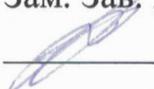


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АМГУ»)

Институт компьютерных и инженерных наук
Кафедра стартовые и технические ракетные комплексы

УТВЕРЖДАЮ
Зам. Зав. кафедрой
 В.В. Соловьев
« 22 » мая 2024г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Жерлицына Сергея Андреевича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Проектирование воздушного фильтра комбинированного типа для работы в условиях высокого задымления

(утверждена приказом от 01.04.2024 №825-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы 14 июня 2024г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: отчёты по практике, ГОСТы, справочная литература

4. Содержание выпускной квалификационной работы: понятие фильтрации воздуха, проектирование фильтра, процесс сборки фильтра, эксперимент в SolidWorks, расчёт характеристик фильтра, результат исследований, безопасность жизнедеятельности, экономическая часть

5. Перечень материалов приложения: титульный лист, цели и задачи, составные части фильтра, процесс сборки фильтра, проверка траектории движения воздуха внутри фильтра, заключение.

6. Консультант по БЖД: Козырь А.В., доцент, канд. тех. наук.

7. Дата выдачи задания: 22.05.2024г.

Руководитель выпускной квалификационной работы: доцент, канд. тех. наук. Соловьев В. В.

Задание принял к исполнению (дата):  22.05.2024г.

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 53 страниц, 29 рисунков, 1 таблица 7 источников.

ВОЗДУШНЫЙ ФИЛЬТР, КОМПАС-3D, АЛГОРИТМ СБОРКИ, SOLIDWORKS, ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИЛЬТРА

В работе представлены результаты исследований вентиляционных систем, режим работы воздушных фильтров в условиях высокого задымления.

Цель работы – разработка воздушного фильтра способного работать в условиях высокого задымления.

Задачи:

- Анализ информации о системах вентиляции и воздушных фильтрах, выбор способа фильтрации и проектирование будущего изделия;
- Создание 3D модели изделия;
- Проверка движения потоков в SolidWorks;
- Определение характеристик фильтра.

В основной части описаны технология проектирования и сборки воздушного фильтра и результаты его испытаний. В разделе безопасности жизнедеятельности рассмотрены требования при работе с изделием и мероприятия при установке рабочей зоны. В экономической части были рассчитаны затраты на материалы и заработную плату исследователю.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Понятия фильтрации воздуха	7
1.1 Основные понятия	7
1.2 Методы очистки	7
1.2.1 Механическая очистка	7
1.2.2 Абсорбционная очистка.....	8
1.2.3 Каталитическая очистка	10
1.2.4.Электронная очистка	12
1.2.5 Бактерицидный способ очистки	13
2 Проектирование воздушного фильтра в компас-3d	14
2.1 Составные части фильтра	14
2.1.1 Корпус	14
2.1.2 Крепежи для пластин-фильтров абсорбционного типа.....	15
2.1.3 Крепежи для пластин-фильтра механического типа	16
2.1.4 Пластина-фильтр механического типа	17
2.1.5 Пластина угольного фильтра	18
2.1.6 Полость фильтрации воздуха угольного фильтра	19
2.1.7 Внешняя крышка фильтра.....	19
3 Процесс сборки фильтра.....	21
3.1 Сборка фильтра	21
3.1.1 Изготовление корпуса	21
3.1.2 Установка крепежей	21
3.1.3 Установка фильтрующего элемента механического типа.....	22
3.1.4 Сборка фильтрующего элемента абсорбционного типа.....	23
3.1.5 Установка стенки.....	24
3.1.6 Вентиляционная сетка	25
4 Моделирование в solidworks.....	27
4.1 Моделирование процесса.....	27
4.1.1 Среднее положение	27

4.1.2 Правое положение	29
4.1.3 Левое положение	30
5 Расчёт характеристик фильтра	32
5.1 Расчет минимальной площади фильтрующей поверхности:	32
5.2 Расчёт воздушного потока:	32
5.3 Расчёт потери давления:.....	32
5.4 Расчёт эффективности фильтрации:.....	32
5.5 Выбор расчётных параметров наружного и внутреннего воздуха	32
5.6 Расчёт теплопоступлений в помещение	33
5.7 Расчёт тепловых потерь помещением	35
5.8 Расчет избыточной теплоты в помещении.....	36
5.9 Расчет воздухообмена в помещении	37
6 Результат проектирования	38
6.1 Обоснование выбора типа фильтрующего элемента.....	38
6.2 Результат моделирования solidworks	39
6.3 Характеристики фильтра	40
7 Безопасность жизнедеятельности.....	41
7.1 Введение	41
7.2 Средства индивидуальной защиты.....	45
7.3 Вентиляция при работе с клеем.....	46
8 Экономическая часть	48
8.1 Покупка программного обеспечения (ПО)	48
8.2 Основная заработная плата.....	50
8.3 Страховые взносы	50
Заключение	52
Библиографический список	53

ВВЕДЕНИЕ

Воздух является жизненно важным ресурсом для человека и окружающей среды. Однако в воздухе содержится множество загрязнителей, которые могут негативно влиять на здоровье человека и состояние окружающей среды. Загрязнители воздуха могут быть твердыми частицами, газообразными веществами или микроорганизмами.

Одним из способов очистки воздуха от загрязнителей является использование фильтров. Фильтры очистки воздуха представляют собой устройства, которые задерживают загрязнители из воздуха. Они могут быть использованы в различных сферах, включая промышленность, здравоохранение, бытовую сферу и т.д.

1 ПОНЯТИЯ ФИЛЬТРАЦИИ ВОЗДУХА

1.1 Основные понятия

Фильтрация – это процесс отделения частиц или молекул от потока жидкости или газа. Фильтрация используется в различных сферах, включая промышленность, здравоохранение, бытовую сферу и т.д.

Фильтр – это устройство, которое осуществляет фильтрацию. Фильтры могут быть изготовлены из различных материалов, включая стекловолокно, полиэфирную ткань, металлическую сетку и т.д.

Загрязнитель – это вещество или частицы, которые необходимо удалить из потока жидкости или газа. Загрязнители могут быть твердыми, жидкими или газообразными.

Эффективность фильтрации – это показатель, характеризующий степень удаления загрязнителей из потока жидкости или газа. Эффективность фильтрации обычно выражается в процентах.

1.2 Методы очистки

1.2.1 Механическая очистка

Механическая очистка — это процесс удаления твердых частиц и волокна из воздуха или газа. Механические фильтры работают за счет механического задержания частиц загрязнителя на поверхности фильтра. Размер пор фильтра определяет размер частиц, которые он может задерживать.

Существует два основных типа механических фильтров:

- Фильтры грубой очистки способный задерживать крупные частицы (от 10 мкм) - пыль, шерсть животных, пух, насекомых. Примеры: сетчатые фильтры, губчатые фильтры;
- Фильтры тонкой очистки улавливающие более мелкие частицы (от 0,3 мкм) - пыльцу растений, споры грибов, бактерии, вирусы. Примеры: бумажные фильтры, фильтры из синтетических волокон

Преимуществами механической очистки являются:

- **Простота и доступность:** Механические фильтры просты в конструкции и имеют невысокую стоимость;
- **Эффективность:** эффективно удаляют из воздуха крупные частицы пыли, грязи, шерсти животных, пыльцу растений;
- **Многоразовость:** Многие фильтры механической очистки можно мыть и использовать повторно, что экономит средства;
- **Низкое энергопотребление:** не требуют использования энергии для работы, что делает их экологичным решением.

Недостатки и ограничения фильтров механической обработки:

- **Низкая эффективность против мелких частиц:** Механическая очистка не способна улавливать частицы размером менее 0,3 мкм, такие как вирусы, бактерии и аллергены;
- **Быстрое засорение:** Фильтры быстро засоряются, особенно в условиях высокой запыленности, что снижает их эффективность и требует частой очистки;
- **Снижение производительности:** при засорении фильтров производительность очистителя воздуха снижается, что негативно влияет на качество очистки;
- **Необходимость регулярной очистки:** Фильтры необходимо регулярно чистить (многоразовые) или менять (одноразовые), что требует дополнительных затрат.

1.2.2 Абсорбционная очистка

Абсорбционная очистка – это процесс удаления газообразных загрязнителей из воздуха или газа. Абсорбционные фильтры работают за счет абсорбции молекул загрязнителя на поверхности фильтра.

Абсорбция — это процесс поглощения молекул вещества поверхностью другого вещества.

В основе абсорбционной очистки лежит принцип поглощения газообразных веществ и паров жидкостью (абсорбентом). Загрязненный воздух

проходит через слой абсорбента, где молекулы загрязняющих веществ связываются с его молекулами и растворяются в нем.

Существует два основных типа абсорбционных фильтров:

- Мокрые фильтры: используют жидкий абсорбент, который распыляется через форсунки или стекает по специальным решеткам;
- Сухие фильтры: используют твердый абсорбент, обычно в виде гранул или порошка.

Преимуществами абсорбционной очистки являются:

- Высокая эффективность: Абсорбционная очистка эффективно удаляет из воздуха широкий спектр газообразных веществ, включая токсичные газы, пары органических растворителей и неприятные запахи;
- Возможность селективной очистки: Подбор абсорбента позволяет селективно удалять из воздуха определенные загрязняющие вещества;
- Простота конструкции: Абсорбционные фильтры просты в конструкции и эксплуатации;
- Низкая энергоемкость: не требуют использования энергии для работы, что делает их экологичным решением.

Недостатки и ограничения абсорбционной очистки:

- Высокая стоимость абсорбента: Стоимость абсорбента может быть высокой, особенно при использовании специализированных абсорбентов;
- Необходимость регенерации или замены абсорбента: Абсорбент насыщается со временем и требует регенерации.

Рассмотрим виды абсорбентов:

Жидкие абсорбенты:

- Вода: Молекулы воды притягивают полярные молекулы загрязняющих веществ за счет водородных связей. Растворимые в воде газы, такие как аммиак, диоксид серы и оксид азота, диффундируют в водную фазу и растворяются в ней;

- Щелочные растворы: Щелочные растворы, такие как гидроксид натрия (NaOH) и гидроксид калия (KOH), нейтрализуют кислые газы, такие как хлористый водород (HCl) и диоксид углерода (CO₂), с образованием солей.

Твердые абсорбенты:

- Активированный уголь: Активированный уголь обладает высокой поверхностной площадью, за счет чего он молекулы загрязняющих веществ притягиваются к его поверхности за счет межмолекулярных сил;

- Оксиды металлов: Оксиды металлов, такие как оксид кальция (CaO) и оксид алюминия (Al₂O₃), реагируют с кислыми газами, такими как диоксид серы (SO₂) и оксиды азота (NO_x), с образованием солей.

1.2.3 Каталитическая очистка

Каталитическая очистка – это процесс окисления или восстановления газообразных загрязнителей. Каталитические фильтры работают за счет взаимодействия молекул загрязнителя с катализатором.

Каталитический процесс – это процесс ускорения химической реакции без изменения ее конечного состояния.

В основе каталитической очистки воздуха лежит применение катализаторов – веществ, ускоряющих химические реакции. Принцип работы заключается в том, что загрязняющие вещества, содержащиеся в воздухе, вступают в реакцию с катализатором, в результате чего они разлагаются на безвредные соединения, такие как вода и углекислый газ. Проще говоря катализатор действует как микроскопический очиститель, нейтрализующий вредные молекулы и делающий воздух чище.

Типы катализаторов:

- Металлы: платина, палладий, родий – суперзвезды каталитического мира, особенно эффективны против ЛОС, оксидов азота и угарного газа. Но, как и полагается звездам, они дороги;

- Оксиды металлов: диоксид титана (TiO₂) – доступный и фотокаталитически активный герой, уничтожающий ЛОС, оксиды азота, вирусы и бактерии под действием света;

- Перманганат марганца (KMnO_4): борется с угарным газом, запахами и другими загрязнителями, но требует осторожности из-за токсичности.

Носители катализаторов:

Катализаторы не используются в одиночку. Для работы им нужен носитель, который обеспечивает большую площадь поверхности для взаимодействия с загрязняющими веществами. Вот несколько примеров:

- Керамическая основа прочная и термостойкая, подходит для разных катализаторов;

- Металлическая сетка увеличивает площадь поверхности, повышая эффективность;

- Активированный уголь помимо каталитической очистки, поглощает запахи и газы.

Преимущества:

- Широкий спектр действия: каталитические воздухоочистители нейтрализуют широкий спектр загрязняющих веществ, включая:

- Летучие органические соединения: формальдегид, бензол, толуол и др.;

- Оксиды азота (NO_x): NO , NO_2 ;

- Угарный газ (CO);

- Различные запахи;

- Аллергены: пыльца, шерсть домашних животных;

- Микроорганизмы: бактерии, вирусы.

- Эффективность при низких температурах в отличие от других методов очистки, каталитическая очистка работает эффективно даже при низких температурах;

- Безопасность: каталитическая очистка не генерирует вредных побочных продуктов, таких как озон;

- Долговечность при правильном уходе катализаторы служат много лет.

Недостатками являются:

- Стоимость: каталитические воздухоочистители, как правило, дороже других типов очистителей воздуха из-за использования катализаторов и сложных технологий;
- Чувствительность к загрязняющим веществам: эффективность катализатора может снижаться при наличии некоторых загрязняющих веществ, например, масляных паров.

1.2.4. Электронная очистка

Электронная очистка воздуха — это метод удаления из него загрязняющих веществ с помощью электрического поля.

Электроочистка воздуха основана на использовании электрического поля для осаждения взвешенных в воздухе частиц. Загрязненный воздух проходит через систему электродов, где он подвергается ионизации. Частицы пыли, дыма, бактерий и других загрязнителей приобретают заряд и притягиваются к противоположно заряженным электродам, где они осаждаются и собираются.

Можно выделить несколько типов электронной очистки

Первый это электростатические фильтры в них используются сетки или пластины, заряженные постоянным током, второй электрофильтры с мокрым осаждением в них для улавливания частиц используются водные электроды и третий озонные очистители в них генерируется озон, который разрушает молекулы загрязняющих веществ.

Преимуществами электроочистки являются:

- Эффективность электроочистка может удалять из воздуха широкий спектр частиц, включая пыль, дым, бактерии и вирусы;
- Надежность электроочистители воздуха являются относительно простыми устройствами и требуют минимального обслуживания;
- Экологичность электроочистка не использует никаких расходных материалов и не производит вредных выбросов.

Недостатки электроочистки это:

- Первоначальные затраты, электроочистители воздуха могут быть относительно дорогими, особенно промышленные модели;

- Потребление энергии, электроочистители воздуха потребляют электроэнергию для работы;
- Образование озона, некоторые типы электроочистителей, например, озонные очистители, могут генерировать озон, который является вредным для здоровья.

1.2.5 Бактерицидный способ очистки

Бактерицидный способ очистки воздуха – это метод обеззараживания, основанный на использовании ультрафиолетового излучения для уничтожения бактерий, вирусов, плесени и других микроорганизмов. УФ-лучи разрушают ДНК бактерий, вирусов и плесени, приводя к их гибели.

Разновидности УФ-ламп:

- Лампы низкого давления работающие при более низких температурах, с меньшим образованием озона;
- Лампы высокого давления более эффективные, но с повышенным образованием озона;
- Светодиодные лампы новое поколение УФ-ламп, энергоэффективные и с минимальным выделением озона.

Помимо ламп, в бактерицидных очистителях используются: рефлекторы, направляющие УФ-излучение в помещение, корпус, защищающий лампу и другие компоненты от повреждений.

Преимущества:

- Эффективность: один из самых действенных методов уничтожения микроорганизмов;
- Безопасность: при правильном применении безопасен для людей и домашних животных.

Недостатки:

- Стоимость: выше, чем у других очистителей;
- Выделение озон, потенциально вредный для здоровья;
- Неполное уничтожение: не все микроорганизмы, например, некоторые споры плесени, поддаются воздействию.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ФИЛЬТРА В КОМПАС-3D

Объектом проектирования был выбран фильтр воздушной очистки комбинированного типа, состоящий из корпуса, пластин механической и абсорбционной обработки, крышка-стенка, вентиляционная решётка.

2.1 Составные части фильтра

Рассмотрим каждую часть по отдельности:

2.1.1 Корпус

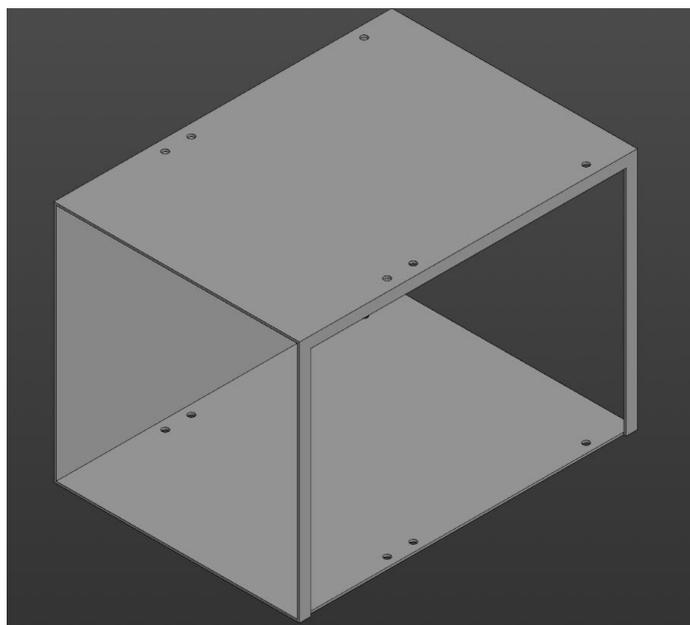


Рисунок 1 – Корпус воздушного фильтра

Корпус фильтра воздушной очистки предназначен для размещения фильтрующего элемента. Он имеет 12 отверстий сверху и снизу для винтов М6х1,5, которые используются для крепления крышек и фиксации корпуса в системе воздухозабора. Материалом для изготовления корпуса послужит нержавеющая сталь, преимуществами данного фильтра является малые габариты, что позволяет установить фильтр как в новых системах, так и внутри уже существующих.

2.1.2 Крепежи для пластин-фильтров абсорбционного типа

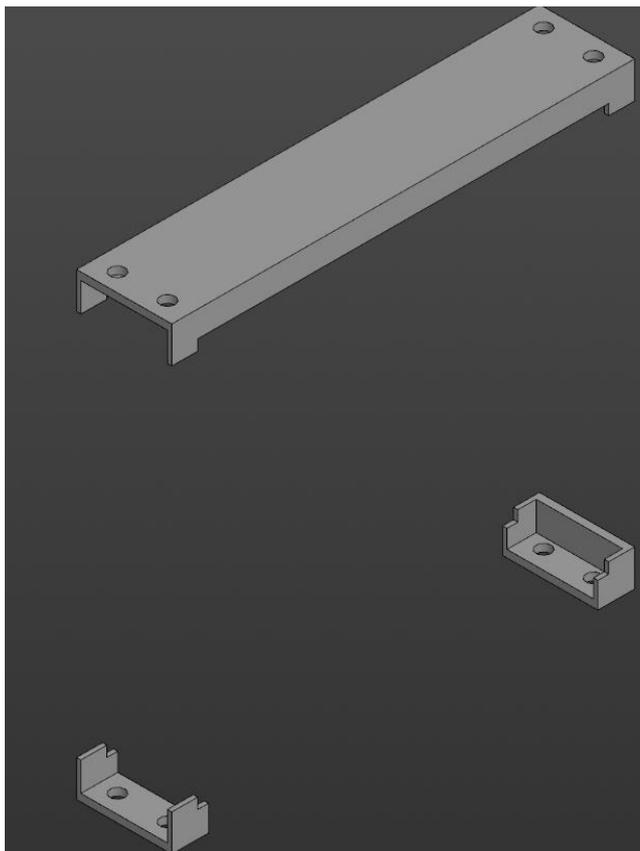


Рисунок 2 – Крепежи для абсорбционного фильтрующего элемента

Крепеж пластины-фильтра абсорбционного типа, показанный на изображении, предназначен для надежной фиксации фильтрующего элемента в корпусе фильтра. Он имеет 8 отверстий для винтов того же типа, что и в корпусе, что обеспечивает простоту и надежность монтажа.

Преимуществами данных крепежей это:

- Простота монтажа: крепеж легко устанавливается и снимается без специальных инструментов;
- Надежная фиксация: обеспечивает прочное и герметичное соединение между фильтрующим элементом и корпусом фильтра;
- Универсальность: подходит для использования с фильтрами различных типов и размеров;
- Долговечность: изготовлен из материалов, устойчивых к коррозии и механическим воздействиям.

2.1.3 Крепежи для пластин-фильтра механического типа



Рисунок 3 – Крепежи для механического фильтрующего элемента

Крепеж пластины-фильтра механического типа, показанный на изображении, аналогичны крепежам для абсорбционного типа в них так же используются винты М6х1,5 в количестве 4 штук.

2.1.4 Пластина-фильтр механического типа

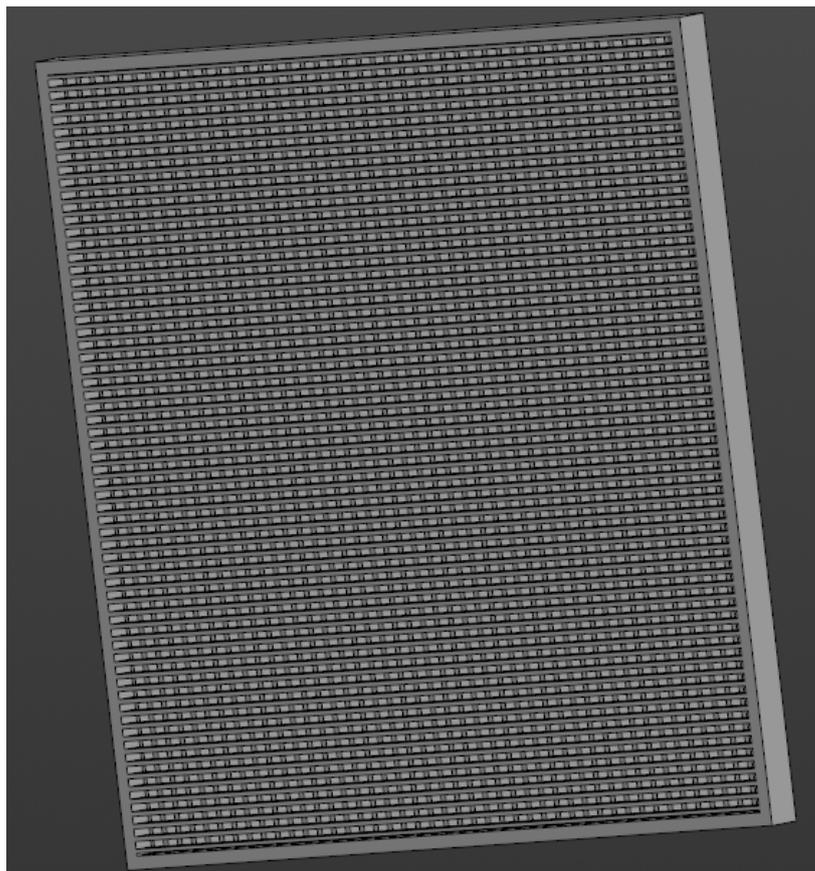


Рисунок 4 – Пластина механической обработки фильтрующего элемента

Пластина состоит из двух решёток вертикальной и горизонтальной, каждый сектор решётки состоит из связок хаотично расположенных прутьев на расстоянии от 10 до 50 мкм, а толщина прутьев варьируется от 2 до 5 мкм что позволяет улавливать даже мельчайшие частицы. Из-за размера сетки на пути частиц возникает эффект сита более крупные частицы будут задерживаться среди волокон различного размера. Мелкая пыль попадая на волокна будет застревать и собираться друг на друге, образуя небольшие скопления.

2.1.5 Пластина угольного фильтра

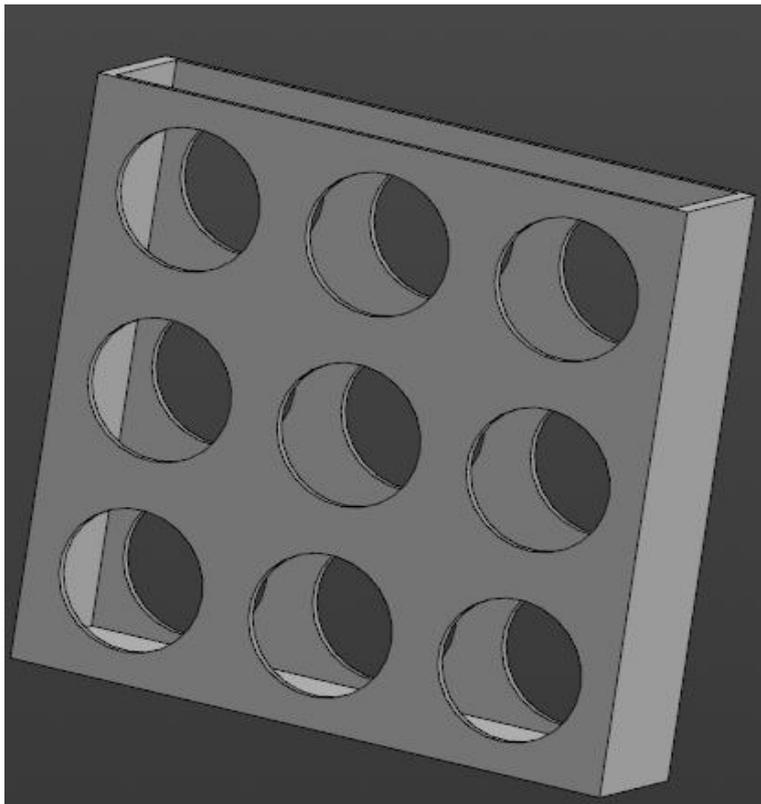


Рисунок 5 – Корпус пластины угольного фильтра

Корпус фильтрующей пластины может быть сделан как из стали, так и из пластика. Как видно на изображении в корпусе имеется 9 отверстий, они нужны для размещения контактирующих поверхностей абсорбирующего материала с поверхностью фильтруемого воздуха что образует большую поверхность обработки.

2.1.6 Полость фильтрации воздуха угольного фильтра

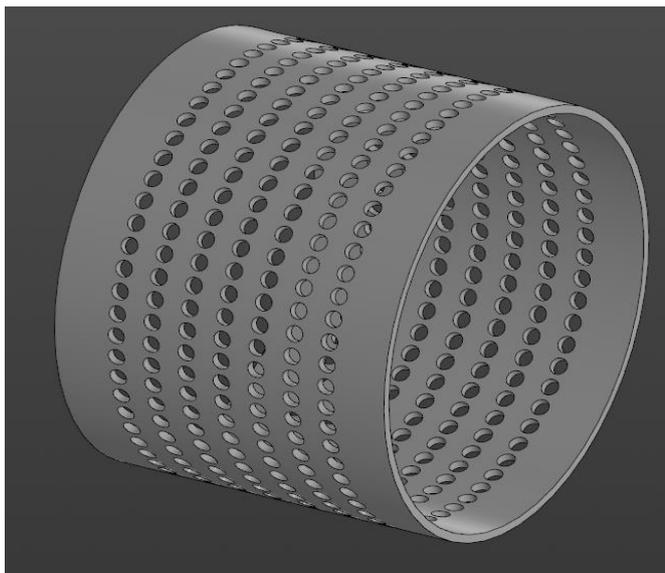


Рисунок 6 – Фильтрующий элемент

На представленном изображении показана 3D-модель цилиндрической обрабатывающей поверхности с порами, предназначенной для заполнения абсорбентом. Поры имеют размер, достаточный для размещения абсорбента, а между ними расположена сетка, обеспечивающая равномерное распределение материала и препятствующая его высыпанию из пор.

2.1.7 Внешняя крышка фильтра

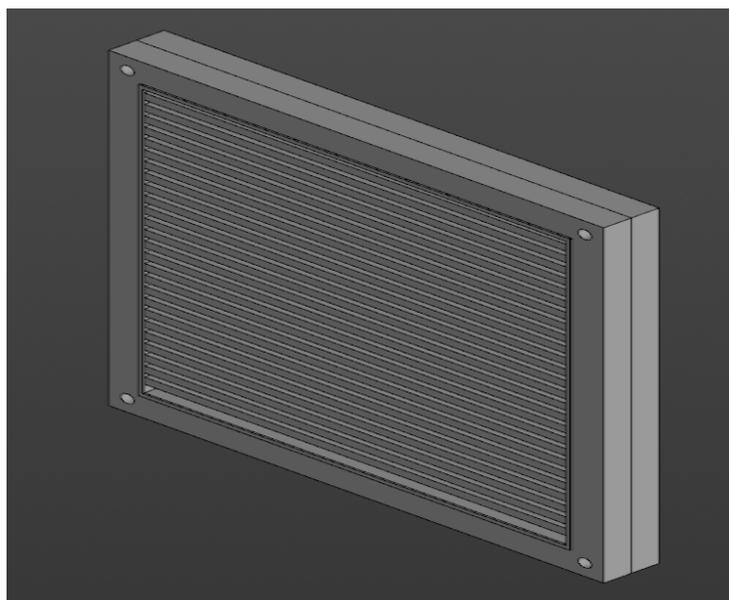


Рисунок 7 – Внешняя крышка с сеткой фильтрующего элемента

На рисунке 7 изображена крышка вентиляции, которая крепится к фильтрующему элементу в случае установки фильтра внутри помещения, в случаях, когда фильтр устанавливается внутри уже существующих систем или же в дополнение для усиления фильтрации данную сетку не устанавливать.

3 ПРОЦЕСС СБОРКИ ФИЛЬТРА

В данном пункте рассмотрим пошаговый процесс сборки корпуса и фильтрующего элемента.

3.1 Сборка фильтра

3.1.1 Изготовление корпуса

Корпус изготавливается из листа стали или алюминия толщиной 1-2 мм, вырезаем 12 отверстий для вкручивания винтов, которые будут удерживать крепления. Вырезаем стенку для легко доступа к области сборки фильтрующих элементов.

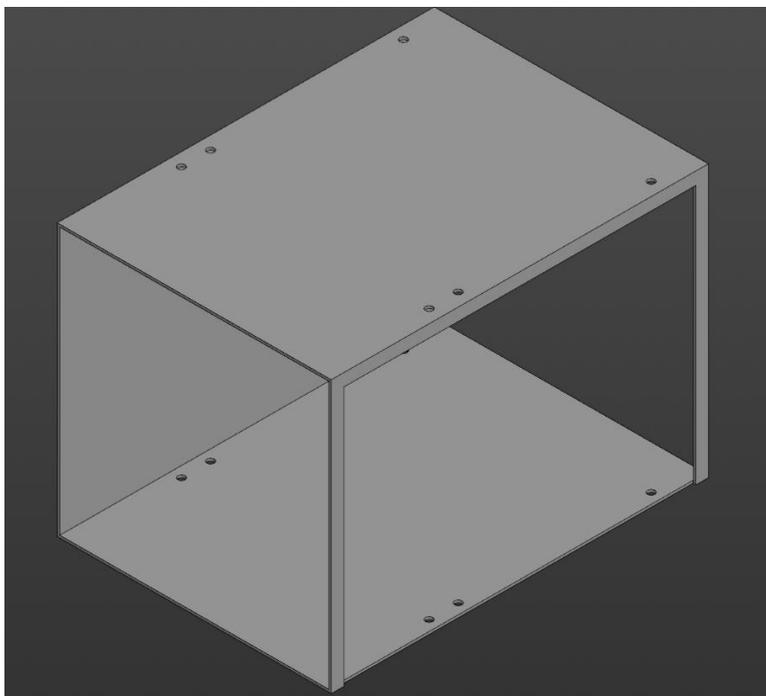


Рисунок 8 – Корпус для фильтрующего элемента

3.1.2 Установка крепежей

В корпус устанавливаем крепежи для фильтра механической обработки и фильтра угольной обработки, в крепежи вкручиваем винты М6х1,5

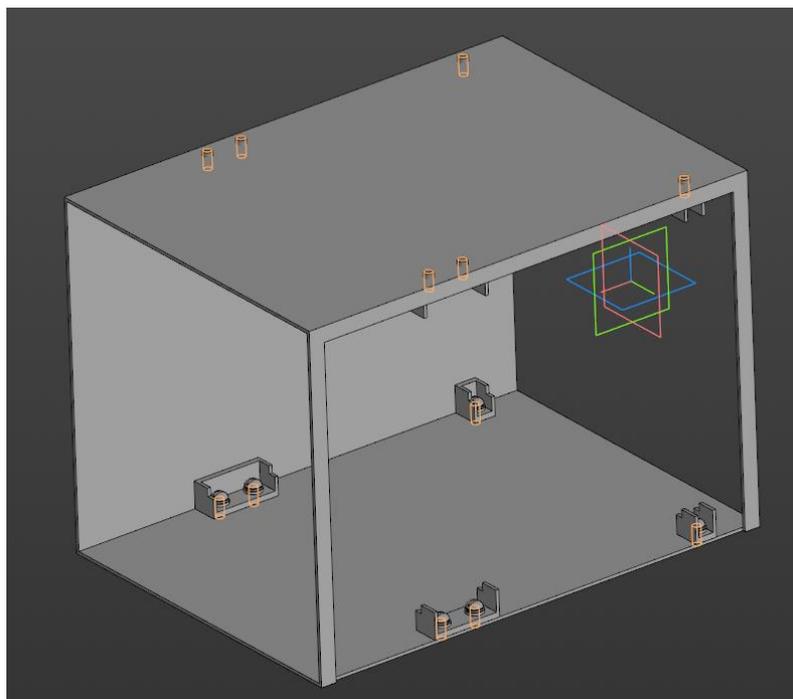


Рисунок 9 – Корпус с установленными внутри крепежами для фильтрующих элементов

3.1.3 Установка фильтрующего элемента механического типа

Вставляем пластину-фильтр в крепежи, проверить что все винты на крепеже закручены и находятся в хорошем состоянии, далее вставляем пластину-фильтр до упора, проверить центрование пластины с крепежами.

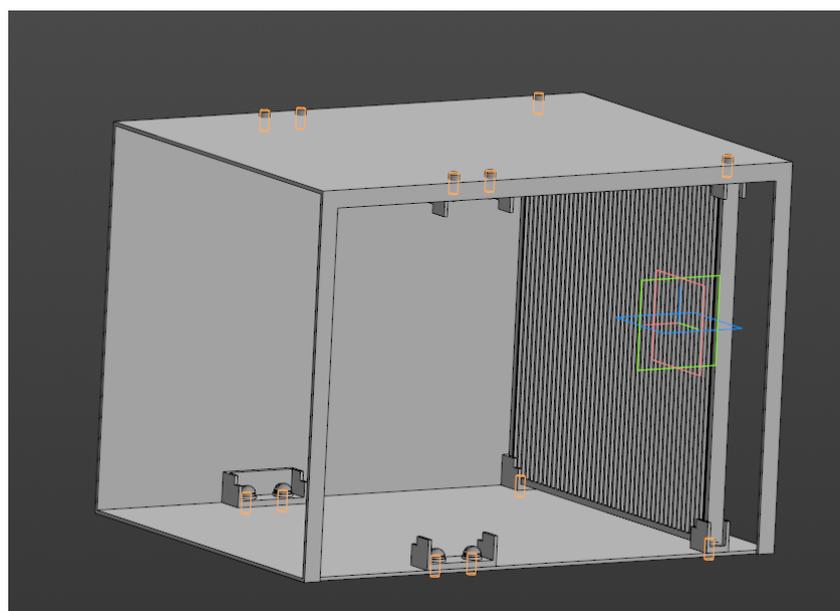


Рисунок 10 –Фильтр с установленной пластиной механической обработки

3.1.4 Сборка фильтрующего элемента абсорбционного типа

Сначала изготавливаем раму фильтра угольной обработки

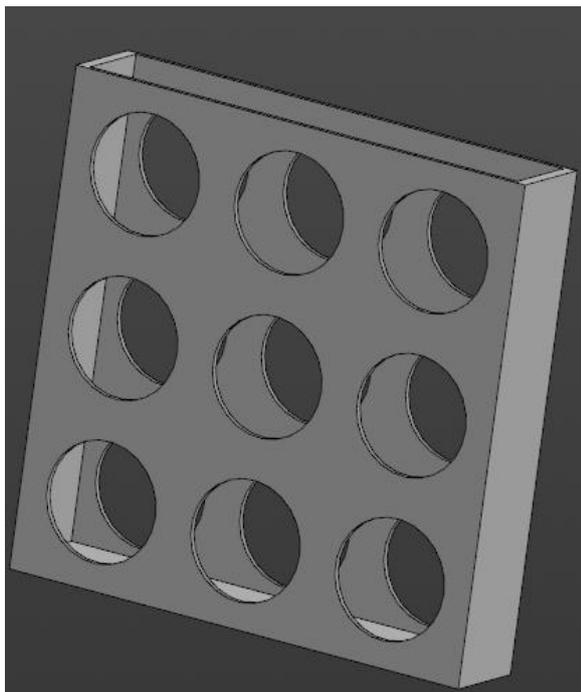


Рисунок 11 – Рама фильтра угольной обработки

Через всю раму вырезаем 9 отверстий для установки в них 9 полостей обработки воздуха

Далее изготавливаем 9 полостей для фильтрации воздуха, каждая полость обмотана сеткой с квадратными ячейками размером 0,5 мм на 0,5 мм, толщина проволоки равна 0,1мм, данная сетка может удерживать гранулы порошка размером 1-2мм

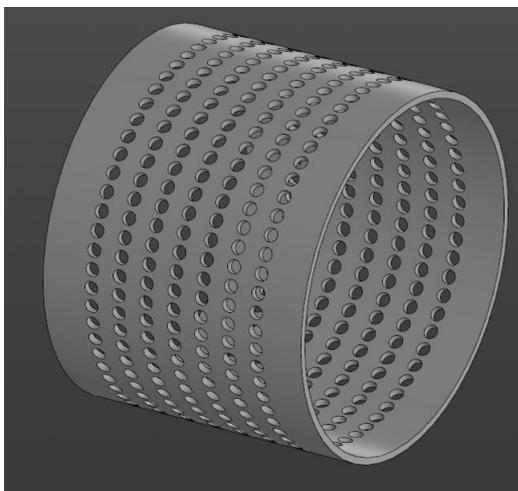


Рисунок 12 – Фильтрующий элемент угольной рамы

В случае рамы, сделанной из стали, можем использовать при установке как сварку, так и при изготовлении рамы из пластика лучше использовать клей. Скрепляем фильтрующий элемент и раму. Заправляем фильтр абсорбирующим активированным углём гранулы которого будут размером 1-2 мм.

Устанавливаем фильтрующий элемент в корпус

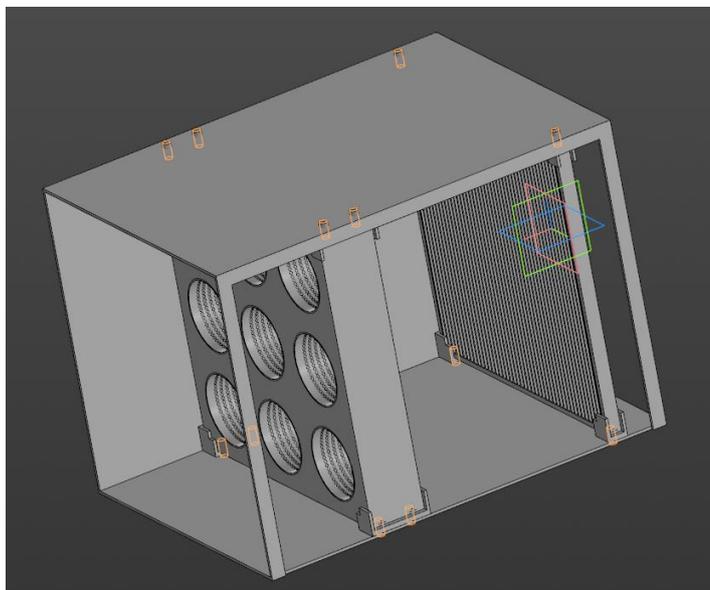


Рисунок 13 – Корпус фильтра с установленным фильтром абсорбирующего типа

3.1.5 Установка стенки

В корпус устанавливается стенка, которая помогает создать устойчивость внутренней конструкции, установка происходит путём приклеивания стенки к заранее изготовленному отверстию в корпусе.

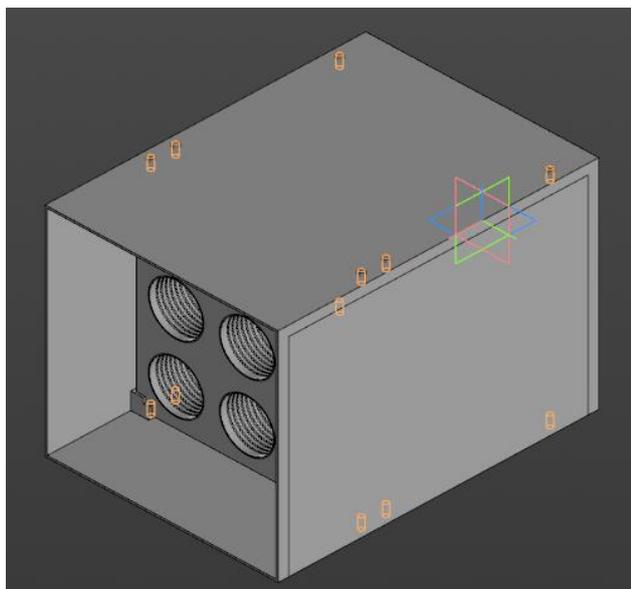


Рисунок 14 – Корпус с приклеенной боковой стенкой

Стенка обеспечивает как устойчивость, так и быстрый доступ в случае необходимости добавления ещё одной или двух пластин угольной обработки в случае необходимости доступа к фильтрам по контуру прогревается клей, и стенка отклеивается.

3.1.6 Вентиляционная сетка

Если воздушный фильтр не помещается в уже существующие система, а устанавливается в новую, тогда со стороны угольного фильтра устанавливается вентиляционная сетка, устанавливается путём приклеивания вентиляционной сетки к корпусу.

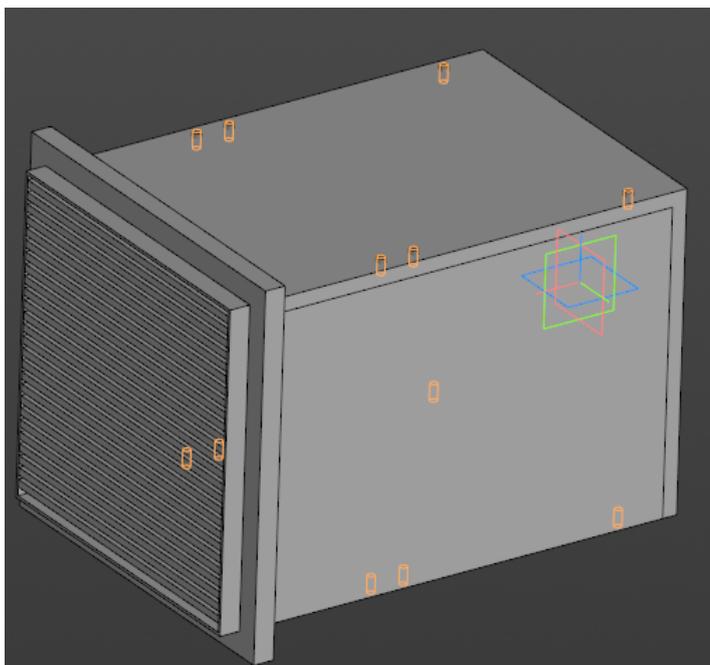


Рисунок 15 – Готовый воздушный фильтр комбинированного типа.

4 МОДЕЛИРОВАНИЕ В SOLIDWORKS

В данном пункте будет рассмотрен процесс движения потоков ветра, проходящего через фильтр, и будут указаны величины скорости, давления, до попадания воздуха в фильтр, в фильтре и на выходе.

4.1 Моделирование процесса

Вовремя моделирование будет рассмотрено различное положение фильтра угольной обработки и будет определено самое оптимальное положение.

4.1.1 Среднее положение

Переносим готовую модель после сборки к SolidWorks, во вкладке flow simulation выбираем проект и указываем исследование потоков воздуха.

Указываем граничные условия для расчёта на модели:

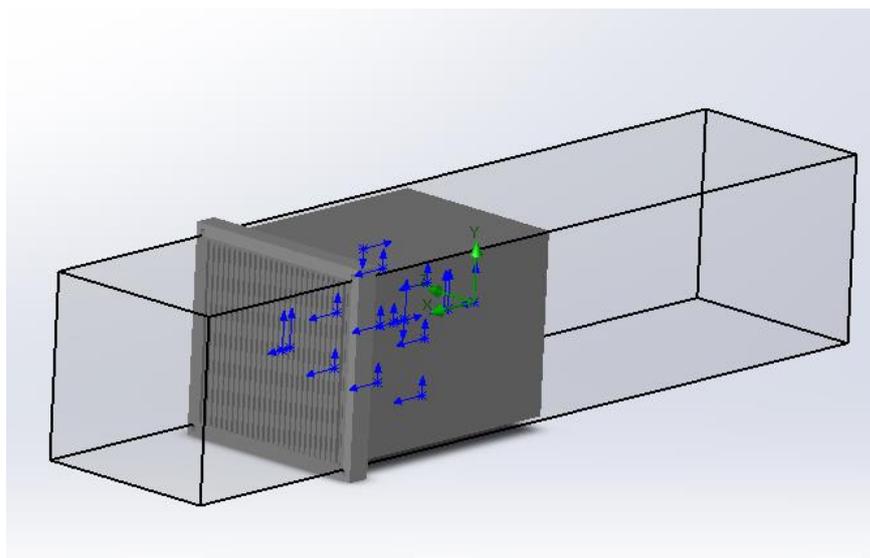


Рисунок 16 – Указание границ расчёта потоков воздуха

Строим сетку и проводим исследование движения потоков воздуха:

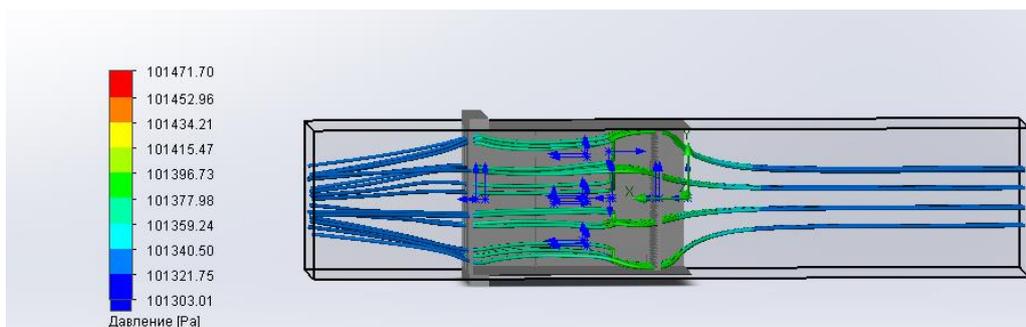


Рисунок 17 – Траектория движения потоков воздуха

Исходя из проделанного опыта видно, как движутся потоки воздуха проходя через фильтр механической обработки, фильтр угольной обработки и выходят через вентиляционную решётку.

Далее представлены графики исследования скорости движения воздуха и силы давления внутри системы:

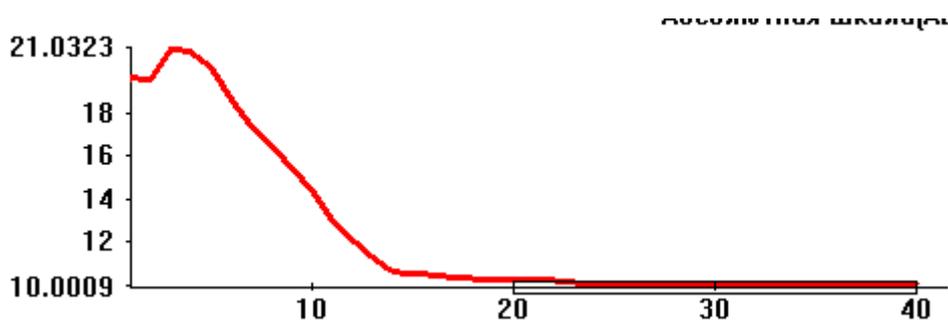


Рисунок 18 – График зависимости скорости от положения воздушных потоков при прохождении через фильтр.

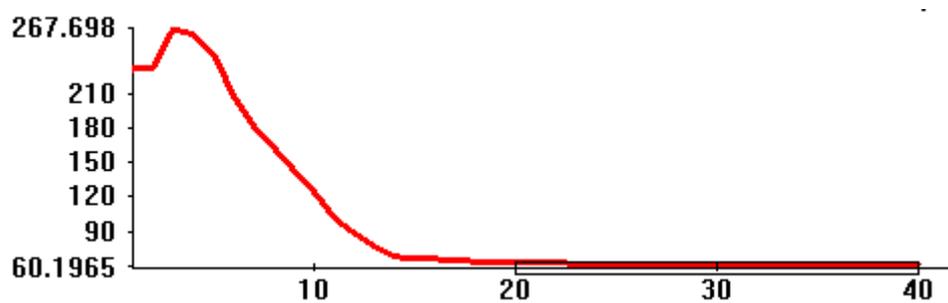


Рисунок 19 – График зависимости силы давления от положения воздушных потоков при прохождении через фильтр

4.1.2 Правое положение

Рассмотрим правое положение угольной пластины

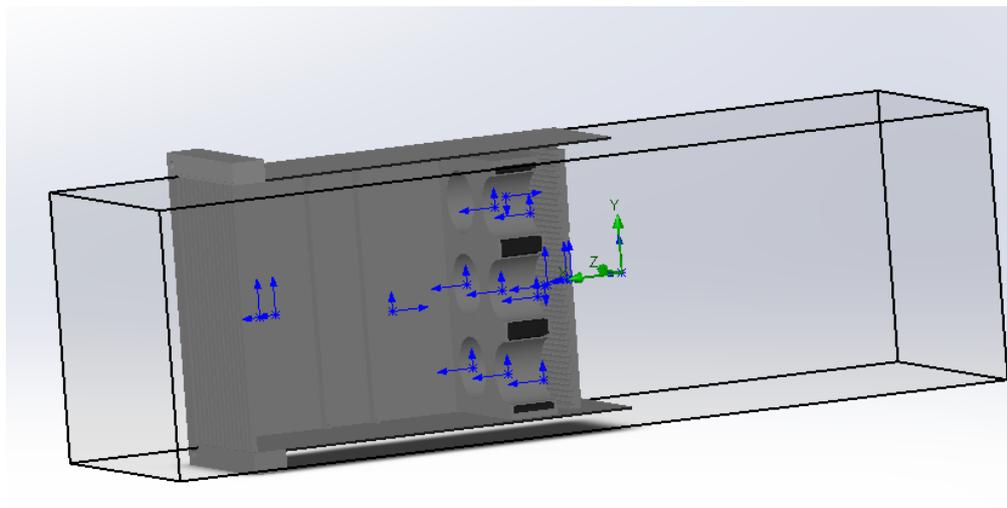


Рисунок 20 – Правое положение угольного фильтра

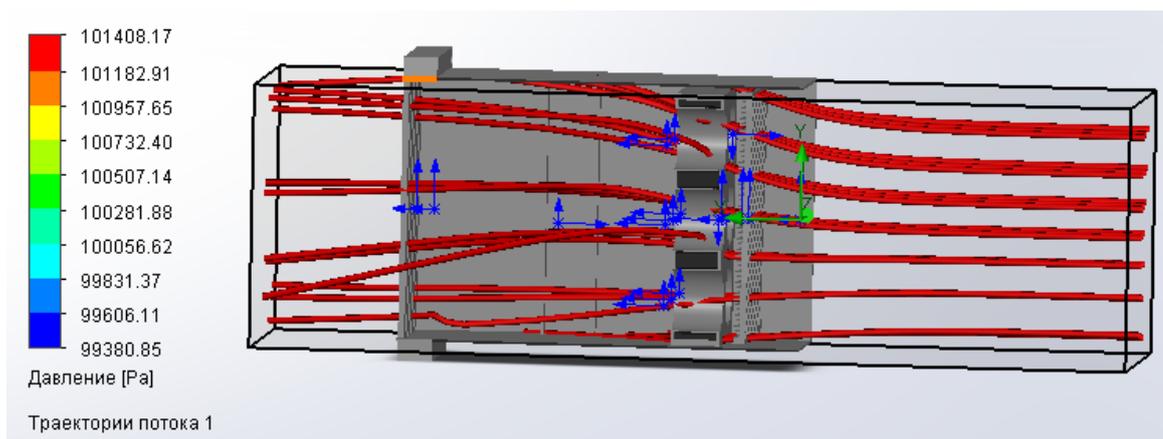


Рисунок 21 – Правое положение угольного фильтра

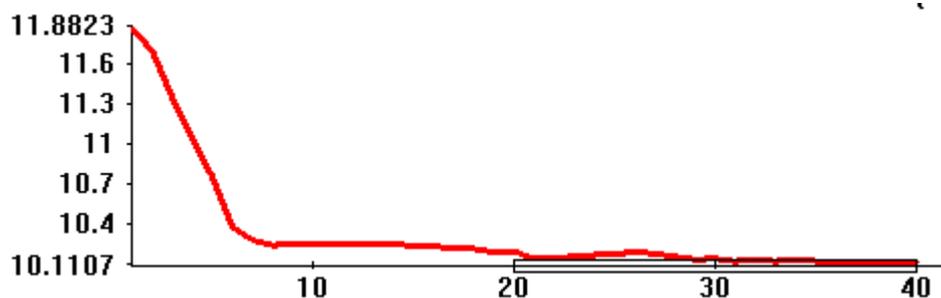


Рисунок 22 – График зависимости скорости от положения воздушных потоков при прохождении через фильтр.

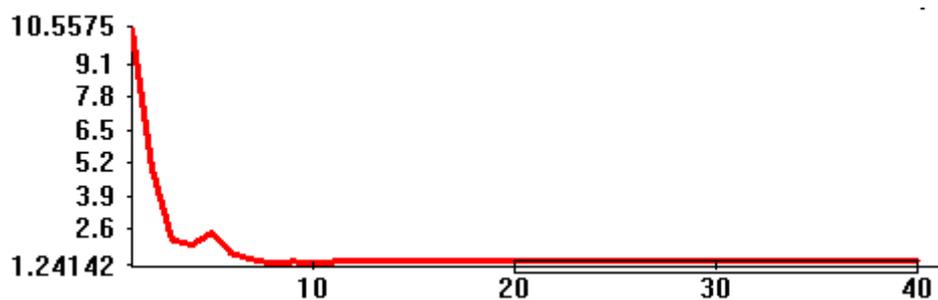


Рисунок 23 – График зависимости силы давления от положения воздушных потоков при прохождении через фильтр

4.1.3 Левое положение

Рассмотрим движение потоков воздуха, когда фильтр угольной очистки находится в левой части фильтра.

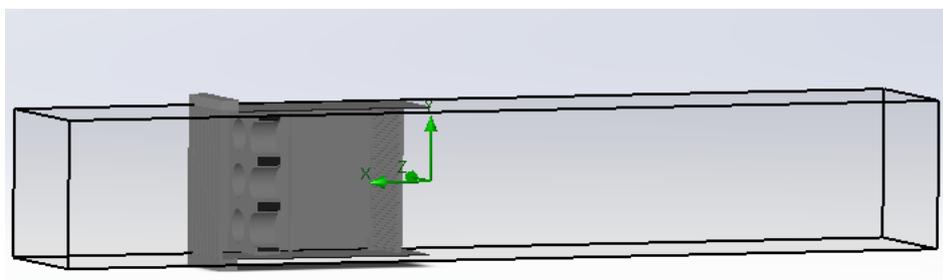


Рисунок 24 – Левое положение фильтра угольной очистки

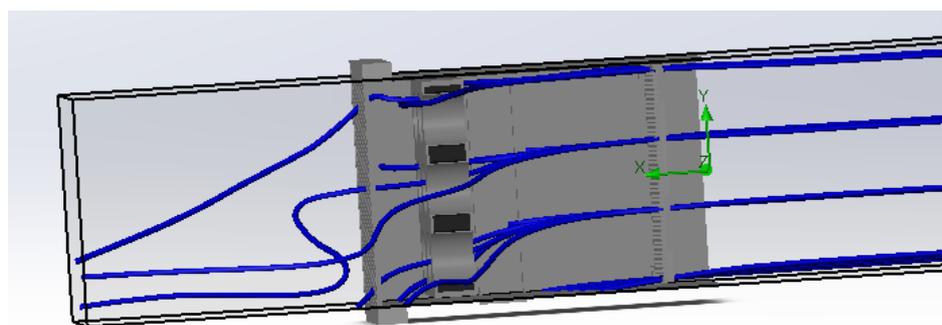


Рисунок 25 – Траектория потоков ветра проходящих через фильтр

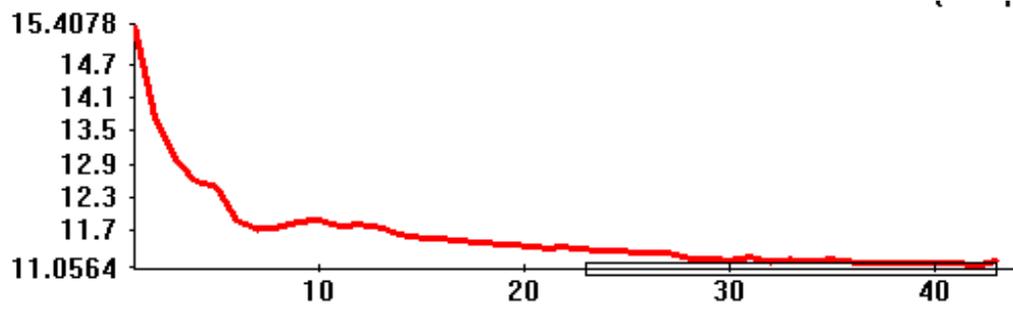


Рисунок 26 – График зависимости скорости от положения воздушных потоков при прохождении через фильтр.

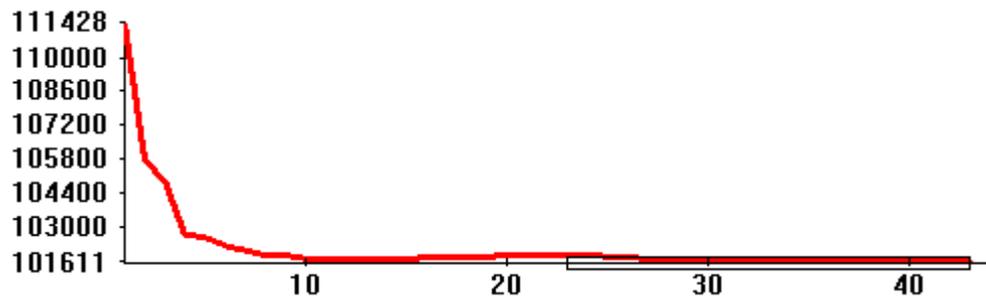


Рисунок 27 – График зависимости силы давления от положения воздушных потоков при прохождении через фильтр

5 РАСЧЁТ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЛЬТРА

5.1 Расчет минимальной площади фильтрующей поверхности:

$$A = \frac{(CID * RPM)}{172800}, \quad (1)$$

где A – минимальная площадь фильтрующей поверхности (м^2), CID – рабочий объём двигателя (куб. дюйм), RPM – максимальные обороты двигателя (об/мин).

5.2 Расчёт воздушного потока:

$$Q = A * V, \quad (2)$$

где Q – воздушный поток ($\text{м}^3/\text{с}$), V – скорость воздуха ($\text{м}/\text{с}$).

5.3 Расчёт потери давления:

$$\Delta p = \frac{(\mu * Q)}{k}, \quad (3)$$

где Δp - потеря давление (Па), μ - вязкость воздуха (Па*с), k – проницаемость фильтрующей среды ($\text{м}^2/\text{с}$).

5.4 Расчёт эффективности фильтрации:

$$\eta = \left(\frac{1 - C_0}{C}\right) * 100, \quad (4)$$

где η - эффективность фильтрации (%), C_0 - концентрация частиц на входе ($\text{мг}/\text{м}^3$), C – концентрация частиц на выходе ($\text{мг}/\text{м}^3$).

5.5 Выбор расчётных параметров наружного и внутреннего воздуха

Для теплого периода расчётной температурой наружного воздуха

являются: для группы А – средняя температура самого жаркого месяца в полдень; для группы В – максимальное значение температуры, которое было зарегистрировано за весь период наблюдений в данном географическом пункте; для группы Б – среднее значение из указанных выше температур

$$t_{\bar{o}}^m = \frac{t_a^m + t_e^m}{2}, \quad (5)$$

$$t_{\bar{o}}^x = \frac{t_a^x + t_e^x}{2}, \quad (6)$$

5.6 Расчёт теплопоступлений в помещение

Тепловыделения от работающего оборудования с электрическим приводом за счёт перехода механической энергии в тепловую определяется из выражения:

$$Q_{об} = 1000 * N_{уст} * n * k_{исп} * k_{в}, \quad (7)$$

где $N_{уст}$ – установленная мощность привода электродвигателя в расчёте на единицу оборудования, кВт, определяется заданием; $k_{исп}$ – коэффициент использования мощности электродвигателя, обычно рекомендуется принимать 0,8; $k_{в}$ – коэффициент одновременности работы оборудования принимаем равным 1. Величина $Q_{об}$ от периода года не зависит.

Теплопоступления от освещения для тёплого и холодного периода года рассчитываются:

$$Q_{ос} = 1000 * N_{ос} * n * k_{в} * a, \quad (8)$$

где $N_{ос}$ – мощность одной осветительной установки, кВт; n – число осветительных установок; $k_{в}$ – коэффициент одновременности работы

осветительных установок: в холодный период можно принимать $k_v=1,0$, в тёплый период $k_v = 0,5 - 0,6$; a - коэффициент, учитывающий тип осветительной установки.

Теплопоступления от обслуживающего персонала для холодного и тёплого периодов года рассчитываются из выражения:

$$Q_{оп} = m(Q_{явн} + \frac{r * W_{п}}{1000}) * \frac{1}{3,6}, \quad (9)$$

где m – число работников; $Q_{явн}$ – явные тепловыделения от одного человека, кДж/ч; $r = 2500$ кДж/кг – скрытая теплота парообразования; $W_{п}$ – влаговыделения от одного человека, г/ч.

Теплопоступления от солнечной радиации через световые (оконные) проёмы рассчитываются только для тёплого периода года:

$$Q_{ср} = F_{ост} * q_{ост} * A_{ост} * k, \quad (10)$$

где $F_{ост}$ – суммарная поверхность остекления, м²; $q_{ост}$ – плотность теплового потока, передаваемого за счёт солнечной радиации, зависящая от ориентации световых проёмов по сторонам света; $A_{ост}$ – эмпирический коэффициент, зависящий от вида остекления; k – эмпирический коэффициент, зависящий от прозрачности стёкол.

Теплопоступления через внешние ограждения извне за счёт более высокой температуры наружного воздуха при проектировании систем кондиционирования рассчитываются для тёплого периода в том случае, если расчётная температура наружного воздуха превышает расчётную температуру воздуха внутри помещения на 5°C более, т.е. $t_n - t_v \geq 5^\circ\text{C}$:

$$Q_{огр} = F_{огр} * k_{огр} * (t_n^m - t_v^m), \quad (11)$$

где $F_{огр}$ – поверхность внешнего ограждения за вычетом поверхности остекления, м²; $k_{огр}$ – коэффициент теплопередачи через ограждения, Вт/(м² °С); t_n и t_v - соответственно расчётная температура наружного воздуха и воздуха внутри помещения, °С.

Коэффициент теплопередачи рассчитывается с учётом всех термических сопротивлений:

$$k_{огр} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_v} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n}}, \quad (12)$$

где α_v и α_n - соответственно коэффициент теплоотдачи от воздуха внутри помещения к стене и от наружной поверхности стены к наружному воздуху, Вт/(м² °С); δ_i – толщина отдельных слоёв, составляющих стену, м; λ_i – коэффициент теплопроводности материалов, из которых выполнена стена, Вт/(м °С).

$$\sum Q^m = Q_{об} + Q_{oc} + Q_{он} + Q_{cp} + Q_{огр}, \quad (13)$$

для холодного периода года:

$$\sum Q^x = Q_{об} + Q_{oc} + Q_{он}, \quad (14)$$

5.7 Расчёт тепловых потерь помещением

Тепловые потери рассчитываются только для холодного периода года.

Тепловые потери через остеклённые оконные световые проёмы определяются из выражения

$$Q_{ост} = F_{ост} * k * (t_e^x - t_n^x), \quad (15)$$

где $F_{ост}$ – суммарная поверхность остекления, м²; k – коэффициент теплопередачи через оконные проёмы, Вт/(м² °С); $t_{вх}$ и $t_{нх}$ – соответственно расчётные температуры воздуха внутри помещения и наружного воздуха для холодного периода года, °С.

Тепловые потери через наружные ограждения (боковые стены, полы, потолки) рассчитываются из выражения:

$$Q_{огр} = F_{огр} * k_{огр} * (t_{в}^x - t_{н}^x) * n, \quad (16)$$

где $F_{огр}$ – поверхность наружных ограждений (за вычетом площади оконных и дверных проёмов), м²; $k_{огр}$ – коэффициент теплопередачи через ограждения, Вт/(м² °С); $t_{вх}$ и $t_{нх}$ – соответственно расчётные температуры внутреннего и наружного воздуха для холодного периода, °С; n – эмпирический поправочный коэффициент, зависящий от характера ограждения.

Суммарные тепловые потери помещением для холодного периода года составят:

$$\sum Q_{ном} = Q_{ост} + Q_{огр}, \quad (17)$$

5.8 Расчет избыточной теплоты в помещении

Избыточная теплота в помещении рассчитывается как разность между суммарными тепловыделениями и теплопотерями и составляет для теплого периода:

$$Q_{изб}^m = \sum Q^m, \quad (18)$$

Для холодного периода

$$Q_{изб}^x = \sum Q^x - \sum Q_{ном}^x. \quad (19)$$

5.9 Расчет воздухообмена в помещении

При наличии в помещении только теплоизбытков массовый расход кондиционируемого воздуха для теплого и холодного периодов года можно рассчитать по выражению:

$$G_{\epsilon}^{m.x.} = \frac{Q_{изб}^{m.x.}}{c_p * (t_{\epsilon}^{m.x.} - t_{np}^{m.x.})}, \quad (20)$$

где $Q_{изб}$ – избыточная теплота в помещении соответственно для теплого или холодного периода года, Вт; $c_p \approx 1,005$ – теплоемкость воздуха, кДж/(кг С); t_{ϵ} и t_{np} – соответственно расчетная температура воздуха внутри помещения для теплого или холодного периода и температура приточного воздуха в соответствующий.

Объемный расход кондиционируемого воздуха составит по периодам года:

$$V_{\epsilon}^{m.x.} = \frac{G_{\epsilon}^{m.x.}}{\rho_{\epsilon}} * 3600, \quad (21)$$

где $\rho_{\epsilon} = 1,2$ - плотность воздуха, кг/м³.

Кратность воздухообмена по периодам года рассчитывается:

$$n = \frac{V_{\epsilon}^{m.x.}}{V_{пом}}, \quad (22)$$

где $V_{пом}$ - объем кондиционируемого помещения, м³

6 РЕЗУЛЬТАТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

6.1 Обоснование выбора типа фильтрующего элемента

Для проектировки был выбран фильтр комбинированного из-за комбинирования свойств механической обработки с абсорбирующей.

Фильтр угольной обработки широко используется для удаления органических и химических загрязнений, а также неприятных запахов. Угольный фильтр имеет большую способность адсорбции, благодаря своей большой поверхности и пористой структуре. Он может удалять микроорганизмы, вирусы, хлор и другие химические соединения, что делает его идеальным выбором для улучшения качества воздуха.

Однако фильтр угольной обработки имеет некоторые ограничения. Он не очищает воздух от механических загрязнений, таких как песок, грязь и другие частицы. Для этого необходимо использовать фильтр механической обработки. Фильтр механической обработки эффективно удаляет механические загрязнения различных размеров, от крупных частиц до мелкой пыли. Он осуществляет фильтрацию по принципу сита или гравитации, и его эффективность зависит от размера используемого сетчатого материала.

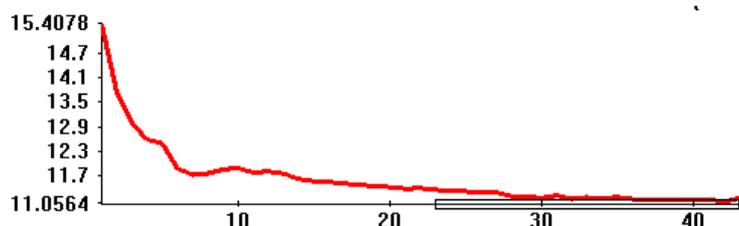
Комбинированная схема, включающая фильтр угольной обработки и фильтр механической обработки, позволяет достигнуть максимальной эффективности очистки воздуха. Фильтр механической обработки предварительно удаляет механические загрязнения, тем самым продлевая срок службы угольных фильтров. Затем фильтр угольной обработки осуществляет дополнительную очистку, удаляя органические и химические загрязнения.

Комбинация фильтра угольной обработки и фильтра механической обработки также обеспечивает экономическую эффективность. Фильтры этого типа обычно имеют долгий срок службы и не требуют частой замены или обслуживания. Они также потребляют меньше энергии в сравнении с другими типами фильтров.

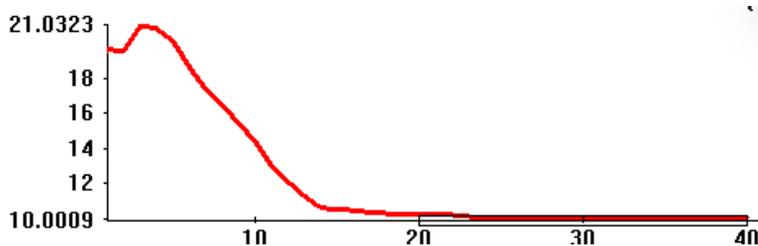
В итоге, выбор комбинированной схемы, состоящей из фильтра угольной обработки и фильтра механической обработки, обоснован эффективностью удаления различных видов загрязнений, экономической эффективностью и долговечностью фильтров

6.2 Результат моделирования SolidWorks

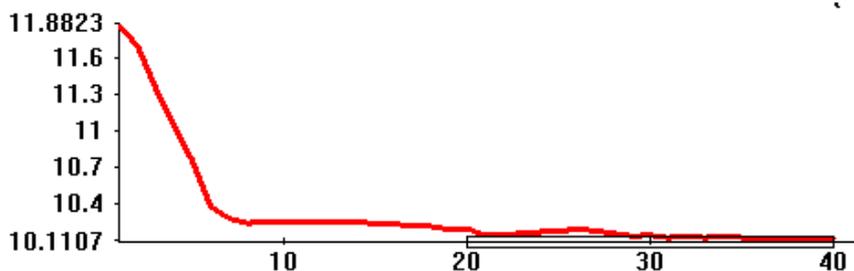
Исходя из проведённого эксперимента делаем вывод что среднее положение меньше всего замедляет поток воздуха и имеет наилучшую траекторию движения воздуха, в случае более высокого загрязнения когда нужно добавить ещё один фильтр угольной обработки его следует установить слева от уже установленного фильтрующего элемента.



а)



б)



в)

Рисунок 28 – График скорости внутри фильтра, а – левое положение, б – среднее положение, в – правое положение

6.3 Характеристики фильтра

Таблица 1 – Расчётные характеристики фильтра

Размерность	Величина
Dвн – внутренний диаметр	214 мм
V – рассматриваемая скорость потока	10 м/с
Ψ – местное сопротивление	1.4
Rтр – потери напора на трение	4 Па
Rм – потери напора на местом сопротивлении	7 Па
Эффективность очистки механического фильтра	99 %
Эффективность угольной очистки	97 %
Потери скорости воздуха при прохождении через фильтр	8 %

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

7.1 Введение

Безопасность жизнедеятельности является важной составляющей нашей повседневной жизни. Каждый день мы сталкиваемся с множеством потенциальных опасностей, которые могут угрожать нашему здоровью и благополучию. Поэтому необходимо обратить особое внимание на безопасность при выполнении различных видов работ, чтобы избежать непредвиденных и травматических ситуаций.

Одной из причин возникновения опасностей является использование клея в быту и производстве. При работе с клеем необходимо соблюдать предосторожности, так как его испарения могут вызывать головокружение, тошноту, а при продолжительном контакте - поражение органов дыхания и нервной системы. Вредные химические вещества, содержащиеся в клеи, имеют высокую концентрацию парами или твердыми частями, которые могут проникать через кожу или респираторную систему.

Ещё одной областью работы, требующей особого внимания к безопасности, является сварка. При выполнении сварочных работ возможны ожоги от раскаленного металла или поражения электрическим током. Неправильное использование защитного оборудования может привести к повреждению глаз или серьезным ожогам кожи от ультрафиолетового излучения. Профессиональные сварщики должны быть осведомлены о правильном применении инструментов и методах сварки для минимизации рисков.

Я считаю, что из этих двух факторов самым опасным является клей и эпоксидные смолы из-за его:

7.2 Опасность при работе с клеем

1. Опасных компонентов: клей и эпоксидные смолы являются распространенными материалами, используемыми в ремонте и строительстве. Однако, они содержат опасные компоненты, которые могут негативно влиять на

организм человека. Одним из опасных компонентов является метилэтилкетон, который обычно содержится в клеях и может вызывать головокружение, тошноту и повреждение нервной системы при вдыхании. Другой опасный компонент - изоцианаты, которые часто используются в эпоксидных смолах. Вдыхание изоцианатов может привести к раздражению дыхательных путей, а также вызвать аллергические реакции, такие как кожная сыпь или астма;

2 Токсичность клея и эпоксидных смол связана с выделением различных газов и паров в процессе использования и отверждения. Часто можно заметить неприятный запах, который свидетельствует о наличии токсичных веществ. Эти газы и пары могут вызывать раздражение слизистых оболочек, а также проникать в организм через дыхательные пути или контакт с кожей. Одним из наиболее опасных веществ, содержащихся в клее и эпоксидных смолах, является формальдегид. Он известен своим канцерогенным эффектом, что означает возможность вызвать раковое заболевание. Поэтому при работе с этими материалами необходимо соблюдать меры предосторожности и работать в хорошо проветриваемом помещении, а также использовать индивидуальную защиту, такую как маски, перчатки и очки.

Согласно нормативному документу «Приказ Минтруда России от 27.11.2020 N 834н об утверждении правил по охране труда при использовании отдельных видов химических веществ и материалов, при химической чистке, стирке, обеззараживании и дезактивации (Зарегистрировано в Минюсте России 22.12.2020 N 61680)»

При работе с клеем нужно соблюдать следующие правила

Составные части компаундов на основе эпоксидных смол, приготовляемых непосредственно перед применением в производственном процессе, должны доставляться на рабочие места заранее расфасованными в упаковки одноразового использования.

Освобожденные от содержимого упаковки одноразового использования должны помещаться в плотно закрывающуюся емкость и в конце смены доставляться к месту уничтожения отходов.

Дробление твердых эпоксидных смол, отвердителей и минеральных наполнителей, используемых при изготовлении порошковых эпоксидных композиций, должно осуществляться в закрытых размольных аппаратах, исключающих поступление пыли в воздух рабочей зоны в процессе дробления и при выгрузке порошковых эпоксидных композиций.

Приготовление материалов на основе эпоксидных смол (компаундов, клеев, связующих) должно осуществляться с использованием лабораторного оборудования и инвентаря в вытяжных шкафах или на рабочих местах, оборудованных местной вытяжной вентиляцией, а операции по нанесению и выравниванию эпоксидного покрытия - с использованием СИЗ органов дыхания и кожи рук работников.

Для нанесения эпоксидных смол на изделия и заливки компаундов необходимо пользоваться специальным инструментом (кистями, шпателями, лопатками), ручки которого снабжены защитными экранами.

При изготовлении малогабаритных деталей нанесение эпоксидного клея или заливку компаунда следует производить на рабочих столах, оборудованных местной вытяжной вентиляцией. Рабочие столы должны быть покрыты прочной белой бумагой.

Обработка мелких деталей эпоксидными смолами или заливка компаундами на их основе допускается на специальных металлических подносах, покрытых бумагой, легко удаляемой в случае загрязнения.

Для сбора загрязненной эпоксидной смолой бумаги и обтирочного материала в помещении должны быть установлены металлические емкости с крышками. В конце рабочего дня емкости должны очищаться.

При механической обработке крупных изделий на основе эпоксидных смол следует использовать передвижную вентиляционную установку с поворотным приемным устройством.

Окраска изделий методом ручного распыления с применением эпоксидных лакокрасочных материалов допускается только в вентилируемых камерах при применении работниками соответствующих СИЗ.

Отходы эпоксидных лакокрасочных материалов необходимо собирать в специальную закрытую емкость и выносить из производственного помещения в отведенное место для утилизации.

Сливать отходы эпоксидных лакокрасочных материалов в канализацию запрещается.

Ванны с клеем или связующим (при использовании клеенамазывающей вальцовой установки для нанесения эпоксидного клея на декоративные покрытия или связующего на стеклоткань) должны быть оборудованы местной вытяжной вентиляцией в виде двусторонних бортовых отсосов.

Напыление составов на основе эпоксидных смол на изделия следует производить в специальных камерах с расположением рабочего места вне камеры.

При отпуске со склада эпоксидных лакокрасочных материалов розлив их в рабочую посуду необходимо производить на поддоне с бортиком.

Перелив лакокрасочных материалов и растворителей из бидонов в емкости для приготовления лакокрасочных материалов объемом свыше 10 л должен быть механизирован. При этом должны выполняться мероприятия, исключающие образование статического электричества.

Места розлива эпоксидных лакокрасочных материалов, жидких эпоксидных смол и материалов на их основе, а также места для вскрытия тары с твердой (порошкообразной) смолой должны быть оборудованы местным вытяжным устройством.

При розливе эпоксидных смол должно быть исключено попадание в тару влаги.

При попадании эпоксидной смолы на кожу тела необходимо:

- 1) удалить эпоксидную смолу мягкими бумажными салфетками;
- 2) обмыть кожу горячей водой с мылом и щетками, промокнуть, высушить;
- 3) смазать кожу мазью на основе ланолина, вазелина или касторового масла.

В случае значительного загрязнения рук эпоксидной смолой разрешается использовать для их очистки этилцеллозоль или минимальное количество ацетона.

Запрещается использовать для очистки рук бензол, толуол, четыреххлористый углерод и другие высокотоксичные растворители.

При попадании отвердителей (аминов, ангидридов кислот) на кожу тела или в глаза необходимо промыть их водой.

7.2 Средства индивидуальной защиты

Согласно приказу Минтруда России от 29.10.2021 N 766н об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами (Зарегистрировано в Минюсте России 29.12.2021 N 66670)

Выбор СИЗ зависит от:

Вид клея:

- Эпоксидные, полиуретановые, цианакрилатные и другие клеи на основе растворителей:

Респиратор: для защиты органов дыхания от паров растворителей.

Защитные очки: для защиты глаз от брызг клея.

Перчатки: для защиты рук от клея и растворителей.

Спецодежда: для защиты кожи от попадания клея.

- Водно-дисперсионные клеи:

Перчатки: для защиты рук от клея.

Спецодежда: для защиты кожи от попадания клея.

- Вид выполняемых работ:

Смешивание и приготовление клея: респиратор, защитные очки, перчатки, спецодежда.

Нанесение клея: перчатки, спецодежда.

- Шлифование и зачистка склеенных поверхностей:

респиратор, защитные очки, перчатки.

- Условия труда:

Закрытое помещение с плохой вентиляцией: респиратор.

Открытый воздух: возможно, респиратор не потребуется.

7.3 Вентиляция при работе с клеем

Согласно приказу от 27 ноября 2020 г. № 834н об утверждении правил по охране труда при использовании отдельных видов химических веществ и материалов, при химической чистке, стирке, обеззараживании и дезактивации

Перед началом работы с химическими веществами следует включить вентиляционные системы: общеобменная приточно-вытяжная вентиляция должна включаться не менее чем за 30 минут до начала работы, местная вытяжная вентиляция - не менее чем за 5 минут до начала работы.

Запрещается выполнение работ с химическими веществами при неисправных или отключенных системах вентиляции.

На рисунке 29 изображена примерная схема помещения для работы с клеем:

- 1.аптечка;
- 2.рабочее место;
- 3.вытяжной шкаф
- 4.место для хранения материалов;
- 5.приточная вентиляция;
- 6.система освещения;
- 7.вытяжная вентиляция.

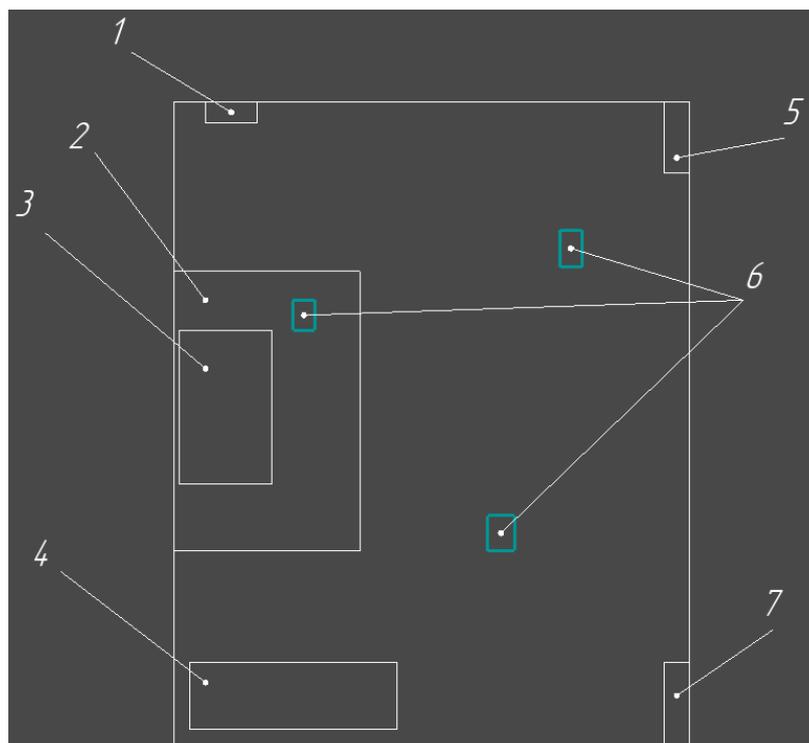


Рисунок 29 – Схема производственного помещения для работы с клеем и эпоксидными смолами

8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной главе будет проведена экономическая составляющая выпускной квалификационной работы, а именно расчет себестоимости проектирования воздушного фильтра и его испытания.

Производственная себестоимость изделия определяется по статье калькуляции, точным методом на основе нормативов использованных материальных и трудовых затрат, связанных с процессом производства продукции. В общем виде, расчет производственной себестоимости производится по следующей формуле:

$$C = П + L_0 + L_D + L_{CH}. \quad (23)$$

где П – затраты на ПО;

L_0 – основная заработная плата;

L_D – дополнительная заработная плата;

L_{CH} – отчисления на социальные нужды.

8.1 Покупка программного обеспечения (ПО)

Пакет включает MATLAB, КОМПАС-3D, SolidWorks и 21 наиболее широко используемых дополнительных продуктов, а также встроенную поддержку для создания прототипов, тестирования и запуска моделей на недорогом целевом оборудовании.

Набор для студентов MATLAB, КОМПАС 3-Д и SolidWorks включает в себя:

Для КОМПАС 3-Д

- Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D, включая приложения, разработанные компанией АСКОН;

-

-

- Система для проектирования по технологии информационного моделирования (BIM) Renga;
- Система фотореалистичного рендеринга Artisan Rendering;
- Система прочностного анализа АРМ FEM;
- САПР технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ;
- Система управления инженерными данными ЛОЦМАН: PLM;
- Корпоративная система управления проектной организацией Pilot-ICE Enterprise;
- Система управления корпоративным контентом Pilot-ECM;
- Система хранения данных и организации коллективной работы инженеров 3D-Storage;
- Корпоративный справочник Материалы и Сортаменты;
- Расчетно-информационная система Электронный справочник конструктора;
- Комплект C3D Toolkit для разработки инженерного программного обеспечения.

MATLAB

Для SolidWorks 2016:

- Управление инженерными данными (SolidWorks Enterprise PDM);
- Инженерные расчёты (SolidWorks Simulation Professional, SolidWorks Simulation Premium, SolidWorks Flow Simulation);
- Электротехническое проектирование (SolidWorks Electrical);
- Разработка интерактивной документации (SolidWorks Composer);
- Механообработка, ЧПУ (CAMWorks);
- Верификация УП (CAMWorks Virtual Machine);
- Контроль качества (SolidWorks Inspection);
- Анализ технологичности (SolidWorks Plastics, DFM и пр.);
- Бесчертежные технологии (SolidWorks MBD).

Таким образом, затраты на ПО составили П= 13 317 у.е.

8.2 Основная заработная плата

Основная заработная плата будет рассчитываться для специалиста проектировщика. Трудоемкость проектирования составляет 150 часа, которые понадобятся сотруднику, чтобы спроектировать модель, сделать чертежи и провести ее испытания. Специалист имеет часовую тарифную ставку 425 у.е. Отталкиваясь от этого, произведем расчет заработной платы:

$$L_0 = 1,25 \cdot t_{\text{изд}} \cdot e, \quad (24)$$

где 1,25 – коэффициент, учитывающий премии;

$t_{\text{изд}}$ – трудоемкость проектирования схемы;

e – тарифная ставка за час работы.

Отсюда следует, что заработная плата специалиста второго разряда составляет: $L_0 = 1,25 \cdot 150 \cdot 425 = 79\,687$ у.е.

Также необходимо учитывать дополнительную заработную плату рабочим, которая составляет 12% от основной заработной платы. В данном случае дополнительная заработная плата специалиста второго разряда составляет:

$$L_d = 0,12 \cdot L_0 = 9\,562 \text{ у.е.} \quad (25)$$

8.3 Страховые взносы

Любой работодатель каждый месяц платит различные страховые взносы с выплат своим сотрудникам. Если они работают по трудовому договору, то это взносы: на обязательное пенсионное страхование; на обязательное медицинское страхование; на социальное страхование от болезней и травм или по материнству; на страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

На 2024 год по основному тарифу на обязательное пенсионное страхование идет 22% от зарплаты, на медицинское страхование – 5,1%, в ФСС – 2,9%. В

сумме – 30%. Тогда отчисления на социальные службы специалисту второго разряда составляют:

$$L_{\text{CH}} = (L_{\text{д}} + L_0) \cdot 0,3 = 26774 \text{ у. е.}, \quad (26)$$

Расчитав все величины, входящие в формулу 7, определим себестоимость проделанной работы:

$$C = 13\,317 + 79\,687 + 9\,562 + 26774 = 129\,340 \text{ у. е.}$$

В данной главе был произведен экономический расчет себестоимости проектирования и расчёта фильтра воздушной очистки. Сумма получена с учетом оплаты трудовых затрат составила 129 340 у.е.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения бакалаврской работы был разработан фильтр очистки воздуха высокой точности, способный эффективно удалять из воздуха различные загрязнители, включая твердые частицы, газы.

Был выбран картриджный фильтр угольной очистки из-за его компактности, легкости в обслуживании, легкости в размещении и высокой эффективности.

В рамках данного проекта был разработан воздушный фильтр, предназначенный для очистки воздуха от пыли, грязи и других загрязнений. Был разработан части изделия, а так разработан алгоритм сборки фильтра.

Проведён сравнительный анализ трёх положений фильтрующего элемента возле вентиляционной решётки, по середине и возле фильтра механической очистки. Выбрано центральное положение исходя из представленных результатов:

1. В положении возле вентиляционной решётки значение давления видно, что давление падает по всему фильтру, скорость потока изменяется с 15м/с на входе в фильтр и 10м/с;

2. В положении по центру давление не имеет перепадов по всему фильтру, перепад скорости с 21м/с до 10м/с;

3. В положении возле фильтра механической очистки давление резко возрастает на входе и не изменяется за время прохождения воздуха через фильтр, скорость потока изменяется с 12м/с на входе в фильтр и 10м/с.

Разработан алгоритм изготовления частей изделия, а также разработан алгоритм сборки.

Характеристики фильтра, полученные при расчёте: внутренний диаметр 214мм, местное сопротивление 1.4, потери напора на трение 4Па, потери напора на местное сопротивление 7Па.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Высокоэффективные фильтры очистки воздуха ЕРА, НЕРА и ULPA ГОСТ 1822-5 — 2014;
2. В.Г. Казаков, Расчёт системы кондиционирования воздуха в производственном помещении. – 2018 г.;
3. ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. Средства защиты работающих. – М.: Изд-во стандартов. С. 2-6.;
4. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. 68;
5. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Минздрав России, 2003. – 56 с.;
6. Приказ Минтруда России от 27.11.2020 N 834н об утверждении правил по охране труда при использовании отдельных видов химических веществ и материалов, при химической чистке, стирке, обеззараживании и дезактивации.
7. Приказ Минтруда России от 29.10.2021 N 766н об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами (Зарегистрировано в Минюсте России 29.12.2021 N 66670)