

628.5
X69

Витебский государственный технологический университет

УДК 628.51.4

ХОДЬКОВ АНДРЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИНТОВОГО
ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЫЛЕОСАДИТЕЛЯ**

Специальность 05.23.03 -

**“Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование
воздуха, газоснабжение и освещение”**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Витебск, 2001



ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

темы диссертации. Рост объема производства и его интенсификация, обусловленные научно-техническим развитием и увеличением численности населения земного шара, несмотря на усовершенствование технологии и техники очистки воздушных выбросов, повлекли за собой увеличение общей массы вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу.

В современных условиях мирового энергетического кризиса и усиления экологических проблем в связи с расширением производства и увеличением выбросов в атмосферу стала актуальной разработка и создание аппаратов и технологий, позволяющих решить ряд задач по защите окружающей среды и экономии топливно-энергетических ресурсов.

Созданный на основе теоретических и экспериментальных исследований горизонтальный винтовой пылеосадитель обладает повышенной степенью очистки по сравнению с другими известными инерционными аппаратами, может быть использован в ряде отраслей добывающей, обрабатывающей и строительной промышленности Республики Беларусь и за рубежом.

Связь работы с крупными научными программами, темами. Работа выполнялась в соответствии с госбюджетным договором ГБ-216-98 "Разработка и исследование саморегенирующей установки для обеспыливания воздуха на предприятиях легкой промышленности", утвержденным решением НТК ВГТУ (протокол № 14 от 01.02.98 г.) в соответствии с планом финансирования НИР Министерством образования Республики Беларусь.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является разработка и создание горизонтального винтового пылеосадителя высокой эффективности для очистки воздушного потока от дисперсных частиц.

В задачу исследования входит:

- проведение теоретических и экспериментальных исследований по определению основных закономерностей, определяющих оптимальные конструктивные параметры пылеулавливающего аппарата;
- разработка методики выбора и расчета основных режимно-конструктивных параметров горизонтального винтового пылеосадителя;
- создание экспериментальной модели и опытно-промышленного образца аппарата и проведение ряда экспериментальных исследований, позволяющих оценить адекватность разработанной математической модели;

- технико-экономическое сравнение винтового пылеосадителя с существующими аппаратами по очистке воздушного потока от пыли;
- внедрение в производство и проведение основных технологических испытаний опытно-промышленного образца винтового горизонтального пылеосадителя.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является система пылегазоочистки выбросов промышленных предприятий.

Предметом исследования является расчет оптимальных параметров горизонтального винтового пылеосадителя.

Методология и методы проведенного исследования. Работа содержит теоретические и экспериментальные исследования, включающие анализ и обобщение известных конструкций аппаратов, построение физических и математических моделей, разработку методик исследования отдельных режимных характеристик винтовых пылеосадителей.

При проведении исследований использовались положения высшей математики, компьютерной алгебры, математической статистики.

Решение оптимизационных задач осуществлялось на основе математического моделирования процесса обеспыливания в винтовом пылеосадителе с применением современной вычислительной техники. Результаты экспериментальных исследований обрабатывались методами математической статистики с сопоставлением полученных данных с теоретическими исследованиями.

Научная новизна и значимость полученных результатов. Впервые проведены комплексные исследования эффективности пылеулавливающих устройств с основным рабочим органом в виде винтовой поверхности.

Впервые получены и решены численными методами системы дифференциальных уравнений, описывающие поведение пылевых частиц в закрученном воздушном потоке, что позволяет раскрыть сущность механизма осаждения в винтовом горизонтальном пылеосадителе и развить уже существующие положения инерционно-вихревых аппаратов.

Теоретические исследования, базирующиеся на разработанной математической модели процесса пылеулавливания в винтовом воздушном потоке, совместно с проведенными экспериментами позволили разработать методику определения оптимальных параметров винтовых горизонтальных пылеосадителей.

Практическая значимость полученных результатов связана с охраной окружающей среды и улучшением условий труда на предприятиях, с этой целью:

- разработана физическая и математическая модели процесса обеспыливания в винтовом пылеосадителе;
- на основе выполненных экспериментальных исследований, подтвержденных данными теоретических зависимостей, разработана методика по определению оптимальных параметров винтовых пылеосадителей;
- создан аппарат, обладающий повышенной эффективностью при очистке воздушного потока от сухих, неволокнистых пылей;
- применение разработанного пылеуловителя позволяет достичь эффективности очистки воздушного потока от пыли до 96-99,8 %;
- результаты работы внедрены в учебный процесс Витебского государственного технологического университета в курсе "Отраслевая экология" для студентов технологических специальностей.

Экономическая значимость полученных результатов.

Внедрение винтового горизонтального пылеосадителя позволило повысить эффективность очистки по сравнению с циклонами на 15 % и снизить энергопотребление систем пылеулавливания на 24 %, что позволило получить экономический эффект.

Годовой экономический эффект от внедрения в производство на Витебском АП "ВИЗАС" винтового пылеосадителя составил 110,8 млн. рублей (по ценам на октябрь 1999 г.).

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

Автор защищает:

- закономерности распределения пылевых частиц в винтовом потоке многокамерного корпуса горизонтально расположенного аппарата;
- аналитические зависимости по оценке аэродинамического сопротивления винтовых пылеосадителей;
- математическую зависимость фракционной эффективности пылеосаждения с учетом оптимальных эксплуатационных характеристик для различных видов пылей;
- зависимости по определению конструктивных параметров новых технических средств для очистки вентиляционных газов с рабочим органом в виде винтовой поверхности;
- программное обеспечение для расчета на ПЭВМ основных теоретических и режимно-конструкционных параметров винтовых пылеосадителей;

- конструктивное исполнение аппарата, обеспечивающее снижение габаритных размеров, позволяющее осуществлять локальную очистку производственных помещений от пыли.

Личный вклад соискателя.

Соискателем самостоятельно произведен обширный анализ с обобщением достижений науки и техники в области очистки газопылевых выбросов, произведено патентное исследование и разработано конструктивное решение схемы винтового горизонтального пылесадителя, защищенного патентом РБ № 3253 от 15.12.99 г.

Автор принимал непосредственное участие в разработке методики по определению оптимальных параметров винтовых пылесадителей, основанной на результатах теоретических и экспериментальных исследований.

Самостоятельно изготовлены опытные образцы различных конструктивных исполнений пылесадителей с основным рабочим органом в виде винтовой поверхности, произведены их лабораторные испытания с целью оптимизации отдельных деталей и узлов, созданы опытно-промышленные установки, произведено исследование их эксплуатационных характеристик в условиях действующего производства с оценкой эффективности их работы.

С целью улучшения санитарно-гигиенических условий воздушной среды на рабочих местах и снижения энергоемкости систем очистки соискателем осуществлено внедрение аппаратов на нескольких производственных предприятиях.

Апробация результатов диссертации.

Основные результаты работы доложены и получили положительную оценку на:

- международной научно-технической конференции "Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении" (Витебск, 1999);

- 57-ой научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" (Санкт-Петербург, 2000);

- научно-технических конференциях преподавателей и студентов Витебского государственного технологического университета 1996-2000 г.г.;

- заседаниях кафедры "Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки" УО "ВГТУ";

- на заседании научно-методического семинара кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Полоцкого государственного университета.

Опубликованность результатов.

По материалам диссертации опубликовано 8 печатных работ, из них 4 статьи, 3 тезиса докладов и получен патент.

Структура и объем диссертации.

Работа содержит введение, общую характеристику работы, четыре главы, заключение, список использованной литературы и приложения. Общий объем работы составляет 165 страниц. Объем диссертации 122 страницы. Работа имеет 35 рисунков и 19 таблиц. В работе использованы 104 литературных источника. В работе приведены 7 приложений, представленных на 27 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, определена основная цель, описаны элементы научной новизны и практическая ценность полученных результатов.

В первой главе дан обзор существующих пылеуловителей инерционного типа на основе имеющихся в литературе публикаций. Последовательно рассмотрены вопросы конструктивных особенностей, принцип работы различных инерционных аппаратов, вопросы эффективности пылеулавливания, теория процесса обеспыливания в аппаратах данного типа. Показано, что разработанные ранее инерционные аппараты имеют определенные недостатки, что сказывается на их эффективности. На основе критического анализа рассмотренных публикаций и проведенного патентного поиска в конце главы сформированы задачи исследования и создания нового инерционного аппарата.

Во второй главе проведены теоретические исследования процессов пылеулавливания в винтовом горизонтальном пылеосадителе.

На первом этапе исследования рассмотрена математическая модель винтовой поверхности. Для винтовых пылеосадителей уравнение рабочей поверхности определено соотношением (1). Схема рабочей поверхности изображена на рис. 1.

$$\vec{R} = (r \cdot \cos \varphi, r \cdot \sin \varphi, f(r) + \lambda \cdot \varphi), \quad (1)$$

где $\vec{R}$ - радиус-вектор точки поверхности;

$$r_0 \leq r \leq r_1, \quad 0 \leq \varphi \leq \frac{z_0}{\lambda}, \quad \lambda = \frac{h}{2 \cdot \pi};$$

r_0 - радиус цилиндрической поверхности, соосной рассматриваемой винтовой; r_1 - радиус шнека; h - шаг поверхности шнека; z_0 - длина шнека.

На втором этапе исследования было рассмотрено уравнение движения пылевой частицы в воздушном потоке.

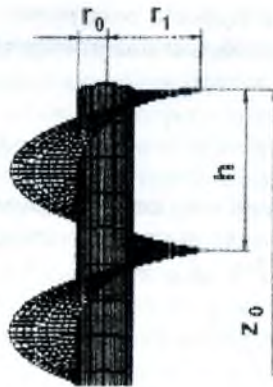


Рис. 1. Схема винтовой поверхности.

Принято допущение, что пылевые частицы имеют шарообразную форму диаметра d , а плотность частицы ρ . Тогда ее масса

$$m = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d^3 \cdot \rho. \quad (2)$$

Уравнение движения частицы описывается уравнением

$$\frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d^3 \cdot \rho \cdot \vec{a} = \vec{F}, \quad (3)$$

где $\vec{F}$ - равнодействующая всех сил, действующих на частицу.

Конечная цель - решение уравнения (3).

Уравнение траектории движения частицы в цилиндрической системе координат определено выражением

$$r = r(t), \varphi = \varphi(t), z = z(t) - \quad (4)$$

Тогда для скорости частицы $\vec{v}$ было получено

$$\begin{aligned} \vec{v} &= \frac{dr(t)}{dt} \vec{e}_r + r(t) \frac{d\varphi(t)}{dt} \vec{e}_\varphi + \frac{dz(t)}{dt} \vec{e}_z = \\ &= \dot{r} \vec{e}_r + r \dot{\varphi} \vec{e}_\varphi + \dot{z} \vec{e}_z \end{aligned} \quad (5)$$

где $\vec{e}_r$, $\vec{e}_\varphi$, $\vec{e}_z$ - базовые единичные векторы цилиндрической системы координат.

Было принято, что скорость воздушного потока равна $\bar{w}$. Тогда скорость движения пылевой частицы относительно воздушного потока равна

$$\Delta \bar{v} = \bar{w} - \bar{v}. \quad (6)$$

Для решения данного выражения воспользовались формулой Стокса для силы сопротивления движению частицы в газе. В этом случае для равнодействующей $\bar{F}$ было получено.

$$\bar{F} = 3 \cdot \pi \cdot \eta \cdot d \cdot (\bar{w} - \bar{v}), \quad (7)$$

где η - динамическая вязкость воздуха.

С учетом (7), уравнение (3) приняло вид

$$\bar{a} = \beta \cdot (\bar{w} - \bar{v}), \quad (8)$$

$$\text{где } \beta = \frac{18 \cdot \eta}{d^2 \cdot \rho}.$$

Вектор скорости воздушного потока был представлен в цилиндрических координатах, что позволило создать систему дифференциальных уравнений, описывающих движение пылевой частицы в воздушном потоке

$$\begin{aligned} \ddot{r} - r\dot{\phi}^2 &= \beta \cdot (w_r - \dot{r}), \\ r\ddot{\phi} + 2\dot{r}\dot{\phi} &= \beta \cdot (w_\phi - r\dot{\phi}), \\ \ddot{z} &= \beta \cdot (w_z - \dot{z}). \end{aligned} \quad (9)$$

Далее было рассмотрено взаимодействие пылевой частицы с поверхностью шнека.

Поскольку вблизи поверхности формируется пограничный слой, скорость воздушного потока в котором мала, естественно предположить, что при взаимодействии частицы и шнека выполняется закон отражения: проекция скорости на нормаль к поверхности меняет свой знак, а проекции на касательную плоскость остаются без изменений. Исходя из данного допущения, найдена скорость частицы сразу после отражения. Очевидно, что скорость частицы после отражения будет отличаться от скорости до столкновения тем, что нормальная компонента скорости изменит свой знак на противоположный.

При исследовании движения запыленного газа в аппарате было выявлено, что в пылеосадителе формируется сложный турбулентный поток, математическое описание которого в конечном итоге сводится к решению системы дифференциальных уравнений в частных производных, представляющий собой совокупность следующих уравнений:

- уравнение неразрывности;
- уравнение состояния;
- уравнение Навье-Стокса.

Для описания воздушного потока в ограниченном пространстве были учтены эффекты, возникающие в пограничном слое.

Для определения основных режимно-конструктивных параметров винтовых горизонтальных пылеосадителей разработана программа математической модели работы аппарата, позволяющая рассчитать эффективность пылегазоочистки пылеосадителя для различных видов пыли. В качестве примера приведены результаты теоретических исследований для доломитовой пыли.

Таблица 1

Результаты теоретических исследований фракционной эффективности, полученные методом математического моделирования при $w = 10$ м/с

d, мкм	5	10	15	20	25	30	35	40
η , %	85	91	95	97	95	97	98	98

Глава третья посвящена экспериментальным исследованиям, которые проводились на моделях винтового горизонтального пылеосадителя с внешним диаметром винта 100 мм и 400 мм. Проведено описание лабораторного стенда, подробно изложена методика проведения экспериментальных исследований по определению основных режимно-конструктивных параметров аппарата. На рис. 2 приведена конструкция винтового пылеосадителя.

Был проведен комплексный анализ свойств исследуемых пылей. Дисперсный анализ проводился микроскопическим методом на лазерном анализаторе Fritsch Gabn. для доломитовой и цементной пыли.

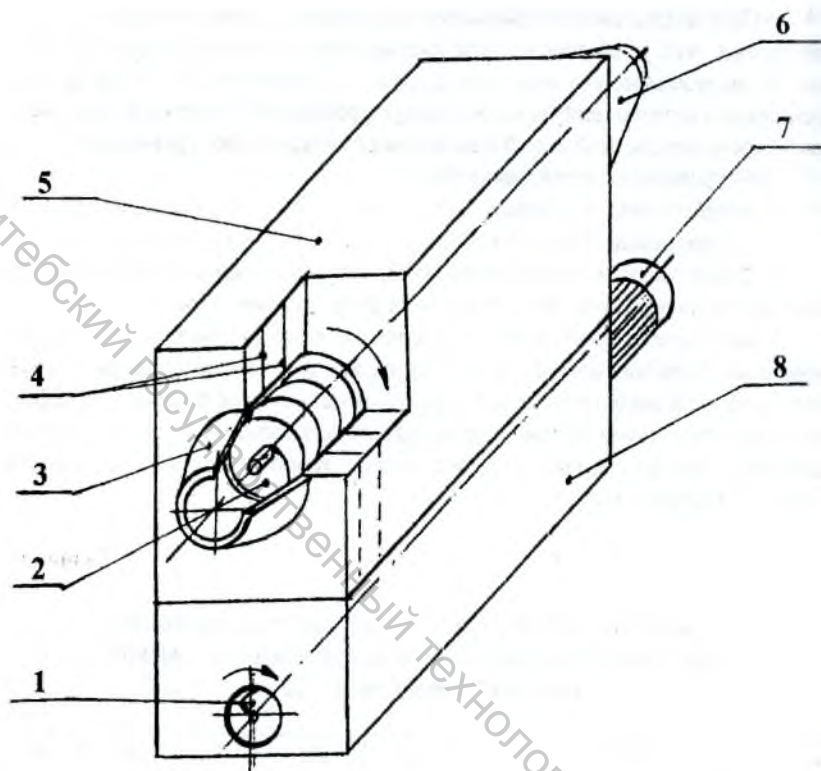


Рис. 2. Винтовой пылесадитель ВП-400.

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1 - Шнек для транспортировки пыли | 5 - Корпус |
| 2 - Рабочий орган (шнек) | 6 - Выходной патрубок |
| 3 - Входной патрубок | 7 - Двигатель |
| 4 - пластины | 8 - Бункер для сбора пыли |

Эффективность винтовых пылесадителей была определена согласно методике проведения экспериментальных исследований для различных видов пылей (доломитовой, цементной, абразивной) при различных режимах работы аппаратов.

$$\eta = 1 - \frac{Z_2}{Z_1}, \quad (10)$$

где Z_1, Z_2 - концентрация до и после пылесадителя, мг/м^3 .

Полученные данные были сведены в таблицу 2.

Результаты экспериментальных исследований фракционной эффективности винтового пылеосадителя

Исходный материал	Скорость воздушного потока w , м/с	d , мкм	η , %
доломитовая пыль	10	до 1	44,0
доломитовая пыль	10	до 3	71,0
доломитовая пыль	10	до 5	87,9
доломитовая пыль	10	до 20	98,6
доломитовая пыль	10	до 50	99,0
доломитовая пыль	10	свыше 50	99,5

Проведенные экспериментальные исследования позволили выявить наиболее оптимальные режимы, при которых достигается повышенная эффективность пылеулавливания для винтовых пылеосадителей.

Данные эксперимента были подтверждены лабораторными исследованиями, проведенными специалистами санитарно-экологической лаборатории ПО «Витязь» г. Витебск и Витебского областного комитета по экологии с составлением соответствующих актов.

Потери давления определены для различных режимно-конструктивных параметров. На основании полученных данных построены графические зависимости $\Delta P = f(N)$, которые приведены на рис. 3.

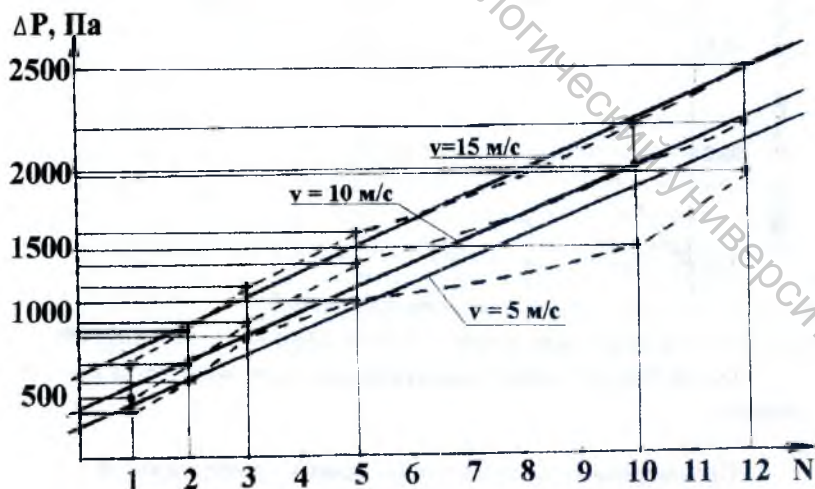


Рис. 3. Зависимость потерь давления ΔP от числа перегородок N .

Анализ полученных данных с использованием методов математической статистики и теории вероятностей позволил получить аналитическую зависимость $\Delta P = f(N)$

$$\Delta P = \frac{100N + 90}{0,55} \quad (11)$$

Данная зависимость позволяет оценить с погрешностью 10 % потери давления винтового пылеосадителя при различных режимах работы.

В четвертой главе дана инженерная методика расчета основных конструктивных и технологических параметров винтовых пылеосадителей.

Было определено оптимальное количество секций аппарата, исходя из энергозатратных параметров и повышенной эффективности, что представлено на рис. 4.

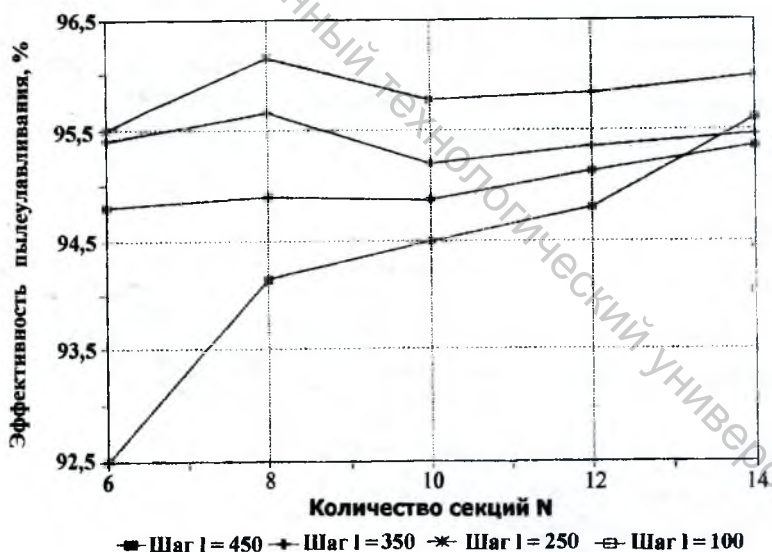
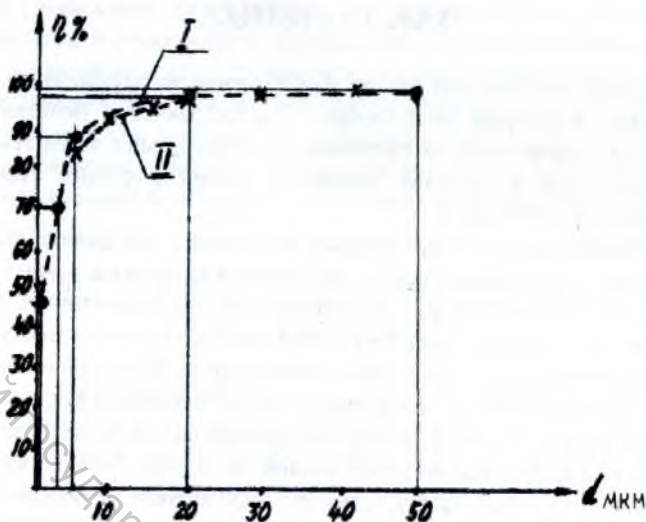


Рис. 4. Эффективность пылеулавливания от количества N и шага l секций.

Произведенное сопоставление данных, полученных в процессе теоретических исследований и экспериментальных работ, показало адекватность разработанной математической модели результатам эксперимента. Полученные зависимости представлены на рис. 5.



I результаты экспериментальных исследований - •

II результаты теоретических исследований - ×

Рис. 5. Графическая зависимость $\eta = f(d)$.

Произведен технико-экономический анализ разработанных винтовых пылесосов в сравнении с другими аппаратами, что позволило выявить их основные достоинства и недостатки.

Показаны направления дальнейшего усовершенствования винтовых пылесосов, которые направлены на уменьшение энергозатрат при эксплуатации.

Произведенный анализ позволяет сделать вывод, что разработанный винтовой пылесос является вполне конкурентоспособным по сравнению с другими видами сухих инерционных пылеуловителей. Винтовой горизонтальный пылесос может быть использован в ряде отраслей добывающей, строительной и обрабатывающей промышленности для очистки воздушного потока от сухих неволокнистых пылей, что позволит решить ряд вопросов по охране труда и созданию нормального микроклимата на рабочих местах. Аппарат был внедрен на АП "ВИЗАС" г. Витебска и Витебском механическом заводе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Сопоставительный анализ и обобщение экспериментальных характеристик известных инерционных пылеуловителей позволяют для повышения эффективности применить в конструкции аппарата винтовую поверхность в качестве основного рабочего органа. Патент РФ № 3253 от 15.12.99 г. [2, 7].

2. Разработанные теоретические положения определяют основные физические и аэродинамические зависимости процессов, происходящих в винтовых горизонтальных пылеосадителях, воспроизводят физическую и математическую модели работы аппаратов, что позволяет определить их режимно-конструктивные параметры и эффективность [2].

3. Произведенные экспериментальные исследования, выполненные на экспериментальной и опытно-промышленной модели аппаратов согласно разработанной индивидуальной методике, определяют основные зависимости между аэродинамическими характеристиками и конструктивными параметрами винтовых пылеосадителей для различных видов пылей [3]. Выполненный дисперсный анализ исследуемых видов пылей, произведенный микроскопическим методом и методом сит, позволяет определить фракционную эффективность винтового горизонтального пылеосадителя [6].

4. Экспериментальные исследования, выполненные по разработанной индивидуальной методике, подтверждают с малой степенью погрешности данные теоретических исследований, позволяют уточнить конструктивные параметры аппаратов и определить диапазон их применения в условиях различных технологических процессов [4]. На основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований, обработанных методами математической статистики, разработана методика по расчету оптимальных конструктивных параметров винтового горизонтального пылеосадителя [1, 3].

5. Произведенное технико-экономическое сравнение винтовых горизонтальных пылеосадителей с другими инерционными аппаратами по ряду режимно-конструктивных параметров позволяет выявить их основные достоинства и недостатки, определить сферы их использования в различных отраслях добывающей, обрабатывающей и строительной промышленности [5].

6. Одним из преимуществ практического применения винтовых пылеосадителей является их конструктивное исполнение в виде горизонтального корпуса прямоугольного сечения с малыми габаритами, что позволяет расположить их в межколонных пространствах, не занимая для их установки и эксплуатации дополнительных производственных площадей, в отличие от всех используемых конструкций пылеуловителей [4, 5].

7. Применение винтовых пылеосадителей помимо экологической направленности способствует улучшению санитарно-гигиенических условий воздушной среды на рабочих местах, обеспечивает экономию энергосырьевых ресурсов за счет улавливания и вторичного использования пылевидных материалов, экономии средств от освобождения производственных площадей и снижение энерго- и металлоемкости систем очистки технологических газов и вентиляционных выбросов [4].

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ПРЕДСТАВЛЕНО В ПУБЛИКАЦИЯХ:

1. Теоретические исследования пылеулавливания в винтовом воздушном потоке. С.С. Клименков, В.В. Селивончик, И.А. Тимонов, А.А. Ходьков / Сборник статей МНТК "Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении". - Витебск, ВГТУ, 1999. - С. 227-230.

2. Селивончик В.В., Тимонов И.А., Ходьков А.А. Уравнение движения пылевой частицы в пространстве, ограниченном винтовой поверхностью / Тезисы докладов XXXII НТК преподавателей ВГТУ. - Витебск, ВГТУ, 1999. - С. 114-115.

3. Разработка и исследование нового устройства для эффективной очистки промышленных запыленных газовых выбросов. С.С. Клименков, А.С. Клименков, А.А. Ходьков, И.А. Тимонов / Сборник научных трудов "Современные энергоресурсосберегающие и экологобезопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности". - Витебск, ВГТУ, 1998. - С. 9-10.

4. Ходьков А.А. Обеспыливание воздуха в шнековом пылеуловителе / Сборник статей МНТК "Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении". - Витебск, ВГТУ, 1999. - С. 231-236.

5. Ходьков А.А., Клименков С.С., Тимонов И.А. Пылеуловитель шнековый / Тезисы докладов XXXII НТК преподавателей ВГТУ. - Витебск, ВГТУ, 1999. - С. 66-67.

6. Ходьков А.А., Клименков С.С., Тимонов И.А. Разработка нового высокоэффективного пылеуловителя шнекового типа / Тезисы докладов 57-ой научной конференции преподавателей Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха". - Санкт-Петербург, 2000. - С. 111.

7. Устройство для очистки воздушного потока от пыли. Патент № 3253. С.С. Клименков, И.А. Тимонов, А.А. Ходьков, А.С. Клименков. - Заявл. 24.04.97.

РЭЗЮМЭ

Хадзькоў Андрэй Аляксеевіч

РАСПРАЦОЎКА ВІНТАВОГА ПЫЛАЎЛОЎНІКА

Вінтавы пылаўлоўнік, матэматычная мадэль, даследаванне, распрацоўка, эксперымент, эфектыўнасць, перспектыва.

Аб'ектам даследавання з'яўляецца сістэма пылагазаачысткі выкідаў прамысловых прадпрыемстваў.

Мэта працы - стварэнне і даследаванне вінтавога пылаўлоўніка.

Распрацоўка канструкцыі пылаўлоўніка грунтавалася на аналізе існуючых пылаўлоўнікаў як айчынных так і замежнай вытворчасці. Пры выкананні тэарэтычных даследаванняў выкарыстоўваліся палажэнні вышэйшай матэматыкі, тэорыі абяспыльвання і матэматычнага мадэліравання. Была распрацавана матэматычная мадэль руху пылавой часціцы ў закручаным паветраным патоку са складаннем адпаведнай праграмы. Апрацоўка вынікаў тэарэтычных даследаванняў праводзілася з выкарыстаннем ЭВМ.

У выніку тэарэтычнага даследавання і правядзення эксперыментаў была распрацавана інжынерная метадыка разліку асноўных рэжымна-канструктыўных параметраў вінтавых пылаўлоўнікаў розных тыпапамераў. Апрацоўка вынікаў эксперыментаў праводзілася з выкарыстаннем метадаў матэматычнага аналізу на ЭВМ. На падставе атрыманых даных была створана доследна-прамысловая ўстаноўка шнэкавага пылаўлоўніка, якая паказала павышаную эфектыўнасць ачысткі для розных відаў пылу. Рабіўся дысперсны аналіз розных відаў пылу, якія выкарыстоўваліся пры правядзенні эксперыменту. Правядзенне эксперыментальных работ выконваліся на створаным лабараторна-выпрабавальным стэндзе па распрацаванай папярэдне метадыцы правядзення эксперыменту. У працэсе выпрабаванняў апарата на стэндзе былі выяўлены залежнасці эфектыўнасці ачысткі, аэрадынамічнага супраціўлення ад рэжымна-канструктыўных параметраў пылаўлоўніка.

Быў зроблены параўнальны тэхніка-эканамічны аналіз распрацаванага вінтавога пылаўлоўніка з іншымі відамі інерцыйных пылаўлоўнікаў і вызначаны галіны прымянення апаратаў данай канструкцыі, зыходзячы з тэхналагічных магчымасцей.

Распрацаваны вінтавы пылаўлоўнік быў укаранены на АП "ВІЗАС" г. Віцебска і Віцебскім механічным заводзе.

РЕЗЮМЕ

Ходьков Андрей Алексеевич

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИНТОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЫЛЕОСАДИТЕЛЯ

Винтовой горизонтальный пылеосадитель, математическая модель, исследование, разработка, эксперимент, эффективность, перспектива.

Объектом исследования является система пылегазоочистки выбросов промышленных предприятий.

Цель работы - разработка и создание винтового горизонтального пылеосадителя.

Разработка конструкции винтового пылеосадителя основывалась на анализе существующих пылеуловителей как отечественного так и зарубежного производства. При выполнении теоретических исследований использовались положения высшей математики, теории обеспыливания и математического моделирования. Была разработана математическая модель движения пылевой частицы в закрученном воздушном потоке с составлением соответствующей программы. Обработка результатов теоретических исследований проводилась с использованием ЭВМ.

В результате теоретических исследований и проведения экспериментов была разработана инженерная методика расчета основных режимно-конструктивных параметров винтовых пылеосадителей различных типоразмеров. Обработка результатов экспериментов проводилась с использованием методов математической статистики на ЭВМ. На основании полученных данных была создана опытно-промышленная установка винтового пылеосадителя, которая показала повышенную эффективность очистки для различных видов пылей. Производился дисперсный анализ пылей, которые использовались при проведении эксперимента. Проведение экспериментальных работ выполнялось на созданном лабораторно-испытательном стенде по разработанной предварительно методике проведения эксперимента. В процессе испытаний аппарата на стенде были выявлены зависимости эффективности очистки, аэродинамического сопротивления от режимно-конструктивных параметров пылеосадителя.

Был произведен сопоставительный технико-экономический анализ разработанного винтового пылеосадителя в сравнении с другими видами инерционных пылеуловителей, определены области применения аппаратов данной конструкции, исходя из технологических возможностей.

Разработанный винтовой горизонтальный пылеосадитель был внедрен на АП "ВИЗАС" г. Витебска и Витебском механическом заводе.



SUMMARY

Khodkov Andree Alecseevich

Development screwing dust collector

Screwing dust collector, mathematical model, research, development, experiment, efficiency, prospect.

Object of research is screwing dust collector.

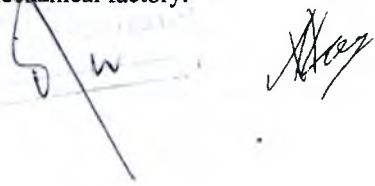
The purpose of work - creation and research dust collector.

The development of a design dust collector was based on the analysis existing dust collector both domestic and foreign manufacture. At performance of theoretical researches the rules(situation) of maximum mathematics, theory dust removal and mathematical modeling were used. The mathematical model of movement dusting of a particle in the twirled air flow with drawing up of the appropriate program was developed. The processing of results of theoretical researches was carried out(spent) with use of the computer.

As a result of theoretical researches and realization of experiments the engineering technique of account of the basic condition-design data screwing dust collector various typesize was developed. The processing of results of experiments was carried out(spent) with use of methods of mathematical statistics on the computer. On the basis of the received data the trial installation screwing dust collector was created which has shown the raised(increased) efficiency of clearing for various kinds dusts. Was made дисперсный the analysis dusts, which were used at realization of experiment. The realization of experimental works was carried out on the created laboratory-test bed on the developed previously technique of realization of experiment. During tests of the device on the stand the dependences of efficiency of clearing, aerodynamic resistance from режимно-design data dust collector were revealed.

The comparative technical and economic analysis developed screwing dust collector with other kinds inertial dust collectors was made and the areas of application of devices of the given design are certain(determined), proceeding from technological opportunities.

Developed screwing dust collector was introduced RE "VIZAS" of Vitebsk and Vitebsk a mechanical factory.



ХОДЬКОВ АНДРЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИНТОВОГО
ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЫЛЕОСАДИТЕЛЯ**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Подписано в печать _____ Формат 60х84/16. Печать ксероксная.
Уч.-изд. л. 1,5. Усл. печ. л. 1,4. Тираж _____ экз. Заказ 419. Бесплатно.

Отпечатано на ризографе ВГТУ.
210028, г. Витебск, Московский пр-т, 72.



ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

темы диссертации. Рост объема производства и его интенсификация, обусловленные научно-техническим развитием и увеличением численности населения земного шара, несмотря на усовершенствование технологии и техники очистки воздушных выбросов, повлекли за собой увеличение общей массы вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу.

В современных условиях мирового энергетического кризиса и усиления экологических проблем в связи с расширением производства и увеличением выбросов в атмосферу стала актуальной разработка и создание аппаратов и технологий, позволяющих решить ряд задач по защите окружающей среды и экономии топливно-энергетических ресурсов.

Созданный на основе теоретических и экспериментальных исследований горизонтальный винтовой пылеосадитель обладает повышенной степенью очистки по сравнению с другими известными инерционными аппаратами, может быть использован в ряде отраслей добывающей, обрабатывающей и строительной промышленности Республики Беларусь и за рубежом.

Связь работы с крупными научными программами, темами. Работа выполнялась в соответствии с госбюджетным договором ГБ-216-98 "Разработка и исследование саморегенирующей установки для обеспыливания воздуха на предприятиях легкой промышленности", утвержденным решением НТК ВГТУ (протокол № 14 от 01.02.98 г.) в соответствии с планом финансирования НИР Министерством образования Республики Беларусь.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является разработка и создание горизонтального винтового пылеосадителя высокой эффективности для очистки воздушного потока от дисперсных частиц.

В задачу исследования входит:

- проведение теоретических и экспериментальных исследований по определению основных закономерностей, определяющих оптимальные конструктивные параметры пылеулавливающего аппарата;
- разработка методики выбора и расчета основных режимно-конструктивных параметров горизонтального винтового пылеосадителя;
- создание экспериментальной модели и опытно-промышленного образца аппарата и проведение ряда экспериментальных исследований, позволяющих оценить адекватность разработанной математической модели;

- технико-экономическое сравнение винтового пылеосадителя с существующими аппаратами по очистке воздушного потока от пыли;
- внедрение в производство и проведение основных технологических испытаний опытно-промышленного образца винтового горизонтального пылеосадителя.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является система пылегазоочистки выбросов промышленных предприятий.

Предметом исследования является расчет оптимальных параметров горизонтального винтового пылеосадителя.

Методология и методы проведенного исследования. Работа содержит теоретические и экспериментальные исследования, включающие анализ и обобщение известных конструкций аппаратов, построение физических и математических моделей, разработку методик исследования отдельных режимных характеристик винтовых пылеосадителей.

При проведении исследований использовались положения высшей математики, компьютерной алгебры, математической статистики.

Решение оптимизационных задач осуществлялось на основе математического моделирования процесса обеспыливания в винтовом пылеосадителе с применением современной вычислительной техники. Результаты экспериментальных исследований обрабатывались методами математической статистики с сопоставлением полученных данных с теоретическими исследованиями.

Научная новизна и значимость полученных результатов. Впервые проведены комплексные исследования эффективности пылеулавливающих устройств с основным рабочим органом в виде винтовой поверхности.

Впервые получены и решены численными методами системы дифференциальных уравнений, описывающие поведение пылевых частиц в закрученном воздушном потоке, что позволяет раскрыть сущность механизма осаждения в винтовом горизонтальном пылеосадителе и развить уже существующие положения инерционно-вихревых аппаратов.

Теоретические исследования, базирующиеся на разработанной математической модели процесса пылеулавливания в винтовом воздушном потоке, совместно с проведенными экспериментами позволили разработать методику определения оптимальных параметров винтовых горизонтальных пылеосадителей.

Практическая значимость полученных результатов связана с охраной окружающей среды и улучшением условий труда на предприятиях, с этой целью:

- разработана физическая и математическая модели процесса обеспыливания в винтовом пылеосадителе;
- на основе выполненных экспериментальных исследований, подтвержденных данными теоретических зависимостей, разработана методика по определению оптимальных параметров винтовых пылеосадителей;
- создан аппарат, обладающий повышенной эффективностью при очистке воздушного потока от сухих, неволокнистых пылей;
- применение разработанного пылеуловителя позволяет достичь эффективности очистки воздушного потока от пыли до 96-99,8 %;
- результаты работы внедрены в учебный процесс Витебского государственного технологического университета в курсе "Отраслевая экология" для студентов технологических специальностей.

Экономическая значимость полученных результатов.

Внедрение винтового горизонтального пылеосадителя позволило повысить эффективность очистки по сравнению с циклонами на 15 % и снизить энергопотребление систем пылеулавливания на 24 %, что позволило получить экономический эффект.

Годовой экономический эффект от внедрения в производство на Витебском АП "ВИЗАС" винтового пылеосадителя составил 110,8 млн. рублей (по ценам на октябрь 1999 г.).

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

Автор защищает:

- закономерности распределения пылевых частиц в винтовом потоке многокамерного корпуса горизонтально расположенного аппарата;
- аналитические зависимости по оценке аэродинамического сопротивления винтовых пылеосадителей;
- математическую зависимость фракционной эффективности пылеосаждения с учетом оптимальных эксплуатационных характеристик для различных видов пылей;
- зависимости по определению конструктивных параметров новых технических средств для очистки вентиляционных газов с рабочим органом в виде винтовой поверхности;
- программное обеспечение для расчета на ПЭВМ основных теоретических и режимно-конструкционных параметров винтовых пылеосадителей;

- конструктивное исполнение аппарата, обеспечивающее снижение габаритных размеров, позволяющее осуществлять локальную очистку производственных помещений от пыли.

Личный вклад соискателя.

Соискателем самостоятельно произведен обширный анализ с обобщением достижений науки и техники в области очистки газопылевых выбросов, произведено патентное исследование и разработано конструктивное решение схемы винтового горизонтального пылесадителя, защищенного патентом РБ № 3253 от 15.12.99 г.

Автор принимал непосредственное участие в разработке методики по определению оптимальных параметров винтовых пылесадителей, основанной на результатах теоретических и экспериментальных исследований.

Самостоятельно изготовлены опытные образцы различных конструктивных исполнений пылесадителей с основным рабочим органом в виде винтовой поверхности, произведены их лабораторные испытания с целью оптимизации отдельных деталей и узлов, созданы опытно-промышленные установки, произведено исследование их эксплуатационных характеристик в условиях действующего производства с оценкой эффективности их работы.

С целью улучшения санитарно-гигиенических условий воздушной среды на рабочих местах и снижения энергоемкости систем очистки соискателем осуществлено внедрение аппаратов на нескольких производственных предприятиях.

Апробация результатов диссертации.

Основные результаты работы доложены и получили положительную оценку на:

- международной научно-технической конференции "Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении" (Витебск, 1999);

- 57-ой научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" (Санкт-Петербург, 2000);

- научно-технических конференциях преподавателей и студентов Витебского государственного технологического университета 1996-2000 г.г.;

- заседаниях кафедры "Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки" УО "ВГТУ";

- на заседании научно-методического семинара кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Полоцкого государственного университета.

Опубликованность результатов.

По материалам диссертации опубликовано 8 печатных работ, из них 4 статьи, 3 тезиса докладов и получен патент.

Структура и объем диссертации.

Работа содержит введение, общую характеристику работы, четыре главы, заключение, список использованной литературы и приложения. Общий объем работы составляет 165 страниц. Объем диссертации 122 страницы. Работа имеет 35 рисунков и 19 таблиц. В работе использованы 104 литературных источника. В работе приведены 7 приложений, представленных на 27 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, определена основная цель, описаны элементы научной новизны и практическая ценность полученных результатов.

В первой главе дан обзор существующих пылеуловителей инерционного типа на основе имеющихся в литературе публикаций. Последовательно рассмотрены вопросы конструктивных особенностей, принцип работы различных инерционных аппаратов, вопросы эффективности пылеулавливания, теория процесса обеспыливания в аппаратах данного типа. Показано, что разработанные ранее инерционные аппараты имеют определенные недостатки, что сказывается на их эффективности. На основе критического анализа рассмотренных публикаций и проведенного патентного поиска в конце главы сформированы задачи исследования и создания нового инерционного аппарата.

Во второй главе проведены теоретические исследования процессов пылеулавливания в винтовом горизонтальном пылеосадителе.

На первом этапе исследования рассмотрена математическая модель винтовой поверхности. Для винтовых пылеосадителей уравнение рабочей поверхности определено соотношением (1). Схема рабочей поверхности изображена на рис. 1.

$$\vec{R} = (r \cdot \cos \varphi, r \cdot \sin \varphi, f(r) + \lambda \cdot \varphi), \quad (1)$$

где $\vec{R}$ - радиус-вектор точки поверхности;

$$r_0 \leq r \leq r_1, \quad 0 \leq \varphi \leq \frac{z_0}{\lambda}, \quad \lambda = \frac{h}{2 \cdot \pi};$$

r_0 - радиус цилиндрической поверхности, соосной рассматриваемой винтовой; r_1 - радиус шнека; h - шаг поверхности шнека; z_0 - длина шнека.

На втором этапе исследования было рассмотрено уравнение движения пылевой частицы в воздушном потоке.

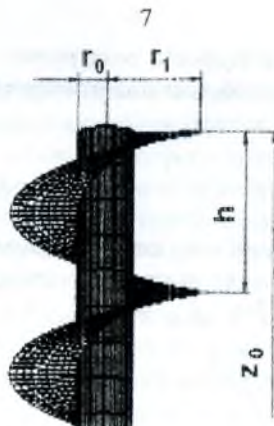


Рис. 1. Схема винтовой поверхности.

Принято допущение, что пылевые частицы имеют шарообразную форму диаметра d , а плотность частицы ρ . Тогда ее масса

$$m = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d^3 \cdot \rho. \quad (2)$$

Уравнение движения частицы описывается уравнением

$$\frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d^3 \cdot \rho \cdot \vec{a} = \vec{F}, \quad (3)$$

где $\vec{F}$ - равнодействующая всех сил, действующих на частицу.

Конечная цель - решение уравнения (3).

Уравнение траектории движения частицы в цилиндрической системе координат определено выражением

$$r = r(t), \varphi = \varphi(t), z = z(t) \quad (4)$$

Тогда для скорости частицы $\vec{v}$ было получено

$$\begin{aligned} \vec{v} &= \frac{dr(t)}{dt} \vec{e}_r + r(t) \frac{d\varphi(t)}{dt} \vec{e}_\varphi + \frac{dz(t)}{dt} \vec{e}_z = \\ &= \dot{r} \vec{e}_r + r \dot{\varphi} \vec{e}_\varphi + \dot{z} \vec{e}_z \end{aligned} \quad (5)$$

где $\vec{e}_r$, $\vec{e}_\varphi$, $\vec{e}_z$ - базовые единичные векторы цилиндрической системы координат.

Было принято, что скорость воздушного потока равна $\bar{w}$. Тогда скорость движения пылевой частицы относительно воздушного потока равна

$$\Delta \bar{v} = \bar{w} - \bar{v}. \quad (6)$$

Для решения данного выражения воспользовались формулой Стокса для силы сопротивления движению частицы в газе. В этом случае для равнодействующей $\bar{F}$ было получено.

$$\bar{F} = 3 \cdot \pi \cdot \eta \cdot d \cdot (\bar{w} - \bar{v}), \quad (7)$$

где η - динамическая вязкость воздуха.

С учетом (7), уравнение (3) приняло вид

$$\bar{a} = \beta \cdot (\bar{w} - \bar{v}), \quad (8)$$

$$\text{где } \beta = \frac{18 \cdot \eta}{d^2 \cdot \rho}.$$

Вектор скорости воздушного потока был представлен в цилиндрических координатах, что позволило создать систему дифференциальных уравнений, описывающих движение пылевой частицы в воздушном потоке

$$\begin{aligned} \ddot{r} - r\dot{\phi}^2 &= \beta \cdot (w_r - \dot{r}), \\ r\ddot{\phi} + 2\dot{r}\dot{\phi} &= \beta \cdot (w_\phi - r\dot{\phi}), \\ \ddot{z} &= \beta \cdot (w_z - \dot{z}). \end{aligned} \quad (9)$$

Далее было рассмотрено взаимодействие пылевой частицы с поверхностью шнека.

Поскольку вблизи поверхности формируется пограничный слой, скорость воздушного потока в котором мала, естественно предположить, что при взаимодействии частицы и шнека выполняется закон отражения: проекция скорости на нормаль к поверхности меняет свой знак, а проекции на касательную плоскость остаются без изменений. Исходя из данного допущения, найдена скорость частицы сразу после отражения. Очевидно, что скорость частицы после отражения будет отличаться от скорости до столкновения тем, что нормальная компонента скорости изменит свой знак на противоположный.

При исследовании движения запыленного газа в аппарате было выявлено, что в пылеосадителе формируется сложный турбулентный поток, математическое описание которого в конечном итоге сводится к решению системы дифференциальных уравнений в частных производных, представляющий собой совокупность следующих уравнений:

- уравнение неразрывности;
- уравнение состояния;
- уравнение Навье-Стокса.

Для описания воздушного потока в ограниченном пространстве были учтены эффекты, возникающие в пограничном слое.

Для определения основных режимно-конструктивных параметров винтовых горизонтальных пылеосадителей разработана программа математической модели работы аппарата, позволяющая рассчитать эффективность пылегазоочистки пылеосадителя для различных видов пыли. В качестве примера приведены результаты теоретических исследований для доломитовой пыли.

Таблица 1

Результаты теоретических исследований фракционной эффективности, полученные методом математического моделирования при $w = 10$ м/с

d, мкм	5	10	15	20	25	30	35	40
η , %	85	91	95	97	95	97	98	98

Глава третья посвящена экспериментальным исследованиям, которые проводились на моделях винтового горизонтального пылеосадителя с внешним диаметром винта 100 мм и 400 мм. Проведено описание лабораторного стенда, подробно изложена методика проведения экспериментальных исследований по определению основных режимно-конструктивных параметров аппарата. На рис. 2 приведена конструкция винтового пылеосадителя.

Был проведен комплексный анализ свойств исследуемых пылей. Дисперсный анализ проводился микроскопическим методом на лазерном анализаторе Fritsch Gabn. для доломитовой и цементной пыли.

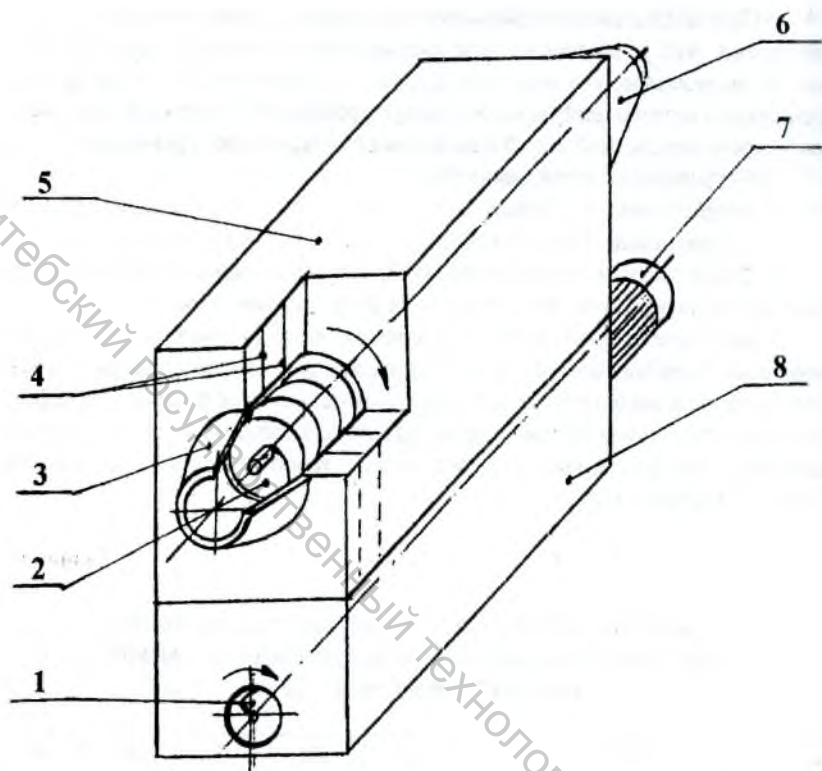


Рис. 2. Винтовой пылесадитель ВП-400.

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1 - Шнек для транспортировки пыли | 5 - Корпус |
| 2 - Рабочий орган (шнек) | 6 - Выходной патрубок |
| 3 - Входной патрубок | 7 - Двигатель |
| 4 - пластины | 8 - Бункер для сбора пыли |

Эффективность винтовых пылесадителей была определена согласно методике проведения экспериментальных исследований для различных видов пылей (доломитовой, цементной, абразивной) при различных режимах работы аппаратов.

$$\eta = 1 - \frac{Z_2}{Z_1}, \quad (10)$$

где Z_1, Z_2 - концентрация до и после пылесадителя, мг/м^3 .

Полученные данные были сведены в таблицу 2.

Результаты экспериментальных исследований фракционной эффективности винтового пылеосадителя

Исходный материал	Скорость воздушного потока w , м/с	d , мкм	η , %
доломитовая пыль	10	до 1	44,0
доломитовая пыль	10	до 3	71,0
доломитовая пыль	10	до 5	87,9
доломитовая пыль	10	до 20	98,6
доломитовая пыль	10	до 50	99,0
доломитовая пыль	10	свыше 50	99,5

Проведенные экспериментальные исследования позволили выявить наиболее оптимальные режимы, при которых достигается повышенная эффективность пылеулавливания для винтовых пылеосадителей.

Данные эксперимента были подтверждены лабораторными исследованиями, проведенными специалистами санитарно-экологической лаборатории ПО «Витязь» г. Витебск и Витебского областного комитета по экологии с составлением соответствующих актов.

Потери давления определены для различных режимно-конструктивных параметров. На основании полученных данных построены графические зависимости $\Delta P = f(N)$, которые приведены на рис. 3.

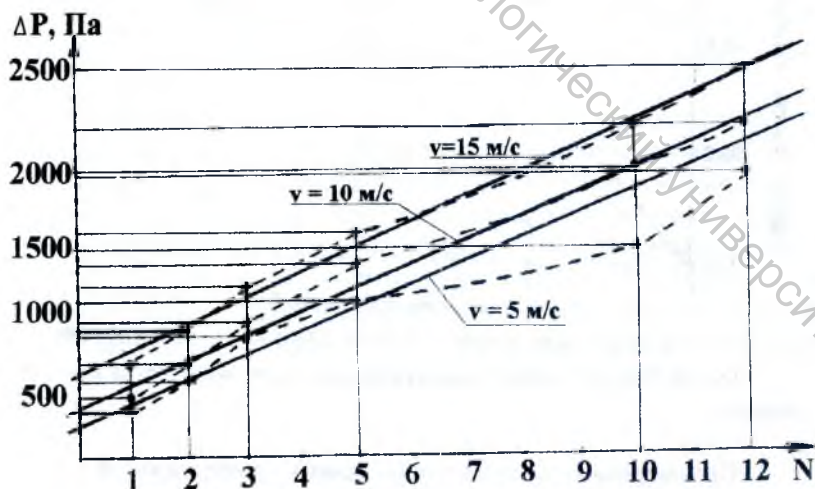


Рис. 3. Зависимость потерь давления ΔP от числа перегородок N .

Анализ полученных данных с использованием методов математической статистики и теории вероятностей позволил получить аналитическую зависимость $\Delta P = f(N)$

$$\Delta P = \frac{100N + 90}{0,55} \quad (11)$$

Данная зависимость позволяет оценить с погрешностью 10 % потери давления винтового пылеосадителя при различных режимах работы.

В четвертой главе дана инженерная методика расчета основных конструктивных и технологических параметров винтовых пылеосадителей.

Было определено оптимальное количество секций аппарата, исходя из энергозатратных параметров и повышенной эффективности, что представлено на рис. 4.

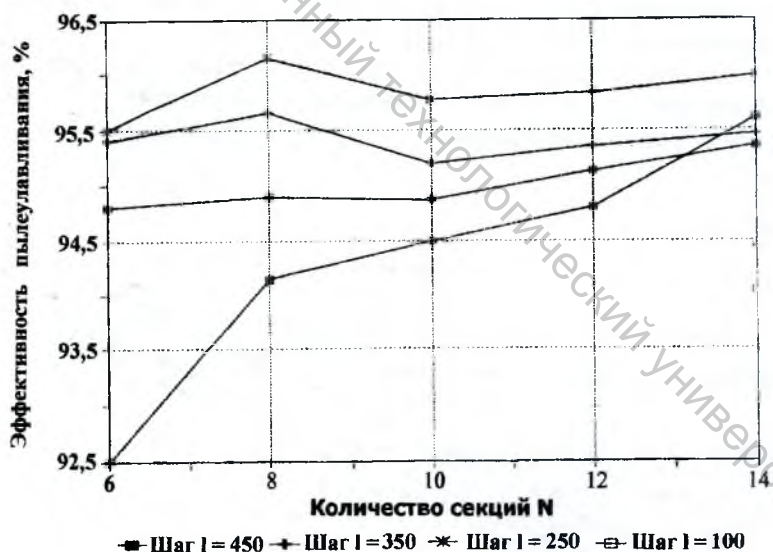
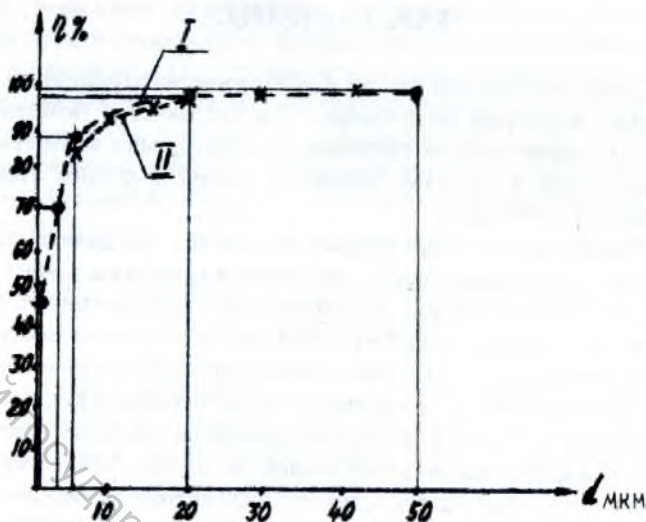


Рис. 4. Эффективность пылеулавливания от количества N и шага l секций.

Произведенное сопоставление данных, полученных в процессе теоретических исследований и экспериментальных работ, показало адекватность разработанной математической модели результатам эксперимента. Полученные зависимости представлены на рис. 5.



I результаты экспериментальных исследований - •

II результаты теоретических исследований - ×

Рис. 5. Графическая зависимость $\eta = f(d)$.

Произведен технико-экономический анализ разработанных винтовых пылесосов в сравнении с другими аппаратами, что позволило выявить их основные достоинства и недостатки.

Показаны направления дальнейшего усовершенствования винтовых пылесосов, которые направлены на уменьшение энергозатрат при эксплуатации.

Произведенный анализ позволяет сделать вывод, что разработанный винтовой пылесос является вполне конкурентоспособным по сравнению с другими видами сухих инерционных пылеуловителей. Винтовой горизонтальный пылесос может быть использован в ряде отраслей добывающей, строительной и обрабатывающей промышленности для очистки воздушного потока от сухих неволокнистых пылей, что позволит решить ряд вопросов по охране труда и созданию нормального микроклимата на рабочих местах. Аппарат был внедрен на АП «ВИЗАС» г. Витебска и Витебском механическом заводе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Сопоставительный анализ и обобщение экспериментальных характеристик известных инерционных пылеуловителей позволяют для повышения эффективности применить в конструкции аппарата винтовую поверхность в качестве основного рабочего органа. Патент РФ № 3253 от 15.12.99 г. [2, 7].

2. Разработанные теоретические положения определяют основные физические и аэродинамические зависимости процессов, происходящих в винтовых горизонтальных пылеосадителях, воспроизводят физическую и математическую модели работы аппаратов, что позволяет определить их режимно-конструктивные параметры и эффективность [2].

3. Произведенные экспериментальные исследования, выполненные на экспериментальной и опытно-промышленной модели аппаратов согласно разработанной индивидуальной методике, определяют основные зависимости между аэродинамическими характеристиками и конструктивными параметрами винтовых пылеосадителей для различных видов пылей [3]. Выполненный дисперсный анализ исследуемых видов пылей, произведенный микроскопическим методом и методом сит, позволяет определить фракционную эффективность винтового горизонтального пылеосадителя [6].

4. Экспериментальные исследования, выполненные по разработанной индивидуальной методике, подтверждают с малой степенью погрешности данные теоретических исследований, позволяют уточнить конструктивные параметры аппаратов и определить диапазон их применения в условиях различных технологических процессов [4]. На основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований, обработанных методами математической статистики, разработана методика по расчету оптимальных конструктивных параметров винтового горизонтального пылеосадителя [1, 3].

5. Произведенное технико-экономическое сравнение винтовых горизонтальных пылеосадителей с другими инерционными аппаратами по ряду режимно-конструктивных параметров позволяет выявить их основные достоинства и недостатки, определить сферы их использования в различных отраслях добывающей, обрабатывающей и строительной промышленности [5].

6. Одним из преимуществ практического применения винтовых пылеосадителей является их конструктивное исполнение в виде горизонтального корпуса прямоугольного сечения с малыми габаритами, что позволяет расположить их в межколонных пространствах, не занимая для их установки и эксплуатации дополнительных производственных площадей, в отличие от всех используемых конструкций пылеуловителей [4, 5].

7. Применение винтовых пылеосадителей помимо экологической направленности способствует улучшению санитарно-гигиенических условий воздушной среды на рабочих местах, обеспечивает экономию энергосырьевых ресурсов за счет улавливания и вторичного использования пылевидных материалов, экономии средств от освобождения производственных площадей и снижение энерго- и металлоемкости систем очистки технологических газов и вентиляционных выбросов [4].

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ПРЕДСТАВЛЕНО В ПУБЛИКАЦИЯХ:

1. Теоретические исследования пылеулавливания в винтовом воздушном потоке. С.С. Клименков, В.В. Селивончик, И.А. Тимонов, А.А. Ходьков / Сборник статей МНТК "Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении". - Витебск, ВГТУ, 1999. - С. 227-230.

2. Селивончик В.В., Тимонов И.А., Ходьков А.А. Уравнение движения пылевой частицы в пространстве, ограниченном винтовой поверхностью / Тезисы докладов XXXII НТК преподавателей ВГТУ. - Витебск, ВГТУ, 1999. - С. 114-115.

3. Разработка и исследование нового устройства для эффективной очистки промышленных запыленных газовых выбросов. С.С. Клименков, А.С. Клименков, А.А. Ходьков, И.А. Тимонов / Сборник научных трудов "Современные энергоресурсосберегающие и экологобезопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности". - Витебск, ВГТУ, 1998. - С. 9-10.

4. Ходьков А.А. Обеспыливание воздуха в шнековом пылеуловителе / Сборник статей МНТК "Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении". - Витебск, ВГТУ, 1999. - С. 231-236.

5. Ходьков А.А., Клименков С.С., Тимонов И.А. Пылеуловитель шнековый / Тезисы докладов XXXII НТК преподавателей ВГТУ. - Витебск, ВГТУ, 1999. - С. 66-67.

6. Ходьков А.А., Клименков С.С., Тимонов И.А. Разработка нового высокоэффективного пылеуловителя шнекового типа / Тезисы докладов 57-ой научной конференции преподавателей Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха". - Санкт-Петербург, 2000. - С. 111.

7. Устройство для очистки воздушного потока от пыли. Патент № 3253. С.С. Клименков, И.А. Тимонов, А.А. Ходьков, А.С. Клименков. - Заявл. 24.04.97.

РЭЗЮМЭ

Хадзькоў Андрэй Аляксеевіч

РАСПРАЦОЎКА ВІНТАВОГА ПЫЛАЎЛОЎНІКА

Вінтавы пылаўлоўнік, матэматычная мадэль, даследаванне, распрацоўка, эксперымент, эфектыўнасць, перспектыва.

Аб'ектам даследавання з'яўляецца сістэма пылагазаачысткі выкідаў прамысловых прадпрыемстваў.

Мэта працы - стварэнне і даследаванне вінтавога пылаўлоўніка.

Распрацоўка канструкцыі пылаўлоўніка грунтавалася на аналізе існуючых пылаўлоўнікаў як айчынных так і замежнай вытворчасці. Пры выкананні тэарэтычных даследаванняў выкарыстоўваліся палажэнні вышэйшай матэматыкі, тэорыі абяспыльвання і матэматычнага мадэліравання. Была распрацавана матэматычная мадэль руху пылавой часціцы ў закручаным паветраным патоку са складаннем адпаведнай праграмы. Апрацоўка вынікаў тэарэтычных даследаванняў праводзілася з выкарыстаннем ЭВМ.

У выніку тэарэтычнага даследавання і правядзення эксперыментаў была распрацавана інжынерная метадыка разліку асноўных рэжымна-канструктыўных параметраў вінтавых пылаўлоўнікаў розных тыпапамераў. Апрацоўка вынікаў эксперыментаў праводзілася з выкарыстаннем метадаў матэматычнага аналізу на ЭВМ. На падставе атрыманых даных была створана доследна-прамысловая ўстаноўка шнэкавага пылаўлоўніка, якая паказала павышаную эфектыўнасць ачысткі для розных відаў пылу. Рабіўся дысперсны аналіз розных відаў пылу, якія выкарыстоўваліся пры правядзенні эксперыменту. Правядзенне эксперыментальных работ выконваліся на створаным лабараторна-выпрабавальным стэндзе па распрацаванай папярэдне метадыцы правядзення эксперыменту. У працэсе выпрабаванняў апарата на стэндзе былі выяўлены залежнасці эфектыўнасці ачысткі, аэрадынамічнага супраціўлення ад рэжымна-канструктыўных параметраў пылаўлоўніка.

Быў зроблены параўнальны тэхнічна-эканамічны аналіз распрацаванага вінтавога пылаўлоўніка з іншымі відамі інерцыйных пылаўлоўнікаў і вызначаны галіны прымянення апаратаў данай канструкцыі, зыходзячы з тэхналагічных магчымасцей.

Распрацаваны вінтавы пылаўлоўнік быў укаранены на АП "ВІЗАС" г. Віцебска і Віцебскім механічным заводзе.

РЕЗЮМЕ

Ходьков Андрей Алексеевич

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИНТОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЫЛЕОСАДИТЕЛЯ

Винтовой горизонтальный пылеосадитель, математическая модель, исследование, разработка, эксперимент, эффективность, перспектива.

Объектом исследования является система пылегазоочистки выбросов промышленных предприятий.

Цель работы - разработка и создание винтового горизонтального пылеосадителя.

Разработка конструкции винтового пылеосадителя основывалась на анализе существующих пылеуловителей как отечественного так и зарубежного производства. При выполнении теоретических исследований использовались положения высшей математики, теории обеспыливания и математического моделирования. Была разработана математическая модель движения пылевой частицы в закрученном воздушном потоке с составлением соответствующей программы. Обработка результатов теоретических исследований проводилась с использованием ЭВМ.

В результате теоретических исследований и проведения экспериментов была разработана инженерная методика расчета основных режимно-конструктивных параметров винтовых пылеосадителей различных типоразмеров. Обработка результатов экспериментов проводилась с использованием методов математической статистики на ЭВМ. На основании полученных данных была создана опытно-промышленная установка винтового пылеосадителя, которая показала повышенную эффективность очистки для различных видов пылей. Производился дисперсный анализ пылей, которые использовались при проведении эксперимента. Проведение экспериментальных работ выполнялось на созданном лабораторно-испытательном стенде по разработанной предварительно методике проведения эксперимента. В процессе испытаний аппарата на стенде были выявлены зависимости эффективности очистки, аэродинамического сопротивления от режимно-конструктивных параметров пылеосадителя.

Был произведен сопоставительный технико-экономический анализ разработанного винтового пылеосадителя в сравнении с другими видами инерционных пылеуловителей, определены области применения аппаратов данной конструкции, исходя из технологических возможностей.

Разработанный винтовой горизонтальный пылеосадитель был внедрен на АП "ВИЗАС" г. Витебска и Витебском механическом заводе.



SUMMARY

Khodkov Andree Alecseevich

Development screwing dust collector

Screwing dust collector, mathematical model, research, development, experiment, efficiency, prospect.

Object of research is screwing dust collector.

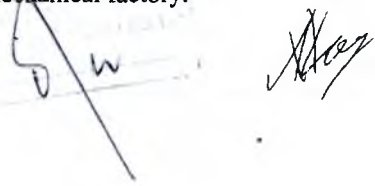
The purpose of work - creation and research dust collector.

The development of a design dust collector was based on the analysis existing dust collector both domestic and foreign manufacture. At performance of theoretical researches the rules(situation) of maximum mathematics, theory dust removal and mathematical modeling were used. The mathematical model of movement dusting of a particle in the twirled air flow with drawing up of the appropriate program was developed. The processing of results of theoretical researches was carried out(spent) with use of the computer.

As a result of theoretical researches and realization of experiments the engineering technique of account of the basic condition-design data screwing dust collector various typesize was developed. The processing of results of experiments was carried out(spent) with use of methods of mathematical statistics on the computer. On the basis of the received data the trial installation screwing dust collector was created which has shown the raised(increased) efficiency of clearing for various kinds dusts. Was made дисперсный the analysis dusts, which were used at realization of experiment. The realization of experimental works was carried out on the created laboratory-test bed on the developed previously technique of realization of experiment. During tests of the device on the stand the dependences of efficiency of clearing, aerodynamic resistance from режимно-design data dust collector were revealed.

The comparative technical and economic analysis developed screwing dust collector with other kinds inertial dust collectors was made and the areas of application of devices of the given design are certain(determined), proceeding from technological opportunities.

Developed screwing dust collector was introduced RE "VIZAS" of Vitebsk and Vitebsk a mechanical factory.



ХОДЬКОВ АНДРЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИНТОВОГО
ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЫЛЕОСАДИТЕЛЯ**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Подписано в печать _____ Формат 60х84/16. Печать ксероксная.
Уч.-изд. л. 1,5. Усл. печ. л. 1,4. Тираж _____ экз. Заказ 419. Бесплатно.

Отпечатано на ризографе ВГТУ.
210028, г. Витебск, Московский пр-т, 72.