

## **Задание для расчета детандера в курсе "НРМ"**

Написать программу расчета детандера, и провести с ее помощью расчет поршневого детандера для исходных данных представленных в таблице. Для всех вариантов расчет провести для разных величин зазора ( $\delta=0, 5, 10, 15$  мкм) в поршневом уплотнении.

### **Общие исходные данные:**

1. Рабочее тело – гелий;
2. Начальная температура газа – 100 К;
3. Начальное давление – 2,3 МПа;
4. Конечное давление – 0,14 МПа.

Провести исследование влияния варьируемого параметра и величины зазора в поршневом уплотнении на температуры  $T_1, T_4, T_5$  и  $T_k$  цикла, холодопроизводительность–  $Q_0$ , адиабатный КПД  $\eta$ , холодильный коэффициент-  $\varepsilon$ , массовый расход– $G$  (для поверочного расчета). Результаты расчетов представить в виде таблиц и графиков.

По расчетным данным построить  $P-V$  и  $T-\tau$  диаграммы для детандера без утечек (для пакета MathCAD построение диаграмм автоматическое в расчете; для работы на Pascal возможно построение этих диаграмм отдельно)

### **Содержание отчета:**

1. Программа расчета с подробными комментариями;
2. Результаты расчета (таблицы);
3. Графики и диаграммы;
4. Анализ полученных результатов (влияние варьируемых величин на параметры, объяснение полученных результатов на основании теории).

<b>Проектирование детандера с бесклапанным газораспределением (<math>n_0=1200</math> об/мин)</b>							
	ФИО	$G, \text{кг/ч}$	$\alpha_{61}$	$\alpha_{34}$	$P_3, \text{МПа}$	$S_{\pi}/d$	Прим
1		40	25-45	35	0,8	1,5	
2		40	35	25-45	0,8	1,5	
3		40	35	35	0,5-1,5	1,5	
4		40	35	35	0,8	0,7-2,5	
<b>Проектирование детандера с клапанным газораспределением (<math>n_0=320</math> об/мин)</b>							
		$G, \text{кг/ч}$	$a_0$	$c_0$	$P_6, \text{МПа}$	$S_{\pi}/d$	
5		40	0,05-0,2	$c_{\text{opt}}$	1.0	1,5	
6		40	0,09	$c_{\text{min}}-0,7$	1.0	1,5	
7		40	0,09	$c_{\text{opt}}$	0,5-1,5	1,5	
8		40	0,09	$c_{\text{opt}}$	1.0	0,7-2,5	
<b>Поверка детандера с клапанным газораспределением (<math>n_0=320</math> об/мин)</b>							
		$S_p, \text{мм}$	$d, \text{мм}$	$a_0$	$P_3, \text{МПа}$	$P_6, \text{МПа}$	
9		84	55	0,05-0,2	1.0	1.0	
10		84	55	0,09	0,5-1,5	1.0	
11		84	55	0,09	1.0	0,5-1,5	
<b>Проектирование детандера со смешанным газораспределением (<math>n_0=900</math> об/мин)</b>							
		$G, \text{кг/ч}$	$\alpha_{34}$	$P_3, \text{МПа}$	$S_{\pi}/d$		
12		40	35	0,5-1,5	1,5		



<b>Детандер с бесклапанным газораспределением (<math>n_0=1200</math> об/мин)</b>												
		Раб. тело	$P_n$ , МПа	$P_k$ , МПа	$T_n$ , К	$G$ , кг/ч	$\alpha_{61}$	$\alpha_{34}$	$P_3$ , МПа			
1	<b>Корнейко М.</b>	He	2,3	0,14	55	70	25-45	35	0,9			
2	<b>Тарабан М.</b>	He	2,4	0,15	60	80	35	25-45	0,9			
3	<b>Андреев Е.</b>	He	2,5	0,17	65	90	35	35	0,3-1,8			
<b>Детандер с клапанным газораспределением (<math>n_0=350</math> об/мин)</b>												
		Раб. тело	$P_n$ , МПа	$P_k$ , МПа	$T_n$ , К	$G$ , кг/ч	$\delta$	$\epsilon$	$P_3$ , МПа	$P_6$ , МПа	$c_0$	$b_0$
4	<b>Зеленский В.</b>	He	2,3	0,14	55	70			0,3-2,0	1,0		
5	<b>Иващенко Е.</b>	He	2,4	0,15	60	80			1,0	0,3-2,0		
6	<b>Кабашная Д.</b>	He	2,5	0,17	65	90				0,3-2,0	0,4	
7	<b>Калитка М.</b>	He	2,3	0,14	55	70				1,0	$c_{min}-0,9$	
8	<b>Король В.</b>	He	2,4	0,15	60	80					$c_{min}-0,9$	0,35
9	<b>Перевозник Н.</b>	He	2,5	0,17	65	90					0,4	$0,1-b_{max}$
10	<b>Понятовская Н.</b>	He	2,3	0,14	55	70			0,3-2,0			0,35
11	<b>Семенов В.</b>	He	2,4	0,15	60	80			1,1			$0,1-b_{max}$
12	<b>Кулик В.</b>	He	2,5	0,17	65	90	$\delta_{min}-0,9$			1,1		

		Раб. тело	$P_H$ , МПа	$P_K$ , МПа	$T_H$ , К	$G$ , кг/ч	$\delta$	$\varepsilon$	$P_3$ , МПа	$P_6$ , МПа	$c_0$	$b_0$
13	<b>Писарев М.</b>	He	2,3	0,14	55	70	0,33			0,3-2,0		
14	<b>Пивовар А.</b>	He	2,4	0,15	60	80		0,1- $\varepsilon_{\max}$	1			
15	<b>Шевелев М.</b>	He	2,5	0,17	65	90	$\delta_{\min}$ -0,9	0,5 $\varepsilon_{\max}$	1,1			

<b>Детандер с бесклапанным газораспределением (<math>n_0=1200</math> об/мин)</b>												
			Раб. тело	$P_H$ , МПа	$P_K$ , МПа	$T_H$ , К	$G$ , кг/ч	$\alpha_{61}$	$\alpha_{34}$	$P_3$ , МПа		
			H <sub>2</sub>	12	0,7	90	25-45	35	0,9			
			H <sub>2</sub>	13	0,7	100	35	25-45	0,9			
			H <sub>2</sub>	15	0,7	110	35	35	0,3-1,8			

**Задание для расчета компрессора  
в курсе "НРМ"**

**1. Проектирование компрессора:**

	Газ	$P_{вс.},$ МПа	$P_{н.},$ МПа	$T_{вс.},$ К	$V_e,$ м <sup>3</sup> /с	$\Delta V,$ %	Кол-во цил. в 1-ой ступ.	
	<b><u>He</u></b>	0,3	17,0	293	0,09	5	1 и 2	MCAD
							1 и 2	Pascal
	H <sub>2</sub>	0,2	15,0	300	0,07	3	1 и 2	MCAD
							1 и 2	Pascal

**2. Определение оптимальных межступенчатых давлений:**

	Газ	$P_{вс.},$ МПа	$P_{н.},$ МПа	$T_{вс.},$ К	$V_e,$ м <sup>3</sup> /с	$n_0,$ 1/с	$a_{m1}$	$a_{m2}$	$a_{m3}$	
	He	0,23	14,72	300	0,2	8	0,04	0,07	0,10	MCAD
										Pascal
	R134a	0,12	3,24	290	0,04	9	0,04	0,06	0,09	MCAD
										Pascal

**3. Определение индикаторной мощности реального компрессора при различном числе ступеней:**

	Газ	$P_{вс.},$ МПа	$P_{н.},$ МПа	$T_{вс.},$ К	$V_e,$ м <sup>3</sup> /с	$\Delta V,$ %	$n_0,$ 1/с	
	<b><u>He</u></b>	0,2	9,0	293	0,07	5	15	MCAD
								Pascal
	H <sub>2</sub>	0,12	8,5	300	0,09	3	20	MCAD
								Pascal

**4. Влияние отклонения давления всасывания от номинального:**

	Газ	$P_{вс.},$ МПа	$P_{н.},$ МПа	$T_{вс.},$ К	$S_{п},$ мм	$d_1,$ мм	$d_2,$ мм	$d_3,$ мм	$n_0,$ 1/с	$a_{m1}$	$a_{m2}$	$a_{m3}$	
	R12	0,06– 0,16	3,5	300	120	190	112	65	8	0,05	0,06	0,08	MCAD
													Pascal
	R22	0,1– 0,3	6,0	290	80	150	85	48	9	0,05	0,06	0,07	MCAD
													Pascal

**5. Влияние отклонения давления нагнетания от номинального:**

	Газ	$P_{вс.},$ МПа	$P_{н.},$ МПа	$T_{вс.},$ К	$S_{п},$ мм	$d_1,$ мм	$d_2,$ мм	$d_3,$ мм	$n_0,$ 1/с	$a_{m1}$	$a_{m2}$	$a_{m3}$	
	R12	0,2	5,0– 7,0	300	80	150	85	48	12	0,05	0,06	0,1	MCAD
													Pascal
	R22	0,1	3,0– 4,0	290	120	190	105	60	12	0,05	0,06	0,08	MCAD
													Pascal

**6. Влияние рабочего тела на размеры и характеристики компрессора:**

	Газ	$T_{кип.},$ К	$T_{конд.},$ К	$T_{вс.},$ К	$Q_0,$ Вт		
	<b><u>R12, R22,</u></b> <b><u>R134A,</u></b> <b><u>R717</u></b>	255	323	290	500		MCAD
							Pascal
	R12, R22, R134a, R717	245	318	290	1000		MCAD
							Pascal