

ИДЗ №2. Профилирование лопаток турбинных ступеней.

Произвести профилирование сопловых и рабочих лопаток турбинной ступени по методу постоянного удельного расхода пара по пяти сечениям и определить экономичность ступени.

Исходные данные:

G – расход пара через ступень, кг/с;

p_0 – давление пара перед ступенью, МПа;

t_0/x_0 - температура или степень сухости пара перед ступенью, °С/- ;

c_0 - скорость пара на входе в ступень, м/с;

H_0 – располагаемый теплоперепад ступени по статическим параметрам, кДж/кг;

$d_{\text{ср}}$ – средний диаметр ступени, м;

α_1 – угол выхода из сопловой решетки, гр.;

$\rho_{\text{ср}}$ – степень реактивности на среднем диаметре, -;

b_c и b_p – хорда профиля сопловой и рабочей решеток на среднем диаметре, соответственно, мм;

n – частота вращения ротора, с⁻¹.

Представление результатов:

1. Результаты расчета по сечениям приводятся в таблице с указанием расчетных формул. Результаты расчета на среднем диаметре должны быть включены в таблицу.

2. Графические представления (высота лопатки – по оси ординат):

- графики зависимости степени реактивности, углов входа и выхода абсолютных и относительных скоростей на рабочие лопатки, относительного лопаточного КПД от высоты лопатки;
- треугольники скоростей во всех сечениях;
- эскиз ступени: в меридиональной плоскости и профиля рабочих лопаток по сечениям (возможно представление только скелетных линий профилей).

| Код | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| <i>G</i> , кг/с | 123 | 69,1 | 52,3 | 40,8 | 58,3 | 119 | 107 | 40,8 | 284 | 58,8 |
| <i>p</i>₀ , МПа | 0,303 | 0,087 | 0,083 | 0,193 | 0,118 | 0,166 | 0,0197 | 0,095 | 0,374 | 0,0238 |
| <i>t</i>₀/<i>x</i>₀ , °С/- | 298 | 130 | 119 | 120 | 0,991 | 231 | 0,952 | 0,969 | 165 | 86 |
| <i>c</i>₀ , м/с | 82,5 | 54,8 | 103,4 | 0 | 73,5 | 82,5 | 91,7 | 143,5 | 0 | 134,9 |
| <i>H</i>₀ , кДж/кг | 76 | 133,1 | 103,4 | 120,4 | 168,2 | 68,3 | 184,1 | 112,4 | 109,8 | 113,6 |
| <i>d</i>_{ср} , м | 1,603 | 1,853 | 1,860 | 1,627 | 2,540 | 1,68 | 2,650 | 1,659 | 3,369 | 2,214 |
| <i>α</i>₁ , гр. | 16,1 | 16 | 12 | 18 | 24 | 17 | 23 | 19 | 11 | 20,7 |
| <i>ρ</i>_{ср} , - | 0,467 | 0,458 | 0,453 | 0,180 | 0,668 | 0,530 | 0,592 | 0,250 | 0,275 | 0,562 |
| <i>b</i>_с , мм | 260 | 152 | 160 | 150 | 180 | 300 | 250 | 164 | 150 | 151 |
| <i>b</i>_р , мм | 130 | 64 | 72 | 70 | 105 | 150 | 200 | 88 | 62 | 87 |
| <i>n</i> , с ⁻¹ | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 25 | 50 |

| Код | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>G</i> , кг/с | 45,4 | 69,1 | 119 | 273 | 45,4 | 72,1 | 58,8 | 253 | 40,6 | 66,2 |
| <i>p</i>₀ , МПа | 0,045 | 0,0402 | 0,225 | 0,206 | 0,022 | 0,157 | 0,085 | 0,0179 | 0,0472 | 0,0141 |
| <i>t</i>₀/<i>x</i>₀ , °С/- | 0,994 | 0,993 | 265 | 0,993 | 0,963 | 182 | 202 | 0,907 | 0,946 | 0,956 |
| <i>c</i>₀ , м/с | 109,8 | 138,6 | 42,4 | 42,4 | 120,8 | 86 | 0 | 100 | 78,7 | 99 |
| <i>H</i>₀ , кДж/кг | 109,8 | 161,3 | 73,8 | 116,1 | 120,8 | 114,9 | 132 | 151,5 | 113,2 | 191,7 |
| <i>d</i>_{ср} , м | 2,0 | 2,149 | 1,641 | 3,410 | 2,150 | 1,702 | 1,953 | 4,147 | 1,718 | 2,529 |
| <i>α</i>₁ , гр. | 14 | 18 | 16,5 | 14 | 16 | 14 | 14 | 24 | 20 | 20 |
| <i>ρ</i>_{ср} , - | 0,483 | 0,533 | 0,498 | 0,283 | 0,516 | 0,382 | 0,350 | 0,590 | 0,350 | 0,651 |
| <i>b</i>_с , мм | 178 | 266 | 280 | 212 | 222 | 94 | 89 | 400 | 179 | 412 |
| <i>b</i>_р , мм | 90 | 111 | 140 | 65 | 112 | 39 | 47 | 74 | 107 | 173 |
| <i>n</i> , с ⁻¹ | 50 | 50 | 50 | 25 | 50 | 50 | 50 | 25 | 50 | 50 |

