

## ВИХРЕВАЯ СТРУКТУРА ТУРБУЛЕНТНОСТИ В СТРУЕ НА КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

М.С. Исатаев, Г. Толеуов, Ж.К Сейдулла, У. Суйинжанова, А. Исмаилов  
*НИИЭТФ, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

Для измерения турбулентных характеристик струи в работе использована система термоанемометрической установки.

Цифровой вольтметр для регистрации средней скорости имеет интервал осреднения  $1 \div 100$  с при точности измерения напряжения 0,5 %. Входящий в комплект термоанемометрической системы вольтметр среднеквадратичных значений (СКЗ) в диапазоне частот  $3 \div 155$  кГц при интервале осреднения  $3 \div 30$  с измерял с точностью  $\pm 2,0$  %. При настройке термоанемометра и дальнейшем контроле за его работой был использован осциллограф С8-13. Частотная характеристика спектра турбулентных пульсаций измерялась анализатором спектра АСЧХ-1, имеющего рабочую полосу частот  $20 \div 20000$  Гц.

Для визуального исследования, рабочий участок установки помещался в поле зрения теневого пробора ИАБ-451. Рядом был размещен комплекс аппаратуры, для изучения процессов естественного вихреобразования и акустического воздействия на струю. Динамик мощностью 25 Вт с защитным кожухом был установлен в нижней части успокоительной камеры и создавал при необходимости поле звуковой волны, направленное вертикально вверх по течению струи. Внутренняя стенка камеры покрыта звукопоглощающим материалом, необходимым для предотвращения нежелательного резонанса.

Для визуализации воздушной струи поток воздуха подогревался в успокоительной камере до температуры  $35^0 \div 40^0$  с помощью сетки, по которой пропускался ток от автотрансформатора.

Для того, чтобы выяснить влияние продольной кривизны на вихревую структуру была визуально исследована струя, распространяющаяся вдоль выпуклой и вогнутой цилиндрической поверхностей при значениях начального параметра кривизны  $S_R = \pm 0,036$ ;  $\pm 0,056$ ;  $\pm 0,094$ , как без воздействия, так и с наложением акустического воздействия, при начальной скорости  $U_0 = 2,8$  м/с.

Из анализа визуальной картины течения видно, что при движении по вогнутой поверхности, из-за воздействия центробежной силы струя становится уже, область ламинарного течения становится больше, а при движении вдоль выпуклой поверхности наблюдается обратная картина. Установлено, что при воздействии с частотой, соответствующей акустическому резонансному воздействию для струи вдоль пластины, в струе вдоль криволинейной поверхности интенсивность крупномасштабных вихрей также растёт, а при высокочастотном воздействии крупномасштабные вихри ослабляются.

С ростом начальной скорости струи длина начального ламинарного участка уменьшается, дискретные вихри становятся менее интенсивными. Переход в турбулентное течение на выпуклой поверхности начинается раньше, чем на вогнутой поверхности. Это явление наблюдается и по результатам измерения уровня турбулентности термоанемометром.

Из анализа данных видно, что распределение уровня турбулентности по сечению струи качественно такое же как и в струе вдоль плоской пластины. Однако вблизи стенки уровень турбулентности выше в струе на выпуклой поверхности, чем в струе на вогнутой поверхности. Это особенно заметно по изменению уровня турбулентности по длине струи вдоль линии максимума скорости. Установлено, что интенсивность турбулентности в струе на выпуклой поверхности продолжает расти с удалением от сопла и становится значительно больше, чем в струе вдоль плоской поверхности.

Из экспериментальных данных исследований турбулентных течений можно сделать вывод, что порожденные в каком-либо месте потока турбулентные пульсации не только сносятся по потоку (конвективный перенос), но и передаются по направлению нормали к линиям тока, причем не только непосредственно в соседние слои жидкости (диффузия), но так же на значительное расстояние. Последнее явление предлагается назвать «дальнодействием» турбулентности [1].

#### Литература

1. Абрамович Г.Н., Гиршович Г.А., Крашенинников С.Ю. и другие. Теория турбулентных струй. Изд. 2-ое перераб. и доп. / Под. ред. Г.Н. Абрамовича. – М., 1984. -720 с.