

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
ДЖИН Хевэй на тему: «Совершенствование систем вентиляции и пылеудаления сварочных цехов», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

Для отзыва были представлены:

- диссертационная работа, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 161 странице машинописного текста, включающего 81 рисунок, 10 таблиц, список литературы из 161 наименований, 6 приложений;
- автореферат диссертации объемом 24 страницы.

Содержание автореферата соответствует диссертационной работе. Научные публикации автора отражают основное содержание работы и выводы по диссертации.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Проблема рационального использования энергоресурсов, в особенности для обеспечения систем микроклимата в производственных цехах, сохраняет высокую актуальность в свете текущих задач по повышению энергоэффективности и снижению эксплуатационных затрат, особенно для таких распространенных видов работ, как сварка. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов становится задачей первостепенной важности в связи с ухудшением экологической ситуации в мире, вызванной экстенсивным использованием природных богатств.

Одной из главных причин этой ситуации является загрязнение воздуха выбросами вредных веществ в строительной индустрии, интенсификация которого характеризуется выделением основных технологических процессов в отдельные производства с узкой специализацией цехов предприятий. При этом особенно негативные последствия имеют место при загрязнении воздуха сварочными аэрозолями, обладающими практически нулевой скоростью осаждения и влияющие на оптические, метеорологические и другие характеристики атмосферы.

Величина выбросов от сварочных цехов определяется неорганизованными источниками загрязнения, то есть нелокализованной системами вентиляции части вредных веществ, и организованными, величина которых зависит от степени очистки воздуха.

Недостаточная эффективность средств локализации и удаления образующихся при сварке вредностей, в особенности на нестационарных рабочих местах, вызвана противоречием между необходимостью увеличения объемов удаляемого воздуха для достижения санитарно-гигиенических норм и технологическими требованиями к подвижности воздуха в рабочей зоне.

Наряду с проблемой локализации и удаления вредных веществ от нефиксированных мест сварки, то есть уменьшения неорганизованных выбросов, существуют трудности при улавливании сварочного аэрозоля в организованных выбросах, обусловленные передвижением источника выделений и, соответственно, требующие автономизации передвижных устройств очистки, что увеличивает эксплуатационные затраты.

Таким образом, исследования, направленные на повышение эффективности средств локализации, удаления и очистки воздуха от мест сварки, способствующие снижению расходов на их устройство и эксплуатацию являются актуальными.

В связи с этим выполненная автором диссертационная работа обладает высокой актуальностью, поскольку направлена на устранение указанного научно-технического пробела. Разработка и обоснование новых, высокоэффективных средств локальной вентиляции вносит существенный вклад и соответствует приоритетам государственной политики в области энергосбережения и устойчивого развития.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В введении к работе соискателем последовательно аргументирована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и конкретные задачи научного исследования, определены элементы научной новизны, теоретической и практической значимости полученных результатов. Изложены методологическая основа и инструментарий исследования, дана оценка достоверности выводов. Приведены сведения об апробации материалов работы на научных мероприятиях и о практическом внедрении разработанных решений.

В первой главе представлен обзор существующих методов и конструкций в области очистки воздушной среды сварочных цехов. Рассмотрены особенности технологического процесса сварки, характеристики выделяющихся вредностей, взаимодействие сварочного аэрозоля с воздушными и тепловыми потоками, а также существующие решения в области общеобменной и местной вентиляции сварочных цехов на основании чего была поставлена цель работы и задачи по ее достижению.

Во второй главе приведены физические характеристики сварочного аэрозоля; выполнен анализ факторов, влияющих на его распространение и осаждение; предложена конструкция воздухораспределителя с вращающимися решётками на основании его численной модели с учетом влияния скорости движения воздуха, диаметра и пористости частиц на процесс их осаждения.

В третьей главе выполнены исследования местной системы вытяжной вентиляции. Предложена конструкция нестационарной установки мокрого пылеулавливания, выполнено численное и экспериментальное исследование эффективности улавливания сварочного аэрозоля.

В четвертой главе приведены результаты исследования воздушного режима сварочного цеха с предлагаемыми элементами систем вентиляции. Предложена численная модель воздушного режима сварочного цеха. В натурных условиях исследовано влияние положения сварочного факела и защитного экрана на эффективность улавливания сварочного аэрозоля. Выполнена технико-экономическая оценка эффективности предложенных решений.

В заключении приведены основные выводы и перспективы дальнейших исследований. Полученные количественные зависимости и выводы формируют законченное инженерно-экономическое обоснование для практической реализации разработанной технологии в системах вентиляции сварочных цехов.

ДОСТОВЕРНОСТЬ И НОВИЗНА НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

Достоверность полученных результатов характеризуется:

1) Обоснованностью теоретической базы

Математическая модель удаления и улавливания аэрозоля из зоны сварки местным отсосом предложена на основе фундаментальных законов теплообмена и аэродинамики.

2) Согласованностью моделирования и эксперимента

Результаты численного моделирования статистически значимо не противоречат данным натурных испытаний. Расхождения находятся в пределах допустимой погрешности для аэродинамических и теплотехнических экспериментов, не превышающей 10%.

3) Аппаратной и методологической верификацией: проверка результатов выполнена на экспериментальном стенде, который с соблюдением геометрии и рабочих режимов воспроизводит конструкции предложенного пылеуловителя и воздухораспределителя в сварочном цехе. Измерения проводились с применением аттестованных средств измерений.

Выводы и предложения исследования подтверждены актами о внедрении в практическую деятельность.

Новизна диссертационной работы:

- установлена зависимость изменения концентраций сварочного аэрозоля от времени и размеров твердых частиц при использовании общеобменных систем вентиляции;

- разработана численная модель воздухораспределителя с вращающимися решетками для приточной вентиляции и выявлены зависимости концентрации твердых частиц размером менее 10 мкм (PM10) в сварочном аэрозоле при различных положениях вращающихся решеток;

– установлены зависимости площади контакта сварочного аэрозоля и воды при различных способах подачи и распределения воды в новой передвижной фильтровентиляционной установке;

– установлены зависимости эффективности пылеудаления для предлагаемых способов подачи воды от скорости на входе и частоты вращения мешалки.

СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

Научные положения, выводы и практические рекомендации, представленные в диссертационном исследовании, имеют высокую степень обоснованности, которая подтверждается комплексом взаимодополняющих подходов:

1. Теоретико-методологическая обоснованность: Все ключевые положения диссертации базируются на фундаментальных законах и общепризнанных теориях в области теплообмена и аэродинамики. Математические модели и алгоритмы, служащие основой для анализа (включая алгоритм определения аэродинамических параметров воздухораспределителя и пылеуловителя), разработаны корректно с использованием апробированных методов математического и численного моделирования.

2. Экспериментальная верификация: Основные теоретические выводы и результаты численного моделирования прошли экспериментальную проверку на специализированном стенде. Стенд адекватно воспроизводит геометрию и рабочие режимы предложенных средств вентиляции. Использование аттестованных средств измерений обеспечивает достоверность и точность полученных экспериментальных данных.

3. Статистическая достоверность: Результаты физического эксперимента показали хорошую сходимость с данными численного моделирования. Наблюдаемые расхождения не превышают 10%, что укладывается в рамки допустимой погрешности для теплотехнических исследований, и не являются статистически значимыми. Полученные регрессионные зависимости, количественно характеризующие рабочие процессы, основаны на статистической обработке массива экспериментальных точек.

4. Практическая апробация и внедрение: наиболее значимым аргументом, подтверждающим обоснованность выводов и рекомендаций, являются акты о внедрении результатов работы. Это свидетельствует о том, что предложенные решения (включая конструкцию воздухораспределителя и пылеуловителя) прошли успешную апробацию в реальных условиях и доказали свою работоспособность, эффективность и практическую ценность для систем локальной вентиляции сварочных цехов.

Таким образом, научные положения диссертационного исследования ДЖИН Хевэй опираются на прочный теоретический фундамент, подтверждены независимыми экспериментальными данными с высокой степенью точности и, что наиболее важно, реализованы на практике. Комплексный характер доказательной базы позволяет утверждать, что сформулированные в работе выводы и рекомендации являются полностью обоснованными, достоверными и научно аргументированными.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

– в разработке новой конструкции воздухораспределителя с вращающимися решетками для общеобменной вентиляции и разработке рекомендаций для проектирования приточной вентиляции с использованием новой конструкции воздухораспределителя;

– в разработке конструкции высокоэффективного передвижного фильтровентиляционного агрегата с различными способами распределения воды для очистки воздуха от сварочных аэрозолей;

– во внедрении результатов в учебный процесс Хэнаньского университета городского строительства (Акт внедрения от 20.04.2026 г.), в практику компаний ООО «Пекин Ху-анвэй Технологии» (Акт внедрения от 17.04.2025 г.), ООО «Пиндиншань Чаоцин Экологические Технологии» (Акт внедрения от 21.11.2025 г.).

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДОВ ДИССЕРТАЦИИ

Научные результаты, полученные в ходе теоретического анализа, численного моделирования и натурных экспериментов, изложенные в диссертации, применимы для решения практических задач. Они обеспечивают научно-методическую базу для корректного выбора параметров, проектирования и модернизации систем местной вентиляции сварочных цехов. Разработки предназначены для интеграции в системы микроклимата промышленных зданий.

Разработанный алгоритм расчета элементов системы вентиляции внедрен в учебный процесс Хэнаньского университета городского строительства (Акт внедрения от 20.04.2026 г.), в практику компаний ООО «Пекин Ху-анвэй Технологии» (Акт внедрения от 17.04.2025 г.), ООО «Пиндиншань Чаоцин Экологические Технологии» (Акт внедрения от 21.11.2025 г.).

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

1. Приведенная научная новизна не конкретизирована. Желательно было бы, указать какие дополнительные параметры были учтены в предложенных соискателем математических моделях.

2. К сожалению, автор не рассмотрел распределение технологических потоков в цехе и процентное соотношение видов сварки, что оказывает основное влияние на распределение сварочного аэрозоля в рабочей зоне цеха.
3. В модели недостаточно обосновано (глава 3) принятое автором упрощение об отсутствии влияния внутреннего оборудования и конструкцию цеха на вентиляцию. Необходимо все же учитывать виды сварки, типы свариваемых изделий, что формирует зоны с превышением ПДК в воздухе рабочей зоны.
4. Желательно было бы при исследовании улавливания аэрозоля в мокром пылеуловителе привести параметры, при которых происходит появление воздушного вихревого столба.
5. При вращении лопаток возникает режим, стабильность которого оценивается числом Тейлора. Желательно было бы провести соответствующий анализ.
6. К сожалению, автор ограничился аппроксимацией полученных экспериментальных данных, но не получил регрессионных уравнений (особенно по улавливанию частиц сварочного аэрозоля), что затрудняет применение полученных данных в инженерной практике.
7. Желательно было бы оценить фракционный состав сварочного аэрозоля от различных видов сварки и влияния его процентного вклада на эффективность предложенных систем вентиляции.
8. В выводах в пункте 3, анализ зависимости средней по времени концентрации частиц в рабочей зоне и средней суммарной массы частиц PM10 в объёме цеха от скорости подачи воздуха, размера частиц и их пористости не определяет концентрацию в рабочей зоне, поскольку средняя концентрация по цеху не превышает ПДК, но в зоне работы сварочного модуля концентрация окислов марганца (к примеру) может превышать ПДК рабочей зоны в 30-40 раз.
9. Все же необходимо учитывать работы Фукса Н.А. «Механика аэрозолей».
10. В выводах желательно все же указывать конкретные данные и численность значения.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общую положительную оценку работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная диссертационная работа является законченным научно-квалификационным исследованием, посвящённым актуальной и практически значимой проблеме повышения эффективности в системах вентиляции сварочных цехов.

Автором на основе комплекса теоретических и экспериментальных исследований предложены новые и оригинальные технические решения. Их цель – повысить эффективность работы систем обеспечения микроклимата в условиях высокотемпературного выделения аэрозоля и газовых вредностей в воздух рабочей зоны. Выполненный автором анализ и полученные результаты вносят весомый личный вклад в развитие теории и практики интенсификации пылеулавливания и организации подачи приточного воздуха на рабочие места.

Диссертация выполнена автором самостоятельно, оформлена в полном соответствии с установленными требованиями. Текст работы изложен лаконично, научным языком. Представленные графики, диаграммы и иллюстрации отличаются высоким качеством исполнения и наглядностью.

Сформулированные в диссертации научные положения и выводы, выносимые на защиту, обладают научной новизной и оригинальностью. Полученные результаты демонстрируют существенный личный вклад автора в развитие как теоретических основ, так и прикладных аспектов интенсификации процессов по улавливанию сварочного аэрозоля во вращающихся устройствах и подаче приточного воздуха непосредственно в сварочном модуле.

Важным достоинством работы является подтверждённая практическая ценность результатов, которые могут быть использованы для проектирования и оптимизации современного вентиляционного оборудования.

Диссертационное исследование ДЖИН Хевэй на тему:

«Совершенствование систем вентиляции и пылеудаления сварочных цехов», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение соответствует требованиям оригинальности. Отчёт о проверке в системе «Антиплагиат» подтверждает отсутствие неправомерных заимствований.

Основные результаты диссертации: опубликованы 10 научных работах, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Таким образом, диссертация ДЖИН Хевэй полностью соответствует требованиям п.п. 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 в действующей редакции с изменениями от 25 января 2025 г.) в части требований к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук.

На основании вышеизложенного полагаю, что диссертационная работа соответствует научной специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение, обладает научной новизной и практической ценностью, а ее автор ДЖИН Хевэй заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Заключение

Диссертационная работа выполнена на высоком научном и методическом уровне, написана технически грамотным языком с

соблюдением правил стилистики. Выводы по диссертации в полной мере соответствуют поставленным цели и задачам. Основные этапы работы, результаты и выводы представлены в автореферате. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Представленные в диссертации материалы достаточно полно отражены в 10 публикациях, в том числе в 4 публикациях в изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ.

Диссертационная работа **ДЖИН Хевэй** «Совершенствование систем вентиляции и пылеудаления сварочных цехов» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные данные для повышения эффективности работы систем вентиляции, новые зависимости для нахождения коэффициента эффективности пылеулавливания предложенного мобильного аппарата, что является актуальной задачей оценки эффективности работы систем обеспечения микроклимата производственных помещений.

По актуальности, новизне и практической значимости проведенных исследований работа отвечает требованиям, предъявляемых к кандидатским диссертациям в соответствии с п.9 «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 с изм. и доп. от 01.01.25), а её автор **ДЖИН Хевэй** заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Официальный оппонент:

доктор технических наук по специальности
05.14.04 — «Промышленная
теплоэнергетика», заведующий кафедрой
«Инфраструктурных
теплоэнергетических систем»
Федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования «Юго-Западный
государственный университет», профессор

Зайцев Олег Николаевич
«08» 05 2026 г.

Адрес: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября,
д. 94. ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет»
Тел.: +7 (4712) 50-48-00
E-mail: rector@swsu.ru



Подпись
удостоверяю
Специалист по кадрам

Зайцева О.Н.
Сембурский И.С.