

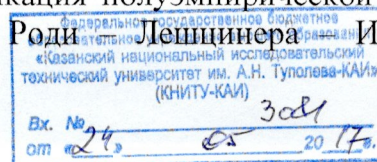
## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук  
Щелчкова Алексея Валентиновича  
«Физическое и численное моделирование интенсификации теплообмена поверхностными генераторами вихрей в трактах систем охлаждения» по специальности 01.04.14 –  
Теплофизика и теоретическая теплотехника

В настоящее время актуальным вопросом развития транспорта является повышение эффективности охлаждения элементов двигателей, что актуально, как для двигателей внутреннего сгорания, так и для газотурбинных, и для ракетных двигателей. Кроме того, применение эффективных систем охлаждения позволит повысить полезный объем двигателей. Использование кольцевых, полусферических выступов или выемок с целью самоорганизации вихревых структур вблизи стенки является технологичным методом интенсификации теплоотдачи. Однако при достаточно большом количестве экспериментальных и численных исследований количественные выражения для определения характеристик теплообмена и гидравлического трения для поверхностей с особенностями в зависимости от геометрии генераторов вихревых структур и режима течения определены в недостаточной мере.

В этой связи, диссертационная работа Щелчкова Алексея Валентиновича «Физическое и численное моделирование интенсификации теплообмена поверхностными генераторами вихрей в трактах систем охлаждения», посвященная обобщению и интерпретации большого количества экспериментальных данных по интенсификации теплообмена поверхностными симметричными генераторами вихревых структур, а также разработке и обоснованию принципиально новых и эффективных форм генераторов спиралевидных вихрей для различных режимов течения на базе сочетания методов физического и численного эксперимента с целью совершенствования теплогидравлической эффективности характеристик трактов систем охлаждения энергетического, транспортного и радиоэлектронного оборудования, безусловно, оказывается актуальной, имеющей фундаментальный характер, важное научное и практическое значение.

В диссертационной работе Щелчкова Алексея Валентиновича разработаны следующие основные положения и получены прорывные результаты: обоснована новая концепция оценки эффективности генераторов вихревых структур по величине максимальной скорости вторичного течения; предложена и численно обоснована новая форма овално-траншейных вихревых генераторов (относительной длиной  $l/b=5.57$ ,  $l/b=6.78$ , относительной глубиной  $h/d=0.13$ ), увеличение тепловой эффективности которых опережает рост гидравлических потерь по сравнению со сферическими углублениями; выявлен двукратный рост теплоотдачи в отрывной зоне в верховье овално-траншейных углублений (относительной длиной  $l/b = 4.5...6.78$ ); обнаружена перестройка отрывного течения в овално-траншейной лунке, обусловленная ее геометрическими параметрами; проведено обобщение данных по вихревой интенсификации теплообмена для широкого диапазона изменения чисел Рейнольдса ( $Re=200...10^5$ ) в каналах с кольцевыми и сферическими выступами, предложены обобщающие зависимости для определения параметров течения и теплообмена в таких каналах для ламинарного, переходного и турбулентного режимов течения; проведено обобщение данных по коэффициентам гидравлического сопротивления и теплоотдачи (предложены обобщающие зависимости) для плоских каналов с односторонним расположением цилиндрических лунок относительной глубиной  $h/d=0.1...0.2$  для различных режимов течения ( $Re=200...2.3 \cdot 10^4$ ); на основе сравнения с экспериментальными результатами выполнена верификация полуэмпирической модели переноса сдвиговых напряжений в рамках подхода Родригеса-Лештинера-Исаева и



программного комплекса VP2/3 «Thermophysics» для стесненных каналов с цилиндрическими, сферическими и овально-траншейными лунками; разработаны режимные карты обтекания для поверхностей с цилиндрическими и овально-траншейными лунками, определены рациональные характеристики кольцевых и полусферических выступов по их максимальной теплогидравлической эффективности; проведены испытания кожухотрубных теплообменных аппаратов с поверхностными вихревыми генераторами ( $Re=4 \cdot 10^3 \dots 2 \cdot 10^4$ ), показавшие значительный до 1.3...3 раз рост тепловой мощности при увеличении гидравлического сопротивления в 1.1...3.6 раза.

Материал, изложенный в автореферате технически грамотен.

**По автореферату имеются следующие замечания:** 1) так как в автореферате не представлены результаты сравнения с численными экспериментами на базе свободного программного обеспечения (OpenFoam, Code Saturne и др.), то основания для использования программного комплекса VP2/3 «Thermophysics» для проведения численных экспериментов по исследованию течения и теплообмена в каналах с лунками из автореферата не достаточно ясны;

2) объем автореферата составляет 52 страницы, что значительно превышает 2 п.л.

Диссертационная работа Щелчкова Алексея Валентиновича «Физическое и численное моделирование интенсификации теплообмена поверхностными генераторами вихрей в трактах систем охлаждения» является завершенной научной работой, содержащей новые прорывные результаты в области интенсификации теплообмена поверхностными вихревыми генераторами и удовлетворяет критериям, которым должны соответствовать диссертации на соискание ученой степени доктора наук п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», и паспорту специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Отзыв составили:

Д.т.н., доц., профессор кафедры  
«Теплогаснабжение и вентиляция»

А.Г. Салов

Самарского государственного  
технического университета

Шифр специальности – 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации;

К.т.н., доц., доцент кафедры  
«Теплогаснабжение и вентиляция»

А.А. Цынаева

Самарского государственного  
технического университета

Шифр специальности – 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника;  
05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Даю согласие на передачу и обработку персональных данных, содержащихся в отзыве на автореферат диссертационной работы, предоставляемого в диссертационный совет для размещения в федеральной информационной системе государственной научной аттестации, а также на сайте ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ».

Подписи д.т.н., доц. Салова А.Г. и к.т.н., доц. Цынаевой А.А. заверяю:

Ученый секретарь ФГБОУ ВО СамГТУ

Ю. А. Малиновская

