

## **ОТЗЫВ**

### **официального оппонента**

на диссертацию Ходакова Ильи Владимировича  
на тему: «Моделирование отрывных течений  
на входе во всасывающие каналы местных вентиляционных отсосов»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция,  
кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

#### **Актуальность избранной темы диссертационного исследования.**

Эксплуатация технологического оборудования механической переработки сыпучих материалов сопровождается интенсивным выделением пыли, что ухудшает условия труда и может приводить к возникновению у рабочих профессиональных заболеваний.

Наиболее эффективным способом локализации и удаления пыли является устройство систем местной вытяжной вентиляции. Однако использование таких систем требует существенных энергозатрат (до 20% от производственных мощностей).

Снижения энергоемкости системы местной вытяжной вентиляции можно достичь путем выбора оптимальных геометрических и режимных параметров местных отсосов, что требует использования высокоточных математических и компьютерных моделей движения газодисперсных потоков.

Традиционные методы расчета не позволяют описать отрывные течения в многосвязных областях и вихревые нестационарные структуры, возникающие при функционировании систем местной вытяжной вентиляции, что существенно снижает точность получаемых результатов. Учитывать такие структуры позволяет метод дискретных вихрей, адаптированный к решению задач местной вытяжной вентиляции. Метод дискретных вихрей является одним из наиболее распространенных на сегодняшний день бессеточных методов аэродинамики. Его применение требует меньших вычислительных затрат по сравнению с сеточными методами, а также не требует трудоемких процедур создания сетки во всей расчетной области, что

очень актуально для многосвязных областей со сложной конфигурацией границ и изменяющимися во времени граничными условиями, имеющими место в системах местной вытяжной вентиляции.

В связи с этим тему диссертации Ходакова Ильи Владимировича, посвященную разработке и численной реализации методов математического моделирования процессов, протекающих в системах местной вытяжной вентиляции, а также созданию системы автоматизированного проектирования таких систем следует считать актуальной, а результаты выполненных исследований – важными как в научном, так и в прикладном плане.

#### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность научных положений, достоверность выводов и рекомендаций не вызывают сомнений, так как они получены в результате корректных математических преобразований с учетом хорошо апробированных теоретических положений из области моделирования отрывных течений, адекватной реализации вычислительных экспериментов и подтверждены результатами тестирования на адекватность и достоверность различных математических моделей отрывных и вихревых течений, разработанных с использованием метода дискретных вихрей и теории функций комплексного переменного.

#### **Научная новизна и достоверность полученных результатов**

Научная новизна диссертационного исследования состоит в следующем:

– разработаны математические модели отрывных течений при входе во всасывающие каналы в многосвязных областях с тонкими механическими экранами сложной формы;

– установлена связь между коэффициентом сжатия струи и аэродинамическим сопротивлением входа во всасывающий канал, предложена аналитическая зависимость связи коэффициента местного сопротивления при входе в экранированный отсос круглой формы, и

коэффициентом сжатия струи; определены закономерности изменения коэффициента местного сопротивления от геометрии экранов и их удаленности от всасывающих щелевидных каналов;

– разработана математическая модель отрывного течения при входе во всасывающие каналы в трехмерной области, при помощи многоугольных вихревых рамок; решена задача определения отрывной поверхности тока при входе в квадратный всасывающий канал; предложено аналитическое выражение для определения поверхности отрыва.

Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью использования методов математического и компьютерного моделирования, а также сравнительным анализом результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Публикации автора включают в себя все основные результаты диссертационной работы, автореферат диссертации полно отражает ее содержание. Результаты исследования опубликованы в 19 печатных работах, из которых 7 в ведущих рецензируемых научных журналах, 5 проиндексированы в Web of Science и Scopus. Имеются также 2 зарегистрированные компьютерные программы и 1 патент на полезную модель. Основные положения диссертации докладывались и получили одобрение на конференциях различного уровня.

### **Практическое значение работы**

Практическая полезность работы состоит в расширении области применения математического моделирования систем вентиляции, для адекватного описания которых необходимо учитывать сложную геометрию границ области с тонкими экранами, наличие вытяжных отверстий и отрывных течений.

Практической значимостью обладают разработанные в диссертации компьютерные программы для проведения вычислительных экспериментов, позволяющие определить оптимальные параметры устройств местной

вытяжной вентиляции, при которых энергоёмкость аспирации технологического оборудования существенно снижается.

Разработанные методы, алгоритмы, программы могут найти применение в учебном процессе для студентов, обучающихся по направлению «Строительство».

#### **Замечания по работе**

1. Необходимо объяснение использования модели идеальной несжимаемой жидкости для исследования отрывных течений на входе во всасывающие каналы местных вентиляционных отсосов.

2. В диссертационной работе отсутствует сравнение численных расчетов отрывного течения при входе в квадратный тонкостенный всасывающий канал с экспериментальными данными.

3. Необходимо пояснить в чем заключается энергосберегающий эффект при использовании механического экранирования неплотностей местных вентиляционных отсосов закрытого типа.

В целом, диссертационная работа Ходакова Ильи Владимировича является актуальным и законченным научным исследованием в области аэродинамики вентиляции и применения математического моделирования для описания воздушных течений, характерных для местной вытяжной вентиляции.

Работа выполнена на высоком уровне и имеет несомненную практическую ценность.

Диссертация Ходакова И.В. соответствует пунктам 1 и 3 паспорта специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение, требованиям, предъявляемым п.п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842); является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи о моделировании отрывных течений при входе во всасывающие каналы

Item No.	Description	Quantity	Unit	Price	Total
1	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...
21	...	...	...	...	...
22	...	...	...	...	...
23	...	...	...	...	...
24	...	...	...	...	...
25	...	...	...	...	...
26	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...
28	...	...	...	...	...
29	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...
31	...	...	...	...	...
32	...	...	...	...	...
33	...	...	...	...	...
34	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...
36	...	...	...	...	...
37	...	...	...	...	...
38	...	...	...	...	...
39	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...
41	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...
43	...	...	...	...	...
44	...	...	...	...	...
45	...	...	...	...	...
46	...	...	...	...	...
47	...	...	...	...	...
48	...	...	...	...	...
49	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...
51	...	...	...	...	...
52	...	...	...	...	...
53	...	...	...	...	...
54	...	...	...	...	...
55	...	...	...	...	...
56	...	...	...	...	...
57	...	...	...	...	...
58	...	...	...	...	...
59	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...
61	...	...	...	...	...
62	...	...	...	...	...
63	...	...	...	...	...
64	...	...	...	...	...
65	...	...	...	...	...
66	...	...	...	...	...
67	...	...	...	...	...
68	...	...	...	...	...
69	...	...	...	...	...
70	...	...	...	...	...
71	...	...	...	...	...
72	...	...	...	...	...
73	...	...	...	...	...
74	...	...	...	...	...
75	...	...	...	...	...
76	...	...	...	...	...
77	...	...	...	...	...
78	...	...	...	...	...
79	...	...	...	...	...
80	...	...	...	...	...
81	...	...	...	...	...
82	...	...	...	...	...
83	...	...	...	...	...
84	...	...	...	...	...
85	...	...	...	...	...
86	...	...	...	...	...
87	...	...	...	...	...
88	...	...	...	...	...
89	...	...	...	...	...
90	...	...	...	...	...
91	...	...	...	...	...
92	...	...	...	...	...
93	...	...	...	...	...
94	...	...	...	...	...
95	...	...	...	...	...
96	...	...	...	...	...
97	...	...	...	...	...
98	...	...	...	...	...
99	...	...	...	...	...
100	...	...	...	...	...

6 05

STEEL



[Redacted area]

[Redacted area]

[Redacted area]