

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Сандакова Виталия Дмитриевича на тему «Совершенствование и интенсификация процесса очистки воздуха от примесей в замкнутых помещениях импульсной стримерной короной», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.10 - Электротехнология

### 1. Актуальность темы

В составе воздуха окружающей среды, в том числе, в атмосфере замкнутых помещений содержатся различные загрязняющие примеси, концентрации которых могут, при определенных условиях, превышать предельно допустимые уровни. На фоне продолжающегося роста загрязнения окружающей среды эффективные решения задачи совершенствования технологий и устройств для очистки воздуха от вредных примесей можно отнести к разряду важных и востребованных.

Таким образом, представляемая к защите диссертация, направленная именно на разработку и исследование новых технологических процессов и устройств, обеспечивающих совершенствование и интенсификацию процесса очистки воздуха от примесей в замкнутых помещениях эффективной для данного применения импульсной стримерной короной является актуальной.

### 2. Научная новизна и достоверность полученных в работе результатов

Новыми являются следующие результаты диссертации:

- математическая модель электрофизических процессов в реакционной камере генератора коронного разряда, учитывающая эффект Джоуля-Томпсона, возникающего при наличии дросселя в объеме камеры;

- результаты исследований и сравнения различных материалов, используемых в качестве электродов, в том числе, монокристаллических в предлагаемых новых конструкциях, позволяющих равномерно распределить стримерные каналы по всему объему области ионизации и увеличить их количество и, соответственно, объем области ионизации;

- результаты исследования влияния структуры и геометрии электродной системы на параметры плазмы каналов стримерной зоны и электрического поля в объеме реакционной камеры;

- результаты исследований импульсной короны при питании асимметричными биполярными импульсами с определенными оптимизированными параметрами;

- разработанные принципы устройства реакционной камеры устройства коронного разряда, новизна которых подтверждена патентом РФ на полезную модель;

- качественные и количественные оценки повышения эффективности от применения определенных в работе оптимальных параметров образования стримерной короны для очистки воздуха от загрязняющих примесей в зависимости от объема замкнутого помещения и количества источников загрязнения в нем.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, полученных автором диссертации результатов исследований не вызывает сомнений. Она обеспечивается принятием достаточно корректных для целей исследования и обоснованных допущений, применением апробированных методов расчетов и математического моделирования, использованием лицензионных версий известных программ, а также совпадением качественных и количественных результатов математического моделирования и проведенных экспериментов, сопоставимостью некоторых расчетных и экспериментальных данных с результатами исследований, полученными в работах других авторов.

### 3. Ценность для науки и практики

Автором диссертации проведен большой комплекс исследований. Наиболее важными результатами, нашедшими отражение в работе являются:

- развитие общей теории коронного разряда, применительно к случаям импульсного питания реакционных камер;

- распространенный автором на процессы в коронных разрядах метод снижения температуры газа в объеме реакционной камеры за счет применения эффекта Джоуля-Томпсона;

- предложенная математическая модель электрофизических процессов в усовершенствованной реакционной камере, которая может быть использована при расчетах и проектировании новых эффективных устройств очистки воздуха от примесей;

- разработанная методика моделирования концентраций загрязняющих веществ в атмосфере замкнутых помещений, учитывающая кратности воздухообмена, методики расчетов и имитационного анализа конфигураций электрических полей в реакционных камерах усовершенствованных устройств импульсного коронного разряда;

- новые, полученные автором, результаты расчетов, моделирования и экспериментальных исследований усовершенствованного устройства очистки от загрязняющих примесей воздушной среды замкнутых помещений;

- разработанный экспериментальный образец установки очистки воздуха от примесей в замкнутых помещениях, который может быть применен в качестве прототипа высокотехнологичных установок очистки газовых сред нового поколения;

Практическую ценность представляют рекомендации автора по устройству высоковольтных источников импульсного питания реакционных камер коронного разряда, оптимизированные параметры импульсов питающего напряжения.

Интересны для практического использования выводы об использовании регулируемого энерговклада для оптимизации технологических процессов очистки воздуха от вредных примесей.

Говоря о практической ценности выполненной работы также необходимо отметить, что некоторые результаты уже использованы или рекомендованы к применению в ряде организаций, что подтверждается соответствующими актами.

#### 4. Оценка содержания диссертации и автореферата

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, включающего 98 наименований, и четырех приложений. Работа изложена на 122 страницах, содержит 81 рисунок и 5 таблиц.

Во введении говорится об актуальности темы диссертации, сформулированы цели исследования, определены задачи и перечислены основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава представляет собой аналитический обзор по теме диссертационной работы. Дана оценка современных электрофизических способов и технологий очистки атмосферного воздуха от загрязняющих примесей, рассмотрены способы повышения эффективности процессов очистки воздуха импульсной стримерной короной.

Вторая глава содержит результаты исследования влияния конструкции и материалов электродной системы на характеристики устройств коронного разряда.

Третья глава посвящена разработке и испытанию лабораторной установки для конверсии газовых сред с использованием низкотемпературной плазмы коронных разрядов. Даны сведения о выборе принципов устройства и технических решениях по импульсным источникам электропитания генераторов коронного разряда.

В четвертой главе рассмотрены результаты экспериментального исследования по оптимизации энергетических характеристик в импульсных устройствах на основе коронного разряда для конверсии углекислого газа в замкнутых помещениях.

Каждая глава содержит раздел с выводами автора и рекомендациями.

В заключении изложены основные сводные выводы автора по работе в целом, даны рекомендации по использованию результатов работы и рассмотрены возможные перспективы дальнейших исследований.

Рассматривая диссертацию в целом необходимо отметить, что материал изложен достаточно аргументированно, последовательно и логично. Цели и задачи, поставленные в диссертации, соискателем в основном выполнены и основные полученные результаты представлены в тексте в достаточно исчерпывающем для понимания объеме. Оформление соответствует современным требованиям. Как автореферат, так и опубликованные соискателем по материалам диссертации научные труды (12 печатных работ, из них 4 в рекомендованных ВАК РФ изданиях, 1 патент РФ на полезную модель) в достаточной мере отражают ее основные положения. Автореферат выполнен в соответствии с установленными нормами и стандартами.

Диссертационная работа прошла необходимую апробацию на 6 научно-технических конференциях и ряде научных семинаров.

#### 5. Замечания по работе

Основные замечания по диссертации сводятся к следующему:

- отсутствуют сравнительные оценки базовых характеристик предлагаемых устройств коронного разряда с устройствами на барьерном разряде аналогичного назначения;

- не приводятся сведения о результатах исследований новых, разработанных автором, реакционных камер и их элементов на стабильность параметров и ресурс;

- отсутствует сравнение процессов в разрядных промежутках предлагаемых устройств при смене полярности напряжения на электродах или вида короны (положительная, отрицательная) и влияния их на конечный результат наработки химически активных веществ и радикалов;

- нет сведений о результатах оценок влияния на производительность разработанных второразрядных устройств частоты импульсов электропитания;

- из материалов работы недостаточно отчетливо просматривается вывод о преимуществах электропитания именно биполярными импульсами с рекомендуемыми соотношениями длительностей прямой и обратной полярности над вариантом с униполярными импульсами. Из приведенных в работе ограниченных примеров осциллограмм нельзя с полной уверенностью утверждать, что установленное автором повышение эффективности новых устройств импульсного коронного разряда при питании биполярными импульсами не может быть связано с изменением именно частоты (или числа фронтов сигнала на периоде повторяемости) питающего напряжения;

- автор при описании эксперимента в гл. 2 делает вывод, что образование химически активных веществ и радикалов в анализируемой им конструкции реакционной камеры происходит по всему разрядному промежутку. Однако отсутствие сведений о временных параметрах (и плане эксперимента) и недостаточно подробное описание в диссертации конструкции (рис. 2.23) приводимой специальной реакционной камеры экспериментальной установки с четырьмя выходами не позволяет однозначно согласиться с этим выводом. Кроме того, подобный вывод может носить только частный характер для устройств коронного разряда;

- недостаточно подробно в диссертации изложено исследование автора, касающееся выбора именно никеля, как материала для электродов рассматриваемых генераторов коронного разряда;

- в работе встречаются опечатки, в том числе, смыслового характера (например, параграф 2.2 диссертации, радиус кривизны, разрядный промежуток малый и большой, напряженность, напряжение);

- не на всех рисунках распределения электрических полей (из Comsol Multiphysics) в гл. 2 приведены необходимые размерности величин, соответствующие подрисуночным надписям, и нет пояснений в относящихся текстах работы.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук- квалификационная работа. Автор показал умение ставить и решать сложные научные задачи, владение современным математическим аппаратом и программными средствами, достаточную теоретическую подготовку по специальности.

Перечисленные замечания не могут отразиться на общей положительной оценке работы, которая выполнена на достаточно высоком научном уровне, содержит довольно объемный материал и дает ряд новых и эффективных решений актуальной и экологически значимой задачи- совершенствования и интенсификации технологий очистки воздуха от

загрязняющих примесей в замкнутых помещениях посредством электрических коронных разрядов.

#### 6. Заключение оппонента

Представленная на рассмотрение диссертация является законченной квалификационной работой, имеющей научное и практическое значение для создания новых видов оборудования и установок синтеза химически активных веществ и радикалов в электрических коронных разрядах и плазменной обработки газовых сред самого широкого назначения, в том числе, для разработки энергосберегающих и высокотехнологичных установок для синтеза озона малых концентраций, а также совершенствования экологически значимых технологий очистки воздуха замкнутых помещений от загрязняющих примесей с помощью эффективных для данного применения коронных разрядов. Работа заслуживает положительной оценки.

Диссертация соответствует специальности 05.09.10 - Электротехнология.

По своей актуальности, научному уровню, практической ценности и использованию результатов работа отвечает требованиям ВАК РФ к диссертациям, предъявляемым на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор- Сандаков Виталий Дмитриевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент

кандидат технических наук, старший научный сотрудник,  
генеральный директор Общества с ограниченной  
ответственностью «Силовая электроника»

Силкин Евгений Михайлович

20 сентября 2018 г.

430033, г. Саранск, ул. Гожувская, д. 40, а/я 40

тел.: 8-903-0514684,

e-mail: elsi-mail@ya.ru