

В диссертационный совет Д. 212.014.07
Белгородского государственного
технологического университета им. В.Г.
Шухова

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Козлова Тимура Алексеевича **«Моделирование воздушных течений при входе в местные отсосы-раструбы с составными полками»**, представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение»

Актуальность избранной темы

Системы местной вытяжной вентиляции получили широкое распространение в различных отраслях промышленности: машиностроение, фармацевтика, косметология, ювелирное дело, горно-перерабатывающее, химическое производство, производства строительных материалов, сельскохозяйственной продукции и т.д. Вытяжные зонты и отсосы открытого типа решают важную задачу улавливания вредных веществ от сложных источников, которое невозможно локализовать укрытием. В таких условиях увеличение дальности захвата вредных веществ во всасывающем устройстве является актуальной задачей.

В диссертации рассматривается задача повышения эффективности улавливания местного отсоса за счёт применения дополнительных элементов – полок. Получившаяся конструкция отсоса отличается простотой и технологичностью изготовления.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 153 наименований, 6 приложений, изложена на 154 страницах основного текста, содержит 68 рисунков, 10 таблиц.

Во введении сформулированы актуальность темы исследований и степень её разработанности, представлены цель и задачи диссертации, научная новизна и практическая значимость, апробация и реализация результатов исследований.

В первой главе произведен анализ методов расчёта воздушных течений вблизи местных отсосов, способов повышения их эффективности. Выявлено, что нет научного обоснования применения полок и выступов в конструкциях отсосов-раструбов. Представляет интерес выявить их влияние на вихревые зоны, возникающие при входе в раструбы, коэффициент местного сопротивления (КМС) и поля скоростей вблизи местного отсоса.

Во второй главе описываются разработанные и используемые методы исследования – метод дискретных вихрей (МДВ), методы вычислительной гидродинамики (*CFD*) в программном комплексе *SolidWorks*, анализа и обработки экспериментальных данных и экспериментального исследования на разработанных лабораторных установках.

Для исследования при помощи МДВ разработаны компьютерные программы для расчёта отрывного течения идеальной несжимаемой жидкости, реализующие итерационную процедуру численного решения сингулярного интегрального уравнения.

Для достоверности результатов численных расчетов, производились верификация моделей по КМС и валидация при помощи сравнений с величинами известных опытных данных скорости среды и КМС.

Для проведения экспериментальных исследований и подтверждения численных результатов, была разработана лабораторная установка, описаны методики обработки результатов экспериментальных данных, получения регрессионных зависимостей и метод покоординатного спуска для определения минимального значения КМС.

В третьей главе приведены результаты численных и экспериментальных исследований для отсосов-раструбов длиной $d = 2, 3$ и 5 калибров (калибр - радиус всасывающего патрубка) с выступами $d_v = 0,5, 1$ и 2 калибра.

Из результатов численных исследований методами МДВ и *CFD*, следует, что наличие выступа снижает скорость захвата отсоса при увеличении длины

выступа. Размеры первой вихревой зоны, образующейся при срыве потока на входе в отсос-раструб, существенно возрастают при увеличении размера выступа d_v . Это подтверждается результатами исследований для всех рассмотренных углов наклона раструбов: 90° , 75° , 60° , 45° , 30° .

Зависимости КМС на входе в раструб от длин раструба и выступа при разных углах наклона раструба были определены на разработанной экспериментальной установке и численно при помощи *CFD*. Наличие выступа позволяет снизить КМС, что при постоянной мощности вентилятора увеличивает расход удаляемого воздуха.

В результате обработки результатов экспериментальных и расчётных величин КМС, методом наименьших квадратов получены аналитические зависимости для определения КМС (ζ) при условиях угла наклона раструба $30^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (где α – угол в радианах от $\pi/6$ до $\pi/2$), длин выступа $0 \leq d_v/R \leq 2$ и длин раструба $2 \leq d/R \leq 5$.

В четвертой главе приводятся результаты исследований и конструирования энергоэффективного местного отсоса-раструба с применением трёх полок.

По результатам численного исследования МДВ были определены очертания вихревых зон при разных длинах и углах наклона полок. По найденным границам вихревых зон можно спрофилировать раструб, что позволит ещё более снизить КМС и предотвратить вынос загрязняющих веществ из зоны вихреобразования.

При помощи метода покоординатного спуска, численного и натурного эксперимента, произведен поиск минимума функции КМС.

В пятой главе представлены результаты практического применения разработанного в ходе исследования конструктора местного отсоса-раструба с тремя полками.

Натурные испытания проводились для системы вытяжной вентиляции стола сварки и резки металлов в Якутском котловом заводе (ООО «ЯКЗ»), для данной установки была распечатана на 3D принтере конструкция круглого отсоса-раструба с тремя полками.

При использовании круглого отсоса-раструба с тремя полками потери давления в канале снижаются на 21%, а после отсоса-раструба в гибком воздуховоде – на 55%. Скорость воздуха в канале повышается на 0,1 м/с, расход воздуха увеличился на 1,5%, КМС удалось снизить на 50%. При этом увеличивается скорость захвата загрязняющих веществ у круглого отсоса-раструба с тремя полками на близких расстояниях $x \geq 0,2$ м.

Выполнены технико- и социально-экономические расчёты при применении круглого отсоса-раструба с тремя полками в сварочном цехе котлового завода. Установлено, что при внедрении конструкции местного отсоса потребление электроэнергии снизится на 4% (2063,57 руб./год) на одно рабочее место. Разработанная конструкция местного отсоса принята к внедрению для эксплуатации на двенадцати сварочных постах котлового завода ООО «ЯКЗ» в г. Якутске.

Целью диссертационной работы является разработка математических моделей отрывных течений на входе в круглые и щелевые отсосы с дополнительными полками, позволяющих найти оптимальные характеристики устройства.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций. Элементом научной новизны является полученная конструкция отсоса-раструба с дополнительными полками, обладающая повышенной скоростью захвата вредных веществ во всасывающем факеле и со сниженным коэффициентом местного сопротивления, предложенная на основе разработанных компьютерных программ и численных моделей.

На разработанных экспериментальных установках выявлены новые закономерности изменения КМС в зависимости от места расположения и геометрических параметров дополнительных полок, имеющую высокую сходимость с полученными численными результатами.

В работе автор совместно использовал несколько методов исследования отрывных течений: метод дискретных вихрей; численный метод решения осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса и неразрывности,

замкнутых при помощи k - ϵ модели турбулентности; был проведён натурный эксперимент.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии математических моделей отрывных течений на входе в отсосы-раструбы с дополнительными полками, получение новых закономерностей изменения характерных размеров вихревых зон и аналитические выражения для определения КМС в зависимости угла наклона и длины полок.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в разработке компьютерных программ для определения вихревых зон и поля скоростей воздушных течений вблизи круглых отсосов-раструбов с дополнительными полками. В разработке конструкции отсоса-раструба с тремя полками с минимальным коэффициентом местного сопротивления с условием сохранения дальности захвата вредных выделений.

Автореферат соответствует тексту диссертации.

Замечания по диссертации и автореферату

1. Излишне детализированы задачи п.5 и п.6 по методам и характеристикам исследований, а п.7 написан очень лаконично без определяющих характеристик поставленной цели.

2. По тексту Главы 1 не убедительно прослеживается идея вывода п.2 по этой главе.

3. Следовало бы указать физико-химические свойства или дисперсный состав примесей, на которых проводились исследования предлагаемых отсосов-раструбов.

4. Автор не представил пояснений необходимости наличия ограниченного пространства в лабораторной установке (рис.2.7 и 2.8) на всасывающей стороне при испытаниях исследуемых отсосов-раструбов.

5. Не указаны преимущества разработанного отсоса-раструба с тремя полками по сравнению с профилированными отсосами-раструбами.

6. В диссертации нет описания зависимости КМС предложенной конструкции отсоса-раструба от гидравлического режима течения воздуха.

7. В работе не дан анализ причин наличия экстремумов исследуемых характеристик на рис.3.16, 3.17, 4.8-4.11.

8. Из эксперимента не ясно, как учитывались потери давления на трение в измерительном канале лабораторной установки при определении потерь давления на местном сопротивлении раструба?

9. Автор не привёл оценку эффективности работы отсоса-раструба в стеснённых условиях технологическим оборудованием на действующих предприятиях.

10. Список литературы следует оформлять по действующим нормативным документам. Не следует однотипные источники (см. п.30, 31, 68, 90 и п.93, 94, 96 -101, 124) оформлять по-разному.

Однако, сделанные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждении ученых степеней

Диссертация написана научно и технически грамотным языком, оформлена в соответствии с существующими требованиями, графики и иллюстрации ясны, оформлены на высоком уровне и содержат всю необходимую информацию.

Все поставленные в работе задачи решены и цель исследования достигнута. Разработанные автором модели позволяют конструировать системы вентиляции с раструбами повышенной эффективностью улавливания вредных выбросов.

Диссертационная работа Козлова Т.А. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно, в которой разработаны и изложены научно обоснованные технические решения, вносящие значительный вклад для развития строительной отрасли – проектирование и конструирование систем механической вентиляции с раструбами повышенной эффективности для зданий и сооружений производственного назначения.

Основные положения работы опубликованы в рецензируемых ВАК научных изданиях – 4 публикации, 3 публикации в журналах из зарубежных баз

цитирования Scopus и Web of Science, имеется 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Таким образом, диссертация соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020), а её автор Козлов Тимур Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Официальный оппонент

Доктор технических наук
(специальность 05.23.03 –
«Теплоснабжение, вентиляция,
кондиционирование воздуха,
газоснабжение и освещение»),
профессор, член-корреспондент
РААСН, заведующий кафедрой
теплогазоснабжения
ФГБОУ ВО «Нижегородский
государственный архитектурно-
строительный университет»



Кочев Алексей Геннадьевич

Адрес: 603952, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Тел.: +7 (831) 433-45-35; +7 905 663 80 54

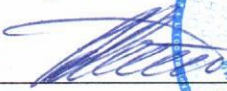
E-mail: kochev.1961@mail.ru

Личную подпись профессора Кочева А.Г. заверяю

Проректор по научной работе ФГБОУ ВО

«Нижегородский государственный архитектурно-
строительный университет»,

доктор технических наук, доцент



Монич Дмитрий Викторович



« 07 » мая 2024г.

603952, Россия, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65,

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)

Тел./факс: 8 (831) 434-02-91/ 430-53-48, e-mail: srec@nngasu.ru