

Реферат

Выпускная квалификационная работа 106 с., 38 табл., 36 источника.

Объектом проектирования являются очистные сооружения, находящиеся на предприятии ООО «Криогенмаш-Газ», в отделении окраски и сушки баллонов.

Цель работы – является разработка природоохранных мероприятий, для очистки газа после отделения, где проводится окраска и сушка баллонов. В результате проектирования рассчитано: циклон ЦМ-500У и рукавный фильтр ФРКИ-180 (в качестве фильтровальной поверхности используется полимер). Рассчитана эффективность природоохранного мероприятия и срок его окупаемость, рассмотрен раздел «Социальная ответственность».

Основными конструктивными, технологическими и технико - эксплуатационными характеристиками являются: Объем загрязненных газов на входе в циклон ЦМ-500У – $4530 \text{ м}^3/\text{ч}$, объем загрязненных газов на входе рукавный фильтр ФРКИ-180 - $11350 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Плата за выбросы составляет 0,156 рублей. Плата за отходы - 7,74 р.

Область применения: при проектировании инженерных сооружений очистки газов отделения окраски и сушки баллонов ООО «Криогенмаш-Газ».

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 10.0 шрифтом Times New Roman 14 и представлена на бумажном и электронном носителях.

Оглавление

Введение.....	13
1 Обзор литературы	14
1.1 Современные циклоны для сбора абразивной пыли	14
1.1.1 Циклоны типа ЦОК	14
1.1.2 Циклоны типа ЦМ	17
1.1.3 Циклоны типа ЦН-24.....	20
1.2.1 Способы нанесения лакокрасочных покрытий.....	21
1.2.2 Гигиенические свойства лакокрасочного производства	31
1.3 Очистка газов в пористых фильтрах	34
1.3.1 Физические основы фильтрации газа через пористые материалы ...	36
1.3.2 Тканевые фильтры	39
2 Характеристика производства	46
2.1 Характеристика основного производства	46
2.2 Инвентаризация загрязняющих веществ	52
3. Инженерные расчеты.....	63
3.1 Материальный баланс.....	63
3.1.1 Материальный баланс циклона	63
3.1.2 Материальный баланс фильтра	64
3.1.3 Материальный баланс дезодоратора.....	66
3.2.Аппаратный расчет	66
3.2.1 Аппаратный расчет циклона	66
3.2.2 Аппаратный расчет фильтра.....	69
4 Техничко-экономическое обоснование	73
4.1. Расчет производственной мощности	73
4.2. Расчет себестоимости годовой	74
4.3 Расчет годовых эксплуатационных затрат	80
4.4 Определение стоимости оборудования	83
4.5. Техничко-экономические показатели	87
4.6 Складирование и утилизация отходов.....	88

5 Социальная ответственность	89
5.1. Производственная безопасность	89
5.1.1. Пониженная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.	90
5.1.2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	91
5.1.3. Повышенный уровень шума.	92
5.1.4. Повышенный уровень вибрации	93
5.1.5. Вредное воздействие химических веществ.....	93
5.1.6. Вероятность поражения электрическим током.	94
5.2. Экологическая безопасность.....	95
5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	95
5.3.1. Чрезвычайная техногенная ситуация.....	95
5.3.2. Чрезвычайная природная ситуация.	96
5.3.3. Чрезвычайная экологическая ситуация.	96
5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	97
5.4.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства	97
5.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	97
Заключение	99
Список используемых источников.....	100
Приложение А	103
Приложение Б.....	104

Введение

Проблема загрязнения воздушного бассейна городов в настоящее время крайне актуальна. Первоначально вредные (загрязняющие вещества) образуются в воздушной среде промышленных зданий, а затем выбрасываются наружу и рассеиваются в атмосфере. Расчеты выделяющихся и выбрасываемых загрязняющих веществ необходимо проводить и в промышленной вентиляции, и в промышленной экологии. [1, с 11]

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу происходят в большинстве случаев из закрытых помещений. Исключения составляют открытые автостоянки, автозаправочные станции, места перегрузки сыпучих материалов в литейном и строительном производствах, котельные установки и другие участки, где происходят специфические технологические процессы. В связи с этим важно знать, как и где выделяются загрязняющие вещества, куда они поступают, как удаляются за пределы помещения, очищаются и попадают в атмосферу. [1, с 15]

Выделяющиеся вредности от какого-либо оборудования, как правило, локализируются и удаляются в основном своей массой системами местной вытяжной вентиляции. Часть загрязняющих веществ, которые не были уловлены, попадают в воздух помещения и удаляются системами общеобменной вытяжной вентиляции. Значение массовых выделений и выбросов загрязняющих веществ через местные системы позволит определить требуемую степень очистки и соответственно необходимость применения того или иного пылегазоулавливающего аппарата после того, как будет проведено рассеивание и нормирование выбросов. [1, с 11]

1 Обзор литературы

1.1 Современные циклоны для сбора абразивной пыли

1.1.1 Циклоны типа ЦОК

Циклоны ЦОК очень эффективны в работе с пылью, содержащую высокий процент абразивных частиц. Основной сферой использования этих агрегатов является металлообработка. Циклон-пылеуловитель ЦОК используют для очистки газозвудушных потоков в термических и литейных цехах, на предприятиях по механической обработке металла и на многих других производственных объектах подобного рода деятельности. Данный аппарат считается лучшим для работы с абразивной пылью, поскольку он не имеет конической части, подвергающейся особо интенсивному стиранию во время работы с абразивом. [4]

Общие сведения

Циклоны ЦОК имеют прямое назначение очищать воздух от сухой пыли, которая не слипается. Также данный агрегат очень эффективен в работе с пылью, которая содержит высокий процент абразивных материалов. Возможна работа с липкой пылью, но только в тех случаях, когда речь идет об очистке пыли содержащейся в тальке или саже. Для других видов слипающейся пыли использовать циклоны типа ЦОК не рекомендуется. [4]

Основная сфера использования данных агрегатов – это металлообработка. Их эффективно применяют для очистки газо-воздушных масс в литейных и термических цехах, в цехах по механической обработке металла, а также и на других промышленных объектах, где обрабатывают материалы подобного рода. Циклоны ЦОК считаются лучшими, когда речь идет о работе с абразивной пылью. У данных агрегатов отсутствует коническая часть, которая при работе с абразивом подвержена интенсивному

стиранию. Это позволяет работать с подобными материалами с максимальной эффективностью, не опасаясь за то, что циклон будет подвержен механическим повреждениям и скоро выйдет из строя, как это может случиться с любой другой моделью, в конструкции которой коническая часть присутствует. Если процентное соотношение абразивных материалов в очищаемом газе слишком велико, тогда агрегат можно изготавливать из более толстого металла до трех миллиметров. Это позволит использовать его даже в самых экстремальных условиях. [4]

Очистка воздуха.

Очистка газо-воздушных смесей в циклоне типа ЦОК происходит следующим образом:

1. Газ на относительно большой скорости подается в агрегат;
2. Подача и движение газа внутри циклона происходит спиралевидным образом;
3. За счет закрутки по спирали воздушного потока в действие вступает центробежная сила;
4. Пыль и другие мелкие частицы сталкиваются со стенками агрегата и осыпаются по ним в накопительный бункер.

Максимально допустимая запыленность очищаемого газа не должна превышать 1000 г/м^3 . Допустимая температура газа при очистке может быть максимум 150°C . Циклоны типа ЦОК способны обеспечить степень очистки до 80%. [4]

Монтаж.

Вентилятор (тягодутьевая машина) может устанавливаться по отношению к аспирационному тракту, как на нагнетательной стороне циклона, так и на стороне разрежения. Для того чтобы правильно скомпоновать систему, при выборе вентилятора для каждого конкретного случая необходимо соблюдать

два основных параметра - это сила аэродинамического сопротивления, которой подвержена конкретная установка с конкретными размерами и перепады давления при максимальном расходе воздуха. Несмотря на возможность установки тягодутьевой машины по обе стороны агрегата, в паре с циклоном ЦОК все-таки рекомендуется устанавливать вентилятор на всасывание (разрежение) и использовать улитку. Это обеспечит агрегату наиболее высокие показатели работы. Так же для наиболее эффективной работы, циклон рекомендуется комплектовать специальным раскручивателем воздуха, изготавливать который желательно из низколегированной стали. Циклоны типа ЦОК комплектуются еще одним очень важным для их работы элементом, который называется «внутренний конус». Он устанавливается в нижней части агрегата и образует как бы барьер, который предотвращает взмучивание и унос осажденной в накопительном бункере пыли. Собственно говоря из-за наличия в конструкции именно этого элемента, данный агрегат и получил свое имя «Циклон ЦОК с внутренним конусом». Угол установки внутреннего конуса зависит от перерабатываемого материала. Если работы проводятся с сухой пылью, то внутренний конус устанавливается под углом - 45° , если речь идет о работе с сажой или тальком, угол будет составлять - 60° . Для того чтобы обеспечить максимально-эффективную работу всей аспирационной системы, необходимо учитывать массу мелких деталей при ее проектировании, установке и эксплуатации. [4]

Для эффективной работы циклона ЦОК необходимо добиться согласования между следующими элементами:

1. Зонт (его площадь)
2. Диаметр воздуховода, который соединяет непосредственно зонт и циклон
3. Высота системы в совокупности со всеми установочными элементами
4. Пропускная мощность и давление тягодутьевой машины (вентилятора)

Конструктивное исполнение.

Стандартно циклоны ЦОК изготавливаются из углеродистой стали, которая не подвержена коррозионным повреждениям. Данные агрегаты могут изготавливаться, как с правосторонним вращением воздушного потока, так и вращением левосторонним. Циклоны ЦОК могут изготавливаться, как в одинарном исполнении так и в групповом (от 2 до 10 циклонов в группе). Эффективность батарейной установки значительно выше, чем агрегата в одиночном исполнении. Изготовление бункера: вид материала, его толщина, размеры. Форма, стоимость зависит от конкретных условий работы циклона. [4]

1.1.2 Циклоны типа ЦМ

Циклоны типа ЦМ разработаны на базе циклонов ЦОК с обратным конусом, являются усовершенствованным аналогом своего предшественника. Основной отличительной чертой данных агрегатов считается более высокая степень очистки и возможность работы в экстремальных условиях. Циклоны ЦМ характеризуются экономичностью, расширенной областью применения, и эффективной работой с экстремальными типами пыли. Циклон-пылеуловитель типа ЦМ не в ущерб себе отлично очищает воздух от пыли, содержащий очень высокий процент абразива. Эту особенность агрегату обеспечивает умеренная скорость воздушного потока, который проходит через входной патрубок. За счет невысокой скорости стенки циклона не истираются, даже при обработке высокоабразивной пыли. Циклон ЦМ имеет измененную конструкцию внутреннего отбойного конуса по сравнению с исходной моделью. Она располагает специфической особенностью: остается свободным пылевыходное отверстие, которое находится между стенкой и основанием отбойного конуса. Креплением его лапок к кронштейнам выполнено со специально предусмотренным люфтом. Этот фактор обуславливает вибрацию отбойного конуса, образующуюся восходящими воздушными потоками. Вибрация, в свою очередь способствует

механическому встряхиванию клубков и пробок, образующихся в процессе пылеотделения. За счет проведенной модернизации, циклоны типа ЦМ могут эффективно использоваться в тех же условиях, в которых обычно используют агрегаты типа ЦН-15, ЦН-11, СИОТ, УЦ и другие, однако, в отличие от перечисленных моделей, ЦМ более экономичен, а значит, и более выгоден для приобретения. Кроме вышеперечисленных преимуществ, циклоны данного типа имеют еще одно характерное отличие от других моделей. В сфере их использования фактически отсутствует ограничение по типам пыли, с которой допустима работа данных агрегатов. Форма, плотность, размер и другие характеристики веществ, с которыми может работать данный циклон, не имеет никакого значения, так как данные агрегата рассчитаны на максимально эффективную работу с пылью фактически всех видов и размеров. Единственным исключением является то, что циклоны ЦМ не рекомендуется использовать для очистки воздуха от веществ, которые могут в процессе очистки налипать на его стенки, и от цементной пыли. Циклоны типа ЦМ применяются в одноступенчатой установке, обеспечивая достаточную эффективность обеспыливания технологических выбросов, а также в многоступенчатых установках в качестве агрегата, который осуществляет очистку первой ступени. [5]

Монтаж

Инженеры-разработчики предусмотрели три варианта установки циклонов, выбор наиболее оптимального из которых зависит от величины ПДК в воздухе, выбрасываемого в атмосферу, а также от различных нюансов конструктивных требований. [5]

Установка циклона с накопительным бункером и со шлюзовым питателем гарантирует высокую степень очистки: от 96 до 98%, кроме того, характеризуется простотой обслуживания и монтажа. Только для тяжелых видов пыли высокой дисперсности следует применять установку циклона непосредственно на пылесборнике, поскольку такой тип установки

конструктивно не способен обеспечить высокую степень очистки воздушных масс от загрязняющих пылевых частиц. [5]

Схема работы циклона.

В процессе работы циклонов ЦМ используется центробежная сила, которая развивается при вращательно-поступательных движениях газовых потоков. Оптимальная организация движений пыленесущих потоков обеспечивается конструкцией входного узла, с помощью которой создаются наиболее оптимальные условия для осаждения пыли на стенки агрегатов. Частицы пыли под воздействием центробежной силы подводятся к стенкам циклона, далее частично с газами попадая в бункер. Попавшие в бункер газы, освободившись от пыли, через центральное отверстие отбойного конуса возвращаются обратно в циклон, порождая начало внутреннего вихря очищенного газа, что покидает пылеуловитель. [5]

Конструктивное исполнение.

Конструкция входных патрубков и корпусов каждой модели циклонов ЦМ также разработана наиболее тщательным образом и продумана до мельчайших деталей. Корпус базовой модели составляет короткая цилиндрическая и расширяющаяся к низу коническая части. Благодаря столь оптимальной конструкции, циклоны типа ЦМ слабо подвергается воздействию абразивных частиц и последующему износу, так как величина скорости воздушного потока во входном патрубке и, в особенности, в нижней части корпуса не имеет больших значений. При таких условиях истирание стенок даже при осаждении высокоабразивной пыли не происходит. [5]

Большое преимущество циклонов ЦМ заключается в том, что отсутствует жесткое ограничение свойств пыли – форма, размер, плотность загрязняющих воздушные массы частиц практически не имеет значения. Это наделяет пылеуловитель свойствами универсальности и объясняется тем, что

центральный вихрь, который опирается не на стенки самого корпуса, а на отбойный конус, установленный в нижней части корпуса, не препятствует продвижению состоящего из частиц любой формы и плотности пылевого слоя вниз. Это далеко не все преимущества данного агрегата: благодаря отрицательному углу наклона стенок корпуса исключено зависание осажденных частиц вблизи пылевыпускного зазора. [5]

Крестообразная вставка, дополнительно установленная в отбойном конусе циклона, препятствует выносу восходящем вихрем пылевых частиц. Она предотвращает возникновение вихря, благодаря чему вынос пыли становится практически невозможным. [5]

Циклоны ЦМ имеют довольно слабую чувствительность к присосам воздушных масс через бункер. Этот факт объясняется тем, что воздушные потоки, проникающие сквозь неплотности в бункере, через центральное отверстие в отбойном конусе проходят в циклон не предотвращая движение пылевых скоплений в бункер. [5]

1.1.3 Циклоны типа ЦН-24

Циклоны типа ЦН-24 используются пневмотранспорта разных сыпучих материалов и эффективно очищают воздух от абразивных частиц. Удобная конструкция ЦН-24 создает дополнительные эксплуатационные возможности: вентилятор можно монтировать, как перед циклоном, так и за ним. Данные установки относятся к достаточно мощному оборудованию и имеют высокую производительность. [6]

Общие сведения.

Циклоны ЦН-24 предназначены для транспортировки разнохарактерных сыпучих материалов. Также используются для транспортировки летучей золы. Прямое назначение данной техники – это очистка смесей газо-воздушного характера во время транспортировки. Данные агрегаты широко используются в различных областях

промышленного производства, в сфере сельского хозяйства и в производстве пищевых продуктов. Дополнительные эксплуатационные возможности придает удобная конструкция ЦН-24, которая подразумевает двойное расположение вентилятора. Его можно устанавливать, как за циклоном, так и перед ним. Эти циклоны считаются достаточно мощным оборудованием и имеют высокую степень производительности. Однако использование данного циклона не по назначению может спровоцировать его быстрый выход из строя. Поэтому их не рекомендуется использовать для транспортировки пыли, которая отличается высоким процентом слипаемости и в среде с высоким паровым конденсатом. Поскольку данный циклон является очистительным агрегатом предварительной очистки, его использование в условиях, которые требуют высокого качества чистоты обработанного воздуха, будет не обосновано, так как данная техника не рассчитана на выдачу таких результатов. Однако если требования предъявляются не такие жесткие, как скажем на к ЦН-15, и для удовлетворения запроса будет достаточно качества очистки первой ступени, тогда ЦН-24 возможно использовать, как самостоятельное оборудование. [6]

1.2.1 Способы нанесения лакокрасочных покрытий

Способы окрасочных работ достаточно разнообразны. Методы нанесения можно разбить на группы: кистевая окраска, окрашивание окунанием, окрашивание валками, пневматическое распыление, безвоздушное распыление, ручное электростатическое распыление, автоматическое электростатическое распыление, окраска струйным обливом или окунанием с выдержкой в парах растворителей, окрашивание электроосаждением, окрашивание нанесением порошковых полимерных материалов, окраска с помощью роботов.

Ручная механизированная окраска производится, как правило, распылителями трех видов: пневматическим, безвоздушным и в электрическом поле высокого напряжения или их разновидностями

(пневмоэлектростатическим, гидроэлектростатическим и др.). Такими методами наносится более 75% лакокрасочных материалов. Из них около 70% – пневматическим распылением. Потери в воздушную среду, зависящие от вида распылителей, составляют 5-75%. Наибольшим выделением вредных загрязняющих веществ в рабочую зону сопровождается пневматический метод распыления. Величина потерь краски при распылении зависит от свойств краски и режима распыления: вязкость краски, форма факела распыла, давление воздуха, расстояние от краскораспылителя до окрашиваемой поверхности, угол между осью факела и окрашиваемой поверхностью и др. При использовании новых методов окраски (безвоздушный и при помощи ручных электростатических распылителей, которые применяются взамен пневматического способа) потери лакокрасочных материалов составляет 5-35%, т.е. они менее вредны и экономически более выгодны.

В крупносерийном и массовом производстве обычно применяют автоматизированную окраску. Она осуществляется следующими методами: электроосаждением, струйным обливом с выдержкой в парах растворителей, окунанием, стационарной электроокраской. Когда применяются автоматизированные методы и соответствующие им вентиляционные установки, то вредные загрязняющие вещества почти не поступают в воздух рабочих помещений, т.к. они находятся внутри установок.

Кистевая окраска.

Ручная кистевая окраска является наиболее простым способом нанесения покрытий. Такой способ используется в редких случаях, когда необходимо произвести окраску отдельных изделий трудоемкого единичного производства. В таких случаях операция окраски занимает незначительный процент времени. Преимущество такого метода заключается в простоте и универсальности. Недостатками же можно назвать: трудоемкость, малопроизводительность, метод связан с выделением в воздух паров

растворителей с окрашенной поверхности, а также непосредственным контактом работников с лакокрасочными материалами. Кистевой метод представляет меньшую опасность по сравнению с другими методами окрашивания, так как при низкой производительности (от 6 до 10 м²/ч) и небольшом расходе краски выделяется меньшее количество паров растворителей и не образуется красочного аэрозоля, что особенно важно при использовании свинецсодержащих материалов.

Окрашивание окунанием.

Окраска окунанием (погружением) осуществляется в стационарных ваннах. Краску в такие ванны подают насосом. В случае с малыми объемами работ заливают вручную.

Стационарные ванны с краской, как правило, возвышаются над уровнем пола на 0,8 м. Если ванна расположена ниже этого уровня, то необходимо ограждение барьером высотой не менее 0,8 м. Погружение в ванну может осуществляться несколькими способами: в ручную, с помощью пневмо- и электро- подъемников или на подвесных конвейерах с непрерывным или периодическим движением транспортной цепи. Способ зависит от объема производства и габаритов изделий.

Непрерывный конвейер должен иметь спуск и подъем, поэтому в таком случае необходимо использовать ванны окунания большой длины. При конвейерах периодического действия во время остановки осуществляется автоматический подъем ванны или опускание изделия, что позволяет ограничить размер ванны размерами изделия.

Простота установок и небольшие затраты труда являются достоинством данного метода. К недостаткам можно отнести невозможность окраски изделий, имеющих «карманы», и применения быстросохнущих лакокрасочных материалов, а также невысокий класс покрытий и повышенная пожароопасность установок.

Окрашивание валиками.

В промышленности при механизированном способе окрашивания валиками нижняя часть вращающегося валика, погруженная в ванну с краской, захватывает ее и наносит на проходящее под или над валком плоское изделие.

К достоинствам данного метода можно отнести высокую производительность валковых машин, недостаток – ограниченность ассортимента окрашиваемых изделий.

Пневматическое распыление.

При пневматическом распылении краска, которая захватывается из емкости воздушной струей, распыляется и образуется факел аэрозоля краски с углом раскрытия 60° . Смесь краски и воздухом на выходе из сопла, имеет звуковую скорость 330 м/с (при обычно применяемом давлении воздуха выше 0,2 МПа). Она быстро теряет скорость и становится у окрашиваемой поверхности на расстоянии 300 – 400 мм от сопла на оси около 10 – 15 м/с.

К краскораспылителю подводят краску с жатым воздухом. От компрессора (через масловодоотделитель) сжатый воздух подается под давлением 0,2 – 0,5 МПа. А подача краски производится от красконагнетательного бачка под давлением 0,02 – 0,025 МПа.

Краскораспылители подразделяют на три типа: с подачей ЛКМ из верхнего красконаливного стакана; с подачей ЛКМ из нижнего красконаливного стакана; с подачей ЛКМ нагнетанием. Разделение зависит от способа подачи ЛКМ к распылительной головке.

Методом пневматического распыления могут наноситься ЛКМ всех типов, размеров и почти любой конфигурации. Покрытия, которые получают, относятся к I классу. Данный способ широко применяется в промышленности и является универсальным.

К недостаткам этого способа можно отнести большие потери ЛКМ на туманообразование (в среднем 20 – 30%, в отдельных случаях до 70%), а также большие расходы на вентиляцию.

Безвоздушное распыление.

При таком способе окрашивания не используется сжатый воздух, а ЛКМ подается к соплу распылителя под высоким давлением (4,0 – 25 МПа). При резком падении давления (до атмосферного) ЛКМ при выходе из сопла создается мелкодисперсный факел.

В зависимости от выбора технологического режима нанесения ЛКМ, (состав, вязкость, рабочее давление), зависит качество окрашенной поверхности.

Такой способ окрашивания рекомендуется для средних, крупных и особо крупных деталей. Он характеризуется небольшими потерями ЛКМ и обеспечивает покрытия не выше IV класса.

Достоинства данного метода, по сравнению с пневматическим способом распыления, - это уменьшение потерь на туманообразование (на 20-35%), из-за чего сокращается удельный расход ЛКМ; сокращение расхода растворителя на 15 – 25% для доведение составов до рабочей вязкости, так как применяются более вязкие системы; сокращается время окрашивания и в 1,5 – 2 раза повышается производительность труда благодаря возможности нанесения меньшего числа слоев покрытия.

Для безвоздушного распыления производят установки в виде переносного или передвижного комплекта оборудования. Такой комплект состоит из красконагнетательного насоса, краскораспылителя и шлангов, рассчитанных на высокое давление.

Входящие в состав ЛКМ пигменты требуют перетирания до частиц размером до 15 мкм, иначе краскораспылители быстро засоряются.

Подверженность сопла к засорению связана с его небольшим размером. Поэтому часто от безвоздушного распыления приходится отказываться.

Ручное электростатическое распыление.

Довольно эффективный способ при окрашивании мелких деталей любой конфигурации и изделий типа сеток, решеток является ручное электростатическое распыление. Этот способ основан на переносе заряженных частиц в электрическом поле высокого напряжения. Напряжение создается между двумя электродами, которые находятся под разными потенциалами.

Окрашиваемое изделие является одним из электродов, а другим (отрицательным) распыляющее устройство, к которому подаются высокое напряжение и ЛКМ.

В промышленности распространение получили три вида электростатических распылителей: распыление краски центробежными распылителями (чашечными, грибковыми, дисковыми и др), пневмораспылителями, безвоздушными распылителями. В первом случае перенос заряженных частиц краски и осаждение их на изделие осуществляется за счет сил электрического поля. Во втором и третьем случаях – за счет сочетания механических сил и электрического поля.

Ручные электроокрасочные установки бывают на двух типов: переносные и передвижные. Такие установки состоят из пистолета-распылителя, дозирующего устройства (красконагнетательный бачок и др.), источника высокого напряжения, кабеля для подвода высокого напряжения к распылителю, шлангов для краски и воздуха.

В промышленности применяются следующие электроокрасочные установки: с механическим (центробежным) распылением ПЭРУ-3; с

пневматическим распылением УЭРЦ-4, 18-Э-130; с безвоздушным распылением УГЭР-1, УГЭР-2, УГЭРП.

Во время использования ручных электроокрасочных установок рабочая зона будет загрязнена парами растворителей и красочным аэрозолем, имеющими электрозаряд, а также электризация окружающей воздушной среды и предметов (оборудования).

К достоинствам ручного электростатического распыления можно отнести маневренность (возможность разместить распылитель в любом положении относительно окрашиваемого изделия при сравнительно простом изменении параметров процесса). Такие установки лучше применять в единичном производстве для окрашивания изделий, выпускаемых мелкими сериями.

Автоматизированное электростатическое распыление.

Данный способ отличается от использования ручного электростатического распыления только использованием стационарных закрытых камер, где используется более высокое напряжение. В камерах применяются центробежные распылители, в которых частицы краски переносятся под действием только электрических сил, и распылители, в которых используются электрическое поле и механические силы.

При окрашивании в стационарных камерах изделия движутся по конвейеру, проходя через камеру, в которой создается электрическое поле высокого напряжения. Отдельные электрораспылители или их группы, закрепленные на неподвижных держателях, совершают вертикальный и горизонтальный путь, рассчитанный на покраску всей поверхности изделия. Управление распылителями часто осуществляется с помощью фотоэлементов. Вход в камеру при работе и установки исключается устройством специальной блокировки.

Преимуществами рассматриваемого способа окрашивания являются сокращение потерь ЛКМ (которые составляют не более 10%) за счет полного осаждения распыленной краски на поверхность изделия и получения равномерного слоя покрытия; полная автоматизация процесса окрашивания.

К недостаткам способа относят: невозможность окрашивания изделий сложной конфигурации, имеющих глубокие впадины и сложные сопряжения, а также внутренние поверхности, что часто приводит к необходимости дополнительного подкрашивания; необходимость применения относительно сложной и дорогой аппаратуры; требование строгого соблюдения режимов окрашивания и проведения контроля физико-химических и электрических параметров ЛКМ и их составляющих, а также требований техники безопасности.

Качество окрашивания электростатическим распылением зависит от диэлектрических свойств ЛКМ и режима окрашивания. Выпускаемые лакокрасочные материалы не всегда обладают свойствами, необходимыми для электростатического распыления. Получение этих свойств достигается путем введения в ЛКМ соответствующих растворителей или их смесей.

Окрашивание струйным обливом или окунанием (с выдержкой в парах растворителей).

Изделия продвигаются по подвесному конвейеру, затем поступают в тоннель, где они подвергаются обливу (в зоне облива) струями краски. В этом состоит сущность метода облива. Краска подается насосом к системе сопел, из которой осуществляется облив. Метод облива можно заменить окунанием, т.е. погружением в ванну с ЛКМ. После окрашивания изделия проходят по конвейеру определенное время (10-15 мин) выдерживаются в парах растворителя, в так называемом паровом тоннеле, где поддерживаются высокие концентрации растворителя (10-20 г/м³).

Из-за высоких концентраций растворителя в паровом тоннеле замедляется процесс испарения его из пленки на поверхности изделия. Создаются благоприятные условия для стекания излишков ЛКМ под действием силы тяжести, адсорбции паров растворителей на поверхности пленки, снижающей поверхностное натяжение, благодаря чему ЛКМ «не схватывается», а равномерно, без потеков распределяется на поверхности изделия.

К недостаткам такого способа можно отнести невозможность многоцветного окрашивания одного изделия, необходимость больших производственных площадей, повышенный расход растворителей, затруднительность защиты от выбивания паров растворителей из открытых проемов установки.

Окрашивание электроосаждением.

Покрытие при таком способе образуется в результате осаждения частиц ЛКМ из водного раствора под воздействием электрического тока. В промышленности чаще всего применяют анодное электроосаждение. Изделие, которое необходимо покрасить, являющееся анодом, погружается в ванну, корпус, являющейся катодом. При пропускании через ванну постоянного тока краска равномерно осаждается на поверхности изделия. Те участки поверхности, которые находятся в зоне максимальной плотности тока, окрашиваются благодаря возрастанию изолирующего действия уже образовавшегося покрытия. Покрытие получается равномерным даже на изделиях сложной конфигурации. Поверхность после окраски промывают дисциллированной водой и сушат горячим воздухом для удаления частиц ЛКМ, которые прилипают за счет сопутствующего окунаания. Анодный метод подходит для нанесения грунтовочных покрытий или выявительных покрытий, позволяющих выявить дефекты поверхностей.

К преимуществам такого способа окрашивания можно отнести равномерность толщины покрытия, прокрашиваемость труднодоступных мест, отсутствие пор в покрытии, возможность полной автоматизации процесса; малые потери ЛКМ; почти полное отсутствие вредных выделений; значительно меньшая, чем при других способах окраски, опасность пожара и взрыва.

К недостаткам же - получение лишь тонких однослойных покрытий на токопроводящей поверхности, необходимость в больших производственных площадях; более высокие, чем при использовании других методов капитальные затраты на оборудование.

Окрашивание нанесением порошковых полимерных материалов.

Этот способ похож на метод электростатического распыления, разница лишь в том, что вместо вязкой жидкости на изделие напыляется порошковый материал, получивший электрический заряд. Тонкодисперсные заряженные частицы порошка под воздействием сил электростатического поля активно перемещаются к противоположно заряженному изделию и осаждаются на его поверхности ровным слоем.

Как правило, процесс нанесения порошковых материалов автоматизирован. Он осуществляется в камерах с помощью подвижных сопел, напыляющих порошок на перемещающиеся по конвейеру изделия. Порошок, который не осел на изделиях направляется в рекуператор и возвращается в систему напыления. Установка для нанесения порошковых материалов состоит из камеры напыления, системы рекуперации, питающего устройства, источника высокого напряжения.

При применении этого способа расходы порошка на 1 м² уменьшаются приблизительно в 2 раза по сравнению с традиционными способами окрашивания. Однако толщина слоя покрытия несколько увеличивается, сокращается цикл окрасочных операций. При этом минимально загрязняется

окружающая среда, отсутствует необходимость удаления шлама. Положительным свойством порошковых материалов является возможность полной автоматизации процесса их нанесения и обслуживания менее квалифицированным персоналом.

В воздух выделяются продукты разложения полимеров при отверждении покрытий в печах и пары сопутствующих им веществ, а также пыль от порошкового полимерного материала.

Окрашивание с помощью роботов.

При применении краскораспылителей, окрашивание могут производить как люди, так и роботы. Роботы позволяют автоматизировать процесс нанесения ЛКМ на однотипные изделия простой конфигурации, окрашиваемые на конвейере. Роботы следуют применять, когда особо неблагоприятные условия труда для человека и в то же время нецелесообразности сооружать сложные, дорогостоящие автоматизированные установки. Например, при грунтовании днищ легковых автомобилей, при окрашивании платформ и бортов грузовых автомобилей и т.п.

1.2.2 Гигиенические свойства лакокрасочного производства

К ряду вредных работ относят окраску, которая связана с выполнением трудоемких производственных операций в условиях длительного контакта с материалами, содержащими вредные вещества четырех классов опасности. Уровень опасности от ЛКМ зависит от токсикологической характеристики и количества веществ, входящих в краску, условий их применения, времени воздействия на работающих.

Гигиеническая оценка лакокрасочных материалов выполняется путем рассмотрения рецептуры готового материала и определения вредности отдельных составляющих их компонентов.

Растворители.

Растворители объединяют разнообразные группы жидких, органических летучих соединений, которые обладают способностью переводить нелетучие и труднолетучие пленкообразующие вещества в растворы, не подвергая их химическим изменениям. Разбавителями же называют растворители, которые не растворяют пленкообразующий материал, а разбавляют раствор до нужной рабочей консистенции. Разбавители состоят из тех же химических веществ, что и растворители. Растворители в ЛКМ содержатся в количестве 20-65%. Они применяются в виде смесей. Чаще всего ЛКМ разбавляются до 15%. Однако некоторые (нитроцеллюлозные) до 80%. Лучшими растворителями являются ароматические (толуол, ксилол, сольвент) и хлорированные углеводороды (хлорбензол, дихлорэтан), которые применяются в смеси со спиртами, ацетатами, уайт-спиритом.

Растворители могут оказывать негативное воздействие на организм человека. Они могут вызвать острую и хроническую форму отравления. Острое отравление, как правило, наступает при одновременном попадании в организм большого количества яда. Острое отравление можно получить в результате окраски внутренних поверхностей резервуаров, вагонов, отсеков, емкостей и т.д. без достаточного воздухообмена или в случаях аварийного разлива красок или растворителей. При длительном постоянном воздействии растворителей в небольших концентрациях возникает хроническое отравление. Почти все растворители влияют на центральную нервную систему. Они оказывают неспецифическое действие, проявляющееся при воздействии невысоких концентраций признаками возбуждения, а при действии высоких концентраций – признаками наркоза. При этом отмечаются головные боли, головокружение, сонливость, повышенная раздражительность, явления тошноты или рвоты, иногда потеря сознания. Не только на нервную систему влияют растворители, но и вызывают

морфологические изменения в крови (ароматические углеводороды); дегенеративные изменения в паренхиматозных органах (хлорированные углеводороды, гликоли и их производные); раздражают слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей (спирты, бензины, ацетон и др.).

Пигменты.

Пигменты представляют собой сухие красящие вещества неорганического (минерального) или органического происхождения.

Основными неорганическими пигментами являются соли и окислы металлов (титан, цинк, свинец, хром и др.). Титановые и цинковые пигменты используют для получения белых цветов краски. Для получения цветных пигментов добавляют смесь различных свинцовых и хромовых производных.

При окраске автомашин, станков, вагонов на производстве, свинец в воздухе составляет концентрацию 0,025-0,3 мг/м³. Метод пневматической окраски и грунтовки дает наибольшую концентрацию. Особенно в помещении, не оборудованном вентиляционными устройствами.

Пневматический метод окраски составляет до 70 % всех окрасочных работ и на сегодняшний день попытки уменьшить содержание свинца в воздухе, который выделяется таким методом, до уровня допустимых концентраций не увенчалась успехом. Вывести из состава красок свинец пока не удастся из-за ценных технологических свойств.

Пленкообразующие вещества.

После нанесения краски пленкообразующие вещества, являющиеся основой ее основой, образуют твердую пленку на поверхности изделий. К ним относятся растительные масла, естественные и искусственные смолы. Последние часто применяются в лакокрасочных материалах (перхлорвиниловые, меламиноформальдегидные, алкидные, глифталевые, полиэфирные, эпоксидные, полиуретановые и др.).

Пленкообразующие вещества поступают в воздух помещений в составе аэрозоля при методах окраски распылением (пневматическом, гидравлическом, электростатическом).

Доказано, что аэрозоль полимеров действует на организм человека неблагоприятно, могут привести к развитию пневмосклероза или интоксикации. Эпоксидные смолы могут оказаться причиной кожных заболеваний, катарального состояния верхних дыхательных путей, конъюнктивитов, функциональных расстройств нервной системы.

1.3 Очистка газов в пористых фильтрах

Очистка газов в пористых фильтрах осуществляется при пропускании его через пористые материалы. При этом газ проходит через поры материала, а пыль осаждается на его твердых элементах. Для улучшения очистки газа в некоторых случаях пористый фильтровальный слой смачивают маслом или водой. [12]

В пористых фильтрах в качестве фильтровального материала используют: тканевые природные и синтетические материалы; изделия из волокнистых материалов в виде войлока, бумаги картона, матов, иглопробивного материала; пористую губчатую резину, пенополиуретан; металлические сетки и перфорированные листы; крупный песок, гравий, корунд и другие зернистые насыпные материалы. [12]

Пористые фильтры могут быть конструктивно оформлены в виде рукавов, с плоской разверткой ткани, в виде кассет и рам, набивным слоем и в виде матов, насыпным и жестким пористыми слоями. Пористые фильтры могут быть прерывного и непрерывного действия. К последним относят самоочищающиеся фильтры, у которых удаление уловленных частиц с фильтровального слоя происходит в процессе очистки газа. Пористые фильтры, в которых происходит очистка газа от капель, относят к фильтрам непрерывного действия. Уловленная в них жидкость стекает с

фильтровального материала на дно аппарата. Очистка газа в пористых фильтрах происходит более эффективно, чем в инерционных пылеуловителях. [12]

В зависимости от типа фильтровального материала в пористых фильтрах могут очищаться от сухой пыли и жидких частиц газы с различной температурой. По назначению и требованиям к очистке газа пористые фильтры делятся на три группы:

- воздушные фильтры тонкой очистки (I класса), предназначенные для очистки воздуха от субмикронных частиц при начальной запыленности менее 1 мг/м^3 с эффективностью не менее 99%. Их используют в основном для улавливания особо токсичных частиц и микроорганизмов в системах приточной вентиляции и кондиционирования воздуха для особо чистых помещений. Такая очистка осуществляется с очень малой скоростью фильтрации. Фильтры после использования не подвергают регенерации, а заменяют новыми;

- воздушные фильтры для очистки атмосферного воздуха в системе вентиляции (III и II класса). Фильтры III класса предназначены для улавливания частиц пыли размером 10 мкм с эффективностью не менее 60%. Фильтры II класса используют при необходимости очистки воздуха от частиц размером 1 мкм с эффективностью не менее 85 %;

- промышленные фильтры для очистки газа и воздуха, удаляемого во время технологических процессов. [12]

Очистка газов от пыли в пористых фильтрах дает возможность осуществлять ее с большой эффективностью при различной температуре газов, также полностью автоматизировать процесс очистки. Однако пористые фильтры занимают много места и требуют периодической замены фильтровального материала. [12]

1.3.1 Физические основы фильтрации газа через пористые материалы

Процесс очистки газа от пыли или жидких частиц при пропускании его через пористые материалы называют фильтрацией. Фильтровальный материал представляет собой многослойную сетку, образованную волокнами или зернами различных материалов. Газ проходит через поры фильтровального материала, а содержащиеся в газе твердые или жидкие частицы задерживаются на твердых элементах фильтровального материала. [12]

Осаждение пыли на твердых элементах фильтра называют стационарной фильтрацией. Очистку газа в слое пыли, осевшей в порах фильтра, называют нестационарной фильтрацией. Стационарная фильтрация осуществляется в фильтрах, работающих при очень низких концентрациях аэрозолей. Нестационарная фильтрация по существу проходит во всех случаях очистки запыленных газов и воздуха от пыли. При стационарной фильтрации гидравлическое сопротивление и эффективность очистки газа не изменяются во времени и по величине и определяется только структурой фильтровального материала, характеристикой пыли и параметрами газа. При нестационарной фильтрации эффективность пылеулавливания и гидравлическое сопротивление возрастают по мере накопления пыли в фильтровальном материале. [12]

Эффективность очистки газа в тканевых и пористых фильтрах определяется взаимодействием взвешенных в газе частиц с отдельными элементами фильтра и зависит от характеристики частиц пыли и элементов фильтрующего материала, параметров газа, скорости фильтрации и других факторов. Вследствие сложности учета всех факторов, влияющих на осаждение пыли, общую и фракционную эффективность очистки газа и работы тканевых и пористых фильтров определяют опытным путем. На основании экспериментальных и теоретических исследований установлено,

что на эффективность работы пористых фильтров факторы влияют следующим образом:

1. Чем крупнее частицы пыли и больше их плотность, тем эффективнее они осаждаются под действием сил инерции и гравитационных сил;
2. Частицы размером менее 0,3 мкм осаждаются на твердых элементах пористого материала в основном только под действием теплового движения газовых молекул;
3. Чем больше размеры твердых элементов пористого материала, тем выше эффективность осаждения частиц пыли;
4. Чем меньше размер пор фильтра, тем более эффективно происходит осаждение пыли, так как при малом расстоянии между твердыми элементами линии тока запыленного газа будут проходить на более близком расстоянии от этих элементов. Однако при малых размерах пор гидравлическое сопротивление фильтров возрастает гораздо быстрее, чем эффективность улавливания частиц пыли;
5. С повышением температуры газа повышается его вязкость. Поэтому осаждение на фильтровальной поверхности крупных частиц под действием сил инерции снижается. Эффективность осаждения мелких частиц под действием теплового движения газовых молекул увеличивается. Гидравлическое сопротивление фильтровального материала при повышении температуры газа возрастает;
6. С повышением скорости фильтрации инерционное осаждение крупных частиц возрастает, а осаждение под действием теплового движения газовых молекул уменьшается. Однако при большой скорости фильтрации успевшие осесть на фильтровальном материале частицы пыли могут снова срываться с него и уноситься газовым потоком;

7. Чем больше поверхность фильтра, тем выше эффективность очистки газа в нем;
8. С увеличением слоя пыли на фильтровальном материале эффективность очистки газа возрастает. Однако при этом повышается гидравлическое сопротивление; при большом значении его фильтрация газа может практически прекратиться. Поэтому периодически следует удалять пыль фильтровального материала. [12]

Для того чтобы обеспечить требуемую скорость прохождения газа через фильтр, необходимо создать условия, при которых по обе стороны фильтра поддерживался бы соответствующий перепад давления. Величина этого перепада определяет расход энергии вентилятора или дымососа, поэтому является важной конструктивной и эксплуатационной характеристикой. Скорость фильтрации в большинстве пористых фильтров невелика, и процесс фильтрации происходит при ламинарном режиме движения газа. При этом сопротивление фильтра пропорционально скорости газа, его вязкости и толщине слоя фильтра и зависит от структуры фильтровального материала и других факторов. Оно может представлено как сумма сопротивления собственно пористого фильтровального слоя и сопротивления слоя пыли, осевшего из газа на фильтровальном материале. [12]

Однако гидравлическое сопротивление незапыленного пористого материала значительно меньше сопротивления, которое оказывает газу пылевой слой. Гидравлическое сопротивление пористого фильтра возрастает с увеличением скорости фильтрации, вязкости газа и количества пыли в пористом материале. При этом следует учесть, что чем меньше размеры частиц пыли, тем больше гидравлическое сопротивление будет оказывать пылевой слой при фильтрации через него газа. Так как пыль проникает в волокна фильтровального материала, то в процессе удаления с него пыли

часть его остается в пористом слое. Поэтому после удаления пыли гидравлическое сопротивление фильтровального материала будет больше, чем незапыленного слоя. При периодически повторяющихся процессах очистки фильтра от пыли гидравлическое сопротивление очищенного фильтровального слоя всегда будет выше его сопротивления до очередного запыления. [12]

Эксплуатационные характеристики фильтров в значительной мере определяются их пылеемкостью (г/м^2 или мг/м^2), т.е. количеством пыли, которое фильтр способен удержать при непрерывной работе между периодами удаления пыли или смены фильтрующего материала. Пылеемкость фильтра зависит от размера пыли. Она меньше при улавливании мелкой пыли. [12]

1.3.2 Тканевые фильтры

В тканевых фильтрах фильтровальный слой выполнен в виде рукавов или с плоской разверткой ткани. Фильтры, у которых фильтровальный слой сделан в виде рукава, чаще всего цилиндрической формы, называют рукавными. Тканевые рукавные фильтры предназначены для очистки технологических и вентиляционных газов промышленных предприятий и гражданских объектов от частиц пыли размером более 0,1 мкм с высокой эффективностью. [12]

Запыленный газ через входной патрубок поступает в бункер. Входной патрубок обычно располагают в верхней части бункера, но в некоторых случаях газ вводят в фильтр через патрубок, расположенный в его боковой части. В бункере газ разворачивается, в результате чего выпадают наиболее крупные частицы пыли, и входят в рукава, насаженные на патрубки, которые установлены на дырчатом листе. Число отверстий с патрубками в листе равно числу рукавов. Верхняя часть рукавов заглушена, они подвешены к раме, соединенной стержнем с механизмом встряхивания. Запыленный газ

проходит через ткань рукавов и оставляет на их внутренней поверхности пыль. Очищенный от пыли газ поступает в корпус фильтра, откуда выводится через патрубок чистого газа. Осевшую в рукавах пыль удаляют при помощи механизма встряхивания и одновременно обратной продувкой рукавов. Для этого через патрубок, установленный в верхней части корпуса, подается воздух при помощи вентилятора, встроенного в рукавной фильтр или установленного вне его. Продувочный воздух проходит через ткань рукавов в направлении, обратном движению газа, и ломает корку пыли, осевшую на внутренних поверхностях рукавов. Включение механизма встряхивания и вентилятора обратной продувки осуществляется автоматически по мере достижения заданного гидравлического сопротивления фильтровальных рукавов. В период удаления пыли из рукавов в фильтр или его секцию прекращается подача газа и фильтр отключается от коллектора чистого газа при помощи дроссель-клапана. При регенерации рукавов загружается и удаляется из них только часть слоя пыли, в результате чего уменьшается сопротивление оставшегося слоя. [12]

Пыль из рукавов ссыпается в бункер и при помощи шнека выводится через пылевыпускной патрубок, на котором установлен герметический затвор. Обычно фильтры выполняют с двумя и более секциями. Рукава очищают в каждой секции по очереди, в остальных в это время очищают газ. Входные и выходные патрубки каждой секции соответственно объединяют общими коллекторами запыленного и чистого газа. Продувочный воздух через коллектор запыленного газа поступает на очистку в рабочие секции фильтра. В зависимости от конструкции фильтра количество продувочного воздуха принимают равным $1,5-1,8 \text{ м}^3 (\text{м}^2\text{мин})$. Давление продувочного воздуха колеблется от 1275 до 1470 Па. [12]

Удаление пыли из рукавов, кроме механического виброинерционного встряхивания и обратной продувки, осуществляется кручением рукавов, аэродинамическим встряхиванием и звуковой регенерацией. При

аэродинамическом встряхивании очистка рукавов происходит в результате пульсирующей подачи газа или воздуха между рукавами или подачи импульса сжатого воздуха внутрь каждого рукава. При аэродинамическом встряхивании отпадает необходимость в механизме встряхивания. Пульсирующая подача газа или воздуха между рукавами вызывает достаточно интенсивное колебание рукавов и частичную их продувку, но не обеспечивает равномерной регенерации рукавов в фильтре: вблизи сопел рукава очищаются слишком интенсивно, а на некотором расстоянии от них – недостаточно. Этот метод очистки рукавов используют в основном при очистке газа от грубой пыли. При регенерации рукавов сжатым воздухом рукава помещают в проволочный каркас. Избыточное давление сжатого воздуха составляет 0,4-0,8 МПа. Длительность импульса 0,1-0,2 с. [12]

Частота импульса зависит от характера изменения гидравлического сопротивления рукавов в процессе очистки газа. При импульсной продувке происходит деформация рукавов в сочетании с обратной продувкой газом, эжектируемым в рукава из корпуса фильтра. Процесс импульсной продувки проходит без отключения секции фильтра от газа. Расход продувочного сжатого воздуха составляет 0,1-0,4% от количества очищаемых газов. Импульсным способом можно регенерировать как отдельные рукава, так и сразу всю секцию фильтра, направляя сжатый воздух навстречу газу, поступающему в фильтр. Рукавные каркасные фильтры с импульсной регенерацией применяют при очистке небольшого количества газа и постоянном расходе его. [12]

Рукавные фильтры большей частью имеют рукава диаметром 100-300 мм; в некоторых случаях он достигает 600 мм. Длина рукавов обычно составляет 2.4-3.5 м, но может быть от 0.5 до 10м. фильтровальные ткани для изготовления рукавов выбирают в зависимости от характеристик газа и содержащейся в нем пыли. В частности, фильтровальную ткань выбирают в зависимости от температуры газа, стойкости против воздействия кислот

щелочей, света, влаги, а также структуры пыли. По характеристике поверхности ткани могут быть гладкими и ворсистыми. К первым относятся хлопчатобумажные ткани, лавсан, стекловолокно; их применяют для очистки газа от волокнистой и зернистой пыли. Суконные и шерстенные ткани, нитрон, капрон с шерстью относятся к ворсистым тканям; их применяют для очистки газа только от зернистой пыли, так как при очистке от волокнистой пыли она сцепляется с ворсом ткани и очень плохо удаляется из нее в процессе регенерации. Ворсистую ткань обычно располагают так, чтобы ворс был обращен внутрь рукава в сторону входа запыленного газа. К тканям, используемым в качестве фильтрующих материалов, кроме того, предъявляются требования по обеспечению высокой пылеемкости при фильтрации и способности удерживать на своей поверхности такое количество пыли, которое обеспечивает высокую эффективность очистки газа от мелкодисперсной пыли; высокую механическую прочность при многократном изгибах и стойкость к испарению; способность к легкому удалению пыли с поверхности ткани. Фильтровальные ткани могут быть ткаными и неткаными. Основные свойства фильтровальных тканей из природных и синтетических волокон. [12]

Хлопчатобумажные ткани и шерсть относятся к природным материалам. Хлопчатобумажные ткани обладают хорошими фильтрующими свойствами. Для повышения стойкости хлопка к кислотам их иногда подвергают специальной обработке. Шерстяные ткани также обеспечивают надежную очистку газа и обладают значительно большим сроком службы, чем хлопчатобумажные ткани (9-12 мес.). Из шерсти изготавливают фильтровальные ткани: байку марки ЧШ, сукно №2, байку чистильную и фетры. Кроме того, шерсть используют для изготовления тканей в смеси с капроном (марка ЦМ). [12]

Ткани из синтетических волокон более стойки против воздействия высоких температур, агрессивных компонентов, содержащихся в газах и

поэтому постепенно вытесняют ткани из хлопка и шерсти. Для повышения сопротивляемости синтетических тканей механическим воздействиям и истиранию их подвергают термической обработке. В последнее время появились рукава из силиконизированного стекловолокна, способные работать при температуре выше 300°C, а также из многослойных тканей, обладающих повышенной прочностью. [12]

В тканевых фильтрах, особенно в хлопчатобумажных и шерстяных тканях, не допускается очистка влажных газов от пыли, так как влажная пыль может образовать в порах ткани газонепроницаемую корку. При низких температурах возможна конденсация из газа водяных паров, которые будут осаждаться на ткани. Для исключения конденсации необходимо, чтобы температура очищаемых газов была на 15-20°C выше температуры точки росы. Поэтому при низкой температуре газов их специально подогревают перед вводом в фильтр, а корпус фильтра термоизолируют. При высокой температуре газов их специально охлаждают. [12]

Рукавные фильтры в зависимости от конструкции могут работать под разрежением или под избыточным давлением. В первом случае вентилятор устанавливают за фильтром по ходу движения газа и газ просасывается через фильтр, во втором подлежащей очистке газ нагнетают в фильтр вентилятором, установленным до фильтра. Всасывающие фильтры, работающие под разрежением, должны быть герметичными. При нарушении плотности конструкции всасывающего фильтра происходит подсос атмосферного воздуха, достигающий по величине иногда 60% производительности установки, что в значительной степени ухудшает очистку газа. [12]

По форме корпуса рукавные фильтры могут быть прямоугольными реже круглыми и овальными. В настоящее время наиболее распространенными типами рукавных фильтров являются: ФРКИ, ФРКН, ФРО, ФРКДИ, ФРУ, УРФМ, и др. [12]

Тканевой фильтровальный материал используют не только в рукавных фильтрах, но и в фильтрах с плоской разверткой ткани, которую натягивают на проволочный каркас. Фильтрующие элементы в таких фильтрах имеют прямоугольную и реже клиновидную форму. Эти фильтры при одних и тех же габаритах имеют большую фильтрующую поверхность, чем рукавные. Но в фильтрах с плоской разверткой ткани труднее, чем в рукавных фильтрах, удаляется пыль, сложнее сменяется фильтрующий слой, который истирается о сетчатый каркас и служит меньше по времени, чем в фильтрах в виде рукавов. Поэтому фильтры с плоской разверткой ткани применяют редко. [12]

Таким образом, тканевые фильтры можно классифицировать по следующим признакам: 1) по форме фильтровальных элементов: рукавные с плоской разверткой ткани, клиновидные, овальные; 2) по конструктивному оформлению фильтровального слоя: в каркасе или без него; 3) по месту расположения вентилятора или дымососа: работающие под разрежением или под избыточным давлением; 4) по способу регенерации ткани: встряхиванием, обратной продувкой, продувкой сжатым воздухом, импульсной продувкой, звуковой регенерацией; с поэлементной регенерацией или с посекционной регенерацией; 5) по типу фильтровальной ткани: из натуральных тканей (шерсти, хлопчатобумажного волокна и т.д.) и синтетических тканей (лавсана, стекловолокна, капрона и т.д.); 6) по форме корпуса для размещения фильтровальной ткани: прямоугольные, цилиндрические; 7) по числу секций: односекционные и многосекционные; 8) по числу рукавов в каждой секции; 9) по подаче очищаемого газа через фильтровальный элемент: снаружи во внутрь или изнутри наружу; с нижней подачей газа в корпус фильтра или с верхней подачей. [12]

Для нормальной эксплуатации рукавных фильтров и эффективной очистки газа в них необходимо учитывать характеристику и свойства газа и содержащейся в нем пыли. Температура газа не должна превышать

предельную для данной фильтровальной ткани температуру. Гидравлическое сопротивление запыленной ткани в зависимости от типа ткани и скорости фильтрации, исходя из практических и экономических соображений, не должно превышать 685-1280 Па. Менее прочные ткани должны иметь меньший предел гидравлического сопротивления. При применении стеклоткани сопротивление рукавов может достигать 1180-1960 Па, а в некоторых случаях и большей величины. Срок службы рукавов зависит от запыленности газа, наличия в нем агрессивных по отношению к материалу ткани компонентов и обычно в среднем составляет от 4 до 12 мес. [12]

При эксплуатации рукавных фильтров требуется соблюдать правила техники безопасности, которые исключают возможность воспламенения горючей пыли и отравления обслуживающего персонала при очистке токсичных газов. В необходимых случаях следует применять фильтры и вентиляторы во взрывоопасном исполнении и осуществлять очистку газов только под разрежением; своевременно удалять пыль из фильтра; устранять источники возникновения образования взрывоопасных смесей газа и пыли с атмосферным воздухом. При возникновении пожара над отключить фильтр от газа, остановить вентилятор и механизмы фильтра и применить меры по ликвидации пожара. [12]

Применение современных фильтров сопряжено с существенными капитальными и эксплуатационными затратами. В связи с этим, приобретает важное значение умение проектировщика правильно выбрать фильтр с учетом оптимальной области его применения, оценить на стадии проектирования фильтровальных установок и камер, методика оценки приведенных затрат на очистку воздуха.

2 Характеристика производства

2.1 Характеристика основного производства

Томский филиал ООО «Криогенмаш-Газ» размещается на территории ООО «Томскнефтехим» - г. Томск, Кузовлевский тракт, 2, стр.384.

Основной вид деятельности Томского филиала ООО «Криогенмаш-Газ» - производство промышленных газов (азота, кислорода), хранением и выдачей продуктов разделения воздуха потребителям: азота газообразного, кислорода газообразного, азота жидкого, кислорода жидкого.

С южной стороны от территории предприятия расположен лесной массив. Ближайшие населенные пункты: п. Кузовлево, п. Копылово, п. Светлый расположены с южной и юго-восточной сторон от территории предприятия на расстоянии более 4 км.

Производство азота и кислорода включают в себя: отделение воздухоразделения, наполнительную станцию и станцию подкачки оборотной воды.

Отделение воздухоразделения предназначено для разделения атмосферного воздуха на Установке разделения воздуха А-8-1 методом низкотемпературной рефракции с получением технического кислорода и азота высокой чистоты, компримирования газообразных азота и кислорода, хранения и выдачи потребителям газообразных и жидких азота и кислорода.

До выдачи потребителю хранение жидкого кислорода производится в транспортных цистернах типа ЦТК-8/0,25, ЦПК 1,6/0,25 жидкого азота – в стационарном резервуаре РЦВ-25/1,6 и транспортной цистерне ЦТК-1,0/0,25. Количество перерабатываемого воздуха – 205860 тыс.м³/год.

Наполнительная станция предназначена для наполнения газообразным азотом и кислородом высокого давления стальных баллонов вместимостью 40 литров и выдачи их потребителям.

Станция подкачки оборотной воды предназначена для приема теплой воды и безнапорного слива оборудования отделения воздухоразделения и подачи ее в систему оборотного водоснабжения ООО «Томскнефтехим».

Производство сжатого воздуха и его сушка осуществляется в отделении воздушной компрессии.

Выбросы загрязняющих веществ от основного производства (получение азота, кислорода и сжатого воздуха) отсутствует.

Вспомогательное производство: маслохозяйства, ремонтные работы (сварочный пост, ремонтная мастерская).

Расположение источников выбросов показано на картах-схемах предприятия (Приложение А).

ИЗА 0004. Обдирочно-шлифовальный участок (корп. 1019) – металлообрабатывающий станок: круглошлифовальный станок с СОЖ (эмульсол 3%) с диаметром круга 400 мм. Круглошлифовальный станок оснащен местным отсосом. При шлифовке баллонов с охлаждением эмульсии в атмосферу через трубу (ист. 0004) выбрасываются следующие загрязняющие вещества: железо (II, III) оксид, пыль абразивная, эмульсол [7]. Выброс организован. Вентсистема В3. Диаметр трубы – 0,2 м, высота – 5,4 м.

Когда происходит обработка металлов без охлаждения, наибольшим пылевыведением сопровождаются процессы абразивной обработки металлов: полировка, шлифование и др. Пыль, которая при этом образуется, на 30-40% по массе представляет материал абразивного круга, а на 60-70% - материал обрабатываемого изделия. При таких видах обработки интенсивность выделения связана, как правило, с величиной абразивного инструмента и некоторых технологических параметров резания. [1, с 53]

При некоторых процессах механической обработки металлов и их сплавов применяют СОЖ (смазывающие охлаждающие жидкости). Они подразделяются на водные, масляные и специальные в зависимости от физико-химических свойств основной фазы. [1, с 53]

Применение СОЖ сопровождается образованием тонкодисперсного масляного аэрозоля и продуктов его термического разложения. [1, с 53]

Количество выделяющегося аэрозоля зависит от многих факторов: формы и размеров изделия, режимов резания, расхода и способов подачи смазывающей охлаждающей жидкости. Путем экспериментов была установлена зависимость количества выделений масляного аэрозоля от энергетических затрат на резание металла. Удельные показатели выделений в этом случае определяется как масса загрязняющего вещества, выделяемая на единицу мощности оборудования (на 1 кВт мощности привода станка). [1, с 53]

Применение СОЖ снижает выделение пыли до минимальных значений. Однако в процессах шлифования изделий остаются значительными выделения металлоабразивной пыли и аэрозоля смазывающей охлаждающей жидкости. [1, с 54]

Одним из основных и важных действий на промышленных предприятиях является обработка металла. Образование абразивной пыли происходит при некоторых видах работ, таких как: шлифовальные работы, заточные, отрезные и точильные. Абразивная пыль является вредной и очень опасной для организма человека. Металлические частицы относят к экстремальным идам, которые имеют большую силу трения. Поэтому промышленные объекты в обязательном порядке должны контролировать выбросы абразивных отходов в окружающую среду, а также их концентрацию в производственных цехах. Чтобы решить этот вопрос применяются местные вытяжные вентиляционные системы. Также

необходима установка циклона для устранения абразивной пыли. Таким образом, будет обеспечена безопасная и эффективная работа промышленного предприятия и хорошее самочувствие сотрудников. [2]

Поскольку предприятию необходимо очистить воздух именно от абразивной пыли на данном участке, то нужно рассмотреть именно те циклоны, для которых такая очистка является основной задачей. Современные циклоны для сбора абразивной пыли ЦОК, ЦМ, ЦН-24. После изучения характеристик данных моделей можно остановиться на циклонах типа ЦМ, т.к. они являются усовершенствованным аналогом циклонов типа ЦОК, но имеют большую степень очистки. Циклоны ЦМ характеризуются экономичностью, расширенной областью применения, и эффективной работой с экстремальными типами пыли. Для данного участка нет необходимости устанавливать циклон большой производительностью, поэтому выбор был сделан в пользу циклона ЦМ-500У, имеющий небольшую производительность, а так же вес, размер и цену.

Таблица 1 Характеристики циклона

Наименование	Производительность, м ³ /час	Размеры, мм		Масса, кг
		D	H	
ЦМ-500У	2200-3500	500	4095	136

ИЗА 0006. Отделение покраски и сушки баллонов (корп. 1021) в наполнительной станции – эмаль ПФ-115 (0,05 т/год), растворитель – уайт-спирит (0,025 т/год). Метод окраса – пневматическое распыление. Время работы – 864 час/год. Загрязняющие вещества: ксилол, уайт-спирит, взвешенные вещества [7]. Выброс организованный. Вентсистема В1А. Высота трубы – 4,5 м, диаметр – 0,25 м.

Во время работах с лакокрасочным материалов при способе нанесения – пневматическое распыление, часть краски не достигает окрашиваемой

поверхности. Она остается в виде мелкой пыли во взвешенном состоянии в окружающем воздухе. Одновременно с этим испаряется значительная часть содержащихся в лакокрасочном материале растворителей.

Красочная пыль (аэрозоль) и особенно пары растворителей, концентрируясь в рабочей зоне, отрицательно влияют на здоровье работающих, являются пожаро - и взрывоопасными. Это требует принятия специальных мер, гарантирующих безвредность и безопасность работы: применения распылительных камер и бескамерных установок при нанесении красок ручными краскораспылителями. [3]

В санитарно-гигиеническом отношении наиболее удобны камеры, обслуживание которых производится извне, (рабочий находится за пределами камеры), т. к. даже при хорошо работающей вентиляции содержание паров растворителей внутри камер, как правило, превышает санитарные нормы. [3]

Большое внимание при конструировании камер уделяется очистке загрязненного воздуха от красочной пыли. При недостаточной очистке красочная пыль осаждается в воздуховодах и, накапливаясь, создает пожарную опасность. [3]

Следует иметь в виду, что установленные в камерах фильтры очищают воздух только от красочной пыли. Пары растворителей, насыщающие воздух, выбрасываются в атмосферу, поэтому необходимы дополнительные меры для предотвращения загрязнения ими окружающей среды. [3]

В отделении покраски и сушки баллонов для улавливания аэрозоля краски (взвешенных веществ), а также мелкодисперсной пыли от обдирочно-шлифовального цеха, установлен рукавный фильтр с полимерным фильтровальным слоем. Степень очистки составляет 93%.

Выбранное оборудование компонуется в технологическую схему.

Поток воздуха из обдирочно-шлифовального цеха проходит три стадии очистки. Первая стадия – это очистка через циклон ЦМ-500У, где удаляется абразивная пыль.

В это время газовый поток улавливается местными отсосами с места пневматической окраски и идет на очистку в рукавный фильтр ФРКИ-180. Сюда также поступает, уже очищенный от абразивной пыли, воздух после циклона. На данной стадии идет очистка загрязненного лакокрасочными материалами воздуха и воздуха, загрязненного мелкодисперсной пылью, которая не была удалена в циклоне. Газовоздушная смесь, проходя через полимерную сетку специальной конфигурации, очищается от частиц аэрозоля краски и мелкодисперсной пыли. Выходящий из патрубка газ, очищенный от красочной аэрозоли, содержит уайт-спирит и ксилол. Газовые выбросы направляются через дезодоратор, и выбрасывается в атмосферу. На этой стадии происходит удаление специфического нефтяного запаха (запаха ароматики).

Нагрев газовоздушной смеси в дезодораторе производят в условиях вакуума с подачей через барботер необходимого количества острого пара. Остаточное давление в дезодораторе при работе должно быть не более 4÷5 мм рт. ст.

Процесс дезодорации ведут при температуре масла 200-230°C, при этом происходит удаление летучих веществ. Подача острого пара через барботеры способствует интенсивному перемешиванию, снижает возможность местных перегревов, ускоряет теплообмен.

Дезодорация представляет собой конечную стадию процесса очистки газовоздушной смеси и имеет своей целью получение совершенно обезличенного по запаху воздуха.

Процесс дезодорации можно условно подразделить на следующие стадии: диффузия молекул летучего компонента из газовоздушной смеси к

поверхности испарения; испарение молекул летучего вещества; удаление молекул летучего вещества с поверхности испарения.

Когда скорость испарения молекул летучих веществ превышает скорость диффузии внутри газа, это означает, что концентрация легколетучих веществ в поверхностном слое стремится к нулю.

Следовательно, можно сказать, что обеспечивается допустимый уровень содержания красочного аэрозоля, ксилола, уайт – спирита и абразивной пыли в воздухе рабочей зоны, а также допустимые показатели загрязняющих веществ при выбросе воздуха в атмосферу после очистки.

2.2 Инвентаризация загрязняющих веществ

При проведении инвентаризации источников выбросов установлен перечень источников, действующих на момент выполнения работ, уточнено наименование и количество применяемого сырья и материалов, время работы и оборудования.

Перечень загрязняющих веществ и величины выбросов установлены расчетным путем в соответствии с утвержденными методическими рекомендациями, с учетом расхода сырья.

По результатам расчетов выбросов сформирован «Бланк инвентаризации источников выбросов вредных веществ в атмосферу» (Приложение Б).

Расчеты проведены по методическому указанию [8].

Расчет выбросов загрязняющих веществ от обдирочно-шлифовального участка (корп.1019)

Источник:0004

Исходные данные:

На участке имеется круглошлифовальный станок с диаметром круга 400 мм, с охлаждением эмульсией (эмульсол 3%) и мощностью станка 7,5 кВт, подключенный к местной вытяжной вентиляции с выбросом воздуха в атмосферу через источник загрязнения ИЗА 0004. Перед выбросом воздух очищается в пылегазоочистном аппарате – циклоне ЦМ-500У со степенью очистки 98%. Коэффициент эффективности местных отсосов $K=0,95$. Время работы станка 800 ч/год.

Таблица 2 - Удельные массовые выделения загрязняющих веществ

Код	Название вещества	C_i [г/с]
2930	Корунд белый	0,02·0,1
0123	Железа оксид	0,03·0,1
2868	Эмульсол (на 1кВт мощности станка)	$0,05 \cdot 10^{-5}$

Определяем массовые выделения загрязняющих веществ, г/с:

$$G'_{2930} = C_{2930} \cdot n \cdot K = 0,02 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 0,95 = 0,0019 \text{ г/с}$$

$$G'_{0123} = C_{0123} \cdot n \cdot K = 0,03 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 0,95 = 0,00285 \text{ г/с}$$

$$G'_{2868} = m'_{2868} \cdot N \cdot n \cdot (1 - K) = 0,05 \cdot 10^{-5} \cdot 7,5 \cdot 1 \cdot 0,95 = 0,356 \cdot 10^{-5} \text{ г/с}$$

С учетом очистки

$$G_{2930} = G'_{2930} \cdot (1 - E) = 0,0019 \cdot (1 - 0,98) = 0,000038 \text{ г/с}$$

$$G_{0123} = G'_{0123} \cdot (1 - E) = 0,00285 \cdot (1 - 0,98) = 0,000057 \text{ г/с}$$

$$G_{2868} = G'_{2868} = 0,356 \cdot 10^{-5} \text{ г/с (эмульсол в циклоне не очищается)}$$

Определяем валовые выбросы загрязняющих веществ, т/год:

$$M'_{2930} = 0,0036 \cdot T \cdot G'_{2930} = 0,0036 \cdot 800 \cdot 0,0019 = 0,005472 \text{ т/год}$$

$$M'_{0123} = 0,0036 \cdot T \cdot G'_{0123} = 0,0036 \cdot 800 \cdot 0,00285 = 0,008208 \text{ т/год}$$

$$M'_{2868} = 0,0036 \cdot T \cdot G'_{2930} = 0,0036 \cdot 800 \cdot 0,356 \cdot 10^{-5} = 0,00001 \text{ т/год}$$

Валовые выбросы после отчистки

$$M_{2930} = M'_{2930} \cdot (1 - E) = 0,005472 \cdot (1 - 0,98) = 0,000109 \text{ т/год}$$

$$M_{0123} = M'_{0123} \cdot (1 - E) = 0,008208 \cdot (1 - 0,98) = 0,000164 \text{ т/год}$$

$$M_{2868} = M'_{2868} = 0,00001 \text{ т/год (эмульсол в циклоне не очищается)}$$

Таблица 3 – Количество, выделяющихся веществ после очистки

Код	Название вещества	Без учета очистки		Очистка	С учетом очистки	
		г/с	т/год	%	г/с	т/год
2930	Корунд белый	0,0019	0,005472	98	0,000038	0,000109
0123	Железа оксид	0,00285	0,008208	98	0,000057	0,000164
2868	Эмульсол	0,0000356	0,000010	0	0,0000356	0,000010

Расчет выбросов загрязняющих веществ от отделения окраски баллонов (корп. 1019).

Расчеты проведены по методическому указанию [8].

Источник: 0006

Покраска баллонов производится эмалью ПФ-115 методом пневматического распыления. В качестве растворителя используется уайт-спирит. Для улавливания аэрозоля краски (взвешенных частиц) используют рукавный фильтр ФРКИ-180.

Часовой расход лакокрасочного материала принят по данным предприятия.

Источник выбросов.

Цех: Цех наполнения и хранения баллонов

Источник: 0006

Название: труба, ист. 0006

Исходные данные:

Масса израсходованного материала М=50 кг.

Масса израсходованного материала за месяц наиболее интенсивной работы лакокрасочного участка $M_{\text{инт}} = 6$ кг.

Производилась только окраска.

Время проведения окраски за месяц интенсивной работы $t = 10$ ч

Таблица 4 - Используемый лакокрасочный материал

Вид	Марка	f_p [%, мас]
Эмаль	ПФ-115	45

Таблица 5 - Способ окраски

Способ окраски	Доля аэрозоля при окраске	Пары растворителя (% , мас. от общего содержания растворителя в краске)	
	При окраске δ_p , %	При окраске δ'_p , %	При сушке δ''_p , %
Пневматический	30	25	75

Таблица 6 - Содержание компонентов в летучей части ЛКМ

Код	Название вещества	Содержание компонентов в летучей части (Dx), %,масс
0616	Диметилбензол (ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	50
2752	Уайт-спирит	50

Расчет:

Количество *аэрозоля краски*, выделяющегося при нанесении ЛКМ на поверхность изделия (детали), определяется по формуле:

$$M_{\text{ок}} = 10^{-3} \cdot m \cdot (\delta_a/100) \cdot (1 - f_p/100) \cdot K_{\text{ос}}, \text{ т/год}$$

где m - масса краски, используемой для покрытия, кг;

δ_a - доля краски, потерянной в виде аэрозоля, %;

f_p - доля летучей части (растворителя) в ЛКМ, %;

K_{oc} , - коэффициент оседания аэрозоля краски в зависимости от длины газоздушного тракта. $K_{oc} = 1$, т.к. длина воздуховода менее 2 м (либо воздуховод отсутствует).

$$M_{ок} = 10^{-3} \cdot 50 \cdot (30/100) \cdot (1 - 45/100) \cdot 1 = 0,00825 \text{ т/год}$$

Количество аэрозоля краски, выделяющегося при нанесении ЛКМ на поверхность изделия (детали) за месяц интенсивной работы, определяется по формуле:

$$M'_{ок} = 10^{-3} \cdot m_{инт} \cdot (\delta_a/100) \cdot (1 - f_p/100) \cdot K_{oc}, \text{ т/год}$$

где $m_{инт}$ - масса краски, израсходованной за месяц интенсивной работы, кг;

$$M'_{ок} = 10^{-3} \cdot 6 \cdot (30/100) \cdot (1 - 45/100) \cdot 1 = 0,00099 \text{ т/год}$$

Тогда максимально разовый выброс аэрозоля краски найдем по формуле:

$$G_{ок} = M'_{ок} \cdot 10^6 / t \cdot 3600 = 0,0009 \cdot 10^6 / 10 \cdot 3600 = 0,0275 \text{ г/с}$$

2902 Взвешенные вещества

$$M_{ок}=0,00825 \text{ т/год.}$$

$$G_{ок}=0,0275 \text{ г/с.}$$

Для улавливания аэрозоля краски (взвешенных частиц) установлен рукавный фильтр. Степень очистки 93%.

$$M = M_{ок} \cdot K_{oc} \cdot \left(1 - \frac{\eta_T}{100}\right) = 0,00825 \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{93}{100}\right) = 0,000578 \text{ т/год}$$

$$G = G_{ок} \cdot K_{oc} \cdot \left(1 - \frac{\eta_T}{100}\right) = 0,00825 \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{93}{100}\right) = 0,001925 \text{ г/с}$$

Количество летучей части каждого компонента определяется по формуле

$$M_{ок} = (10^{-3} \cdot m \cdot f_p \cdot \delta'_p) / 10^4, \text{ т/год}$$

где δ'_p - доля растворителя в ЛКМ, выделившегося при нанесении покрытия, %.

$$M_{ок} = (10^{-3} \cdot 50 \cdot 45 \cdot 25) / 10^4 = 0,005625 \text{ т/год}$$

$$M'_{ок} = (10^{-3} \cdot m_{инт} \cdot f_p \cdot \delta'_p) / 10^4 = \\ (10^{-3} \cdot 6 \cdot 45 \cdot 25) / 10^4 = 0,000675 \text{ т/год}$$

Расчет максимального выброса производится для операций окраски по формуле:

$$G_{ок} = M'_{ок} \cdot 10^6 / t \cdot 3600, \text{ г/с}$$

где t - число рабочих часов в день при окраске.

$$G_{ок} = 0,000675 \cdot 10^6 / 10 \cdot 3600 = 0,01875 \text{ г/с}$$

0616 Диметилбензол (Ксилол)

$$M_k = 0,005625 \cdot 0,5 = 0,002813 \text{ т/год}$$

$$G_k = 0,01875 \cdot 0,5 = 0,009375 \text{ г/с}$$

2752 Уайт-спирит

$$M_{yc} = 0,005625 \cdot 0,5 = 0,002813 \text{ т/год}$$

$$G_{yc} = 0,01875 \cdot 0,5 = 0,009375 \text{ г/с}$$

Исходные данные:

Таблица 7 - Используемый лакокрасочный материал

Вид	Марка	f_p [%, мас]
Растворитель	Уайт-спирит	100

Масса израсходованного материала $M=25$ кг.

Масса израсходованного материала за месяц наиболее интенсивной работы лакокрасочного участка $M_{инт}=3$ кг.

Таблица 8 - Способ окраски:

Способ окраски	Пары растворителя (% , мас. от общего содержания растворителя в краске)	
	При окраске $\delta'_p, \%$	При сушке $\delta''_p, \%$
Пневматический	25	75

Производилась только окраска.

Время проведения за месяц интенсивной работы $t = 10$ ч.

Таблица 9 - Содержание компонентов в летучей части ЛКМ:

Код	Название вещества	Содержание компонента в летучей части (Dx), %, масс
2752	Уайт-спирит	100

Расчет:

$$M_{\text{ок}} = (10^{-3} \cdot m \cdot f_p \cdot \delta'_p) / 10^4 \text{ т/год}$$

где δ'_p - доля растворителя в ЛКМ, выделившегося при нанесении покрытия, %.

$$M_{\text{ок}} = (10^{-3} \cdot 25 \cdot 100 \cdot 25) / 10^4 = 0,00625 \text{ т/год}$$

$$M'_{\text{ок}} = (10^{-3} \cdot m_{\text{инт}} \cdot f_p \cdot \delta'_p) / 10^4 =$$

$$(10^{-3} \cdot 3 \cdot 100 \cdot 25) / 10^4 = 0,00075 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{ок}} = M'_{\text{ок}} \cdot 10^6 / t \cdot 3600 = 0,00075 \cdot 10^6 / 10 \cdot 3600 = 0,0208333 \text{ г/с}$$

Таблица 10 - Результаты расчетов:

Код	Название вещества	Без учета газоочистки		Газоочистка	С учетом газоочистки	
		г/с	т/год	%	г/с	т/год
2752	Уайт-спирит	0,0208333	0,006250	0	0,0208333	0,006350

Результаты расчетов для ИЗА 0006, представлены в таблице 24.

Общее количество уайт-спирита $G=0,0208333+0,009375=0,0302083$ г/с.

$M=0,00625+0,002813=0,009063$ т/год.

Таблица 11 – Результаты расчетов для ИЗА 0006

Код	Название	Без учета газоочистки		С учетом газоочистки	
		г/с	т/год	г/с	т/год
0616	Диметилбензол (ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	0,0093750	0,002813	0,0093750	0,002813
2752	Уайт-спирит	0,0302083	0,009063	0,0302083	0,009063
2902	Взвешенные частицы	0,0275000	0,008250	0,0019250	0,000578

Расчет выбросов загрязняющих веществ от помещения сушки баллонов (корп 1019)

Источники: 0007

Покраска баллонов производится эмалью ПФ-115 методом пневматического распыления. В качестве растворителя используется уайт-спирит. Сушка баллонов осуществляется в помещении, оборудованном общеобменной вентиляцией. Часовой расход лакокрасочного материала принят по данным предприятия.

Удаление загрязняющих веществ из помещения осуществляется вентиляционной системой.

Источник выбросов.

Цех: цех наполнения и хранения баллонов.

Источники: 0007

Название: Труба, ист. 0007

Исходные данные:

Масса израсходованного материала $m=50$ кг.

Масса израсходованного материала за месяц наиболее интенсивной работы лакокрасочного участка $m_{\text{инт}}=6\text{кг}$.

Время проведения сушки за месяц интенсивной работы $t_1=96\text{ ч}$.

Таблица 12 - Способ окраски

Способ окраски	Доля аэрозоля при окраске	Пары растворителя (%, мас. от общего содержания растворителя в краске)	
	При окраске $\delta_p, \%$	При окраске $\delta'_p, \%$	При сушке $\delta''_p, \%$
Пневматический	30	25	75

Таблица 13 - Используемый лакокрасочный материал

Вид	Марка	f_p [%, мас]
Эмаль	ПФ-115	45

где f_p - доля летучей части (растворителя) в ЛКМ

Таблица 14 - Содержание компонентов в летучей части ЛКМ:

Код	Название вещества	Содержание компонентов в летучей части (D_x), %,масс
0616	Диметилбензол (ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	50
2752	Уайт-спирит	50

Расчет выбросов летучей части:

$$M = m \cdot f_p \cdot \delta''_p \cdot 0.0001 \cdot (D_x/100)/1000$$

$$G = M_{\text{мес}}/(t_1 \cdot 0.0036)$$

$$M_{\text{мес}} = m_{\text{инт}} \cdot f_p \cdot \delta''_p \cdot 0.0001 \cdot (D_x/100)/1000$$

Таблица 15 - Используемый лакокрасочный материал.

Вид	Марка	f_p [%, мас]
Растворитель	Уайт-спирит	100

Масса израсходованного материала $m=25\text{ кг}$.

Масса израсходованного материала за месяц наиболее интенсивной работы лакокрасочного участка $m_{\text{инт}}=3$ кг.

Таблица 16 - Способ окраски

Способ окраски	Пары растворителя (% , мас. от общего содержания растворителя в краске)	
	При окраске $\delta'_p, \%$	При сушке $\delta''_p, \%$
Пневматический	25	75

Расчет выбросов летучей части:

Количество летучей части каждого компонента определяется по формуле

$$M = (10^{-3} \cdot m \cdot f_p \cdot \delta'_p) / 10^4, \text{т/год}$$

где δ'_p - доля растворителя в ЛКМ, выделившегося при нанесении покрытия, %.

$$M_{\text{ок}} = (10^{-3} \cdot 50 \cdot 45 \cdot 25) / 10^4 = 0,005625 \text{ т/год}$$

$$M'_{\text{ок}} = (10^{-3} \cdot m_{\text{инт}} \cdot f_p \cdot \delta'_p) / 10^4 = (10^{-3} \cdot 6 \cdot 45 \cdot 25) / 10^4 = 0,000675 \text{ т/год}$$

Расчет максимального выброса производится для операций окраски по формуле: $G_{\text{ок}} = M'_{\text{ок}} \cdot 10^6 / t \cdot 3600$, г/с, где t - число рабочих часов в день при окраске.

Таблица 17 - Результаты расчетов уайт-спирит:

Код	Название вещества	Без учета газоочистки		Газоочистка	С учетом пылегазоочистки	
		г/с	т/год		г/с	т/год
2752	Уайт-спирит	0,0065104	0,018750	0	0,0065104	0,018750

Таблица 18 - Результаты расчетов:

Название источника	Код	Название ЗВ	Без учета газоочистки		С учетом газоочистки	
			г/с	т/год	г/с	т/год
Эмаль ПФ-115	0616	Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	0,0029297	0,008438	0,0029297	0,008438
	2752	Уайт-спирит	0,0029297	0,008438	0,0029297	0,008438
Уайт-спирит	2752	Уайт-спирит	0,0065104	0,018750	0,0065104	0,018750

Таблица 19 - Общее количество ЗВ от источников 0006 и 0007

Код	Название	Ист. 0006		Ист. 0007	
		г/с	т/год	г/с	т/год
0616	Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	0,0093750	0,002813	0,0029297	0,008438
2752	Уайт-спирит	0,0302083	0,009063	0,0094401	0,027188

Таблица 20 - Выбросы после отделения покраски и сушки баллонов.

Код	Название	Без учета газоочистки		С учетом газоочистки	
		г/с	т/год	г/с	т/год
0616	Диметилбензол (ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	0,0123047	0,011251	0,0123047	0,011251
2752	Уайт-спирит	0,0396484	0,036251	0,0396484	0,036251
2902	Взвешенные частицы	0,0275000	0,008250	0,0019250	0,000578

3. Инженерные расчеты

Инженерные расчеты сводятся к подсчету материальному балансу по каждому очистному оборудованию и определению основных параметров аппаратов участвующих в процессе очистки загрязненного воздуха.

3.1 Материальный баланс

3.1.1 Материальный баланс циклона

Исходные данные:

Объем газов, поступивших в циклон = $4530 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$$4530 \cdot 1.225 = 5549 \text{ кг/час}$$

Состав выброса: Воздух, абразивная пыль (0,02 кг/час).

Пыль в бункере после очистки циклоном – 0,0196 кг/час.

Расчеты:

$$5549 - 100\%$$

$$0,02 - x \%$$

$x = 0,0003 \%$ содержание пыли в газе, поступившем на очистку в циклон.

$100\% - 0,0003\% = 99,9997\%$ содержание воздуха в газе, поступившем на очистку.

$$5549 - 0,0196 = 5548,9804 \text{ количество сбрасываемых газов.}$$

$$5548,9804 - 100\%$$

$$0,0004 - x \%$$

$x = 0,000007 \%$ содержание пыли в сбрасываемых газах

$100\% - 0,000007\% = 99,999993\%$ содержание воздуха в сбрасываемом газе.

Таблица 21 – Материальный баланс для циклона

Приход				Расход			
№	поток	кг/час	%	№	Поток	кг/час	%
1	Газы на очистку, в том числе:	5549	100	1	Сбрасываемые газы, в том числе:	5548,9804	100
	1.1 воздух	5548,98	99,9997		1.1 воздух	5548,98	99,999993
	1.2 пыль	0,02	0,0003		1.2 пыль	0,0004	0,000007
				2	Пыль в бункере	0,0196	100
Всего		5549		Всего		5549	

3.1.2 Материальный баланс фильтра

Исходные данные:

Объем газов, поступивших в циклон = 11350 м³/ч.

Состав выброса: Воздух, ксилол, уайт-спирит, взвешенные вещества.

$$11350 \cdot 1.225 = 13903 \text{ кг/час}$$

$$13903 - 100\%$$

$$0,004 - x \%$$

$$x = 0,00003\% \text{ (взвешенные частицы в поступившем газе)}$$

$$13903 - 100\%$$

$$0,0014 - x \%$$

$$x = 0,00001\% \text{ (уайт-спирит в поступившем газе)}$$

$$13903 - 100\%$$

$$0,0046 - x \%$$

$$x = 0,00004\% \text{ (ксилол в поступившем газе)}$$

$$100\% - 0,0001 - 0,0003 - 0,00004 = 99,99992\% \text{ (воздух в поступившем на очистку газе)}$$

$$1393-0,0046-0,0014-0,004 = 13902,99 \text{ кг/час}$$

В фильтре остались взвешенные частицы 0,0037 кг/час.

$$13903-0,0037 = 13902,9963 \text{ кг/час}$$

Содержание воздуха в очищенном газе – 13902,99 (99,9999%)

Содержание ксилола в очищенном газе – 0,0046 ($3,3 \cdot 10^{-5}\%$)

Содержание уайт-спирита в очищенном газе – 0,0014 ($1,0 \cdot 10^{-5}\%$)

Содержание взвешенных частиц в очищенном газе – 0,0003 ($2,1 \cdot 10^{-6}\%$)

Таблица 22 – Материальный баланс для фильтра

Приход			Расход			
Поток	кг/час	%	№	Поток	кг/час	%
Газы на очистку, в том числе:	13903	100	1	Сбрасываемые газы, в том числе:	13902,9963	100
1.1 воздух	13902,99	99,99992		1.1 воздух	13902,99	99,9999
1.2 Ксилол	0,0046	0,00004		1.2 Ксилол	0,0046	$3,3 \cdot 10^{-5}$
1.3 Уайт-спирит	0,0014	0,00001		1.3 Уайт-спирит	0,0014	$1,0 \cdot 10^{-5}$
1.4 взвешенные частицы	0,004	0,00003		1.4 взвешенные частицы	0,0003	$2,1 \cdot 10^{-6}$
			2	Взвешенные частицы, осевшие в фильтре	0,0037	100
Всего	13903		Всего	13903		

3.1.3 Материальный баланс дезодоратора

Таблица 23 – Материальный баланс дезодоратора

Приход			Расход			
Поток	кг/час	%	№	Поток	кг/час	%
Газы на очистку, в том числе:	13902,9963	100	1	Сбрасываемые газы, в том числе:	13902,9904	100
1.1 воздух	13902,99	99,9999		1.1 воздух	13902,99	99,999997
1.2 Ксилол	0,0046	$3,3 \cdot 10^{-5}$		1.2 Ксилол	0,00004	$2,9 \cdot 10^{-7}$
1.3 Уайт-спирит	0,0014	$1,0 \cdot 10^{-5}$		1.3 Уайт-спирит	0,00001	$7 \cdot 10^{-8}$
1.4 взвешенные частицы	0,0003	$2,1 \cdot 10^{-6}$		1.4 взвешенные частицы	0,0003	$2,1 \cdot 10^{-6}$
			2	Ксилол в дезодораторе	0,00456	76,7
				Уайт-спирит в дезодораторе	0,00139	23,3
Всего	13902,9963		Всего	13902,9963		

3.2.Аппаратный расчет

3.2.1 Аппаратный расчет циклона

Рассчитать конструктивные параметры циклона

Расход воздуха при нормальных условиях $V = 4530 \text{ м}^3/\text{ч}$ (5549 кг/ч).
 Температура очищаемого воздуха $t_p = 20^\circ\text{C}$. Плотность частиц пыли $\rho_{\text{ч}} = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Медианный диаметр частиц пыли $d_m = 25 \text{ мкм}$. Параметр распределения $\sigma_{\text{ч}} = 1,8$. Требуемая эффективность циклона $\eta = 90\%$.
 Начальная концентрация частиц пыли в воздухе $C_{\text{вх}} = 18 \text{ г/м}^3$

Порядок расчета.

При рабочих условиях расход воздуха составит:

$$V_2 = 4530/3600 = 1,26 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_p = \frac{V_c \cdot P_0 \cdot T_p}{T_0 \cdot P_p} = \frac{1,26 \cdot 101325 \cdot 293,15}{273,15 \cdot 101325} = 1,35 \text{ м}^3/\text{с}$$

Оптимальная скорость газа в циклоне выбранного типа составляет 3 м/с. Необходимая площадь сечения циклона может быть найдена по формуле:

$$F = \frac{V_p}{\omega_{opt}} = \frac{1,35}{3} = 0,45 \text{ м}^2$$

Циклон один $n=1$, тогда диаметр циклона:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,45}{3,14159 \cdot 1}} = 0,75 \text{ м}$$

Ближайший стандартный диаметр циклона 0,8 м. Тогда скорость воздуха в циклоне такого диаметра

$$\omega = \frac{4 \cdot 1,25}{3,14159 \cdot 1 \cdot 0,8^2} = 2,68 \text{ м/с}$$

Отклонение реальной скорости воздуха в циклоне от оптимальной составит

$$\frac{\omega_{opt} - \omega}{\omega_{opt}} \cdot 100\% = \frac{3 - 2,68}{3} \cdot 100\% = 10,7\%$$

Отклонение меньше 15%, что допустимо.

Коэффициент гидравлического сопротивления группового циклона состоит из нескольких коэффициентов. Поправочный коэффициент на влияние диаметра циклона $K_1 = 1$. Поправочный коэффициент на запыленность воздуха $K_2 = 0,947$. Поправочный коэффициент для одиночного циклона $K_3 = 0$. Коэффициент гидравлического сопротивления одиночного циклона, работающего на выхлоп в атмосферу $\xi_{L500}^c = 120$. Тогда

$$\xi = K_1 \cdot K_2 \cdot \xi_{L500}^{11} + K_3 = 1 \cdot 0,947 \cdot 120 + 0 = 113,64$$

Потери давления в циклоне:

$$\Delta p = \xi \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = 113,64 \cdot \frac{1,2 \cdot 2,68^2}{2} = 489,7 \text{ Па},$$

учитывая, что плотность воздуха при рабочих условиях может быть найдена по формуле

$$\rho = \frac{M_g}{V_0} \cdot \frac{T_0}{P_0} \cdot \frac{P_p}{T_p} = \frac{29}{22,41383} \cdot \frac{273,15 \cdot 101325}{101325 \cdot 293,15} = 1,2 \text{ кг/м}^3$$

Расчет мощности привода подачи газа. Величина гидравлического сопротивления и объемный расход (Q) очищаемого газа определяют мощность (N) привода устройства для подачи газа к циклону:

$$N = \frac{K_3 \Delta p Q}{\eta_m \eta_b} = \frac{1,2 \cdot 489,7 \cdot 1,25}{0,8 \cdot 0,8} = 1148 \text{ Вт}$$

K_3 - коэффициент запаса мощности, ($K_3 = 1,2$)

η_m - КПД передачи мощности от электродвигателя к вентилятору ($\eta_m = 0,8$).

η_b - КПД вентилятора ($\eta_b = 0,8$).

Параметр d_{50} найдем

$$d_{50} = d_{50}^T \sqrt{\frac{D}{D_T} \cdot \frac{\rho_{q_T}}{\rho_q} \cdot \frac{\mu_p}{\mu_T} \cdot \frac{\omega_{\text{опт}}}{\omega}} = 7 \sqrt{\frac{0,8}{0,5} \cdot \frac{1930}{2500} \cdot \frac{18,31 \cdot 10^{-6}}{22,2 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{3}{2,68}} = 5 \text{ мкм}$$

При этом вязкость воздуха при рабочих условиях найдется по формуле:

$$\begin{aligned} \mu_p &= \mu_0 \cdot \frac{T_0 + C}{T_p + C} \cdot \left(\frac{T_p}{T_0}\right)^{3/2} = 17,3 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{273,15 + 124}{293,15 + 124} \cdot \left(\frac{293,15}{273,15}\right)^{3/2} \\ &= 18,31 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с} \end{aligned}$$

где μ_0 — вязкость воздуха при н. у., равная $17,3 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$;

C — постоянная Сатерленда, равная для воздуха 124.

Параметр x найдем

$$x = \frac{\lg \frac{d_m}{d_{50}}}{\sqrt{\lg^2 \sigma_\eta^T + \lg^2 \sigma_q}} = \frac{\lg \frac{25}{5}}{\sqrt{0,296^2 + \lg^2 1,8}} = 1,8$$

По величине параметра X определяют значение нормальной функции распределения $\Phi(X)$. $\Phi(X)$ - это полный коэффициент очистки газа, выраженный в долях.

$$\Phi(X) = 0,9641$$

Полученная степень очистки воздуха в циклоне данного типа

$$\eta = \frac{\Phi(X) + 1}{2} = \frac{0,9641 + 1}{2} = 0,98 > \eta_{\text{тр}} = 0,9$$

Определение концентрации пыли на выходе из циклона:

$$C_{\text{вых}} = C_{\text{вх}}(1 - \eta) = 18(1 - 0,98) = 0,36 \text{ г/м}^3$$

Вывод:

Циклон ЦМ-500У

$$D_{\text{ц}} = 0,8 \text{ м}$$

$$\eta = 0,98$$

$$N = 1148 \text{ Вт}$$

$$C_{\text{вых}} = 0,36 \text{ г/м}^3$$

3.2.2 Аппаратный расчет фильтра

Расчет ведется по методическому указанию. [22]

Исходные данные:

Расход очищаемого газов $V=11350 \text{ м}^3/\text{ч}$, температура очищаемого воздуха 20°C , концентрация пыли в очищаемых газах $C_{\text{вх}}=18 \text{ г/м}^3$, плотность частиц пыли $\rho=1200 \text{ кг/м}^3$, медианный диаметр частиц пыли $d_{\text{ч}} = 40\text{мкм}$, требуемая эффективность фильтра = 93%. Коэффициент $q_{\text{н}} = 1.7$.

С достаточной для практических расчетов точностью удельную газовую нагрузку в рукавных фильтрах можно определить из следующего выражения [$\text{м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{мин})$]:

$$q = q_{\text{н}} \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_4 \cdot c_5,$$

где $q_{\text{н}}$ – нормативная удельная нагрузка, зависящая от вида пыли и ее склонности к агломерации;

c_1 – коэффициент, характеризующий способность регенерации фильтрующих элементов (регенерация путем обратной продувки);

c_2 – коэффициент, учитывающий влияние концентрации пыли на удельную газовую нагрузку;

c_3 – коэффициент, учитывающий влияние дисперсного состава пыли в газе;

c_4 – коэффициент, учитывающий влияние температуры газа;

c_5 – коэффициент, учитывающий требования к качеству очистки.

Коэффициент $c_1 = 0,7$; $c_2 = 0,94$; $c_3 = 1$; $c_4 = 1$; $c_5 = 0,95$.

Определяем удельную газовую нагрузку:

$$q = q_n \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_4 \cdot c_5 = 1,7 \cdot 0,7 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1,06 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{мин})$$

Определяем фильтрующую поверхность аппарата:

$$F_{\phi} = V_{\pi} / 60 \cdot q = 11350 / 60 \cdot 1,06 = 178,5 \text{ м}^2.$$

Наиболее подходящий фильтр марки ФРКИ – 180 с площадью фильтрующей поверхности 180 м. Состоит из 4 секций.

$$F_c = 180 / 4 = 45 \text{ м}^2$$

Определяем гидравлическое сопротивление фильтровальной перегородки:

$$\Delta P_{\pi} = K_1 \cdot \mu \cdot w_{\phi} + \mu \cdot \tau \cdot c_{\text{вх}} \cdot K_2 \cdot w_{\phi}^2$$

$$\text{где } K_1 = 500 \cdot 10^9 \text{ м}$$

$$K_2 = 16 \cdot 10^9 \text{ м/кг}$$

$$T = 20 \text{ с}$$

μ - динамическая вязкость газа, Па*с ($16 \cdot 10^{-6}$)

$$w_{\phi} = V / (3600 \cdot F_{\phi}) = 11350 / (3600 \cdot 180) = 0,0175$$

$$\Delta P_{\Pi} = 500 \cdot 10^6 \cdot 16 \cdot 10^{-6} \cdot 0,0175 + 16 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 16 \cdot 10^9 \cdot 0,0175^2 = 140 + 28 = 168 \text{ Па}$$

Вычисляем скорость во входном отверстии патрубка:

$$W_{\text{вх}} = V_{\Pi} / S_{\text{вх}} = 11350 / (3600 \cdot 2,4 \cdot 0,55) = 11350 / 4752 = 2,4 \text{ м/с.}$$

Определяем гидравлическое сопротивление корпуса фильтра:

$$\Delta P_{\text{к}} = \xi_{\text{к}} \cdot w_{\text{вх}}^2 \cdot \rho_{\text{г}} / 2 = 2 \cdot 2,4^2 \cdot 0,998 / 2 = 5,7 \text{ Па}$$

Величина $\xi_{\text{к}}$ при конструировании фильтров обычно принимается равной 1,5 ... 2,0.

Вычисляем общее гидравлическое сопротивление фильтра:

$$\Delta P_{\text{ф}} = \Delta P_{\text{к}} + \Delta P_{\Pi} = 5,7 + 168 = 173 \text{ Па}$$

Определяем фильтрующую поверхность, отключаемую на регенерацию:

$$F_{\text{р}} = N_{\text{с}} \cdot F_{\text{с}} \cdot \tau_{\text{р}} \cdot m_{\text{р}} = 4 \cdot 180 \cdot 0,0014 \cdot 5 = 5 \text{ м}^2$$

Поскольку общая площадь фильтра с учетом поверхности для регенерации составляет $F_{\text{ф}} + F_{\text{р}} = 173 + 5 = 178 \text{ м}^2$, т.е. величину меньшую, чем стандартная поверхность фильтра марки ФРКИ-180 с площадью фильтрующей поверхности 180 м, то данный фильтр нас вполне удовлетворяет.

Основные характеристики рукавного фильтра ФРКИ - 180:

- фильтрующая поверхность, 180 м²;
- количество рукавов, 36;
- количество секций, 4;
- высота рукава, 3 м;

- диаметр рукава, 135 мм.

В фильтре улавливается мелкодисперсная пыль, которая не улавливается после циклона от ремонтной мастерской, а также взвешенные частицы от лакокрасочного отделения.

Заключение

Тема дипломной работы – проект установки очистки газовых выбросов лакокрасочного отделения, ООО «Криогенмаш-Газ», г. Томск.

Целью проекта – является разработка природоохранных мероприятий, для очистки газа после отделения, где проводится окраска и сушка баллонов.

В проекте произведены расчеты, и подбор оборудования для очистки газовоздушной смеси от отделений, где проводится ремонт, окраска и сушка баллонов.

Разработан способ очистки газообразных выбросов от крупнодисперсной абразивной и металлической пыли в циклоне ЦМ-500У, от мелкодисперсной абразивной и металлической пыли, а также взвешенных частиц в рукавном фильтре ФРКИ-180, и от органических веществ в дезодораторе.

Предусмотренные в данном проекте мероприятия обеспечивает безопасные условия труда персонала, пожаро-, взрывобезопасность и охрану окружающей среды.

Список используемых источников

1. И.М. Квашнин. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация. – Москва, 2005 г.
2. <http://v-z.com.ua/category/ciklony-dlja-abrazivnoj-pyli/>
3. <http://msd.com.ua/lakokrasochnye-pokrytiya/pnevmaticheskoe-raspylenie-2/>
4. <http://v-z.com.ua/category/ciklony-cok/>
5. <http://v-z.com.ua/category/ciklony-cm/>
6. <http://v-z.com.ua/category/ciklony-cn-24/>
7. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Санкт-Петербург, 2010 г.
8. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. С.Пб., НИИ Атмосфера, 2013 г.
9. Постановление Правительства Российской Федерации 12.06.2003 г. №344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ и поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления»
10. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов (по величинам удельных показателей), НИИ АТМОСФЕРА, Санкт-Петербург, 1999 г.
11. Ф.А.Шахова, Г.Г.Ягафарова Определение категории опасности предприятия. Учебно-методическое пособие к практическим занятиям
12. Пылеулавливание и очистка газов в черной металлургии, Изд. 2-е, перераб. И доп. Юдашкин М.Я. М.: Металлургия, 1984. 320 с.
13. Производственная инструкция ТФ-ОТН-24 по проведению ремонта и технического освидетельствования баллонов малой и средней вместимости с рабочим давлением до 19.6 МПа. Томский филиал ООО «Криогенмаш-Газ».

14. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда : учебное пособие для вузов / П. П. Кукин [и др.]. — 5-е изд., стер. — Москва: Высшая школа, 2009. — 335 с.: ил. — Для высших учебных заведений. — Безопасность жизнедеятельности. — Библиогр.: с. 333.]
15. СНиП П-4-79 Естественное и искусственное освещение
16. ГОСТ 12.1.003–83 Система стандартов безопасности труда
17. ГОСТ Р 50571.3-94 Электроустановки зданий
18. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Борис Степанович Мастрюков. – М.: Издательский центр "Академия", 2003. – 336 с. ISBN 5-7695-1294-6
19. Инструкция по охране труда и безопасности жизнедеятельности. Томский филиал ООО «Криогенмаш-Газ».
20. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общее санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
21. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
22. И.С. Бракович, В.Д. Сизов, В.Н. Короткий. Расчет рукавного фильтра. Методические указания по выполнению расчетно-графической работы для студентов. Минск, БНТУ 2011.
23. Бочкарев В.В., Ляпков А.А. Графическая часть курсовых и дипломных проектов. – Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. - 98 с.
24. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. - Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. — 1030 с.
25. ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

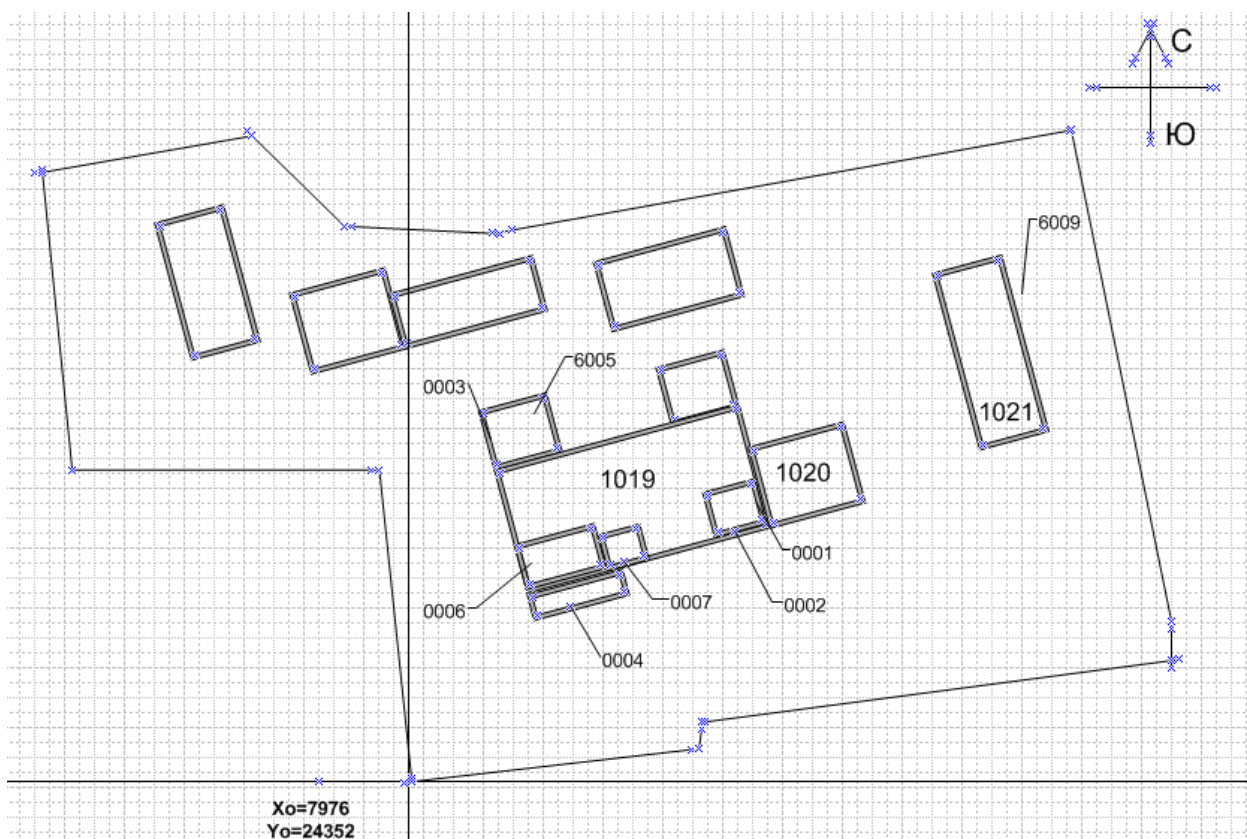
- 26.СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату в производственных помещениях
- 27.ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
- 28.ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ Электробезопасность. Общие требования
- 29.СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату в производственных помещениях
- 30.СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-93 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территориях жилой застройки
- 31.СанПиН 2.2.4/2.1.8.566 - 96 Производственная вибрация. Вибрация в помещениях жилых и общественных зданий
- 32.ГН 2.2.5.686-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы
- 33.ГОСТ 12.1.007 – 76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- 34.ГОСТ 12.4.124 – 83 Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.
- 35.ГОСТ 9931 – 85 Корпуса цилиндрические стальных сварных сосудов и аппаратов. Типы, основные параметры и размеры.
- 36.ГОСТ 24346 – 80 Вибрация. Термины и определения.

Карта-схема расположения источников выбросов (к. 1019, 1021)

Томского филиала ООО «Криогенмаш-Газ»

г. Томск

М 1:200



Экспликация источников выбросов

Х	У	№ источника	Наименование источника выброса
8074	24410	0001	Емкости для масла
8068	24404	0002	Емкости для масла
8025	24396	0003	Сварочный пост
8008	24397	0004	Круглошлифовальный станок
8002	24406	6005	Токарный станок
8129	24440	0006	Краскораспылитель
8128	24450	0007	Сушка баллонов
8133	24450	6009	Покрасочные работы на улице

БЛАНК ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ

Раздел 1. Источники выделения загрязняющих веществ

Томск, Томский филиал ООО «Криогенмаш-Газ»

Наименование производства, номер цеха, участка и т.п.	Номер источника загрязнения атмосферы	Наименование источника выделения загрязняющих веществ	Наименование выпускаемой продукции	Время работы источника выделения, час		Наименование загрязняющего вещества	Код загрязняющего вещества	Количество загрязняющего вещества, отходящего от источника выделения, т/год
				В сутк и	В год			
Цех наполнения и хранения баллонов (к.1019): Отделение покраски и сушки баллонов	0006	Краскораспылитель	Ремонтные работы	6	600	Диметилбензол (Ксилол) (смесь о-, м-, п- изомеров)	0616	0,002813
						Уайт-спирит	2752	0,009063
						Взвешенные вещества	2902	0,000578
	0007	Сушка баллонов	Ремонтные работы	24	864	Диметилбензол (Ксилол) (смесь о-, м-, п- изомеров)	0616	0,008438
						Уайт-спирит	2752	0,027188
Отделение воздушной компрессии (к.1020): Обдирочно-шлифовальный цех	0004	Круглошлифовальный станок	Ремонтные работы	6	800	Корунд белый	2930	0,000109
						Железа оксид	0123	0,000164
						Эмульсол	2868	0,000010

