

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ПУТИ СМЕЩЕНИЯ ВО ВСТРЕЧНО- СМЕЩЕННЫХ ЗАКРУЧЕННЫХ ГАЗОВЫХ СТРУЯХ

Любарец А.П. (Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев), Зайцев О.Н., Бандуркин С.К. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Приведены результаты экспериментальных исследований поля скорости при взаимодействии встречных, смещенных закрученных газовых струй, показавшие нестабильность получаемой структуры вследствие воздействия прецессирующего вихревого ядра, а также определено оптимальное соотношение между величиной смещения и расстоянием между патрубками.

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 термоэлектроанемометром, 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.

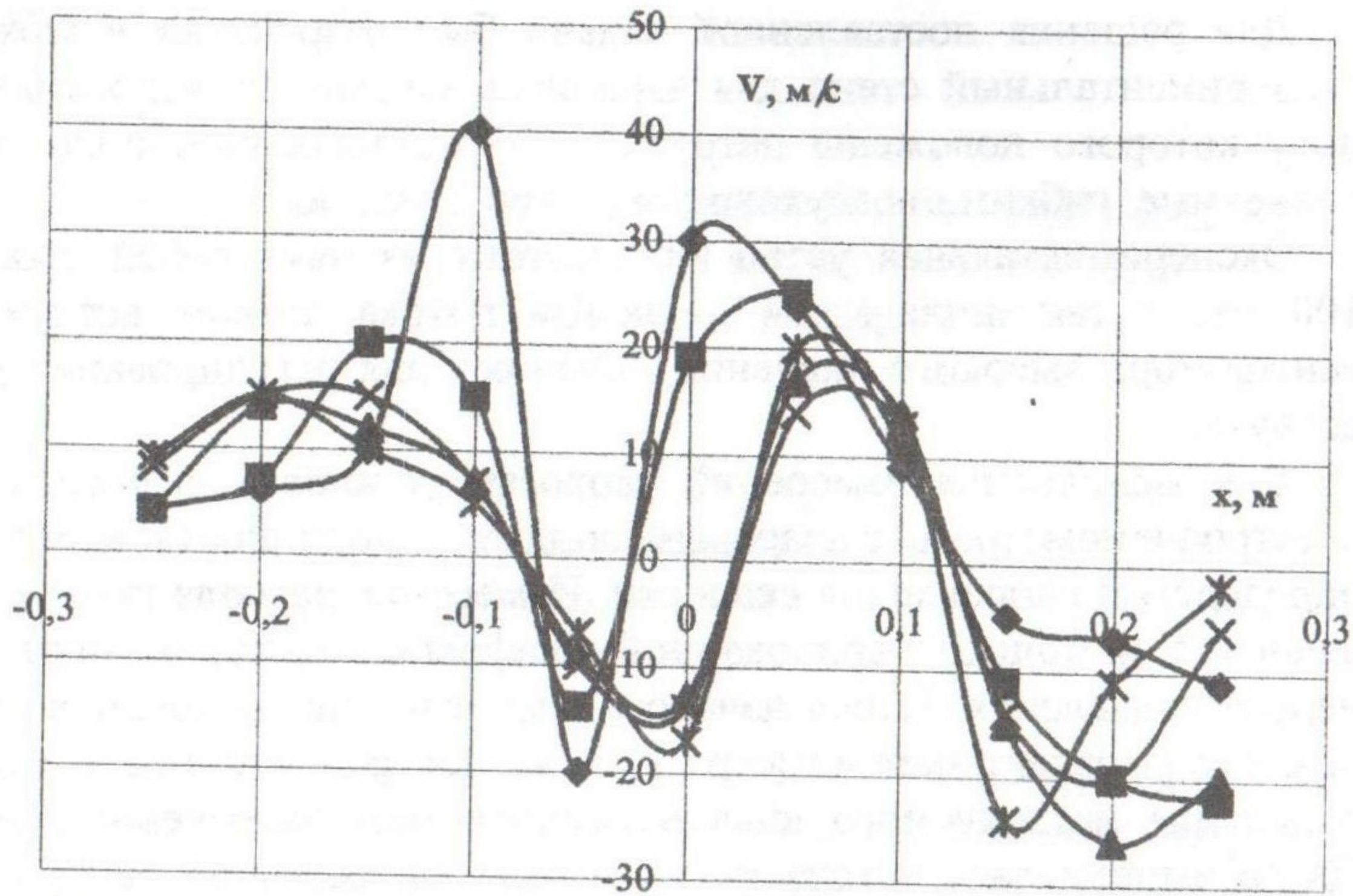


Рис.1. Распределение радиальной скорости в поперечных сечениях (смещение 0,15 м): \blacklozenge — на расстоянии 0,1 м от патрубка; \blacksquare — на расстоянии 0,15 м от патрубка; \blacktriangle — на расстоянии 0,2 м от патрубка; \times — на расстоянии 0,25 м от патрубка; \ast — на расстоянии 0,3 м от патрубка.

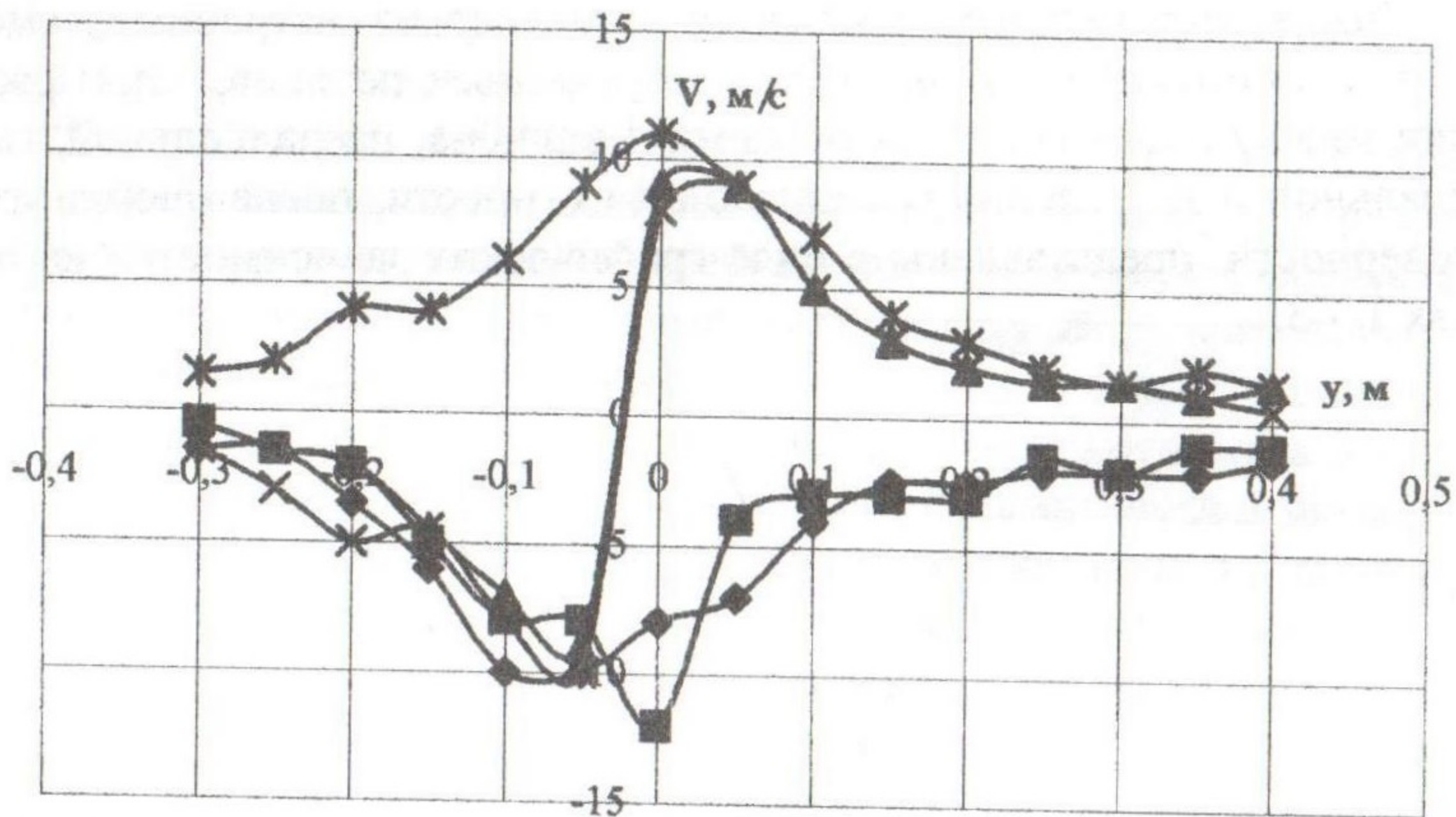


Рис.2. Распределение тангенциальной скорости в поперечных сечениях (смещение 0,25 м): \blacklozenge — на расстоянии 0,1 м от патрубка; \blacksquare — на расстоянии 0,15 м от патрубка; \blacktriangle — на расстоянии 0,2 м от патрубка; \times — на расстоянии 0,25 м от патрубка; \ast — на расстоянии 0,3 м от патрубка.

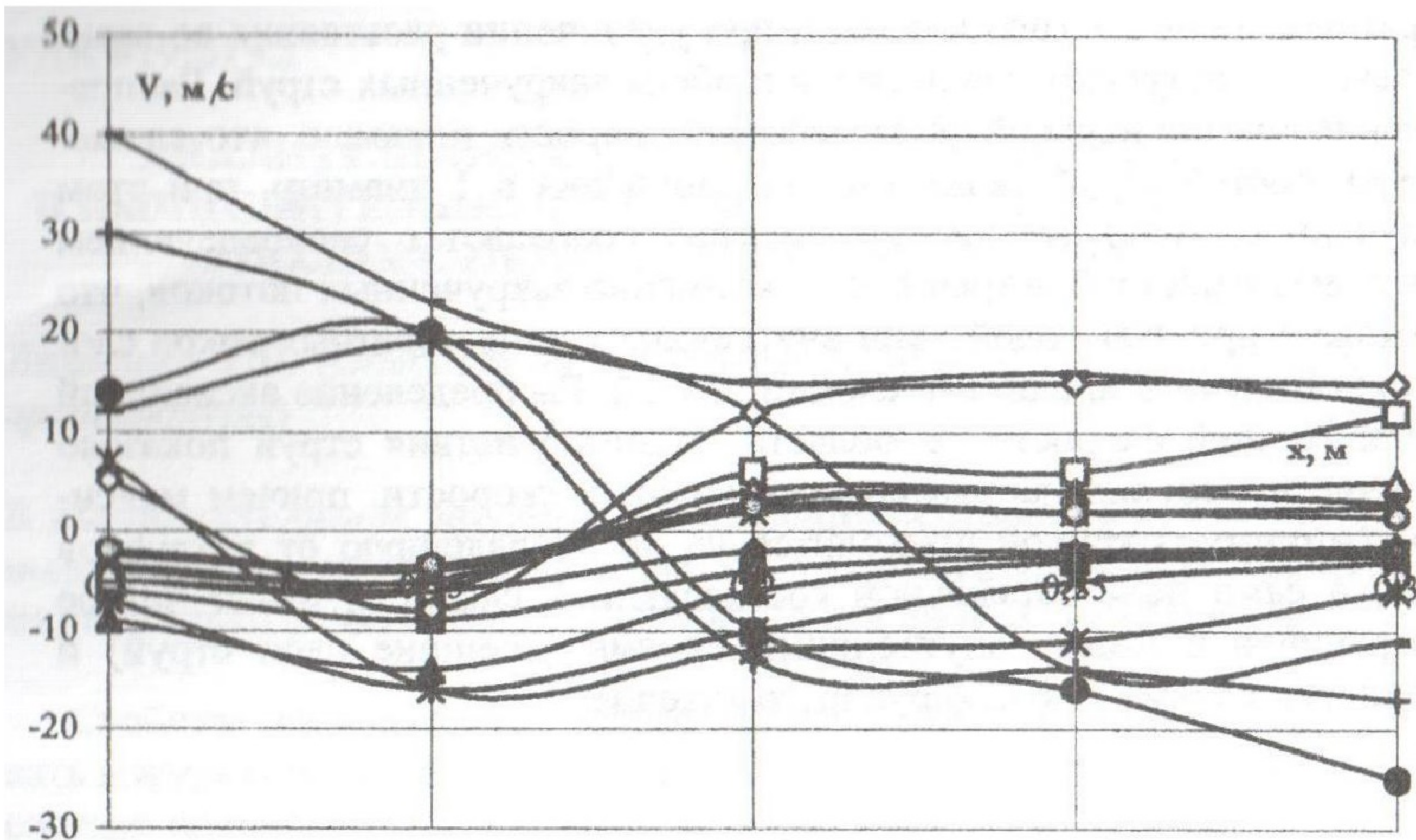


Рис.3. Распределение аксиальной скорости (смещение 0,25 м):
 ◆ — на расстоянии $Z = -0,3$ м от оси струи; ■ — на расстоянии $Z = -0,25$ м от оси струи; ▲ — на расстоянии $Z = -0,2$ м от оси струи; х — на расстоянии $Z = -0,15$ м от оси струи; ж — на расстоянии $Z = -0,1$ м от оси струи; • — на расстоянии $Z = -0,05$ 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; х — 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.

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

Вывод

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.

Литература

1. Закрученные потоки: Пер. с англ. / А. Гупта, Д.Лилли, Н.Сайред,- М.: Мир, 1987,—588с.
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.