

**Заключение диссертационного совета Д 212.223.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 27 июня 2016 года № 12

О присуждении Ходакову Илье Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Моделирование отрывных течений на входе во всасывающие каналы местных вентиляционных отсосов» по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение принята к защите 18 апреля, протокол № 10 диссертационным советом Д 212.223.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 190005 г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 августа 2013 года № 452/нк., приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 марта 2014 года №126/нк.

Соискатель Ходаков Илья Владимирович, 1989 года рождения, в 2012 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов». В 2015 г. закончил очную аспирантуру ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.

Шухова». Работает ассистентом на кафедре высшей математики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства образования и науки Российской Федерации на кафедре теплогазоснабжения и вентиляции.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, доцент, Аверкова Ольга Александровна, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства образования и науки Российской Федерации, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, профессор.

**Официальные оппоненты:**

**Посохин Владимир Николаевич**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», советник ректората;

**Кучеренко Мария Николаевна**, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тольяттинский государственный университет», кафедра теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения, заведующий,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляции», кандидатом технических наук,



доцентом Кудрявцевым Леонидом Витальевичем и утвержденном проректором по научной работе ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет» (ФГБОУ ВПО ВолгГАСУ), доктором технических наук, профессором Богомоловым Александром Николаевичем указала, что диссертация Ходакова И.В. соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 19 работ, общим объемом 12,71 п.л., лично автором 5,12 п.л., из них работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК – 7 общим объемом 6,47 п.л., лично автором 2,64 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

**Научные статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации:**

1. **Ходаков, И.В.** Численное и экспериментальное исследование отрыва потока на входе во всасывающие каналы с механическими экранами [Текст] / **И.В. Ходаков** // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. - № 3. – С. 6-12. (0,81 п.л.);

2. **Ходаков, И.В.** Моделирование отрывного течения на входе в многоугольное всасывающее отверстие / **И.В. Ходаков** // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. - № 2. – С. 11-15. (0,58 п.л.);

3. **Ходаков, И.В.** О моделировании отрывного течения на входе в круглый всасывающий канал [Электронный ресурс] / **И.В. Ходаков** [и др.] // Вычислительные методы и программирование: Новые вычислительные технологии (Электронный научный журнал). – 2013. - №Т.14. – С. 246-253. – URL: [http://num-meth.srcc.msu.ru/zhurnal/tom\\_2013/pdf/v14r127.pdf](http://num-meth.srcc.msu.ru/zhurnal/tom_2013/pdf/v14r127.pdf). (0,92/0,19 п.л.);

4. **Ходаков, И.В.** К задаче о моделировании истечения идеальной жидкости из дна резервуара [Электронный ресурс] / **И.В. Ходаков** [и др.] // Вычислительные методы и программирование: Новые вычислительные технологии (Электронный научный журнал). – 2014. - №Т.15. – С. 59-69. – URL: [http://num-meth.srcc.msu.ru/zhurnal/tom\\_2014/pdf/v15r106.pdf](http://num-meth.srcc.msu.ru/zhurnal/tom_2014/pdf/v15r106.pdf). (1,27/0,32 п.л.);

5. **Ходаков, И.В.** Моделирование отрывного течения на входе в квадратный всасывающий канал [Текст] / **И.В. Ходаков** [и др.] // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2013. - № 6. – С. 97-104. (0,93/0,19 п.л.).

#### **Свидетельства о регистрации программы:**

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2013614881 Российская Федерация. Расчет истечения плоской струи идеальной жидкости / О.А. Аверкова, К.И. Логачев, И.В. Ходаков; заявители и правообладатели О.А. Аверкова, К.И. Логачев, И.В. Ходаков. – №2013611705; заявл. 28.02.13г.; зарег. 22.05.13;

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2013616992 Российская Федерация. Расчет отрывного течения на входе в круглый патрубок с экранами / О.А. Аверкова, К.И. Логачев, И.В. Ходаков; заявители и правообладатели О.А. Аверкова, К.И. Логачев, И.В. Ходаков. – №2013614743; заявл. 10.06.13; зарег. 30.07.13.

#### **Патенты (полезная модель):**

8. ПМ 154236 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> F24F 13/08. Устройство для снижения подсоса воздуха через щелевой проем [Текст] / **Ходаков И.В.** [и др.]; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» – №2014150007/12; заявл. 10.12.14; опубл. 20.08.15, Бюл. №23 – 2 с.: ил.



### **Статьи, индексируемые в Scopus и Web of Science:**

9. **Khodakov, I.V.** Modeling Detached Flows at the Inlet to Round Suction Flues With Annular Screens [Text] / **I.V. Khodakov** [etc.] // Refractories and Industrial Ceramics. – 2014. - 54(5). – P. 425-429. (0,58/0,14 п.л.);

10. **Khodakov, I.V.** About the modeling of detachable flows on the entrance of the round soaking-up branch pipe [Electronic resource] / **I.V. Khodakov** [etc.] // Middle-East Journal of Scientific Research. – 2013. - 17(8). – P. 1187-1193. URL: [http://www.idosi.org/mejsr/mejsr17\(8\)13/24.pdf](http://www.idosi.org/mejsr/mejsr17(8)13/24.pdf). (0,81/0,20 п.л.);

11. **Khodakov, I.V.** Modeling separated flows using stationary discrete vortices [Electronic resource] / **I.V. Khodakov** [etc.] // Canadian Center of Science and Education Modern Applied Science. – 2015. - 9(3). – P. 291-298. URL: <http://ccsenet.org/journal/index.php/mas/article/view/45957/24897>. (0,93/0,19 п.л.);

12. **Khodakov, I.V.** Simulation of the process of flow separation at the entrance of square aspirating port [Electronic resource] / **I.V. Khodakov** [etc.] // American Journal of Environmental Sciences. – 2014. - 10(5). – P. 509-515. URL: <http://thescipub.com/PDF/ajessp.2014.509.515.pdf>. (0,81/0,16 п.л.);

13. **Khodakov, I.V.** Decreasing the Power Requirements of Ventilation Shelters Through Aerodynamic Screening of Slot Leakages [Text] / O.A. Averkova, K.I. Logachev, **I.V. Khodakov** // Refractories and Industrial Ceramics – 2015. - 56(2). – P. 204-209. (0,69/0,23 п.л.);

### **На диссертацию и автореферат поступило 13 отзывов:**

1. ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», доктор технических наук, доцент **Белова Татьяна Ивановна**, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– В автореферате нет списка условных обозначений;

– Не приведен критерий сходимости разработанной вычислительной итерационной процедуры построения свободной поверхности тока.

2. ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», доктор технических наук, профессор **Беспалов Вадим Игоревич**, заведующий кафедрой «Инженерная защита окружающей среды», Почетный работник Министерства образования и науки России.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Необходимо объяснить возможности квазиосимметричной постановки задачи, чем она отличается от осесимметричной;

– В разделе «Положения, выносимые на защиту» (стр.6 автореферата) приведены не научные положения, а перечислены лишь научные результаты, полученные автором;

3. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», кандидат физико-математических наук **Грицкевич Михаил Сергеевич**, старший научный сотрудник лаборатории «Вычислительная гидроаэроакустика и турбулентность».

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Представленный в работе литературный обзор не позволяет в полной мере оценить место предлагаемого метода расчета вихревых течений в современной науке;

– Недостаточно ясна, по крайней мере, судя по автореферату, физическая корректность предлагаемых автором методов расчета течения на входе во всасывающие каналы. В частности, предлагаемый метод основывается на методе стационарных дискретных вихрей для идеальной несжимаемой жидкости, при этом можно ожидать, что в реальности такие течения являются турбулентными. Хочется надеяться, что убедительные обоснования на этот счет даются в тексте самой диссертации;

– В автореферате отсутствуют результаты сравнения разработанной вычислительной системы с современными вычислительными кодами, являющимися на сегодняшний день одним из основных инструментов при решении инженерных задач;



4. ФГОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева», кандидат технических наук, доцент **Абрамов Антон Вячеславович**, доцент кафедры «Охрана труда и окружающей среды», кандидат технических наук **Агашков Евгений Михайлович**, старший преподаватель кафедры «Охрана труда и окружающей среды».

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– При проверке результатов математического моделирования используются стенды, оснащенные автоматизированной системой научных исследований, что позволяет получать большой объем сравнительных данных. В экспериментальном стенде соискателя предусмотрено только одно средство измерения, и не ясно, имеется ли возможность его подключения к ПЭВМ;

– Из автореферата не ясно, какое программное обеспечение было использовано для решения поставленных задач;

5. ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)" доктор технических наук, профессор **Ряжских Виктор Иванович**, заведующий кафедрой «Прикладная математика и механика».

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– При решении задач о моделировании отрывных течений при входе во всасывающие каналы местных вентиляционных отсосов не учтена скорость набегающего потока, которая вполне может быть ненулевой.

6. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет», кандидат технических наук, доцент **Яременко Сергей Анатольевич**, и.о. заведующего кафедрой жилищно-коммунального хозяйства.

*Отзыв положительный, замечаний нет.*

7. Академия строительства и архитектуры ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», доктор технических наук, профессор **Зайцев Олег Николаевич**, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Название и цель работы желательно формировать с привязкой к положительному эффекту, например, «Совершенствование местных вентиляционных отсосов на основе применения отрывных течений...»;

– Автор в автореферате не показал, как и насколько отрывные течения снижают расход воздуха и как изменится при этом КПД местного отсоса. Также желательно было осветить вопросы формирования отрывных течений в зависимости от формы всасывающего отверстия (2 глава);

– Не совсем ясно из автореферата, как происходит срыв потока с края козырька и с какой частотой, а также какие факторы являются определяющими в этом процессе (3 глава);

– К сожалению, автор не привел обоснование принятому условию о равной интенсивности вихрей на поверхности кромки и равенстве расстояния между самими вихрями, поскольку в таких местах всегда существуют скачки уплотнения газа.

8. ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», доктор технических наук **Панов Сергей Юрьевич**, заведующий кафедрой «Машины и аппараты химических производств», декан факультета экологии и химической технологии.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Не исследовано влияние грубодисперсных аэрозолей на процесс отрыва потока при входе в тонкостенные всасывающие каналы.

9. ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», доктор физико-математических наук, профессор **Хоперсков Александр Валентинович**, заведующий кафедрой «Информационные системы и компьютерное моделирование».

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Нет публикаций в высокорейтинговых зарубежных научных журналах с импакт-фактором больше единицы.



10. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский московский государственный строительный университет», кандидат технических наук, доцент **Рымаров Андрей Георгиевич**, заместитель заведующего кафедрой Отопления и вентиляции, доцент.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– В автореферате не приведены виды вредных выделений, удаляемые местной системой вентиляции, и не указана направленность вредных выделений.

11. ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кандидат технических наук, доцент **Бурков Александр Иванович**, доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение», кандидат технических наук, доцент **Гришкова Алла Викторовна**, доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение».

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Может быть отмечено применение микроманометра с наклонной трубкой в схеме экспериментальной установки (рис. 4 на с. 13) для производства измерений достаточной высокой точности, для этого могут быть применены дифференциальные цифровые микроманометры с теми же типами пневмометрических трубок.

12. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» кандидат технических наук, доцент **Осипова Наталия Николаевна**, заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение, вентиляция, водообеспечение и прикладная гидрогазодинамика».

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Из автореферата не ясно рассматривалось ли влияние на формирование отрывных течений потоков воздуха наличие шиберующих устройств, как правило, устанавливаемых на местных отсосах?

13. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», доктор технических наук, профессор **Аверкин Александр Григорьевич** профессор кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция».

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– В полученных аналитических зависимостях (уравнение 2, 6) отсутствуют данные о численной величине погрешности, их адекватности относительно определяемых значений.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью и высокой компетентностью в данной отрасли науки, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, спецификой и актуальностью их основных работ.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны** алгоритмы и математические модели расчета параметров отрывного течения (коэффициента местного сопротивления, скорости в заданной точке, линий и поверхностей тока и т.д.) при входе воздушного потока в круглые и щелевидные всасывающие каналы, что позволяет проектировать местные вентиляционные отсосы сниженной энергоемкости. При этом впервые использован метод дискретных вихрей для расчета параметров отрывного течения в местных отсосах с механическими экранами;

**разработаны** методы математического моделирования отрывных течений с использованием многоугольных вихревых рамок, позволяющие исследовать вихревые течения в застойных областях, определять пульсации скорости, выявлять зависимости взаимодействия приточных и вытяжных струйных течений;

**предложены** новые конструкции механических экранов с выступами, использование которых приводит к снижению расхода удаляемого воздуха, что, в свою очередь, повышает эффективность местных вентиляционных отсосов закрытого типа;



**доказано** влияние механических экранов с выступами на отрыв потока и аэродинамическое сопротивление на входе во всасывающие каналы местных отсосов закрытого типа;

**доказана** зависимость отрывной поверхности тока от формы всасывающего канала;

**введены** итерационная вычислительная процедура определения отрывной поверхности тока на входе во всасывающие каналы и аналитическая зависимость, описывающая границу отрывной поверхности тока на входе в квадратный всасывающий канал, что позволяет усовершенствовать методы расчета местных отсосов.

**Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что:**  
**доказаны** новые теоретические положения о способах снижения расхода воздуха, удаляемого местными вентиляционными отсосами и необходимого для эффективного улавливания загрязняющих веществ за счет использования механических экранов с выступами, которые увеличивают местное сопротивление и снижают расход воздуха в отсосах закрытого типа;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы:** методы теории функций комплексного переменного и теории струй идеальной несжимаемой жидкости, методы численного решения сингулярных интегральных уравнений, разработанные методы математического моделирования отрывных течений на входе во всасывающие каналы, экспериментальные методики исследования отрывных течений в системах местной вытяжной вентиляции;

**изложены** основные положения метода расчета отрыва потока на входе во всасывающие каналы местного вентиляционного отсоса, который повышает точность расчетов аспирационных систем перегрузки сыпучих материалов;

**раскрыты** механизмы образования воздушных отрывных течений в контексте применимости их свойств для создания эффективных систем местной вытяжной вентиляции, что позволяет усовершенствовать их

конструкцию и повысить эффективность улавливания мелкодисперсной пыли;

**изучены** особенности формирования полей скорости и связь между геометрическими размерами и местоположением механических экранов с выступами, влияющих на объемы воздуха, поступающего через неплотности местных вентиляционных отсосов закрытого типа;

**проведена модернизация:** существующих вычислительных алгоритмов для расчета отрывных потоков на входе в местные вентиляционные отсосы с учетом нестационарных и стационарных дискретных вихревых колец и вихревых многоугольников, что обеспечило получение новых результатов в диссертационном исследовании.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** методы расчета и проектирования систем местной вытяжной вентиляции на производстве ООО «Дюккерхофф Коркино Цемент» при реконструкции аспирационной системы перегрузки сыпучих материалов и в производственном процессе ООО «ЖБИ-Восток» при разработке плана модернизации системы обеспыливающей вентиляции;

**определены** перспективы использования разработанных способов снижения расхода отсасываемого воздуха местными вентиляционными отсосами, необходимого для эффективной локализации выбросов загрязняющих веществ;

**создана** программно-алгоритмическая поддержка для исследования отрыва потока на входе в щелевидные, круглые и квадратные всасывающие каналы;

**представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию систем местной вытяжной вентиляции за счет снижения их энергоемкости при сохранении эффективности улавливания загрязняющих веществ.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**



**для экспериментальных работ** результаты получены с использованием современного оборудования и программных средств;

**теория построена** в рамках современных методов механики жидкости и газа, вычислительной математики и математического моделирования, и согласуется с экспериментальными данными, полученными как соискателем, так и опубликованными экспериментальными результатами других авторов;

**идея базируется** на использовании фундаментальных знаний о свойствах отрывных воздушных потоков, анализе практики и обобщении опыта исследований в области создания и проектирования систем местной вытяжной вентиляции;

**использовано** сравнение авторских данных и данных, полученных ранее в независимых источниках по рассматриваемой тематике;

**установлено** качественное и количественное совпадение авторских результатов с данными, представленными в независимых источниках по исследованию воздушных течений вблизи вытяжных устройств;

**использованы** современные методики обработки и сбора информации о закономерностях и процессах, протекающих в спектрах действия местных вентиляционных отсосов, а также программно-алгоритмическая поддержка, разработанная в диссертации.

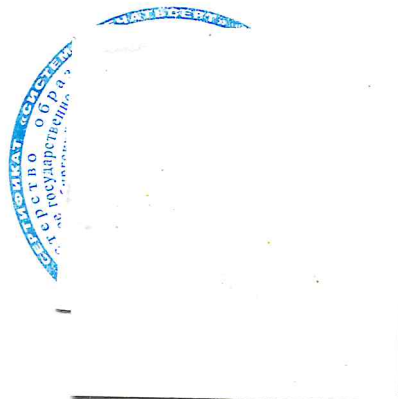
**Личный вклад соискателя состоит в:** постановке и решении задач диссертационного исследования; разработке математических моделей и компьютерных программ; проведении вычислительных и натурных экспериментов; формулировании выводов и рекомендаций; подготовке научных трудов по теме диссертации.

На заседании 27 июня 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Ходакову Илье Владимировичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.23.03 –

Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА  
Д 212.223.06,  
доктор технических наук,  
профессор



ДАЦЮК Т.А.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
совета Д 212.223.06,  
кандидат технических наук, доцент

ПУХКАЛ В.А.

27 июня 2016 г.