

Вх. №4/24  
от 01.03.24

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

**Рыдалиной Натальи Владимировны**

«Теплоотдача и гидродинамика в теплообменных аппаратах с пористыми вставками», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

**Актуальность диссертационной работы.** Необходимость создания компактных теплообменных аппаратов заставляет искать пути повышения интенсивности теплообмена при допустимых гидравлических потерях. Использование в конструкциях теплообменных аппаратов пористых металлов позволяет увеличить интенсивность процессов теплообмена и уменьшить габариты теплообменников. Широкий диапазон свойств пористых металлов и простота изготовления из них конструкций разнообразных форм позволяют использовать пористые металлы в теплообменных аппаратах различного назначения. К сожалению, большое разнообразие форм пористых металлов и их свойства, такие как форма каналов, извилистость, величина диаметров поровых отверстий, а также скорость фильтрации теплоносителей не позволяют одинаково представлять теплогидродинамические характеристики пористых структур, используемых в теплообменниках.

Представленная Рыдалиной Н.В. диссертационная работа посвящена исследованию и обобщению параметров теплообмена при течении фреона в поровых каналах и разработке на их основе метода теплогидравлического расчета теплообменных аппаратов с пористыми вставками хаотичной структуры.

В диссертации были поставлены и решены следующие задачи: проведение анализа существующих пористых структур, изучение существующих способов использования пористых структур в теплообменниках и анализ теплогидродинамических исследований при течении теплоносителя в них, проведение экспериментального исследования теплогидродинамических характеристик в пористых вставках из алюминия хаотичной структуры при течении по ним фреона и обобщение полученных

экспериментальных данных с целью получения рекомендаций по расчету коэффициента теплоотдачи, вязкостного и инерционного коэффициентов гидравлического сопротивления. Кроме того, на основе полученного критериального уравнения теплоотдачи и зависимостей для коэффициентов гидравлического сопротивления разработана физико-математическая модель расчета параметров теплообменного аппарата с пористыми вставками хаотичной структуры, а также представлена методика теплогидравлического расчета теплообменного аппарата с пористыми вставками.

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения, содержит 120 страниц, 38 рисунков и 16 таблиц. Список использованной литературы включает 126 наименования.

**Во введении** описана актуальность темы исследования, поставлены цели и задачи, сформулированы положения, выносимые на защиту, обоснованы научная новизна, практическая и теоретическая значимость исследования, приведены данные об апробации результатов и публикациях по теме исследования.

**В первой главе** приводится анализ исследований по существующим видам пористых структур и способам их получения. Рассмотрены конструктивные предложения по применению пористых металлов в теплообменниках, а также проведен обзор теплогидравлических исследований пористых металлов, используемых для интенсификации процессов теплообмена.

**Во второй главе** представлен объект исследования – пористые вставки из алюминия хаотичной структуры. Приводится принципиальная схема лабораторной установки для проведения экспериментальных исследований. Описан принцип работы экспериментального оборудования, а также подробно описана методика обработки полученных экспериментальных данных. Представлены результаты проведения лабораторных исследований и результаты их первичной обработки. Произведена оценка погрешностей, возникающих при проведении экспериментальных исследований. По результатам первичной обработки полученных экспериментальных данных определен уровень увеличения тепловой эффективности и величина гидравлических потерь в теплообменниках с пористыми вставками по сравнению с теплообменниками без пористых вставок.

**В третьей главе** представлен вывод критериального уравнения теплоотдачи от поверхности поровых каналов к фреону, фильтрующемуся по порам. Произведено сопоставление полученных экспериментальных данных и полученных данных в результате вычислений по полученному критериальному уравнению. Представлен вывод зависимостей вязкостного и инерционного коэффициентов теплоотдачи на основе обобщения экспериментальных данных. Представлено сравнение экспериментальных данных по гидравлическим потерям с расчетными значениями по полученным зависимостям. Предложена физико-математическая модель расчета параметров теплообменного аппарата с пористыми вставками хаотичной структуры на основе полученных уравнений и представленной в работе кластерной модели.

**В четвёртой главе** представлено практическое применение полученных теоретических уравнений и зависимостей. Описана одна из методик проведения теплогидравлического расчета теплообменного аппарата с пористыми вставками на основе предложенной физико-математической модели. Представлены результаты расчета по предложенной методике. Произведена оценка возможности использования пористых металлов в конструкции конденсатора с фреоном в качестве охлаждающего теплоносителя.

**В заключение** приведены основные результаты и выводы, сделанные автором диссертационной работы.

**Научная новизна полученных результатов.** В качестве основных научных результатов диссертационной работы можно отметить следующие. Получено критериальное уравнение теплоотдачи, а также зависимости для вязкостного и инерционного коэффициентов гидравлического сопротивления при течении фреона по пористой вставке из алюминия хаотичной структуры на основе обобщения экспериментальных данных, учитывающие свойства теплоносителя, режимные параметры потока и геометрические параметры вставок. На основе полученного критериального уравнения теплоотдачи и зависимостей коэффициентов гидравлического сопротивления составлена физико-математическая модель расчета параметров теплообменного аппарата с пористыми вставками из алюминия хаотичной структуры.

**Оценка обоснованности и достоверности результатов.** Автор диссертационной работы, использует известные теоретические положения

теории тепломассообмена. При проведении экспериментального исследования использовался стенд с современными, высокоточными контрольно-измерительными приборами и поверенными средствами измерений. Согласованность расчетных данных с результатами проведенных экспериментов Рыдалиной Н.В., подтверждают обоснованность и правомерность использования полученных зависимостей для составления физико-математической модели расчета параметров теплообменного аппарата с пористыми вставками из алюминия хаотичной структуры.

**Практическая значимость** проведенных исследований заключается в необходимости корректной методики проведения теплового и гидравлического расчета теплообменного аппарата с пористыми вставками из алюминия хаотичной структуры. Такие расчеты могут быть использованы при проектировании теплообменных аппаратов, используемых в технологических процессах пищевой, химической промышленности.

**По диссертации имеются следующие замечания:**

1. В п. 2.3 не обоснован выбор линейного уравнения регрессии.
2. Не ясно, является ли рассматриваемый вариант вставки оптимальным?
3. В работе не объяснено, почему пористость исследуемых образцов была ограничена диапазоном 0.47-0.62.
4. Хотя было получено критериальное уравнение по расчету коэффициента теплоотдачи, отсутствуют график и общий вид зависимости рассматриваемого коэффициента теплоотдачи от значения пористости материалов.
5. Не до конца рассмотрен вопрос, можно ли применять полученное критериальное уравнение для значений пористости, выходящих за пределы исследуемого диапазона.

**Заключение.** Представленная диссертация является завершенной научно-исследовательской работой, выполненной автором на высоком научном уровне. Полученные автором результаты являются новыми, достоверными и обоснованными. Автореферат отражает содержание диссертационной работы, а её основные результаты опубликованы в рецензируемых изданиях.

Замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа Рыдалиной Натальи Владимировны представляет собой завершённую научно-квалификационную работу и

соответствует требованиям пунктов 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автор диссертации достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Я, Арзамасцев Алексей Геннадьевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук по специальности 01.04.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника, доцент кафедры промышленной теплоэнергетики  
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Арзамасцев Алексей Геннадьевич  
22.02.2024

Почтовый адрес: 398055, г. Липецк, ул. Московская, д. 30.  
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»  
Тел.: +7 (4742) 328-141, e-mail: arzamastcev-ag@mail.ru

Подпись Арзамасцева Алексея Геннадьевича заверяю:



Подпись удостоверяю

Начальник отдела кадров

