

В диссертационный совет Д 212.079.02 при
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»

420111, г. Казань, ул. К.Маркса, д. 10

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Колчина Сергея Александровича** «Гидравлическое сопротивление дискретно-шероховатого канала при наложенных пульсациях потока», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы», 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Диссертация Колчина С.А. посвящена экспериментальному исследованию гидравлического сопротивления дискретно-шероховатого канала (ДШК) при вынужденных колебаниях потока. ДШК находят все более широкое применение в теплообменном оборудовании и системах охлаждения. В настоящее время накоплен обширный экспериментальный материал по гидравлическому сопротивлению и теплоотдаче при стационарном режиме течения в ДШК, данных при пульсирующем течении в подобных каналах крайне мало. В имеющихся экспериментальных работах указывается на перспективность использования вынужденных колебаний потока в ДШК для интенсификации теплообмена.

Также существенной проблемой является измерение расхода в трубопроводном транспорте при возникновении нестационарных



(пульсирующих) режимов течения. Существующие на сегодняшний день системы измерений и приборы имеют ограничения по режимным параметрам – погрешности измерений заметно возрастают при подобном течении.

Таким образом, проблемы прогнозирования характеристик пульсирующих течений, получения и систематизации информации о пространственно – временной структуре потока, выявления механизмов взаимосвязи тепловых и гидродинамических процессов и закономерностей турбулентного переноса в таких течениях являются в настоящее время весьма актуальными.

Диссертационная работа Колчина С.А. изложена на 126 страницах, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы.

Во введении представлены актуальность темы диссертации, формируется цель работы, перечислены основные положения, которые выносятся на защиту.

В первой главе выполнен достаточно полный литературный обзор по теме диссертационной работы. Описаны наиболее известные критерии оценки эффективности интенсификации теплообмена в каналах. Приведен обзор работ по исследованию стационарных и пульсирующих течений в каналах. Отмечено, что вынужденные пульсации потока интенсифицируют теплообмен в ДШК, средний коэффициент теплоотдачи увеличивается до 60%, а в ближнем следе за препятствием – пятикратно по сравнению со стационарным режимом. Показано, что пульсации потока приводят к резкому сокращению (до двух раз) длины отрывной области за единичным препятствием по сравнению со стационарным течением. Рассмотрена проблема получения экспериментальной информации в турбулентных нестационарных течениях. Справедливо отмечено, что в настоящее время нет отработанных методик опытного определения гидравлических потерь в канале при пульсирующем течении.

Во второй главе представлено описание экспериментальной установки, комплекса измерительной аппаратуры, а также методики проведения исследований и обработки результатов измерений. Приводятся результаты оценки погрешности измерений.

В эксперименте течение колеблющегося газа создавалось в ДШК пульсатором, который был установлен на выходе из рабочего участка. В конструкции пульсатора предусмотрено варьирование средней скоростью потока, частотой и амплитудой вынужденных пульсаций. Движение воздуха создавалось при помощи напорного вентилятора. Для измерения расхода воздуха и перепада давления использовались современные измерительные приборы. Мгновенные значения скорости получены с помощью термоанемометрических измерений на оси канала.

Кроме того, во второй главе предложена конструкция теплообменника, в котором реализуется нестационарный эффект интенсификации теплообмена. Пульсации потока в каналах теплообменника создаются за счет энергии самого потока, причем таким образом, что число Струхля Sh остается приблизительно постоянным во всем диапазоне изменения расхода теплоносителя (воздуха). Температура стенки рабочего участка измерялась термопарами. Коэффициент теплоотдачи определялся по методу регулярного режима. Частота и амплитуда вынужденных пульсаций оценивалась на основании термоанемометрических измерений.

В третьей главе представлены четыре подхода (методики) для опытного определения коэффициента гидравлического сопротивления канала при вынужденной нестационарности потока. На основании анализа экспериментальных данных (по гидравлическому сопротивлению гладкого канала), полученных с использованием различных методик, выбран оптимальный подход к определению гидравлического сопротивления канала при пульсирующем течении. Данный подход заключается в точном позиционировании измерительных сечений относительно фазы стоячей

волны. Приведены рекомендации по выбору измерительных сечений в зависимости от пространственно - временной структуры течения.

В четвертой главе проведен весь комплекс исследований для определения коэффициента гидравлического сопротивления ДШК при пульсирующем течении. Измерительные сечения выбирались в однотипных условиях относительно фазы стоячей волны. Выявлено, что с ростом амплитуды вынужденных пульсаций увеличивается относительный коэффициент гидравлического сопротивления. Максимальные значения коэффициента получены при числе Струхала $Sh = 0,6$. Предложена обобщающая зависимость. Проведена оценка теплогидравлической эффективности интенсификации теплообмена в ДШК при вынужденной нестационарности потока.

В пятой главе представлены результаты экспериментов на модельном теплообменном аппарате, в котором пульсации создаются за счет энергии самого потока. Интенсивность теплообмена в ДШК при режиме с вынужденными пульсациями увеличилась на 20...25 % относительно стационарного режима.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Научная новизна диссертации заключается в разработке методики, которая позволяет получать данные о гидравлических потерях ДШК при пульсирующем течении; в получении и обобщении экспериментальных данных по гидравлическому сопротивлению ДШК при вынужденной нестационарности потока в широком диапазоне чисел динамического подобия потока; в проведении оценки энергоэффективности интенсификации теплообмена в ДШК за счет вынужденных колебаний потока.

Обоснованность и достоверность научных положений, сформулированных в диссертации Колчина С.А. обеспечивается использованием современных средств измерения и апробированных методик исследований, проведением ряда тестовых опытов с хорошим согласованием их результатов с работами других исследователей.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в том, что полученные результаты дают более полное представление о сложных газодинамических процессах при пульсирующем течении газа в ДШК. Знание механизмов взаимодействия пульсирующего потока с дискретно-шероховатой стенкой канала позволит повысить надежность и достоверность прогнозирования нестационарных колебательных процессов при проектировании теплообменного оборудования, систем охлаждения, газотранспортного оборудования.

Научные результаты диссертации могут быть использованы в научно-исследовательских и проектных организациях при разработке новой техники в области авиации, энергетики и средств измерения параметров потока, а также в образовательном процессе в технических университетах и учебных заведениях соответствующего профиля.

Общие замечания

1. При обобщении опытных данных в качестве относительной амплитуды вынужденных пульсаций использовалось значение β на входе в рабочий участок, тогда как в условиях стоячей волны расположенные между измерительными сечениями выступы обтекались потоком с различным значением β .

2. Неясно, учтена ли при оценке погрешности обобщающей зависимости по гидравлическому сопротивлению составляющая, связанная с отличием β в измерительных сечениях.

3. В опытах на модельном теплообменнике при оценке коэффициента теплоотдачи не указано, каким образом учитывался подогрев воздуха, движущегося в рабочих участках.

Заключение

Диссертационная работа Колчина Сергея Александровича представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, и ее содержание

соответствует специальностям 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы», 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника». В работе решена актуальная научная задача прогнозирования теплоотдачи и гидравлического сопротивления ДШК в условиях пульсирующего течения, имеющая большое прикладное значение для различных областей техники (энергетика, авиация и т.д.).

Основные результаты диссертации опубликованы в 12 научных работах, в том числе в двух статьях в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ. Публикации автора в полной мере отражают основные положения и результаты диссертационной работы.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации и охватывает основные ее положения.

По научному содержанию и по форме изложения материала диссертация полностью соответствует требованиям п. 9 и в целом «Положению о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор Колчин Сергей Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальностям 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы», 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Первый заместитель директора по научной работе -
заместитель директора по качеству
Федерального государственного унитарного
предприятия «Всероссийский
научно-исследовательский институт
расходометрии» (ФГУП ВНИИР),
доктор технических наук, профессор.



Фафурин Виктор Андреевич

420088, Российской Федерации, Республика
Татарстан, г. Казань, ул. 2-я Азинская, 7а
Тел.: (843)272-70-62; (843)272-00-32
e-mail: fafurin_va@kstu.ru



Согласовано
Фафурин В.А. Заверено
Е.Е. Багаева
Сергий
6

СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ

по диссертационной работе Колчина Сергея Александровича на тему: «Гидравлическое сопротивление дискретно-шероховатого канала при наложенных пульсациях потока» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы» и 01.04.14 - «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, ученое звание	Сведения о работе		Список основных публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (но не более 15 публикаций)
			Полное наименование организации, почтовый адрес (индекс, город, улица, дом), телефон, адрес электронной почты	Должность с указанием структурного подразде- ления	
1	2	3	4	5	6
1	Фафурин Виктор Андреевич	д.т.н., профессор	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии» (ФГУП ВНИИР) 420088, г. Казань, ул. 2-я Азинская, 7а Тел.: (843)272-70-62; (843)272-00-32 Эл. почта: office@vniir.org	первый заместитель директора по научной работе - заместитель директора по качеству	1. Экспериментальное исследование коэффициента истечения торцевых сужающих устройств / Гареев Р.С., Сабирзянов А.Н., Фафурин В.А., Фефелов В.В., Явкин В.Б. Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 4. С. 245-247. 2. Экспериментальные исследования торцевых сужающих устройств / Яценко И.А., Гареев Р.С., Сабирзянов А.Н., Фафурин В.А., Явкин В.Б. Труды Академэнерго. 2014. № 2. С. 33-42. 3. Экспериментальное и расчетное исследование торцевых диафрагм / Гареев Р.С., Быков И.А., Фафурин В.А., Явкин В.Б., Яценко И.А. Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 17. С. 197-200. 4. Измерения расхода энергетических ресурсов / Фафурин В.А., Яценко И.А., Ганиев Р.И., Николаев Н.А. Сантехника, отопление,

Официальное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ)
ВХ. №: От « 3 » сентября 2015 г. <i>6337</i>

кондиционирование. 2013. № 3 (135). С. 64-67.

5. Исследования коэффициента истечения торцевых сопел / Яценко И.А., Гареев Р.С., Фафурин В.А., Быков И.А., Сабирзянов А.Н.

Законодательная и прикладная метрология. 2012. № 5 (120). С. 34-37.

6. Анализ параметров численных методов при расчете метрологических характеристик расходомеров на базе стандартной диафрагмы / Фафурин В.А., Фефелов В.В., Яценко И.А. Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 23. С. 136-141.

7. Влияние осесимметричных местных сопротивлений на метрологические характеристики ультразвуковых преобразователей расхода / Фафурин В.А., Яценко И.А., Тырышкин Р.А. Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 23. С. 146-151.

8. Расчет профиля скорости и метрологических характеристик ультразвуковых расходомеров при развитом турбулентном течении в гладких трубах / Тырышкин Р.А., Сабирзянов А.Н., Фафурин В.А., Фефелов В.В., Явкин В.Б. Труды Академэнерго. 2010. № 2. С. 31-39.

9. Применение RANS моделей турбулентности

			для расчета коэффициента расхода в расходомере со стандартной диафрагмой / Тырышкин Р.А., Сабирзянов А.Н., Фефелов В.В., Фафурин В.А., Явкин В.Б. Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. 2010. № 2. С. 109-116.
--	--	--	--

Фафурин



Фафурин В.А. директор