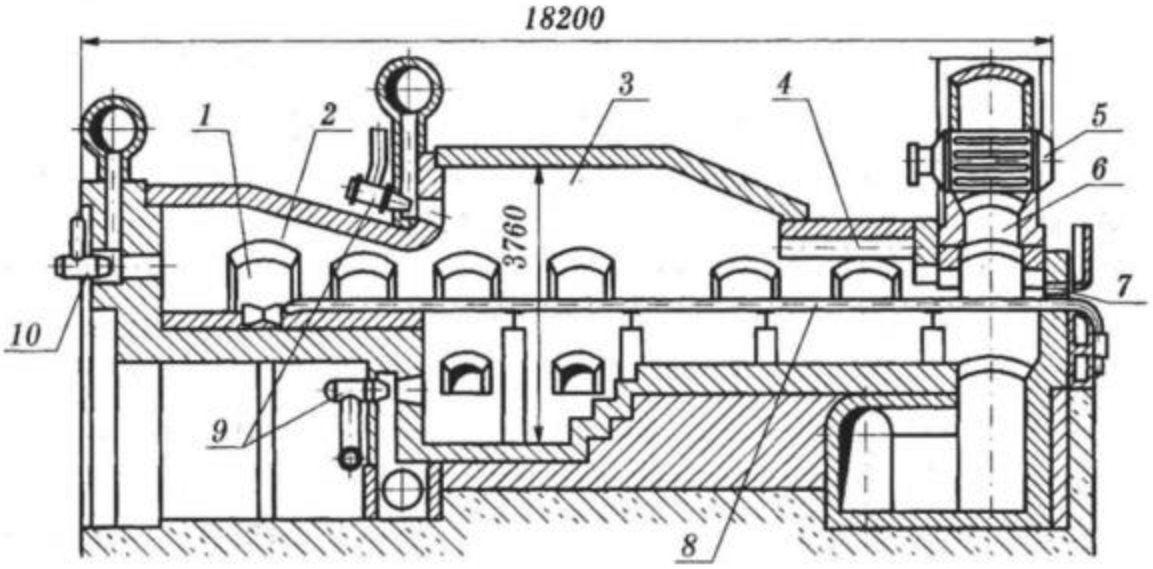
Повышение температуры металла при его нагреве, как правило, благоприятно влияет на процесс прокатки. Однако при нагреве выше определенной для данной стали температуры происходит рост зерна, который ведет к ослаблению связи между ними и тем самым к ухудшению механических свойств стали. Такое явление называется перегревом. В ряде случаев свойства перегретой стали можно улучшить, подвергнув ее термической обработке. Сильный перегрев исправить нельзя, так как зерна сильно перегретой стали теряют способность к рекристаллизации и при нагреве остаются неизменными.

При температурах, близких к точке плавления стали, внутрь ее проникает кислород, который окисляет зерна. В результате связь между зернами стали настолько ослабляется, что металл при прокатке разрушается. Это явление называется пережогом.

Явления перегрева и пережога чаще всего возможны при вынужденной задержке металла в печи. В этом случае понижают температуру в печи и уменьшают количество подаваемого воздуха.

Неравномерный нагрев способствует образованию внутренних разрывов, увеличению износа прокатных валков и вызывает опасность поломки их и т.д. Нагретый металл, если он равномерно нагрет по всему сечению и длине, значительно легче деформируется.

Нагрев заготовки производится в нагревательных методических (полуметодических) печах толкательного типа или с шагающим подом.



1 — окно для выталкивания заготовок; 2 — сварочная зона; 3 — зона методического нагрева; 4 — зона подогрева; 5 — рекуператоры; 6 — газовые каналы; 7 — посадочное окно (для заготовок); 8 — глиссажные трубы; 9, 10 — газовые горелки

Рисунок 3.2. Методическая нагревательная печь

Заготовки подаются в печь через посадочное окно 7 и периодически передвигаются толкателем справа налево по двум глиссажным трубам 8, охлаждаемым изнутри водой. Вначале холодные заготовки проходят зону подогрева 4, имеющую у загрузочного окна температуру 500÷600 °С, постепенно повышающуюся до 900÷1000 °С при переходе к следующей зоне методического нагрева 3. В этой зоне температура рабочего пространства повышается до 1200 °С. Далее заготовки поступают в сварочную зону 2, температура в которой достигает 1300÷1350 °С. Нагретые заготовки выталкиваются через окно 1 и попадают на рольганг, транспортирующий их к прокатному стану. Печь оборудована газовыми горелками 9 и 10, пламя которых сверху и снизу нагревает заготовки, лежащие вплотную одна к другой на трубах. Продукты горения направляются от горелок навстречу заготовкам, отдают значительную часть своего тепла металлу и через каналы 6 попадают в рекуператоры 5, а оттуда в дымовую трубу.

Существенно уменьшаются потери металла в окалину и величина обезуглероживания в печах с шагающим подом, так как время нагрева заготовок сокращается почти вдвое по сравнению с печами с монолитным подом из-за всестороннего нагрева заготовок. Температура начала прокатки на непрерывных станах составляет 1120÷1180 ^{o} С.

Основными экономическими показателями работы печей являются их производительность и удельный расход топлива. Производительность определяется

напряженностью пода печи, т.е. количеством нагретого металла в тоннах, снимаемого с 1 м^2 площади пода за 1 ч или сутки.

Напряженность пода нагревательных колодцев составляет 30÷70 т/м^2, а в методических печах достигает 25÷35 т/м^2 в сутки. Удельный расход условного топлива в рекуперативных колодцах и методических печах составляет 4,5÷6 % от массы нагреваемого металла. При отсутствии использования тепла отходящих газов расход топлива повышается примерно вдвое [16].

Методическая печь – проходная печь для нагрева металлических заготовок перед обработкой давлением (прокатка, ковка, штамповка). В свою очередь проходной печью называется печь непрерывного действия, в которой нагреваемые заготовки движутся вдоль печи, перемещаемые толкателем, рольгангом или другими механизмами. Загрузка и выгрузка проходной печи производятся через окна в торцовых стенах печи или в боковых стенках вблизи торцов.

В методической печи заготовки обычно передвигаются навстречу движению продуктов сгорания топлива; при таком противоточном движении достигается высокая степень использования теплоты, подаваемой в печь. Хотя встречаются прямоточные и прямопротивоточные печи. Заготовки проходят последовательно три теплотехнические зоны: методическую (зону предварительного подогрева), сварочную (зону нагрева) и томильную (зону выравнивания температур в заготовке). Иногда томильная зона может отсутствовать.

Методические печи классифицируют:

по числу зон отопления в сварочной зоне плюс методическая зона, и, если есть, томильная зона (2-, 3-, 4-, 5-зонные);

по способу транспортирования заготовок (толкательные, с подвижными балками и др.);

по конструктивным особенностям (с нижним обогревом, с наклонным подом, с плоским сводом и т.д.).

Методические печи отапливают газообразным или жидким топливом с помощью горелок или форсунок. Топливом служит природный газ, коксодоменная или пропан-бутановая смесь. Печи оборудованы системами безопасности и анализаторомиз содержания кислорода в отходящих газах. Используется автоматическое и ручное регулирование. В рабочем пространстве печи поддерживается положительное давление , характеризуемое легким выбиванием печных газов из окон.

Можно отметить, что, в отличие от нагрева металла в колодцах, тепловой поток на поверхность металла в начальный период нагрева (методическая зона) нарастает. Одновременно температура поверхности сначала резко увеличивается (скорость нагрева максимальная), а затем повышается медленнее (скорость нагрева падает) с постепенным увеличением скорости к концу методической зоны [17].

В таблице 3.2 приведены значения концентраций маркерных загрязняющих веществ при нагреве полуфабриката.

Таблица 3.2. Маркерные вещества и их концентрация

№ п/п	Наименование ЗВ	Макс. концентрация, мг/Нм^3
1	2	3
1	SO_2	248,273
2	NOx	382

3.1.1.3. Прокатка заготовки на сортопрокатном стане (арматура, круг, уголок, швеллер, полоса, стержни мелющие, шары мелющие и т.д.)

Сортовую сталь подразделяют на крупно-, средне- и мелкосортную. Соответственно и прокатные станы делят на крупно-, средне- и мелкосортные.

Прокатный стан – комплекс машин и агрегатов, предназначенных для пластической деформации металла в валках, его обработки и транспортирования. Прокатный стан состоит из основного и вспомогательного оборудования. К основному оборудованию относят деформирующий агрегат с приводом — рабочую клеть. К вспомогательному оборудованию относят машины для перемещения проката, его резки на мерные части, правки, маркировки и др. Основное оборудование, составляющее главную линию прокатного стана, состоит из рабочей клети, шпинделей, шестеренной клети, редуктора , главного электродвигателя. Деформирующим агрегатом является рабочая клеть, остальное оборудование необходимо для привода прокатных валков рабочей клети.

Сортовые станы подразделяют на станы со свободной прокаткой и непрерывные.

Станами со свободной прокаткой называют такие, у которых раскат в процессе прокатки находится только в одной клети, при этом в одной можно одновременно прокатывать две полосы, например, в черновых трехвалковых клетях крупносортных и рельсобалочных станов.

Непрерывными называют такие станы, у которых при последовательном расположении клетей в процессе прокатки полоса одновременно находится в нескольких клетях (не менее чем в двух).

Сортовые станы классифицируют по следующим признакам: диаметру прокатных валков чистовой клети, расположению клетей, сортаменту прокатываемых профилей, спецификации стана, принципу ведения технологического процесса прокатки. Для классификации сортовых станов условно принимают профили круглой и квадратной стали, а затем соответственно их площадям поперечного сечения принимают другие профили, в числе которых могут быть и фасонные.

Прокатные станы различают по назначению, количеству валков в клети, количеству клетей и схеме их расположения.

По числу и расположению валков в рабочих клетях станы классифицируют на двухвалковые "дуо"-станы, трехвалковые "трио"-станы, четырехвалковые "кварто"-станы, многовалковые и универсальные.

По расположению рабочих клетей различают станы одноклетьевые и многоклетьевые с линейным или последовательным расположением клетей. У линейных станов клети расположены в одну или несколько линий; в каждой линии валки связаны между собой и вращаются с одной скоростью. Последовательное расположение клетей в непрерывных станах позволяет значительно повысить производительность прокатки. По расположению рабочих валков в клети станы бывают: с горизонтальным расположением валков, с вертикальным расположением валков, с горизонтальными и вертикальными валками – универсальные прокатные станы, с расположением валков под определенным углом к горизонту.

В большинстве случаев деформацию заготовки осуществляют двумя рабочими валками, а остальные валки — опорные, необходимы для придания жесткости и прочности всей системе.

Прокатка сортовой стали производится в несколько пропусков через валки. Распределение обжатий по пропускам производится с учетом усилия на валки, мощности главного электродвигателя, прочности деталей рабочей клети, условий захвата металла валками, пластичности металла. Инструментом для прокатки являются валки, которые в зависимости от прокатываемого профиля могут быть ручьевыми, применяемыми для получения сортового проката. Ручьем называют вырез на боковой поверхности валка, а совокупность двух ручьев образует калибр. Каждая пара ручьевых валков обычно образует несколько калибров. Площадь калибров от первого до последнего по ходу прокатки постепенно уменьшается при последовательных проходах полосы через калибры уменьшается площадь ее поперечного сечения.

Прокатка всех профилей производится по утвержденным схемам калибровок и заданному скоростному режиму прокатки. Схема калибровки должна предусматривать возможность получения на стане различных профилей при минимальных затратах на перевалку и перенастройку стана путем использования одних и тех же черновых валков для получения различных профилей.

Температурный режим прокатки оказывает значительное влияние на усилия и расход энергии на прокатку, износ калибров, качество поверхности и точность размеров профиля, структуру и механические свойства готового проката. Во время работы стана на рабочих калибры непрерывно подается вода для охлаждения валков и предупреждения выгорания и растрескивания рабочей поверхности ручьев.

Сортопрокатный стана для мелкого и среднесортового проката (Рисунок 3.3), как правило, состоит из черновой группы клетей, включающую в себя прокатные клети с поочередным горизонтальным и вертикальным расположением валков, предчистовой (промежуточной) группы клетей, состоящей из прокатных клетей с поочередным

горизонтальным и вертикальным расположением валков с поперечным перемещением и чистовой группой клетей из прокатных клетей горизонтального расположения и универсального типа с поперечным перемещением.



Рисунок 3.3. Сортопрокатный стан

Нагретая заготовка выталкивателем из печи передается на приемный рольганг, откуда по транспортному отводящему рольгангу перемещается к первой клети черновой (обжимной) группы клетей, предназначенной для обжатия заготовки в валках . Эта клеть является окалиноломателем; в ней предусмотрено незначительное (3÷5 %) обжатие, обеспечивающее разрушение и разрыхление окалины, которая удаляется с заготовки при помощи гидросбива или пара высокого давления.

В последующих клетях осуществляют деформацию раската в соответствующих калибрах. После выхода из черновой (обжимной) группы клетей металл перемещается по промежуточному рольгангу к летучим ножницам горячей резки, где отрезается передний конец раската перед задачей его в валки предчистовой (промежуточной) группы клетей. Здесь заготовка прокатывается с увеличивающейся скоростью.

Количество рабочих клетей, в которых прокатывается раскат до нужного диаметра, задается расчетной калибровкой прокатываемого сортамента. После выхода из чистовой клети металл с температурой не ниже 950 ÷ 1100 ^{o}C перемещается по наклонному рольгангу к столу охлаждения через летучие ножницы горячей резки, где автоматически в движении разрезается на длины, соответствующие длине холодильника.

Арматурный профиль относится к категории сортовых профилей специального назначения и предназначен для армирования бетонных конструкций в строительстве. Технология прокатки арматурного профиля практически не отличается от технологии прокатки сортового проката круглого сечения, т. е. используется такая же последовательность калибров. Периодический профиль наносится в чистовых проходах , для чего используются валки со специально подготовленными ручьями.

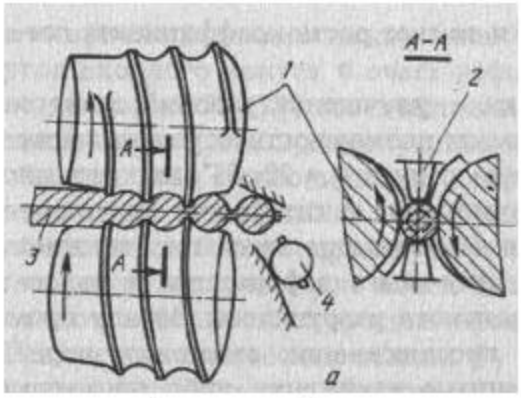
Арматурный профиль различного сечения, начиная от крупных и заканчивая мелкими размерами, входит в сортамент среднесортных и мелкосортных станов.

При производстве специальных видов проката используются клети поперечно-винтовой прокатки и клети специальных конструкций (прокатка шаров, колес, бандажей, винтов, шестерен и пр.).

Из печи заготовка по рольгангу перемещается к механизму раскручивания заготовки. Винтовое движение заготовки, складывающееся из вращения относительно оси прокатки и перемещения вдоль нее, обусловливает возможность получения винтовой прокаткой только тел вращения. Короткие тела вращения (шары, сплошные и полые цилиндрические заготовки для последующей штамповки или резания) и изделия с винтовой поверхностью (длинные винты, ребристые трубы) прокатывают в валках с винтовыми калибрами.

Станы, включающие валки с винтовыми калибрами, выполняются по двухвалковой схеме (рис. 3.4). При прокатке сплошных тел - шаров, используются двухвалковые станы, в которых обеспечивается максимально возможное сближение реборд винтового калибра.

В узле вращения, центрированная относительно валков и направляющей линейки, заготовка направляется в рабочую клеть. В рабочей клети методом поперечно-винтовой прокатки через вращающиеся валки получают шары.



а — в двухвалковом стане; 1 — валки; 2 — направляющие линейки;
3 — исходная заготовка; 4 — заготовка шара

Рисунок 3.4. Винтовая периодическая прокатка в валках с винтовыми калибрами

Мелющие шары прокатываются из горячекатаных круглых заготовок обычной точности. Нагрев осуществляется в газовых печах до более высоких температур – 950 ÷ 1050 °С, что снижает износ валков. Прокатка ведется со срезом перемычек и вдавливанием их остатков в тело шара. Прокатанные шары закаливаются с прокатного нагрева, а извлечение их из охлаждающих устройств при температуре 200÷300 °С приводит к самоотпуску.

Прокатка шаров из заготовок разного уровня точности, а также с сохранением или удалением перемычки в очаге деформации требует применения различных калибровок валков. Винтовой калибр для прокатки шаров подшипников (рис. 3.4) содержит два участка - формующий и отделочный. На формующем участке осуществляются захват заготовки и ее постепенное обжатие в шар, соединенный перемычкой с остальной частью заготовки. Формовка производится ребордами, имеющими непрерывно нарастающую высоту, в соответствии с которой изменяется диаметр перемычки. Металл, смещаемый из перемычек в шар, приводит к радиальной деформации и увеличению диаметра шара по сравнению с диаметром заготовки. В связи с этим диаметр заготовки принимается на 1-2 мм меньше диаметра шара.

При прокатке мелющих шаров валок отличается наличием калибрующего участка, выравнивающего диаметры заготовок перед формовкой, и удлиненным отделочным участком (до 810 ^{o}). Небольшое осевое смещение валков приводит к разрыву перемычки в начале отделочного участка, а затем - вращению шара относительно оси, перпендикулярной оси прокатки, срезу перемычек ребордами и закатке полюсных выступов. Для повышения производительности стана наряду с однозаходными применяют двух- и трехзаходные винтовые калибры, что позволяет получать 2–3 шара за один оборот валков.

3.1.1.4. Охлаждение, термоупрочнение проката

После прокатки сортового металла используют естественное (на воздухе), замедленное (в колодцах и термостатах) и ускоренное (с применением различных охлаждающих сред) охлаждение проката.

Особенностью современного этапа развития процессов термоупрочнения является широкое применение охлаждающих устройств, устанавливаемых в потоке прокатных станов.

На предприятии А задача необходимых механических свойств за счет резкого охлаждения металлопроката подаваемой под давлением водой. В состав оборудования сортового стана входит 3-х секционная модульная установка термообработки проката с целью придания упрочняющих свойств арматурному прокату за счет быстрого охлаждения его водой. Принцип работы термоустановки основан на изменении давления и объема воды в зависимости от скорости прохождения проката и требуемых механических свойств.

На предприятиях B, C, и D готовые мелющие стержни охлаждаются на реечном холодильнике при естественной циркуляции воздуха. Холодильники обычно выполняются с поперечным направлением транспортирования охлаждаемого металла, т.е. перпендикулярно направлению движения металла при его выходе из валков стана.

Мелющие шары остужаются до требуемой температуры в ковшевом элеваторе стола охлаждения. Затем шары поступают в узел термической обработки на закалку до температуры самоотпуска.

3.1.1.5. Порезка, упаковка, отгрузка

Шлеппер предназначенный для транспортировки товарных прутков сортового проката с автоматизированным накопительным устройством для формирования товарных пачек. Роботизированные обвязочные машины, предназначенные для автоматической обвязки товарных пачек сортового проката проволокой. Рольганг с накопителем товарных пачек и встроенными коммерческими весами в линии рольганга . Перемещение упакованного аттестованного проката осуществляется электромостовыми кранами.

Сортовой, фасонный, калиброванный, холоднотянутый прокат, проволока и круглый прокат со специальной отделкой поверхности размерами поперечного сечения (толщина, диаметр, сторона квадрата, наибольший размер для фасонных профилей) до 50 мм включительно увязывают в пачки, мотки или связки мотков, а свыше 50 мм и заготовки всех видов увязывают в пачки по требованию потребителя. Гнутые профили увязывают в пачки.

Пачки арматуры различного сортамента складируются на складских площадях или сразу отгружаются потребителю. Транспортировка упакованного готового проката производится ж/д транспортом.

В таблице 3.3 приведены значения концентраций маркерных загрязняющих веществ при механической обработке и зачистке.

Таблица 3.3. Маркерные вещества и их концентрация

№ п/п	Наименование ЗВ	Макс. концентрация, мг/Нм^3
1	2	3
1	Пыль	108,58

3.1.2. Производство плоского горячекатаного проката (товар – листы, рулоны, подкат для дальнейшего передела)

Листовой прокат относится к наиболее экономичным видам металлопродукции. Он удобен для изготовления различных деталей методом штамповки и создания легких и прочных металлоконструкций. Листы разных видов широко используются в транспортном машиностроении, в частности в автомобильной промышленности, в судостроении, при производстве сельскохозяйственных машин, в электротехнической промышленности и других отраслях. Из листового металла выполняются многие

предметы бытового назначения. Следует отметить также, что листовой металл служит полупродуктом (заготовкой) при производстве сварных труб и гнутых профилей.

Листовой прокат классифицируют по многим признакам: геометрическим размерам , химическому составу металла, уровню физико-механических свойств, назначению и др.

При классификации листового проката по геометрическим размерам учитывается его толщина, ширина и длина. В зависимости от толщины весь листовой прокат делится на две основные категории: толстый лист (толщиной 4 мм и более) и тонкий лист (толщиной менее 4 мм).

Толстые листы производят толщиной 4÷160 мм, шириной 600÷5300 мм, длиной до 50 м. Часть листов толщиной 4÷16 мм (шириной до 2300 мм) выпускается в виде длинных полос, свернутых в рулоны. Листы толщиной более 60 мм называют плитами.

Отдельную категорию толстолистового проката представляет так называемая универсальная сталь, прокатываемая на универсальных станах с вертикальными валками в виде полос толщиной 6÷60 мм и шириной 200÷1050 мм. Эти полосы имеют катаные кромки, что исключает необходимость боковой обрезки.

Особенным многообразием отличается тонколистовая продукция. Так, в стандартах на тонколистовую сталь выделяют такие ее виды, как сталь конструкционная, декапированная (отожженная и травленая), кровельная, нержавеющая, электротехническая и др. Специфическим видом тонколистовой стали является жесть, имеющая толщину 0,08÷0,5 мм и выпускаемая, как правило, с антикоррозионным покрытием. Чаще всего в качестве покрытия применяется олово; луженую жесть называют белой жестью.

Прокатку листов разных видов осуществляют либо поштучно (отдельными карточками), либо в виде длинных полос, сматываемых в рулоны. Рулонный способ производства является значительно более прогрессивным и повсеместно вытесняет поштучный способ. При ширине полос более 600÷700 мм их называют широкими, а соответствующие прокатные станы - широкополосными. Максимальная ширина прокатываемых полос составляет 2300÷2500 мм. Относительно узкие полосы, шириной менее 300 мм (при толщине менее 2 мм) принято называть лентами.

Характеризуя сортамент листового проката по химическому составу, следует отметить, что основную массу его составляют стальные листы. При этом в сортаменте стальных листов основную часть занимают листы из углеродистых (около 78 %) и низколегированных (20 %) марок стали. Доля листов из легированных сталей составляет около 1 %.

Широкое применение получили листы из рядовых и качественных конструкционных низкоуглеродистых сталей.

Легированные листовые стали также очень разнообразны по химическому составу, но среди них можно выделить две особо крупные группы: коррозионностойкие (нержавеющие) и электротехнические.

Коррозионностойкие стали содержат в своем составе большое количество хрома и никеля или только хрома.

Электротехнические стали (динамные и трансформаторные) отличаются высоким содержанием кремния (1,0÷3,5 %) и очень низким содержанием углерода (<0,01 %). С увеличением количества кремния и уменьшением углерода электромагнитные свойства этих сталей улучшаются.

Большое количество тонких стальных холоднокатаных листов (в некоторых странах - до 40÷50 %) выпускается с защитными и декоративными покрытиями. Один из важных видов такой продукции уже упоминался выше — это белая (луженая) жесть. Другим массовым видом является оцинкованная тонколистовая сталь. В качестве металлов - покрытий используются также хром, алюминий, свинец.

Расширяется производство тонколистовой стали с неметаллическими (полимерными) покрытиями, в качестве которых используются различные лаки, краски, пластизоли, синтетические пленки. Нередко выпускаются листы (полосы) с двойным покрытием: металлическим и полимерным.

Предприятие А производит плоский горячекатаный прокат в рулонах и листах толщиной 1,5÷12,0 мм, а также штрипс для электросварных труб.

3.1.2.1. Предварительная подготовка заготовки (слябов)

Исходным материалом для получения плоского горячекатаного проката служат слябы представляющие, собой плоские непрерывнолитые заготовки прямоугольного сечения. Участок подготовки слябов (УПС), предназначен для складирования, обработки, осмотра, зачистки, подрезки слябов и контроля качества слябов, передаваемых в методические печи, и товарных слябов, отгружаемых потребителю.

Литые слябы получают на МНЛЗ разных типов. Применение литых слябов обладает рядом преимуществ: такие заготовки более однородны по химическому составу и структуре, себестоимость их ниже, чем катаных. Отношение толщины литого сляба к толщине готового листа должно быть не менее 5÷8 для рядовых углеродистых сталей и 8÷10 для легированных сталей.

Подготовка исходного сырья (непрерывнолитых слябов) заключается преимущественно в удалении поверхностных дефектов.

Состояние поверхности слитков существенно отражается на качестве проката. При визуальном обнаружении дефектов поверхности непрерывнолитых слябов, идентификацию их происхождения (причины, класс дефекта) и методы устранения осуществляют в соответствии с классификатором дефектов непрерывнолитых слябов. На поверхности слитков должны отсутствовать продольные и поперечные трещины, надрывы, пояса, завороты, плены, крупные неметаллические включения и другие

дефекты. При обнаружении таких дефектов слитки подвергаются ремонту (зачистке). Используют сплошную и выборочную зачистку металла.

Для удаления местных дефектов при выборочном ремонте слябов применяют различные способы зачистки: огневую, абразивную, механическую (вырубка пневматическими зубилами), электроконтактную. Слябы из специальных сталей (коррозионностойких, жаропрочных, инструментальных) подвергают сплошной зачистке путем строжки, фрезерования или шлифования.

Получили распространение машины огневой зачистки (МОЗ). На МОЗ осуществляется сплошное сжигание поверхностного, наиболее пораженного дефектами , слоя металла толщиной 1÷1,5 мм. Горение железа происходит в результате подачи струи кислорода на раскаленную поверхность металла. МОЗ обладают высокой производительностью, могут работать в автоматическом режиме; однако при использовании МОЗ значительно возрастает расходный коэффициент металла.

3.1.2.2. Нагрев слябов в методических печах

Нагрев слябов перед прокаткой осуществляется в нагревательных методических рекуперативных пятизонных с двухсторонним нагревом печах с торцевой загрузкой и выдачей. Главной конструктивной особенностью, которая оказывает основное влияние на остальные характеристики работы печи, является способ транспортирования заготовок в рабочем пространстве печи. В методических печах для нагрева заготовок под обработку давлением применяют в основном проталкивание (толкательные печи) и шагание (печи с шагающим подом и с шагающими балками).

Независимо от расположения горелок в работе этих печей в основных случаях используется принцип противотока.

Подготовленные слябы поступают в методические нагревательные печи для нагрева их до температур прокатки 1260÷1280 °С. Длительность нагрева зависит от конструкции печи, толщины слябов, их химического состава и температуры при посадке в печь. Печи отапливаются коксодоменной смесью газов с добавлением для повышения калорийности смеси паровой фазы пропана технического и мазутом. Топливо подается в горелки инжекционного типа.

3.1.2.3. Прокатка из слябов горячекатаных полос

Нагретые слябы (рисунок 3.5) выдаются из печей на приемный рольганг и прокатываются в клетях черновой и чистовой групп стана 1700 горячего проката. Непрерывный широкополосный стан (НШПС) 1700 предназначен для горячей прокатки полос следующих размеров: толщина полос от 1,2 до 12,0 мм, толщина большемерного проката от 20,0 до 160 мм, ширина от 800 до 1524 мм.

При прокате производится гидроудаление печной окалины с поверхности полос, регулируется температура конца прокатки и смотки каждой полосы для получения необходимых механических свойств готового проката.

Стан 1700 состоит из черновой и чистовой групп рабочих клетей и ряда вспомогательных механизмов. Черновая группа: черновой окалиноломатель, вертикальная клеть, четыре рабочие универсальные четырехвалковые клети. Чистовая группа: чистовой двухвалковый окалиноломатель и семь четырехвалковых клетей.



Рисунок 3.5. Выдача нагретых слябов в линию стана горячего проката

Кромки раската обжимаются в вертикальной клети и в вертикальных валках универсальных клетей для получения необходимых размеров по ширине полосы. Правильное положение раската относительно оси прокатки обеспечивается раздвижными направляющими линейками перед рабочими клетями.

Взламывание окалины происходит в вертикальной клети, черновом и чистовом окалиноломателях. Последующее удаление окалины ведут гидросбивами (г/с) высокого давления за вертикальной клетью (г/с № 1), за черновым окалиноломателем (г/с № 2), за рабочими клетями № 2–№ 4 (г/с № 3 - № 5) и за чистовым окалиноломателем (сдвоенный г/с № 6, № 7). Давление воды в коллекторах гидросбивов – не менее 9,5÷10 мПа при одновременном включении.

На непрерывных станах раскат последовательно проходит через все клети черновой группы с однократным обжатием в каждой. Суммарное обжатие в клетях черновой группы составляет 70÷90 % от полного обжатия, необходимого для получения полос заданного размера.

Подкат, выдаваемый на промежуточный рольганг, обычно имеет толщину 20÷50 мм . Перед входом в клети чистовой группы для обеспечения нормального продвижения подката производится обрезка переднего и заднего концов полосы на летучих ножницах. Толщина разрезаемого подката 20÷45 мм, ширина 900÷1550 мм, скорость

движения подката 0,68÷2 м/с. Барабаны ножниц имеют по два ножа, установленных под углом (в плане образуют шевронный рез).

Для удаления вторичной (воздушной) окалины, образовавшейся на металле при перемещении его по промежуточному рольгангу, служит чистовой окалиноломатель, представляющий собой относительно небольшую двухвалковую клеть, обжатие в которой составляет 1÷2 мм (5÷10 %). Прокатка в чистовой группе клетей является наиболее сложным и ответственным звеном технологии на непрерывных станах.

В чистовой группе клетей происходит перенастройка механизмов для обеспечения требуемых геометрических размеров, поперечного профиля и планшетности.

Режимы прокатки с ускорением в чистовой группе широко применяются на современных непрерывных широкополосных станах. Такие режимы преследуют две основные цели: во-первых, повышается производительность станов и, во-вторых, что очень важно, уменьшается температурный клин по длине полосы в связи с более интенсивной (высокоскоростной) деформацией подстуженного заднего конца раската. Прокатка в чистовой группе ведется с натяжением между клетями, что обеспечивает устойчивое положение полосы в валках (отсутствие поперечных смещений) и снижение усилий прокатки, а также способствует выравниванию вытяжек по ширине полосы. Во всех клетях, кроме первой и последней, прокатка ведется с передним и задним натяжением; в первой клети - только с передним, в последней - только с задним натяжением (в последней клети переднее натяжение может быть создано действием моталки). Минимальное удельное натяжение, обеспечивающее устойчивый процесс прокатки, составляет примерно 5÷15 % от предела текучести металла при соответствующей температуре. Но применение слишком больших натяжений также нежелательно, так как это приводит к увеличению продольной разнотолщинности полос. Последнее объясняется тем, что передние и задние концевые участки полос прокатываются вовсе без натяжения. При деформации низкоуглеродистых сталей удельные натяжения чаще всего находятся в пределах 2÷40 МПа.

Конечная структура и механические свойства прокатываемых полос существенно зависят от величины обжатия в последних клетях, температуры конца прокатки и температуры смотки в рулоны. Правильный выбор этих параметров совершенно необходим для получения продукции высокого качества. Каждая марка стали имеет свой оптимальный температурный режим прокатки и смотки полос. Для низкоуглеродистых сталей рекомендуются следующие значения указанных параметров : обжатие в последней клети 10 ÷ 15 %; температура конца прокатки 850 ÷ 900 °С; температура смотки 550 ÷ 650 °С. Основным средством повышения температуры конца прокатки при производстве тонких полос является увеличение скорости прокатки в чистовой группе. Значительное сокращение тепловых потерь металла может быть достигнуто посредством установки теплоизолирующих экранов на промежуточном рольганге. При производстве толстых полос понижение температуры конца прокатки

достигается за счет уменьшения толщины подката, поступающего из черновой группы, и применения межклетевого охлаждения металла в чистовой группе. Необходимая температура смотки полос обеспечивается действием душирующих устройств на отводящем рольганге.

Для современных высокопроизводительных широкополосных станов особенно важны мероприятия, направленные на повышение точности прокатки. К числу наиболее эффективных мероприятий такого рода относится в первую очередь внедрение АСУ ТП. Поддержание номинальной толщины полос и уменьшение продольной разнотолщинности достигается применением САРТ. Эти системы, в частности, обеспечивают дополнительное обжатие передних и задних концов полос, прокатываемых без натяжения и имеющих повышенную толщину при отсутствии САРТ. С целью уменьшения поперечной разнотолщинности широко применяются САРП. Действие этих систем основано главным образом на использовании устройств для противоизгиба валков. В настоящее время устройства для противоизгиба валков в двух-трех последних чистовых клетях имеются почти на всех отечественных широкополосных станах.

Для обеспечения необходимых механических свойств металла полосы перед смоткой в рулоны охлаждаются водой при помощи душирующих установок, расположенных на отводящем рольганге. Все полосы, прокатанные на стане горячей прокатки, сматываются в рулоны на трех моталках барабанного типа. Толщина сматываемой полосы 1,2÷12 мм, ширина 800÷1500 мм, температура сматываемой полосы 600 ÷ 650 ^{o}C, входная скорость полосы в моталку до 8,5 м/с, наибольшее натяжение полосы 20 кН, диаметр рулона 1,1÷2,1 м.

3.1.2.4. Финишная обработка горячекатаного листа

Поступившие по конвейеру от моталок рулоны, предназначенные для переработки в ЛПЦ-2,3, ЦГЦА и на АПР-5, а также для поставки потребителю, складируются на листоотделке склада горячекатаных рулонов (СГКР). После остывания рулон со склада СГКР передают на агрегаты поперечной резки АПР-1,2 для порезки на листы в пачки или продольный роспуск на более узкие полосы в соответствии с заказами.

Агрегат поперечной резки №1 предназначен для разделки горячекатаной рулонной полосы толщиной 4 ÷ 12 мм на листы мерной длины и ширины в соответствии с заказом. Рулоны горячекатаной полосы со склада рулонов подаются к агрегату краном в холодном состоянии (с температурой менее 50 ^{o}C). Резка полос осуществляется летучими ножницами. Скорость порезки полосы 0,5 ÷ 1,5 м/с,

Агрегат № 2 предназначен для поперечной резки рулонной горячекатаной стальной полосы толщиной 1,2 ÷ 4 мм на листы шириной 700 ÷ 1550 мм, длиной 1500 ÷ 6000 мм. В составе оборудования АПР-2 имеется правильная машина для правки дефектов планшетности, скорость правки от 0,5 до 2,5 м\с.

После правильной машины горячекатаная полоса подается в тянущие ролики и затем в режущую клеть летучих ножниц. Ножницы предназначены для резки полосы мерной длины 1,5–3,0 м с интервалом 5 мм, и 3,0–6,0 м с интервалом 10 мм. Толщина разрезаемой полосы – 1,2–4,0 мм, ширина 700–1550 мм, скорость движения полосы – 1,25–2,5 м\с.

Обрабатываемые пачки металла и рулоны обвязываются упаковочными лентами, маркируются и отгружаются потребителям по заказам.

Другая часть горячекатаных рулонов поступает на склаад цеха холодной прокатки для дальнейшего передела.

Производственная мощность цеха горячей прокатки предприятия А установлена в объеме 4600,0 тыс.т. в год по производительности методических печей и стана горячей прокатки "1700".

В таблице 3.4 приведены показатели производства стана горячей прокатки за 2015-2019 годы.

Таблица 3.4. Производство горячекатаного проката

№ п/п	Наименование сырья, материалов на производство	Единица измерения	Расход материалов на единицу продукции, т/т				
		2015	2016	2017	2018	2019	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Производство горячекатаного проката	тонн	2691132	3002321	3215895	2630609	2204354
2	Сляб	тонн	1,047	1,044	1,038	1,041	1,037

Производство горячекатаного проката по годам изменялось от 2204354 до 3215895 т /год, а расход слябовой заготовки от 1,037 до 1,044 т/т готового проката.

3.1.2.5. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду при горячекатаном прокате

Выбросы в атмосферный воздух

При горячей прокатке в результате измельчения окалины валками металла образуется пыль, объем образования которой зависит от скорости прокатки и площади поверхности прокатываемого материала и обычно составляет <100 г/т. Около 20 % пыли является мелкодисперсной с размером частиц <10 мкм. На слябовых, блюмовых и сортовых станах наиболее интенсивное пылевыделение происходит на первых проходах.

Для очистки отходящих выбросов на предприятиях организуют различные системы аспирации, например: система аспирации чистовой группы клетей стана с использованием электрофильтра (тип 40-5-2 × 3–03, эффективность очистки 95,4 %);

установка аспирации клети холодной правки при финишной обработке с использованием фильтра рукавного (тип ФРИП-540, эффективность очистки – 99,8 %).

Загрязняющими веществами при производстве горячекатаного проката считают азота оксиды, углерода оксид и пыль.

Водопотребление и сточные воды.

В процессе горячей прокатки и связанных с ней этапами используется вода для охлаждения и для выполнения технологических операций.

Расход воды и количество образующихся сточных вод зависят от организации потоков воды. При использовании замкнутых циклов водоочистки количество сбрасываемых сточных вод минимально, в полузамкнутых циклах количество сточных вод достигает 11 $м^3$/т, а в открытых системах 11÷22 $м^3$/т (с учетом охлаждения в открытом цикле).

Расход технической воды на процесс (в т. ч. оборотных циклов) находится в диапазоне от 18 до 67 $м^3$/т продукции, однако основная часть этой воды находится в водооборотном цикле, который в производстве горячего проката составляет 92% ÷98 % . Расход "свежей" воды на подпитку составляет от 0,5 до 1,6 $м^3$/т продукции.

Электродвигатели, нагревательные печи обычно имеют косвенное охлаждение, а прокатываемый материал, валки, пилы, обрезь, моталки и приемные рольганги охлаждаются непосредственно. Вода используется также для сбива и смыва окалины.

Сточные воды с окалиной и воды газоочистки содержат, наряду с крупными частицами окалины, мелкие твердые частицы и эмульгированные масла. Также в сточных водах присутствуют: железо общее, марганец, алюминий, никель, цинк, фторидов (при использовании фтористого водорода), фосфатов (от процессов фосфатирования).

Для возможности повторного использования сточные воды необходимо очищать до остаточного содержания окалины не более 40÷60 мг/л, масла не более 15–20 мг/л. Так, например, использование установок ультрафильтрации и обратного осмоса позволяет очистить сточные воды с эффективностью 99,98 % и вернуть очищенную воду в цикл.

В полузамкнутом цикле воду очищают и частично используют повторно в зависимости от температуры. Очистка воды производится также, как и в открытой системе, но после фильтрации воду не сбрасывают, а направляют в бассейн фильтрованной воды и смешивают с холодной свежей водой. В зависимости от температуры смеси фильтрованная вода может возвращаться к различным потребителям стана, и только избыток воды сбрасывают. Таким образом, объем циркулирующей воды зависит от времени года и географического положения производства.

Из замкнутой системы водоснабжения очищенная вода не сбрасывается вообще, охлаждается в градирнях или теплообменниках до требуемой температуры и

используется повторно в процессе прокатки. При наличии градирен потребление воды ограничивается компенсацией потерь на испарение и на продувку (около 3 %÷5 %). При наличии теплообменников требуются большие объемы циркулирующей воды.

Системы водоснабжения и водоочистки станов горячей прокатки отличаются большой сложностью, многоступенчатым использованием воды и состоят из нескольких контуров, частично соединенных друг с другом. В некоторых случаях система водоснабжения стана горячей прокатки соединена с такими же системами других агрегатов, например: МНЛЗ. Основанием для такого объединения систем является схожесть состава сточных вод и близость расположения агрегатов.

В связи с большим объемом потребления воды станы горячей прокатки обладают высоким потенциалом снижения потребления воды и сброса сточных вод.

На некоторых предприятиях организуют раздельные "грязные" оборотные циклы водоснабжения (например, нагревательных печей, рабочих клетей, моталок) и "чистые" оборотные циклы (например, охлаждающей воды).

Предотвращение загрязнения сточных вод благодаря использованию замкнутых контуров и многоступенчатого водоснабжения является хорошо известным и широко применяемым приемом в черной металлургии.

Отходы производства.

При горячем прокате образуется ряд твердых и жидких отходов и побочных продуктов, в том числе: металлические отходы и побочные продукты;

окалина и металл от огневой зачистки;

пыль от зачистки и от прокатки;

прокатная окалина сухая и замасленная;

шлам от шлифования валков;

масла и смазки.

Металлические отходы и побочные продукты загрязнены незначительно и могут быть возвращены в процесс производства металла.

Прокатная окалина, удаляемая после нагрева материала и между проходами прокатки, состоит в основном из оксидов железа, ее состав зависит от марки стали и процесса прокатки, но содержание железа в ней составляет около 70 % (от общей массы без масел и влаги), также окалина содержит масла в среднем 4,6 % (0,5 %÷8,7 %) , что может затруднить рециклинг. Содержание в окалине масла зависит от процесса, используемого оборудования (в особенности от качества его обслуживания), размера частиц окалины, поскольку очень мелкие частицы окалины (менее 63 мкм) адсорбируют масло.

Чистую сухую окалину и окалину с содержанием масла менее 1 % возвращают в металлургический процесс, обычно в шихту для производства агломерата.

Пыль из фильтров газоочистки может быть возвращена в металлургическое производство, например, на стадию агломерации. Масла и смазки могут быть

использованы как топливо для доменных печей или в производства кокса (но может потребоваться их обезвоживание), а также в коксовой шихте для повышения плотности угля перед коксованием.

3.2. Производство холоднокатаного проката (холоднокатаный прокат, конструкция, кровля, подкат)

Холодная прокатка — процесс, в котором свойства листового материала изменяются под действием валков, но без предварительного нагрева заготовки. Исходным материалом являются рулоны со станов горячей прокатки.

Необходимость холодной прокатки металла обусловлена в первую очередь тем, что при горячей прокатке невозможно получить лист хорошего качества толщиной менее одного миллиметра. Этому препятствует образующаяся при горячей прокатке окалина, толщина которой соизмерима с толщиной самого прокатываемого металла. Лишь холодная прокатка обеспечивает получение продукции более высокого качества по всем показателям — точности размеров, отделке поверхности, физико-механическим свойствам.

Вместе с тем необходимо отметить, что процессы холодной прокатки являются более энергоемкими, чем процессы горячей прокатки. При холодной деформации металл упрочняется (наклепывается); в связи с этим для восстановления пластических свойств приходится проводить отжиг. Технология производства холоднокатаных листов включает большое число переделов, требует применения сложного и многообразного оборудования.

Холодная прокатка позволяет обеспечивать хорошие технологические качества листов по штампуемости и другим пластическим и прочностным характеристикам и получать заданные электротехнические свойства, что позволило обеспечить выход холоднокатаного проката на мировой рынок. Прокат удовлетворяет повышенным требованиям к свариваемости и качеству отделки поверхности листа, пригоден для нанесения металлических и неметаллических покрытий (цинкование, эмалирование, лакокрасочные и полимерные покрытия).

Доля холоднокатаных листов в общей массе тонколистового проката составляет около 50 %. Основную массу (примерно 80 %) холоднокатаных листов составляет низкоуглеродистая конструкционная сталь.

Методом холодной прокатки производят почти всю жесть — продукцию, идущую в больших количествах для изготовления пищевой тары. Материалом для жести также служит низкоуглеродистая сталь, но в большинстве случаев жесть выпускают с защитным покрытием, чаще всего — оловянным.

К числу распространенных видов холоднокатаной продукции также относятся: декапир (травленая и отожженная сталь, применяемая при производстве эмалированной посуды и других изделий с покрытиями), кровельный лист (часто выпускается оцинкованным), низколегированные конструкционные стали. Особо

следует отметить две важные группы легированных сталей — коррозионностойкую (нержавеющую) и электротехническую (динамную и трансформаторную).

Разнообразие сортамента холоднокатаной листовой продукции обеспечивается применением прокатных станов различной конструкции, с очень разными техническими характеристиками и уровнями производительности. [18]

Исходным металлом для холодной прокатки является горячекатаный прокат в рулонах, называемый подкатом. Обязательной операцией в технологии производства холоднокатаной продукции является подготовка поверхности металла к прокатке. Так как поверхность горячекатаного металла покрыта слоем окалины, возникает необходимость ее удаления для получения высококачественной поверхности металла.

Для современных станов холодной прокатки характерен рулонный способ производства, обеспечивающий высокие производительность и качество готового листа. Особое внимание при холодной прокатке уделяют качеству смазки с точки зрения уменьшения коэффициента трения, охлаждения валков, а также возможности надежного удаления ее с поверхности листа перед термической обработкой.

Перед холодной прокаткой поверхность полосы горячекатаного металла подвергается травлению раствором соляной кислоты с первичной концентрацией 18÷20 % на линиях травления.

При проведении холоднокатаного проката на предприятиях используются следующие сырьевые и энергетические ресурсы:

котельно-печное топливо (различные виды газа (доменный, коксовый, природный), мазут, кислород);

электрическая энергия.

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

В таблице 3.5 представлены текущие объемы потребления энергетических ресурсов, применяемых при холоднокатаном производстве (согласно данным КТА). В качестве удельных расходов потребления ресурсов определено потребление ресурсов на тонну проката.

Таблица 3.5. Текущие объемы потребления энергетических ресурсов и воды при холоднокатаном производстве

№ п/п	Наименование объекта	Потребляемый ресурс	Целевое назначение использования	Единица измерения	Удельное энергопотребление
1	2	3	4	5	6
1	А	Электрическая энергия	Холоднокатаный прокат	тыс.кВт*ч/ ед.прод	579
2	А	Котельно-печное топливо	Холоднокатаный прокат	$м^3$/ед.прод	234,07

3	А	Котельно-печное топливо	Холоднокатаный прокат	$м^3$/ед.прод	70,28

3.2.1. Травление горячекатаной полосы

Поверхность исходных горячекатаных полос покрыта окалиной (оксидами). Если проводить холодную прокатку заготовок в таком состоянии, то окалина будет вдавливаться в металл, резко ухудшая качество его поверхности. Кроме того, окалина, обладая относительно высокой твердостью, способствует износу прокатных валков. Поэтому первой необходимой технологической операцией является удаление окалины с поверхности горячекатаных полос.

Эффективность удаления окалины зависит от ее физико-химического состава, ее толщины и структуры, а также от условий травления. Воздушная окалина на поверхности горячекатаной углеродистой стали практически состоит из двух слоев: внутреннего, прилегающего к металлу — вюстита FeO (92 ÷ 95 %) и наружного — магнетита Fe_3O_4 (5 ÷ 8 %). Иногда на наружной поверхности обнаруживается тончайший слой третьего оксида — гематита Fe_2O_3. Легче всего поддается травлению слой вюстита, который имеет пористое строение и относительно малую прочность. Оптимальные условия травления создаются тогда, когда окалина содержит максимальное количество вюстита (закись железа — FeO), а гематит (Fe_2O_3) отсутствует. Это связанно с тем, что вюстит хорошо растворяется в кислотах, а гематит является нерастворимым соединением. Такие условия образования окалины характерны для низкой температуры конца прокатки. Снижение температуры сматывания полос в рулон не влияет на толщину слоя окалины, но уменьшает опасность появления гематита на кромках и концах полосы.

Существуют химический (кислотный), называемый травлением, и механический способ удаления окалины. На травильных линиях удаляют окалину, совмещая оба способа ее удаления: сначала полоса проходит через окалиноломатель, где происходит взламывание окалины и ее механическое удаление, а затем производится растворение оставшейся на полосе окалины в растворах кислот.

Процесс травления металла основан на взаимодействии окалины с кислотами. При этом окалина претерпевает химические превращения и отделяется от основного металла. Кроме того, удаление окалины происходит также в результате выделения газообразного водорода, скапливающегося под окалиной и отрывающего ее от металла.

Самыми распространенными кислотами, применяемыми для травления, стали, являются серная (H_2SO_4) и соляная (HCl) кислоты.

При травлении выделяется водород. Скапливаясь под слоем окалины, он создает давление, достаточное для механического отделения (отрыва) окалины с поверхности металла. Этот процесс значительно ускоряет очистку поверхности полосы от окалины.

Интенсивность травления сильно зависит от концентрации и температуры травильных растворов. Ниже приведены оптимальные значения этих параметров, установленные на практике:

Тип кислоты	Концентрация, %	Температура раствора, °С
H_2SO_4	20 ÷ 23	80 ÷ 95
HC1	16 ÷ 25	65 ÷ 85

Например, на предприятии АрселорМиттал Темиртау, в отличие от российских металлургических предприятий с полным циклом, для травления применяют раствор соляной кислоты, с первичной концентрацией 18 ÷ 20 %.

Водород, выделяющийся при травлении, способствует удалению окалины, но вместе с тем диффундирует в металл, понижая его пластичность. Такое нежелательное изменение свойств металла называется водородной (травильной) хрупкостью. Для предохранения металла от проникновения водорода и уменьшения воздействия кислоты на сам металл в травильные растворы вводятся присадки-ингибиторы. Они содержат вещества, которые адсорбируются на поверхности металла и образуют молекулярную пленку, защищающую его от растворения; при этом скорость растворения оксидов не замедляется. Ингибиторы выполняют и другую важную функцию: они вызывают образование пены на поверхности травильного раствора, уменьшая тем самым испарение кислоты и улучшая атмосферные условия в цехе.

Использование соляной кислоты в качестве травильной среды имеет ряд существенных преимуществ. Прежде всего, соляная кислота является более активной, чем серная, особенно по отношению к оксидам, что позволяет сократить время травления. Качество поверхности полос после обработки в соляной кислоте лучше, чем после обработки в серной. Сокращается выделение водорода, в связи, с чем уменьшается опасность возникновения водородной хрупкости. Соляная кислота легче и полнее удаляется с поверхности полос в промывных ваннах. Важное значение имеет то обстоятельство, что образующиеся при травлении соли соляной кислоты достаточно легко поддаются термическому расщеплению на хлористый водород и оксиды железа. Оба этих продукта возвращаются в производство. Хлористый водород, растворяясь в воде, дает свежую соляную кислоту, а оксиды железа используются в порошковой металлургии и других отраслях промышленности.

Травление в соляной кислоте идет в наружных и во внутренних слоях окалины. Соляная кислота достаточно хорошо растворяет не только вюстит, но и высшие окислы железа. При этом окалина не отваливается с образованием шлама на дне ванны или полосе, а почти полностью переходит в раствор. Считается, что потери металла при солянокислом травлении на ~25 % меньше, чем при травлении в серной кислоте

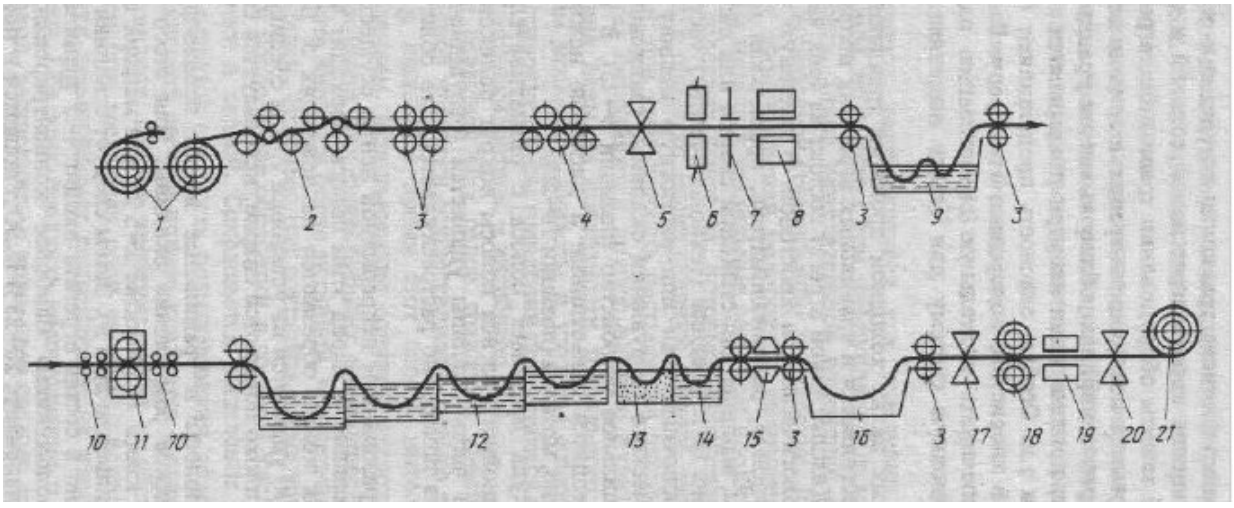
вследствие уменьшения растворения чистого железа. При травлении в соляной кислоте повышается интенсивность растворения окалины, более редки перетравы. Травление в соляной кислоте приводит к получению более чистой поверхности, чем при травлении в серной кислоте. Большим преимуществом соляной кислоты является возможность полной регенерации отработанных солянокислых травильных растворов.

Однако, освоение солянокислотного травления встречает и определенные трудности. Применение весьма агрессивной соляной кислоты требует соответствующей защиты оборудования травильных агрегатов от ее воздействия. Внутренние поверхности травильных ванн выкладываются из кислотоупорного кирпича, облицовываются гранитными и базальтовыми плитами; крышки ванн изнутри покрываются слоем кислотостойкой резины и т.д. Особую опасность представляют очень вредные выделения паров хлористого водорода в атмосферу. В связи с этим необходимо обеспечивать тщательную герметизацию ванн и иметь мощную вентиляционную систему для отсоса выделяющихся испарений.

Травление, как правило, осуществляется в горячем растворе, затем полоса отжимается парами отжимных роликов промывается, сушится, подрезается кромка. Обработанная таким образом полоса передается на станы холодного проката. [19]

Известны 2 метода травления погружением металла в ванну и подача раствора в виде струй под давлением.

Горячекатаные рулоны после остывания со склада горячекатаных рулонов задаются в травильные линии непрерывно-травильного агрегата (НТА) для удаления с поверхности полос окалины в растворе соляной кислоты в турбулентном режиме (рис. 3.6).



1 – двухпозиционный разматыватель; 2 – окалиноломатель; 3 – тянущие ролики; 4 – правильная машина; 5 – гильотинные ножницы; 6 – стыкосварочная машина; 7 – гратосниматель; 8 – листосшивная машина; 9 – петлевая яма; 10 – натяжные устройства; 11 – дрессировочная клеть; 12 – травильные ванны; 13 и 14 – ванны

холодной и горячей промывки; 15 – сушильное устройство; 16 - петлевая яма; 17 – гильотинные ножницы; 18 – дисковые ножницы; 19 – промасливающее устройство; 20 – гильотинные ножницы; 21 – сверточная машина (моталка).

Рисунок 3.6. Схема непрерывного травильного агрегата горизонтального типа

При прохождении через травильный агрегат производится обрезка боковых кромок и укрупнение веса рулонов до 45 т. Агрегат состоит из трех частей: головной, средней (технологической) и хвостовой. В головную часть входят разматыватель рулонов, окалиноломатель, правильная машина, гильотинные ножницы, машины для стыковой сварки или сшивки полос (позиции 1-8). Средняя (технологическая) часть агрегата включает дрессировочный стан или растяжную машину для дополнительного механического разрушения окалины, травильные и промывочные ванны, сушильное устройство (позиции 9-15). В хвостовой части агрегата находятся гильотинные и дисковые ножницы, промасливающее устройство, моталка (позиции 16-20).

Окалиноломатель 2, куда поступает полоса с разматывателя 1, действует по принципу двойного изгиба полосы вокруг роликов малого диаметра. При этом часть окалины удаляется (отлущивается), а другая часть остается на полосе, но растрескивается, что облегчает последующее травление.

Для обеспечения непрерывности травления в НТА соединение полос с образованием непрерывной ленты осуществляется на стыкосварочной машине 6. Перед этим полосы проходят через правильную машину 4, их концы обрезаются на ножницах 5. После сварки грат (сварной валик) удаляется на установке 7. Для соединения полос из сталей, которые плохо поддаются сварке, используется сшивная машина 8.

В средней технологической части производится травление полосы с целью полного удаления окалины с ее поверхности в растворе соляной кислоты концентрацией 5÷20% и температурой 95 ^{o}C. Перед поступлением полосы в травильные ванны производится дополнительное механическое разрушение окалины. Для этого применяется дрессировочная клеть 11 (обжатие 2÷5%) или машина пластического растяжения (удлинение до 3 %). Затем следует основная операция - травление. Травильная ванна разделена на 5 секций длиной по 25 м каждая. Расположение секций ванны каскадное, с переливом кислотного раствора навстречу движению полосы. Поддержание однородности раствора осуществляется перемешиванием раствора паром, подаваемым в каждую секцию ванны. В процессе травления в травильном растворе образуется хлористое железо, допустимое содержание которого должно быть 15÷20 %. Из последней травильной ванны полоса поступает на промывку сначала в ванну 13 с холодной водой, а затем в ванну 14 с горячей. После этого полоса проходит через сушильное устройство 15, где она обдувается горячим воздухом.

В хвостовой части агрегата вырезают места сварки на ножницах 17 (с учетом необходимого укрупнения массы рулонов), обрезают боковые кромки полосы на

дисковых ножницах 18, промасливают поверхности металла в устройстве 19, сматывают полосы в рулоны на моталке 21. Для получения рулонов заданной массы используются ножницы 20.

Из изложенного ясно, что головная и хвостовая части агрегата работают с периодическими остановками, требующимися для сварки концов полос (в головной части) и вырезки мест сварки или разрезки бесконечной ленты на рулоны мерной массы (в хвостовой части). Вместе с тем скорость движения полосы через травильные ванны должна быть постоянной, соответствующей технологической инструкции. Это достигается включением в состав агрегата накопителей полосы (петлевых ям) 9 и 16. Во время сварки и снятия грата полоса поступает в травильные ванны из петлевой ямы 9; после завершения указанных операций головная часть агрегата начинает работать с повышенной скоростью, благодаря чему в петлевой яме опять создается запас полосы. Аналогичную функцию выполняет петлевая яма 16. Пока вырезают места сварки, полоса накапливается в этой яме, а затем хвостовая часть агрегата включается в работу на повышенной скорости. Максимальная скорость прохождения полосы через травильные ванны на агрегатах горизонтального типа находится в пределах 3÷6 м/с.

В таблице 3.6 приведены значения концентраций маркерных загрязняющих веществ при травлении.

Таблица 3.6. Маркерные вещества и их концентрация

№ п/п	Наименование ЗВ	Средняя концентрация, мг/Нм^3
1	2	3
1	HCl	36,255
2	Диоксид серы (SOx)	73,032

3.2.2. Холодная прокатка травленых горячекатаных рулонов для производства холоднокатаной продукции, для продукции с покрытием

После травления, промывки и сушки производится обрезка кромок, затем полосы сматываются в укрупненные рулоны массой от 20т до 45т. Часть травленых горячекатаных рулонов передается в производство жести, другая на транспортер загрузочного устройства пятиклетьевого стана холодной прокатки 1700.

Оборудование стана по своему назначению можно разделить на следующие основные части:

1. Головная часть, в которую входят механизмы подачи, подготовки и размотки рулонов, правки, сварки и транспортирования полосы с натяжением.

2.Петлевое устройство (петлевой аккумулятор), включающее механизмы создания натяжения, поддержания и центрирования полосы для обеспечения непрерывной работы стана во время остановок головной части для сварки полос.

3.Входная часть, обеспечивающая подачу полосы из петлевого устройства в первую клеть и включающая в себя механизмы создания натяжения и центрирования полосы.

4.Прокатный стан, состоящий из пятиклетьевой группы с вспомогательными механизмами.

5.Выходная часть, включающая механизмы натяжения, разрезания и смотки полосы , снятия и уборки готовых рулонов.

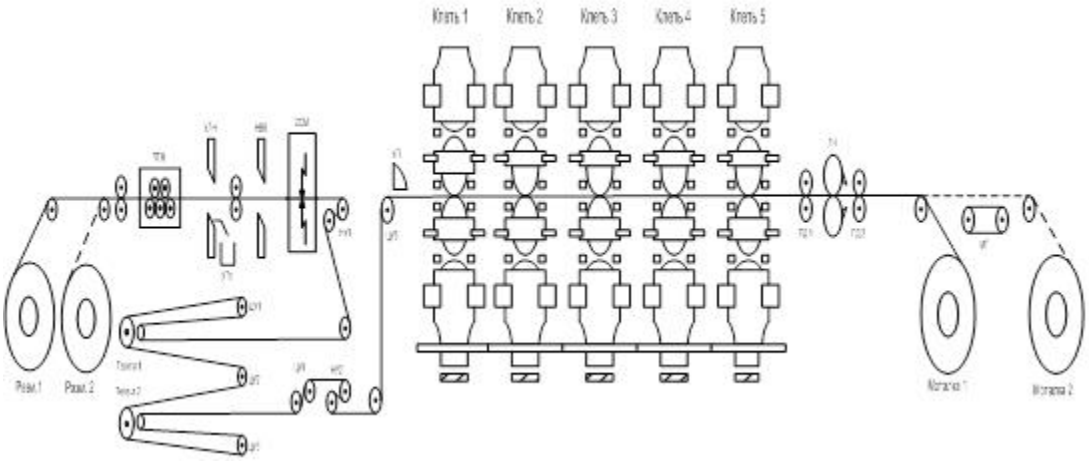


Рисунок 3.7 .Технологическая схема непрерывного 5 клетьевого стана 1700 холодной прокатки рулонов

Рулоны цепным транспортером подаются в разматыватель, вращением которого полоса подается правильно-натяжной машине и дальше до захвата ее конца валками клети №1 стана. Передний конец полосы отгибается специальным устройством и задается в тянущие ролики, которые подводят полосу к валкам первой клети. Пройдя через все клети (с заданным обжатием), передний конец полосы попадает на барабан моталки. С помощью захлестывателя начинается намотка полосы на барабан. Все указанные начальные операции выполняются на малой, заправочной скорости (0,5 ÷ 2,0 м/с). После намотки на барабан 3-4 витков полосы стан переводится на рабочую скорость. Когда прокатка рулона завершается и в разматывателе остается 2-3 витка полосы, скорость стана снова снижается до заправочной. На станах бесконечной прокатки концы полос свариваются, поэтому паузы при прокатке отсутствуют. Во время сварки полоса продолжает поступать и валки из петленакопителя. На этих станах скорость прокатки снижается лишь во время прохождения сварного шва, а также перед разрезкой полосы летучими ножницами и заправкой ее переднего конца на свободную моталку. Если поступающие на стан рулоны составлены (сварены) из нескольких полос , то прокатка сварных швов также осуществляется на пониженной скорости (около 5 м/ с).

Суммарное обжатие на станах холодной прокатки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей в большинстве случаев находится в пределах 50÷97 %.

Холодная прокатка полос всегда ведется с натяжением. Оно создается принудительно между всеми клетями за счет некоторого рассогласования чисел оборотов валков (по сравнению со свободной прокаткой). В последней клети непрерывного стана переднее натяжение создается действием моталки. На реверсивных станах моталки создают переднее и заднее натяжение.

Положительная роль натяжения заключается, во-первых, в том, что снижается давление металла на валки, и во-вторых, обеспечивается получение более ровных полос. Однако применение слишком высоких натяжений опасно из-за возникновения разрывов полос при прокатке. Обычно величина удельного натяжения устанавливается в пределах (0,2–0,5) $s_т$, где $s_т$ - предел текучести металла с учетом наклепа. Удельное натяжение между последней клетью и моталкой принимается более низким, менее 0,1 $s_т$, во избежание образовании чрезмерно плотных рулонов и сваривания витков при последующем отжиге.

После последнего пропуска, перед сматыванием производится очистка поверхности от сгоревшей смазки и грязи путем подачи на полосу специального раствора. Осуществляется автоматическое регулирование толщины полосы в процессе прокатки.

На стане производится прокатка холоднокатаных полос толщиной 0,5 ÷ 2,5 мм с применением смазочно-охлаждающей жидкости (эмульсии технологической смазки и воды). При прокатке полос толщиной 0,17–0,5 мм используется технологическая смазка типа пальмового масла и его модификаций. Основное назначение технологической смазки - уменьшение сил внешнего трения на контактных поверхностях в очаге деформации. Благодаря этому снижается усилие прокатки и сокращается расход энергии, следовательно, появляется возможность увеличения обжатий. Смазка полосы при прокатке реализуется посредством водомасляной смеси (ВМС) и смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ).

ВМС получают смешением технологической смазки с обессоленной водой. В качестве СОЖ используется жидкость, образующаяся в результате эмульгирования технологической смазки в составе ВМС и хим. очищенной воды, подаваемой для охлаждения валков.

Подача ВМС и СОЖ на полосу при прокатке должна обеспечивать:

снижение сил трения;

теплоотвод от валков;

образование минимума продуктов износа валков и полосы;

минимальное разложение смазки при прокатке;

легкость удаления с полосы продуктов износа валков и полосы, продуктов разложения технологической смазки.

Современные станы холодной прокатки относятся к числу высокомеханизированных и автоматизированных агрегатов. Для регулирования

профиля полос и повышения точности прокатки рабочие клети оборудуются установками принудительного изгиба (противоизгиба) валков. Воздействие на технологический процесс осуществляется с помощью ряда систем автоматического регулирования: толщины полосы (САРТ), натяжений (САРН), профиля и формы полосы (САРПФ), подачи смазочно-охлаждающей жидкости (САПОЖ). Эти системы, а также многие другие, необходимые для автоматического выполнения различных операций (настройка стана, перевалка валков и др.), составляют АСУ ТП стана.

Максимальная скорость прокатки на четырех- и пятиклетевых непрерывных станах достигает 25 ÷ 30 м/с.

Часть прокатанных рулонов передается в цех горячего алюминирования. Прокатанные рулоны поступают в термическое отделение для "светлого" отжига в атмосфере защитного газа.

В таблице 3.7 приведены значения концентраций маркерных загрязняющих веществ при нанесении полимерного покрытия.

Таблица 3.7. Маркерные вещества и их концентрация

№ п/п	Наименование ЗВ	Макс. концентрация, мг/Нм^3
1	2	3
1	ЛОС	351,9

3.2.3. Отжиг металла в колпаковых печах (КП)

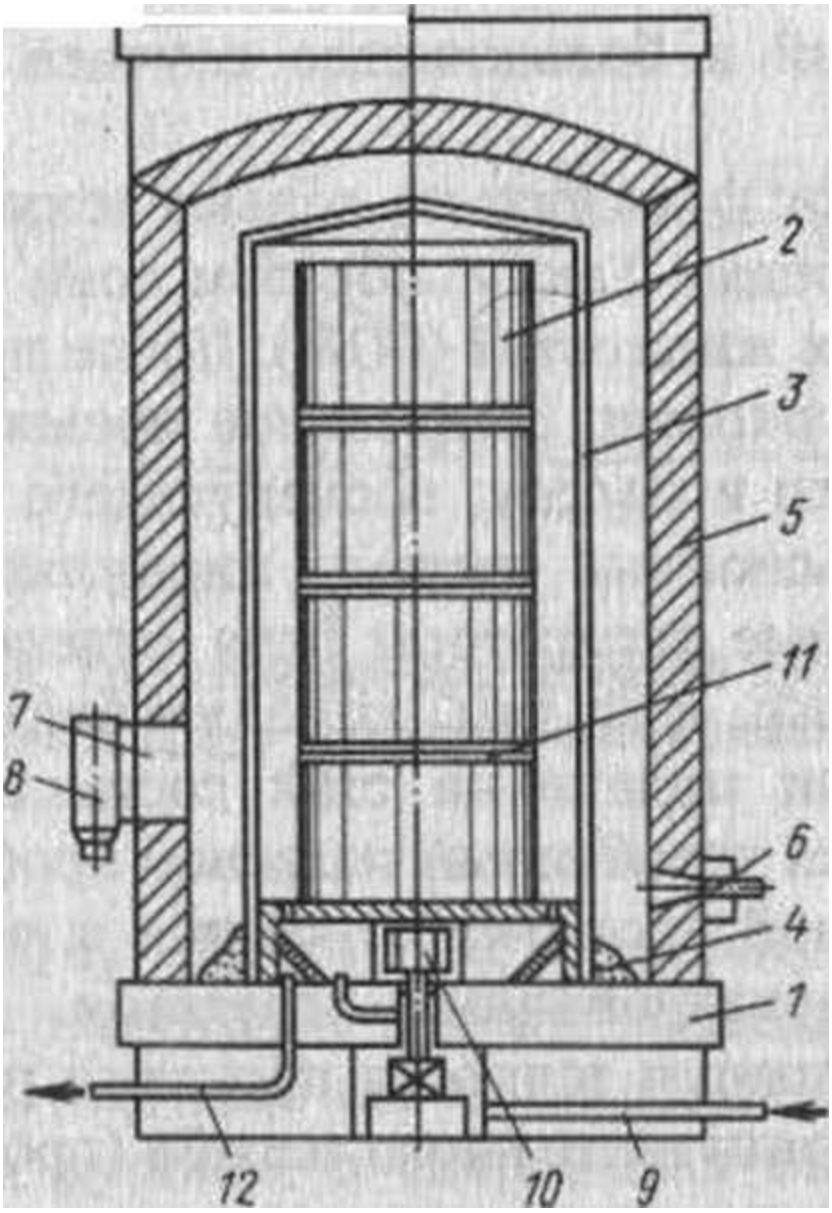
Основным видом термической обработки углеродистой стали после холодной прокатки является отжиг, который необходим для устранения наклепа, полученного при холодной деформации, и восстановления пластических свойств металла. Температура нагрева металла 680÷720 °С. С точки зрения структурных превращений этот отжиг является рекристаллизационным.

Незначительную по объему производства часть металла подвергают нормализации или поставляют потребителям в нагартованном состоянии. Основной объем холоднокатаной листовой стали проходит рекристаллизационный отжиг (может быть длительным - для рулонов и кратковременным - для полос в проходных печах), который производят при температуре 630÷700 °С, конечная температура светлого охлаждения под муфелем 120 ^{o}С – для качественного и 140°÷160 ^{o}С – рядового металла. Защитная среда - азот с добавкой (3÷4 % водорода)

Отжиг осуществляется в колпаковых и башенных печах, а также на агрегатах непрерывного светлого отжига (АНО).

Наиболее широко распространены одностопные колпаковые печи.

Схема такой печи показана на рис. 3.8.



1 — стенд; 2 — стопа рулонов; 3 — муфель; 4 — песочный затвор; 5 — переносной нагревательный колпак; 6 — инжекционная горелка; 7 — дымовое окно; 8 — эжектор; 9 — труба для подачи защитного газа; 10 — вентилятор; 11 — конвекторная прокладка; 12 — труба для выхода защитного газа

Рисунок 3.8. Схема одностопной колпаковой печи для отжига рулонов

На неподвижном стенде 1 устанавливается стопа из 3-4 рулонов 2, которая накрывается муфелем 3, изготовленным из жаропрочной стали. Внизу муфель герметизируется песочным затвором 4. Нагрев рулонов осуществляется с помощью переносного колпака 5, в нижней части которого по периметру расположены горелки 6. Колпак футерован легковесным огнеупорным кирпичом. Топливом для горелок служит природный или коксовый газ, или смесь этих газов с доменным. Продукты сгорания омывают муфель 3, нагревают его и через дымовые окна 7 отсасываются эжектором 8. Перед нагревом под муфельное пространство, где расположены рулоны, заполняется

защитным (нейтральным) газом, в качестве которого используется азото-водородная смесь (96 % азота и 4 % водорода). Защитный газ предотвращает окисление поверхности металла при нагреве. Отжиг в защитной атмосфере имеет особое название - светлый отжиг.

С целью выравнивания температуры металла по высоте стопы и ускорения процесса нагрева вентилятором 10 осуществляется принудительная циркуляция защитного газа в подмуфельном пространстве. Для прохождения газа между рулонами устанавливаются конвекторные (ребристые) прокладки 11.

Весь цикл отжига можно разделить на три периода: нагрев металла до заданной температуры (10÷22 ч); выдержка при максимальной температуре (24÷36 ч); охлаждение до температуры окружающей среды (60÷85 ч). Общая продолжительность пребывания металла на стенде составляет от 105 до 150 ч, в зависимости от массы рулонов, марки стали, толщины полосы и других факторов.

После распаковки рулоны устанавливаются на участке принудительного охлаждения, где в течение 40÷70 часов охлаждаются. Цикл отжига с охлаждением составляет 145÷220 часов. Тепловой режим печей автоматизирован.

В таблице 3.8 приведены значения концентраций маркерных загрязняющих веществ при нагреве полуфабриката в процессе отжига

Таблица 3.8. Маркерные вещества и их концентрация

№ п/п	Наименование ЗВ	Макс. концентрация, мг/Нм^3
1	2	3
1	NOx	292,99

3.2.4.Отжиг металла в агрегатах непрерывного отжига (АНО)

Все более широко применяются непрерывные агрегаты светлого отжига с вертикальными и горизонтальными протяжными печами. По сравнению с колпаковыми печами они обладают значительными преимуществами: более высокой производительностью (до 60÷80 т/ч), компактностью, меньшими капитальными затратами, сокращением численности обслуживающего персонала. Агрегаты непрерывного отжига (АНО) удобны для автоматизации и варьирования режимов термообработки. Они обеспечивают получение однородной структуры и стабильных свойств металла. Схема АНО приведена в п. 3.3.3.

3.2.5. Дрессировка металла

После отжига тонколистовая сталь подвергается дрессировке. Этим термином обозначается процесс окончательной отделки поверхности металла и получение конечных механических свойств. Дрессировка – холодная прокатка отожженного металла с малыми обжатиями, обычно в пределах 0,8÷5 %, позволяющая осуществлять упрочнение поверхностных слоев при сохранении пластичности внутренних. Это обеспечивает хорошую штампуемость, предотвращает появление линий сдвига (линии

в виде надломов поперек прокатки или под углом) во время штамповки и создание остаточных напряжений. Если подвергать штамповке отожженную листовую сталь, не прошедшую дрессировку, то поверхность изделий становится грубо шероховатой, образуется так называемая "апельсиновая корка". Это является следствием выхода на поверхность линий сдвига (линии Чернова-Людерса). Изделия с такой поверхностью мало пригодны для покраски, эмалирования или нанесения других покрытий. В процессе дрессировки тонкие приконтактные слои металла обжимаются в валках и впоследствии при штамповке линии сдвига на поверхности не проступают.

В процессе дрессировки устраняется волнистость и коробоватость, то есть улучшается планшетность. Несколько улучшаются механические свойства металла (предел текучести немного понижается, прочность увеличивается), формируется необходимый микрорельеф поверхности продукции.

При дрессировке большое значение имеют степень обжатия (деформация) и температура металла перед дрессировкой.

Малоуглеродистые стали очень мягкие, обладают высоким пределом текучести и с течением времени изменяют свои механические свойства: повышается прочность, твердость, и уменьшается пластичность. Это явление называется старением стали. Уменьшить предел текучести можно прокаткой с обжатием 0,8÷1,2%. Такое обжатие мало влияет на механические свойства, но снижает предел текучести. С увеличением степени деформации процесс старения замедляется, однако, при этом ухудшаются пластические свойства стали. На скорость старения большое влияние оказывает температура. В летнее время сталь стареет быстрее, чем в зимнее, так как этому способствует повышенная температура окружающей среды.

После дрессировки металл может стареть в различной степени: чем дольше металл выдержан перед дрессировкой, чем лучше он остыл после термообработки (температура должна быть не более 40 °С), тем медленнее протекает процесс старения.

При рулонном способе производства дрессировка ведется с передним и задним натяжением. На практике величина удельных натяжений чаще всего находится в пределах: переднее (0,2÷0,5) $s_т$, заднее (0,1÷0,2) $s_т$. Величина применяемых натяжений растет с уменьшением толщины прокатываемых полос.

Наилучшие результаты дает дрессировка с технологической смазкой. Применение смазки (эмульсии) позволяет несколько снизить давление на валки и, самое главное, способствует удалению загрязнений с поверхности полос.

В зависимости от толщины полоса подается или непосредственно в рабочие валки дрессировочной клети (толщина 1,0÷3,5 мм) или же в ролики натяжного устройства (толщина 0,4 ÷ 1,0 мм). Дрессировка осуществляется при небольших обжатиях (до 3 %), с натяжением, при скорости до 25 м/с. После прохождения дрессировочной клети конец полосы заправляется на барабан моталки, сматывается в рулон, передается на

транспортер, на котором обвязывается механизированным способом и далее, в зависимости от назначения, передаются на агрегат покрытий или на агрегат резки и упаковки. Иногда дрессировка является последней технологической операцией в цехе холодной прокатки. Отделка (порезка, обработка, упаковка) холоднокатаной полосы

Продрессированные рулоны задаются на агрегаты продольной и поперечной резки, где происходит подрезка кромки, промасливание консервационным маслом и в зависимости от заказа смотка полосы в рулоны, либо порезка в листы на мерные длины . Далее металл упаковывается и отгружается потребителям. В потоке производится автоматическая сортировка листов по толщине.

Проектная мощность цеха, предприятия А, введенного в эксплуатацию в 1973 году, составляла 1300,0 тыс. т. в год. В настоящее время после ряда реконструктивных мероприятий она увеличена до 1410.0 тыс. т. год.

Стан должен обеспечивать получение полосы с требуемым обжатием и одинаковой вытяжкой по ширине полосы, получение профиля в соответствии с требованиями международных, межгосударственных стандартов и технических условий и отсутствием дефектов на полосе.

Производство холоднокатаного металла за период работы с 2015 по 2019 годы представлено в таблице 3.4. Производство холоднокатаного проката изменялось от 927534 до 1075032 т/год готового проката. Расход холоднокатаной полосы за данный период работы составил 1,0 т/т готового проката.

Таблица 3.9. Расход материалов на производство холоднокатаного проката

№ п/п	Наименование сырья, материалов на производство	Единица измерения	Расход материалов на единицу продукции, т/т					
2015	2016	2017	2018	2019				
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Производство холоднокатаного проката	т	977937	1075032	1123164	927534	1013057	
2	Вода обессоленная	м³	0,12	0,116	0,114	0,128	0,124	
3	доменный газ	м³	164,5	184,5	172,2	178,3	198,	
4	коксовый газ	м³	69,3	61,5	67,9	69,1	48,4	
5	Консервационное масло	т	0,000183	0,000075	0,000115	0,000104	0,000103	

6	пар	Гкалл	37,9	51,9	44,8	39,0	47,8	
7	Полоса стальная горячекатаная	т	1,442	1,416	1,387	1,343	1,179	
8	сжатый воздух	м³	119,551	109,985	109,7498	122,5562	103,4404	
9	соляная кислота	т	3,07	3,11	3,81	3,73	3,24	
10	Травленая горячекатаная полоса	т	1,38	1,36	1,0	1,343	1,135	
11	Холоднокатаная дрессированная полоса	т	0,49	0,555	0,578	0,56	0,568	
12	Холоднокатаная полоса	т	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
13	Холоднокатаная полоса (после отжига)	т	0,49	0,555	0,578	0,56	0,568	
14	электроэнергия	кВт*ч	121,	119,8	120,	124,4	116,8	
15	Эмульсол	т	0,43	0,42	0,42	0,44	0,37	

3.2.6. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду от холоднокатаного проката

Выбросы в атмосферный воздух

При работе стана тандем выбросы в воздух содержат масла и пыль – твердые частицы от износа валков и прокатываемого металла.

При работе реверсивного стана: выбросы в воздух содержат значительные количества масел. Масло из системы фильтрации вытяжной вентиляции направляют на регенерацию.

При периодическом отжиге низколегированных и легированных сталей выбросы в воздух содержат значительные количества азота оксидов и серы диоксида.

При непрерывном отжиге низколегированных и легированных сталей основными эмиссиями в атмосферный воздух являются отходящие газы печей отжига, содержащие азота оксиды и серы диоксид, углерода оксид.

На комбинированных линиях отжига и травления высоколегированных сталей основными эмиссиями являются отходящие газы от печей (содержат серы диоксид, азота оксиды, от скрубберов установки травления (содержат азота оксиды, фтористый водород) и пыль после механического удаления окалины.

Состав характерных загрязняющих веществ при производстве холоднокатаного плоского проката представлен в таблице 3.10.

Таблица 3.10. Состав характерных загрязняющих веществ при производстве холоднокатаного плоского проката

№ п/п	Этап процесса/подпроцесс	Загрязняющие вещества
1	2	3
1	Резка/размотка	Пыль
2	Солянокислотное травление	Хлористый водород, пыль
3	Сернокислотное травление	Серная кислота, серы диоксид
4	Травление смесью кислот	Азота оксиды, фтористый водород
5	Прокат	Углеводороды (как ЛОС), пыль
6	Отжиг	Пыль, азота оксиды, серы диоксид
7	Регенерация соляной кислотой	Хлористый водород, пыль, серы диоксид, азота оксиды
8	Регенерация серной кислотой	Серная кислота, серы диоксид
9	Регенерация смеси кислот	Пыль, фтористый водород, азота оксиды

При травлении металлов в кислотах в атмосферу выделяется большое количество вредных газов и паров: азота оксиды, фтористый водород, пары серной кислоты, соли металлов. Для снижения вредных выбросов в травильных отделениях и отделениях покрытий (цинкования, алюминирования и др.) прокатных цехов устанавливают агрегаты непрерывного действия с герметизацией всех ванн, машин и аппаратов и организацией систем аспирации с дальнейшей очисткой выбросов в скрубберах и циклонах.

Водопотребление и сточные воды.

В цехах холодной прокатки вода используется для очистки поверхности материала, для приготовления травильных и обезжиривающих растворов, для промывки и охлаждения материала. При травлении и других процессах (промывка, газоочистка, регенерация кислот) образуются кислые стоки, при обезжиривании образуются также щелочные стоки.

Для охлаждения и смазки при прокатке используются водомасляные эмульсии, что приводит к образованию стоков с содержанием масел и твердых отходов. В зависимости от функционального назначения технологической смазки, ее вида, конструкции стана и его сортамента для подачи технологической смазки используют различные системы для подачи смазок и смазочно-охлаждающих жидкостей – прямого действия, циркуляционные, а также смешанного типа.

Новые многоклетевые прокатные станы оборудуются двумя-тремя отдельными циркуляционными системами. При оборудовании стана тремя системами первая клеть оборудуется отдельной системой, что предотвращает загрязнение остальных систем

травильным шламом и промасливающей смазкой. Средние клети имеют отдельную систему для подачи основной СОЖ, применяемой для прокатки. Последняя клеть также оборудуется отдельной системой для подачи эмульсии (небольшой концентрации), воды или моющего раствора. Раздельные системы повышают чистоту эмульсии и качество поверхности листов.

На станах холодной прокатки охлаждающая вода требуется для рассеяния тепла от процесса прокатки и от печей отжига. Тепло от процесса прокатки отдается охлаждающей воде главным образом через эмульсию или ее охладитель и частично через СОЖ.

Основными потребителями охлаждающей воды являются:

охлаждение эмульсии на линиях тандем;

дрессировочная клеть после установки периодического отжига;

установка непрерывного отжига с дрессировочной клетью;

охлаждение трансформаторов и двигателей;

устройства жидкой смазки.

Нагретая охлаждающая вода охлаждается либо технической водой в пластинчатых теплообменниках, либо испарением в градирне. Преимуществом охлаждения в теплообменниках является значительная экономия химикатов (ингибиторы коррозии, мягчители, диспергаторы и биоциды), которые возвращаются в цикл, а не сбрасываются. При охлаждении в градирне, напротив, необходим регулярный частичный сброс воды из-за повышения концентрации солей вследствие испарения. Выбор той или иной системы охлаждения зависит от местных условий.

При периодическом и непрерывном отжиге низколегированных и легированных сталей охлаждающая вода используется в оборотных системах. Вода, используемая для косвенного охлаждения, циркулирует в закрытых системах.

При холодной прокатке металла сточные воды, образующиеся от охлаждения оборудования, нагревательных агрегатов, масло- и воздухоохладителей, не загрязняются, а только нагреваются на $5 \div 8\ ^{o}C$.

При работе стана тандем образуются сточные воды, которые подлежат очистке. При работе реверсивного стана сточные воды содержат твердые взвеси, соли железа и легирующих металлов, следы масла. При непрерывном отжиге низколегированных и легированных сталей образующиеся сточные воды, содержат масла и твердые частицы.

В цехах холодной прокатки используется система оборотного водоснабжения с очисткой воды от технологических смазок, эмульсий и механических примесей. Перед подачей на стан необходимое качество воды достигается сочетанием последовательной очистки в горизонтальных отстойниках и в установке флотации с доочисткой на фильтрах.

Сточные воды от операций холодной прокатки, которые невозможно использовать повторно, перед сбросом должны быть очищены.

На сегодняшний день основными загрязняющими веществами в составе сточных вод являются: углеводороды (масла), твердые взвешенные частицы, тяжелые металлы (железо, хром общий, никель, цинк).

Как наиболее значимую идентифицируют стадию травления, на которой следует контролировать следующие параметры: количество кислых сточных вод, содержание в кислых сточных водах органических веществ (по ХПК), Cr (VI)), фторидов (при использовании фтористоводородной кислоты).

Кислые сточные воды после промывки или регенерации кислоты обычно обрабатываются нейтрализацией такими агентами, как гидроксид кальция или гидроксид натрия. Растворенные ионы металлов осаждаются в виде гидроксидов, а затем разделяются техниками седиментации, включая осветление или фильтрацию. Иногда для облегчения процесса используются флокулянты. Осадок не поливают, например, с помощью фильтр-прессов, чтобы уменьшить конечный объем осадка.

При использовании процессов электролитического химического предварительного травления могут потребоваться дополнительные стадии очистки сточных вод. Обычно они могут включать процессы восстановления хрома (VI) с использованием бисульфита натрия или соединений железа (II).

Потоки щелочных сточных вод можно нейтрализовать с помощью HCl, отфильтровать и затем слить.

Отработанные охлаждающие жидкости/смазочные материалы (эмульсии) обрабатываются разрушением эмульсии, либо термическим, химическим, механическим или физическим, с последующим разделением воды и масляной фазы.

Кислотная промывочная вода из травильной установки может использоваться в качестве промывочной воды для газоочистителей и в качестве технологической воды в регенерационной установке. Если кислая вода не используется повторно или частично не используется в качестве технологической воды, она нейтрализуется известью или NaOH в установке нейтрализации перед сбросом. Осадок обезвоживается в фильтр-прессах, а затем утилизируется.

Хотя кислые сточные воды от газоочистки и другие кислые сточные воды часто нейтрализуются, а отстой утилизируется, существуют процессы, которые позволяют рециркулировать эти потоки сточных вод.

Отходы производства.

При холодной прокатке образуются различные твердые отходы в форме скрапа, шламов от очистки сточных вод, пыли, а также жидкие отходы. При работе стана тандем в качестве отходов образуются масляные шламы от разделения эмульсий и очистки воздуха от прокатных клетей. В процессе отжига образуются твердые отходы: шламовый кек, окалина, замасленный шлам.

Сульфат железа ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) от регенерации серной кислоты можно использовать: для производства комплексных солей железа; в качестве флокулянта для очистки сточных вод; для производства адсорбентов; в качестве мелиорационного средства; для производства пигментов на основе оксидов железа; для производства серной кислоты.

Оксиды железа от регенерации соляной кислоты можно использовать в качестве исходного материала: для производства ферромагнитных материалов; для производства порошкового железа; для производства строительных материалов, пигментов, стекла и керамики.

Шламы от очистки сточных вод лишь в небольшой мере удается подвергнуть рециклингу и в основном их отправляют на полигон отходов.

3.3. Производство жести

Белая (луженая) жесть - основной материал для производства контейнерной тары и тароупаковочных изделий, широко применяется в пищевой, химической, машиностроительной и других отраслях промышленности благодаря высокой коррозионной стойкости оловянного покрытия в различных агрессивных средах, а также хорошей штампуемости.

Различают жесть белую и черную. Наиболее распространенной является белая (луженая) жесть, полученная из черной жести путем нанесения на нее тонкого слоя олова. Металлическую основу для белой жести изготавливают из спокойной, полуспокойной и кипящей стали. Для уменьшения расхода олова жесть должна иметь определенное качество поверхности. В последнее время все больше производят жесть с покрытием лаком.

Характерным для современного производства жести является холодная прокатка ее в рулонах с применением непрерывных процессов травления, отжига, дрессировки, электролитического лужения.

Процесс производства жести и оборудование цеха жести во многом аналогичны процессам производства автолистов и оцинкованных листов. Основное различие заключается в том, что после дрессировки рулоны холоднокатаной полосы поступают на агрегаты лужения (покрытия оловом) плакирования.

Предприятием А производится жесть следующего сортамента:

жесть белая электролитического лужения толщиной 0,17÷0,36 мм, шириной 712÷ 1024 мм;

жесть черная толщиной 0,17÷0,36 мм, шириной 712÷1024 мм;

листовая холоднокатаная сталь толщиной 0,35÷0,63 мм, шириной 712÷1020 мм (рулоны и листы конструкционной и кровельной стали).

Каждый вид продукции имеет свой технологический поток.

Жесть производят в цехе жести, в состав которого входит: прокатное отделение с шестиклетевым станом 1400 бесконечной прокатки, двухклетевым дрессировочным станом 1400, двухклетевым прокатно-дрессировочным станом 1400.

Производственная мощность цеха предприятия А, составляет 850,0 тыс.т проката.

Показатели производства жести за 2015–2019 годы (согласно данным КТА) приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11. Расход материалов на производство холоднокатаного проката (жесть, конструкция, кровля, подкат для ЦГЦА)

№ п/п	Наименование сырья, материалов на производство	Единица измерения	Расход материалов на единицу продукции, т/т					
2015	2016	2017	2018	2019				
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Производство холоднокатаного проката (жесть, конструкция, кровля, подкат для ЦГЦА)	т	363814	389769	429727	313562	140503	
2	доменный газ	м³	100,104	126,804	164,036	158,562	234,075	
3	коксовый газ	м³	63,371	57,447	90,997	88,334	70,282	
4	олово	Кг/т	5,51	5,5	5,43	5,17	5,27	
5	подкат горячекатаный	тонн	1,124	1,093	1,095	1,122	1,164	
6	электроэнергия	кВт*ч	370,	350,	340,	340,	579,	

3.3.1. Холодная прокатка травленых горячекатаных рулонов для производства жести, производства продукции с покрытием

Холоднокатанная прокатка травленных горячекатаных полос назначением на жесть, контструкцию, подкат для АНГА производится на шестиклетевом стане 1400 на заданные толщины.

Травленые рулоны из ЛПЦ-2 поступают на шестиклетевой стан. В головной части стана производится сварка полос в непрерывную ленту, которая поступает в прокатный стан. На стане с применением технологической смазки производится прокатка жести и

холоднокатаных полос толщиной 0,17÷0.63 мм и шириной 750÷1250 мм. Прокатанные полосы сматываются в рулоны массой до 30 т. Часть прокатанных рулонов передается в цех горячего алюминирования.

По заказам в цехе жести производятся следующие виды металлопродукции: жесть белая и черная, прокат конструкционный и кровельный, подкат для производства оцинкованной продукции и продукции с полимерным покрытием. Каждый вид продукции имеет свой технологический поток. На 6 клетевом стане стане прокатывается жесть толщиной 0,17÷0,36 мм. Производство конструкционного листа и кровельного проката включает: прокатку полос на 6-ти клетевом стане, "светлый" отжиг в колпаковых печах или непрерывный отжиг в башенных печах, дрессировку полос на 2-х клетевом дрессировочном стане, порезку на агрегатах резки, упаковки, маркировки.

Подкатом для цеха жести служит горячекатаная полоса толщиной 2,0÷2,8 мм, шириной 750÷1250 мм в рулонах массой до 30 т. Жесть изготовляют из низкоуглеродистой стали (0,07÷0,1 % С).

Холодная прокатка горячекатаной полосы толщиной 2,0÷2,8 мм до толщины 0,17÷ 0,63 мм осуществляется на непрерывном шестиклетевом стане 1400 (ширина бочки валка), имеющем рабочие валки диаметром 605÷585 мм и опорные диаметром 1400÷ 1360 мм; заправочная скорость – до 2 м/с; максимальная при установившемся режиме прокатки до 30 м/с.

На 6 клетьевом стане холодной прокатки осуществляется длительная прокатка горячекатаных полос со сваркой в потоке полос предыдущего и последующего рулонов .

Для обеспечения длительной непрерывности ("бесконечности") процесса прокатки в головной части стана установлены машина для стыковой электросварки концов полос предыдущего рулона с последующим и петлевой накопитель (аккумулятор) полосы, за счет которого процесс прокатки не прекращается во время сварки концов полос. В стыкосварочной машине концы полос обрезаются, полосы свариваются встык и сварной шов (грат) зачищается. Далее полоса поступает в подземный петлевой накопитель и при помощи натяжных роликовых устройств направляется в валки первой клети стана.

По выходе из последней клети стана непрерывно движущаяся тонкая полоса разрезается летучими ножницами и двумя моталками (поочередно) сматывается в рулоны требуемой массы. Рулоны снимаются с барабанов моталок снимателями, обвязываются полоской по окружности, взвешиваются на весах и подаются на два цепных транспортера.

Холодная прокатка жести характеризуется большими суммарными обжатиями, которые достигают 85÷95 %. В связи с этим, в процессе прокатки происходит существенное изменение свойств стали. Показатели пластичности уменьшаются, а

показатели прочности увеличиваются. При этом, учитывая то, что прокатка ведется с натяжением, а толщина прокатываемого металла в последних клетях может быть менее 0,3 мм, значительно возрастает риск порыва полосы. Концы полос, вследствие сильного наклепа очень травмоопасны для оборудования стана и, в первую очередь, для валков.

Таким образом, в случае порыва полосы велика вероятность дополнительных затрат времени на перевалку поврежденных валков, что снижает производительность стана и увеличивает расход валков. Кроме того, при недостаточной пластичности прокатываемого металла, имеющей место при производстве жести, велик риск возникновения и развития поверхностных дефектов полосы, которые также влияют на пластичность металла в процессе прокатки и на качество готового продукта. На 6-ти клетьевом стане установлены приборы для измерения давления на валки, измерения натяжения между клетями, измерения толщины полосы, измерения профиля полосы.

Производство конструкционного листа и кровельного проката включает: прокатку полос на 6 клетьевом стане, "светлый" отжиг в колпаковых печах или непрерывный отжиг в башенных печах, дрессировку полос на 2-х клетьевом дрессировочном стане, порезку на агрегатах резки, упаковки, маркировки.

Производство черной жести дополнительно проходит очистку полос в агрегатах очистки и обработку рулонов на агрегатах подготовки полос с удалением дефектных участков рулона.

Производство белой жести, в сравнении с производством черной, включает дополнительную технологию нанесения олова на черную жесть в линиях агрегатов электролитического лужения. В линиях агрегатов лужения производится обезжиривание, декапирование (травление), промывка полос, нанесение олова электролитическим способом, промасливание и смотка белой жести в рулоны массой до 16 т. В соответствии с заказами наносится заданная масса покрытия оловом от 2,8 до 8,4 г на 1 $м^2$ поверхности полосы. Рулоны передаются на агрегаты резки листов до заданных размеров. Жесть в пачках и рулонах подвергается упаковке, маркировке и отгрузке потребителям.

3.3.2. Электролитическая очистка рулонов

После прокатки полосы обязательно подвергаются очистке с целью удаления с их поверхности остатков масла и загрязнений. Обычно применяются агрегаты электролитической очистки, в которых удаление загрязнений ведется комбинированно различными способами: растворением (омылением) масляных остатков в щелочном растворе, протиркой щетками, промывкой водой, пропусканием полосы через ванну электролитического обезжиривания, повторной протиркой и промывкой. Электролитическое обезжиривание в щелочном растворе при температуре 80 ºС.

Метод обезжиривания может быть катодный, анодный или бесконтактный анодно-катодный. При обезжиривании анодно-катодным методом ток подают на электроды из нержавеющей стали. Полоса попеременно в одном проходе каждой ванны является анодом, в другом – катодом. Между проходами в ваннах установлены гуммированные стальные изолирующие перегородки.

При пропускании постоянного электрического тока через раствор обезжиривания на отрицательно заряженном участке полосы (катоде) выделяется водород, на положительно заряженном (аноде) – кислород.

Катод (–): $H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2 + 2OH^-$

Анод (+): $2OH^- - 4\bar{e} \rightarrow O_2 + 2H^+$

Жировая пленка и загрязнения на поверхности полосы отрываются за счет выделения пузырьков газа. Вследствие того, что поверхностная энергия на границе раствор-газ больше чем на границе масло-раствор, каждый пузырек всасывается каплей масла. Пузырьки по мере роста отрываются с поверхности раствора вместе с маслом.

После обезжиривания проводится промывка металла водой для удаления с поверхности полосы остатков обезжиривающего раствора.

3.3.3. Отжиг рулонов в агрегатах непрерывного отжига (АНО) и колпаковых печах (КП)

При прокатке жести на станах холодного проката суммарные обжатия составляют 85÷95 %, что приводит к изменению свойств металла. Для обеспечения требуемых характеристик металла проводится термический отжиг.

Отжиг полосы в агрегатах непрерывного отжига (АНО) и колпаковых печах (КП) предназначен для придания прокату заданных механических свойств (твердости). Выбор способа отжига определяется необходимым уровнем механических свойств жести согласно требованиям потребителей белой жести.

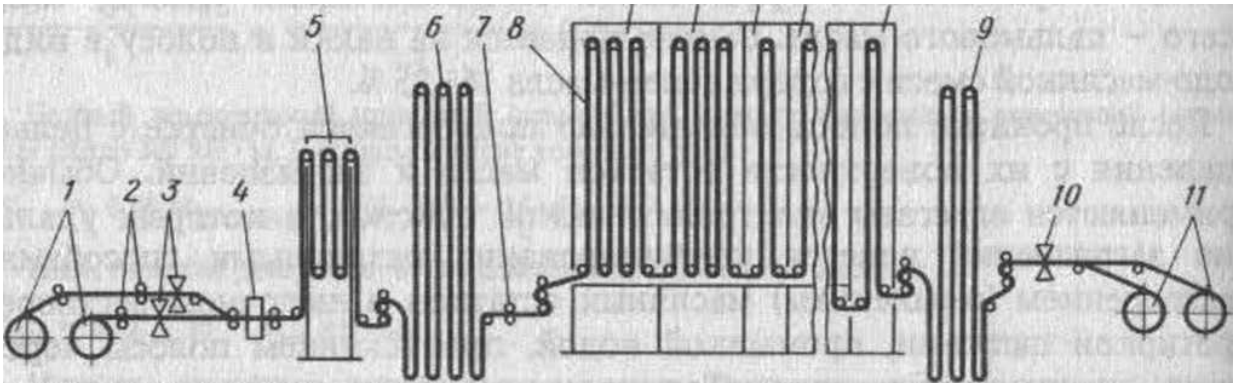
При производстве жести для глубокой вытяжки и листов кровельной и конструкционной стали рулоны со стана 1400 подвергаются обезжириванию в двух отдельных агрегатах электролитической очистки и светлому отжигу в колпаковых печах. При отжиге в колпаковых печах (КП) получают жесть различной твердости, для чего требуется соответствующее регулирование режима отжига. Отжиг жести обычно проводится в защитной атмосфере. Типовой защитный газ содержит 6÷10 % водорода, а остальное — азот. Циркуляция защитного газа в подмуфельном пространстве обеспечивается стендовыми вентиляторами. Контроль температуры печи и металла осуществляется с помощью термопар.

Колпаковые печи бывают одно-, трех-, четырех-, восьмистопными. Печи обычно отапливаются смешанным коксодоменным газом. Для производства белой жести отжигу в колпаковых печах подвергаются холоднокатаные рулоны, прошедшие очистку на агрегатах электролитической очистки. Отжиг, как правило, проводится в

несколько ступеней с различной температурой на каждой ступени. Регулирование температуры осуществляется в автоматическом режиме.

Агрегат непрерывного отжига предназначен для светлого рекристаллизационного отжига полосы жести, имеющей значительный наклеп после прокатки на стане 1400 с обжатием 85÷95 %. В головной части агрегата имеется установка электролитической очистки (обезжиривания) полосы. Скорость полосы в средней (печной) секции агрегата 5÷10 м/с.

Агрегаты непрерывного отжига имеют ряд преимуществ по сравнению с колпаковыми печами: широкий диапазон твердости жести, высокая однородность физических и механических свойств металла по всей длине отожженой полосы, совмещение в одном агрегате очистки и отжига, ускорение процесса получения готовой продукции, экономия площади цеха (рис. 3.9).



1 — разматыватели; 2 — тянущие ролики; 3 — ножницы; 4 — машина для сварки концов полос; 5 — установка очистки полосы; 6, 9 — накопители полосы (петлевые башни); 7 — дисковые ножницы для обрезки боковых кромок; 8 — отжигательная печь (камеры: а — нагрева; б — выдержки; в — замедленного охлаждения; г — ускоренного охлаждения; д — окончательного охлаждения); 10 — ножницы для вырезки мест сварки; 11 — моталки

Рисунок 3.9. Схема агрегата непрерывного отжига

Агрегат непрерывного отжига включает в себя участок химической очистки полосы жести, где с полосы удаляют технологическую смазку, применяемую при холодной прокатке.

Рекристаллизационный отжиг полосы проводится в башенной печи, состоящей из нескольких камер нагрева, выдержки, камеры регулируемого охлаждения, быстрого охлаждения и окончательного охлаждения. В камере нагрева полоса нагревается до необходимой температуры (обычно 500÷600 °С) излучением от газовых радиационных труб. В камере выдержки полоса выдерживается при температуре отжига с помощью электронагревателей. В камере регулируемого охлаждения полоса охлаждается (обычно до 400÷450 °С) путем просасывания воздуха из цеха через трубы воздушного

охлаждения. Далее полоса поступает в камеру быстрого охлаждения и охлаждается до более низкой температуры (обычно 100÷120 °С). Охлаждение производится струями защитного газа, циркулирующего по замкнутым контурам через водяные теплообменники (холодильники) с помощью циркуляционных вентиляторов. В камере окончательного охлаждения полоса охлаждается струйной обдувкой воздухом до температуры 60÷70 °С. Во всех камерах, кроме камеры окончательного охлаждения, имеется азотоводородная защитная атмосфера. Полученная чистая полоса черной жести с заданными параметрами твердости снимается с агрегата непрерывного отжига и передается для дальнейшей переработки на последующие переделы цеха.

Однако, в связи с большими скоростями нагрева и охлаждения при непрерывном отжиге металл в итоге имеет несколько повышенную прочность и пониженную пластичность, что препятствует использованию его для глубокой и весьма глубокой вытяжки. Поэтому в цехах устанавливают и колпаковые печи, и АНО. При производстве жести для глубокой вытяжки и листов кровельной и конструкционной стали рулоны со стана 1400 подвергаются обезжириванию в двух отдельных агрегатах электролитической очистки и светлому отжигу в колпаковых печах.

3.3.4. Дрессировка рулонов

Следующей за отжигом отделочной операцией углеродистой стали является ее дрессировка, заключающаяся в холодной прокатке листа (полосы) на дрессировочном или прокатно-дрессировочном станах с величиной относительной деформации 0,5÷3,0 %. Задачей процесса дрессировки является улучшение качества поверхности тонколистовой стали после холодной прокатки и отжига, а также создания поверхностного упрочнения (наклепа) для обеспечения штампуемости. Последнее имеет существенное значение для листов, подвергаемых в дальнейшем холодной штамповке, так как при недостаточно жесткой поверхности металла на ней могут появиться линии сдвига (следы от пересечения плоскостей сдвигов с внешней поверхностью листа). При этом качественное покрытие штампованных изделий другими металлами, лаками, красками исключено. Сюда относятся главным образом автотракторные листы, жесть и декапированные (отожженные и травленые) листы.

Двуклетевые станы применяют для дрессировки полос толщиной 0,22÷0,25, одноклетевые — для 0,3÷0,38 мм и больше.

Прокатно-дрессировочные станы имеют своим назначением существенное уменьшение толщины выпускаемой жести. Следует учитывать, что прокатка полос толщиной менее 0,16÷0,18 мм на основных 5- и 6-клетевых станах затруднительна. В связи с этим для получения тонкой жести толщиной 0,08÷0,15 мм приходится применять дополнительную, вторичную прокатку, что и осуществляется на прокатно-дрессировочных станах, состоящих из двух-трех клетей. Заготовкой в этом

случае служат полосы толщиной 0,16÷0,30 мм. После прокатки на прокатно-дрессировочном стане металл, как правило, повторному отжигу не подвергается, т.е. полосы выпускаются в нагартованном состоянии.

Применение технологической смазки при дрессировке улучшает поверхность листов и уменьшает расход валков.

Необходимым условием для получений листа высокого качества является устойчивость процесса дрессировки, которая обеспечивается главным образом постоянством заднего и переднего натяжений, которые создаются специальными натяжными устройствами. Величина заднего и переднего натяжения обычно составляет не менее 0,40. При дрессировке листов штучным способом натяжение, естественно, осуществить нельзя.

На некоторых современных широкополосовых станах еще значительная продолжительность процесса дрессировки, осуществляемого на заправочной скорости. Это приводит к тому, что в каждом рулоне значительная длина полосы не приобретает качественных показателей от дрессировки. Поэтому необходимы агрегаты, обеспечивающие процесс непрерывной дрессировки листа, для чего в них следует осуществлять сварку рулонов. Это позволит сделать режим дрессировки более устойчивым, значительно улучшить качество дрессированных листов и повысить производительность.

Обрезка кромок, вырезка утолщенных и дефектных участков на агрегате подготовки полосы (АПП).

Другими отделочными операциями тонколистовой углеродистой стали являются продольная и поперечная резка полосы, смотанной в рулоны, для чего применяются агрегаты поперечной резки на мерные длины; агрегаты продольной резки широких полос, комбинированные агрегаты для поперечной и продольной резки. Масса исходных рулонов, подаваемых на агрегаты поперечной и продольной резки, достигает 40 т и более; скорость перемещения полосы в процессе резки 1÷7 м/с. [20]

3.3.5. Подготовка рулонов жести к лужению. Производство черной жести

Электролитическое травление в растворе серной кислоты с концентрацией 80÷100 г /л, струйная промывка, щеточно-моечная обработка, промывка.

Жесть, получаемая после отжига и дрессировки (или дополнительной холодной прокатки), называется черной жестью. В небольших количествах этот материал является конечной продукцией. Производство черной жести дополнительно проходит очистку полос в агрегатах очистки и обработку рулонов на агрегатах подготовки полос с удалением дефектных участков рулона.

3.3.6. Электролитическое лужение

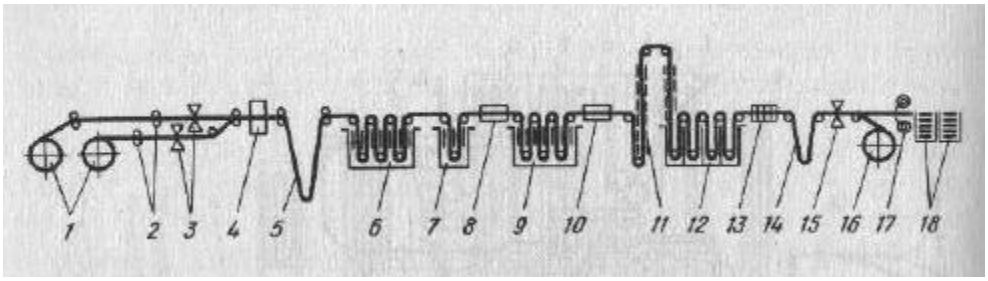
Основную долю продукции жестепрокатных цехов составляет белая, луженая жесть . После холодной прокатки жесть подвергают обычно лужению с целью защиты ее от коррозии. Применение оловянного покрытия жести, предназначенной в основном для

консервной промышленности, обусловлено хорошей коррозионной устойчивостью олова к агрессивному воздействию различных пищевых продуктов. Кроме того, оловянное покрытие допускает хорошую пайку и позволяет проводить штамповку жести без нарушения целостности этого покрытия.

Лужение жести осуществляют двумя способами: горячим и электролитическим.

Как правило, горячее лужение жести проводится в листах (карточках), поэтому рулоны жести после дрессировки поступают на агрегат поперечной резки для разрезки на листы требуемых размеров. Агрегаты горячего лужения жести в рулонах широкого применения не получили: их применяют только для лужения полос шириной не более 500 мм. Процесс лужения на этих агрегатах аналогичен процессу лужения жести в листах.

В настоящее время горячее лужение жести вытесняется процессом электролитического лужения. Последний способ позволяет получать толщину покрытия 0,5÷1,5 мкм при расходе олова 5÷7 кг/т. Агрегаты электролитического лужения (АЭЛ) отличаются непрерывностью действия, высоким уровнем механизации и автоматизации, большой производительностью (до 300 тыс. т в год). В новых жестепрокатных цехах для получения белой жести устанавливают только АЭЛ (Рис .3.10). Однако электролитически луженая жесть по коррозионной стойкости уступает жести горячего лужения. Поэтому белую жесть, полученную на АЭЛ, часто дополнительно покрывают лаком.



1— разматыватели; 2 — тянущие ролики; 3, 15 — ножницы; 4 — сварочная машина ;

5, 14 — петлевые ямы; 6 — ванна электролитической очистки; 7 — травильная ванна;

8, 10 — промывочные и протирочные устройства; 9 — ванна электролитического покрытия оловом; 11— установка оплавления покрытия; 12 — ванна пассивации покрытия;

13 — промасливающее устройство; 16 — моталка; 17 — летучие ножницы;

18 — листоукладчики

Рисунок 3.10. Схема агрегата непрерывного электролитического лужения жести

На этом агрегате выполняются следующие операции: размотка рулонов, сварка полос, электролитическое обезжиривание, травление, электролитическое нанесение олова, оплавление и пассивация оловянного покрытия, промасливание, смотка полос в рулоны или порезка на листы.

Основной операцией является электролитическое лужение в ваннах, в которых анодом служат бруски чистого олова, помещаемые между петлями полосы, а катодом — сама полоса (ток передается через вращающиеся бронзовые ролики). Находящийся в ваннах электролит температурой 45 °С состоит из раствора сульфата олова ($SnSO_4$) 54 г/л, феносульфоновой (сульфаминовой либо метилсульфоновой) кислоты 90 г/л и различных добавок поверхностно-активных веществ, способствующих стабилизации процесса и получению мелкозернистого, равномерного покрытия.

После лужения и промывки полоса поступает в установку оплавления покрытия. Нагрев полосы осуществляется с помощью индуктора или методом электросопротивления до температуры 232 °С. Оплавление позволяет устранить пористость покрытия. После оплавления полоса подвергается быстрому охлаждению в обессоленной воде при температуре 60÷70 °С, в результате чего поверхность жести получается блестящей.

Электролитическое пассирование покрытия при температуре 90 °С состоит в обработке его в растворе: бихромат натрия - 3 г/л, гидрат окиси натрия - 0,8 г/л, фосфат натрия - 15 г/л, сернокислый натрий - 15 г/л; при этом на поверхности олова образуется тончайшая бесцветная пленка, которая предохраняет покрытие от окисления.

В заключение полоса промывается, просушивается, электростатически промасливается, проходит дефектоскопию и направляется на моталки или режется на листы.

Производство белой жести, в сравнении с производством черной, включает дополнительную технологию нанесения олова на черную жесть в линиях агрегатов электролитического лужения. В линиях агрегатов лужения производится обезжиривание, декапирование (травление), промывка полос, нанесение олова электролитическим способом, промасливание и смотка белой жести в рулоны массой до 16 т. В соответствии с заказами наносится заданная масса покрытия оловом 1,4÷8.4 г на 1 $м^2$ поверхности полосы.

Для получения готовой жести высокого качества (по чистоте и планшетности поверхности, минимальной продольной и поперечной разнотолщинности) предусмотрено:

профилирование рабочих валков противоизгибом при помощи гидравлических устройств;

тонкое и грубое регулирование толщины и натяжения полосы при прокатке;

периодическая подача на опорные валки моющего раствора для недопущения загрязнения полосы при прокатке;

автоматическое поддержание постоянной температуры валков путем регулирования подачи технологической смазки и охлаждающей воды (в зависимости от скорости прокатки);

применение разматывателей плавающего типа с барабанами, обеспечивающих прокатку с постоянным натяжением полосы;

исключены операции перематывания рулонов на загрузочных и транспортирующих устройствах, вызывающие порчу их поверхности; применение локальных систем автоматизации и ЭВМ.

3.3.7. Отделка, порезка, упаковка рулонов и пачек листов жести

Наиболее совершенным и производительным способом производства жести является рулонный, позволяющий механизировать и автоматизировать все технологические операции. При этом все технологические агрегаты работают на рулонах, характеризуемых большой массой и большой длиной полосы. Наиболее экономичным является отправка потребителям готовой продукции также в рулонах. Однако, отсутствие у потребителей жести (например, на консервных заводах) соответствующего оборудования для резки рулонной полосы вынуждает выполнять эту операцию на металлургическом заводе и отправлять заказчикам готовую продукцию в листах (пачками).

Сматывание полосы в рулоны или порезка на листы, сортировка, укладка листов в пачки. При лужении жести на скорости выше 3÷4 м/сек, полосы на агрегатах лужения сматываются в рулоны с последующей резкой на листы, сортировкой, укладкой в пачки , взвешиванием, упаковкой и маркировкой на отдельно стоящем агрегате поперечной резки или участках резки агрегатов лужения; пересортировка жести, отбракованной в агрегатах лужения и поперечной резки, на сортировке пачек; упаковка и маркировка пачек.

Рулоны передаются на агрегаты резки листов до заданных размеров. Жесть в пачках и рулонах подвергается упаковке, маркировке и отгрузке потребителям.

В таблице 3.12 приведены значения концентраций маркерных загрязняющих веществ при механической обработке.

Таблица 3.12 - Маркерные вещества и их концентрация

№ п/п	Наименование ЗВ	Макс. концентрация, мг/Нм^3
1	2	3
1	Пыль	144,89

Производственная мощность цеха предприятия А, составляющая 850.0 тыс.т проката используется не полностью из-за отсутствия заказов. Показатели производства жести за 2015-2019 годы приведены в таблице 3.13.

Таблица 3.13. Расход материалов на производство холоднокатаного проката (жесть, конструкция, кровля, подкат для ЦГЦА)

№ п/п	Наименование сырья, материалов на производство	Единица измерения	Расход материалов на единицу продукции, т/т				
			2015	2016	2017	2018	2019
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Производство холоднокатаного проката (жесть, конструкция, кровля, подкат для ЦГЦА)	т	363814	389769	429727	313562	140503
2	доменный газ	м³	100,104	126,804	164,036	158,562	234,075
3	коксовый газ	м³	63,371	57,447	90,997	88,334	70,282
4	олово	кг\т	5,51	5,5	5,43	5,17	5,27
5	подкат горячекатаный	тонн	1,124	1,093	1,095	1,122	1,164
6	электроэнергия	кВт*ч	370,	350,	340,	340,	579,

3.4. Производство проката с цинковым, алюмоцинковым покрытием

Значительное и растущее количество тонколистовой холоднокатаной стали выпускается с защитными антикоррозионными покрытиями, в первую очередь – цинковым, алюмоцинковым и полимерными. Нанесение цинкового покрытия осуществляется методом погружения в расплав цинка (горячее цинкование) или электролитическим методом. При горячем цинковании толщина покрытия достигает 50 мкм, при электролитическом - до 10 мкм. Наибольшее применение получил способ горячего цинкования.

Исходным материалом для производства оцинкованной продукции является холоднокатаная полоса (подкат). Прокатанные на 5-ти и 6-ти клетевых станах холоднокатаные рулоны передаются в цех горячего цинкования и алюминирования на 3 линии. В линиях агрегатов оцинкования АНГА (агрегат непрерывного горячего алюмоцинкования) и ЛНГЦ (линия непрерывного горячего цинкования) выполняются различные механические, физико-химические и термические операции.

Технология производства проката с алюмоцинковым и цинковым покрытиями включают в себя операции по подготовке полос, нанесение покрытия в ванне с расплавом металла и операции по пассивации поверхности. Возможно производить дрессировку полос с покрытием.

Толщина обрабатываемых полос на агрегате АНГА 0,4÷2,0 мм, на ЛНГЦ 0,2÷1,6 мм , шириной 750÷1450 мм. Масса покрытия в соответствии с заказами от 80 до 600 г на 1 $м^2$ поверхности полосы. На АНГА можно производить прокат с алюмоцинковым покрытием, на ЛНГЦ - только оцинкованный прокат.

Агрегат непрерывного горячего алюмоцинкования (АНГА-1700) предназначен для двухстороннего нанесения на полосовую сталь антикоррозийного цинкового или алюмоцинкового покрытия непрерывным способом методом погружения в горячий расплав с выдачей готовой продукции в виде полос, смотанных в рулоны, с проведением в непрерывном технологическом процессе всех технологических операций, связанных с нанесением покрытия на полосу, прокатанную на стане холодной прокатки.

АНГА-1700 состоит из следующих участков:

Оборудование входной (головной) части:

два разматывателя плавающего типа с правильными машинами;

стыкосварочная машина;

узел химической очистки;

петлевое устройство горизонтального типа.

Оборудование средней технологической части:

печь термохимической обработки (ТХО), состоящая из 6-ти камер;

узел нанесения покрытий, включающий в себя три канальных индукционных печи-ванны, погружное оборудование, оборудование для регулирования толщины цинкового покрытия;

участок охлаждения, состоящий из башни охлаждения, печи отпуска и ванны финишного охлаждения;

дрессировочная клеть и машина правки изгибом и растяжением;

участок пассивации.

Оборудование выходной (хвостовой части):

петлевое устройство вертикального типа;

промасливающая машина;

две моталки.

Натяжение и транспортировка осуществляется 8 тянущими станциями, состоящими из 2-4 роликов каждая. Для центрирования полосы используется 8 центрирующих станций со следящими системами.

В печи ТХО полоса подвергается термохимической обработке в защитной атмосфере. Рабочее пространство печи делится на ряд зон обработки, соответствующих технологическим фазам – нагреву, выдержке при определенной температуре, охлаждению. Полоса, продвигаясь через рабочее пространство печи, последовательно подвергается термохимическому воздействию окружающей среды в каждой зоне.

В печи ТХО осуществляются следующие операции:

а) подогрев полосы в камере подогрева (КП) продуктами сгорания, поступающими из камер безокислительного нагрева (КБН) и дожигания (КД);

б) нагрев полосы в камере безокислительного нагрева (КБН) до 500÷700 ºС в атмосфере продуктов неполного сгорания пропан-бутана;

в) отжиг и нормализация металла в камере восстановительного нагрева (КВН) в атмосфере водородного защитного газа;

г) выдержка при температуре отжига или нормализации и охлаждения полосы в камере выдержки и регулируемого охлаждения (КВО);

д) охлаждение полосы в камере струйного охлаждения (КСО).

Соотношение объемных долей CO/CO_2 в КБН должно быть 0,2÷0,3, объемная доля кислорода – не более 0,002%, суммарная объемная доля окиси углерода и водорода 3÷6 %.

Давление защитного газа в камерах печи поддерживается на уровне 100–160 Па. Влажность по температурной точке росы в КСО не должна превышать минус 30 ºС.

Защитные газы для протяжной печи термохимической обработки (ТХО) поступают из станции приготовления газов через узлы доочистки и смешения.

Полоса, пройдя печь ТХО, через переходный тамбур и наклонную проводку с затвором опускается в печь-ванну нанесения покрытия.

Нанесение цинкового покрытия.

Приготовление расплава и нанесения цинкового покрытия осуществляется в канальной индукционной печи-ванне нанесения покрытия 3TEG.

Загрузка печи-ванны нанесения покрытия блоками цинкового сплава или цинка и алюминия производится электротельфером. Перед загрузкой в расплав блоки подогреваются.

Массовая доля химических элементов в печи-ванне нанесения покрытия:

Алюминий ……0,15÷0,30 %

Свинец …… 0,05÷0,20 %

Железо …….. 0,04, не более

Цинк …… остальное.

Температура расплава …… 445÷460 ºС.

Если в печь-ванну загружается цинк, то для поддержания состава расплава в печь-ванну нанесения покрытия вводится алюминий и свинец.

Алюминий чушками загружается в ванну каждые 2-3 часа по мере его растворения. При достижении массовой доли алюминия в ванне 0,27÷0,30 % корректировки приостанавливается.

Нанесение алюмоцинкового покрытия.

Очищенная и отожженная полоса без соприкосновения с атмосферным воздухом через разделительный тамбур и наклонную проводку поступает в канальную индукционную печь-ванну нанесения покрытия 4TEG.

Приготовление расплава для покрытия производится в канальной индукционной печи-ванне предварительного плавления 2TEG.

Загрузка печи-ванны предварительного плавления определяется расходом алюмоцинкового сплава на покрытие и осуществляется механизировано слитками сплава АЦ55 или двумя слитками сплава АК3 и цинка Ц0 или Ц1.

Массовая доля химических элементов в печи-ванне нанесения покрытия:

Алюминий …… 53÷57 %

Кремний …… 1,4÷1,7 %

Железо ……0,65 %, не более

Цинк …… остальное.

Стабилизирующий ролик обеспечивает натяжение полосы между донным барабаном и корректирующим роликом для равномерного прохода полосы до ее входа в зону воздушных ножей, а также посредствам перемещения в горизонтальном направлении, исключает образование прогибов профиля полосы под натяжением.

Регулирование толщины покрытия осуществляется с помощью системы, которая включает воздушные ножи, систему подачи воздуха, управления и контроля, электрическое и электронное оборудование. Система регулирования толщины покрытия работает в ручном режиме.

Оцинкование производится путем пропускания полосы через ванну с жидким цинком при температуре 450 °С. Линии цинкового покрытия производят металл с массой покрытия 100÷275 г/м^2.

Толщина покрытия регулируется отжимными роликами или струями газа с регулируемым давлением ("воздушными ножами”). Толщина покрытия зависит от давления подаваемого воздуха, скорости движения полосы, расстояния от сопел воздушных ножей до поверхности полосы. Настройка воздушных ножей производится по показателям толщиномера не выше 3 г/м² от минимального значения, требуемого заказчиком. Толщина покрытия на кромках полосы регулируется специальным устройством из металлических шторок, действующих в качестве выравнивателей. Шторки передвигаются с помощью пневмоцилиндров.

Охлаждение полосы с покрытием:на первом этапе охлаждения полосы осуществляется двухсторонней обдувкой воздушными струями в установке

охлаждения, состоящей из последовательно расположенных камер, до 350 ºС с целью обеспечения быстрой кристаллизации покрытия до первого поворотного ролика. Температура на поворотном ролике не должна превышать 350 ºС;

на втором этапе полоса с покрытием поступает в печь отпуска, где подвергается замедленному охлаждению при температуре 200÷250 ºС;

на третьем этапе в установке охлаждения за печью отпуска полоса охлаждается обдувкой струями воздуха перед подачей в ванну с водой.

Полоса с покрытием охлаждается в ванне с химической водой до температуры не более 80 ºС.

Полоса с покрытием сушится горячим воздухом с температурой 80÷90 ºС.

Температура поступающей на правильно-дрессировочный стан полосы не должна превышать 40 ºС.

В зависимости от вида покрытия, назначения продукции, сортамента и исходного профиля полос применяются следующие виды деформационной обработки:

дрессировка;

правка знакопеременным изгибом с растяжением;

комбинированная обработка с последовательным проведением обоих процессов;

режим транспортировки полосы под натяжением без дрессировки и правки.

Назначение деформационной обработки полосы с покрытием на правильно-дрессировочном стане (ПДС):

улучшение механических свойств полосы с покрытием;

придание поверхности покрытия необходимого внешнего вида;

снижение неплоскостности обрабатываемых полос.

Непрерывный процесс дрессировки полос производится на двухклетевом стане кварто при давлении металла на валки до 800 тс. Одна пара рабочих и опорных валков является рабочей, вторая – резервной.

Заданная степень деформации поддерживается за счет создания постоянного давления металла на валки и регулировки натяжения полосы перед клетью путем воздействия на скорость тянущих роликов. Режимы деформационной обработки устанавливаются в зависимости от требуемых механических свойств.

Автоматическая система управления процессом деформационной обработки предусматривает контрольные и управляющие функции.

В функции контроля входят:

изменения давления металл на валки, натяжения полосы при дрессировке;

изменение формы и натяжения полосы при правке изгибов с растяжением.

В функции управления входят:

изменение и регулирование степени деформации при дрессировке и правке;

обнаружение сварного шва перед дрессировочным станом.

При ручном управлении настройка режима дрессировки производится вальцовщиком.

Во время запуска агрегата рабочие валки приводятся в контакт с движущейся полосой при минимальном давлении металла на валки.

В процессе эксплуатации регулировка режима дрессировки производится при:

прохождении заднего и переднего концов полосы, имеющих различную плоскостность по сравнению со средней частью рулона;

повышении температуры рабочих валков;

переходе с одного размера полос на другой или изменении механических свойств выпускаемой продукции, изменении марки и других условий, приводящих к нарушению настроечного режима.

Незначительная кромочная волнистость после дрессировки устраняется в процессе правки.

Правка полос производится методом знакопеременного изгиба с растяжением на роликах малого диаметра.

Пассивация полосы с покрытием производится в пассивирующих растворах " Okemcoat F1" или "Metfin CHO6" (растворе хромового ангидрида) путем распыления его через форсунки на поверхность металла при 80÷85 °С.

После пассивации полоса сушится нагретым воздухом в сушилке температура воздуха не менее 120 ºС.

Контроль массы покрытия производится по показанию толщиномера.

Промасливание полосы с покрытием производится в промасливающей машине консервационным маслом с одной стороны.

Годный металл отправляется на упаковку, на агрегат поперечной резки или на профилегибочный агрегат. Продукция поставляется в пачках и рулонах после упаковки и маркировки. Могут производиться профили стальные листовые с трапециевидными гофрами с толщиной основы 0,7÷0,9 мм и шириной 750÷845 мм. [21]

Производство оцинкованного проката (без свинца) изменялось за этот период работы с 135488 до 271233 т, а производство проката с цинковым покрытием (со свинцом) с 326546 до 371031 т готового проката. Объемы производства зависят от спроса на данный вид продукции.

Показатели производства оцинкованого проката (без свинца) предприятия А приведены в таблице 3.14.

Таблица 3.14. Расход материалов на производство оцинкованного проката

№ п/п	Наименование сырья, материалов на производство	Единица измерения	Расход материалов на единицу продукции, т/т				
			2015	2016	2017	2018	2019

1	2	3	4	5	6	7	8
1	Производство оцинкованного проката без свинца	т	256631	249401	271233	243300	135488
2	доменный газ	м³	12,804	14,334	10,9094	12,4373	19,4556
3	коксовый газ	м³	8,269	6,788	6,4078	6,9215	5,4765
4	подкат холоднокатаный	т	0,994	0,997	0,9938	0,9938	0,994
5	сжиженный газ	т	0,009	0,009	0,0073	0,0077	0,0098
6	цинк	т	0,046	0,044	0,0408	0,0424	0,0402
7	электроэнергия	кВт*ч	70,81	71,9	65,51	69,62	70,9995

Показатели производства проката с цинковым покрытием (со свинцом) предприятия А приведены в таблице 3.15.

Таблица 3.15. Расход материалов на производство проката с цинковым покрытием (со свинцом)

№ п/п	**Наименование сырья, материалов на производство**	**Единица измерения**	**Расход материалов на единицу продукции, т/т**				
			2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1	2	3	4	5	6	7	8
1	производство проката с цинковым покрытием (со свинцом)	т	346429	338108	371031	328380	326546
2	доменный газ	м³	28,534	26,16	24,928	28,702	33,294
3	коксовый газ	м³	17,914	12,792	14,093	16,32	10,942
4	подкат холоднокатаный	т	0,998	1,001	0,996	0,996	0,995
5	сжиженный газ	т	0,008	0,007	0,007	0,007	0,008
6	цинк	т	0,029	0,028	0,026	0,026	0,03
7	электроэнергия	кВт*ч	80,95	81,76	81,11	78,52	78,22

3.5. Производство оцинкованного проката с полимерным покрытием

Один из распространенных способов нанесения полимерных покрытий заключается в наклеивании полимерной пленки на поверхность холоднокатаных полос. Получаемый материал называется металлопластом. Технология производства проката с полимерным покрытием включают в себя операции по подготовке полос, нанесение краски (нанесение грунтовочного слоя и слоя основной краски производится роликами в окрасочных камерах) и сушки покрытия в печи. Технология производства проката с полимерным покрытием включают в себя операции по подготовке полос, нанесение краски (нанесение грунтовочного слоя и слоя основной краски производится роликами в окрасочных камерах) и сушки покрытия в печи.

Исходными материалами для производства полос с полимерным покрытием являются холоднокатаный горячеоцинкованный прокат дрессированный, не промасленный, не пассивированный и полосовой холоднокатаный прокат из низкоуглеродистых и углеродистых сталей специальных и рядовых марок. Геометрические размеры проката: толщина полосы 0,25÷1,6 мм; ширина полосы 650÷ 1370 мм; максимальный вес рулона на входе и выходе не более 12 т. В качестве материала пленки часто используется поливинилхлорид, толщина пленки 0,2÷0,4 мм.

Нанесение покрытия осуществляется на агрегатах непрерывного действия – линии нанесения полимерного покрытия (ЛНПП), на которых выполняются следующие основные операции: размотка рулонов, сварка концов полос, подготовка поверхности металла (обезжиривание, фосфатирование, пассивация), нанесение клея на поверхность полосы валковым способом, подсушка клея, нанесение пленки с прижатием ее роликами, подогрев полосы с покрытием, тиснение узора, смотка полос в рулоны.

Рулоны задают в ЛНПП (Рисунок 3.11) порулонно монтажной партии определяется сроком работы наносящего ролика отделочного коутера.



Рисунок 3.11. Линия покраски

Рулоны перед переработкой на ЛНПП складируются поплавочно и по размерам на приемных стеллажах. Состав оборудования ЛНПП обеспечивает нанесение на стальную полосу и сушку полимерных материалов (пигментированных лакокрасочных эмалей и пластизолей) обычно с одной стороны полосы. Для щелочного обезжиривания проката, поступающего на агрегат полимерных покрытий, применяются концентрированные щелочные моющие средства и обезжиривающие составы, соответствующие требованиям НД. Для химической подготовки поверхности полосы, перед нанесением полимерных покрытий применяется хроматный раствор. Рулоны готовой продукции должны иметь плотную смотку и обвязку, предотвращающую распушивание витков. Каждый рулон готовой продукции имеет маркировку в объеме, установленном нормативным документом, по которому аттестуется данный вид продукции.

Показатели производства проката с полимерным покрытием предприятия А приведены в таблице 3.16. Производство проката за 2015-2019 годы изменялось от 97926 до 111302 т/год.

Таблица 3.16. Расход материалов на производство оцинкованного проката с полимерным покрытием

№ п/п	Наименование сырья, материалов на производство	Единица измерения	Расход материалов на единицу продукции, т/т				
			2015	2016	2017	2018	2019
1	2	3	4	5	6	7	8

1	производство оцинкованного проката с полимерным покрытием	т	99188	97926	111302	99163	104933
2	грунт	т	0,01	0,01	0,0089	0,0082	0,0082
3	подкат оцинкованный	т	1,01	1,009	1,0071	1,0039	1,014
4	сжиженный газ	т	0,062	0,061	0,0542	0,0556	0,0517
5	техническая вода	м³	9,31	9,22	9,24	9,35	9,06
6	химически очищенная вода	м³	0,11	0,107	0,1025	0,1075	0,0949
7	электроэнергия	кВт*ч	74,33	73,35	70,84	66,01	58,88
8	эмаль	т	0,013	0,014	0,0126	0,0129	0,013

3.6. Производство водогазопроводных труб

Технологический процесс производства сварных труб включает:

операции подготовки листовой заготовки к формовке и сварке;

формовку листовой заготовки в цилиндрическую трубную заготовку;

сварку кромок трубной заготовки; калибрование или редуцирование полученной трубы;

разрезку трубы на мерные длины в потоке; операции отделки и контроля труб (обрезку или торцовку, гидроиспытания, нарезание или накатку резьбы, нанесение покрытий и др.).

Например, на предприятии А производство сварных водопроводных труб производится в настоящее время на линии трубоэлектросварочных агрегатов ТЭСА - 1 (Карвол) и линии ТЭСА - 2. Проектная мощность обеих линий составляет по 100,0 тыс. т. в год. Трубы производятся на трубоэлектросварочном стане ТЭСА 20-76 методом индукционной сварки горячекатаной листовой стали, прокатанной на станах 1700 горячего проката и холодного проката. Рулоны распускаются на узкие полосы соответственно заказному диаметру труб. Размеры труб: диаметр условный 15÷80 мм, диаметр наружный 21,3÷89 мм. Толщина стенки трубы 1,5÷4,5 мм. Длина труб 5÷10,5 м.

Подготовительная линия ТЭСА включает оборудование для правки, стыковки полос из отдельных рулонов в бесконечную полосу и обеспечения, тем самым,

бесконечного процесса в формовочно-сварочном стане, а также в ряде случаев оборудование для получения постоянной ширины полосы и очистки кромок. На ТЭСА, производящих трубы малых диаметров и применяющих соответственно ленту малой ширины, отдельно устанавливаются агрегаты продольной резки с дисковыми ножницами, на которых производят роспуск поступающих в цех широких полос, обеспечивая при этом требуемую условиями сварки равноширинность ленты. Очистка кромок также связана с улучшением качества сварного шва; устранение окислов и загрязнений производится металлическими щетками (иглофрезами).

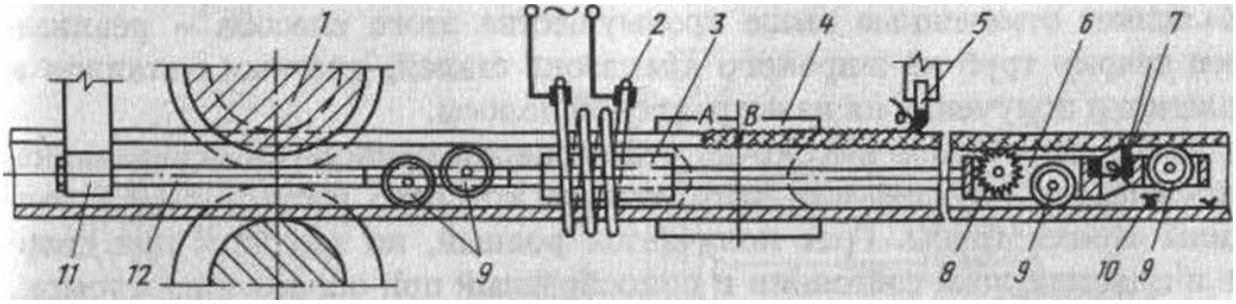
Процесс непрерывной валковой формовки в трубоэлектросварочном стане выполняется в многоклетевых станах. В таких станах число клетей, расстояние между ними и угол сворачивания полосы в каждой клети должны определяться из условий устранения гофрообразования и обеспечения устойчивого продвижения полосы через стан. Реально на станах разных типоразмеров применяют 6÷11 приводных клетей с горизонтальными валками, между которыми устанавливают клети с вертикальными неприводными валками (эджерные клети) или роликовые проводки. Формовочные станы имеют групповой или индивидуальный привод клетей. Полная мощность привода на станах разных типоразмеров находится в пределах 25÷600 кВт.

В индукционном бесконтактном методе сварки подвода тока возбуждение вихревых токов в металле осуществляется с помощью 2÷5-витковых кольцевых индукторов. Охватывающие индукторы, установленные снаружи трубы, применяются на всем диапазоне диаметров производимых труб. Индуктируемые токи достигают максимальной концентрации на торцах сходящихся кромок. Сила тока и интенсивность нагрева зависят от магнитной проницаемости среды и возрастают при введении внутрь заготовки на участке нагрева ферромагнитного сердечника. Сердечник составляется из надетых на водоохлаждаемый стержень колец феррита (66 % Fe_2O_3 + ZnO, NiO, CuO); при использовании внутреннего индуктора он охватывает сердечник. Индукционный подвод тока обеспечивает стабильную передачу энергии независимо от состояния поверхности полосы и, соответственно, сравнительно стабильные режим сварки и качество сварного шва. Указанное его преимущество, несмотря на увеличение в 1,2÷2 раза расхода энергии по сравнению с контактным подводом (за счет повышенного нагрева всего контура заготовки), предопределяет его применение в настоящее время на подавляющем большинстве агрегатов. Питание индукторов на ТЭСА разных типоразмеров осуществляется от ламповых (частота до 450 кГц) или машинных (частота 10 кГц) генераторов. Оптимальная частота при сварке труб из стали диаметром до 100 мм составляет 450 кГц, скорость сварки - до 0,5÷1м/с.

Мощность сварки зависит от ее скорости, толщины стенки труб, а также от принятого режима нагрева кромок - доведения их только до температуры плавления, либо оплавления в точке сварки или на части длины. Низкоуглеродистые стали с

неокисленной поверхностью кромок могут свариваться при минимальной мощности сварки, но с применением максимальных сварочных давлений - до 50 МПа. Наличие окислов, особенно тугоплавких окислов легированных и высоколегированных сталей, требует оплавления кромок.

Любой из режимов высокочастотной сварки приводит к образованию наружного и внутреннего грата, высота которого достигает 60 % толщины стенки трубы. Грат получается ровный, но высокий при сварке в пластическом состоянии и пилообразный при оплавлении кромок. Образование грата является существенным недостатком высокочастотной сварки. Наружный грат удаляется постоянно с помощью гратоснимателя, установленного в линии стана и срезающего грат в горячем состоянии. Предотвращение образования внутреннего грата путем специального формообразования кромок или удаление его путем резания, закатки, сжигания является значительно более сложной задачей. Решение же этой задачи очень эффективно, так как достигается повышение потребительских свойств и расширение области применения электросварных труб. Наибольшее распространение получили внутренние гратосниматели с одним резцом, выполняющим непрерывное резание (рис. 3.12). Однако необходимость замены резца и остановки при этом стана обусловливает использование таких гратоснимателей обычно только для производства отдельных партий труб повышенного качества. Разрабатываются гратосниматели с группой резцов , расположенных вдоль шва на определенных расстояниях друг от друга и вступающих в работу периодически, что обеспечивает повышение их стойкости.



1 — валки последней формовочной клети; 2 — кольцевой индуктор (в виде водоохлаждаемой трубки); 3 — набор ферритовых колец (ферромагнитный сердечник);

4 — шовсжимающие валки сварочной клети; 5 — резец наружного гратоснимателя; 6, 7 — корпус и резец внутреннего гратоснимателя; 8 — звезда для насечки грата;

9 — опорные ролики; 10 — стружка; 11 — кронштейн; 12 — штанга

Рисунок 3.12. Схема высокочастотной сварки с индукционным подводом тока:

После сварки и снятия грата трубы охлаждают, калибруют по диаметру (или редуцируют), предварительно правят и разделяют на мерные длины. Калибрование производится в станах, содержащих 3-4 двухвалковых клети с горизонтальными приводными валками и чередующиеся с ними неприводные клети с вертикальными

валками. Непосредственно за калибровочным станом устанавливается неприводная четырехвалковая правильная клеть, осуществляющая наряду с правкой снятие овальности труб. Разделение труб производится на ходу летучими разрезными устройствами. Разрезка в большинстве случаев выполняется дисковыми ножами, установленными во вращающейся вокруг трубы обойме и сходящимися в процессе реза
.

3.7. Трубопрокатное производство

Процесс производства бесшовных труб на примере предприятия D включает следующие основные технологические операции: круглая литая заготовка поступает на линию горячей прокатки, на которой режется, нагревается, прошивается и прокатывается до получения трубы требуемой длины и толщины стенки. Затем, если необходимо, труба проходит термообработку или сразу же идет на линии проверки качества и линии чистовой обработки. Диаметр получаемых труб – в диапазоне от 2,3/8 ” (60,3 мм) до 13,5/8” (346,1 мм). Производительность линии – 270 тыс. т в год.

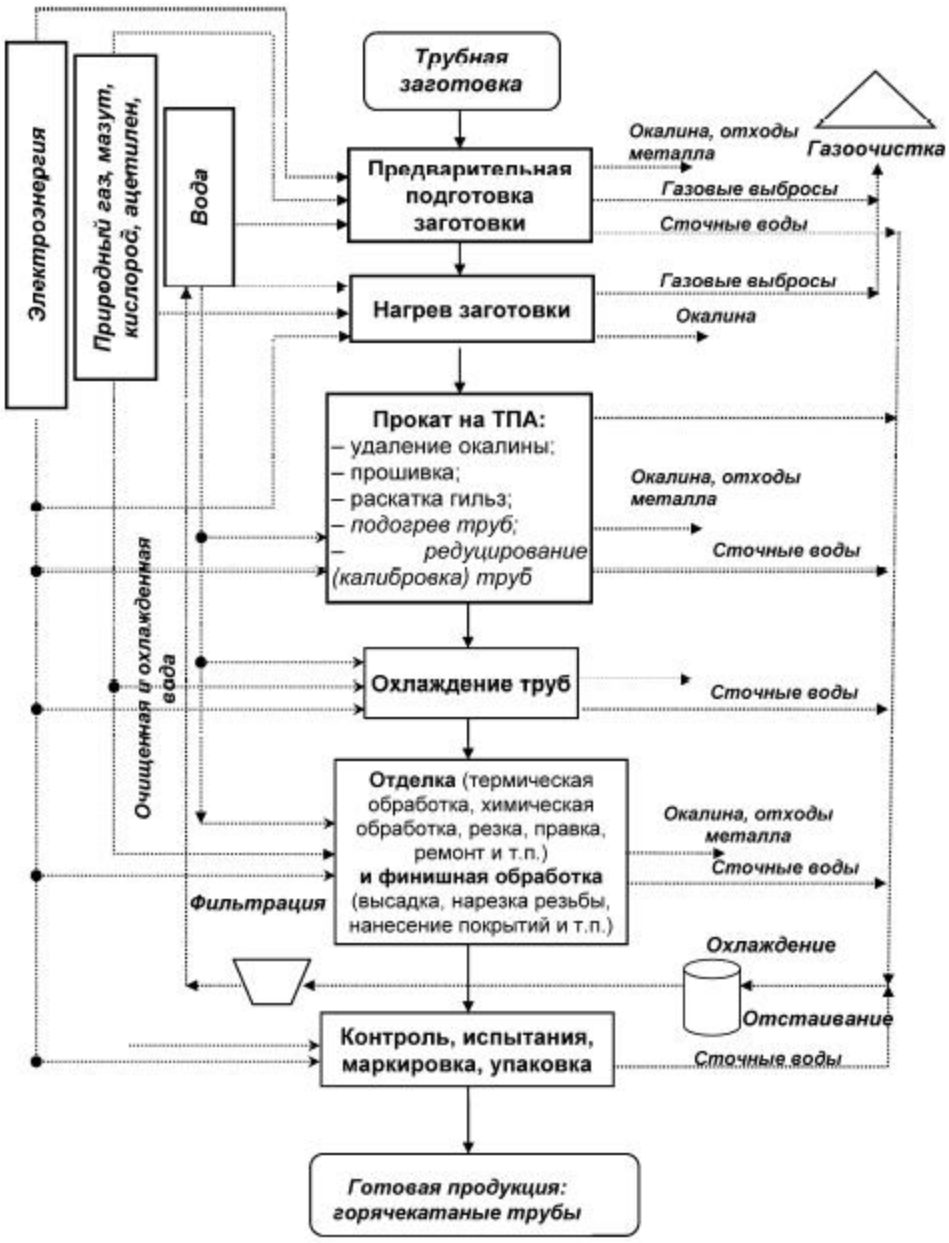


Рисунок 3.13. Общая схема технологических операций при производстве горячекатаных труб

Предварительная подготовка заготовки.

Поплавочная отгрузка годной литой заготовки железнодорожным или автотранспортом на склад хранения и подачи производится после предварительной аттестации.

В зоне подготовки непрерывно-литой заготовки производится измерение длины и веса заготовки для порезки на кратные мерные части. Литые заготовки в количестве 3 шт. Ø 300 мм и 4 шт. Ø 210 мм выкладываются на стол загрузки, после чего перемещаются на пилы № 1 или № 2 в зависимости от наличия "свободной ячейки"

перед и под пилой. Автоматической системой управление загрузочных столов, рольгангов, упоров производится по принципу "свободной ячейки". Отслеживание наличия заготовки для данной "ячейки" осуществляется при помощи фотодатчиков.

Далее заготовка по рольгангам перемещается к пилам холодного реза для порезки. Резку заготовки Ø 210 и 300 мм, осуществляют дисковыми пилами с твердосплавными напайками. Длина кратной мерной непрерывнолитой заготовки регулируется при помощи гидравлического упора, упор выставляется системой автоматики на необходимое расстояние относительно полотна лезвия и обеспечивает заданную длину кратной мерной заготовки.

После порезки кратные мерные заготовки транспортируются по рольгангам до упора к накопительным столам № 1, 2, 3. Передача заготовок с рольгангов на накопительный стол осуществляется при помощи подъемно-опускных секций рольгангов и поперечного перемещения цепного шлеппера. Заготовка перемещается по накопительному столу к центральному рольгангу. На каждом из столов имеется по 8 позиций для мерных заготовок. Далее кратная мерная непрерывнолитая заготовка по рольгангам перемещается к цепному шлепперу до упора и поднимается на уровень загрузочного стола карусельной печи.

Заготовка машиной загрузки транспортируется в карусельную печь после полного открытия заслонки на загрузочном проеме. После укладки заготовки на вращающийся под карусельной печью, машина загрузки возвращается на исходное положение, и заслонка на загрузочном проеме занимает позицию "закрыто".

Нагрев заготовки.

Основное требование к процессу нагрева заключается в получении равномерной по сечению и длине заготовки температуры 1280 °С перед прошивкой. Кроме того, режим нагрева в значительной мере влияет на качество готовых труб, состояние их наружной и внутренней поверхности. Всад мерной непрерывнолитой заготовки в карусельную печь производится после выхода печи на рабочий режим, температура металла перед посадкой в печь должна соответствовать внутрицеховой температуре.

Кольцевая печь – это промышленная печь, в которой перемещение заготовок происходит за счет вращения кольцевого пода. Поэтому иногда кольцевую печь называют печью с кольцевым подом или карусельной печью. Применяют главным образом для нагрева заготовок при прокатке труб.

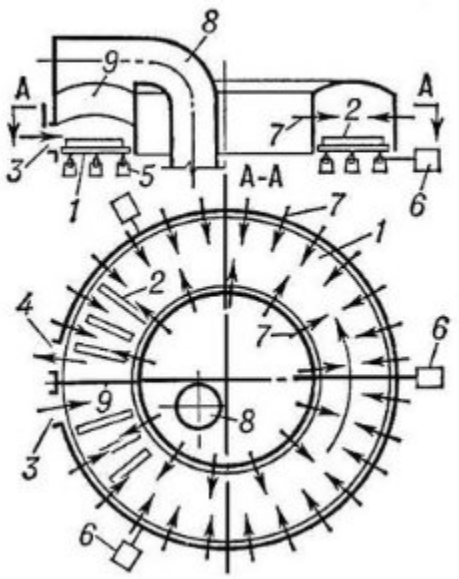
Кольцевые печи осуществляют нагрев металла за время поворота пода на $320 \div 340^{o}$. Вращение пода прерывистое, единичный угол его поворота соответствует шагу укладки заготовок. В момент остановки пода с помощью клещевых захватов загрузочной и выгрузочной машин производится ввод в печь и вывод из нее очередных заготовок. Горизонтальное расположение пода, герметичность печи благодаря наличию водяного или песочного затвора пода и минимальному числу окон (только для загрузки

, выгрузки, 1–2 контрольных), стационарное положение заготовок на поде, что сохраняет первичную окалину в процессе нагрева, — все это способствует уменьшению окалинообразования. При нагреве углеродистых сталей коэффициент угара составляет 0,5÷1 %. Расположение заготовок с зазором друг относительно друга и отсутствие подсасывания воздуха обеспечивают близкий к равномерному нагрев заготовок по сечению и длине.

Процесс прошивки, характеризующийся неблагоприятной схемой напряженного состояния, требует строгого соблюдения оптимальной температуры нагрева, при которой металл имеет максимальную пластичность. У углеродистых и низколегированных сталей в области температур прокатки пластичность обычно плавно повышается с ростом температуры; температура нагрева принимается максимально возможной, ограниченной повышенным окалинообразованием и перегревом.

Скорость нагрева заготовок из углеродистых и легированных сталей в кольцевых печах на практике ограничена тепловой мощностью печей.

Основными элементами конструкции печи являются вращающейся под и неподвижный кольцевой канал, перекрытый сводом. Конструкция кольцевой нагревательной печи приведена на рисунке 3.14



1 — кольцевой вращающийся под; 2 — нагреваемое изделие; 3 — окно загрузки; 4 — окно выдачи; 5 — опорный ролик; 6 — привод вращения пода; 7 — горелка; 8 — дымопровод для отвода продуктов сгорания из печи в боров; 9 — разделительная перегородка [3].

Рисунок 3.14. Конструкция кольцевой нагревательной печи

Для повышения эффективности работы кольцевой печи используется обогащение воздуха горения технологическим кислородом. Такое увеличение кислорода, значительно уменьшает удельный выход продуктов сгорания, что приводит к снижению потерь теплоты, а также увеличивается коэффициент полезного действия использования теплоты топлива. Что позволяет значительно снизить себестоимость продукции. [22]

Мерная заготовка после 1-й зоны поступает на загрузочный стол карусельной печи, фотодатчики обнаруживают заготовку и отправляют сигнал во второй уровень. Загрузка и разгрузка мерной заготовки производится синхронно при помощи машин загрузки и разгрузки. При повороте подины карусельной печи па одну позицию нагретая заготовка перемешается к окну выгрузки, а также освобождается место для всада мерной заготовки со стола загрузки. Максимальное количество позиции для нагрева мерной заготовки составляет 160 шт.

Посад заготовок в печь производится строго поплавочно, при этом отдельные плавки необходимо отделять друг от друга с разрывом в 1 позицию. Нагрев производится по мере перемещения заготовки от окна загрузки до окна выгрузки.

Регулирование температуры в автоматическом режиме осуществляется путем установки требуемой температуры в 7-й зоне. Система автоматического регулирования производит регулировку температурного режима по зонам нагрева таким образом, чтобы заготовки, пройдя с 1-й по 6-ю зону, имели температуру 1280 ^{o}C. Давление в печи 0,2÷0,8 МПа, давление бутана и воздуха горения в процессе нагрева металла регулируется автоматически.

Коэффициент избытка воздуха по зонам регулирования печи должен составлять 1÷ 1,1. Контроль изменения избытка воздуха в зависимости от темпа проката регулируется автоматически. Пламя горелок должно быть ярко-соломенного цвета.

Прокатка труб

Машина разгрузки перемещает нагретую заготовку из карусельной печи на разгрузочный стол. Со стола заготовка поднимается на уровень оси прокатки прошивного стана с коническими валками (предназначен для поперечно-винтовой прошивки литой заготовки в полые гильзы заданного размера). Для обеспечения целостности непрерывнолитой заготовки при ее установке в желоб предусмотрен механизм торможения заготовки после цепного шлеппера и укладчик во вводной желоб прошивного стана. При наличии заготовки в приемном желобе от фотодатчиков в систему поступает сигнал о наличии заготовки, после чего толкатель перемещает заготовку к валкам прошивного стана. При соприкосновении заготовки с валками прошивного стана обороты приводов валков возрастают, ускоряя процесс прошивки заготовок.

После прошивки гильза передается на входную сторону непрерывного стана, где в нее вводят предварительно смазанную длинную цилиндрическую оправку. Предварительно раскрученная по направлению вращения заготовки оправка с удлинителем во время прошивки удерживается по оси прокатки при помощи упорного подшипника, центрователями и паразитным центрователем. Вращение оправки производится при помощи прижимного ролика, передающего механическую энергию вращения удлинителю в направлении вращения заготовки. Центрователи раскрываются по мере прохода прошитой гильзы, в положение под гильзу и удерживается последним по ходу прокатки центрователем.

После окончания прошивки центрователи полностью открываются, гильза удерживается поддерживающими рольгангами, стрипперная тележка перемещает оправку с гильзой к стопорной вилке и охладительной ванне, затем к установке для нанесения смазки. Смазанные оправки подаются в желоб перед непрерывным станом.

Съем гильзы с удлинителя оправки производится при помощи стопорной вилки, во время перемещения стрипперной тележки в заднее положение.

Далее полая гильза при помощи перекладчиков перемещается на ось продувки антиокислительным порошком, передним торцом гильзы к форсункам станций дезоксидации. Продувка необходима для предотвращения образования окалины на внутренней поверхности гильзы. Количество деоксиданта и время продувки определяется в зависимости от внутренней площади гильзы.

После продувки прошитая гильза при помощи передаточной тележки передается с прошивного стана на непрерывный стан на удерживаемой оправке, состоящим из шести двухвалковых клетей для раскатки гильз в черновую трубу. При достижении передаточной тележкой позиции для перекладывания гильзы на ось прокатки непрерывного стана на удерживаемой оправке, производится повторная продувка внутренней части гильзы антиокислительным порошком. После продувки гильза при помощи перекладчиков подается на ось прокатки непрерывного стана на удерживаемой оправке. В автоматическом режиме оправка при помощи зубчатой рейки подается в стан через гильзу, при достижении расчетной позиции оправки и металла начинается вращение приводных рольгангов трайб-аппарата.

Далее через трехклетевой извлекательный стан (экстрактор), производится снятие черновой трубы с оправки, и труба попадает на стол нормализации. С выхода экстрактора черновые трубы перекладываются на рольганги и перемещаются к пилам горячего реза для порезки технологической обрези.

Режим работы стола нормализации труб выставляется в зависимости от марки стали и группы прочности металла, при этом температура металла перед загрузкой в печь повторного нагрева должна быть в пределах 300÷580 °С.

Нагретые в печи повторного нагрева до температуры 950 °С черновые трубы подаются по транспортировочным рольгангам к редукционному стану с натяжением,

состоящему из 24 клетей, для получения окончательных геометрических размеров, наружного диаметра и толщины стенки цельнокатаной трубы. По мере прохождения черновой трубы по рольгангам от датчиков в работу включается гидросбив окалины.

На выходе с редукционного стана труба через рольганги, сбрасыватель и перекладчик передается на стол охлаждения.

Охлаждение.

Работа стола охлаждения должна обеспечивать вращение трубы вокруг своей оси.

После охлаждения трубы перекладываются на накопительный стол, установленный в нижней части стола охлаждения, и передаются на транспортировочные рольганги и перемещается к упорам пил пакетной резки для порезки на мерную длину. Трубы мерной длины, полученные после порезки на пилах, направляются для дальнейшей обработки на участки отделки.

Отделка труб.

Участок отделки труб – состоит из двух линий термической обработки К1 и К2 и линии высадки концов насосно-компрессорных труб С3.

Линии термической обработки предназначены для улучшения механических свойств (придания дополнительной прочности, хладостойкости и коррозионной устойчивости путем получения мелкозернистой структуры) материала путем проведения закалки с последующим отпуском. Трубы поступают на линии термической обработки К1 (для обработки труб диаметром от 60 мм до 178 мм) или на линию К2 (для труб диаметром от 114 мм до 273 мм). Термическая обработка трубы выполняется посредством нагрева трубы в печи закалки (максимальный нагрев – 980 ^{0} С, нагрев выполняется сжиженным газом). После нагрева труба проходит через систему гидросбива окалины и систему закалки. Закалочная система состоит из трех секций, по периметру которых расположены форсунки для подачи воды на наружную поверхность трубы. После закалки трубы подвергаются повторному нагреву в печи отпуска (максимальная температура печи составляет 800 ^{0}С).

Участок С3 предназначен для получения высаженного конца трубы. Высадка представляет собой утолщение стенки по обоим концам трубы для упрочнения соединения между трубами при эксплуатации. Концы труб (250÷500 мм) предварительно нагреваются в индукционной печи до температуры 1200÷1250 ^{0}С, далее на высадочном прессе с помощью пресс-формы и штока выполняется формирование высадки на конце трубы. После формирования высадки конец трубы подвергается зачистке для удаления наплывов, несовершенств. После высадки труб одного пакета, с одной стороны, пакет труб переворачивается и производится высадка другого конца труб.

Участок обработки муфт С8 – предназначен для изготовления и обработки муфт для обсадных и насосно-компрессорных труб. На дисковых пилах трубные заготовки для

муфт режутся на муфтовые заготовки. Муфтовые заготовки поступают на резьбонарезные станки с ЧПУ для непосредственного нарезания резьбы. Резьбонарезка выполняется в автоматическом режиме по режимам обработки, установленным в технологической карте нарезки резьбы. Годные муфты в зависимости от требований заказчика или нормативной документации фосфатируются или подвергаются термодиффузионному цинкованию. Данные операции обеспечивают антикоррозионные , фрикционные свойства резьбовой поверхности.

Участок неразрушающего контроля – предназначен для контроля качества трубной продукции и состоит из четырех линий. На двух линиях контроля качества С2, С10 производится электромагнитная дефектоскопия тела трубы на наличие продольных и поперечных несовершенств, ультразвуковая толщинометрия и гидростатические испытания внутренним давлением. На линии С1контроля качества производится электромагнитная дефектоскопия, ультразвуковая дефектоскопия на наличие продольных и поперечных несовершенств, ультразвуковая толщинометрия, а также гидростатические испытания внутренним давлением. На линии С9 производится ультразвуковая дефектоскопия тела трубы на наличие продольных, поперечных, наклонных дефектов, расслоение, также наклонных дефектов, расслоение, а также ультразвуковая толщинометрия со 100% охватом поверхности трубы.

Участок финишной обработки труб – предназначен для финишной обработки труб и состоит из трех линий: С5 – линия отработки труб диаметром от 60 мм до 178 мм, С6 – линия обработки труб диаметром от 114 до 245 мм, С7 – участок обработки нефтегазопроводных или труб для паровых котлов и трубопроводов диаметром от 60 до 273 мм. Обработка на указанных линиях включает в себя следующие технологические операции:

нарезание резьбы или снятие фаски на обоих концах трубы. Операция выполняется на резьбонарезных/фасконарезных станах с ЧПУ в автоматическом цикле. Режимы резьбонарезки установлены в технологической карте, разработанной инженером-технологом для каждого сочетания типоразмера, группы прочности и нормативного документа. По завершению резьбонарезки проводится поэлементный контроль резьбы;

магнитопорошковая дефектоскопия каждого конца каждой трубы на наличие продольных и/или поперечных дефектов;

навинчивание муфты выполняется на муфтонаверточном станке в автоматическом режиме с соблюдением рекомендованных нормативной документацией моментов свинчивания;

автоматический контроль внутреннего диаметра шаблоном-дрифтером;

снабжение обработанных концов предохранительными деталями- протекторами;

автоматическое взвешивание и замер длины каждой трубы, нанесение в автоматическом режиме маркировки краской и/или клеймением, а также цветовой идентификации при наличии требования;

нанесение консервационного прозрачного покрытия на наружную поверхность труб для обеспечения защиты от коррозии на время транспортировки и хранения;

упаковка труб в шестиугольные пакеты, обвязка пакетов и оснащение пакетов труб идентификационными бирками.

Далее готовые пакеты труб перемещаются на склад трубопрокатной продукции для отгрузки заказчику.

Схематическое изображение технологии производства труб представлена на рисунках 3.15 и 3.16:

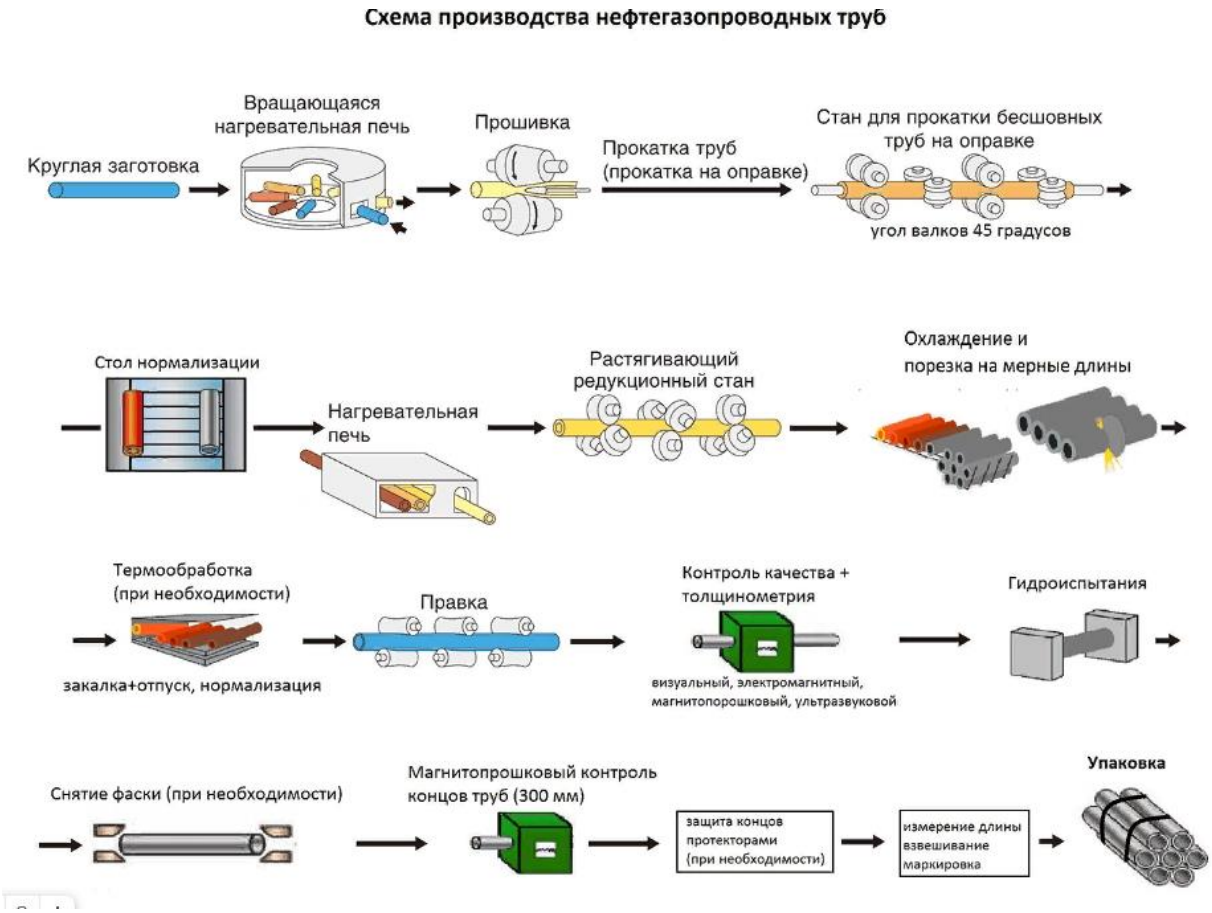


Рисунок 3.15. Схема производства нефтегазопроводных труб

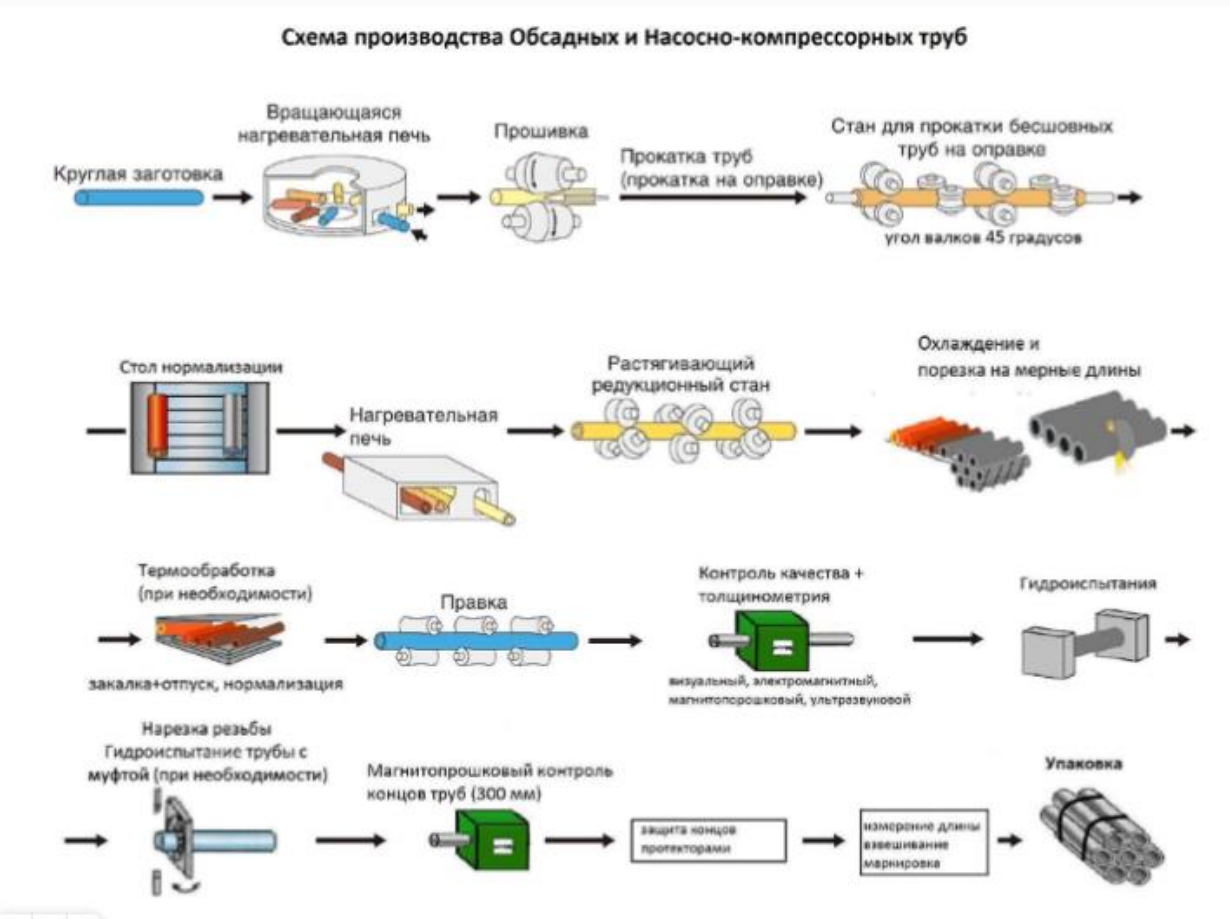


Рисунок 3.16. Схема производства обсадных и насосно-компрессорных труб

При трубопрокатном производстве на предприятиях используются следующие сырьевые и энергетические ресурсы:

котельно-печное топливо (различные виды газа (доменный, коксовый, природный), мазут, кислород);

электрическая энергия;

вода.

В таблице 3.17 представлены текущие объемы потребления энергетических ресурсов, применяемых при трубопрокатном производстве, с разделением по стадиям производства согласно данным КТА.

Таблица 3.17. Текущие объемы потребления энергетических ресурсов и воды при трубопрокатном производстве

№ п/п	Наименование объекта	Потребляемый ресурс	Целевое назначение использования	Единица измерения	Удельное энергопотребление
1	2	3	4	5	6
1	D	Электрическая энергия	Нагрев заготовок	тыс.кВт*ч/ ед.прод	0,29 – 0,33
2	D	Электрическая энергия	Прокатка труб	тыс.кВт*ч/ ед.прод	0,29 - 0,33

3	D	В о д а техническая	Прокатка труб	тыс.м^3/ед.прод	0,0002 – 0,00025
4	D	Электрическая энергия	Термическая обработка труб	тыс.кВт*ч/ ед.прод	0,025 – 0,026
5	D	В о д а техническая	Термическая обработка труб	тыс.м^3/ед.прод	0,00008 – 0,00007
6	D	Котельно-печное топливо	Термическая обработка труб	тыс.м^3/ед.прод	0,00012 – 0,00015
7	D	В о д а техническая	Высадка концов труб	тыс.кВт*ч/ ед.прод	0,046 – 0,054
8	D	Электрическая энергия	Высадка концов труб	тыс.м^3/ед.прод	0,0001 – 0,0002

3.7.1. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду

Выбросы в атмосферный воздух

Наибольший вклад в валовые выбросы при производстве труб дают нагревательные печи различного назначения. Основными загрязняющими веществами (ЗВ), поступающими в атмосферу от печей, являются газообразные продукты неполного сгорания топлива, поэтому главным направлением снижения выбросов в атмосферу является энергосбережение.

В выбросах пыли трубного производства основной составляющей являются оксиды железа. Наибольшее пылевыделение происходит в результате погрузочно-разгрузочных работ и производства труб. Борьба с пылегазовыми выбросами в черной металлургии требует больших капитальных и эксплуатационных затрат и осложняется тем, что выбросы образуются на всех стадиях металлургического передела и зачастую носят неорганизованный характер. С помощью различных технических устройств (зонды, кожухи и т. д.) неорганизованные выбросы можно собирать и направлять на очистные сооружения. Отходящие производственные газы, поступающие в атмосферу и содержащие ЗВ, должны быть очищены до такого уровня, чтобы приземные концентрации ЗВ не превышали установленных допустимых значений. Для этого используется:

организация технологического процесса, реализующего идеи экологически чистого производства, минимизирующего образование загрязняющих веществ;

рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере с помощью высоких дымовых труб ;

очистка газов от загрязняющих веществ с помощью пылеуловителей, газопромывателей и других очистных устройств.

Источниками образования газообразных загрязняющих веществ являются производственные процессы нагрева заготовок и труб в процессе производства, термической обработки труб. В качестве топлива в печах используется природный газ, в процессе сжигания в атмосферный воздух выделяются азота оксиды и углерода оксид

, а также в результате нагрева заготовки и труб – железа оксид (III). Масса отходящих газов зависит от расхода потребляемого газа и конструкционных особенностей печей. Снижение воздействия достигается за счет рассеивания отходящих газов в атмосфере, площадь рассевания зависит от высоты дымовой трубы и движения масс воздуха. Наиболее часто для отвода выбросов от печей применяются трубы с высотой от 20 до 110 м.

Выбросы твердых загрязняющих веществ (взвешенные вещества, пыль неорганическая, содержащая кремния менее 20 % и железа оксид (III) от процессов проката, прессования, сварки и отделки труб улавливают, а затем направляют на очистные сооружения различного типа с использованием как сухого, так и мокрого методов очистки. В трубном производстве среди аппаратов сухой очистки газа наибольшее распространение получили рукавные фильтры, а среди аппаратов мокрой очистки – форсуночные скрубберы и скрубберы Вентури.

Водопотребление и сточные воды.

Сточные воды образуются при охлаждении прокатного оборудования, очистке технологических газов и аспирационного воздуха, обработке металла, гидротранспортировке отходов производства.

Для снижения водопотребления в технологических процессах современное производство труб оснащается оборотными системами с доочисткой воды до требуемых технических нормативов для повторного использования. Большая часть сточных вод образуется при бесконтактном охлаждении оборудования и относится к " условно-чистым" стокам, имеющим только повышенную температуру. Для охлаждения условно-чистых стоков используют градирни различной конструкции.

Загрязненные стоки образуются при контактном охлаждении оборудования и технологического инструмента, гидросбиве окалины, в процессе термической обработки, при охлаждении и гидравлическом испытании труб и содержат различные примеси: окалину, масло, эмульсию. Для очистки загрязненных стоков в локальных оборотных циклах используются разные методы очистки, наиболее часто применяется осаждение загрязняющих веществ в отстойниках, механическая очистка, обработка коагулянтами.

Водовыпусков от отдельных технологий производства труб, как правило, не существует. Крупные предприятия по производству труб на одной площадке производят трубы различного назначения с использованием разных технологий, часто с собственным производством трубной заготовки, поэтому промышленные и ливневые стоки собираются в целом по предприятию и после очистки направляются в водовыпуски. Состав стоков в водовыпуске трубных предприятий зависит от используемых технологий.

Отходы производства.

В производстве трубных изделий образуются твердые отходы: окалина, стружка, металлосодержащая пыль, в процессе травления поверхности труб образуются различные по составу шламы. Основная масса отходов производства и побочной продукции образуется в результате ремонта и замены устаревшего оборудования, замены масел в гидравлических системах и оборудовании, при шлифовке металлических поверхностей, а также в процессе эксплуатации очистного оборудования (замена фильтровальных материалов, осадок очистки сточных вод).

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

В настоящем разделе описываются общие методы, применяемые при осуществлении технологических процессов для снижения их негативного воздействия на окружающую среду и не требующие технического переоснащения, реконструкции объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду.

Перечень техник, описанный в данном разделе, не является исчерпывающим. Могут использоваться другие техники при условии обеспечения уровня защиты окружающей среды.

К снижению нагрузки на окружающую среду приводят общие организационные мероприятия по совершенствованию подходов к управлению и организации производства, учет аспектов воздействия на окружающую среду объектов на стадии разработки проектной документации, выбору материалов и реагентов с минимально возможным негативным воздействием на окружающую среду, мероприятия по переходу на малоотходные/безотходные технологии, логистика производства, контроль эффективности производственного процесса, внедрение автоматизированных систем управления производственными процессами, обеспечение безаварийной эксплуатации производства, подготовка и повышение квалификации персонала и др.

4.1. Комплексный подход к защите окружающей среды

Для комплексного предотвращения или минимизации выбросов необходимо использовать методы и примеры, которые позволяют избежать или ограничить выбросы в воздух, воду или почву, и при этом обеспечивается высокий уровень защиты окружающей среды в целом; необходимо принимать во внимание следующие факторы: безопасность установки, влияние утилизации отходов на окружающую среду, экономичное и эффективное использование энергии.

Неизбежные выбросы необходимо улавливать на источнике (в месте возникновения); способы и меры по ограничению уровня выбросов должны соответствовать современному уровню технического развития.

Положения настоящего Справочника по НДТ не должны выполняться путем принятия мер, при которых загрязнения переносятся в другие среды, например, в воду или почву, вопреки современному уровню технического развития. Эти меры должны

быть направлены на снижение как массовой концентрации, так и массовых потоков или массовых пропорций исходящих от установки загрязняющих воздух веществ. Они должны надлежащим образом применяться во время эксплуатации установки.

При определении требований необходимо, в частности, учитывать следующие факторы:

выбор интегрированных технологических процессов с максимально высоким выходом продукции и минимальным объемом эмиссий в окружающую среду в целом;

оптимизация процесса, например, путем широкого использования исходных материалов и производства побочных продуктов;

замещение канцерогенных, мутагенных или отрицательно влияющих на репродуктивность исходных материалов;

сокращение объема отходящих газов, например, путем использования систем рециркуляции воздуха, с учетом требований техники безопасности;

экономия энергии и сокращение выбросов газов, влияющих на климат, например, путем оптимизации энергозатрат при планировании, строительстве и эксплуатации установок, утилизации энергии внутри установки, использования теплоизоляции.

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

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

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

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

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

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

декларировании экологической политики предприятия;

подготовке и проведению сертификации производства в системе экологического менеджмента;

выполнении производственного экологического контроля и мониторинга компонентов окружающей среды;

получении экологических разрешений от специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды;

осуществлении контроля за выполнением и соблюдением требований экологического законодательства и пр.

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

К примеру, установка влажных фильтров при газоочистке позволяет сократить загрязнение воздуха, но ведет к еще большему загрязнению воды если сточные воды не обрабатываются должным образом. Использование очистных сооружений, даже самых эффективных, резко сокращает уровень загрязнения окружающей среды, однако не решает этой проблемы полностью, поскольку в процессе функционирования этих установок тоже вырабатываются отходы, хотя и в меньшем объеме, но, как правило, с повышенной концентрацией вредных веществ.

Для очистки промышленных стоков используют механический способ и реагентную химическую очистку. Также разрабатываются и внедряются безреагентные способы: электрохимический, электроионитовый, применение ионнообменных смол, озонирование. Механические методы используются в основном как предварительные. Они предназначены для отделения от воды нерастворимых примесей различной крупности. Для этих целей используют решетки, барабанные сетки, фильтры, песколовки, отстойники, нефтеловушки, смоложиромаслоуловители. Основным оборудованием механической очистки сточных вод являются отстойники различных принципов действия, отстойные пруды. В настоящее время для механической очистки применяют гидроциклоны, требующие значительно меньших площадей и отличающиеся более высокой производительностью. Сточные воды после механической очистки в зависимости от состава и предъявляемых к ним требований направляют на химическую, физико-химическую или биологическую очистку. Химическую реагентную очистку применяют в случаях, когда выделение загрязнений возможно только в результате химической реакции между примесью и реагентом с образованием новых веществ, которые легко удалить. Для такой очистки используют реакции окисления, нейтрализации, перевод вредных примесей в безвредные, обезвреживание методом хлорирования и др. Подобные методы требуют большого расхода реагентов. Кроме того, образующиеся в результате реакции соединения

необходимо удалять из стоков и обрабатывать. Наиболее широко применяется нейтрализация сточных вод для удаления из них кислот, щелочей, солей металлов.

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

Использование определенных типов отходов в качестве альтернативных видов топлива позволит снизить использование ископаемого природного топлива, объемы накопления образованных отходов и снижению выбросов. Однако, при подборе материала должны учитываться химический состав отхода и экологические последствия, которые может вызвать процесс переработки каждого вида отходов.

Технологические операции, связанные с отключением или обходом систем очистки отходящих газов, должны разрабатываться и осуществляться с учетом низкого уровня выбросов, а также контролироваться путем фиксации соответствующих технологических параметров. На случай выхода из строя очистного оборудования необходимо предусмотреть меры для незамедлительного максимального сокращения выбросов с учетом принципа соразмерности.

4.2. Внедрение систем экологического менеджмента

Описание

Система, отражающая соответствие деятельности предприятия целям в области охраны окружающей среды. СЭМ являются наиболее действенными и эффективными, когда они образуют неотъемлемую часть общей системы менеджмента и операционного управления производством.

Техническое описание

СЭМ является методом, позволяющим операторам установок решать экологические проблемы на систематической и очевидной основе. Все действующие СЭМ включают концепцию непрерывного совершенствования, а это означает, что управление окружающей средой – это непрерывный процесс, а не проект, который в итоге подходит к концу. 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, такой как ISO 14001:2015, может повысить доверие к СЭМ, особенно при условии надлежащей внешней проверки. Однако не стандартизированные системы могут в принципе быть одинаково эффективными при условии того, что они должным образом разработаны, внедрены и проверены аудитом.

Стандартизированные системы ISO 14001:2015 и не стандартизированные системы в принципе применяются к организациям, настоящий документ использует более узкий подход, не считая всех видов деятельности организации, например, в отношении их продуктов и услуг.

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:

а) структура и ответственность;

б) набор, обучение, информированность и компетентность персонала, чья работа может повлиять на экологические показатели;

в) внутренние и внешние коммуникации;

г) вовлечение сотрудников на всех уровнях организации;

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

е) эффективное оперативное планирование и контроль процессов;

ж) программа технического обслуживания;

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

и) обеспечению соответствия экологическому законодательству;

6. Обеспечение соблюдения экологического законодательства.

7. Проверку работоспособности и принятие корректирующих мер с уделением особого внимания к следующим действиям:

а) мониторинг и измерение;

б) корректирующие и превентивные действия;

в) ведение записей;

г) независимый внутренний и внешний аудит для определения соответствия СЭМ запланированным мероприятиям и надлежащим ли образом она внедряется и поддерживается.

8. Обзор СЭМ и ее постоянную пригодность, адекватность и эффективность со стороны высшего руководства.

9. Подготовка 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 от возможного снятия с эксплуатации установки на этапе проектирования нового завода и на протяжении всего срока его службы.

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. Система экологического менеджмента 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.

Принципы экологического менеджмента нацелены на предотвращение негативного воздействия установки на окружающую среду в целом.

На ряде предприятий, рассмотренных в рамках данного Справочника по НДТ, функционируют СЭМ. Так, на АО "ССГПО" функционирует интегрированная система менеджмента (ИСМ), включающая в себя систему менеджмента качества (СМК),

систему управления охраной окружающей среды (СУООС), систему управления охраной труда (СУОТ) и систему энергетического менеджмента (СЭнМ).

СМК, СУООС, СУОТ и СЭнМ сертифицированы на соответствие требованиям международных стандартов ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 и ISO 50001:2018.

На АО "АрселорМиттал Темиртау" существуют интегрированные системы экологического менеджмента (ISO 14001), управления охраной здоровья и техникой безопасности (ISO 45001:2018), контроля качества (ISO 9001) и энергетического менеджмента (ISO 50001) внедрена и функционирует, но не сертифицирована.

Предприятия ПФ ТОО "Кастинг" и ПФ ТОО "KSP Steel" сертифицировано на соответствие системе менеджмента качества на базе МС ISO 9001, экологического менеджмента ISO 14001 и безопасности труда ISO 45001:2018.

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. Область охвата (например, уровень детализации) и формы системы экологического менеджмента должны соответствовать эксплуатационным характеристикам применяемого технологического оборудования и уровню ее воздействия на окружающую среду.

Экономика

Определение стоимости и экономической эффективности внедрения и поддержания действующей системы экологического менеджмента определяется в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Система экологического менеджмента может обеспечить ряд преимуществ, например:

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 др.

4.3. Внедрение систем энергетического менеджмента

НДТ состоит во внедрении и поддержании функционирования системы энергоменеджмента (далее – СЭнМ). Реализация и функционирование СЭнМ может

быть обеспечено в составе существующей системы менеджмента (например, системы экологического менеджмента) или создания отдельной системы энергоменеджмента.

В состав СЭнМ входят, в той мере, в какой это применимо к конкретным условиям, следующие элементы: приверженность высшего руководства в отношении системы менеджмента энергоэффективности на уровне предприятия; политика в области энергоэффективности, утвержденная высшим руководством предприятия; планирование, а также определение целей и задач; разработка и соблюдение процедур, определяющих функционирование системы энергоменеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 50001.

Руководства и процедуры системы должны уделять особое внимание следующим вопросам:

организационной структуре системы;

ответственности персонала, его обучению, повышение компетентности в области энергоэффективности;

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

вовлечению персонала в мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности;

ведению документации и обеспечению эффективного контроля производственных процессов;

обеспечению соответствия законодательным требованиям в области энергоэффективности и соответствующим соглашениям (если таковые существуют);

определению внутренних показателей энергоэффективности и их периодической оценке, а также систематическому и регулярному сопоставлению их с отраслевыми и другими подтвержденными данными.

При оценке результативности ранее выполненных и внедрении корректирующих мероприятий должно уделяться особое внимание следующим вопросам:

мониторингу и измерениям;

корректирующим и профилактическим действиям;

ведению документации;

внутреннему (или внешнему) аудиту с целью оценки соответствия системы установленным требованиям, результативности ее внедрения и поддержания ее на соответствующем уровне;

регулярному анализу СЭнМ со стороны высшего руководства на соответствие целям, адекватности и результативности;

учету при проектировании новых установок и систем возможного воздействия на окружающую среду, связанное с последующим выводом их из эксплуатации;

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

Оценка опыта внедрения СЭнМ на предприятиях как в Республике Казахстан, так и за рубежом показывает, что организация и внедрение СЭнМ позволяет снизить потребление энергии и ресурсов ежегодно на 1–3 % (на начальном этапе до 10-20 %), что соответственно приводит к снижению выбросов вредных веществ и парниковых газов. Применение энергетического менеджмента на предприятиях играет огромную роль для ограничения выбросов парниковых газов (ПГ).

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

улучшение экологических показателей;

повышение энергоэффективности;

повышение уровня мотивации и вовлечения персонала;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат улучшения качества продукции.

4.4. Мониторинг эмиссий

Мониторинг представляет собой систематические наблюдения за изменениями химических или физических параметров в различных средах, основанный на повторяющихся измерениях или наблюдениях с определенной частотой, в соответствии с задокументированными и согласованными процедурами.

Мониторинг проводится для получения достоверной (точной) информации о содержании загрязняющих веществ в отходящих потоках (выбросы, сбросы) для контроля и прогнозирования возможных воздействий на окружающую среду. Одним из наиболее важных вопросов является контроль эффективности процессов связанных с очисткой выбросов, сбросов, удалением и переработкой отходов для того, чтобы можно было провести анализ о достижимости поставленным экологическим целям, а также выявлению и устранению возможных аварий и инцидентов.

Частота проведения мониторинга зависит от вида загрязняющего вещества (токсичность, воздействие на ОС и человека), характеристик используемого сырьевого материала, мощности предприятия, а также применяемых методов сокращения эмиссий , при этом она должна быть достаточной для получения репрезентативных данных по тому параметру, мониторинг которого проводится. В большинстве случаев для получения информации о концентрации загрязняющих веществ в отходящих потоках используются среднесуточные значения или среднее значение за определенный период выборки.

Используемые для мониторинга методы, средства измерений, применяемое оборудование, процедуры и инструменты, должны соответствовать стандартам,

действующим на территории РК. Использование международных стандартов должно быть регламентировано НПА РК.

Перед проведением замеров необходимо составление плана мониторинга, к котором должны быть учтены такие показатели как: режим эксплуатации установки (непрерывный, прерывистый, операции пуска и останова, изменение нагрузки), эксплуатационное состояние установок по очистке газа или стоков, факторы возможного термодинамического воздействия.

При определении методов измерений, определении точек отбора проб, количестве проб и продолжительности их отбора, необходимо учитывать такие факторы как:

режим работы установки и возможные причины его изменения;

потенциальная опасность выбросов;

время, необходимое для отбора проб, с целю получения репрезентативных данных.

Обычно при выборе эксплуатационного режима для проведения измерения выбирается режим, при котором могут быть отмечено максимальное воздействие на окружающую среду (максимальная нагрузка).

При выполнении мониторинга атмосферного воздуха основное внимание должно уделяться состоянию окружающей среды в зоне активного загрязнения (для источников загрязнения атмосферы).

Мониторинг технологических газов предоставляет информацию о составе технологических газов и о косвенных выбросах при сгорании технологических газов, таких как выбросы пыли, тяжелых металлов и SO_x.

Для определения концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, может быть использован произвольный отбор проб или показатели объединенных суточных проб (в течение 24 часов), основанные на отборе проб пропорционально расходу или усредненные по времени.

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

Мониторинг эмиссий может проводиться как прямым методом (инструментальные замеры), так и непрямым методом (расчетные методики). При этом метод, основанный на проведении инструментальных замеров, зависит от частоты отбора проб, и может быть периодическим или непрерывным. Каждый из перечисленных методов имеет свои преимущества и недостатки.

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);

объем газовоздушной смеси;

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, содержание кислорода и пыли в газе могут указывать на разложение ПХДД/Ф. Значение pH в сточных водах может также использоваться для определения эффективности осаждения металлов.

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 выбросов предполагает постоянное измерение автоматизированной системой мониторинга, установленной на источнике выбросов.

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. [23]

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 (т. е. 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 концентрации 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 прогнозируемыми значениями концентраций.

Местоположения точек отбора должны соответствовать стандартам безопасности и гигиены труда, быть легкодоступными и иметь достаточный размер.

Воздействие предприятия на водные ресурсы определяется оценкой рационального использования воды, степенью загрязнения сточных вод, возможностями их очистки на локальных очистных сооружениях, решением вопросов регулирования, сброса и очистки поверхностного стока.

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:

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

контроля протекания технологических процессов производства (сбор, хранение и подготовка сырьевых материалов, процессов, связанных с термической обработкой (обжиг/плавка), сопутствующие процессы для получения готовой продукции, в соответствии с установленными стандартами;

контроль эффективности эксплуатации пылегазоочистного оборудования;

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

Все методы и инструменты, используемые для мониторинга эмиссий в атмосферный воздух, устанавливаются и определяются соответствующими национальными 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 (автоматизированный мониторинг), 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 пр.);

использование устройств для оптического мониторинга (обнаружение и определение концентраций загрязняющих веществ в результате утечки с подветренной от предприятия стороны с использованием электромагнитного излучения, которое поглощается и/или рассеивается загрязняющими веществами);

метод материального баланса (учет входного потока вещества, его накопление, выходной поток этого вещества, а также его разложение в ходе технологического процесса, после чего остаток считается поступившим в окружающую среду в виде выбросов);

выпуск газа-трассера в различные выбранные точки или зоны на территории предприятия, а также в точки, расположенные на разной высоте на этих участках;

метод оценки по принципу подобия (количественная оценка выбросов исходя из результатов измерения качества воздуха с подветренной стороны, с учетом метеорологических данных);

оценка мокрых и сухих осаждений 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:

pH 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.

4.5. Управление водными ресурсами

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 массу других аспектов.

Снижение потребление 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:

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 предусмотреть меры по ведению мониторинга качества воды, сбрасываемой из зон хранения и смешивания, если такие стоки находятся вблизи селитебной территории;

Достигнутые экологические выгоды

Снижение потребления водных ресурсов, повышение показателей экологической эффективности.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Предприятие ПФ ТОО "KSP Steel" использует технологии, направленные на предотвращение загрязнения водного бассейна и минимизацию водопотребления: учет водопотребления и водоотведения, применение локальных оборотных циклов, применение оборотного водоснабжения, применение замкнутых водооборотных систем , обезвоживание шламов.

Для сокращения потребления свежей технической воды АО "АМТ", организована система оборотного водоснабжения через пруд-охладитель. Пруд-охладитель создан путем отделения части Самаркандского водохранилища намывом ограждающей дамбы, с последующим формированием откосов и гребня дамбы длиной около 8,6 км.

Кросс-медиа эффекты

Сокращение потребления первичных водных ресурсов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Управление водными ресурсами на интегрированном металлургическом заводе будет в первую очередь ограничиваться наличием и качеством пресной воды и требованиями законодательства. На существующих заводах 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. Управление отходами

В целях предотвращения загрязнения компонентов окружающей среды система управления отходами должна быть основана на применении общепринятых технологий обращения с отходами и осуществляться в соответствии с требованиями действующего экологического законодательства, международных и внутренних стандартов.

Процесс управления отходами включает в себя этапы: образование отходов, накопление на месте их образования (временное складирование отходов в специально установленных местах до целесообразного вывоза), сбор отходов, включая вспомогательные операции по первичной обработке и сортировке отходов в процессе их сбора, транспортировка отходов для дальнейшего обращения с ними, восстановление отходов (подготовка к повторному использованию, переработка, использование отходов в качестве вторичного энергетического или материального ресурса), удаление отходов (захоронение или уничтожение).

Обращение с каждым видом отходов производства и потребления зависит от их происхождения, агрегатного состояния, физико-химических свойств субстрата, количественного соотношения компонентов и степени опасности отхода.

Сбор, накопление отходов осуществляется только в специально установленных и оборудованных местах согласно требованиям законодательства Республики Казахстан (контейнерах, емкостях, площадках, складах, хранилищах и др.) раздельно, в соответствии с видом каждого отхода, методами утилизации, реализацией и обезвреживанием. Хранение отходов в контейнерах позволяет предотвратить утечки, уменьшить уровень их воздействия на окружающую среду, а также воздействие погодных условий на состояние отходов.

В интересах охраны окружающей среды и обеспечения устойчивого развития Республики Казахстан должен применяться принцип приоритетного применения различных способов обращения с отходами в виде иерархии мер по предотвращению образования отходов и управлению образовавшихся отходов в порядке их убывания:

1)предотвращение образования отходов;

2)подготовка отходов к повторному использованию;

3)переработка отходов;

4)утилизация отходов;

5) удаление отходов.

Такие методы как удаление отходов или захоронение, сжигание без получения энергии, сжигание как производство и восстановление энергии как методы утилизации отходов применяются, если ни один из вышеперечисленных способов управления отходами не может быть использован. Такие методы относятся к менее предпочтительным.

Кроме качественного критерия при определении приоритетных для сбора видов отходов необходимо обратить внимание на следующие важные критерии:

количество удаляемых и утилизируемых отходов;

экономический аспект;

доступность специализированных мощностей по обращению с отходами.

Принцип экономической целесообразности по обращению с отходами подразумевают под собой, как минимум, следующее:

для подтверждения того, что используемый технический метод по утилизации/ переработке отходов является приемлемым, он должен соответствовать наилучшим доступным техникам;

образование должно быть стабильным из года в год, для компании-переработчика отходов от объема образования зависит подбор мощности оборудования;

доступность специализированных мощностей по обращению с отходами, подразумевает, в том числе, принцип близости к источнику.

Сведение отходов к минимуму посредством оптимизации процесса и насколько возможно большего использования остатков и отходов, является существующей практикой на сегодняшний день на многих предприятиях.

4.7. Снижение уровней физического воздействия

Шум и вибрация являются общераспространенными проблемами в данном секторе промышленности, а их источники встречаются во всех отраслях.

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, оказывает влияние не только на слуховой анализатор, но действует на структуры головного мозга, вызывая сдвиги в различных функциональных системах организма. Среди многочисленных проявлений неблагоприятного воздействия шума на организм человека выделяются: снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда, появление шумовой патологии.

В настоящее время имеется некоторая информация о причинах и подходах для предотвращения и сведения к минимуму шума и вибрации. Влияние шума на операторов внутри установки не рассматривается в рамках данного документа.

Новые установки могут характеризоваться низким уровнем шума и вибрации. Надлежащее техническое обслуживание способствует предотвращению разбалансировки оборудования (вентиляторы, насосы). Соединения между

оборудованием могут быть сконструированы специальным образом для предотвращения или минимизации передачи шума.

Чтобы снизить уровень шума и предотвратить его распространение на ближайшую территорию, могут быть применены различные технические решения по снижению шума:

регулярное техобслуживание оборудования, герметизация и ограждение вызывающих шум технических средств;

сооружение шумозащитных валов;

звукоизоляция оборудования и инструментов с помощью глушителей, резонаторов, кожухов;

акустически рациональные планировочные решения в проектировании зданий, помещений, сооружений;

ограждение шумного оборудования;

определение перечня оборудования с превышением норм по генерации шума (в соответствии с отраслевыми нормами);

малошумные оборудования;

закрытие дверей и окон в закрытых помещениях, если это возможно;

оборудование для контроля шума и вибрации.

Перечисленные меры доступны к применению на действующих, модернизируемых и новых объектах. Если вышеупомянутые технические решения не могут быть применены и, если установки, выделяющие шум, невозможно перевести в отдельные здания, например, из-за размера печей и их средств обслуживания, применяются вторичные технические решения, например строительство зданий или природных барьеров, таких как растущие деревья и кустарники между селитебной зоной и источником активного шума. Двери и окна защищаемого пространства должны быть плотно закрыты в период эксплуатации шумовыделяющих установок.

Так, на ПФ ТОО "KSP Steel", ПФ ТОО "Кастинг" для снижения акустического воздействия выполнены виброизоляция производств/агрегатов, звукоизоляция зданий для укрытия любых шумопроизводящих операций, включая оборудование для переработки материалов.

Для снижения уровня шума АО "АМТ" использует следующие методы: ограждение агрегатов, виброизоляция, звукоизоляция, применение глушителей.

Вибрация — это механическое колебательное движение системы с упругими связями. Вибрацию по способу передачи на человека (в зависимости от характера контакта с источниками вибрации) условно подразделяют на: местную (локальную), передающуюся на руки работающего, и общую, передающуюся через опорные поверхности на тело человека, в положении сидя или стоя.

Общая вибрация в практике гигиенического нормирования обозначается как вибрация рабочих мест. В производственных условиях нередко имеет место совместное воздействие местной и общей вибрации.

Наиболее действенным средством защиты человека от вибрации является устранение непосредственно его контакта с вибрирующим оборудованием. Осуществляется это путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, автоматизации и замены технологических операций.

Снижение неблагоприятного действия вибрации ручных механизированных инструментов на оператора достигается путем технических решений:

уменьшением интенсивности вибрации непосредственно в источнике (за счет конструктивных усовершенствований);

средствами внешней виброзащиты, которые представляют собой упругодемпфирующие материалы и устройства, размещенные между источником вибрации и руками человека-оператора;

виброизоляция производств/агрегатов.

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, образование отходов с применение одной или нескольких техник, в целях комплексного предотвращения загрязнения окружающей среды.

5.1. НДТ, направленные на внедрение систем автоматизированного контроля и управления в технологическом процессе

5.1.1. Автоматизированные системы управления технологическим процессом

Описание

Автоматизация технологического процесса - совокупность методов и средств, предназначенная для реализации системы или систем, позволяющих осуществлять управление самим технологическим процессом без непосредственного участия человека, либо оставления за человеком права принятия наиболее ответственных решений.

Как правило, в результате автоматизации технологического процесса создается АСУ ТП.

Основа автоматизации технологических процессов — это перераспределение материальных, энергетических и информационных потоков в соответствии с принятым критерием управления (оптимальности). В качестве оценочной характеристики может выступать понятие уровня (степени) автоматизации.

Техническое описание

Создание крупных металлургических агрегатов и их комплексов позволяет более эффективно использовать сырье, топливо, капиталовложения, открывает широкие возможности для достижения высоких технико-экономических показателей при значительном снижении численности обслуживающего персонала.

Управление интенсифицированными технологическими процессами крупных металлургических агрегатов представляет сложную задачу, решение которой возможно с помощью применения современных методов и средств управления, достигнутых мировой техникой.

Большой ассортимент и значительный объем выпускаемой продукции, разнообразие технологических процессов, агрегатов и режимов их работы — все это требует высокого уровня организации системы управления комплексом. Создание взаимосвязанных систем управления АСУТП и АСУП, сосредоточенных на основной производственной деятельности комплекса, является важнейшей задачей.

Таблица 5.1. Виды автоматизированных систем в зависимости от технологии

№ п.п.	Наименование автоматизированных систем
1	2
Доменные печи	
1	Автоматический контроль и управление доменным процессом
2	Автоматический контроль и управление газораспределением
Горячекатаный прокат	
3	Автоматизация нагревательных печей
4	Автоматизация процессов прокатки полос

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов ресурсов в технологических процессах.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Общесистемные решения, принятые 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. Объем необходимых физических устройств и модулей имеет возможность обработки дополнительных сигналов в объеме не менее 15 % (по входам и выходам) и имеет минимальный запас емкости памяти для управления, сигнализации, программирования и дальнейшей модернизации процесса управления не менее 20 %.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства.

Повышение уровня автоматизации и культуры производства.

Повышение качества выпускаемой продукции

Технические соображения, касающееся 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 (АСУТП) (печи, котлы и т. д.)

Описание

Автоматизация технологического оборудования предприятий черной металлургии, обусловлено, спецификой эксплуатации основного оборудования и характеризуются 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.

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

Техническое описание

АСУТП предназначена для управления технологическим процессом термообработки сырья на технологическом оборудовании (печи, прокатные станы и т. д.), а также управлении механизмами и электроприводами, входящими непосредственно в состав комплекса оборудования.

Целями разработки АСУТП являются:

создание условий для устойчивой работы технологического оборудования и гарантированного удержания показателей ее 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 ее эксплуатации;

снижение расхода энергоресурсов за счет применения современных, высокоточных средств автоматизации;

обеспечение проведения исторического анализа технологического процесса;

обеспечение возможности передачи необходимых данных в вычислительную сеть предприятия.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов природного газа в технологических процессах.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Общесистемные решения, принятые 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. Объем необходимых физических устройств и модулей имеет возможность обработки дополнительных сигналов в объеме не менее 15 % (по входам и выходам) и имеет минимальный запас емкости памяти для управления, сигнализации, программирования и дальнейшей модернизации процесса управления не менее 20 %.

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.

5.1.3. Автоматическое регулирование в системах вентиляции и отопления (в зависимости от требуемых параметров внутренней среды и параметров внешней среды) .

Описание

Автоматизация инженерных систем позволяет упростить процесс управления ими, сделать его более эффективным. При этом существенно экономятся материальные, людские и финансовые ресурсы.

Техническое описание

Автоматизация инженерных сетей отопления, кондиционирования и водоснабжения позволяет в первую очередь достигать комфортных условий труда, а также эксплуатации оборудования в нормальных условиях.

На промышленных предприятиях по производству изделий из металлов как правило в зданиях и производственных цехах наблюдается превышение температуры, влажности и увеличение различных примесей в воздухе.

Для обеспечения нормальных условий применяются различные приточно-вытяжные системы. Как правило такие системы не имеют возможности регулирования параметров подаваемого внутрь зданий воздуха, как по температуре, так и по влажности.

Автоматическое регулирование параметров подаваемого в здание воздуха позволяет достигать комфортных условий работу как для персонала, так и для установленного оборудования.

На рисунке представлен один из возможных вариантов такой автоматизации в системах отопления и вентиляции.

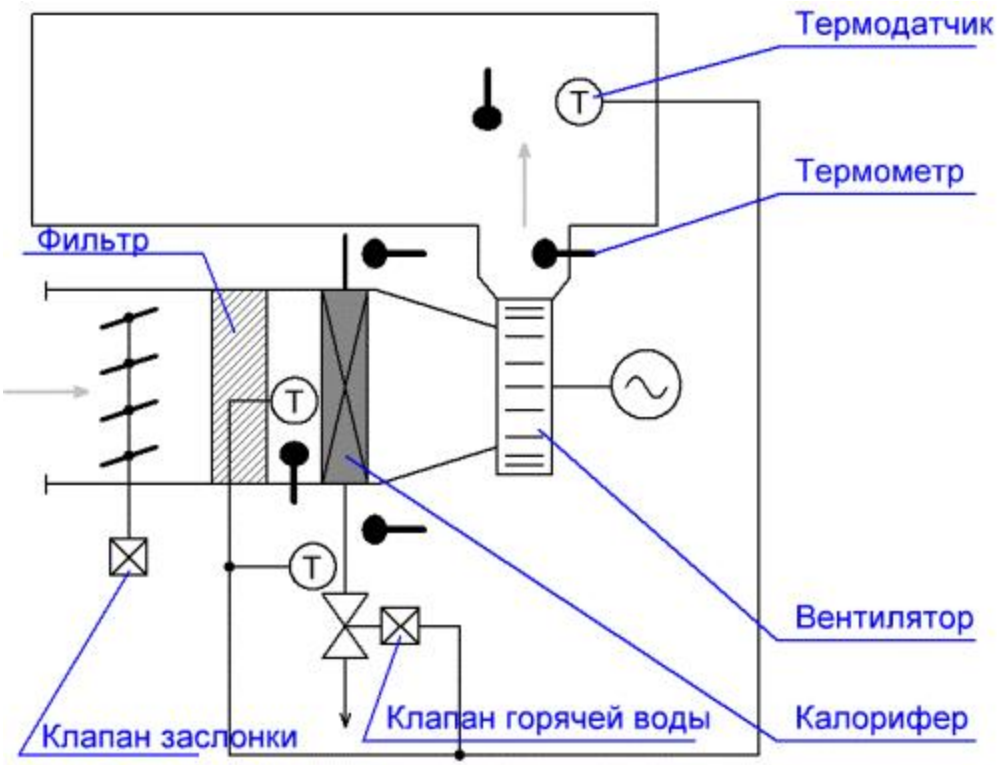


Рисунок 5.1. Пример автоматической регулировки в системе вентиляции

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности использования оборудования в системе вентиляции и отопления.

Улучшение качества воздуха внутри зданий.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Общесистемные решения, принятые в проектах автоматизации инженерных систем соответствуют базовым принципам улучшения экологических показателей, а также улучшения условий труда.

Кросс-медиа эффекты

Снижение потребления энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию.

Улучшение условий работы оборудования и труда персонала

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

Повышение энергоэффективности;

улучшение условий труда и эксплуатации.

5.2. НДТ по производству изделий дальнейшего передела черных металлов.

5.2.1. Техники, которые следует учитывать при определении НДТ для горячей прокатки

5.2.1.1. Оптимизация конструкции нагревательных печей

Описание

Конструкция печи и степень изоляции существенно влияют на тепловой КПД. Дверные зоны и/или дверные зазоры для загрузки и разгрузки должны быть сведены к минимуму. Минимизация потерь тепла при открывании дверных проемов печи, например, за счет использования нескольких подъемных сегментов вместо одного в печах непрерывного нагрева.

Техническое описание

Обычные (односегментные) загрузочные дверцы печи оставляют зазоры рядом с сырьем, через которые в печь могут всасываться печные газы или поступающий воздух . Это приводит не только к неконтролируемым (нерегулярным) выбросам, но и к потере отходящего газа, который в противном случае можно было бы использовать для предварительного нагрева воздуха для горения. Таким образом, снижается эффективность рекуперации. В случае попадания воздуха в печь увеличивается образование накипи, что негативно сказывается на качестве сляба и выходе продукции.

Загрузочные дверцы (печи).

Современные печи оснащены загрузочными дверцами, состоящими из нескольких отдельных поднимаемых сегментов. Ширина сегментов соответствует длине исходного сырья с разумными промежутками. Соответственно, загрузочная дверца печи может быть частично открыта, и зазоры рядом с сырьем уменьшаются.

На эталонной установке конструкция дверцы печи включает в себя несколько отдельных одинарных дверей (например, 64 двери шириной 15,6 м), которые могут опускаться на огнеупор слева и справа от исходного сырья.

Все сегменты поднимаются вместе, и когда часть сляба проходит через дверь, все сегменты опускаются. Те, что находятся рядом с плитой, закрывают зазор. Остальные скользят по слябу и падают вниз, когда он попадает в печь.

В случае печей с роликовым подом дверцы модифицируются специальной шторкой, которая скользит по поверхности поверх слябовой заготовки.

Разгрузочная дверца.

Что касается разгрузочной стороны, то крайне важно обеспечить герметичность и эффективную теплоизоляцию. Современные печи оснащены дверцами для выгрузки, состоящими из одного или двух элементов. Оптимизированные выпускные дверцы предотвращают потери тепла в печи, улучшают однородность температуры разогретых продуктов и позволяют лучше контролировать избыток воздуха. В зону нагрева не всасывается посторонний воздух, что предотвращает образование окалины и улучшает качество горения.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение потребления энергии.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Изменение конструкции дверцы печи (печи с шагающими балками) привело к повышению температуры предварительного нагрева воздуха (рекуперации) на 60 °C при снижении энергопотребления на 0,05 ГДж/т.

Кросс-медиа эффекты

Повышение энергетической эффективности. Улучшение условий труда. Сокращение утечек неорганизованных выбросов. Сокращение вклада в выбросы парниковых газов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо только к новым установкам и капитальной модернизации установок. Одним из примеров внедрения данной конструкции на предприятиях АрселорМиттал Бремен, АрселорМиттал Гент, Thyssenkrupp Steel Europe AG - Дуйсбург Беккерверт (Германия).

Экономика

Более высокая техническая сложность и финансовые затраты должны быть обоснованными по сравнению с графиком загрузки печи. Техническое решение должно быть в наличии у поставщика печи.

Движущая сила внедрения

Экономия энергии.

5.2.1.2. Использование загрузки слябов\заготовки в нагревательные печи в горячем виде

Описание

Стальные изделия непрерывного литья в горячем виде непосредственно загружаются в нагревательные печи или непосредственно передаются на прокатный стан в горячем состоянии.

Техническое описание

В отличие от традиционного процесса (хранение и охлаждение материала), остаточное тепло от непрерывнолитых слябов, блюмов, балочных заготовок или брусьевидных заготовок утилизируется путем загрузки их непосредственно (с учетом остаточного теплосодержания) в нагревательные печи. Горячая загрузка (в нагревательную печь с МНЛЗ) относится к температуре посада 300÷600 ºС. Прямая загрузка относится к температурам 600÷850 ºС. Эти методы могут применяться только в том случае, если качество поверхности достаточно хорошее, чтобы не требовалось охлаждение и зачистка, и, если производственные программы сталеплавильного завода и стана горячей прокатки могут быть соответствующим образом настроены. Вычислительные устройства системы автоматического регулирования используются для координации производства в соответствии с заказами клиентов и режима (графика) прокатки.

Оптимизированная система планирования и управления производством для синхронизации производственных графиков сталелитейного завода и прокатного стана может обеспечить долю прямой загрузки более 60 % при температуре около 800 °С.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение энергопотребления (экономия топлива).

Сокращение выбросов SO_2, CO и CO_2.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Таблица 5.2 иллюстрирует влияние горячей загрузки на потребление энергии и времени изготовления (продолжительности изготовления продукции). В показанных примерах производственная мощность была увеличена на 10 % при температуре горячей загрузки 400 °С и на 25 % при температуре загрузки 700 °С.

Таблица 5.2. Влияние горячей загрузки на расход топлива и время пребывания в печи

№ п/п	1	2	3	4
1	Температура зарядки	20 °С	400 °С	700 °С
2	Удельное энергопотребление (топливо)	1,55 КДж/т	1,25 КДж/т	0,94 КДж/т

3	Процентное сокращение	0 %	19 %	39 %
4	Нагревание стали	0,80 КДж/т	0,56 КДж/т	0,37 КДж/т
5	Время пребывания в печи*	100 мин.	90 мин.	75 мин.

*Примеры, основанные на: металлические заготовки, мягкая сталь, толкательная печь с верхним обжигом, температура выгрузки 1200°C

Кросс-медиа эффекты

Сокращено время пребывания заготовки в печи.

Более высокие показатели производительности (например, повышение на 10÷25 %).

Повышение выхода и качества продукции за счет уменьшения образования окалины и обезуглероживания (декарбонизации).

Сокращение отходов в следующих процессах, например, при удалении окалины.

Температура отходящих газов может повыситься.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо только к установкам, примыкающим к цеху непрерывного литья заготовок, и в пределах ограничений, связанных с планировкой установки и техническими характеристиками продукции.

Примеры предприятий

Станы для горячей прокатки: ArcelorMittal Belgium, ArcelorMittal España, S.A., ArcelorMittal España, S.A., ArcelorMittal Fos sur Mer, Tata Steel IJmuiden, ArcelorMittal Eisenhüttenstadt, ArcelorMittal Bremen GmbH / B.R.E.M.A Warmwalzwerk, ArcelorMittal Poland S.A.

Сортовой стан/ сортопрокатный стан (для прокатки простых и фасонных профилей небольших размеров) Stahl- und Walzwerk Marienhütte GmbH, Sidenor Steel Industry S.A. , CelsaA, Nervacero S.A, H.E.S. Hennigsdorfer Elektrostahlwerke GmbH, Badische Stahlwerke GmbH, Alfa Acciai S.p.A., Feralpi Siderurgica S.p.A., S.N. Maia - Siderurgia Nacional S.A Megasa, Uddeholms AB, ArcelorMittal Warszawa Sp.z.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Снижение потребления энергии.

5.2.1.3. Удаление окалины распылением воды в автоматическом режиме регулирования давления воды с помощью датчиков

Описание

Датчики и автоматика используются для отслеживания положения исходного сырья и регулировки объема воды для удаления окалины, проходящей через распылители.

Техническое описание

Автоматизация соответствующих участков конвейера и периферийных датчиков позволяет точно определять вход и подачу сырья из оборудования для удаления окалины и позволяет оператору соответствующим образом открывать клапаны напорных водопроводных труб. В результате объем воды можно непрерывно регулировать в соответствии с требованиями по удалению окалины.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение потребления воды.

Снижение энергопотребления.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Кросс-медиа эффекты

Сокращение потребления водных ресурсов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Соблюдение требований экологического законодательства.

Улучшение экологических показателей, снижение потребления водных ресурсов.

5.2.1.4. Оптимизация расхода металла\заготовки в процессе горячей прокатки

Описание

Обрезка исходного материала после черновой обработки контролируется системой измерения формы (например, телекамерой), чтобы свести к минимуму количество срезанного металла.

Техническое описание

С помощью телекамер и приборов с обратной связью в сочетании с измерением ширины полосы определяется необходимое количество обрезки головной и хвостовой части полосы после черновой группы клетей. Автоматическая система гарантирует минимизацию потерь металла.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение энергоемкости производства.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Повышение качества выпускаемой продукции и сокращение образования отходов.

Кросс-медиа эффекты

Повышение культуры производства.

Технические соображения, касающиеся применимости

Обычно применяется на входе чистовых линии.

Обычно применяется на станах горячей прокатки плоского проката.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Повышение и улучшение качества выхода продукции.

5.2.1.5. Уменьшение трения при прокатке

Описание

Технологические смазки тщательно отбираются в зависимости от конкретных условий прокатки и оптимального их расхода. Системы подачи смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ) и водо-масленой смеси (ВМС) предназначены для уменьшения трения в очаге деформации и снижения энергосиловых нагрузок.

Техническое описание

Прокатные технологические смазки, эмульсии (смесь смазок с водой в необходимой концентрации) подаются непосредственно на полосу перед каждой клетью (по необходимости) либо на рабочие или опорные валки для смазки и охлаждения.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение энергопотребления за счет уменьшения прокатной нагрузки.

Уменьшенный износ валков (особенно на кромках полосы), что приводит к увеличению срока службы рабочих валков и уменьшению количества шлифовального шлама.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Никакой информации не предоставлено.

Кросс-медиа эффекты

Загрязнение системы водоснабжения смазочными материалами для прокатки.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо к станам холодной прокатки, горячей прокатки, сортовым станам, волочильным станам, трубным станам.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Увеличение производительности, снижение энергозатрат на производство.

5.2.1.6. Контроль натяжения полосы между клетями

Описание

Система автоматического поддержания натяжения между клетями в сочетании с компьютерными моделями и расчетами обеспечивают предотвращение увеличения\ уменьшения ширины полосы во время горячей прокатки на чистовой группе клетей, а также соблюдению закона сохранения постоянства секундных объемов обеспечивающего стабильность процесса холодной прокатки.

Техническое описание

Устройство контроля натяжения устанавливается между клетями (станы холодной прокатки), между клетями чистовой группы клетей (станы горячей прокатки) и представляют из себя автоматические петледержатели (стан горячей прокатки) либо тензометрические ролики (стан холодной прокатки), кроме того, разработаны безпетлевые техники, но их успешная работа во многом зависит от точности измерения параметров обработки. Автоматические системы поддержания ширины проката при горячей прокатке работают с обратной связью от параметров последней клети чистовой группы и условий работы моталок.

Достигнутые экологические выгоды

Обрезка кромки (листа, полосы), обрезки листов и рулонной полосы сокращается за счет исключения "сужения в виде горловины" при заправке (полосы в валки) и нестабильной работы.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Никакой информации не предоставлено.

Кросс-медиа эффекты

Повышение культуры производства.

Технические соображения, касающиеся применимости

Обычно применяются в чистовых клетях при горячей прокатке, Обязательное применение на станах холодной прокатки (кроме одноклетевых реверсивных станов)

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Повышенный выход продукции.

5.2.1.7. Использование принудительного охлаждения полосы между клетями (при необходимости технологического процесса)

Описание

Принудительное охлаждение полосы между клетями (при горячей прокатке) обеспечивает требуемый температурный режим прокатываемой полосы с целью обеспечения заданных физико-механических свойств полосы.

Техническое описание

Принудительное охлаждение полосы с помощью водяных струй и строго определенного объема подачи воды обеспечивает требуемую температуру прокатки на каждой клети чистовой группы клетей.

Достигнутые экологические выгоды

Предотвращает образование воздушной окалины, снижает выработку валков чистовой группы валков, снижает образование продуктов износа горячекатаной полосы и валков.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Никакой информации не предоставлено.

Кросс-медиа эффекты

Образование сточных вод.

Технические соображения, касающиеся применимости

Обычно применяется между отделочными клетями (чистовыми) и на станах горячей прокатки плоских изделий.

Данная техника используются на предприятии ArcelorMittal Belgium (Бельгия), ArcelorMittal España (Испания), S.A., ArcelorMittal Fos sur Mer, ArcelorMittal, Tata Steel IJmuiden, ArcelorMittal Bremen GmbH / B.R.E.M.A Warmwalzwerk, SSAB Europe, Arcelormittal Atlantique et Lorraine, ILVA S.p.a. in A.S., ArcelorMittal Poland S.A., Ovako Bar AB, SSAB Europe AB, AB Sandvik Materials Technology, U.S.Steel Košice, s.r.o., Tata Steel UK Ltd, ArcelorMittal Warszawa Sp. z, Ovako Sweden AB.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Требования экологического законодательства.

5.2.1.8. Охлаждение рабочих валков

Описание

Различные типы водораспылительных форсунок и конфигурации распылительных коллекторов используются для охлаждения рабочих валков, предотвращения повреждений и трещин в валках и уменьшения образования окалины.

Техническое описание

В прокатных клетях для охлаждения рабочих валков используются самые разные типы водораспылительных форсунок и конфигураций распылительных коллекторов. Это важно для предотвращения повреждений и трещин в валках (что означает меньше операций по шлифовке и образования отходов) и уменьшения образования окалины.

Достигнутые экологические выгоды

Уменьшение образование окалины.

Уменьшение износа валков и количества шлама при измельчении (шлифовального шлама).

Кросс-медиа эффекты

Повышение культуры производства.

Технические соображения, касающиеся применимости

Обычно применяется на черновых, чистовых и толстолистовых станах.

Обычно применяется на станах горячей прокатки плоских изделий.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Соблюдение требований экологического законодательства.

5.2.2. Техники, которые следует учитывать при определении НДТ для холодной прокатки

5.2.2.1. Турбулентное травление

Описание:

Последние разработки в технике травления нацелены, главным образом, на улучшение самого процесса; повышение эффективности, скорости и качества травления, а также упрощение контроля над процессом. На рисунке 5.2 показан переход от глубоких травильных резервуаров через мелкие к турбулентному травлению , когда кислота распыляется на полосу в узком зазоре между травильными резервуарами.

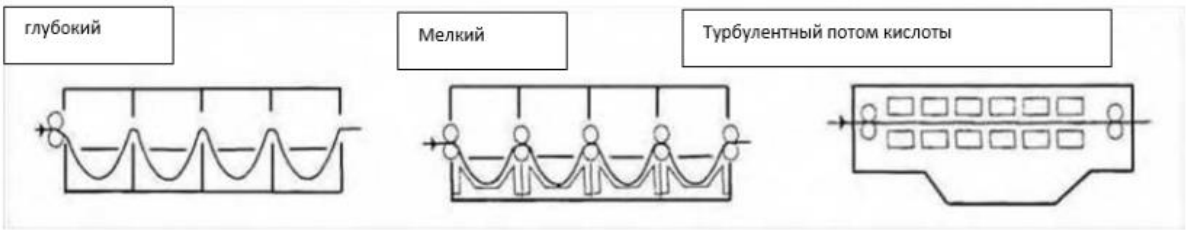


Рисунок 5.2. Различные типы ванн травления

Основные достигнутые экологические выгоды:

Повышенная эффективность.

Снижение энергопотребления, уменьшение расхода кислоты.

Применимость:

Новые травильные установки и существующие в связи с капитальным ремонтом.

Турбулентное травление применяется на заводах Stahlwerke Bochum AG (Германия) ; BHP (Австралия); Sumitomo Metals (Япония); Sidmar (Бельгия); Тиссен Сталь (Германия); ILVA (Италия); ALZ (Бельгия), Avesta (Швеция); Аллегейни Ладлум (США).

Кросс-медиа эффекты

Снижение потребления кислоты.

Эксплуатационные данные:

Поскольку турбулентное травление легче контролировать (и может быть оснащено дополнительными моделями процесса), возможно более эффективное регулирование эффекта травления, что приводит к меньшему чрезмерному травлению и, следовательно, снижению потерь при травлении (20÷30 % или 0,8÷1,2 кг/т).

Экономика

Снижение инвестиционных и эксплуатационных затрат.

Движущая сила внедрения

Повышение эффективности процесса травления, улучшение качества, экономическая выгода.

5.2.2.2. Регенерация соляной кислоты методом распыления и отжига

Описание

Травильные растворы вводятся через распылительные форсунки в пирогидролитический реактор при высокой температуре, где они вступают в реакцию с кислородом и водой с образованием очень ценного твердого продукта - оксида железа. Соляную кислоту извлекают с помощью адиабатической колонны, где в качестве абсорбционной воды используется промывочная вода из линии травления.

Техническое описание

Регенерация соляно-кислотных травильных растворов может быть осуществлена с помощью процесса обжига распылением.

Пирогидролитическое разделение хлорида железа и воды осуществляется при температуре около 450 °C или выше (например, температура реакции в ArcelorMittal Gent: 600 °C) в реакторе для обжига распылением. Отработанная кислота подается в рекуператор Вентури, где горячие газы, поступающие из реактора, охлаждаются и кислота предварительно концентрируется. Затем концентрат распыляется сверху в реактор прямого горения. Горячие горючие газы вызывают испарение мелких капель по мере их опускания. Хлорид железа разделяют на соляной газ и оксид железа с помощью водяного пара и кислорода воздуха в соответствии со следующей реакцией:

$$4\ FeCl_2 + 4\ H_2O + O_2 \rightarrow 8\ HCl \uparrow + 2\ Fe_2O_3$$

Образовавшийся таким образом оксид железа собирается на дне реактора и пневматически транспортируется в бункер для оксида. Масса порошка в насыпи составляет около 0,3÷0,4 т/м^3 или выше (например, 0,48÷0,6 т/м^3 в ArcelorMittal Gent). Этот оксид является ценным сырьем для производства магнитных материалов, то есть твердых и мягких ферритов. Полученный оксид железа может быть использован для различных целей в зависимости от его качества.

Соляной газ, пар и газы для горения направляются по каналу через предварительный испаритель в абсорбер. Образующийся отходящий газ впоследствии очищается щелочной промывкой и выбрасывается через дымовую трубу в атмосферу.

Газы, содержащие HCI, абсорбируются в адиабатической колонне, где в качестве абсорбционной воды может использоваться промывочная вода из линии травления. Образовавшуюся соляную кислоту (около 18 %) можно вернуть в процесс травления. Отходящий газ из абсорбционной установки затем очищается в каустическом скруббере с добавлением тиосульфата натрия, что приводит к концентрации загрязняющих веществ менее 2 мг/м^3 HCl и свободного Cl_2.

Из-за применения побочного продукта оксида железа в ферритовой промышленности в последние годы к оксиду предъявляются более высокие требования

к качеству. Помимо физических параметров, таких как удельная поверхность, размер первичных частиц и плотность отвода, которые важны для твердофазных реакций оксида железа с оксидами марганца, никеля и цинка, решающее значение имеет уровень примесей оксида. Поэтому был разработан процесс предварительной обработки для получения сверхчистого оксида железа с особенно низким содержанием кремния, фосфора и тяжелых металлов, таких как хром, никель или медь.

Технологические этапы процесса:

уменьшение содержания свободной кислоты и цементации тяжелых металлов с помощью лома.

повышение pH за счет добавления аммиака.

частичное окисление Fe^{2+} до Fe^{3+}, приводящее к специфической адсорбции Si и P до гидроксида железа и алюминия.

фильтрация для удаления осадка гидроксида.

Достигнутые экологические выгоды:

Снижение расхода свежей кислоты (с 12÷17,5 кг/т до 0,7÷0,9 кг/т; концентрация HCl 33 %).

Уменьшение объема сточных вод и образования осадка.

Экологические показатели и эксплуатационные данные:

В таблице 5.3 представлены данные о потреблении и выбросах, эта таблица будет обновлена на более позднем этапе на основе сбора данных, связанных с обжигом распылением HCl.

Таблица 5.3. Выбросы в атмосферу при обжиге распылением HCl (объединенные данные установок холодной и горячей прокатки)

№ п/п	**Уровень ввода / потребления**		
	1	**2**	**3**
1	Отработанная кислота	кг / т	0.7 - 0.9
2	Охлаждающая вода (дюйм)	$м^3$ / т	0.07 - 0.09
3	Промышленная + деминерализованная вода	$м^3$ / т	0.09 - 0.15
4	Энергия:		
5	Электрическая	МДж / т	4 - 15
6	Тепловая (природный газ)	МДж / т	102 - 119
7	**Выход / уровень выбросов**		**Удельная эмиссия**
8	Твердый побочный продукт: Fe_2O_3	кг / т	5,1–5,4 (5,6 Сидмар)
9	Рециклированная кислота (20%)	кг / т	23 - 40

10	Охлаждающая вода (на выходе)	$м^3$ / т	0.07 - 0.09
11	Отработанный газ	$м^3$ / т	24 -38
12	Сточные воды (сброс)	$м^3$ / т	0.04 - 0.07

Кросс-медиа эффекты

Дополнительное потребление энергии и воды.

Образование выбросов в атмосферу (продукты сгорания и кислота), которые необходимо уменьшить, например, с помощью мокрых скрубберов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Как правило, нет никаких технических ограничений на применимость этого метода.

Экономика

В зависимости от условий эксплуатации высокий расход кислоты и количество образующихся отходов, а также экономия, обычно получаемая при регенерации, могут оправдать инвестиции в установку регенерации. Полученный оксид железа имеет коммерческую ценность и может быть продан непосредственно на рынке.

Движущая сила для внедрения

Снижение затрат за счет повышения эффективности использования материалов.

5.2.2.3. Регенерация соляной кислоты в псевдоожиженном слое

Описание

Отработанный раствор подают в реактор с псевдоожиженным слоем, где он термически разлагается при высокой температуре в присутствии водяного пара и кислорода на соляную кислоту и оксид железа. Отходящие газы из реактора охлаждаются и подаются в абсорбер, где HCl поглощается промывочным раствором и пресной водой.

Техническое описание

В основе процесса лежит термическое разложение отработанного рассольного раствора, который при высокой температуре в присутствии водяного пара и кислорода превращается в соляную кислоту и оксид железа:

$$4\ FeCl_2 + 4\ H_2O + O_2 \rightarrow 8\ HCl\uparrow + 2\ Fe_2O_3 \quad (1)$$

Отработанный рассольный раствор перекачивается в разделительный сосуд, а затем концентрируется в контуре Вентури горячими газами из реактора. Часть концентрированного рассола из этого контура непрерывно подается в псевдоожиженный слой реактора. В псевдоожиженном слое, который состоит из гранулята оксида железа, кислота и вода испаряются при температуре около 850 °C, и хлорид железа превращается в оксид железа и соляной газ в соответствии с уравнением (1).

Рост и новообразование зерен оксида железа в псевдоожиженном слое контролируют таким образом, чтобы получить гранулированный продукт без пыли с

размером зерен 1÷2 мм и насыпной плотностью около 3,5 т/м^3. Гранулированный продукт непрерывно выгружается со дна реактора и транспортируется по вибрирующему охлаждающему желобу и вибрирующему спиральному конвейеру в бункер для хранения оксида.

Горячий отходящий газ из реактора содержит соляной газ, перегретый пар, продукты сгорания и небольшое количество пыли оксида железа, которая отделяется от газа в циклоне и рециркулируется в псевдоожиженный слой. Затем отходящий газ охлаждается до температуры около 100 °C в скруббере Вентури. Тепловая энергия горячих отходящих газов используется для концентрирования отработанного травильного раствора путем выпаривания перед его подачей в реактор. Очень мелкие частицы пыли в потоке газа удаляются путем очистки.

Из скруббера Вентури поток охлажденного газа поступает в абсорбер, где хлористый водород адиабатически поглощается промывочным раствором из линии травления и пресной водой. Полученная таким образом соляная кислота имеет концентрацию приблизительно 18 %. Она перерабатывается на установке для травления или хранится в резервуаре для хранения. После прохождения через стадию очистки и туманоуловитель отходящий газ практически не содержит соляной кислоты и выбрасывается в атмосферу.

Гранулированный продукт из оксида железа может быть использован в качестве сырья в различных отраслях промышленности. Наиболее важными вариантами являются производство магнитных материалов (например, твердых и мягких ферритов) , железного порошка для изготовления спеченных деталей и сварочных электродов, а также в качестве добавки для производства магнитных лент, абразивов, плитки, стекла, косметики и пигментов.

Описанная регенерация соляной кислоты в псевдоожиженном слое позволяет перерабатывать отработанный соляной раствор с любой концентрацией железа. Даже при высокой концентрации железа в предварительно концентрированном рассольном растворе, до 250 г/л, трубы не закупориваются. Кроме того, отработанный травильный раствор с высоким содержанием осадка (например, от травления высококремнистой стали) может быть без труда утилизирован благодаря специальной конструкции инжекционного оборудования.

Поскольку извлеченная кислота почти не содержит Fe^+, эффективность извлечения значительно выше 99 %, в отличие от других процессов регенерации, где можно ожидать до 10 г/л Fe^+.

Достигнутые экологические выгоды

Уменьшение потребления свежей кислоты.

Уменьшение объема сточных вод и осадка.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В таблице 5.4 представлены сводные данные о выбросах, представленные в сборнике данных для установок, эксплуатирующих реактор с псевдоожиженным слоем для извлечения HCl.

Таблица 5.4. Выбросы в атмосферу на установках по утилизации HCl, использующих реактор с псевдоожиженным слоем

№ п/п	Вещество	Концентрации за трехлетний период (мг/Нм^3)				Количество измерений
		Среднее	Медианное	Мин.	Макс.	
	1	2	3	4	5	6
1	Пыль	12.3	9.3	0.6	34.0	3/15
2	HCl	2.2	0.9	0.3	13.2	3/20
3	SO_2	6.7	5.3	1.4	18.6	1/8
4	NO_x	43.3	42.0	32.6	60.0	1/7

Кросс-медиа эффекты

Дополнительное потребление энергии и воды.

Технические соображения, касающиеся применимости

Как правило, нет никаких технических ограничений на применимость этого метода. Данный метод используется на предприятиях Arcelormittal Atlantique et Lorraine (Франция), ILVA SPA IN AS (Италия). **Экономика**

Экономическая эффективность современной установки для травления с использованием процесса с псевдоожиженным слоем зависит от следующих факторов:

потребление сырой кислоты;

использование воды для промывки и скруббера;

производство прозрачной соляной кислоты, не содержащей железа;

производство оксида железа, который может быть использован в различных отраслях промышленности.

Движущая сила для внедрения

Уменьшенный расход кислоты.

5.2.2.4. Восстановление смешанной кислоты (HNO_3 и HF) ионным обменом

Описание

Травильные растворы обрабатываются с помощью побочной установки очистки кислоты, в которой используются фильтры и ионообменная смола для селективной адсорбции солей металлов из травильной кислоты. После насыщения установки очистки свободная кислота десорбируется путем обратной промывки водой и возвращается в процесс травления.

Техническое описание

При кислотном травлении нержавеющей стали металлы постоянно растворяются в травильном растворе. Когда растворенные металлы достигают высоких концентраций,

начинают возникать технические проблемы, такие как осаждение солей с образованием шлама. Чтобы предотвратить это, травильный раствор обрабатывают специальными смолами, обладающими способностью отделять растворенные металлы (например, железо, никель, хром и другие) от свободной травильной кислоты. После насыщения установки очистки свободная кислота десорбируется потоком пресной воды и возвращается в процесс травления.

Основные достигнутые экологические выгоды

Снижение количества отходов и потребления свежей кислоты.

Применимость

Новые и существующие заводы.

Кросс-медиа эффекты

Повышенное потребление энергии.

Эксплуатационные данные

№ п/п	Уровень ввода / потребления		
	1	2	3
1	Отработанная смешанная кислота	$м^3$ / т	0.05 - 0.2
2	Охлаждающая вода	$м^3$ / т	0.05 - 0.2
3	Энергия:		
4	Электрическая	МДж / т	2 - 5
5	Выход / уровень выбросов		Удельная эмиссия
6	Восстановленная смешанная кислота	$м^3$ / т	0.05 - 0.2
7	Скорость восстановления свободных ВЧ:	%	75-85
8	Скорость восстановления бесплатного HNO_3	%	80-85
9	Скорость съема металлов :	%	50-55
10	Металл, содержащий слабый кислотный раствор	$м^3$ / т	0.05 - 0.2

Экономика

Экономия за счет снижения расхода кислот.

Движущая сила внедрения

Снижение потребления кислоты

5.2.2.5. Снижение эмиссий паров кислот из открытых\закрытых резервуаров методом вентиляции и очистки вентилируемых паров\газов

Описание

Различные рабочие этапы процесса травления выполняются в полностью закрытом оборудовании или в оборудовании с колпаками. Образующиеся пары кислоты извлекаются и проходят через газоочистители (абсорбционные башни) для очистки. Рециркулирующая вода, например, после промывки, используется в качестве абсорбента. Частичный поток промывной воды должен отводиться через установку нейтрализации.

Непрерывное травление осуществляется в закрытых емкостях с ограниченными входными и выходными отверстиями для стальных полос, листов или проволоки. Пары из емкостей для травления удаляются. Их обрабатывают с помощью мокрой очистки с последующей очисткой от загрязнений.

Техническое описание

Для удаления выбросов в атмосферу из травильных ванн существует множество различных конструкций и техник.

Чем более открыто и чем дальше устройство экстракции находится от фактического источника выбросов, тем меньше эффективность улавливания и тем больше объемы, которые необходимо извлечь для достижения приемлемой эффективности улавливания выбросов. Крышные и настенные вытяжные системы, как правило, просты в установке и дешевле, но для получения больших воздушных потоков требуются большие вентиляторы и устройства для снижения выбросов. Кроме того, само здание и крыши действуют как колпаки для кислотных выбросов и соответственно ухудшаются. Также любое оборудование, такое как краны и подъемники, расположенное рядом с травильными баками или в здании, быстро подвергнется коррозии.

Удаление выступа и боковые колпаки предназначены для вытяжки только из зоны травильного резервуара, поэтому получаемые объемные потоки намного меньше.

Системы мокрой очистки используются для удаления кислых газов, твердых частиц в воздухе или паров из отходящих газов. Принцип мокрой очистки - абсорбция газа или жидкости в очищающей среде близким газом. контакт с жидкостью. Абсорбционные системы могут иметь водную или неводную жидкую фазу. Выбор подходящих реагентов зависит от свойств загрязняющего вещества, удаляемого из газового потока.

Вода подходит для поглощения растворимых кислых газов, таких как хлористый водород и фтористый водород, а также для поглощения аммиака. Щелочные растворы подходят для поглощения менее растворимых кислых газов, таких как диоксид серы, сероводород и хлор.

Абсорбер газа нуждается в границе раздела жидкость / газ с большой площадью поверхности, через которую может происходить массообмен. Обычно это достигается с помощью упаковочных материалов, покрытых жидкостью, или путем образования капель / пузырьков. Конструкция абсорбера также должна обеспечивать средства для обновления абсорбента жидкости, чтобы поддерживать высокую движущую силу для массопереноса.

Основные достигнутые экологические выгоды:

Снижение выбросов в атмосферу, особенно летучих кислотных паров. Сокращение выбросов пыли, кислот (HCl, HF, H_2SO_4) и SO_2.

Применимость

Новые заводы и существующие заводы.

Кросс-медиа эффекты

Повышенное потребление энергии.

Образование кислых сточных вод, которые могут использоваться в технологическом процессе, например, в качестве промывочной воды для регенерации HCl, или требовать нейтрализации с последующей обработкой воды (связанное с потреблением химикатов и образованием осадка для очистки воды).

Эксплуатационные данные

Травление HCl

В Таблице 5.5 обобщены выбросы HCl установками непрерывного травления с закрытыми емкостями для травления. Для этих установок температура кислотной ванны варьировалась от 70 °C до 87 °C, а расход выхлопных газов составлял от 7 658 $Нм^3$/ч до 42 909 $Нм^3$/ч.

Таблица 5.5. Концентрации выбросов HCl при непрерывном травлении

№ п/п	Вещество	Концентрации, зарегистрированные за 3-летний период - (мг/Нм3)					Количество заводов/ количество измерений
		Среднее	Медианное	90-й процетиль	Мин.	Макс.	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	HCl	3.3	1.3	6.2	0.3	27.8	5/37

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

5.2.2.6. Мокрый скруббер с последующим туманоуловителем (демистер)

Описание

Демистеры (сепараторы капель или туманоуловители) представляют собой фильтрующие устройства, которые удаляют уносимые капли жидкости из газового потока. Они состоят из структуры металла, пластика или волокна с большой удельной поверхностью. Благодаря своему импульсу маленькие капли, присутствующие в газовом потоке, ударяются о структуру фильтра и сливаются в более крупные капли. Основными типами туманоуловителей являются сетчатые, волокнистые и экранные туманоуловители, которые могут использоваться либо как отдельная единица оборудования, либо как часть другой единицы оборудования, т. е. мокрый скруббер.

Техническое описание

Системы мокрой очистки используются для удаления кислых газов, аэрозолей или паров из отходящих газов. Принцип мокрой очистки заключается в абсорбции газа или жидкости в скрубберной среде за счет тесного газожидкостного контакта. Абсорбционные системы могут иметь как водную, так и неводную жидкие фазы. Выбор подходящих реагентов зависит от свойств загрязнителя, удаляемого из газового потока. Вода подходит для поглощения растворимых кислых газов, таких как хлористый водород и фтористый водород, а также для поглощения аммиака. Щелочные растворы подходят для поглощения менее растворимых кислых газов, таких как диоксид серы, сероводород и хлор.

Газовому поглотителю требуется поверхность раздела жидкость/газ с большой площадью поверхности, через которую может происходить массоперенос. Обычно это достигается с помощью упаковочных материалов, покрытых жидкостью, или путем образования капель/пузырей. Конструкция абсорбера также должна обеспечивать средства для обновления жидкого абсорбента, чтобы поддерживать высокую движущую силу для массопереноса. Абсорбция газа является скоростным процессом, и , следовательно, градиент концентрации (движущая сила реакции) и площадь поверхности контакта между жидкой и газообразной фазами являются решающими параметрами конструкции. Площадь поверхности определяется набивочным материалом или размером капель. Скорость потока газа и жидкости и перепад давления на абсорбере влияют на движущую силу, эффективность и, в некоторых случаях, на площадь поверхности (каплеобразование).

Вода обычно подается в верхнюю часть насадочного слоя и стекает вниз под действием силы тяжести, протекая по насадке, в то время как отработанный газ поступает в нижнюю часть скруббера и омывается водой, проходя вверх через слой. При такой конструкции противотока наиболее загрязненный газ контактирует с наиболее загрязненной водой в нижней части скруббера, а самый чистый газ контактирует с самой чистой водой в верхней части скруббера. Возможны и другие конструкции, в которых потоки жидкости и газа могут быть прямоточными или перекрестноточными.

Чтобы получить равномерный поток и хороший контакт воздуха и воды, вода должна быть равномерно распределена по верхней части набивочного слоя. Обычно это делается с помощью распределительного коллектора, оснащенного распылительными форсунками. Кроме того, чтобы обеспечить прохождение газа через весь слой, набивка поддерживается опорой набивки. Эта опора набивки должна быть достаточно открытой, чтобы пропускать воду и воздух, не создавая слишком большого перепада давления, и в то же время быть достаточно прочной, чтобы удерживать набивку, даже когда она грязная и залита водой.

Недостатком насадочных скрубберов является то, что для правильной работы набивке необходим относительно высокий расход воды - около 200 галлонов воды в минуту на 20 000 кубических футов воздуха в минуту (соответствует 1,34 л/м^3). Таким образом, вместо использования пресной воды в большинстве насадочных скрубберов есть рециркуляционные насосы, которые перекачивают воду из нижней части скруббера в верхнюю часть насадки. Небольшой непрерывный поток воды необходимо добавлять в скруббер для удаления кислоты, удаленной из газового потока, через перелив.

Недостатки

насос требует обслуживания;

вода в верхней части насадки теперь загрязнена, поэтому преимущества противотока больше не реализуются;

любая грязь в воде закачивается обратно в набивку, где она может отделиться и заблокировать распределительный коллектор или набивку.

Тем не менее, по сравнению с пластинчатыми скрубберами, насадочные скрубберы позволяют обрабатывать большие объемы с хорошей скоростью.

Более высокая эффективность очистки может быть достигнута в насадочных скрубберах за счет увеличения глубины насадочного слоя.

Преимущества насадочных скрубберов:

простая конструкция;

возможность работы в широком диапазоне расходов газа.

Однако для поддержания работы насадочного скруббера на наиболее эффективном уровне требуются значительные усилия по техническому обслуживанию, чтобы поддерживать работу циркуляционного насоса, обеспечивать постоянное распределение воды на насадку и содержать насадку в чистоте. Обычный насадочный скруббер представляет собой вертикальную башню, в которой воздух течет вверх, а вода течет вниз. Вариантом этого является скруббер с поперечным потоком. В скруббере с поперечным потоком отработанный газ проходит горизонтально через насадку, в то время как жидкость все еще течет вниз поперек потока отходящего газа. Базовая установка такая же, как и у обычных насадочных скрубберов, но по-прежнему необходим циркуляционный насос, чтобы поддерживать набивку влажной.

Преимущество скруббера с поперечным потоком заключается в том, что ему требуется меньше места над головой, а воздуховод обычно проще и дешевле, чем для вертикального скруббера. Однако скрубберы с поперечным потоком несколько менее эффективны, чем вертикальный противоток, при удалении растворимых газов. Усовершенствованный тип скруббера с поперечным потоком имитирует многоступенчатую очистку пластинчатого скруббера. В этой версии есть несколько упакованных кроватей в ряд. Каждая грядка имеет отдельную подачу воды или систему

циркуляции и может использовать структурированную насадку, а не случайную. Этот усовершенствованный тип скруббера имеет довольно высокий перепад давления и в настоящее время не используется для травления. Широко используются случайно насадочные перекрестноточные агрегаты.

Эффективность абсорбции можно повысить, добавив к абсорберу больше пластин (увеличив высоту колонны) и увеличив скорость потока жидкости.

Пластинчатые скрубберы просты и не имеют движущихся частей, но требуют тщательной установки, чтобы пластины были выровнены и обеспечивался постоянный поток воздуха. Они могут быть подвержены закупорке и образованию накипи и не подходят для пенообразующих жидкостей.

Преимуществами пластинчатого скруббера являются низкие требования к техническому обслуживанию и прямоточный поток воды, что полезно при приготовлении высокопрочных растворов, подходящих для повторного использования в травильном резервуаре.

Ключевым элементом скрубберов, как показано выше, является туманоуловитель (сепаратор уноса, каплеуловитель). Это устройство гарантирует, что воздух, выходящий из скруббера, не содержит капель воды.

Принцип всех демистеров одинаков. Инерция капель жидкости позволяет отделиться от потока газа-носителя, направляя загруженный воздух через канал или лабиринт с несколькими изменениями направления. Капли воды вынуждены ударяться о твердую поверхность, где они создают более крупные капли, которые слишком тяжелы, чтобы их можно было унести по воздуху.

Существует два основных типа туманоуловителей: трикотажная сетка и шевронные перегородки.

Вязаная сетка проста в обращении и установке, она отделяет воду, агломерируя ее на тонких пластиковых волокнах. Его недостатки заключаются в том, что он также имеет тенденцию удалять пыль, помимо воды, а тонкие пластиковые волокна со временем портятся. В конце концов, через 3–5 лет скопившаяся пыль и остатки волокон забивают каплеуловитель, и его необходимо заменить.

Демистер шевронного типа состоит из ряда параллельных S-образных лопастей, через которые проходит газ – вода удаляется путем удара о поверхность лопастей. Этот тип туманоуловителя не подвержен засорению и имеет практически неограниченный срок службы.

Оба типа туманоуловителей удаляют более 99,99 % капель, образующихся в мокрых скрубберах.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов пыли, кислот (HCl, HF, H_2SO_4) и SO_2.

Кросс-медиа эффекты

Повышенное потребление энергии.

Производство кислых сточных вод, которые можно повторно использовать в процессе, например, в качестве промывочной воды для регенерации HCl, или требуют нейтрализации с последующей очисткой воды (связанной с потреблением химикатов и образованием шлама водоподготовки), или должны быть удалены наружу.

Технические соображения, касающиеся применимости

Нет никаких технических ограничений на применение этого метода.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сбор/очистка кислотных паров из травильных ванн.

Снижение потенциального воздействия кислотных паров на персонал на рабочем месте.

5.2.2.7. Оптимизация энергосиловых параметров при холодной прокатке

Описание

Технологические смазки тщательно отбираются в зависимости от конкретных условий прокатки и оптимального их расхода. Системы подачи Смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ) и Водо-масленой смеси (ВМС) предназначены для уменьшения трения в очаге деформации и снижения энергосиловых нагрузок.

Техническое описание

Прокатные технологические смазки, эмульсии (смесь смазок с водой в необходимой концентрации) подаются непосредственно на полосу перед каждой клетью (по необходимости) либо на рабочие или опорные валки для смазки и охлаждения. При холодной прокатке критичен правильный выбор технологической смазки – технологическая смазка должна легко удалятся с поверхности полосы на линиях обезжиривания\очистки, обеспечивать требуемые энерго-силовые параметры и качество поверхности полосы, кроме этого технологическая прокатная смазка должна обладать свойствами обеспечивающими оптимальный ее расход. – фактические параметры каждого в отдельности стана холодной прокатки требуют определенной стабильности эмульсии и ее дисперсности. На качество эмульсии не должны влиять длительность простоев стана (стабильность эмульсии, образование бактерий) что бы избежать преждевременной утилизации эмульсии. – В настоящее время поставщик и потребитель технологической смазки совместно разрабатывают характеристики технологической смазки к конкретным условиям эксплуатации на станах. – если промасливание горячекатаной полосы предусмотрено после травления, то это масло должно быть адаптировано с эмульсионной системой прокатного стана.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение расхода масла.

Сокращенная утилизация отработанной эмульсии.

Снижение энергопотребления за счет уменьшения прокатной нагрузки.

Уменьшенный износ валков (особенно на кромках полосы), что приводит к увеличению срока службы рабочих валков и уменьшению количества шлифовального шлама.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Повышение культуры производства

Кросс-медиа эффекты

Загрязнение системы водоснабжения смазочными материалами для прокатки.

Технические соображения, касающиеся применимости

Новые и существующие заводы. Как правило, нет никаких технических ограничений на применимость этого метода.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Более высокая производительность стана.

5.2.2.8. Внедрение каскадов ванн обезжиривания

Описание

Обезжиривание проводится последовательно в два или более этапа, при этом поток обезжиривающего раствора направляется против потока исходного сырья.

Техническое описание

Этап обезжиривания важен для качества готовой отожженной полосы, поскольку незначительные количества остатков масла или эмульсии могут привести к нежелательному изменению цвета поверхности полосы и снижению качества конечного продукта.

Операция обезжиривания перед отжигом и нанесением покрытия удаляет остатки масла и мелкие частицы железа, оставшиеся на полосе после холодной прокатки. Обычно для уменьшения полосы ее разматывают и подвергают нескольким этапам, включая предварительное обезжиривание, чистку щеткой, электролитическое обезжиривание, промывку и сушку. В конце этих процессов полосу снова сворачивают в рулон. Повторное использование растворов электролитов уменьшает общий расход обрабатываемой жидкости. Обычно это выполняется с помощью каскадов ванн, в которых свежий электролит, использованный в электролитической секции, повторно используется в предыдущих секциях чистки щеткой и предварительного обезжиривания.

Достигнутые экологические выгоды

Уменьшение образования отработанного обезжиривающего раствора.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Повышение культуры производства

Кросс-медиа эффекты

Повышение качества выпускаемой продукции

Технические соображения, касающиеся применимости

Как правило, нет никаких технических ограничений на применимость этого метода.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Снижение затрат за счет повышения эффективности использования материалов.

5.2.2.9. Предварительное обезжиривание горячей водой

Описание

Предварительное обезжиривание проводится с использованием горячей воды для удаления остатков масла и железной пыли с поверхности готового полосового изделия.

Техническое описание

Предварительное обезжиривание горячей водой — это этап предварительной обработки, который служит для удаления большей части маслянистых остатков, тем самым уменьшая последующее использование обезжиривающей соды. Он заключается в удалении с поверхности стали остатков масла и частиц железной пыли, образовавшихся на предыдущих этапах обработки перед тем, как сталь поступит в печь для отжига. Действительно, масло или железная пыль могут отрицательно сказаться на работе печи и печных валках. Это может привести к серьезным дефектам качества, например, появлению налипании на печных валках.

Обычно обезжиривание горячей водой производится при температуре от 60 °C до 80 °C.

Вода может нагреваться, например, с помощью бойлера, с использованием отходящих газов печей непрерывного отжига.

Достигнутые экологические выгоды

Информация не представлена

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Около 99 % остаточного масла удаляется.

Кросс-медиа эффекты

Повышение культуры производства

Технические соображения, касающиеся применимости

Как правило, нет никаких технических ограничений на применимость этого метода.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.2.2.10. Применение практик по очистке эмульсии, используемой при холодной прокатке

Описание

Твердые частицы (например, пыль, стальная крошка и окалина), загрязняющие прокатную эмульсию, удаляются в контуре очистки (обычно основанном на осаждении в сочетании с фильтрацией и/или магнитной сепарацией) для поддержания качества эмульсии, а обработанная прокатная эмульсия используется повторно. Степень повторного использования ограничена содержанием примесей в эмульсии.

Техническое описание

При холодной прокатке смазка играет важную роль в снижении трения между полосой и рабочим валком поле контакта, уменьшая износ рабочего валка и достигая хорошего качества конечной поверхности полосы. Эмульсии широко используются благодаря своим хорошим характеристикам в качестве смазочных материалов и охлаждающих жидкостей. Они обеспечивают как хорошую смазывающую способность , так и охлаждающие свойства в условиях высокоскоростной прокатки. Дефект поверхности полосы является ключевой проблемой в процессе прокатки. Низкое качество поверхности полосы после холодной прокатки может оказать значительное влияние на последующие процессы, такие как отжиг, цинкование и покраска. Таким образом, влияние смазывающих свойств эмульсии имеет важное значение в механизме образования дефектов поверхности при прокатке.

Наиболее частыми дефектами поверхности холоднокатанной полосы являются дефекты: "отпечатки", "пятна загрязнения", "риски перегрева", "царапины", "дефекты планшетности", часть этих дефектов могут быть вызваны дефектами поверхности валков или свойствами технологической смазки.

Характеристики и качество эмульсии оказывают сильное влияние на предотвращение дефектов поверхности для достижения желаемого качества продукции и соответствия техническим требованиям. Это является основой для выбора и приготовления эмульсии, а также должно учитываться при повторном использовании рециркулированной эмульсии.

Разложение и примеси снижают производительность прокатных эмульсий. Со временем эмульсия разрушается под воздействием механических и термических воздействий в процессе прокатки и/или загрязняется мелкими частицами железа, присутствием микроорганизмов, кислотой из предварительных линий зачистки или маслами, используемыми в технологическом процессе, или другими частями прокатного стана.

Ухудшение свойств эмульсии в результате химических реакций и температурного воздействия при холодной прокатке могут привести к появлению дефектов на поверхности прокатываемых полос, на обеспечение стабильности процесса прокатки в большой степени влияет стабильность самой эмульсии, ее смазывающая способность и

количество загрязнений в ней. В результате химического (окислительного) разложения эмульсии может происходить разрушение масляной пленки на полосе при прокатке и как следствие приводит к увеличению энергосиловых параметров прокатки и ухудшению качества поверхности проката. Например - при ухудшении свойств технологической смазки (эмульсии) и разрушении масляной пленки в очаге деформации может происходить эффект микросварки поверхности рабочего вала и полосы, в результате чего образуется дефект "риски перегрева" и искажение планшетности полосы (искажение ее формы). Отпечатки от валков могут быть двух типов: в виде раковины или углубления в полосе и в виде локального утолщения полосы в месте отпечатка. Первый тип образуется в результате налипания металлических частиц на поверхность рабочих валков, второй тип – это результат выкрошки с поверхности валка.

Операторы стремятся максимально снизить потребление чистого масла (в случае производства нержавеющей стали) или эмульсий (в случае производства углеродистой стали). Это достигается, в частности, путем удаления загрязнений и рециркуляции масла/эмульсии. Тем не менее, по мере постепенного снижения качества масла/ эмульсии для поддержания качества и достижения требований к продукту потребуется полная или частичная замена.

Когда требования к качеству допускают рециркуляцию прокатной эмульсии, твердые частицы (например, пыль, стальная крошка и окалина), загрязняющие прокатную эмульсию, удаляются в контуре очистки (обычно основанном на осаждении в сочетании с фильтрацией и/или магнитной сепарацией) для поддержания качества эмульсии, и обработанная прокатная эмульсия подвергается очистке. используется повторно. Степень повторного использования ограничена содержанием примесей в эмульсии. Действительно, эмульсии для прокатки оказывают влияние на качество продукта, и поэтому перед использованием необходимо проверить требования к качеству продукта, обеспечивая необходимый уровень рециркуляции. В противном случае некачественная эмульсия для прокатки может привести к дефектам поверхности (например, тепловым царапинам или непреднамеренным углублениям материала).

Достигнутые экологические выгоды

Уменьшение расхода новой эмульсии для холодной прокатки.

Уменьшенный объем сточных вод.

Кросс-медиа эффекты

Повышение культуры производства

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость может быть ограничена из-за технических характеристик продукта.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Материальная эффективность.

5.2.2.11. Регенеративные или рекуперативно-восстановительные горелки для печей отжига

Описание

Печи для отжига оснащены регенеративными горелками для предварительного нагрева воздуха для горения.

Техническое описание

Рекуперативные горелки используют различные типы рекуператоров (например, теплообменники с радиационными, конвекционными, компактными конструкциями или с лучистыми трубками) для непосредственного извлечения тепла из отходящих газов, которые затем используются для предварительного нагрева воздуха для горения.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение расхода топлива/энергии.

Уменьшение объема отходящего газа.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Непрерывный отжиг

На базе 8 установок, оснащенных рекуператорами или рекуперативными горелками , потребление энергии, наблюдаемые при сборе данных дальнейшего передела черных металлов значения, варьировались от 657 МДж/т до 1422 МДж/т, со средним значением 984 МДж/т.

Периодический отжиг

На основе 11 установок, оснащенных рекуператорами или рекуперативными горелками, потребление энергии, наблюдаемое при сборе данных дальнейшего передела черных металлов, варьировалось от 583 МДж/т до 1724 МДж/т, при среднем значении 882 МДж/т.

Кросс-медиа эффекты

Снижение расхода топлива оказывает положительное влияние на выбросы SO_2 и CO_2.

Более высокий уровень технического обслуживания с потенциальным увеличением средней наработки на отказ / межремонтного пробега оборудования (среднее время между отказами).

Потенциальный повышенный уровень выбросов NO_X (концентрация).

Технические соображения, касающиеся применимости

Внедрение в существующих печах может быть затруднено, поскольку две горелки одного комплекта должны быть установлены напротив друг друга. Это влияет на давление в печи, поэтому возникает необходимость в новой системе /модели регулирования давления в печи.

Недостатком регенеративных систем является их чувствительность к пыли. Если в процессе нагрева образуется значительное количество пыли, проницаемость керамических наполнителей в регенераторе сильно падает и, следовательно, пломбы должны быть заменены. По-видимому, это незначительная проблема в печах повторного нагрева на сталелитейных заводах.

Регенеративные горелки обычно больше обычных горелок. Таким образом, ограниченное пространство может стать препятствием для установки регенеративных горелок на действующих установках. До настоящего времени не было возможности использовать регенеративные системы для крышных горелок (горелка на свод отстойника печи/сводовая горелка).

Регенеративная система может быть рассмотрена при строительстве новых печей повторного нагрева в тех случаях, когда из-за технологической схемы процесса (размещение производственного оборудования) длина печи повторного нагрева должна быть ограничена. Аналогичным образом, увеличение производительности существующей печи возможно за счет установки регенеративной системы без увеличения длины печи (что в большинстве случаев является фиксированной спецификацией).

Экономика

Более высокие инвестиционные затраты (регенеративная система, более дорогие горелки) могут быть компенсированы преимуществами сокращения длины печи (новая установка) и повышения эффективности использования топлива.

Движущая сила для внедрения

Повышенная энергоэффективность.

Примеры заводов

Завод в Великобритании, эксплуатирующий балочную печь для нагрева труб из мягкой стали различных размеров (диаметром до 200 мм и длиной 15 м) от холодных температур до 1050 °C, заменил свою систему обжига на регенеративные горелки. Старые горелки, работающие на природном газе с 44 форсунками, были заменены на 12 пар регенеративных горелок. В то же время профиль крыши был изменен для улучшения контроля зон и циркуляции горячего газа. В результате модификации установки снизилось удельное энергопотребление был снижен с обычных 3,55 ГДж/т до 1,7 ГДж/т, что обеспечивает экономию топлива на 52 %. Потенциал производительности был повышен на 14 %. Срок окупаемости составил менее трех лет.

5.2.2.12. Сбор воздуха как можно ближе к источнику выбросов при прокатке

Описание

Выбросы при прокатке собираются, например, с помощью вытяжки. Отходящие газы обрабатываются с помощью демистера и/или сепаратора масляного тумана

Техническое описание

Прокатная эмульсия или пары прокатного масла из клетей стана извлекаются и пропускаются через сепараторы масляного тумана для очистки.

Фильтры, содержащие отбойную насадку и отбойные пластины или сетчатые прокладки для отделения масла от отводимого воздушного потока, а в некоторых случаях используются электрофильтры.

Демистеры — это фильтрующие устройства, которые удаляют захваченные капли жидкости из газового потока. Они состоят из сплетенной структуры из металлических или пластиковых проволок с высокой удельной поверхностью. Благодаря своей инерции мелкие капельки, присутствующие в потоке газа, ударяются о провода и объединяются в более крупные капли.

Отделенная эмульсия/масло может быть возвращена в эмульсионно-масляную систему.

Достигнутые экологические выгоды

Уменьшение испарений эмульсии, КПД> 90 %.

Сокращение выбросов масляного тумана при холодной прокатке.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В целом, выбросы от летучих органических соединений в среднем за год могут составлять менее 10 мг/Нм^3. В таблице 5.6 обобщены данные о выбросах от летучих органических соединений для тандемных и реверсивных станов. Основываясь на данных о выбросах, представленных двумя заводами в рамках сбора данных при переделе черных металлов, выбросы ЛОС находились в диапазоне от 2,3 до 9,4 мг/нм^3, при среднем значении 5,4 мг/Нм^3.

Данные значения были достигнуты на заводах: Arcelormittal Atlantique et Lorraine (Франция), U.S.Steel Košice, s.r.o (Словакия).

Таблица 5.6. Концентрации выбросов летучих органических соединений на тандемных и реверсивных станах.

№ п/п	Вещество	Концентрации за трехлетний период (мг/Нм^3)				Количество измерений
		Среднее	Медианное	Мин.	Макс.	
1	2	3	4	5	6	7
1	Реверсивные станы					
2	ЛОС	4,0	3,5	0,1	10,2	5/20
3	Тандемные станы					
4	ЛОС	4,8	5,1	0,2	12,3	4/27

Кросс-медиа эффекты

Масло, извлеченное из сепараторов, может быть рециркулировано, хотя в некоторых случаях возврат масла из эмульсионных фильтров может быть невозможен из-за низкого качества масла (бактерии).

Технические соображения, касающиеся применимости

Как правило, нет никаких технических ограничений на применимость этого метода.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Сокращение выбросов масляного тумана.

5.2.2.13. Очистка и повторное использование обезжиривающего раствора

Описание

Физические методы обработки (например, магнитная сепарация, отделение масла, микро- или ультрафильтрация) используется для очистки обезжиривающего раствора для повторного использования.

Техническое описание

Как правило, свежую воду добавляют против направления движения полосы. Количество пресной воды добавляется для восполнения потерь воды вследствие испарения при струйной очистке после секции электролитической очистки, таким образом, чтобы обеспечить минимальный перелив в секцию электролитической очистки. Таким образом, эта пресная вода добавляется в два контура рециркуляции (щелочное и электролитическое обезжиривание). Около 25 % циркулирующего обезжиривающего раствора обрабатывается отдельным потоком, например, путем магнитной сепарации, отделения масла, микро- или ультрафильтрации. Часть этого потока периодически направляется на установку по очистке сточных вод. Стержни магнитного сепаратора очищаются с помощью робота-скруббера. Образующуюся мелкую фракцию железа собирают отдельно.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение расхода щелочных химических веществ.

Уменьшение объема воды и осадка на водоочистных сооружениях.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Расход воды 5 $м^3$/ч необходимо для выхода продукции 68 т/ч.

Кросс-медиа эффекты

Потребление энергии.

Технические соображения, касающиеся применимости

Как правило, нет никаких технических ограничений на применимость этой техники. Данные техники используются на предприятиях Voestalpine Stahl GmbH / Voestalpine Grobblech GmbH, Segal, ArcelorMittal Belgium, ArcelorMittal España, S.A, Tata Steel IJmuiden, ArcelorMittal Bremen GmbH, Thyssenkrupp Steel Europe AG, Installation No (Германия).

Экономика

Высокие инвестиционные и эксплуатационные затраты.

Движущая сила для внедрения

В основном это требования, предъявляемые к продукции.

Качество поступающих рулонов (остатки железа и масла) также может быть определяющим фактором.

5.2.2.14. Использование печи с открытым пламенем при нанесении горячего покрытия погружением на стальные листы

Описание

Масло на поверхности стального листа сжигается в печи с открытым пламенем. Для некоторых высококачественных изделий или в случае стальных листов с высоким содержанием остаточного масла может потребоваться обезжиривание перед обжигом в печи.

Техническое описание

Отжиговая печь на линиях горячего цинкования, оснащенные DFF (direct-flame furnace - печь с открытым пламенем), имеют дополнительную функцию очистки полосы от поверхностных загрязнений (это происходит в секции DFF). В этой конкретной конфигурации печи большая часть нагрева происходит в DFF, где газ представляет собой смесь природного газа и воздуха с супер-стехиометрическим соотношением воздух/газ (Лямбда <1). Газовые горелки в DFF обычно расположены асимметрично, чтобы обеспечить равномерный нагрев поверхности полосы, полоса поступает в DFF при комнатной температуре или выше, если имеется секция предварительного нагрева (обычно предварительный нагрев достигается за счет встречного потока топочных газов) и выходит из печи с открытым пламенем при температурах в диапазоне 500÷800 °C.

В результате остатки поверхностного углерода на полосе, оставшегося после химической очистки, полностью удаляются в секции печи DFF. Нагрев в секции печи DFF происходит за счет сжигания смеси природного или сжиженного газа с воздухом с суперстехиометрическим соотношением воздух\газ (Лямбда <1);

для обеспечения постоянного содержания углерода на поверхности можно использовать химическое обезжиривание; переменный уровень углерода на поверхности может изменять кинетику окисления железа, по-разному влияя на излучательную способность и, таким образом, на режим работы печи.

Достигнутые экологические выгоды

Отсутствие сбросов в воду.

Отсутствие образования отходов.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

В некоторых случаях все еще может быть необходимо иметь секцию удаления остатков масла перед печью для некоторых высококачественных оборудований или в случае поступающих рулонов с высоким остаточным уровнем масла. Печью не так легко управлять, как печью с радиационным обогревом металла. Топочные газы из

печи обычно используются для предварительного нагрева поступающего газа и воздуха для горения с помощью специального теплообменника.

Кросс-медиа эффекты

Выбросы в атмосферу при сжигании нефтепродуктов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость может быть ограничена, если требуется очень высокий уровень чистоты поверхности и адгезии (присоединения) к цинку. Данные печи используются на предприятиях: Tata Steel IJmuiden (Нидерланды), Thyssenkrupp Steel Europe AG (Германия), Outokumpu Stainless Oy, ArcelorMittal Poland S.A. (Польша), U.S.Steel Košice , s.r.o. (Германия).

Экономика

Инвестиционные и эксплуатационные расходы снижаются, поскольку нет необходимости в предыдущих секциях.

Данная техника дешевле в эксплуатации и установке.

Движущая сила для внедрения

Стоимость (см. экономику выше).

5.2.2.15. Стабилизация полосы

Описание

Система стабилизации полосы при нанесении цинкового покрытия служит для обеспечения гарантированной толщины цинкового\ алюмоцинкового покрытия. Существуют различные способы стабилизации полосы в области работы воздушных ножей после ванны расплава цинка\ алюмоцинка, в частности, это могут быть магнитные стабилизаторы или устройства, обеспечивающие стабильное натяжение полосы.

Техническое описание

После погружения в ванну расплава цинка полоса проходит участок воздушных ножей, где при помощи подачи воздуха под давлением сдуваются излишки жидкого цинка с поверхности полосы до необходимого значения оговариваемого условиями потребителя. Разнотолщинность цинкового покрытия влияет на потребительские свойства продукции ее коррозионную стойкость, а также расход самого цинка при производстве, поэтому необходимо обеспечить стабильное положение полосы, в районе регулирования толщины покрытия. Для этого используются, например магнитные стабилизаторы, имеющим несколько активаторов на протяжение всей ширины полосы (примерно один активатор на 250 мм) с обоих сторон полосы, положение полосы относительно базового положения отслеживается датчиками и при отклонении от базового положения активаторы корректирую положение при- помощи магнитного поля и создания натяжения полосы с помощью приводных натяжных станций и исключает изменение расстояния между воздушными ножами и полосой, исключается не только разнотолщинность, но и травмирование в результате касания.

Также применение системы стабилизации эффективно в камере воздушного охлаждения для исключения касания полосы вентиляторов в режиме обдува потоком воздуха полосы.

Достигнутые экологические выгоды

Сниженный расход материала для покрытия.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Электромагнитная стабилизация является последним средством для повышения стабильности полосы. В первую очередь необходимо обеспечить соблюдение многих других технических аспектов, таких как погружные подшипники, геометрия крепежных элементов, очистка воздухом, натяжение полосы, все это сильно влияет на стабильность полосы. Внедрение электромагнитной стабилизации не может компенсировать другие проблемы или только частично, и поэтому обычно рассматривается как последний шаг плана улучшения устойчивости полосы.

Электромагнитная стабилизация предполагает увеличение затрат на техническое обслуживание. В частности, если электромагнитные стабилизаторы установлены отдельно от воздушных ножей (как показано выше), обычная процедура регулярной очистки воздушных ножей будет затруднена и затраты на очистку возрастут. Комплексные решения (электромагнитные стабилизаторы непосредственно в сочетании с воздушными ножами) позволяют избежать этого недостатка, но требуют полной замены системы, что очень дорогостояще.

Кросс-медиа эффекты

Немного увеличено потребление энергии.

Увеличенные усилия по техническому обслуживанию.

Технические соображения, касающиеся применимости

Обычно применяется для нанесения полосового покрытия. Данные методы используются на предприятиях Thyssenkrupp Steel Europe AG, ArcelorMittal Sagunto, Arcelor Mittal Бельгия Euro gal. (Германия).

Экономика

Высокие инвестиционные затраты, особенно для комплексных решений.

Движущая сила для внедрения

Движущей силой для внедрения этого метода являются, главным образом, вопросы качества. Это особенно актуально для применений со строгими требованиями к толщине цинкового покрытия.

5.2.3. Техники, которые следует учитывать при определении НДТ для механических процессов

5.2.3.1. Закрытая зачистка (кроме ручной зачистки) в сочетании с отводом воздуха и очисткой отходящих газов

Описание

Операции по очистке (кроме ручной очистки) выполняются в полностью закрытых помещениях (например, под закрытыми колпаками) с удалением дыма и пыли. Отходящие газы обрабатываются с помощью электрофильтров (сухих или влажных) или рукавных фильтров.

Техническое описание

Как показано на рис. 5.3 сжигание происходит в плотно закрытом колпаке, который улавливает дым и пыль, образующиеся при горении топлива. Отработанный воздух очищается с помощью сухих или влажных электрофильтров или рукавных фильтров. Собранная пыль перерабатывается внутри предприятия (металлургический завод с полным циклом) или утилизируется уполномоченными компаниями. Струи воды используются для удаления шлака с обрабатываемой поверхности. Отработанная вода и шлак собираются в желоб под роликовым конвейером и направляются на очистку воды.

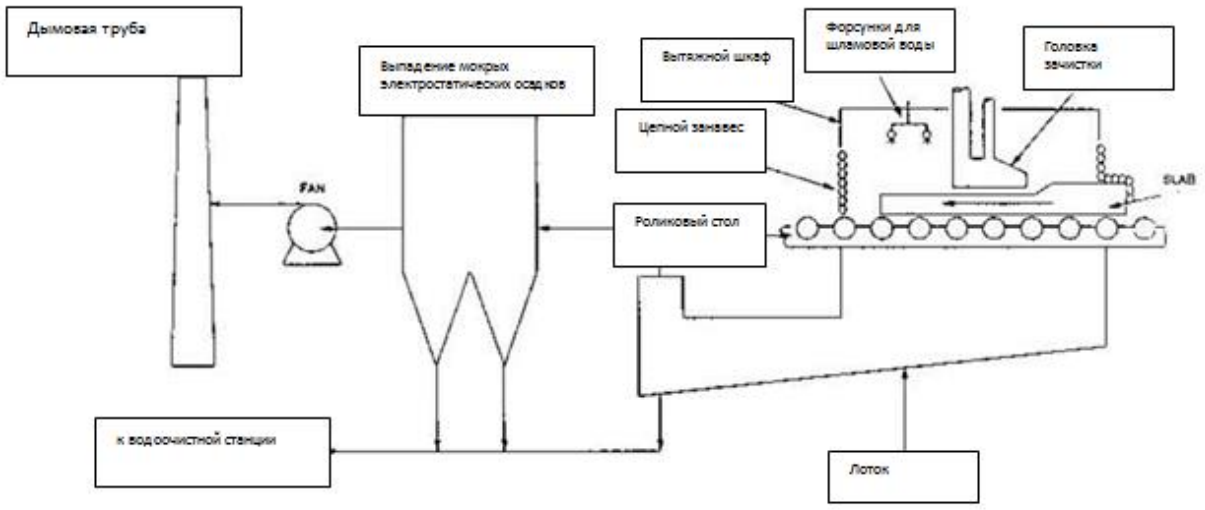


Рисунок 5.3. Технологическая схема предотвращения с загрязнением при закрытой зачистке (пример с влажным электрофильтром)

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли в атмосферу.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В ArcelorMittal Ghent (Арселлор МиталлГент) машина огневой зачистки расположена в специальном здании (размеры 32м х 18м х 9м) с акустически изолированными боковыми стенами, что обеспечивает максимальный уровень шума 85 дБ на расстоянии 1 м. Дым улавливается по четырем углам крыши. Вся установка работает в режиме всасывания с расходом аспирации 200 000 $м^3$/ч. Аспирация регулируется автоматически в зависимости от места, где происходит удаление пыли (две трети паров всасываются над рабочей зоной). Отработанный воздух очищается

тканевыми фильтрами площадью 3 576 $м^2$, что приводит к концентрации пыли на выходе 5÷10 $мг/Нм^3$ (непрерывное оптическое измерение в дымовой трубе у нагревательных печей).

В Liberty Specialty Steels (Великобритания) машина огневой зачистки расположена внутри прокатного стана и размещена под колпаком с отводом в сторону мокрого электрофильтра (как описано на рис. 5.3). Вытяжка предотвращает летучие выбросы пыли, а также оснащена распылителями воды. Цепные завесы, расположенные на входе и выходе вытяжки, максимально задерживают воду, распыляемую в вытяжке. Выбросы пыли обычно находятся в пределах 5÷10 $мг/Нм^3$.

Поскольку дым, образующийся при сжигании, очень агрессивен, техническое обслуживание является важным вопросом для обеспечения хорошей работы установок по борьбе с загрязнением. Рекомендуется регулярно проверять электроды электрофильтра и связанные с ними внутренние детали для выявления коррозии. Если дым очень влажный, использование рукавных фильтров может быть проблематичным.

Таблица 5.7. Достижимые уровни выбросов пыли при зачистке

№ п/п	Применяемый метод борьбы с загрязнением	Концентрации за трехлетний период ($мг/Нм^3$)					Количество измерений
		Среднее	Медианное	90-й процентиль	Мин.	Макс.	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Рукавный фильтр	3,9	2,2	6,3	0,08	46,8	43
2	Мокрый электрофильтр	30,5	21	57,6	3,7	66,8	3
3	Мокрый электрофильтр+ Сухой электрофильтр	7,7	-	-	4,7	10,7	2
4	Мокрый электрофильтр + рукавный фильтр	3,6	-	-	1,8	5,3	2

Кросс-медиа эффекты

Повышенное потребление энергии.

Образование отходов / пыли из фильтра, шлама.

Количество образующихся отходов может быть сокращено за счет внутренней переработки.

Технические соображения, касающиеся применимости

Нет никаких технических ограничений на применимость этого метода. Данные методы применяются на предприятиях ArcelorMittal Гент, ArcelorMittal Авилес, Liberty Speciality Steels (Великобритания).

Неприменимо для ручной обрезки.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Предотвращение нерегулярных выбросов.

5.2.3.2. Зачистка в закрытом помещении в сочетании с вытяжкой воздуха и обработкой отходящих газов

Описание

Операции зачистки выполняются в полностью закрытых помещениях (например, под закрытыми колпаками), а воздух извлекается и обрабатывается с помощью рукавных фильтров.

Техническое описание

Зачистной станок используется для выпрямления поверхности плит (плоской заготовки). Пыль, образующаяся при шлифовании, собирается и осаждается в тканевом рукавном фильтре (рис. 5.4). Машинная обработка может выполняться в звукоизолированных помещениях. Установка для борьбы с загрязнением может быть, как автономной (отдельной), так и внутрицеховой. Собранная пыль перерабатывается внутри предприятия на интегрированных сталелитейных работах или утилизируется уполномоченными компаниями. Измельченная стружка собирается отдельно и может быть непосредственно переработана в виде лома на заводе по переработке сырья.

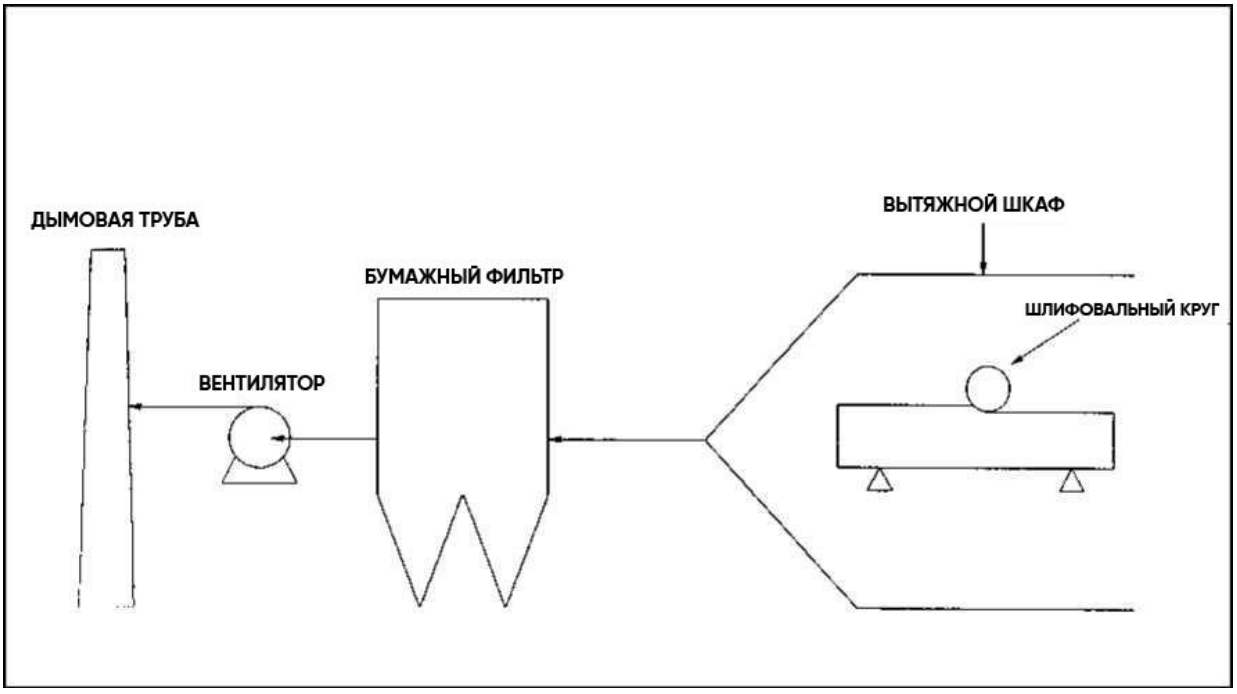


Рисунок 5.4. Технологическая схема с предотвращением загрязнением в процессе зачистки

Достигнутые экологические выгоды

Уменьшение выброса пыли в воздух.

Снижение уровня шума.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Достижимые концентрации выбросов пыли при очистке и измельчении в закрытых помещениях.

В Tata Steel IJmuiden (Тата Стил Иджмуйден) зачистной станок представляет собой автономный станок, установленный в 2013 году и расположенный в открытом здании. Машина оснащена изоляционным материалом для снижения уровня шума. Для снижения уровня шума принимаются дополнительные меры контроля, такие как ограждение машины/(установки) и изоляция стен. Шлифовальный станок оснащен вытяжной системой с тканевым фильтром. Расход системы очистки отработавших газов составляет 12 000 $Нм^3$/ч. Уровень выбросов пыли составляет <1 мг/$Нм^3$. Измельченная стружка (с содержанием железа около 98%) перерабатывается на заводе BOS, в то время как пыль перерабатывается на агломерационном заводе.

В SSAB Oxelösund (SSAB Окселосунд) зачистной станок, используемый для выпрямления поверхности слябовой заготовки, оснащен тканевыми фильтрами, а производительность системы очистки отходящих газов составляет 60 000 $м^3$/ч. После очистки отходящих газов уровень выбросов пыли в выпускной трубе составляет <2 мг/ $Нм^3$. Выбросы пыли измеряются с помощью трибоэлектрического пылеуловителя. Захваченная пыль и измельченная стружка возвращаются обратно в доменную печь для брикетирования.

Кросс-медиа эффекты

Повышенное потребление энергии.

Образование отходов / фильтрующей пыли, которая собирается.

Количество отходов может быть сокращено за счет внутренней переработки.

Образование мелкой крошки и фильтровальной пыли, которая собирается и перерабатывается.

Технические соображения, касающиеся применимости

Как правило, нет никаких технических ограничений на применимость этого метода.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для внедрения

Предотвращение нерегулярных выбросов.

Повышение качества плоской заготовки / слябов.

Снижение затрат на установках для подготовки поверхностных слябов.

5.2.3.3. Отвод воздуха как можно ближе к источнику выбросов для механических процессов и сварки в сочетании с очисткой отходящих газов

Описание

Выбросы от продольной резки, удаления окалины, черновой обработки, прокатки, чистовой обработки, выравнивании и сварки собираются, например, с помощью колпака или вытяжки. Системы снижения выбросов, используемые для очистки выбросов пыли, включают рукавные фильтры, электрофильтры и мокрые скрубберы.

Техническое описание

Частицы пыли (например, оксид железа) выделяются в процессах горячей прокатки в виде летучих выбросов. В зависимости от категории, обрабатываемой стали эти частицы могут содержать тяжелые металлы, такие как никель и свинец. При прокатке переносимые по воздуху частицы выделяются в основном на стороне выхода клетей стана (где скорость клетей самая высокая). Как правило, в целях охлаждения и для подавления летучих выбросов пыли используются водяные распылители, но главным образом в случае низкого уровня пылеобразования. Эффективность распыления воды низкая, и при значительных выбросах используются специальные системы вытяжной вентиляции, в том числе: вытяжные колпаки, пылеулавливающий колпаки, вытяжные или всасывающие линии. Выбросы обрабатываются с использованием различных типов систем очистки, включая водяные форсунки, скрубберы Вентури, мокрую электрическую фильтрацию или другие вытяжные системы, такие как пульсирующие струйные фильтры (сухого типа, рукавные фильтры) или мокрые фильтры.

Скрубберы Вентури.

На черновых станах прокатная пыль извлекается с помощью скруббера высокого давления (30 бар) и направляется в скрубберы Вентури. Собранный осадок отводится в канал для удаления окалины и в водяной контур стана горячей прокатки. Окалина собирается из водяного контура и может быть дополнительно переработана в качестве сырья в плавильном цехе.

Электрические фильтры.

Пыль со станов горячей прокатки очищается с помощью двухступенчатого мокрого электрофильтра. Первая стадия состоит в обработке подлежащего очистке пылесодержащего газа с помощью водяных распылителей для насыщения его водяным паром перед подачей на вторую стадию в электрическом поле, где он осаждается. Собранный пылевой осадок может быть дополнительно переработан для использования в качестве сырья в плавильном цехе.

Импульсно-струйные фильтры (сухой или тканевый фильтр) / Мокрые фильтры.

Другим вариантом является установка вытяжной системы, где между прокатными клетями (в основном за последними тремя чистовыми клетями) устанавливаются пылезащитные колпаки для сбора пыли и оксидов. По всасывающим патрубкам со стороны редуктора стана оксидно-пылевая смесь отводится и направляется на

импульсно-струйные фильтры (сухие, тканевые) или мокрые фильтры. Отделенная пыль и оксиды транспортируются в короб (люльки слитковоза) с помощью шнековых конвейеров и перерабатываются на заводах с полным металлургическим циклом.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов пыли.

Сокращение выбросов металлов, включая тяжелые металлы (например, никель и свинец).

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Уровни выбросов пыли менее 5 мг/Нм^3 могут быть достигнуты с помощью скрубберов Вентури, ЭСФ (электростатические фильтры) или рукавных фильтров. Скрубберы Вентури обычно имеют степень очистки 90–95 %. Мокрые электрические фильтры обычно имеют степень очистки 99 %.

Кросс-медиа эффекты

Системы сушки потребляют энергию, но, подобно вытяжным/рукавным фильтрам, имеют то преимущество, что они избавляют от необходимости извлекать оксиды из сточных вод, а собранную пыль можно переработать внутри предприятия.

Потребление воды и электроэнергии.

Технические соображения, касающиеся применимости

Может не применяться для сварки (подготовки кромок под сварку) в случае низкого уровня пылеобразования, т. е. ниже 50 г/ч.

Как правило, выбросы пыли при сварке относительно невелики (с точки зрения концентрации и массового расхода), но в некоторых случаях могут возникнуть значительные выбросы. Поэтому было сочтено целесообразным включить пороговое значение массового расхода в 50 г/ч, при превышении которого для ограничения выбросов пыли используются вытяжка и очистка.

Рукавные фильтры могут быть неприменимы в случае отходящих газов с высоким содержанием влаги.

Данная техника широко используются на заводах ArcelorMittal Испания, S.A.Nervacero S.A. Arcelormittal Бельгия S.A, Vallourec Германия ГмбХ, ArcelorMitta Хохфельд Германия ГмбХ, ArcelorMittal / Industeel Франция, ArcelorMittal (Польша S.A .).

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

5.3. НДТ в области энерго- и ресурсосбережения

5.3.1. Применение частотно-регулируемого привода на различном оборудовании (конвейерное, вентиляционное, насосное и т. д.)

Описание

Оборудование, позволяющие снизить расход электроэнергии на собственные нужды, снизить прямые и косвенные выбросы вредных веществ в атмосферу. В настоящее время применение ЧРП является оптимальным для целей регулирования производительности конвейерного, вентиляционного и насосного оборудования, при использовании которого обеспечивается наиболее рациональное использование электрической энергии при ведении технологического процесса.

Техническое описание

Возможность решения экологических проблем за счет повышения энергоэффективности производства.

На промышленных предприятиях большую долю потребления электрической энергии приходится на электрические двигатели, как привод различного технологического оборудования (конвейера, вентиляционное и насосное оборудование и т. д.). Достаточно часто такое оборудование требует регулирования, в качестве регулирующих аппаратов применяются шибера, задвижки и т. д. При этом требования к диапазону и точности регулирования скорости могут изменяться в широчайших пределах в зависимости от области применения электропривода. Применение регулируемого частотного электропривода позволяет решать поставленные задачи с большей эффективностью потребления электрической энергии, как следствие помогает сберегать электроэнергию устранением неоправданных ее затрат, которые имеют место при альтернативных методах регулирования в технологических процессах.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов электроэнергии в процессе производства.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

По экспертным оценкам в зависимости от режимов работы оборудования применение ЧРП позволяет снизить расход электроэнергии на насосных агрегатах, вентиляторах, конвейерах, дробилках от 20 до 40 %, обеспечить плавный пуск (снижение пусковых токов), повысить надежность и срок службы электродвигателей. Как показал анализ загрузки электродвигателей ряда оборудования АО " АрселорМиттал Темиртау", на которых установлены ЧРП, выполненный в период 2016 – 2019гг, снижение нагрузки в отдельные месяцы достигает 15–40 %. Таким образом, при обоснованном использовании ЧРП снижение потребления электроэнергии отдельным технологическим оборудованием может составить 20–40 % в год.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства. Повышение уровня автоматизации и культуры производства.

Технические соображения, касающееся применимости

Общеприменимо. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будет связан с характером, масштабом и сложностью установки, а также с ее эффективностью и диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Фактические данные позволяют говорить об экономии электроэнергии, в зависимости от режима работы двигателя, в пределах 15–40 %. Дополнительно вопрос установки ЧРП должен индивидуально рассматриваться в каждом отдельном случае исходя из глубины регулирования технологического процесса, требований промышленной санитарии на рабочих местах (для вентиляторов приточно-вытяжной вентиляции).

Применение частотно-регулируемых приводов (далее ЧРП) представляет собой одну из очевидных мер повышения энергоэффективности. Однако целесообразность таких мер должна рассматриваться в контексте всей системы, в которой используются двигатели; в противном случае существуют риски: потери потенциальных выгод от оптимизации способа эксплуатации и размера систем и, как следствие, от оптимизации потребностей в электроприводах; потерь энергии в результате применения приводов переменной скорости в неподходящем контексте.

Наиболее эффективно использовать электродвигатели, оборудованные частотными преобразователями, интегрированные в системы АСУТП. Это, например, позволит обеспечивать включение и регулировку скорости вытяжки в зависимости от фактических выбросов. Также это касается и регулирования производительности воздуходувок и насосных агрегатов. В среднем, применение таких способов регулирования может снижать потребление электроэнергии от 20 до 40 %.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае. Так например , применение двигателей с частотно-регулируемым приводом (далее ЧРП) целесообразно при резко переменной нагрузке в зависимости, например, от технологии , времени суток, количества людей в здании и др. Применение частотно-регулируемого электропривода вентиляторов позволяет снизить расход электроэнергии на перемещение воздуха вытяжными системами на 6÷26 %, приточными системами на 3÷12 %, воздуходувками на 30÷40 %, при этом срок окупаемости двигателей с частотно-регулируемым приводом может составлять от 1 года до 5÷7 лет.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

улучшение экологических показателей;

повышение энергоэффективности;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.3.2. Применение энергосберегающих осветительных приборов

Описание

Оборудование, позволяющие снизить расход электроэнергии на хозяйственные нужды, снизить прямые и косвенные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. В настоящее время применение энергосберегающих осветительных приборов (светодиодных источников света) является оптимальным для целей наружного и внутреннего освещения.

Техническое описание

На промышленных предприятиях в хозяйственном потреблении электрической энергии, значительную часть потребления составляет системы наружного и внутреннего освещения. При этом данное потребление электрической энергии напрямую не влияет на энергетическую эффективности производственного цикла. Однако, данное потребление учитывается при определении удельного потребления на единицу продукции.

Применение энергосберегающих осветительных приборов (светодиодные) позволяет эффективно потреблять электрическую энергию в системах освещения, как следствие помогает сберегать электроэнергию устранением неоправданных ее затрат, которые имеют место при альтернативных источниках света.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет снижения расходов электроэнергии на нужды освещения.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

По экспертным оценкам и с учетом имеющегося опыта применения энергоэффективных осветительных приборов (светодиодных) снижение потребления электрической энергии снижается на 50–90 %, обеспечивается лучшая освещенность, увеличивается срок службы таких осветительных приборов, не оказывают негативного влияния на экологию, по сравнению с ранее применимыми дуговыми ртутными лампами.

Кросс-медиа эффекты

Первоначально замена существующих осветительных приборов на энергоэффективные может способствовать образованию большого количества отходов, требующих специальной утилизации (замена ртутных ламп на светодиодные).

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будет связан с особенностями предприятия, особых сложностей по внедрению данной техники не выявлено. Внедрение энергосберегающих осветительных приборов стоит рассматривать с учетом модернизации системы освещения в целом (зональность, автоматическое управление и т. д.).

Фактические данные позволяют говорить об экономии электроэнергии, в пределах 50–90 %.

Экономика

Применение эффективных осветительных приборов позволяет снизить расход электроэнергии на освещение на 50–90 %, при этом срок окупаемости данной техники может составлять от 0,5 года до 5–7 лет.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

улучшение экологических показателей (не требуется утилизация);

повышение энергоэффективности;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат.

5.3.3. Применение электродвигателей с высоким классом энергоэффективности

Описание

Оборудование позволяющие снизить расход электроэнергии на собственные и производственные нужды, снизить косвенные выбросы парниковых газов. В настоящее время применение современных электродвигателей с высоким классом энергоэффективности является оптимальным при модернизации существующего технологического и вспомогательного оборудования, при использовании которого обеспечивается наиболее эффективное использование электрической энергии.

Техническое описание

Возможность решения экологических проблем за счет повышения энергоэффективности производства.

Основным потребителем большинства промышленных предприятий являются различные электродвигатели. Электродвигатели преобразуют электрическую энергию в механическую. В процессе преобразования энергии часть ее теряется в виде тепла. Величина такой потери определяется энергетическими показателями двигателя. Применение электродвигателей с высоким классом эффективности позволяет существенно снизить потребление электрической энергии.

Основным показателем энергоэффективности электродвигателя, является коэффициент полезного действия (КПД).

$h=P2/P1=1 – DP/P1$,

где P2 – полезная мощность на валу электродвигателя;

P1 – активная мощность, потребляемая электродвигателем из сети;

DP – суммарные потери в электродвигателе.

Соответственно, чем выше КПД, тем меньше потери и меньше энергии потребляет электродвигатель для выполнение той же работы.

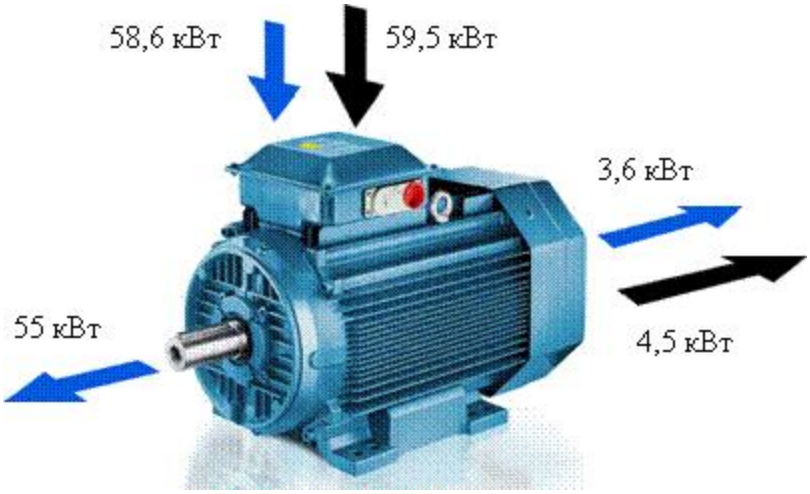


Рисунок 5.5. Сравнение обычного электродвигателя с энергоэффективным

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов электроэнергии в процессе производства.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

По экспертным оценкам в зависимости от режимов работы оборудования применение электродвигателей с высоким классом эффективности позволяет снизить потребление электроэнергии электродвигателями от 1,5 до 5,0 %, повысить срок службы электродвигателей.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства.

Повышение срока службы электродвигателя

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо. Объем и характер внедрения будет связан с программой модернизации предприятия и заменой выходящих из строя установленных на предприятии электродвигателей.

Фактические данные позволяют говорить об экономии электроэнергии, в зависимости от режима работы двигателя, в пределах 1,5–5,0 %.

Замена существующих электродвигателей энергоэффективными двигателями представляет собой одну из очевидных мер повышения энергоэффективности.

Экономика

Применение электродвигателей с высоким классом эффективности позволяет снизить расход электроэнергии на преобразование электрической энергии в механическую 1,5–5,0 %, при этом срок окупаемости таких электродвигателей может составлять от 1 года до 7 лет.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

повышение энергоэффективности;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.3.4. Импульсная горелка

Описание

Подача тепла в топку регулируется продолжительностью горения горелок или последовательным запуском отдельных горелок вместо регулирования потоков воздуха и топлива для горения.

Техническое описание

При импульсном зажигании управление горелками частотно-модулированное. Горелки можно переключать между двумя состояниями, а цикличность горелок регулирует подачу тепла в топку. Обычно горелки зажигаются на сильном огне в течение определенного времени, а затем либо переключаются на слабый огонь, либо выключаются. Этот цикл может повторяться относительно часто, в некоторых конструкциях каждые шесть секунд.

Например, горелка всегда работает при номинальном расходе газа, а мощность горелки регулируется временем горения горелки: например, потребность в тепле 40 % означает, что горелка работает только на 40 % от 60 % время второго цикла. Другим вариантом является регулирование мощности горелки путем последовательного запуска отдельных горелок.

Даже при низкой загрузке топки доступна полная мощность каждой горелки. Равномерность температуры сляба в печи с боковым обогревом улучшается, поскольку тепло равномерно распределяется по всей ширине печи при любых производственных условиях.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение энергопотребления

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Установка импульсных горелок обеспечивает хороший контроль температуры как при малом, так и при большом нагреве. Кроме того, потребность во вспомогательном топливе сведена к минимуму.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо только к новым заводам и крупным модернизациям заводов.

Экономика

Инвестиционные затраты конкурентоспособны с другими технологиями. Обслуживание клапана может привести к дополнительным затратам, если в топливном газе присутствуют примеси.

Движущая сила внедрения

Энергосбережение.

Уменьшено количество сжигания на факеле.

5.3.5. Организация систем экранов в технологических линиях

Описание

В прокатных станах горячего проката существуют проблемы минимизации потерь тепла.

Техническое описание

Для сокращения потерь тепловой энергии могут применяться различные экраны. В основном различают четыре вида экранов для экранирования промежуточного рольганга:

теплоотражательный;

тепловой;

энкопанель;

экран с активным теплоэкранированием подката.

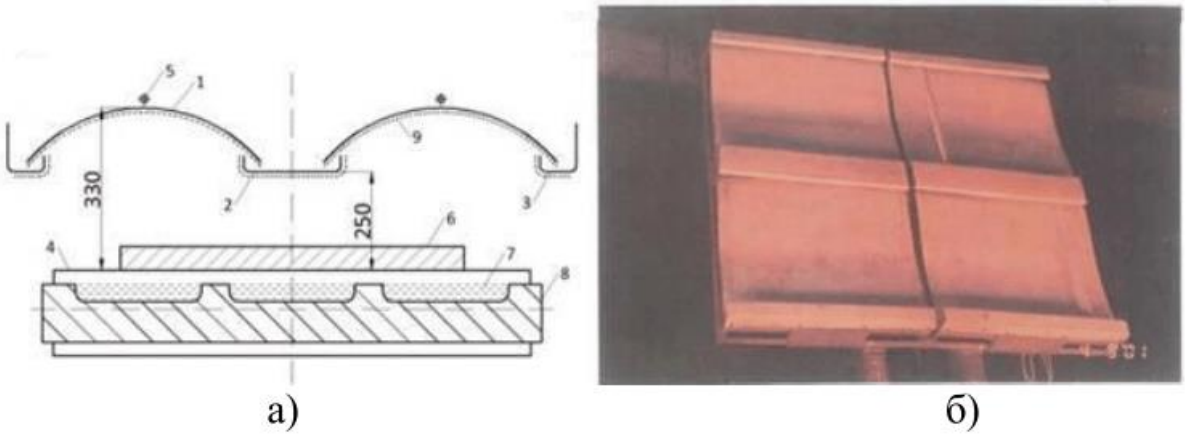
Все известные экраны для уменьшения потерь тепла верхней поверхностью подката состоят из нескольких секций, установленных вдоль рольганга и приводом для подъема или опускания секций над рольгангом.

Длину секций чаще принимают кратной шагу роликов рольганга, при этом с увеличением длины секций уменьшается величина их "подскакивания" при ударах по ним переднего конца движущегося по рольгангу подката, которое опасно для торца секции, следующей по ходу указанного движения подката.

Для шага роликов рольганга 1200 мм (ШСГП в России и в Украине) предпочтительна длина секций 2400 и 3600 мм, в то время как на зарубежных станах устанавливаются и 6-метровые секции. Ширина секций должна превышать на 100–200 мм длину бочки валков рольганга.

На секции с возможностью оперативной замены крепят кассеты с экранами, обеспечивающие реализацию отмеченных способов теплоэкранирования верхней поверхности подката. Число кассет определяется конструкцией экрана.

Теплоотражательный экран изготавливается из листов полированной нержавеющей стали или из малоуглеродистой стали, покрытой алюминием. К недостаткам данного экрана относится уменьшение его теплоотражательной способности по мере загрязнения поверхности. Схема такого экрана, установленного на стане 2000 ОАО " Новолипецкий металлургический комбинат" приведена на рисунке 5.6.



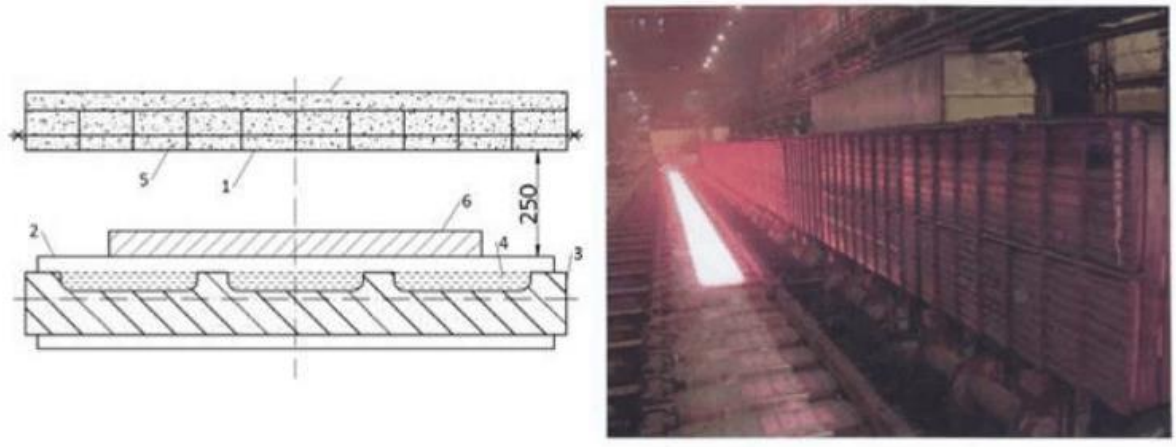
а) б)

1 – теплоотражатели; 2 – отбойник; 3 – боковые стенки; 4 – ролики рольганга;
5 – сопла подачи воздуха; 6 – раскат; 7 – окалина; 8 – межроликовая плита

Рисунок 5.6. Поперечный разрез (а) и фотография (б) секции теплоотражательного экрана на промежуточном рольганге ШСГП 2000

Теплоотражатели изготовлены из листа малоуглеродистой стали толщиной 2 мм, который покрыт алюминием. Подпружиненный отбойник и боковые стенки секции также покрыты алюминием. Толщина алюминиевого покрытия составляет порядка 0,25 мм, первоначальная степень его черноты находится на уровне 0,2. Расстояние между уровнем роликов и отбойником должна составлять порядка 250 мм. Предусмотрена возможность охлаждения теплоотражателей сухим воздухом, что позволяет также исключить осаждение пыли на верхнюю и нижнюю поверхности отражателей.

Тепловой экран рисунок 5.7 изготавливается из керамических теплоизолирующих материалов.



а) б)

1 – специальная труба из жаростойкого сплава; 2 – верхний уровень ролика рольганга; 3 — межроликовая плита; 4 — воздушная окалина; 5 мулитокремнеземистая вата (теплоизолятор); 6 – подкат; 7 – войлок мулитокремнеземистой ваты

Рисунок 5.7. Поперечный разрез (а; схема) и фотография внешнего вида (б) теплового экрана на промежуточном рольганге ШСГП 2000

К недостаткам такого экрана относится необходимость его прогрева теплом от первых 3–4 полос, только после этого он выходит на рабочие температуры. По эффективности тепловой и теплоотражающий экраны примерно равны.

Энкопанель — представляет собой улучшенную разновидность теплового экрана. Такой экран представляет собой секционный тоннель из 10 и более секций длиной по 6 метров рисунок 5.8 В зависимости от длины полосы или необходимости регулирования температуры раската некоторые секции могут открываться.



Рисунок 5.8. Тепловой экран типа "энкопанель"

Конструкция такого экрана включает в себя: мембраны из нержавеющей стали, которые отражают тепло обратно к полосе и материал, который аккумулирует тепло.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения потерь тепла в процессе производства.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Применение такого экранов позволяет снизить температуру нагрева сляба на 50° С (экономия топлива 10-15% и снижение угара);

Уменьшить разницу температур между передним и задним концом (температурный клин) на 60%;

Возможность использования раската как буфера (время задержки до 8 минут).

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства.

Технические соображения, касающиеся применимости

Описанные выше компоненты, как правило, могут быть применены ко многим объектам, входящим в область действия настоящего документа. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будет связан с характером, масштабом и сложностью установки, а также с ее эффективностью и диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Экономика

Снижение температуры нагрева на 50 °С (экономия топлива 10–15 % и снижение угара);

уменьшение разницы температур между передним и задним концом (температурный клин) на 60 %.

Движущая сила для осуществления

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

улучшение экологических показателей;

повышение энергоэффективности;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.3.6. Котел -утилизатор

Описание

Применение котла – утилизатора позволяет использовать тепло уходящих газов технологических процессов, сократить расход топлива. повысить КПД установок в целом.

Техническое описание

Котел-утилизатор (КУ) – паровой или водогрейный котел, не имеющий собственного топочного устройства для сжигания топлива и использующий теплоту отходящих газов технологических промышленных агрегатов различного назначения. Исключение составляют случаи работы котлов-утилизаторов на отходящих газах, содержащих, кроме физической, и химическую теплоту в виде горючих составляющих, которые целесообразно дожечь. Теплота, генерируемая котлом-утилизатором в виде водяного пара, нагретой воды или нагретого воздушного потока, используется в других технологических процессах либо в когенерационных установках для производства электроэнергии или холода.

Важной особенностью отходящих высокотемпературных производственных газов в металлургии и в некоторых других отраслях промышленности является содержание в них полидисперсного уноса мелких частиц, находящихся в твердом, жидком или газообразном состоянии. Этот унос образуется в результате выноса газовым потоком мелких частиц шихты, окалины, расплавленного металла или шлака, а также испарения и возгонки металла в плавильных печах. Вынос жидких частиц технологического расплава наблюдается обычно в период кипения или продувки расплавленного металла

. Частичное испарение технологического материала возможно в этих же печах из-за высокого температурного уровня в них.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов CO.

Снижение энергопотребления.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Энергетическая реализация теплоты отходящих газов в котлах-утилизаторах приводит к существенному повышению коэффициента использования располагаемой теплоты, к снижению температуры выноса технологического сырья в виде пыли и к возможности его улавливания, исключающего или сокращающего выбросы в окружающую среду.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость к существующим установкам может быть ограничена конструкцией оборудованием, а также отсутствием места для установки котла утилизатора.

Не применимо к оборудованию с низкой температурой отходящих газов.

Экономика

Применение котла утилизатора требует дополнительной установки оборудования.

Обеспечивает снижение потребления топлива на вспомогательные процессы по теплоснабжению.

Движущая сила внедрения

Энергосбережение.

Общее снижение выбросов.

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

5.4.1. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение неорганизованных выбросов

Описание

Методы предотвращения неконтролируемых выбросов, основанные на проектировании и оптимизации технологических решений, направленных на их исключение, если это возможно, сбор и очистку.

Техническое описание

Метод или совокупность методов использования систем сбора и контроля выбросов , интегрированных в технологический процесс на этапах проектирования или внедрение их в действующий производственный процесс. Техническое обслуживание систем сбора, а также непрерывный контроль отходящих потоков является одними из составляющих предлагаемых технических решений:

использование систем загрузки, встроенных в корпуса;

использование крытых производственных площадок;

постоянный контроль и поддержание температур в печи на оптимально низком требуемом уровне;

использование герметичных печей/систем подачи сырья, оснащенных системами пылеулавливания, или оснащение эксплуатируемых печей и другого технологического оборудования вытяжными системами;

оптимизация конструкций и методов эксплуатации вытяжных устройств и газоходов с целью улавливания отходящих газов (колпаки/укрытия);

сбор пыли в местах перегрузки пылящих материалов;

внедрение вторичных системам отведения газовоздушных потоков;

использование систем улавливания и очистки отходящих газов, сконструированных с учетом особенностей улавливаемых смесей;

использование эффективных пылеочистных аппаратов сухого типа;

применение вентиляционных систем с вытяжными зонтами для удаления пыли с рабочих мест технологического оборудования;

оснащение камер напыления, применяемых для реализации процесса нанесения изоляционных покрытий, очистными устройствами.

Достигнутые экологические выгоды

Предотвращение неконтролируемых выбросов пыли, металлов, газообразных соединений. Большая часть улавливаемой пыли возвращается в технологический цикл для повторного использования.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижение выбросов пыли от неорганизованных источников.

Кросс-медиа эффекты

Потребность в дополнительных объемах энергоресурсов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость может быть ограничена для действующих установок (существующей технологической схемой, планировка производственных помещений). В случаях использования герметизации оборудования и оснащения действующих участков системами улавливания и отведения газов, может возникнуть ограничение по соображениям безопасности (например, типом/конструкцией оборудования, риском возгорания, утечки).

Экономика

Информация отсутствует.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

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

5.4.2.1. Камера гравитационного осаждения для удаления крупных частиц (>20 мкм) на этапе предварительной очистки дымовых газов

Описание

Гравитационное осаждение основано на осаждении взвешенных частиц под действием силы тяжести при движении запыленного газа с малой скоростью без изменения направления потока. Процесс проводят в отстойных газоходах и пылеосадительных камерах.

Техническое описание

Улавливание пыли происходит в гравитационном поле за счет сил тяжести частицы пыли относительно газовой среды. Скорость запыленного газа в камере должна быть небольшой, не более 1,5 м/сек, с уменьшением скорости, эффективность камеры возрастает. Гидравлическое сопротивление в пределах 12 кг*с/м^2. Схема горизонтальной осадительной камеры показана на рисунке 5.9 Преимущество осадительной камеры - простота конструкции, малое гидравлическое сопротивление, отсутствие износа, способность производить очистку газа при высоких запыленностях и температурах.

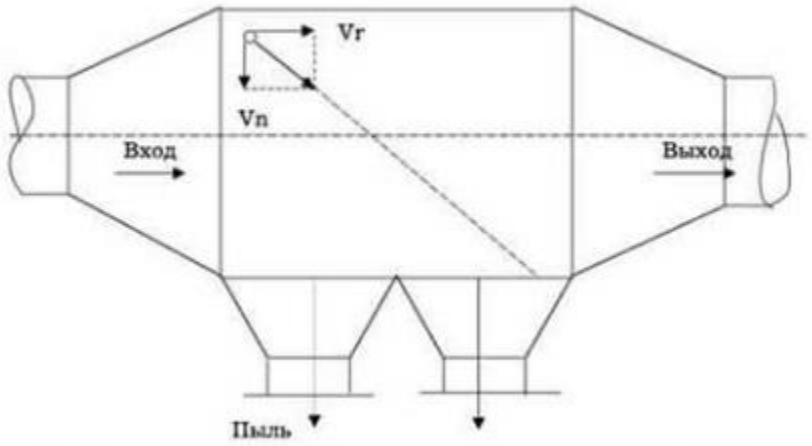


Рисунок 5.9. Схема горизонтальной осадительной системы

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 5.10). 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.

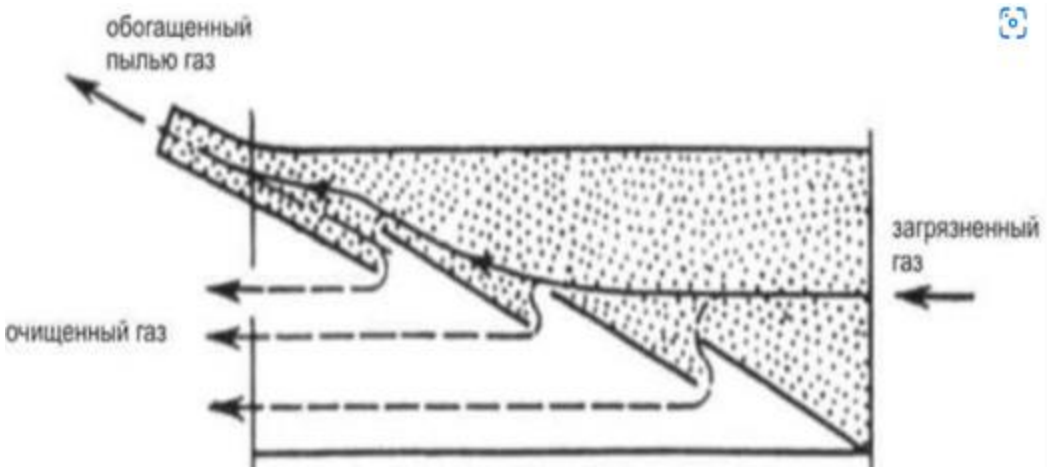


Рисунок 5.10. Жалюзийный пылеотделитель

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

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменим.

Сухое улавливание пыли бывает недостаточно для очистки газов, содержащих агрессивные химические вещества. При наличии едких реагентов требуется влажная технология, часто с применением специальных веществ, нейтрализующих активные компоненты.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли.

Требования экологического законодательства.

5.4.2.2. Циклоны

Описание

Циклон для удаления частиц пыли является одним из основных аппаратов для очистки воздуха и отходящих технологических газов от твердых загрязнений, которые образуются в результате деятельности различных производственных предприятий. Благодаря простоте конструкции, отсутствию подвижных узлов и механизмов, возможности увеличения производительности путем объединения в группы и батареи, циклоны сухой очистки широко применяются в технологических и подготовительных производственных процессах.

Техническое описание

В основном их рекомендуется использовать для предварительной очистки газов и устанавливать перед высокоэффективными аппаратами (например, фильтрами или электрофильтрами). Для удаления частиц из отходящего газового потока используется принцип инерции, основанный на создании центробежными силами, двойной вихревой воронки внутри тела циклона. Входящий газ приводится в круговое движение вниз по циклону рядом с внутренней поверхностью трубки циклона. В нижней части газ поворачивается и вращается вверх по центру трубки и выходит из верхней части циклона. Частицы в потоке газа под действием центробежной силы вращающегося газа выталкиваются к стенкам циклона, но противопоставляются силе жидкостного сопротивления газа, проходящего через и из циклона. Крупные частицы достигают стенки циклона и собираются в нижнем бункере, тогда как мелкие частицы покидают циклон с выходящим газом и могут быть удалены другими методами очистки, такими как, рукавные фильтры, электрофильтры, скрубберные системы.

Циклоны обеспечивают очистку газов эффективностью 80–95 % от частиц пыли размером более 10 мкм.

Мокрые циклоны являются высокоэффективными устройствами, распыляющими воду в поток отходящего газа для увеличения веса твердых частиц и, следовательно, удаления более мелких частиц пыли.

Для очистки больших объемов пылегазовых потоков, а также для улавливания частиц размером менее 10 мкм используют батарейные циклоны (мультициклоны),

которые компонуют из большого количества циклонных элементов, объединенных общим пылевым бункером, и имеющих специальные устройства для закручивания газового потока. Подача газа для очистки происходит тангенциально или аксиально, после чего газ приводится во вращение лопастями. Правильное газораспределение меду циклонными элементами мультициклона является очень важным фактором, так как при неравномерном газораспределении, может произойти реверс или засорение газа. Эффективности мультициклонов зависит от размера частиц и может достигать более 99 %.

В зависимости от производительности циклоны можно устанавливать по одному (одиночные циклоны) или объединять в группы из двух, четырех, шести или восьми циклонов (групповые циклоны).

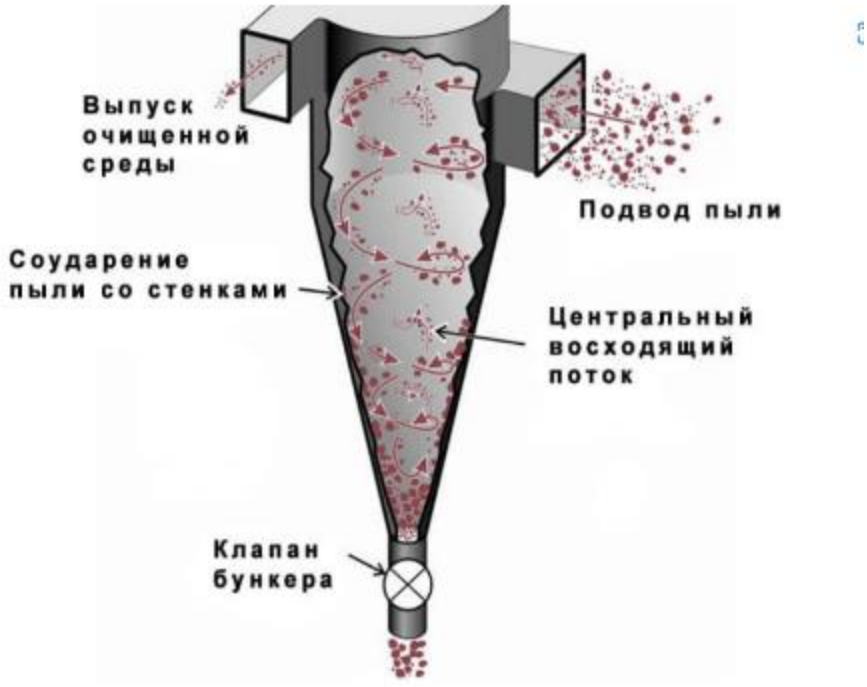


Рисунок 5.11. Базовая схема устройства циклона

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

В зависимости от расхода очищаемого воздуха циклоны могут применяться в одиночном либо групповом исполнении, состоящем из 2, 4, 6 и 8 циклонов. При подборе типоразмера циклона учитывается, что с увеличением диаметра циклона степень очистки воздуха уменьшается. Циклоны с диаметром менее 800 мм не рекомендуется применять для улавливания абразивной пыли.

Материал для изготовления циклонов при температуре окружающей среды до 40 °С – углеродистая сталь, при температуре ниже — 40 °С низколегированные стали.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов твердых частиц в атмосферу. Снижение нагрузки загрязняющих веществ, перед следующими этапами очистки (если применяется). Циклоны применяются для улавливания твердых частиц размером 5–25 мкм (5 мкм с применением мультициклонов). Эффективность вирируется в диапазоне 60–99 % в зависимости от размера частиц и конструкции циклона и может составлять от 300 до 600 мг/Нм^3.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Степень улавливания пыли в значительной степени зависит от размера частиц и конструкции циклона, и увеличивается по мере возрастания нагрузки загрязняющим веществом: для стандартных отдельных циклонов данная величина ориентировочно равна 70–90 % для общего количества взвешенных частиц, 30—90 %.

Основные условия эксплуатации циклонов:

необходимо следить, чтобы в конической части циклона не накапливалась пыль. Для ее сбора под циклоном предусмотрен специальный бункер;

подсос воздуха в нижней части циклона недопустим. Бункер для сбора пыли должен быть герметичным. Спуск пыли из бункера осуществляется через патрубок с двойным затвором-мигалкой, отрегулированной так, чтобы клапаны работали поочередно;

стандартные конструкции циклонов могут работать при температуре газа не выше 400 °С и давлении (разрежении) не более 2,5 кПа;

при работе на газе с высокой температурой циклоны внутри футеруют огнеупорными плитками, а выхлопную трубу выполняют из жаропрочной стали или керамики. При низкой наружной температуре минимальная температура стенки циклона должна превышать температуру точки росы не менее чем на 20–25 °С. Для обеспечения этого условия стенки циклонов в ряде случаев покрывают снаружи теплоизоляцией;

начальная концентрация для неслипающихся пылей в циклонах диаметром 800 мм и более допускается до 400 г/Нм^3. Для слипающихся пылей и циклонов меньших размеров концентрация пыли должна быть в 2–4 раза ниже;

циклон должен работать с постоянной газовой нагрузкой. При значительных колебаниях расхода должны устанавливаться группы циклонов с возможностью отключения отдельных элементов;

рекомендуется установка циклонов перед вентиляторами, чтобы последние работали на очищенном газе и не подвергались абразивному износу.

Циклоны наиболее эффективны при высоких скоростях воздуха, малых диаметрах и большой длине цилиндра. Скорость воздуха в циклоне составляет от 10 м/с до 20 м/с, а средняя скорость - около 16 м/с. Колебания значения скорости (снижение скорости) приводят к резкому снижению эффективности очистки.

Эффективность улавливания может быть увеличена при увеличении:
размер частиц и/или плотности;
скорости во впускном канале;
длины корпуса циклона;
числа оборотов газа в циклоне;
отношения диаметра корпуса циклона к диаметру выходного отверстия;
гладкость внутренней стенки циклона.
Эффективность снижается при:
увеличении вязкости газа;
увеличении диаметра камеры циклона;
увеличении плотности газа;
увеличении размеров канала на входе газа;
утечки воздуха в выходное отверстие для пыли.

Требования к техническому обслуживанию циклонов невысоки; должен быть обеспечен легкий доступ для обследования циклона на предмет эрозии или коррозии. Перепад давления в циклоне регулярно контролируется, а система пылеулавливания проверяется на наличие засоров.

Кросс-медиа эффекты

Увеличение количества отходов, если собранная пыль не может быть возвращена в процесс. Работа циклонов является источником шума, который необходимо устранять, путем ограждения оборудования.

Технические соображения, касающиеся применимости

Циклоны могут применяться как на новых, так и на действующих установках. Циклоны используются для удаления твердых частиц, размером PM_{10}. Для удаления частиц меньшего размера ($PM_{2,5}$) применяются высокоэффективные мультициклоны.

Циклоны работают в абразивных и влажных условиях, снижая концентрацию пыли на агломерационных установках с эффективностью примерно от 60 до 80 %, в зависимости от удельного веса пыли. В Corus, Иджмюйден, Нидерланды, с помощью мультициклона была достигнута концентрация на выходе 300 мг/$Нм^3$.

В большинстве случаев циклоны применяются в качестве предварительных очистителей для более эффективных систем, таких как рукавные фильтры (см. раздел 5.4.2.4) и электрофильтры (см. раздел 5.4.2.3), ввиду низких показателей эффективности, которые как правило, не отвечают нормам загрязнения воздуха.

Преимущества использования:
рекуперация сырья (возврат уловленных частиц пыли в технологический процесс);
отсутствие движущихся частей, следовательно, низкие требования к техническому обслуживанию;
низкие эксплуатационные расходы;

низкие инвестиционные затраты;
сухой сбор и удаление, за исключением использования мокрых циклонов;
относительно небольшие требования к площадке размещения.
Применимость может быть ограничена:
относительно низкой эффективностью очистки для мелкодисперсных частиц;
относительно высоким перепадом давления;
наличием в составе очищаемых газов липких или клейких материалов;
шумностью работы оборудования.

Экономика

Как правило одиночные конструкции, применяющиеся для очистки отходящих газов с низкой концентрацией твердых частиц, будут дороже (на единицу расхода и на количество очищенного загрязняющего вещества), чем большая установка, для очистки потока отработанного газа с высокой концентрацией.

Так, для одиночного циклона с пропускной способностью 180043000 $Нм^3$/ч и остаточной запыленностью между 2,3 и 230 г/$Нм^3$, эффективность улавливания составляет 90 %. Для мультициклона с пропускной способностью в пределах от 36000 $Нм^3$/ч и 180000 $Нм^3$/ч, показатели остаточной запыленности и эффективности аналогичны показателям одиночного циклона.

Эксплуатационные расходы зависят от перепада давления и, следовательно, от затрат на электроэнергию.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов твердых частиц, с возможностью регенерации (повторного использования в качестве сырья).

5.4.2.3. Электрофильтры

Описание

Улавливание твердых частиц из отходящего потока газа с помощью электростатической силы.

Техническое описание

Частицы, подлежащие удалению, заряжаются, а специальные электроды, расположенные в корпусе фильтра, имеют другой заряд. При прохождении запыленного воздуха частицы пыли притягиваются к электродам и впоследствии ссыпаются в приемный бункер. Эффективность очистки может зависеть от количества полей, времени пребывания и предшествующих устройств для удаления частиц. Электростатические фильтры могут быть сухого или мокрого типа в зависимости от метода, используемого для сбора пыли с электродов.

Наиболее часто используемыми устройствами для очистки больших объемов отходящих газов на аглофабриках являются сухие электрофильтры с тремя или четырьмя полями, расположенными последовательно.

Электрофильтр состоит из нескольких высоковольтных коронирующих электродов и соответствующих осадительных электродов. Частицы заряжаются и впоследствии выделяются из газового потока под воздействием электрического поля, созданного между электродами. Электрическое поле между электродами создается небольшим постоянным током высокого напряжения (100 кВ). На практике электрофильтр разделен на ряд дискретных зон (обычно до пяти). Схема устройства электрофильтра показана на рисунке ниже.

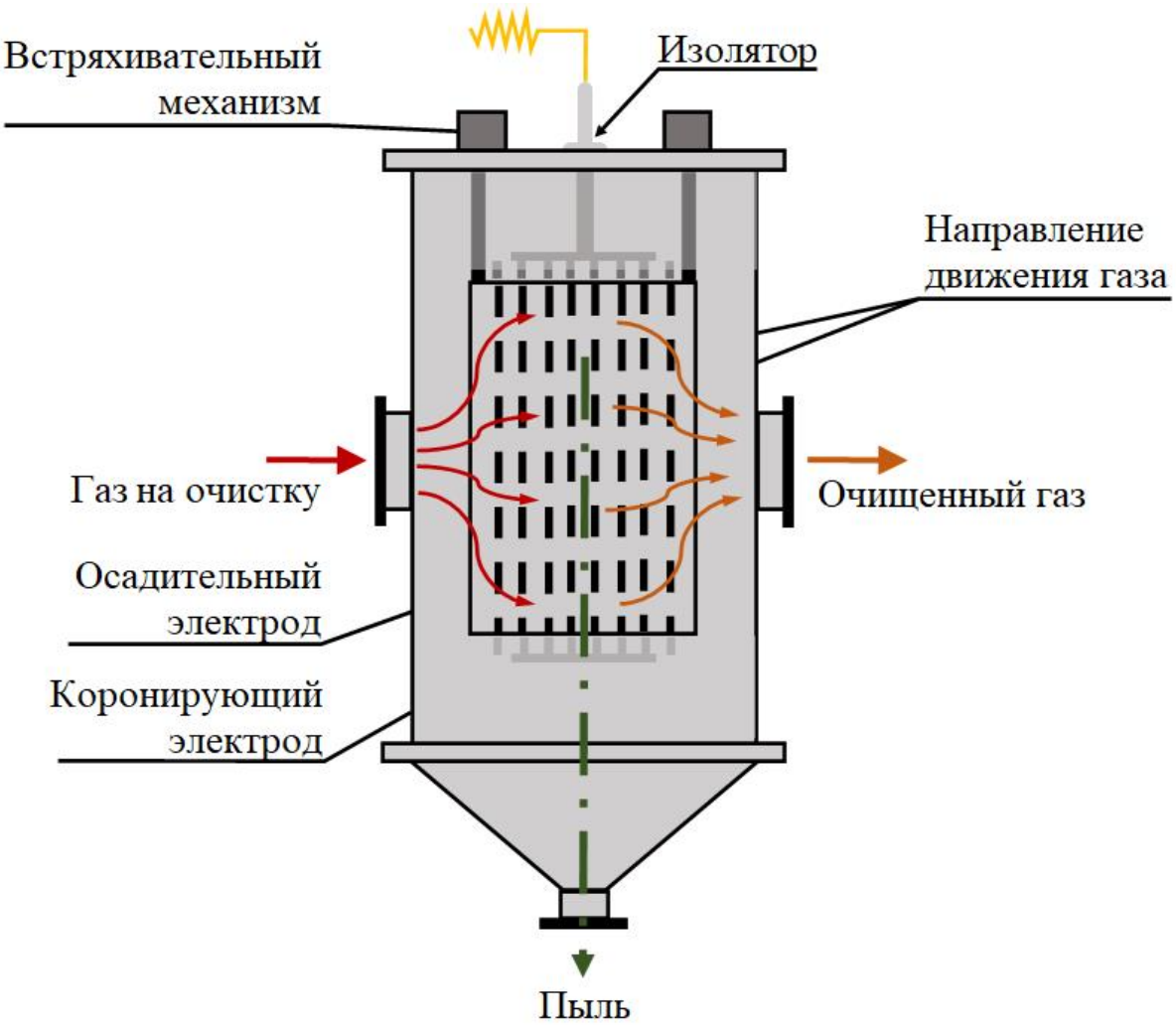


Рисунок 5.12.Схема устройства электрофильтра (показаны только две зоны)

Частицы удаляются из потока газа в четыре этапа:

1. наведение электрического заряда на частицы пыли.
2. подача заряженной пыли в электрическое поле.
3. улавливание пыли с помощью коллекторного электрода.
4. 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 закоротить 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 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 газоходов и наличие устройств распределения потока на входе электрофильтра необходимы для достижения однородности потока.

Электрофильтры ионной абразивной обработки обычно работают в диапазоне 100–150 кВ для обеспечения высокой эффективности сепарации. Отличительной особенностью электрофильтров является способностью работать при высокой температуре (горячие) и высокой влажности обеспыливаемых газов (мокрые). Количество образующейся пыли - так называемый вынос пыли (в процентах от массы перерабатываемой шихты) или переход металлов в пыль зависит от вида металлургического агрегата, физико-химической характеристики шихты (крупность, прочность, содержание легковозгоняемых металлов и соединений и прочее), интенсивности и характера пирометаллургического процесса и многих других факторов. Особенно интенсивно пыль образуется в технологических процессах, таких как обжиг и плавка концентратов, возгоночные процессы.

Таблица 5.8. 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	2мкм	>98,3	Очистка до <20мг/Нм^3	Очистка до <20мг/Нм^3
3	5мкм	>99,95	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации
4	>10мкм	>99,95	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации

Достигнутые экологические выгоды

ЭСФ снижают выбросы пыли с эффективностью >95%. В некоторых случаях достижимая эффективность - более 99%. В среднем за год ЭСФ с полями МЕЕР могут достигать концентраций пыли в диапазоне от 20 до 50 мг/Нм^3 только с учетом нормальных периодов эксплуатации и без учета пусков и остановок. Для одного и того же завода среднесуточная концентрация пыли в период с 2005 по 2007 года составляли от 24,6 до 29,4 мг/Нм^3.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Основные преимущества электрической очистки газов, следующие:

широкий диапазон производительности – от нескольких $м^3$/час до миллионов $м^3$/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.

Электрофильтры успешно эксплуатируются на предприятиях России, стран СНГ, Бельгии, Финляндии, Швеции, Ирландии.

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, касающиеся 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.

Электрофильтры могут устанавливаться как на новых, так и на действующих установках. Электрофильтры с подвижным слоем могут быть установлены как последнее поле существующего электрофильтра или как отдельный блок в собственном корпусе, но расположение и возможность установки любого типа будут зависеть от конкретного места.

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.

5.4.2.4. Рукавные фильтры

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 тканевого 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.

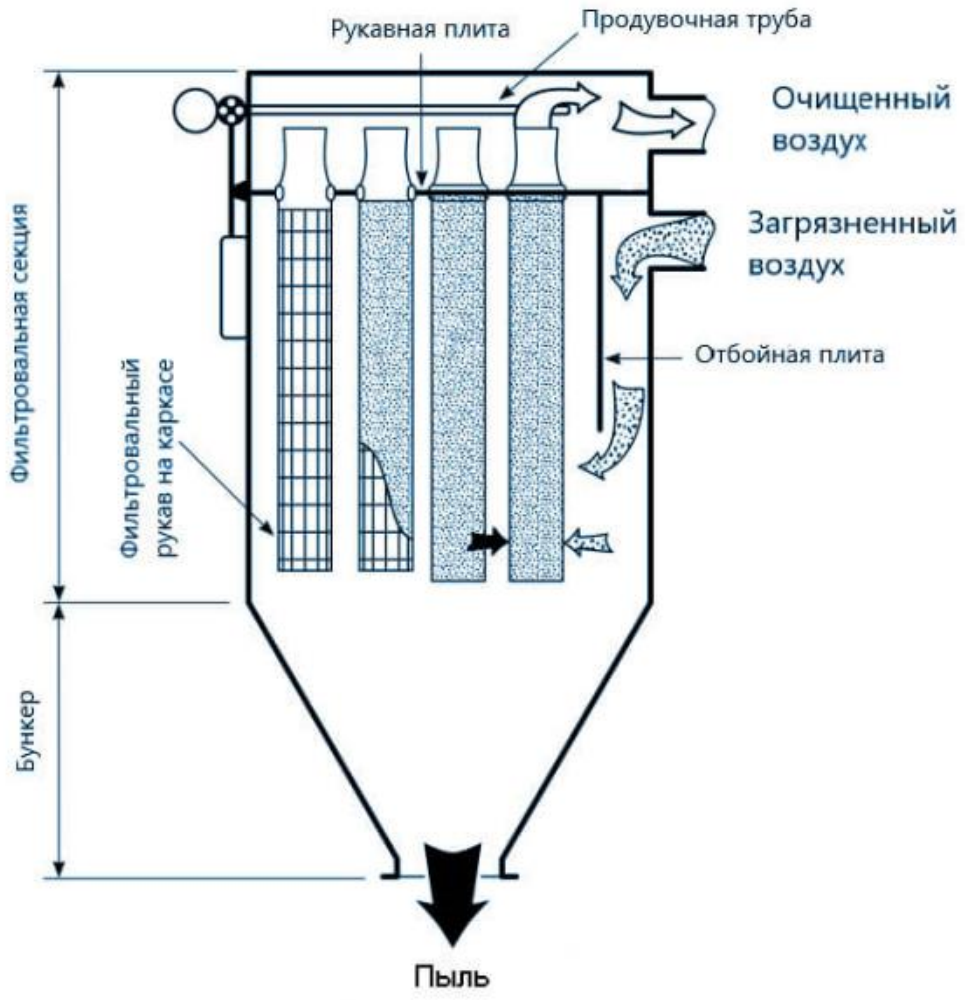


Рисунок 5.13. Конструкция рукавного фильтра

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 и точка кипения кислоты.

В таблице 5.9 представлены типы тканей, широко используемых при очистке.

Таблица 5.9. Сравнение различных систем тканевых фильтров

№ п/п	Параметр	Ед. изм.	Фильтр с импульсной очисткой	Мембранный фильтр из стекловолокна	Фильтр из стекловолокна
1	2	3	4	5	6
1	Тип рукава	-	Полиэстер	Мембрана/ стекловолокно	Стекловолокно
2	Размер рукава	м	0,126 x 6	0,292 x 10	0,292 x 10
3	Площадь ткани на рукав	$м^2$	2	9	9
4	Корпус	-	Да	Нет	Нет
5	Перепад давления	кПа	2	2	2,5
6	Отношение воздуха к ткани	м/ч	80 - 90	70 - 90	30 - 35
7	Интервал рабочей температуры	°С	250	280	280
8	Срок эксплуатации рукава	месяцев	До 30	72 - 120	72 - 120

Существует несколько различных конструкций рукавных фильтров, в которых используются различные виды фильтрующих материалов. Использование технологий мембранной фильтрации (поверхностная фильтрация) приводит к дополнительному увеличению срока службы, увеличению пределов температуры (до 260 °С) и относительно низким затратам на техническое обслуживание. Мембранные фильтрующие рукава состоят из ультратонкой мембраны из расширенного политетрафторэтилена (ПТФЭ), встроенной в материал основы. Частицы в потоке отходящего газа улавливаются на поверхности рукава. Вместо формирования осадка на внутренней части или проникновения в ткань рукава, частицы отталкиваются от мембраны, образуя тем самым меньший по объему осадок.

Синтетические фильтрующие ткани, такие как тефлон/стекловолокно, позволяют использовать рукавные фильтры в широком спектре процессов, обеспечивая

длительный срок службы. Эффективность современных фильтрующих материалов при высоких температурах или в условиях абразивности достаточно высока, и производители тканей могут оказать помощь в определении материала для конкретного применения. При использовании подходящей конструкции для соответствующего типа пыли в особых случаях может быть обеспечен очень низкий уровень выбросов пыли. Более высокая надежность и более длительный срок службы компенсируют расходы на современные рукавные фильтры. Достижение низких уровней выбросов пыли имеет важное значение, поскольку пыль может содержать значительные уровни металлов. Чтобы предотвратить утечку неочищенных газов в атмосферу, необходимо учитывать влияние деформации распределительных коллекторов и надлежащую герметизацию рукавов.

По причине возможного забивания фильтров в определенных условиях (например, в случае липкой пыли или при использовании в воздушных потоках при температуре конденсации) и чувствительности к огню, они подходят не для всех целей применения. Фильтры также могут использоваться вместе с существующими рукавными фильтрами и могут подвергаться модернизации. В частности, система уплотнения рукава может быть улучшена во время ежегодного технического обслуживания, а фильтрующие рукава могут быть заменены более современными материалами в соответствии со стандартными графиками замены, что также может снизить будущие затраты.

Самым распространенным типом используемых фильтров являются рукавные фильтры в виде мешков, при этом несколько отдельных фильтрующих элементов из ткани размещаются вместе в группе. Рукавные фильтры также могут быть в виде листов или картриджей.

Фильтр состоит из нескольких секций, часть из которых работает в режиме фильтрации очищаемого газа, а часть – в режиме регенерации, т. е. удаления осевшей на рукавах пыли. В режиме очистки запыленный газ фильтруется через поры рукава, а пыль осаждается на его поверхности. Со временем гидравлическое сопротивление рукава с накопленным на нем слоем пыли увеличивается, и эффективность осаждения возрастает. При этом пропускная способность фильтра по газу существенно снижается, и секцию отключают на регенерацию для удаления пыли механическим (встряхиванием, скручиванием) и (или) аэродинамическим (импульсной продувкой сжатым воздухом) способами. Поток газа, подлежащего обработке, может направляться либо изнутри рукава наружу, либо снаружи рукава вовнутрь. В случае содержания в поступающих отработанных относительно крупных частиц, для снижения нагрузки на рукавный фильтр, особенно при высокой концентрации частиц на входе, для дополнительной предварительной очистки могут использоваться механические коллекторы (циклоны, электростатические фильтры и др.).

Мониторинг

Для обеспечения правильной работы фильтра следует применять одну или несколько из следующих функций.

Особое внимание уделяется выбору фильтрующего материала и надежности системы крепления и уплотнения. Проведение надлежащего технического обслуживания. Современные фильтрующие материалы, как правило, являются более прочными и имеют более длительный срок службы. В большинстве случаев дополнительные затраты на современные материалы компенсируются продолжительным сроком службы.

Рабочая температура выше точки конденсации газа. Термостойкие рукава и крепления используются при более высоких рабочих температурах.

Непрерывный контроль содержания пыли путем улавливания и использования оптических или трибоэлектрических устройств для обнаружения поломок фильтра. При необходимости устройство должно взаимодействовать с системой очистки фильтра для обнаружения отдельных секций, содержащих изношенные или поврежденные рукава.

Использование газового охлаждения и искрового гашения, если это необходимо. Циклоны считаются подходящими устройствами для искрового гашения. Большинство современных фильтров расположены в нескольких отсеках, поэтому в случае необходимости поврежденные отсеки могут быть изолированы.

Мониторинг температуры и искрообразования может применяться для обнаружения пожаров. На случай возникновении 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.

Достигнутые экологические выгоды

Удаления твердых частиц размером до 2,5 мкм. Удаления определенных газообразных загрязняющих веществ, возможно в случае сочетания их с системами, расположенными после пылеуловительной камеры с рукавными фильтрами и связанными с внесением дополнительных материалов, в том числе с адсорбцией и сухим вдуванием извести/бикарбоната натрия.

Рукавный фильтр обладает высокой эффективностью в снижении уровня пыли и одновременных выбросов тяжелых металлов в потоке отходящих газов. Рукавные фильтры, усиленные добавками, также снижают выбросы ПХДД/Ф, соляной кислоты (HCl), плавиковой кислоты (HF) и, в меньшей степени, диоксида серы (SO_2). В частности, выбросы ПХДД/Ф могут быть значительно сокращены.

Добавление извести и углерода позволяет снизить выбросы диоксинов до <0,1 нг I TEQ/Нм^3. Летучие тяжелые металлы и ЛОС одновременно снижаются за счет

применения добавок и цеолитов, содержащих углерод. Например, содержание ртути снижается на 80–95%.

SO_2 может быть уменьшен примерно на 30–80 % с помощью гашеной извести и до 90 % с помощью натрия бикарбонат.

В зависимости от количества вводимой извести или бикарбоната натрия результат по выбросам CO_2 может достигаться в диапазоне от 100 до 500 мг/Нм3. В зависимости от поступающего SO_2 на практике были достигнуты среднесуточные значения SO_X менее 350 мг/Нм^3. С добавлением извести могут быть достигнуты концентрации выбросов HF 0,2–1 мг/Нм^3 и концентрации выбросов HCl 1-10 мг/Нм^3 (в среднем за сутки).

Применение рукавных фильтров способствует увеличению рециркуляции диоксинов и остатков, содержащих тяжелые металлы. В одном примере количество рециркулируемой пыли из доменного газа было увеличено с 6000 тонн до 39000 тонн в год.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Удаление определенных газообразных загрязняющих веществ возможно в случае сочетания их с системами, расположенными после пылеуловительной камеры с рукавными фильтрами и связанными с внесением дополнительных материалов, в том числе с адсорбцией и сухим вдуванием извести/бикарбоната натрия. При использовании рукавных фильтров отсутствует необходимость очистки шламов и сточных вод.

Кросс-медиа эффекты

Фильтровальную ткань, если ее регенерация невозможна, следует заменять через каждые 2–4 года (срок службы зависит от различных факторов). Падение давления, которое следует компенсировать за счет подкачки, приводящей к дополнительному энергопотреблению. Поскольку тканевые 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, касающиеся применимости

Общеприменимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае (типа и количества используемых фильтровальных рукавов). Стоимость фильтров зависит от эффективности работы оборудования (нагрузка на фильтр), используемых систем

очистки (интегрированных или второстепенных), а также от показателя дифференциального давления самого фильтра. Снижение инвестиционных затрат возможно путем организации тесного взаимодействия вышеперечисленных факторов, а именно за счет наименьших значений дифференциального давления и минимальных для воздуха при очистке, а также максимально возможных отношений воздух-обшивка.

При оценке затрат на рукавный фильтр с блоком подачи потока следует иметь в виду, что эти установки используются не только для отделения пыли, но и для снижения содержания ПХДД/Ф, тяжелые металлы и кислые газы, такие как HF, HCl и SO_2.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в окружающую среду. Требования экологического законодательства. Экономия ресурсов.

5.4.2.5. Мокрые скрубберы

Описание

Удаление твердых загрязняющих веществ из технологического отходящего газа или потока отходящего газа путем переноса газов в подходящую жидкость, часто воду или водный раствор.

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 5.14

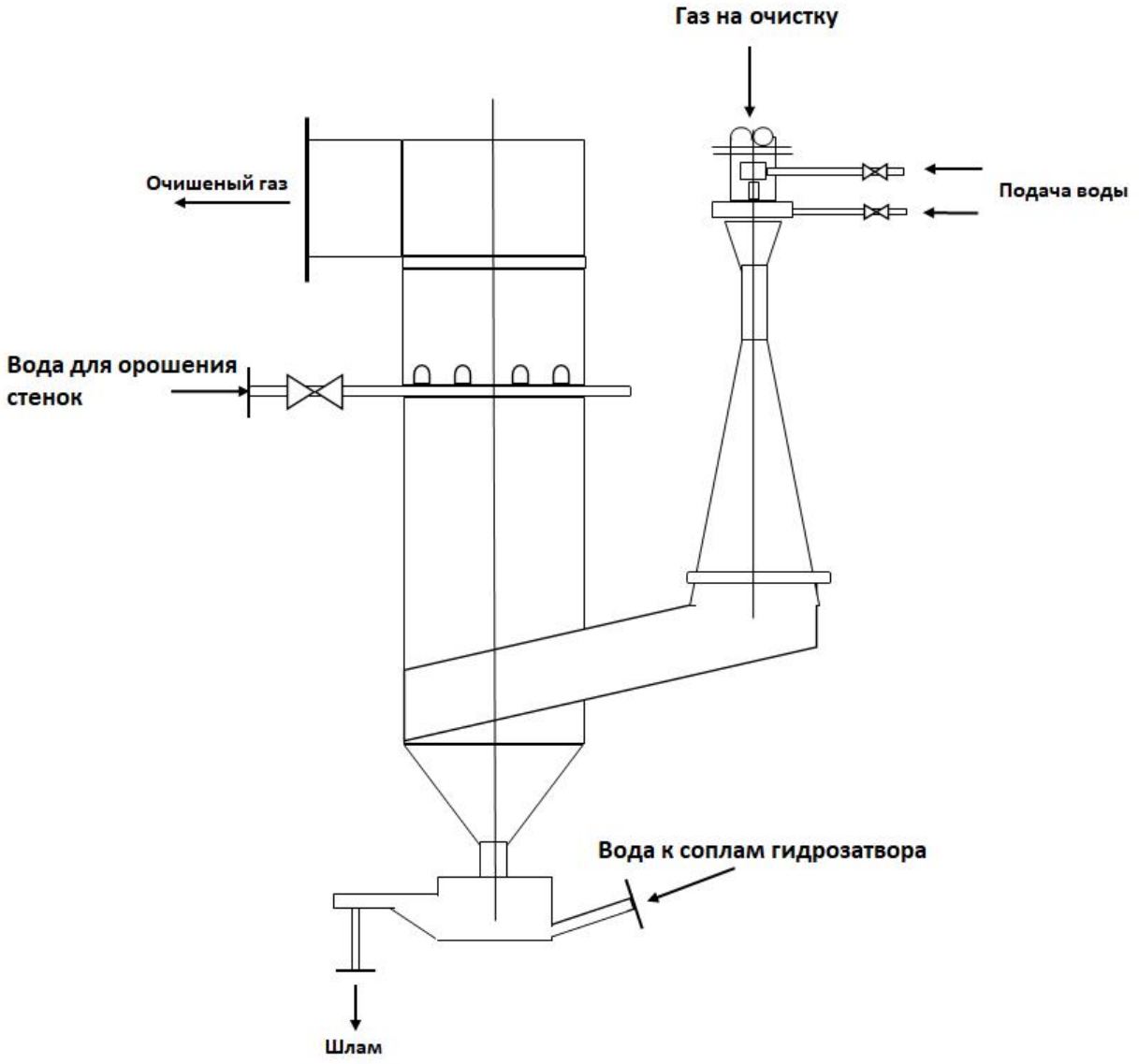


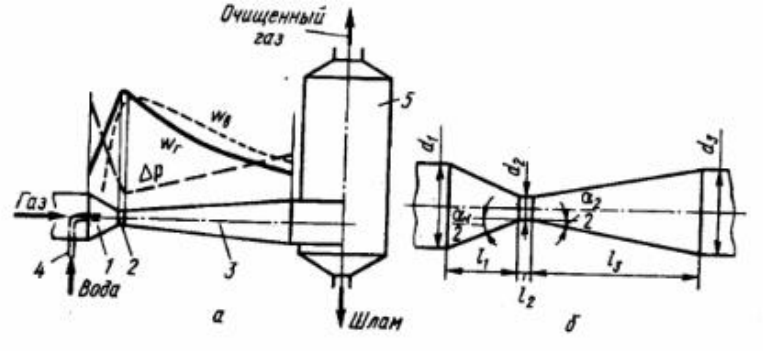
Рисунок 5.14. Радиальный мокрый скруббер

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 тканевыми фильтрами и электрофильтрами; возможность использования при высокой температуре и повышенной влажности газов; улавливания вместе с взвешенными твердыми частицами паров и газообразных компонентов. Типичные

примеры: скруббер Вентури или радиальный скруббер с регулируемым падением давления.

Простейший скруббер Вентури (рисунок 5.15, а) включает трубу Вентури (рисунок 5.15, б) и прямоточный циклон.



1-конфузор, 2-горловина, 3-диффузор, 4-подача воды, 5-каплеуловитель;

а-общий вид, б-нормализованная труба Вентури

Рисунок 5.15. Скруббер Вентури

Труба Вентури состоит из служащего для увеличения скорости газа конфузора, в котором размещают оросительное устройство, горловины, где происходит осаждение частиц пыли на каплях воды, и диффузора, в котором протекают процессы коагуляции, а также за счет снижения скорости восстанавливается часть давления, затраченного на создание высокой скорости газа в горловине. В каплеуловителе тангенциального ввода газа создается вращение газового потока, вследствие чего смоченные и укрупненные частицы пыли отбрасываются на стенки и непрерывно удаляются из каплеуловителя в виде шлама.

В центробежных скрубберах одновременно с охлаждением газов происходит адсорбция из них SO_2. Вследствие низкой степени очистки центробежные скрубберы типа ЦС-ВТЦ как пылеулавливающие аппараты в настоящее время не применяются, однако они широко используются в качестве каплеуловителей в скрубберах Вентури. В этом случае вода на орошение не подается.

Достигнутые экологические выгоды

Аппараты мокрого пылеулавливания проще по конструкции, но при этом обладают эффективностью, присущей наиболее сложным сухим пылеуловителям. Их легко изготовить непосредственно на химическом предприятии; как правило, они не имеют подвижных узлов, которыми часто оснащены сухие пылеуловители (например, узлы встряхивания в рукавных фильтрах).

Достоинствами мокрых пылеуловителей, по сравнению с аппаратами сухого типа:

более высокая эффективность улавливания взвешенных частиц;

возможность очистки газов от более мелких частиц (в лучших мокрых аппаратах удается удалять частицы с размерами порядка 0,1 мкм);

допустимость очистки газов при высокой температуре и повышенной влажности

Недостатки:

выделение уловленной пыли в виде шлама, что связано с необходимостью обработки сточных вод, то есть с удорожанием процесса;

возможность уноса капель жидкости и осаждения их с пылью в газоходах и дымососах;

в случае очистки агрессивных газов необходимость защищать аппаратуру и коммуникации антикоррозионными материалами.

В качестве орошающей жидкости в мокрых пылеуловителях чаще всего применяется вода; при одновременном решении вопросов пылеулавливания и химической очистки газов выбор орошающей жидкости (абсорбента) обусловливается 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/м^3. 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 дм^3/м^3. Это обусловливает необходимость большого перепада давления (Dp=10 ÷20 кПа) и, следовательно, значительных затрат энергии на очистку газа. Степень улавливания SO_2 водой обычно составляет 40–50 %.

Кросс-медиа эффекты

Возможно ухудшение условий рассеивания в атмосфере влажных очищенных газов (может потребоваться дополнительная очистка). Большие затраты энергии (особенно для турбулентных пылеуловителей).

Потребление воды в значительной степени зависит от входящей и выходящей концентрации газообразных соединений. Потери на испарение в основном определяются температурой и влажностью входящего газового потока. Выходящий

газовый поток в большинстве случаев в большинстве случаев полностью насыщен водяным паром. Обычно необходима очистка рециркулирующей жидкости, в зависимости от ее разложения и потерь на испарение.

В результате абсорбции образуется отработанная жидкость (в виде стоков и шлама), которая обычно требует дальнейшей обработки или утилизации (особенно при содержании агрессивных компонентов), если она не может быть использована повторно. Проблема, возникающая при использовании этого метода, заключается в эрозии, которая может возникнуть из-за высокой скорости в канале. Это обуславливает необходимость применения антикоррозионных и в ряде случаев дорогостоящих и дефицитных конструктивных материалов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо при модернизации и новом строительстве.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в атмосферный воздух.

Требования экологического законодательства.

Экономические выгоды.

5.4.2.6. Фильтры 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.

Воздухопоток 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 $м^3$ / 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;

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Эффективность обеспыливания – до 99.9 % (при соблюдении правил эксплуатации и надлежащей наладке / настройке фильтра).

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли.

5.4.2.7. Керамические и металлические мелкоочистительные фильтры

Описание

С точки зрения принципов работы, общего устройства и возможностей очистки мелкоячеистые керамические фильтры похожи на рукавные фильтры. Вместо тканевых рукавов на металлическом каркасе в них используются жесткие фильтрующие элементы, по форме напоминающие свечу.

Техническое описание

С помощью таких фильтров удаляются мелкодисперсные частицы, в том числе PM_{10}. Фильтры имеют высокую термостойкость, и, зачастую, именно корпус фильтра определяет верхнюю границу рабочей температуры. Расширение опорной конструкции в условиях высоких температур также является важным фактором, поскольку при этом нарушается герметичность элементов фильтра в корпусе, что приводит к просачиванию неочищенного газа в поток очищенного. Системы обнаружения отказов в режиме реального времени используются аналогично рукавным фильтрам. Керамические и металлические сетчатые фильтры не такие гибкие, как рукавные. При очистке таких фильтров продувкой мелкая пыль не удаляется с той же эффективностью, как из тканевого фильтра, что приводит к накоплению тонкой пыли внутри фильтра и, таким образом, к уменьшению его производительности. Это происходит за счет накопления сверхтонкой пыли.

Керамические фильтры производятся из алюмосиликатов и могут быть покрыты слоем различных фильтрующих материалов для улучшения химической или кислотной устойчивости, или для фильтрации других загрязняющих веществ. С фильтрующими элементами относительно легко обращаться, когда они новые, но после того, как они подвергнутся воздействию высоких температур, они становятся хрупкими, и их можно случайно повредить во время обслуживания или при неосторожных попытках очистки.

Наличие липкой пыли или смолы представляет потенциальную проблему, поскольку их сложно извлечь из фильтра при обычной очистке, что может привести к падению давления. Эффект воздействия температуры на фильтрующий материал накапливается, поэтому он должен быть учтен при проектировании установки. При применении соответствующих материалов и конструкции можно добиться очень низкого уровня выбросов. Снижение уровня выбросов является важным фактором, поскольку пыль содержит большое количество металлов.

Аналогичную результативность в условиях высоких температур также имеет и модернизированный металлический сетчатый фильтр. Развитие технологий обеспечивает быстрое образование пылевой корки после проведения очистки, когда соответствующая зона была выведена из эксплуатации.

Из-за вероятности при некоторых условиях засорения фильтрующего материала (например, клейкой пылью или при температуре воздушных потоков, близкой к точке росы) эти методы не подходят для любых условий эксплуатации. Они могут применяться в существующих керамических фильтрах и могут быть модифицированы. В частности, система уплотнения может быть усовершенствована во время планового обслуживания.

Достигнутые экологические выгоды

Промышленные испытания центробежного фильтра ЦФ2-6–1 в условиях системы пневмотранспорта песка позволили установить, что эффективность очистки газопылевого потока от частиц песка в шестиканальном центробежном фильтре достигает 98,65 %. Применение двухступенчатой системы очистки газов состоящей из центробежного фильтра и фильтра керамического импульсного ФКИ, позволяет достигать остаточной концентрации твердых частиц на выходе из такой установки 5 мг /м^3 при начальной запыленности потока 127878 мг/м^3. Жесткие фильтрующие элементы на основе керамики можно применять для очистки газов с температурой до 1000 °С.

В 2004 г. на Молдавском металлургическом заводе циклон установки вакуумирования стали диам. 1200 мм был заменен на центробежный фильтр ЦФ1-4–10. Замена циклона позволила в 4 раза увеличить количество циклов дегазации без остановок на очистку.

Кросс-медиа эффекты

Потребление электрической энергии увеличивается с повышением эффективности пылеулавливания. Образование сточных вод, требующих дальнейшей обработки для предотвращения сброса металлов и других веществ в водные объекты.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна, но процессы работают экономично.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли. Экономия сырья, если пыль может быть возвращена в процесс.

5.4.2.8. Использование топлива или комбинации топлив с низким образованием пыли, серы и низкой способностью к образованию NO_X

Описание

Система управления технологическими газами позволяет направлять технологические газы производства чугуна и стали в печи повторного нагрева и/или термообработки, в зависимости от их наличия (доступности). Отбираются

технологические газы производства чугуна и стали с низким средним содержанием пыли и золы, а также с низким средним содержанием серы и низкой способностью к образованию NO_X.

Техническое описание

Система управления технологическим газом:

В случае металлургического завода с полным циклом система управления технологическими газами позволяет направлять газы производства чугуна и стали в печи повторного нагрева и/или термообработки с целью оптимизации полезного использования этих газов.

Приоритетность целей определяется следующим образом:

внутреннее использование теплового потенциала газов в процессах производства стали;

сведение к минимуму использования природного газа и других видов топлива в качестве вспомогательного топлива при обогащении технологических газов и в качестве топлива, сжигаемого отдельно;

разумное использование газов при производстве пара и/или электроэнергии, чтобы энергия не расходовалась впустую при сжигании на факелах;

минимизация использования топливного газа с помощью интегрированных в технологический процесс техник.

Три основных технологических газа в черной металлургии (например, газ коксовых печей, доменный газ и газ основной сталеплавильной печи с подачей кислорода) имеют различный химический состав и характеристики (например, теплотворную способность) и могут быть смешаны перед подачей в печи повторного нагрева и термообработки, чтобы сбалансировать некоторые различия и обогатить доменный газ для повышения теплотворной способности. Технологические газы также могут быть дополнены вспомогательным топливом (например, природным газом или жидким топливом) для обеспечения бесперебойной подачи.

Качество (теплотворная способность и состав) и объем различных газов значительно различаются, и эти факторы влияют на то, где топливо может быть эффективно использовано.

Основной целью управления энергопотреблением в сталелитейной промышленности является эффективное распределение и использование технологических газов. Учитывая различные конфигурации металлургических заводов с полным циклом, каждый объект определяет свою систему управления энергопотреблением, которая лучше всего подходит для всего объекта.

Когда технологические газы черной металлургии используются отдельно или в сочетании со вспомогательными газами (например, природным газом, сжиженным газом) в печах повторного нагрева и термообработки изделий дальнейшего передала

черной металлургии, газы обрабатываются таким образом, чтобы обеспечить низкое среднее содержание пыли и золы и низкое среднее содержание серы.

Коксовый газ

Сера, содержащаяся в коксовом газе, является основным источником выбросов SO_2 из нагревательных печей. НДТ заключается в снижении содержания серы в коксовом газе путем десульфуризации.

Сжиженный газ (доменный газ и газ основной сталеплавильной печи с подачей кислорода). Доменный газ и газ основной сталеплавильной печи с подачей кислорода содержат низкие концентрации серы. Тем не менее, очистка этих газов проводится для уменьшения выбросов пыли. Применяя для очистки доменного газа и газа основной сталеплавильной печи с подачей кислорода, можно достичь с использованием методов сухого обеспыливания (например, электрофильтр) для новых и действующих установок или с использованием методов мокрого обеспыливания (например, мокрый электрофильтр или скруббер) для действующих установок.

Достигнутые экологические выгоды

Эффективное использование энергетических ресурсов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Никакой информации не предоставлено.

Кросс-медиа эффекты

Что касается образования NO_X, то отдельные газы сгорания ведут себя по-разному. Например, более высокие выбросы NO_X наблюдаются при использовании высокой доли коксового газа в топливной смеси, используемой в печи.

Есть две причины, по которым выбросы NO_X при использовании коксового газа выше: более высокая температура пламени и топливный азот. Состав отработанных газов зависит от температуры пламени. Метан (природный газ) сгорает относительно медленно по сравнению с топливом с высоким содержанием H_2 (например, коксовым газом), которое, как правило, сгорает быстрее и выделяет больше NO_X уровень. Тип горелки должен соответствовать имеющемуся топливу. Топливный NO_X образуется в результате окисления аммиака и органического азота, содержащихся, например, в коксовом газе. Из-за относительно высокого содержания аммиака и органического азота в коксовом газе образуется топливный NO_X. Количество NO_X в топливе связано с очисткой коксового газа: более высокие уровни аммиака в обработанном коксовом газе приводят к более высоким выбросам NO_X. В случае газа, богатого CO, получаемого при производстве феррохрома, этот газ имеет очень низкое содержание серы, но

генерирует значительно более высокую температуру пламени (около 2 120 °C) по сравнению с пропаном или природным газом (около 1 960 °C), что потенциально приводит к более высоким термическим выбросам NO_X.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применяется только при наличии технологических газов при производстве чугуна и стали и/или газа.

Широко используется для технологических газов при производстве чугуна и стали.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна

Движущая сила для внедрения

Повышение энергоэффективности.

Требования экологического законодательства.

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

5.4.3.1. Использование горелок с низким образованием NOx

Описание

Техника (включая горелки со сверхнизким содержанием NO_X основана на принципах снижения пиковых температур пламени. Смешивание воздуха и топлива уменьшает доступность кислорода и снижает пиковую температуру пламени, тем самым замедляя превращение связанного с топливом азота в NO_X и образование термического NO_X, сохраняя при этом высокую эффективность сгорания.

Техническое описание

Горелка с низким содержанием — NO_X — это общий термин, обозначающий серию горелок, которые сочетают в себе несколько конструктивных особенностей для снижения уровня выбросов NO_X. Основными принципами работы этих горелок являются снижение пиковой температуры пламени, сокращение времени пребывания в высокотемпературной зоне и снижение доступности кислорода в зоне горения. Обычно это достигается путем подачи воздуха, подачи топлива и/или внутренней рециркуляции дымовых газов. Поскольку существует множество различных конструкций горелок, которые также варьируются от поставщика к поставщику, на рис. 5.16 и рис. 5.17 показан только выбор различных доступных горелок с низким содержанием NO_X.

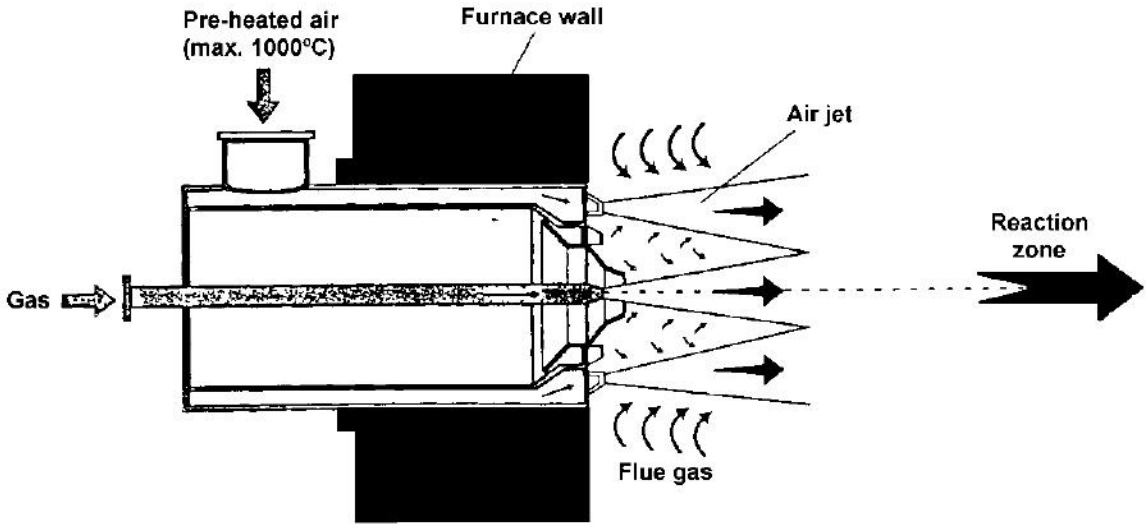


Рисунок 5.16 .Схема горелки с низким содержанием NO_X и внутренней рециркуляцией дымовых газов

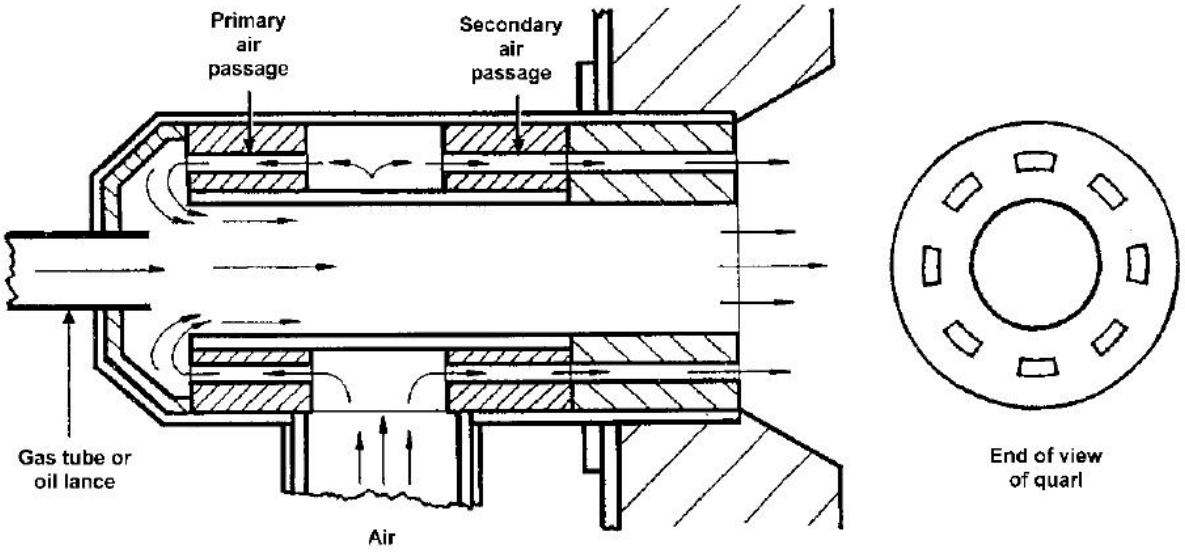


Рисунок 5.17. Схематический пример горелки с низким содержанием NOx, работающей на воздухе

Рециркуляции дымовых газов из печи в пламя может способствовать конструкция горелки. Это снижает концентрацию O_2 в воздушно-топливной смеси и создает тихое пламя с более низкой температурой. Рециркуляция также обеспечивает химическое снижение содержания NO_X в дымовых газах за счет углеводородов, содержащихся в топливе.

Дальнейшего снижения уровня NO_X и зависимости уровня NO_X от температуры предварительного нагрева воздуха можно достичь с помощью горелок с увеличенным

расходом струи, где пламя в некоторых случаях не прикреплено к поверхности горелки или где входы газа и воздуха для горения разделены.

Существует два основных типа горелок с низким содержанием NO_X, которые оба предполагают использование ступенчатого сжигания для достижения желаемого эффекта. Это горелки с воздушной и топливной ступенями.

В горелках с воздушной ступенью первая стадия сгорания происходит в зоне, слегка обогащенной топливом, при оптимальном соотношении топлива и воздуха (1,1–1,3) для преобразования азота топлива в N_2. Вторая стадия сжигания осуществляется на обедненном топливе путем добавления вторичного воздуха таким образом, чтобы топливо полностью выгорело, с тщательным контролем температуры, чтобы свести к минимуму образование термического NO в этой зоне.

Существуют различные конструкции горелок с воздушной ступенью, которые отличаются способом создания двух зон горения. В горелках с аэродинамической ступенью подачи воздуха весь воздух для горения проходит через одно и то же отверстие горелки таким образом, что аэродинамика используется для создания первой зоны, богатой топливом. Внешние горелки с воздушным приводом используют отдельный поток воздуха для полного выгорания. В горелках предварительного сгорания с воздушной ступенью зона, богатая топливом, расположена в отдельной секции предварительного сгорания. Ключевыми конструктивными факторами, определяющими эффективность горелок с воздушной ступенью, являются температура и время пребывания на каждой ступени.

В горелках, работающих на топливе, допускается образование NO в зоне первичного горения, но топливо впрыскивается ниже по потоку для создания зоны вторичного обогащения топливом, или зоны "повторного горения", где содержание NO снижается до N_2. Далее по потоку добавляется дополнительный воздух для полного сжигания избытка топлива в зоне третичного сжигания, опять же с тщательным контролем температуры, чтобы свести к минимуму образование тепловых выбросов. Топливом для повторного сжигания может быть природный газ или уголь.

Ступенчатые камеры сгорания с низким содержанием NO_X являются наиболее применимым методом регулирования для промышленных печей и не представляют особых трудностей при монтаже. Некоторые конструкции ступенчатых камер сгорания приводят к снижению скорости выхода из горелки, и это уменьшение импульса может вызвать изменения в аэродинамике печи и, следовательно, проблемы с распределением теплопередачи. Аналогичным образом, пламя будет иметь тенденцию к удлинению, что может потребовать увеличения избыточного уровня воздуха, чтобы избежать прямого контакта пламени с нагреваемым материалом.

Горелки с низким содержанием NO_X могут быть более сложными и/или громоздкими, чем обычные горелки, и могут вызывать проблемы при проектировании печей или модернизации существующих печей. Инвестиционные затраты на модернизацию зависят от типа и размера печи, а также от того, насколько новые горелки совместимы с существующим оборудованием для сжигания топлива. Использование горелок с низким содержанием NO_X не приводит к увеличению эксплуатационных расходов.

Для горелок со сверхнизким содержанием NO_X требуется высокий расход газа. В печи происходит полное смешивание топлива и воздуха для горения (и дымовых газов) , что приводит к отсутствию привязки пламени к горелке. В результате горелки этого типа можно использовать только при температурах печи, превышающих температуру самовозгорания топливовоздушной смеси.

За счет впрыска топлива вдали от непосредственной близости к воздуху для горения улучшается смешивание реагентов и продуктов сгорания. Как следствие, пиковая температура пламени снижается, уменьшая образование термического NO_X. В случае высокого момента впрыска (например, высоких скоростей) увеличивается унос дымовых газов, что приводит к слабому или беспламенному сгоранию. Достигаемый температурный профиль намного более плавный при очень низких выбросах NO_X. Чтобы обеспечить сгорание в таких условиях, температура печи должна быть выше температуры самовоспламенения. Внешняя рециркуляция дымовых газов также может быть использована для снижения выбросов NO_X с целью снижения пиковой температуры пламени за счет разбавления дымовыми газами.

Оптимизация процесса горения является ключевым методом снижения выбросов NO_X за счет уменьшения избытка воздуха. За счет регулирования уровня кислорода в атмосфере печи (дымоходах) повышается эффективность и сокращаются выбросы NO_X (меньше кислорода вступает в реакцию с азотом). Также следует избегать попадания воздуха (например, регулировать давление в печи при открывании дверцы). Кроме того , контроль избытка воздуха обеспечивает дополнительные преимущества, поскольку повышается производительность процесса (уменьшается окисление стали).

Переключение на другое топливо - еще один эффективный способ сокращения выбросов NO_X. Использование природного газа приводит к снижению уровня NO_X. Другие виды топлива, такие как технологические газы при производстве чугуна и стали , содержат азот и, следовательно, могут способствовать образованию топливных NO_X (например, NH_3 в коксовом газе). В дополнение к стандартной практике замены N-связанного топлива (углей или мазута) газообразным топливом, использование

доменного газа снижает образование NO_X, принимая во внимание его более низкую пиковую температуру пламени. Также важна кондиционирование топлива (например, удаление NH_3 из COG, которое описано в IS BREF.

Внедрение замены горелок не всегда требует внесения изменений в компоновку действующих установок. Признается, что в некоторых случаях могут существовать технические ограничения.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов NO_X.

Повышение энергоэффективности.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Использование, к примеру, горелок с пониженным содержанием NO_x основаны на снижении температуры и содержания кислорода в зоне активного горения, а также создании в топочной камере зон с восстановительной средой, где продукты неполного горения, вступая во взаимодействие с образующимся оксидом азота, приводят к восстановлению NOx до молекулярного азота.

Кросс-медиа эффекты

Дополнительная потребность в ресурсах.

Техническая применимость

Применимо как на новых, так и на действующих производствах. Высокоэффективные низкоэмиссийонные горелки Ferroflame™ LowNOx для установок окомкования с подвижной колосниковой решеткой может снизить выбросы NOx на 80% по сравнению с традиционными конструкциями горелок. Горелка Ferroflame LowNOx также может повысить качество продукции благодаря улучшенной однородности температуры в печи и подходит для использования с газообразным и жидким топливом. Впрыск верхнего воздуха как дополнительная мера при использовании горелок с низким содержанием NOX и рециркуляцией дымовых газов, на существующей установке менее эффективна.

Широко используется на предприятиях дальнейшего передела черных металлов, например:

Liberty Specialty Steels – печи непрерывного действия Stocksbridge Billet Mill.

Liberty Specialty Steels – отжиг круглых/цилиндрических слитков / нагревательный колодец (для слитков) Rotherham.

Liberty Specialty Steels – Печь для подогрева слябов узкополосного прокатного стана Brinsworth Strip Mill.

ArcelorMittal – нагревательные печи стана горячей прокатки в Фос-сюр-Мер.

Экономика

Замена существующих горелок на современные горелки с низким содержанием NO_X можно избежать, если оптимизировать процесс горения (за счет уменьшения избытка воздуха). Это также обеспечивает дополнительное топливо и дает экономию.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов NO_X.

Повышение энергоэффективности

Требования экологического законодательства.

5.4.3.2. Охлаждение зоны горения (пламени) для снижения выбросов NOx

Описание

Ограничение температуры предварительного подогрева воздуха приводит к снижению концентрации выбросов NOx. Должен быть достигнут баланс между максимальной рекуперацией тепла дымовых газов и минимизацией выбросов NO_X.

Техническое описание

Уровни выбросов NOx увеличиваются с повышением температуры предварительного нагрева воздуха для горения. Ограничение предварительного нагрева воздуха может быть мерой ограничения выбросов NOx.

С другой стороны, предварительный подогрев воздуха для горения является широко применяемой мерой для повышения энергоэффективности печей и снижения расхода топлива. Ограничение предварительного нагрева воздуха означает, что неиспользованная энергия, содержащаяся в дымовых газах, тратится впустую и должна быть компенсирована более высоким расходом топлива.

Как правило, операторы установок заинтересованы в снижении потребления топлива, поскольку это подразумевает денежную выгоду, но сокращение потребления топлива может дополнительно уменьшить другие загрязнители воздуха, такие как CO_2, SO_2 и твердые частицы. Таким образом, может потребоваться достижение баланса между энергоэффективностью и снижением выбросов SO_2 и CO_2, с одной стороны, и увеличением выбросов NOx, с другой. При поддержании высоких температур предварительного нагрева воздуха может потребоваться применение вторичных мер по сокращению NOx.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Информация не представлена

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоэффективности.

Технические соображения, касающиеся применимости

Может не применяться в случае печей, оснащенных излучающими трубчатыми горелками.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна

Движущая сила внедрения

Требование экологического законодательства.

5.4.3.3. Рециркуляция дымовых газов

Описание

Рециркуляция (внешняя) части дымовых газов в камеру сгорания с целью замены части свежего топочного воздуха и ограничения содержания O_2 для окисления азота и снижения температуры сгорания, - ограничит образование NOx.

Техническое описание

Рециркуляция дымовых газов представляет собой метод ограничения пиковых температур пламени. Рециркуляция дымовых газов в воздух для горения снизит содержание кислорода до 17–19 % и уменьшит пламя.

Самый простой способ состоит в рециркуляции дымовых газов путем их удаления из вытяжного канала с помощью вентилятора горелки и смешивания их с воздухом для горения. Расход рециркуляции можно регулировать с помощью дроссельной заслонки с сервоприводом, управляемой электронным оборудованием горелки. Сокращение выбросов NOx, полученное с помощью этого метода при использовании природного газа в качестве топлива, является значительным и зависит от процентного содержания рециркулирующих дымовых газов и типа используемой горелки.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов NOx.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Для подогревателя стальных плоских заготовок, работающего на коксовом газе, с производительностью не менее 140 т/ч, сообщается о снижении выбросов NO_X на 51,4 %, 69,4 % и 79,8 % (по сравнению с базовым уровнем 657 мг/м3) для 10 %, 20 % и 30 % рециркуляции топочных газов соответственно.

Необходимо учитывать потенциальное снижение производительности печи и, следовательно, более низкую пропускную способность, особенно при достижении рабочего предела печи.

В некоторых случаях возможна потеря стабильности пламени и отключение горелки.

Мощность горелки снижается, уменьшение мощности горелки необходима для того , чтобы компенсировать замену части воздуха горения отходящими газами с низким содержанием кислорода.

Потенциально трудно поддается контролю в случаях, когда состав и, следовательно , объемы отходящих газов изменчивы (например, на комплексных объектах, где используются смешанные газы завода).

Кросс-медиа эффекты

Рециркуляция дымовых газов (внешняя) может снизить энергоэффективность.

Потенциальное увеличение расхода топлива (до тех пор, пока рециркуляция топочных дымовых газов не повлияет на расход отходящих газов и их температуру, эффективность сгорания и расход топлива останутся прежними, но это подразумевает повышение температуры предварительного нагрева воздуха).

Увеличение расхода топлива (и, следовательно, выбросов CO_2) для различных конструкций горелок составляет от 1,1 % до 9,9 % (рециркуляция топочных дымовых газов в диапазоне от 10 % до 50 %).

Более высокие выбросы монооксида углерода и несгоревших углеводородов.

Повышенное содержание водяного пара в продуктах сгорания может увеличить образование окалины на стали, тем самым увеличивая потребность в удалении (прокатной) окалины и увеличивая связанные с этим выбросы в атмосферу и образующиеся при этом отходы.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость к существующим установкам может быть ограничена нехваткой места.

Например, этот метод требует значительных воздуховодов для обеспечения рециркуляции дымовых газов, что может быть сложно установить, в зависимости от конфигурации некоторых действующих установок.

Экономика

Для модернизации рециркуляции дымовых газов никаких затрат не предусмотрено. Рециркуляция дымовых газов часто применяется вместе с другими первичными мерами , такими как горелки с низким содержанием NO_X, поэтому трудно оценить затраты только на рециркуляцию дымовых газов.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов NOx.

Требования экологического законодательства.

5.4.3.4. Беспламенное горение

Описание

Беспламенное горение достигается за счет раздельного впрыска топлива и воздуха для горения в камеру сгорания печи с высокой скоростью для подавления образования пламени и уменьшения образования термических NOx при одновременном создании более равномерного распределения тепла по камере. Беспламенное горение можно использовать в сочетании с кислородно-топливным сжиганием.

Техническое описание

Беспламенное горение может быть достигнуто с использованием обычных воздушных печей, оснащенных беспламенной горелкой, или с использованием кислородно-топливных беспламенных горелок.

Нагревательные и термообрабатывающие печи черной металлургии обычно работают при высоких температурах процесса. В то время как потери энергии могут быть сведены к минимуму с помощью рекуперативных горелок, использующих выхлопные газы для предварительного нагрева воздуха для горения, образование оксидов азота также увеличивается при более высоких температурах воздуха для горения. Атмосферный азот окисляется, в частности, в горячих зонах фронта пламени с образованием оксидов азота.

Беспламенное сгорание может быть достигнуто за счет интенсивного перемешивания топливного газа, воздуха для горения и рециркулирующих выхлопных газов. Топливный газ и воздух для горения впрыскиваются раздельно в камеру сгорания с высокой скоростью. Внутри камеры сгорания очень интенсивная внутренняя циркуляция дымовых газов смешивает воздух для горения, топливный газ и продукты сгорания. В этих условиях происходит беспламенное горение при условии, что температура горения внутри топки выше температуры самовоспламенения смеси (например,> 800 ºC при использовании природного газа и воздуха) и коэффициент рециркуляции дымовых газов выше трех.

При беспламенном горении температурный пик фронта пламени отсутствует, что значительно снижает образование NOx по сравнению с обычными горелками. Еще одним дополнительным преимуществом беспламенного сжигания является то, что топливо окисляется по всему объему камеры сгорания, обеспечивая очень однородную температуру топки. При равномерном распределении можно поддерживать более высокую среднюю температуру камеры сгорания, что приводит к сокращению времени нагрева и снижению выбросов CO, поскольку достигается полное сгорание. Кроме того , беспламенное горение приводит к снижению уровня шума и уменьшению термической нагрузки на горелку.

Эта техника включает в себя замену воздуха для горения кислородом (чистота> 90 %), что означает меньшее количество азота, подлежащего нагреву, и уменьшение общего объема выхлопных газов, что приводит к повышению энергоэффективности.

Беспламенное кислородно-топливное горение достигается за счет разбавления путем раздельного впрыска топлива и кислорода с высокой скоростью в топку. Рециркуляция дымовых газов в зоне сжигания приводит к снижению пиковой температуры и образованию термических NO_X. По сравнению с беспламенным кислородно-топливным сжиганием распределение температуры в печи будет более равномерным, что даст возможность увеличить производительность и/или снизить потребление энергии в зависимости от характеристик печи и производственной ситуации.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов NOx.

Снижение выбросов CO.

Снижение энергопотребления.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Беспламенное газокислородное сжигание установлено на двух площадках, принадлежащих Ascométal, в Фос-сюр-Мер (Франция). В общей сложности девять шахтных печей были модернизированы беспламенными кислородно-топливными горелками. В результате теплопроизводительность увеличилась на 50 %, расход топлива сократился на 40 %, а выбросы NOx сократились на 40 %.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость к существующим установкам может быть ограничена конструкцией печи (т. е. объемом печи, пространством для горелок, расстоянием между горелками) и необходимостью замены огнеупорной футеровки.

Применимость может быть ограничена для процессов, где требуется тщательный контроль температуры или температурного профиля (например, перекристаллизация).

Не применимо к печам, работающим при температуре ниже температуры самовоспламенения, необходимой для беспламенного горения, или к печам, оборудованным излучающими трубчатыми горелками.

Экономика

Применение кислородно-топливных горелок требует дополнительной покупки или производства кислорода на месте. Соответственно, беспламенный кислородно-топливный метод часто экономически выгоден только на предприятиях, где кислород доступен по низкой цене.

Достигаются более высокие средние температуры печи, что может привести к сокращению времени нагрева и увеличению производительности.

Движущая сила внедрения

Повышенная производительность.

Энергосбережение.

Общее снижение выбросов NOx.

Примеры предприятий:

Ascométal - печи (в виде нагревательных колодцев) (Фос-сюр-Мер, Франция).

Печи Outokumpu с шагающими балками из нержавеющей стали и цепной передачей (Дегерфорс, Швеция).

SSAB Borlänge (Швеция).

Вестальпинский Гробблех (Австрия).

5.4.3.5. Кислородно-топливное горение

Описание

Воздух для горения полностью или частично заменяется чистым кислородом.

Техническое описание

Повторный нагрев стальных слябов является очень энергоемким процессом, в котором для достижения требуемых высоких температур используется газообразное или жидкое топливо с высокой теплотворной способностью. Когда в процессе горения используется стандартный воздух, большие объемы азота поступают в печи и нагреваются за счет сжигания топлива при высокой температуре, прежде чем выбрасываются в атмосферу, что приводит к значительным потерям энергии и повышенным выбросам NO_X. При использовании кислородно-топливной технологии воздух для горения, состоящий из 78 % азота и 21 % кислорода, заменяется кислородом (чистота ≥ 90 %).

Показаны три стехиометрических уравнения, иллюстрирующих различные случаи сжигания метана при (i) сжигании воздуха, (ii) сжигании чистого кислорода и (iii) смешанном сжигании с 50%-ным обогащением кислородом воздуха для горения.

Нормальное горение на воздухе с O_2 – 21 % и N_2 – 78 %:

$CH_4 + 2\ (O_2 + 3{,}76\ N_2) \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 7{,}52\ N_2$

100 % кислородное сгорание:

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO2 + 2H_2O$

Сжигание на обогащенном кислородом воздухе с 50 % O_2 и 50 % воздуха:

$CH_4 + 2\ (O_2 + N_2) \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 2N_2$

Удаление азота из процесса горения повышает энергоэффективность печи, поскольку при замене воздуха кислородом конечный объем продуктов сгорания значительно уменьшается (например, всего в три раза по сравнению с объемом используемого топлива при 100%-ном сжигании кислородного топлива). В результате вырабатываемое тепло будет более доступно для нагрева загрузки печи. Этот эффект наглядно проиллюстрирован на рисунке 2.76, где процентное соотношение доступного тепла в печи представлено в зависимости от температуры отходящих газов при различных соотношениях воздух/кислород.

Удаление или уменьшение содержания азота в дымовых газах также приводит к меньшему объему отходящих газов на единицу добавленной энергии (выражается в $Нм^3$ отходящих газов/кВтч) и увеличению концентрации и парциальных давлений CO_2 и H_2O. Тепловое излучение в основном исходит от CO_2 и H_2O, присутствующих в газах горения. Соответственно, высокие концентрации CO_2 и H_2O значительно увеличивают теплопередачу в печи.

В итоге, поскольку объемный расход выхлопных газов значительно меньше в случае сгорания с повышенным содержанием кислорода, тепло отдается исходному

материалу более эффективно. Кроме того, переход от сжигания воздуха к сжиганию с повышенным содержанием кислорода часто приводит к снижению температуры выхлопных газов на выходе.

Для использования кислородно-топливной технологии в печах повторного нагрева и термообработки возможно несколько конфигураций, включая следующие:

Кислородно-топливная горелка со 100% кислородом

В этой конфигурации используются кислородно-топливные горелки со 100 % кислородом и без воздуха. Конструкция может варьироваться в зависимости от конкретной ситуации (например, типа используемого топлива и положения горелки). Как и в случае с воздушными горелками, кислородно-топливной горелке может потребоваться контрольная горелка или система стабилизации пламени, чтобы работать при температурах ниже температур самовоспламенения.

Воздействие на выбросы NO_X

Хотя теоретически печь без азота не производит NO_X, в большинстве промышленных печей есть утечки, из-за которых в печь может попадать воздух и в результате образуется NO_X. Для достижения низких выбросов NO_X при использовании кислородно-топливной горелки точки впрыска топлива и кислорода обычно разделены, чтобы снизить концентрацию кислорода (часто ниже 21% O_2) и топлива до начала реакции горения. Высокая скорость впрыска способствует рециркуляции продуктов сгорания в кислород и топливо. Низкая концентрация кислорода и топлива в пламени снижает пиковую температуру пламени и подавляет образование NO_X.

Обогащение кислородом с использованием обычных горелок

Этот метод заключается в добавлении кислорода в воздух горения для увеличения содержания кислорода в воздушном потоке с 21 % примерно до 25–28 %. Обычно можно использовать обычные горелки, используемые для сжигания воздуха, и преимущество заключается в том, что при необходимости очень легко переключаться между режимом “обогащенный кислородом” и обычным режимом работы “на воздушном топливе”. Одним из недостатков является то, что конструкция горелки очень редко предназначена для этой цели и что выбросы NO_X имеют тенденцию к увеличению.

Внешняя продувка кислородом

Техника внешней продувки кислородом представляет собой специальное применение, разработанное для использования преимуществ кислородно-топливного сжигания в существующих печах без необходимости замены самих горелок. Вместо добавления кислорода в поток воздуха для горения каждой горелки, как это делается при традиционном обогащении кислородом, кислород впрыскивается с высокой скоростью на небольшом расстоянии от горелки, что позволяет кислороду разбавляться

дымовыми газами до того, как он примет участие в горении (см. рис. 2.78). Уровень обогащения кислородом могут достигать примерно 30–50 %. При использовании внешней подачи кислорода достигается сгорание, аналогичное сгоранию в беспламенной кислородно-топливной горелке, что приводит к снижению выбросов NO_X.

Для обогащения кислородом и внешней продувки кислородом важно хорошо контролировать поток воздуха, кислорода и топлива, чтобы достичь правильного общего соотношения кислорода и топлива.

Выбор между тремя вариантами кислородного топлива, представленными выше (т. е. горелка со 100 % кислородом, обогащение кислородом или внешняя продувка кислородом), зависит от характеристик и производительности установки. Например, когда требуется дополнительная теплопроизводительность печи, лучшим вариантом может быть использование 100% кислородных горелок. Для печей, оборудованных обычными горелками на воздушном топливе, демонстрирующими хороший КПД, технология внешней продувки может быть лучшим решением для дальнейшего снижения энергопотребления и сокращения выбросов NO_X.

Потенциальные проблемы, которые следует учитывать, это необходимость адаптации системы управления горелкой, или потенциальная необходимость замены выпускного клапана или вентилятора, или внесения корректировок в параметры управления.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение энергопотребления и выбросов CO_2.

Снижение выбросов CO и NO_X.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

В целом, при использовании кислородно-топливной технологии достигаются следующие улучшения:

увеличение парциальных давлений CO_2 и H_2O и более длительное время пребывания газов в печи приводят к более высокой теплопередаче за счет излучения газа, сокращению времени нагрева и увеличению производительности.

значительное снижение объемов отработанных дымовых газов и температуры отработавших дымовых газов, что приводит к уменьшению размеров систем снижения выбросов отработанных газов ниже по потоку.

подача кислорода может привести к повышению температуры пламени, и при необходимости ее можно регулировать независимо от работы печи.

замена воздуха в горелке чистым кислородом снижает парциальное давление газообразного азота и может уменьшить образование термических NO_X. Однако, если кислород впрыскивается рядом с горелкой или если в печь поступает значительное

количество воздуха, возможны более высокие удельные выбросы NO_X (выраженные в мг/Нм^3) из-за более высокой температуры газа. Однако общие массовые выбросы NO_X (выраженные как масса NO_X/тонна произведенной продукции или масса NO_X/ израсходованная энергия) снижаются из-за значительного сокращения общего объема выхлопных газов, достигаемого с помощью кислородно-топливной технологии.

снижение удельного энергопотребления.

снижение потребности в системах рекуперации тепла и зависимости от них.

на металлургических заводах полного цикла возрастает потребность в сжигании низкокалорийного топлива (например, топлива с теплотворной способностью ниже 2 кВтч/м3), такого как доменный газ (например, теплотворная способность <1 кВтч/м3). Для таких видов топлива использование кислорода является абсолютным требованием для обеспечения температуры и стабильности пламени.

сокращение выбросов CO_2 по сравнению с печами, работающими на воздушном топливе.

Например, в нагревательных печах SSAB в Борленге используется внешняя подача кислорода. Экономия энергии составила от 1,7 кВтч/м^3 до 2,5 кВтч/м^3 кислорода в зависимости от производственных условий и печи. В процентном отношении потребление энергии (а также выбросы CO_2) снизились на 5–16 %, в среднем на 10 %.

На заводе Arcelor Mittal Shelby (США), где приведены данные для печи с вращающимся подом, сообщается о первоначальном снижении энергопотребления на 29 % за счет обогащения кислородом. Впоследствии сообщается о потреблении энергии на 65 % в результате кислородно-топливного сжигания в сочетании с беспламенным окислением, а также о снижении выбросов NO_X на 76 % по сравнению с первоначальным методом воздушного топлива.

Кросс-медиа эффекты

Могут наблюдаться более высокие концентрации выбросов NO_X, хотя общие выбросы NO_X снижаются.

Потенциальная угроза безопасности, связанная с использованием чистого кислорода, требует принятия дополнительных мер предосторожности для обеспечения безопасности на рабочем месте.

Принимая во внимание общее воздействие на окружающую среду и общее энергопотребление, необходимо учитывать воздействие на окружающую среду и энергию, потребляемую для производства электроэнергии, используемой при производстве кислорода. Потребность в энергии для производства кислорода различается, если кислород необходимо перевести в газообразное или жидкое состояние. Примерные показатели энергопотребления составляют 278 кВтч/т (0,4 кВтч/

$Нм^3$ O_2) для производства газообразного кислорода и 800 кВтч/т (1,14 кВтч/$Нм^3$ O_2) для производства жидкого кислорода. С учетом общей потребляемой энергии, связанной с производством электроэнергии, используемой при выделении кислорода, общее количество может достигать 3,27 кВтч/$Нм^3$ O_2 в зависимости от источника электроэнергии (т. е. установки для сжигания с чистым КПД 35 %).

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость может быть ограничена для печей, обрабатывающих высоколегированную сталь. Например, внедрение этой технологии для производства высокопрочной стали на линии нанесения покрытий горячим погружением невозможно из-за связанного с этим окисления поверхности.

Применимость к существующим установкам может быть ограничена конструкцией печи и необходимостью минимального расхода отходящих газов. Действительно, в зависимости от конструкции печи (например, системы вытяжки) может потребоваться минимальный объем/расход дымовых газов для обеспечения правильной работы печи/ сжигания и транспортировки дымовых газов через печь и отвод дымовых газов.

Не применяется к печам, оснащенным радиационными трубчатыми горелками

Экономика

Низкие капиталовложения в печь. Если необходимо построить завод по производству кислорода, инвестиционные затраты высоки.

Сжигание кислородного топлива в печи повторного нагрева может привести к увеличению производительности нагреваемого материала (например, слябов/плоской прокатной заготовки). Если установлено сжигание кислородного топлива и достигается более высокая производительность, необходимо обеспечить увеличение производительности также на последующих этапах производства (например, прокатка, черновая обработка, размотка, промежуточный нагрев), чтобы избежать высоких эксплуатационных расходов.

Основными эксплуатационными расходами при сжигании кислородного топлива являются затраты на кислород. Кислородно-топливную технологию можно считать жизнеспособным решением только в том случае, если кислород доступен по низкой цене, что позволяет экономить средства при сравнении цены потребления энергии и топлива с ценой приобретения кислорода.

Кислород высокой чистоты может быть заменен кислородом с чистотой около 90%, что позволяет снизить затраты.

Достигаются более высокие температуры печи, что приводит к сокращению времени процесса и повышению производительности.

Движущая сила для внедрения

Повышение производительности.

Экономия энергии.

Общее сокращение выбросов NO_X.

5.4.3.6. Селективное каталитическое восстановление (СКВ) и селективное некаталитическое восстановление (СНКВ).

Описание

Если выбросы NOx не могут быть эффективно сокращены с помощью первичных мер, может потребоваться очистка дымовых газов.

В настоящее время разработаны две технологии химической очистки дымовых газов от оксидов азота.

селективное каталитическое восстановление оксидов азота аммиаком на сотовых керамических катализаторах (СКВ-технологии) [24];

селективное некаталитическое восстановление оксидов азотов аммиака (СНКВ-технологии) [25].

Техническое описание

Селективное каталитическое восстановление является наиболее эффективным средством снижения выбросов NOx. В состав системы СКВ входят:

1) Каталитический реактор.

2) Система подачи реагента.

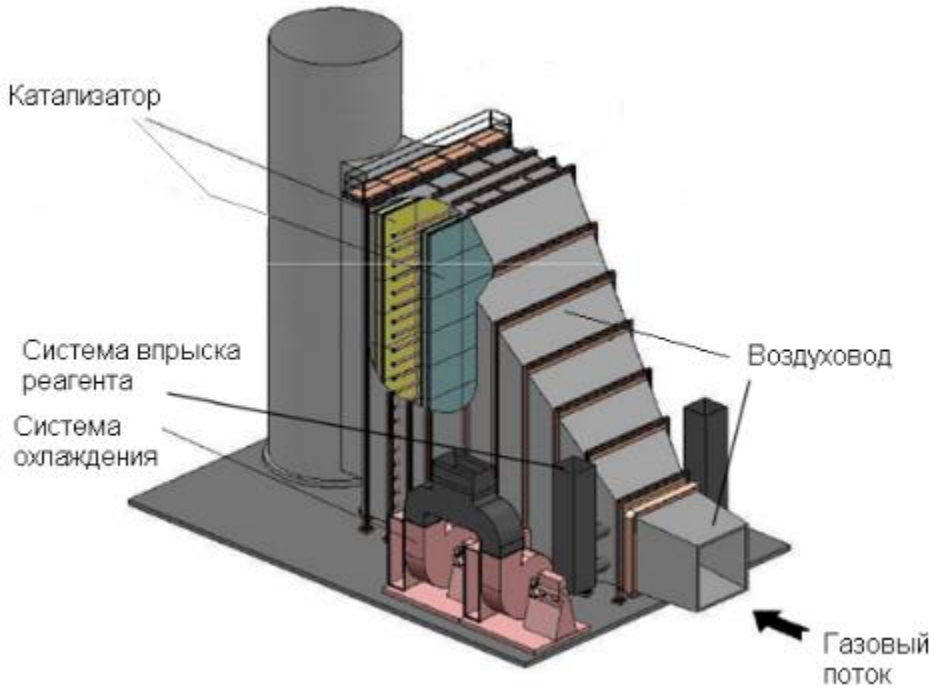


Рисунок 5.18. Схематичное изображение системы СКВ

Каталитическая газоочистка представлена химическими процессами восстановления газом-восстановителем до простейших составляющих. Конечным продуктом реакции являются безопасные компоненты – пары воды, углекислый газ, азот. Восстановительный агент (реагент), инжектируется в поток дымовых газов до

катализатора. Вблизи поверхности катализатора происходят с разной степенью интенсивности восстановительные реакции, в результате которых оксиды азота переходят в молекулярный азот. Скорость подачи и расход восстановителя определяются концентрацией NOx на входе и выходе из системы очистки. Инжекция аммиака осуществляется преимущественно вдувом смеси воздуха с предварительно испаренным и подмешанным безводным аммиаком, реже – впрыском водного раствора аммиака непосредственно в поток. Инжекция карбамида осуществляется преимущественно непосредственным впрыском раствора карбамида в поток дымовых газов. Либо предварительной газификацией и разложением карбамида с получением аммиачно-газовой смеси и последующим вдувом.

Эффективность восстановления оксидов азота с использованием 50 % раствора мочевины составляет около 60 %. Выявлено, что процесс испарения раствора мочевины протекает интенсивно, что ускоряет начало разложения мочевины и, соответственно, реакции восстановления оксидов азота. Падение температуры в зоне испарения влаги не превышает 10–25 °C.

Эффективность метода СКВ определяется параметрами:

1) Система сжигания — вид топлива.
2) Состав катализатора.
3) Активность катализатора, его селективность и время действия.
4) Форма катализатора, конфигурация каталитического реактора.
5) Отношение NH3: NO_X и концентрация NO_x.
6) Температура каталитического реактора.
7) Скорость газового потока.

В качестве катализаторов часто используют пятиокись ванадия (V_2O_5) или оксид вольфрама (WO_3) на носителе из оксида титана (TiO_2). Другими возможными катализаторами являются оксид железа и платина. Оптимальная рабочая температура составляет от 300 до 400 °C.

При селективном некаталитическом восстановлении (СНКВ) аналогично СКВ, для сокращения выбросов NOx используется восстановительный агент (обычно аммиак, мочевина или аммиачная вода), но без катализатора и при более высоких температурах в диапазоне 850–1100 °C.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов NOx.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Эффективность очистки в случае использования данного метода – свыше 90 %. В сочетании с технологией сухого подавления позволяет обеспечить соблюдение нижней границы европейских экологических нормативов по NOx (20 мг/$Нм^3$). Наиболее

эффективно каталитическое восстановление происходит в области 300–450 ^{o}C. При более высоких температурах окисление аммиака становится более заметным, что может привести к повышенному выделению NO, а при более низких температурах реакция может протекать не до конца и может выделяться аммиак (так называемый " проскок аммиака").

Большинство катализаторов формируется на основе диоксида титана (TiO_2) и пентоксида ванадия (V_2O_5). Диоксид титана – удобный носитель и не отравляется SO_3. Пентоксид ванадия промотирует реакцию взаимодействия аммиака и оксидов азота и мало чувствителен к действию SOx.

При необходимости восстановить 80 % или более оксидов азота в топочном газе метод СКВ является единственно возможным. Кроме того, метод предполагает совершенствование; его можно успешно сочетать с методами совершенствования системы сжигания для снижения количества оксидов азота.

Данный метод используется на предприятиях Европы, США и Юго-Восточной Азии.

В 2009 году завод LKAB (Швеция) впервые установил систему СКВ.

Кросс-медиа эффекты

Обе техники относятся к сухим методам очистки, что обосновывает отсутствие образования сточных вод. Единственным образующимся отходом (при СКВ) является дезактивированный катализатор, который может быть переработан производителем. Оба метод подразумевает хранение и использование аммиака (не обязательно) в виде жидкого аммиака; мочевина или растворы аммиака также могут быть использованы повторно.

Потребление энергии при использовании СКВ увеличивается, поскольку отходящие газы необходимо повторно нагревать перед поступлением в контакт с катализатором. Кроме того, устройства потребляет электрическую энергию.

СНКВ обходится дешевле, чем СКВ, поскольку не требует использования катализатора, при этом оно может применяться в небольших установках. Но СНКВ не предназначено для установок, которые работают в режиме переменных нагрузок (в связи с риском чрезмерного проскока и сильного запаха аммиака).

Технические соображения, касающиеся применимости

Высокая стоимость установки, сложность интегрирования в технологический процесс.

В Tata Steel IJmuiden техника СКВ применяется как в печах с шагающими балками, так и в толкательных печах, которые ежегодно производят около 5,5 млн тонн горячекатаной стали. Степень снижения NO_X для печи с шагающими балками составляет около 80 %. Из-за высоких температур дымовых газов (на 75 % выше 520 °C) степень восстановления для толкательных печей была бы намного ниже (30 %),

поэтому с 2003 года используется комбинация СКВ и СНКВ. Общая скорость восстановления для толкательных печей (СКВ и СНКВ) составляет около 75 %.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов NOx.

Требования экологического законодательства.

5.4.3.7.Снижение образования NOx при травлении смешанными кислотами методом использования H_2O_2 (или мочевины) в травильных ваннах

Описание:

Подавление NOx путем впрыска перекиси водорода (или мочевины)

Техническое описание

Реакция между пероксидом водорода (H_2O_2) и NO_x происходит в водной фазе, в которой NO_x реагирует с водой с образованием азотистой кислоты (HNO_2). HNO_2 относительно нестабильна и легко разлагается обратно на NO_2, NO и H_2O. В итоге NO_x будет выделен в результате процесса. Однако присутствие H_2O_2 быстро окисляет HNO_2 до более стабильной HNO_3, тем самым предотвращая повторное образование и выброс NO_x.

Ключом к эффективному использованию перекиси водорода для подавления выбросов NO_x путем добавления в травильную ванну является эффективное перемешивание. Когда перекись водорода добавляется к травильному раствору, содержащему как оксиды азота, так и ионы переходных металлов, он либо окисляет NO_x, либо сам подвергается каталитическому разложению в результате реакции с ионами металлов.

Снижение образования NOx путем закачки H_2O_2 в контур рециркуляции

Один из методов эффективного смешивания H_2O_2 и раствора ванны заключается во впрыскивании перекиси водорода в рециркулируемый травильный раствор. Содержимое ванны перекачивается по рециркуляционному контуру со скоростью до десяти смен ванны в час. Перекись водорода (35 %) дозируется в этот контур со скоростью до 1 литра в минуту, в зависимости от соответствующих условий процесса. Проведенные испытания показали, что с помощью данной техники достигается эффективность подавления NOx, превышающая 90%.

Снижение образования NOx за счет впрыска H_2O_2 в травильную ванну через барботажную трубу

Капитальные затраты на новую установку рециркуляционного контура на травильную ванну могут быть высокими. Следовательно, альтернативный метод добавления H_2O_2 в травильную ванну заключается в непосредственном впрыскивании H_2O_2 в травильную ванну через раздвоенный барботер, расположенный в травильной ванне. В ванну вставляется простая барботажная труба, сделанная из полипропиленовой трубки диаметром 30 мм с отверстиями 3 мм, просверленными с интервалом 150 мм.

Из-за большого количества нерастворимых отложений, которые накапливаются в ванне для травления, барботажная труба расположена с отверстиями, направленными под углом 45 ° вниз к горизонтали, чтобы минимизировать засорения. Барботажная труба расположена у стального входа в ванну, прямо под движущимся стальным листом, чтобы предотвратить случайное столкновение с листом, а также использовать постоянное движение стального листа в качестве метода эффективного перемешивания H_2O_2 в травильную ванну.

Проведенные испытания показали, что с помощью этого метода достигается эффективность подавления NOx, превышающая 90 %.

Преимущества снижения образования NOx перекисью водорода

Перекись водорода превращает NOx в азотную кислоту на месте и, следовательно, снижает потребление азотной кислоты, в некоторых случаях на 20–30 %.

Никаких серьезных изменений в установке не требуется.

Существующий скруббер на основе фтористоводородной кислоты может использоваться без необходимости нейтрализации промывной жидкости, так как образовавшийся слабый раствор плавиковой кислоты можно вернуть в процесс.

Основные достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов NOx.

Применимость

Новые и существующие заводы.

Кросс-медиа эффекты

Снижение расхода кислоты.

Расход перекиси водорода (от 3 до 10 кг/т).

Для турбулентного травления в мелкой ванне необходимая мощность дозы перекиси водорода может резко возрасти. Для крупных травильных установок, где мощность дозы перекиси водорода была бы чрезмерной, другие меры по снижению NOx, например, система СКВ, могут быть более подходящими.

Эксплуатационные данные

Добавление перекиси водорода подавляет образование газообразных выбросов NOx за счет риформинга HNO_3 в травильном баке. Таким образом, можно повторно использовать кислотную часть, что приводит к снижению расхода кислоты до 25 %.

Таблица 5.10. Достижимые уровни выбросов при закачке H_2O_2

№ п/п		Концентрация [мг/Нм^3]	Удельные выбросы [г/т продукта]	Коэффициент уменьшения *[%]	Метод анализа
1	2	3	4	5	6
1	NO_x	350 - 600	80 - 300	75 - 85	Хемилюминесценция
2	HF	2 - 7	1 - 1.5	70 - 80	Титрование

Примечание: * Скорость снижения представляет собой комбинацию системы впрыска H_2O_2 и системы абсорбции выхлопных газов.

Для подавления NOx с использованием добавления мочевины в травильную ванну (плюс газоочиститель) выбросы были достоверно ниже предельного значения NOx, равного 850 мг/Нм^3. Повышенное содержание аммиака в сточных водах было снижено за счет аэрации.

Экономика:

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущий фактор внедрения:

Требование законодательства.

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

5.4.4.1. Десульфуризация и использование топлива с пониженным содержанием серы

Описание

Технологии управления предварительным сжиганием могут включать заменой 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 сероорганических соединений) и сульфатной (сернокислые соли – сульфаты Ca SO_4, Na_2SO_4).

Простейшее обогащение угля – удаление колчеданной серы сепарацией.

В этом методе используется разница в плотности угля и колчеданной серы (rFeS=5 т/м3, rугля=2 т/м^3). Для отделения колчеданной и органической серы используется метод гидротермического обессеривания. В этом случае измельченное топливо

обрабатывается в автоклавах при температуре 300 °С и давлении 1,7 МПа щелочными растворами КОН, NaOH. Снижение серы в твердом топливе можно осуществить методом газификации или пиролиза твердого топлива. Основное количество серы окажется связанным в коксовом остатке.

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, касающиеся 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.

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

5.4.5.1. Абсорбционная очистка газов с использованием медноаммиачных растворов

Описание

Для очистки газов от оксида углерода используют абсорбцию или промывку газа жидким азотом. Абсорбцию проводят также водно-аммиачными растворами закисных солей ацетата, формиата или карбоната меди [48].

Техническое описание

В случае применения медно-аммиачных растворов образуются комплексные медно-аммиачные соединения оксида углерода:

$$[Cu\ (NH_3)_m(H_2O)_n]^+ + xNH_3 + yCO == [Cu(NH_3)_{m+x}(CO)_y(H_2O)_n]^+ + Q.$$

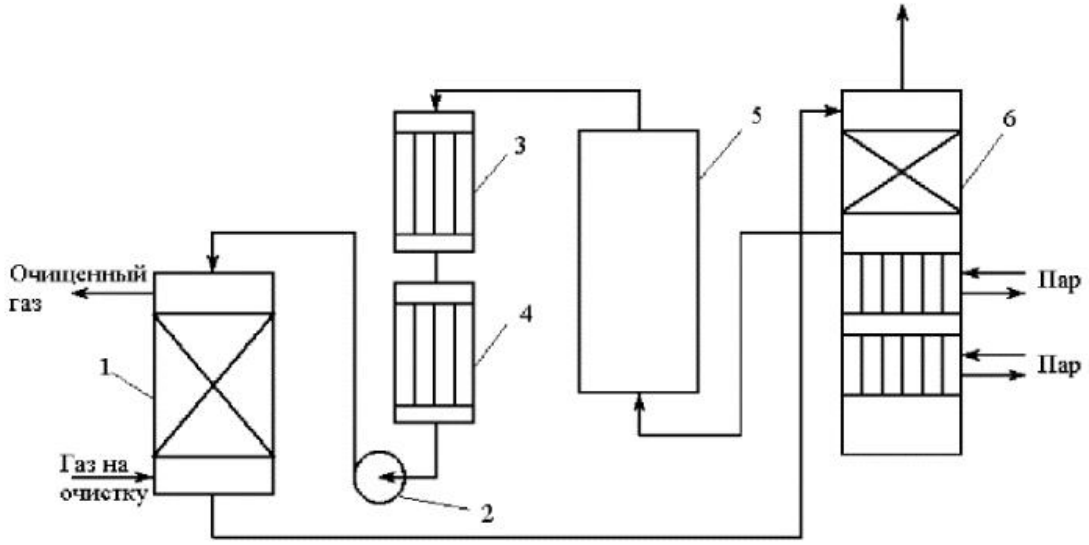
Показано, что наиболее вероятной формой существования одновалетной меди является ион $[Cu(NH_3)_2 \cdot H_2O]^+$, образующий с CO ион $[Cu(NH_3)_2 \cdot CO \cdot H_2O]^+$ с выделение одного моля воды.

Раствор имеет слабощелочной характер, поэтому одновременно поглощается и диоксид углерода:

$$2NH_4OH + CO_2 == (NH_4)_2CO_3 + H_2O$$

$$(NH_4)_2CO_3 + CO_2 + H_2O == 2NH_4HCO_3,$$

Абсорбционная способность раствора увеличивается с повышением концентрации одновалентной меди, давления CO и уменьшения температуры абсорбции. Соотношение свободных аммиака и диоксида углерода в растворе также влияет на поглотительную способность раствора.



1 - абсорбер; 2 - насос; 3 - водяной холодильник; 4 — аммиачный холодильник 5 - емкость;

6 – десорбер

Рисунок 5.19. Схема установки медно-аммиачной очистки газов [49]

Газ из цеха компрессии под давлением 32 МПа поступает в скрубберы, орошаемые медно-аммиачного раствора.

Состав азотводородной смеси (%): H_2 70; N_2 23–26; CO 3–5; CO_2 1,5-2.

После очистки газ, содержащий не более 40 $см^3/м^3$ CO и до 150 $см^3/м^3$ CO_2, подается в скрубберы, орошаемые аммиачной водой (на схеме не показан), где он освобождается от остальной CO_2, и затем в цех синтеза NH_3. Регенерацию медно-аммиачного раствора проводят путем снижения P и нагревания раствора в 6. В результате предварительного дросселирования медно-аммиачного раствора до 0,8 МПа из него удаляются растворенные H_2 и N_2. При дальнейшем дросселировании до 0,1 МПа и нагревании раствора до 45-50 ^oC происходит разложение медноаммиачного комплекса и выделение CO.

Для нагревания отработанного раствора до 60 ^oC служит отходящий регенерированный раствор, а для окончательного нагрева до 80 ^oC - пар.

Регенерированный раствор охлаждают последовательно поступающим отработанным раствором, оборотной водой в теплообменнике 3 и испаряющимся жидким NH_3 в холодильнике 4, после чего регенерированный раствор при 10 ^oC направляют на абсорбцию. В случае необходимости проводят окисление $Си^+$ продуванием воздуха через регенерированный раствор.

Для разложения углекислого аммония при атмосферном давлении раствор нагревают не выше 80 ^oC. Поскольку при более высокой температуре медноаммиачный комплекс разлагается, для более полной регенерации вторую ее ступень проводят в вакууме.

Чтобы предупредить выделение металлической меди при регенерации аммиачного раствора формиата или ацетата меди, к нему добавляют свежую муравьиную или уксусную кислоту.

Окончательную очистку водорода, идущего на синтез аммиака, от оксида углерода производят промывкой газа жидким азотом при температуре порядка -190 ^oC под давлением 20–25 атм. Этот метод относится к низкотемпературным процессам очистки газов и основан на физической абсорбции CO.

Процесс очистки состоит из трех стадий: предварительного охлаждения и сушки исходных газов; глубокого охлаждения этих газов и частичной конденсации их компонентов; отмывки газов от оксида углерода, метана и кислорода жидким азотом в промывной колонне. Холод, необходимый для создания в установке низких температур , обеспечивается аммиачным холодильным циклом, а также рекуперацией холода обратных потоков азотноводородной фракции и азотного цикла высокого давления.

Характерным для этого процесса является отсутствие стадии десорбции поглощенной примеси из абсорбента: часть испарившегося азота примешивается к водороду и используется в ступени синтеза. Так как промывка ведется чистым абсорбентом, то может быть достигнута любая степень очистки.

Особенность процесса такова, что его можно рассматривать не как абсорбцию, а как ректификацию смеси N_2 - CO в токе инертного газа - водорода.

Имеются данные о равновесии в тройной системе H_2-N_2-CO, анализ которых показывает, что H_2 практически не влияет на растворимость CO в жидком азоте. Поэтому расчет процесса можно проводить по данным для двойной смеси. Полученная по этим данным зависимость растворимости CO в жидком азоте от давления CO над раствором описывается законом Генри.

Минимальный расход азота для промывки 150 $м^3$ газа, содержащего 6 % CO возможен при P=2-2,6 МПа и равен 12–13 $см^3$.

Температура оказывает очень большое влияние на расход жидкого азота и на высоту колонны.

Расход азота, как и для других процессов физической абсорбции, практически не зависит от концентрации CO и уменьшается почти пропорционально увеличению общего давления.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов CO.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Степень очистки зависит от парциального давления CO над регенерированным раствором и общего давления газа.

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов CO.

5.4.5.2. Термическое некаталитическое дожигание CO

Описание

Для окисления оксида углерода используют марганцевые, медно-хромовые и содержащие металлы платиновой группы катализаторы. В зависимости от состава отходящих газов в промышленности применяют различные технологические схемы очистки.

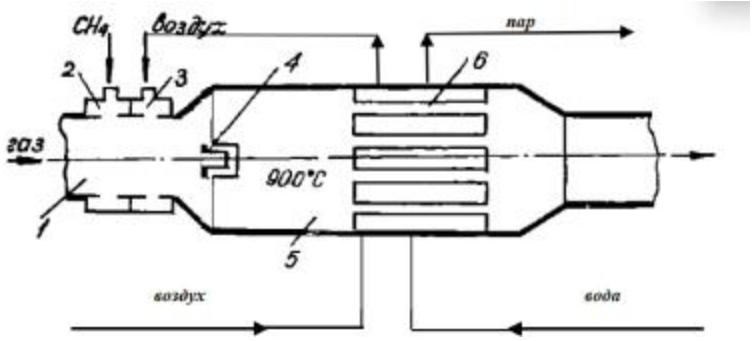
Техническое описание

Суть метода заключается в окислении CO до CO_2 кислородом воздуха:

$2CO + O_2 \; 2CO_2 + Q$

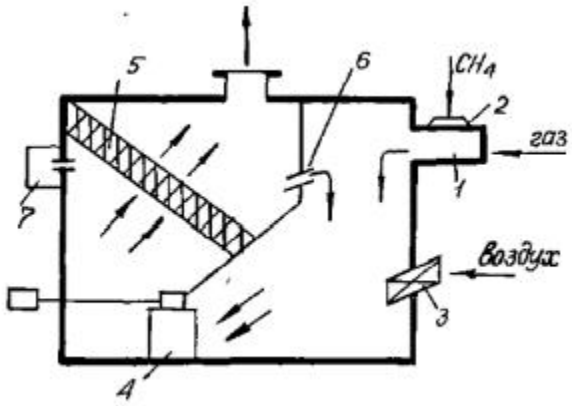
Процесс осуществляется в двух вариантах: термическим некаталитическим дожиганием при температуре 900–1000C, и каталитическим дожиганием при температуре 350–400 C.

Схема установок приведена на рисунках ниже.



1 – газоход; 2,3 – патрубок; 4 – запальная свеча; 5 - камера дожигания; 6 – теплообменный утилизатор

Рисунок 5.20. Некаталитическое дожигание СО



1 – газоход; 2 – патрубок; 3 – заслонка; 4 – вентилятор; 5 – заслонка.

Рисунок 5.21. Каталитическое дожигание СО

Действие установки некаталитического дожигания СО заключается в следующем: в газоход подают газы на очистку, сюда же поступают топливо и воздух. С помощью запального устройства газовая смесь поджигается и горит в камере дожигания. Температура газа на выходе из камеры 1100–1200 С, поэтому рационально устанавливать за камерой теплообменники, в которых температура дымовых газов уменьшается до 200–300 С. В случае невозможности термического дожигания используют каталитическое дожигание СО. В этом случае используются аппараты со слоем никелевого или платинового катализатора, нанесенные на оксид алюминия. После предварительного подогрева очищаемого газа до температуры 200–300 С газовая смесь направляется на очистку. Обычно подогревание осуществляют за счет байпаса очищенных газов, а при запуске установки – за счет сжигания определенного количества топлива. На катализаторе процесс идет при температуре 300–350 С. Возможно использование катализатора гопкалит, представляющего собой катализатор на основе MnO_2 с добавлением 20% оксидов меди. Температура процесса около 250 С. Происходящие на катализаторе окислительные реакции экзотермичны, что приводит к

сильному разогреву продуктов катализа. Конвертированные газы при температуре до 700°С передают в котел-утилизатор, обеспечивающий производство перегретого до 380 °С водяного пара под давлением 4 МПа. Выходящие из котла-утилизатора обезвреженные газы при температуре около 200°С дымососом через дымовую трубу эвакуируют в атмосферу. При обработке 60 тыс. $м^3$/ч отходящих газов расход электроэнергии составляет 500 кВт, производится пара 26,5 т/ч.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов СО.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Благодаря применению катализаторов можно достичь высокой степени очистки газа , достигающей в ряде случаев 99,9 %.

Кросс-медиа эффекты

Наряду с оксидом углерода в зависимости от условий конкретного производства в газах могут содержаться и другие токсичные компоненты: диоксид серы, оксиды азота, механические примеси в виде различных пылей.

Из-за присутствия в составе диоксида серы марганцевый катализатор теряет свою активность в течение 3-4 ч. Предварительное удаление диоксида серы из газов обеспечивает стабильную работу этого катализатора уже при 150-180 °С, а при 220-240 °С достигается степень обезвреживания оксида углерода 90-96 % при объемных скоростях газа 2000 $ч'^1$. Медно-хромовый катализатор (50 % оксида меди и 10 % оксида хрома) позволяет достичь при 240 °С необходимых степеней конверсии оксида углерода при более высоких объемных скоростях газа (до 20 тыс. ч|) и большей длительности работы (до 120 ч). Однако при использовании катализаторов этих двух типов степень обезвреживания оксида углерода падает с увеличением объемной скорости обрабатываемых газов, уменьшением температуры процесса и возрастанием содержания оксида углерода в конвертируемых газах, что ограничивает целесообразность применения этих катализаторов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо для новых предприятий и при модернизации действующих.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов СО.

5.4.5.3. Каталитическое дожигание СО

Описание

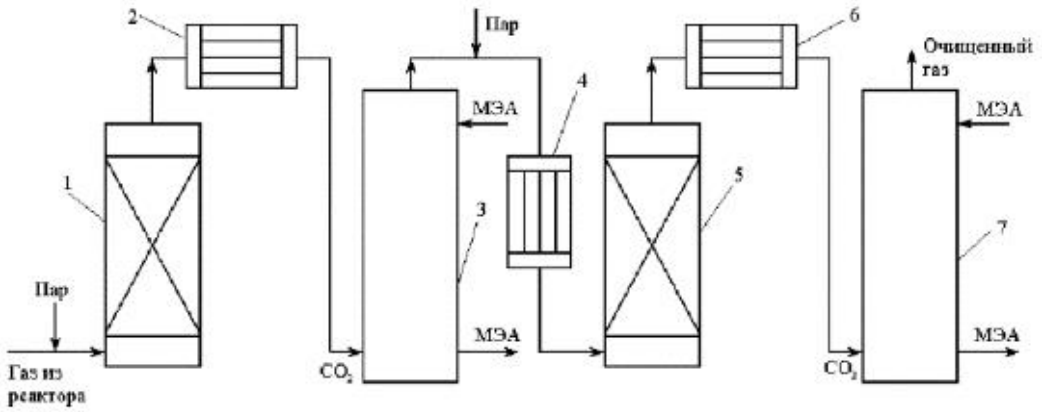
Процесс очистки газовых смесей с высоким содержанием СО с использованием реакции водяного газа (конверсией с водяным паром), проводимой в присутствии окисных железных катализаторов.

Техническое описание

Процесс очистки газовых смесей с высоким содержанием CO осуществляется с использованием реакции водяного газа (конверсией с водяным паром), проводимой в присутствии окисных железных катализаторов:

$CO + H_2O = CO_2 + H_2 + 37{,}5$ кДж/моль

Процесс применим для очистки водорода, получаемого конверсией природного газа , кроме того, метод используют для изменения соотношения H_2: CO в синтез-газе, а также для очистки защитной атмосферы, предназначенной для термообработки металлов. Промышленный катализатор конверсии имеет форму таблеток размером 6,4x6,4 или 9,6x9,6 мм. Он содержит от 70 до 85 % Fe_2O_3 и 5–15 % промотора Cr_2O_3. Катализатор относительно устойчив в присутствии сернистых соединений при непродолжительном воздействии капельной влаги; он сохраняет активность вплоть до 600 ^oC. В случае высоких концентраций CO в исходном газе катализатор в контакторе располагают в несколько слоев, причем необходимо предусмотреть меры для отвода тепла между слоями. Схема процесса представлена на рисунке ниже.



1 - конвертор CO первой ступени; 2, 6 - холодильники; 3 - абсорбер CO_2 первой ступени; 4 - нагреватель газа; 5 - конвертор CO второй ступени; 7 - абсорбер CO_2 второй ступени

Рисунок 5.22. Схема установки для очистки газов от оксида углерода реакцией водяного газа

Газовую смесь, образованную в результате конверсии природного газа с паром и содержащую водород, оксид и диоксид углерода, после выхода из реактора конверсии охлаждают добавкой водяного пара до 370 °C и пропускают через конвертор первой ступени (1). Здесь в присутствии катализатора 90–95 % CO превращается в CO_2 с образованием эквивалентного количества водорода. Газ охлаждают в водяном холодильнике (2) до 35–40 °C и извлекают из него диоксид углерода этаноламином.

очищенный газ подогревают, добавляют необходимое количество водяного пара, снова подвергают конверсии и очистке от образовавшегося CO_2. С целью получения водорода повышенной чистоты иногда процесс проводят в три ступени. После третьей ступени газ имеет состав: 99,7 % (об.) H_2; 0,02% CO; 0,01% CO_2; O,27% CH_4.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов CO

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Преимущества: отсутствие токсичных отходов, выбрасываемых в природные среды; экономичность; доступность растворителя – воды, относительная простота технологического процесса и применяемых аппаратов.

Недостатки: небольшая поглотительная емкость воды по CO_2, недостаточная чистота выделяемого CO_2

Степень очистки зависит от парциального давления CO над регенерированным раствором и общего давления газа.

Кросс-медиа эффекты

Потребление воды.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов CO.

5.4.5.4. Снижение выбросов CO и проскоков CO путем использования сырьевых материалов и топлива с низким содержанием органического вещества

Описание

Снижение выбросов CO путем использования сырьевых материалов с низким содержанием органического вещества и топлива с низким отношением количества углерода и исключения проскоков CO_2 путем регулирования процесса горения, качества топлива и систем подачи топлива.

Техническое описание

Подбор при возможности сырьевых материалов с пониженным содержанием органических материалов может также снизить выбросы CO. Однако выбор сырьевого материала зависит от типа печи и/или от вида производимой продукции.

Регулирование выбросов CO

При повышении уровня CO в дымовых газах следует в целях безопасности отключить электрофильтры.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов CO

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Наличие выбросов CO может вызвать возгорание в электрофильтрах

Кросс-медиа эффекты

Выбросы пыли могут появиться из-за проскока CO

Технические соображения, касающиеся применимости

Менеджмент регулирования выбросов CO в принципе применим

Экономика

Отсутствуют данные

Движущая сила внедрения

Требования законодательства.

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

5.5.1. Управление водным балансом при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов

Описание

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

Техническое описание

Для охраны водных ресурсов от воздействия сточных вод и управлению их балансом при процессах производства изделий дальнейшего передела черных металлов необходимо выполнение таких мероприятий:

разработка водохозяйственного баланса металлургического предприятия;

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

сокращение водопотребления в технологических процессах;

использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение объемов водопотребления на технологические нужды.

Рациональное использование водных ресурсов.

Снижение количества энергоресурсов, используемых для выдачи сточных вод.

Снижение количества химических реагентов, используемых для дальнейшей очистки сточных вод.

Сокращение объемов или полное исключение сброса сточных вод и концентраций в них загрязняющих веществ.

Снижение биогенной нагрузки на принимающие воды (например, реки, каналы и другие поверхностные водные ресурсы).

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Разработка водохозяйственного баланса с целью управления водопотреблением и водоотведением технологических процессов предусматривает:

возможные изменения режима водопотребления и водоотведения, 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.

Система оборотного водоснабжения обеспечивает многократное использование оборотной воды в технологическом процессе. Выбор схем оборотного водоснабжения определяется технологическим процессом, техническими условиями к качеству воды. Это позволяет сократить забор воды из природных источников (забор воды необходим только на подпитку системы), сократить объем или полностью исключить сброс сточных вод.

Повторное (последовательное) использование технической воды заключается в употреблении воды, использованной в одном производственном процессе, на другие технологические нужды. Например, вода, нагретая в процессе охлаждения оборудования компрессорной станции, может использоваться в системе отопления или на промывку оборудования перед ремонтом; ливневые сточные воды могут использоваться в процессах пылеподавления, для полива растений, для мойки дорожной техники и т.д. Техника позволяет сократить забор воды из природных источников на технологические нужды.

Применение водосберегающих или безводных технологий, характеризующихся низким потреблением воды либо ее полным отсутствием, что позволяет сократить забор воды из природных источников на технологические нужды. Например, дозированная подача воды в производство, автоматическое отключение воды при остановке технологического процесса, кроме процессов охлаждения оборудования.

Система раздельного сбора сточных вод заключается в разделении потоков сточных вод по степени и видам загрязнений для проведения локальной очистки оптимальным способом, максимального возврата в процесс очищенной воды; снижения гидравлической нагрузки на очистные сооружения. Техника позволяет сократить объем сброса сточных вод в водные объекты.

Кросс–медиа эффекты

Потребность в дополнительных объемах ресурсов и материалов на организацию системы водооборотного потребления воды.

Затраты на мониторинг качества воды и выявление загрязняющих веществ.

Технические соображения, касающиеся применимости

Представленные методы (конструктивные и технические решения), применимы при технической возможности и экономической целесообразности, могут использоваться как по отдельности, так и в совокупности. Ограничения, связанные с: особенностями технологического процесса; техническими возможностями, конструктивными особенностями производственных объектов; климатическими условиями; качественным составом и объемом сточных вод.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

Рациональное использование водных ресурсов.

Снижение объемов сбросов сточных вод и загрязняющих веществ.

5.5.2. Предотвращение образования сточных вод

Описание

При производстве изделий дальнейшего передела черных металлов, образующиеся сточные воды подлежат очистке, для возможности их повторного использование в замкнутом цикле, или предотвращения попадания загрязняющих веществ в водные экосистемы.

Техническое описание

Сокращение объемов образуемых сточных вод, можно достичь использованием нижеперечисленных методов:

Использование эффективных водооборотных систем;

Повторное использование охлаждающей воды или конденсированного пара для технологических целей; а также условно-чистые сточные воды могут повторно использоваться в системе оборотного промводоснабжения для дальнейшего использования (например, для охлаждения технологического оборудования). Перед этим образующиеся сточные воды охлаждаются (при необходимости) и проходят очистку от примесей.

Применение пылегазоочистных устройств без использования воды;

Использование охлаждения закрытого контура с воздушными охладителями в качестве вторичных теплообменников;

Минимизация слива испарительных охладителей;

Использование раздельной канализации.

Сбор и отвод сточных вод по 2-м технологическим линям - производственные сточные воды и хозяйственно-бытовые сточные воды.

Использование раздельной канализации потоков незагрязненной воды (дождевая вода, неконтактная охлаждающая вода) из потоков технологической воды.

Производственные сточные воды делятся на загрязненные сточные воды и условно-чистые (незагрязненные) сточные воды. Загрязненные сточные воды образуются после использования воды непосредственно в технологических циклах и процессах, условно-чистые сточные воды – после охлаждения элементов технологического оборудования.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение объемов водопотребления.

Снижение количества энергии, используемой для нагнетания воды.

Снижение количества реагентов, используемых для сточных вод.

Снижение объемов сбрасываемых сточных вод и концентрации в них загрязняющих веществ. Теплоемкость процесса, передаваемая в водоприемник.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

В таблице 5.11 представлены меры, ориентированные не только на предотвращение и/или сокращение объемов образуемых сточных вод, но и объемов водопользования и, как следствие, снижение нагрузки на окружающую среду в целом. Снижение общего и удельного объемов водопотребления, влечет за собой как следствие снижение количества сточных вод, направляемых после очистки на сброс.

Таблица 5.11. Меры предотвращения и/или сокращения объема сточных вод

№ п/п	Описание	Достигнутые преимущества
1	2	3
1	Отделение сточных вод, содержащих загрязняющие вещества, от условно чистых, ливневых или иных вод	Сокращения объемов первичного водопотребления и образования сточных вод
2	Создание замкнутых систем водооборота (системы рециркуляции воды), а также использование условно чистых вод, отводимых с поверхностей, в технологических процессах.	Сокращения объемов первичного водопотребления
3	Создание систем сбора и разделения сточных вод, в том числе ливневых и дренажных вод в производственных коллекторах водостока для их обработки и последующего использования	Сокращение образования сточных вод

		Повышение эффективности	
4	Использование раздельного отвода технологических вод (например, конденсата и охлаждающих вод). При этом необходимо уделять внимание максимально возможному извлечению из сточных вод загрязняющих веществ, возникающих вследствие потерь сырья или продукта, для их последующего использования.		

		систем повторного использования вод
5	Разработка программ производственного экологического контроля, в которых отражается информация о показателях, подлежащих контролю, а также периодичности контроля, которая зависит от специфики предприятия, а также от объема сточных вод, видов и количества загрязнений и требований к качеству их очистки. Контроль качества сбрасываемых сточных вод осуществляют в коллекторе, сборной камере или колодце на выпуске с очистных сооружений.	Оптимизации процесса обработки сточных вод и обеспечения стабильного и бесперебойного функционирования объекта обработки сточных вод
6	Внедрение системы контроля целостности и герметичности оборудования, включая трубопроводные системы и насосные установки, а также возможных мест образования утечек (отстойников и другие узлы обработки вод)	Снижение объемов первичного водопотребления

Кросс-медиа эффекты

Финансовые затраты.

Технические соображения, касающиеся применимости

Реализация комплексных водооборотных систем возможна при удовлетворении потребностям производства для последующего применения в отношении расхода, температуры, состава и кислотности.

Технологии очистки отходящих газов с использованием воды применяются в случае повышенной влажности очищаемого потока и наличия примесей, в виде кислотного тумана или вязких веществ.

Использование охлаждения закрытого контура с воздушными охладителями в качестве вторичных теплообменников требует больших площадей для установки воздушных охладителей.

Оборотное водоснабжение интегрировано в технологический процесс на большинстве предприятий прокатного производства, к примеру, в ТОО ПФ "KSP Steel" , ТОО "Кастинг".

Экономика

На существующих заводах внедрение этих технологий может повлечь высокие инвестиционные расходы.

Движущая сила внедрения

Снижения объемов отводимых сточных вод способствует снижению сточных поступающих на очистку, с использованием установки по обработке сточных вод.

5.5.2.1. Повторное использование и рециркуляция

Описание

Снижение объемов сбрасываемых сточных вод посредством их повторного использования в производственном цикле.

Технологическое описание

Техники и методы повторного использования воды успешно применяются в черной металлургии для сокращения образования жидких отходов, сбрасываемых в составе сточных вод. Снижение объемов сточных вод также иногда оказывается экономически выгодным, так как при снижении объема сбрасываемой сточной воды уменьшается объем отбора пресной воды из природных водных объектов.

В большинстве случаев, процессы переработки и повторного использования, интегрированы в технологические процессы. Переработка предусматривает возврат жидкости в процесс, в котором она была получена.

Воды, которые могут быть использованы после очистки, делятся на:

воды, образующиеся непосредственно в процессе производства (например, реакционная вода, промывочная вода, фильтраты);

сточные воды, образующиеся в результате очистки оборудования (например, во время технического обслуживания, промывки засоров, очистки многоцелевого оборудования в связи сменой продукта).

Повторное использование стоков означает применение воды для другой цели, например стоки поверхностных вод могут использоваться для охлаждения.

Как правило, в циркуляционной системе используются базовые методы очистки или периодически сбрасывается около 10 % циркулирующей жидкости в целях предотвращения накопления в циркуляционной системе взвешенных твердых частиц, металлов и солей. После обработки очищенную воду можно также повторно использовать для охлаждения, увлажнения и в некоторых других процессах. Соли, содержащиеся в очищенной воде, при повторном ее использовании могут создать определенные проблемы, например осаждение кальция в теплообменниках. Данные проблемы могут значительно ограничить повторное использование воды.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение объемов первичного водопользования.

Предотвращение образования сточных вод/сокращение объемов очищенных сточных вод.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Очистка сточных вод с применение определенных методов очистки, способствует повышению эффективности рециркуляции.

Кросс-медиа эффекты

Очистка сточных вод для последующей рециркуляции требует дополнительных затрат энергии и материалов (например, осаждающих агентов, при подготовке охлаждающей воды), которые могут быть достаточно большими, чтобы свести на нет преимущества возможной рециркуляции. Шумовое воздействие от очистного оборудования (градирен).

Технические соображения, касающиеся применимости

Рециркуляция или повторное использование воды может быть ограничено в случаях возможного негативного влияния на качество конечной продукции при использовании компонентов как побочные продукты или соли, а также проводимостью раствора.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Необходимость применения обусловлена следующими факторами:

снижение объемов водопотребления;

предотвращение образования сточных вод;

отсутствие мест для сброса сточных вод, например, ограниченное законодательством или местными условиями;

экономические аспекты (например, из-за снижения платы за использование свежей воды или за счет восстановления продуктов и увеличения выхода продукции).

5.5.3. Применение современных методов очистки сточных вод

Выбор технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку сточных вод, определяется составом сточных вод, особенностями технологического процесса, техническими условиями к качеству воды (в случае оборотного водоснабжения или повторного использования), нормативами допустимого сброса, установленными с учетом качества воды водного объекта — приемника сточных вод.

Для определения оптимального способа минимизации объемов конечных стоков и концентрации в них загрязняющих веществ необходимо принимать во внимание следующие наиболее важные факторы:

процесс, являющийся источником стоков;

объем воды;

загрязняющие вещества и их концентрации;

возможности внутреннего повторного использования;

доступность водных ресурсов.

Необходимость снижения концентрации загрязняющих веществ, таких как металлы, кислотообразующие вещества и твердые частицы, путем очистки конечных сточных вод, сбрасываемых в природные водные объекты, которые не подлежат переработке или повторному использованию, является обязательным условием рационального

природопользования. Для этого используются технологии очистки в конце производственного цикла, такие как, химическое осаждение, отстаивание или флотацию и фильтрацию. Как правило, эти методы применяются в комбинации на конечной или центральной установке очистки сточных вод, однако могут быть предприняты меры для осаждения металлов до того, как технологические стоки будут перемешаны с другими сточными водами.

Выбор наиболее подходящего метода очистки или комбинации различных методов осуществляется в каждом конкретном случае с учетом специфических факторов, характерных для каждого производственного объекта. Состав стоков может меняться в зависимости от качества концентрата/сырья и состава последующих отходящих газов, которые прошли очистку во влажных системах. Кроме того, различные источники дозированной подачи материалов или погодные условия, способствующие образованию ливневых стоков, повышают разнообразие типов сточных вод. Зачастую для оптимизации производительности требуется адаптация технологических параметров. Для определения оптимального способа минимизации объемов конечных стоков и концентрации загрязняющих веществ необходимо принимать во внимание следующие факторы:

процесс, являющийся источником сточных вод;

объем образующихся сточных вод;

возможности повторного использования (рециркуляции);

доступность водных ресурсов;

вид и концентрация загрязняющих веществ, физико-химические свойства примесей или их химических соединений, которые могут быть положены в основу метода очистки.

Характеристики, учитываемые при оценке качества вод:

общие показатели: pH, минерализация (сухой остаток), БПК, ХПК, соотношение БПК: ХПК, содержание взвешенных веществ;

неорганические показатели: азотная группа (аммоний-ион, нитраты, нитриты, общий азот), общий фосфор, сульфиды, хлориды, сульфаты, фториды, металлы (Na, Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Cr, Cu, Zn);

органические показатели: общий органический углерод, ПХДД/ПХДФ.

Выбор технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на обработку вод, определяется составом и особенностями сточных вод конкретных возможностей применения. Представленные ниже методы, относятся к методам так называемым "на конце трубы", которые используются в случае, если предотвращение образования сточных вод невозможно или нецелесообразно по разным причинам. Все методы можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические или биохимические. При выборе одного или комбинации методов очистки сточных вод необходимо учитывать характер загрязнения.

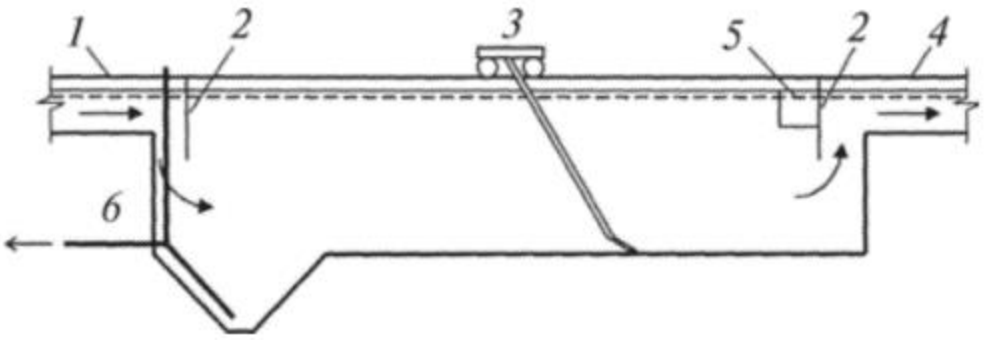
5.5.3.1. Отстаивание

Описание

Отстаивание является наиболее простым и часто применяемым в практике способом выделения из сточных вод грубодисперсных примесей, которые под действием гравитационной силы оседают на дно отстойника или всплывают на его поверхность. Первичными называются отстойники перед сооружениями для биологической очистки сточных вод; вторичными - отстойники, устраиваемые для осветления сточных вод, прошедших биологическую очистку.

Техническое описание

Суть метода отстаивания состоит в том, что одни примеси оседают на дно, а другие поднимаются на поверхность, это зависит от плотности примеси в сравнении с плотностью воды. Как правило, отстаивание сточных вод в течение 6–24 часов позволяется удалить из сточных вод до 95 % взвешенных веществ. Отстойники бывают горизонтальные и вертикальные. В горизонтальных отстойниках поток сточных вод движется горизонтально, а в вертикальном отстойнике вертикально–снизу вверх. Основными преимуществами горизонтальных отстойников являются: малая глубина, хороший эффект очистки, возможность использования одного сгребающего устройства для нескольких отделений. К недостаткам их относится необходимость применения большего числа отстойников вследствие ограниченной ширины.



1 — подводящий лоток; 2 — полупогружная доска; 3 — скребковая тележка;
4 — отводящий лоток; 5 — жиросборный лоток; 6 — удаление осадка

Рисунок 5.23. 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 %.

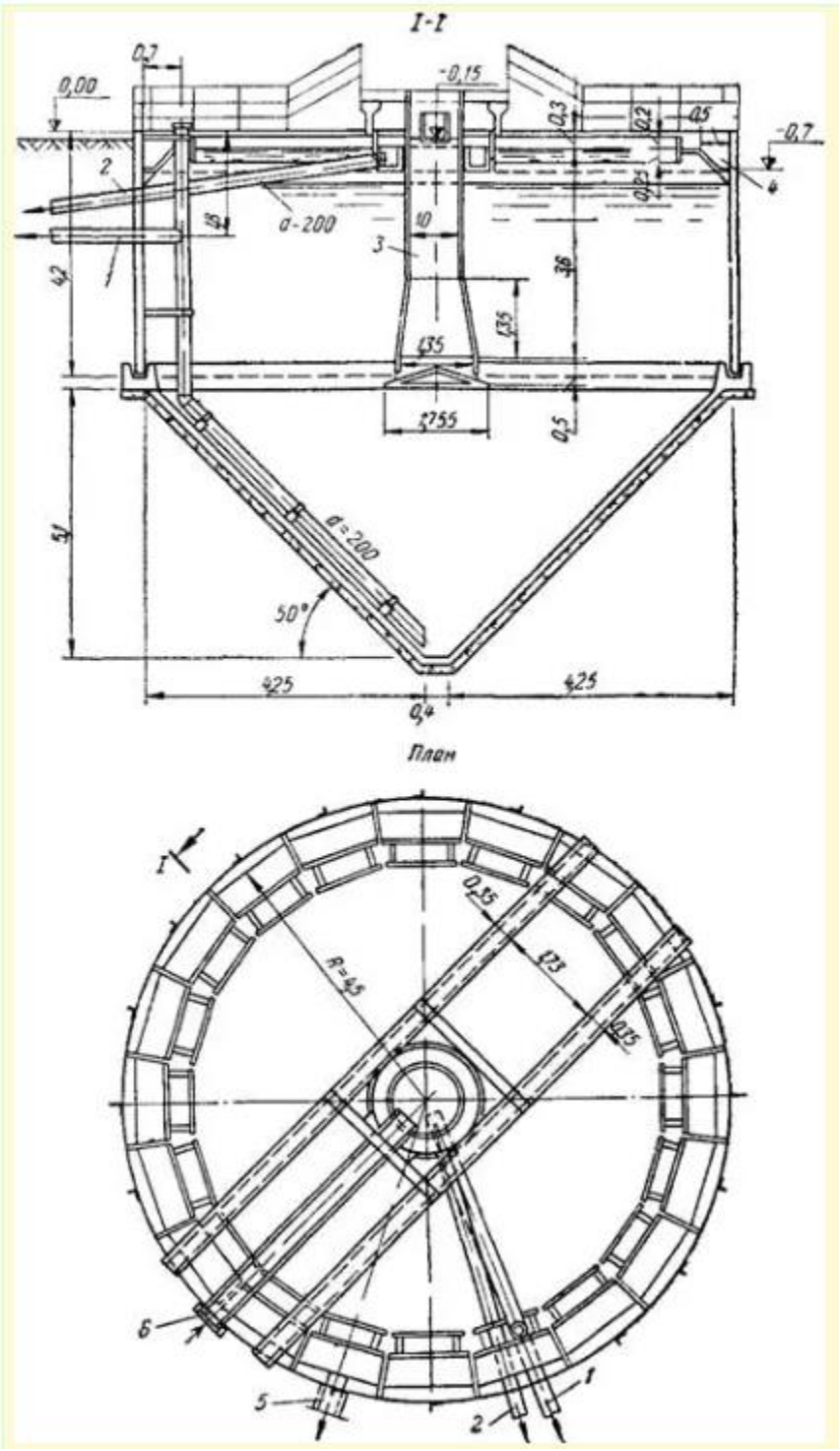


Рисунок 5.24. Конструкция вертикального отстойника

Преимуществами механического фильтрования являются простота аппаратурного оформления, эффективная очистка от взвешенных частиц. Недостатком механического фильтрования является то, что при механической фильтрации их сточных вод не удаляются растворенные примеси.

Осадок из отстойников удаляется под гидростатическим давлением и с помощью различных механизмов (скребков, насосов, элеваторов и др.).

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение в сбросах взвешенных веществ до 95 %

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

В осветлителях достигается снижение концентрации загрязнений на 70 % — по взвешенным веществам и на 15 % — по БПК за счет совмещения процессов осаждения, хлопьеобразования и фильтрации сточной воды через слой взвешенного осадка.

Достигаемый в производственных условиях эффект снижения концентрации взвешенных веществ не превышает 50–60 %.

Кросс-медиа эффекты

Недостатком горизонтальных отстойников является неудовлетворительная надежность работы используемых в них механизмов для сгребания осадка тележечного или цепного типа, особенно в зимний период. Кроме того, горизонтальные отстойники как прямоугольные сооружения при прочих равных условиях имеют более высокий (на 30–40 %) расход железобетона на единицу строительного объема, чем радиальные отстойники.

Недостатком вертикальных первичных отстойников являются простота большая глубина сооружений, что ограничивает их максимальный диаметр - 9 м, а также невысокая эффективность осветления воды (обычно не превышающая 40 % по снятию взвешенных веществ).

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо для предприятий, осуществляющих сбросы сточных вод.

Экономика

Основные факторы, влияющие на цену очистных сооружений:

Требования к качеству очищенной воды и качественный состав загрязненных сточных вод

Уровень автоматизации

Производительность очистных сооружений

Движущая сила внедрения

Снижение сбросов взвешенных веществ в сточных водах.

5.5.3.2. Фильтрация

Описание

Фильтрация представляет собой отделение твердых частиц от сточных вод, проходящих через проницаемую среду. Наиболее распространенной фильтрующей средой является песок.

Техническое описание

Как правило, методы фильтрации применяются для выделения твердых частиц из жидкости, а также в качестве последнего этапа осветления в процессе очистки сточных вод. Установка осуществляется между этапами отстаивания и заключительного контроля для удаления твердых частиц размером 0,001–0,02 мкм, оставшихся после

предыдущего этапа очистки. Фильтрация может выполняться с использованием самых разных фильтрующих систем в зависимости от типа твердых частиц, подлежащих удалению.

Обычная фильтрующая установка состоит из слоя фильтрующего материала или материалов, через который проходят жидкие стоки. Тонкие частицы, которые не могут пройти через фильтрующую среду, образуют фильтрационный кек, который необходимо постоянно или периодически удалять, например, путем обратной промывки, чтобы исключить значительные перепады давления. При низком уровне перепада давления сточные воды подаются на фильтрацию под действием гравитации.

Песчаные фильтры предназначены для механического удаления взвешенных твердых частиц или полутвердых материалов, например осадков или гидроксидов металлов. Очистка сточных вод путем песчаной фильтрации осуществляется благодаря комбинации эффектов фильтрации, химической сорбции и ассимиляции. Песчаные фильтры иногда используются в качестве сосуда под давлением, заполненного слоями песка, зернистость которого повышается по мере увеличения глубины. Изначально фильтрационный кек может способствовать повышению эффективности фильтрации, особенно в отношении мелких частиц. По истечении некоторого времени фильтрующий песчаный слой необходимо подвергать обратной промывке. Песчаные фильтры зачастую применяются для дополнительной очистки воды, сбрасываемой из замкнутого цикла, или стоков, которые затем могут использоваться в качестве технической воды. Схема устройства стандартного песчаного фильтра приведена на рисунке ниже.

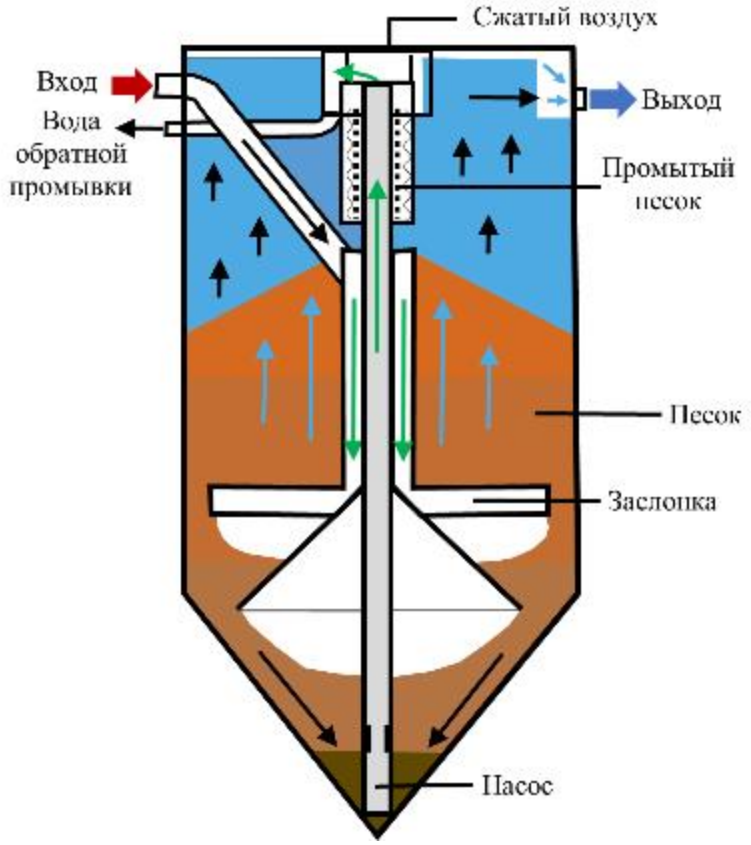


Рисунок 5.25. Схема песчаного фильтра

Чтобы добиться желаемого результата при удалении очень мелких частиц используется гиперфильтрация или обратный осмос. Гиперфильтрация предусматривает прохождение частиц молекулярной массой приблизительно от 100 до 500 мкм, тогда как ультрафильтрация применяется для частиц размером от 500 до 100 000 мкм.

Стоки проходят через ультрафильтрационную мембрану. Эта мембрана с очень мелкими порами пропускает молекулярные частицы, например, частицы воды, и препятствует проникновению более крупных молекулярных частиц. При использовании мембран очень тонкой очистки можно даже отфильтровывать очень мелкие частицы, такие как ионы металлов. В результате фильтрации с использованием мембраны образуются чистый фильтрат и концентрат, который может потребовать дальнейшей очистки.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов в воду, эффективность очистки составляет до 70 %. Возможность регенерации искусственных материалов, использованных в качестве загрузок.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Рабочие условия в режиме фильтрации:

Длительность: 20–120 мин.

Максимальное допустимое трансмембранное давление: 1,5 бар

Рекомендуемое рабочее трансмембранное давление: 0,6–1,2 бар

Удельный поток фильтрата: 50-150 л/(м2 *ч)

Максимальная мутность питающей воды: 200 NTU

Максимальная рабочая температура: ≤ +40 °C

Рабочий диапазон pH :1,0 – 12,0

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо для предприятий осуществляющих сбросы сточных вод.

Экономика

Рассчитывается согласно проектно-сметной документации. Экономически выгодно, но требует индивидуального подхода.

Движущая сила для осуществления

Сокращение сбросов в водные объекты.

5.5.3.3. Химическое осаждение

Описание

Под химическим осаждением понимается корректировка значения pH и повышение интенсивности осаждения растворимых металлов, путем добавления реагентов (гидроокись кальция, гидроокись натрия, сернистый натрий) или их сочетания.

Техническое описание

Химическое осаждение сводится к связыванию ионов, подлежащих удалению, в малорастворимые и слабо диссоциированные соединения. Наиболее важным фактором в обеспечении максимальной эффективности удаления металлов является выбор осаждающих реактивов. При выборе реагентов для выделения примесей воды в виде осадков необходимо исходить из значений произведений растворимости образующихся соединений; чем ниже эта величина, тем выше степень очистки воды. Присутствие в воде посторонних солей обычно приводит к возрастанию растворимости образующихся осадков вследствие увеличения ионной силы раствора. Следует отметить, что скорость ионных реакций в водных растворах велика и обычно реакции протекают практически мгновенно.

Корректировка значения pH.

При добавлении в сточные воды реагентов (например, гидроокись кальция, гидроокись натрия, сернистый натрий или их комбинаций) происходит образование нерастворимых соединений с металлом в виде осадка. Так, ионы свинца, хрома (Ш), цинка, кадмия и меди при взаимодействии со щелочью образуют труднорастворимые гидроксиды. Эти нерастворимые соединения могут быть удалены из воды путем

фильтрации и седиментации. Добавление коагулянта или флокулянта способствует формированию более крупных хлопьев, которые легче поддаются отделению, и часто используется для повышения производительности системы очистки.

Как показывает опыт, использование реагентов на основе сульфидов может обеспечивать достижение более низких концентраций некоторых металлов. Для удаления сульфидов металлов в щелочной среде используются такие реагенты, как сернистый натрий, гидросульфид натрия и др. Осаждение сульфидов может привести к уменьшению концентраций определенных металлов в очищенных стоках (в зависимости от значения pH и температуры). Сульфиды металлов могут повторно использоваться в процессе плавки. С помощью данного метода можно также эффективно удалять такие металлы, как селен и молибден.

В некоторых случаях осаждение смеси металлов может осуществляться в два этапа: сначала под действием гидроксида, а затем путем осаждения сульфидов. В целях удаления избыточных сульфидов после осаждения допускается добавление сульфата железа.

Поддержание требуемого значения pH в течение всего процесса очистки стоков также имеет первостепенную важность, поскольку некоторые соли металлов нерастворимы только в очень небольшом диапазоне значений pH. При выходе за пределы этого диапазона эффективность удаления металла стремительно снижается. В целях максимальной эффективности удаления металлов процесс очистки следует проводить при различных значениях pH с использованием различных реактивов. Кроме выбора реактива и значения pH, также следует учитывать, что степень растворимости может зависеть от температуры и валентного состояния металла в воде.

В черной металлургии остаточные металлы могут быть эффективно удалены из стоков путем добавления железистых солей, так при осаждении мышьяка образуется арсенат кальция или арсенат железа. Также возможно осаждение арсенитов, однако они в целом обладают лучшей растворимостью и меньшей устойчивостью по сравнению с арсенатами. Сток, содержащий арсенит, как правило, окисляется перед осаждением для обеспечения преобладания арсената.

Осаждение нерастворимых арсенатов железа сопровождается осаждением других металлов, таких как селен, что подразумевает взаимодействие между различными видами металлов и осадком гидроксида железа. Благодаря этому железистые соли обладают высокой эффективностью при удалении примесей, содержащихся в незначительных концентрациях.

Таким образом, достижение минимального содержания каждого металла в рамках одного процесса не представляется возможным, ввиду существующих различиях оптимальных значений pH для осаждения различных металлов.

В таблице 5.12 представлена информация о выборе реагента, условиях протекания реакции для осаждения металлов при очистке сточных вод в металлургической промышленности.

Таблица 5.12. Методы осаждения металлов и их соединений

№ п/п	Металл	Используемый реагент	Образуемое вещество (осадок)	Дополнительные условия
1	2	3	4	5
1	Zn	$Ca(OH)_2$ (известковое молоко)	$Zn(OH)_2$	Требуемое значение pH для полного осаждения цинка находится в диапазоне 9–9,2.
2		Na_2CO_3 (карбонат натрия)	$ZnCO_3 \cdot Zn(OH)_2 \cdot H_2O$	Требуется значительное количество реагента, поэтому рекомендуется проводить двухступенчатую очистку воды от цинка, предусматривающую предварительную нейтрализацию серной кислоты карбонатом натрия с последующим осаждением цинка едким натром.
3		Na_2S (сульфид натрия)	ZnS	Оптимальное значение pH составляет 2,5–3,5
4	Pb	$Ca(OH)_2$ (известковое молоко)	$Pb(OH)_2$	Уровень pH = 8,0–9,5. Выше и ниже этих пределов растворимость гидроксида возрастает.
5	Hg	Na_2S (сульфид натрия)	Hg_2S	В реальных сточных водах, содержащих и другие соли, растворимость Hg_2S выше, чем в дистиллированной воде. В результате осаждения образуются коллоидные частицы сульфида ртути, выделение которых из воды

				производится коагуляцией сульфатом алюминия или железа. Остаточная концентрация ртути после такой очистки не превышает 0,07 мг/дм3
6	As	NaHS (сульфогидрат натрия) Na_2S (сульфид натрия)	As_2S_3	Зависит от температуры и протекает достаточно медленно при значениях температуры ниже 50-60°C. Трехвалентный мышьяк выпадает в осадок в виде трехвалентного сульфида мышьяка (As2S3), который необходимо отделить от воды при значениях pH ниже 4–5. При повышении значения pH и наличии As_2S_3 существует риск возвращения мышьяка в раствор. Недостатком реакции является образование незначительного количество сульфида мышьяка (As_2S_5).

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение сбросов загрязняющих веществ в воду вместе со сточными водами.

Эффективность очистки сточных вод с помощью химического осаждения главным образом зависит от следующих факторов:

выбор химического осаждающего реактива;

количество добавляемого осаждающего реактива;

эффективность удаления осаждаемого металла;

поддержание необходимого значения pH в течение всего процесса очистки;

использование железистых солей для удаления определенных металлов;

использование флокулянтов или коагулянтов;

изменение состава сточных вод;

присутствие комплексообразующих ионов.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

При выборе методов необходимо учитывать специфику производственных процессов. Кроме того, при выборе применяемых методов определенную роль могут играть размер принимающего водного объекта и скорость потока. Уменьшение объемного расхода в пользу более высоких концентраций приводит к сокращению потребления энергии для очистки. Очистка высококонцентрированных сточных вод приведет к образованию стоков с более высокими концентрациями, но с более высокой скоростью восстановления по сравнению с менее концентрированными потоками, что позволит в целом улучшить удаление загрязняющих веществ.

Кросс-медиа эффекты

Дополнительный расход энергии и сырья, используемого в качестве реагентов. Образование отходов (осадок), которые необходимо утилизировать.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо на новых и действующих установках.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Социально-экономические аспекты. Сокращение сбросов загрязняющих веществ в естественные водные объекты.

5.5.3.4. Адсорбция с применением активированного угля

Описание

Адсорбция — это процесс, при котором твердое вещество используется для удаления растворимого вещества из воды за счет его высокой пористости и развитой поверхности. В данном процессе активированный уголь является твердым веществом.

Техническое описание

Активированный уголь, представляющий собой высокопористое углеродное вещество, обычно используется для удаления органических материалов из сточных вод, а также может применяться для удаления ртути и извлечения драгоценных металлов. Как правило, фильтры на основе активированного угля используются в виде нескольких слоев или картриджей, чтобы проскок материала через один фильтр компенсировался очисткой во втором фильтре. Затем отработанный фильтр заменяется и используется в качестве вторичного фильтра. Эта операция зависит от наличия надлежащего метода определения проскоков через фильтры.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов органических веществ, ртути и драгоценных металлов в воду

.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

К основным преимущества применения метода абсорбции являются:

хорошая управляемость процессом;

отсутствие образования вторичных загрязнений.

Кросс- медиа эффекты

Дополнительные затраты связанные с необходимостью утилизации отработанного адсорбента. Регенерация активированного угля возможна, однако этот процесс достаточно трудоемкий и в условиях круглосуточно работающих очистных сооружений неудобна. Использование же активированного угля как одноразовой загрузки зачастую экономически нерентабельна.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение сбросов загрязняющих веществ.

Требования экологического законодательства.

5.5.3.5. Нейтрализация кислых стоков

Описание

Очистка сточных вод, содержащих слабые кислоты (стоки сернокислотного производства или различные кислые промывочные воды), с использованием соответствующего реагента (обычно, гидроокиси железа).

Технологическое описание

В большинстве кислых сточных вод содержатся соли тяжелых металлов, которые необходимо выделять. Для этих целей используют реакцию нейтрализации между ионами водорода и гидроксида, приводящая к образованию недиссоциированной воды. В качестве реагентов могут быть использованы NaOH, KOH, Na_2CO_3, NH_4OH, $CaCO_3$, $MgCO_3$, доломит ($CaCO_3$-$MgCO_3$). Чаще всего применяют гидроксид кальция (известь) , ввиду его дешевизны. Известь для нейтрализации вводят в сточную воду в виде гидроксида кальция ("мокрое" дозирование) или в виде сухого порошка ("сухое" дозирование). При нейтрализации сернокислых сточных вод известковым молоком расход извести (по CaO) принимают на 5–10 % выше стехиометрического расчета. В случае нейтрализации воды сухим порошком или известковой пастой доза оксида кальция составляет 140–150 % от стехиометрической, так как взаимодействие между твердой и жидкой фазами происходит медленнее и не до конца. Процесс с использованием извести в качестве реагента иногда называют известкованием.

Известкование позволяет попутно переводить в осадок и такие металлы, как цинк, свинец, хром, медь и кадмий. Иногда для нейтрализации применяют карбонаты кальция или магния в виде суспензии. Соду и гидроксиды натрия и калия следует целесообразно использовать, лишь в случае одновременного получения ценных продуктов или если они являются отходами производства, виду их высокой стоимости.

Выбор реагента для нейтрализации кислых вод зависит от вида кислот и их концентрации, а также растворимости солей, образующихся в результате химических реакций.

Различают три вида кислотосодержащих сточных вод:

Сточные воды, содержащие серную и сернистую кислоты. При очистке образуются труднорастворимые кальциевые соли, что снижает скорость реакции между раствором кислоты и твердыми частицами. Большая часть солей выпадают в осадок.

Сточные воды, содержащие сильные кислоты (например, HNO_3). Так как соли этих кислот хорошо растворимы в воде, отсутствует сложность при выборе реагента.

Сточные воды, содержащие слабые кислоты (H_2CO_3, CH_3COOH). Для очистки в основном используется известковое молоко. Перед смешиванием с известковым молоком сточные воды предварительно очищаются от твердых частиц (песколовка). Вместе с известковым молоком вводится раствор флокулянта. Нейтрализация и хлопьеобразования происходит в контактном резервуаре. Для удаления углекислого газа стоки аэрируются в контактных резервуарах воздухом. При этом образуется осадок более плотной структуры. Для снижения влажности осадка применяют дополнительное отстаивание.

Образовавшийся осадок, содержащие главным образом сульфат кальция (сернокислый кальций), подвергается фильтрации и обезвоживанию, для последующей переработки.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение объемов сбрасываемых сточных вод. Снижение объемов водопотребления (возврат осветленных вод в процесс). Снижение концентрации загрязняющих сточных вод в отводимых сточных водах. Производство чистого сернокислого кальция.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Производимый сернокислый кальций содержит более 96 % $CaSO_4$-$2H_2O$. Несмотря на сравнительную дешевизну и общедоступность используемых реагентов, следует отметить ряд недостатков, а именно необходимость обязательного устройства усреднителей перед нейтрализацией, трудности регулирования дозы реагента по pH нейтрализованной воды.

Кросс-медиа эффекты

Существенным недостатком метода нейтрализации известью является образование пересыщенного раствора гипса ($CaSO_4$), что приводит к забиванию трубопроводов и аппаратуры.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для осуществления

Требования экологического законодательства. Экономические выгоды (получение готового для реализации товарного продукта).

5.5.3.6. Окисление

Описание

Окислительный способ очистки применяют для обезвреживания сточных вод, содержащих токсичные и неприятно пахнущие примеси. В процессе окисления токсичные загрязнения в результате химических реакций переходят в менее токсичные, которые удаляют из воды.

Техническое описание

Диоксид хлора эффективно окисляет марганец (II) до марганца (IV) с выпадением в осадок оксида марганца. Поскольку хлорит-анион также реагирует с Mn (II), то вся реакция может быть представлена следующим образом:

$$2ClO_2 + 5Mn_2^{+} + 6H_2O^{-} > 5MnO_2 + 12H^{+} + 2Cl^{-}$$

Реакция протекает быстро и интенсивно, уже через 5 минут более 99 % оксида марганца может быть удалено фильтрованием. Этой реакции способствует скорее слабощелочная, чем кислая среда.

Диоксид хлора легко окисляет железо (II) в железо (III) с выпадением в осадок гидроксида железа (III). Поскольку хлорит-анион также легко взаимодействует с Fe (II), то вся реакция может быть записана следующим образом:

$$ClO_2 + 5Fe_2^{+} + 13H_2O^{-} > 5Fe(OH)_3 + Cl^{-} + 11H^{+}$$

Далее образующийся осадок удаляют методом фильтрования. Этой реакции также способствует нейтральная и слабощелочная среда.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение содержания и уровней токсичности загрязняющих веществ в сточных водах.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Для окисления 1 мг марганца необходимо 2,5 мг диоксида хлора при pH>7. Для окисления 1 мг железа необходимо 1,3 мг диоксида хлора при pH>5.

Кросс-медиа эффекты

Процесс окислительного осаждения Mn (II) "активным хлором" сопровождается образованием осадка, что обусловливает необходимость последующего применения процессов извлечения его отделения из водных растворов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо для предприятий, осуществляющих сбросы сточных вод.

Экономика

Рассчитывается согласно проектно-сметной документации.

Движущая сила внедрения

Соблюдение требований экологического законодательства. Социально-экономические аспекты. Сокращение сбросов загрязняющих веществ.

5.5.3.7. Коагуляция, флокуляция

Описание

Данный метод состоит в добавлении реагентов, таких как сульфаты и хлориды алюминия и железа, гидросульфаты и гидроксохлориды алюминия в сочетании реагентов в целях корректировки значения pH и повышения интенсивности осаждения растворимых металлов.

Техническое описание

В качестве коагулянтов используются соли, образованные многозарядными катионами слабых оснований и анионами сильных кислот. В воде указанные соли подвергаются гидролизу с образованием комплексных ионов. Наибольшее распространение получили сульфаты и хлориды алюминия и железа. Образовавшиеся в процессе гидролиза коллоидные золи гидроксидов алюминия и железа коагулируют с образованием агрегатов. Последние вместе с частицами дисперсной фазы сточных вод осаждаются и, таким образом, очищают ее.

Гидролиз коагулянтов является одним из наиболее важных процессов коагуляции. Полнота его протекания влияет как на качество разделения суспензии, так и на расход коагулянта. Решающим фактором, который обеспечивает максимальную эффективность использования коагулянтов при очистке сточных вод, является создание условий для проведения гидролиза в необходимом направлении путем изменения концентрации коагулянта в дисперсной системе, значения pH и ионного состава дисперсной среды. В случае разделения дисперсных систем с отрицательным зарядом дисперсной фазы эти условия должны обеспечить получение положительно заряженных гидроксокомплексов, в случае разделения дисперсных систем с положительным зарядом дисперсной фазы – отрицательно заряженных гидроксокомплесов.

Наряду с сульфатами и хлоридами алюминия и железа в последнее время все более широкое распространение находят коагулянты с повышенной основностью – гидросульфаты и гидроксохлориды алюминия. Преимущества дигидроксосульфата [Al_2

$(SO_4)_2(OH)_2]\cdot 11\ H_2O$ перед сульфатом алюминия заключается в более широком диапазоне pH, высокой хлопьеобразующей способности. Гидроксокомплексы, образующиеся при гидролизе этого вещества, несут более высокий положительный заряд. Его коррозионная активность значительно ниже, чем у сульфатов алюминия. В настоящее время наибольшее распространение получил пентагидроксохлорид алюминия $Al_2(OH)_5Cl$. Характерным отличием этого коагулянта является широкая зона оптимальных значений pH, особенно в кислой области. Коагулянт хорошо работает при разделении дисперсных систем с небольшим содержанием дисперсной фазы, отличается низкой коррозионной активностью.

Для коагуляции дисперсных систем с низким значением pH используют алюминат натрия. При более высоких значениях pH алюминат натрия применяют совместно с сульфатом алюминия.

Высокую эффективность во многих случаях дает применение смесей коагулянтов. При этом обеспечивается значительное расширение области оптимальных значений pH и температуры, хлопья осаждаются равномернее, чем в случае применения отдельных коагулянтов. Известно применение смеси $Al_2(SO_4)_3$ и $FeCl_3$ в соотношении 1:1.

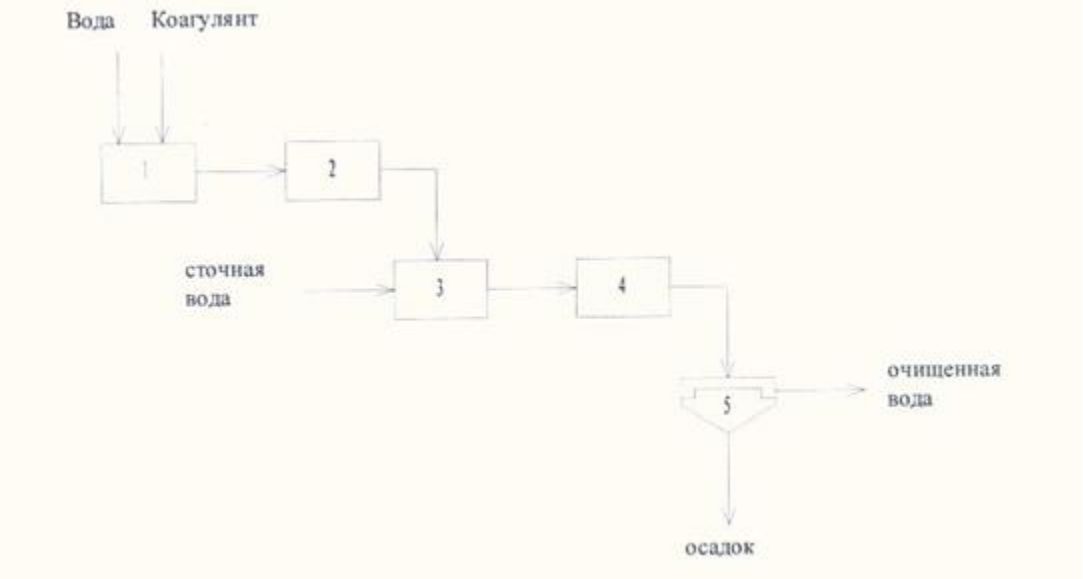
Флокуляция

Для регулирования устойчивости дисперсных систем в последнее время все шире применяются различные водорастворимые полимеры, весьма малые добавки которых могут радикально изменить стабильность дисперсий. Они широко используются при очистке сточных вод от дисперсных примесей, концентрировании и обезвоживании суспензий, для улучшения фильтрационных характеристик осадков и т.д. В основе всех этих процессов, называемых флокуляцией, лежит изменение степени агрегации дисперсных частиц под влиянием высокомолекулярных соединении (ВМС). В отличие от компактных коагулянтов, образующихся в результате флокуляции, крупные агрегаты (флокулы), обладают значительной рыхлостью. Флокуляция, как правило, процесс необратимый: в этом случае невозможно путем уменьшения содержания в растворе реагента (как это наблюдалось при коагуляции) осуществить пептизацию (редиспергирование) осадка.

Высокомолекулярные флокулянты обычно подразделяются на три группы: неорганические полимеры, вещества природного происхождения и синтетические органические полимеры. Наиболее широкое применение нашел последний класс флокулянтов. Наиболее распространенными флокулянтами являются полиакриламид (ПАА), сополимеры акриламида, акрилонитрила и акрилатов, натриевые соли полиакриловой и полиметакриловой кислот, поли-диметиламиноэтилакрилаты (ПДМАЭА) и др.

Процесс очистки сточных вод коагуляцией и флокуляцией состоит из следующих стадий: приготовление рабочих растворов коагулянтов и флокулянтов, дозирование и смешение реагентов со сточной водой, хлопьеобразование, осаждение хлопьев.

Приготовление рабочих растворов осуществляется в гидравлических или механических смесителях. Концентрация рабочих растворов коагулянтов обычно составляет 3–5 %, иногда до 7 %, концентрация рабочих растворов флокулянтов – до 1 %. После смешения сточной воды с рабочими растворами коагулянтов, которое может осуществляться также в гидравлических или механических смесителях, воду направляют в камеры хлопьеобразования, куда могут добавляться флокулянты для интенсификации данного процесса. Используют перегородчатые, вихревые и с механическими мешалками камеры. Образование хлопьев в камерах происходит медленно – за 10–30 минут. Осаждение хлопьев происходит в отстойниках, осветлителях и других аппаратах, рассмотренных ранее. Иногда стадии смешения, коагулирования и осаждения проводят в одном аппарате.



(1 – емкость для приготовления раствора; 2 – дозатор; 3 – смеситель;
4 – камера образования хлопьев; 5 – отстойник)

Рисунок 5.26. Схема процессов коагуляции и флокуляции

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение содержания загрязняющих веществ в сточных водах.

Чтобы обеспечить максимальную эффективность удаления металлов, наиболее важным фактором является выбор осадителей. Существуют примеры, демонстрирующие, что использование реагентов на основе сульфидов может обеспечивать достижение более низких концентраций некоторых металлов.

Правильное значение pH в течение всего процесса очистки стоков, также имеет первостепенную важность, поскольку некоторые соли металлов нерастворимы только в очень небольшом диапазоне значений pH.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

При выборе методов необходимо учитывать специфику производственных процессов. Кроме того, при выборе применяемых методов определенную роль могут играть размер принимающего водного объекта и скорость потока. Уменьшение объемного расхода в пользу более высоких концентраций приводит к сокращению потребления энергии для очистки. Очистка высококонцентрированных сточных вод приведет к образованию стоков с более высокими концентрациями, но с более высокой скоростью восстановления по сравнению с менее концентрированными потоками, что позволит в целом улучшить удаление загрязняющих веществ. Эффективность очистки может достигать 90–95 %. Расход коагулянта зависит от его вида, а также состава и требуемой степени очистки сточных вод и составляет 0,1—5 кг/м^3 сточных вод.

Кросс-медиа эффекты

Увеличение энергопотребления.

Применение добавок.

Образование отходов, подлежащих утилизации.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо на новых и действующих установках.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Соблюдение требований экологического законодательства. Социально-экономические аспекты. Сокращение сбросов загрязняющих веществ в естественные водные объекты.

5.5.3.8. Ионный обмен

Описание

Ионообменный процесс, как правило, проходит в колонне, наполненной гранулами ионообменной смолы. Обмен начинается в верхней части колонны и затем проходит через нее, поддерживая тем самым равновесное состояние процесса обмена.

Техническое описание

Ионообменный процесс иногда применяется в качестве заключительного этапа очистки при удалении металлов из технологических сточных вод. С помощью ионного обмена удаляются нежелательные ионы металлов из сточных вод путем их переноса на твердую матрицу при одновременной отдаче равного количества других ионов, имеющихся в структуре ионообменника. Как правило, ионообменный процесс используется при концентрации металлов менее 500 мг/л.

Емкость ионообменника ограничена количеством ионов, имеющихся в структуре ионообменника. Поэтому необходимо проводить регенерацию ионообменника с помощью соляной кислоты или каустической соды.

Ионообменники могут использоваться для удаления определенных металлов из сточных вод. Такой избирательный процесс ионного обмена гораздо более эффективен при очистке стоков от токсических металлов. Кроме того, колонна может обеспечивать очень высокий уровень очистки и эффективность при работе со смешанными стоками.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов в воду.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Возможность очистки до требований ПДК.

Возврат очищенной воды до 95 % в оборот.

Возможность утилизации тяжелых металлов.

Возможность очистки в присутствии эффективных лигандов.

Кросс-медиа эффекты

Необходимо проведения предварительной очистки сточных вод от масел, ПАВ, растворителей, органики. Большой расход реагентов для регенерации ионитов и обработки смол. Необходимость предварительного разделения промывных вод от концентратов. Образование вторичных отходов-элюентов, требующих дополнительной переработки.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо для предприятий осуществляющих сбросы сточных вод.

Экономика

Рассчитывается согласно проектно-сметной документации.

Движущая сила внедрения

Сокращение сбросов в водные объекты.

5.5.3.9. Биологическая очистка, аэробная и анаэробная очистки

Описание

Биологическая очистка сточных вод основана на использовании жизнедеятельности микроорганизмов (бактерий). Бактерии очищают за счет окисления органических веществ, находящиеся в загрязненных водах в растворенном состоянии. Биохимическим методом удается освободиться от органических загрязнений, остающихся в воде после механической очистки на 90 % и выше.

Техническое описание

Наиболее эффективным, достаточно простым и доступным является метод биологической очистки. Он основан на природной способности естественных экосистем утилизировать разнообразные неорганические и органические вещества с помощью сообщества микроорганизмов, т.е. активного ила. Данный вид очистки предпочтителен для сточных вод, содержащих органические соединения. При

биологической очистке удаляют из сточной жидкости наиболее мелкие взвешенные вещества, оставшиеся после механической очистки. После полной биологической очистки получается незагнивающая жидкость, содержащая растворенный кислород и нитраты.

Биологическую очистку ведут в условиях, близких к естественным или искусственно созданных. Естественная биологическая очистка сточной воды происходит на полях орошения, полях фильтрации и в биологических прудах. Процесс очищения происходит медленно за счет запаса кислорода в воде биологических прудов и в почве, а также в результате деятельности микроорганизмов—минерализаторов, которые окисляют органические загрязнения.

Искусственная биологическая очистка производится на биологических фильтрах, или аэротенках. Очистительные сооружения, в которых очистка вод осуществляется в искусственно контролируемой среде (например, аэротенки и биологические фильтры). В этих установках создаются условия, ускоряющие процесс биоочистки. Осветленную сточную жидкость, получающуюся в процессе очистки, выпускают в водоемы после ее обеззараживания посредствам хлорирования. Для естественной биологической очистки отводят и специально оборудуют поля орошения или поля фильтрации. Очистные станции с биофильтрами сооружают для средних и малых населенных пунктов.

В процессе биологической очистки, также как механической, получаются большие количества осадка (ила), который направляется в метантенк для сбраживания. Затем осадок обезвоживают, т. е. подсушивают на иловых площадках или искусственными методами (вакуум-фильтрацией, термической сушкой). После обезвоживания сброженный осадок можно использовать как удобрение.

Биологический и биохимический метод

Метод позволяет очистить воду от примесей железа, сероводорода, аммония, марганца, уменьшить жесткость воды, удалить привкусы и цвет, обеззаразить от бактерий.

Метод заключается в переработке загрязнений микроорганизмами активного ила и последующем разъединении прореагировавшей смеси. Механизм процесса состоит из нескольких стадий:

Сорбционное накопление загрязняющих веществ на поверхности биомассы;

Расщепление высокомолекулярных органических веществ за счет внешних ферментативных воздействий до молекул небольших размеров и проникновение их внутрь клетки;

Реакции с внутренними ферментами клетки, сопровождающиеся окислением низкомолекулярных веществ до H_2O, CO_2 и синтезом новых клеточных веществ.

Анаэробная очистка

Такой процесс очистки ведется при помощи бактерий, которым для жизнедеятельности не требуется кислород. Его принято называть брожением.

Анаэробные процессы необходимы для перевода трудно окисляемых веществ до легко усваиваемых на следующей аэробной зоне. Часть органики подвергается деструкции, а остальная используется на прирост биомассы. Часто такие аппараты проектируются в две ступени. На первой - в цилиндрическую емкость организуется рецикл иловой смеси, для наращивания концентрации биоценоза. Перемешивание организуется мешалками или насосным оборудованием. Вторая оборудована конусным днищем, где происходит накопление осадка. На этой ступени наблюдается доокисление органических веществ, а также осаждение и уплотнение скопления микроорганизмов.

Очистку проводят в метантенках – закрытый резервуар с трубой для отвода биогаза, образующегося в результате брожения. Степень очистки составляет 85%.

Аэробная очистка

Происходит в результате жизнедеятельности микроорганизмов активного ила в присутствии кислорода.

При анаэробной очистке сточных вод протекают два процесса – сорбция загрязнений активным илом и их внутриклеточное окисление микроорганизмами.

В ходе аэробной очистки растворенные органокомплексы, а также не осаждающиеся твердые вещества переходят в биомассу активного ила.

В таких сооружениях обычно устанавливается загрузка, на которой непрерывно развиваются прикрепленные аэробно-факультативные микроорганизмы, обеспечивающие совместно с рециркулируемым активным илом деструкцию органических загрязнений. Для протекания биоокислительных процессов и перемешивания сточных вод с активным илом в зоны аэрации блоков биоочистки постоянно должен подаваться сжатый воздух. Очистку проводят в аэротенках и биофильтрах. Степень очистки достигает 99 %.

Достигнутые экологические выгоды

Глубокая очистка сточных вод от наиболее мелких взвешенных веществ.

Сокращение сбросов загрязненных сточных вод в природные водные объекты.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Биологический способ очистки является наиболее эффективным и простым в обслуживании, так как:

очистка от загрязнений осуществляется за счет метаболизма микроорганизмов. Коагулянты и флокулянты для очистки воды в отличие от флотационной очистки не требуются;

данный метод наиболее экономичный. Физико-химические методы очистки требует применение большого количества дорогостоящих реагентов, которые еще к тому же дополнительно загрязняют сточные воды. Также флотатор работает 24 часа и потребляет много эл/энергии;

процесс биологической очистки осуществляется самотеком без дополнительных перекачек;

использование биологической схемы очистки одновременно решает вопрос минерализации образовавшихся осадков и значительно сокращает их объем;

минерализованный дегельминтизированный осадок после биологических очистных сооружений соответствует 4 классу опасности и спокойно вывозится на утилизацию на полигон ТБО. По согласованию с экологическими службами может применяться в качестве с/х удобрения;

степень очистки гораздо выше.

Очистка сточных вод биологическим методом имеет высокую эффективность: КПД автономной системы достигает 99 %, что отвечает требованиям экологического законодательства. Сравнительная характеристика аэробной и анаэробной очистки показана ниже.

Таблица 5.13. Сравнительная характеристика аэробной и анаэробной очистки

№ п/п	Аэробная	Анаэробная
1	2	3
1	Удаление 99 % органических загрязнений, соединений азота и фосфора	Степень очистки – 85 %
2	Требуется кислород	Требуется углекислый газ и нитраты
3	Воздух подается воздуходувками	Бактерии выделяют метан, поэтому необходима система вентиляции
4	Аэробные микроорганизмы на фоне окисления распадаются на углекислый газ, воду и минеральный осадок	Микроорганизмы присутствуют в стоках в малых количествах

Основными преимуществами биологической очистки являются:

удаление широкого спектра загрязняющих веществ – азотных и фосфорных групп, нефтепродуктов, фенолов, СПАВ, соединений во взвешенной, растворенной, коллоидной формах

экологическая безопасность. Сложные вещества используются живой экосистемой как средство питания, при этом они перерабатываются до простых безвредных продуктов, таких как вода, диоксид углерода и т.п.

низкая себестоимость очистки. По сравнению с физико-химической очисткой применение реагентов сводится к минимуму.

использование образующегося в процессе очистки активного ила в качестве удобрений и для рекультивации почв после его обеззараживания. Он содержит большое количество питательных элементов, необходимых для роста и развития растений.

Кросс-медиа эффекты

Очистка сточных вод в основном только от органических загрязнений.

Требуется предварительная очистка от кислот.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо для предприятий, осуществляющих сбросы сточных вод.

Экономика

Низкая себестоимость очистки.

Низкие эксплуатационные затраты.

По сравнению с другими методами очистки применение реагентов сводится к минимуму.

Движущая сила внедрения

Экологическая безопасность.

Требования экологического законодательства.

Социально-экономические аспекты.

Сокращение сбросов загрязняющих веществ в естественные водные объекты.

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

5.6.1. Предварительная обработка маслянистой окалины для дальнейшего использования

Описание

Предварительная обработка маслянистой окалины для дальнейшего использования включает такие техники, как: брикетирование (гранулирование), снижение содержания масла в маслянистой окалине путем термической обработки, промывки, флотации.

Техническое описание

При горячей прокатке образуются маслянистые остатки прокатной окалины, которые могут быть использованы либо на агломерационной фабрике, либо в других печах при производстве чугуна и стали, для этого маслянистая окалина предварительно обрабатывается для снижения содержания масла во избежание возгорания в системе очистки отходящих газов и выделения выбросов органических загрязнителей. При использовании в других печах при производстве чугуна и стали маслянистая прокатная окалина сразу загружается в конвертер, при необходимости подвергается предварительной обработке с использованием методов брикетирования или гранулирования перед загрузкой. Для этого в шлам добавляются связующие вещества (например, извести, патоки) и формируются брикеты для загрузки в конвертер.

Промывка для обезжиривания прокатной окалины

Мелкодисперсный шлам смешивается с водой, содержащей моющие реагенты, для получения суспензии, которая загружается в устройство для перемешивания с высоким усилием сдвига. После перемешивания и промывки происходит фазовое разделение обезжиренной прокатной окалины и маслянистой водной эмульсии. Обезжиренная

прокатная окалина (содержание масла ≤ 0,2 мас. %) извлекается и высушивается перед использованием на аглофабрике.

Метод флотации для обезжиривания прокатной окалины

Мелкодисперсный шлам кондиционируется с использованием воды и химических реагентов и обезжиривается в процессе трехступенчатой флотации.

Термическая обработка для обезжиривания прокатной окалины

Маслянистая прокатная окалина обезвоживается и термически обезжиривается в печи нагревом при температуре от 450 °C до 470 °C. Продукт представляет собой безмасляный железосодержащий материал с содержанием масла менее 0,1 мас.%.

Термическая обработка во вращающихся печах

После обезвоживания и гомогенизации замасленная прокатная окалина транспортируется винтовым конвейером через нагревательную камеру во вращающуюся печь, где материал непрерывно обрабатывается при температуре от 400 °C до 550 °C. И влага, и масло удаляются термически, а затем сжигаются в камере сгорания. Обезжиренные остатки повторно используются на аглофабрике.

При использовании в доменных печах

Окалина выбрасывается на дно доменной печи через фурму для сжигания шлама. Это очень экономичный способ использования энергии углеводородов и уменьшения оксида железа (окалины) без необходимости в дополнительной печи и без дополнительного загрязнения окружающей среды, но это возможно только для доменных печей, оборудованных сжиганием шлама или отработанного масла. Важно вводить шлам в нижнюю, а не в верхнюю часть печи, чтобы обеспечить сгорание углеводородов, а не только их испарение.

Карбофер

Маслянистый шлам прокатной окалины смешивают с известью и угольной пылью или с углеродсодержащей колошниковой пылью для получения сухой смеси, пригодной для пневматического вдувания в реактор производства чугуна и стали, такой как доменная печь или электродуговая печь. Смесь вводят в сталеплавильную печь либо через выдвижную расходуемую фурму, либо через фурму с боковыми стенками с водяным охлаждением. Впрыскивание смеси Carbofer в шлаковую ванну обеспечивает хорошее вспенивание шлака.

Достигнутые экологические выгоды

Экологические выгоды от внедрения технологий переработки маслосодержащих остатков прокатной окалины:

сокращение используемого сырья, т. е. снижение расхода кокса в доменной печи, или снижение расхода первичного сырья на аглофабрике.

снижение количества отходов.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Мощность установки обезжиривания термической вращающейся печи (на одной из интегрированных площадок ArcelorMittal в Европе) составляет 20 000 т/год. Переработанная окалина из вращающейся печи имеет содержание масла ≤ 0,1 мас.%.

Кросс-медиа эффекты

Методы обезжиривания требуют использования флокулянтов и приводят к образованию маслянистых сточных вод или остатков флотации.

Термическая обработка приводит к выбросам в атмосферу и увеличению потребления энергии.

Рециркуляция некоторых остатков может способствовать увеличению выбросов металлов с отходящими газами аглофабрики.

Экономика

Экономическая выгода, полученная за счет уменьшения количества отходов, направляемых на утилизацию;

Инвестиционные, эксплуатационные и эксплуатационные расходы, связанные с установкой оборудования для обезжиривания для переработки замасленной окалины.

Для большинства интегрированных сталелитейных заводов финансовые выгоды от переработки замасленной прокатной окалины перевешивают затраты на эксплуатацию установок по обезжириванию и очистке сточных вод.

Движущая сила внедрения

Снижение затрат за счет уменьшения количества используемого сырья.

Снижение затрат за счет уменьшения количества отходов, отправляемых на утилизацию.

5.6.2. Использование металлолома

Описание

Металлические отходы от механических процессов (например, от обрезки и отделки) повторно используется в производстве чугуна и стали.

Техническое описание

Металлические побочные продукты, в том числе лом, низкосортные металлы, концы обрезков, образующиеся в основном в результате горячей прокатки, обычно относительно чисты и могут быть легко повторно использованы в металлургических процессах (например, в кислородном конвертере).

Достигнутые экологические выгоды

Повышение эффективности повторного использования материалов.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

При горячей прокатке количество образующегося металлического лома колеблется от 70 кг/т до 150 кг/т произведенной стали.

Кросс-медиа эффекты

Сокращение отходов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Нет никаких технических ограничений на применение этого метода.

Экономика

Снижение затрат на утилизацию отходов

Движущая сила внедрения

Снижение потребления первичного сырья.

Требования экологического законодательства.

5.6.3 Использование маслосодержащего шлама

Описание

Маслосодержащий шлам может использоваться для получения энергии при его сжигании напрямую, если содержание воды в нем незначительно, либо после процедуры обезвоживания, например, при помощи трикантера.

Техническое описание

Получаемые маслосодержащие шламы могут использоваться в производстве в качестве готового топлива (при возможности и в зависимости от количества содержания механических примесей) а также утилизация или переработка маслосодержащих шламов может быть передана специализирующимся на этих технологиях организациям, имеющим лицензию на переработку данных видов отходов

Достигнутые экологические выгоды

Снижение отходов, требующих утилизации. Экономия сырья.

Повышение энергоэффективности

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Количество сэкономленного сырья равно количеству использованных шламов.

Кросс-медиа эффекты

Шлам содержит значительное количество масла, что может привести к увеличению выбросов некоторых летучих органических соединений.

Технические соображения, касающиеся применимости

Нет технических ограничений на применение этого метода.

Экономика

Экономия сырья

Движущая сила внедрения

Снижение затрат на утилизацию.

Требования экологического законодательства.

5.6.4. Рециклинг металлов и оксидов металлов при сухой очистке отходящих газов

Описание

Повторное использование крупных частиц металлов и оксидов металлов, которые образуются при сухой очистке отходящих газов от механических процессов (например, зачистки или измельчения), селективно выделяют с использованием механических методов (например, сит) или магнитных методов и рециркулируют, например, к производству чугуна и стали.

Техническое описание

Сухие или осушенные оксиды, образующиеся из систем сухой очистки воздуха (например, от рукавных фильтров) на прокатных станах в результате операций шлифования или зачистки можно селективно выделить с помощью магнитной или механической сепарации (сита) и повторно использовать непосредственно в аглофабрике, в доменной печи или на сталелитейном заводе.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение отходов.

Кросс-медиа эффекты

В некоторых случаях оксиды могут содержать масло, требующее предварительной обработки для обезжиривания материала перед переработкой.

Технические соображения, касающиеся применимости

Нет технических ограничений на применение этого метода.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение затрат на утилизацию отходов.

Возврат железосодержащих остатков в производство

5.6.5. Термическая обработка гидроксидного шлама от процесса восстановления смешанной кислоты

Описание

Шлам, образующийся при извлечении смешанной кислоты, подвергается термической обработке для получения материала, богатого фторидом кальция, который можно использовать в конвертерах для обезуглероживания аргоном и кислородом.

Техническое описание

Этот метод заключается в переработке шлама гидроксида, полученного в качестве побочного продукта на линии травления смешанной кислотой из нержавеющей стали, с целью его повторного использования в качестве шлакообразователя в конвертерах AOD из-за его высокого содержания фторида кальция (в качестве заменителя коммерческого порошка — CaF_2).

В установках смешанного кислотного травления травильный осадок образуется после нейтрализации $Ca(OH)_2$. Обычно такой травильный осадок после фильтр-пресса содержит около 40–50 % CaF2, 5–30 % Ca(OH)2, 20–30 % $Fe(OH)_3$, 5–9 % $Cr(OH)_3$, 2–4 % $Ni(OH)_2$ и 2–4 % SiO_2. С помощью термической обработки во вращающейся печи шлам гидроксида превращается в темный и прочный материал, обозначаемый как

Hydrofluss, состоящий в основном из CaF_2, а также оксидов хрома и никеля. Этот продукт является отличной заменой порошка плавикового шпата, обычно используемого в качестве шлакообразователя.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение захоронения гидроксидного шлама.

Сокращение использования плавикового шпата.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Сокращение отходов

Кросс-медиа эффекты

Повышение культуры производства.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость может быть ограничена нехваткой места.

Экономика

Затраты на захоронение гидроксидного шлама составляют около 2 500 евро за тонну. Расход плавикового шпата в линии травления смешанными кислотами обычно выше, чем количество гидроксидного шлама, полученного в линии травления смешанными кислотами, что означает, что можно добиться значительной экономии средств за счет частичной замены плавикового шпата, используемого в конвертерах AOD, переработанным шламом гидроксидов.

Движущая сила внедрения

Сокращение/отказ от захоронения гидроксидного шлама на заводах по травлению смешанными кислотами.

Значительное сокращение количества плавикового шпата.

5.6.6. Переработка пыли от рукавных фильтров

Описание

Пыль от рукавных фильтров, содержащих хлорид аммония и хлорид цинка, собирается и используется повторно, т. е. для производства флюсов.

Техническое описание

Осаждаемая пыль из рукавных фильтров состоит в основном из хлорида аммония и хлорида цинка (флюс). Пыль собирается, упаковывается в мешки и периодически отправляется на переработку производителям флюса.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение отходов, отправляемых на утилизацию.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Повторное использование пыли, содержащей хлорид аммония и хлорид цинка, предпочтительнее по сравнению с утилизацией.

Кросс-медиа эффекты

Увеличение потребления энергии

Технические соображения, касающиеся применимости

Применяется только при горячем погружении после флюсования.

Применимость может быть ограничена в зависимости от наличия рынка.

Экономика

Экономия достигается за счет снижения затрат на утилизацию отходов.

Движущая сила внедрения

Снижение затрат на утилизацию отходов.

6. Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам

Техники, перечисленные и описанные в настоящем разделе, не носят нормативный характер и 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 K, 101,3 кПа) за вычетом содержания водяного пара, выраженная в мг/нм^3;

технологические показатели по сбросам в водные объекты выражаются как масса сброса на объем сточных вод, выраженная в мг/л;

при фактических значениях уровней эмиссий маркерных загрязняющих веществ ниже или в пределах 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 нормативов 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 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.

Таблица 6.1. Периоды усреднения уровней выбросов/сбросов, связанные с НДТ

№ п/п	Периоды	Выбросы	Сбросы
1	2	3	4
1	В среднем за сутки	Среднечасовые и получасовые значения концентраций ЗВ за сутки при непрерывном контроле	Среднее значение за период выборки в течение 24 часов, взятое в качестве средне пропорциональной пробы (или в виде средне пропорциональной по времени пробы, при условии, что демонстрируется достаточная стабильность потока) *
2	Среднее значение за период выборки	Средняя величина трех последовательных измерений, по длительности как минимум 30 минут каждое, если не указано иное **	

Примечание:

* Для периодических процессов может использоваться среднее значение полученной величины измерений, взятых за общее время отбора проб или результат измерения, в результате разового отбора проб

** Для переменных потоков может использоваться другая процедура выборки, дающая репрезентативные результаты (например, точечный отбор проб). Для любого параметра, при котором, вследствие ограничений по отбору проб или анализа, 30-минутные измерения не допустимы, применяется соответствующий период отбора проб.

6.1. Общие НДТ

Если не указано иное, заключения по НДТ, представленные в настоящем разделе, являются общепримениимыми.

НДТ для конкретных процессов, указанные в разделах 6.2–6.6 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 поддержании системы экологического менеджмента (СЭМ), которая включает в себя все следующие функции:

заинтересованность и ответственность руководства, включая высшее руководство;

определение экологической политики, которая включает в себя постоянное совершенствование установки (производства) со стороны руководства;

планирование и реализация необходимых процедур, целей и задач в сочетании с финансовым планированием и инвестициями;

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;

проверка производительности и принятие корректирующих мер, при которых особое внимание уделяется:

мониторинг и измерения,

корректирующие и предупреждающие меры,

ведение записей,

независимый (при наличии такой возможности) внутренний или внешний аудит, для определения соответствия СЭМ запланированным мероприятиям, ее внедрение и реализация;

анализ СЭМ и ее соответствия современным требованиям, полноценности и эффективности со стороны высшего руководства;

отслеживание разработки экологически более чистых технологий;

анализ возможного влияния на окружающую среду при выводе уставки из эксплуатации, на стадии проектирования нового завода и на протяжении всего срока его эксплуатации;

проведение сравнительного анализа (бенчмарк) 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.

Область охвата (например, уровень детализации) и характер СЭМ (например, стандартизованная или не стандартизированная), 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, энергоэффективность

НДТ 2.

Наилучшей доступной техникой является сокращение потребления тепловой и электрической 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 частотно-регулируемого привода на различном оборудовании (конвейерное, вентиляционное, насосное и т.д.)	Общеприменимо
3	Применение энергосберегающих осветительных приборов	Общеприменимо
4	Применение электродвигателей с высоким классом энергоэффективности	Общеприменимо
5	Организация систем экранов в технологических линия	Общеприменимо
6	Уменьшение трения прокатки	Общеприменимо

6.1.3. Управление технологическими процессами

НДТ 3.

Наилучшей доступной техникой 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 процессом.	Общеприменимо
2	Автоматизированная оптимизация прокатки	Общеприменимо

6.1.4. Мониторинг выбросов

НДТ 4.

НДТ является проведение мониторинга выбросов маркерных загрязняющих веществ из дымовых труб от основных источников выбросов всех процессов, для которых указаны технологические показатели, связанные с применением НДТ.

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 9 НДТ 10 НДТ 15 НДТ 16	Непрерывное	Маркерное вещество
2	SO_2	НДТ 11 НДТ 17	Непрерывное	Маркерное вещество
3	NOx	НДТ 12 НДТ 18	Непрерывное	Маркерное вещество
4	HCl	НДТ 14	Непрерывное	Маркерное вещество
5	SO_x	НДТ 14	Непрерывное	Маркерное вещество
6	Летучие органические соединения	НДТ 13	Непрерывное	Маркерное вещество

1) При проведении непрерывных измерений пороговые значения выбросов считаются соблюденными, если оценка результатов измерений показывает, что нижеперечисленные условия соблюдены в календарном году:

a) допустимое среднемесячное значение не превышает соответствующие пороговые значения выбросов;

b) допустимое среднесуточное значение не превышает 110 % от соответствующих пороговых значений выбросов;

c) 95 % всех допустимых среднечасовых значений за год не превышают 200 % от соответствующих пороговых значений выбросов;

При отсутствии непрерывных измерений пороговые значения выбросов считаются соблюденными если результаты каждой серий измерений или иных процедур, определенными в соответствии с правилами, установленными компетентными органами, не превышают пороговые значения выбросов.

2) непрерывный мониторинг проводится посредством автоматизированной системы мониторинга на организованных источниках согласно требованиям, предусмотренным действующим законодательством Республики 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	Температура (C^0)	Непрерывно*
2	Расходомер ($м^3$/час)	Непрерывно*
3	Водородный показатель (ph)	Непрерывное *
4	Электропроводность (мкс - микросименс)	Непрерывное*
5	Мутность (ЕМФ-единицы мутности по формазину на литр)	Непрерывное*
6	Общий органический углерод	В соответствии с программой ПЭК **
7	Химическое потребление кислорода	В соответствии с программой ПЭК **
8	Общий фосфор (Р)	В соответствии с программой ПЭК **
9	Нефтепродукты	В соответствии с программой ПЭК **
10	Взвешенные вещества	В соответствии с программой ПЭК **
11	Cd, Cr. Cr (VI), Zn, Pb, Fe, Hg, Ni, Sn	В соответствии с программой ПЭК **

*Выпуски сточных вод, отводимые с объекта I категории, подлежат оснащению автоматизированной системой мониторинга, согласно требованиям, предусмотренным действующим законодательством.

** Необходимость измерений применима для веществ при условии их наличия/ образования в технологическом процессе, а также в случае наличия соответствующих средств измерений и аккредитованных организаций в Республике Казахстан.

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.

6.1.6. Шум, вибрация

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	Звукоизоляция оборудования и инструментов с помощью глушителей, резонаторов, кожухов	Общеприменимо
4	Акустически рациональные планировочные решения в проектировании зданий, помещений, сооружений	Общеприменимо
5	Ограждение шумного оборудования	Общеприменимо
6	Определение перечня оборудования с превышением норм по генерации шума (в соответствии с отраслевыми нормами)	Общеприменимо
7	Малошумные оборудования	Общеприменимо
8	Закрытие дверей и окон в закрытых помещениях, если это возможно	Общеприменимо
9	Оборудование для контроля шума и вибрации	Общеприменимо

6.2. Выбросы загрязняющих веществ от неорганизованных источников

НДТ 7.

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 системы экологического менеджмента (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 8.

Наилучшей доступной техникой является предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов, основанной на проектировании и оптимизации технологических решений, направленных на их исключение, если это возможно, сбор и очистку.

К мерам, применимым для снижения неорганизованных выбросов в технологических процессах производства изделий в линии станов горячей и холодной прокатки, относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Использование систем загрузки, встроенных в корпуса	общеприменимо
2	Использование герметичных печей/систем подачи сырья, оснащенных системами пылеулавливания, или оснащение эксплуатируемых печей и другого технологического оборудования вытяжными системами	общеприменимо
3	Оптимизация конструкций и методов эксплуатации вытяжных устройств и газоходов с целью улавливания отходящих газов (колпаки/укрытия)	общеприменимо
4	Внедрение вторичных системам отведения газовоздушных потоков	общеприменимо
5	Использование крытых производственных площадок	общеприменимо
6	Использование систем улавливания и очистки отходящих газов, сконструированных с учетом особенностей улавливаемых смесей	общеприменимо
7	Постоянный контроль и поддержание температур в печи на оптимально низком требуемом уровне	общеприменимо

8	Применение вентиляционных систем с вытяжными зонтами для удаления пыли с рабочих мест технологического оборудования	общеприменимо
9	Использование эффективных пылеочистных аппаратов сухого типа	общеприменимо
10	Оснащение камер напыления, применяемых для реализации процесса нанесения изоляционных покрытий, очистными устройствами	общеприменимо

6.3. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников

Представленные ниже техники и достижимые с их помощью уровни эмиссий установлены для источников, оборудованных принудительными системами вентиляции .

6.3.1. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников при холоднокатаном прокате.

6.3.1.1. Выбросы пыли

НДТ 9.

В целях сокращения выбросов пыли при нагреве полуфабриката (холоднокатанной к полосе, профиля и т.д.) после холоднокатаного проката в процессе отжига, а также при нагреве полуфабриката перед нанесением покрытия методом погружения в горячий расплав металлов, НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Описание	Применимость
1	2	3	4
1	Использование топлива с низким содержанием пыли и золы	К топливам с низким содержанием пыли и золы относятся, например, природный газ , сжиженный нефтяной газ, очищенный от пыли доменный газ.	Общеприменимо

Технологические показатели выбросов, связанные с НДТ приведены в таблице 6.2

Таблица 6.2. Технологические показатели выбросов пыли при нагреве полуфабриката (холоднокатаной полосы, профиля и т. д.) после холоднокатаного проката в процессе отжига, а также при нагреве полуфабриката перед нанесением покрытия методом погружения в горячий расплав металлов, связанные с НДТ.

№ п/п п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм^3)*

1	2	3
1	Пыль	2-10

*Среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

НДТ 10.

В целях сокращения выбросов пыли при механической обработке (включая продольную резку, удаление окалины, шлифование, черновую обработку, прокатку, чистовую обработку, выравнивание), зачистка (кроме ручной зачистки), НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Закрытая зачистка (кроме ручной зачистки) в сочетании с отводом воздуха и очисткой отходящих газов	Общеприменимо.
2	Вытяжка воздуха как можно ближе к источнику выбросов	Общеприменимо
3	Циклон	Общеприменимо
4	Электрофильтр	Общеприменимо
5	Рукавный фильтр	Может не применяться в случае отходящих газов с высоким содержанием влаги
6	Мокрый скруббер очистки	Общеприменимо
7	Фильтры с импульсной очисткой	Общеприменимо
8	Керамический и металлический мелкоочистные фильтры	Общеприменимо

Технологические показатели выбросов, связанные с НДТ приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3. Технологические показатели выбросов пыли при механической обработке (включая продольную резку, удаление окалины, шлифование, черновую обработку, прокатку, чистовую обработку, выравнивание), зачистка (кроме ручной зачистки).

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП ($мг/Нм^3$)*
1	2	3
1	Пыль	2-5

*Среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.3.1.2. Выбросы диоксида серы

НДТ 11.

В целях предотвращение или сокращения выбросов SO_2 из отходящих технологических газов при нагреве полуфабриката (холоднокатанной полосы, профиля и т.д.) после холоднокатаного проката в процессе отжига, при нагреве полуфабриката перед нанесением покрытия методом погружения в горячий расплав металлов, 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 "мокрых" способов очистки (мокрый скруббер)	Применительно для новых установок. Для действующих установок применимость может быть ограничена в случаях: - очень высокие скорости потока отходящего газа (из-за значительного количества образующихся отходов и сточных вод); - в засушливых районах (из-за большого объема воды и необходимости очистки сточных вод); - необходимость масштабной реконструкции централизованной системы очистки газов с выделением отдельных потоков для обессеривания, а также ограниченностью территории (отсутствие производственных площадей для строительства дополнительных крупногабаритных сооружений).

Технологические показатели выбросов, связанные с НДТ приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4. Технологические показатели выбросов SO_2 при нагреве полуфабриката (холоднокатанной полосы, профиля и т. д.) после холоднокатаного проката в процессе отжига, при нагреве полуфабриката перед нанесением покрытия методом погружения в горячий расплав металлов.

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП ($мг/Нм^3$) *,**
1	2	3
1	SO_2	20-100

* ТП-НДТ не распространяется на установки, использующие 100 % природный газ или 100% электрический нагрев.

** Среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.3.1.3. Выбросы окислов азота

НДТ 12.

Для предотвращения и/или снижения выбросов окислов азота (NOx) в атмосферу при нагреве полуфабриката (холоднокатаной полосы, профиля и т.д.) после холоднокатаном прокате в процессе отжига, при процессе нагрева полуфабриката (холоднокатанной полосы и т.д.) перед нанесением покрытия методом погружения в горячий расплав металлов НДТ является использование одного или комбинации нижеуказанных методов:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Горелки с низким уровнем выделения оксидов азота (NO_x)	Применимость на существующих заводах может быть ограничена конструктивными и/или эксплуатационными ограничениями.
2	Использование топлива или комбинации топлив с низким содержанием пыли, серы и низким потенциалом образования NO_X	Общеприменимо
3	Кислородно-топливная горелка	Общеприменимо
4	Рециркуляция дымовых газов	Общеприменимо
5	Применение селективного каталитического восстановления (СКВ)	Общеприменимо
6	Применение селективного некаталитического восстановления (СНКВ)	Общеприменимо

Технологические показатели выбросов, связанные с НДТ приведены в таблице 6.5., 6.6.

Таблица 6.5. Технологические показатели выбросов окислов азота (NOx) в атмосферу при нагреве полуфабриката (холоднокатаной к полосе, профиля и т.д.) после холоднокатаного проката в процессе отжига.

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП ($мг/Нм^3$) *,**,***
1	2	3
1	NOx	100–250** 100–300***

*Среднесуточное значение или среднее значение за период выборки

**При использовании природного газа.

***Другое топливо

Таблица 6.6. Технологические показатели выбросов окислов азота (NOx) в атмосферу при процессе нагрева полуфабриката (холоднокатаной полосы и т.д.) перед нанесением покрытия методом погружения в горячий расплав металлов.

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм^3) *
1	2	3
1	NOx	100-300

*Среднесуточное значение или среднее значение за период выборки

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.3.1.4. Выбросы летучих органических соединений (ЛОС)

НДТ 13.

В целях сокращения выбросов летучих органических соединений в атмосферу при прокатке, влажной очистке, чистовой обработке при холоднокатаном прокате, НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Вытяжка воздуха как можно ближе к источнику выбросов	Общеприменимо
2	Использование демистера и/или сепаратора масляного тумана	Общеприменимо

Технологические показатели выбросов, связанные с НДТ приведены в таблице 6.7.

Таблица 6.7. Технологические показатели выбросов летучих органических соединений (ЛОС), при прокатке, влажной очистке, чистовой обработке при холоднокатаном прокате.

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм^3)*
1	2	3
1	ЛОС	3-8

*Среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.3.1.5. Выбросы кислот

НДТ 14.

В целях снижения выбросов HCl и SO_x в атмосферу в результате травления при холоднокатаном прокате, НДТ заключается в использовании одной из техник, приведенных ниже.

№ п/п	Техника	Применимость

1	2	3
1	Непрерывное травление в закрытых емкостях в сочетании с вытяжкой паров/газов.	Общеприменимо
2	Скруббер мокрой очистки с демистером	Общеприменимо

Технологические показатели выбросов, связанные с НДТ приведены в таблице 6.8.

Таблица 6.8. Технологические показатели для выбросов HCl и SOx в результате травления при холоднокатаном прокате.

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм^3) *
1	2	3
1	HCl	2–10 **
2	SOx	1–6 ***

*Среднесуточное значение или среднее значение за период выборки

**Применимо только при травлении соляной кислотой

***Применимо только при травлении серной кислотой.

Связанный мониторинг находится в НДТ 4.

6.3.2. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников при производстве горячекатаного проката.

6.3.2.1. Выбросы пыли

НДТ 15.

В целях сокращения выбросов пыли при нагреве полуфабриката (слябы, блюмы, круг и т. д.) перед процессом горячекатаного проката, НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Описание	Применимость
1	2	3	4
1	Использование топлива с низким содержанием пыли и золы	К топливам с низким содержанием пыли и золы относятся, например, природный газ , сжиженный нефтяной газ, очищенный от пыли доменный газ.	Общеприменимо

Технологические показатели выбросов, связанные с НДТ приведены в таблице 6.9.

Таблица 6.9. Технологические показатели выбросов пыли при нагреве полуфабриката (слябы, блюмы, круг и т. д.) перед процессом горячекатаного проката.

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм^3)*, **
1	2	3

1	Пыль	2-10

*Среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

**ТП-НДТ не распространяется на установки, использующие 100% природный газ или 100% электрический нагрев.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

НДТ 16.

В целях сокращения выбросов пыли при механической обработке (включая продольную резку, удаление окалины, шлифование, черновую обработку, прокатку, чистовую обработку, выравнивание), зачистка (кроме ручной зачистки), НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Закрытая зачистка (кроме ручной зачистки) в сочетании с отводом воздуха и очисткой отходящих газов	Общеприменимо
2	Вытяжка воздуха как можно ближе к источнику выбросов	Может не применяться для сварки в случае низкого уровня пылеобразования, например ниже 50 г/ч.
3	Электрофильтр	Общеприменимо
4	Рукавный фильтр	Может не применяться в случае отходящих газов с высоким содержанием влаги
5	Мокрый скруббер	Общеприменимо
6	Фильтр с импульсной очисткой	Общеприменимо
7	Керамические и металлические мелкоочистительные фильтры	Общеприменимо

Технологические показатели выбросов, связанные с НДТ приведены в таблице 6.10.

Таблица 6.10. Технологические показатели выбросов пыли при механической обработке (включая продольную резку, удаление окалины, шлифование, черновую обработку, прокатку, чистовую обработку, выравнивание), зачистка (кроме ручной зачистки).

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП ($мг/Нм^3$)*
1	2	3
1	Пыль	2-5

*Среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.3.2.1. Выбросы диоксида серы

НДТ 17.

В целях предотвращение или сокращения выбросов SO_2 из отходящих технологических газов при нагреве полуфабриката (слябы, блюмы, круг и т. д.) перед процессом горячекатаного проката, 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 "мокрых" способов очистки (мокрый скруббер)	Применительно для новых установок. Для действующих установок применимость может быть ограничена в случаях: - очень высокие скорости потока отходящего газа (из-за значительного количества образующихся отходов и сточных вод); - в засушливых районах (из-за большого объема воды и необходимости очистки сточных вод); - необходимость масштабной реконструкции централизованной системы очистки газов с выделением отдельных потоков для обессеривания, а также ограниченностью территории (отсутствие производственных площадей для строительства дополнительных крупногабаритных сооружений).

Технологические показатели выбросов, связанные с НДТ приведены в таблице 6.11.

Таблица 6.11. Технологические показатели выбросов SO_2 при нагреве полуфабриката (слябы, блюмы, круг и т. д.) перед процессом горячекатаного проката.

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП ($мг/Нм^3$)*,**
1	2	3
1	SO_2	50-200

*Среднесуточное значение или среднее значение за период выборки

**ТП-НДТ не распространяется на установки, использующие 100% природный газ или 100% электрический нагрев.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.3.2.2 Выбросы окислов азота

НДТ 18.

Для предотвращения и/или снижения выбросов окислов азота (NO_x) в атмосферу при нагреве полуфабриката (слябы, блюмы, круг и т. д.) перед процессом горячекатаного проката, НДТ является использование одного или комбинации нижеуказанных методов:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Горелки с низким уровнем выделения оксидов азота (NO_x)	Применимость на существующих заводах может быть ограничена конструктивными и/или эксплуатационными ограничениями.
2	Использование топлива или комбинации топлив с низким потенциалом образования NO_X	Общеприменимо
3	Кислородно-топливная горелка	Общеприменимо
4	Рециркуляция дымовых газов	Общеприменимо
5	Применение селективного каталитического восстановления (СКВ)	Общеприменимо
6	Применение селективного некаталитического восстановления (СНКВ)	Общеприменимо

Технологические показатели выбросов, связанные с НДТ приведены в таблице 6.12.

Таблица 6.12. Технологические показатели выбросов окислов азота (NOx) в атмосферу при нагреве полуфабриката (слябы, блюмы, круг и т. д.) перед процессом горячекатаного проката.

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП ($мг/Нм^3$) *
1	2	3
1	NOx **	80–200 **** 100–350*****
2	NOx ***	100-350

*Среднесуточное значение или среднее значение за период выборки

**При использовании природного газа.

***Другое топливо

**** Для новых установок

*****Для действующих установок

6.4. Управление водопользованием, удаление и очистка сточных вод

НДТ 19.

Наилучшей доступной техникой для удаления и очистки сточных вод является управление водным балансом предприятия. НДТ заключается в использовании одной из или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Внедрение системы оборотного водоснабжения и повторного использования воды в технологическом процессе	Общеприменимо
2	Сокращение водопотребления в технологических процессах	Общеприменимо
3	Использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод	На действующих установках применимость может быть ограничена конфигурацией существующих систем очистки сточных вод

НДТ 20.

Наилучшей доступной техникой для снижения уровня загрязнения сточных вод веществами, является применение одной или нескольких приведенных ниже техник очистки сточных вод:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Отстаивание	Общеприменимо
2	Фильтрация	Общеприменимо
3	Адсорбция	Общеприменимо
4	Коагуляция, флокуляция	Общеприменимо
5	Химическое осаждение	Общеприменимо
6	Нейтрализация кислых стоков	Общеприменимо
7	Ионный обмен	Общеприменимо
8	Биологическая очистка	Общеприменимо
9	Аэробная и анаэробная очистка	Общеприменимо

Технологические показатели сбросов сточных вод, связанные с НДТ приведены в таблице 6.13.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

Таблица 6.13. Технологические показатели сбросов сточных водах при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов, поступающих в поверхностные водные объекты.

№ п/п	Параметр	Ед. измерения	НДТ-ТП*,**,***

1	2	3	4
1	Взвешенные вещества	мг/л	5-30
2	Общий органический углерод	мг/л	10-30
3	Химическое потребление кислорода	мг/л	30-90
4	Нефтепродукты	мг/л	0,5-4
5	Cd	мкг/л	1-5
6	Cr	мг/л	0,01-0,1
7	Cr (VI)	мкг/л	10-50
8	Fe	мг/л	1-5
9	Hg	мкг/л	0,1-0,5
10	Ni	мг/л	0,1-0,5
11	Pb	мкг/л	5-20
12	Sn	мг/л	0,01-0,2
13	Zn	мг/л	0,05-1
14	Общий фосфор	мг/л	0,2-1

*Среднесуточное значение или среднее значение за период выборки

**Используемые показатели в местах выпуска очищенных потоков из установок по очистке сточных вод

*** В случае наличия /образования загрязняющих веществ в производственном процессе, а также при наличии в Республике Казахстан средств и методов измерений.

Таблица 6.14. Технологические показатели сбросов в пруды-накопители, пруды-испарители при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов

№ п/п	Параметр	Примечание *, **
1	2	3
1	Нефтепродукты	
2	Cd	
3	Cr	
4	Cr (VI)	
5	Fe	
6	Hg	
7	Ni	
8	Pb	
9	Sn	
10	Zn	

* В отношении установления технологических показателей в сбросах в пруды-накопители и пруды -испарители норма не распространяется при условии их соответствия требованиям, применяемым в отношении гидротехнических сооружений

с подтверждением отсутствия воздействия на поверхностные и подземные водные ресурсы по результатам мониторинговых исследований за последние 3 года.

** Установление факта негативного воздействия на поверхностные и подземные водные ресурсы свидетельствует о нарушении требований, применяемых к гидротехническим сооружениям. В этом случае количественные показатели эмиссий должны соответствовать действующим санитарно-гигиеническим, экологическим нормативам качества и целевым показателям качества окружающей среды по отношению к местам культурно-бытового водопользования

6.5. Управление отходами

НДТ 21.

Чтобы предотвратить или, если предотвращение невозможно, сократить количество отходов, направляемых на утилизацию, НДТ подразумевают составление и выполнение программы управления отходами в рамках системы экологического менеджмента (см. НДТ 1), который обеспечивает, в порядке приоритетности, предотвращение образования отходов, их подготовку для повторного использования, переработку или иное восстановление.

НДТ 22.

В целях снижения количества отходов 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:

№	Техники	Применимость
1	2	3
1	Предварительная обработка маслянистой окалины для дальнейшего использования	Общеприменимо
2	Использование металлолома	Общеприменимо
3	Рециклинг металлов и оксидов металлов при сухой очистке отходящих газов.	Общеприменимо
4	Использование маслосодержащего шлама	Общеприменимо
5	Переработка пыли от рукавных фильтров	Общеприменимо

6.6. Требования по ремедиации

Основная доля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу приходится на организованные источники выбросов с уходящими газами через дымовые трубы - порядка 93 %–99 % от общего количества выбросов.

В выбросах прокатных цехов основную часть составляют выбросы от нагревательных печей - оксиды азота и углерода, диоксид серы; от собственно

прокатного оборудования и участков обработки - твердые вещества, содержащие оксиды железа, пыль неорганическую.

Величина воздействия деятельности производственных объектов при производстве изделий дальнейшего передела черных металлов на грунтовые и подземные воды зависит от объема водопотребления и водоотведения, эффективности работы очистных сооружений, качественной характеристики сброса сточных воды на поля фильтрации и рельеф местности и в поверхностные водные объекты. Производственные стоки отсутствуют, если только система охлаждающей воды установки не имеет замкнутого контура.

Образующиеся в результате производственных и технологических процессов отходы могут передаваться на утилизацию/переработку сторонним организациям на договорной основе, частично используются для собственных нужд при заполнении выработанного пространства, часть возвращается в производство.

Согласно Экологическому кодексу ремедиация проводится при выявлении факта экологического ущерба:

животному и растительному миру;

подземным и поверхностным водам;

землям и почве;

Таким образом, в результате деятельности предприятий по переделу черных металлов следующие негативные последствия наступают в результате загрязнения атмосферного воздуха и дальнейшего перехода загрязняющих веществ из одного компонента природной среды в другую:

загрязнение земель и почв в результате осаждения загрязняющих веществ из атмосферного воздуха на поверхность почв и дальнейшая их инфильтрация в поверхностные и подземные воды;

воздействие на животный и растительный мир.

При обнаружении фактов экологического ущерба компонентам природной среды по результатам производственного и (или) государственного экологического контроля, причиненного в результате антропогенного воздействия, и при закрытии и (или) ликвидации последствий деятельности, необходимо провести оценку изменения состояния компонентов природной среды в отношении состояния, установленного в базовом отчете или эталонного участка.

Лицо, действия или деятельность которого причинили экологический ущерб, предпринимает соответствующие меры для устранения такого ущерба, чтобы восстановить состояние участка, следуя нормам Экологического кодекса Республики Казахстан (ст. 131–141 Раздела 5) и Методическим рекомендациям по разработке программы ремедиации.

Помимо того, лицо, действия или деятельность которого причинили экологический ущерб, принимает необходимые меры для удаления, сдерживания, или сокращения

эмиссий соответствующих загрязняющих веществ, также для контрольного мониторинга в сроки и периодичность, для того чтобы, с учетом их текущего, или будущего утвержденного целевого назначения, участок больше не создавал значительного риска для здоровья человека, и не причинял ущерб от ее деятельности в отношении окружающей среды из-за загрязнения компонентов природной среды.

7. Перспективные техники

Данный раздел содержит информацию о новейших техниках, в отношении которых проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы или осуществляется их опытно-промышленное внедрение.

В процессе подготовки справочника НДТ составители и члены ТРГ проанализировали целый ряд новых технологических, технических и управленческих решений. Это решения, направленные на повышение эффективности производства, сокращение негативного воздействия на окружающую среду, оптимизацию ресурсопотребления. Они еще не получили широкого распространения, и надежными сведениями о внедрении их на двух предприятиях составители справочника не располагают.

Далее в тексте эти решения описаны применительно к производству изделий дальнейшего передела черных металлов.

7.1. Перспективные техники в области "Производство изделий дальнейшего передела черных металлов".

7.1.1. Производство горячекатаного рулонного проката в линии со станом Стеккеля.

При горячей прокатке малых и средних партий рулонного проката из углеродистых, нержавеющих и специальных марок стали технология Стеккеля является идеальной как для новых цехов, так и для модернизации существующих прокатных станов. Новая конструкция и концепции автоматизации, предлагаемые изготовителями прокатного оборудования, расширяют возможности применения станов Стеккеля и дают возможность значительно снизить затраты на производство горячекатаной полосы.

Основными преимуществами новой конструкции стана Стеккеля являются:

новая конструкция печи закрытого типа с уникальной системой герметизации печи, которая сокращает потери энергии на 30 % и обеспечивает меньшие выбросы в атмосферу цеха;

конструкция печных моталок с регулируемым подвижным сегментом барабана, состоящим из двух частей, обеспечивает отсутствие повреждений при входе полосы в паз барабанной моталки, равномерный нагрев полосы по всей длине, включая концевые участки;

качество поверхности и допустимые отклонения значений температуры, толщины, профиля и плоскостности приближаются к соответствующим показателям непрерывных полосовых станов горячей прокатки;

прокатка стали разных марок для всех видов дальнейшей обработки. В зависимости от потребностей производства можно использовать станы Стеккеля разной конфигурации для прокатки слябов любых размеров – от одноклетевого стана производительностью от 200 до 800 тыс. т/год (с возможностью расширения в виде двухклетевого стана тандем производительностью 1,3 млн т/год) до обычного шестиклетевого стана производительностью более 3 млн т/год.

С учетом использования в качестве исходных заготовок непрерывнолитых слябов и применения станов Стеккеля современная технологическая схема производства горячекатаного листа имеет ряд преимуществ:

получаемые слябы имеют мелкозернистую структуру, которую при обычном процессе прокатки на толстолистовом стане можно получить только после нескольких черновых пропусков;

в нагревательную печь слябы поступают с более высокой температурой, обеспечивая тем самым непрерывный процесс, в 2-3 раза уменьшая длину печи, время нагрева и расход топлива; - заправка подката в первую печь стана Стеккеля производится при температуре на 50 °С – 75 °С выше, чем при прокатке на обычном толстолистовом стане, что позволяет получать более тонкую полосу, а также улучшает механические и геометрические характеристики готового проката.

7.1.2. Непрерывные технологические линии и комплексы бесконечной холодной прокатки полос.

В Японии разработана и установлена на заводе фирмы "Ниппон Стил" в Фукуяме первая в мире линия бесконечной холодной прокатки полос.

Отличительными особенностями технологии обработки металла в этой линии являются следующие:

использование в качестве подката рулонов горячекатаных полос, минуя традиционные непрерывно-травильные агрегаты (НТА);

установка непосредственно в линии новой системы удаления окалины с поверхности горячекатаной полосы. Процесс "Исиклин", разработанный японскими металлургами, удаляет окалину с горячекатаных полос механическим воздействием, создаваемым струей высокого давления 10 МПа в виде пульпы из воды с железистым песком.

Новая система удаления окалины обеспечивает:

экономию как капитальных, так и текущих расходов на 50 %–80 %;

компактность линии удаления окалины;

высокую скорость движения металла в линии;

безопасную работу обслуживающего персонала;

снижение нагрузки на окружающую среду.

Другой комплекс стана бесконечной холодной прокатки, созданный немецкими и корейскими проектировщиками прокатного оборудования, включает:

линию травления турбулентного типа, встроенную в линию стана;

5-клетевой стан холодной прокатки;

непрерывную линию горячего цинкования.

Производительность стана – 1335 тыс. т/год. Стан выпускает прокат толщиной 0,15 –2,3 мм и шириной 700–1630 мм в рулонах массой до 45 т, скорость прокатки – до 30 м /с, скорость травления – 4 м/с. Все пять клетей стана шестивалковые, оборудованы устройствами для принудительного изгиба рабочих и промежуточных валков и гидравлическими нажимными устройствами, установленными снизу. Автоматическое регулирование толщины полосы осуществляется по принципу прохождения секундной массы металла. Регулирование плоскостности осуществляется по замкнутому циклу.

Линия травления работает по запатентованной технологии турбулентного травления. Секция химического травления включает четыре ванны, за ней установлена секция из шести промывочных ванн каскадного типа. Технология использует высокую кинетическую энергию травильной кислоты для ее быстрого проникновения к основанию трещин в окалине при оптимальном обмене в пограничном слое между поверхностью полосы и кислотой. Это позволяет добиться максимально возможного сокращения продолжительности травления при высоком качестве поверхности полосы.

Традиционные технологии очистки полосы от окалины, используемые в современных линиях нанесения покрытий (лужения, цинкования и др.), предусматривают кислотное травление. Эти технологии имеют ряд недостатков, а именно:

очистка поверхности происходит в агрессивной среде;

в процессе обработки образуются опасные отходы;

требуется система вытяжной вентиляции;

потери металла за счет агрессивной среды;

необходимость обезвреживания отходов.

В связи с этим представляет интерес линия бескислотной очистки полосы по технологии AFC, базирующейся на следующих новых принципах:

очистка полосы без удаления слоя окалины;

оксидный слой металла химически восстанавливается водородом (H2);

в результате восстановления образуется слой железа, рафинированного от примесей , и водяной пар.

Основные параметры и особенности процесса AFC:

состав газа – 50 %–95 % H2 в N2;

в зависимости от марки стали и режимов протекания химических реакций температура процесса составляет 500 °C – 700 °C;

более высокая температура способствует увеличению кинетики реакций;

турбулизация потока газа способствует увеличению скорости восстановления.

Промышленная агрегатная линия AFC имеет следующие особенности. Поверхность полосы нагревается при помощи горелок прямого действия, причем нагрев происходит в неокислительной атмосфере с целью предотвращения образования окалины. Скорость реакции быстро увеличивается с увеличением температуры. В зависимости от толщины полосы температура процесса находится в диапазоне от 600 °С до 700 °С. Структурные и механические характеристики материала до 700 °С необратимо не меняются.

Техническая характеристика линии AFC:

толщина полосы 1,5–4,0 мм, ширина полосы 610–1500 мм, масса рулона 18 т;

скорость линии 30 м/мин, производительность линии 110 тыс. т/год.

Восстановительная реакция происходит в смеси водорода и азота. Реактор разделен на две зоны, чтобы обеспечить необходимую концентрацию смеси газов в течение всей реакции. При помощи вентиляторов происходит постоянное обновление газовой смеси и одновременное непрерывное удаление газообразных продуктов, образующихся после восстановления (водяной пар). Температура подаваемой газовой смеси 20 °С – 30 °С. Чтобы не произошло повторное окисление из-за контакта с воздухом, температура полосы на выходе из секции охлаждения не должна превышать 150 °С.

Охлаждение полосы до 120 °С происходит в неокислительной атмосфере: секция охлаждения состоит из водяной рубашки и холодильника с изменяемой скоростью охлаждения (до 15 °С/с). Последующее охлаждение происходит в восстановительной атмосфере с содержанием с содержанием 5 % H_2 /N_2.

Скруббер удаляет чешуйки восстановленных окислов. При помощи щеток чешуйки измельчаются в порошок, который смывается водой с поверхности полосы. Частицы порошка в среднем имеют достаточные размеры, чтобы их задерживал фильтр с отверстиями 10 мм.

Еще одним примером перспективных технологий в области производства холоднокатаных полос, основанных на совмещении операций травления и холодной прокатки в единую непрерывную линию, является процесс IRAPL (Integrated Rolling Annealing-Pickling Line) совмещения холодной прокатки, отжига и травления полосы из коррозионностойкой стали в одной линии, обеспечивающий суммарное снижение затрат почти на 20 % по сравнению с традиционной технологией.

7.1.3. Производство горячедеформированных бесшовных труб.

Ключевыми тенденциями при совершенствовании существующих, разработке новых технологий производства горячедеформированных труб является автоматизация технологических процессов, внедрение оборудования бесконтактного контроля геометрических параметров, формы и качества поверхности труб в процессе их

производства, использование систем планирования, контроля и управления производственными процессами на основе контроля технологических параметров и качественных характеристик производимой продукции.

Ведущими машиностроительными компаниями Европы и России ведутся разработки и представлены на рынке высокопроизводительные двухвалковые прошивные станы винтовой прокатки, в том числе с направляющими приводными дисками, многоклетьевые раскатные непрерывные прокатные станы продольной прокатки труб, многоклетьевые калибровочные станы.

Новые технологии производства горячекатаных труб обеспечивают:

производство труб с более тонкими стенками;

обеспечение более жестких допусков по толщине стенки и диаметру труб;

обеспечение высокого качества наружной и внутренней поверхности труб;

снижение производственных затрат за счет повышения производительности, увеличения выхода годной продукции, повышения стойкости технологического инструмента.

Представляет интерес концепция четырехвалковых станов продольной прокатки – FRT (four roll technology). В основу технологии заложена новая клеть с четырьмя приводными валками, в которой производят редуцирование трубы по внешнему диаметру одновременно с изменением толщины стенки. Основными областями применения новых клетей подобной конструкции при производстве бесшовных труб являются следующие трубопрокатные станы: - калибровочные станы; - редукционно-растяжные станы; - оправкоизвлекатели (в линии непрерывных станов с удерживаемой оправкой). Во всех этих станах клети FRT могут заменить традиционные двухвалковые и хорошо зарекомендовавшие себя трехвалковые клети, так как имеют лучшие технологические характеристики.

В частности, стан с клетями FRT теоретически способен обеспечивать следующие преимущества:

прокатка труб с более жесткими допусками (на внешний диаметр и толщину стенки);

возможность прокатки материалов с более высокими прочностными характеристиками;

минимальный эффект полигонизации внутренней поверхности;

значительное сокращение расходов на технологический инструмент благодаря уменьшенному износу валков. НИТУ "МИСиС" совместно с ОАО "ЭЗТМ" была разработана и внедрена на предприятиях РФ концепция минитрубопрокатных агрегатов на основе станов винтовой прокатки.

Новая перспективная технология производства бесшовных труб включает следующие технологические операции:

раскрой исходных заготовок на мерные длины дисковой пилой;

нанесение сверлением центрирующего углубления на передний торец заготовки в холодном состоянии; - нагрев заготовок в газовой печи с шагающими балками;

прошивку заготовки в двухвалковом стане винтовой прокатки с использованием линеек в качестве направляющего инструмента;

раскатку гильзы в этом же стане на короткой конической оправке;

калибрование полученной черновой трубы по диаметру в трехвалковом стане винтовой - прокатки с одновременной правкой;

контролируемое охлаждение трубы.

Преимуществами разработанной технологии являются: короткие сроки изготовления технологического оборудования, низкая энергоемкость оборудования и технологического процесса в целом, универсальность технологического процесса, малый объем и масса оборудования и технологического инструмента, высокое качество геометрических параметров в связи с использованием станов винтовой прокатки, низкие затраты на технологический инструмент. Представляет интерес технология двойной винтовой прошивки, применяемая при изготовлении труб из малопластичных высоколегированных и коррозионностойких сталей. Согласно этой технологии, при первой прошивке получают толстостенную гильзу, а при последующей прошивке – более тонкостенную. Вторая прошивка необходима для расширения гильзы (значительного подъема наружного диаметра гильзы). Использование двойной прошивки требует установки дополнительного оборудования (еще одного прошивного стана) и, как правило, введения дополнительной технологической операции (подогрева гильзы перед раскатным станом).

В качестве одного из прошивных станов, первого по ходу технологического цикла, может быть использован стан винтовой прокатки с трехвалковой (по типу клети стана Ассела) клетью с перемещаемым прошивным устройством, которая может работать в режиме прошивки и в режиме обкатки непрерывнолитой заготовки (в этом случае прошивное устройство отводится в сторону.

Компания SMS Meer разработала новую технологию INCOAT, обеспечивающую сдерживание начального этапа активного окалинообразования на внутренней поверхности гильз в процессе прошивки заготовок в линии ТПА с непрерывным станом. Данная технология и соответствующее оборудование обеспечивают автоматическое вдувание в процессе прошивки через отверстия в адаптере стержня прошивного стана в полость гильзы порошкового (дезоксидирущего) материала, тем самым предотвращающая образование окалины и обеспечивая точную дозировку технологического материала, а также возможность регулирования толщины создаваемого покрытия на внутренней поверхности гильз. Данная технология позволяет исключить использование отдельной операции обработки внутренней поверхности гильзы дезоксидирующим материалом, тем самым сократить время и уменьшить температуру гильзы при ее транспортировке к непрерывному стану,

обеспечить повышение энергоэффективности процесса прокатки, улучшение качества производимой продукции и повышение стойкости технологического инструмента. В США разработана технологическая схема прокатки труб, включающая прошивку заготовки на двухвалковом стане винтовой прокатки и раскатку на двухвалковом стане-элонгаторе с двумя приводными дисками на удерживаемой оправке. Такой тип стана-элонгатора получил название Accy-Roll. Два приводных диска большого диаметра облегчают захват гильзы валками, а также способствуют получению черновых труб точных размеров с очень малыми допусками по внутреннему диаметру и с уменьшенной поперечной разнотолщинностью стенки. На стане Accy-Roll прокатывают трубы с соотношением размеров наружного диаметра и толщины стенки D/S=4–40 высокого качества по наружной поверхности и минимальными потерями на обрезь. Валки стана расположены в горизонтальной плоскости, их оси развернуты на угол раскатки, что улучшает условия деформирования металла, обеспечивает более стабильное положение оправки и, следовательно, раскатку гильз с меньшими допусками по толщине стенки. Использование удерживаемой оправки в стане Accy-Roll вместо плавающей оправки на стане Дишера значительно расширяет сортамент выпускаемых труб. Для редуцирования предлагается использовать четырехвалковые клети, что позволяет уменьшить разнотолщинность стенки труб и уменьшить количество клетей редукционно-растяжного стана. За рубежом все большее значение при строительстве трубных цехов средней мощности приобретают ТПА с реечным станом, позволяющие получать трубы диаметром до 193 мм, с допуском по толщине стенки в диапазоне 7 %–8 %. В настоящее время в мире эксплуатируется более 30 ТПА с реечными станами.

Процесс раскатки в реечном стане происходит путем проталкивания гильзы на оправке через ряд неприводных клетей с многороликовыми (как правило, трехроликовыми) калибрами, диаметр которых последовательно уменьшается. На ТПА традиционного типа в реечных станах проталкивание гильзы происходило в обоймах из волочильных колец; квадратная катаная заготовка прошивалась на вертикальном прессе в круглую гильзу с дном ("стакан"). Современный способ производства труб в линии ТПА с реечным станом был разработан в Германии. Новый процесс получил наименование CPE (Cross Piercing Elongator). По данной схеме круглую непрерывно-литую или катаную заготовку нагревают в кольцевой печи и прошивают в двухвалковом стане винтовой прокатки с приводными дисками. Затем на прессе производят отбортовку переднего конца гильзы, в гильзу вводят длинную оправку, после чего гильзу с оправкой проталкивают в реечном стане через трех- или четырехроликовые калибры, производят обкатку трубы с оправкой с целью последующего извлечения оправки, подогрев и редуцирование (или калибрование) труб на готовый размер. Основным достоинством процесса CPE являются высокое качество наружной и внутренней поверхности труб, получение жестких допусков труб

по толщине стенки (до ±5…6 %) и диаметру, низкие затраты на технологический инструмент. Производительность трубопрокатного агрегата при этом может достигать 400–500 тыс. тонн в год. По технологической схеме CPE работают ТПА на заводах в Румынии, Испании, Германии, США, Австрии и др.

7.1.4. Рекуперация тепла из теплоты отходящего процесса

Описание

Низкопотенциальное тепло отходящих газов нагревательных печей горячей прокатки может использоваться как для технологических нужд, так и для производства тепловой и/или электрической энергии с использованием высокомолекулярных флюидов.

Техническое описание

Общие принципы органического цикла Ренкина.

В обычном цикле Ренкина рабочая жидкость (обычно вода) нагревается в котле до насыщения, водяной пар расширяется через турбину, производя работу, возвращается в жидкое состояние в конденсаторе и закачивается обратно в котел для повторения цикла (ОЦР - органический цикл Ренкина).

В ОЦР в качестве рабочей жидкости вместо воды может использоваться высокомолекулярные органические жидкости. Как правило, в качестве рабочих жидкостей используются силоксаны или углеводороды. Эти жидкости имеют гораздо более низкую температуру кипения, чем вода. Рабочая жидкость испаряется в теплообменнике, используя тепло отходящих дымовых газов. Рабочая жидкость переходит в газообразное состояние и расширяется в турбине, непосредственно подключенной к генератору, для выработки электроэнергии, или через теплообменник передает тепло другой среде для получения тепловой энергии. Рабочая жидкость конденсируется в конденсаторе с водяным охлаждением и перекачивается обратно в теплообменник. ОЦР используется для выработки электроэнергии с использованием источников тепла низкой и средней температуры (например, низкотемпературного тепла), обычно в диапазоне от 80 °C до 350 °C.

Процесс улавливания отходящего тепла и выработки электроэнергии в системе ОЦР показан на рисунке 7.1.

горячие выхлопные газы пропускаются через теплообменник;

в теплообменнике происходит передача тепла от горячих выхлопных газов к органической рабочей жидкости, такой как силиконовое масло (гексаметилдисилоксан) , углеводороды или фторсодержащие хладагенты;

горячая рабочая жидкость подается в утилизационный испаритель в системе ОЦР;

рабочее тело кипятится в испарителе ОЦР и подается на расширительную турбину, приводящую в действие электрогенератор;

турбогенератор вырабатывает электроэнергию, которая подается в распределительную сеть завода;

отработанный хладагент конденсируется с использованием заводской воды в качестве теплоотвода и перекачивается обратно в испаритель для повторения цикла;

контроллер управления отслеживает все соответствующие параметры и переменные процесса ОЦР, включая расход, давление, температуру и электрическую мощность, а также управляет насосами с регулируемой скоростью для обеспечения оптимального теплового КПД.

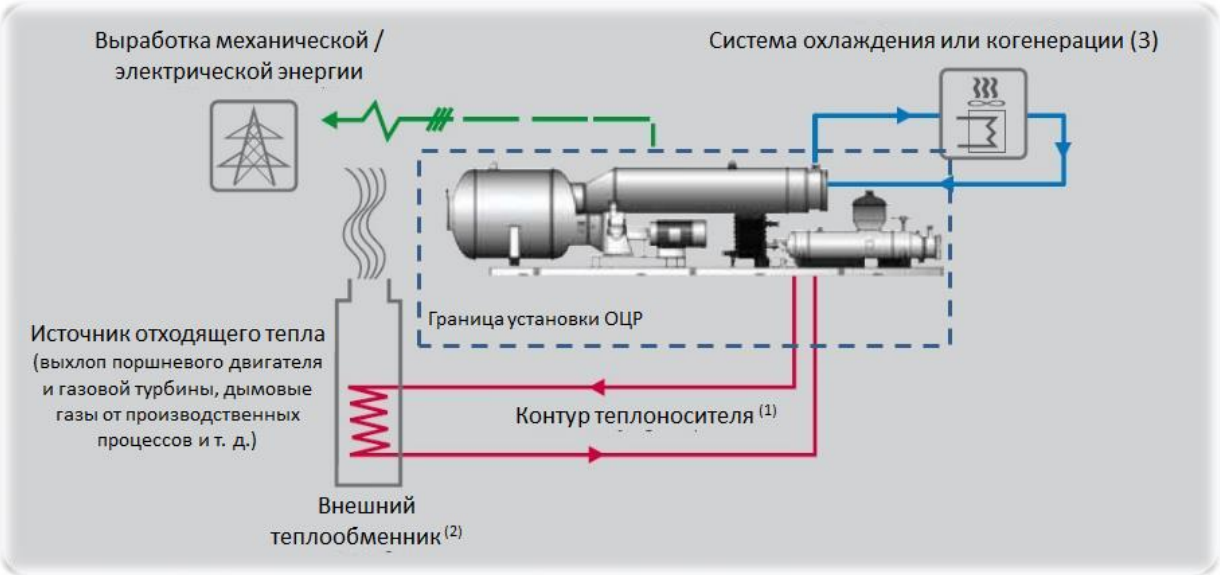


Рисунок 7.1. Принципиальная схема органического цикла Ренкина

Применение технологии ОЦР в нагревательных печах станов горячей прокатки.

На станах горячей прокатки нагревательные печи используются для повторного нагрева заготовок, блюмов или слябов от температуры окружающей среды или приблизительно от 800 °C в случае горячей загрузки до 1250 °C. Наиболее важными типами нагревательных печей являются толкательные печи или печи с шагающими балками. В этих печах от 20 % до 30 % подводимой энергии обычно теряется через потери в стенах и дверях, а также через выхлопные газы. Обычно температура выхлопных газов между рекуператором воздуха для горения и дымовой трубой находится в пределах 250–400 °C.

Первое применение технологии рекуперации тепла ОЦР из нагревательных печей на станах горячей прокатки было начато в апреле 2013 года в Сингапуре. Тепло от выхлопных газов нагревательной печи (при температуре около 400 °C) улавливается через теплообменник в установке ОЦР. Рабочей жидкостью является органическая жидкость (гексаметилдисилоксан). После рекуперации в системе ОЦР температура отработавших газов находится в диапазоне 130–150 °C, прежде чем они будут выброшены в атмосферу через дымовую трубу. В результате нагретая рабочая жидкость переходит в газообразное состояние и расширяется в турбодетандере, который напрямую подключен к генератору для выработки электроэнергии.

Второе применение рекуперации тепла с использованием системы ОЦР для выработки электроэнергии было зарегистрировано на заводе горячей прокатки в Германии для толкающей печи, начиная с 2014 года (Badische Stahlwerke GmbH).

Достигнутые экологические выгоды

Снижение энергопотребления

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

На прокатном заводе NatSteel совокупный объем электроэнергии, выработанной за 37 дней тестирования с использованием системы ORC мощностью 700 кВт, составил 109 390 кВт*ч.

В 2017 году после установки системы ORC на Badische Stahlwerke GmbH было сэкономлено около 60 000 кВтч в год. Тем не менее, ожидалась экономия энергии более чем на 1 400 000 кВтч, но ее не удалось достичь из-за технических проблем станции.

Кросс-медиа эффекты

Повышение культуры производства.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо только к новым заводам и крупным модернизациям заводов.

Экономика

Замещение части электроэнергии, вырабатываемой на традиционных энергоисточниках.

Движущая сила внедрения

Повышение энергоэффективности

Снижение затрат на выработку тепловой и/или электрической энергии

Перспективные техники нанесения покрытий непрерывным горячим погружением

7.1.5. Струйное осаждение из паровой фазы

Описание

Нанесение покрытия на движущуюся стальную полосу внутри вакуумной камеры путем испарения цинка на сталь с высокой скоростью.

Техническое описание

Обычными промышленными процессами нанесения цинкового покрытия на стальные листы являются процессы горячего погружения и электроцинкования. Струйное осаждение из паровой фазы - это новый процесс нанесения покрытий, при котором покрытие осуществляется путем термического испарения цинка в вакууме. Струйное осаждение из паровой фазы — это новая технология, находящаяся в стадии постоянного развития, которая на момент написания этого документа не способна заменить совершенно более традиционные процессы нанесения покрытий.

После обезжиривания и отжига стальная полоса транспортируется в зону цинкового покрытия установки струйного осаждения из паровой фазы. Шлюз на входе в вакуумную зону позволяет стальной ленте попадать в атмосферу под вакуумом. После

небольшого повторного нагрева полоса транспортируется в зону цинкового покрытия установки струйного осаждения из паровой фазы, где цинк испаряется на полосу с помощью передвижного воздуходувного устройства. Цинк конденсируется на холодной ленте и затвердевает. То затем полоса с покрытием проходит через выходной затвор (аналогичный входному), возвращая ее к нормальному атмосферному давлению.

Достигнутые экологические выгоды

Оценка жизненного цикла, оценивающая воздействие процесса струйного осаждения паровой фазы в целом на окружающую среду, включая нанесение покрытия, фазу использования продуктов, отходы и их утилизацию, показала более высокий выход и более низкое энергопотребление по сравнению с другими методами нанесения покрытий.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

На ArcelorMittal Kessales чистый цинк (99,9 %) поставляется в слитках. Он нагревается до 420 °C (температура плавления цинка) и всасывается в испаритель. Мощность печи для плавки цинка составляет 40 тонн. Стальная полоса перемещается по линии с максимальной скоростью 180 м/мин.

У этой новой технологии есть множество преимуществ, в том числе:

исключительно равномерное покрытие стального листа;

отличная адгезия покрытия, независимо от марки стали, и предотвращение того, чтобы сверхпрочная сталь становилась более хрупкой под воздействием водорода.;

работа в вакууме позволяет снизить температуру испарения, а также создает " чистую" среду, которая устраняет риск окисления цинка и стали;

очень гибкий технологический процесс благодаря возможности получения покрытий различной толщины (одно сторона против другой) и для нанесения покрытия на различные поверхности независимо от их химического состава.

очень высокий выход цинка, в основном исключающий потери окалины.

Кросс-медиа эффекты

Повышение культуры производства.

Технические соображения, касающиеся применимости

Никакой информации не предоставлено.

Экономика

Заявленная стоимость установки совершенно новой линии по производству струйного осаждения из паровой фазы в ArcelorMittal Кессалес составляет более 60 миллионов евро.

Движущая сила внедрения

Экономия энергии и выход цинка.

Повышенная эффективность операций по нанесению цинкового покрытия.

Примеры заводов

АрселорМиттал Кессалес (Бельгия).

8. Дополнительные комментарии и рекомендации

Справочник подготовлен в соответствии со статьей 113 Экологического Кодекса.

Разработка справочника по НДТ проводилась группой независимых экспертов, представленной технологами, экологами, специалистами по энергоэффективности и экспертом по экономике. Состав группы независимых экспертов сформирован рабочей группой по отбору экспертов и (или) научно-исследовательских институтов и (или) высших учебных заведений для разработки разделов проектов 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 области применения Справочника по НДТ отраслям, государственные органы в области промышленной безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, научные и проектные организации, экологические и отраслевые ассоциации.

На первом этапе разработки справочника проведен комплексный технологический аудит (КТА) - экспертная оценка текущего состояния предприятий по производству изделий дальнейшего передела черных металлов, которая позволила определить эффективность управления производством, применяемые средства автоматизации, анализ технологических возможностей, и степень воздействия предприятий на окружающую среду.

Оценка соответствия технологий, реализованных на предприятиях по производству изделий дальнейшего передела черных металлов, принципам наилучших доступных техник (НДТ), была выполнена в соответствии с Методикой проведения экспертной оценки технологических процессов организаций на соответствие принципам наилучших доступных технологий.

Целью экспертной оценки являлось определение настоящего технологического состояния предприятий по производству изделий дальнейшего передела черных металлов их оценка в соответствии с параметрами НДТ.

Оценка соответствия критериям НДТ устанавливалась в соответствии с 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 по НДТ.

Был проведен анализ и систематизация информации металлургической отрасли в целом, о применяемых в отрасли технологиях, оборудовании, сбросах и выбросах загрязняющих веществ, образовании отходов производства, других факторов воздействия на окружающую среду, энерго- и ресурсо-потреблении с

использованием литературных данных, изучения нормативной документации и экологических отчетов.

При подготовке справочника по НДТ изучался европейский подход внедрения НДТ.

Структура справочника по НДТ разработана по результатам проведенного КТА и анализа особенностей структуры отрасли по металлургической промышленности Республики Казахстан, а также ориентируясь на наилучший мировой опыт.

К перспективным технологиям отнесены не только отечественные разработки, но также передовые технологии, применяемые на практике, но не внедренные на предприятиях в Республике Казахстан.

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 особенности маркерных, в окружающую среду, потребления сырья и энергоресурсов, а также о проведении модернизации основного и природоохранного оборудования, экономических аспектах внедрения НДТ;

при проектировании, эксплуатации, реконструкции, модернизации технологических объектов необходимо обратить внимание на мониторинг, контроль и снижение физических факторов воздействия на окружающую среду;

при модернизации технологического и природоохранного оборудования в качестве приоритетных критериев выбора новых технологий, оборудования, материалов следует использовать повышение энергоэффективности, ресурсосбережение, снижение негативного воздействия объектов производства на окружающую среду.

9. Библиография

1. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Ferrous Metals Processing Industry.

2. Best Available Techniques Reference Document for Iron And Steel Production.

3. Best Available Techniques Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries.

4. Best Available Techniques Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries.

5. Industrial Emissions Directive 2010/75/EUIntegrated Pollution Prevention and Control/ Директива 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета ЕС "О промышленных выбросах и /или сбросах (о комплексном предупреждении и контроля загрязнений).

6. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 27–2021 "Производство изделий дальнейшего передела черных металлов".

7. Дубинский, Ф. С. Технология процессов прокатки и волочения: учебное пособие / Ф. С. Дубинский, В. И. Крайнов, Б. В. Баричко – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2007. – 148 с.

8. Баричко, Б. В. Технология процессов прессования: учебное пособие / Б. В. Баричко, Я. И. Космацкий, К. Ю. Панова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 70 с.

9. Баричко, Б. В. Основы технологических процессов ОМД: учебное пособие / Б. В. Баричко, Ф. С. Дубинский, В. И. Крайнов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2008. – 131 с.

10. Е.П. Большина Экология Металлургического Производства Новотроицк, 2012.

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

12. Постановление Правительства РК №187 от 1/04/2022г. "Об утверждении перечня пятидесяти объектов I категории, наиболее крупных по суммарным выбросам загрязняющих веществ в окружающую среду на 1 января 2021 года".

13. Параграф 4 "Плата за негативное воздействие на окружающую среду" Ст.576, Гл . 69, Раздел 18 "Платежи в бюджет" Налогового Кодекса РК.

14. Ст.328 "Нарушение нормативов допустимого антропогенного воздействия на окружающую среду" Кодекс об административных правонарушениях РК.

15. Металлургические технологии Симонов Ю.Н., Белова С.А., Симонов М.Ю. Пермь Издательство ПНИПУ 2012. стр 277.

16. Источник:https://studref.com/688925/tehnika/pechi_prokatnyh_tsehov.

17. Источник: https://metallurgist.pro/metodicheskaya-pech.

18. Источник: https://bank.nauchniestati.ru/primery/otchyot-po-praktike-na-temu-holodnaya-prokatka-metalla-imwp/.

19. Источник http://metallopraktik.ru/novosti/travlenie-metalla/.

20. Источник http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-179-prokat-metalla/141.html.

21. Источник: М.А Беняковский, Д.Л Гринберг "Производство оцинкованного листа " Москва, 1973.

22. Мальцев, И. О. Использование кольцевых нагревательных печей на производстве / И. О. Мальцев, В. Н. Некрасова. — Текст : непосредственный // Исследования молодых ученых : материалы VIII Междунар. науч. конф. (г. Казань, март 2020 г.). — Казань : Молодой ученый, 2020. — С. 7-9. — URL: https://moluch.ru/conf/stud/archive/363/15681/ (дата обращения: 20.02.2023).

23. Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 22 июня 2021 года № 208 "Об утверждении Правил ведения

автоматизированной системы мониторинга эмиссий в окружающую среду при проведении производственного экологического контроля" Режим доступа URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100023659.

24. Система селективного каталитического восстановления (СКВ). Режим доступа URL: https://ekokataliz.ru/baza-znaniy/ochistka-gazovyih-vyibrosov-promyishlennyih-predpriyatiy/sistema-selektivnogo-kataliticheskogo-vosstanovleniya-skv-2/.

25. Метод селективного некаталитического восстановления (СНКВ). Режим доступа URL: https://studref.com/521750/ekologiya/metod_selektivnogo_nekataliticheskogo_vosstanovleniya_snkv.

26. Закон Республики Казахстан от 13 января 2012 года № 541-IV. Об энергосбережении и повышении энергоэффективности. -Нур-Султан. -2012. – 24 с.

27. Скобелев Д.О., Степанова М.В. Энергетический менеджмент: прочтение 2020 Руководство по управлению энергопотреблением для промышленных предприятий. Москва: Издательство "Колорит", 2020. 92 с.

28. СТ РК ISO 50001-2019: Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по использованию.

29. ISO 50001:2018 Energy management systems. Requirements with guidance for use, IDT.

30. Бурокова А.В., Рахманов Ю.А. К вопросу рекуперации теплоты газов печей термообработки металлических изделий / Научный журнал НИУ ИТМО. Серия " Экономика и экологический менеджмент" №1, 2014.

© 2012. РГП на ПХВ «Институт законодательства и правовой информации Республики Казахстан» Министерства юстиции Республики Казахстан