

Индивидуальное задание № 1.

Тепловой расчет ступени паровой турбины

Цель: спроектировать одновенечную ступень активного типа.

Задачи:

1. Построение зависимости относительного лопаточного КПД ступени от относительной окружной скорости x_{ϕ} .

Принимать $x_{\phi} = (0,4-0,50)$.

- Привести пример расчета КПД для оптимального x_{ϕ} .
- Проанализировать изменение потерь.
- Представить процесс расширения пара на решетках для оптимального значения - x_{ϕ}^{opt}

2. Расчет основных характеристик сопловой решетки.

3. Расчет основных характеристик рабочей решетки.

В результате расчета СР и РР определить:

- Выходное расчетное сечение СР (РР);
- Выходную высоту СР (РР);
- Подобрать профиль и определить все геометрические размеры.
- Определить число сопловых (рабочих) лопаток;

4. Уточнить потери энергии в СР (РР) и относительный лопаточный КПД.

5. Расчет дополнительных потерь в ступени (на трение и вентиляцию, утечки, от парциальности, от влажности) и определение внутреннего относительного КПД ступени.

6. Расчет внутренней мощности ступени.

7. Эскиз проточной части.

Принять:

- В первом приближении скоростные коэффициенты СР и РР:

$$\varphi = (0,95-0,98); \psi = (0,93-0,97).$$

- Угол выхода потока из СР $\alpha_1 = (11 \div 16)^\circ$

- Угол выхода потока из РР $\beta_2 = \beta_1 - (2 \div 5)^\circ$

- К-т расхода $\mu_{\text{шт}} = (0,97-0,98)$, $\mu_{\text{вл}} = 1,02$.

Табл. 1. Исходные данные

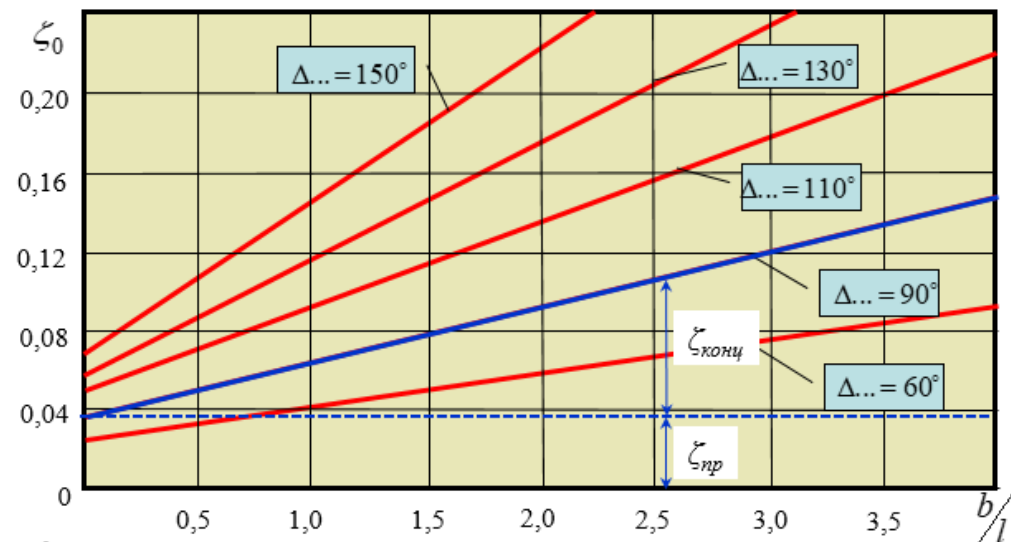
№ вар	P_0	$t_0 (x_0)$	G_0	c_0	d	H_0	ρ	n	
	МПа	°С	Кг/с	м/с	м	кДж/кг	°С	об/мин	
1	1,0	300	50	50	1,0	-	0,15	3000	
2	0,8	320	80	55	1,0	-	0,20	5000	
3	0,7	350	120	50	1,0	-	0,22	1500	
4	0,5	300	60	40	-	100	0,15	3000	
5	0,6	310	100	60	-	100	0,20	1500	
6	1,0	340	50	55	-	100	0,22	5000	
7	0,2	200	70	40	1,2	-	0,20	5000	
8	0,3	220	90	45	1,3	-	0,17	1500	
9	0,5	270	100	50	1,4	-	0,15	3000	
10	0,6	250	50	55	-	80	0,15	1500	
11	0,7	300	100	50	-	80	0,12	3000	

Справочная информация

Табл. 1. Характеристики профилей

Обозначение профиля	$\alpha_1 (\beta_2)$, град	$\alpha_0 (\beta_1)$, град	$\bar{t}_{\text{онт}}$	$\alpha_y (\beta_y)$, град	$M_{\text{онт}}$
C-9009A	7—11	70—120	0,72—0,85	27—31	0,65—0,95
C-9012A	10—14	70—120	0,72—0,87	31—35	0,60—0,85
C-9015A	13—17	70—120	0,70—0,85	35—40	0,50—0,85
C-9018A	16—20	70—120	0,70—0,80	40—44	0,50—0,85
C-9022A	20—24	70—120	0,70—0,80	43—46	0,60—0,95
C-9038A	30—36	70—120	0,60—0,73	60—67	0,65—0,95
C-5515A	12—18	45—75	0,72—0,87	51—57	0,70—0,95
C-6035A	32—38	45—85	0,42—0,65	70—75	0,70—0,95
P-2314Ак	12—16	20—30	0,60—0,75	75—80	0,75—0,95
P-2617A	15—19	23—35	0,60—0,70	75—80	0,75—0,95
P-3021A	19—24	25—40	0,58—0,68	77—81	0,70—0,90
P-3525A	22—28	30—50	0,55—0,65	78—82	0,60—0,85
P-4629A	25—32	44—60	0,45—0,58	75—80	0,55—0,85
P-5033A	30—36	47—65	0,43—0,55	76—80	0,55—0,85
P-2314Ак	12—16	20—30	0,60—0,75	75—80	0,70—0,95
C-9015Б	13—17	70—120	0,70—0,85	35—40	0,85—1,10
P-2617Б	15—19	23—45	0,57—0,65	76—81	0,80—1,10
C-9008B	7—10	70—120	0,60—0,70	27—31	1,40—1,80
C-9012B	10—14	70—120	0,58—0,68	39—43	1,40—1,70
P-2118B	16—20	19—24	0,60—0,70	86—89	1,30—1,60
P-2729Б	26—33	25—35	0,42—0,50	84—88	0,95—1,30
P-9025Б	22—28	70—120	0,55—0,72	41—46	0,90—1,20
P-16017B	15—20	135—162	0,85—1,00	16—20	1,55—1,80

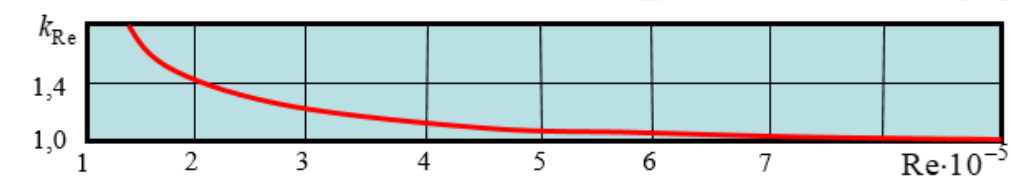
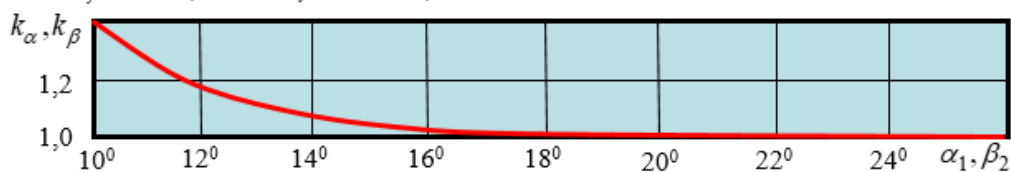
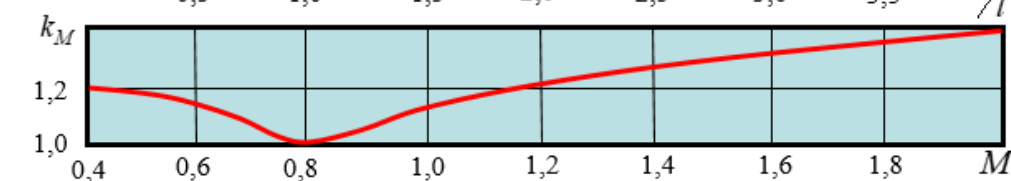
2. Расчет коэффициентов потерь решеток



$$\Delta\alpha \Rightarrow \frac{\Delta\alpha}{\Delta\beta}$$

$$\Delta\alpha = 180^\circ - (\alpha_1 + \alpha_0^{сх})$$

$$\Delta\beta = 180^\circ - (\beta_2 + \beta_1^{сх})$$



Коэффициент потерь:

сопловой решетки

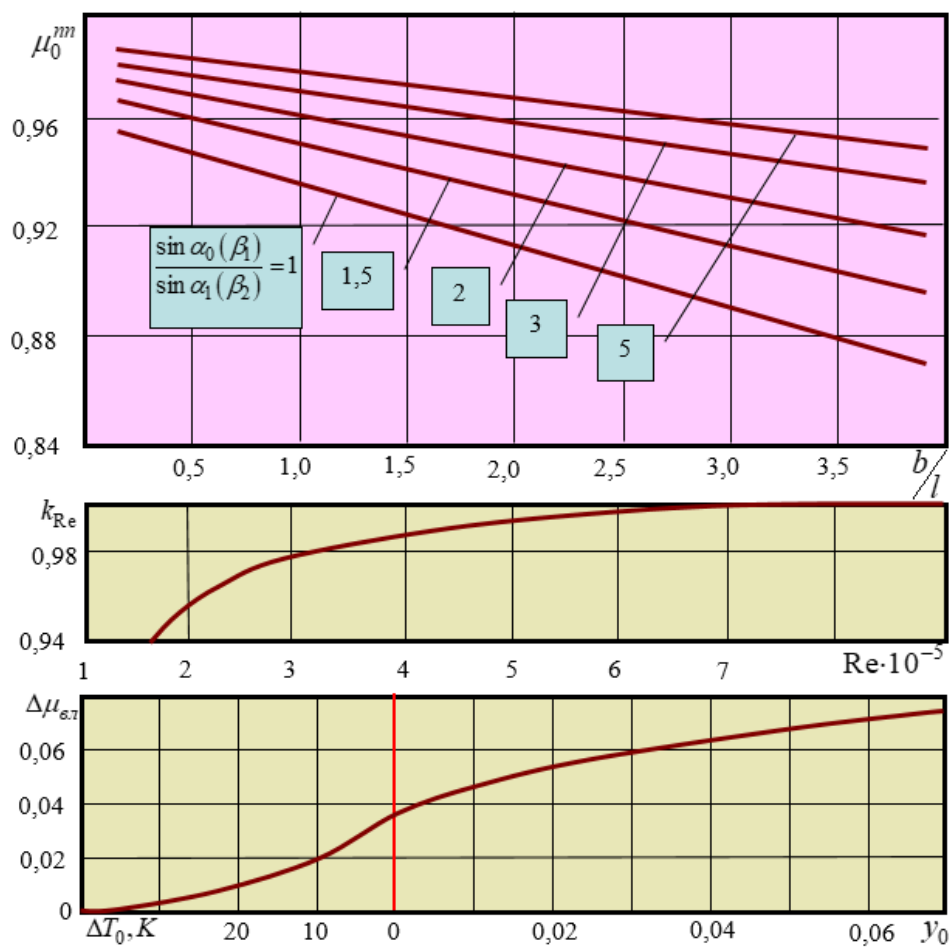
$$\zeta_c = \zeta_0 k_M k_{Re} k_\alpha$$

рабочей решетки

$$\zeta_p = \zeta_0 k_M k_{Re} k_\beta$$

учитывающий влияние различных параметров на обтекание дозвуковых (типа А) решеток

3. Расчет коэффициентов расхода



Коэффициент расхода

$$\mu = \mu_0^m k_{Re} + \Delta \mu_{6.7}$$