

### Д.з. МНМ

**Задача 1.** Определить термический КПД цикла двигателя внутреннего сгорания с изобарным подводом теплоты, если начальное давление  $P_1 = 0,98$  МПа, количество подведенной теплоты составляет  $q_1$ , температура рабочего тела (воздуха) в конце сжатия  $t_2$ , степень сжатия  $\varepsilon$ . Сжатие и расширение происходит по адиабатам.

Как изменится термический КПД цикла, если при том же общем количестве подведенной теплоты, часть  $q_1$  (в %) подвести по изохоре? Цикл изобразить в P-v и T-s диаграммах. Данные для решения задачи выбрать из табл. 4.

Таблица 4

Варианты и исходные данные										
Параметры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра										
$q_1$ , МДж/кг	1,12	1,2	1,24	1,4	1,6	1,44	1,64	1,36	1,16	1,68
$t_2$ , °С	450	500	910	1000	850	1050	900	920	1000	600
Предпоследняя цифра шифра										
$\varepsilon$	12	13	14	15	16	14	12	16	15	11
$q_1$ , %	25	20	30	25	20	27	24	28	30	29

**Задача 2.** Определить термический КПД цикла Ренкина, удельные расходы пара и теплоты для двух случаев: а) при обратимом расширении пара в турбине ( $ds=0$ ); б) при необратимом расширении с трением ( $ds>0$ ), если давление перегретого пара при входе в турбину  $p_1$ , температура его  $t_1$ , давление в конденсаторе  $p_2$  и внутренний относительный коэффициент полезного действия  $\eta_{oi}$ . Изобразить цикл в  $p-v$  - и  $Ts$  - диаграммах. Данные для расчета выбрать из табл. 13, по двум последним цифрам шифра.

Таблица 13

Последняя цифра шифра	$p_1$ , МПа	$t_1$ , °С	Предпоследняя цифра шифра	$p_2$ , кПа	$\eta_{oi}$
9	3,0	375	9	5	0,75
8	3,5	400	8	4	0,80
7	4,0	425	7	5	0,78
6	4,5	450	6	3	0,82
4	6,0	500	4	5	0,78
3	7,0	525	3	6	0,80
2	8,0	550	2	5	0,82
1	9,0	575	1	3	0,83

0	10,0	600	0	4	0,84
---	------	-----	---	---	------

**Задача 3.** В конденсаторе паротурбинной установки (рис. 4.3) охлаждающая вода проходит по двум последовательным ходам, каждый из которых содержит 250 параллельных латунных трубок длиной  $L = 5$  м и внутренним диаметром  $D = 14$  мм (рис. 4.3); размер выступов шероховатости 0,05 мм.

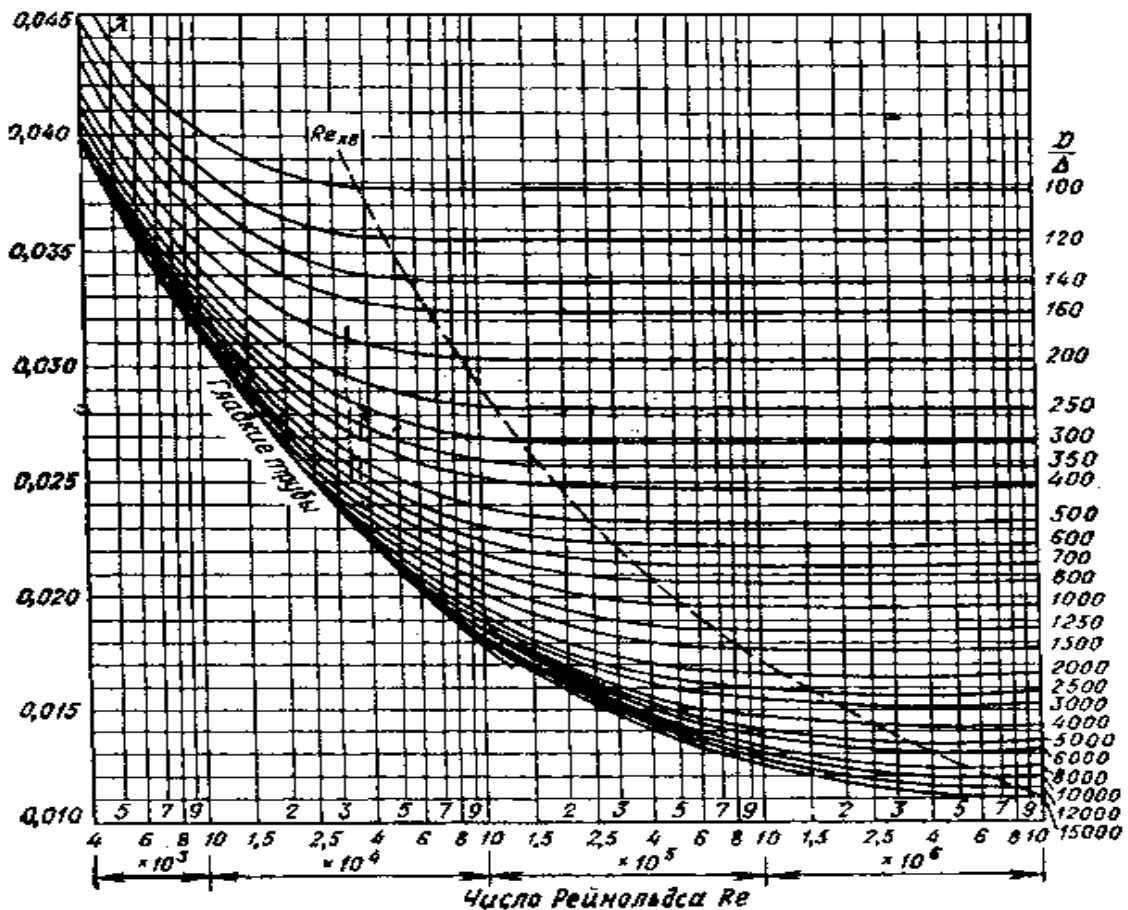
Определить потери напора в конденсаторе, если расход равен  $Q$ , температура воды  $t$  (табл. 4.3). Учитывать потери напора на трение в трубках, на вход ( $\zeta_{\text{вх}} = 0,5$ ) и на выход ( $\zeta_{\text{вых}} = 1,0$ ). Использовать график приложения для определения  $\lambda$ .

Таблица 4.3

Параметры	Номер варианта и исходные данные									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	600	610	60	59	5	5	5	5	5	5
$t, \text{ }^\circ\text{C}$	20	10	20	30	2	1	2	3	2	1

**Задача 4.** Из открытого бака вода вытекает в атмосферу по горизонтальному трубопроводу, составленному из труб диаметром  $D_1$  и  $D_2$  (рис. 4.2, табл. 4.2), длины которых  $l_1 = 20$  м,  $l_2 = 40$  м. Трубы стальные новые, высота выступов шероховатости 0,1 мм, толщина стенки 3 мм. Расход воды  $Q$ , коэффициенты местного сопротивления: входа  $\zeta_{\text{вх}} = 0,5$ , резкого расширения  $\zeta_{\text{пр}} = [(D_1/D_2)^2 - 1]^2$ , крана  $\zeta_{\text{кр}} = 1,0$ . Определить напор в баке  $H$  и величину ударного давления  $\Delta p$  при мгновенном закрытии крана. Построить диаграмму уравнения Бернулли. Гидравлический коэффициент трения определить по графику.

Параметры	Номер варианта и исходные данные									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$Q * 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с}$	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
$D_1, \text{ мм}$	2	2	3	3	3	3	4	4	5	5
$D_2, \text{ мм}$	4	5	4	5	5	6	6	7	7	8



**Задача 5.** Воздух вытекает из баллона через сужающееся сопло диаметром  $D$  в атмосферу, атмосферное давление 100 кПа. Температура в баллоне 400 К, избыточное давление  $p_{изб}$  (табл. 4.4). Определить скорость истечения, массовый расход и параметры воздуха на срезе сопла.

Параметры	Номер варианта и исходные данные									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$D$ , мм	5	10	15	5	10	1	5	10	15	5
$p_{изб}$ , МПа	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

**Задача 5.** Активная решетка прямых турбинных лопаток обтекается потоком воздуха (рис.). Угол входа потока  $\beta_1 = 19,5^\circ$ , угол выхода  $\beta_2 = 20,6^\circ$ , хорда лопатки  $b = 25,7$  мм, относительный шаг решетки  $t/b = 0,6$ . Исходные данные приведены в табл. 6.

Определить параметры потока за решеткой, силы, действующие на одиночную лопатку, и построить диаграмму сил.

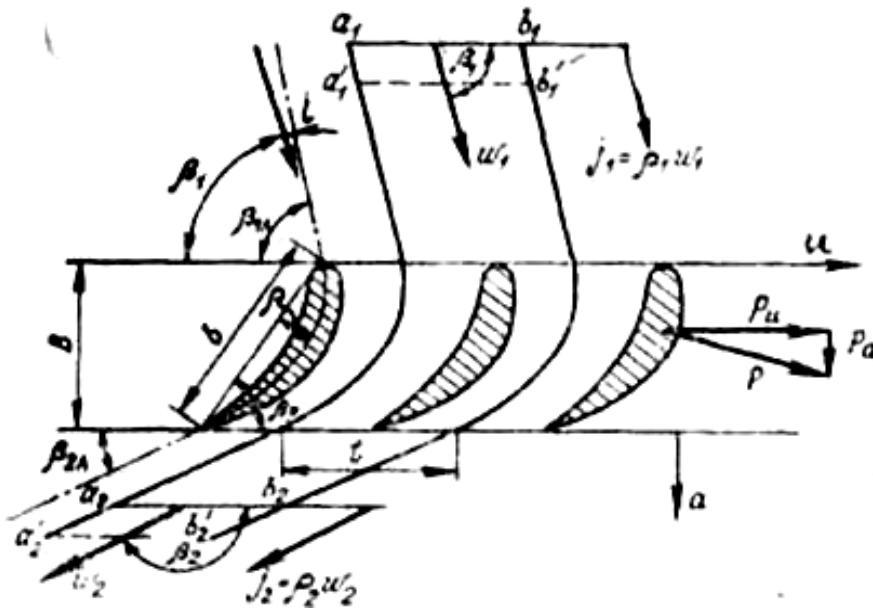


Таблица 6

Параметры	Номер варианта и исходные данные									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$p_1$ , МПа	2,5	2,55	2,6	2,65	2,7	2,75	2,8	2,85	2,9	2,95
$p_2$ , МПа	2,35	2,4	2,45	2,5	2,55	2,6	2,65	2,7	2,75	2,8
$w_1$ , м/с	240	235	230	225	220	215	210	205	200	195
$T_1$ , К	620	625	630	635	640	645	650	655	660	665

**Задача 6.** Температура наружной поверхности стены нагревательной печи –  $t_1$ , а окружающего воздуха  $t_2$ . Высота стены -  $a$ , ширина -  $b$ . Определить тепловой поток, передаваемый конвекцией от поверхности стены к воздуху. Использовать теплофизические параметры сухого воздуха из П.1 приложения. За определяющий геометрический размер взять высоту стены. Необходимые данные для расчета выбрать из табл.15.

при  $10^3 < (Gr_{h,ж} \cdot Pr_{ж}) < 10^9$  (ламинарный режим)

$$Nu_{h,ж} = 0,76 (Gr_{h,ж} Pr_{ж})^{0,25}; \quad (9)$$

при  $(Gr_{h,ж} Pr_{ж}) > 10^9$  (турбулентный режим)

$$Nu_{h,ж} = 0,15 (Gr_{h,ж} Pr_{ж})^{0,33}. \quad (10)$$

$$\text{Где, } Gr_{d,ж} = \beta g d^3 (t_c - t_{ж}) / \nu^2$$

Таблица 15

Последняя ифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	a, м	b, м
9	130	25	2,5	4,0
8	125	20	2,0	3,5
7	120	15	1,5	3,0
6	110	10	2,5	4,0
5	105	10	2,0	3,5
4	100	10	1,5	3,0
3	130	25	2,0	4,0
2	120	20	2,5	3,5
1	110	15	2,0	3,0
0	100	10	1,5	4,0

Физические свойства сухого воздуха ( $p_a = 1,013 \cdot 10^5$  Па)

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$c_p, \text{кДж/(кг}^\circ\text{К)}$	$\lambda \text{ Вт/(м}^\circ\text{К)}$	$\nu \cdot 10^{-6}, \text{м}^2/\text{с}$	Pr
0	1,293	1,005	2,44	13,28	0,707
10	1,247	1,005	2,51	14,16	0,705
20	1,205	1,005	2,59	15,06	0,703
30	1,165	1,005	2,67	16,00	0,701
40	1,128	1,005	2,76	16,96	0,699
50	1,093	1,005	2,83	17,95	0,698
60	1,060	1,005	2,90	18,97	0,696
70	1,029	1,009	2,96	20,02	0,694
80	1,000	1,009	3,05	21,09	0,692
90	0,972	1,009	3,13	22,10	0,690
100	0,946	1,009	3,21	23,13	0,688
200	0,746	1,026	3,93	34,85	0,680
300	0,615	1,047	4,61	48,33	0,670
400	0,524	1,068	5,21	63,09	0,680
500	0,456	1,093	5,75	79,38	0,690
600	0,404	1,114	6,22	96,89	0,690
700	0,362	1,135	6,71	115,4	0,71

**Задача 7.** Поверхность нагрева состоит из плоской стальной стенки толщиной  $\delta$ . По одну сторону стенки движется горячая вода, средняя температура которой  $t_{ж1}$ , по другую – вода со средней температурой  $t_{ж2}$  или воздух, средняя температура которого  $t_{ж2}^1$ . Определить для обоих случаев удельный тепловой поток  $q$  Вт/м<sup>2</sup> и коэффициент теплопередачи, а также значения температур на обеих поверхностях стенки. Найти изменение удельного теплового потока  $\Delta q$  для первого случая, если с каждой стороны стальной стенки появится накипь толщиной в 1 мм. Коэффициенты теплопроводности стали  $\lambda_{ст} = 45$  Вт/(м·К), а накипи  $\lambda_{нак} = 0,6$  Вт/(м·К). Коэффициенты теплоотдачи для горячей воды к стенке для

обоих случаев  $\alpha_1$ , от стенки к воде  $\alpha_2^I$ , а от стенки к воздуху  $\alpha_2^{II}$ . Параметры выбрать из табл. 5.

Таблица 5

Варианты и исходные данные										
Параметры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра										
$\delta$ , мм	5	8	7	4	6	5	4	7	8	6
$t_{ж1}$ , °С	110	120	130	105	125	115	135	10	120	125
$t_{ж2}$ , °С	60	50	65	45	55	40	60	50	55	55
$t_{ж2}^I$ , °С	25	30	35	20	30	25	30	25	30	55
Предпоследняя цифра шифра										
$\alpha_1$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	2000	1900	1800	2100	2200	2050	2150	185	1	2250
$\alpha_2^I$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	1250	1150	1200	1050	1100	1000	1150	110	1	1250
$\alpha_2^{II}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	18	20	25	22	25	18	20	24	2	20