

## ИДЗ №5. Определение геометрических размеров и эффективности турбинной ступени.

Для оптимального значения безразмерного отношения скоростей определить геометрические размеры и экономичность турбинной ступени. Расчет коэффициентов расхода и потерь проводить по обобщенным газодинамическим характеристикам. Параметры пара перед ступенью  $p_0, t_0(x_0), c_0$ , расход пара через ступень  $G$ , средний диаметр ступени  $d_{cp}$ , прикорневая степень реактивности  $\rho_K$ . Дополнительно принять:  $\alpha_0 = 90^\circ$ ,  $\alpha_1 = (11-16)^\circ$ , частота вращения  $n$ , перекрышу в ступени принять по таблице 1. Хорду профиля определить по описанным в литературе примерам расчета аналогичных ступеней или представленным ниже справочным данным (таблица 2)..

### **Определить:**

1. теплоперепады ступени и решеток по статическим параметрам и параметрам торможения;
2. режим течения в решетках;
3. высоты сопловой и рабочей решетки;
4. число лопаток в решетке;
5. относительный лопаточный КПД ступени.

### **Построить:**

1. эскиз ступени с обозначением контрольных сечений;
2. процесс расширения в hs-диаграмме
3. треугольники скоростей ступени (в масштабе).

### **Примечание:**

1. Реактивность на среднем диаметре определяется по формуле

$$\rho_{cp} \approx 1 - (1 - \rho_K) \left(1 - \frac{l_2}{d_{cp}}\right)^m, \text{ где } m = 1,8.$$

Вариант	$d_{cp}$ , м	$c_0$ , м/с	$p_0$ , МПа	$t_0(x_0)$ , °C	$G_0$ , кг/с	$\rho_K$	$n$ , Гц
1	1,775	0	3,41	0,945	777	0,104	25
2	1,130	0	4,04	0,999	327	0,098	50
3	1,809	43,5	2,88	0,933	752	0,108	25
4	1,154	85,7	3,03	0,970	327	0,115	50
5	1,842	43,9	2,42	0,921	752	0,099	25
6	1,179	85,8	2,29	0,95	311	0,126	50
7	1,875	42,7	2,02	0,911	729	0,105	25
8	1,203	78,7	1,71	0,932	295	0,131	50
9	1,908	42,2	1,68	0,902	713	0,097	25

Вариант	$d_p, \text{м}$	$c_0, \text{м/с}$	$p_0, \text{МПа}$	$t_0(x_0), ^\circ\text{C}$	$G_0, \text{кг/с}$	$\rho_K$	$n, \text{Гц}$
10	1,227	78,5	1,26	0,917	281	0,125	50
11	1,93	39,9	1,4	0,894	713	0,087	25
12	1,251	81,7	0,918	0,903	281	0,1	50
13	1,627	0	0,204	127	43,2	0,108	50
14	1,276	83,4	0,667	0,892	281	0,039	50
15	1,659	135,7	0,098	0,972	43,2	0,094	50
16	1,30	82,9	0,48	0,882	271	0,016	50
17	1,718	149,3	0,0486	0,948	43	0,08	50
18	0,839	0	3,06	550	133	0,05	50
19	1,897	153,6	0,0225	0,923	42,7	0,046	50
20	0,91	79,2	2,78	535	133	0,05	50
21	2,283	167	0,0098	0,904	42,4	0,02	50
22	0,981	73,9	2,5	519	133	0,05	50
23	1,005	50,9	1,30	313	84,5	0,23	50
24	1,052	69,7	2,21	501	133	0,05	50
25	0,998	50,9	1,57	330	84,5	0,037	50
26	1,123	67,9	1,92	482	127	0,04	50
27	0,992	51	1,83	347	84,5	0,046	50

Таблица 1. Рекомендованные значения перекрыши в ступенях

Высота сопла $l_1, \text{мм}$	Перекрыши	
	$\Delta_n, \text{мм}$	$\Delta_k, \text{мм}$
$35 < l_1 < 150$	$(0,05-0,03) \cdot l_1$	$(0,03-0,02) \cdot l_1$
$l_1 > 150$	$(0,02-0,015) \cdot l_1$	$(0,015-0,01) \cdot l_1$

Таблица 2. Рекомендуемые к расчету геометрические характеристики проточных частей паровых турбин ТЭС и АЭС для предварительной оценки размеров проточной части

Наименование величины	Разм-ть	Одноцилиндровые турбины	Многоцилиндровые турбины		
			ЦВД	ЦСД	ЦНД
Относительная высота:					
$l_1/b_1$	–	0,4–1,5	0,6–2,2*	1,0–3,5*	1,0–4,0*
$l_2/b_2$	–	0,4–2,0	0,6–3,0*	1,5–4,0*	3,0–5,0*
Хорда профиля:					
$b_1$	мм	35–60	35–120 (120–150)*	65–120 (150–200)*	65–320 (150–300)*
$b_2$	мм	25–35	60–120*	45–100 (60–150)*	30–120 (60–200)*
Ширина решетки:					
$B_1$	мм	35–65	120–150*	45–100	65–330
$B_2$	мм	25–45	60 – 120*	60–150	30–120
Осевой зазор в камере диска:					
– передний $S_1$	мм	3–4	3–4	4–6	10–20*
– задний $S_2$	мм	3–6	4–5,5	5,5–7,0	7–10 (150*)
Периферийные зазоры:					
– радиальный $\delta_r$	мм	0,7–1,5	0,7–1,5	0,7–2,5	2,5–10,0
– осевой $\delta_a$	мм	1,2–2,0	1,2–2,0	2,0–3,5	3,5–6,0
Число гребней уплотнения:					
– диафрагменного $z_{1y}$	шт.	2–4	2–8	2–8	2–4
– периферийного $z_{2y}$	шт.	2	2 (4)	2 (4)	2 (4)

\* – рекомендованные значения для проточных частей турбин, работающих во влажном паре