

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ РАН ПО ТЕПЛОМАСООБМЕНУ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
ИНСТИТУТ ТЕПЛОВОЙ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НИУ «МЭИ»



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОФИЗИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ

МАТЕРИАЛЫ

III международной конференции

19 – 23 октября 2020

Москва
Издательство МЭИ
2020

Михеев Н.И., Душин Н.С., Душина О.А., Шакиров Р.Р.

Институт энергетики и перспективных технологий ФИЦ Казанский
научный центр РАН,
420111, Казань, Лобачевского, 31/2
n.miheev@mail.ru

ТЕПЛООБМЕН И СТРУКТУРА ТЕЧЕНИЯ В КАНАЛЕ С ДИСКРЕТНОЙ ШЕРОХОВАТОСТЬЮ СТЕНКИ

Представлены результаты исследования, направленного на изучение эффектов внутренней нестационарности процессов при обтекании элементов дискретной шероховатости с целью целенаправленного использования этих эффектов для интенсификации теплообмена. Выявлены закономерности распределения локального коэффициента теплоотдачи при стабилизированном течении в канале с дискретной шероховатостью стенки в виде поперечных выступов квадратного сечения на участке тепловой стабилизации с подводом теплоты по закону $q=\text{const}$. Установлено, что при условии гидродинамической стабилизации потока не менее чем пятью выступами перед началом обогреваемой части канала эффект начального теплового участка практически отсутствует: уже после второго выступа на обогреваемом участке распределение локального теплообмена между выступами с хорошей точностью повторяется (рис. 1). Первый локальный максимум интенсификации достигается на расстоянии 5-6 высот от передней кромки выступа, в окрестности точки присоединения потока. Далее вниз по течению интенсивность теплообмена немного снижается, а в области отрыва потока перед следующим выступом достигает абсолютного максимума. Интенсивность теплообмена в ближнем следе за выступом на 15-30% ниже первого локального максимума. Именно эта область течения наиболее перспективна для дополнительной интенсификации теплообмена за счет внутренней нестационарности процессов.

Методом SIV [1] выполнены измерения динамики векторных полей скорости потока при турбулентном течении в канале с дискретной шероховатостью стенки, на основе которых получен полный комплекс

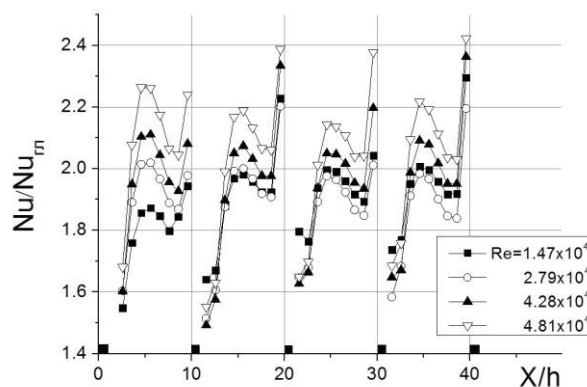


Рис. 1. Распределение локального коэффициента теплоотдачи на стенке канала с дискретной шероховатостью стенки в виде поперечных выступов квадратного сечения с относительной высотой $h/D_f=0.073$ и шагом $t/h=10$

характеристик пространственного распределения турбулентности и выполнена оценка интегрального масштаба турбулентности в пристеночной области течения. Установлено, что с уменьшением относительной высоты выступов относительный интегральный масштаб турбулентности смещается в сторону более крупных масштабов. При этом спектр турбулентных пульсаций скорости потока в пристеночной области течения смещается в сторону более низких относительных частот f , нормированных по отношению скорости потока u к высоте выступа: fh/u . В случае низких выступов $h/D\Gamma < 0.02$ значительная часть энергии пульсаций сосредоточена в окрестности относительной частоты $fh/u=0.1-0.2$, наиболее благоприятной для интенсификации теплообмена в ближнем следе за выступом [2]. Динамика обтекания низких выступов стационарным потоком приближается к таковой при обтекании высоких выступов пульсирующим потоком при частотах вынужденных колебаний, оптимальных для оптимизации теплоотдачи в ближнем следе за выступом.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-19-00355). Часть результатов по структуре течения получена при поддержке РФФИ (проект 19-08-00421).

Список литературы

1. 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 58(8), 97 (2017).
2. Давлетшин И.А., Михеев Н.И. Структура течения и теплообмен при отрыве пульсирующего потока // Теплофизика высоких температур. 2012. Т. 50. № 3. С. 442.

Молчанов А.М.

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»,
Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993

ЭФФЕКТИВНЫЙ ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЖЕСТКИХ УРАВНЕНИЙ, ОПИСЫВАЮЩИХ ХИМИЧЕСКИ И ТЕРМИЧЕСКИ НЕРАВНОВЕСНЫЕ ТЕЧЕНИЯ

В газовых течениях, в которых происходят неравновесные химические реакции и неравновесные энергетические переходы, характерные времена основных процессов могут различаться в 10^4-10^6 раз. В этом случае основная система уравнений является жесткой, и ее прямое