



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ОБЪЕДИНЕННАЯ
ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ»

ПРОСПЕКТ БУДЕННОГО, 16. КПП 997450001
МОСКВА, РОССИЙСКАЯ ОГРН 1107746081717
ФЕДЕРАЦИЯ, 105118 ИНН 7731644035

Т.: +7 495 232-55-02 UECRUS.COM
Ф.: +7 495 232-69-92 INFO@UECRUS.COM

13.03.2023, № 0116-5242
на № _____ от _____

УЧЕНОМУ СЕКРЕТАРЮ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
24.2.327.06, Д.Т.Н., ДОЦЕНТУ

В.М. КРАЕВУ

МАИ, Волоколамское ш., д.4, г. Москва,
125993

Отзыв на автореферат диссертации

Уважаемый, Вячеслав Михайлович!

Направляем Вам отзыв на автореферат диссертации Французова Максима Сергеевича «Разработка метода оценки эффективности интенсификации конвективного теплообмена в каналах».

Приложение: отзыв на автореферат диссертации на 2 л., в 2 экз.

С уважением,
Генеральный конструктор
производственного комплекса «Салют»
АО «ОДК»

 Г.П. Скирдов

Горелов Юрий Генрихович
Заместитель начальника отдела прочности и
тепломассообмена
+7 (499) 785 86 26

Отдел документационного
обеспечения МАИ

20 03 2023

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Французова Максима Сергеевича на тему «Разработка метода оценки эффективности интенсификации конвективного теплообмена в каналах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. – Теплофизика и теоретическая теплотехника

В настоящее время наблюдается тенденция непрерывного роста объема потребляемой энергии, вследствие чего возникает потребность в развитии энергетической эффективности используемого теплообменного оборудования. Поэтому при разработке и создании теплообменного оборудования энергетических и силовых установок одним из путей развития является использование различных способов интенсификации конвективного теплообмена с целью усовершенствования теплообменников, в связи с этим актуальными являются задачи, решаемые в диссертационной работе.

К научной новизне можно отнести впервые полученные тепловые и гидравлические характеристики нестационарного способа интенсификации теплообмена за счет самоподдерживающихся акустических колебаний при использовании численного моделирования, выполненную валидацию и верификацию тепловых и гидравлических характеристик различных способов интенсификации в каналах.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке методики оценки эффективности интенсификации теплообмена, позволяющей оперативно определять эффективность способа интенсификации теплообмена с точки зрения интегральных характеристик канала, методики, которая может быть использована в инженерной практике и позволяет сократить объем экспериментальных и расчетных исследований.

Результаты работы в достаточном объеме опубликованы в рецензируемых и других изданиях.

В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. В разделе актуальность темы автор указывает на необходимость создания высокоэффективных систем охлаждения ГТУ с использованием различных способов интенсификации конвективного теплообмена, при этом подразумевается некоторая универсальность использования интенсификаторов теплообмена. Однако, во второй главе исследуется интенсификация теплообмена только для каналов охлаждения камеры сгорания ЖРД с интенсификаторами в виде шероховатости и делается вывод о

необходимости поддерживать коэффициент $K_T = f\left(\frac{T_{охл.}^{вх}}{T_{ст.}}\right)$ на уровне 0,65 – 0,9 для всех

типов каналов охлаждения, не приведены величины данного коэффициента для рабочих, сопловых лопаток турбины ВД ГТУ с использованием теплообменника, без его использования и др. Кроме того из автореферата неясно каким образом при использовании шероховатости будут связаны огневая и силовая стенки (обычно они связаны сплошными ребрами), не исследовано влияние давления водорода на входе в каналы охлаждения от которого зависит его агрегатное состояние и, как следствие, интенсификация теплообмена и гидравлическое сопротивление.

2. В автореферате отмечено, что база данных тепловых и гидравлических характеристик исследованных способов интенсификации, может использоваться в проектно-конструкторских организациях при разработке теплообменных аппаратов. Однако, в авиационных ГТД, использующих воздухо-воздушные теплообменники, установленные во втором контуре, топливно-масляные теплообменники - не удастся использовать приведенные интенсификаторы в связи с существенными ограничениями гидравлических сопротивлений, подобные интенсификаторы используются в химической (нефтеперерабатывающей) промышленности, ЯЭУ и др. В автореферате не указано какой программный продукт использовался для валидации 3D расчетов (ANSYS CFX, Fluent, Star CCM)? В работе проведена валидация 3D расчетных исследований плоских вихревых

трактов, однако отсутствует ссылка на основные результаты экспериментальных исследований полученных в работах Нагоги Г.П. и др., на валидацию 3D расчетных исследований в работах Иганга Луана и др. [1], [2]. Из автореферата неясно проводилось ли сравнение расчетных данных по теплообмену и гидравлическому сопротивлению с экспериментальными данными, приведенными в работах В.К. Щукина, А.А. Халатова для скрученной ленты, шнековой вставки и пр.

3. В автореферате приведен критерий снижения потребного расхода (K_G), выведенный при условии $\lambda, c_p, \mu, \rho, \Delta T = \text{const}$, однако в реальности эти величины являются переменными, кроме того соотношение $Re/Re_{сл.}$ подразумевается в одной и той же степени для гладкой трубы и каналов с интенсификаторами теплообмена, что не всегда верно. Вывод уравнений для K_Q проведен при условии $K_{\Delta p} = 1, K_G = 1$, однако в реальности, например, для рабочих лопаток турбины обычно выбирается какой-то один критерий. Более удачным представляется оценка теплопроизводительности при постоянной мощности на прокачку введенная в работе Han J.C. (1985) - $\eta = (Nu / Nu_{ГЛ.}) / (f / f_{ГЛ.})^{1/3}$.

Несмотря на сделанные замечания, автореферат и научные публикации автора позволяют сделать вывод о том, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной самостоятельно на достаточно высоком уровне.

Тема диссертации соответствует паспорту научной специальности 1.3.14. – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Диссертационная работа на тему «Разработка метода оценки эффективности интенсификации конвективного теплообмена в каналах» соответствует критериям «Положения о присуждении учёных степеней» № 842 от 24.09.2013 (пп. 9-11, 13, 14), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Французов Максим Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Согласен на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Французова Максима Сергеевича и их дальнейшую обработку.

1. Yigang Luan, Shi Bu, Haiou Sun, Tao Sun. Numerical Investigation on Flow and Heat Transfer in Matrix Cooling Channels for Turbine Blades // Proc. of ASME Turbo Expo 2016: Turbomachinery Technical Conference and Exposition, GT2016-56279, June 13-17, Seoul, South Korea.
2. Yigang Luan, Lianfeng Yang, Bo Wan, Tao Sun. Large Eddy Simulation of Flow and Heat transfer Mechanism in Matrix Cooling Channel // Proc. of ASME Turbo Expo 2017: Turbomachinery Technical Conference and Exposition, GT2017-63515, June 26-30, Charlotte, NC, USA.

Подпись Горелова Ю.Г. заверяю:
Генеральный конструктор
ПК «Салют» АО «ОДК»



Геннадий Павлович Скирдов

Заместитель начальника отдела
прочности и тепломассообмена, к.т.н.
ПК «Салют» АО «ОДК»

Юрий Генрихович Горелов

105118, г. Москва, проспект Буденного, 16
тел. (495) 232-55-02
факс (495) 232-69-92
e-mail: info@uecrus.com

Ю.Г. Горелов
10.03.2023