

К.И.КАПИТАНЧУК, А.Н.ТРУФАНОВ, А.А.ХАЛАТОВ

К РАСЧЕТУ ВТОРИЧНЫХ ТЕЧЕНИЙ В КАНАЛАХ
МОДЕЛИ СОСЛОВОГО АППАРАТА

УДК 621.105

В статье приводятся расчетные зависимости для определения вторичных течений в каналах сословых аппаратов.

В газовых турбинах существенную долю потерь составляют потери от вторичных течений. В работе [1] дается детальное объяснение структуры потока вблизи торцевых стенок сословых аппаратов. Образование вторичных течений вызвано действием поперечного градиента давления в канале, под действием которого поток устремляется к выпуклой стороне лопатки и поднимается на ее профиль. На рис.1 показано распределение продольной \bar{u} и поперечной \bar{w} составляющей полной скорости \bar{c} внутри пограничного слоя. Соотношение составляющих обычно представляют в виде:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\bar{w}}{\bar{u}} \quad (1)$$

Количественно влияние вторичных течений на потери оценивают с помощью соотношения [2]:

$$\operatorname{tg} \theta_w = 2,12 \frac{\bar{w}_{\max}}{\bar{c}} \quad (2)$$

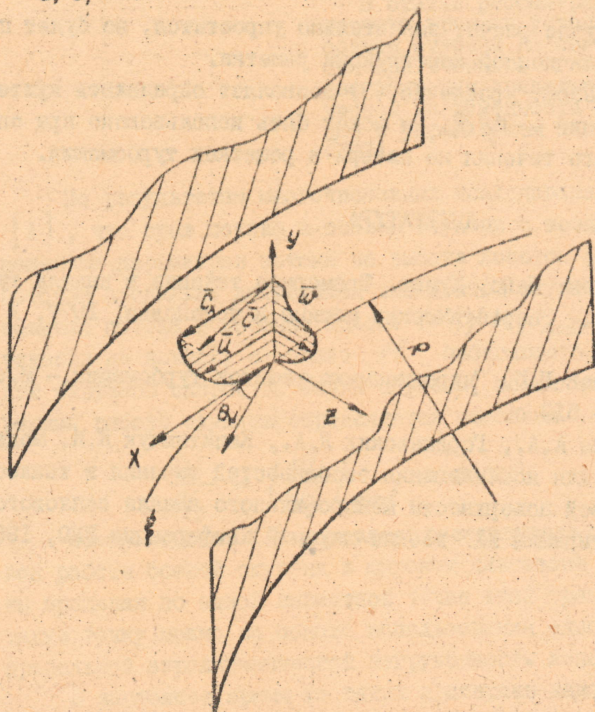
где θ_w - угол между составляющими \bar{u} и \bar{w} при $v=0$
 \bar{w}_{\max} - максимальное значение поперечной скорости;
 \bar{c} - скорость потока на границе пограничного слоя.

Исследование пограничного слоя вдоль корытца, спинки лопатки и средней линии, проведенные на экспериментальной установке [3], с помощью трехканального микрозонда показали, что на развитие вторичных течений оказывают влияние кривизна канала и число Re_x , где в качестве определяющих значений скорости и длины выбраны - местная скорость и расстояние от входа в решетку до места замера.

Обобщение результатов позволило получить единую зависимость для всех трех линий:

$$\operatorname{tg} \theta_w + 1 = A \frac{b_0}{R} (\bar{x})^{1,5} (\bar{c})^{-0,5} \quad (3)$$

- где A — коэффициент состояния пограничного слоя, зависящий от \bar{x} и \bar{c} ;
- δ_0 — хорда профиля;
- R — радиус кривизны линий тока вне пограничного слоя;
- $\bar{x} = x/\delta_0$ — относительное расстояние вдоль линий тока;
- $\bar{c} = c/c_1$ — относительное значение местной скорости;
- c, c_1 — местная скорость и скорость на входе в решетку.



Коэффициент состояния пограничного слоя — A можно рассчитать по следующим соотношениям:

$$A = 46 Re_x^{-0.3}, \text{ при } \bar{c} < 1,4, \quad \bar{x} \leq 0,2; \quad (4)$$

$$A = 11,5 Re_x^{0.04}, \text{ при } \bar{c} \geq 1,4, \quad \bar{x} \leq 0,2; \quad (5)$$

$$A = 3,6 Re_x^{0.04}, \text{ при } \bar{c} \leq 4,65, \quad \bar{x} > 0,2; \quad (6)$$

$$A = 4,3 Re_x^{0.04}, \text{ при } \bar{c} > 4,65, \quad \bar{x} > 0,2; \quad (7)$$

либо по \bar{c} , а формулу (3) можно получить в виде:

$$\operatorname{tg} \theta_w = \operatorname{tg} \theta_w (\bar{x}, Re_x),$$

либо в виде: $\operatorname{tg} \theta_w = \operatorname{tg} \theta_w (\bar{z}, Re_x)$.

В этом случае расчет значительно упростится, но будет применим только для данной конструкции решетки.

Таким образом, уравнение (3) позволяет определить критерий вторичных течений - $\operatorname{tg} \theta_w$ и может быть использовано при оценке влияния этого течения на потери в решетках турбомашин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лэнгстон, Найс, Хупер. Тремерное течение в канале турбинной решетки.- Энергетические машины и установки, 1977, № I, с. 22-31.
2. Степанов Г.Ю. Гидродинамика решеток турбомашин.- М.: ГИИМЛ. 1962. - 512 с.
3. Хадатов А.А., Гордиевских Л.А., Капитанчук К.И. Модельная установка для исследования особенностей течения и теплообмена на торцевой поверхности межпрофильного канала соплового аппарата.- Материалы XXV военно-научной конференции ВНО, 1985, с. 129-131.