ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: «Очистка выбросов загрязняющих веществ гальванического участка ОАО «Контур».

ЗАДАНИЕ
на дипломное проектирование

1. Тема дипломного проекта: «Очистка выбросов загрязняющих веществ гальванического участка ОАО «Контур».

3. Исходные данные к проекту: Проект нормативов предельно-допустимых выбросов в атмосферу для ОАО «Контур», 2015

4. Содержание пояснительной записки к работе:

- общие сведения о технологии;
- характеристика исходного сырья, материалов, полупродуктов, энергоресурсов (выбросов до и после очистки);
- описание технологического процесса и схемы;
- нормы технологического режима и контроль производства;
- выбор основного и вспомогательного оборудования;
- технологический расчёт аппаратов;
- гидравлический расчёт аппаратов;
- охрана окружающей среды производства;
- технико-экономические показатели проекта;
- техника безопасности;
- заключение.

5. Тема углубленной проработки:

Расчёт насадочного абсорбера; подбор насоса и вентилятора.

6. Перечень графического материала:

Технологическая схема производства.

Чертёж насадочного абсорбера

7. Консультанты по разделам работы:

- по технике безопасности – к.х.н. Илакин В.С.
- по вопросам экономики – к.э.н. Смирнов В.В.

8. Календарный график выполнения работы:

- литературный обзор к 20 марта 2015;
- описание технологической схемы и контроль производства к 20 апреля 2015;
- технологические расчёты к 10 мая 2015;
- охрана окружающей среды, техника безопасности, технико- экономические

показатели проекта к 30 мая 2015;

- графическая часть к 30 мая 2015.

9. Рекомендуемая литература:

- Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для техникумов. – Л.: Химия, 1991.- 352с.
- Очистка газов в химической промышленности. Процессы и аппараты/ Балабеков О.С., Балтабаев Л.Ш. – М.: Химия, 1983.-272с.
- Рамм В.М. Абсорбция газов. Изд-е 2-е, перераб. и доп.- М.: Химия,1967.

Подпись студента_____

Примечание: Задание прилагается к пояснительной записке дипломного проекта.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..……..9
ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....17
1.1.Осаждение частиц в жидкой фазе.....17
1.2.Очистка газов от аэрозолей.....18
1.2.1. Фильтрация.....18
1.2.2. Мокрая очистка газов.....25
1.2.3. Электростатическая очистка газов.....27
1.3. Очистка газов от парообразных и газообразных примесей.....29
1.3.1. Абсорбция жидкостями.....29
1.3.2. Адсорбционные методы.....32
1.3.3. Каталитические методы очистки газов.....34
1.4. Оборудование для очистки воздуха гальваники.....36
1.4.1. Ионитные фильтры типа ИВФ.....36
1.4.3. Волокнистые фильтры типа ФВГ-П.....39
1.4.4. Бортовой отсос фильтрующий.....40
1.4.5.Фильтры волокнистые гальванические ФВГ-М [10].....41
1.5. Технико-экономическая оптимизация газоочистительных сооружений.....46
1.5.1. Состояние проблемы.....46
1.5.2. Экономический эффект от оптимизации.....46
1.6. Описание барботажно-вихревых пылеуловителей.....47
ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ИСТОЧНИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ.....49
2.1. Краткая характеристика производства и технологического оборудования с точки зрения загрязнения атмосферы 49
2.2. Сведения о санитарно-защитной зоне предприятия.....52
2.3. Перечень загрязняющих веществ.....52
2.4. Оценка ущерба, наносимого выбросами предприятия.....55
2.5. Параметры выбросов ЗВ в атмосферу.....56
2.6. Мероприятия по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях.....56
ГЛАВА 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....59
3.1. Технико-экономическое обоснование выбранного метода.....59
3.2. Инженерные решения, предлагаемые в проекте.....59
3.3. Характеристика исходного сырья, материалов, полупродуктов.....60
3.4. Характеристика производимой продукции.....62
3.5. Химизм процесса по стадиям.....63
3.6.Описание технологического процесса и схемы.....69
3.7. Материальный баланс.....70
ГЛАВА 4. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ.....72
4.1. Технологический расчёт аппаратов.....72
4.2. Материальный баланс.....72
4.3. Тепловой баланс.....75
4.5. Определение скорости газа и диаметра абсорбера.....75
4.6. Определение высоты насадочной колонны.....77
4.7. Расчёт гидравлического сопротивления насадки 82
ГЛАВА 5. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ..84
5.1. Подбор вентилятора для перекачивания воздуха через абсорбер.....84
5.2. Подбор насоса для перекачивания воды через абсорбер 86

5.3. Выбор основного и вспомогательного оборудования.....89
5.4. Аналитический контроль.....89
5.5. Автоматизация процесса 91
5.6. Охрана окружающей среды.....91
5.7. Источники загрязнения атмосферного воздуха.....91
5.8. Источники загрязнения сточных вод.....92
5.9. Источники загрязнения почвы и образования отходов.....94
5.10. Техника безопасности.....95
ГЛАВА 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....103
6.1.1. Определение себестоимости услуг.....103
6.1.2. Расчет экономической эффективности очистки отходящих газов.....106
6.1.3. Расчет экономической эффективности проведения природоохранных мероприятий.....107
6.1.4. Точка безубыточного ведения хозяйства.....108
ЗАКЛЮЧЕНИЕ …… 101
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ……...……..103

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ

116 с., 9 рис., 17 табл., 33 источника.

ОЧИСТКА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА ОАО «КОНТУР».

ОАО «КОНТУР», АБСОРБАЦИЯ, ОЧИСТКА ГАЗОВ, РАСЧЕТЫ АППАРАТОВ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПОДБОР АППАРАТУРЫ.

Цель дипломного проекта заключается в расчете и проектировании насадочного абсорбера для очистки хрома (VI) оксида, аммиака, водорода хлорида гальванического участка.

В процессе проектирования разработана технологическая схема очистки отходящих газов. Подобраны газодувка для перекачивания воздуха и насос для перекачивания воды. Приведены механические и технологические расчеты основного и вспомогательного оборудования, схема размещения оборудования и схема автоматизации. Выполнено технико-экономическое обоснование. Разработаны мероприятия по технике безопасности, автоматизации производства.

Предложенные технические решения обеспечивают очистку отходящих газов до санитарных норм.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время с ростом и бурным развитием промышленности большое внимание уделяется ее экологической обоснованности, а именно проблеме очистке и утилизации отходов. В данной работе рассматривается один из видов отходов промышленности – газовые выбросы предприятий.

Неудивительно, что в настоящее время пристальное внимание уделяется проблеме удаления первопричин возникновения таких нежелательных явлений, как выбросы в атмосферу.

В газообразных промышленных выбросах вредные примеси можно разделить на две группы:

а) взвешенные частицы (аэрозоли) твердых веществ — пыль, дым; жидкостей — туман;

б) газообразные и парообразные вещества [1].

Целью данной работы является описать источники загрязнения атмосферного воздуха в соответствии со схемой технологического процесса, представить действующую схему очистки, ее аппаратурное оформление, охарактеризовать эффективность схемы, наметить мероприятия по снижению выбросов.

На гальваническом участке ОАО «Контур» образуются отходящие газы, содержащие хрома (VI) оксид, аммиак, водорода хлорид, которые не проходят очистку. Необходимо спроектировать санитарную колонну для улавливания этих веществ. В качестве санитарной колонны принимаем насадочный абсорбер, который в отличие от барботажного абсорбера (где поверхность контакта развивается потоками газа, распределяющегося в жидкости в виде пузырьков и струек) и от распыливающего абсорбера (где поверхность контакта образуется путём распыления жидкости в массе газа на мелкие капли) позволяет нам более полно очищать отходящие газы.

Данная установка позволяет снизить выбросы в атмосферу.

Нам необходимо создать такую установку, которая позволяла бы более полно очищать отходящие газы.

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Для разработки дипломного проекта мы берем гальванический участок, где выделяется в воздух хрома (VI) оксид, аммиак и хлорид водорода. Для улавливания этих веществ на других участках применяются барботажно-вихревые пылеуловители с эффективностью очистки 80%.

1.1. Осаждение частиц в жидкой фазе [2]

Мокрая очистка, промывка газов, скрубберная очистка—все это синонимичные определения процесса удаления аэрозолей из газовых потоков, который является одним из самых эффективных методов пылеулавливания.

Мокрую очистку газов применяют в тех случаях, когда допустимы охлаждение и увлажнение очищаемых газов и хорошо отработаны технологические мероприятия по предотвращению брызгоуноса и утилизации отработанных стоков. Однако, несмотря на указанные ограничения, мокрое пылеулавливание в ряде случаев может оказаться более целесообразным и оправданным, чем сухое. Например, при использовании этого способа очистки в дробильных отделениях химических заводов затраты на эксплуатацию сокращаются почти в 2 раза, а капитальные затраты на оборудование в 12—15 раз по сравнению с сухой пылеочисткой. Аппараты мокрого пылеулавливания проще по конструкции, 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 или электрофильтрах). Процесс очистки газов от пыли с использованием жидкости сводится в основном к трем стадиям: кондиционирование (подготовка) взвешенных частиц методом коагуляции или конденсации; выделение частиц из газового потока; удаление выделенных частиц из пылеуловителя [2].

По мнению большинства исследователей, при мокром пылеулавливании действуют те же механизмы осаждения, что и в других процессах удаления пыли из газовых потоков: гравитационное осаждение (седиментация), инерционное осаждение, эффект касания, осаждение под действием центробежной силы,

диффузия, электрическое осаждение и другие; некоторые из них рассматривались ранее. Преобладание того или иного механизма зависит от различных факторов: конструкции пылеуловителя, размера капель распыленной жидкости, плотности орошения, размеров, плотности, смачиваемости частиц, скорости движения газового потока, свойств газа и т. д.

Многие из указанных факторов в свою очередь зависят от поверхности контакта фаз, которая может образовываться на жидкой пленке, пузырях и каплях. В зависимости от этого аппаратуру мокрого пылеулавливания классифицируют на распиливающие, барботажные и пленочные устройства. В пленочных устройствах поверхность контакта образуется при течении жидкой пленки в каналах различной формы: в барботажных газ пробулькивает через слой жидкости, а в распиливающих жидкость [3].

1.2. Очистка газов от аэрозолей.

1.2.1. Фильтрация [4]

Фильтрация основана на прохождении очищаемого газа через различные фильтрующие ткани (хлопок, шерсть, химические волокна, стекловолокно и др.) или через другие фильтрующие материалы (керамика, металлокерамика, пористые перегородки из пластмассы и др.). Наиболее часто для фильтрации применяют специально изготовленные волокнистые материалы стекловолокно, шерсть или хлопок с асбестом, асбоцеллюлозу. В зависимости от фильтрующего материала различают тканевые фильтры (в том числе рукавные), волокнистые, из зернистых материалов (керамика, металлокерамика, пористые пластмассы).

Тканевые фильтры, чаще всего рукавные, применяются при температуре очищаемого газа не выше 60-65°С. В зависимости от гранулометрического состава пыли и начальной запыленности степень очистки (КПД) составляет 85-99%. Гидравлическое сопротивление фильтра Р около 1000 Па; расход энергии ~ 1 кВт*ч на 1000 м3 очищаемого газа. Для непрерывной очистки ткани продувают воздушными струями, которые создаются различными устройствами соплами, расположенными против каждого рукава, движущимися наружными продувочными

кольцами и др. Сейчас применяют автоматическое управление рукавными фильтрами с продувкой их импульсами сжатого воздуха.

Волокнистые фильтры, имеющие поры, равномерно распределенные между тонкими волокнами, работают с высокой эффективностью; степень очистки = 99,5-99,9 % при скорости фильтруемого газа 0,15-1,0 м/с и Р=5001000 Па.

На фильтрах из стекловолокнистых материалов возможна очистка агрессивных газов при температуре до 275°С. Для тонкой очистки газов при повышенных температурах применяют фильтры из керамики, тонковолокнистой ваты из нержавеющей стали, обладающие высокой прочностью и устойчивостью к переменным нагрузкам; однако их гидравлическое сопротивление велико 1000 Па.

Фильтрация весьма распространенный прием тонкой очистки газов. Ее преимущества сравнительная низкая стоимость оборудования (за исключением металлокерамических фильтров) и высокая эффективность тонкой очистки. Недостатки фильтрации высокое гидравлическое сопротивление и быстрое забивание фильтрующего материала пылью [4].

1.2.1.1. Очистка газов в фильтрах

В основе работы пористых фильтров всех видов лежит процесс фильтрации газа через пористую перегородку, в ходе которого твердые частицы задерживаются, а газ полностью проходит сквозь нее.

Фильтрующие перегородки весьма разнообразны по своей структуре, но в основном они состоят из волокнистых или зернистых элементов и условно подразделяются на следующие типы:

- гибкие пористые перегородки тканевые материалы из природных, синтетических или минеральных волокон: нетканые волокнистые материалы (войлоки, клены и иглопробивные материалы, бумага, картон, волокнистые маты);
- ячеистые листы (губчатая резина, пенополиуретан, мембранные фильтры);
- полужесткие пористые перегородки слои волокон, стружка, вязаные сетки, положенные на опорных устройствах или зажатые между ними;

- жесткие пористые перегородки зернистые материалы (пористая керамика или пластмасса, спеченные или спрессованные порошки металлов, пористые стекла, углеграфитовые материалы и др.);
- волокнистые материалы (сформированные слои из стеклянных и металлических волокон);
- металлические сетки и перфорированные листы.

В процессе очистки запыленного газа частицы приближаются к волокнам или к поверхности зерен материала, сталкиваются с ними и осаждаются главным образом в результате действия сил диффузии, инерции и электростатического притяжения.

Проходя через фильтрующую перегородку, поток разделяется на тонкие непрерывно разъединяющиеся и смыкающиеся струйки. Частицы, обладая инерцией, стремятся перемещаться прямолинейно, сталкиваются с волокнами, зернами и удерживаются ими. Такой механизм характерен для захвата крупных частиц и проявляется сильнее при увеличении скорости фильтрования. Электростатический механизм захвата пылинок проявляется в том случае, когда волокна несут заряды или поляризованы внешним электрическим полем.

В фильтрах уловленные частицы накапливаются в порах или образуют пылевой слой на поверхности перегородки, и таким образом сами становятся для вновь поступающих частиц частью фильтрующей среды. По мере накопления пыли пористость перегородки уменьшается, а сопротивление возрастает. Поэтому возникает необходимость удаления пыли и регенерации фильтра.

В зависимости от назначения и величины входной и выходной концентрации фильтры условно разделяют на три класса:

1) фильтры тонкой очистки (высокоэффективные или абсолютные фильтры) предназначены для улавливания с очень высокой эффективностью (>99%) в основном субмикронных частиц из промышленных газов с низкой входной концентрацией (<1 мг/м3) и скоростью фильтрования <10 см/с. Фильтры применяют для улавливания особо токсичных частиц, а также для ультратонкой очистки воздуха при проведении некоторых технологических процессов. Они не подвергаются регенерации;

2) воздушные фильтры используют в системах приточной вентиляции и кондиционирования воздуха. Работают при концентрации пыли менее 50 мг/м^3, при

высокой скорости фильтрации до 2,53 м/с. Фильтры могут быть нерегенерируемые и регенерируемые;

3) промышленные фильтры (тканевые, зернистые, грубоволокнистые) применяются для очистки промышленных газов концентрацией до 60 г/м3. Фильтры регенерируются [4].

Тканевые фильтры.

Эти фильтры имеют наибольшее распространение. Возможности их использования расширяются в связи с созданием новых температуростойких и устойчивых к воздействию агрессивных газов тканей. Наибольшее распространение имеют рукавные фильтры

Корпус фильтра представляет собой металлический шкаф, разделенный вертикальными перегородками на секции, а каждой из которых размещена группа фильтрующих рукавов. Верхние концы рукавов заглушены и подвешены к раме, соединенной с встряхивающим механизмом. Внизу имеется бункер для пыли со шнеком для ее выгрузки. Встряхивание рукавов в каждой из секций производится поочередно.

В тканевых фильтрах применяют фильтрующие материалы двух типов: обычные ткани, изготавливаемые на ткацких станках и войлоки, получаемые путем сволачивания или механического перепутывания волокон иглопробивным методом. В типичных фильтровальных тканях размер сквозных пор между нитями достигает 100-200 мкм.

К тканям предъявляются следующие требования: 1) высокая пылеемкость при фильтрации и способность удерживать после регенерации такое количество пыли, которое достаточно

К тканям предъявляются следующие требования:

1) высокая пылеемкость при фильтрации и способность удерживать после регенерации такое количество пыли, которое достаточно для обеспечения высокой эффективности очистки газов от тонкодисперсных твердых частиц;

2) сохранение оптимально высокой воздухопроницаемости в равновесно запыленном состоянии;

3) высокая механическая прочность и стойкость к истиранию при многократных изгибах, стабильность размеров и свойств при повышенной температуре и

агрессивном воздействии химических примесей, находящихся сухих и насыщенных влагой газах;

4) способность к легкому удалению накопленной пыли;

5) низкая стоимость.

Существующие материалы обладают не всеми указанными свойствами и их выбирают в зависимости от конкретных условий очистки. Например, хлопчатобумажные ткани обладают хорошими фильтрующими свойствами и имеют низкую стоимость, но обладают недостаточной химической и термической стойкостью, высокой горючестью и влагоемкостью. Шерстяные ткани характеризуются большой воздухопроницаемостью, обеспечивают надежную очистку и регенерацию, но стойкость к кислым газам, особенно к SO и туману серной кислоты, низкая. Стоимость их выше, чем хлопчатобумажных. При длительном воздействии высокой температуры волокна становятся хрупкими. Работают при температуре газов до 90 °С.

Синтетические ткани вытесняют материалы из хлопка и шерсти благодаря более высокой прочности, стойкости к повышенным температурам и агрессивным воздействиям, более низкой стоимости. Среди них нитроновые ткани, которые используют при температуре 120-130°С в химической промышленности и цветной металлургии. Лавсановые ткани используются для очистки горячих сухих газов в цементной, металлургической и химической промышленности. В кислых средах стойкость их высокая, в щелочных резко снижается. Стеклянные ткани стойки при 150-350°С. Их изготовляют из алюмоборосиликатного бесщелочного или магнезиального стекла [5].

Волокнистые фильтры

Фильтрующий элемент этих фильтров состоит из одного или нескольких слоев, в которых однородно распределены волокна. Это фильтры объемного действия, так как они рассчитаны на улавливание и накапливание частиц преимущественно по всей глубине слоя. Сплошной слой пыли образуется только на поверхности наиболее плотных материалов. Для фильтров используют естественные или специально получаемые волокна толщиной от 0,01 до 100 мкм. Толщина фильтрующих сред составляет от десятых долей миллиметра (бумага) до 2 м (многослойные глубокие насадочные фильтры долговременного использования). Такие фильтры используют

при концентрации дисперсной твердой фазы 0,55 мг/м3 и только некоторые грубоволокнистые фильтры применяют при концентрации 550 мг/м3. При таких концентрациях основная доля частиц имеет размеры менее 510 мкм. Различают следующие виды промышленных волокнистых фильтров: 1) сухие тонковолокнистые, электростатические, глубокие, фильтры предварительной очистки (предфильтры); 2) мокрые сеточные, самоочищающиеся, с периодическим или непрерывным орошением.

Процесс фильтрации в волокнистых фильтрах состоит из двух стадий. На первой стадии (стационарная фильтрация) уловленные частицы практически не изменяют структуры фильтра во времени, на второй стадии процесса (нестационарная фильтрация) в фильтре происходят непрерывные структурные изменения вследствие накопления уловленных частиц в значительных количествах. В соответствии с этим все время изменяются эффективность очистки и сопротивление фильтра. Теория фильтрования в таких фильтрах еще недостаточно разработана.

Волокнистые фильтры тонкой очистки используются в атомной энергетике, радиоэлектронике, точном приборостроении, промышленной микробиологии, в химико-фармацевтической и других отраслях. Фильтры позволяют очищать большие объемы газов от твердых частиц всех размеров, включая субмикронные. Их широко применяют для очистки радиоактивных аэрозолей. Для очистки на 99% (для частиц 0,050,5 мкм) применяют материалы в виде тонких листов или объемных слоев из тонких или ультратонких волокон (диаметр менее 2 мкм). Скорость фильтрации в них составляет 0,01-0,15 м/с, сопротивление чистых фильтров не превышает 200300 Па, а забитых пылью фильтров 700-1500 Па. Улавливание частиц в фильтрах тонкой очистки происходит за счет броуновской диффузии и эффекта касания.

Регенерация отработанных фильтров неэффективна или невозможна. Они предназначены для работы на длительный срок (0,53 года). После этого фильтр заменяют на новый. С увеличением концентрации пыли на входе >0,5 мг/м3 срок службы значительно сокращается.

Широко распространены фильтрующие материалы типа ФП (фильтры Петрянова) из полимерных смол. Они представляют собой слои синтетических волокон диаметром 12,5 мкм, нанесенные на марлевую подложку (основу) из скрепленных между собой более толстых волокон. В качестве полимеров для ФП

используют перхлорвинил (ФПП) и диацетатцеллюлозу (ФПА), хотя возможно применение других материалов. Перхлорвиниловые волокна характеризуются гидрофобностью и высокой химической стойкостью в кислотах, щелочах и растворах солей. Но они не стойки против масел и растворителей и термостойкость их не велика (до 60 °С). Ацетатные волокна гидрофильны, недостаточно стойки к кислотам и щелочам, но термостойкость их достигает 150 °С.

Материал ФП характеризуется высокими фильтрующими свойствами. Толщина слоев ФП (0,21 мм) дает возможность получить поверхность фильтрации до 100150 м2 на 1 м3 аппарата. Пылеемкость материалов ФП (50100 г/м2) выше, чем асбестоцеллюлозных картонов и стекловолокнистых бумаг.

Оптимальная конструкция фильтров тонкой очистки должна отвечать следующим основным требованиям: наибольшая поверхность фильтрации при наименьших габаритах; минимальное сопротивление; возможность более удобной и быстрой установки; надежная герметичность групповой сборки отдельных фильтров. Этим требованиям соответствуют рамные фильтры. Фильтрующий материал в виде ленты укладывают между П-образными рамками, чередующимися при сборке пакета открытыми и закрытыми сторонами в противоположных направлениях. Между соседними слоями материала устанавливают гофрированные разделители, чтобы не допустить примыкания их друг к другу. Материал для рамок: фанера, винипласт, алюминий, нержавеющая сталь. Загрязненные газы поступают в одну из открытых сторон фильтра, проходят через материал и выходят с противоположной стороны.

Фильтры марки Д-КЛ представляют собой набор цельно-штампованных гофрированных рамок-разделителей из винипластовой пленки, между которыми укладывается фильтрующий материал. Рамки имеют форму клиньев и установлены с чередованием открытых и закрытых сторон в противоположных направлениях.

Разработаны стекловолокнистые фильтры тонкой и грубой очистки производительностью от 200 до 1500 м3/ч с сопротивлением от 200 до 1000 Па [5].

Зернистые фильтры.

Применяются для очистки газов реже, чем волокнистые фильтры. Достоинства зернистых фильтров: доступность материала, возможность работать при высоких температурах и в условиях агрессивной среды, выдерживать большие механические

нагрузки и перепады давлений, а также резкие изменения температуры. Различают насадочные и жесткие зернистые фильтры.

Насадочные (насыпные) фильтры. В таких фильтрах улавливающие элементы (гранулы, куски и т.д.) не связаны друг с другом К ним относятся: статические (неподвижные) слоевые фильтры; динамические (подвижные) слоевые фильтры с гравитационным перемещением сыпучей среды; псевдоожиженные слои. В насыпных фильтрах в качестве насадки используется песок, галька, шлак [5].

1.2.2. Мокрая очистка газов

Москрая очистка газов от аэрозолей основана на промывке газа жидкостью (обычной водой) при возможно более развитой поверхности контакта жидкости с частицами аэрозоля и возможно более интенсивном перемешивании очищаемого газа с жидкостью. Этот универсальный метод очистки газов от частиц пыли, дыма и тумана любых размеров является наиболее распространенным приемом заключительной стадии механической очистки, в особенности для газов, подлежащих охлаждению. В аппаратах мокрой очистки применяют различные приемы развития поверхности соприкосновения жидкости и газа [8].

Башни с насадкой (насадочные скрубберы) отличаются простотой конструкции и эксплуатации, устойчивостью в работе, малым гидравлическим сопротивлением (ΔP=300÷800 Па) и сравнительно малым расходом энергии. В насадочном скруббере возможна очистка газов с начальной запыленностью до 5-6 г/м^3. Эффективность одной ступени очистки для пылей с d > 5 мкм не превышает 70-80%. Насадка быстро забивается пылью, особенно при высокой начальной запыленности.

Орошаемые циклоны (центробежные скрубберы) применяют для очистки больших объемов газа. Они имеют сравнительно небольшое гидравлическое сопротивление – 400-850 Па. Для частиц размером 2-5 мкм степень очистки составляет ~50%. Центробежные скрубберы высокопроизводительны благодаря большой скорости газа; во входном патрубке $\omega_г$=18÷20 м/с, а в сечении скруббера $\omega_г$ = 4÷5 м/с.

Пенные аппараты применяют для очистки газа от аэрозолей полидисперсного состава. Интенсивный пенный режим создается на полках аппарата при линейной

скорости газа в его полном сечении 1-4 м/с. Пенные газоочистители обладают высокой производительностью по газу и сравнительно небольшим гидравлическим сопротивлением (ΔP одной полки около 600 Па). Для частиц с диаметром $d > 5$ мкм эффективность их улавливания на одной полке аппарата 90-99%; при $d < 5$ мкм $\eta = 75 \div 90\%$. Для повышения η устанавливают двух- и трехполочные аппараты.

Скрубберы Вентури (см. **рис 2.1**) — высокоинтенсивные газоочистительные аппараты, но работающие с большим расходом энергии. Скорость газа в сужении трубы (горловине скруббера) составляет 100—200 м/с, а в некоторых установках — до 1200 м/с. При такой скорости очищаемый газ разбивает на мельчайшие капли завесу жидкости, впрыскиваемой по периметру трубы. Это приводит к интенсивному столкновению частиц аэрозоля с каплями и улавливанию частиц под действием сил инерции. Скруббер Вентури — универсальный малогабаритный аппарат, обеспечивающий улавливание тумана на 99—100%, частиц пыли с $d = 0{,}01 \div 0{,}35$ мкм — на 50–85% и частиц пыли с $d = 0{,}5\text{-}2$ мкм — на 97%. Для аэрозолей с $d = 0{,}3\text{-}10$ мкм эффективность улавливания определяется в основном силами инерции и может быть оценена по формуле

$$\eta = 1 - e^{-KL\sqrt{\varphi}}$$

где K – константа; L – объем жидкости, подаваемой в газ, дм^3/м^3;

φ – инерционный параметр, отнесенный к скорости газа в горловине; при $\eta \geq 90\%$

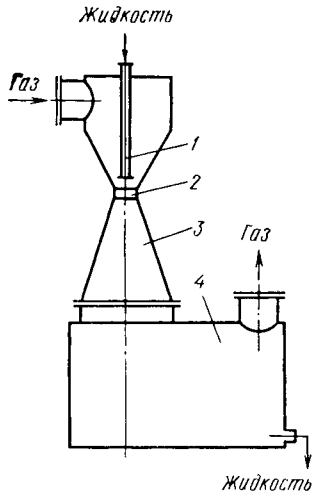


Рис 2.1. Реактор полного смешения – скруббер Вентури:
1 – сопло;
2 – горловина;
3 – камера смешения;
4 – разделительная камера

φ является однозначной функцией перепада давления в скруббере.

Главный дефект скруббера Вентури — большой расход энергии по преодолению высокого гидравлического сопротивления, которое в зависимости от скорости газа в горловине может составлять 0,002-0,013 МПа. Помимо того, аппарат не отличается надежностью в эксплуатации, управление им сложное.

Основной недостаток всех методов *мокрой* очистки газов от аэрозолей — это образование больших объемов жидких отходов (шлама). Таким образом, если не предусмотрены замкнутая система водооборота и утилизация всех компонентов шлама, то мокрые способы газоочистки по существу только переносят загрязнители из газовых выбросов в сточные воды, т. е. из атмосферы в водоемы [5].

1.2.3. Электростатическая очистка газов [6]

Электростатическая очистка газов служит универсальным средством, пригодным для любых аэрозолей, включая туманы кислот, и при любых размерах частиц. Метод основан на ионизации и зарядке частиц аэрозоля при прохождении газа через электрическое поле высокого напряжения, создаваемое коронирующими электродами. Осаждение частиц происходит на заземленных осадительных электродах. Промышленные электрофильтры состоят из ряда заземленных пластин или труб, через которые пропускается очищаемый газ. Между осудительными электродами подвешены проволочные коронирующие электроды, к которым подводится напряжение 25–100 кВ. Теоретическое выражение для степени улавливания аэрозолей в трубчатых электрофильтрах имеет вид

$$\eta = 1 - e^{-y}$$

$$\nu = \frac{2ul}{r\omega_{\Gamma}}$$

где u – скорость дрейфа частиц к электроду; l — длина электрода; r — радиус осадительного электрода; $\omega_г$ — скорость очищаемого газа.

На **рис. 1.2** приведены идеальные кривые зависимости степени улавливания аэрозолей в электрофильтре от размеров частиц. Кривые на этом рисунке отвечают разным значениям произведения pEE_O , где p — коэффициент, для непроводящих

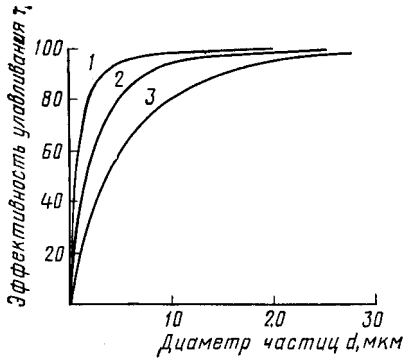


Рис 1.2. Кривые зависимости степени улавливания пыли в электрофильтре от размеров частиц:
1 – $pEE_o = 160$;
2 – $pEE_o = 80$;
3 – $pEE_o = 40$;

частиц p = 1,5÷2, для проводящих частиц p=3; E — напряженность электрического поля; E_O – критическое значение напряженности поля. Фактическая зависимость степени улавливания аэрозолей η от диаметра частиц d для промышленных электрофильтров определяется экспериментально. Очистка осложнена прилипанием частиц к электроду, аномальным (пониженным) сопротивлением слоя пыли на электродах и др. [6].

Звуковая и ультразвуковая коагуляция, а также *предварительная электризация* пока мало применяются в промышленности и находятся в основном в стадии разработки. Они основаны на укрупнении аэрозольных частиц, облегчающем их улавливание традиционными методами. Аппаратура звуковой коагуляции состоит из генератора звука, коагуляционной камеры и осадителя. Звуковые и ультразвуковые методы применимы для агрегирования мелкодисперсных аэрозольных частиц (тумана серной кислоты, сажи) перед их улавливанием другими методами. Начальная концентрация частиц аэрозоля для звуковой коагуляции должна быть не менее 2 г/м^3 (для частиц d = 1÷10 мкм).

Коагуляцию аэрозолей методом предварительной электризации производят, например, пропусканием газа через электризационную камеру с коронирующими электродами, где происходит зарядка и коагуляция частиц, а затем через мокрый

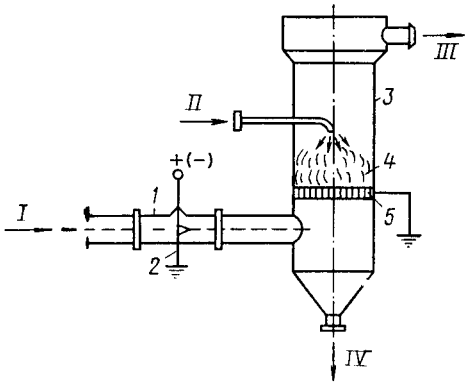


Рис 1.3. Схема мокрого пылеулавливания с предварительной электризацией:
1 – камера электризации;
2 – коронирующий электрод;
3 – пенный аппарат;
4 – газожидкостный (пенный) слой;
5 – заземленная решетка;
I – очищаемый газ;
II – вода;
III – очищенный газ;
IV – слив шлама

газоочиститель, в котором газожидкостный слой служит осадительным электродом (**рис. 1.3**). Осадительным электродом может служить пенный слой в пенных аппаратах, слой газожидкостной эмульсии в насадочных скрубберах и других мокрых газопромывателях, в которых решетки или другие соответствующие детали должны быть заземлены [7].

1.3. Очистка газов от парообразных и газообразных примесей

Газы в промышленности обычно загрязнены вредными примесями, поэтому очистка широко применяется на заводах и предприятиях для технологических и санитарных (экологических) целей. Промышленные способы очистки газовых выбросов от газо- и парообразных токсичных примесей можно разделить на три основные группы:

1) *абсорбция жидкостями*;
2) *адсорбция твердыми поглотителями*;
3) *каталитическая очистка*.

В меньших масштабах применяются *термические методы* сжигания (или дожигания) горючих загрязнений, способ *химического взаимодействия примесей* с сухими поглотителями и *окисление примесей озоном* [6].

1.3.1. Абсорбция жидкостями

Абсорбция жидкостями применяется в промышленности для извлечения из газов диоксида серы, сероводорода и других сернистых соединений, оксидов азота, паров кислот (HCl, HF, H_2SO_4), диоксида и оксида углерода, разнообразных органических соединений (фенол, формальдегид, летучие растворители и др.).

Абсорбционные методы служат для технологической и санитарной очистки газов. Они основаны на избирательной растворимости газо- и парообразных примесей в жидкости (физическая абсорбция) или на избирательном извлечении примесей химическими реакциями с активным компонентом поглотителя (хемосорбция). Абсорбционная очистка –непрерывный и, как правило, циклический процесс, так как поглощение примесей обычно сопровождается регенерацией поглотительного раствора и его возвращением в начале цикла очистки. При физической абсорбции (и в некоторых хемосорбционных процессах) регенерацию абсорбента проводят нагреванием и снижением давления, в результате чего происходит десорбция поглощенной газовой примеси и ее концентрированию (**рис. 1.4**).

Показатели абсорбционной очистки: степень очистки (КПД) и коэффициент массопередачи k зависят от растворимости газа в абсорбенте, технологического

режима в реакторе *(w, T, p)* и от других факторов, например от равновесия и скорости химических реакций при хемосорбции. В хемосорбционных процессах, где в жидкой фазе происходят химические реакции, коэффициент массопередачи увеличивается по сравнению с физической абсорбцией. Большинство хемосорбционных процессов газоочистки обратимы, т. е. при повышении температуры поглотительного раствора химические соединения, образовавшиеся при хемосорбции, разлагаются с регенерацией активных компонентов поглотительного раствора и с десорбцией поглощенной из газа примеси. Этот прием положен в основу регенерации хемосорбентов в циклических системах газоочистки. Хемосорбция в особенности применима для тонкой очистки газов при сравнительно небольшой начальной концентрации примесей.

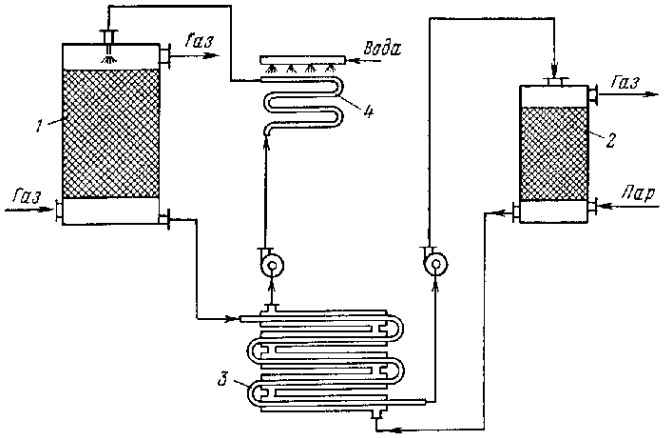


Рис. 1.4. Схема установки для абсорбционно-десорбционного метода разделения газов:
1 — абсорбер;
2 — десорбер;
3 — теплообменник;
4 — холодильник

Абсорбенты, применяемые в промышленности, оцениваются по следующим показателям: 1) абсорбционная емкость, т. е. растворимость извлекаемого компонента в поглотителе в зависимости от температуры и давления; 2) селективность, характеризуемая соотношением растворимостей разделяемых газов и скоростей их абсорбции; 3) минимальное давление паров во избежание загрязнения очищаемого газа парами абсорбента; 4) дешевизна; 5) отсутствие коррозирующего действия на аппаратуру. В качестве абсорбентов применяют воду, растворы аммиака, едких и карбонатных щелочей, солей марганца, этаноламины, масла, суспензии гидроксида кальция, оксидов марганца и магния, сульфат магния и др.

Очистная аппаратура аналогична уже рассмотренной аппаратуре мокрого улавливания аэрозолей. Наиболее распространен насадочный скруббер, применяемый для очистки газов от диоксида серы, сероводорода, хлороводорода, хлора, оксида и

диоксида углерода, фенолов и т. д. В насадочных скрубберах скорость массообменных процессов мала из-за малоинтенсивного гидродинамического режима этих реакторов, работающих при скорости газа $\omega_г = 0{,}02 \div 0{,}7$ м/с. Объемы аппаратов поэтому велики и установки громоздки.

Для очистки выбросов от газообразных и парообразных примесей применяют и интенсивную массообменную аппаратуру — пенные аппараты, безнасадочный форсуночный абсорбер, скруббер Вентури, работающие при более высоких скоростях газа. Пенные абсорберы работают при $\omega_г = 1 \div 4$ м/с и обеспечивают сравнительно высокую скорость абсорбционно-десорбционных процессов; их габариты в несколько раз меньше, чем насадочных скрубберов. При достаточном числе ступеней очистки (многополочный пенный аппарат) достигаются высокие показатели глубины очистки: для некоторых процессов до 99,9%. Особенно перспективны для очистки газов от аэрозолей и вредных газообразных примесей пенные аппараты со стабилизатором пенного слоя. Они сравнительно просты по конструкции и работают в режиме высокой турбулентности при линейной скорости газа до 4-5 м/с.

Примером безотходной абсорбционно-десорбционной циклической схемы может служить поглощение диоксида углерода из отходящих газов растворами моноэтаноламина с последующей регенерацией поглотителя при десорбции CO_2. На

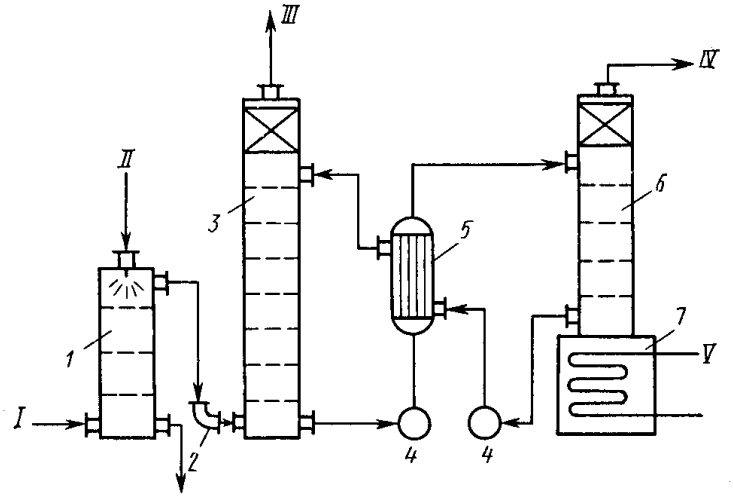


Рис. .1.5. Схема абсорбционной очистки газов от CO_2 с получением товарного диоксида углерода:
1 — холодильник;
2 — воздуходувка;
3 — пенный абсорбер;
4 — насос;
5 — теплообменник;
6 — пенный десорбер;
7 — кипятильник десорбера;
I — газ на очистку;
II — вода;
III — очищенный газ;
IV — диоксид углерода потребителю;
V — пар

рис. 1.5 приведена схема абсорции CO_2 в пенных абсорберах; десорбция CO_2 проводится также при пенном режиме. Установка безотходна, так как чистый диоксид углерода после сжижения передается потребителю в виде товарного продукта.

Абсорбционные методы *характеризуются* непрерывностью и универсальностью процесса, экономичностью и возможностью извлечения больших количеств примесей из газов. *Недостаток* этого метода в том, что насадочные скрубберы, барботажные и

даже пенные аппараты обеспечивают достаточно высокую степень извлечения вредных примесей (до ПДК) и полную регенерацию поглотителей только при большом числе ступеней очистки. Поэтому технологические схемы мокрой очистки, как правило, сложны, многоступенчаты и очистные реакторы (особенно скрубберы) имеют большие объемы.

Любой процесс мокрой абсорбционной очистки выхлопных газов от газо- и парообразных примесей целесообразен только в случае его цикличности и безотходности. Но и циклические системы мокрой очистки конкурентоспособны только тогда, когда они совмещены с пылеочисткой и охлаждением газа [6].

1.3.2. Адсорбционные методы

Адсорбционные методы применяют для различных технологических целей — разделение парогазовых смесей на компоненты с выделением фракций, осушка газов и для санитарной очистки газовых выхлопов. В последнее время адсорбционные методы выходят на первый план как надежное средство защиты атмосферы от токсичных газообразных веществ, обеспечивающее возможность концентрирования и утилизации этих веществ.

Адсорбционные методы основаны на избирательном извлечении из парогазовой смеси определенных компонентов при помощи адсорбентов — твердых высокопористых материалов, обладающих развитой удельной поверхностью $S_{уд}$ ($S_{уд}$ — отношение поверхности к массе, $м^2/г$). Промышленные адсорбенты, чаще всего применяемые в газоочистке, — это активированный уголь, силикагель, алюмогель, природные и синтетические цеолиты (молекулярные сита). Основные требования к промышленным сорбентам — высокая поглотительная способность, избирательность действия (селективность), термическая устойчивость, длительная служба без изменения структуры и свойств поверхности, возможность легкой регенерации. Чаще всего для санитарной очистки газов применяют активный уголь благодаря его высокой поглотительной способности и легкости регенерации.

Адсорбцию газовых примесей обычно ведут в полочных реакторах периодического действия без теплообменных устройств; адсорбент расположен на полках реактора. Когда необходим теплообмен (например, требуется получить при

регенерации десорбат в концентрированном виде), используют адсорберы с встроенными теплообменными элементами или выполняют реактор в виде трубчатых теплообменников; адсорбент засыпан в трубки, а в межтрубном пространстве циркулирует теплоноситель.

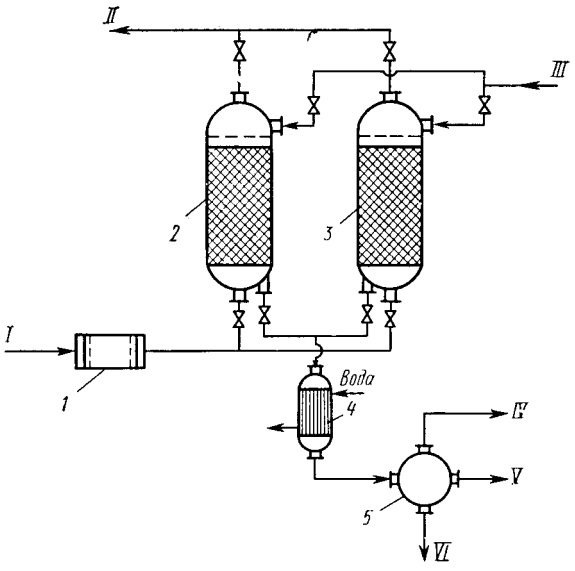
Очищаемый газ проходит адсорбер со скоростью 0,05–0,3 м/с. После очистки адсорбер переключается на регенерацию. Адсорбционная установка, состоящая из нескольких реакторов, работает в целом непрерывно, так как одновременно одни реакторы находятся на стадии очистки, а другие — на стадиях регенерации, охлаждения и др. **(рис. 1.6)**. Регенерацию проводят нагреванием, например выжиганием органических веществ, пропусканием острого или перегретого пара, воздуха, инертного газа (азота). Иногда адсорбент, потерявший активность (экранированный пылью, смолой), полностью заменяют.

Наиболее перспективны непрерывные циклические процессы адсорбционной очистки газов в реакторах с движущимся или взвешенным слоем адсорбента, которые характеризуются высокими скоростями газового потока (на порядок выше, чем в периодических реакторах), высокой производительностью по газу и интенсивностью работы**.**

Общие достоинства адсорбционных методов очистки газов:

1) глубокая очистка газов от токсичных примесей;

1) сравнительная легкость регенерации этих примесей с превращением их в товарный продукт или возвратом в производство; таким образом осуществляется принцип безотходной технологии.



Адсорбционный метод особенно рационален для удаления токсических примесей (органических соединений, паров ртути и др.), содержащихся в малых концентрациях, т. е. как завершающий этап санитарной очистки отходящих газов [8].

Недостатки большинства адсорбционных установок — периодичность процесса и связанная с этим малая интенсивность реакторов, высокая стоимость периодической регенерации адсорбентов. Применение непрерывных способов очистки в движущемся и кипящем слое адсорбента частично устраняет эти недостатки, но требует высокопрочных промышленных сорбентов, разработка которых для большинства процессов еще не завершена [8].

Рис. 1.6. Схема адсорбционной газоочистной установки:
I — фильтр;
2, 3 — адсорберы;
4 — конденсатор;
5 — сепаратор;
I — очищаемый газ;
II — очищенный газ;
III — водяной пар;
IV — неконденсируе.уые пары;
V — сконденсированный адсорбтив в хранилище;
VI — водный конденсат

1.3.3. Каталитические методы очистки газов

Каталитические методы очистки газов основаны на реакциях в присутствии твердых катализаторов, т. е. на закономерностях гетерогенного катализа. В результате каталитических реакций примеси, находящиеся в газе, превращаются в другие соединения, т. е. в отличие от рассмотренных методов примеси не извлекаются из газа, а трансформируются в безвредные соединения, присутствий: которых допустимо в выхлопном газе, либо в соединения, легко удаляемые из газового потока. Если образовавшиеся вещества подлежат удалению, то требуются дополнительные операции (например, извлечение жидкими или твердыми сорбентами) [9].

Трудно провести границу между адсорбционными и каталитическими методами газоочистки, так как такие традиционные адсорбенты, как активированный уголь, цеолиты, служат активными катализаторами для многих химических реакций.

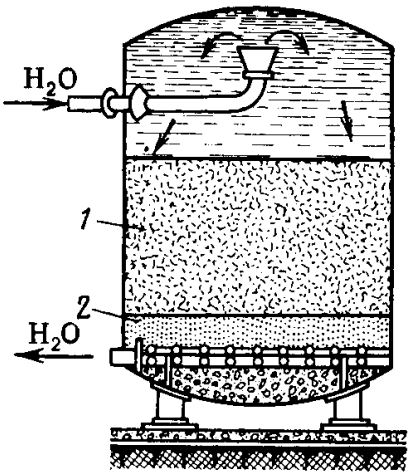


Рис. 1.7. Катионитовый фильтр:
1 – катионит;
2 – песок

Очистку газов на адсорбентах–катализаторах называют адсорбционно-каталитической. Этот прием очистки выхлопных газов весьма перспективен ввиду высокой эффективности очистки от примесей и возможности очищать большие объемы газов, содержащих малые доли примесей (например, 0,1—0,2 в объемных долях SO_2). Но методы утилизации соединений, полученных при катализе, иные, чем в адсорбционных процессах [9].

Адсорбционно-каталитические методы применяют для очистки промышленных выбросов от диоксида серы, сероводорода и серо-органических соединений. Катализатором окисления диоксида серы в триоксид и сероводорода в серу служат модифицированный добавками активированный уголь и другие углеродные сорбенты. В присутствии паров воды на поверхности угля в результате окисления SO_2 образуется серная кислота, концентрация которой в адсорбенте составляет в зависимости от количества водяного пара при регенерации угля от 15 до 70%.

Схема каталитического окисления H_2S во взвешенном слое высокопрочного активного угля приведена на **рис. 1.8**. Окисление H_2S происходит по реакции

$$\mathbf{H_2S + 1/2\ O_2 = H_2O + S}$$

Активаторами этой каталитической реакции служат водяной пар и аммиак, добавляемый к очищаемому газу в количестве ~0,2г/м^3. Активность катализатора

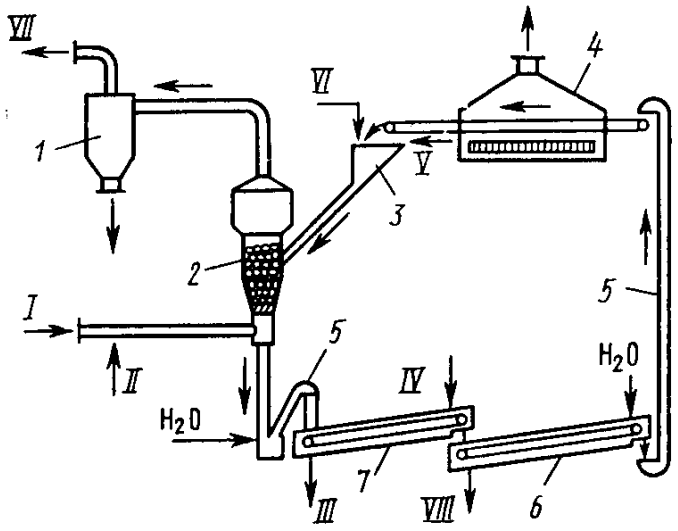


Рис. 1.8. Схема каталитической очистки газа от сероводорода во взвешенном слое активного угля:
1 – циклон-пылеуловитель;
2 – реактор со взвешенным слоем;
3 – бункер с питателем;
4 – сушильная камера;
5 – элеватор;
6 – реактор промывки катализатора (шнек);
7 – реактор экстракции серы (шнек-растворитель);
I – газ на очистку;
II – воздух с добавкой NH_3;
III – раствор $(NH_4)_2S_n$ на регенерацию;
IV – раствор $(NH_4)_2S$;
V – регенерированный уголь;
VI – свежий активный уголь;
VII – очищенный газ;
VIII – промывные воды

снижается по мере заполнения его пор серой и когда масса S достигает 70—80% от массы угля, катализатор регенерируют промывкой раствором $(NH_4)_2S$. Промывной раствор полисульфида аммония разлагают острым паром с получением жидкой серы.

Широко распространен способ каталитического окисления токсичных органических соединений и оксида углерода в составе отходящих газов с

применением активных катализаторов, не требующих высокой температуры зажигания, например металлов группы платины, нанесенных на носители.

В промышленности применяют также каталитическое восстановление и гидрирование токсичных примесей в выхлопных газах. На селективных катализаторах гидрируют CO до CH_4 и H_2O, оксиды азота — до N_2 и H_2O etc. Применяют восстановление оксидов азота в элементарный азот на палладиевом или платиновом катализаторах.

Каталитические методы получают все большее распространение благодаря глубокой очистке газов от токсичных примесей (до 99,9%) при сравнительно невысоких температурах и обычном давлении, а также при весьма малых начальных концентрациях примесей. Каталитические методы позволяют утилизировать реакционную теплоту, т.е. создавать энерготехнологические системы. Установки каталитической очистки просты в эксплуатации и малогабаритны.

Недостаток многих процессов каталитической очистки — образование новых веществ, которые подлежат удалению из газа другими методами (абсорбция, адсорбция), что усложняет установку и снижает общий экономический эффект.

Для полноценной очистки газовых выбросов целесообразны комбинированные методы, в которых применяется оптимальное для каждого конкретного случая сочетание грубой, средней и тонкой очистки газов и паров. На первых стадиях, когда содержание токсичной примеси велико, более подходят абсорбционные методы, а для доочистки — адсорбционные или каталитические [9].

1.4. Оборудование для очистки воздуха гальваники

1.4.1. Ионитные фильтры типа ИВФ[10]

Предназначены для очистки вентиляционного воздуха от газообразных примесей. Фильтр представляет собой прямоугольный корпус, в котором установлен пакет рамок, обтянутых фильтрованным полотном. Конструкция фильтра позволяет производить регенерацию фильтрованного материала в корпусе без его разборки. Фильтровальные элементы подвергаются периодической промывки через форсунки раствором содового реагента, а в ряде случаев – водой. Периодичность промывки

фильтра устанавливают в процессе пусконаладочных работ в зависимости от вида улавливаемого продукта.

Фильтровальный материал – иглопробивной по ТУ 17-14-66-78 и АН-1 по ТУ 17-14-67-78 и др.

Условное обозначение: И- ионитный; В – вентиляционный; Ф – фильтр; цифры после букв – производительность (тыс. $м^3$/ч); Г – модификация.

Таблица 1.4.1.1.

Техническая характеристика

Показатели	Типоразмер		
	ИВФ-3Г	ИВФ-10Г	ИВФ-25Г
Производительность по очищаемому газу, $м^3$/ч	3000	10000	25000
Площадь поверхности фильтрования, $м^2$	14	28	70
Удельная газовая нагрузка, $м^3/м^2$.мин	3	5,9	6
Массовая концентрация пыли в очищаемом газе на входе, г/ $м^3$, не более	1		
Гидравлическое сопротивление, кПа	0,5	0,5	0,5
Оптимальная скорость фильтрования, м/с	0,1		
Масса, кг	236	480	1050
Габаритные размеры: ВхН	810х1600	1500х2200	1182х2795

1.4.2 Установки РЕВЕРС-ПРОЦЕСС

Область применения:

Очистка газов от органических примесей, оксидов азота, аммиака, диоксида серы в:

- производстве продуктов органического синтеза, резино-технических изделий, полимеров и смол, красителей и растворителей, защитных покрытий и пленок, лакокрасочных покрытий для мебели,
- нефтепереработке и нефтехимии,
- производстве минеральных удобрений и взрывчатых веществ,
- черной и цветной металлургии,
- деревообрабатывающей и мебельной промышленности,

- а также многих других сферах производства, нуждающихся в очистке выбрасываемых газов от токсичных примесей.

Описание:

Реверс-процесс основан на периодическом переключении (каждые 5-100 мин.) направления газового потока в слое катализатора. На катализаторе происходит превращение токсичных примесей в безвредные. Выделяющееся в ходе реакции тепло служит для нагревания очищаемого газа, что обеспечивает автотермичность процесса. Периодический реверс газового потока позволяет создать в центре слоя катализатора высокотемпературную зону реакции (300-600°С), а торцевым слоям инерта отводится роль регенераторов тепла.

Такой режим работы обеспечивает стабильность процесса при колебаниях входных параметров перерабатываемого газа (концентраций реагентов, температуры, объема) и его низкую энергоемкость.

На основе идеи периодического реверса потока газа в слое катализатора разработан ряд промышленных процессов:

1. Окисление диоксида серы в триоксид.
2. Очистка газов от токсичных органических примесей и аммиака путем их окисления до углекислого газа, паров воды и азота. В процессе используются оксидные катализаторы, не содержащие драгметаллов. Традиционная схема РЕВЕРС-процесса позволяет проводить очистку газов с концентрацией примесей соединений (стирол, фенол, уксусная кислота, 2-этилгексанол, формальдегид и др.) от 0,54 до 10 г/м^3 без затрат энергии на подогрев очищаемых газов. Степень очистки во всех случаях составляет 96-99,9%.
3. Очистка газов от оксидов азота (NO_x).

Основные преимущества перед имеющимися аналогами:

По сравнению с существующими способами очистки газов РЕВЕРС-процесс обеспечивает:

- предельно низкие энергозатраты при практически полной очистке газов от токсичных примесей (95-99%),
- стабильность очистки газов при колебаниях входных параметров газового потока объема, температуры, концентраций реагентов) за счет эффективного использования регенеративного теплообмена и адсорбционных свойств катализатора,

- снижение капитальных затрат на сооружение установок эквивалентной мощности в 1,5-3 раза,
- использование дешевых оксидных катализаторов, не содержащих драгметаллы,
- простое управление процессом очистки газов.

Всего на основе РЕВЕРС - процесса в России и за рубежом работают около 40 промышленных установок по обезвреживанию выбросов различных предприятий.

Параметры установок

№	Производительность тыс.м$^{3/}$ч	Вес установки, т	Размеры: длина х ширина х высота, м	Потребление энергии в час, кВт
1	1,0	2,6	3х2х2	5,0
2	3,5	6,0	4,2х4х4,5	25,0
3	5,0	6,0	5,1х4,6х4,0	23,0
4	10,0	28,0	6,2х5х4,5	55,0
5	20,0	35,0	7,0х3,5х7,0	80,0
6	23,0	39,0	8,2х4,4,8	80,0
7	30,0	52,0	12х86,8	90,0

1.4.3. Волокнистые фильтры типа ФВГ-П [10]

Предназначены для санитарной очистки аспирационного воздуха от аэрозольных растворимых в воде примесей в гальванических производствах машиностроительных предприятий.

Внутри прямоугольного корпуса из винипласта в пазах через люк устанавливаются плоские фильтровальные перегородки (кассеты) из синтетического иглопробивного материала. В нижней части корпуса имеются сливные патрубки.

Жидкие и твердые, растворимые в воде, аэрозольные частицы, содержащиеся в очищаемом газе улавливаются фильтрующей перегородкой. Уловленная жидкость стекает в нижнюю часть перегородки и выводится из аппарата через сливные штуцера. Твердые частицы образуют осадок на фильтрующей перегородке, что приводит к возрастанию гидравлического сопротивления фильтра. При достижении

определенной величины сопротивления производится промывка войлока с обеих сторон. Промывные воды через сливные штуцера выводятся на станцию нейтрализации.

Периодичность промывки зависит от концентрации улавливаемого продукта и ориентировочно составляет 1 раз в 15-30 суток.

Условное обозначение:

Ф-фильтр; В – волокнистый; Г – для гальваники; П – полимерный; цифра - производительность в тыс. $м^3$/ч.

Техническая характеристика

Показатель	Типоразмер		
	ФВГ-П-5	ФВГ-П-10	ФВГ-П-20
Производительность, $м^3$/ч	5000	10000	20000
Гидравлическое сопротивление, Па, не более	700		
Эффективность очистки, %, не менее	95		
Габаритные размеры, мм	500х400х400	500х800х400	1000х800х400

1.4.4. Бортовой отсос фильтрующий

Фильтрующие элементы, встраиваемые в бортовые отсосы травильных и гальванических ванн предназначены для улавливания аэрозольных выбросов непосредственно вблизи источника их возникновения. При этом достигаются две цели: охрана окружающей среды и предохранение воздуховодов и вентиляторов от коррозии. В некоторых случаях это устраняет возможность забивания газоходов и подпольных каналов отложениями солевых аэрозолей.

Одним из преимуществ фильтрующих бортовых отсосов является компактность, что делает возможным их применение там, где отсутствует место для отдельно стоящего фильтра.

Эффективность очистки бортовых отсосов (более 90%) выше, чем у отдельно стоящих фильтров, так как частицы аэрозолей у ванны значительно крупнее, и они легче улавливаются фильтрующей перегородкой.

Гидравлическое сопротивление – не более 500 Па.

Регенерация – промывка водой.

Встраиваемые фильтрующие элементы не увеличивают габариты существующих бортовых отсосов.

1.4.5.Фильтры волокнистые гальванические ФВГ-М [10]

Фильтры волокнистые гальванические типа ФВГ-М предназначены для санитарной очистки аспирационного воздуха от жидких растворимых в воде твердых аэрозольных частиц в гальванических и травильных производствах при таких операциях, как хромирование, анодирование в хромовой кислоте, снятие меди, серно-кислотное никелирование, кислое цинкование, электрохимическое обезжиривание и другие.

Фильтры монтируются как часть вентсистемы возможно ближе к источнику выделения токсичных аэрозолей. Температура очищаемого газа на входе не более 50ºС.

По сравнению с известными аналогами фильтры ФВГ-М имеют следующие преимущества: возможность промывки фильтрующей кассеты как внутри корпуса фильтра так, и вне его, простота обслуживания (легкая замена фильтрующего материала), небольшие габариты, возможность очищать воздух от аэрозольных частиц кислот, или солей. Степень очистки 90-95%, аэродинамическое сопротивление 500-700 Па. Конструкционный материал фильтров - нержавеющая сталь.

Таблица 1.4.5.1.

Основные технические характеристики фильтров ФВГ-М

Наименование показателей	**Типоразмер фильтра**				
	0,37	**0,53**	**0,74**	**1,6**	**3,2**
Производительность по очищаемому газу, тыс м³/ч	2-5	5-7	7-10	10-20	20-40
Площадь фильтрующей поверхности, м²	0,37	0,53	0,74	1,6	3,2
Гидравл. сопротивление, Па	700				
Эффективность очистки, %	93-99				
Температура очищаемого газа на входе, ºС, не более	50				
Масса, кг, не более	30	40	46	75	94

Габаритные размеры: длина, мм	560	560	560	560	560
ширина, мм	456	495	545	780	780
высота, мм	725	850	905	980	1475

Фильтры ФВГ-М выпускаются пяти типоразмеров различной пропускной способности. Фильтр состоит из прямоугольного корпуса с фланцами для присоединения к горизонтальному участку газохода. В пазах корпуса через верхний люк устанавливается фильтрующая кассета. Люк герметично закрывается с резиновой прокладкой.

Фильтр состоит из корпуса, в котором в пазах через люк устанавливается фильтрующая кассета. Люк закрывается герметично крышкой через резиновую прокладку.

Кассета состоит из одинаковых по профилю гофрированных решетчатых каркасов и прижимной решетки, между которыми зажимается фильтрующий волокнистый материал. При этом кассета в сборе выполнена в виде пружины, обеспечивая при этом уплотнение и герметичность в узле.



В нижней части корпуса имеются сливные штуцера для вылова уловленного продукта и промывочных вод при регенерации.

Рис. 1.4.5.1. Фильтры ФВГ-М-0,37 -00

Аэрозольные примеси в газоходе могут существовать в виде жидких и твердых частиц. Во втором случае они представляют собой закристаллизовавшиеся солевые аэрозоли. Жидкие и твердые частицы улавливаются фильтрующей перегородкой, оснащенной иглопробивным полипропиленовым войлоком. В случае присутствия в газоходе жидких частиц (хромирование, травление титана в серной кислоте и др.) применяют фильтры с гидрозатвором, поскольку необходим постоянный отвод уловленного жидкого продукта и промывных вод при регенерации. При удалении только солевых закристаллизовавшихся аэрозолей возможно применение фильтра без гидрозатвора.

При улавливании аэрозолей происходит забивание фильтрующего материала, приводящее к повышению его гидравлического сопротивления и, в итоге, к снижению объема отсасываемого воздуха. Таким образом, фильтр работает в режиме накопления улавливаемых частиц с последующей периодической регенерацией путем промывки водой при достижении перепада давления на фильтре 0,7кПа (70 мм. вод. ст.).

Подвергать осмотру фильтры для оценки их технического состояния с составлением актов и мероприятий по устранению обнаруженных недостатков один раз в полугодие.

Обеспечивать возможность ежегодного проведения замеров гидравлического сопротивления и эффективности работы фильтров. При низкой эффективности работы произвести ремонт и наладку фильтров.

Производить промывку фильтров 1 раз в месяц.

Регенерация производится при отключенном вентиляторе и может производиться двумя способами:

а) снять крышку монтажного люка, раскрыть слой оберточной полосы войлока и промыть фильтрующую кассету с обеих сторон из шланга струей холодной или лучше горячей (40 – 80 С) воды;

б) раскрыть кассету , вынуть ее из корпуса фильтра , перенести ее на мойку, оборудованную сливной канализацией, и промыть кассету с обеих сторон холодной или лучше горячей (40 – 80 С) водой .

Критерием для окончания промывки может служить серый или белый цвет фильтрующего материала.

Ориентировочное время промывки одной кассеты 25 – 30 минут.

При расчете и выборе фильтров учитываются следующие **основные показатели**.

Эффективность очистки газов (степень очистки, коэффициент полезного действия) обычно выражается отношением количества уловленной пыли к количеству пыли, поступающей в фильтр за определенный период времени.

Пористость фильтра — отношение объема воздушного пространства между твердыми непроницаемыми элементами пористой среды (объема пор) к общему объему, занятому пористой средой, выражаемое в долях единиц или процентах.

Скорость фильтрации (газопылевая нагрузка) — отношение объема расхода газов, проходящих через фильтр, к площади фильтрующей поверхности.

Пылеемкость фильтра — количество пыли, которое фильтр удерживает за период непрерывной работы между двумя очередными операциями регенерации фильтрующего слоя или до достижения определенной величины сопротивления фильтра.

Гидравлическое сопротивление фильтра определяется разностью давлений на входе и выходе.

Основные требования к фильтрам: допускаемое сопротивление фильтра, задаваемая величина выходной концентрации, размер установки, требуемая площадь, место расположения, меры по технике безопасности, капитальные и эксплуатационные затраты.

Для проведения приближенного расчета необходимо принять допустимое гидравлическое сопротивление фильтра, которое выбирается в пределах 0,75—1,5 кПа, только в особых случаях величина его может достигать 2—2,5 кПа. При более высоком значении сопротивления резко увеличивается проскок пыли.

Эффективность очистки газов в волокнистых фильтрах достаточно высока, но величина эта часто зависит от многих факторов и может снижаться при браке волокна, плохом прижиме фильтра в гнездах, негерметичности кассеты. С учетом того, что величина выходной концентрации в значительной мере обусловливается проскоком пыли в периоды, следующие сразу же за регенерацией, и уносом частиц из фильтра в результате локальных изменений скоростей газов и чрезмерной деформации ткани, при расчетах газовую нагрузку не следует завышать.

Таким образом, основным фактором, определяющим площадь фильтровальной поверхности в установке, является перепад давления, а не величина эффективности очистки газа, и только в отдельных случаях допустимая газовая нагрузка на фильтр может определяться величиной выходной концентрации пыли.

Для приближенного расчета площади фильтрации тканевого фильтра необходимо определить общий расход запыленных газов, поступающих на ткань (с учетом подсосов на пути от источника пылевыделения до фильтровальной ткани), и расход продувочных газов или воздуха, поступающих из регенерируемой секции.

Кроме того, надо знать нагрузку по газу (скорость фильтрации), которую принимают на основании опыта эксплуатации в зависимости от применяемой ткани.

Для легкоудаляемых пылей и малых концентраций пыли (менее 1 г/м^3) газовая нагрузка при использовании шерстяных тканей может быть увеличена до 3,0 м^3/(м^2-мин). При использовании синтетических тканей нагрузку принимают на 10 — 15 % ниже, чем для шерстяных, учитывая их меньшую удерживающую способность. По данным промышленных испытаний, выходная концентрация пыли в этих условиях составляет 20 — 50 мг/м^3 при начальной концентрации пыли 5—50 г/м^3; при низкой начальной концентрации конечная концентрация также ниже.

При высокой концентрации пыли расчет требуемой поверхности ткани иногда проводят не по газовой нагрузке, а по количеству пыли, поступающей на единицу поверхности ткани в единицу времени. Полагают, что для нормальной эксплуатации фильтров, например, в цементной промышленности это количество пыли на 1 м^2 ткани не должно превышать 1,2— 1,8г/(м^2-мин).

Расход продувочного воздуха на регенерацию обратной продувкой составляет 1,5—1,8 м^3/(м^2-мин), а отношение расхода продувочного воздуха к расходу воздуха при фильтрации 1,5—2. Чтобы избежать интенсивной очистки, для синтетических и стеклянных тканей это отношение принимается меньшим. Вентилятор выбирают по количеству газов после фильтров; к объему фильтруемых газов добавляют объем воздуха или газов обратной продувки, а также объем подсасываемого воздуха. Зная общий объем газов и суммарное сопротивление установки, выбирают вентиляторы с требуемыми характеристиками.

При использовании фильтров, в которых регенерация не вызывает сильного износа ткани, но связана со значительным увеличением площади фильтрации, капитальные затраты увеличиваются, но продолжительность работы аппарата без дорогостоящих остановок на текущий ремонт значительно возрастает. Большие капитальные затраты в этом случае компенсируются за счет более длительной работы аппарата и снижения эксплуатационных расходов.

Главное, что стоит учитывать при подборе фильтра это его эффективность.

Эффективность проверяют путем отбора проб из вентиляционной системы до очистки и после [10].

1.5. Технико-экономическая оптимизация газоочистительных сооружений

1.5.1. Состояние проблемы

Проблема оптимизации тесно связана в поливариантностью технических решений, характерной для проектирования газоочистительных сооружений. Суть проблемы можно проиллюстрировать простейшим примером. Допустим, проектируется двухступенчатая система: циклон плюс электрофильтр. Возникает вопрос, что экономически выгоднее: уловить максимум пыли в циклоне (при соответствующих затратах энергии), а во второй ступени применить относительно небольшой электрофильтр для доочистки, или же уловить в малоэффективном циклоне (при незначительных энергозатратах) только грубые фракции пыли, после чего использовать трех-четырехпольный электрофильтр, в котором осуществить основной процесс улавливания. Аналогичные вопросы возникают во многих других случаях, тем более, когда проектируется газоочистительное сооружение из трех или четырех ступеней. В общем смысле речь идет о том, как наивыгоднейшим образом распределить технологическую нагрузку между ступенями.

Обзор отечественной и зарубежной литературы выявил полное отсутствие попыток решения проблемы оптимизации в изложенном аспекте. Более того, не обнаружено попыток оптимизировать конструктивно-технологические параметры какого-либо единственного аппарата в рамках его использования в конкретных условиях [11].

1.5.2. Экономический эффект от оптимизации

Анализ положения дел в нескольких отраслях промышленности, характеризующихся наибольшим выбросом пыли (черная и цветная металлургия, химия, промышленность строительных материалов и некоторые другие), позволил установить следующее:

Средняя стоимость циклонной очистки газа составляет 9,13 руб. на 1 млн. $м^3$ газа (по состоянию на 1990 год).

В упомянутых отраслях промышленности общий объем газов, очищаемых в

циклонах, составляет 200—250 млн. $м^3$/ч или 1400—1750 млрд. $м^3$/год.

По усредненным данным крупнейших проектных разработок института Ленгипрогазоочистка (Ново-Джамбульский фосфорный завод, Костомукшский ГОК, завод «Магнезит» и другие— всего 10 объектов) оптимизированные варианты циклонных установок дают экономию по приведенным затратам в размере 10 % по сравнению с неоптимизированными.

По упомянутым отраслям промышленности это дает абсолютную годовую денежную экономию по приведенным затратам 1,2—1,5 млн. руб [11].

1.6. Описание барботажно-вихревых пылеуловителей [12]

Барботажно-вихревые пылеуловители предназначены для очистки воздуха вытяжной вентиляции от вредных примесей: пыли, аэрозолей, паров кислот и щелочей и др. Воздух здесь очищается посредством жидкостных пленок и завесообразующих при прохождении очищаемого воздуха через узкие щели между перегородками, опущенными в жидкость.

БВП состоит из бака-отстойника 5, соединенных между собой переточными трубами.

Загрязненный воздух, проходя через щель, интенсивно перемешивается с жидкостью, захватывает ее и, двигаясь зигзагообразно, создает 3 водяные завесы. В связи с этим отпадает необходимость в циркуляционном насосе.

Отработанная жидкость по переливной трубе 2 поступает в бак-отстойник 4 и по обратной трубе 3 возвращается в корпус1 БВП.

Поддержание постоянного уровня воды осуществляется подпиткой из привода при помощи поплавкового клапана 5, присоединенного к патрубку при работе на проток регулятором уровня, представляющим собой перелив: патрубок с регулируемой высотой.

Отработанная жидкость из барботажных фильтров сливается в производственную канализацию для последующей обработки на очистных сооружениях предприятия.

Технические характеристики БВП.

Расход воды на один БВП составляет 136 л (на одну заправку).

Производительность по воздуху на 1 п.м длины щели 5000 куб. м/час.

Сопротивление 70-100 кг/кв.м.

Степень очистки 80% [12].

ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ИСТОЧНИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

2.1. Краткая характеристика производства и технологического оборудования с точки зрения загрязнения атмосферы [13]

В состав ОАО «Контур» входят:

- ООО «МГиК» - дочернее предприятие;
- производство специальных инструментов;
- производство слесарно-монтажных инструментов;
- инструментальное производство;
- производство силовой электроники.

ООО «МГиК» является специализированным предприятием по производству атравматических игл с широким ассортиментом хирургических шовных нитей для офтальмологии, сердечно-сосудистой, пластической хирургии, микрохирургии.

Мощность производства – 204000 тыс. выпускаемых игл в год.

При изготовлении игл применяются следующие основные технологические процессы:

- механическая обработка (отрезная, штамповка, гибка);
- электрохимзаточка в кислотах;
- электрохимическое никелирование.

Источниками выделения загрязняющих веществ являются шлифовальный и заточный станки, аппарат сварки полиэтиленовой пленки, гальванические ванны.

Выбросы загрязняющих веществ в процессе производства ООО «МГиК» производятся через организованные ИЗА №№ 11, 76, 86, 87, в атмосферный воздух выделяются: ортофосфорная кислота, углерода оксид, уксусная кислота, натрия карбонат, натрия нитрит, сульфаминовая кислота, натрия о-фосфат, железа оксид, пыль абразивная.

Производство специальных инструментов выпускает изделия из вакуумплотной керамики, используемой в радиоэлектронной, электротехнической, приборостроительной промышленности, микроинструмент для монтажа микросхем и полупроводниковых приборов.

При изготовлении изделий применяются следующие технологические процессы:

- механическая обработка материалов и изделий;

- гальваника (алмазирование);
- литье керамики.

Источниками выделения загрязняющих веществ являются шлифовальные станки, установка алмазирования, полуавтомат литья керамики, печи СНОЛ и СНВ-1, установка ОГП-2.

Выбросы загрязняющих веществ в процессе производства специальных инструментов производятся через организованные ИЗА №№1, 6, 9, 72-76, 84, 88, в атмосферный воздух выделяются: железа оксид, пыль абразивная натрия гидроокись, никеля сульфат, борная кислота, серная кислота, ортофосфорная кислота, натрия о-фосфат, азотная кислота, хлористый водород, азота диоксид, углерода оксид, бензин нефтяной.

Производство слесарно-монтажных инструментов выпускает ручной слесарно-монтажный инструмент (СМИ) различной комплектности, предназначенный для технического обслуживания и ремонта бытовой и автотехники.

Инструмент упаковывается в пластмассовые футляры из ударопрочного полистирола.

Мощность производства - 94969*3 шт. СМИ в год.

При изготовлении СМИ применяются следующие технологические процессы:

- механическая обработка деталей;
- сварка штучными электродами;
- гальваническое нанесение защитного покрытия;
- термообработка стальных деталей;
- переработка пластмасс.

Источниками выделения загрязняющих веществ являются шлифовальные, заточные станки, токарные автоматы, термопласт-автоматы, дробилки пластмассы, прессовочно-вакуумная машина, установка резки картона, речь отпуска стальных деталей, печь СН-3, гальванические ванны.

Выбросы загрязняющих веществ в процессе производства СМИ производятся через организованные ИЗА№№14, 19, 20, 33, 32, 35, 36, 40-42,44, 47-52, 54, 58-60, 62, 91; в атмосферный воздух выделяется железа оксид, марганец и его соединения, фториды газообразные, фториды плохо растворимые, пыль неорганическая 70-20% SiO_2, триэтаноламин, пыль абразивная, углерода оксид, углеводороды предельные

С12-С19, взвешенные вещества, винилбензол, уксусная кислота, сульфаминовая кислота, натрия о-фосфат, пыль бумаги, серы диоксид, масло минеральное нефтяное.

На ИЗА №№47, 50 (гальванические линии цинкования и никелирования) установлены ГОУ – барботажно-вихревые пылеуловители, КПД очистки которых согласно паспортным данным – 85%.

Инструментальное производство проектирует и изготавливает технологическую оснастку: литформы, пресс-формы, штампы, приспособления для механической обработки деталей, вспомогательный и мерительный инструмент.

Выпуск продукции - на 0,8-1,0 млн. руб. в год.

При изготовлении продукции используются следующие технологические процессы:

- механическая обработка деталей;
- электроэрозионная обработка;
- термообработка.

Источниками выделения загрязняющих веществ являются шлифовальные, заточные станки, установка ОЖИ.

Выбросы загрязняющих веществ в процессе производства производятся через организованные ИЗА №№ 1, 2, 17, 89; в атмосферный воздух выделяются: натрия нитрит, железа оксид, пыль абразивная.

Производство силовой электроники – специализированное изготовление силовых модулей IGBT и MOSFET для производства преобразовательной, приводной и бытовой техники.

Выпуск продукции на 6 млн. руб. в год.

При изготовлении продукции источниками выделения загрязняющих веществ являются посты пайки свинцово-оловянными припоями. Выброс ЗВ производится через организованный ИЗА №92; в атмосферный воздух выделяются: олова оксид, свинец и его соединения.

На балансе ОАО «Контур» находится также РСУ, автотранспорт – 4 ед., ДТ – 2 ед. Источником выделения на РСУ является заточный станок. При работе станка через организованный ИЗА №65 в атмосферу поступает железа оксид и пыль абразивная. Автотранспорт хранится в отапливаемом гараже, выброс ЗВ в атмосферу производится через организованный ИЗА №80, при этом выделяются вещества:

окислы азота, серы диоксид, углерода оксид, бензин нефтяной. ДТ хранится на открытой площадке - неорганизованный ИЗА №6001; при работе ДТ в атмосферу выделяются: окислы азота, серы диоксид, углерода оксид, бензин нефтяной, керосин, сажа.

2.2. Сведения о санитарно-защитной зоне предприятия [13]

В соответствии с проектом и СанПиН 2.2.1/2.11.1200-03 размер нормативной и фактической СЗЗ для предприятия составляет 100м, что соответствует IV классу.

Площадь СЗЗ по проекту составляет 15,28 га, коэффициент озеленения – 0,614.

Ближайшая селитебная зона – жилые дома ул. Университетская и здания ЧГУ – расположены к северу от территории предприятия на расстоянии 560 и 200 м соответственно, т.е. в пределы СЗЗ не попадает.

2.3. Перечень загрязняющих веществ [13]

Нормативы определены для 35 ингредиентов и 7 групп веществ, обладающих эффектом суммации. Перечень выбрасываемых ЗВ существующем положении и их количественная характеристика представлены в табл. 5.3.1, 5.3.1а. Выбрасываемые вещества относят к 1, 2, 3, 4 классам опасности.

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу
Существующее положение: *17.04.2006* Таблица №2.3.1.

Вещество		***Использ. критерий***	***Значение критери***	***Клас опас***	***Суммарный выброс вещества***	
код	***наименование***		***Мг/м3***	***ости***	***г/с***	***т/год***
1	2	3	4	**5**	6	7
0123	Железа оксид	ПДК с/с	0,040000	3	0,1167986	0,505246
0143	Чарганец и его	ПДК м/р	0,010000	*2*	0,0005194	0,000237
0150	Натрия гидроокись	ОБУВ	0.010000	0	0,0054250	0,010642
0155	Натрия карбонат	ПДК м/р	0,150000	3	0,0008700	0,002213
0156	Натрий нитрит	ОБУВ	0,005000	0	0,0012580	0,003681
0166	Никеля сульфат	ПДК_м/р__	0,002000	1	0,0000040	0,000012
0168	Олова оксид	ПДК с/с	0,020000	3	0,0000001	0,000001
0184	Свинец и его соединения	ПДК м/р	0,001000	1	0,0000002	0,000001
0203	Хрома (VI) оксид	ПДК с/с	0,001500	1	0,0000080	0,000020
0301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	ПДК м/р	0,200000	2	0,0272090	0,236081
0302	Азотная кислота	ПДК м/р	0,400000	2	0,0012380	0,002675
0303	Аммиак	ПДК м/р	0,200000	4	0,0019160	0,013561

0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДК м/р	0,400000	3	0,0010361	0,000379
0308	Борная кислота	ПДК с/с	0,020000	3	0,0000490	0,00013
0316	Водород хлорид	ПДК м/р	0,200000	2	0,1187249	0,591973
0322	Серная кислота	ПДК м/р	0,300000	2	0,0000160	0,000060
0328	Углерод черный (Сажа)	ПДК м/р	0,150000	3	0,0026964	0,000807
0330	Сера диоксид	ПДК м/р	0,500000	3	0,0044356	0,047642
0337	Углерод оксид	ПДК м/р	5,000000	4	0,2594478	1,656987
0342	Фториды газообразные	ПДК м/р	0,020000	2	0,0003056	0,000127
0344	Фториды плохо	ПДК м/р	0,200000	2	0,0003611	0,000150
0348	Ортофосфорная кислота	ОБУВ	0,02000	0	0,0005530	0,004288
0620	Винилбензол (Стирол)	ПДК м/р	0,04000	2	0,0040063	0,028260
1549	Сульфаминовая кислота	ОБУВ	0,03000	0	0,0000050	0,000004
1555	Уксусная кислота	ПДК м/р	0,20000	3	0,0213593	0,126498
1864	Триэтаноламин	ОБУВ	0,04000	0	0,0000005	0,000005
2704	Бензин нефтяной	ПДК м/р	5,00000	4	0,1637908	0,013334
2732	Керосин	ОБУВ	1,20000	0	0,0053315	0,001619
2735	Масло минеральное	ОБУВ	0,050000	0	0,0011111	0,008920
2754	Углеводороды предельные С12-С19	ПДК м/р	1,000000	4	0,0550000	0,198000
2902	Взвешенные вещества	ПДКм/р	0,50000	3	0,0077778	0,017500
2908	Пыль неорганическая: 70-20% SiO2	ПДК м/р	0,300000	3	0,0003611	0,000150
2930	Пыль абразивная	ОБУВ	0,04000	0	0,0734400	0,318920
2962	Пыль бумаги	ОБУВ	0,10000	0	0,0010000	0,002880
3132	Натрия о-фосфат	ОБУВ	0,10000	0	0,0009340	0,00240
(Всего веществ: 35					0,8769892	3,795419
в том числе твердых: 11					0,2029587	0,845904
жидких/газообразных: 24					0,6740305	2,949515

Продолжение таблицы 2.3.1.

1	2	3	4	5	6	7
Группы веществ, обладающих эффектом комбинированного вредного действия:						
6009	(2) 301 330					
6034	(2)184 330					
6039	(5) 330 342					
6040	(2) 330 303 304 301 322					
6041	(2) 330 322					
6045	(3) 322 316 302					
6046	(2) 337 2908					

Перечень и количество ЗВ, разрешенных к выбросу в атмосферу

Существующее положение : 17.04.2006

Вещество		***Выброс вещества***		***ПДВ/ (ВСВ)***
код	***наименование***	*г/с*	*т/год*	
0123	Железа оксид	0,116798	0,505246	пдв
0143	Марганец и его соединения	0,000519	0,000237	пдв

0150	Натрия гидроокись	0,005425	0,01064	пдв
0155	Натрия карбонат	0,000870	0,002213	пдв
0156	Натрий нитрит	0,001258	0,003681	пдв
0166	Никеля сульфат	0,000004	0,000012	пдв
0168	Олова оксид	0,0000001	0,000001	пдв
0184	Свинец и его соединения	0,000000	0,000001	пдв
0203	Хрома (VI) оксид	0,000008	0,000020	пдв
0301	Азот (IV) оксид (Азота	0,027209	0,236081	пдв
0302	Азотная кислота	0,001238	0,002675	пдв
0303	Аммиак	0,001916	0,013561	пдв
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0010361	0,000379	пдв
0308	Борная кислота	0,000049	0,000138	пдв
0316	Водород хлорид	0,118724	0,591973	пдв
0322	Серная кислота	0,000016	0,00006	пдв
0328	Углерод черный (Сажа)	0,002696	0,000807	пдв
0330	Сера диоксид	0,004435	0,047642	пдв
0337	Углерод оксид	0,259447	1,656987	пдв
0342	Фториды газообразные	0,000305	0,000127	пдв
0344	Фториды плохо	0,0003611	0,000150	пдв
0348	Ортофосфорная кислота	0,000553	0,004288	пдв
0620	Винилбензол (Стирол)	0,0040063	0,028260	пдв
1549	Сульфаминовая кислота	0,000005	0,000004	пдв
1555	Уксусная кислота	0,021359	0,126498	пдв
1864	Триэтаноламин	0,0000005	0,000005	пдв
2704	Бензин нефтяной	0,1637908	0,013334	пдв
2732	Керосин	0,0053315	0,001619	пдв
2735	Масло минеральное нефтяное	0,0011111	0,008920	пдв
2754	Углеводороды предельные С12-	0,055000	0,198000	пдв
2902	Взвешенные вещества	0,0077778	0,017500	пдв
2908	Пыль неорганическая: 70-20%	0,0003611	0,000150	пдв
2930	Пыль абразивная	0,073440	0,318920	пдв
2962	Пыль бумаги	0,0010000	0,002880	пдв
3132	Натрия о-фосфат	0,0009340	0,002408	пдв
	Итого:	0,8769892	3,795419	
		0,8769892	3,795419	пдв
		0,0000000	0,000000	ВСВ

2.4. Оценка ущерба, наносимого выбросами предприятия [13]

Оценка ущерба, наносимого выбросами объекта, произведена на основании количественных величин ЗВ и базовых нормативов платы с учетом действующих в настоящее время коэффициентов индексации и экологической ситуации.

Расчет приведен в таблице 2.4.1.

В случае изменения коэффициентов индексации и экологической ситуации оценка ущерба пересчитывается.

Таблица №3.4.1.

Оценка суммарного ущерба, причиненн выбросами ОАО

Код	***Наименование вещества***	***Выброс веществ а т/год***	***Норматив платы, руб/т***	***Плата за выбросы,***	***Исполъз. критерии***	***Значение критерия, мг/м.3***
1	2	3	4	5	6	7
012	Железа оксид	0,505246	52	26,27	ПДК с/с	0,04000
0143	Марганец и его соединения	0,000237	2050	0,49	ПДК м/р	0,010000
015	Натрия гидроокись	0,010642	205	2,18	ОБУВ	0,01000
015	Натрия карбонат	0,002213	52	0,12	ПДК м/р	0,15000
015	Натрий нитрит	0,003681		0,00	ОБУВ	0,00500
0166	Никеля сульфат	0,000012	10249	0,12	ПДК м/р	0,002000
016	Олова оксид*	0,000001	41	0,00	ПДК с/с	0,02000
0184	Свинец и его соединения	0,000001	6833	0,01	ПДК м/р	0,001000
020	Хрома (VI) оксид	0,000020	1366	0,03	ПДК с/с	0,00150
0301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	0,236081	52	12,28	ПДК м/р	0,200000
030	Азотная кислота	0,002675	13,7	0,04	ПДК м/р	0,40000
0303	Аммиак	0,013561	52	0,71	ПДК м/р	0,20000
0304	Азот (II) оксид (Азота	0,000379	35	0,01	ПДК м/р	0,400000
030	Борная кислота	0,000138	103	0,01	ПДК с/с	0,02000
031	Водород хлорид	0,591973	11,2	6,63	ПДК м/р	0,20000
032	Серная кислота	0,000060	21	0,00	ПДК м/р	0,30000
0328	Углерод черный (Сажа)	0,000807	80	0,06	ПДК м/р	0,150000
033	Сера диоксид	0,047642	21	1,00	ПДК м/р	0,50000
0337	Углерод оксид	1,656987	0,6	0,99	ПДК м/р	5,00000
0342	Фториды газообразные	0,000127	205	0,03	ПДК м/р	0,020000
0344	Фториды плохо растворимые	0,000150	68	0,01	ПДК м/р	0,200000
0348	Ортофосфорная кислота	0,004288	103	0,44	ОБУВ	0,020000
0620	Винилбензол (Стирол)	0,028260	1025	28,97	ПДК м/р	0,040000

1549	Сульфаминовая кислота	0,000004		0,00	ОБУВ	0,030000
155	Уксусная кислота	0,126498	35	4,43	ПДК м/р	0,20000
186	Триэтаноламин	0,000005	52	0,00	ОБУВ	0,04000
2704	Бензин нефтяной	0,013334	1,2	0,02	ПДК м/р	5,00000
2732	Керосин	0,001619	2,5	0,00	ОБУВ	1,20000
2735	Масло минеральное нефтяное**	0,008920	5	0,04	ОБУВ	0,050000
2754	Углеводороды предельные С12-	0,198000		0,00	ПДК м/р	1,000000
2902	Взвешенные	0,017500	13,7	0,24	ПДК м/р	0,50000
2908	Пыль неорганическая: 70-	0,000150	21	0,00	ПДК м/р	0,300000
2930	Пыль абразивная	0,318920		0,00	ОБУВ	0,04000
2962	Пыль бумаги	0,002880		0,00	ОБУВ	0,10000
3132	Натрия о-фосфат	0,002408		0,00	ОБУВ	0,10000
Всего:		3,795419		85,13		

Коэффициент экологической ситуации 1,32
Коэффициент инфляции 1,30

2.5. Параметры выбросов ЗВ в атмосферу

Секундные выбросы вредных веществ (г/сек) определены для каждого ЗВ, исходя из режима работы оборудования при максимальной нагрузке. При расчете валовых выбросов (т/год) принято среднее время работы технологического оборудования [13].

2.6. Мероприятия по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях

Регулирование выбросов вредных веществ в атмосферу в период неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) предусматривает кратковременное сокращение выбросов, приводящих к формированию высокого уровня загрязнения воздуха, до уровня, наблюдаемого при отсутствии НМУ. Регулирование выбросов осуществляется с учетом прогноза НМУ на основе предупреждений о возможном опасном росте концентраций примесей в воздухе с целью его предотвращения.

Оперативное оповещение о наступлении периода НМУ осуществляется ГУ Чувашский республиканский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Текст оповещения записывают в специальный журнал, в котором регистрируют:

1. дату и время приема информации;
2. Ф.И.О. принявшего телеграмму (телефонограмму);
3. Ф.И.О. передавшего (телефонограмму);
4. меры, принятые по сокращению выбросов;
5. отметку о выполнении.

Проведенные расчеты рассеивания выбросов загрязняющих веществ от предприятия в приземном слое атмосферы показали, что при самых неблагоприятных метеоусловиях для рассеивания ингредиентов при полной загрузке мощностей производства в ближайшей селитебной зоне концентрации вредных веществ не превышают 0,1 ПДК.

Поэтому для данного предприятия для снижения приземных концентраций вредных веществ в атмосфере в периоды НМУ предусматриваются мероприятия организационного характера, соответствующие 1 режиму работы предприятий в периоды НМУ:

- усилить контроль за соблюдением технологического режима гальванического производства;
- сократить электросварочные и паяльные работы;
- усилить контроль за техническим состоянием и эксплуатацией газоочистных установок;
- рассредоточить во времени работу мехообрабатывающих (шлифовальных, заточных) станков;
- усилить контроль за герметичностью газоходных систем.

Согласно РД 52.04.52-85 «Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях» и «Методическому пособию по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, СПб, 2002 г.» мероприятия при НМУ предусматриваются для веществ и ИЗА, источников, дающих наибольшие вклады в уровень загрязнения атмосферы:

- марганец и его соединения: ИЗА № 6003;

- углерода оксид: ИЗА №№ 1, 2;
- фториды газообразные: ИЗА № 6003;
- пыль абразивная: ИЗА № 6003 [13].

ГЛАВА 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Технико-экономическое обоснование выбранного метода

В данном гальваническом участке в воздух выделяется хрома (VI) оксид, аммиак и хлорид водорода. Для улавливания этих веществ на других участках применяются барботажно-вихревые пылеуловители с эффективностью очистки 80%.

В качестве санитарной колонны принимаем насадочный абсорбер, который в отличие от барботажного абсорбера и от распыливающего абсорбера позволяет нам более полно очищать отходящие газы.

Абсорбционные методы характеризуются непрерывностью и универсальностью процесса, экономичностью и возможностью извлечения больших количеств примесей из газов.

3.2. Инженерные решения, предлагаемые в проекте

В проекте произведен расчет и проектирование насадочного абсорбера для очистки выбросов гальванического участка.

В процессе проектирования разработана технологическая схема очистки отходящих газов. Подобраны газодувка для перекачивания воздуха и насос для перекачивания воды. Приведены механические и технологические расчеты основного и вспомогательного оборудования, схема размещения оборудования и схема автоматизации.

3.3. Характеристика исходного сырья, материалов, полупродуктов [13]

Параметры выбросов загрязняющих веществ:

Таблица 5.1.

Участок	Источники выделения ЗВ			Наименование ист. Выброса ВВ	К-во ист. под одним номером	Номер ист. выброса	Высота ист. выброса, м	Диаметр устья трубы, м	Параметры газо-воздушной смеси на выходе из ист.			Координаты по карте-схеме, м				Ширина площадного источника	Наименование газоочистных	Коэф. обеспеч. газоочисткой %	Загрязняющее вещество		Выбросы ЗВ			Валовый выброс по источнику,
	№ и наимен	К-во ист	К-во час						Скорость, м/с	Объем на 1	Температура	X 1	Y 1	X 2	Y 2				Код	Наименование	г/с	мг/м3 при н.у.	т/г	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	Барабаны цинкования	2	2250																0203	Хрома (VI) оксид	0,0000080	0,00232	0,000020	0,000020
		1			1														0303					0,209404

Уч-к																								

Источник выделений №1, 2 шт.: барабаны цинкования

Тип проводимой операции: Нанесение металлопокрытий

Технологическая операция:

Таблица 5.2.

Наименование технологической операции	Наименование материалов	Количество (г/л)	Т (Сº)
Цинкование деталей из стали, меди и ее сплавов	Состав 4: Цинк хлористый Калий хлористый Кислота борная Аммоний хлористый Блескообразователь Лимеда ОЦ-1 Блескообразователь Лимеда ОЦ-2	 60-120 150-200 15-30 120-200 20-30 2-3	15-30

Удельные выделения:

Таблица 5.3.

Название вещества	Величина удельного выделения Yзв, (мг/(с*м2))	
	Газовая фаза	Аэрозоль
Водорода хлорид	17,81	0,8
Аммиак	1,29	0

Источник выделений № 2: ванна хроматирования

Тип проводимой операции: Нанесение металлопокрытий

Технологическая операция:

Таблица 5.4.

Наименование технологической операции	Наименование материалов	Количество (г/л)	Т (Сº)
Пассирование деталей из коррозионностойких сталей, меди и ее сплавов, алюминия и его сплавов	Состав 6: Ангидрид хромовый Композиция Ликонда-71 Ацеттонитрил, мл/л	 2-7 2-4 1-10	16-20

Удельные выделения:

Таблица 5.5.

Название вещества	Величина удельного выделения $Y_{зв}$, (мг/(с*м2))	
	Газовая фаза	Аэрозоль
Хрома (VI) оксид	0	0,05

Таблица 5.6.

Наименование сырья, материалов, полупродук-тов, энергоресур-сов	Государственный или отраслевой стандарт, технические условия, регламент или методика на подготовку сырья, энергоресурсов	Показатели, обязательные для проверки	Регламентируемые показатели с допустимыми отклонениями
1	**2**	**3**	**4**
Вода		1. Давление, МПа 2. Температура, ^{0}С 3.Массовая концентрация взвесей, мг/дм^3, не более 4.Водородный показатель, pH 5.Активный хлор, мг/л, не более	0,4 ÷ 0,6 20 ÷ 26 50 6,5 ÷ 8,5 10
Электроэнергия	ГОСТ 13109-87	1.Напряжение: низковольтное, В высоковольтное, В 2.Частота, Гц	380 6000 50

3.4. Характеристика производимой продукции

Нормы образования отходов на производство [13]

Таблица 6.1.

№ п/п	**Вид отхода, размерность**	**Направление использования, метод очистки или уничтожения**	**Нормы образования отходов**
1	**2**	**3**	**4**

1.	Выбросы в атмосферу: Хлористый водород Аммиак Хрома (VI) оксид	Очистка абсорбцией	 9,74843 мг/м^3 7,48083 мг/м^3 0,00232 мг/м^3
2.	Сточные воды: химзагрязненные	На заводские очистные сооружения, затем в канализационную систему ЧМУППП «Водоканал»	80 м^3/сут
3.	Твердые отходы: гальваношлам	На обезвреживание	11 т/год

3.5. Химизм процесса по стадиям

Ванна электрохимического травления [14].

Травлением называется процесс удаления окалины, ржавчины и окислов с поверхности металлических деталей при помощи кислых или щелочных растворов. При травлении происходит также выявление структуры основного металла. Травление можно осуществлять химическим или электрохимическим способом.

Химическое травление черных металлов.

Поверхность черных металлов обычно покрыта слоем окалины или ржавчины. В состав окалины входят (в %): 85—95 FeO, 5—15 Fe_20_3 и 0,5—2 Fe_20_3; в составржавчины —84Fe_2O_3, 2 FeO и 14H_2O.

Для химического травления черных металлов обычно применяют растворы серной или соляной кислот.

При взаимодействии окисленного железа с разбавленными кислотами могут протекать следующие реакции.

1) При взаимодействии с соляной кислотой

$$FeO + 2HC1 = FeCl_2 + H_2O,$$

$$Fe_2O_3 + 6HC1 = 2FeCl_3 + 3H_2O,$$

$$Fe_a0_4 + 8HC1 == 2FeCl_3 + FeCl_2 + 4H_2O,$$

$$2FeCl_3 + H_2 = 2FeCl_2 + 2HC1.$$

2) При взаимодействии с серной кислотой

$$FeO + H_2SO_4 == FeSO_4 + H_2O,$$

$$Fe_20_3 + 3H_2S0_4 == Fe_2 (SO_4)_3 + 3H_2O,$$

$$Fe_3O_4 + 4H_2SO_4 == FeSO_4 + Fe_2 (S0_4)_3 + 4H_2O,$$

$$Fe_3 (S0_4)_3 + H_2 = 2FeSO_4 + H_2SO_4,$$

$$2Fe_2 (S0_4)_3 + 2Fe = 6FeS0_4,$$

$$Fe + H_2SO_4 == FeSO_4 + H_2SO_4.$$

При травлении могут наблюдаться два процесса: химическое растворение окислов и растворение железного подокисного слоя, которое приводит к отставанию и удалению окислов. Эти два процесса могут протекать одновременно; в зависимости от природы кислоты, ее концентрации и температуры меняется скорость, а следовательно, преобладание того или другого процесса.

Механизм удаления окалины в серной и соляной кислотах неодинаков. В соляной кислоте растворяются преимущественно окислы, а в серной кислоте — главным образом металлическое железо с выделением водорода, который механически разрыхляет и удаляет окалину.

Растворение стальной основы — нежелательное явление, так как приводит к излишнему расходованию кислоты, потере металла, выделению вредных испарений; при этом возможно наводороживание металла. Кроме того, поверхность металла может оказаться разъеденной и шероховатой. Для того чтобы предотвратить растравливание металла, к травильному раствору добавляют специальные присадки — так называемые ингибиторы травления, которые замедляют растворение металла и незначительно влияют на растворение окалины.

При концентрации кислот примерно от 20 до 25% наблюдается наибольшая скорость травления. Однако во избежание сильного разъедания металла концентрацию кислоты, превышающую 20%, применять не рекомендуется.

Продолжительность травления в растворах серной и соляной кислот значительно сокращается при повышении температуры растворов.

Скорость травления в растворе соляной кислоты в большей степени зависит от концентрации кислоты, а в растворе серной кислоты — от температуры. На этом основании при травлении стальных деталей в растворах серной кислоты температуру повышают до 40—70°, принимая во внимание, что при температуре 50—70°

'наблюдается наибольшая растворимость сернокислого железа. Выполнять травление в соляной кислоте при повышенных температурах (выше 40°) нецелесообразно, так как при этом выделяется значительное количество вредных паров, а также интенсивно растворяется металл.

На продолжительность травления большое влияние оказывает содержание солей железа в травильном растворе.

При исследовании процесса травления черных металлов Г. Бабликом установлено, что процесс травления в соляной кислоте происходит таким образом, что в разбавляемых растворах часть окалины удаляется в результате растворения основного металла, а в более концентрированных растворах металл почти не растворяется; растворяется главным образом слой окислов, из которых состоит окалина. Травящее действие серной кислоты сводится главным образом к растворению основного металла и механическому удалению окалины.

Практически скорость травления в серной кислоте не намного превышает скорость процесса в соляной кислоте, так как травление в серной кислоте ведут при более высоких температурах.

Приведем сравнительную характеристику преимуществ травления в соляной и серной кислотах.

Преимущества соляной кислоты: 1) возможность выполнять работы при комнатной температуре; 2) меньше разъедается поверхность деталей; 3) возможность получать более светлую поверхность деталей; 4) малое поглощение водорода; 5) травильные соли легко смываются с поверхности.

Преимущества серной кислоты: 1) невысокая стоимость; 2) полнее используется травильный раствор.

Большинство нелегированных углеродистых сталей подвергают химическому травлению, причем обычно используют растворы серной кислоты или смеси серной и соляной кислот.

При травлении железа, покрытого сравнительно толстым слоем окалины, целесообразно пользоваться смесью серной и соляной кислот или серной кислотой с добавкой хлористого натрия. Для травления листов трансформаторной стали применяют растворы, содержащие от 200 до 40 г/л серной кислоты и 3—5 г/л хлористого натрия, потери металла при этом уменьшаются в 10—15 раз.

В некоторых случаях детали, изготовленные из черных металлов, травят плавиковой, фосфорной и азотной кислотами.

Фосфорная кислота служит главным образом для подготовки деталей к нанесению лакокрасочных покрытий. Фосфорную кислоту, используют, во-первых, в случаях, когда детали покрыты толстым слоем ржавчины, причем абсолютно недопустимо растравливать их основную поверхность и, во-вторых, когда после травления требуется повысить коррозионную стойкость деталей. При травлении в фосфорной кислоте на поверхности образуется тонкая фосфатная пленка, пассивирующая сталь.

Травление цветных металлов.

Травление цветных металлов может производиться как для окончательной отделки поверхности деталей с последующим пассивированием или лакированием, так и для подготовки поверхности к нанесению гальванических покрытий.

Травление меди в азотной кислоте протекает по следующим реакциям:

в разбавленной

$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO,$

в концентрированной

$Cu + 4HN0_3 = Cu\ (NO_3)_2 + 2H_20 + 2H_2.$

Травление меди и ее сплавов осуществляется в смеси азотной кислоты с серной или соляной. Если на поверхности медных, латунных или бронзовых деталей имеется плотный слой черной окалины, то перед травлением «отбеливают» детали, погружая их в 10—20-процентный раствор серной кислоты до тех пор, пока окислы не окрасятся в желтый цвет или не растворятся. Для ускорения процесса отбеливания раствор можно подогреть до 60°.

При составлении травильных растворов нужно вначале налить в ванну азотную кислоту, а затем постепенно прибавлять к ней серную. Сажу предварительно разводят в небольшом количестве азотной кислоты.

Процесс травления латуни подробно изучался Грэхемом, который установил, что с повышением концентрации азотной кислоты растворимость меди увеличивается, растворимость же цинка остается

Травление медных сплавов должно производиться в вытяжных шкафах или специальных агрегатах, так как при этой операции выделяется большое количество вредных паров окислов азота и кислот.

Детали перед травлением должны быть обезжирены и высушены во избежание разбавления травильных растворов. После предварительного травления детали рекомендуется погрузить в горячую воду, тщательно промыть, высушить на воздухе и погрузить в раствор для глянцевого травления, после чего следует тщательно промыть п проточной воде.

Растворами для глянцевого травления пользуются до накопления в них 200—250 г/л солей.

Травление цинка и кадмия осуществляется в растворах серной или соляной кислот (50—200 г/л) при комнатной температуре. Свинец травят в растворе азотной кислоты (50—100 г/л), олово — в растворе соляной кислоты (50—100 г/л).

Детали из алюминиевых сплавов травят в 10—20-процентном растворе едкого натра с добавкой 20—30 г/л хлористого натрия при 50—80°, продолжительность травления 1—2 мин. После травления и промывки детали осветляют погружением в концентрированную азотную кислоту. Для осветления деталей из кремнийсодержащих алюминиевых сплавов (силумина) пользуются смесью азотной и плавиковой кислот. Для травления магниевых сплавов используется раствор состава:

Азотная кислота $HN0_3$ - 90—100 г/л

Двухромовокислый калий K_2Cr_20, - 4—6 г/л

Серная кислота H_2SO_4 - 3—5 г/л

Режим работы: температура 18—25°, продолжительность 10—20 сек.

Серный налет, образующийся на деталях после травления, удаляют погружением на 5—10 мин в 5-процентный раствор плавиковой кислоты при 15—30°.

Ванна электрохимического обезжиривания.

Пары щелочи образуются в результате электрохимического обезжиривания проходящего в ванной следующего состава: тринатрий фосфат 30-70 г/л, сода кальцинированная 20-25 г/л, натр едкий 5-15г/л, стекло натриевое жидкое 10-20 г/л.

Электрохимическое обезжиривание в щелочных растворах производится при помощи постоянного, а иногда и переменного тока. При постоянном токе обезжиривание осуществляется и на катоде и на аноде. В процессе электролиза на

поверхности деталей наблюдается интенсивное выделение пузырьков газа, облегчающих отрыв капелек масла от поверхности деталей, чем значительно ускоряется обезжиривание.

При электрохимическом обезжиривании с увеличением поляризации уменьшается прочность сцепления масла с поверхностью электрода. Параллельно с усилением поляризации увеличивается степень смачиваемости металла с водой. По представлению Б.Н.Кабанова, мелкие пузырьки газа под воздействием силы поверхностного натяжения, отделяясь от электрода около капли масла, задерживаются ею. По мере увеличения размеров пузырька за счет присоединения соседних мелких пузырьков капля масла будет вытягиваться и в какой-то момент оторвется от поверхности металла.

Скорость обезжиривания деталей на аноде меньше, чем на катоде. Это объясняется тем, что в при анодном пространстве не происходит защелачивания электролита, вследствие чего процесс омыления растительных и животных жиров у анода происходит медленнее. Кроме того, количество выделяющегося при электролизе кислорода меньше, чем количество водорода, а пузырьки кислорода больше пузырьков водорода и меньше задерживают на поверхности капелек масла, а поэтому и удаление масла с поверхности происходит менее интенсивно. Однако процесс катодного обезжиривания сопровождается наводороживанием стальных деталей, вследствие чего при продолжительном обезжиривании на катоде закаленные или тонкостенные стальные детали, пружины и т.п. могут становиться хрупкими, поэтому катодное обезжиривание подобных деталей не допускается.

Чаще всего применяется комбинированное обезжиривание: сначала на катоде (5-8 мин.), затем на аноде (1-2 мин.). В качестве вторых электродов рекомендуются стальные никелированные (толщина слоя никеля 15-20 мкм) или никелевые пластины.

Скорость электрохимического обезжиривания значительно выше химического. Качество обезжиривания также лучше. При электрохимическом обезжиривании пользуются в основном теми же химикатами, что и при химическом, только в меньшей концентрации.

Недостаток электрохимического обезжиривания – низкое рассеивающая способность применяемых растворов, вследствие чего очистка сложно

профилированных деталей затруднительнее. Электрохимическое обезжиривание деталей из меди, цинка, алюминия и их сплавов осуществляется только на катоде.

Состав электролитов и режим работы при электрохимическом обезжиривании некоторых металлов указаны в таблице 12.Электролит № 1 предназначен для деталей, сильно загрязненных жирами.

Корректировку обезжиривающих растворов выполняют периодически согласно данным анализа. При накоплении большого количества загрязнений раствор заменяют свежеприготовленным. Одновременно следует очистить ванну.

Режим работы: температура 70-80ºС, плотность тока 5-10 а/дм², продолжительность обезжиривания 0.5 – 2 мин. На ванну подается ток промышленной частоты трансформированный до 6-12 В.

Проходя через слой воды аммиак растворяется (реакции см. ниже), а очищенный газ выбрасывается в атмосферу. Хорошая растворимость аммиака в воде определяется его способностью образовывать устойчивые гидраты вследствие донорно-акцепторной связи с водой. В водном растворе аммиака существует равновесие:

$NH_3 + 2H_2O = NH_3 * H_2O + NH_4 + OH$

При этом большая часть аммиака связана в гидрат $NH_3 * H_2O$.

Аммиак растворяется в воде:

$NH_3 + H_2O_ж = NH_3 * H_2O_р + 35{,}2$ кДж/моль

$NH_3 * H_2O = NH_{3р} + H_2O_ж$

3.6.Описание технологического процесса и схемы

Решение проблемы очистки воздуха от хлористого водорода и аммиака мы нашли в промывке отходящих газов водой в абсорбере, где хлористый водород, аммиак и другие хорошо растворимые в воде газы, а также пылевидные частицы поглощаются распылённой водой, подаваемой в противоток загрязнённому воздуху, которая удаляется из установок.

Поток отходящих газов, содержащих хлористый водород, аммиак по трубопроводу насосом подаётся в нижнюю часть колонны. Далее он движется вверх по колонне проходя через насадку из колец Рашига.

Навстречу отходящему газу движется поток воды, которая насосами подаётся в верхнюю часть колонны. Вода применяется оборотная прямая. Она несколько раз возвращается на абсорбцию до более полного насыщения.

3.7. Материальный баланс

При очистке насадочным абсорбером:

Приход					Расход				
Поток	Масса		% мас.	Плотность, кг/м^3	Поток	Масса		% мас	Плотность, кг/м^3
	м^3/ч	кг/ч				м^3/ч	кг/ч		
1.Газовые выбросы:	7200			1,14	1.Сточная вода	25			1,16
1.1. HCl		0,07	0,09		1.1. Cl^-		0,06	0,74	
1.2. NH_3		0,047	0,06		1.2. NH_4^+		0,046	0,58	
1.3. CrO_3		0,000014	0,7		1.3. Cr^{6+}		0,003	0,22	
					1.4. Вода		10799	98,5	
2. Вода	25	10800	99,2	1,16	2.Газовые выбросы	7200			1,14
					2.1. HCl		0,007	0,4	
					2.2. NH_3		0,00561	0,08	
					2.3. CrO_3		0,000001	0,002	
ИТОГО		10800,117					10800,117		

Первоначальная концентрация хлористого водорода составляет 9,75 мг/м³. Необходимо рассчитать количество газа проходящего за единицу времени в газоходе по формуле:

$$V=3600*\omega_{ср}F \quad (9.1.)$$

Где, V-объемный расход газа, м³/ч, $\omega_{ср}$-скорость газа в центре газохода, м/с, F – площадь сечения газохода, м².

В нашем случае $\omega_{ср}$ = 5,0 м/с, F=670*600=0,4 м², подставив наши значения формулу 9.1 получим: V=3600*5,0*0,4 = 7200 м³/ч

Затем необходимо узнать, сколько проходит миллиграмм вредного вещества за один час, для этого умножаем производительность на концентрацию после очистки, получим 7200 м³/ч*9,75 мг/м³=70 200 мг/час. Переведем это значение в килограммы и получим выброс равный 0,07 кг/час.

Для аммиака: 7200 м³/ч*7,48 мг/м³=46656 мг/час, то есть 0,047 кг/час.

Для оксида хрома (VI): 7200 м³/ч*0,002 мг/м³=14,4 мг/час, то есть 0,000014 кг/час.

Концентрация хлористого водорода до очистки составляет 9,74 мг/м³. Найдем концентрацию после очистки 9,74*90/100=8,76 мг/м³ улавливается насадочным абсорбером. Концентрация на выходе составит 9,74-8,76=**0,98** мг/м³. Найдем значение кг/час: 7200 м³/час*0,98 мг/м³=7000 мг/час = 0,007 кг/час.

Для аммиака: 7,48*90/100=6,7 мг/м³ улавливается насадочным абсорбером. Концентрация на выходе составит 7,48-6,7=0,78 мг/м³. Найдем значение кг/час: 7200 м³/час*0,78 мг/м³=5616 мг/час = 0,005616 кг/час.

Для оксида хрома (VI): 0,002*90/100=0,0018 мг/м³ улавливается насадочным абсорбером. Концентрация на выходе составит 0,002-0,0018=**0,0002** мг/м³. Найдем значение кг/час: 7200 м³/час*0,0002 мг/м³= 11 мг/час = 0,0000011 кг/час.

ГЛАВА 4. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

4.1. Технологический расчёт аппаратов

4.2. Материальный баланс [15].

Количество аммиака переходящего из газовой смеси в поглотитель – воду, определяем из уравнения материального баланса.

Начальные относительные массовые составы газовой и жидкой фаз определяются по формулам:

$$\bar{X}_н = \frac{\bar{x}}{100 - \bar{x}}$$

где $\bar{x}$ – начальная массовая концентрация аммиака в воде, %

$$\bar{X}_н = \frac{0}{100 - 0} = 0\ {}^{кг}/_{кг\ воды}$$

$$\bar{Y}_н = \frac{M_{NH_3}}{M_{возд.}} \times \frac{y_н}{100 - y_н},$$

где $M_{NH_3}, M_{возд}$ – мольные массы аммиака и воздуха, ${}^{кг}/_{кмоль}$,

$y_н$ - начальная, объёмная концентрация аммиака в газовой фазе, %.

$$\bar{Y}_н = \frac{17}{29} \times \frac{2{,}8}{100 - 2{,}8} = 0{,}03\ {}^{кг}/_{кг\ возд..}$$

Концентрация аммиака в газовой смеси на выходе из абсорбера:

$\bar{Y}_k = \bar{Y}_н \times (1 - E)$, где Е – степень извлечения.

$$\bar{Y}_K = 0{,}03 \times (1 - 0{,}09) = 0{,}0003\ {}^{кг}/_{кг\ возд.}$$

Конечную рабочую концентрацию аммиака в воде определяем по формуле:

$\bar{X}_к = \bar{X}^*_к \times \eta$, где η - степень насыщения аммиака водой.

Для определения равновесной концентрации аммиака и построении линии равновесия выполняем расчёт в такой последовательности. Задаёмся рядом значений $\bar{X}$ - конечных концентраций аммиака в жидкости, вытекающей из абсорбера, рассчитываем температуру жидкости t_2 и соответствующие величины ψ по формулам:

$$t_2 = t_1 + \frac{\Phi}{C}(\bar{X} - \bar{X}_н),$$

где Ф – дифференциальная теплота растворения, $\frac{Дж}{кг}$;

С – удельная теплоёмкость воды, $\frac{Дж}{кг \cdot К}$;

t_2 – начальная температура воды, поступающей в абсорбер, ^0C.

Коэффициент Генри определяем по формуле:

$\psi = 10^{9{,}343 - \frac{1922}{T}}$, где T = (273+$t_2$), K.

Далее пересчитываем относительные массовые концентрации X в мольные доли x по формуле:

$$x = \frac{M_{H_2O} \cdot \bar{X}}{M_{H_2O} \cdot \bar{X} + M_{NH_3}}$$

и по уравнению $p^* = \psi x$ находим равновесное парциальное давление и определяем концентрацию аммиака в газовой фазе Y^* по формуле:

$$Y^* = \frac{M_{NH_3}}{M_{возд.}} \cdot \frac{p^*}{760 - p^*}$$

Результаты сводим в таблицу.

Таблица 10.1

$\bar{X}, кг/кг$	0	0,005	0,01	0,015	0,02	0,025
$\bar{x} = \frac{\bar{X}}{1 + \bar{X}}$	0	0,0049	0,0099	0,0148	0,0196	0,0244
$x = \frac{18 \cdot \bar{X}}{18 \cdot \bar{X} + 17}$	0	0,0052	0,0104	0,015	0,0203	0,0252
$t_2 = 20 + \frac{4190}{2070 \cdot 10^3}(\bar{X} - 0), ^0C$	20	22,47	24,94	27,41	29,88	32,35
$\psi = 10^{9,343 - \frac{1922}{T}}$, $мм.рт.ст.$	607	689	780	881	994	1118
$p^* = \psi \cdot x$, $мм.рт.ст.$	0	3,58	8,1	13,2	20,17	28,18
$Y^* = \frac{17}{29} \cdot \frac{p^*}{760 - p^*}, кг/кг$	0	0,003	0,006	0,010	0,016	0,023

При парциальном давлении аммиака в поступающем газе $p_н = 1{,}013 \cdot 10^5 \times 0{,}028 = 0{,}0284 \cdot 10^5 Па$ равновесная концентрация аммиака в жидкости, вытекающей из абсорбера, составит

$\bar{X}_к^* = 0{,}013 \frac{кг}{кг}$.

При степени насыщения воды аммиаком $\eta = 0{,}85$ конечная концентрация аммиака будет равна:

$$\bar{X}_к^* = 0{,}013 \times 0{,}85 = 0{,}011 \frac{кг}{кг\ воды}$$

Количество аммиака:

$$G_{NH_3} = V_Г \cdot y_н \cdot \cdot \rho,$$

где $V_{газа} = 1{,}87 \, м^3/с$ - объём газовой смеси

$y_н$ – объёмная концентрация аммиака в очищаемом газе,

ρ - плотность аммиака при 20^0С, $\rho = 0{,}717 \frac{кг}{м^3}$,

$$G_{NH_3} = 1{,}87 \cdot 0{,}028 \cdot 0{,}717 = 0{,}037 \frac{кг}{с}$$

Количество воздуха поступающего в колонну

$$G = V_{газа} \cdot \rho_{возд.} \cdot y_{возд.}$$

где $\rho_{возд}$ - плотность воздуха – $1{,}2 \frac{кг}{м^3}$

$$y_{возд.} = (1 - y_н) = (1 - 0{,}028) = 0{,}972$$

$$G = 1{,}87 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}972 = 2{,}17 \frac{кг}{с}$$

Плотность газа при 200С, поступающего на абсорбцию:

$$\rho_Г = \frac{G_{NH_3} + G_{возд}}{V_Г} = \frac{0{,}037 + 2{,}17}{1{,}87} = 1{,}18 \frac{кг}{м^3}$$

Количество поглощённого аммиака:

$$G'_{NH_3} = G_{NH_3} \cdot E = 0{,}037 \cdot 0{,}99 = 0{,}037 \frac{кг}{с}$$

Расход воды в абсорбере определим по формуле:

$$L = \frac{G'_{NH_3}}{\bar{X}_k - \bar{X}_H} = \frac{0{,}037}{0{,}011 - 0} = 3{,}364 \frac{кг}{с} \text{ или } 0{,}003364 \frac{м^3}{с}$$

4.3. Тепловой баланс [15]

Количество теплоты Q, выделяющейся при абсорбции, равно:

$$Q = M\Phi = \Phi L(\bar{X}_2 - \bar{X}_1),$$

где Φ - дифференциальная теплота растворения.

$$Q = 3{,}364 \cdot 2070 \cdot 10^3 (0{,}011 - 0) = 76{,}8 \cdot 10^3$$

Абсорбция ведётся без отвода теплоты, можно считать, что вся выделяемая теплота идёт на нагревание жидкости:

$$Q = Lc(t_2 - t_1),$$

где c - удельная теплоёмкость жидкости, $\frac{Дж}{кг \cdot K}$;

t_1, t_2 - температуры жидкости на входе в абсорбер и на выходе из него, ^0C.

Приравнивая правые части уравнений получим уравнение теплового баланса абсорбера, работающего без отвода теплоты:

$$\Phi(\overline{X}_2 - \overline{X}_1) = c(t_2 - t_1).$$

Из этого уравнения находим t жидкости на выходе из абсорбера:

$$t_2 = \frac{\Phi}{c} \cdot (\overline{X}_2 - \overline{X}_1) + t_1 = \frac{2070 \cdot 10^3}{4190} \cdot (0{,}011 - 0) + 20 = 25{,}43^0C$$

$$Q = 3{,}364 \cdot 4190 \cdot (25{,}43 - 20) = 76{,}8 \cdot 10^3$$

$$Q = Q$$

4.5. Определение скорости газа и диаметра абсорбера [15]

Принимаем в качестве насадки керамические кольца Рашига размером 100*100*10 мм со следующей характеристикой: удельная поверхность 60 $\frac{м^2}{м^3}$, свободный объём 0,72$\frac{м^3}{м^3}$, эквивалентный диаметр 0,048м, масса 1м^3 670кг.

Для этой насадки скорость газа при захлёбывании будет равна:

$$\lg\left[\frac{w_3^2 \cdot a \cdot \rho_Г}{g \cdot V_c^3 \cdot \rho_ж} \cdot \left(\frac{\mu_ж}{\mu}\right)^{0{,}16}\right] = A - 1{,}75\left(\frac{L}{G}\right)^{0{,}25} \cdot \left(\frac{\rho_ж}{\rho_Г}\right)^{0{,}125}$$

где a - удельная поверхность насадки, $\frac{м^2}{м^3}$;

$\rho_Г$ - плотность газа, поступающего на абсорбцию, $\frac{кг}{м^3}$;

V_c - свободный объём, $\frac{м^3}{м^3}$;

ρ - плотность воды, $\frac{кг}{м^3}$;

$\mu_ж$ - вязкость жидкости при температуре процесса, $Па \cdot с$;

$\mu = 1 \cdot 10^{-3}$ $Па \cdot с$ - вязкость воды при 20^0C;

$A = 0{,}022$ - коэффициент для насадки из колец.

$$\lg\left[\frac{w_3^2 \cdot 60 \cdot 1{,}18}{9{,}81 \cdot 0{,}72^3 \cdot 1000} \cdot \left(\frac{1000}{1000}\right)^{0{,}16}\right] = 0{,}022 - 1{,}75\left[\frac{3{,}364}{2{,}207}\right]^{0{,}25} \cdot \left[\frac{1{,}18}{1000}\right]^{0{,}125}$$

$$\lg 0{,}0193 w_3^2 = -0{,}815$$

$$0{,}0193 w_3^2 = 0{,}1531$$

$$w_3 = 2{,}82 \frac{м}{с}$$

Рабочая скорость газа w_p - несколько меньше скорости газа при захлёбывании и равна:

$$w_p = (0{,}75 - 0{,}9) w_3$$

$$w_p = 2{,}82 \cdot 0{,}8 = 2{,}26 \frac{м}{с}$$

Определяем диаметр колонны по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_Г}{\pi \cdot w_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1{,}87}{3{,}14 \cdot 2{,}25}} = 1{,}0 м$$

Выбираем стандартный диаметр D = 1,0м.

Находим плотность орошения:

$$U = \frac{L}{0{,}785 \cdot D_K^2 \cdot \rho_{ж}} \geq U_{ОПТ} = bf,$$

$$где\ b - коэффициент \left(при\ абсорбции\ аммиака\ водой\ b = 4{,}38 \cdot 10^{-5} \frac{м^3}{м^2 \cdot с} \right)$$

$$U = \frac{3{,}364 \cdot 3600}{0{,}785 \cdot 1000 \cdot 1{,}0^2} = 15{,}43 \frac{м^3}{м^2 \cdot ч}$$

Оптимальная плотность орошения:

$$U_{ОПТ} = 0{,}158 \cdot 60 = 9{,}48 \frac{м^3}{м^2 \cdot ч}$$

Найдём отношение: $\frac{U}{U_{ОПТ}} = \frac{15{,}43}{9{,}48} = 1{,},63 \frac{м^3}{м^2 \cdot ч} > 1$, следовательно коэффициент смачиваемости $\Psi = 1$.

Определим

$$Q = Fw$$

$$F = 0{,}785 d^2 = 0{,}785 \cdot 1^2 = 0{,}785$$

$$Q = 0{,}785 \cdot 1{,}2 = 0{,}942 \frac{м^3}{с} - для\ воды,$$

$$Q = 0{,}785 \cdot 5 = 3{,}925 \frac{м^3}{с} - для\ газа.$$

4.6. Определение высоты насадочной колонны [15]

Движущая сила внизу абсорбера на входе газа:

$$\Delta\bar{Y}_{BX} = \bar{Y}_H - \bar{Y}^*_{\bar{X}_K} = 0{,}03 - 0{,}007 = 0{,}023 \frac{кг}{кг\ возд.},$$

вверху абсорбера на выходе газа

$$\Delta\bar{Y}_{ВЫХ} = \bar{Y}_K - \bar{Y}^*_{\bar{X}_H} = 0{,}0003 - 0 = 0{,}0003 \frac{кг}{кг\ возд.};$$

где $\bar{Y}^*_{\bar{X}_K}, \bar{Y}^*_{\bar{X}_H}$ *- концентрация аммиака в газе, равновесном с жидкостью соответственно на выходе и входе в абсорбер*

$\bar{Y}_H, \bar{Y}_K$ *- концентрация аммиака в газе на входе и выходе из абсорбера*;

Так как отношение $\frac{\Delta\bar{Y}_{BX}}{\Delta\bar{Y}_{ВЫХ}} = \frac{0{,}023}{0{,}0003} = 76{,}6 > 2$, среднюю движущую силу определяем по формуле: $\Delta\bar{Y}_{CP} = \frac{\Delta Y_{BX} + \Delta Y_{ВЫХ}}{2{,}3\lg\left(\frac{\Delta Y_{BX}}{\Delta Y_{ВЫХ}}\right)}$;

$$\Delta\bar{Y}_{CP} = \frac{0{,}023 - 0{,}0003}{2{,}3\lg\frac{0{,}023}{0{,}0003}} = 0{,}0052 \frac{кг}{кг\ возд.}$$

Коэффициент массопередачи определяем по формуле:

$$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}$$

Для определения коэффициентов массопередачи необходимо рассчитать ряд величин.

Мольная масса газовой фазы:

$$M_Г = M_{NH_3} \cdot y_{NH_3 н} + M_{возд} \cdot y_{возд} = 17 \cdot 0{,}028 + 29 \cdot 0{,}972 = 28{,}664 \frac{кг}{кмоль}$$

где 17, 29 – мольные массы соответственно аммиака и воздуха, $\frac{кг}{кмоль}$.

Вязкость газовой фазы:

$$\frac{28{,}664}{\mu_г} = \frac{0{,}028 \cdot 17}{0{,}104 \cdot 10^{-3}} + \frac{0{,}972 \cdot 29}{0{,}018 \cdot 10^{-3}}$$

$$\mu_г = 0{,}018 \cdot 10^{-3} Па \cdot с$$

здесь $0{,}104 \cdot 10^{-3}, 0{,}018 \cdot 10^{-3}$ - динамический коэффициент вязкости соответственно аммиака и воздуха при температуре 20^0С, $Па \cdot с$.

Коэффициент диффузии аммиака в воздухе при температуре 20^0С определяем по уравнению

$$D = D_0 \frac{P_0}{P}\left(\frac{T}{T_0}\right),$$

где $D_0 = 0{,}198 \cdot 10^{-4}$ $м/с$ - *коэффициент диффузии аммиака в воздухе при* 0^0*С и* 0,1*МПа.*

$$D = 0{,}198 \cdot 10^{-4} \frac{0{,}1}{0{,}1}\left(\frac{273+20}{273}\right)^{\frac{3}{2}} = 0{,}22 \cdot 10^{-4} \frac{м^2}{с}$$

Определим критерий Рейнольдса

$$\mathrm{Re}_г = \frac{4 \cdot w_{опт} \cdot \rho_г}{\mu_г \cdot f} = \frac{4 \cdot 2{,}26 \cdot 1{,}18}{0{,}018 \cdot 10^{-3} \cdot 60} = 9877,$$

то есть режим движения газа при $Re_г$=9877>1600 – турбулентный.

Определим критерий Прандтля:

$$\mathrm{Pr}_Г = \frac{\mu_г}{\rho_г \cdot D_г} = \frac{0{,}018 \cdot 10^{-3}}{1{,}18 \cdot 0{,}22 \cdot 10^{-4}} = 0{,}69$$

Коэффициент массоотдачи в газовой фазе для регулярных насадок определяем по формуле:

$$\beta_y = C \frac{D_y}{dэ} \mathrm{Re}_y^m \cdot (\mathrm{Pr}'_y)^{0{,}33},$$

где C, m - *коэффициенты,* $C = 0{,}167\left(\frac{l}{dэ}\right)^{-0{,}47}$, $m = 0{,}74$ *при* $\mathrm{Re} = 1000 \div 10000$ *и* $\frac{l}{d_э} = 2 \div 16$;

здесь l - *высота насадочного тела*; $dэ$ *эквивалентный диаметр насадки*, *м.*

$$\beta_y = 0{,}167\left(\frac{0{,}1}{0{,}048}\right)^{-0{,}47} \cdot 9877^{0{,}74} \cdot 0{,}69^{0{,}33} \cdot \frac{0{,}22 \cdot 10^{-4}}{0{,}048} = 0{,}043 \, м/с$$

Выразим $\beta_{Ã}$ в выбранной для расчёта размерности

$$\beta_г = 0{,}043 \cdot \rho_г = 0{,}043 \cdot 1{,}18 = 0{,}051 \frac{кг}{м^2 \cdot с}$$

Для определения коэффициента массоотдачи в жидкой фазе рассчитываем следующие величины:

1. приведённая толщина стекающей плёнки жидкости $\delta_{ïð}$

$$\delta_{пр} = \left[\frac{\mu_{ж}^2}{g \cdot \rho_{ж}^2}\right]^{0{,}33} = \left[\frac{\left(1 \cdot 10^{-3}\right)^2}{1000^2 \cdot 9{,}81}\right]^{0{,}33} = 0{,}47 \cdot 10^{-4} \, м$$

2.модифицированный критерий Рейнольдса для стекающей по насадке плёнки жидкости

$$\mathrm{Re}_{ж} = \frac{4W_{ж}}{f\mu_{ж}} = \frac{4 \cdot 0.0043 \cdot 1000}{60 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 286$$

где $W_ж$ – массовая скорость, которая определяется по формуле

$$W_Ж = \frac{4L}{3{,}14 \cdot D^2}$$

3.диффузионный критерий Прандтля для жидкости

$$\mathrm{Pr}'_{ж} = \frac{\mu_{ж}}{\rho_{ж} \cdot D_{ж}},$$

здесь $D_Ж$ - *коэффициент диффузии аммиака в воде.* $D_Ж = 0{,}00183 \cdot 10^{-6}\ м^2/c$

$$\mathrm{Pr}'_{ж} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{1000 \cdot 0{,}00183 \cdot 10^{-6}} = 546;$$

Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе $\beta_Æ$ находим из уравнения:

$$\beta_Ж = A\frac{D_X}{\delta_{ПР}}\mathrm{Re}_X^m(\mathrm{Pr}'_X)^n,$$

здесь D_X - *коэффициент диффузии компонента в жидкой фазе,* $м^2/c$;

$\delta_{пр} = \left[\mu_x^2 / \left(\rho_x^2 \cdot g\right)\right]^{0.33}$ - *приведённая толщина стекающей плёнки жидкости, м;*

Re_X - *модифицированный критерий Рейнольдса для стекающей по насадке плёнки жидкости;*

A, m, n - коэффициенты

$$\beta_Ж = 0{,}0021 \cdot \frac{0{,}00183 \cdot 10^{-6}}{0{,}47 \cdot 10^{-4}} \cdot 286^{0{,}77} \cdot 546^{0{,}5} = 1{,}48 \cdot 10^{-4}\ \frac{м}{c}$$

Выразим $\beta_Æ$ в выбранной для расчёта размерности:

$$\beta_Ж = 1{,}48 \cdot 10^{-4} \cdot \rho_{ж} = 1{,}48 \cdot 10^{-4} \cdot 1000 = 0{,}148\ \frac{кг}{м^2 \cdot c}$$

Находим коэффициент массопередачи в абсорбере:

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_г} + \frac{m}{\beta_{ж}}} = \frac{1}{\frac{1}{0{,}051} + \frac{0{,}64}{0{,}148}} = 0{,}042\ \frac{кг}{м^2 \cdot c}$$

где $m = \frac{\overline{Y}^*_{X_K}}{\overline{X}_K} = \frac{0{,}007}{0{,}011} = 0{,}64$

Площадь поверхности массопередачи в абсорбере находим по уравнению:

$$F = \frac{M}{K \cdot \Delta_{CP}} = \frac{0{,}037}{0{,}042 \cdot 0{,}0052} = 177 м^2,$$

где М- расход компонента, переходящего из одной фазы в другую.

Высоту насадки, требуемую для создания этой площади поверхности, рассчитываем по формуле:

$$H = \frac{F}{S \cdot f \cdot \Psi} = \frac{177}{60 \cdot 2{,}05 \cdot 1} = 1{,}5 м$$

$$где\ S = \frac{L}{W_Ж}$$

Кроме того, высоту насадки можно определить по уравнению:

$$H_n = n_y \cdot h_y = \frac{G}{K \cdot S \cdot f} \cdot \frac{Y_1 - Y_2}{\Delta_{CP}}$$

где отношение $\frac{Y_1 - Y_2}{\Delta_{ср}}$ *- представляет собой изменение концентраций на единицу силы и называется числом единиц переноса.*

Число единиц переноса находим графическим методом, вписывая ступеньки.

Высота единиц переноса определяется по формуле:

$$h_Э = h_y + \frac{m}{l} \cdot h_x$$

Для определения высоты единиц переноса определим:

1. высоту единицы переноса для газовой фазы:

$$h_y = \frac{a \cdot V_C}{f \cdot \Psi} \cdot \mathrm{Re}_y^{0,25} (\mathrm{Pr}_y')^{2/3},$$

где $a = 8{,}13$ *- коэффициент зависящий от вида насадки,*

$\Psi = 1$ *- коэффициент смачиваемости насадки ,*

$$h_y = \frac{8{,}13 \cdot 0{,}72}{60 \cdot 1} \cdot 9877^{0,25} \cdot 0{,}69^{2/3} = 0{,}759 м;$$

2. высоту единиц переноса для жидкой фазы:

$$h_2 = 119 \cdot \delta_{пр} \mathrm{Re}_X^{0,25} (\mathrm{Pr}_X')^{0,5}$$

$$h_2 = 119 \cdot 0{,}47 \cdot 10^{-4} \cdot 286^{0,25} \cdot 546^{0,5} = 0{,}537 м;$$

3. удельный расход поглотителя:

$$l = \frac{L}{G} = \frac{3{,}364}{2{,}17} = 1{,}55 \frac{кг}{кг};$$

4. средний наклон линии равновесия определяем как наклон хорды, проведенной через точки М и N, ограничивающие рабочий участок линии равновесия:

$$k = \frac{\bar{Y}_1^* - \bar{Y}_2^*}{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \frac{0{,}007 - 0}{0{,}011 - 0} = 0{,}63,$$

Высота единицы переноса: $h = 0{,}759 + \frac{0{,}63}{1{,}55} \cdot 0{,}537 = 0{,}96 м$

Высота насадки: $H_н = 1{,}5 \cdot 0{,}96 = 1{,}44 м$

Принимаем высоту насадки $H = 1{,}5 м$, как большую величину, полученную двумя способами.

Высоту колонны определяем по формуле:

$$H = H_H + h_1 + h_2 + h_3,$$

где H_H - *высота насадочной части колонны, м*;

h_1 - *высота сепарационной части колонны (над насадкой), м*;

h_2 - *высота нижней части колонны, м*;

h_3 - *высота между слоями насадки, м.*

Принимаем расстояние от слоя насадки до крышки абсорбера h_1 = 1м, расстояние от насадки до днища абсорбера h_2 = 2,5м.

$$H = 1{,}5 + 1 + 2{,}2 = 4{,}7 м$$

4.7. Расчёт гидравлического сопротивления насадки [15]

Критерий Рейнольдса для газа $Re_Г$=9877. Так как $Re_Г$>40, коэффициент сопротивления сухой насадки определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{16}{Re_Г^{0,2}} = \frac{16}{9877^{0,2}} = 2{,}54.$$

Сопротивление сухой насадки:

$$\Delta P_{СУХ} = \lambda \frac{H}{d_Э} \cdot \frac{w_Г \cdot \rho_Г}{2} = 2{,}54 \frac{1{,}5 \cdot 60}{0{,}72} \cdot \frac{2{,}26^2 \cdot 1{,}18}{2} = 957 Па$$

При плотности орошения $U = \frac{15{,}42}{3600} = 0{,}0043 \frac{м^3}{м^2 \cdot с}$ гидравлическое сопротивление орошаемой насадки $\Delta P_{ОР}$ равно:

$$\Delta P_{ОР} = \Delta P_{СУХ} \cdot 10^{bU} = 957 \cdot 10^{0{,}0043 \cdot 169} = 5100 Па.$$

Давление, развиваемое газодувкой:

$$P_{ИЗБ} = 5100 \cdot 1{,}05 = 5356 Па,$$

где 1,05-коэффициент, учитывающий потери давления, при входе газ потока в колонну и в насадку, при выходе газового потока из насадки и колонны, в проводящих газопроводах.

В насадочной колонне устанавливаются тарелки ТСН-3-1000-12Х18Н10Т ОСТ 26-705-79, предназначенные для питания колонного аппарата, и ТСН-2-1000-12Х18Н10Т ОСТ 26-705-79, предназначенные для перераспределения жидкости по высоте колонного аппарата, при наличии нескольких слоёв насадки.

Технические характеристики:

1. тарелка ТСН-3-1000-12Х18Н10Т: свободное сечение тарелки 0,785м^2, рабочее сечение тарелки 0,264м^2, сечение слива 0,0391м^2, максимально допустимая нагрузка по жидкости 175 $\frac{м^3}{м^2 \cdot ч}$, число отверстий слива жидкости 12.

2. тарелка ТСН-2-1000-12Х18Н10Т: свободное сечение тарелки 0,785м^2, рабочее сечение тарелки 0,264м^2, сечение слива 0,0471м^2, максимально допустимая нагрузка по жидкости 190 $\frac{м^3}{м^2 \cdot ч}$, число отверстий слива жидкости 6.

Основные размеры тарелок:

1. тарелка ТСН-3-1000-12Х18Н10Т: D=1000мм, D_1=580мм, D_4=190мм, D_5=660мм. H=185мм, h=120мм, h_3=20мм. Патрубок жидкости: d=45мм, t=80, z=7шт (число зубцов), n=30шт (число патрубков). R=8мм, масса не более 13,8кг.

2. тарелка ТСН-2-1000-12Х18Н10Т: D=1000мм, D_1=580мм, D_4=190мм, D_5=660мм, H=500мм, h=210мм, h_1=210мм. Патрубок жидкости: d=45мм, t=80, z=7шт, n=37шт. R=8мм. Масса не более 27,5кг.

ГЛАВА 5. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

5.1. Подбор вентилятора для перекачивания воздуха через абсорбер [16,17]

Определим гидравлическое сопротивление аппарата.

Уточняем скорость газа в колонне:

$$w_P = \frac{4 \cdot V_Г}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 1{,}87}{3{,}14 \cdot 1{,}0^2} = 2{,}38 \frac{м}{с}$$

Определим общий коэффициент сопротивления:

$$\lambda = \frac{16}{\mathrm{Re}^{0{,}2}}$$

где Re- *критерий Рейнольдса в слое насадки.*

$$\lambda = \frac{16}{9877^{0{,}2}} = 2{,}54.$$

Определим гидравлическое сопротивление слоя насадки по формуле:

$$\Delta p_C = \frac{\lambda \cdot H \cdot a \cdot \rho \cdot w_p}{8\varepsilon^3}$$

гдеH - *высота слоя насадки, м;*

a - *удельная поверхность насадки,* $\frac{м^2}{м^3}$;

ε - *свободный объём,* $\frac{м^3}{м^3}$.

$$\Delta p_C = \frac{2{,}54 \cdot 1{,}5 \cdot 60 \cdot 1{,}2 \cdot 2{,}38^2}{8 \cdot 0{,}72^3} = 520 Па.$$

Примем, что гидравлическое сопротивление газораспределительной тарелки и других вспомогательных устройств в абсорбере составляет 10% от сопротивления насадки. Тогда гидравлическое сопротивление аппарата будет равно:

$$\Delta p_a = 520 \cdot 1{,}1 = 572 Па$$

Примем скорость воздуха в трубопроводе $w = 25 \frac{м}{с}$. Определим диаметр трубопровода по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{3{,}14 \cdot w}},$$

где Q - *расход воздуха,* $\frac{м^3}{с}$;

w - *скорость воздуха в трубопроводе,* $\frac{м}{с}$.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1{,}87}{3{,}14 \cdot 25}} = 0{,}3 м$$

Критерий Рейнольдса для потока в трубопроводе:

$$\mathrm{Re} = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{25 \cdot 0{,}3 \cdot 1{,}2}{1{,}85 \cdot 10^{-5}} = 486487$$

Примем, что трубы стальные, бывшие в эксплуатации. Тогда $\Delta = 0{,}15 мм$; далее получим:

$$e = \frac{1{,}5 \cdot 10^{-4}}{0{,}3} = 5 \cdot 10^{-4};$$

$$\frac{1}{e} = 2000;$$

$$10\frac{1}{e} = 20000; \quad 560\frac{1}{e} = 1120000;$$

$$20000 < \mathrm{Re} = 486487 < 1120000$$

Таким образом, расчёт λ следует проводить для зоны смешанного трения по формуле:

$$\lambda = 0{,}11\left(e + \frac{68}{\mathrm{Re}}\right)^{0{,}25} = 0{,}11\left(5 \cdot 10^{-4} + \frac{68}{486487}\right)^{0{,}25} = 0{,}0175$$

Определим коэффициенты местных сопротивлений.

1. Вход в трубу (принимаем с острыми краями): $\xi_1 = 0{,}5.$

2. Задвижка: для d = 0,3м $\xi_2 = 0{,}15.$

3. Колено с углом 90^0: $\xi_3 = 1{,}1$

4. Выход из трубы: $\xi_4 = 1.$

Сумма коэффициентов местных сопротивлений:

$$\sum \xi = 0{,}5 + 0{,}15 + 4 \cdot 1{,}1 + 1 = 6{,}05$$

Гидравлическое сопротивление трубопровода определим по формуле:

$$\Delta p_П = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi\right) \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2}$$

где λ - *коэффициент трения*;

l *и* d - *соответственно длина и диаметр трубопровода, м*;

$\sum \xi$ - *сумма местных сопротивлений*;

ρ - *плотность воздуха*, $\frac{кг}{м^3}$.

$$\Delta p_{п} = \left(0{,}0175\frac{10}{0{,}3} + 6{,}05\right)\frac{1{,}2 \cdot 25^2}{2} = 2488 Па$$

Избыточное давление, которое должен обеспечить вентилятор для преодоления гидравлического сопротивления аппарата и трубопровода, равно:

$$\Delta p = \Delta p_a + \Delta p_п = 572 + 2488 = 3060 Па$$

Таким образом, необходим вентилятор высокого давления. Полезную мощность его находим по формуле:

$$N_П = \rho g Q H = Q \Delta p = 1{,}87 \cdot 3060 = 5722 кВт = 5{,}722 Вт$$

Принимая $\eta_{пер} = 1$ и $\eta_н = 0{,}6$, по формуле получим:

$$N = \frac{N_П}{\eta_{пер} \cdot \eta_н} = \frac{5{,}722}{0{,}6} = 9{,}537 кВт$$

По табл.1.8 и 1.9 [дытн. с.15] устанавливаем, что полученным данным удовлетворяет газодувка ТВ-150-1,12, которая характеризуется Q=2,5м^3/с , $\Delta p = \rho g H = 12000 Па.$ Газодувка обеспечена электродвигателем АО2-82-2 номинальной мощностью $N = 55 кВт$ и $\eta_{дв} = 0{,}88.$

5.2. Подбор насоса для перекачивания воды через абсорбер [16,17]

1. Выбор диаметра трубопровода. Примем скорость движения воды во всасывающем и нагнетательном трубопроводах одинаковой, равной $2 \frac{м}{с}$. Тогда:

$$d = \sqrt{\frac{4L}{\pi w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}003364}{3{,}14 \cdot 2}} = 0{,}05 м$$

Принимаем трубопровод из стали марки Х18Н10Т, диаметром 55*3,5мм.

Уточняем скорость движения раствора:

$$w = \frac{4L}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0{,}003364}{3{,}14 \cdot 0{,}05^2} = 1{,}71 \, м/с.$$

2. Определение потерь на трение и местные сопротивления. Определяем величину критерия Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = \frac{w d \rho}{\mu},$$

где $\rho = 1000 \, кг/м^3$ - плотность воды при $20^0 C$;

$\mu = 1 \cdot 10^{-3} Па \cdot с$ - вязкость воды при $20^0 C$.

$$\mathrm{Re} = \frac{1{,}71 \cdot 0{,}05 \cdot 1000}{1 \cdot 10^{-3}} = 85500$$

Режим турбулентный.

Принимаем абсолютную шероховатость стенок труб е = 0,2мм [П] , степень

шероховатости $\frac{d_э}{e}=\frac{50}{0,2}=250.$ По рис. 1.5 [П с.20] находим значение коэффициента трения $\lambda=0,031$.

Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений:

1. для всасывающей линии

- вход в трубу (принимаем с острыми краями): $\xi=0,5;$
- нормальный вентиль: для d=0,05м $\xi=4,675$. Тогда

$\sum\xi_{вс}=0,5+4,675=5,175$

2. для нагнетательной линии

- выход из трубы: $\xi=1$;
- нормальный вентиль: $\xi=4,675$;
- дроссельная заслонка : $\xi=0,9\ при\ \alpha=15^0$;
- колено под углом 900: $\xi=1,6.$ Следовательно,

$\sum\xi_н=1+4,675+0,9+2\cdot1,6=9,775$.

Определяем потери напора:

$h_п=\left(\lambda\frac{l}{d_э}+\sum\xi\right)\frac{w}{2g}$;

1. во всасывающей линии

$h_{п.вс}=\left(0,031\frac{3}{0,05}+5,175\right)\frac{1,71^2}{2\cdot9,81}=1,05м$

2. в нагнетательной линии

$h_{п.н}=\left(0,031\frac{10}{0,05}+9,775\right)\frac{1,71^2}{2\cdot9,81}=2,38м$.

Общие потери напора:

$h_п=1,05+2,38=3,43м$

3. Выбор насоса. Полный напор, развиваемый насосом определяем, по формуле:

$H=\frac{p_2-p_1}{\rho g}+H_г+h_п$

где p_1 - *давление в аппарате, из которого подаётся жидкость*;

p_2 - *давление в аппарате, в который подаётся жидкость*;

$H_г$ - *геометрическая высота подъёма жидкости*;

$h_п$ - *потери напора во всасывающей и нагнетательной линиях.*

$$H = \frac{0,1 \cdot 10^6}{1000 \cdot 9,81} + 7,5 + 3,43 = 21,12 м$$

Полезную мощность насоса определяем по формуле:

$$N_n = \frac{\rho g H Q}{1000} = \frac{3,364 \cdot 9,81 \cdot 21,12 \cdot 1000}{1000} = 697 Вт = 0,697 кВт.$$

Принимая $\eta_n = 1$ и $\eta_н = 0,6$ для насосов малой производительности, найдём мощность на валу двигателя, по формуле:

$$N_{дв} = \frac{N_n}{\eta_н \cdot \eta_n} = \frac{0,697}{0,6} = 1,16 кВт.$$

Мощность, потребляемая двигателем от сети, при $\eta_{дв} = 0,8$:

$$N = \frac{1,16}{0,8} = 1,45 кВт$$

С учётом коэффициента запаса мощности β устанавливаем двигатель мощностью

$$N_{уст} = 1,45 \cdot 1,5 = 2,18 кВт$$

Устанавливаем центробежный насос марки Х20/18 со следующей характеристикой: производительность 0,0055м3/с; напор 18м; к.п.д. насоса 0,6.

Насос снабжён электродвигателем АО2-31-2 номинальной мощностью 3кВт, частотой вращения вала n=48,3с-1.

5.3. Выбор основного и вспомогательного оборудования

На гальваническом участке образуются отходящие газы содержащие большое количество хлористого водорода. Для того чтобы снизить выбросы хлористого водорода в атмосферу необходимо пропускать отходящие газы через санитарную колонну. В качестве санитарной колонны мы выбираем абсорбер.

В качестве вспомогательного оборудования нам необходимо выбрать вентилятор для перекачивания отходящих газов через абсорбер и насос для перекачивания воды через абсорбер.

По расчётам, приведённым ниже, выбираем:

1. Абсорбер диаметром 1м., высотой 4,7м. В качестве насадки выбираем керамические кольца Рашига размером 100*100*10мм. В абсорбере устанавливаем тарелки ТСН-3-1000-12Х18Н10Т и ТСН-2-1000-12Х18Н10Т, предназначенные для перераспределения жидкости по высоте абсорбера;

2. Газодувку ТВ-150-1,12 со следующей характеристикой: производительность 2,5м/с, $\Delta p = \rho g H = 12000 Па$;

3. Насос Х20/18 со следующей характеристикой производительность 0,0055 $м^3/с$, напор 18 м, коэффициент полезного действия 0,6.

5.4. Аналитический контроль [13]

Контроль за промышленными выбросами от организованных источников осуществляется по договору с аккредитованной лабораторией.

Расчеты выбросов и наименования методик расчета приведены в материалах инвентаризации выбросов ЗВ в атмосферу от ОАО «Контур». Источники, выбросы от которых определяются расчетным путем, подлежат ежегодному контролю.

План-график контроля нормативов ПДВ на источниках выброса

Наименование	***№ ист.***	***Выбрасываемое вещество***		***Периодичность контроля***	***ПДВ, г/с***	***ПДВ, мг/м3***	***Кем осущ. контроль***	***Методика проведения контроля***
		Код	***Наименован.***					
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Участок гальваники	0048	0203	Хрома (VI) оксид	Раз в 5 лет	0,000008	0,00232	ЦЛАТИ по ЧР	Инструментальная
		0303	Аммиак	Раз в 5 лет	0,001658	0,48083	ЦЛАТИ по ЧР	Инструментальная
		0316	Водород хлорид	Раз в 5 лет	0,023270	9,74843	ЦЛАТИ по ЧР	Инструментальная

№ п. п.	*Наименование стадии, парамет-ра*	*Ед. изм.*	*Номинальное значение параметра, допустимые отклонения*	*Назначение*	*Значение параметров включения*				*Особенности среды*	*Тип прибора*
					блокировка		сигнализация			
					min	max	min	max		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1	Расход воды идущую в абсорбер	$м^3$/ч	25$м^3$/ч	Учет подачи	+		+		нейтральная	Счетчик моточасов работы насосов
2	Уровень воды внизу колонны	$м^3$	$м^3$	Сигнал опорожнения	+		+		Щелочная	Сигнализатор уровня ЭРСУ-3

5.5. Автоматизация процесса [18]

3	*Давление в трубопроводе подачи воздуха*	*мм. вод. ст.*	*210мм вод. ст.*	*Отключение при снижении давления в напорном патрубке*	+		+		*щелочная*	*Манометр ЭКМ-1У*
4	Давление в трубопроводе подачи воды	Па	1800 Па	Отключение при снижении давления в напорном патрубке	+		+		Нейтральная	-//-

5.6. Охрана окружающей среды

5.7. Источники загрязнения атмосферного воздуха

Негативное влияние на атмосферу происходит от производственных процессов и вспомогательных производств. Основные выделяющиеся загрязняющие вещества: железа оксид, марганец и его соединения, натрия гидроокись, натрия карбонат, натрий нитрит, никеля сульфат, олова оксид, свинец и его соединения, хрома (VI)

оксид, азота диоксид, азотная кислота, хлористый водород, борная кислота, водород хлорид, серная кислота, сера диоксид, углерод оксид, бензин нефтяной, керосин, масло минеральное нефтяное, взвешенные вещества, пыль неорганическая: 70-20% SiO_2.

Имеются утвержденные нормативы ПДВ и разрешение на выброс загрязняющих веществ в атмосферу.

Нормативы ПДВ установлены для 42 источников выбросов, в том числе 41 организованных и 1 неорганизованный. В атмосферу выделяется 35 загрязняющих веществ. Суммарный валовый выброс на момент установления нормативов ПДВ составляет 3,795419 т /год [13].

Мероприятия по охране атмосферного воздуха: обеспечение лабораторного контроля за загрязнением атмосферного воздуха в СЗЗ и на ее границе; очистка воздуховодов систем вентиляции; разработка план-графика контроля соблюдения нормативов ПДВ на источниках выбросов и согласование с Управлением Роспотребнадзора по ЧР; разработка мероприятий по организации, благоустройству и озеленению СЗЗ; контроль за эффективностью ГПУ [19].

Таблица 15.1.

Характеристика и методы очистки газовых выбросов

Наимено-вание газовых выбросов	Объём отхо-дящих газов, $м^3$/год	Состав отходящих газов					Способ очистки отходящ-их газов
		Наи-мено-вание	Конце-нтра-ция, $мг/м^3$	$ПДК_{рз}$ $мг/м^3$	$ПДК_{в}$ $мг/м^3$	Класс опас-ности	
1	2	3	4	5	6	7	8
Воздух	70 000	Водорода хлорид	9,7484	5,0	0,2	2	Абсорбци я водой
		Аммиак	0,4808	6,0	0,2	4	
		Хрома (VI) оксид	0,0023	0,01	0,0015	1	

5.8. Источники загрязнения сточных вод

Водоснабжение предприятия на хозяйственно-бытовые и производственные нужды осуществляется от собственной артскважины. Отвод хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод после предварительной очистки на собственных очистных сооружениях происходит в систему хоз-фекальной канализации г. Чебоксары на основании договора приема сточных вод с ЧМУППП «Водоканал».

На предприятии функционирует система оборотного водоснабжения для охлаждения оборудования.

Имеется система ливневой канализации.

Сброс поверхностных сточных вод в водные объекты и на рельеф местности осуществляется в ливневую канализацию ЖКХ.

Мероприятия по охране и рациональному использованию водных ресурсов: обеспечение лабораторного контроля за состоянием сточных вод; обеспечение условия для своевременного отбора проб питьевой воды из артскважины согласно программе производственного контроля; соблюдение условий пользования недрами при добыче подземных вод; разработка проекта ПДС; разработка проекта зоны санитарной охраны артскважины; разработка рабочей программы контроля качества питьевой воды [19].

Таблица 15.2.

Характеристика и методы очистки сточных вод

Наименование сточных вод	Объём сточных вод, $м^3$/год	Состав сточных вод					Способ очистки сточных вод
		Наименование	Концентрация, $мг/дм^3$	$ПДК_В$	$ПДК_{с.з.в.}$	Класс опасности	
1	2	3	4	5	6	7	8
Промышленные стоки		Взвешенные вещества Минеральный состав Нефтепродукт	86,3 390 3,01	Не регламентируются	Не регламентируют	-	Электрокоагуляционный метод

		ы Хлориды ХПК БПК Соли аммония Нитриты Железо общ. Никель Медь Хром (III)	 47 66,1 64,7 4,56 0,08 0,37 0,04 0,01 0,027		ся		

5.9. Источники загрязнения почвы и образования отходов

Окружающая среда может быть загрязнена отходами производства и потребления. Предприятие проводит все необходимые мероприятия по недопущению загрязнения окружающей среды. Для отходов, которые используются в качестве вторичных материальных ресурсов, отходов, вывозимых на обезвреживание, на захоронение, предусмотрен раздельный сбор и хранение. Предусмотрена передача отходов предприятиям, имеющим лицензии, для последующего их использования и переработки. Хранение отходов предусмотрено в специально предназначенных для этих целей контейнерах, емкостях. Транспортирование отходов предусматривается на специально оборудованном собственном автотранспорте и транспорте организаций–приемщиков отходов.

В процессе хозяйственной деятельности предприятия образуются отходы:

I класса опасности: ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак. Образуются во всех структурных подразделениях при замене перегоревших люминесцентных и ртутных ламп. Хранятся в закрытом помещении (склад) с бетонированным полом в картонных коробках. Передаются для демеркуризации ООО «НПК Меркурий»;

IV класса опасности: мусор от бытовых помещений организаций несортированный, смет от уборки территории, отходы бумаги и картона, абразивная пыль и порошок от шлифования черных металлов, щлам абразивно-металлический;

V класса опасности: шкурка шлифовальная.

Разработан проект нормативов образования отходов и лимиты на их размещение.

Мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов: обеспечение лабораторного контроля почвы в СЗЗ, поддержание санитарного состояния на площадях для временного хранения мусора; организация и соблюдение порядка раздельного сбора отходов производства по классам их опасности; лабораторный контроль воздуха рабочей зоны в местах временного хранения отходов; получение СЭЗ на деятельность по обращению с опасными отходами.

Таблица 15.3.

Характеристика и методы удаления твёрдых отходов

Наименование отхода	Объём образования, т/год	Содержание компонентов, %	Класс опасности	Способ утилизации
1	2	3	4	5
Гальваношлам	11	Влажность - 59,89 Cu – 0,029 Cr (III) – 0,20 Cr (VI) – 4,0 Zn – 1,88 Ni – 0,58 Fe – 4,36	3	На полигон захоронения

5.10. Техника безопасности

При допуске к самостоятельной работе работник гальванического участка должны пройти вводный инструктаж на рабочем месте и должны пройти теоретическое и производственное обучение в объёме, соответствующем программе подготовки и всех действующих инструкций [20].

Характеристика применяемых химических реагентов и их конечных продуктов:

Хлористый водород. Бесцветный газ с резким запахом. Обычно причина отравлений не газообразный хлористый водород, а туман хлористоводородной кислоты, образующийся при взаимодействии газа с водяными парами воздуха.

Влияние на животных. При высоких концентрациях некроз слизистых, главным образом носа и подлежащих тканей, помутнение роговицы. Дыхание иногда замедленно. Общее состояние тяжелое. Поздними следствиями могут быть воспалительные заболевания легких. Вдыхание 6,40 мг/л в течении 30 мин вызывает у кроликов и морских свинок быструю смерть.

Влияние на человека. При высоких концентрациях – раздражение слизистых, в особенности носа; конъюнктивит; помутнение роговицы. Охриплость, чувство удушья, покалывание в груди, насморк, кашель. Концентрация 0,05-0,075 мг/л. переносится с трудом. Хроническое отравление вызывает катары дыхательных путей; разрушение зубов; и даже прободение носовой перегородки; желудочно-кишечные расстройства; возможны воспалительные заболевания кожи.

Туман образующийся при нагревании растворов для травления, вызывает резкую болезненность кожи лица. На коже у травильщиков на руках иногда наблюдаются значительные изъявления.

Известь гидроокиси в воде, относится к слабым щелочам и проявляет их хим. свойства.

Раздражает слизистые оболочки, вызывает кашель, чихание, особенно действует на слизистую оболочку глаз при попадании на кожу вызывает сильные ожоги.

3 мг/м3

Серная кислота

Маслянистая жидкость, в чистом виде прозрачна, при температуре выше

50 (С выделяет кислород.

Раздражает и прижигает слизистые оболочки носа и глаз, при попадании на кожу вызывает сильные ожоги.

0,5 мг/м3

Едкий натр

Жидкость от голубоватого до бурого цвета. Содержит гидроокись натрия.

Действует на ткани тела прижигающе, растворяя белки. Особенно опасно попадание щёлочи в глаза даже в мелких количествах.

Бисульфит натрия

Водный раствор светло-жёлтого цвета до коричневого. Содержание в растворе не менее 22,5%.

Действие бисульфита аналогично действию слабых растворов кислот. 0,5 мг/м3

Соляная кислота

Прозрачная жидкость от бесцветной до жёлтого цвета, без осадка и механических примесей, при взаимодействии с металлами выделяют газообразный водород. Содержание чистой кислоты менее 31%. Раздражает и прижигает слизистые оболочки носа, глаз. При попадании на кожу вызывает сильные ожоги.

5 мг/м3

Едкий натр (твёрдый)

Масса беловатого цвета очень гигроскопична, на воздухе распыляется, в воде хорошо растворяется с выделением тепла.

Опасно попадание кусочков щёлочи в глаза при дроблении, действует прижигающе на кожу.

Характеристика стоков, поступающих на станцию нейтрализации

Хромовые стоки

Хром в СВ присутствует в виде 3-х и 6-ти валентных соединений

При малых дозах - лёгкое раздражение слизистой оболочки носа, насморк, чихание, кровотечение

0,01 мг/м3

Кислотно-щелочные стоки

Кислота и щёлочь присутствует в свободном и связанном виде.

Действует на кожу аналогично слабым щёлочам. Почти безвреден, токсическими свойствами не обладает.

Масло-эмульсионный сток

Масло веретенное инд. 12, 20 машинное инд.30, сульфофрезол, эмульсия состав: эмульсол, сода кальц., нитрит натрия, фурацелин. Имеет запах.

Применение указанных реагентов и наличие ядовитых веществ в стоках требует от работающих строгого соблюдения правил охраны труда и мер личной гигиены.

Лица не выполняющие требований настоящей инструкции привлекаются к ответственности согласно правилам внутреннего трудового распорядка предприятия.

Согласно техпроцессу масло-шламовые стоки и вещества необходимые для их обработки не подвергаются нагреву выше более 50ºС. Исходя из характеристики веществ в данном производстве наиболее опасным с точки зрения пожарной безопасности является масло индустриальное относящееся к горючей жидкости с Твоспл.=146-191ºС, которое затем сжигается на котельных - утилизируется в качестве топлива.

Согласно НПБ-105-95 производственное помещение, в котором обрабатываются масло-шламовые стоки, относится к категории Г.

Требования безопасности во время работы:

- Строго выполнять инструкцию по ведению технологического процесса, должностные инструкции, требования по охране труда и промсанитарии.

- Соблюдать чистоту рабочего места, не допускать разлива кислот, щелочей и других реагентов. Не загромождать проходы и проезды.

- При работе с серной кислотой необходимо наливать кислоту в воду, а не наоборот, пользоваться защитными очками, резиновыми перчатками, сапогами, фартуком.

- Приготовление растворов для нейтрализации и обезвреживания производить только под руководством старшего смены, инженера химика.

- При остановке вентиляции немедленно прекратить дозировку обезвреженных растворов и их приготовление, выйти из помещения, плотно закрыть двери, ведущие в другие помещения.

- Работы по ликвидации загазованности и загрязнения помещений вредными продуктами производить только в фильтрующем противогазном респираторе РПГ-67В.

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

- В случае разлива щелочей и кислот на пол немедленно произвести нейтрализацию их, а затем смыть струёй воды.

- При попадании щёлочи на кожу немедленно смыть её водой, а затем 2% раствором уксусной кислоты, водой смыть в течение 20-30 мин. Если щёлочь попадёт

на глаза, то глаза необходимо быстро промыть водой, а затем 2% раствором борной кислоты. После произведения операций, надо обратиться в медпункт.

- При попадании кислоты на кожу немедленно смыть её водой, а затем промыть 2% раствором соды. При попадании кислоты в глаза, промыть их водой, после чего немедленно обратиться в медпункт.

- При отравлении химическими парами пострадавшего вынести на воздух, вызвать врача. До прихода врача организовать подачу кислорода для дыхания. Дать пострадавшему большое количество молока.

- При возникновении загорания, первый заметивший пожар, должен вызвать команду по телефону 01 или по эл. пожарной сигнализации. До прибытия пожарной команды принять меры по ликвидации пожара первичными средствами для тушения пожара, находящимися на станции.

Требования безопасности по окончании работы:

- Привести рабочее место в порядок, убрать инструменты и приспособления.

- Вымыть руки, лицо тёплой водой и принять душ.

- При сдаче смены сообщить сменщику и мастеру обо всех недостатках, обнаруженных в процессе работы.

Первая помощь при химических ожогах и отравлениях вредными веществами.

Химические ожоги возникают при местном воздействии химически активных веществ на кожу, слизистую оболочку дыхательных путей и глаз. Степень ожога зависит от химической активности и токсичности вещества, его концентрации, температуры, продолжительности действия.

Соляная и серная кислоты а также щелочи попадая на кожу вызывают химические ожоги. Причем щелочные ожоги дают большую глубину поражения, что объясняется омылением щелочью жирового слоя кожи и растворением белковых веществ.

При ожогах кислотами и щелочами пораженный участок кожи промывают струей воды в течении не менее 15 минут. Далее при ожогах кислотами накладывают примочки из двух процентного раствора бикарбоната натрия, а при ожогах щелочами – двухпроцентного раствора уксусной или лимонной кислоты.

Все работающие с агрессивными веществами должны быть обеспечены соответствующей спецодеждой и средствами защиты органов дыхания. Для защиты глаз от попадания кислоты и щелочи необходимо применять защитные очки. К рабочим местам должны быть подведены шланги с легкооткрывающимися кранами для подачи воды.

При респираторном отравлении необходимо вывести пострадавшего на свежий воздух или в проветриваемое помещение. Пострадавшего надо уложить, создать ему полный покой, укрыть во избежании переохлаждения. До прибытия врача пострадавшего нельзя оставлять без присмотра, даже если кажется, что состояние его не вызывает опасений.

Контроль загрязнения воздуха вентсистем.

Контроль степени загрязнения воздуха может осуществляется различным образом:

Экспрессным методом с применением индикаторных трубок и порошков;

Отбором проб для последующего их анализа в лабораторных условиях.

Источниками выбросов в атмосферу являются вытяжные местные и общеобменные вентустановки, удаляющие воздух из производственных помещений, в которых осуществляются технологические процессы с выделением вредных веществ в воздух.

Содержание вредных веществ в выбросном воздухе местных вытяжных установок выше, чем в общеобменных. Воздух, удаляемый местными вытяжными установками, перед выбросом в атмосферу должен очищаться от вредных веществ в соответствии с требованиями.

Периодичность контроля.

Контроль воздуха рабочей зоны и вентиляционных систем должен проводиться по годовым планам. Планы – графики согласовываются соответственно с территориальным Центром санэпиднадзора (ЦГСЭН) и Центральной лабораторией анализов и технических измерений (ЦЛАТИ по ЧР).

В помещениях, где проводятся постоянные процессы с выделением вредных веществ, контроль загрязнения воздуха рабочей зоны этими веществами должен осуществляться в зависимости от класса опасности вещества (7):

1-го класса – не реже одного раза в 10 дней;

2-го класса – не реже одного раза в месяц;

3-го и 4-го классов – не реже одного раза в квартал.

Периодичность контроля может быть изменена только по согласованию с ЦГСЭН.

Кроме плановых обследований, контроль состояния воздуха рабочей зоны и вентиляционных систем должен проводиться полностью или частично по мере необходимости, возникающей при:

Интенсификации производственных процессов;

Изменении и усовершенствовании технологических процессов и оборудования;

Введении в технологию вредных веществ, ранее не использовавшихся;

Выявлении профессиональных отравлений и заболеваний;

Разработке мероприятий по охране атмосферы (например, норм предельно допустимых выбросов – ПДВ или временно согласованных выбросов – ВСВ;

А также, после реконструкции вентиляции.

Уточняется или определяется агрегатное состояние примесей в исследуемом воздухе. Неправильное определение агрегатного состояния лишает смысла весь контроль, т.к. от агрегатного состояния вещества зависит способ его выделения из воздушной смеси, параметры и места отбора пробы.

Загрязняющие воздух вещества могут находится в газообразном парообразном, жидком и твердом состояниях.

При контроле вентиляционного выброса воздуха мерное сечение следует выбирать на прямом вертикальном участке воздуховода постоянного сечения как можно ближе к выбросному устью на расстоянии двух гидравлических диаметров 2 Dr до и не менее 6 гидравлических диаметров после возможных источников возмущения потока (вентиляторов изгибов и сужений воздуховода, решеток заслонок и прочее). Гидравлический диаметр определяется по формуле

Dг=4F/П*М где F – площадь сечения м^2; П – периметр сечения, м.

При контроле загрязнения воздуха в основном пользуются двумя способами отбора проб: аспирационным и отбором проб в сосуды ограниченного объема.

Возможные причины пожаров и пожарная безопасность в гальванических цехах [14]. Возникновение пожаров в гальванических цехах возможно в следующих отделениях и производственных участках:

- в шлифовально-полировальных мастерских, где в процессе работы в воздуховодах вытяжной вентиляции накапливается много матерчатой пыли с наличием полировальной жировой пасты, а на шлифовальных кругах возникает большое искрение. Искры попадают в пыльный воздуховод, вызывают загорание пыли и возникает пожар в воздуховодах вытяжной вентиляции. В целях предупреждения возникновения указанного пожара необходимо вытяжные воздуховоды от шлифовальных и полировальных станков делать отдельными с отдельными вентиляторами;

- в кладовых химикатов, где часто хранятся совместно сильные окислители (хромовый ангидрид, азотная кислота) и легколетучие органические растворители (бензин, ацетон, керосин). При самонагревании (при окислении с кислородом воздуха) возникает самовоспламенение хромового ангидрида, что может вызвать пожар при наличии паров бензина и ацетона. Поэтому хранение органических растворителей должно быть в отдельных помещениях с наличием вытяжной вентиляции;

- на участках обезжиривания деталей от минеральных масел в бензомоечных шкафах и протиркой вручную щетками происходит большое насыщение воздуха парами бензина, а при протирке листов щетками или салфетками, смоченными бензином, возникает статическое электричество, дающее искры, что может вызвать пожар при наличии в воздухе паров бензина и на рабочем месте жидкого бензина;

- кроме того, в гальванических цехах при наличии высокой влажности, паров кислот и щелочей происходит ускоренное старение изоляции электропароводов, что может вызвать короткие замыкания и загорание проводов. Для предупреждения указанных случаев необходимо в установленные сроки производить профилактический ремонт электрооборудования цеха.

Основными огнегасительными средствами, применяемыми в гальванических цехах, является вода, воздушно-механическая и химическая ленты, инертные газы, водяной пар, твердые и жидкие огнегасительные вещества.

ГЛАВА 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1. Экономическая оценка проекта очистки отходящих газов

6.1.1. Определение себестоимости услуг

6.1.1.1. Электроэнергия

По этой статье рассчитываются затраты на электроэнергию, расходуемую на технологические нужды, перекачку воздуха и воды.

Вентилятор, подающий воздух на очистку работает 24 часа в сутки [32].

Годовой расход электроэнергии вентилятором, подающем воздух на очистку, будет составлять:

$$Э=1,36*Q*H/\eta_{дв}\eta_{н}=1,36*70*4*12/0,88= 5192,7 \text{ кВт*ч},$$

где 1,36 - удельный расход энергии в кВт*ч, затрачиваемый на подъем 1000м^3 воздуха на 1м при КПД = 1,0;

Q – количество газа, перекачиваемое за год в тыс. м^3;

H - ср. за год высота подъема воздуха вентиляторами, м;

$\eta_н$ - КПД насосов; $\eta_{дв}$ - КПД двигателя.

Годовой расход энергии насосом, перекачивающим промывную воду, составит:

$$Э=2,72*12*7/0,6=380,8 \text{кВт*ч}.$$

Таблица 17.1

Расход и затраты электроэнергии

Потребители электроэнергии	Расход электроэнергии за год, кВт*ч	Тариф за 1 кВт*ч	Затраты за год, руб.	
			за израсходованное количество	ВСЕГО
Насосная станция, вентилятор	5573,5	1,3	7245,55	7245,55

Следовательно, затраты на электроэнергию, расходуемую на технологические нужды составят 7245,55 руб.

6.1.1.2. Заработная плата

В этой статье учитывается основная и дополнительная заработная плата рабочих, непосредственно участвующих в основной производственной деятельности. Все расчеты сведены в таблицу.

Таблица 17.2.

Текущие затраты на оплату труда рабочим

Наименование цеха	Численность рабочих, чел.	Месячная ставка, руб		Заработная плата, руб/год
		по тарифу	с учетом поясного коэф.	
Гальванический цех	3	5000	-	180000
Доплата к тарифному фонду	3	2000	-	72000
Доплата за вредные условия труда	3	2000	-	72000
ИТОГО	3	9000	-	324000

На оплату труда рабочим гальванического цеха затрачиваем 324 руб./год.

6.1.1.3. Амортизация на полное восстановление

Таблица 17.3.

Амортизация на полное восстановление аппарата очистки

Наименование сооружения	Стоимость сооружения по сводному сметному расчету, руб.	Общая норма амортизации, %	Сумма амортизации, руб.
Аппарат очистки,	450 000	6,6	33 000

На амортизацию оборудования затрачиваем 33 000 руб., что составляет 6,6% от общей стоимости установки.

6.1.1.4. Общеэксплуатационные расходы

Эта статья затрат - комплексная, она включает в себя:

1) отчисления на социальное страхование в размере 26%

0,26 * ЗП = 0,26* 324 000=84 240руб.

2) расходы по всем видам ремонтов производственного оборудования, сооружений, зданий, инвентаря:

0,3 * $А_{пв}$ = 0,3 * 33 000 = 9 900руб

3) прочие общеэксплуатационные расходы в размере 10%:

0,1 * (п.1 + п.2) = 0,1 * (84 240+9 900) = 9 414 руб.

4) Всего общеэксплуатационные расходы составят:

Ц = 84 240+9900+9 414= 103 554 руб

5) 5) Общехозяйственные расходы

ОХР = 0,2 * (Э + ЗП + $А_{пв}$ + Ц), руб.

где Э - затраты на электроэнергию, тыс. р.;

ЗП - затраты на заработную плату, тыс. р.;

$А_{пв}$ - амортизация на полное восстановление, тыс. р.;

Ц - цеховые и общеэксплуатационные расходы, тыс. р.

ОХР = 0,2 * (7 245,55+84 240+40 000+103 554) = 47 010 руб.

Таблица 17.4.

Текущие годовые затраты на эксплуатацию и обслуживание новой установки

Статьи затрат	Годовые эксплуатационные расходы, руб.	Структура себестоимости, %	Себестоимость ед. услуг, руб.
Электроэнергия	7 245,55	0,49	0,021
Зарплата производственных рабочих	324000	49,78	4,724
Отчисления на социальное страхование в размере 26%	84240	12,93	1,232
Амортизационные отчисления	40 000	11,38	0,571
Общеэксплуатационные расходы	103 554	17,06	1,54
Общехозяйственные расходы	47 010	8,36	0,672
ВСЕГО	606 050	100%	8,76

Себестоимость единицы услуг определяется как частное от деления суммы всех годовых эксплуатационных расходов на количество реализованных услуг за тот же период:

$$C_{уд} = C_п/Q = 606\ 050/40000 = 15{,}9 \text{ руб./м}^3.$$

6.1.2. Расчет экономической эффективности очистки отходящих газов

Исходные данные и условия:

1) годовой объем отходящих газов 70 000м^3/год.

2) реализация планируемого комплекса очистных мероприятий потребует:

- капитальных вложений – 500 000 руб.;
- текущих годовых затрат на эксплуатацию и обслуживание сооружений очистки – 606 050 тыс. р.

Экономический ущерб до проведения комплекса природоохранных мероприятий.

Оценка экономического ущерба:

$$\mathbf{Y = \gamma * \sigma_n * Q,}$$

где γ - стоимостная оценка ущерба от единицы выброса вредных веществ; с учетом коэффициента индексации γ HCI=11,2 руб./т.; γ NH_3=53 руб./т.;

σ_n – коэффициент, учитывающий региональные особенности территории, подверженной вредному воздействию, и связанный с относительной опасностью ее загрязнения. σ_n=1,32 при загазованности до 1км., σ_n =5 при загазованности 5км [32,33].

Q - количество хлористого водорода, выбрасываемого в атмосферу, т.

Y_1=0,25*11,2*1,32*5= 18,2 руб.;

Y_2= 0,209*53*1,32*5=76 руб.

$Y_{общ}$=3,7+70,2=95 руб.

Следовательно, предотвращенный годовой ущерб составил 95 руб., этот показатель является также прибылью при внедрении новой установки.

6.1.3. Расчет экономической эффективности проведения природоохранных мероприятий

Таблица 17.3.1

Экономические показатели процесса очистки газовых выбросов

1	Предотвращенный годовой ущерб	П = 95 руб.
2	Капиталовложения (стоимость, транспортировка и монтаж оборудования)	К = 500 000 руб.
3	Эксплуатационные расходы	С = 103 554 руб./год

Всего затрачиваем 606 050 при установке абсорбера для очистки отходящих газов. Найдём срок окупаемости данной установки:

$$Т=К/(С_б - С_н),$$

где К – капиталовложения на реконструкцию установки,

$С_б$ – базовые текущие затраты, включающие затраты на сырьё, энергоресурсы, транспорт, амортизацию, заработную плату, плату за выброс вредных веществ в атмосферу,

$С_н$ – новые текущие затраты, включающие затраты на приобретение оборудования, минус плата за выброс вредных веществ в атмосферу.

Таблица 17.3.2

Базовые и новые текущие затраты производства

Статьи затрат	Базовые текущие затраты руб./год	Новые текущие затраты руб./год
Электроэнергия, вода	10000	7245,55
Зарплата производственных рабочих	324000	324000
Отчисления на социальное страхование в размере 26%	84 240	84 240
Амортизационные отчисления	10 000	40 000
Общеэксплуатационные расходы	95 500	103 554
Общехозяйственные расходы	29225	47010
ИТОГО:	553 000	606 050

$$T = \frac{606\,050}{553\,000 - 500\,000} = 10{,}4 \text{ года}$$

Несмотря на то, что срок окупаемости составляет 10,4 года, данная установка необходима, так как хлористый водород и аммиак являются токсичными веществами.

6.1.4. Точка безубыточного ведения хозяйства

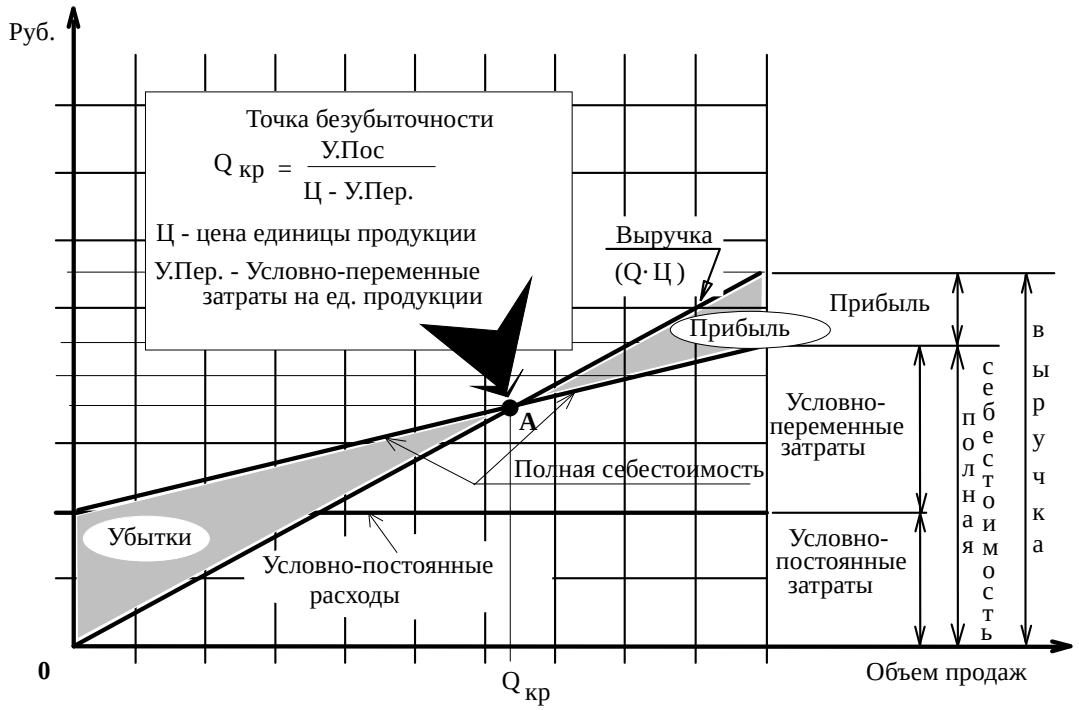


Рис. 17.4.1. Определение точки безубыточного ведения хозяйства

Условно-постоянные затраты- 94260 руб.

Условно-переменные затраты – 511740 руб.

Прибыль - 95 руб.

$Q_{кр}$=94260/(100-115,7)=6000 м^3

Концепция "безубыточного ведения хозяйства" может быть выражена в простом вопросе: сколько единиц (Q) продукции необходимо продать в целях возмещения произведенных при этом условно-постоянных затрат (У.Пос).

Соответственно цены на продукцию (Ц) устанавливаются таким образом, чтобы возместить все (У.Пер) и получить надбавку, достаточную для покрытия условно-постоянных затрат и получения прибыли (Пр).

Как только будет продано количество единиц продукции ($Q_{кр}$), достаточное для того, чтобы возместить условно-постоянные и условно-переменные затраты (полную себестоимость), каждая проданная сверх этого единица продукции будет приносить прибыль.

При этом величина прироста этой прибыли зависит от соотношения условно-постоянных и условно-переменных затрат в структуре полной себестоимости.

Таким образом, как только объем проданных единиц продукции достигнет минимального значения, достаточного для покрытия полной себестоимости, предприятие получает прибыль, которая начинает расти быстрее, чем рост объема. Такой же эффект имеет место в случае сокращения объемов хозяйственной деятельности, то есть темпы снижения прибыли и увеличения убытков опережают темпы уменьшения объемов продаж.

Предотвращенный годовой ущерб составил 95 руб., этот показатель является также прибылью при внедрении новой установки.

Несмотря на то, что срок окупаемости составляет 10,4 года, данная установка необходима, так как хлористый водород и аммиак являются токсичными веществами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На гальваническом участке ОАО “Контур” образуются отходящие газы, содержащие хрома (VI) оксид, аммиак, водорода хлорид, которые не проходят очистку.

В дипломном проекте рассчитан насадочный абсорбер, диаметром 1 м, длина колонны 4,7 м; в качестве насадки выбраны керамические кольца Рашига размером 100*100*10мм. В абсорбере установлены тарелки ТСН-3-1000-12Х18Н10Т и ТСН-2-1000-12Х18Н10Т, предназначенные для перераспределения жидкости по высоте абсорбера. Подобран насос Х20/18 со следующей характеристикой производительность 0,0055 $м^3$/с, напор 18 м, коэффициент полезного действия 0,6 и газодувка ТВ-150-1,12 со следующей характеристикой: производительность 2,5 м/с.

Абсорбционные методы характеризуются непрерывностью и универсальностью процесса, экономичностью и возможностью извлечения больших количеств примесей из газов.

Оценка экономического ущерба, наносимого выбросами гальванического участка составляет 95 руб./год.

Несмотря на то, что срок окупаемости насадочного абсорбера составляет 10,4 года, данная установка необходима, так как хлористый водород и аммиак являются токсичными веществами.

Наиболее надежным и самым экономичным способом охраны биосферы от вредных газовых выбросов является переход к безотходному производству, или к безотходным технологиям. Термин «безотходная технология» впервые предложен академиком Н.Н. Семеновым. Под ним подразумевается создание оптимальных технологических систем с замкнутыми материальными и энергетическими потоками. Такое производство не должно иметь сточных вод, вредных выбросов в атмосферу и твердых отходов и не должно потреблять воду из природных водоемов.

Конечно же, понятие «безотходное производство» имеет несколько условный характер; это идеальная модель производства, так как в реальных условиях нельзя полностью ликвидировать отходы и избавиться от влияния производства на окружающую среду. Точнее следует называть такие системы малоотходными, дающими минимальные выбросы, при которых ущерб природным экосистемам будет минимален.

В настоящее время определилось несколько основных направлений охраны биосферы, которые в конечном счете ведут к созданию безотходных технологий:

1) разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов и систем, работающих по замкнутому циклу, позволяющих исключить образование основного количества отходов;

2) создание бессточных технологических систем и водооборотных циклов на базе наиболее эффективных методов очистки сточных вод;

3) переработка отходов производства и потребления в качестве вторичного сырья;

4) создание территориально-промышленных комплексов с замкнутой структурой материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экология производства (научно-технический и методический журнал). №1, 2005.
2. Рид Р., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей. – М.: Химия, 1971.
3. Балабеков О.С., Балтабаев Л.Ш. Очистка газов в химической промышленности. Процессы и аппараты. Химия, 1991.
4. Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С. Защита биосферы от промышленных выбросов. М: Химия, 2005.
5. Кузнецов И.Е. и др. Оборудование для санитарной очистки газов: Справочник. – К.: Техника, 1989.
6. Справочник по санитарной очистке газов/ И.Е. Кузнецов, К.И. Шмат. – К: Техника, 1989.
7. Основные процессы аппарата химической технологии: Пособие по проектированию/ Под ред. Дытнерского. – М.: Химия, 1991.
8. Машины и аппараты химических производств/Под ред. И.И. Чернобыльского. М.: Машиностроение, 1975.
9. Справочник по пыле- и золоулавливанию/ Под ред. Русанова А.А – 1983.
10. «Каталог газоочистного оборудования», методическое пособие, изд. 3, С-Пб, 2001.
11. Белевицкий А.М. Проектирование газоочистительных сооружений. – Л.: Химия, 1990.
12. Инструкция по эксплуатации барботажно-вихревых пылеуловителей, 1991.
13. Проект нормативов предельно-допустимых выбросов в атмосферу для ОАО «Контур», 2006
14. Инженерная гальванотехника в приборостроении. Под ред. д.т.н. А.М. Гинберга, М, Машиностроение, 1977.
15. Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для техникумов. – Л.: Химия, 1991.
16. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Часть 1, М: Химия, 2002.
17. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Часть 2, М: Химия, 2002.
18. Основы автоматизации процессов химической технологии и защиты

окружающей среды: Учебное пособие/ А.И. Козлов, П.М Лукин, В.С. Илакин и др. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2006.

19. Журнал «Экология и промышленность России», январь 2002.
20. Оборудование, сооружения, основы проектирования химико-технологических процессов защиты биосферы от промышленных выбросов/ А.И. Родионов, Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С. – М.: Химия, 1985
21. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха». М., 1999.
22. Федеральный закон «Об охране окружающей среды». М., 2002.
23. Постановление Правительства РФ от 02.03.2000 №183 «О нормативах выбросов вредных веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него».М., 2000.
24. ГОСТ 17.2.1.04-77. Охрана природы. Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Основные термины и определения. М., Из-во стандартов, 1977.
25. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. СПб, 2000.
26. Дополнения к «Перечню и кодам веществ, загрязняющих атмосферный воздух». СПб, 2002.
27. Инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, Л.,1990.
28. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. М., 1979.
29. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».
30. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосфере воздуха населенных мест».
31. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1339-03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосфере воздуха населенных мест».
32. Экономическое обоснование дипломного проекта (работы). Методические указания для студентов-дипломников. - Чебоксары, 1997.

33. Технико-экономическое обоснование дипломных проектов. –Москва, высш. школа, 1991.