



## **2. Технологическая часть.**

- 2.1. Общая характеристика производства.
- 2.2. Характеристика исходного сырья, выпускаемой продукции.
- 2.3. Свойства технического углерода марки П – 803
- 2.4. Свойства технического углерода марки П – 702.
- 2.5. Применение технического углерода в промышленности.
- 2.6. Технологическая схема производства технического углерода.
- 2.7. Обезвреживание выбросов технического углерода.
- 2.8. Предполагаемая схема. Цель и назначение разработки.
- 2.9. Описание рабочей установки.
- 2.10. Техническая характеристика установки.
- 2.11. Схема фильтра ФР, с обратной продувкой.

## **3. Расчетная часть.**

- 3.1. Расчет рукавных фильтров.
- 3.2. Расчет выбросов вредных веществ в атмосферу при производстве технического углерода марки П - 803.
  - 3.2.1. Количество отходящих вредных веществ без учета дожигания.
  - 3.2.2. Выбросы вредных веществ в атмосферу с учетом дожигания.
  - 3.2.3. Выбросы вредных веществ от печи сжигания отходов производства.
- 3.3. Расчет выбросов вредных веществ в атмосферу при производстве технического углерода марки П - 702 .
  - 3.3.1. Выбросы вредных веществ без учета дожигания.
  - 3.3.2. Выбросы вредных веществ с учетом дожигания.

## **4. Эколого-экономический расчет.**

### **5. Безопасность жизнедеятельности.**

- 5.1 Основные мероприятия, обеспечивающие безопасное ведение технологического процесса.
- 5.2 Характеристика процесса производства технического углерода с точки зрения его взрывопожарности, вредности.
  - 5.2.1. Сырьевой участок.

## ВВЕДЕНИЕ

В наше время проблема защиты атмосферы приобретает все большую значимость.

Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу стационарными источниками по городу Туймазы составляет 5788,055 тонн, что составляет 1,1 % по Республике Башкортостан.

На одного жителя приходится 91 кг загрязняющих веществ (средняя цифра по республике 300 кг). На 1 га территории приходится 1360 кг загрязняющих веществ (средняя цифра по республике 86 кг).

В атмосферу стационарными источниками загрязнения г.Туймазы (с учетом рабочих поселков) выбрасывается 91 наименованием загрязняющих веществ. Основными ингредиентами, дающими наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха, являются: оксид углерода 3933,412 тонн (63,6%), азота диоксид 618,073 тонн (9,99 %), метан 509,355 тонн (8,24%), сернистый ангидрид 171,764 тонн (2,77 %), пыль неорганическая 230,94 тонн (3,75%), углеводороды предельные 125,063 тонн (2,02%), бензин (нефтяной) 103,655 тонн (1,68%), бутан 114,687 тонн (1,85%), взвешенные вещества 93,558 тонн (1,51%), что обусловлено спецификой производств, расположенных на данной территории. [1].

Борьба против загрязнений и защита от последствий этого загрязнения представляет многоплановую задачу. В настоящее время наиболее реальным и доступным является использование различных методов обезвреживания отходящих газов.

В данном проекте рассмотрена трехступенчатая очистка отходящих газов взамен существующей двухступенчатой, с применением тканевых рукавных фильтров на основе улавливающего материала используется стеклоткань.

## **1.1.ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВРЕДНЫХ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ.**

В общей проблеме защиты окружающей среды промышленные газовые выбросы (ПГВ) занимают важное место, как в силу их большого объема, так и вследствие значительных трудностей борьбы с ними.

Продолжают оставаться источником загрязнений атмосферного воздуха такие отрасли промышленности, как цветная, черная металлургия, химическая, нефте- и газоперерабатывающая промышленность.

Данные многолетних наблюдений, позволяющие проанализировать корреляционную зависимость между показателями загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемостью населения, выявили целый ряд наиболее неблагоприятных в этом отношении территорий (Челябинской, Пермской, Кемеровской областей, республики Башкортостан), а так же отдельных городов (Норильск, Тольятти, Братск, Череповец, Нижний Тагил). [2].

В районах расположения предприятий химической промышленности имеет место более широкое распространение аллергических заболеваний. Высокий уровень аллергических заболеваний установлены в городах Стерлитамак, Воскресенск, Ярославль, Пермь, Казань, Волгоград, Киров, Благовещенск

Состояние здоровья детей, проживающих в городах и районах с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (Подольск, Салават, Пермь, Казань), характеризуется значительным снижением неспецифической сопротивляемости организма и уязвимостью к развитию инфекционных и других заболеваний. Так же выявлены функциональные отклонения в системах кроветворения, внутриклеточных ферментов и иммунитета, нарушение комплексаторно – адаптационных механизмов.

Загрязнение атмосферного воздуха в Екатеринбурге и Нижнем Тагиле влияет на показатель смертности населения. В Екатеринбурге ежедневные

С установленными нормативами ПДВ 3769 источников, в том числе организованных 1917.

Оснащенных ГОУ 189 источников выбросов (15 %).

Выбросы в зависимости от класса опасности вещества составили в 2000 году: по городу Туймазы (с учетом рабочих поселков):

Класс опасности	Валовый выброс (тонн)	% по региону
I	0,195	<0,001
II	624,930	10,10
III	605,001	9,78
IV	4305,549	69,62
Неопределенный	649,021	10,49

В атмосферу стационарными источниками загрязнения г. Туймазы (с учетом рабочих поселков) выбрасывается 91 различных загрязняющих веществ. Основными ингредиентами, дающими наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха, являются: оксид углерода 3933,412 тонн (63,6%), азота диоксид 618,073 тонн (9,99%), метан 509,355 тонн (8,24%), сернистый ангидрид 171,764 тонн (2,77 %), пыль неорганическая 230,94 тонн (3,75%), углеводороды предельные 125,063 тонн (2,02%), бензин (нефтяной) 103,655 тонн (1,68%), бутан 114,687 тонн (1,85%), взвешенные вещества 93,558 тонн (1,51%), что обусловлено спецификой производств, расположенных на данной территории.

Из 12754,7 тонн отходящих газов от стационарных источников по г.Туймазы (с учетом рабочих поселков) улавливается 6529,1 тонн загрязняющих веществ, что составляет 51,2%.

Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу стационарными источниками по городу Туймазы составляет 5788,055 тонн, что составляет 1,1 % по Республики Башкортостан.

ТЗТУ, проведения природоохранных мероприятий на предприятиях. Выбросы загрязняющих веществ в 1999 году остались приблизительно на уровне 1998 года. В 2000 году произошло увеличение выбросов в связи с увеличением объема производства на ряде предприятий. АО «Туймазытехуглерод» является основным загрязнителем воздушного бассейна, что составляет 1928,421 тонну (33,32 %). [1], [5].

### **1.3.ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УЛАВЛИВАНИИ САЖИ.**

Сажегазовая смесь состоит из окиси углерода, двуокиси углерода, водорода, азота и сажи (до 50 г на 1 м<sup>3</sup> газов). На одном технологическом потоке образуется до 50 тыс. м<sup>3</sup> газов в час. Очистка газов производится с целью извлечения готового продукта, а также предотвращения загрязнения атмосферного воздуха сажей. Из образующихся газов окись углерода и сероводород ядовиты. Эти газы в смеси с водородом и воздухом образуют взрывчатые смеси. Сажа является одним из самых наиболее дисперсных продуктов; она может загораться при контакте с воздухом с образованием окиси углерода. При попадании сажи в электрическую аппаратуру может произойти короткое замыкание и возникнуть пожар. Все это создает значительные трудности при отделении сажи от газов и предъявляет определенные требования при выборе оборудования для улавливания сажи.[6].

На современных сажевых заводах для улавливания сажи используют различные системы с применением аппаратов охлаждения сажевой смеси, выделения сажегазовой смеси, выделения и дальнейшего транспортирования полученной сажи и очищенных газов.

Аппараты для улавливания сажи можно разделить на следующие группы:

#### **1. Аппараты механической очистки газов – отделение частиц сажи**

**1.4.2. Инерционное осаждение** основано на стремлении взвешенных частиц сохранять первоначальное направление движения при изменении направления газового потока. Среди инерционных аппаратов наиболее часто применяют жалюзийные пылеуловители с большим числом щелей (жалюзи). Газы обеспыливаются, выходя через щели и меняя при этом направление движения, скорость газа на входе в аппарат составляет 10-15 м/с. Гидравлическое сопротивление аппарата 100 - 400 Па (10 - 40 мм вод. ст.). Частицы пыли с  $d < 20$  мкм в жалюзийных аппаратах не улавливаются.

Степень очистки в зависимости от дисперсности частиц составляет 20-70%. Инерционный метод можно применять лишь для грубой очистки газа. Помимо малой эффективности недостаток этого метода – быстрое истирание или забивание щелей. [8].

**1.4.3. Центробежные методы очистки газов** основаны на действии центробежной силы, возникающей при вращении очищаемого газового потока в очистном аппарате или при вращении частей самого аппарата. В качестве центробежных аппаратов пылеочистки применяют циклоны различных типов: батарейные циклоны, вращающиеся пылеуловители (ротоклоны) и другие.

Циклоны наиболее часто применяют в промышленности для осаждения твердых аэрозолей. Газовый поток подается в цилиндрическую часть циклона тангенциально, описывает спираль по направлению к дну конической части и затем устремляется вверх через турбулизованное ядро потока у оси циклона на выход. Циклоны характеризуются высокой производительностью по газу, простотой устройства, надежностью в работе. Степень очистки от пыли зависит от размеров частиц. Для циклонов высокой производительности, в частности батарейных циклонов (производительностью более 20000 м<sup>3</sup>/ч), степень очистки составляет около 90% при диаметре частиц  $d > 30$  мкм. Для частиц с  $d = 5\div 30$  мкм степень очистки снижается до 80%, а при  $d = 2\div 5$  мкм она составляет менее 40%.

Мокрая 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.

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

**1.5.2. 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  $\omega_r=18\div 20$  м/с, а в сечении скруббера  $\omega_r = 4\div 5$  м/с.

**1.5.3. 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 ( $\Delta P$  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  $\eta$  устанавливают двух- и трехполочные аппараты.



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. [11].

### 1.6. ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВ.

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 электрофилтры состоят из ряда заземленных пластин или труб, через которые пропускается очищаемый газ. Между осадительными электродами подвешены проволочные коронирующие электроды, к которым подводится напряжение 25–100 кВ. Теоретическое выражение для степени улавливания аэрозолей в трубчатых электрофилтрах имеет вид

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

$$\nu = \frac{2ul}{r\omega_r}$$

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

На **рис. 2** приведены идеальные кривые зависимости степени улавливания аэрозолей в электрофилтре от размеров частиц. Кривые на этом рисунке отвечают разным значениям произведения  $pEE_0$ , где  $p$  — коэффициент, для непроводящих частиц  $p = 1,5 \div 2$ , для проводящих частиц  $p=3$ ;  $E$  — напряженность электрического поля;  $E_0$  — критическое значение

около двух электродов возникает «свечение», называемое корой. При коронирующем разряде ионизация происходит особенно интенсивно. Однако увеличивать напряжение можно до определенного предела, при повышении которого между электродами начинают проскакивать искры. Это приводит к падению напряжения между электродами и ухудшению улавливания сажи. В дальнейшем может произойти дуговой разряд и разрушение электрофильтра.

Обычно электрофильтры используют для улавливания сажи, имеющей наиболее крупные частицы, т.е. полуактивной и малоактивной.

Электрофильтр состоит из двух частей: осадительной камеры, через которую пропускается очищаемый газ, и преобразовательной подстанции для питания электрофильтра. Камера состоит из несколько последовательно расположенных ячеек, в которых создаются электрические поля. По числу ячеек (полей) электрофильтры называют трех-, пяти- и шестипольными. В камерах смонтированы осадительные и коронирующие электроды. Осадительные электроды, выполненные из стальных пластин или труб, присоединяются к положительному полюсу выпрямителя и заземляются, а коронирующие электроды, изготовленные из проволоки, присоединяются к отрицательному полюсу и изолируются от земли.

Эффект осаждения частиц сажи на электроды зависит от силы тока, скорости газов, температуры и влажности газов, проводимости частиц, плотности, концентрации, состава и дисперсности сажи. При строгом соблюдении технологического режима работы эффективность улавливания сажи в электрофильтрах достигает 99 – 99,5 %. [14].

### **1.7. 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

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).

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. [16].

**1.8.1. Волокнистые фильтры,** имеющие поры, равномерно распределенные между тонкими волокнами, работают с высокой эффективностью; степень очистки  $\eta = 99,5 \div 99,9 \%$  при скорости фильтруемого газа 0,15-1,0 м/с и  $\Delta P = 500 \div 1000$  Па.

На фильтрах из стекловолокнистых материалов возможна очистка агрессивных газов при температуре до 275°C. 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. [17].

### **1.8.2. Тканевые рукавные фильтры.**

Высокая степень улавливания сажи может быть достигнута при применении рукавных тканевых фильтров. Сажа осаждается в этих фильтрах на внутренней поверхности рукавов. Рукава изготавливают из специальных видов хлопчатобумажных и шерстяных тканей, тканей из синтетических полиакрилонитрильных (нитрона, орлона) и полиэфирных (лавсана, терилена, дакрона) волокон и тканей из стекловолокна. Лучшее улавливание сажи достигается при применении тканей с начесом (только стеклоткань

Степень улавливания сажи в рукавных фильтрах при хорошей конструкции аппарата и правильной его эксплуатации достигает 99,0 – 99,9 %.

Сажу удобнее улавливать в рукавных фильтрах, работающих под разряжением. При этом исключается возможность попадания ее в помещение через не плотности в люках и соединениях. Однако в рукавные фильтры, работающие под разряжением, вследствие неизбежных подсосов воздуха нельзя подавать газы, которые могут образовывать взрывчатые смеси. Для улавливания сажи из сажегазовой смеси, содержащей взрывоопасные газы, применяют герметичные рукавные фильтры, работающие под давлением.

Рукавные фильтры, работающие под разряжением, применяют для улавливания сажи из сажегазовой смеси в производстве антраценовой сажи, для очистки отходящих газов после сушилок установок мокрой грануляции сажи и для улавливания сажи из сажевоздушной смеси в производствах печной, термической и ацетиленовой саж обычно употребляют фильтры работающие под давлением.

Охлаждать сажегазовую смесь, поступающую в рукавные фильтры, можно различными способами. Если температура сажегазовой смеси превышает 300 °С, то ее охлаждают в холодильниках смешения. Газы можно охлаждать до температуры, на 50°С превышающей точку росы; при большем охлаждении возможна конденсация водяного пара в фильтре и закупоривания сажи фильтровальных рукавов.

Газы, имеющие температуру менее 300 °С, охлаждают или в поверхностных холодильниках, или путем разбавления холодным воздухом, подсасываемым непосредственно в сажегазовую смесь. Последний способ прост и позволяет легко регулировать температуру сажегазовой смеси, но его нельзя применять для газов, способных образовывать с воздухом взрывоопасную смесь.[19]

**5,А)** клапан между камерой обдувочного устройства и патрубком – тройником этой секции закрыт. После окончания рабочего периода клапан, соединяющий секцию с камерой очищенного газа, закрывается и открывается клапан со стороны камеры обдувочного воздуха (**рис.5,Б**). Воздух проходит через поры фильтрующей ткани и сдувает сажу с поверхности рукавов. Одновременно рама, на которой подвешены рукава, воспринимает 8 – 9 ударов от встряхивающего механизма, что способствует очистки поверхности рукавов от сажи. Под тяжестью сажи открывается грузовой затвор, и она (вместе с воздухом) поступает в шнек. Воздух удаляется через дыхательные клапаны 8, затянутые фильтровальной тканью. Период встряхивания и обдувки продолжается 9 сек, после чего клапаны, регулирующие подачу воздуха и газов, возвращаются в первоначальное положение (**рис. 5,А**) и секция включается в работу.

В качестве фильтрующей ткани в фильтрах БЭТ применяют хлопчатобумажные фильтровальные ткани или шерстяную байку марки ЧШ. При условии периодического осмотра и ремонта рукавов и работы фильтра при температуре не выше 100 °С срок службы шерстяных рукавов больше 6 месяцев. Если сажегазовая смесь имеет температуру 110 – 120 °С, то эти рукава изнашиваются через 2 – 3 месяца. Более быстро изнашиваются нижние части рукавов. Поэтому рукава изготавливают из двух частей – верхней, длиной 2400 мм и нижней – 600 мм. Соединение верхней и нижней части рукава выполняют при помощи металлического патрубка.

Необходимым условием хорошего улавливания сажи в фильтре является тщательный монтаж, гарантирующий максимальную герметичность аппарата. Механизмы фильтра и все клапаны должны быть четко отрегулированы, а фильтрующие рукава прочно закреплены на подвесах и нижних патрубках. Следует помнить, что при срыве только одного рукава в секции, степень улавливания ухудшается примерно в 10 раз. [20].

температуре, не превышающей 140 °С, при содержании паров воды в газах не более 35 %. Создание тканей из стекловолокна, обработанных специальными кремнеорганическими пропитками, позволило применить в фильтрах рукава из стеклоткани, работающие при температуре газов до 250 °С в течение двух лет. [22].

Конструкция фильтров с рукавами из стеклоткани отличается от конструкции фильтров с хлопчатобумажными и шерстяными рукавами. Это вызвано тем, что рукава из стеклоткани, при встряхивании, связанном с ее изгибанием, быстро разрушаются.

В результате обработки кремнеорганической пропиткой стеклоткань приобретает исключительно гладкую поверхность, что позволяет очищать рукава только обратной продувкой их газом, без встряхивания.

**1.8.2.4. Фильтры с микропульсирующей продувкой (рис 6.)** отличаются тем, что в их конструкции нет встряхивающих механизмов, дросселей и обдувочных вентиляторов. Очистка фильтрующих рукавов от сажи производится кратковременно, но с частой продувкой их сжатым воздухом при давлении 6 кгс/см<sup>2</sup>.

Корпус фильтра 2, разделен на несколько секций. Нижние части секции выполнены в виде бункеров. Фильтрующие рукава 3, закреплены на насадках 6, соединенных с камерой очищенного газа секцией 7. Сажегазовая смесь по коллектору 1 поступает в бункер фильтра и затем проходит через ткань внутри фильтрующих рукавов. Сажа оседает на наружной поверхности рукавов, а очищенные газы проходят внутри рукавов и затем в коллектор очищенных газов 4, через который удаляются из аппарата.

Над насадкой находится трубопровод сжатого воздуха 5 с шестью соплами, расположенными над осями насадок. Подача сжатого воздуха производится автоматически через электромагнитный клапан одновременно в шесть фильтрующих рукавов. После того как открывается электромагнитный клапан, в насадке сопел подается сжатый воздух.

**Основные технические характеристики рукавных фильтров таблица 1**

Тип фильтра	Число секций	Число рукавов в секции	Общая площадь фильтрации, м <sup>2</sup>	Размеры рукавов, мм		Производительность по газу (в рабочих условиях) м <sup>3</sup> /сек	Сопротивление фильтра мм.вод.ст	Мощность электродвигателей, квт	
				диаметр	Длина			Для встряхивающего механизма	Для обдувочного вентилятора
Хлопчатобумажная или шерстяная ткань	12	17	382	200	3000	6-9	80-100	1,5	3,0
Ткань нитрон или лавсан	12	17	382	200	3000	6,0	150-180	1,0	7,0
Стекло-ткань (фильтр Тильмана)	6	384	2857	127	3000	14,0	180-200	1,0	28,0
То же	6	72	518	127	3000	2,5	150-170	-	7,5
С пульсирующей продувкой	6	30	248	220	2000	6,0	260	-	-
Хлопчатобумажная ткань (фильтр Тильмана)	4	72	187	127	1750	0,8-0,9	150	0,4x4	-
ФВ – 45	3	16	45	165	1900	0,7	200	1,2	-
ткань нитрон	4	72	250	127	2300	1,0	200	0,4x4	10,0

Корпус фильтра изготавливается из черной стали, а бункера фильтров и коллекторы газов – из нержавеющей стали. В некоторых фильтрах конусные части бункеров имеют паровую рубашку для поддержания в них температуры, при которой исключается конденсация водяных паров. Снаружи фильтр изолирован. [24].

**1.8.2.6. Фильтр ИТС –518** применяется для улавливания сажи при очистке газов, отсасываемых из сушильных барабанов при мокром гранулировании сажи при температуре до  $220^{\circ}\text{C}$ . Поэтому для изготовления используют стеклянные ткани, выдерживающие такую температуру. В остальном конструкция фильтра и принцип его работы аналогичны фильтру ФР-3730. Данный фильтр применяется для очистки сажегазовой смеси с содержанием сажи до  $10\text{ г/м}^3$ , подаваемой в фильтр под давлением в фильтр под давлением до  $3\text{ кН/м}^2$  (300 мм вод.ст.). После очистки содержание сажи в газах не должно быть более  $0,1\text{ г/м}^3$ . Сажа из бункеров фильтра удаляется шнеком. [25].

**1.8.2.7 Фильтр МФВ – 204** предназначен для улавливания сажи в процессе мокрой грануляции и в производстве канальной сажи. В отличие от фильтра ИТС –518 данный фильтр рассчитан для работы под разрежением.

Фильтр состоит из стальной камеры, разделенной перегородками на двенадцать секций, в каждой из которой находится по семнадцать рукавов из ткани нитрон или лавсан. Рукава в верхней части крепятся к подвеске (раме), а в нижней – к патрубкам. Сажегазовая смесь поступает в камеру неочищенных газов, расположенную вдоль корпуса фильтра. В нижней части камеры имеются клапана, регулирующие поступление сажегазовой смеси в камеру. При работе фильтра сажегазовая смесь из камеры через бункер поступает в фильтрующие рукава. Сажа осаждается на внутренней поверхности рукавов, а очищенные газы, пройдя через ткань, попадают в камеру, а затем отсасываются вентилятором в атмосферу. Это создает в фильтре некоторое разрежение.



регенерируемой секции отсасывающим вентилятором. Воздух засасывается в секцию и проходит через ткань в направлении обратном потоку очищаемых газов. [27].

**1.8.2.9 Фильтр рукавный ФР –250** применяется для улавливания сажи в системе пневмотранспорта сажи или аспирации оборудования при температуре до  $110^{\circ}\text{C}$ . Фильтр состоит из четырех секций, каждая из которых представляет собой стальную прямоугольную камеру с размещенными в ней нитроновыми рукавами. Для закрепления рукавов в нижней части камеры устанавливаются рукавные плиты с конусными отверстиями, а в верхней – рамы для подвеса механизма встряхивания. Рукава верхними закрытыми концами подвешиваются на подпружиненные крючки механизма встряхивания, а нижними открытыми концами с помощью стальных пружинных колец крепятся в конусные отверстия рукавных плит.

Для встряхивания рукавов применяется кривошипно-шатунный механизм, установленный на боковой стенке фильтра. Колебательные движения верхней рамы с амплитудой 12 мм от кривошипно-шатунного механизма передаются рукавам, которые совершают 300 колебаний в минуту.

При работе фильтра сажегазовая смесь по распределительному коллектору подается в бункера и далее через отверстия в рукавной плите – в фильтрующие рукава. Очищенный газ, прошедший через ткань, вентилятором направляется в атмосферу. В это время дроссель коллектора обратной продувки закрыт, а коллектора чистого газа – открыт. При регенерации секции положение дроссельных заслонок меняется. При этом газ, направляемый вентилятором, проникает через ткань и очищает ее. Одновременно с обратной обдувкой включается механизм встряхивания рукавов. Уловленная сажа осаждается в бункерах и через шлюзовый затвор с помощью шнека отправляется на грануляцию.

## Техническая характеристика рукавных фильтров для улавливания сажи

Показатели	Фильтры							
	ИТС-518	МВФ-204	ФВ-30	ФВ-60	ФВ-90	ФР-250	ФР-280	ФР-3730
Материал рукавов	Стекланная ткань	Нитрон лавсан	Сукно			Нитрон	Стекланная ткань	
Производительность фильтра по газу, м <sup>3</sup> /ч	10800	13000	5400	10800	16200	5250	49000	68000
Температура газа на входе в фильтр, °С, не более	220	150	80	80	80	110	220	220
Удельная нагрузка на ткань, м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> *мин), не более	0,35	0,60	1,0	1,0	1,0	0,35	0,35	0,35
Площадь фильтрующей поверхности, м <sup>2</sup>	518	383	30	60	90	250	2800	3730
Число секций	6	12	2	4	6	4	6	8
Число рукавов								
В секции	72	17	18	18	18	72	384	384
В фильтре	432	204	36	72	108	288	2304	3072
Диаметр рукава, мм	127	220	135	135	135	127	127	127
Длина рукава, мм	3000	3000	2090	2090	2090	2300	3000	3000

## 2.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА.

Завод технического углерода в городе Туймазы Республики Башкортостан существует с 1957 года, специализируется по выпуску технического углерода марки П-803 по ГОСТ 7885-86 с изменениями 1,2,3 «Углерод технический для производства резины. Технические условия». [30].

Процесс производства технического углерода является непрерывным, закрытым и поточным, в котором имеются свои особенности и опасности.

В составе завода:

- Цех производства технического углерода – ЦПТУ;
- Заводская лаборатория – ЦЗЛ;
- Ремонтно-механический участок – РМУ;
- Энергоучасток, КИПиА;
- Транспортно – хозяйственный участок – ТХУ;
- Заводоуправление.

Производство технического углерода марки П – 803 обеспечивается технологическими потоками, в состав каждого из которых входит:

- вертикальный реактор конструкции по техдокументации ЦКБН (черт. ПСР 11.01.000СБ);
- активатор (черт. ПСР 11.02.000СБ);
- холодильник – испаритель (черт. ПСР 11.03.000СБ);
- пятипольный электрофильтр СГ 15х5, черт. Т-63-48  
КМД – (1 – 18) черт. 67027 КМД (1 –15) [31].

		7.Массовая доля воды, %	0,2	следы	
		8. Содержание механических примесей, %	Отс.	Отс.	
		9. Индекс корреляции, не менее	105	95	
2. Тяжёлый каталитический газойль (сырьё для техуглерода)	ТУ 38 301397-91	1. Плотность при 20° С, г/см <sup>3</sup>	А 1,000	Б 0,998	В 0,9 95
		2. Индекс корреляции, не менее	100	98	95
		3. Фракционный состав: 50% выкипает при температуре, не выше	410	410	41 0
		4. Содержание серы, % мас. не более	3,0	3,0	3,0
		5. Коксуемость, % мас.не более	2,0	2,0	2,0
		6. Вязкость при 50 °С	25	25	25
		7. Содержание воды %мас., не более	0,2	0,2	0,2

		5. Массовая доля бензола, %, не менее	23	20
		6. Массовая доля толуола, %	-	-
		7. Массовая доля воды, %, не более	0,5	0,5
4. Топливо нефтяное (мазут) «М-100»	ГОСТ 10 585 – 76 с изм.1,2,3,4,5	1. Плотность при 20°С г/м <sup>3</sup>	Не нормируется	
		2. Вязкость условная в градусах при 80°С соответственно ей кинематическая, мм <sup>2</sup> /с	не более 16,0  118,0	
		3*. Зольность в процентах	Не более 0,14	
		4*. Массовая доля мех.примесей в процентах	Не более 1,0	
		5. Массовая доля воды в процентах	Не более 1,0	
		6. Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие	
		7. Массовая доля серы, в %	Не более 3,5	

		6. Массовая доля мех.примесей, % н/б	0,01	Не более 0,01
		7. Индекс корреляции, н/м	125	Не менее 120
		8. Массовая доля ионов натрия, %, н/б	0,005	Не более 0,01
		9. Массовая доля ионов калия, %	0,0005	Не более 0,001

[33].

### 2.3. СВОЙСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА МАРКИ П – 803.

Наименование показателя	Норма технического углерода	
	Гранулированного	Не гранулированного
1. Удельная условная поверхность, м <sup>2</sup> /г	14 - 18	14 – 18
2. Абсорбция дибутилфталата, см <sup>3</sup> /100 г	65 ± 7	75 ± 7
3. рН водной суспензии	7,0 – 9,0	7,5 – 9,5
4. Массовая доля потерь при 105° С, %, не более	0,5	0,5
5. Зольность, %, не более	0,45	0,45
6. Массовая доля остатка, %, не более, после просева через сито с сеткой:		
0045	0,08	0,08
05	0,001	0,001
014	0,01	0,01
7. Массовая доля пыли, %, не более	6,5	-
8. Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	320 – 400	-
9. Прочность отдельных гранул, Н	0,2 – 0,7	-

высокоактивных. В настоящее время сажевая промышленность нашей страны выделилась в самостоятельную отрасль. Сажевые заводы не только обеспечивают потребность отечественной промышленности, но и поставляют сажу в другие страны.

Сажа находит широкое применение в различных отраслях промышленности.

Основным потребителем сажи является шинная и резинотехническая промышленность. Сажа применяется наиболее часто в качестве активного наполнителя, особенно в резинах на основе синтетических каучуков. При введении сажи в резиновую смесь увеличивается механическая прочность резины, а также срок службы изделий из резины. Усиливающее действие сажи тем выше, чем меньше размер ее частиц.

В электротехнической промышленности сажа применяется для производства розеток, выключателей, патронов и других изделий.

В лакокрасочной промышленности сажа является важным сырьем для производства высококачественных красок и лаков.

Современная полиграфическая промышленность предъявляет все более высокие требования к саже. Этой промышленностью потребляется в основном сажа с удельной геометрической поверхностью  $200 \text{ м}^2/\text{г}$  и более.

В настоящее время ведутся разработки новых типов саж с повышенной структурностью и более высокой дисперсностью, для производства, которых используют более дешевое сырье. [28].

Технический углерод П – 803 – печной, малоактивный, получаемый при термоокислительном разложении жидкого углеводородного сырья, с низким показателем дисперсности и средним показателем структурности используется в качестве усилителя при производстве резины для народного хозяйства. По внешнему виду технический углерод напоминает порошок черного цвета. Частицы технического углерода, соединяясь между собой,

Производственный воздух в реактор подается через воздушный коллектор ламинарным потоком непосредственно в зону реакции в соотношении соответственно по отношению к сырью 2,5 : 3,1 в необходимом количестве для термического разложения сырья и образования технического углерода.

Полученный в реакторе аэрозоль технического углерода поступает в активатор, где происходит завершение образования структуры технического углерода, разложение остатков неразложившегося сырья.

Из активатора аэрозоль поступает в холодильник – испаритель, где происходит быстрое его охлаждение до температуры 230 – 270 °С и увлажнение за счет испарения воды, подаваемой в распыленном виде с помощью механических форсунок.

Вода на орошение аэрозоля подается насосом из водяного резервуара с подпиткой из системы повторно – последовательного использования (вода с охлаждения холодильников – испарителей). [31]

Охлажденный аэрозоль технического углерода поступает в электрофильтр СГ 15х5, где последовательно проходит через систему коронирующих и осадительных электродов пяти полей.

К коронирующим электродам подводится постоянный электрический ток высокого напряжения, преобразуемый из переменного однофазными электроагрегатами АТФ – 250 и АТФ – 1000.

В зоне коронного разряда происходит ударная ионизация газа, при этом образуется большое количество ионов и электронов, которые при движении под действием электрического поля сталкиваются со взвешенными в газе частицами технического углерода, поглощаются ими и сообщают им свой заряд.

Заряженные частицы технического углерода движутся к электродам с противоположным зарядом и оседают в них. Выделенный технический углерод периодически, с помощью механизма встряхивания, встряхивается в



Маркировка транспортной тары по ГОСТ 14192 –77 нанесением окраской по трафарету манипуляционного знака «Бойтесь сырости» и всех обозначений по ГОСТ 7885 – 86 с изм. 1,2,3.

Мешки с готовой продукцией по ленточному транспортеру поступают на склад.

Загрузка железнодорожных вагонов продукцией производится с помощью телескопических вагонопогрузчиков «Мюллерс».

Используемыми вторичными ресурсами являются:

Вода с рубашек холодильников – испарителей с температурой не менее 60 °С, закольцованная в систему повторно – последовательного использования и применяемая в качестве теплоносителя в системе отопления диспетчерского пункта, бытового корпуса и на приготовление раствора связующей присадки в процессе гранулирования технического углерода. [34].

## **2.7.ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ВЫБРОСОВ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА.**

На существующее положение все работающие технологические потоки на выходе из выхлопной трубы электрофильтров снабжены системой дожига.

Электронная система поджига отходящих газов разработана и внедрена Туймазинским заводом техуглерода совместно с АО «Сибозон» и НПО «Экохим». [38].

Лабораторные данные, полученные на модельной установке дожига газов газоаналитической лабораторией НПО «Экохим» представлены ниже.

Дожиг технологических выбросов происходит по следующим веществам: техуглерод, оксид углерода, сероводород, метан. В процессе дожига часть серы из сероводорода окисляется до диоксида серы, поэтому количество выбросов диоксида серы увеличивается. [39]

Количество отходящих газов и выбросы в атмосферу с 1996 года имеют следующий состав:

<b>H<sub>2</sub>S</b>	0,104	0,000728	99,3
	0,102	0,00061	99,4
	0,108	0,00086	99,2
<b>Итого</b>	<b>0,105</b>	<b>0,00073</b>	<b>99,3</b>
<b>ТУ</b>	0,01	0,0038	62
	0,02	0,0074	63
	0,015	0,0058	61
<b>Итого</b>	<b>0,015</b>	<b>0,0057</b>	<b>62</b>

## **2.8. ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ СХЕМА.**

### **ЦЕЛЬ И НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ.**

В перспективе завода ОАО «Туймазытехуглерод» специализирующийся на производстве технического углерода марки П – 803, производство более дисперсного продукта марки П – 702.

На существующее положение улавливание технического углерода осуществляется в электрофильтре СГ 15х5, эффективность которого составляет 99,9 %. Однако эффективность улавливания технического углерода марки П – 7002 будет значительно меньше, оно составит 86 %. Это связано с тем, что размеры частиц технического углерода марки П – 702 имеют более высокую дисперсность, что затрудняет осаждение сажевых частиц на электродах.

Учитывая опыт работы установки по улавливанию технического углерода в очистке газов на Ивановском заводе технического углерода, где в качестве аппарата для улавливания используется рукавной фильтр предполагаем дополнить существующую двухступенчатую схему очистки отходящих газов на трехступенчатую. [39]

Предполагается применить рукавной фильтр, с обратной продувкой типа ФР, в качестве фильтровального материала – стеклоткань.

газов и нагнетает их через коллектор обдувочного газа и дроссель в ту секцию фильтра, которая в данный момент очищается от сажи. Газы поступают в пространство между рукавами, а затем проходят через поры ткани и сдувают сажу с внутренней поверхности рукавов в бункерную часть секции.

На время очистки рукавов от сажи закрывается дроссель, соединяющий секцию с коллектором очищенного газа, и открывается дроссель, соединяющий ее с коллектором обдувочного газа. Закрывание и открывание дросселей осуществляется автоматически по заранее заданной программе со щита управления. Цикл очистки рукавов состоит из следующих операций (в сек):

- Закрывание дросселя, соединяющего секцию с коллектором очищенного газа 0
- Открывание дросселя от коллектора обдувочного газа и начало обдувки рукавов 5
- Закрывание дросселя от коллектора обдувочного газа 20
- Открывание дросселя к коллектору очищенного газа 25

Механизм покачивания рукавов включают только тогда, когда сопротивление рукавов превысит установленную форму, что практически случается не чаще чем 3 раза в сутки.

Механизм покачивания включается через 10 сек после начала очистки цикла очистки рукавов; механизм работает в течение 5 сек, затем автоматически выключается.

Собираемая в бункерах фильтра сажа через шлюзовые затворы поступает в трубопровод пневматического транспорта, присоединенный к заднему (по направлению движения газов) концу коллектора неочищенных газов. В результате напора, создаваемый обдувочным вентилятором, давление в бункерных частях фильтра на 20-40 мм вод.ст. выше, чем в трубопроводе пневматического транспорта, что способствует выгрузке сажи

циклонов СКЦН- 34 в технологической линии производства активного печного углерода из жидкого сырья.

Фильтры, как правило, устанавливают в закрытом помещении. Они могут быть размещены и на открытом воздухе, но при этом верх фильтра закрывают утепленным шатром, а бункерную часть располагают в утепленном помещении. [41]

#### Техническая характеристика ФР-5000.

Площадь фильтрующей поверхности, м <sup>2</sup>	5000
Количество секций	8
Количество рукавов: в аппарате	4032
в секции	504
Диаметр рукава, мм	127
Высота рукава, м	3,09
Количество шлюзовых затворов	8
Удельная газовая нагрузка, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> мин	0,3-0,35
Гидравлическое сопротивление, кПа(кгс/м <sup>2</sup> )	1,5-2 (150-200)
Концентрация технического углерода, г/м <sup>3</sup>	7-10
Допустимое давление внутри аппарата, кПа(кгс/м <sup>2</sup> )	До 2,5 (250)
Давление продувочного газа, кПа (кгс/м <sup>2</sup> )	6 (600)
Марка продувочного вентилятора	Ц6-30 №8
Мощность электродвигателя, кВт: продувочного вентилятора	55
шлюзового затвора	0,4
Габаритные размеры, мм	28755 x 6960 x 14500
Масса (не более), т	121,7

## **3. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ**

$$V_{\Gamma}^{\circ} = \frac{20000 (740 + 30/13,6) * 273}{760 (273 + 260)} = 10000 \text{ м}^3\text{час}$$

где 13,6 кг/дм<sup>3</sup> – плотность ртути

Отсюда подсос воздуха для охлаждения составит:

$$V_{\text{в}}^{\circ} = V_{\Gamma}^{\circ} * 0,15 = 1000 * 0,15 = 1500 \text{ м}^3\text{час}$$

Общий объем газов на выходе в рукавные фильтры при нормальных условиях равен:

$$V_{\Gamma}^{\circ} + V_{\text{в}}^{\circ} = 1000 + 1500 = 11500 \text{ м}^3\text{/час}$$

Или при рабочих условиях:

$$V_{\Gamma} = \frac{11500 * 760 (273 + 230)}{(740 - 15/13,6) * 273} = 21793 \text{ м}^3\text{/час}$$

Примем скорость фильтрации, тогда необходимая площадь фильтрации составит:

$$F = \frac{21793}{60 * 0,07} = 5000 \text{ м}^2$$

Для установки выбираем восьми секционные фильтры типа ФР.

Определим количество газов после фильтров  $V'_{\Gamma}$

Как уже было указано, подсос воздуха в самих фильтрах, включая воздух, идущий на продувку, составляет 25 % от суммы  $V_{\Gamma}^{\circ} + V_{\text{в}}^{\circ}$ , т.е.

$$0,25 * 11500 = 2875 \text{ м}^3\text{/час}$$

Отсюда объем газов после фильтрации будет равен:

$$11500 + 2875 = 14375 \text{ м}^3\text{/час}$$

Для нахождения температуры после фильтров вторично воспользуемся формулой 1

$$230 - t'_{\text{см}}$$

$$\frac{t'_{\text{см}} - 30}{230 - t'_{\text{см}}} = 0,25 \quad \text{где}$$

$t'_{\text{см}}$  – температура газов после фильтров равна 190°C [43]

- азота диоксид

$$0,025 * 3,38 * 2,09 = 0,177 \text{ г/сек}$$

$$1860 * 6,54 * 0,025 * 18300 * 10^{-6} = 5,565 \text{ т/год}$$

- углерода оксид

$$62,56 * 3,38 * 2,09 = 441,936 \text{ г/сек}$$

$$1860 * 6,54 * 62,56 * 18300 * 10^{-6} = 13926,389 \text{ т/год}$$

- серы диоксид

$$0,811 * 3,38 * 2,09 = 5,729 \text{ г/сек}$$

$$1860 * 6,54 * 0,811 * 18300 * 10^{-6} = 180,536 \text{ т/год}$$

- сероводорода

$$0,862 * 3,38 * 2,09 = 6,089 \text{ г/сек}$$

$$1860 * 6,54 * 0,862 * 18300 * 10^{-6} = 191,889 \text{ т/год}$$

- метана

$$1,960 * 3,38 * 2,09 = 13,846 \text{ г/сек}$$

$$1860 * 6,54 * 1,960 * 18300 * 10^{-6} = 436,313 \text{ т/год}$$

- бензапирен

$$0,00003 \text{ т/год}$$

### **3.2.2. Выбросы вредных веществ в атмосферу с учетом дожигания.**

- технический углерод

$$0,427 (1-0,6) = 0,171 \text{ г/сек}$$

$$13,468 (1-0,6) = 5,387 \text{ т/год}$$

- азота диоксид

$$0,177 (1-0) = 0,177 \text{ г/сек}$$

$$5,565 (1-0) = 5,565 \text{ т/год}$$

- углерода оксид

$$441,936 (1-0,75) = 110,484 \text{ г/сек}$$

$$13\,926,389 (1-0,75) = 3481,597 \text{ т/год}$$

- серы диоксид

$$5,729 + 6,089 * 0,68 = 9,870 \text{ г/сек}$$

$$14257,91/8206 = 1,737 \text{ т/час} = 1737 \text{ кг / час}$$

Удельный объем газообразования на единицу израсходованного сырья равен:

$$(3,38*3600)/1737 = 7,005 \text{ м}^3 / \text{кг}$$

Объем выбросов за один реакторо – час

$$1737 * 7,005 = 12167,7 \text{ м}^3/\text{час} \text{ или } 3,38 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрация вредных веществ без учета дожига после электрофилтра:

- техуглерода –  $8,470 \text{ г/м}^3$

- азота диоксид –  $0,025 \text{ г/м}^3$

- углерода оксид – 91%

$$(9,1 * 28 * (1-45/100) * 10^3) / (100 * 22,4) = 62,56 \text{ г/м}^3$$

- серы диоксид

$$(0,721 * 0,65 * 0,3 * 64 * 10^3) / (100*32*7,005) = 0,401 \text{ г/м}^3$$

- сероводорода

$$(0,721 * 0,65 * 0,6 * 34 * 10^3) / (100*32*7,005) = 0,426 \text{ г/м}^3$$

- метана

$$(0,5 * 16 * (1-45/100) * 10^3) / (100 * 22,4) = 1,960 \text{ г/м}^3$$

### 3.3.1. Выбросы вредных веществ без учета дожига

- техуглерода

$$8,470 * 3,38 * 0,937 = 26,8250 \text{ г/сек}$$

валовый выброс

$$8,470 * 12167,7 * 8206 * 10^{-6} = 845,713 \text{ т/год}$$

- азота диоксид

$$0,025 * 3,38 * 0,937 = 0,079 \text{ г/сек}$$

валовый выброс

$$0,025 * 12167,7 * 8206 * 10^{-6} = 2,496 \text{ т/год}$$

- углерода оксид

$$62,56 * 3,38 * 0,937 = 198,131 \text{ г/сек}$$



При введении трехступенчатой очистки: электрофильтр – тканевый фильтр – электронный поджиг получим:

- технический углерод

$$845,713 (1 - 0,99) = 8,457 \text{ т/год}$$

с учетом дожига

$$8,457 (1 - 0,6) = 3,38 \text{ т/год}$$

Таким образом, при введении рукавного фильтра улавливается:

$$338,285 - 3,38 = 334,9 \text{ т/год. [44]}$$

Проблема снижения негативного воздействия на окружающую среду с целью предотвращения дальнейшего нарушения природных ландшафтов, сохранения территории жизнеобеспечения населения, почвенного и растительного покрова остается актуальной.

Решая задачи уменьшения загрязнения атмосферы отходящими газами техническим углеродом, нами был предложен рукавной фильтр типа ФР, где в качестве фильтрующего материала используется стекловолокно, которое отличается высокой эффективностью.

Необходимость очистки выбросных газов от технического углерода обусловлена их высокой токсичностью.

Таким образом, можно рассчитать ожидаемое снижение экологического ущерба, наносимого окружающей среде годовыми выбросами газов, содержащих технический углерод. [45].

Расчет предотвращенного экологического ущерба выполнен в соответствии с «Методикой определения предотвращенного ущерба». Предотвращенный ущерб от загрязнения воздушного бассейна годовыми выбросами загрязняющих веществ определяется по формуле:

$$Y_{\Pi} = Y_{уд} * \Sigma M_{\Pi P} * K_{Э},$$

где  $Y_{уд}$  - показатель удельного ущерба для атмосферного воздуха, наносимого выбросом единицы приведенной массы загрязняющих веществ на конец отчетного периода времени для экономического района РФ, руб./усл.т;

$M_{\Pi P}$  – приведенная масса выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников выбросов, не поступивших в атмосферный воздух с определенного объекта в результате осуществления природоохранной деятельности в регионе в течение отчетного периода времени, усл.т;

$K_{Э}$  - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий в составе экономических районов РФ.

## **5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.**

и температурного режима в аппаратах и оборудовании участка подготовки сырья, реакторного отделения и отделения улавливания;

- периодический лабораторный контроль над состоянием воздушной среды на содержание пыли, паров углеводородов и окиси углерода в производственных помещениях;
- постоянный контроль над герметичностью технологического оборудования, арматуры, коммуникаций и современное устранение утечек газа, сырья и т.д.;
- регулярное проведение профилактических осмотров и соблюдение графиков планово – предупредительного ремонта оборудования;
- регулярное проведение тренировочных занятий с обслуживающим персоналом по плану ликвидации аварий;
- соблюдение обслуживающим персоналом правил техники безопасности, пажароопасности, правил внутреннего распорядка и должностных обязанностей.

## **5.2.ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЕГО ВЗРЫВО – ПОЖАРНОСТИ, ВРЕДНОСТИ, НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫЕ МЕСТА В ЦЕХЕ.**

Процесс получения, улавливания и обработки технического углерода является закрытым, непрерывным и поточным.

В целом производство является пажароопасным, на отдельных стадиях взрывоопасным. Имеется возможность загрязнения воздушной среды на рабочих местах пылью технического углерода, парами углеводородов и вредными отходящими газами.

По степени пажароопасности производство технического углерода имеет категории А, Б, В, Г, Д.

Газы, сопутствующие образованию технического углерода, имеют в своем составе окись углерода, водород, двуокись углерода, азот, метан, сероводород и могут образовывать взрывоопасные концентрации с кислородом воздуха.

Основной вредностью участка реакторов является избыточное тепловыделение. Источником тепловыделений служат поверхности реакторов, трубопроводов. При нарушении герметичности сырьевых и топливных линий в воздушную среду могут выделяться пары углеводородов. Вредные газообразные вещества и окись углерода могут выделяться также при замене сырьевых, топливных и водяных форсунок, прогаре корпуса реактора.

Повышенную опасность на участке реакторов представляют:

- разогрев реактора;
- ремонт футеровки внутри реактора (нагретая кладка, пыль, содержащая кремний);
- установка и снятие заглушек на газовых и сырьевых линиях, замене запорной арматуры;
- замена сырьевых форсунок в реакторе, водяных форсунок в холодильниках;
- горячие неизолированные части оборудования, трубопроводов;
- подтекание сырья и топлива через фланцевые и сальниковые соединения, утечка газа через не плотности;
- сварка трещин холодильников и газоходов под нагрузкой, без остановки потока.

### **5.2.3. Участок улавливания.**

Участок улавливания характеризуется количеством газо – тепловыделений. Основной вредностью участка улавливания является окись углерода. Газопылевыделения образуются при нарушении герметичности взрывных клапанов, прокладок люков транспортных систем, повышении давления в аппаратах, при пропуске газа через гидрозатворы, фланцы, шлюзовые затворы, сальники вентиляторов. Источниками тепловыделений служат поверхность трубопроводов, оборудования.

Повышенную опасность на участке улавливания представляют:

- удаление технического углерода из оборудования ручным способом;
- движущиеся и вращающиеся механизмы;
- электрооборудование с нарушенной изоляцией;

загрузки техническим углеродом вагонов – хопперов; [47]

Наиболее опасными местами скопления углеводородных паров и газов могут быть все колодцы, газораспределительный пункт, помещение в которых расположены или проходят газовые и сырьевые коммуникации, приемки, траншеи, все помещения и сооружения, расположенные ниже нулевой отметки.

### 5.3. ОЧИСТКА ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ И ТУМАНА.

Очистка воздуха от примесей необходима для оздоровления воздушной среды, улавливать выделения компонентов, которые могут быть использованы как конечный целевой или промежуточный продукт, а также как исходное сырье. [48]

Расчет циклона сводится к определению геометрических параметров и эффективности работы циклона, он ведется в следующей последовательности:

1. Для известного типа циклона определяют оптимальную скорость потока

$$w_{\text{оп}} \text{ в циклоне: } \omega_{\text{оп}} = 3,5 \text{ м/с}$$

2. Вычисляют диаметр циклона  $D$  (м):

$$D = \sqrt{4Q / \Pi \omega_{\text{оп}}}$$

$$D = \sqrt{(4 * 3000 / 3600) / (3,14 * 3,5)}$$

где  $Q$  – количество очищаемого газа,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Полученное значение  $D$  округляют до ближайшего стандартного значения диаметра циклона. Если расчет диаметра циклона превышает его максимально допустимое значение, то необходимо применять несколько параллельно установленных циклонов.

3. По выработанному диаметру циклона находят действительную скорость движения газа в циклоне,  $\text{м/с}$ .

$$\mu_T = 22,2 * 10^{-6} \text{ Па*с};$$

$$\omega_T = 3,5 \text{ м/с};$$

$D$  – диаметр рассчитываемого циклона, м;

$\rho$  - плотность частиц;

$\mu$  - кинематическая вязкость;

$\omega$  - скорость газа в циклоне.

Значения  $d_{50}^T$  и  $\lg\delta$  для каждого типа циклона приведены: ЦН – 11

$$d_{50}^T = 3,65 \text{ мкм};$$

$$\lg\delta = 0,352$$

$$d_{50} = 3,94 * 10^{-6}$$

$$X = -0,066$$

Найденному значению  $X$  соответствует значение  $\Phi(x) = 0,489$ . Откуда эффективность очистки газов в циклоне 75%. [49]

### Список использованной литературы.

1. Информационно – методическое письмо. О состоянии загрязнения воздушного бассейна г.Туймазы по данным ТТУООС за 2000 г. и мерах по его снижению.
2. «Опасность природного техногенного и экологического характера» Шахраманьян М.Л.// «Экология и промышленность России», март 2002 ст 4-8
3. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДОКЛАД о состоянии окружающей природной среды республики Башкортостан в 2000 году. Государственный комитет республики Башкортостан по охране окружающей среды. Уфа, 2001г.
4. Вестник экологического образования в России. №11, март,1999 г.
5. Хмыров В.И., Фисак В.И. «Термическое обезвреживание промышленных газовых выбросов» Алма – Ата: Наука,1978,116 с.
6. «Производство и свойство углеродных саж». Научные труды. Под ред. В.Ф. Суровкина. Западно – Сибирское книжное издательство, Омское отделение, 1972. 408 с.
7. Л.П. Баранов, Т.С. Голованова, фирма «Пик», г. Стерлитамак «Эффективные аппараты для санитарной очистки газов».
8. Родионов А.И.,Клушин В.Н., Торочешников Н.С. «Техника защиты окружающей среды.М: Химия,1989,510с.
9. Кисаров В.М., Субботин А.И. «Промышленная и санитарная очистка газов», 1980, №2, с 18-19.
- 10.«Очистка технологических газов» Под ред. Семеновой Т.А., Лейтеса И.Л., 2-е изд. М: Химия,1977. 488 с.
- 11.Справочник по пыле- и золоулавливанию. Под ред. Русанова А.А. 2-е изд. М: Энергоатомиздат,1983.312 с.
- 12.Ужов В.Н.«Очистка газов электрофильтрами», М: Госхимиздат, 1962.300с
- 13.А.С. (СССР) № 1220195, МКИ, ВОЗС 3/00. Способ электрической очистки газов.



- углеродных печных саж» М: Химия, 1975, 160с.
33. «Регенерация нефтесодержащих отходов» Соколов, Козлов А.Г. Вологодский государственный технический университет.// «Экология и промышленность России», февраль 2002, 8 с.
  34. ГОСТ 7885 – 86 «Технические условия для производства резины»
  35. Верещагин И.П. «Электрофильтр с интенсивной электронно – ионной технологией» // Тез. Докл. IV Всесоюзной конференции М, 1991 14-15 с
  36. Антонов М.В., Баранов Л.П. «Повышение степени очистки газов в электрофильтрах блоков дегидрирования углеводородов»// Химическое и нефтяное машиностроение, 1988 №7 25-26 с.
  37. Том ПДВ предприятия ОАО «Туймазыхуглерод».
  38. Лабораторные данные, полученные на модельной установке дожига газов газоаналитической лабораторией НПО «Экохим».
  39. Проспект фирмы «Халдор Топсе» Технология фирмы «Топсе» для очистки воздуха методом каталитического дожигания» Дания,1981.
  40. Эльтерман В.М. «Охрана воздушной среды на химических и нефтехимических предприятиях» М: Химия,1985. 160 с.
  41. Патент РФ № 2071835 С1, (6) В 03 С 3/08. Электрофильтр.
  42. Меренкова М.И., Шейко В.А. и др. «Математическое моделирование регенеративного аппарата для термического обезвреживания газовых выбросов»// Химическое и нефтяное машиностроение, №10,1990
  43. Павлов К.Ф., Рамашов П.Г., Носков А.А. «Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии» Л: «Химия»,1987, 288с
  44. Перельман В.И. «Краткий справочник химика», ОНПХ, 1934
  45. «Очистка и рекуперация промышленных выбросов»Под ред. Максимова В.М. Изд. 2-е М: Лесная промышленность,1981. 640 с.
  46. Лукин В.Д., Курочкина М.И. «Очистка вентиляционных выбросов в химической промышленности» Л: Химия, 1980.232 с.
  47. «Методика определения предотвращенного ущерба». Москва, 1999.
  48. И.И. Мазур, О.И. Молдованов «Курс инженерной экологии»