

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФГУИ

«РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина» -
начальник ВНИИТФ _____ А.И. Соколов

«30» августа 2018 г.

ОТЗЫВ

Ведущей организации Федерального Государственного Унитарного Предприятия «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина» о научно-практической ценности диссертации Сандакова Виталия Дмитриевича на тему: **«Совершенствование и интенсификация процесса очистки воздуха от примесей в замкнутых помещениях импульсной стримерной короной»** на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.09.10 – «Электротехнология»

1. Актуальность избранной темы.

В составе воздуха замкнутых помещений могут содержаться такие пылевидные частицы как дым, летучие органические соединения, такие соединения как оксиды углерода и азота и т.п. Загрязнители воздуха воздействуют на дыхательную и сердечно-сосудистую системы человека, что приводит к нарушению его здоровья.

Воздействия определяются дозой попадающих в организм веществ, которая связана с концентрацией загрязняющих веществ и длительностью нахождения загрязнений в помещении, т.е. общим количеством веществ, попадающих в человеческий организм. Поэтому совершенствование технологий и устройств для очистки воздуха в помещениях от вредных примесей **является актуальной и жизненно необходимой проблемой.** Поэтому тема диссертации Сандакова В.Д. является актуальной.

2. Связь работы с планами соответствующих отраслей науки и народного хозяйства

Разработанные Сандаковым В.Д. методы очистки вредных примесей в помещении во многом соответствуют применению озонаторов для очистки воздуха от газообразных включений и связаны с традиционными и известными методами применения озонаторов. Озонаторы обеспечивают появление такого окислителя как озон и электрические поля, которые эффективно воздействуют на

загрязнители в воздухе, обеспечивают достаточную энергоэффективность и простоту технического исполнения. Озонаторы часто используют при решении практических задач очистки и обеззараживания помещений. В то же время с научной точки зрения для расширения возможностей озонаторов в очистке газа помещений требуется решение новых научных проблем при создании эффективного очистителя.

Диссертация Сандакова В.Д. соответствует специальности 05.09.10 – «Электротехнология» и охватывает следующие области Паспорта специальности:

– п. 2. «Обоснование совокупности технических, технологических, экономических, экологических и социальных критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнологических комплексов и систем».

– п. 3. «Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнологических комплексов и систем, их оптимизация, разработка алгоритмов эффективного управления».

3. Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Наиболее перспективным направлением в разработке очистителя нового поколения является использование объемного стримерного коронного разряда, который зажигается в атмосферном воздухе (без специальной его подготовки, что является большим преимуществом).

Переход от традиционного разряда на поверхности (барьерный озонатор) на разряд в объеме позволяет увеличить область низкотемпературной плазмы. Это, в свою очередь, позволяет значительно повысить энергетическую эффективность выработки озона в стримерном разряде. Переход к большему объему увеличивает эффективность стримерного коронного разряда с формированием низкотемпературного плазмо-химического реактора. Для такого перехода в диссертации преодолены научно - технические трудности:

- схемными решениями создан объемный разряд с низкотемпературной плазмой;
- обеспечено предотвращение перехода стримерного разряда в искровой, когда отсутствует закорачивание генератора;
- разработан и применен генератор импульсов с наносекундным фронтом;
- исследована физика горения наносекундного разряда, когда процесс ионизации формируется во всем объеме.

В диссертационной работе Сандакова В.Д. объемность стримерного разряда достигается с помощью применения генератора Блюмлайна (с использованием отрезков коаксиальных кабелей). Такой генератор позволяет формировать импульсы высокого напряжения (порядка 100 кВ) прямоугольной формы с крутым (наносекундным) фронтом. Используемый в диссертации новый вариант генератора Блюмлайна реализует объемный плазмохимический реактор с импульсным стримерным разрядом. Для повышения «объемности» стримерного разряда предложено и реализовано новое техническое решение с применением катодов на основе монокристаллических материалов.

В диссертации представлены результаты исследования разработки и параметры очистителя, использующего импульсный электрический объемный стримерный разряд.

В диссертации:

1. Показано, что использование монокристаллических материалов в качестве электрода «плоскость» позволяет равномерно распределить стримерные каналы по всему объему реактора и увеличить их количество, тем самым увеличить «объемность» разряда
2. Определены параметры периодических асимметричных импульсов высокого напряжения, при которых эффективно вырабатываются химически активные частицы при минимальном потреблении энергии от источника.
3. Экспериментально показано, что усовершенствованное устройство очистки позволяет повысить эффективность выработки радикалов и химически активных частиц за счет понижения температуры в реакционной камере и увеличения количества стримерных каналов при питании периодическими асимметричными импульсами напряжения с оптимизированными параметрами.
4. Предложена математическая модель электрофизических процессов в реакционной камере с учетом эффекта Джоуля-Томпсона, возникающего за счет применения дросселя в реакционной камере. Этот эффект влияет на выход озона (из-за снижения температуры воздуха). Расчетным путем показана перспективность этого эффекта для дальнейшего использования в озонаторах.

4. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития электротехнологии

Теоретическая значимость работы заключается в демонстрации физики влияния параметров образования объемной стримерной короны для очистки воздуха от примесей. Показан принцип выбора режима работы высоковольтного

источника в зависимости от объема помещения и загрязнения в нем. Показано, что понижение температуры в реакционной камере приводит к повышению выхода химически активных частиц с применением эффекта Джоуля-Томпсона.

Использование в качестве плоского электрода монокристаллического материала позволило, увеличить «объемность» стримерного разряда и повысить выход озона, и тем самым увеличить воздействие на процесс очистки от вредных газовых примесей.

Предложенная математическая модель электрофизических процессов в усовершенствованной реакционной камере может быть использована при расчете и проектировании устройств очистки воздуха от примесей.

Практическая значимость работы:

Усовершенствованное устройство очистки позволяет повысить количество вырабатываемого озона и других радикалов в реакционной камере и в результате интенсифицировать процесс очистки воздуха от примесей в замкнутых помещениях.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили целесообразность практического использования усовершенствованного устройства, особенно использование монокристаллического плоского электрода.

Разработанный экспериментальный образец установки очистки воздуха от примесей в замкнутых помещениях нашел применение в учебном процессе по «Технике высоких напряжений» по дисциплине «Электротехнологические процессы и аппараты высокого напряжения».

5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Разработанное устройство очистки может быть использовано:

- в системах очистки воздушной среды ремонтных цехов от отработанных газов автомобилей с дизельными двигателями» ООО «КАМАВТОЦЕНТР» официального дилера ПАО «КАМАЗ»;
- для очистки выхлопных газов тепловозов на Казанском межотраслевом предприятии промышленного железнодорожного транспорта (ОАО КМПИ «Промжелдортранс»).

Очистка воздуха предложенным способом позволит обеспечить снижение вредных примесей до нормативов ПДК при приемлемом уровне энергетических затрат.

Перспективы дальнейших исследований связаны с интеграцией разработанного устройства в промышленные комплексы, содержащие в воздушной

среде вредные примеси. Для этого требуется продолжения работ в направлении развития эффективных методов повышения степени очистки газовых сред и снижения удельных энергозатрат.

6. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений

Достоверность результатов, полученных в диссертационной работе, подтверждается качественным и количественным соответствием теоретических и экспериментальных результатов. Степень достоверности результатов достаточно подтверждена применением строгих математических методов, обоснованных допущений, тестовых расчетов. Наличие у автора патентов на конструкционные особенности реакционной камеры и режимов технологического процесса очистки подтверждает новизну технических решений, полученных в диссертации.

7. Оценка содержания диссертации, её завершенность в целом, замечания по оформлению

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 98 наименований и 4 приложений. Работа изложена на 122 страницах машинописного текста, включая 81 рисунок и 5 таблиц. В целом диссертация оформлена удовлетворительно, а содержание автореферата соответствует требованиям применяемым к диссертациям.

Замечания по оформлению.

1. На рис. 2.24 -2.38 (фото) не дается масштаб. Это затрудняет анализ представленного материала.
2. Не понятно, с какой целью были проведены расчеты, представленные на рис.2.16. Сделанный на стр.40 результат о том, что наименьший радиус кривизны электрода дает наибольшую величину электрического поля, является тривиальным и не требует доказательства.

Кроме того, имеются следующие замечания по содержанию.

1. Проведенные расчеты электростатического поля не в достаточной степени отражают суть вопроса по горению стримерного разряда. При расчетах необходимо учитывать поля внедренного в промежуток объемного заряда. Отсюда и не соответствующие реальности значения величины электрического поля в промежутке $230 \div 800$ кВ/см (смотри таблицу 2.1). Данные расчеты электрического поля в этом случае можно рассматривать лишь как первоначальное грубое приближение.

2. В выводах к главе 3 (стр. 84) указано, что в результате **измерений** и расчетов применение дросселя (эффект эффекта Джоуля-Томпсона) ведет к снижению температуры газа. Однако в диссертации отсутствуют данные по конкретным **измерениям** по такому снижению температуры.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации и могут быть учтены автором в дальнейшей работе. Диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, направленную на решение актуальной и важной научно-технической проблемы совершенствования методов очистки воздуха от примесей. Использование для этих целей применение импульсной стримерной короны (с зажиганием объемного разряда) является одним из наиболее перспективных направлений создания эффективных озонаторов, что и подтверждается результатами, полученными в диссертации.

8. Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат соответствует содержанию и основным положениям диссертации:

1. Усовершенствование устройства очистки введением дросселя в реакционную камеру и новой структуры электродов с использованием монокристалла никеля на плоскости.

2. Математическая модель электрофизических процессов в реакционной камере, обеспечивающей увеличение выработки радикалов и химически активных частиц в зоне стримерной короны.

3. Результаты исследования влияния структуры и геометрии электродной системы на параметры плазмы каналов стримерной зоны и электрического поля.

4. Определение параметров питающих импульсов высокого напряжения, при которых эффективно вырабатываются химически активные частицы при минимальном потреблении энергии от источника.

9. Подтверждение опубликованных основных результатов диссертации в научной печати

Основное содержание работы изложено в 12 научных публикациях: 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК, 7 публикаций в материалах всероссийских и международных научных конференций, один патент РФ на полезную модель.

10. Заключение

Диссертация Сандакова В.Д. «Совершенствование и интенсификация процесса очистки воздуха от примесей в замкнутых помещениях импульсной стримерной короной» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной и важной научно-технической проблемы, имеющей значение для развития методов очистки воздуха от примесей с помощью озонаторов с импульсной стримерной короной. Работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор **Сандаков Виталий Дмитриевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.10 – «Электротехнология».

ОТЗЫВ составил начальник группы Ультравысоких напряжений (УВН), кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Сысоев Владимир Степанович.

ОТЗЫВ на диссертацию Сандакова В.Д. заслушан, обсужден и одобрен на заседании Научно-технического совета ВНИЦ ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ» им. академика Е.И. Забабахина. Протокол № 06 от 22 августа 2018 г.

Председатель научно-технического совета, заместитель начальника
Высоковольтного научно-исследовательского центра (ВНИЦ) по науке,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник

_____ Филиппов Валентин Георгиевич

Подпись В.Г. Филиппова заверяю.

Начальник отдела кадров _____ Г.В. Тютькина