

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

СЕМИНАР ВУЗОВ
ПО ТЕПЛОФИЗИКЕ
И ЭНЕРГЕТИКЕ

Материалы
Всероссийской научной конференции
с международным участием

21–23 октября 2019 года

Санкт-Петербург



ПОЛИТЕХ-ПРЕСС

Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

Санкт-Петербург

2019

УДК (532/536+620.9)(063)

ББК 31.3

С30

Семинар вузов по теплофизике и энергетике : материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, 21–23 октября 2019 г., Санкт-Петербург. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 447 с.

Сборник составлен из расширенных тезисов докладов, включенных в программу Всероссийской научной конференции с международным участием «XI семинар вузов по теплофизике и энергетике». Представленные материалы подготовлены научно-педагогическими работниками, студентами, учеными и специалистами из различных университетов и профильных научно-исследовательских организаций. Они охватывают широкий круг фундаментальных и прикладных проблем в области теплообмена и физической гидродинамики, горения натуральных топлив, энергоэффективности и энергосбережения, совершенствования энергетического оборудования ТЭС и АЭС, проблем управления энергетическими объектами. Рассматриваются также вопросы развития и приложения методов математического моделирования для решения разнообразных задач теплофизики и энергетике, в том числе с применением современных технологий вычислительной гидродинамики.

Ответственный за выпуск – доктор физико-математических наук
Е. М. Смирнов.

ISBN 978-5-7422-6703-4

© Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, 2019

The Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

PETER THE GREAT

SAINT-PETERSBURG POLYTECHNIC UNIVERSITY

**THERMOPHYSICS
AND POWER ENGINEERING
IN ACADEMIC CENTERS,
TPEAC-2019**

Proceedings
of the All-Russian Scientific Conference
with International Participation

October 21–23, 2019

Saint-Petersburg



POLYTECH-PRESS

Peter the Great
St. Petersburg Polytechnic
University

Saint-Petersburg

2019

Thermophysics and Power Engineering in Academic Centers, TPEAC-2019 : proceedings of the All-Russian Scientific Conference with International Participation, October 21–23, 2019, Saint-Petersburg. – SPb. : POLYTECH-PRESS, 2019. – 447 p.

The conference proceedings volume is a collection of extended abstracts of the contributions included in the program of the All-Russian Scientific Conference with International Participation “Thermophysics and Power Engineering in Academic Centers”, TPEAC-2019. The contributions have been prepared by professors, researchers, students and engineers from various universities and profile research institutions. They cover a wide range of fundamental and applied problems in the areas of heat and mass transfer, physical fluid dynamics, combustion of natural fuels, energy-efficiency and energy-saving, improvement of power equipment of thermal and nuclear power plants, control of power objects. A considerable part of the collection covers actual questions of development and application of mathematical modeling methods for solving various problems of thermophysics and power engineering, including applications based on the up-to-date computational fluid dynamics technologies.

Edited by *E. M. Smirnov*.

СВЯЗЬ ТЕПЛООБМЕНА С МИКРОСТРУКТУРОЙ ТУРБУЛЕНТНОГО ПОТОКА В ДИСКРЕТНО ШЕРОХОВАТОМ КАНАЛЕ

Представлены результаты экспериментальных исследований структуры течения и теплообмена в канале с одиночным выступом на стенке и с дискретно шероховатой стенкой (рис. 1). В канале сечением 150x115 мм в качестве элементов шероховатости использовались поперечные выступы квадратного сечения высотой $h=9,5$ мм и полукруглые выступы высотой $h=2$ мм. Шаг между выступами изменялся от 10 до 20 высот.

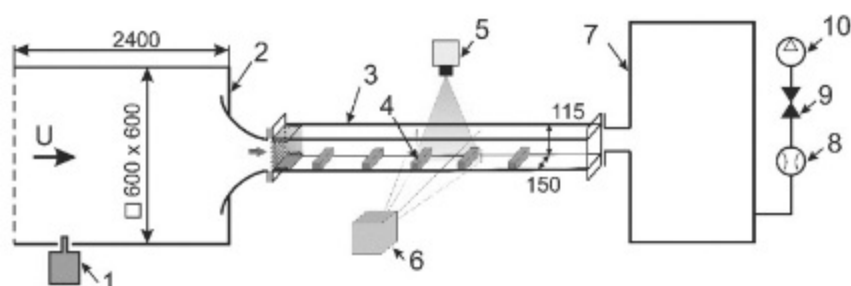


Рис. 1. Схема экспериментальной установки. 1 – генератор дыма; 2 – камера подготовки дыма; 3 – рабочий участок; 4 – массив выступов; 5 – непрерывный лазер; 6 – скоростная видеокамера; 7 – ресивер; 8 – критические сопла; 9 – запорная арматура; 10 – воздуходувка

Динамика мгновенных полей скорости потока измерялись методом SIV [1]. Для измерения локальных значений коэффициента теплоотдачи использован метод, основанный на электрическом нагреве стенки и измерении ее температуры одним и тем же элементом, выполненным из тонкой металлической пленки с высоким температурным коэффициентом сопротивления [2].

Получена как детальная информация о динамике структуры течения при обтекании элементов шероховатости, так и характеристики турбулентности в отрывной области и распределение локального коэффициента теплоотдачи в следе за высоким выступом. Вихревые структуры выделялись на основе Q -критерия [3]. На основе осциллограмм нормированного Q -критерия (рис. 2) установлено, что в случае полукруглых выступов малой высоты в потоке формируются более интенсивные вихри, которые на высоте вершин выступа имеют интегральный масштаб $2.5h$ и следуют в среднем с относительной частотой $fn/U=0.043$.

^{*)}Н.И.Михеев, n.miheev@mail.ru

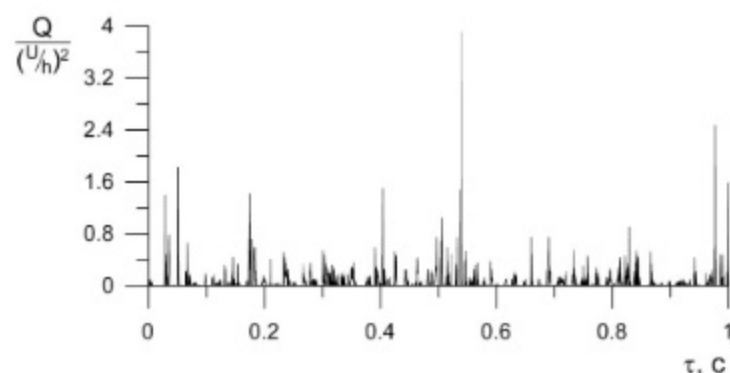


Рис. 2. Оциллограмма нормированного Q-критерия на высоте вершин выступов при обтекании дискретной шероховатости

Выполнена оценка связи локальных коэффициентов теплоотдачи с локальными гидродинамическими характеристиками течения в пристеночной зоне рециркуляционной области. Установлено, что локальный теплообмен в области рециркуляционного течения в отрывной области пропорционален относительным пульсациям скорости на внешней границе пограничного слоя возвратного течения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-08-00421).

ЛИТЕРАТУРА

1. Mikheev N.I. and Dushin N.S. A Method for Measuring the Dynamics of Velocity Vector Fields in a Turbulent Flow Using Smoke Image-Visualization Vide // Instruments and Experimental Techniques, 2016, Vol. 59, No. 6, pp. 880–887.
2. Dushin N.S. et al. Lowering the Systematic Error in Measurements of Local Heat Transfer Coefficient by Electric Heating of a Plane Wall // Russ. Aeronaut. 2017. Vol. 60, № 4.
3. Hunt J., Wray A., Moin P. Eddies, streams, and convergence zones in turbulent flows // Proc. of the Summer Program of the Center for Turbulence Research. 1988. pp.193- 208.

N.I. Mikheev, N.S. Dushin, O.A. Dushina, R.R. Shakirov
FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences

CORRELATION BETWEEN HEAT TRANSFER AND MICRISTRUCTURE OF TURBULENT FLOW IN RIBBED CHANNEL