

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора

Матвейкина Валерия Григорьевича 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.

Для производств многих отраслей промышленности вопрос управления взрывопожароопасными пылегазовыми потоками является первостепенным вопросом безопасности. Для таких задач существующие общие подходы по автоматизации неприемлемы, так как не учитывают свойства обрабатываемых пылегазовых потоков, а также особенностей оборудования, которое, как правило, носит индивидуальный характер для каждого производства. Обобщенный подход при автоматизации производственных аспирационных систем приводит к неэффективным решениям в области автоматизации процесса улавливания и утилизации пыли как самостоятельного технологического процесса. При нестандартных решениях аспирационных систем применение стандартных подходов приводит к катастрофам. Например, увеличение скорости потока как традиционного метода автоматического повышения производительности аспирации без учета специфики работы пылеулавливающих агрегатов приводит к эскалации аварийной ситуации. При этом пылеулавливающее оборудование становится не средством защиты, а дополнительным источником аварий, поэтому актуальным является перенос акцента в управлении и перевод пылеуловителя из категории потенциальных источников опасности в мощные средства управления и предупреждения пожаров и взрывов. Представленная диссертационная работа ставит целью решение этой актуальной производственной проблемы посредством создания 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

вх № 6/144 от 26.07.2022

аварийных режимов работы пылеуловителей. Для реализации цели выполняются на экспериментальном и теоретическом уровне ряд последовательных задач, решение которых закладывает научные основы предлагаемой концепции управления и создания АСУ аспирацией с обеспечением пожарной безопасности.

Анализ структуры диссертации.

Выполненная диссертационная работа Романюк Е.В. включает 427 страниц машинописного текста, содержит 45 таблиц, 134 рисунка, список литературы, состоящий из 433 наименований. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и 6 приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, указана 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»** дана характеристика процесса очистки пылевоздушного аспирационного потока на предприятиях различного профиля. Приведены параметры оценки процесса, методы и средства его контроля. Представлен анализ существующих методов и принципов построения производственной автоматики в структуре производственной АСУ, указаны существующие недостатки и потенциальные возможности для разработки новой концепции автоматизированного управления.

Во второй главе **«Разработка структуры и принципов построения автоматизированной системы управления производственной аспирацией с обеспечением пожарной безопасности»** на основе рассмотренного в первой главе материала предложена концепция построения АСУ аспирации с пылеуловителями, включающая его начальную идентификацию по свойствам пылегазовых потоков и принципам работы и дальнейшую диагностику и

управления аспирацией на основе анализа параметра работы фильтра-пылеуловителя – общего перепада давлений.

В третьей главе **«Разработка технического и программного обеспечения автоматизированной системы управления предупреждением и противопожарной защитой»** соискатель Е.В. Романюк разрабатывает экспериментальное программное и техническое обеспечение для системы идентификации фильтров с различными рабочими параметрами и диагностики работы фильтра-пылеуловителя. Диагностика реализуется путем оценки и анализа общего перепада давлений на фильтре. Выбранное оборудование позволяет также фиксировать возникновение возгораний в системе.

В четвертой главе **«Экспериментальное определение взрывоопасных режимов работы системы аспирации с фильтрами»** приведены закономерности изменения контролирующей функции (общего перепада давлений) на разных этапах работы фильтра-пылеуловителя. Полученные экспериментальные зависимости позволяют говорить о едином характере кинетики общего перепада давлений для различных фильтров, что дает возможность данные закономерности положить в основу метода диагностики и прогнозирования работы всей системы аспирации с разными параметрами фильтров, учесть и спрогнозировать аварийные режимы.

В пятой главе **«Математические модели и аналитические зависимости для обеспечения систем автоматизированного контроля»** предлагается математическое и алгоритмическое обеспечение для работы подсистем диагностики и прогнозирования работы производственной аспирации с фильтрами-пылеуловителями на основе экспериментальных зависимостей общего перепада давлений от продолжительности процесса.

В шестой главе **«Интегрирование автоматизированной системы управления аспирацией с производственными автоматизированными системами управления»** на основе вероятностных характеристик процесса фильтрования (определение вероятности реализации выделенных режимов работы фильтра), полученных путем оценки экспериментальных зависимостей общего перепада давлений от продолжительности процесса построена модель получения триггеров аварий в производственной аспирационной системе. При этом

разрабатывается новая многомерная модель Марковской цепи, позволяющая реализовывать идентификацию предаварийного и аварийного режима без остановки работы системы аспирации. Принятие решения о компенсирующих воздействиях осуществляется на основе сети Петри. Разработанный метод принятия решений на основе сети Петри позволяет принять триггер аварии от цепи Маркова и с учетом информационной среды, включающей оценку параметров аспирации, технологического процесса, обслуживаемого ею, и других факторов принять решение. Предложена концепция интегрированной системы управления безопасностью, механизм работы которой базируется на описанных закономерностях и моделях, а также оценке рангов ситуаций в зависимости от масштабов развивающейся аварийной или предаварийной ситуации, зародившейся в фильтре-пылеуловителе системы аспирации.

Заключение содержит основные теоретические и практические результаты, полученные соискателем при работе над диссертацией.

В разделе «**Приложения**» содержатся следующие приложения: выборочные данные о свойствах пыли и методика расчета параметров фильтра, как часть системы идентификации процесса; экспериментальные данные по диагностике общего перепада давлений на фильтрах с различными рабочими параметрами; фотографии для визуальной оценки экзосции, расчет экономической эффективности предлагаемых решений по автоматизации. 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 – экзосции, 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 супервизорную 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 фильтрами-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.

Замечания по работе:

1. В современной АСУТП важную роль играет человек, как часть системы. В диссертации Е.В. Романюк при разработке методов автоматизации и управления, построении алгоритмов человек присутствует эпизодически, его участие в системе определено нечетко. Следовало бы выделить конкретно и привести характеристику человека как ключевого элемента производственной АСУ.

2. Во 2 главе приведена информационная схема управления фильтрами для поддержания и нормализации работы производственной аспирационной системы. В данных информационных структурах регенерация различными методами выступает регулирующим воздействием, однако в работе приведен анализ контролирующей функции – общего перепада давлений и не описаны особенности изменения данной

функции при реализации регулирующих воздействий. Корректно ли для описываемого процесса использовать понятия теории регулирования?

3. В параграфе 6.3. математическое выражение $P_i = \{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8\}$ является некорректным либо требует пояснения того, что имел в виду соискатель.

4. На рис. 6.5 приведена схема «многомерной» Марковской цепи. Отсутствуют связи между состояниями P_1 - P_5 и P_n . В предложенном математическом описании данная взаимосвязь также не описывается.

5. На основании каких критериев и основываясь на какой информации присваиваются значения рангов сценариям, описанным с помощью цепи Петри-Маркова?

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки выполненной диссертации, которая является законченной работой, выполненной самостоятельно на соответствующем научно-техническом уровне.

Работа изложена грамотным литературным языком, содержит необходимые доказательства. Результаты диссертации Романюк Елены Васильевны опубликованы в авторитетных научных изданиях, апробированы на конференциях. По результатам опубликовано более 49 научных статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 6 статей в журналах, индексируемых в базе Scopus, получено 12 патентов РФ и 3 свидетельства регистрации программ для ЭВМ, опубликованы 2 монографии.

Автореферат и публикации соответствуют содержанию диссертации.

Квалификационная оценка диссертации

Диссертационная работа Романюк Елены Васильевны «Научные основы автоматизации систем управления производственной аспирацией с обеспечением пожарной безопасности» полностью отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842; содержание диссертации отвечает паспорту специальности 2.3.3. - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки) (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»), 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:

Заведующий кафедрой «Информационные процессы и управление» федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»

доктор технических наук, профессор

«28» 06 2022 г.

В. Г. Матвейкин

Подпись Матвейкина Валерия Григорьевича заверяю.

Начальник управления кадровой политики

«28» 06 2022 г.



Л.И. Соколова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ТГТУ)

Адрес: 392000, г.Тамбов, ул.Советская, д.106

Телефон: (4752) 63-10-19

Факс: 63-06-43

E-mail: tstu@admin.tstu.ru

Сайт: <https://www.tstu.ru>