



**НКТМ
РАН**



N*



**ИГТУ
НЭТИ**



**V Всероссийская научная конференция
с элементами школы молодых учёных**

ТЕПЛОФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКАЯ ГИДРОДИНАМИКА

Ялта, Республика Крым, отель "Ливадийский"

13-20 сентября 2020 г.

Научная молодёжная школа

ТЕПЛОФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКАЯ ГИДРОДИНАМИКА: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ

Ялта, Республика Крым, отель "Ливадийский"

13-19 сентября 2020 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Сибирское отделение РАН

Отделение энергетики, машиностроения,
механики и процессов управления РАН

Российский национальный комитет по теплообмену

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

Новосибирский государственный технический университет

Морской гидрофизический институт РАН

Российский научный фонд

СТРУКТУРА ПОТОКА И ТЕПЛООБМЕН В КАНАЛЕ С НИЗКОЙ ДИСКРЕТНОЙ ШЕРОХОВАТОСТЬЮ СТЕНКИ

Михеев Н.И., Душин Н.С., Шакиров Р.Р.

Институт энергетики и перспективных технологий ФИЦ Казанский научный центр РАН

e-mail: n.miheev@mail.ru

Одним из наиболее эффективных способов интенсификации теплоотдачи является нанесение на стенку элементов дискретной шероховатости в виде поперечных выступов. Высота элементов шероховатости должна быть не слишком велика по сравнению с толщиной вязкого подслоя. Рациональной для турбулентных потоков является высота поперечных выступов порядка 1-2% от гидравлического диаметра, которая при умеренно высоких числах Рейнольдса лишь в несколько раз больше толщины вязкого подслоя, т.е. гораздо ниже границы полного проявления шероховатости.

Получены и обобщены экспериментальные данные по теплообмену в канале с низкой дискретной шероховатостью стенки. На рис.1 представлен закон теплообмена в дискретно шероховатом канале с полуцилиндрическими выступами с относительной высотой $h/D_g=0.015$ и шагом $t/h=19$ в сравнении с теплообменом в том же канале с гладкой стенкой.

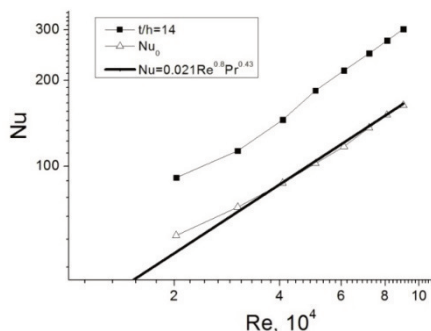


Рис. 1. Коэффициент теплоотдачи в дискретно-шероховатом канале с полуцилиндрическими выступами с относительной высотой $h/D_g=0.015$ и шагом $t/h=14$. Nu_0 – в том же канале с гладкой стенкой.

Методом SIV [1,2] выполнены измерения динамики векторных полей скорости потока при турбулентном течении в канале с дискретной шероховатостью стенки в виде поперечных выступов квадратного сечения для трех относительных высот h по отношению к гидравлическому диаметру D : $h/D = 0.02$, 0.055 и 0.1 . Выполнена оценка интегрального масштаба турбулентности в пристеночной области дискретно шероховатого канала на основе измеренных пространственных корреляционных функций.

Установлено, что при обтекании дискретной шероховатости в виде низких полуцилиндрических выступов на высоте вершин выступа в потоке формируются интенсивные вихри с интегральным масштабом $2.5h$, под влиянием которых многократно (до 5 раз) увеличивается энергия пульсаций продольной компоненты скорости потока по сравнению с гладким каналом в соответствующем интервале частот пульсаций. При числе Рейнольдса по гидравлическому диаметру канала $Re=11\ 000$ сравнительные спектры пульсаций про-

дольной скорости потока на различных расстояниях от выступа показаны на рис. 2.

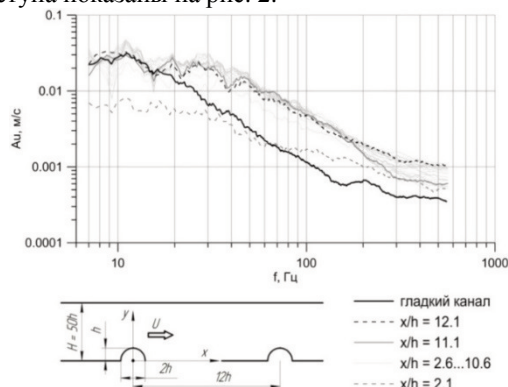


Рис. 2. Спектр пульсаций скорости потока на высоте вершин выступов.

Изменению структуры потока при обтекании низких выступов способствует сравнительно малое число Рейнольдса по локальным параметрам обтекания элемента шероховатости, которое на два-три порядка меньше числа Рейнольдса по диаметру канала и среднерасходной скорости. Кроме того, скорость потока, набегающего на низкое препятствие, в пределах его высоты изменяется почти линейно, тогда как при обтекании высоких препятствий она почти равномерна. Но основным фактором воздействия на структуру потока является внутренняя нестационарность обтекания низких выступов. Относительная частота следования вихрей, нормированная по шагу между выступами или длине отрывной области, имеет порядок 1. Интенсивность пульсаций в окрестности этой частоты составляет несколько процентов от скорости потока на высоте вершин выступа. Именно к достаточно интенсивным пульсациям скорости потока с относительной частотой порядка 1 весьма чувствительны гидродинамические и тепловые процессы в отрывной области [3].

Список литературы

1. Mikheev N.I., Dushin N.S. A method for measuring the dynamics of velocity vector fields in a turbulent flow using smoke image-visualization videos // Instruments Exp. Tech. 2016. Т. 59. № 6. С. 882–889.
2. Mikheev N. I., Goltsman A. E., Saushin I. I., Dushina O. A. Estimation of turbulent energy dissipation in the boundary layer using Smoke Image Velocimetry // Experiments in Fluids. 2017. No. 58(8). P. 97.
3. Давлетшин И.А., Михеев Н.И. Структура течения и теплообмен при отрыве пульсирующего потока // Теплофизика высоких температур. 2012. Т. 50. № 3. С. 442.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-19-00355) при частичном использовании результатов по теплообмену, полученных при поддержке РФФИ (проект 19-08-00421)