

Доклад
Володина Юрия Гурьяновича
по диссертационной работе на тему «**особенности теплообмена и трения
в турбулентном пограничном слое при резком увеличении температуры
рабочего тела со стороны внешнего потока**»

Работа выполнена по специальности **1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы»** и согласно паспорту специальности соответствует пунктам: 2, 3, 11, 15, 17.

В современных энергетических устройствах на судах, в авиации и ракетной технике, аппаратах химической технологии, при добыче и транспортировке газа и нефти и в других технологических объектах большую роль играют нестационарные процессы, которым сопутствуют другие возмущающие факторы – такие как неизотермичность, изменение геометрии обтекаемой поверхности, что приводит к существенным изменениям локальных параметров трения и теплообмена и течения в целом.

Цель работы. 1. Выполнить комплексное экспериментальное исследование по изучению совместного воздействия тепловой и гидродинамической нестационарности и неизотермичности на параметры потока и коэффициенты трения и теплоотдачи при различной интенсивности увеличения температуры рабочего тела и постоянстве его массового расхода на начальном участке цилиндрического канала в зоне формирования пограничных слоев.

2. На основе интегральных методов теории пограничного слоя выполнить аналитическое исследование по влиянию тепловой и гидродинамической нестационарности в сочетании с другими дестабилизирующими факторами на теплоотдачу и трение в осесимметричных каналах. Для реализации поставленной цели сформулированы следующие задачи:

Экспериментальные исследования выполнены на газодинамическом стенде, который представляет собой аэродинамический контур разомкнутого типа с электродуговым подогревом рабочего тела перед входом в опытный канал. Анализ рассматриваемой термогазодинамической картины выполнен на примере трёх режимов параллельно. Нестационарный характер течения создавался включением плазмотрона при постоянном массовом расходе газа. Временные градиенты температуры и скорости достигали значений 2500, 6000 и 12000 К/с и 150, 350 и 700 м/с². Среднеквадратичная погрешность в определении температуры составила 0,75%, скорости потока – 1,6%, коэффициента трения – 9,2%, коэффициента теплоотдачи – 9,5%.

Анализ рассматриваемой термогазодинамической картины выполнен на примере трёх режимов параллельно. Проведенные экспериментальные исследования при резком увеличении температуры T_0 рабочего тела показали, что одновременно формирующиеся эффекты тепловой и

гидродинамической нестационарности, воздействуя на поток, ускоряют его, что приводит к 2-х ÷ 3-х кратному увеличению пристеночных касательных напряжений трения τ_w , коэффициентов трения C_f и теплоотдачи St .

В работе получено, что во временном интервале с постоянством температуры T_0 рабочего тела величина относительного коэффициента трения снижается в 1-ом и 2-ом режимах, а в третьем принимает постоянную величину. Величина относительного коэффициента теплоотдачи в первом режиме увеличивается, а во втором и третьем не изменяется. Причем, если в первом режиме величина относительного коэффициента теплоотдачи $> 1,0$ на 11 – 13%, во втором на 2 – 3% меньше 1,0, то в третьем меньше 1,0 на 38 – 39%. Параметр S аналогии Рейнольдса в первом режиме на 15% больше 1,0, во втором равен 1,0, а в третьем равен 0,38. В работе впервые установлено, что увеличение скорости изменения температуры рабочего тела приводит к снижению интенсивности теплоотдачи при увеличении величины производной температуры рабочего тела более 3000 K/c.

Установлено, что при температурных напорах более 700 градусов происходит ламинаризация теплового турбулентного пограничного слоя. Впервые явление ламинаризации теплового турбулентного пограничного слоя зафиксировано при тепловом потоке, направленном от рабочего тела к обтекаемой поверхности. В качестве параметра ламинаризации, определяющего границы действия этого эффекта, предлагается использовать величину температурного напора $\Delta T = T_0 - T_w$ или температурного фактора. С учетом работы Куна и Перкинса* можно констатировать, что температурный напор является причиной ламинаризации ТПС независимо от направления теплового потока. В рассматриваемой автором ситуации, в том числе, и при ламинаризации теплового ТПС коэффициент трения C_f консервативен к происходящему и его величина с учетом влияния фактора неизотермичности определяется стандартной зависимостью для турбулентных режимов течения. Выполненными экспериментальными исследованиями доказано снижение интенсивности теплоотдачи в стенку обтекаемой поверхности при увеличении скорости нарастания температуры рабочего тела и в результате ламинаризации турбулентного пограничного слоя.

При математическом моделировании в работе использована интегральная модель. В математическом эксперименте исследовалось влияние на характеристики динамического и теплового пограничных слоёв тепловой и гидродинамической нестационарности, неизотермичности, продольного градиента давления. Нестационарные условия создавались увеличением температуры рабочего тела при постоянстве его массового расхода, либо увеличением массового расхода рабочего тела при постоянстве температур газа и стенки.

Рассмотрение влияния дестабилизирующих факторов на параметры пограничного слоя позволяют резюмировать, что в качестве обобщающего необходимо использовать обобщающий параметр трения, а также обобщающий параметр теплоотдачи. Эти параметры оказывают взаимно

противоположное влияние на коэффициент теплоотдачи и аккумулируют в себе различные сочетания воздействия рассмотренных дестабилизирующих факторов. Учет влияния этих факторов выполняется путем введения соответствующих функций в выражение для коэффициента трения и коэффициента теплоотдачи. Также в диссертации определены границы применения интегрального метода расчета нестационарного неизотермического турбулентного течения газа в осесимметричных каналах, ограничивая область применения, с одной стороны, отрывом пограничного слоя, а, с другой, его ламинаризацией.