

Ф. ФРИШМАН

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДВУХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СТРУЙ

Подача компонентов горючей смеси в виде системы параллельных струй осуществляется во многих промышленных устройствах: в топках пылеугольных котлов, вертикалах камерных печей и др. Вопросы взаимодействия параллельных струй могут оказаться интересными при проектировании систем вентиляции и острого дутья и для учета взаимодействия нескольких реактивных двигателей.

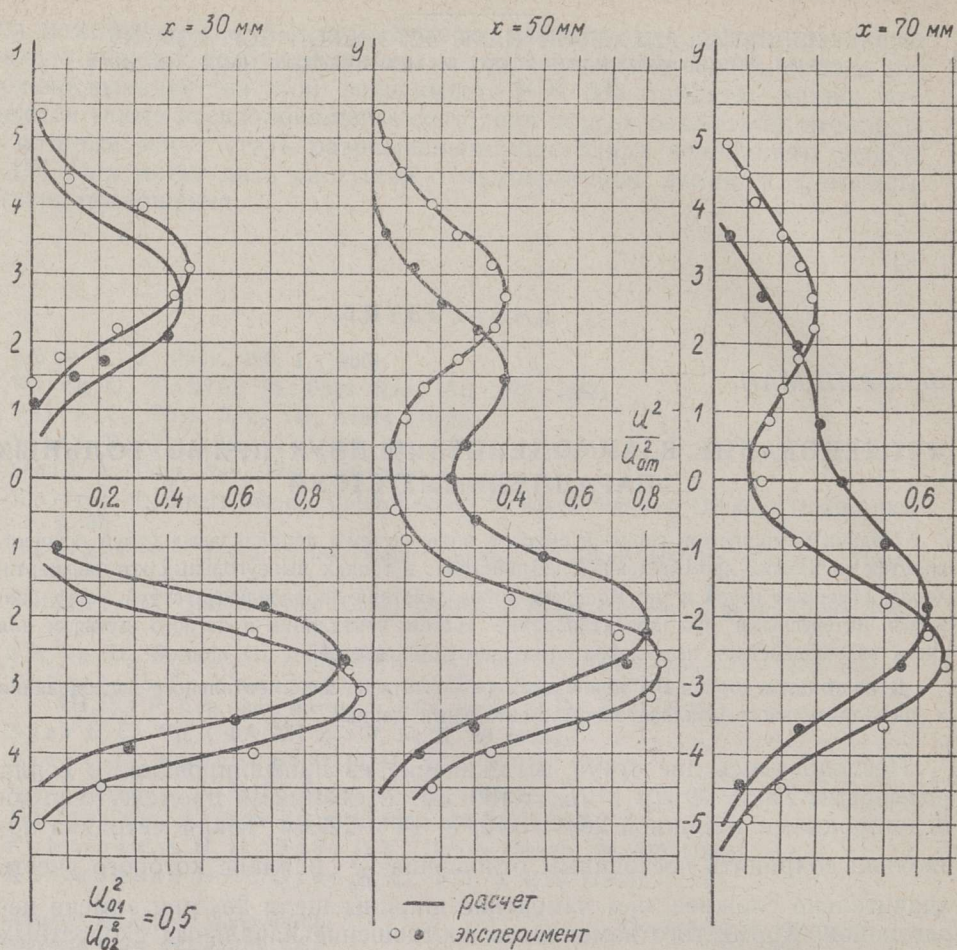
В настоящем сообщении приводятся результаты экспериментального исследования и предварительного анализа экспериментальных данных.

Исследовались две струи, вытекающие из профилированного сопла размерами $2B_0 = 40$ мм и $2L_0 = 100$ мм со съёмными промежуточными перегородками толщиной $2b_0 = 0,15; 8; 14$ и 22 мм. Такая методика позволяла сохранять постоянным отношение $\frac{L_0}{B_0}$, влияние которого учесть значительно сложнее, чем изменение ширины щели $2b_0$ при замене перегородок. Кроме того изменялось соотношение начальных скоростных напоров струй $m = \frac{qu_{01}^2}{qu_{02}^2}$ от 0,1 до 1,0. Измерялись полное и статическое давление и избыточная температура при начальном перегреве 30°C .

Опыты показали, что на участке от среза сопла до слияния внутренних границ струй вследствие различного подсоса к внутренним и внешним областям струй между ними образуется разрежение Δp . Под действием избыточного атмосферного давления оси струй искривляются. Величина разрежения зависит от суммарного скоростного напора, высоты сопел $2L_0$, толщины перегородки $2b_0$ и условий подсоса в зону между струями. В частности была проведена серия опытов при $2b_0 = 22$ мм, когда подсос в зону был ограничен щитками. В этом случае разрежение и кривизна оси резко увеличились. Для данной системы с достаточной точностью можно считать величину $\frac{\Delta p (\delta_0 + b_0)}{(qu_{01}^2 + qu_{02}^2) b_0} = N$ постоянной.

N характеризует условия подсоса в зону.

Опыты показали, что уже довольно близко от среза сопла профили становятся симметричными относительно криволинейной оси и удовлетворительно описываются формулой, полученной методом эквивалентной задачи теории теплопроводности для прямолинейной плоскопараллельной затопленной струи. Измерение количества движения вдоль криволинейной оси показало, что оно практически не меняется, хотя и отли-



Сравнение экспериментальных профилей с рассчитанными по формуле (3):

$m = 0,5$; $2\delta_0 = 22 \text{ мм}$; $2b_0 = 9 \text{ мм}$.

● — эксперимент со щитками
 ○ — „ без щитков.

чается от начального. Предполагая, что разрежение в зоне обратных токов остается постоянным и что центростремительная сила, действующая на элемент струи, является равнодействующей сил давления на элемент, можно получить дифференциальное уравнение траектории струи в начальном участке

$$\frac{\Delta p}{kqu_0^2 2b_0} = T = - \frac{y''}{(1 + y'^2)^{3/2}}, \quad (1)$$

решением которого при $T = \text{const}$ является формула

$$y = \delta_0 + b_0 - \frac{1}{T} (1 - \sqrt{1 - T^2 x^2}). \quad (2)$$

Расчеты по формуле удовлетворительно совпадают с экспериментом до слияния внутренних граней струй при $k = 1$.

Таким образом, до слияния траектория струй является функцией рас-

стояния между соплами, ширины сопла и начального соотношения скоростей.

После слияния струй кривизна меняет знак. Это связано с появлением положительного избыточного давления в результате соударения. В конце концов направление оси струй совпадает с направлением оси x . На расстоянии порядка $5 \times 2\delta_0$ переформирование струи заканчивается и течение полностью описывается уравнениями, полученными на основе эквивалентной задачи теории теплопроводности, с особенностями, учитывающими переформирование струи.

Если кривизна струй невелика, как это имеет место в большинстве промышленных устройств, то можно пренебречь изменением профиля в связи с его поворотом относительно оси струи. Тогда формула для расчета совместного течения запишется в виде

$$\frac{qu^2}{2} = \frac{1}{2} \left(\operatorname{erf} \frac{1-y+t_1(x)}{2\sqrt{\tau_1}} + \operatorname{erf} \frac{1+y-t_1(x)}{2\sqrt{\tau_1}} \right) + \frac{m}{2} \left(\operatorname{erf} \frac{1-y+t_2(x)}{2\sqrt{\tau_2}} + \operatorname{erf} \frac{1+y-t_2(x)}{2\sqrt{\tau_2}} \right), \quad (3)$$

где $\operatorname{erf} z = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z \exp[-\xi^2] d\xi;$

τ — относительная продольная координата в фиктивном пространстве; t — относительная ордината оси струи. Результаты расчетов по формуле (3) приведены на рисунке.

Таким образом, относительно небольшой градиент статического давления не оказывает существенного влияния на форму профиля, но в связи с искривлением осей значительно меняет характер течения. Этот факт позволяет использовать для приближенного расчета течения метод эквивалентной задачи теории теплопроводности практически на всем протяжении. Особенностью расчета является деформация не только продольной координаты x в $\tau[x, \Delta t(x)]$, но и поперечной y в η , где $\eta[y; \Delta t(x)] = y + \Delta t(x)$.

Институт термофизики и электрофизики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
1/VI 1966

F. FRISMAN

KAHN RISTKULIKUKUJULISE PARALLEELSE JOA VASTASTIKUSE MÕJU UURIMINE

Artiklis vaadeldakse võimalust kasutada soojusjuhtivuse teooria ekvivalentse ülesande meetodit jugade vastastikuse mõju arvutamiseks mitmesuguste omavaheliste kauguste ja kiiruste puhul.

F. FRISHMAN

AN INVESTIGATION OF THE INTERACTION OF TWO RECTANGULAR PARALLEL JETS

A possibility of using of "the heat conduction theory equivalent problem" for calculating the interaction of jets spaced at various distances between each other and having different velocities is considered in the article.