

## Л и т е р а т у р а

1. К о п е л е в С.З., Г у р о в С.В. Тепловое состояние элементов конструкции авиационных двигателей. - М.: Машиностроение, 1978, 208 с.
2. Ш в е ц И.Т., Д ы б а н Е.П. Воздушное охлаждение деталей газовых турбин. - Киев: Наукова думка, 1974, 314 с.
3. К а б к о в В.Ф. Экспериментальное исследование течения воздуха в зазоре между двумя вращающимися дисками. - В сб.: Теплофизика и теплотехника. - Киев: Наукова думка, 1974, вып. 28, с. 57-61.

УДК 533.9.07:533.527

Э.П.Водчков, И.И.Смульский

АЭРОДИНАМИКА ВИХРЕВОЙ КАМЕРЫ  
СО ВДУВОМ ПО БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДИАМЕТРА ВЫХЛОПА И КРУТКИ

П р и н я т ы е о б о з н а ч е н и я

$U, W$  - тангенциальная и осевая составляющие скорости;  
 $p$  - статическое давление, избыточное над атмосферным;  $R_1, R_k$  - радиусы выхлопа и камеры; величины с чертой - характерные радиусы, отнесенные к радиусу камеры.

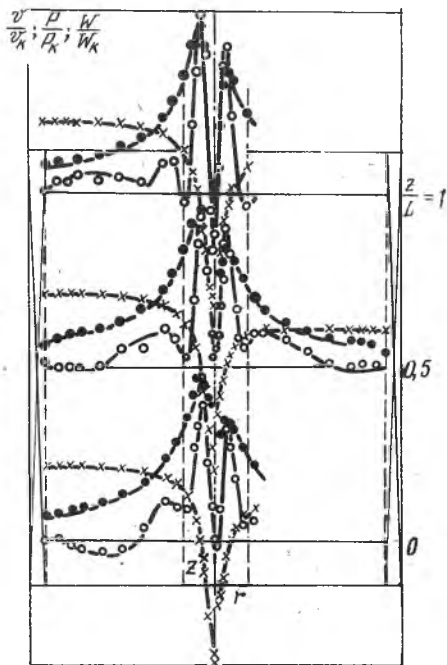
В работе представлены результаты экспериментального исследования гидродинамики вихревой камеры диаметром  $D_k = 160$  мм и длиной  $L = 200$  мм с плоскими торцовыми крышками при вдуве воздуха через боковую цилиндрическую поверхность - завихритель. По всей длине завихрителя выполнено 12 наклонных пазов (завихрители № 1-5) или просверлены наклонные отверстия (завихритель № 6), угол наклона ( $\psi_{\beta x}$ ) которых к радиусу и общая площадь ( $f_{\beta x}$ ) представлены в таблице. Результаты измерения пневматическим зондом [1] профилей скорости и давления в трех положениях по высоте камеры и при двух расходах представлены на рис. 1. Сопоставление профилей статического давления  $x-p$  и тангенциальной скорости  $u$ , из-

| Геометрические параметры    | Номер завихрителя |      |       |    |      |     |
|-----------------------------|-------------------|------|-------|----|------|-----|
|                             | I                 | 2    | 3     | 4  | 5    | 6   |
| $\Psi_{\theta x}^{\circ}$   | 15                | 30   | 45    | 60 | 75   | 65  |
| $f_{\theta x}, \text{см}^2$ | 15,66             | 15,9 | 16,38 | 18 | 25,4 | 3,6 |
| $K$                         | 29,4              | 36   | 43    | 52 | 45   | 260 |

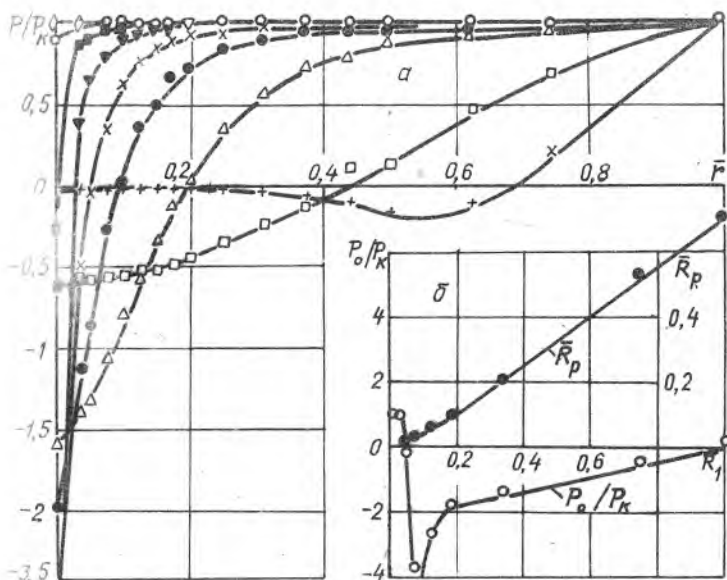
меренных на разных высотах камеры, показывает [2], что давление и тангенциальная скорость по высоте камеры практически не изменяются. По изменениям осевой скорости  $w$  видно, что поток, равномерно подающийся по всей боковой поверхности, имеет тенденцию направляться к торцовым стенкам. Вблизи оси в верхней части камеры  $w$  отрицательна. Это свидетельствует о том, что атмосферный воздух засасывается в верхней части камеры

в центральную область вихря и этот противоток атмосферного воздуха заканчивается на середине камеры при  $z/L \approx 0,5$ . Составляющие скорости и давления при расходе  $G = 14,4$  г/с (графики, расположенные на рис I (слева) и при  $G = 10,1$  г/с (справа) качественно подобны. Исследования гидродинамики вихревой камеры при разных расходах воздуха показали, что профили давления и тангенциальной скорости отнесенные к значениям этих величин на периферии камеры ( $p$  и  $v_k$  соответственно), обобщаются. Для всех исследованных камер обобщение профилей скорости и давления происходит при достижении одного и того же числа Рейнольдса  $Re = v_k R_k / \nu = 10^4$ .

Влияние радиуса выходного отверстия  $R_k$  на относительные профили статического давле-



Р и с. I. Поля скорости и давления в вихревой камере:  $R_k = 15$  мм;  $\Psi_{\theta x} = 60^{\circ}$



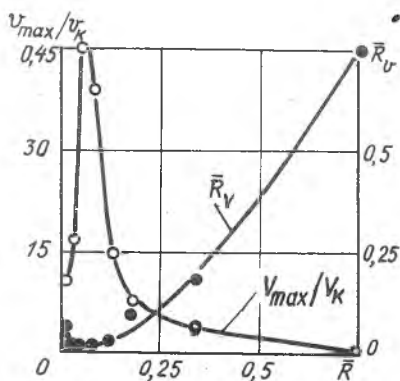
Р и с. 2. Поля относительных статических давлений при разных радиусах выходного отверстия в камере с  $\psi_{\text{вх}} = 45^\circ$ :  $\diamond$  - 0,01875;  $\circ$  - 0,0375;  $\blacksquare$  - 0,05;  $\blacktriangledown$  - 0,075;  $\times$  - 0,125;  $\bullet$  - 0,1875;  $\triangle$  - 0,344;  $\square$  - 0,75;  $+$  - 1

ния отражено на рис. 2. В экспериментах, за исключением  $\bar{R}_1 = 0,75$ ; 1, высота цилиндрической части выходного отверстия равнялась его диаметру. С уменьшением радиуса выхлопа разрежение в центре возрастает (рис. 2, а). Однако начиная с некоторого значения  $\bar{R}_1$ , разрежение начинает падать. Радиус границы зоны разрежения  $\bar{R}_P$  с уменьшением  $\bar{R}_1$  (рис. 2, б) уменьшается и при  $\bar{R}_1 \approx 0,05$  зона разрежения исчезает. Относительная величина разрежения в центре  $P_0/P_K$  увеличивается с уменьшением  $\bar{R}_1$ , достигает максимального значения, после которого с дальнейшим уменьшением  $\bar{R}_1$  разрежение уменьшается и сменяется положительным давлением.

Профили тангенциальной скорости в периферийной области камеры при  $R_1 \leq r \leq R_K$  обобщаются соотношением

$$v/v_K = (r/R_K)^{-1} \quad \text{при } r/R_K > 0,1, \quad (I)$$

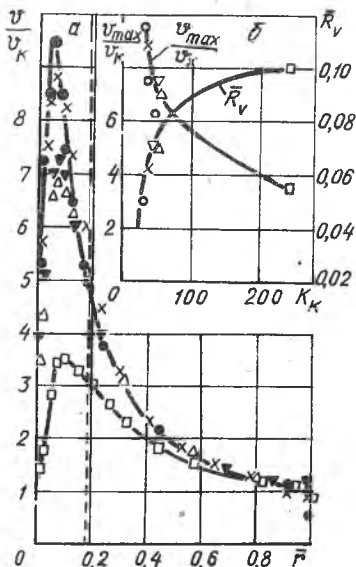
справедливым для потенциального закона вращения. В центральной области относительный максимум тангенциальной скорости  $U_{max}/U_k$  возрастает с уменьшением  $\bar{R}_r$  (рис. 3). Однако после достижения  $U_{max}/U_k \approx 45$  при  $\bar{R}_r = 0,05$  относительный максимум начинает падать. Радиус положения максимума тангенциальной скорости  $\bar{R}_v$  имеет минимум (при  $\bar{R}_r \approx 0,05$ ) в области абсолютного максимума тангенциальной скорости.



Р и с. 3. Величина и положение максимума тангенциальной скорости в камере с  $\psi_{6x} = 45^\circ$

При малых радиусах выхлопа  $\bar{R}_r \leq 0,344$  противоток атмосферного воздуха существует только в верхней части камеры. С увеличением  $\bar{R}_r$  зона противотока увеличивается, и в средней части камеры радиус противотока достигает значения  $0,5 R_r$  при  $\bar{R}_r \geq 0,75$ .

Степень крутки потока на периферии камеры характеризуется отношением тангенциальной  $U_k$  к радиальной  $u_k$  составляющих скорости,  $K = U_k/|u_k|$  и ее значения для разных завихрителей даны в таблице. Влияние крутки  $K$  на профили тангенциальной скорости показано на рис. 4. С увеличением крутки наклон профилей тангенциальной скорости в периферийной области уменьшается. Однако при небольших крутках  $K \leq 50$  профиль тангенциальной скорости на периферии камеры можно описывать соотношением (I). В центральной области с увеличением крутки положение максимума тангенциальной скорости смещается на периферию, а его относительная величина падает (рис. 4, б).



Р и с. 4. Профили относительных тангенциальных скоростей  $\bar{v}$  при разных завихрителях, при  $\bar{R}_v = 0,1875$  (цифры соответствуют номерам завихрителей в таблице):  
 ● - 1, x - 2, o - 3; Δ - 4, ▼ - 5, □ - 6

мере. - В сб.: Теплофизика и физическая гидродинамика. - Новосибирск: Ин-т теплофизики, 1978.

УДК 533.9.07:533.527

В.И.Багрянцев, Э.П.Волчков, В.И.Терехов,  
 В.И.Титков

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ВИХРЕВОЙ КАМЕРЫ  
 ЛАЗЕРНЫМ ДОППЛЕРОВСКИМ ИЗМЕРИТЕЛЕМ СКОРОСТИ

Зондовые методы диагностики в настоящее время являются наиболее распространенными при экспериментальном изучении гидроаэродинамики вихревых течений. Однако, как отмечают многие исследова-

Увеличение крутки приводит к снижению относительного разрежения  $P_0/P_k$  и увеличению радиуса  $\bar{R}_p$  зоны разрежения. Следует отметить, что при снижении максимума относительной тангенциальной скорости и относительного разрежения в центре с увеличением крутки абсолютные значения этих параметров при постоянном расходе возрастают.

Максимум левой скорости с увеличением крутки удаляется от оси при некотором снижении его величины. При этом увеличивается противоток атмосферного воздуха на оси камеры.

#### Л и т е р а т у р а

Г. С м у л ь с к и й И.И.  
 Об особенностях измерения скорости и давления в вихревой камере