

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАМЕРЫ ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАНИЯ

Асп. Скобова Н.В., доц. Ольшанский В.И., проф. Коган А.Г.  
(Витебский государственный технологический университет)

Для расчетов геометрических параметров камеры пневмотекстурирования (ПТК), имеющей конические радиальные каналы, рассмотрим расчетную схему взаимодействия потока сжатого воздуха с камерой ПТК (рис. 1). В расчете угловых координат расположения конфузоров (угол  $\beta$ ), используем основные положения теории турбулентных струй. В соответствии с этой теорией расстояние от выходного сечения до полюса  $Y_0$  определяется по формуле:

$$Y_0 = -0.15 \frac{d_D}{a} \quad (1)$$

где  $a$  – коэффициент турбулентности. Для практических расчетов можно принять  $a=0,08$ . Знак «-» указывает, что полюсная точка расположена в направлении противоположном выбранной системе отсчета истечения струи.

Точки **A** и **B** являются точками входа сжатой струи с параметрами  $P_c$  и  $V_c$  в конфузор. Диаметр сжатия струи, поступающей через цилиндрическое отверстие

$$d_c = \Sigma \cdot d_D = \frac{\pi}{\pi + 2} d_D \quad (2)$$

где  $\Sigma$  – степень сжатия струи,  $\Sigma=0,61$ .

Угол расширения струи  $\alpha$  определим из простого соотношения

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d_c}{2OC} \quad (3)$$

где  $OC=Y_0 + L_c$

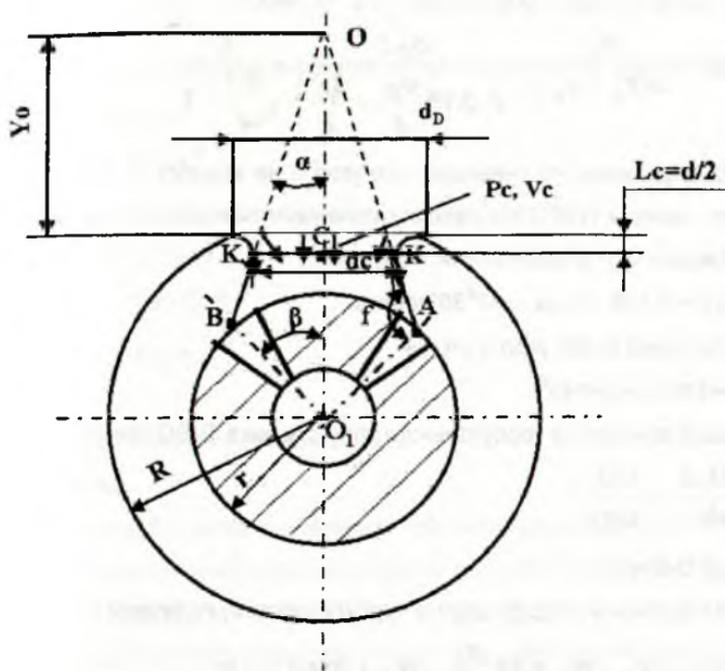


Рис. 1 Расчетная схема взаимодействия потоков сжатого воздуха с каналами камеры ПТК

Условные обозначения:

$d_D$  – диаметр канала  $D$ ;

$L_c = d_D/2$  – длина сжатия струи;

$d_C$  – диаметр струи в сжатом сечении;

$Y_0$  – полюсное расстояние;

$P_c$  – давление сжатой струи;

$V_c$  – скорость сжатой струи;

$r$  – радиус впадины кольца;

$R$  – радиус выступа кольца;

$\alpha$  – угол расширения струи;

$\beta$  – угол расположения конфузоров (угол обтекания).

На основании теоретических исследований обтекания потоком сжатого воздуха комплексных нитей принимаем угол расположения конфузоров через которые поступает поток внутрь осевого канала ПТК равным  $\beta = 27^{\circ}30'$  (рис. 1).

В соответствии с формулами (1) и (3) имеем

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d_c}{2(Y_0 + L_c)} = \frac{d_D \Sigma}{2 \left( 0.15 \frac{d_D}{a} + \frac{d_D}{2} \right)} = \frac{\Sigma}{\frac{0.3}{a} + 1} \quad (4)$$

Из выражения (4) очевидно, что угол  $\alpha$  не зависит от конструктивных параметров камеры ПТК. Подставляя численные значения степени сжатия струи и коэффициента турбулентности, получаем:

$$\operatorname{tg} \alpha = 0.128, \text{ тогда } \alpha \approx 7^{\circ} 30' = \text{const.}$$

Из треугольника  $O_1BO$  угол  $\varphi$  равен

$$\varphi = 180 - (\alpha + \beta) = 145^{\circ}; \quad (5)$$

По теореме синусов из косоугольного треугольника  $O_1BO$  имеем

$$\frac{O_1B}{\sin \alpha} = \frac{OO_1}{\sin \varphi} \quad (6)$$

где  $O_1B = r$ .

Учитывая величину коэффициента турбулентности, получаем

$$OO_1 = Y_0 + R = 0.15 \frac{d_D}{a} + R = 1.875 d_D + R \quad (7)$$

После расчета синусов углов  $\alpha$  и  $\varphi$  соотношение (6) запишется в виде

$$\frac{r}{0.13} = \frac{1.875 d_D + R}{0.574} \quad (8)$$

Отсюда

$$r = 0.425 d_D + 0.226 R \quad (9)$$

$$d_D = \frac{r - 0.226 R}{0.425} = 2.350 r - 0.55 R \quad (10)$$

Как видно из выражения (10) диаметр канала  $D$  зависит только от параметров кольцевого ресивера камеры ПТК.

Учитывая, что массовый расход воздуха является функцией отношения давлений в канале с диаметром  $d_D$  и кольцевом зазоре с параметрами  $r$  и  $R$  можно записать:

$$\sigma_{кр} \pi (R^2 - r^2) = \frac{\pi \cdot d_D^2}{4} \quad (11)$$

где  $\sigma_{кр} = 0.528$  – критическое отношение давлений;

Тогда:

$$R^2 - r^2 = 0.473d_D^2 \quad (12)$$

На основании рассмотренных ранее формул запишем систему уравнений:

$$\begin{cases} 2.35r - 0.55R = d \\ R^2 - r^2 = 0.473d^2 \end{cases} \quad (13)$$

Введем обозначение  $r/R=k$ , тогда система (13) примет вид:

$$\begin{cases} 2.35kR - 0.55R = d \\ R^2 - kR^2 = 0.473d^2 \end{cases} \quad (14)$$

Решая систему (14) получим

$$k_{\max} = 0.68;$$

Для практических расчетов можно принимать

$$0.32 \leq k \leq 0.68 \quad (15)$$

Из условия (15) легко определить область рациональных значений внутреннего и наружного диаметров кольцевого ресивера камеры ПТК. Например, принимая  $k=0.5$  получим  $r=0.5R$ .

Величина внутреннего диаметра кольца определялась исходя из технологических условий и проведенных экспериментов по выявлению оптимальных параметров кольцевого канала. Принимая  $r=4$  мм, получим  $R=8$  мм. Тогда из формулы (13) диаметр подводящего канала равен 5 мм.

Данная методика может быть использована при проектировании любых устройств для пневмотекстурирования.

#### Литература

Альтшуль А.Д., Кисилев П.Г. Гидравлика и аэродинамика. - М., Стройиздат, 1975.