

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баренблатт Г. И., Ентов В. М., Рыжик В. М. Теория нестационарной фильтрации жидкости и газа. М., «Недра», 1972.
2. Данилов В. Л., Кац Р. М. Метод зональной линеаризации в нелинейных многомерных задачах массопереноса в пористых средах. Изв. АН СССР, МЖГ, 1973, № 4.
3. Данилов В. Л., Коновалов А. Н., Якуба С. И. Об уравнениях и краевых задачах теории двухфазных фильтрационных течений в пористой среде. Докл. АН СССР, 1968, т. 183, № 2.
4. Таранчук В. Б., Чудов Л. А. Численный метод для решения некоторых задач плоской двухфазной фильтрации в области со скважинами. В сб. «Численные методы механики сплошной среды», т. 5, № 4. Новосибирск, 1974.

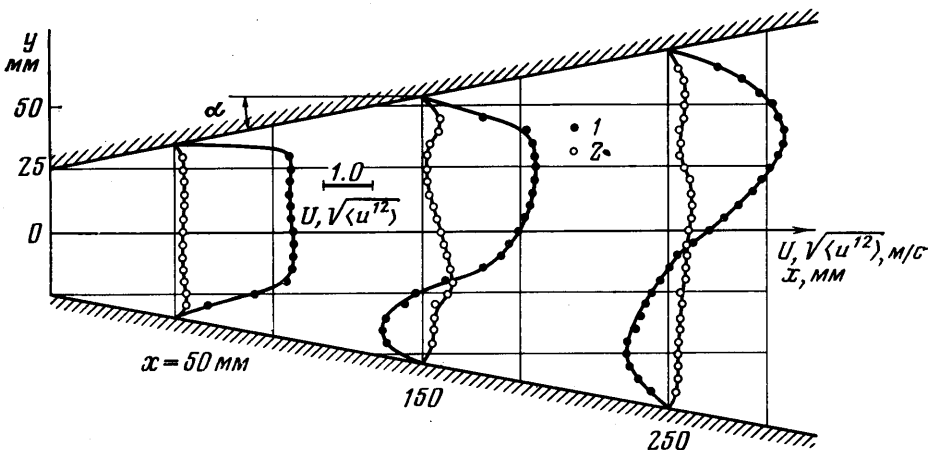
УДК 532.574

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ В ПЛОСКОМ ДИФFUЗОРЕ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОГО ДОПЛЕРОВСКОГО АНЕМОМЕТРА

А. Я. ШКВАР

(Николаев)

Большинство экспериментальных исследований течений в диффузорах было проведено с использованием пневмометрических приборов [1] или термоанемометров, между тем сложная структура потока в этих каналах не может быть обнаружена с помощью подобных приборов ввиду ненадежности их показаний при изменении знака скорости и поэтому представляет интерес использование для этих целей лазерных анемометров, основанных на эффекте Доплера [2]. Ниже излагаются результаты исследования структуры потока в плоском диффузоре с углом раскрытия  $2\alpha = 21.5^\circ$ ,



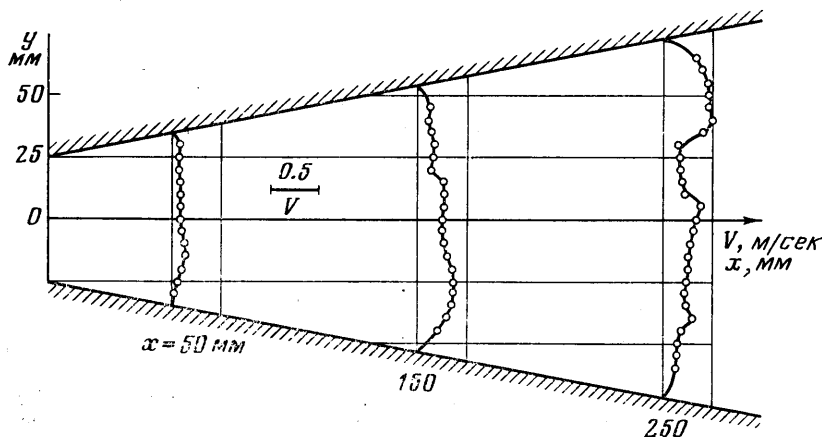
Фиг. 1

полученные при помощи лазерного анемометра типа 55L, выпускаемого датской фирмой DISA. Общая схема диффузора представлена на фиг. 1; испытываемый участок был изготовлен из органического стекла с хорошими оптическими свойствами и был подключен к аэродинамической трубе закрытого типа, обеспечивающей с помощью сеток и хонейкомбов турбулентность набегающего свободного потока на уровне 0.4%. Диффузор имел квадратное входное сечение размером  $50 \times 50$  мм, плавный лемнискатный вход и небольшой входной участок  $l_0 = 85$  мм постоянного сечения.

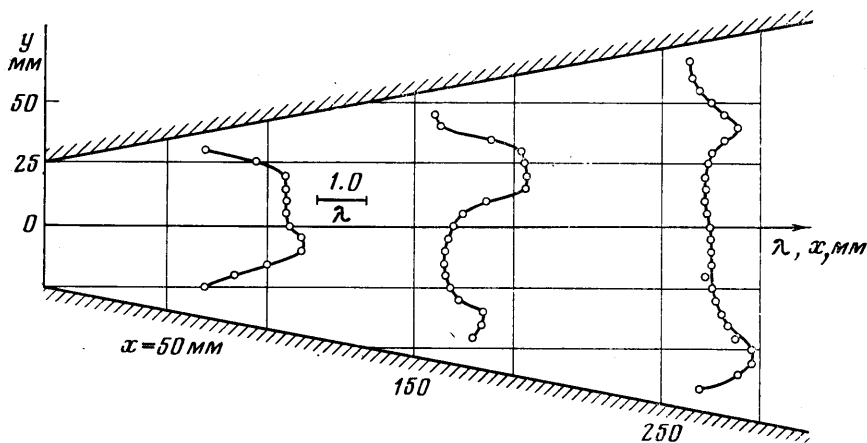
Для визуализации воздушного потока использовались мелкодисперсные частички глицерина размером  $0.5 \div 1.0$  м, которые вырабатывались в специальном глицериновом генераторе и имели полидисперсность на уровне табачного дыма [3]. Для устранения налипания этих частиц на стенках исследуемого канала использовалась специальная жидкость — антистатик.

В процессе эксперимента измерялись в различных сечениях канала по его высоте и ширине продольные  $U$  и поперечные  $V$  составляющие осредненной скорости и пульсационные составляющие  $\sqrt{\langle u^{12} \rangle}$  и  $\sqrt{\langle v^{12} \rangle}$ . Лазерный анемометр 55L работал по дифференциальной схеме [2] с использованием для измерения знака скорости акустооптических ячеек Брегга, обеспечивающих модуляцию частоты опорного луча в пределах 40–42 Мгц.

Все измерения были проведены при сравнительно низких скоростях потока ( $2 \div 4$  м/сек), которые ограничивались производительностью глицеринового генератора, при этом диапазон изменения условного числа  $Re$ , определяемого по среднерас-



Фиг. 2



Фиг. 3

ходной скорости в начальном сечении и гидравлическому диаметру входа в диффузор, составил 4000–8000.

На фиг. 1 представлены профили продольных компонент скорости 1 и продольных пульсаций 2 для различных сечений диффузора. Для этих профилей характерно наличие интенсивного возвратного течения, которое начинается на нижней стенке диффузора ( $x_s = 58$  мм) и занимает в дальнейшем 25–40% его проходного сечения. Распределение продольных пульсаций скорости по сечению диффузора крайне неравномерное и не соответствует распределению пульсаций в плоских каналах постоянного поперечного сечения [4]. Максимальных значений турбулентные пульсации достигают в районе границы между основным и возвратным течением. С приближением к выходному сечению распределение турбулентных пульсаций несколько вы-

равнивается, при этом степень турбулентности в среднем достигает довольно больших значений (40–60%), что объясняется существенным вкладом в эти пульсации крупномасштабных вихрей, зарождающихся в районе возвратных течений. Эти вихри являются довольно устойчивыми и их полное разрушение не заканчивается в диффузоре.

Представленные на фиг. 2 графики изменения поперечной скорости в нескольких сечениях диффузора указывают на существенную перестройку потока в нем после возникновения отрыва, на существование интенсивных поперечных перетеканий, которые вызывают также деформацию поля скоростей в направлении, нормальном к плоскости раскрытия диффузора. Это указывает на то, что после отрыва нарушается плоский характер течения и оно становится трехмерным с ярко выраженной асимметрией. Об этом свидетельствуют данные анализа уравнения неразрывности и профили скорости в направлении оси  $z$ , которые имеют асимметричный вид. Эта асимметрия также, по-видимому, является следствием влияния крупномасштабных вихрей, величина которых соизмерима с геометрическими размерами диффузорного канала.

Определенный интерес представляет распределение в диффузорном канале поперечных пульсаций скорости  $\sqrt{\langle v'^2 \rangle}$ , которые на фиг. 3 представлены в виде безразмерных величин, отнесенных к локальным значениям продольных пульсаций —  $\sqrt{\langle u'^2 \rangle}$ . Соотношение между этими величинами  $\lambda$  дает представление о степени изотропности турбулентных пульсаций в диффузоре и показывает, что структура этих пульсаций резко отлична от структуры турбулентного движения в плоских каналах постоянного сечения [4]. В каналах постоянного сечения, а также в пограничном слое на плоской пластине величина  $\lambda$  обычно всегда меньше единицы и колеблется в пределах  $0.5 \div 0.75$ , в диффузорных каналах, особенно в начальных сечениях диффузора,  $\lambda$  может быть существенно больше единицы, это указывает на возможность существования особого механизма порождения и диссипации турбулентных пульсаций в диффузорах, при котором влияние поперечных составляющих скорости и их пульсаций соизмеримо с влиянием продольных скоростей и их пульсаций. Все основные особенности этого механизма тесно увязаны с наличием крупномасштабных пульсаций скорости и их влиянием на распределение осредненных скоростей в диффузоре, что согласуется с современными представлениями [5] о роли этих пульсаций в процессе переноса энергии от осредненного движения к мелкомасштабному изотропному движению при течении в каналах.

Представленные здесь данные показывают, что структура турбулентного движения при наличии отрыва является достаточно сложной и не может быть объяснена с позиций теории пограничного слоя или теории локально-изотропной турбулентности.

Поступила 19 IV 1977

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Идельчик И. Е.* Аэродинамика потока и потери напора в диффузорах, В сб. «Промышленная аэродинамика». Сб. № 3, М., 1947.
2. *Повз И. Л.* Аэродинамический эксперимент в машиностроении. Л., «Машиностроение», 1974.
3. *Refslund K.* Seeding of Air with Glycerol Droplets for LDA Measurements. Techn. Univ. Denmark. A.F.M. 76–01, 1976, p. 3.
4. *Конт-Белло Ж.* Турбулентное течение в канале с параллельными стенками. М., «Мир», 1967.
5. *Laufer J.* New trends in experimental turbulence research. Ann. Rev. Fluid Mech., 1975, vol. 7.

УДК 533.6.011.533.697

#### ОБ ИСТЕЧЕНИИ ГАЗА ИЗ ЕМКОСТИ В ВАКУУМ

В. В. МИХАЙЛОВ, Л. Я. ХАСКИН

(Москва)

Рассматривается нестационарная задача об истечении идеального термодинамически совершенного газа из некоторой емкости в пространство с достаточно малым давлением.

Показано, что при достаточно большом времени истечения движение газа автомодельно, причем скорость газа (рассматриваемая как вектор), отнесенная к скорости звука, не зависит от времени. Получены решения для случая одномерных нестационарных течений в каналах.