

Зайцев А.В., аспирант

Научный руководитель Жилкин Б.П. проф., д-р физ.-мат. наук

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОТДАЧИ В ИМПАКТНЫХ СТРУЯХ И ИХ СИСТЕМАХ

При исследовании импактных струй и их систем традиционно определяют среднюю интенсивность теплоотдачи (средний коэффициент теплоотдачи). Сведения же о локальных значениях коэффициентах теплоотдачи весьма скудны, что объясняется отсутствием подходящей методики исследования. Между тем наличие неравномерности в полях давления и присутствие такого гидродинамического фактора, как поворот вторичной вверной струи, позволяет предположить, что в распределении локального коэффициента теплоотдачи также имеется существенная неравномерность.

Для определения значений локального коэффициента теплоотдачи предлагается методика, основанная на применении синхронной тепловизионной диагностики твердых тел и газовых потоков. Она заключается в том, что между струеобразующим соплом и преградой в газовом потоке устанавливается преобразователь температур в виде сетки, который, мгновенно воспринимая температуру газовой среды, позволяет тепловизионной камере воспринимать инфракрасное излучение и формировать на экране компьютера температурное поле газового потока. Для сканирования температурного поля газовой среды по всей площади преграды преобразователь поворачивается в потоке относительно оси сопла, соответственно перемещается и тепловизор, направление съемки которого перпендикулярно сетке. Дискретность угла поворота выбирается исходя из требуемого разрешения. Также возможно перемещение преобразователя температуры в потоке при постоянном угле его установки перпендикулярно оси тепловизора, в этом случае «сканирование» производится с преграды с выбранным шагом. Помимо тепловизионной съемки необходимо производить замер температуры преграды и температуры газа в дутьевой камере перед соплом.

Наличие ламинарного пограничного слоя во вторичной пристенной вверной струе на участке  $r^*=(r/d_s) \leq 4$  позволяет определить локальный коэффициент теплоотдачи. Для этого по полученным термограммам импактных струй при помощи специального программного обеспечения определяется распределение температур в пристенном слое преграды по нормали к ней ( $x$ ) на различных расстояниях ( $y$ ) от оси сопла, по которым вычисляются локальные коэффициенты теплоотдачи  $\alpha_y$ :

$$\alpha_y = \frac{\lambda_{Jy}}{t_r - t_{wy}} \left( \frac{\partial t_{Jy}}{\partial x} \right)_{x=x_n}, \quad (1)$$

где  $t_{Jy}$ ,  $t_{wy}$  – соответственно текущие температуры газа и поверхности в контрольной точке,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_r$  – температура газа в дутьевой камере,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\lambda_{Jy}$  – коэффициент теплопроводности газовой среды,  $\text{Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$ .

Полученные значения сводятся в таблицу и в программном обеспечении MathLab производится построение диаграмм распределения локального коэффициента теплоотдачи по отдельным радиусам или сечениям, либо общая диаграмма, отражающая топографию коэффициента теплоотдачи по всей «сканированной» поверхности.

Для апробации методики было найдено при помощи специальной установки (рис.1) распределение по радиусу (рис.2) локального коэффициента теплоотдачи  $\alpha_r^*$  для сопла с круглой формой поперечного сечения. Приведены данные для участка  $r^*=(r/d_3) \leq 4$ , где имеет место ламинарный режим течения в пристенной вверной струе. Для большей наглядности представления вариаций локальной интенсивности теплоотдачи во всех случаях был использован приведенный коэффициент теплоотдачи (приведенный тепловой поток)  $\alpha_r^* = \frac{\alpha_y}{\alpha_{y,min}}$ .

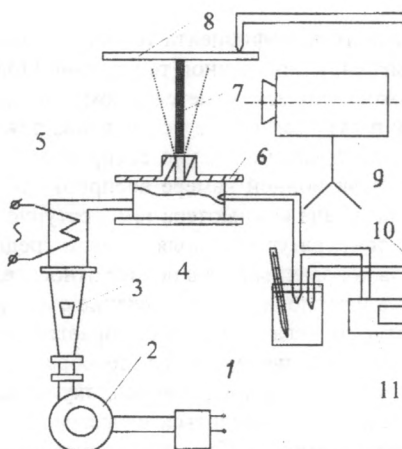


Рис.1. Схема установки для определения температурного поля в газовых импульсных струях: 1 – лабораторный автотрансформатор; 2 – воздушная подушка; 3 – ротаметр; 4 – дутьевая камера; 5 – электронагреватель; 6 – сменная верхняя крышка со встроенным соплом; 7 – преобразователь температуры – сетка; 8 – преграда; 9 – тепловизор; 10 – термопара; 11 – вольтметр.

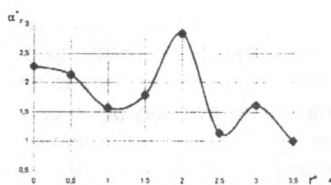


Рис.2. Распределение по радиусу  $r^*$  приведенного локального коэффициента теплоотдачи  $\alpha_r^*$  для круглого сопла в момент времени  $t = 120$ сек после начала обдува:  $d_3=10$  мм,  $z^*=6$ ,  $w=100$  м/с.

На полученной кривой распределения  $\alpha_r^*$  наблюдается экстремум в области  $1,5 < r^* < 3$ . Подобный локальный максимум в этой же области наблюдался в исследованиях Белова И.А. Сопоставимость результатов исследования с данными других авторов позволяет говорить о достоверности методики.