

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора
Манохина Вячеслава Яковлевича на диссертацию Романюк Елены Васильевны
«Научные основы автоматизации систем управления производственной
аспирацией с обеспечением пожарной безопасности», представленную на
соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3. -
Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
(технические науки)

Актуальность диссертации. Горючая пыль, образующая взрывопожароопасные пылевоздушные потоки, присутствует сегодня практически на каждом производстве, поэтому системы производственной аспирации, задачей которых является улавливание и утилизация горючей пыли, являются важным оборудованием для предупреждения пожаров и взрывов, а также загрязнения окружающей среды. Важную роль при этом играют аппараты для очистки воздушных потоков от пыли, устанавливаемые в системах производственной аспирации и вентиляции. Выбор и контроль состояния пылеулавливающих аппаратов, от которых во многом зависит состояние всей системы, является сложной узкоспециализированной задачей, автоматизация которой позволит повысить безопасность производства и значительно снизить производственные затраты. Статистика пылевых взрывов и пожаров в Российской Федерации и в мире свидетельствует об актуальности такой задачи практически для любого производства. С учетом масштабов систем аспирации на производствах пищевой, добывающей, химической, деревообрабатывающей и других отраслей, а также цепного характера пылевых взрывов некорректная проектировка и диагностика пылеулавливающего оборудования приводит к катастрофическим последствиям не только для предприятия, но и для мест его локации. С учетом вышесказанного мониторинг и управление производственной аспирацией являются важнейшим аспектом безопасности всего предприятия, а разработка научных основ построения АСУ производственной аспирации и ее интеграции в общезаводские АСУ – актуальной проблемой, решению которой посвящена работа.

Вх. №6/170 от 05.09.2022

Соискатель формулирует в качестве **цели работы** создание научных основ автоматизации систем управления производственной аспирацией и обеспечения ее пожарной безопасности на производствах, связанных с обращением горючей пыли, на основе новой концепции управления производственной аспирацией посредством предупреждения аварийных режимов работы пылеуловителей.

В работе приводятся научные основы, модели и методы идентификации процесса утилизации взрывоопасных потоков в системах аспирации с помощью фильтров-пылеуловителей, а также технические решения, позволяющие реализовывать эффективное управление системами аспирации и их интеграцию в системы обеспечения безопасности производства.

Анализ структуры диссертации. Диссертационная работа Е.В. Романюк изложена на 427 страницах машинописного текста, включает в себя 45 таблиц, 134 рисунка, список литературы из 433 наименований. Работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и 6 приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, показана степень разработанности области исследования, сформулированы цель и задачи диссертации, приведены объект и предмет исследования, показана научная новизна работы и ее практическая значимость, перечислены положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Анализ и обоснование необходимости разработки автоматизированных систем управления аспирацией технологических процессов, связанных с образованием и обращением горючих пылей» рассмотрены предпосылки для создания автоматизированных систем управления аспирацией на производстве, связанном с интенсивным образованием и обращением горючей пыли. Проанализированы существующие подходы к решению вопроса управления системами и снижения их пожарной опасности посредством регулирования работы систем аспирации и технических решений в данной области. Предпосылками для создания и разработки научных основ автоматизации аспирации, согласно работе, является

несовершенство и ограниченность представленных подходов к автоматизации, к тому же создающих потенциальную опасность при утилизации воздуха с горючей взрывоопасной пылью, а также ограниченное взаимодействие систем контроля аспирации с другими системами обеспечения безопасности, в частности, системами обеспечения пожарной безопасности. На основе проведенного анализа были определены требования к новой концепции АСУ аспирации, позволяющей обобщить существующий опыт и разработать инновационные решения.

Во второй главе «Разработка структуры и принципов построения автоматизированной системы управления производственной аспирацией с обеспечением пожарной безопасности» представлена концепция АСУ, состоящей из двух подсистем. Первая с помощью разработанных алгоритмов, базирующихся на известных методиках выбора пылеулавливающего оборудования, проверяет правильность выбора и корректирует его, а вторая работает для фильтров-пылеуловителей различной структуры и вида и способна определять состояние пылеуловителя, далее в зависимости от этого принимать решения. При этом акцент делается на прогнозирование аварийных режимов работы, последствием которых являются пожары и взрывы. Соискателем Е.В. Романюк предлагается использовать насыпные фильтры-пылеуловители как оптимальный выбор разработанного алгоритма для проанализированных производств. Данные аппараты в этом случае выступают не только как устройства очистки, но и устройства регулирования всей системы аспирации. При этом в качестве регулирующих воздействий могут быть использованы механизмы регенерации и изменения структуры слоя.

В третьей главе «Разработка технического и программного обеспечения автоматизированной системы управления предупреждением и противопожарной защитой» автором разработано и предложено техническое, аппаратное и программное обеспечение АСУ, позволяющего реализовывать предложенную концепцию контроля и управления и основанное на оценке общего перепада давления на фильтре. Также предлагаются технические решения для реализации АСУ для крупных производственных объектов и объектов аспирации, расположенных на больших расстояниях.

Результатом четвертой главы «Экспериментальное определение взрывоопасных режимов работы системы аспирации с фильтрами» являются выявленные закономерности изменения общего перепада давлений, определенного в качестве контролирующей функции АСУ для однослойных и двухслойных насыпных фильтров-пылеуловителей и положенного в основу работы диагностической подсистемы АСУ.

В пятой главе «Математические модели и аналитические зависимости для обеспечения систем автоматизированного контроля» на основании выявленной в экспериментах динамики изменения контролирующей функции разработаны математические модели и алгоритмы для диагностики и прогнозирования состояния фильтра системы производственной аспирации.

В шестой главе «Интегрирование автоматизированной системы управления аспирацией с производственными автоматизированными системами управления» рассмотрены методы включения системы диагностики и прогнозирования в интегрированную систему управления безопасностью производства (ИСУБП). В качестве основного маркера опасности рассматриваются предаварийные и аварийные режимы работы системы аспирации с фильтрами-пылеуловителями различного типа. Описана концепция ИСУБП, направленная на поддержание нормальных и нейтрализацию аварийных режимов работы, приведены принципы ее построения для производств с интенсивным выделением пыли.

Заключение включает теоретические и практические результаты, полученные соискателем в ходе работы над диссертацией.

В разделе **приложений** диссертации содержатся шесть приложений, включающих некоторые справочные данные о свойствах пыли и методику расчета параметров фильтра-пылеуловителя для иллюстрации справочной базы данных системы идентификации (подсистемы АСУ), разработанной во второй главе. В приложениях приведены экспериментальные кривые, полученные подсистемой АСУ и фотографии, иллюстрирующие результаты экспериментов с фильтрами, на основании которых строятся закономерности изменения контролирующей функции; расчет экономической эффективности предлагаемых решений по автоматизации на примере

ОАО «МК «Воронежский». Также представлены акты внедрения, патенты на изобретения и полезные модели, свидетельства регистрации программ для ЭВМ.

Степень достоверности полученных Е.В. Романюк результатов диссертационного исследования обосновывается теоретическими и практическими сведениями, представленными в известных научных работах и публикациях; использованием апробированных научных положений и методов исследования, корректным применением математического аппарата и сертифицированных программ моделирования. Теоретические разработки подтверждаются результатами апробации, внедрения и экспериментальной проверкой отдельных теоретических положений. При этом максимальное расхождение результатов теоретических и экспериментальных исследований не превышает 16% с доверительной вероятностью 0,95.

Научная новизна работы заключается в следующем.

1. Разработаны комплекс алгоритмов и их информационное обеспечение, представляющих собой систему идентификации пылеуловителя и позволяющих осуществить выбор и идентификацию пылеуловителя для системы аспирации на основе справочных, частично справочных и частично экспериментальных и исключительно экспериментальных данных.

2. Разработаны теоретические основы автоматизации системы управления предупреждением и противопожарной защитой (АСУППЗ) аспирации с фильтрами-пылеуловителями на основе контроля общего перепада давлений как управляющей функции с учетом впервые описанного аварийного режима работы фильтра – экзоссии, и регулирования состояния аспирации путем смены режимов работы фильтров, а также их конфигурации с применением специальных инновационных конструкций.

3. Предложен метод повышения надежности и эффективности АСУ аспирацией путем создания дополнительных подсистем контроля режимов работы (супервизора) и обеспечения пожарной безопасности, который обеспечивается моделью взаимодействия систем текущей диагностики состояния аспирации и супервизора на основе впервые предложенной многомерной цепи полумарковского процесса.

4. Разработаны и апробированы структура, техническое и программное обеспечения АСУ аспирацией для экспериментальных исследований и промышленного использования.

5. Получены математические модели, заложенные в основу работы систем управления аспирацией для диагностики и прогнозирования времени возникновения аварийных режимов работы фильтров в системе аспирации и обеспечивающие текущую диагностику и supervisory функцию АСУ аспирацией с однослойными и двухслойными фильтрами-пылеуловителями.

6. Разработана методика интеграции АСУ аспирацией с подсистемами АСУ производством, учитывающая информационную среду на основе комбинированной модели сетей Петри с приоритетом и сетей Маркова и реализован на их основе концептуальный подход к созданию интегрированной системы управления безопасностью производства (ИСУБП) как выделенному комплексу функций по обеспечению безопасности в структуре производственной АСУ.

7. Предложен новый метод реализации регулирующих функций АСУ посредством применения новых конструктивных решений фильтров-пылеуловителей.

Теоретическая значимость работы заключается в следующем.

1. Создание методов и алгоритмов идентификации пылеуловителя в системе производственной аспирации на основе справочных и экспериментальных данных.

2. Разработка методологии, научных основ и формализованных методов построения автоматизированной системы управления предупреждением и противопожарной защитой аспирации на основе контроля режима работы фильтра-пылеуловителя и использования мобильной структуры и (или) конструкции фильтра для реализации регулирующих функций системы.

3. Экспериментальное обнаружение, теоретическое и математическое описание аварийного режима работы фильтра – экзосции.

4. Создание методик, алгоритмов обеспечения работы АСУ аспирацией с фильтрами-пылеуловителями, а также структуры и принципов построения таких АСУ на основании обнаруженных эмпирически и описанных

математически закономерностей кинетики общего перепада давлений на фильтрах-пылеуловителях различного вида.

5. Предложена концепция работы интегрированной системы управления безопасностью производства (ИСУБП), связанного с обращением горючих пылей.

Практическая значимость работы заключается в следующем. Разработаны алгоритмы и программы идентификации пылеуловителя для системы аспирации на основе исключительно справочных данных; частично справочных и частично экспериментальных данных; полностью экспериментальных данных. Разработано техническое и программное обеспечение (Свидетельства государственной регистрации № 2014610850, 2017614784, 2020612201) для автоматизированной системы управления работой системы аспирации. Разработана методика двойного контроля состояния фильтра и идентификации аварийных режимов на основе текущих замеров общего перепада давлений на фильтре и работы цифрового двойника процесса. Разработаны и подтверждены патентами РФ способы (алгоритмы) для текущего распознавания и прогнозирования аварийных ситуаций в системе аспирации с однослойными и двухслойными фильрами-пылеуловителями (патенты №№ 2743560, 2746369). Разработаны конструкции фильтров-пылеуловителей (патенты №№ 2474463, 2629683, 2656304, 164866, 169127, 2656304), позволяющие реализовывать регулирующие функции автоматизированной системы идентификации пылеуловителя и контроля работы аспирации с фильтрами. Разработаны технические решения для реализации функций пламяпреграждения и пламягашения в системах аспирации производств, связанных с обращением горючей пыли (патенты №№ 2597535, 2657692, 2713685). Создан опытный образец АСУ, включающий подсистему мониторинга фильтровальных установок с применением проводной и беспроводной связи и модульную фильтровальную установку.

Общая оценка работы и замечания по диссертации.

Несмотря на полученную научную новизну и практическую значимость имеются следующие замечания и вопросы к работе:

1. Для проведения экспериментов в производственных условиях был выбран участок упрочнения деталей автосцепки вагоноремонтного завода. Корректно ли использовать данный вид пыли, которая не является горючей и взрывоопасной, при разработке методов построения АСУ производственной аспирацией предприятий, на которых обращается горючая пыль.

2. При оценке взрывопожароопасности производства большую роль играет определение концентрации пыли, которая создается в объемах оборудования и производственных помещениях. В данной работе контроль концентрации пыли не производился напрямую. Можно ли говорить об эффективности предлагаемых решений в этом случае?

3. В главе 5 приводится формула (5.8)

$$T = \frac{\Delta^2 P}{\Delta \tau},$$

требующая пояснения. Что значит в данной формуле « Δ^2 »?

4. Предлагаемая концепция АСУ системы базируется на измерении, анализе и оценке давления, может ли предлагаемая ИСУБП быть адаптирована для определения режима работы с помощью других датчиков контроля, другого оборудования, другого технологического процесса?

Общее заключение по диссертационной работе. Диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, структурирована, главы диссертации взаимосвязаны, текст диссертации оформлен в соответствии с ГОСТ. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Достоинством работы являются многочисленные экспериментальные исследования, связь с производством. Результаты работы достаточно полно опубликованы и апробированы. Поставленная цель и задачи в работе выполнены.

По актуальности проблемы, решенной на современном теоретическом и экспериментальном уровне, научной новизне и практической значимости результатов, диссертационная работа «Научные основы автоматизации систем управления производственной аспирацией с обеспечением пожарной

безопасности» (области исследования: «Автоматизация контроля и испытаний»; «Методология, научные основы и формализованные методы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСТПП) и т.д.»; «Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления») соответствует паспорту специальности, а ее автор Романюк Елена Васильевна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3. - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Официальный оппонент:

Профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», доктор технических наук по специальности 03.00.16 – Экология, профессор

«29» 06 2022 г.

В.Я. Манохин

Подпись Манохина Вячеслава Яковлевича заверяю.

Начальник отдела по работе с персоналом

«29» 06 2022 г.



О.В. Козлова

Первый проректор-проректор по науке

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ)

Адрес: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

Телефон: +7 (473) 207-22-20

Сайт: <https://cchgeu.ru>. Адрес электронной почты: rector@vorstu.ru.

