

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования**
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

ГИП ПКУ АО «ЧЭМК»

_____ М.Р. Хисматулин
_____ 2021 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,

к.т.н., доцент

_____ Д.В. Ульрих
_____ 2021 г.

«Повышение эффективности системы аспирации участка
обработки электродов»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.04.01.2021.149.07. ПЗ ВКР

Руководитель проекта:

к.т.н.

_____ Л.Г. Старкова
_____ 2021 г.

Автор проекта:

студент группы АС-228

_____ Р.Р. Хужаев
_____ 2021 г.

Нормоконтролер:

к.т.н.

_____ Л.Г. Старкова
_____ 2021 г.

г.Челябинск 2021

АННОТАЦИЯ

Хужаев Р.Р. Повышение эффективности системы аспирации участка обработки электродов, г.Челябинск.- Челябинск: ЮУрГУ, АСИ; 2021, 82 с., библиографич. список – 13 наим., 2 листа Ф.А1

Выпускная квалификационная работа посвящена исследованию существующей системы аспирации с целью повышения ее эффективности. В данной работе проанализирована существующая система аспирации участка обработки электродов и на основании выводов после анализа была запроектирована новая система аспирации.

Основная часть включает в себя расчет аэродинамики существующей системы аспирации, расчет нового местного отсоса, расчет аэродинамики новой системы аспирации, осуществлен подбор нового циклона и подбор нового вентилятора.

Произведено экономическое сравнение двух вариантов систем (до реконструкции и после) с учетом капитальных и эксплуатационных затрат.

Графическая часть включает: планы цеха на отм. 0,000 с нанесением системы аспирации до реконструкции и после, а также схемы систем аспирации до реконструкции и после.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Зав.каф.	Ульрих Д.В.				Повышение эффективности системы аспирации участка обработки электродов, г.Челябинск	Лит.	Лист	Листов
Н. Контр.	Старкова Л.Г.						3	82
Руководит.	Старкова Л.Г.					ЮУрГУ Кафедра ГИСиС		
Консультант	Старкова Л.Г.							
Дипломник	Хужаев Р.Р.							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОПИСАНИЕ УЧАСТКА ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОДОВ АО «ЧЭМК».....	6
1.1 Общая информация	6
1.2 Электродное производство	7
1.3 Описание технологического процесса механической обработки электродов. Актуальность исследования.	8
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИСЛЕДОВАНИЯ	12
2.1. Документальное обследование и сбор исходных данных.....	12
3. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ.....	16
4. ОТЧЕТ ПО НАТУРНОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ АСПИРАЦИИ.....	33
4.1 Методика измерения расхода воздуха в воздуховоде существующей аспирационной сети от одного станка по обработке электродов	34
4.2 Определение скорости воздуха на расчетном участке	36
4.3 Аэродинамический расчет воздухопроводов существующей системы аспирации.....	39
4.3.1 Выбор главной магистрали	39
4.3.2 Расчет параметров аспирируемого воздуха.....	39
4.3.3 Аэродинамический расчет системы аспирации	40
4.3.4 Построение характеристики сети	45
5. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИЗМЕНЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ МЕСТНЫХ ОТСОСОВ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ АСПИРАЦИИ.....	49
5.1 Описание конструкции и расчет местного отсоса равномерного всасывания	53
5.2 Расчет модернизированной системы аспирации	57
5.2.1 Аэродинамический расчет модернизированной системы аспирации	57
5.2.2 Расчет циклона.....	59
5.2.3 Выбор вентилятора и электродвигателя	63
6. АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	68

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

6.1	Анализ технических характеристик реконструируемой системы.....	68
6.2	Экономический анализ реконструкции системы аспирации	70
6.2.1.	Капитальные затраты	72
6.2.2.	Эксплуатационные затраты.....	73
6.2.3.	Срок окупаемости.....	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		76
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК		77
ПРИЛОЖЕНИЕ А. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АСПИРАЦИИ.....		78
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МЕСТНОГО ОТСОСА		80
ПРИЛОЖЕНИЕ В. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОЙ АСПИРАЦИИ.		81

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

ВВЕДЕНИЕ

Аспирация – это локализация и удаление с последующей очисткой запыленного воздуха из очагов интенсивного пылевыделения.

Обработка электродов связана с выделением большого количества пыли, которая образуется при зачистке электродов на станке. Пыль вызывает такие заболевания как пневмокониозы, дерматиты, экземы, конъюнктивиты и другие. В связи с этим актуальной проблемой является предотвращение загрязнения и очистка воздуха от пыли. Это достигается совершенствованием технологии и оборудования, устройством вентиляции в производственных помещениях и аспирации очагов интенсивного пылевыделения.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1. ОПИСАНИЕ УЧАСТКА ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОДОВ АО «ЧЭМК»

1.1 Общая информация

Участок обработки электродов находится на территории производственной площадки АО «Челябинского электрометаллургического комбината» (АО «ЧЭМК») (рисунок .1.1). Этот участок входит в состав электродного производства АО «ЧЭМК».



Рисунок 1.1 – Территория АО «Челябинский электрометаллургический комбинат»

АО «Челябинский электрометаллургический комбинат» находится в г. Челябинске в промышленной зоне по адресу ул. Героев Танкограда 80п. АО «Челябинский электрометаллургический комбинат» основан в 1931 г. АО «ЧЭМК» — крупнейший производитель ферросплавов в России, способный полностью обеспечить потребности отечественной металлургии. Ассортимент выпускаемой продукции включает в себя более 120 наименований ферросплавов, более 40 изделий электродного производства. Продукция цехов и участков по переработке отходов основного производства находит широкое

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

применение в лакокрасочной и резинотехнической промышленности, в дорожном, промышленном и жилищном строительстве, в сельском хозяйстве.

1.2 Электродное производство

На АО «ЧЭМК» электродная продукция производится на электродном производстве. Выпускаемые на предприятии электроды широко применяются в производстве качественных сталей, алюминия, ферросплавов, карбида кальция, хлора и каустической соды, фосфора, искусственных абразивов, цветных металлов и др. Крупнейшими потребителями электродов являются сталеплавильная, алюминиевая и химическая промышленности.

Производство электродной продукции является длительным и многопередельным процессом, технологическая схема которого включает в себя ряд основных этапов:

- 1) Приём и подготовка сырьевых материалов;
- 2) Приготовление массы;
- 3) Формирование заготовок;
- 4) Термическая обработка;
- 5) Механическая обработка.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1.3 Описание технологического процесса механической обработки электродов. Актуальность исследования.

Механическая обработка электродов осуществляется на участке, где расположены четыре обдирочных станка см. рис.1.2. Станки обрабатывают электроды диаметром 350. На станках производится обработка наружной поверхности электрода до определенной степени шероховатости.

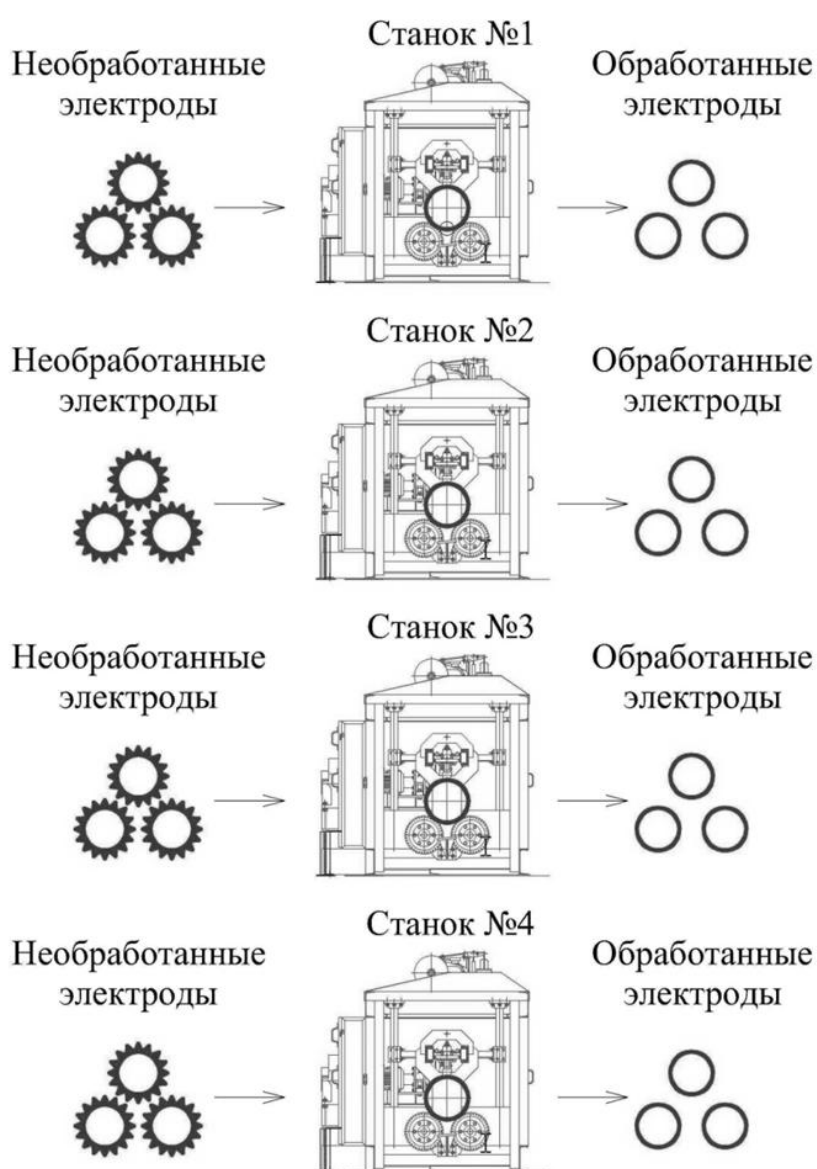


Рисунок 1.2 – Технологическая схема участка обработки электродов

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Механическая обработка осуществляется следующим образом:

- заготовка загружается на стеллаж перед станком;
- заготовка подается на валки в зону чистки;
- включается станок;
- затем опускается траверса с резцами;
- за счет движения каретки с резцами вдоль тела заготовки и вращения заготовки вокруг собственной оси происходит очистка;
- по окончании чистки траверса поднимается и при помощи выбрасывателя обработанный электрод скатывается на приемную линию.

После механической обработки готовая продукция подвергается нормоконтролю, в соответствии с нормативно технической документацией, упаковывается и отправляется на склад готовой продукции.

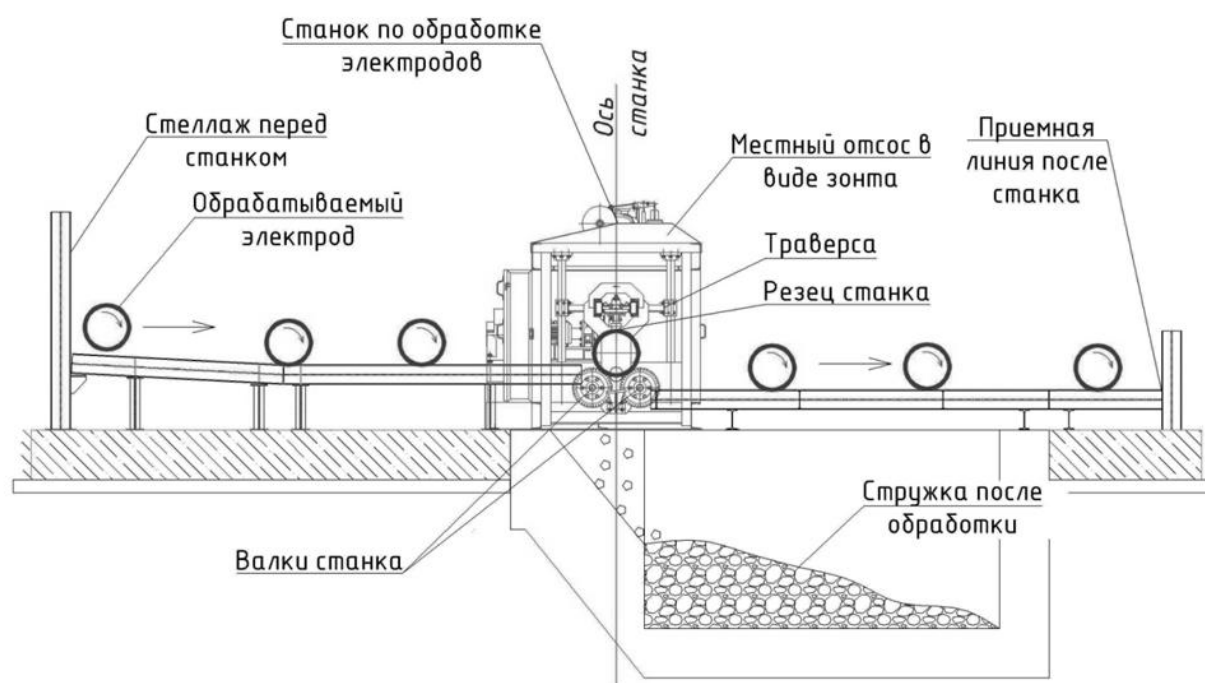


Рисунок 1.3 – Технологическая схема обработки электрода на станке

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

В настоящее время на рассматриваемом участке обработки электродов имеется существующая система аспирации. Данная система обслуживает четыре станка обработки электродов диаметром 350. Система аспирации состоит из местного отсоса, сети воздуховодов, циклона, дымососа и дымовой трубы. Местный отсос установлен над станком в виде вытяжного зонта.

Во время работы станков по очистке электродов пылевоздушная смесь улавливается местным отсосом и по системе воздуховодов направляется в пылеулавливающую установку - циклон и затем очищенный воздух выбрасывается дымососом ДН-11,2 мощностью 45 кВт в атмосферу через вытяжную шахту.

При работе всех станков и работе системы аспирации в воздухе рабочей зоны образуется большое количество графитовой пыли. По замерам лаборатории экологического контроля АО «ЧЭМК» концентрация графитовой пыли в воздухе рабочей зоны составляет - 30 мг/м^3 .

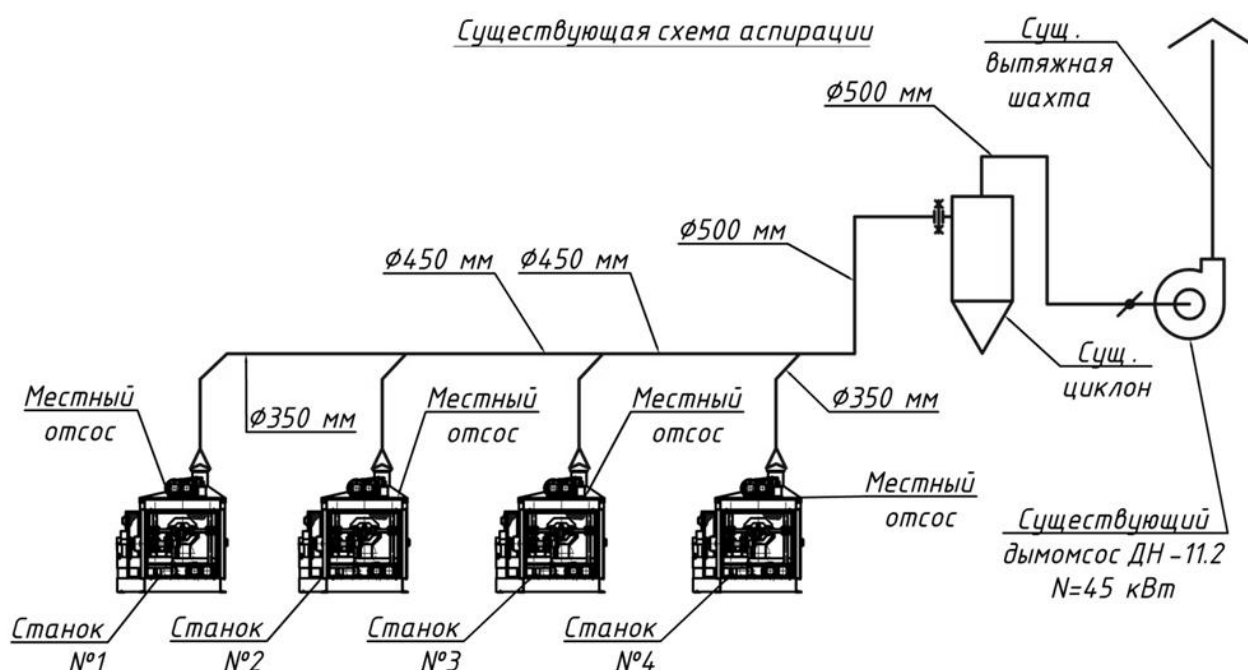


Рисунок 1.4 – Схема существующей аспирации

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Существующая система аспирации имеет ряд недостатков:

1. Запыленность воздуха в рабочей зоне превышает нормативное значение [2];

Во время работы станка образуется большое количество пыли, которая не улавливается системой аспирации. Работники вынуждены работать в средствах индивидуальной защиты.

2. Высокие эксплуатационные затраты;

Большие эксплуатационные затраты обусловлены внушительным энергопотреблением аспирационной установки (мощность двигателя дымососа 45 кВт).

3. Перспектива увеличения производительности участка.

В связи с увеличением спроса на электродную продукцию объемы производства постоянно растут, и возникает необходимость увеличивать объемы производства при минимальных затратах.

Все перечисленные выше проблемы создают необходимость реконструкции существующей системы аспирации и выбора оптимальных решений. Так как методическая литература в достаточном количестве отсутствует, то было принято решение провести технико-экономическое изыскание.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИСЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования:

Обеспечение нормативных условий на рабочих местах путем создания эффективной системы аспирации.

Задачи исследования

- Исследование существующей системы аспирации;
- Исследование источника образования пыли;
- Анализ литературы по теме аспирация от технологического оборудования;
- Поиск экономически целесообразных и энергосберегающих решений по корректировке существующей системы аспирации;
- Модернизация существующей системы аспирации;
- Сравнительный технико-экономический анализ существующей системы и проектируемой;

2.1. Документальное обследование и сбор исходных данных

Первым этапом послужило ознакомление с производством и существующей технической документацией. В результате были определены следующие исходные данные:

1. АО «ЧЭМК»; Электродное производство; Участок механической обработки электродов.
2. Предмет исследования: существующая система аспирации участка механической обработки электродов;
3. Производительность участка механической обработки электродов – 30 тонн электродов диаметром 350 мм в смену (8 часов);
4. На участке находятся четыре станка обработки электродов;
5. Транспортируемый материал: графитовая пыль;

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

6. Фракция частиц пыли: 0 - 0,08мм (80 мкм);
7. Физико-химический состав пыли:
Зола-0,72%; С-98,92%; Н-0,08%; S-0,12%;
8. Насыпная плотность материала: 800 кг/м³;
9. Скорость витания графитовой пыли – 5,5 м/с [8];
10. Характеристика технологического оборудования см. таблицу 2.1;
11. А также графические материалы (рисунок 2.1; 2.2;2,3)

Таблица 2.1. Характеристика технологического оборудования.

№	Наименование технологического оборудования	Минимальный объем отсасываемого воздуха, м ³ /ч	Отходы	Максимально возможный выход отходов, кг/ч		Минимальная транспортная скорость воздуха в воздуховодах, м/с
				всего	в том числе пыль	
1	Станок для обработки электрода диаметром 350 мм	912	Стружка, пыль	154	36	15
2	Станок для обработки электрода диаметром 350 мм	912	Стружка, пыль	154	36	15
3	Станок для обработки электрода диаметром 350 мм	912	Стружка, пыль	154	36	15
4	Станок для обработки электрода диаметром 350 мм	912	Стружка, пыль	154	36	15



Рис.2.1 Существующая система аспирации

3D вид

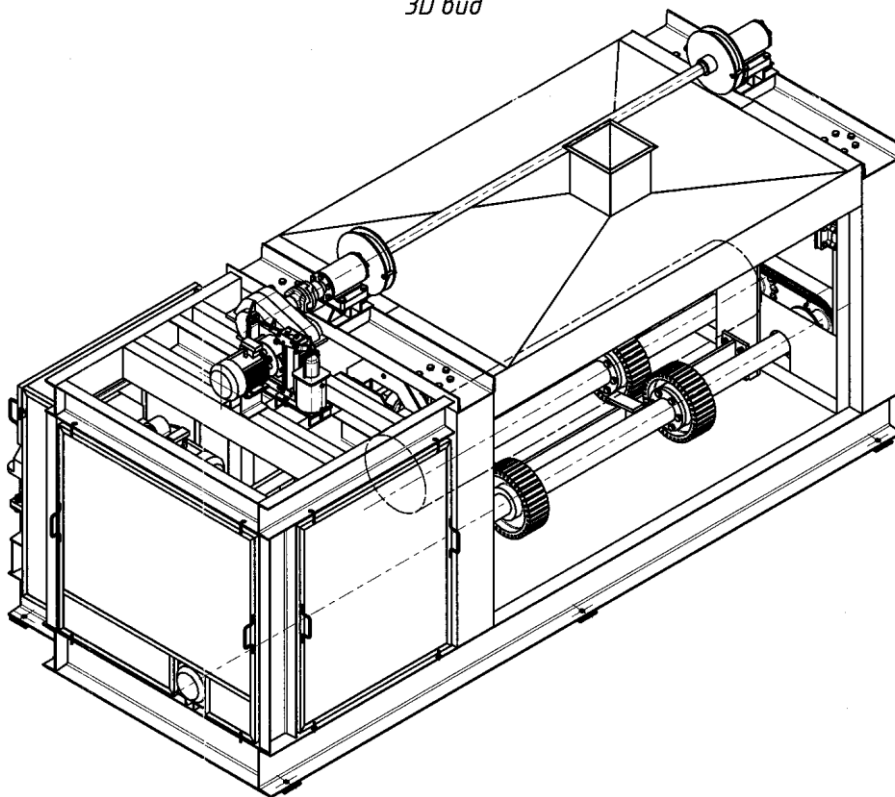


Рис.2.2 3D вид станка по обработке электродов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР

Лист

14

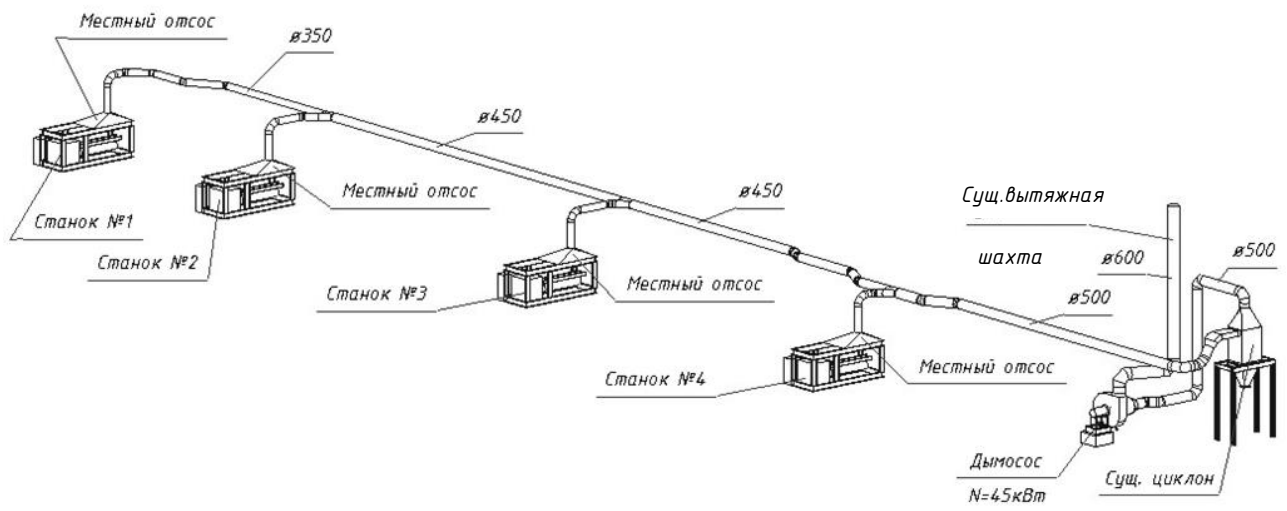


Рис.2.3 3D существующей системы аспирации

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

3. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ

В целях ознакомления с проблематикой вопроса было изучено 40 источников отечественной и зарубежной литературы.

В данном разделе представлен анализ технических статей и книг по теме – Местные отсосы системы аспирации. Анализ литературы необходим для ознакомления с различными типами местных отсосов систем аспираций, выявление достоинств и недостатков этих укрытий, а также применить полученные знания при проектировании нового местного отсоса в данной работе. Основные источники литературы представлены ниже.

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ПЫЛЕГАЗОВЫХ ПОТОКОВ В АСПИРАЦИОННОМ УКРЫТИИ.

1. Название, ФИО авторов, год издания, название и номер сборника (источника).

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ПЫЛЕГАЗОВЫХ ПОТОКОВ В АСПИРАЦИОННОМ УКРЫТИИ; О. А. Аверкова, В.Ю. Зоря, И. Н. Логачев, К. И. Логачев; ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ, Т10, 2009;

2. Тема исследования.

Исследование пылегазовых потоков в аспирационном укрытии.

3. Актуальность темы исследования.

Системы аспирации служат для предотвращения загрязнения помещений пылевыми выбросами - путем локализации пылевыделений с последующей транспортировкой по воздуховодам и очисткой загрязненного воздуха в пылеочистных аппаратах. Основным устройством для локализации выбросов пыли является аспирационное укрытие, исключаящее вынос пыли из зоны ее образования в окружающее пространство. Для

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

проектирования оптимальных аспирационных укрытий необходимы наиболее точные сведения о характеристике воздушных течений и поведении аэрозольных частиц внутри этих укрытий. Кроме того, для выбора наиболее эффективных пылеочистных аппаратов необходимы надежные данные о дисперсном составе и концентрации пыли в аспирационных патрубках укрытий.

Поэтому проблеме моделирования пылегазовых потоков в аспирационном укрытии посвящено большое количество научных трудов.

4. Цель работы

Целью данной статьи является моделирование трехмерных пылегазовых потоков внутри аспирационных укрытий на основе современных методов вычислительной гидроаэродинамики и программного продукта Fluent.

5. Постановленные задачи для достижения цели.

Физическая постановка задачи состоит в определении полей скоростей, давления и траекторий пылевых частиц разных фракций для укрытия.

6. Объект исследования.

Система аспирации.

7. Предмет исследования.

Компьютерная трехмерная модель аспирационного укрытия.

8. Теоритико-методологическая основа.

Расчеты выполнены с помощью методов вычислительной гидроаэродинамики.

9. Научная новизна.

Аналитического или численного расчета полей скоростей, давления и поведения пылевых аэрозолей внутри аспирационного укрытия в трехмерном представлении не существует.

10. Неточности, недостатки.

Сложность построения компьютерной модели. Необходима специализированная компьютерная программа Fluent.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

11. Практическая значимость полученных результатов.

Моделировании пылегазовых потоков в аспирационном укрытии позволяет проектировать высокоэффективные аспирационные укрытия, сокращая расходы в создании аспирационного укрытия за счет не использования натуральных экспериментов.

12. Результаты внедрения.

Не представлены

13. Библиографический список.

- *Минко В.А., Логачев И.Н., Логачев К.И. и др.* Обеспыливающая вентиляция. Т. 1. Белгород: Изд-во БГТУ, 2006.
- *Логачев К.И., Пузанок А.И.* Численное моделирование пылевоздушных течений вблизи вращающегося цилиндра-отсоса // Изв. вузов. Строительство. 2005. № 2. 63-70.
- *Логачев К.И., Пузанок А.И.* Комплекс программ “Спектр” для моделирования пылевоздушных течений вблизи щелевидных всасывающих отверстий // Изв. вузов. Строительство. 2004. № 1. 59-64.
- *Логачев И.Н., Логачев К.И.* О прогнозировании дисперсного состава и концентрации грубодисперсных аэрозолей в местных отсосах систем аспирации // Изв. вузов. Строительство. 2002. № 9. 85-90.
- *Логачев К.И., Логачев И.Н., Пузанок А.П.* Численное исследование поведения пылевой аэрозоли в аспирационном укрытии // Изв. вузов. Строительство. 2006. № 5. 73-78.
- *Аверкова О.А., Логачев К.И., Зоря В.Ю.* Особенности поведения пылевых аэрозолей в аспирационном укрытии стандартной конструкции // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2007. № 11. 34-36.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

- *Логачев К.И., Аверкова О.А., Зоря В.Ю.* Закономерности изменения дисперсного состава пылевых аэрозолей в аспирационном укрытии // Изв. вузов. Строительство. 2007. № 9. 46-52.
- *Логачев К.И., Пузанок А.И., Зоря В.Ю.* Компьютерное моделирование пылегазовых потоков в пульсирующих аэродинамических полях // Вычислительные методы и программирование. 2006. 7, № 2. 65-71.
- *Шантала В.Г.* Математическое моделирование в прикладных задачах механики двухфазных потоков. Учеб, пособие. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1996.
- Fluent 6.1 Users' Guide
(http://202.185.100.7/homepage/fluent/litml/ug/main_pre.litm).

14. Выявление моментов, которые можно исследовать и применить в ВКР.

Вариант компьютерного моделирования можно использовать в ВКР.

РАЗРАБОТКА АСПИРАЦИОННЫХ УКРЫТИЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ МЕТОДИКИ ИХ РАСЧЕТА

1. Название, ФИО авторов, год издания, название и номер сборника (источника).

«РАЗРАБОТКА АСПИРАЦИОННЫХ УКРЫТИЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ

МЕТОДИКИ ИХ РАСЧЕТА», В.М. Киреев, В.А. Минко, 2013, «Безопасность

Труда в Промышленности» №2

2. Тема исследования.

Разработка аспирационных укрытий и инженерной методики их расчета.

3. Актуальность темы исследования.

Существует множество различных укрытий, направленных на снижение концентрации пыли, однако большинство из них имеют весьма сложную

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

конструкцию, трудоемки в эксплуатации и обладают низкой надежностью из-за наличия в них подвижных частей и механизмов. В этой связи разработка новых конструкций укрытий весьма актуальная задача в области охраны труда предприятий литейной промышленности.

4. Цель работы.

Разработка эффективного укрытия.

5. Постановленные задачи для достижения цели.

- Анализ существующих видов укрытий;
- Исследование функционирования укрытий;
- Разработка методов расчета.

6. Объект исследования.

Система аспирации

7. Предмет исследования.

Аспирационное укрытие

8. Теоритико-методологическая основа.

Не представлена

9. Научная новизна.

Для исследования аэродинамических характеристик разработанной конструкции укрытия проведен эксперимент на специально разработанной полупромышленной установке, смонтированной в БГТУ им. В.Г. Шухова.

10. Неточности, недостатки.

Сложность построения математической модели с использованием программных комплексов и экспериментов на натуральных стендах.

11. Практическая значимость полученных результатов.

Выполненный анализ технологии переработки формовочных масс показал возможность использования укрытий не только как устройств локализации пылевывделений, но и как первой ступени очистки аспирационного воздуха. Была усовершенствована методика расчета параметров работы укрытий и

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

проведена ее адаптация для разработанной конструкции, использование которой позволит снизить энергоемкость систем аспирации в 1,5 раза, а также отказаться от двухступенчатой очистки воздуха.

12. Результаты внедрения.

Непредставлены.

13. Библиографический список.

- *Кучерин Н.А. Снижение временной нетрудоспособности на промышленных предприятиях. — Л.: Медицина, 1991. — 256 с.*
- *Пат. 9743813 Рос. Федерация, (51) МПК E 21 F 5/00. Аспирационное укрытие мест перегрузки сыпучего материала/ В.М. Киреев, В.А. Минко, И.Н. Логачев и др. — № 2010114489/03. Заявлено 12.04.2010, Опубл. 10.09.2010, Бюл. № 25. — С. 2.*
- *Логачев И.Н., Логачев К.И. Аэродинамические основы вентиляции. — СПб: Химиздат, 2005. — 659 с.*
- *Минко В.А. Обеспыливание технологических процессов производства строительных материалов. — Воронеж: ВГУ, 1981. — 176 с.*
- *Киреев В.М., Минко В.А., Логачев И.Н. Использование программных комплексов при исследовании работы аспирационных укрытий// Энергосбережение и экология в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве городов: Междунар. науч.-практ. конф. / Белгор. гос. технол. ун-т. — Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. — С. 45–49.*
- *Киреев В.М., Гольцов А.Б., Минко В.А. Расчет и разработка аспирационных укрытий мест перегрузок// Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. — 2010. — № 3. — С. 114–117.*
- *Обеспыливание в литейных цехах машиностроительных предприятий/ В.А. Минко, М.И. Кулешов, Л.В. Плотникова и др. — М.: Машиностроение, 1987. — 224 с.*

14. Выявление моментов, которые можно исследовать и применить в ВКР.

Данный обзор позволяет познакомиться с исследованиями аспирационных укрытий и применить эти исследования в ВКР.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ АСПИРАЦИОННОГО УКРЫТИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

1. Название, ФИО авторов, год издания, название и номер сборника (источника).

«ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ АСПИРАЦИОННОГО УКРЫТИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ», А. Б. ГОЛЬЦОВ; В. М. КИРЕЕВ; А. Ю. ФЕОКТИСТОВ, 2013, «ЭКОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА»

2. Тема исследования.

Исследование конструкции аспирационного укрытия для применения в стесненных условиях.

3. Актуальность темы исследования.

Одно из основных требований, предъявляемых к укрытиям, — повышение его емкости. Процесс выноса пыли из аспирационного укрытия подобен процессу гравитационного осаждения пылевых частиц в пылевой камере: чем больше размер укрытия и меньше объем эжектируемого воздуха, тем меньше максимальный размер частиц, удаляемых с отсасываемым воздухом, и, как следствие, меньше концентрация пыли на выходе из укрытия. В ряде случаев применение емких укрытий становится невозможным из-за архитектурно-строительных и технологических особенностей производственных цехов, поэтому приходится использовать только неэффективную конструкцию укрытия с одинарными стенками, значительно повышая тем самым энергопотребление системы аспирации. Поэтому важно чтобы укрытие было эффективным.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

4. Цель работы.

Цель исследования — разработка более совершенной конструкции укрытия, имеющего меньшие габариты по сравнению с существующими.

5. Постановленные задачи для достижения цели.

Один из этапов исследования — проведение полного четырехфакторного численного эксперимента, позволяющего выявить основные экстремумы максимального диаметра частиц пыли, уносимых из укрытия.

Эффективным инструментом исследования пылегазовых потоков в аспирационном укрытии является вычислительный эксперимент. В данной работе вычислительный эксперимент (ЧЭ) проводился в программном комплексе COSMOSFloWorks, который интегрирован с системой автоматизированного проектирования SolidWorks.

6. Объект исследования.

Система аспирации

7. Предмет исследования.

Аспирационное укрытие

8. Теоритико-методологическая основа.

Непредставлена;

9. Научная новизна.

Авторы статьи разработали новое укрытие на основе укрытия представленного в [10], отличающаяся отсутствием горизонтальной поверхности внутреннего короба. Укрытие имеет форму двухскатной крыши для предотвращения скапливания пыли на поверхности внутреннего короба и обеспечивает максимальное приближение аспирационной воронки к ленточному конвейеру и желобу.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

10. Неточности, недостатки.

Сложность конструкции. Не представлены результаты эффективности укрытия на практике.

11. Практическая значимость полученных результатов.

Преимущества данной конструкции укрытия — наличие эффекта двойных стенок (устойчивое разрежение) и инерционное пылеосаждение (сепарация пылевых частиц из потока воздуха при изменении направления его движения). Применение предложенной конструкции укрытия возможно в стесненных условиях по архитектурно-строительным и технологическим особенностям цехов. Полученные результаты вычислительного эксперимента позволяют выделить ряд основных факторов, существенно влияющих на концентрацию пыли в аспирируемом воздухе.

12. Результаты внедрения.

Не представлены.

13. Библиографический список.

- Минко В. А. Обеспыливание технологических процессов производства строительных материалов. — г. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1981. — 176 с.
- Логачев И. Н., Логачев К. И. Аэродинамические основы аспирации. — Санкт-Петербург: Химиздат, 2005. — 659 с.
- Нейков О. Д., Логачев И. Н. Аспирация и обеспыливание воздуха при производстве порошков / 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Металлургия, 1981. — 192 с.
- Афанасьев И. И., Данченко Ф. И., Пирогов Ю. И. Обеспыливание на дробильных и обогатительных фабриках / Справочное пособие. — М.: Недра, 1989. — 197 с.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- Альбом унифицированного нестандартного оборудования систем аспирации для предприятий силикатного кирпича. — г. Белгород, 1989. — 78 с.
- Киреев В. М., Гольцов А. Б., Минко В. А. Расчет и разработка аспирационных укрытий мест перегрузок. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2010. № 2010. Вып. 3. С. 143—146.
- Гольцов А. Б. Расчет объемов аспирации при переработке руды. Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2005. № 12. С. 19—21.
- Гольцов А. Б., Киреев В. М., Попов Е. Н., Семиненко А. С. Проблемы комплексного обеспыливания при переработке рудных материалов: Сб. тр. — г. Воронеж: Изд-во ВГАСУ. 2007. № 4. С. 123—129.
- А.с. СССР №1416712, БИ № 30. 1988.
- Пат. на полезную модель 97168 "Аспирационное укрытие мест перегрузки сыпучего материала" / А. Б. Гольцов, В. А. Минко, И. Н. Логачев и др., 2010.
- Логачев К. И., Пузанок А. И., Зоря В. Ю. Компьютерное моделирование пылегазовых потоков в пульсирующих аэродинамических полях // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. 2006. Т. 7. № 1. С. 195—201.
- Логачев К. И., Логачев И. Н., Пузанок А. И. Численное исследование поведения пылевой аэрозоли в аспирационном укрытии / Известия высших учебных заведений. Строительство. 2006. № 5. С. 65—71.
- Логачев И. Н., Логачев К. И. О прогнозировании дисперсного состава и концентрации грубодисперсных аэрозолей в мест - ных отсосах систем аспирации / Там же. 2002. № 9. С. 85.
- Аверкова О. А., Зоря В. Ю., Логачев К. И. Особенности поведения пылевых аэрозолей в аспирационном укрытии стандартной конструкции // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2007. № 11. С. 34—36.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

- Логачев К. И., Аверкова О. А., Зоря В. Ю. Закономерности изменения дисперсного состава пылевых аэрозолей в аспирационном укрытии // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 9. С. 46—52.

14. Выявление моментов, которые можно исследовать и применить в ВКР.

Данный обзор позволяет познакомиться с исследованиями аспирационных укрытий и применить эти исследования в ВКР.

К РАСЧЕТУ КОЛЬЦЕВЫХ, РАВНОМЕРНО-ВСАСЫВАЮЩИХ ВОЗДУХОПРИЕМНИКОВ

1. Название, ФИО авторов, год издания, название и номер сборника (источника).

«К РАСЧЕТУ КОЛЬЦЕВЫХ, РАВНОМЕРНО-ВСАСЫВАЮЩИХ ВОЗДУХОПРИЕМНИКОВ», Валиуллин М.А., Давыдов А.П., 2016, «Известия КГАСУ», № 1

2. Тема исследования.

Исследование кольцевых воздухоприемников.

3. Актуальность темы исследования.

Во многих отраслях промышленности применяется технологическое оборудование, имеющее в плане круглую форму, такие как: шахтные печи, индукционные печи, различные ванны в гальванических цехах и т.п., с поверхности которых происходит поступление потоков вредных веществ. Для улавливания вредных выделений от указанного оборудования применяются кольцевые отсосы, представляющие собой замкнутые воздухоприемники, расположенные по периметру технологического

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

оборудования или незамкнутые воздухоприемники с различными углами охвата оборудования.

Эффективное улавливание вредных веществ, поступающих с поверхности ванн и печей в рабочую зону помещений, можно осуществить, имея кольцевое воздухоприемное устройство, обеспечивающее не только заданный объем удаляемого воздуха, но и равномерное по длине всасывающей щели (ряда отверстий) удаление воздуха.

4. Цель работы.

Расчет кольцевых воздухоприемников.

5. Постановленные задачи для достижения цели.

Расчет кольцевых воздухоприемников.

6. Объект исследования.

Система аспирации;

7. Предмет исследования.

Кольцевой воздухоприемник;

8. Теоритико-методологическая основа.

Представлен расчет кольцевого воздухоприемника;

9. Научная новизна.

Непредставлена;

10. Неточности, недостатки.

Не представлены результаты эффективности укрытия на практике;

11. Практическая значимость полученных результатов.

Для кольцевых воздухоприемников со щелью постоянной высоты и внутренним экраном установленным с эксцентриситетом наиболее оптимальной высотой экрана является высота в 1,4-1,6 раз больше высоты всасывающей щели.

При использовании кольцевых воздухоприемников с рядом близко расположенных отверстий одинаковой площади и внутренними экранами,

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

максимальное расстояние между ними следует принимать равным одному гидравлическому диаметру отверстия.

Наиболее совершенной конструкцией являются кольцевые воздухоприемники с отверстиями одинаковой площади и внутренними экранами установленными под углом к плоскости всасывающего отверстия. Такие конструкции позволяют значительно снизить энергетические затраты на их работу.

12. Результаты внедрения

Непредставлены;

13. Библиографический список.

- Давыдов А.П. Теоретические и экспериментальные исследования всасывающих воздухопроводов с внутренними экранами. / авт. реф. дис. канд.техн.наук. – Л., 1976. – 181 с.
- Гримитилин М.И, Тимофеева О.Н., Эльтерман В.М., Эльтерман Е.М., Эльянов Л.С. Вентиляция и отопление цехов машиностроительных заводов. – М.: Машиностроение, 1978. – 272 с.
- Талиев В.Н., Аэродинамика вентиляции. – М.: Стройиздат, 1979. – 295 с.
- Валиулин М.А., Давыдов А.П. Уравнение движения воздуха в кольцевом равномерно-всасывающем воздухопроводе переменного сечения. // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 142-146.
- Давыдов А.П., Валиуллин М.А., Габдрафиков Р.Р. К вопросу влияния неравномерности всасывания воздуха на объем удаляемого воздуха. // Известия КГАСУ, 2013, № 4 (26). – С. 170-174;
- А.с. 1008584 (СССР). Устройство для удаления газообразных вредностей. / А.М. Валиуллин, В.М. Гусев, А.П. Давыдов. Оpubл. в Б.И., 1983, № 12.
- А.с. 991976 (СССР). Устройство для сушки колбасных изделий / А.В. Брайловский, А.П. Давыдов, М.А. Валиуллин. Оpubл. в Б.И., 1983, № 4.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

- Золотов С.С. Аэродинамики судовой вентиляции. – Л.: Судостроение, 1967. – 311 с.
- Идельчик И.Е. Гидравлические сопротивления. – М.- Л.: Госэнергоиздат, 1954. – 316 с.
- Посохин В.Н, Маклаков Д.В. О влиянии архимедовых сил на развитие турбулентных струй. // Известия Вузов, Авиационная техника, 2007, № 3. – 16 с.
- Усманов Р.А., Давыдов А.П., Валиуллин М.А. Расчет воздухопроводов равномерной раздачи и всасывания с внутренними экранами, установленными под углом // Вестник КТУ, 2014. – 134 с;

14. Выявление моментов, которые можно исследовать и применить в ВКР.

Данный обзор позволяет познакомиться с исследованиями аспирационных кольцевых воздухоприемников и применить эти исследования в ВКР.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РАБОТЕ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

1. Название, ФИО авторов, год издания, название и номер сборника (источника).

«БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РАБОТЕ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ»,
Власов А.Ф., 1977, «Машиностроение»

2. Тема исследования.

Исследование комплекса мероприятий по обеспечению безопасных условий труда при работе на металлорежущих станках.

3. Актуальность темы исследования.

Научно-технический прогресс в станкостроении характеризуется созданием и широким внедрением на предприятиях машиностроения агрегатных станков, станков с программным управлением, автоматических линий ,

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

автоматизированных цехов по изготовлению изделий из различных материалов, сплавов и неметаллических материалов. Широко внедряются новые режущие инструменты, оснащенные особо твердыми материалами, позволяющие значительно повысить скорость резания, т.е. сократить машинное время. Все это обеспечивает непрерывное повышение производительности труда, способствует сокращению и ликвидации тяжелого физического и неквалифицированного труда.

Однако некоторые проблемы, возникшие еще в период так называемого «скоростного резания», остаются практически неразрешенными в полной мере в соответствии с требованиями и задачами охраны и безопасности труда. К таким проблемам относятся предупреждение глазных травм и защита от пыли при обработке хрупких материалов, сплавов и неметаллических материалов. Это обязывает соответствующие НИИ, проектные организации, станкостроительные заводы усилить внимание к решению иногда очень сложных задач безопасности при создании новых металлорежущих станков и их комплексов.

4. Цель работы.

Цель исследования — определить мероприятия в области безопасности при работе на металлорежущих станках.

5. Постановленные задачи для достижения цели.

Обзор и обобщение материалов отечественных и зарубежных источников, результаты работ НИИ и проектных организаций, а также результаты исследований автора в области безопасности при работе на металлорежущих станках.

6. Объект исследования.

Металлорежущий станок;

7. Предмет исследования.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Мероприятия в области безопасности при работе на металлорежущих станках;

8. Теоритико-методологическая основа.

Представлены исследования в области предупреждения травматизма при работе на металлорежущих станках, а также пути предупреждения повторяемости несчастных случаев на производстве;

9. Научная новизна.

Не представлена;

10. Неточности, недостатки.

Исследования отраженные в книге были выполнены 80-х годах XX века, для станков того времени и в настоящее время часть исследований должны быть пересмотрены;

11. Практическая значимость полученных результатов.

Представленные исследования позволяют проектировать станки по обработке различных материалов с более безопасными условиями труда.

12. Результаты внедрения

Непредставлены;

13. Библиографический список.

см. стр.121[8]

14. Выявление моментов, которые можно исследовать и применить в ВКР.

Данная литература позволяет познакомиться с исследованиями в области безопасности при работе на металлорежущих станках и применить эти исследования в ВКР.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Вывод:

Обзор литературы показал, что аспирация от станков по обработке электродов не достаточно изучена. Четкая методика по расчету аспирационных укрытий отсутствует и поэтому в работе проведено исследование по экспериментальному конструированию аспирационного укрытия для существующих станков.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

4. ОТЧЕТ ПО НАТУРНОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ АСПИРАЦИИ

Объект исследования:

АО «ЧЭМК». Электродное производство. Участок механической обработки электродов.

Цель исследования:

Оценка эффективности работы существующей системы аспирации.

Дата проведения: 20.05.2021г.

Инструменты:

Термоанемометр, рулетка 5м.

Методика исследования:

Исследование существующей системы аспирации было проведено по методике отраженной в ГОСТ 12.3.018-79 «Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний».

Программа исследования

1. Измерить диаметр измеряемого участка воздуховода;
2. Измерить расход воздуха в воздуховоде аспирационной сети от одного станка по обработке электродов;
3. Выполнить аэродинамический расчет существующей сети воздуховодов аспирационной установки.
4. Оценить эффективность работы существующей системы аспирации.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

4.1 Методика измерения расхода воздуха в воздуховоде существующей аспирационной сети от одного станка по обработке электродов

Измерение расхода воздуха в воздуховоде производится по значению средней скорости, вычисленной на основании замеров скорости в сечении воздуховода.

Измерение скорости воздуха выполняется по методу, представленному в ГОСТ 12.3.018-79 «Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний».

Измерение скорости воздуха осуществляют приборами, называемыми анемометрами. В данном случае измерение скорости воздуха в воздуховоде осуществляется термоанемометром ТТМ-2.



Рис. 4.1 – Термоанемометр ТТМ-2

Термоанемометры предназначены для измерения скорости воздушного потока и ее температуры.

Последовательность действий при определении расхода воздуха, проходящего по воздуховоду следующая:

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

- 1) На воздуховоде определяют места для проведения замеров. В воздуховоде делают отверстие для замера, выбирая для этого ровный участок воздуховода на расстояниях не менее шести гидравлических диаметров, за местом возмущения потока (отводы, шиберы, диафрагмы и т.п.) и не менее двух гидравлических диаметров перед ним;
- 2) Замеряют диаметр (d) воздуховода.
- 3) Координаты точек измерений скоростей, а также количество точек определяются формой и размерами мерного сечения по рис.4.2 .
Максимальное отклонение координат точек измерений от указанных на чертежах не должно превышать $\pm 10\%$.

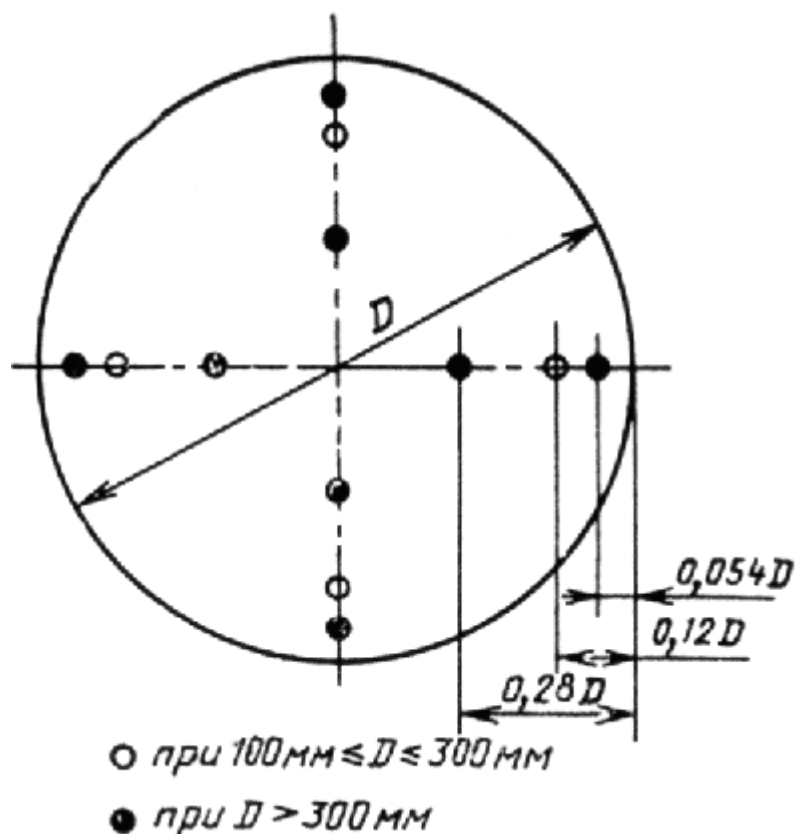


Рис. 4.2 Координаты точек измерения давлений и скоростей в воздуховодах цилиндрического сечения

- 4) Подготавливают расчетный бланк испытаний;
- 5) Рассчитывают площадь (F) поперечного сечения воздуховода и записывают в бланк исследования см. таблицу 3.1;

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

где, F определяется по формуле:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ м}^2 \quad (4.1)$$

- 6) Устанавливают термоанемометр в отверстие в воздуховоде и производят замер температуры и скорости воздуха в точках поперечного сечения указанных по рис.2.1. Результаты замеров заносятся в бланк испытания;
- 7) Затем замеры повторяют. Количество измерений в каждой точке должно быть не менее трех. Если величины замеров очень различаются между собой, делают дополнительные замеры по три повторения в каждой точке.
- 8) Величины замеров усредняются, и определяется действительная скорость воздуха.

После испытаний определяется действительный расход воздуха (L) на расчетном участке по формуле приведенной ниже и значения записываются в бланк исследования см. таблицу 3.1:

$$L = v \cdot F \cdot 3600, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.2)$$

4.2 Определение скорости воздуха на расчетном участке

- 1) Для замера скорости воздуха выбран участок воздуховода между станком 1 и станком 2. Т.к на данном участке имеется подготовленное отверстие для замера воздуха см. рис.3.3. Участок выбран прямой вертикальный с прямыми участками от поворота до точки замера - 6 диаметров (6x350мм=2100мм) и 2 диаметра после точки замера (2x350мм=700мм).

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

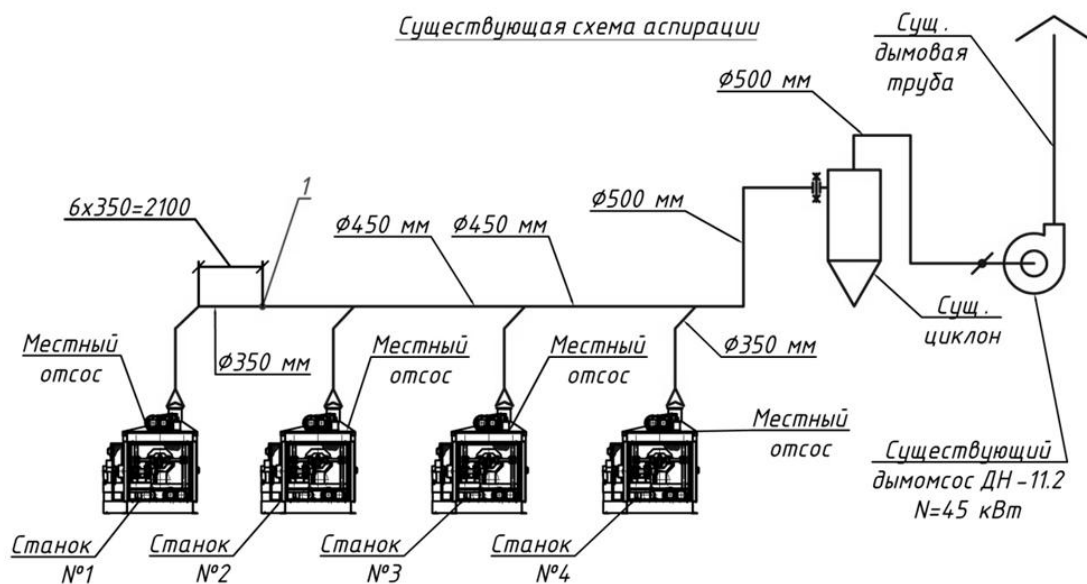


Рис 4.3 Схема замера скорости воздуха на участке воздуховода

- 2) По натурным замерам диаметр воздуховода составляет – 350мм;
- 3) В соответствии с рис.3.2 количество точек для замера скорости воздуха составляет для диаметра $D > 300\text{мм}$ - 8 шт см рис. 3.4.

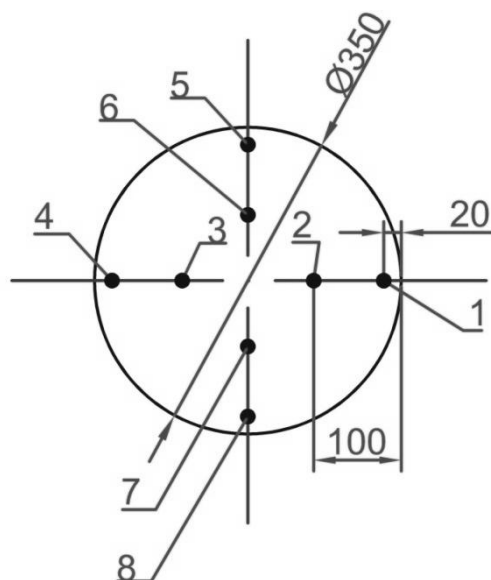


Рис 4.4 Координаты точек измерения скоростей воздуха

После выполнения замеров данные исследования были занесены в бланк испытаний Таблица 4.1

Таблица 4.1. Бланк исследования системы аспирации на пропускную способность.

Параметр	Вертикальный диаметр							
	т1	т2	т3	т4	т5	т6	т7	т8
d, мм	350							
F, м ²	0,096							
t, °C	19							
v ₁	14,2	15	15,1	13,7	14,3	15,8	16,2	15,4
v _{1cp}	$v_{1cp} = \frac{14,2+15+15,1+13,7+14,3+15,8+16,2+15,4}{8} = 15 \text{ м/с}$							
v ₂	15,7	17,6	17,4	16	15,8	17,7	17,8	14,8
v _{2cp}	$v_{2cp} = \frac{15,7+17,6+17,4+16+15,8+17,7+17,8+14,8}{8} = 16,6 \text{ м/с}$							
v ₃	14,4	18,3	18	15,1	15,9	16,9	17,9	15,6
v _{3cp}	$v_{3cp} = \frac{14,4+18,3+18+15,1+15,9+16,9+17,9+15,6}{8} = 16,5 \text{ м/с}$							
v _{cp}	$v_{cp} = \frac{15+16,6+16,5}{3} = 16 \text{ м/с}$							
L	$L = v \cdot F \cdot 3600 = 16 \cdot 0,096 \cdot 3600 = 5550 \text{ м}^3/\text{ч}$							

Выводы по результатам натурального исследования:

- 1) Были замерены скорости воздуха на расчетном участке и определена средняя скорость на исследуемом участке. По средней скорости был определен расход воздуха, который составил от одного станка по обработке электродов - $L = 5550 \text{ м}^3/\text{ч}$.
- 2) Скорость движения пылевоздушной смеси по данным замерам составляет 16 м/с, что удовлетворяет значению рекомендованной скорости не менее 15 м/с для транспорта данного вида пыли.
- 3) Полученные данные были использованы в аэродинамическом расчете существующей системы аспирации.

4.3 Аэродинамический расчет воздуховодов существующей системы аспирации

Цель аэродинамического расчета:

Определение полных потерь давления воздуховодов аспирационной.

Исходными данными для расчета являются:

- Расход аспирируемого воздуха от каждого станка;

Расход аспирируемого воздуха был определен по натурным замерам;

- конструктивные размеры системы аспирации (диаметры и длины участков);

, которые подбираются с учетом свойств и количества транспортируемого материала и конструктивных особенностей аспирационного укрытия, и расчетная схема системы аспирации (Приложение А. рис.1). Длину воздуховодов и схему аспирационной системы определяют, исходя из плана цеха или участка.

4.3.1 Выбор главной магистрали

В начале расчета вся система воздуховодов разбивается на участки. Расчетным участком называется та часть расчетной схемы АС, которая имеет постоянными как пропускаемый объем воздуха, так и диаметр воздуховода. Далее на схеме АС выделяются магистрали, по которым воздух удаляется на выброс от местных отсосов. Количество магистралей будет равно количеству местных отсосов, а главной из них будет считаться самая протяженная или самая нагруженная (несущая максимальный расход воздуха), если магистрали одинаковы по длине.

Каждому расчетному участку присваивается свой порядковый номер, в числителе выносной линии которого проставляется расход воздуха, а в знаменателе - длина участка. Порядковые номера участков проставляются последовательно от начала главной магистрали до ее конца, а затем номера параллельно подключенных к ней участков.

4.3.2 Расчет параметров аспирируемого воздуха

Для выполнения гидравлического расчета АС необходимо знать плотность и динамический коэффициент вязкости аспирируемого воздуха, температура t которого является в нашем случае основным фактором, определяющим их значения.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Плотность аспирируемого воздуха ρ_B , кг/м³

$$\rho_B = \rho_0 \frac{273}{273 + t}, \quad (4.3)$$

где ρ_0 - плотность воздуха при нормальных условиях, $\rho_0 = 1,293$ кг/м³ ;

$t = 19$ - температура воздуха, °С .

$$\rho_B = 1,293 \cdot \frac{273}{273 + 19} = 1,2$$

Динамический коэффициент вязкости μ , Па · с

$$\mu = \mu_0 \frac{273 + C}{T + C} \left(\frac{T}{273} \right)^{3/2}, \quad (4.4)$$

где $\mu_0 = 18,1 \cdot 10^{-6}$ Па · с - динамический коэффициент вязкости воздуха при нормальных условиях;

$C = 124$ - константа Сатерленда;

$T = (273+t)$ - абсолютная температура воздуха, К.

$$\mu = 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{(273 + 124)}{(293 + 124)} \cdot \left(\frac{293}{273} \right)^{3/2} = 1,9 \cdot 10^{-5}$$

4.3.3 Аэродинамический расчет системы аспирации

Аэродинамический расчет систем аспирации заключается в определении потерь давления в сети воздухопроводов и пылеулавливающих устройствах.

Воздуховоды аспирационных систем рассчитывают, как правило, из условия одновременной работы всех отсосов; расчет рекомендуется проводить по методу скоростных давлений, при котором потери давления на трение условно заменяются эквивалентными им потерями давления на местные сопротивления.

Перемещение аспирационного воздуха зависит от концентрации транспортируемой смеси – отношение массы транспортируемого материала к массе воздуха - M .

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$M = \frac{\sigma_M}{1,2 \cdot L} \quad (4.5)$$

$\sigma_M = 36$ кг/ч - масса транспортируемой пыли (см. табл. 2.1)

$$M = \frac{36}{1,2 \cdot 5550} = 0,006$$

При перемещении воздуха с пылью $M > 0,01$ потери давления на трение и местные сопротивления транспортируемых смесей определяются по формуле, Па:

$$P_{см} = 1,1 \cdot [P_{уч} \cdot (1 + k \cdot M)], \text{ Па} \quad (4.6)$$

где 1,1 – коэффициент на неучтенные потери;

$P_{уч}$ - потери на участке, Па;

k – опытный коэффициент, зависящий от характера транспортируемого материала;

$k = 1$ - для угольной пыли по [4, таблица 12.59];

Потери давления, Па, при перемещении малозапыленного воздуха с $M < 0,01$ на расчетном участке определяются по формуле:

$$P_{уч} = \left(\xi_{э} + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho_B \cdot v^2}{2}, \text{ Па} \quad (4.7)$$

где $\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на расчетном участке принимается по [10];

$\xi_{э}$ – эквивалентный коэффициент трения,

$$\xi_{э} = \frac{\lambda}{d} \cdot l,$$

где λ - коэффициент сопротивления трения;

d – диаметр воздуховода, м;

$\frac{\lambda}{d}$ – принимается по [10, таблица 12.38];

l - длина расчетного участка, м.

ρ_B - плотность чистого воздуха, кг/м³;

Потери давления, Па, при подъеме транспортируемого материала на высоту h учитывают, если $M > 0,02$ кг/кг и определяют по формуле:

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$P_{\text{под}} = \rho_v \cdot g \cdot M \cdot h \quad (4.8)$$

h - высота подъема материала, м.

Скорость воздуха в магистральных участках сети должна быть не менее скорости в ответвлениях.

Допускаемая неувязка потерь давления в ответвлениях – не более 5%.

Для увязки потерь давлений допускается увеличивать объем воздуха в отсосе или устанавливать диафрагмы на вертикальных участках.

Как отмечалось выше, цель гидравлического расчета - определение полных потерь давления воздухопроводов АС и их диаметров.

Полные потери давления в воздухопроводах АС будут складываться из потерь давления в участках, составляющих главную магистраль, так как они соединены последовательно.

Расчет участков, составляющих главную магистраль, ведется поочередно и осуществляется следующим образом:

1. Задаются скоростью движения воздуха – v и расходом воздуха. При этом необходимо помнить, что скорость для предотвращения залегания пыли не может быть менее - 15 м/с на участках до пылеуловителя после него. При расчете воздухопроводов необходимо стремиться к тому, чтобы скорость воздуха по мере движения к пылеуловителю и от него несколько увеличивалась. Однако надо учитывать то, что высокие скорости влекут за собой большие потери давления, т.е. энергозатраты, поэтому не рекомендуется использовать скорости более 25 м/с.

2. Определяют расчетный диаметр воздуховода d_p :

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot L}{3600 \cdot \pi \cdot v}}, \text{ мм} \quad (4.9)$$

где L - расчетный расход воздуха, м³/ч, по данным технологов.

Исходя из полученного значения d_p , принимают стандартный диаметр трубопровода d из приведенного ниже ряда.

Нормируемые диаметры воздухопроводов из листовой стали, мм:

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

100, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 325, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000.

При этом необходимо помнить, что увеличение диаметра влечет за собой снижение скорости.

3. Уточняют скорость движения воздуха v , м/с

$$v = \frac{4 \cdot L}{3600 \cdot \pi \cdot d^2}, \text{ мм} \quad (4.10)$$

4. Принимают расчетное соотношение $-\frac{\lambda}{d}$ по [10, таблица 12.38];

5. Определяют эквивалентный коэффициент трения $\xi_э$;

$$\xi_э = \frac{\lambda}{d} \cdot l \quad (4.11)$$

6. Определяют суммарные местные сопротивления $-\sum \xi$;

Виды местных сопротивлений определяются по схеме, а их ориентировочные значения даны в [2].

7. Определяют значение $\xi_э + \sum \xi$;

8. Определяют динамическое давление P_d по формуле :

$$P_d = \frac{\rho_v \cdot v^2}{2}, \text{ Па} \quad (4.12)$$

9. Если участок имеет вертикальный воздуховод, то дополнительно вычисляется $P_{\text{под}}$ по формуле (4.8);

10. Вычисляют потери давления на участке $P_{\text{уч}}$ по формуле (4.7);

11. Вычисляют потери давления с учетом пылевоздушной смеси удаляемой от местного отсоса $P_{\text{см}}$ по формуле (4.6);

После завершения расчета всех участков, составляющих главную магистраль, определяют полные потери давления в воздуховодах АС как сумму потерь давления на данных участках.

Для данной системы аспирации см. рис. 4.5

это будут участки 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6. Тогда для данного случая:

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$P_c = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6, \text{ Па} \quad (4.13)$$

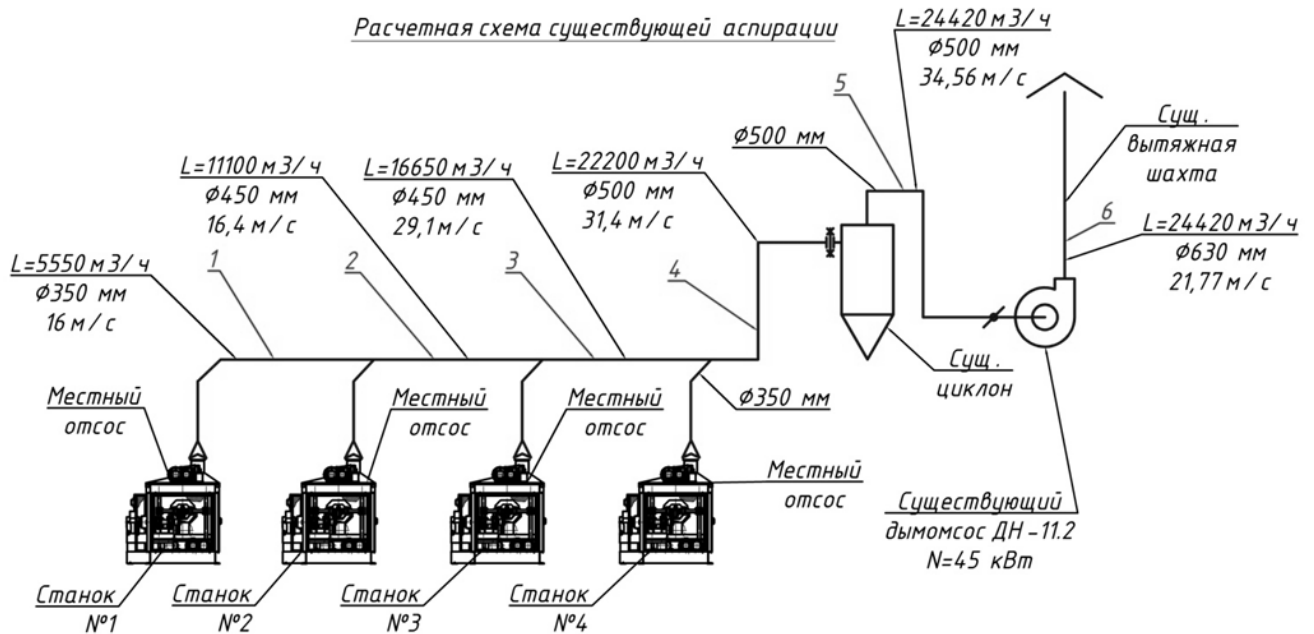


Рис 4.5 Расчетная схема существующей аспирации

При расчете участков, подключенных параллельно к главной магистрали, потери давления в них должны быть равны потерям давления в той части главной магистрали, которая идет от местного отсоса до точки подключения к ней параллельного участка. Данные потери давления называют располагаемым давлением P_p для параллельно подключенного участка. Расчет участков, подключенных параллельно к главной магистрали, осуществляется следующим образом. Задаются стандартным диаметром воздуховода d , и вычисляют скорость движения воздуха на участке v , используя зависимость (4.10). Используя выражения (4.6)...(4.12), определяют потери давления P на участке. Потери давления на участке должны соответствовать располагаемому давлению, несоответствие не должно превышать 10%. В случае, если данное условие не соблюдается, необходимо повторить все предыдущие расчеты, изменяя скорости движения воздуха на участках главной магистрали, что влечет за собой изменение располагаемых давлений для параллельных ветвей. Если и это не позволяет сбалансировать давление участков, то допускается как исключение применение нестандартного диаметра.

В данной работе участки подключенные параллельно к главной магистрали не рассчитываются, т.к. целью расчета является оценка потерь давления главной магистрали для определения эффективности всей системы аспирации.

Итоги аэродинамического расчета воздухопроводов сводятся в таблица А1.
Приложение А.

По результату аэродинамического расчета были определены следующие параметры:

$$N_p = 4566 \text{ Па}, L_p = 26862 \text{ м}^3/\text{ч} = 26,86 \text{ тыс. м}^3/\text{ч}$$

4.3.4 Построение характеристики сети

Характеристика вентиляционной сети – это зависимость между количеством проходящего в сети воздуха L тыс.м³/ч, и сопротивлением сети перемещению этого количества воздуха N , Па.

$$N = k \cdot L^2, \text{ Па} \quad (4.14)$$

где k – коэффициент сети.

Поскольку одна пара соответствующих друг другу значений известна N_p и L_p известна, то для каждой рассматриваемой сети всегда можно определить ее коэффициент.

$$k = \frac{N}{L^2} \quad (4.15)$$

Затем полученную величину k подставляют в уравнение характеристики сети и придавая L больше или меньше L_p получают соответствующее значение N . По полученным парам значений N и L строят характеристику сети в координатах N и L .

По результатам аэродинамического расчета системы аспирации было определено:

$$N_p = 4566 \text{ Па}, L_p = 26862 \text{ м}^3/\text{ч} = 26,86 \text{ тыс. м}^3/\text{ч}, \text{ тогда}$$

$$k = \frac{4566}{(26,86)^2} = 6,3$$

Характеристика данной сети:

$$N = k \cdot L^2 \quad (4.16)$$

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Придавая величине L разные значения, получим соответствующее значение H см. таблицу 4.2

Таблица 4.2

$H, \text{Па}$	82,04	328,15	738,33	1312,59	2133,78	3153,49	4566,01
$L, \text{тыс. м}^3/\text{ч}$	3,6	7,2	10,8	14,4	18,36	22,3	26,86

По полученным параметрам H и L строим график характеристики данной сети в координатах $H - L$ см. рис. 4.6.

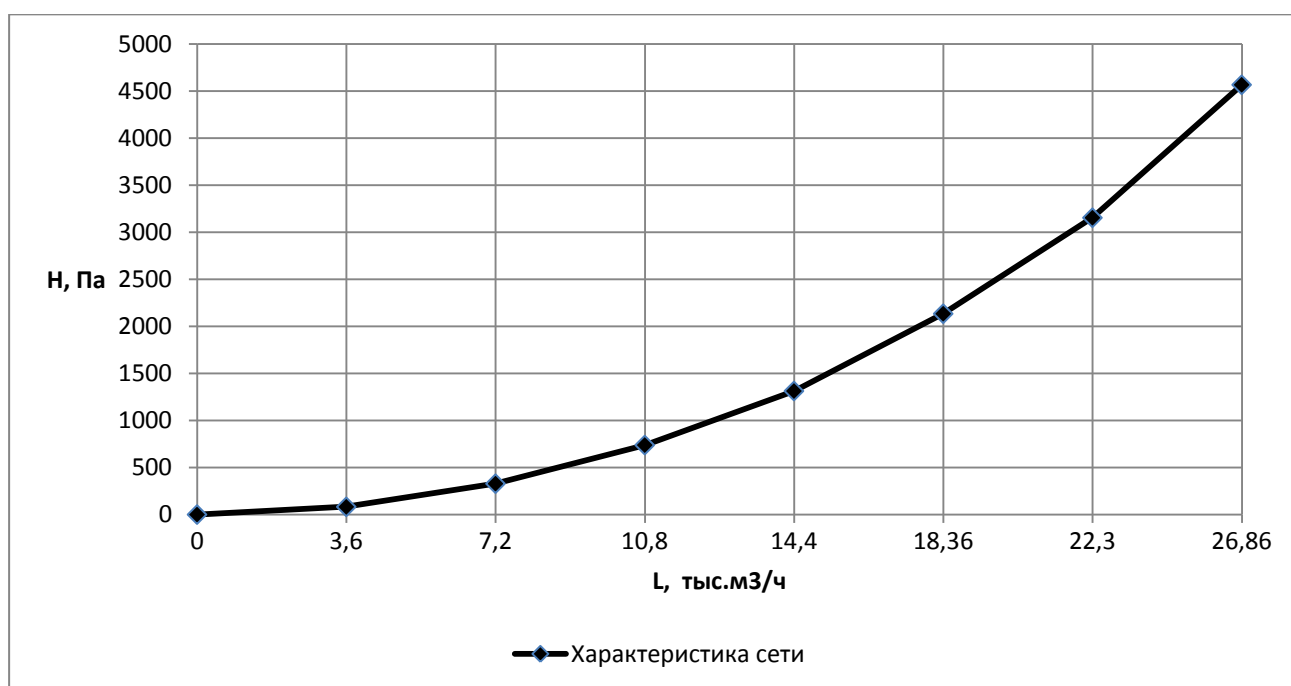


Рис.4.6. Характеристика вентиляционной сети

Для анализа работы существующего дымососа в рассматриваемой системе аспирации построим характеристику вентиляционной сети на характеристике дымососа. Режим работы дымососа в сети воздуховодов (напор и количество нагнетаемого воздуха) определяется по точке пересечения двух напорных характеристик - сети и дымососа см. рис. 4.7.

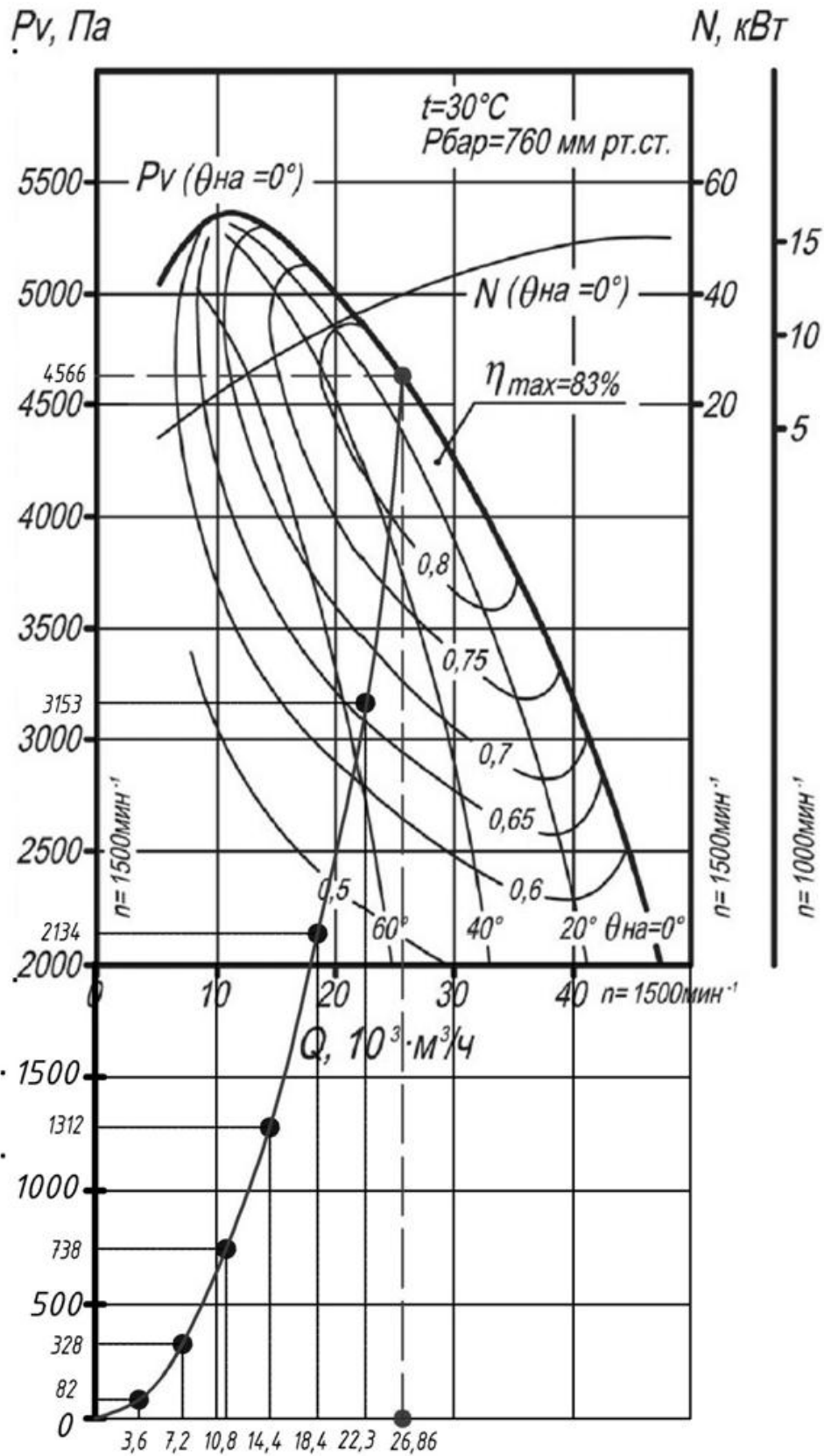


Рис.4.7 Режим работы дымососа в вентиляционной сети

Наложив характеристику сети на диаграмму работы дымососа можно определить расчетную рабочую точку системы аспирации ($L=26,86$ тыс.м³/ч и $H=4566$ Па).

Выводы:

В результате анализа аэродинамического расчета можно сделать вывод, что дымосос работает в соответствии с паспортной характеристикой, но при этом существующая система аспирации не эффективна, т.к:

1. Существующие аспирационные укрытия не обеспечивают локализацию необходимого количества пылевыведений, что приводит к превышению нормы ПДК в воздухе рабочей зоны в три раза.
2. Для увеличения эффективности необходимо прежде всего усовершенствовать местное укрытие с отсосом.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

5. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИЗМЕНЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ МЕСТНЫХ ОТСОСОВ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ АСПИРАЦИИ

Задачами реконструкции существующей системы аспирации являются устранение таких недостатков существующей системы как ненормируемые параметры микроклимата воздуха рабочей зоны, пожароопасность в цехе, большие эксплуатационные потери электроэнергии.

В результате проведения натурного исследования были определены основные характеристики сущ. системы аспирации (таблица 5.1).

Таблица 5.1 Характеристики существующей системы аспирации

Параметр	Ед. изм.	Значение параметра
Расход удаляемого воздуха	м ³ /ч	26860
Расход воздуха от местного отсоса	м ³ /ч	5550
Потери давления	Па	4566
Электрическая мощность дымососа	кВт	45

В результате анализа элементов существующей системы аспирации (местный отсос, трасса воздуховодов, циклон, дымосос) было определено, что местный отсос, выполненный в виде зонта не подходит для удаления пыли. Определенный по натурным замерам расход воздуха от одного станка -5550 м³/ч **в 6 раз больше** проектного расхода воздуха -912 м³/ч, но при этом воздух в рабочей зоне не соответствует нормам.

Обследованием установлено, что сущ. форма местного отсоса не учитывает траектории движения частиц пыли, что является основной причиной его неэффективности (рис. 5.1).

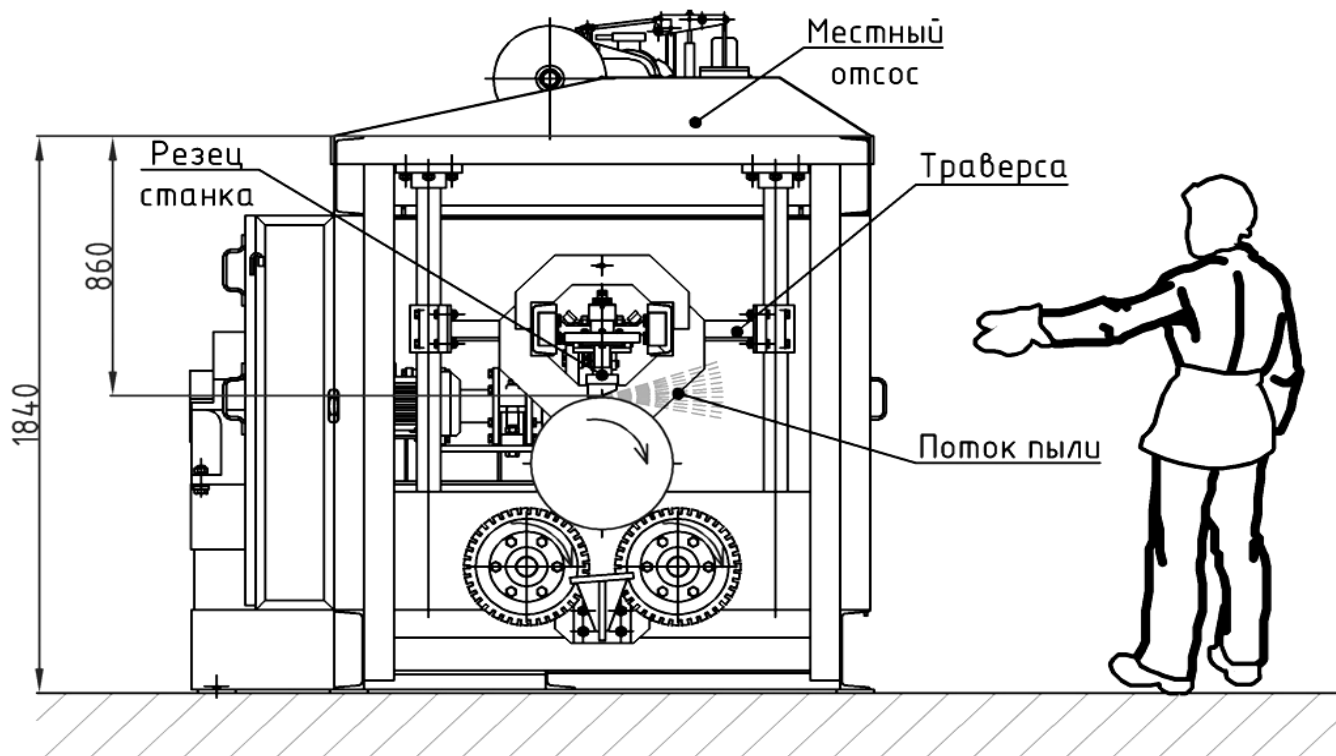


Рис.5.1 Схема работы станка

Исходя из этого была предложена новая конструкция пылеприемника, которая учитывает технологию и траекторию движения частиц внутри станка. В результате анализа литературы было определено, местные отсосы станков по обработке различных материалов должны располагаться как можно ближе к источнику образования пыли.

При проектировании местного отсоса необходимо учитывать направление пылевых потоков и аэродинамические требования для наиболее эффективного

удаления пыли из зоны обработки и обеспечения в зоне дыхания станочника санитарных норм.

При этом следует учитывать, что основной поток пылевых частиц, обладающий значительной кинетической энергией, направлен по касательной к окружности круга в сторону его вращения. Накопленный опыт как в теоретических и экспериментальных исследованиях, так и в практическом решении задачи обеспыливания станков по обработке различных материалов позволяет сформулировать следующее основные положения:

- 1) Всасывающее отверстие пылеприемника встроенного в защитный кожух следует располагать встречно к направлению основного потока пылевых частиц, возможно ближе к месту пылеобразования;
- 2) Для наиболее эффективного обеспыливания, при минимальных объемах, целесообразно максимально использовать кинетическую энергию основного пылевого потока, т.е. стремиться к самоулавливанию пылевых частиц и сбору крупных пылевых частиц в специальном кармане кожуха-пылеприемника.
- 3) Поле скоростей в приемном отверстии отсоса рекомендуется устраивать соответствующим полю скоростей в подтекающем потоке выделений вредных веществ.

Вывод:

Исходя из выше изложенных рекомендаций и конструктивных особенностей станка по обработке электродов **была предложена новая, авторская конструкция местного отсоса показанная на рис. 5.2.**

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

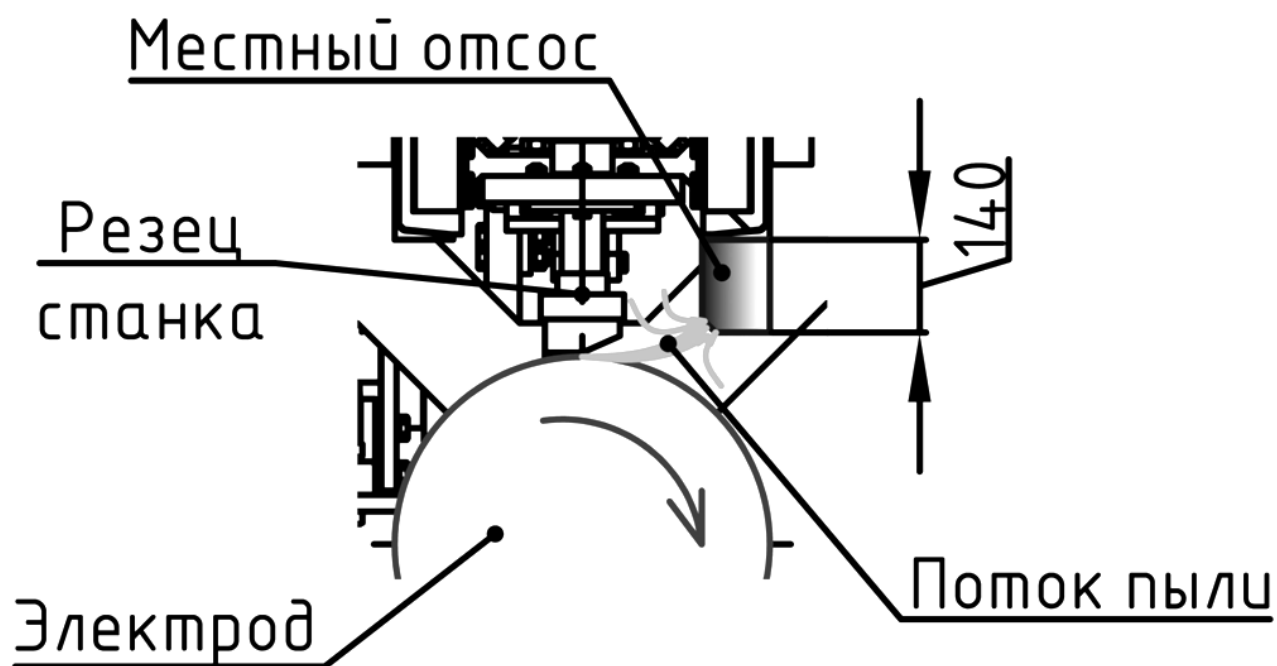


Рис.5.2 Схема работы станка с проектируемым местным отсосом

Далее необходимо было выполнить:

1. Расчет местного отсоса в виде вытяжного воздуховода переменного сечения с целью постоянной ширины.
2. Расчет модернизированной системы аспирации с полной заменой всех элементов(трасса воздуховоды, циклон, дымосос).

5.1 Описание конструкции и расчет местного отсоса равномерного всасывания

Расход воздуха, аспирируемого местными отсосами станков зависит от скорости витания пыли обрабатываемого материала - v_B .

Скорость витания элементной стружки - v_B определяемая специальным прибором, в значительной степени зависит от формы пыли, ее парусности и является основой для расчета необходимой транспортной скорости - v_T воздуха в воздуховодах. Для различных обрабатываемых материалов скорость витания - v_B пыли различна.

По данным [8] скорость витания пыли для графита составляет – 5,5 м/с.

На основе анализа литературы [4 таблица 12.59], [8] следует считать, что для устойчивой работы отсасывающего устройства целесообразно принимать транспортную скорость воздуха: в горизонтальных участках $v_T \geq 2,5 \cdot v_B$, [8]; в вертикальных участках воздуховода $v_T \geq 2 \cdot v_B$, [8].

Примем скорость в горизонтальных участках:

$$v_T = 15 \text{ м/с, [4 таблица 12.59];}$$

Примем скорость в вертикальных участках:

$$v_T = 14 \text{ м/с, [4 таблица 12.59];}$$

Из всего выше изложенного можно сделать вывод, что скорость на всасе проектируемого местного отсоса должна не менее скорости витания $v \geq v_B$.

Было принято $v = 5,5 \text{ м/с}$.

После анализа конструкции станка можно сделать вывод, что выполнить местный отсос напротив образования пыли невозможно, т.к электроды двигаются в горизонтальном направлении после обработки, и местный отсос мешал бы технологическому процессу. Поэтому решено выполнить местный отсос равномерного всасывания возле образования пыли, но над обрабатываемым электродом см. рис 5.1.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Исходя из конструктивна станка местный отсос решено было выполнить прямоугольного сечения:

Ширина - 120мм;

Высота -140 мм;

Длина - 2000 мм;

Для обеспечения равномерного всасывания местный отсос спроектирован с постоянной щелью шириной -23 мм, но сечение местного отсоса переменено по длине.

Исходные данные для расчета:

Объем отсасываемого воздуха от станка – $L=912 \text{ м}^3/\text{ч}$; (по данным из характеристики станка)

Длина обрабатываемого электрода – 2000 мм;

Скорость витания графитовой пыли – 5,5 м/с;

Скорость транспортирования пыли в горизонтальном воздуховоде – 15 м/с.

1. Для равномерного всасывания пылевоздушной смеси необходимо, чтобы по длине щелевого приемника местного отсоса было одинаковое разрежение, поэтому с увеличением потерь давления динамическое давление должно убывать.

Для транспортирования пыли скорость в воздуховоде должна быть в сечении 0-0 $v_n = v_t = 15 \text{ м/с}$. При этой скорости примем размеры сечения воздуховода-местного отсоса: 120x140 см. рис. 5.2.

Для достижения равномерного всасывания ширина щели определяется по формуле:

$$b = \frac{F}{l} \quad (5.1)$$

F – площадь всасывания, м^2

$$F = \frac{L}{3600 \cdot v_B} \quad (5.2)$$

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$F = \frac{912}{3600 \cdot 5,5} = 0,046 \quad (5.3)$$

$$b = \frac{0,046}{2} = 0,023 \quad (5.4)$$

Разрезаем воздуховод-местный отсос на 10 равных частей по 200мм.
Расчет будем вести от сечения 0-0 к сечению 10-10.

Динамическое давление в нулевом сечении должно быть меньше динамического давления в конце воздуховода на величину потерь давления.

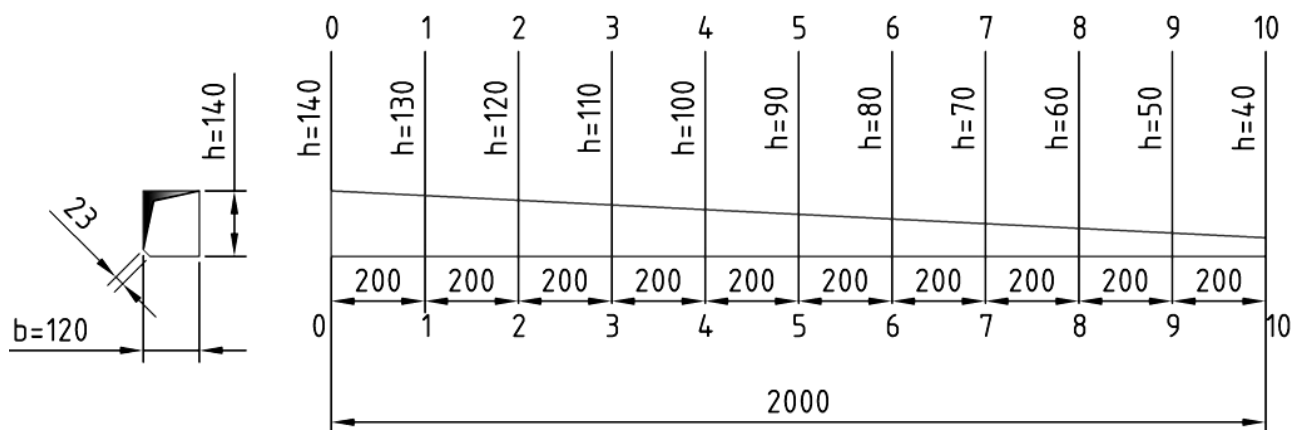


Рис.5.3 Схема местного отсоса равномерного всасывания

2. Динамическое давление в любом сечении n-n при принятой нумерации определяется по формуле:

$$P_{Дn} = P_{Д0} + \sum_n^0 R \cdot l \quad (5.5)$$

где $P_{Д0}$ - динамическое давление в сечении 0-0.

3. Определяют потери давления на трение R на одном метре участка:

$$R = \frac{\lambda \rho_{\text{в}} \cdot v^2}{d} \cdot \frac{1}{2}, \text{ Па} \quad (5.6)$$

λ – коэффициент сопротивления трения;

d - диаметр воздуховода, м.

коэффициент трения λ определяют по формуле:

$$\lambda = 0.11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0.25}, \quad (5.7)$$

где $\Delta = 0,1$ мм - шероховатость стенок воздуховода;

Re – число Рейнольдса;

$$Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho_B}{\mu}, \quad (5.8)$$

4. Определяют потери давления на трение R на расчетном участке длиной -L:

$$RL, \text{ Па} \quad (5.9)$$

5. Определяют динамическое давление P_д:

$$P_{дн} = \frac{\rho_B \cdot v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.10)$$

Результаты расчета местного отсоса сводятся в таблицу Б.1. Приложение Б.

По результатам расчета сопротивление проектируемого

местного отсоса составило – $\Delta P = 195,4$ Па;

6. Коэффициент местного сопротивления местного отсоса ξ :

$$\xi = \frac{\Delta P}{(\rho_B \cdot v^2)/2}, \text{ Па} \quad (5.11)$$

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

5.2 Расчет модернизированной системы аспирации

5.2.1 Аэродинамический расчет модернизированной системы аспирации

Аэродинамический расчет модернизированной системы аспирации проводится по методике описанной в разделе 4.2.3. Результаты расчета сведены в таблицу В.1. Приложение В.

Расчетная схема представлена на рис. 5.4.

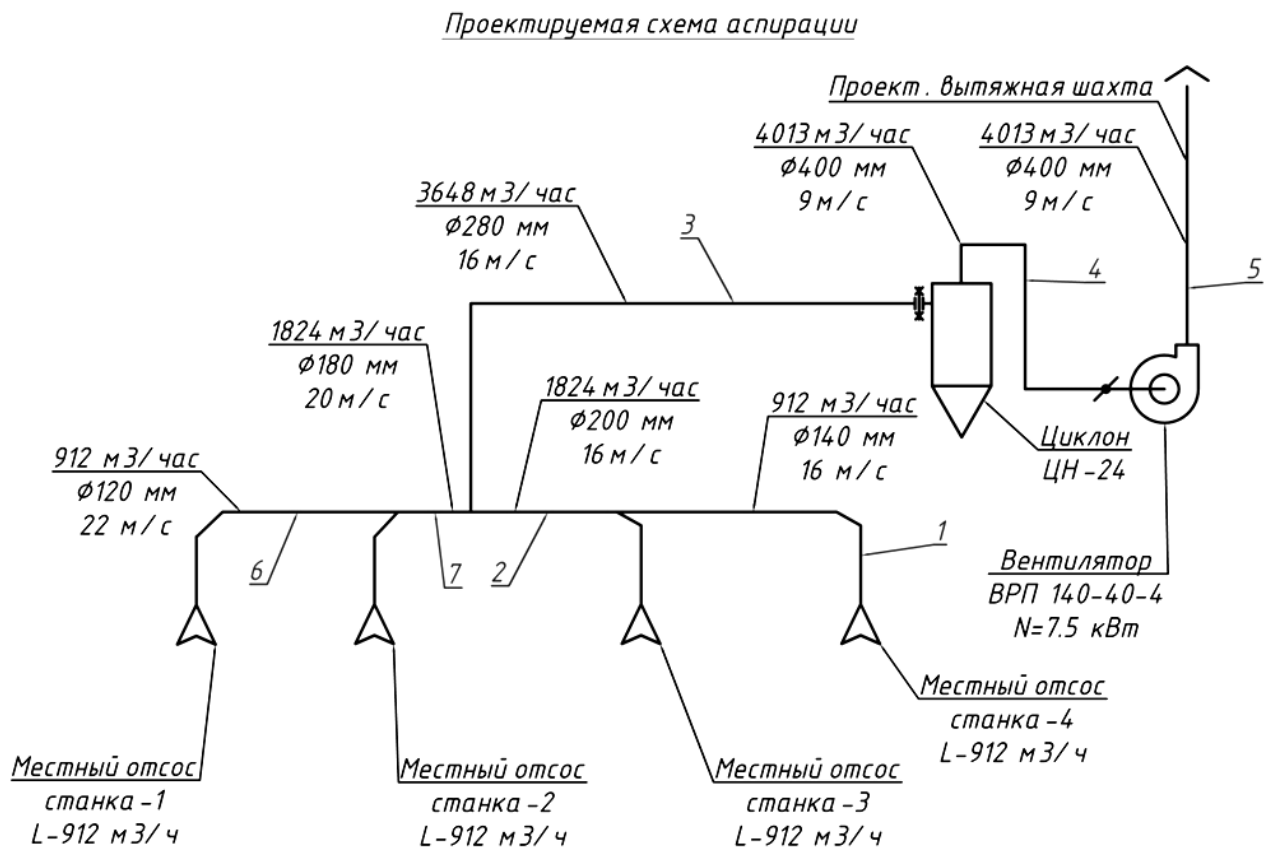


Рис.5.4 Расчетная схема проектируемой системы аспирации

Пример расчета участка 1:

1. Расход воздуха равен расходу от местного отсоса станка 1.

$$L = 912 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Зададимся рекомендованной скоростью воздуха на участке - $v = 15 \text{ м/с}$;

Длина участка - $l = 28,1 \text{ м}$

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

2. Определим расчетный диаметр воздуховода на участке 1:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 912}{3600 \cdot 3,14 \cdot 15}} = 0,147 \text{ м}$$

Исходя из полученного значения d_p , принимают стандартный диаметр трубопровода d из приведенного ниже ряда.

Нормируемые диаметры воздуховодов из листовой стали, мм:

100, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 325, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000.

Принимаем $d=140$ мм.

3. Уточним скорость движения воздуха v , м/с

$$v = \frac{4 \cdot 912}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,14^2} = 16,5 \text{ , м/с}$$

4. Принимаем расчетное соотношение $-\frac{\lambda}{d} = 0,123$ по [10, табл. 12.58];

5. Определяют эквивалентный коэффициент трения $\xi_э$;

$$\xi_э = 0,123 \cdot 28,1 = 3,46;$$

6. Определяют суммарные местные сопротивления $-\sum \xi$;

Местный отсос

$$\xi = \frac{195,4}{(1,2 \cdot 16,5^2)/2} = 1,2$$

Отвод 90-1,5R -3шт

$$\xi = 0,17; [10, \text{табл. 12.36}];$$

Переход 140x120-Ø140, $l = 150$ мм;

$$\xi = 0,1; [10, \text{табл. 12.43}];$$

$$\sum \xi = 0,17 + 0,17 + 0,17 + 0,1 + 1,2 = 1,81$$

7. Определяют значение $\xi_э + \sum \xi$;

$$\xi_э + \sum \xi = 3,46 + 1,81 = 5,27;$$

8. Определяют динамическое давление P_d по формуле :

$$P_d = \frac{1,2 \cdot 16,5^2}{2} = 162,66 \text{ Па}$$

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

9. Участок 1 имеет вертикальный воздуховод, то дополнительно вычисляется $P_{\text{под}}$ по формуле (4.8).

$$P_{\text{под}} = 1,2 \cdot 9,8 \cdot 0,03 \cdot 3,3 = 1,16 \text{ Па}$$

10. Вычисляют потери давления на участке $P_{\text{уч}}$ по формуле (4.7);

$$P_{\text{уч}} = 5,27 \cdot \frac{1,2 \cdot 16,5^2}{2} + 1,16 = 862 \text{ Па}$$

11. Вычисляют потери давления с учетом пылевоздушной смеси удаляемой от местного отсоса $P_{\text{см}}$ по формуле (4.6);

$$P_{\text{см}} = 1,1 \cdot [862 \cdot (1 + 1 \cdot 0,03)] = 977 \text{ Па};$$

5.2.2 Расчет циклона

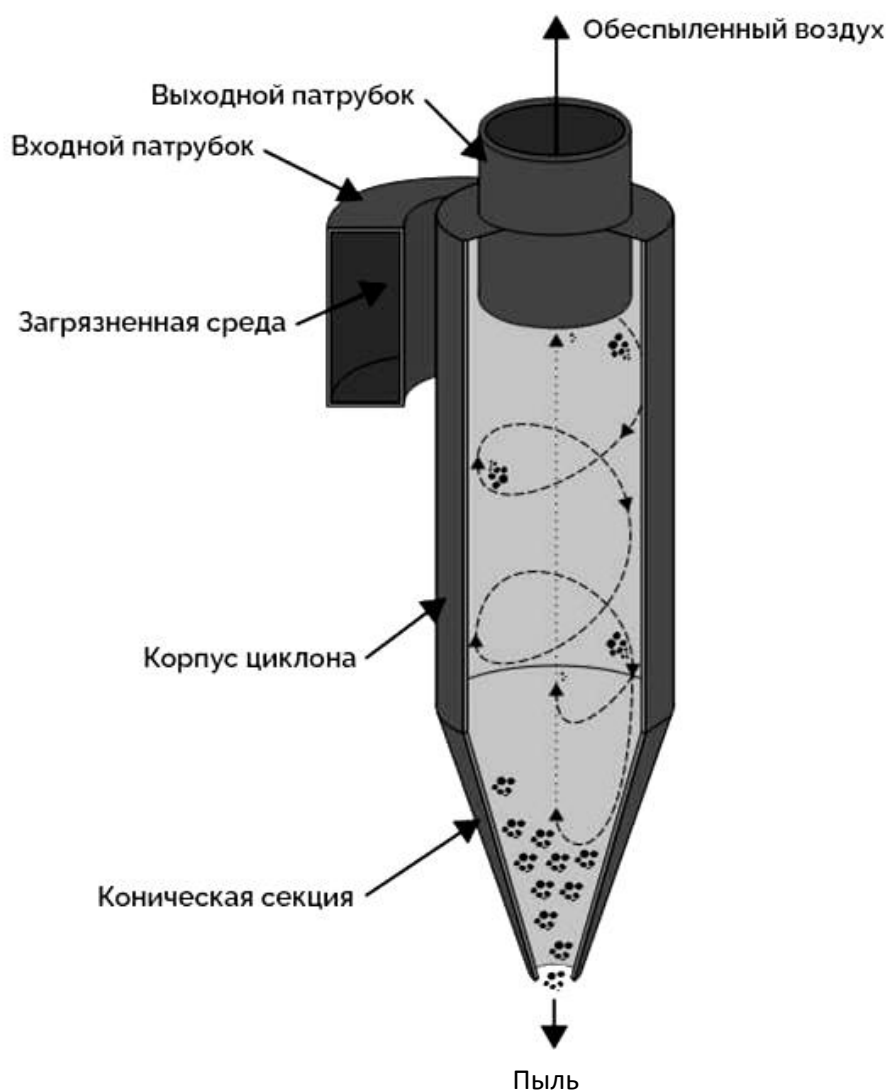


Рис.5.5 Схема очистки в циклоне

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Расчет циклонов ведут методом последовательных приближений в следующем порядке.

Для расчета необходимы следующие данные:

- количество очищаемого газа – $Q = 4013 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,11 \text{ м}^3/\text{с}$;
- плотность газа при рабочих условиях – $\rho = 0,89 \text{ кг}/\text{м}^3$;
- вязкость газа – $\mu = 18,1 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$;
- плотность частиц пыли – $\rho_{\text{п}} = 800 \text{ кг}/\text{м}^3$;
- дисперсный состав пыли – $d_{50} = 80 \text{ мкм}$;
- дисперсность пыли – $\lg \sigma_{\text{ч}} = 0,4$;
- входная концентрация пыли – $C_{\text{вх}} = 80 \text{ г}/\text{м}^3$.
- требуемая эффективность очистки газа $\eta = 0,74$.

1. Определим тип циклона и оптимальную скорость.

По рекомендации [10,стр.88] для дисперсного состава $d_{50} > 20$ выберем тип циклона - ЦН-24. Для циклона ЦН-24 оптимальная скорость $w_{\text{опт}} = 4,5 \text{ м}/\text{с}$ [11,табл.2.8].

2. Определим диаметр циклона.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot w_{\text{опт}}}}, \text{ м} \quad (5.12)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,11}{3,14 \cdot 4,5}} = 0,56 \text{ м}$$

Полученное значение D округляется до ближайшего типового значения внутреннего диаметра циклона. Если расчетный диаметр циклона превышает его максимально допустимое значение, то необходимо применить два или более параллельно установленных циклона.

Для циклонов принят следующий ряд внутренних диаметров D , мм: 200,300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400 и 3000.

Примем диаметр циклона $D = 600 \text{ мм}$.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

3. По выбранному диаметру циклона находят действительную скорость движения газа в циклоне, м/с:

$$w = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}, \text{ м/с} \quad (5.13)$$

Действительная скорость в циклоне не должна отклоняться от оптимальной более чем на 15%.

$$w = \frac{4 \cdot 1.11}{3.14 \cdot 0.6^2} = 3,92 \text{ м/с}$$

Погрешность

$$\Delta = \frac{3,92 - 4,5}{4,5} \cdot 100\% = 13\%, \text{ что удовлетворяет условию отклонения}$$

от оптимальной не более, чем на 15%.

4. Определим коэффициент гидравлического сопротивления циклона:

$$\xi = K_1 \cdot K_2 \cdot \xi_{500} \quad (5.14)$$

,где

$K_1 = 1$ – поправочный коэффициент на диаметр циклона [11 табл.2.11];

$K_2 = 0,9$ – поправочный коэффициент на запыленность газа [11 табл.2.12];

$\xi_{500} = 75$ – коэффициент гидравлического сопротивления одиночного циклона диаметром 500 мм [11 табл.2.10];

$$\xi = 1 \cdot 0,9 \cdot 75 = 67,5$$

5. Определим потери давления в циклоне:

$$\Delta P = \frac{\xi \cdot \rho \cdot w^2}{2} \quad (5.15)$$

$$\Delta P = \frac{67,5 \cdot 0,89 \cdot 3,92^2}{2} = 461,5 \text{ Па}$$

6. Определим степень эффективности очистки газа в циклоне:

$$\eta = 0,5 \cdot (1 + \Phi(x)) \quad (5.16)$$

,где $\Phi(x)$ – табличная функция от параметра x , равного:

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

$$x = \frac{\lg \frac{d_{50}}{d_{50}^T}}{\sqrt{\lg^2 \sigma_\eta + \lg^2 \sigma_\chi}} \quad (5.17)$$

Здесь d_{50}^T и $\lg \sigma_\eta$ соответствуют условиям работы типового циклона:

$D_T = 0,6$ м – диаметр типового циклона;

$\rho_{чТ} = 1930$ кг/м³ – плотность частиц типовой пыли;

$\mu_T = 22,2 \cdot 10^{-6}$ Па·с – вязкость типового газа при рабочей температуре;

$\omega_T = 3,5$ м/с – скорость движения газа в типовом циклоне.

Для циклона ЦН-24:

$d_{50}^T = 8,5$ [11 табл.2.8];

$\lg \sigma_\eta = 0,308$ [11 табл.2.8];

Ввиду того, что значения d_{50}^T и $\lg \sigma_\eta$ определены по условиям работы типового циклона, необходимо учесть влияние отклонений условий работы от типовых на величину d_{50}^T , мкм:

$$d_{50} = d_{50}^T \sqrt{\left(\frac{D}{D_T}\right) \left(\frac{\rho_{чТ}}{\rho_{ч}}\right) \left(\frac{\mu}{\mu_T}\right) \left(\frac{\omega_T}{\omega}\right)} \quad (5.18)$$

$$d_{50} = 8,5 \sqrt{\left(\frac{0,6}{0,6}\right) \left(\frac{1930}{800}\right) \left(\frac{18,1}{22,2}\right) \left(\frac{3,5}{3,92}\right)} = 11,3$$

7. Определим параметр x по формуле (4.17):

$$x = \frac{\lg \frac{11,3}{8,5}}{\sqrt{0,308^2 + 0,4^2}} = 0,244$$

8. Определив по формуле (4.17) значение x , находят параметр $\Phi(x)$ по данным [11 табл.1.6].

$\Phi(x) = 0,5948$;

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

9. Затем по формуле (4.16) определяют расчетное значение эффективности очистки газа циклоном.

$$\eta = 0,5 \cdot (1 + 0,5948) = 0,7974$$

Вывод:

Т.к. расчетная степень очистки больше требуемой $0,7974 > 0,74$ следовательно, выбранный циклон ЦН-24 диаметром 600мм обеспечивает требуемую степень очистки.

5.2.3 Выбор вентилятора и электродвигателя

Аэродинамический расчет сети аспирации заканчивается подбором вентилятора и электродвигателя к нему.

Системы аспирации имеют большие значения гидравлического сопротивления и содержат взвешенные частицы, поэтому в таких схемах обычно используются центробежные (радиальные) пылевые вентиляторы. Выбор вентилятора осуществляется по аэродинамическим характеристикам – номограммам по требуемым значениям производительности (объемный расход отводимого воздуха) и напора.

Порядок подбора определяется работой вентилятора в сети воздуховодов. Режим работы вентилятора в сети воздуховодов (напор и количество нагнетаемого воздуха) определяется по точке пересечения двух напорных характеристик – сети и машины.

По результату аэродинамического расчета были определены следующие параметры:

$$L_p = 4414,1 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$P_p = 1974 \text{ Па};$$

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

5.2.3.1 Характеристика сети.

По полученным данным построим характеристику проектируемой сети.

Определим коэффициент сети по формуле (4.15):

$$k = \frac{1974}{(4,41)^2} = 101$$

Характеристика данной сети:

$$H = k \cdot L^2 \quad (5.19)$$

Придавая величине L разные значения, получим соответствующее значение H см. таблицу 4.2

Таблица 5.2

H, Па	25,3	101,3	228	405,3	633,4	912	1241,4	1621,4	1974
L, тыс. м3/ч	0,5	1	1,5	2	2,5	3,0	3,50	4	4,4

По полученным параметрам P и L строим график характеристики данной сети в координатах P - L см. рис. 5.5.

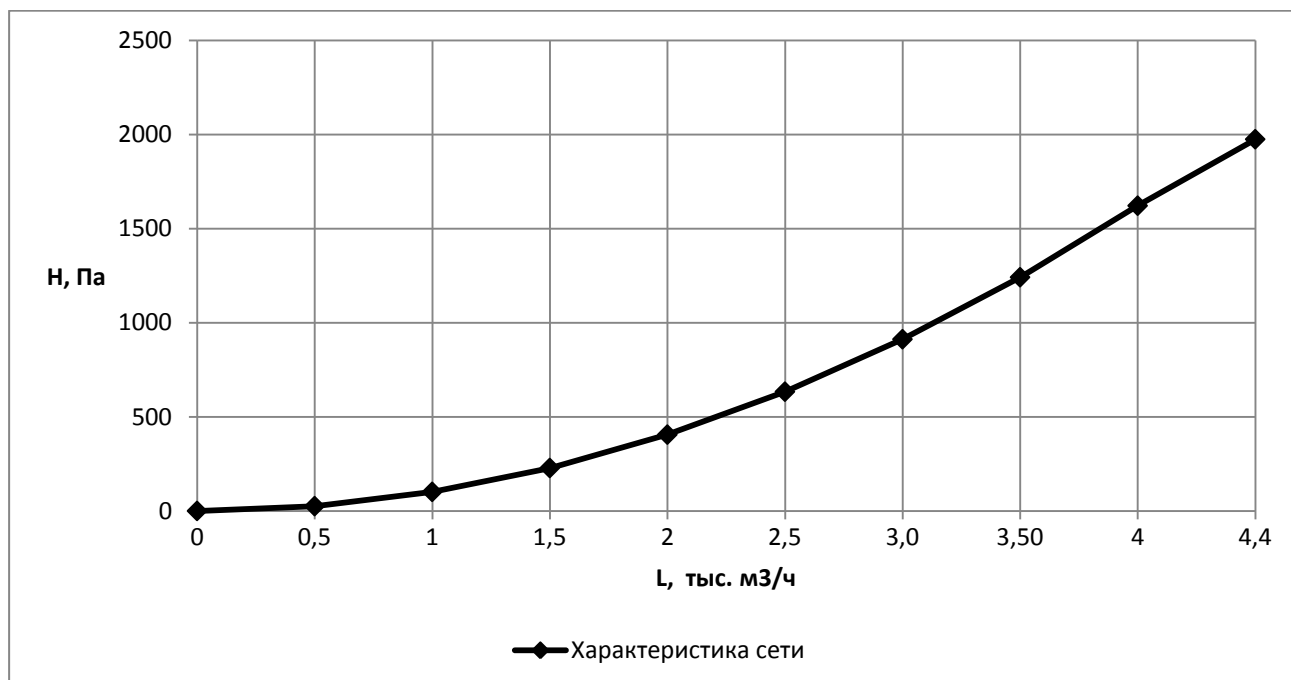


Рис.5.5. Характеристика вентиляционной сети

Для анализа работы проектируемого вентилятора в рассматриваемой системе аспирации построим характеристику вентиляционной сети на характеристике вентилятора.

Т.к. рабочая точка сети т.1 оказалась ниже характеристики вентилятора, то реальная точка работы сети переместится до характеристики вентилятора в т.2 см. рис. 5.6.

По полученным данным выбирается радиальный вентилятор серии ВРП 140-40 №4 см. рис. 5.6.

ВРП 140-40-4,0

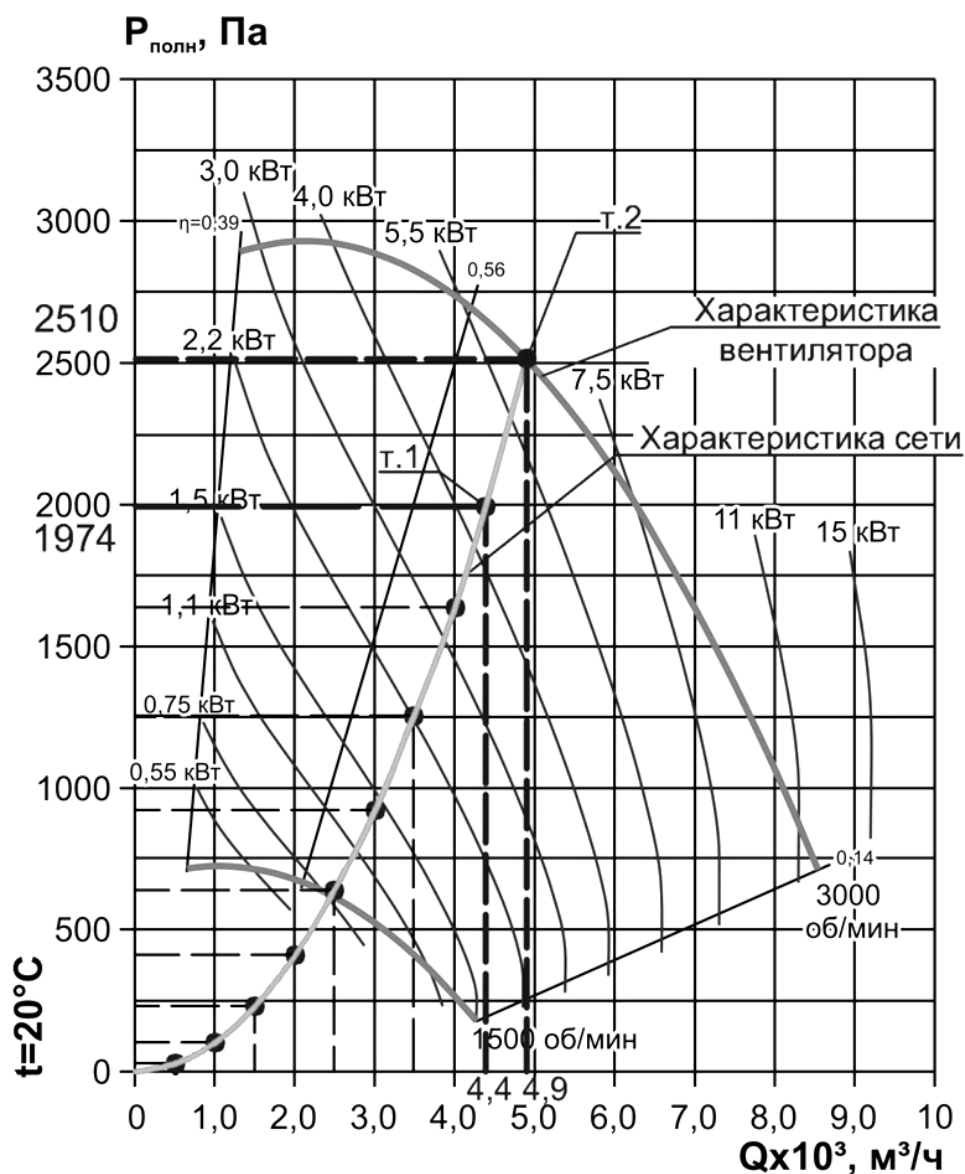


Рис.5.6 Режим работы вентилятора в вентиляционной сети

В результате получены следующие параметры:

$$L=4900 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$P=2510 \text{ Па};$$

Вывод:

Т.к общий расход системы аспирации увеличился, следовательно увеличится расход аспирационного воздуха от каждого станка и составит – $L = 1050 \text{ м}^3/\text{ч}$.

5.2.3.2 Мощность электродвигателя.

Требуемую мощность на валу электродвигателя N , кВт, определяют по формуле:

$$N = \frac{L \cdot P}{3600 \cdot 1020 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{п}}} \quad (5.20)$$

$\eta_{\text{в}}=0,56$ – КПД вентилятора в рабочей точке характеристики;

$\eta_{\text{п}}=1$ – КПД передачи принимаемый по [12 табл. 11.3];

$$N = \frac{4900 \cdot 2510}{3600 \cdot 1020 \cdot 0.56 \cdot 1} = 5,98 \text{ кВт}$$

Установленную мощность электродвигателя $N_{\text{у}}$, кВт, находят по формуле:

$$N_{\text{у}} = K_{\text{з}} \cdot N \quad (5.21)$$

$K_{\text{з}} = 1,1$ - коэффициент запаса мощности, принимаемый по [12 табл. 11.4]

$$N_{\text{у}} = 1,1 \cdot 5,98 = 6,6 \text{ кВт}$$

Принимается ближайший больший по мощности электродвигатель АИР112М2 мощностью $N=7,5$ кВт.

В результате принимается вентилятор ВРП 140-40 №4 см. рис.5.7. Основные технические параметры представлены в таблице 5.3

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Таблица 5.3. Основные технические параметры вентилятора ВРП 140-40 №4

№ п/п	Наименование параметра	Ед. изм.	Величина
1	Производительность	м3/час	4900
2	Полное давление	Па	2510
3	Напряжение	В	380
4	Частота	Гц	50
5	Установленная мощность привода	кВт	7,5
6	Частота вращения электродвигателя	об/мин	3000
7	Конструктивное исполнение	-	1
8	Положение корпуса	-	Пр 0°
9	Габаритные размеры без упаковки Д/Ш/В	мм	784/740/888
10	Масса оборудования	кг	110,3



Рис.5.7 Вентилятор ВРП 140-40 №4

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

6. АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате расчетов двух систем аспирации – существующей и проектируемой были решены различные задачи по оценке эффективности существующей системы аспирации. На основании оценки эффективности существующей системы аспирации была спроектирована новая система аспирации участка обработки электродов с полной заменой циклона, дымососа и трассы воздуховодов.

6.1 Анализ технических характеристик реконструируемой системы

Сравнительная таблица характеристик систем аспирации до и после реконструкции приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1 Характеристики системы аспирации до и после реконструкции

Параметр	Ед. изм.	До реконструкции	После реконструкции
Расход удаляемого воздуха	м ³ /ч	26860	4900
Расход воздуха от местного отсоса	м ³ /ч	5550	1050
Потери давления	Па	4566	2510
Электрическая мощность вентилятора	кВт	45	7,5

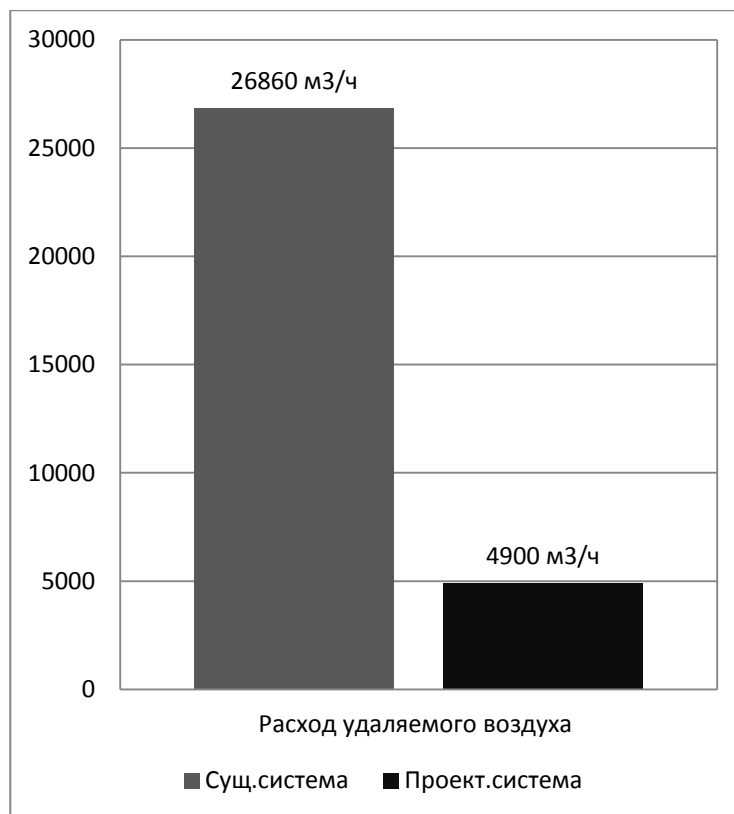


Рисунок 6.1 – Сравнительная характеристика расходов удаляемого воздуха двух вариантов системы аспирации.

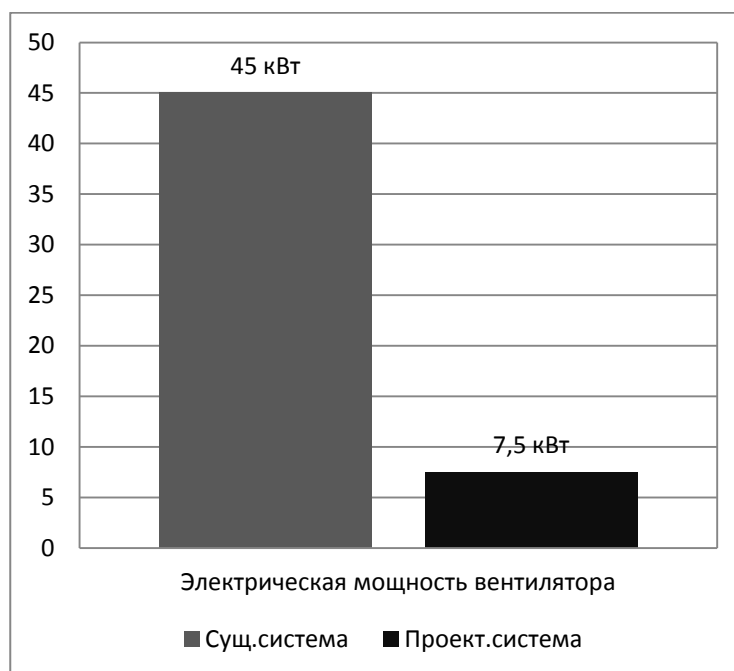


Рисунок 6.2 – Сравнительная характеристика электрической мощности двух вариантов системы аспирации.

6.2 Экономический анализ реконструкции системы аспирации

Для оценки варианта реконструкции системы аспирации определим срок окупаемости проектируемой системы следующей формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta \text{Э}} \quad (6.1)$$

где ,

K – сумма капитальных затрат, руб;

$\Delta \text{Э}$ – экономия эксплуатационных затрат, руб/год;

Экономия эксплуатационных затрат определяется по формуле:

$$\Delta \text{Э} = \text{Э}_c - \text{Э}_п \quad (6.2)$$

где ,

Э_c - сумма эксплуатационных затрат существующей системы, руб/год;

$\text{Э}_п$ - сумма эксплуатационных затрат проектируемой системы, руб/год;

Капитальные затраты

Капитальные затраты определяются сметой, в состав которой входят:

- 1) Демонтаж существующей системы
- 2) Стоимость оборудования новой системы -отпускная цена изделий по прайс-листу фирмы-изготовителя.
- 3) Затраты на перевозку нового оборудования и монтажные работы:
 - 30% от отпускной цены для вентиляторов, циклонов российского изготовления;
 - 60% от отпускной цены для воздуховодов;
- 4) Затраты на пусконаладочные работы в размере 12,6% от монтажных работ.
- 5) После суммирования отпускных цен, затрат на монтажные и пусконаладочные работы на них выполняются следующие начисления:

Накладные расходы 17,6%

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Плановые накопления	6%
Усредненные зимние удорожания	1,9%
Соц. налог и налог на дороги	1%

Эксплуатационные затраты

Годовые затраты на эксплуатацию системы ,руб/год определяются по формуле:

$$\mathcal{E} = C_{\text{эл}} \cdot N \text{ руб./год} \quad (6.3)$$

где,

$C_{\text{эл}}$ - цена расходуемой электроэнергии, руб/кВт год;

Цена расходуемой электроэнергии $C_{\text{эл}}$ составит:

$$C_{\text{эл}} = a \cdot \tau \text{ руб/кВт год} \quad (6.4)$$

где τ – время работы вентиляционной системы в году.

a – цена за эл. энергию руб/кВт год

N - мощность функционирующих электродвигателей, кВт.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

6.2.1. Капитальные затраты

Расчеты капитальных затрат существующей системы сведем в таблицу 6.2

Таблица 6.2

№ п/п	Наименование затрат и работ	Ед.и зм.	Кол -во	Цена ед., руб	Общая стоимость
1.1	Демонтаж циклона	шт	1	26664	26664
1.2	Демонтаж воздухопроводов	м ²	193	425	82025
1.3	Демонтаж дымососа ДН-11.2, N=45кВт	шт	1	18395	18395
ИТОГО					127084

Расчеты капитальных затрат проектируемой системы сведем в таблицу 6.3

Таблица 6.3

№ п/п	Наименование затрат и работ	Ед.и зм.	Кол -во	Цена ед., руб	Общая стоимость
1.1	Циклон ЦН-24 Ø600мм	шт	1	74600	74600
1.2	Вентилятор ВРП 140-40 №4, N=7,5кВт	шт	1	36 885	36 885
1.3	Воздуховоды	м ²	10	993	9930
2.1	Монтаж циклона ЦН-24 Ø600мм	шт	1	0,3*74600	22380
2.2	Монтаж вентилятора ВРП 140-40 №4, N=7,5кВт	шт	1	0,3*36885	11065
2.3	Монтаж воздухопроводов	м ²	10	0,6*9930	5958
3	Затраты на пусконаладочные работы в размере 12,6% от монтажных работ	-	-	-	(22380+11065+5958)*12,6%/100= = 4965
ИТОГО					165783
С накладными расходами				17,3%	194463
С плановыми накоплениями				6%	206131
ИТОГО с усредненным удорожанием и соц. налогом				2,9%	212109

Итого общие капитальные затраты на реконструкцию составляют:

$$K = K_c + K_n = 127084 + 212109 = 339193 \text{ руб.}$$

6.2.2. Эксплуатационные затраты

1) Существующая система

Годовые затраты на эксплуатацию системы ,руб/год определяются по формуле:

$$\mathcal{E}_c = C_{\text{эл}} \cdot N \quad , \text{руб/год}$$

где,

$N=45$ кВт -мощность функционирующих электродвигателей, кВт.

Цена расходуемой электроэнергии $C_{\text{эл}}$ составит:

$$C_{\text{эл}} = a \cdot \tau \quad \text{руб/кВт год}$$

где $\tau = 1972\text{ч}$ – время работы вентиляционной системы в году.

$a – 3,36$ руб/кВт·ч

$$C_{\text{эл}} = 3,36 \cdot 1972 = 6626 \quad \text{руб/кВт год}$$

$$\mathcal{E}_c = 6626 \cdot 45 = 298170 \quad \text{руб./год}$$

2) Проектируемая система

Годовые затраты на эксплуатацию системы ,руб/год определяются по формуле:

$$\mathcal{E}_c = C_{\text{эл}} \cdot N \quad , \text{руб/год}$$

где,

$N=7,5$ кВт -мощность функционирующих электродвигателей, кВт.

Цена расходуемой электроэнергии $C_{\text{эл}}$ составит:

$$C_{\text{эл}} = a \cdot \tau \quad \text{руб/кВт год}$$

где $\tau = 1972\text{ч}$ – время работы вентиляционной системы в году.

$a – 3,36$ руб/кВт·ч

$$C_{\text{эл}} = 3,36 \cdot 1972 = 6626 \quad \text{руб/кВт год}$$

$$\mathcal{E}_c = 6626 \cdot 7,5 = 49695 \quad \text{руб./год}$$

Итоги эксплуатационных затрат за календарный год отражены на рисунке 6.1.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

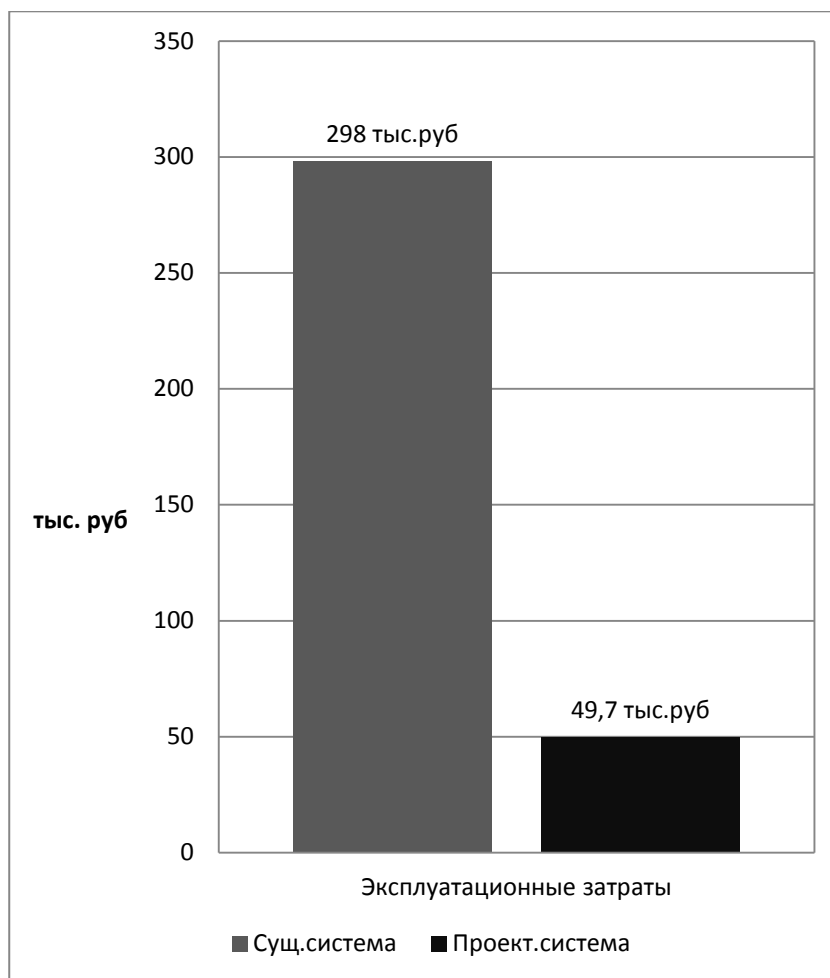


Рисунок 6.3 – Годовые эксплуатационные затраты для двух вариантов системы аспирации.

Экономия эксплуатационных затрат составит:

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_c - \mathcal{E}_п = 298170 - 49695 = 248475 \text{ руб/год}$$

6.2.3. Срок окупаемости

Срок окупаемости проектируемой системы определим по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta \mathcal{E}} = \frac{339193}{248475} = 1,36 \approx 1 \text{ год } 4 \text{ месяца}$$

Вывод:

В результате экономического анализа было определено, что при полной замене существующей системы аспирации, новая система аспирации окупится за 1 год 4 месяца , т.к эксплуатационные расходы в новой системе значительно меньше расходов существующей системы.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе выполнено исследование существующей системы аспирации станков по обработке электродов. В ходе анализа было определено, что в существующей системе был не правильно спроектирован местный отсос, т.к он не улавливал пыль после обработки электродов и ПДК воздуха в рабочей зоне был превышен в несколько раз от санитарной нормы. Поэтому был спроектирован новый местный отсос, а также была запроектирована новая система аспирации с учетом рекомендаций определенных в ходе анализа литературы.

В основной части выполнен расчет аэродинамики существующей системы аспирации, расчет нового местного отсоса, расчет аэродинамики новой системы аспирации, осуществлен подбор нового циклона и подбор нового вентилятора.

Произведен экономический анализ в ходе которого было определено, что при полной замене существующей системы аспирации, новая система аспирации окупится за 1 год 4 месяца , т.к эксплуатационные расходы в новой системе значительно меньше расходов существующей системы.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 22898-78 Коксы нефтяные малосернистые. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5, 6);
2. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
3. СП 60.13330.2016. Актуализированная версия «Отопление, вентиляция и кондиционирование» - Взамен СНиП 41.01.2003. – Введ. 2012-01-01. – М.: ГУП ЦПП 2012-67с.
4. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 частях. Часть 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книга 2. - 4-е изд., перераб. и доп. -М.: Стройиздат, 1992. - 416 с., ил. - (Справочник проектировщика)
5. Аспирационно-технологические установки предприятий цветной металлургии. Бошников Е.Н. М: Металлургия, 1983.
6. Проектирование промышленной вентиляции. Торговников Б.М. Киев: Будивильник, 1983/
7. Наладка и регулирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха: Справочное пособие/ Б.А. Журавлев-М.:Стройиздат,1980-448с.
8. А.Ф. Власов «Безопасность при работе на металлорежущих станках» М. «Машиностроение» 1977 г.
9. ГОСТ 12.3.018-79. СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ. Методы аэродинамических испытаний.
- 10.Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства в 2 частях. Часть2. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Москва. Стройиздат. 1977.
11. Алиев Г.М. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. Справочное издание. М.: Металлургия, 1986.
- 12.Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 частях. Часть 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книга 1. - 4-е изд., перераб. и доп. -М.: Стройиздат, 1992. - 416 с., ил. - (Справочник проектировщика).
- 13.Краснов Ю.С. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке. Москва. ТермоКул». 2004.

					08.04.01.2021.149.07 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

ПРИЛОЖЕНИЕ А. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АСПИРАЦИИ.

Таблица А.1. Аэродинамический аспирации.

№ участка	Заданные величины			Принимаемые величины					$\xi_{зам}=(\lambda/d)*l$	$\Sigma \xi$	$\xi_{зам}+\Sigma \xi$	$P_d=v^2 * \rho / 2, \text{ Па}$	$P_{под}=\rho g h_{ш}, \text{ Па}$	$P_{уч}, \text{ Па}$	$P_{см}, \text{ Па}$	Подсчет значений местных сопротивлений
	минимальный $L, \text{ мЗ/ч}$	минимальная $v, \text{ м/с}$	$l, \text{ м}$	расчетный $d, \text{ м}$	расчетный $v, \text{ м/с}$	$d, \text{ м}$	площадь	λ/d								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	5550	15	14,6	0,362	16,0	0,35	0,096	0,045	0,66	0,57	1,23	154,2	0	189,2	189,2	Отвод 90-1,5=0,17 Отвод 45-1,5=0,1 Отвод 30-1,5=0,08 Отвод 30-1,5=0,08 переход ~0,05 шибер ~0,09
2	11100	15	23	0,512	19,4	0,45	0,159	0,033	0,76	0,1	0,86	225,7	0	193,9	193,9	тройник = 0,1
3	16650	15	22,95	0,627	29,1	0,45	0,159	0,033	0,76	0,88	1,64	507,9	0	831,6	831,6	тройник = 0,1 Отвод 30-1,5=0,08-6шт Отвод 90-1,5=0,17 Отвод 60-1,5=0,13

ОКОНЧАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Окончание таблицы А.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	22200	15	23	0,724	31,4	0,5	0,196	0,029	0,67	0,43	1,10	592,4	0	649,9	649,9	тройник = 0,2 Отвод 60- 1,5=0,13 Переход =0,1
С учетом 10% подсоса воздуха в циклоне L=22200*1.1=24200 м3/ч																
5	24420	15	1,5	0,759	34,56	0,5	0,20	0,029	0,044	0,44	0,48	716,8	0,0	346,6	0	Отвод 90- 1,5=0,17 - 2шт Переход =0,1
6	24420	15	27	0,759	21,77	0,63	0,31	0,023	0,621	2,05	2,67	284,4	0,0	759,6	0	Отвод 90- 1,5=0,17 - 5шт Переход =0,2 Выброс факельный=1

Итого потери давления в воздуховодах

2970,87

Потери давления в существующем циклоне

Циклон	24420				22,6111		0,3		0	5,2	5,2	306,757		1595,14		Циклон=5,2
--------	-------	--	--	--	---------	--	-----	--	---	-----	-----	---------	--	---------	--	------------

Суммарные потери давления

4566

Па

Суммарная производительность системы с учетом 10% подсоса через неплотности воздуховодов

26862 м3/ч

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МЕСТНОГО ОТСОСА

Таблица Б.1. Аэродинамический расчет местного отсоса.

№ сечения	R _{n-1}	l, м	R _{n-1} *L	Р _{д n-1} , Па	Р _{д n} , Па	v _п , м/с	L _п , м ³ /с	fo n	Размеры сечения воздуховода, мм		dэ, мм
0-0					135	15	0,25	0,017	120	140	129,2
1-1	21,83	0,2	4,4	135	139,4	15,24	0,23	0,016	120	130	124,8
2-2	23,49	0,2	4,7	139,37	144,1	15,5	0,20	0,014	120	120	120
3-3	25,48	0,2	5,1	144,06	149,2	15,77	0,18	0,013	120	110	114,8
4-4	27,83	0,2	5,6	149,16	154,7	16,06	0,15	0,012	120	100	109,1
5-5	30,70	0,2	6,1	154,72	160,9	16,37	0,13	0,011	120	90	102,9
6-6	34,25	0,2	6,9	160,86	167,7	16,72	0,10	0,010	120	80	96
7-7	38,89	0,2	7,8	167,71	175,5	17,1	0,08	0,008	120	70	88,4
8-8	45,01	0,2	9,0	175,49	184,5	17,54	0,05	0,007	120	60	80
9-9	53,52	0,2	10,7	184,49	195,2	18,04	0,03	0,006	120	50	70,6
10-10	66,02	0,2	0,2	195,20	195,4	18,05	0	0,005	120	40	60

ПРИЛОЖЕНИЕ В. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОЙ АСПИРАЦИИ.

Таблица В.1. Аэродинамический расчет проектируемой аспирации.

№ участка	Заданные величины			Принимаемые величины					$\xi_{зам}=(\lambda/d)*l$	$\Sigma\xi$	$\xi_{зам}+\Sigma\xi$	$P_d=v^2 * \rho/2, \text{ Па}$	$P_{под}=\rho g h_{ш}, \text{ Па}$	$P_{уч}, \text{ Па}$	$P_{см}, \text{ Па}$	Подсчет значений местных сопротивлений
	минимальный L, мЗ/ч	минимальная v, м/с	L, м	расчетный d, м	расчетный v, м/с	d, м	площадь	λ/d								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	912	15	28,1	0,147	16,5	0,14	0,0153	0,123	3,46	1,81	5,27	163,40	1,2	862	977	Местный отсос=1,2 Отвод 90-1,5=0,17- 3шт переход=0,1
2	1824	15	14,5	0,207	16,1	0,2	0,0314	0,081	1,1745	0,27	1,4445	155,50	0	225	255	тройник = 0,1 Отвод 90-1,5=0,17
3	3648	15	3	0,293	16,5	0,28	0,0615	0,055	0,165	0,54	0,705	163,40	0,53	116	131	тройник = 0,1 Отвод 90-1,5=0,17- 2шт Переход =0,1

