

ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВСТРЕЧНО-СМЕЩЕННЫХ ЗАКРУЧЕННЫХ ГАЗОВЫХ СТРУЙ

Разработка новых энергосберегающих способов и конструктивных решений для снижения расходов топлива в децентрализованных системах теплоснабжения, локализации тепловых источников малой мощности и рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе наряду с теоретическими исследованиями требует получение экспериментальных данных по аэродинамике взаимодействующих закрученных потоков. Выполнение таких исследований также вызвано тем, что теоретические модели требуют задания величин, измерение которых в производственных условиях затруднено (например, кинематическая вязкость среды, частоты колебаний вихревого ядра и других данных), поэтому наличие экспериментальных данных в соответствующем диапазоне позволит разработать методологию определения условий устойчивости закрученного потока при взаимодействии с тепловым источником, инженерные методы расчета полей скорости при различных видах взаимодействия закрученных струй.

Таким образом, ставится задача по экспериментальному исследованию результирующих полей скорости и получение данных для регрессионных уравнений в инженерных расчетах скорости при встречном, смещенном в горизонтальной плоскости.

Для решения поставленной задачи был разработан и изготовлен экспериментальный стенд для аэродинамических исследований, в основу которого положены патрубки с тангенциальным подводом, соединенные гибкими воздуховодами с вентилятором.

Экспериментальная установка состоит из двух сопел, диаметром 100 мм, с тангенциальным подводом потока, гибких воздуховодов, вентилятора высокого давления, задвижек для регулирования расхода воздуха.

Для выполнения измерений скорости установка снабжена термоэлектроданометром, с шаровым зондом и координатной сеткой для определения направления скорости. Измерение расхода газа осуществлялось с помощью тарированной диафрагмы методом переменного перепада давления.

Перед началом измерений производилось подключение термоэлектроанемометра к сети, поверка прибора и установка сопел для исследуемого вида взаимодействия закрученных потоков. Далее выполнялась установка координатной сетки по срезу сопла, и определялось количество точек подлежащих замеру.

После включения вентилятора выполнялись замеры аксиальной, тангенциальной и радиальной скорости в данном сечении, далее координатная сетка переносилась на расстояние, соответствующее следующему сечению с последующими измерениями.

Экспериментальные данные взаимодействия встречных, смещенных в горизонтальной плоскости закрученных потоков, при расстоянии между подающими патрубками 4 калибра, по радиальной, тангенциальной и аксиальной составляющим скорости, после оценки их достоверности, представлены в виде графических зависимостей на рисунках 1–3.

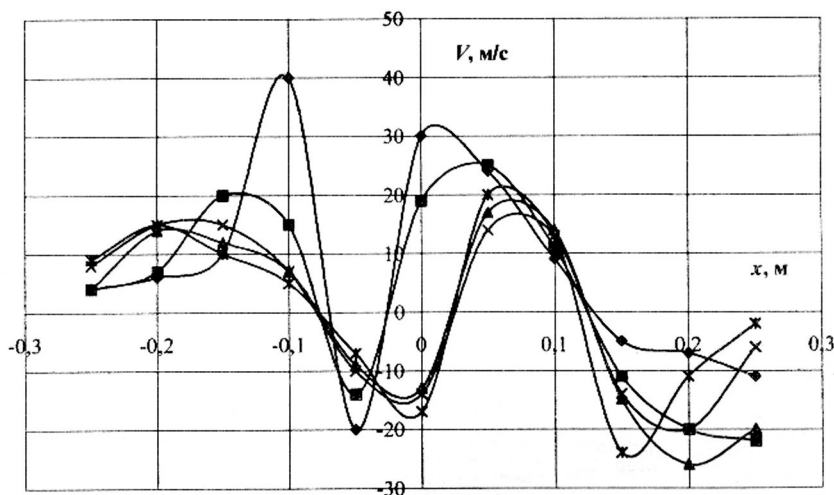


Рис. 1. Распределение радиальной скорости в поперечных сечениях (смещение 0,15 м):

♦ – на расстоянии 0,1 м от патрубка; ■ – на расстоянии 0,15 м от патрубка; ▲ – на расстоянии 0,2 м от патрубка; × – на расстоянии 0,25 м от патрубка; ж – на расстоянии 0,3 м от патрубка

Анализ полученных распределений составляющих скорости, образующегося при взаимодействии встречных, смещенных в горизонтальной плоскости закрученных струй показал, что смещение

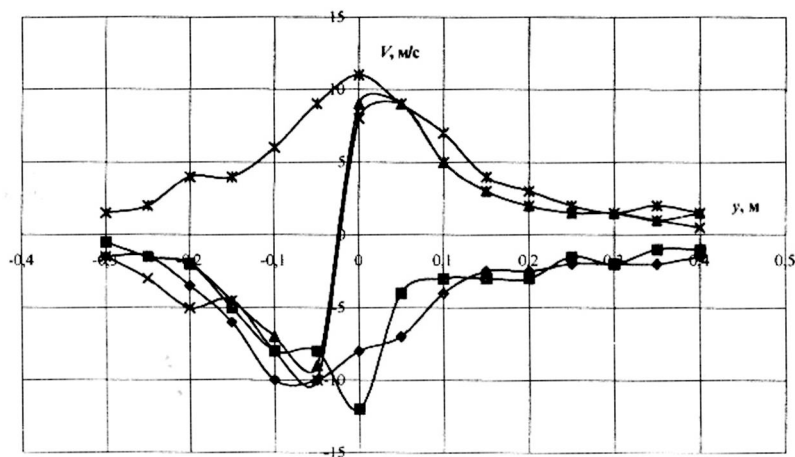


Рис. 2. Распределение тангенциальной скорости в поперечных сечениях (смещение 0,25 м):

♦ – на расстоянии 0,1 м от патрубка; ■ – на расстоянии 0,15 м от патрубка; ▲ – на расстоянии 0,2 м от патрубка; × – на расстоянии 0,25 м от патрубка; ж – на расстоянии 0,3 м от патрубка

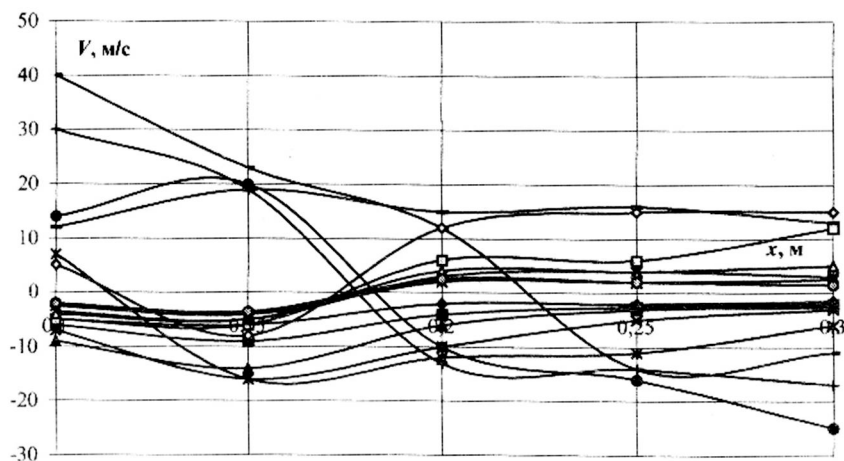


Рис. 3. Распределение аксиальной скорости (смещение 0,25 м):

♦ – на расстоянии $Z = -0,3$ м от оси струи; ■ – на расстоянии $Z = -0,25$ м от оси струи; ▲ – на расстоянии $Z = -0,2$ м от оси струи; × – на расстоянии $Z = -0,15$ м от оси струи; ж – на расстоянии $Z = -0,1$ м от оси струи; • – на расстоянии $Z = -0,05$ м от оси струи; + – на оси струи; — – на расстоянии $Z = 0,05$ м от оси струи; - - - на расстоянии $Z = 0,1$ м от оси струи; ◊ – на расстоянии $Z = 0,15$ м от оси струи; —·— на расстоянии $Z = 0,2$ м от оси струи; Δ – на расстоянии $Z = 0,25$ м от оси струи; × – на расстоянии $Z = 0,3$ м от оси струи; ж – на расстоянии $Z = 0,35$ м от оси струи; ◊ – на расстоянии $Z = 0,4$ м от оси струи

осей струй увеличивает область взаимодействия радиальной составляющей скорости, а расположение максимумов и минимумов в различных сечениях выявило наличие перемежающихся областей взаимодействия и вытеснения струй друг другом, при этом наблюдается зеркальное отображение результирующего поля радиальной составляющей скорости при увеличении смещения осей (полю скоростей при смещении 0,25 м соответствует поле со смещением в 0,2 м, а смещению 0,3 м – 0,15 м). То есть при малых величинах смещения взаимодействие происходит между внешней границей одной струи и внутренней границей области обратных токов другого потока, а при увеличении расстояния во взаимодействие вступают внешние слои обеих закрученных струй. Распределение тангенциальной составляющей скорости показало, что сложение скоростей струй начинается со смещения в 1 диаметр, при этом полученное распределение качественно совпадает с распределением при взаимодействии встречных, одноименно закрученных потоков, что возможно при взаимодействии внутренних к зоне обратных токов слоев одной струи с внешними слоями другой. Распределение аксиальной составляющей скорости в области взаимодействия струй показало наличие изменения направления аксиальной скорости, причем максимум (минимум) кривой приходится на равноудаленную от патрубков зону, а само поле аксиальной составляющей скорости имеет четкое разграничение между внутренними слоями (внешние слои струй) и внешними слоями результирующего течения.

Сравнение исследуемого вида взаимодействия с другими типами (под углом, встречные, параллельные закрученные потоки) позволило сделать вывод, что в данном виде взаимодействия область, где происходит сложение скоростей закрученных струй, значительно превышает аналогичные области при любых других видах взаимодействия.

Использованная литература

1. Закрученные потоки: Пер. с англ. / А. Гупта, Д. Лилли, Н. Сайред. – М.: Мир, 1987. – 588 с.
2. Штихлинг Г. Теория пограничного слоя. – М.: Наука, 1974. – 711 с.
3. Зайцев О. Н. Управление аэродинамической обстановкой в рабочем объеме теплогенерирующих установок // Вісник ОДАБА № 7, 2002. – С. 60–64.