

# **Решения задач размещены на сайте [zadachi24.ru](http://zadachi24.ru)**

## **Введение**

К выполнению работы следует приступить только после изучения соответствующего раздела курса. Только сознательное (не «механическое») выполнение контрольной работы приносит пользу и помогает закреплению знаний.

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с ходом решения аналогичных задач по указанной литературе. Следует стараться запомнить и примерные значения параметров задачи (исходных и вычисляемых): они также содержат полезную информацию.

В работе задачи составлены по ставариантной (численной) системе, в которой в каждой задаче исходные данные выбираются из соответствующих таблиц по первой и второй цифрам варианта.

При выполнении работы необходимо соблюдать следующие условия:

- 1 Выписывать условие задачи и исходные данные;
- 2 Решение задач сопровождать кратким пояснительным текстом, в котором указывать, какая величина определяется и по какой формуле, какие величины подставляются в формулу и откуда они выбираются (из условия задачи, из справочника или были определены ранее из других источников).
- 3 Все вычисления проводить в единицах СИ, причём, точность вычисления – три знака после запятой. Необходимо показывать ход решения задачи.
- 4 Если имеется возможность, необходимо осуществлять контроль своих действий и оценивать достоверность полученных численных данных.

## **Методические указания**

### **Задача 1**

При решении задачи используется [4] Основные положения теории и методические указания по этой теме изложены на с. 67–68, 72–73, 80–81. Разобрано решение задач № 152, 156, 158, 162 – изохорные процессы; № 164, 167, 173, 176 – изобарные процессы; № 179, 186, 193 – изотермические процессы. Основные положения теории и методические указания по этой теме изложены на с. 84–86, 94–98. Разобрано решение задач № 195, 201, 205, 208, 212, 214 – адиабатные процессы; № 217, 218, 221, 224, 228, 234 – политропные процессы.

### **Задача 2**

При решении задачи используется [5]. Основные положения теории изложены на с 3–10. Графоаналитический метод расчёта основных процессов с водяным паром изложен на с. 11–14, где рассмотрена методика построения процессов с водяным паром на диаграмме «*i–s*» и указаны расчетные формулы для определения удельной теплоты, изменения внутренней энергии и вычисления удельной работы.

### **Задача 3**

Основные положения теории изложены в [6] на с. 5–17. При решении задачи используется [4], в котором даются методические указания на с. 128–130 и разобрано решение задач № 264, 268, 217.

### **Задача 4**

Основные положения теории изложены в [6] на с. 18–25. При решении задачи используется [4], в котором даются методические указания на с. 130–133 и разобрано решение задачи № 282.

### **Задача 5**

Основные положения теории изложены в [5] на с. 14–17. Рассмотрены примеры определения характеристик влажного воздуха и расчёт процессов с влажным воздухом с помощью диаграммы «*h–d*».

## **Задание на контрольную работу**

### Задача 1 «Определение основные параметры газовой смеси в состояниях 1 и 2»

1 кг газовой смеси заданного состава в % от объёма смеси совершают термодинамические процессы от состояния 1 до состояния 2 с показателями  $n_1 = 0; n_2; n_3 = 1; n_4; n_5 = k; n_6$ . Объём газовой смеси во всех процессах изменяется в  $\varepsilon = \frac{V_2}{V_1}$  раз. Данная смесь обладает свойствами идеального газа. Начальное давление

газовой смеси  $P_1$ , МПа; начальная температура  $t_1$ ,  $^{\circ}\text{C}$ . Определить основные параметры газовой смеси в состоянии 1 и в состоянии 2, а также изменение внутренней энергии ( $\Delta U$ ), энталпии ( $\Delta S$ ), удельную работу, удельную теплоту процессов. Конечные результаты представить в таблицу (таблица 3). Дать изображение процессов в  $P\text{-}V$   $T\text{-}S$  диаграммах.

Таблица 1

Наименование величин	По второй цифре варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Состав газовой смеси, % объёмные:										
N <sub>2</sub>	10	20	30	50	40	15	25	35	45	60
H <sub>2</sub>	15	20	10	5	10	25	25	15	10	10
CO <sub>2</sub>	65	40	50	5	40	35	25	40	15	15
SO <sub>3</sub>	10	20	10	40	10	25	25	10	30	15
T <sub>1</sub> . °C	17	27	37	47	17	27	37	47	57	67
$\varepsilon = \frac{V_2}{V_1}$	1,2	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	2	2,5

Таблица 2

Наименование величин	По первой цифре варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P <sub>1</sub> , МПа	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
n <sub>2</sub>	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7
n <sub>4</sub>	1,1	1,15	1,20	1,25	1,27	1,22	1,17	1,15	1,1	1,2
n <sub>6</sub>	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4

**Таблица 3 Сводная таблица результатов расчёта**

**Задача 2 «Графоаналитический расчёт процессов с водяным паром»**

Водяной пар, имея начальное давление  $P_1$  МПа, и степень сухости  $X_1$ , изобарно нагреваясь до температуры  $t_2$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , переходит в состояние 2, из которого в результате изотермического процесса переходит в состояние 3, характеризующееся конечным давлением  $P_3$ , МПа. Из состояния 3 водяной пар в результате адиабатного процесса переходит в состояние 4, характеризующееся степенью сухости  $X = 1$ . Используя диаграмму « $s-i$ », провести графоаналитический расчёт процессов с водяным паром, определив недостающие параметры рабочего тела для каждого его состояния, а также удельную работу, теплоту, изменение внутренней энергии в процессах 1–2, 2–3, 3–4. Параметры рабочего тела в точках 1, 2, 3, 4 представить в таблицу 3. Дать изображение процессов в диаграмме « $i-s$ ». Дать краткие пояснения по определению положения точек 1, 2, 3, 4 на диаграмме « $i-s$ ».

**Таблица 1**

По второй цифре варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_1$ , МПа	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2	0,1	0,5	0,3	0,2
$X_1$	0,80	0,82	0,86	0,88	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98	1

**Таблица 2**

По первой цифре варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$T_2$ , $^{\circ}\text{C}$	300	350	400	450	500	550	600	320	430	570
$P_3$ , МПа	3,0	3,5	4,0	5,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	4,5

**Таблица 3**

Точка	$P$ , МПа	$V$ , $\text{м}^3/\text{кг}$	$T$ , $^{\circ}\text{C}$	$i$ , $\text{kДж}/\text{кг}$	$s$ , $\text{kДж}/\text{кг}$
1					
2					
3					
4					

**Задача 3 «Определение термического к.п.д. и параметров в характерных точках цикла двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом тепла»**

Определить термический к.п.д. и параметры ( $P$ ,  $V$ ,  $t$ ) в характерных точках цикла двигателя внутреннего сгорания (ДВС) со смешанным подводом тепла, если дано: начальный объём рабочего тела  $V_1$ , м<sup>3</sup>/кг, начальное давление рабочего тела  $P_1$ , МПа, степень сжатия  $\epsilon$ , степень повышения давления  $\lambda$ , степень предварительного расширения  $\rho$ . Рабочее тело – воздух. Теплоёмкость рабочего тела считать постоянной.  $K=1,4$

**Таблица 1**

Наименование величин	По первой цифре варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_1$ , м <sup>3</sup> /кг	0,9	1,0	1,12	0,85	0,97	0,83	0,85	0,95	0,75	0,82
$\lambda$	1,2	1,25	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

**Таблица 2**

Наименование величин	По второй цифре варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_1$ , МПа	0,09	0,085	0,1	0,095	0,11	0,11	0,08	0,09	0,087	0,092
$\epsilon$	12	14	13	11	10	12	13	11	12	14
$\rho$	1,2	1,5	1,4	1,7	1,2	1,35	1,4	1,34	1,25	1,33

**Задача 4 «Определение параметров в характерных точках для идеального цикла газотурбинной установки с подводом теплоты в изобарном процессе»**

Для идеального цикла газотурбинной установки (ГТУ) с подводом теплоты при  $p = \text{const}$  определить параметры в характерных точках, работу полезную, количество подведенной и отведенной теплоты, термический к.п.д. цикла, если дано: начальное давление  $P_1$ , МПа; начальная температура  $t_1$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , степень увеличения давления в адиабатном процессе сжатия  $\beta$ , температура в т.3 не должна превышать  $850$   $^{\circ}\text{C}$ . Рабочее тело – воздух, теплоёмкость воздуха считать постоянной.  $K=1,4$

**Таблица 1**

Наименование величин	По первой цифре варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_1$ , МПа	0,10	0,09	0,08	0,095	0,12	0,11	0,085	0,092	0,089	0,12
$\beta$	10	8	7	6	5	7,5	8,5	9,5	10	11

**Таблица 2**

Наименование величин	По второй цифре варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_1$ , $^{\circ}\text{C}$	27	20	30	25	35	18	15	20	37	27

**Задача 5 «Определение параметров влажного воздуха»**

Влажный воздух с температурой  $t_o$  и влагосодержанием  $d_o$  охлаждается до температуры  $t_1$  при постоянном влагосодержании и при постоянной температуре увеличивает влагосодержание до  $d_2$ . Затем он направляется в калорифер, где его температура возрастает до  $t_3$  и попадает в сушильную камеру, после выхода из которой его относительная влажность становится равной  $\varphi_4$ . Определить недостающие параметры ( $\varphi$ ,  $d$ ,  $h$ ,  $t$ ), а также температуру точки росы и парциальное давление водяного пара во влажном воздухе в точках 1, 2, 3, 4. Результаты представить в таблицу 3. Дать краткие пояснения по определению положения точек 0, 1, 2, 3, 4 на диаграмме « $h-d$ »

**Таблица 1**

Наименование величин	По первой цифре варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_o, {}^{\circ}\text{C}$	100	120	130	140	150	160	170	180	110	100
$d_2, \frac{\text{г.в.п.}}{\text{кг.с.в.}}$	10	8	7	6	5	7,5	8,5	9,5	10	11

**Таблица 2**

Наименование величин	По второй цифре варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$d_o, \frac{\text{г.в.п.}}{\text{кг.с.в.}}$	4	8	10	14	18	20	24	28	30	12
$t_1, {}^{\circ}\text{C}$	50	55	60	65	70	75	80	55	65	70
$t_3, {}^{\circ}\text{C}$	80	85	70	75	100	110	90	95	100	80

**Таблица 3**

Точка	$\varphi, \%$	$t, {}^{\circ}\text{C}$	$d_o, \frac{\text{г.в.п.}}{\text{кг.с.в.}}$	$h, \text{кДж/кг}$	$P_{\text{в.п.}}, \text{кН/м}^2$	$t_p, {}^{\circ}\text{C}$
0						
1						
2						
3						
4						

**Список литературы**

- 1 Техлотехника. Учебн. для вузов /В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др. Под ред. В.Н. Луканина. – М.: В.Ш., 2002. – 671 с.
- 2 Техлотехника: учебник для втузов /под общей ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева. – М.: Изд–во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 712 с.
- 3 Техническая термодинамика и теплотехника: учебн. пособие для вузов /под ред. А.А. Захаровой. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.
- 4 Рабинович О.М. Сборник задач по технической термодинамике. – М.: Машиностроение, 1973. – 344 с.
- 5 Мулюкова Г.П. и др. Реальные газы. Учебно–методическое пособие по курсу «Техническая термодинамика и теплотехника». Уфа, 2006. – 37 с.
- 6 Мулюкова Г.П. Круговые процессы. Учебно–методическое пособие по курсу «Техническая термодинамика и теплотехника». Уфа, 2007. – 43 с.