

Контрольные задания

Контрольные задачи составлены по вариантной системе. Номер варианта определяется по таблице вариантов в зависимости от последней цифры зачетной книжки. Работы, выполненные не по своему номеру, не рассматриваются.

Задания выполняются в таком порядке. Условие задачи переписывается полностью. В решении задачи последовательно объясняется, какая величина определяется и по какой формуле. Необходимо указывать единицы измерения величин, как заданных по условию задачи, так и найденных при ее решении. При решении задач следует использовать Международную систему единиц (СИ).

Вычисленные значения величин округляются до трех значащих цифр. Значения показателей степени (например, показатели адиабаты k) должны содержать четыре значащих цифры.

Перед выполнением контрольного задания рекомендуется ознакомиться с решением типовых задач по учебнику или задачнику.

Таблица вариантов

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Контрольная работа №1										
Номера задач	5, 11	7, 19	2, 15	0, 12	9, 20	1, 14	6, 18	8, 13	3, 17	4, 16
Контрольная работа №2										
Номер задачи	22	30	21	25	24	23	28	29	27	26
Контрольная работа №3										
Номер задачи	36	33	40	38	34	37	32	39	31	35

Контрольная работа №1

В задачах 1...10 рассматривается обратимый адиабатный (изоэнтропный) процесс для смеси идеальных газов. Решая эти задачи, необходимо внимательно отнестись к способу задания смеси (в массовых или объемных долях) и расчету показателя изоэнтропы смеси, состоящей из двух- и трехатомных идеальных газов. Теплоемкость газов рекомендуется определять по табл. 1. При использовании других источников они должны быть обязательно указаны.

Таблица 1. Мольные теплоемкости идеальных газов без учета их зависимости от температуры

Газы	μc_v , Дж/(моль·К)	μc_p , Дж/(моль·К)
Одноатомные	12,56	20,93
Двухатомные	20,93	29,31
Трех- и многоатомные	29,31	37,68

В задачах 11...20 рассматривается сочетание двух простейших термодинамических процессов идеального газа. Решая эти задачи, необходимо учесть зависимость теплоемкости газа от температуры. Среднюю в интервале температур от t_1 до t_2 теплоемкость следует рассчитывать по формуле

$$\bar{c}_{t_1}^{t_2} = (\bar{c}_0^{t_2} t_2 - \bar{c}_0^{t_1} t_1) / (t_2 - t_1),$$

определяя теплоемкости $\bar{c}_0^t$ по табл. 2. При использовании других методов расчета или других источников обязательна ссылка на источник.

Таблица 2. Средние мольные теплоемкости идеальных газов $\bar{\mu c}_0^t$, Дж/(моль·К)

t , °C	Воздух		Кислород		Азот		Водород		Водяной пар		Оксид углерода		Диоксид углерода	
	$\bar{\mu c}_p$	$\bar{\mu c}_v$	$\bar{\mu c}_p$	$\bar{\mu c}_v$	$\bar{\mu c}_p$	$\bar{\mu c}_v$	$\bar{\mu c}_p$	$\bar{\mu c}_v$	$\bar{\mu c}_p$	$\bar{\mu c}_v$	$\bar{\mu c}_p$	$\bar{\mu c}_v$	$\bar{\mu c}_p$	$\bar{\mu c}_v$
0	29,07	20,76	29,27	20,96	29,12	20,81	28,62	20,31	33,50	25,19	29,12	20,81	35,86	27,55
100	29,15	20,84	29,54	21,23	29,16	20,85	28,94	20,63	33,74	25,43	29,18	20,87	38,11	29,80
200	29,30	20,99	29,93	21,62	29,25	20,94	29,07	20,76	34,12	25,81	29,30	20,99	40,06	31,75
300	29,52	21,21	30,40	22,09	29,38	21,07	29,12	20,81	34,58	26,27	29,52	21,21	41,76	33,45
400	29,79	21,48	30,88	22,57	29,60	21,29	29,19	20,88	35,09	26,78	29,79	21,48	43,25	34,94
500	30,09	21,78	31,33	23,02	29,86	21,55	29,25	20,94	35,63	27,32	30,10	21,79	44,57	36,26
600	30,40	22,09	31,76	23,45	30,15	21,84	29,32	21,01	36,20	27,89	30,43	22,12	45,75	37,44
700	30,72	22,41	32,15	23,84	30,45	22,14	29,41	21,09	36,79	28,47	30,75	22,44	46,81	38,50
800	31,03	22,72	32,50	24,19	30,75	22,44	29,52	21,20	37,39	29,08	31,07	22,76	47,76	39,45
900	31,32	23,01	32,82	24,51	31,04	22,73	29,65	21,33	38,01	29,69	31,38	23,06	48,62	40,30
1000	31,60	23,29	33,12	24,81	31,31	23,00	29,79	21,47	38,62	30,30	31,67	23,35	49,39	41,08
1200	32,11	23,80	33,63	25,32	31,83	23,52	30,11	21,79	39,83	31,51	32,19	23,88	50,74	42,43
1400	32,56	24,25	34,08	25,77	32,29	23,98	30,47	22,15	40,98	32,66	32,65	24,34	51,86	43,54
1600	32,97	24,66	34,48	26,17	32,70	24,39	30,83	22,52	42,06	33,74	33,05	24,74	52,80	44,49
1800	33,32	25,01	34,83	26,52	33,06	24,75	31,19	22,88	43,07	34,76	33,40	25,09	53,60	45,29

1. Смесь идеальных газов состоит из 8 кг CO₂, 10 кг N₂ и 2 кг O₂. В начальном состоянии объем смеси $V_1 = 16 \text{ м}^3$, а температура $t_1 = 57 \text{ °C}$. В результате адиабатного сжатия давление смеси возрастает до значения $p_2 = 0,6 \text{ МПа}$. Определить давление смеси в начальном состоянии, объем и температуру смеси в конечном состоянии, работу сжатия и изменение внутренней энергии смеси. Считать, что теплоемкость газов не зависит от температуры и определяется по табл. 1. Определить парциальные давления газов, входящих в смесь, в конечном состоянии. Изобразить процесс в pV - и Ts - диаграммах.

2. Смесь идеальных газов задана объемными долями: $r_{\text{CO}_2} = 0,6$, $r_{\text{N}_2} = 0,3$, $r_{\text{O}_2} = 0,1$. Общая масса смеси $m = 20$ кг. В начальном состоянии объем смеси $V_1 = 15 \text{ м}^3$ и температура $t_1 = 47^\circ \text{C}$. В результате адиабатного сжатия давление смеси увеличивается до $p_2 = 0,9 \text{ МПа}$. Определить давление смеси в начальном состоянии, температуру и объем смеси в конечном состоянии, работу сжатия и изменение внутренней энергии смеси. Считать, что теплоемкость газов не зависит от температуры и определяется по табл. 1. Определить парциальные давления газов, входящих в смесь, в конечном состоянии. Изобразить процесс в pV - и Ts - диаграммах.

3. Смесь идеальных газов состоит из 30 кг CO_2 , 24 кг N_2 и 6 кг O_2 . В начальном состоянии объем смеси $V_1 = 1,7 \text{ м}^3$ и температура $t_1 = 330^\circ \text{C}$. В результате адиабатного расширения температура газа уменьшается до $t_2 = 10^\circ \text{C}$. Определить давление смеси в начальном состоянии, объем и давление в конечном состоянии, работу расширения и изменение внутренней энергии смеси. Считать, что теплоемкость газов не зависит от температуры и определяется по табл. 1. Определить парциальные давления газов, входящих в смесь, в конечном состоянии. Изобразить процесс в pV - и Ts - диаграммах.

4. Смесь идеальных газов задана объемными долями: $r_{\text{CO}_2} = 0,3$, $r_{\text{N}_2} = 0,25$, $r_{\text{O}_2} = 0,45$. Общая масса смеси $m = 20$ кг. Параметры смеси в начальном состоянии: $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$, $t_1 = 40^\circ \text{C}$. В результате адиабатного сжатия объем смеси уменьшается до значения $V_2 = 7 \text{ м}^3$. Определить объем смеси в начальном состоянии, давление и температуру смеси в конечном состоянии, работу сжатия и изменение внутренней энергии смеси. Считать, что теплоемкость газов не зависит от температуры и определяется по табл. 1. Определить парциальные давления газов, входящих в смесь, в конечном состоянии. Изобразить процесс в pV - и Ts - диаграммах

5. Смесь идеальных газов состоит из 15 кг CO_2 , 12 кг N_2 и 3 кг O_2 . Объем смеси в начальном состоянии $V_1 = 20 \text{ м}^3$, а давление $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$. В результате адиабатного сжатия температура смеси возрастает до $t_2 = 327^\circ \text{C}$. Определить температуру смеси в начальном состоянии, объем и давление смеси в конечном состоянии, работу сжатия и изменение внутренней энергии смеси. Считать, что теплоемкость газов не зависит от температуры и определяется по табл. 1. Определить парциальные давления газов, входящих в смесь, в конечном состоянии. Изобразить процесс в pV - и Ts - диаграммах.

6. Смесь идеальных газов состоит из 32 кг CO_2 , 40 кг N_2 и 8 кг O_2 . В начальном состоянии параметры смеси $p_1 = 0,6$ МПа и $t_1 = 370$ °С. В результате адиабатного расширения давление смеси уменьшается до $p_2 = 0,1$ МПа. Определить объем смеси в начальном и конечном состояниях, температуру и плотность смеси в конечном состоянии, работу расширения и изменение внутренней энергии смеси. Считать, что теплоемкость газов не зависит от температуры и определяется по табл. 1. Определить парциальные давления газов, входящих в смесь, в конечном состоянии. Изобразить процесс в pV - и Ts - диаграммах.

7. Смесь идеальных газов задана объемными долями: $r_{\text{CO}_2} = 0,3$, $r_{\text{N}_2} = 0,25$, $r_{\text{O}_2} = 0,45$. Общая масса смеси $m = 10$ кг. Объем смеси в начальном состоянии $V_1 = 3,5$ м³, а давление $p_1 = 0,3$ МПа. В результате адиабатного расширения объем смеси увеличился до значения $V_2 = 7$ м³. Определить температуру смеси в начальном состоянии, давление и температуру смеси в конечном состоянии, работу расширения и изменение внутренней энергии смеси. Принять, что теплоемкость газов не зависит от температуры и определяется по табл. 1. Определить парциальные давления газов, входящих в смесь, в конечном состоянии. Изобразить процесс в pV - и Ts - диаграммах.

8. Смесь идеальных газов задана объемными долями: $r_{\text{CO}_2} = 0,2$, $r_{\text{N}_2} = 0,6$, $r_{\text{O}_2} = 0,2$. Общая масса смеси $m = 10$ кг. Объем смеси в начальном состоянии $V_1 = 4$ м³, температура $t_1 = 387$ °С. В результате адиабатного расширения смеси ее давление уменьшается до значения $p_2 = 0,1$ МПа. Определить давление смеси в начальном состоянии, температуру и объем смеси в конечном состоянии, работу расширения и изменение внутренней энергии смеси. Считать, что теплоемкость газов не зависит от температуры и определяется по табл. 1. Определить парциальные давления газов, входящих в смесь, в конечном состоянии. Изобразить процесс в pV - и Ts - диаграммах.

9. Смесь идеальных газов состоит из 16 кг CO_2 , 20 кг N_2 и 4 кг O_2 . Параметры смеси в начальном состоянии $p_1 = 0,1$ МПа и $t_1 = 60$ °С. В результате адиабатного сжатия давление смеси возрастает до значения $p_2 = 0,5$ МПа. Определить объем смеси в начальном и конечном состояниях, температуру и плотность смеси в конечном состоянии, работу сжатия и изменение внутренней энергии смеси. Считать, что теплоемкость газов не зависит от температуры и

определяется по табл. 1. Определить парциальные давления газов, входящих в смесь, в конечном состоянии. Изобразить процесс в $p\nu$ - и Ts - диаграммах.

10. Смесь идеальных газов задана объемными долями: $r_{\text{CO}_2} = 0,4$, $r_{\text{N}_2} = 0,25$, $r_{\text{O}_2} = 0,35$. Общая масса смеси $m = 10$ кг. В начальном состоянии параметры смеси $p_1 = 0,9$ МПа и $t_1 = 330$ °С. В результате адиабатного расширения объем смеси увеличивается до значения $V_2 = 7,5$ м³. Определить объем смеси в начальном состоянии, давление и температуру смеси в конечном состоянии, работу расширения и изменение внутренней энергии смеси. Считать, что теплоемкость газов не зависит от температуры и определяется по табл. 1. Определить парциальные давления газов, входящих в смесь, в конечном состоянии. Изобразить процесс в $p\nu$ - и Ts - диаграммах.

11. Воздух из начального состояния 1 ($p_1 = 4$ МПа и $t_1 = 1600$ °С) изохорно охлаждается до температуры $t_2 = 327$ °С, а затем изотермически сжимается до состояния 3, в котором $p_3 = p_1$. Показать процесс 1-2-3 в $p\nu$ - и Ts - диаграммах. Определить значения t , p и ν воздуха в точках 1, 2 и 3. Вычислить удельные значения работы, теплоты, изменения внутренней энергии и энтропии воздуха в процессах 1-2, 2-3 и 1-2-3 в целом. Изохорный процесс рассчитать с учетом зависимости теплоемкости воздуха от температуры (см. табл. 2).

12. Кислород из начального состояния 1 изотермически сжимается до состояния 2, а затем в изохорном процессе охлаждается до состояния 3, в котором $p_3 = p_1$. В точке 2 параметры кислорода $t_2 = 1200$ °С и $p_2 = 6$ МПа, в точке 3 температура $t_3 = 300$ °С. Показать процесс 1-2-3 в $p\nu$ - и Ts - диаграммах. Определить значения t , p и ν в точках 1, 2 и 3. Вычислить удельные значения работы, теплоты, изменения внутренней энергии и энтропии кислорода в процессах 1-2, 2-3 и 1-2-3 в целом. Изохорный процесс рассчитать с учетом зависимости теплоемкости кислорода от температуры (см. табл. 2).

13. Воздух из начального состояния 1 изотермически сжимается до состояния 2, а затем в изобарном процессе расширяется до состояния 3, в котором $\nu_3 = \nu_1$. Параметры воздуха в точке 2 $p_2 = 0,5$ МПа и $t_2 = 200$ °С. Температура воздуха в точке 3 $t_3 = 1400$ °С. Показать процесс 1-2-3 в $p\nu$ - и Ts - диаграммах. Определить значения t , p и ν воздуха в точках 1, 2 и 3. Вычислить удельные значения работы, теплоты, изменения внутренней энергии и энтропии воздуха в процессах 1-2, 2-3 и 1-2-3 в целом. Изобарный процесс

рассчитать с учетом зависимости теплоемкости воздуха от температуры (см. табл. 2).

14. Кислород из начального состояния 1 изотермически расширяется до состояния 2, в котором параметры кислорода $p_2 = 0,1$ МПа и $t_2 = 1000$ °С, а затем сжимается в изобарном процессе до объема $v_3 = v_1$. Температура кислорода в состоянии 3 $t_3 = 300$ °С. Показать процесс 1-2-3 в $p\upsilon$ - и Ts - диаграммах. Определить значения t , p и v кислорода в точках 1, 2 и 3. Вычислить удельные значения работы, теплоты, изменения внутренней энергии и энтропии кислорода в процессах 1-2, 2-3 и 1-2-3 в целом. Изобарный процесс рассчитать с учетом зависимости теплоемкости кислорода от температуры (см. табл. 2).

15. Воздух из начального состояния 1 ($p_1 = 0,1$ МПа и $t_1 = 300$ °С) в изобарном процессе нагревается до температуры $t_2 = 1600$ °С, а затем изотермически сжимается до состояния 3, в котором $v_3 = v_1$. Показать процесс 1-2-3 в $p\upsilon$ - и Ts - диаграммах. Определить значения t , p и v воздуха в точках 1, 2 и 3. Вычислить удельные значения работы, теплоты, изменения внутренней энергии и энтропии воздуха в процессах 1-2, 2-3 и 1-2-3 в целом. Изобарный процесс рассчитать с учетом зависимости теплоемкости воздуха от температуры (см. табл. 2).

16. Воздух из начального состояния 1 ($p_1 = 0,1$ МПа и $t_1 = 300$ °С) в изохорном процессе нагревается до $t_2 = 1400$ °С, а затем изотермически расширяется до состояния 3, в котором $p_3 = p_1$. Показать процесс 1-2-3 в $p\upsilon$ - и Ts - диаграммах. Определить значения t , p и v воздуха в точках 1, 2 и 3. Вычислить удельные значения работы, теплоты, изменения внутренней энергии и энтропии воздуха в процессах 1-2, 2-3 и 1-2-3 в целом. Изохорный процесс рассчитать с учетом зависимости теплоемкости воздуха от температуры (см. табл. 2).

17. Азот от состояния 1 ($p_1 = 0,1$ МПа и $t_1 = 100$ °С) в изобарном процессе расширяется до состояния 2, в котором $t_2 = 900$ °С, а затем изотермически переводится в состояние 3, в котором $v_3 = v_1$. Показать процесс 1-2-3 в $p\upsilon$ - и Ts - диаграммах. Определить значения t , p и v азота в точках 1, 2 и 3. Вычислить удельные работу, теплоту, изменение внутренней энергии и энтропии азота в процессах 1-2, 2-3 и 1-2-3 в целом. Изобарный процесс

рассчитать с учетом зависимости теплоемкости азота от температуры (см. табл. 2).

18. Кислород из начального состояния 1 изотермически расширяется до состояния 2, в котором $p_2 = 0,1$ МПа и $t_2 = 200$ °С, а затем в изохорном процессе нагрева переходит в состояние 3, в котором $p_3 = p_1$ и $t_3 = 1400$ °С. Показать процесс 1-2-3 в $p\nu$ - и Ts - диаграммах. Определить значения t , p и ν кислорода в точках 1, 2 и 3. Вычислить удельные работу, теплоту, изменение внутренней энергии и энтропии кислорода в процессах 1-2, 2-3 и 1-2-3 в целом. Изохорный процесс рассчитать с учетом зависимости теплоемкости кислорода от температуры (см. табл. 2).

19. Азот из состояния 1 ($p_1 = 6$ МПа и $t_1 = 1000$ °С) в изохорном процессе охлаждается до температуры $t_2 = 100$ °С, а затем изотермически сжимается до состояния 3, в котором $p_3 = p_1$. Показать процесс 1-2 и 2-3 в $p\nu$ - и Ts - диаграммах. Определить значения t , p и ν воздуха в точках 1, 2 и 3. Вычислить удельные работу, теплоту, изменение внутренней энергии и энтропии азота в процессах 1-2, 2-3 и 1-2-3 в целом. Изохорный процесс рассчитать с учетом зависимости теплоемкости азота от температуры (см. табл. 2).

20. Воздух из состояния 1 ($p_1 = 0,5$ МПа и $t_1 = 1400$ °С) в изобарном процессе охлаждается до температуры $t_2 = 200$ °С, а затем изотермически расширяется до состояния 3, в котором $\nu_3 = \nu_1$. Показать процесс 1-2 и 2-3 в $p\nu$ - и Ts - диаграммах. Определить значения t , p и ν воздуха в точках 1, 2 и 3. Вычислить удельные работу, теплоту, изменение внутренней энергии и энтропии в процессах 1-2, 2-3 и 1-2-3 в целом. Изобарный процесс рассчитать с учетом зависимости теплоемкости воздуха от температуры (см. табл. 2).

Контрольная работа №2

В задачах 21...30 рассматривается сжатие идеального газа в одно- и многоступенчатых компрессорах. Теплоемкость рабочего тела считается здесь не зависящей от температуры, и для определения показателя адиабаты k используется табл. 1. При решении задач 24 и 25 следует использовать соотношения для адиабатного и изотермического КПД компрессора в виде:

$$\eta_{ад} = N_{ад} / N_{факт}, \quad \eta_{из} = N_{из} / N_{факт};$$

где $N_{ад}$ и $N_{из}$ – теоретическое значение мощности, затрачиваемой при адиабатном и изотермическом сжатии, соответственно; $N_{факт}$ – ее фактическое значение.

Распределение перепада давлений по ступеням при многоступенчатом сжатии принимается оптимальным и рассчитывается по формуле

$$p_{i+1}/p_i = \sqrt[n]{p_n/p_1},$$

где p_i и p_{i+1} – давление газа на входе и выходе из ступени соответственно; p_n – давление на выходе из последней ступени; p_1 – давление на входе в первую ступень; n – число ступеней сжатия.

21. Определить предельную степень повышения давления и теоретическую мощность, затрачиваемую на привод одноступенчатого компрессора при адиабатном сжатии воздуха, если во избежание горения смазки температура воздуха на выходе не должна превышать 200 °С. Массовый расход воздуха $G = 0,25$ кг/с, а его начальная температура $t_1 = 20$ °С. Изобразить процесс в pV - и Ts - диаграммах.

22. Определить предельную степень повышения давления и теоретическую мощность, затрачиваемую на привод одноступенчатого компрессора при политропном ($n = 1,25$) сжатии азота, а также расход охлаждающей воды, если во избежание горения смазки температура азота на выходе не должна превышать 200 °С. Массовый расход азота $G = 0,15$ кг/с, а его начальная температура $t_1 = 15$ °С. Охлаждающая вода нагревается в рубашке цилиндра на 10 °С. Изобразить процесс в pV - и Ts - диаграммах.

23. Воздух адиабатно сжимается в одноступенчатом компрессоре от давления $p_1 = 0,1$ МПа до $p_2 = 0,5$ МПа. Во сколько раз уменьшится теоретическая мощность, затрачиваемая на привод компрессора, если адиабатное сжатие заменить изотермическим. Изобразить процессы в pV - и Ts - диаграммах.

24. Фактическая мощность, затрачиваемая на привод одноступенчатого компрессора, составляет 52 кВт. Определить адиабатный КПД этого компрессора, если в нем адиабатно сжимается 0,3 кг/с воздуха от давления $p_1 = 0,1$ МПа ($t_1 = 20$ °С) до $p_2 = 0,45$ МПа. Изобразить процесс в pV - и Ts - диаграммах.

25. Фактическая мощность, затрачиваемая на привод одноступенчатого охлаждаемого компрессора, составляет 43,5 кВт. Определить изотермический

КПД этого компрессора, если в нем изотермически сжимается 0,2 кг/с азота от давления $p_1 = 0,1$ МПа ($t_1 = 10$ °С) до $p_2 = 0,7$ МПа. Изобразить процесс в $p\nu$ - и Ts - диаграммах.

26. Воздух, массовый расход которого равен 0,2 кг/с, адиабатно сжимается в поршневом компрессоре от давления $p_1 = 0,1$ МПа ($t_1 = 20$ °С) до $p_2 = 2,5$ МПа. Определить необходимое число ступеней сжатия, а также теоретическую мощность, затрачиваемую на привод компрессора, если во избежание горения смазки температура воздуха на выходе из каждой ступени не должна превышать 200 °С. Изобразить процессы в $p\nu$ - и Ts - диаграммах.

27. Азот сжимается в одноступенчатом компрессоре по политропе с показателем $n = 1,15$ от давления $p_1 = 0,1$ МПа ($t_1 = 20$ °С) до $p_2 = 2,8$ МПа. Во сколько раз уменьшится теоретическая мощность, затрачиваемая на привод компрессора, если одноступенчатое сжатие заменить двухступенчатым при неизменном показателе политропы. Определить также максимальные температуры азота в обоих случаях и изобразить процессы в $p\nu$ - и Ts - диаграммах.

28. Определить расход охлаждающей воды, а также массовую и объемную (при начальных условиях) подачи одноступенчатого компрессора, в котором по политропе с показателем $n = 1,25$ сжимается гелий от давления $p_1 = 0,1$ МПа ($t_1 = 0$ °С) до давления $p_2 = 0,4$ МПа. Теоретическое значение мощности, затрачиваемой на привод компрессора, $N = 20$ кВт, а вода нагревается в рубашке цилиндра на 15 °С. Изобразить процесс в $p\nu$ - и Ts - диаграммах.

29. Определить массовую и объемную (при начальных условиях) подачу двухступенчатого компрессора, в котором адиабатно сжимается воздух от давления $p_1 = 0,1$ МПа ($t_1 = 20$ °С) до $p_2 = 2,2$ МПа. Теоретическое значение мощности, затрачиваемой на привод компрессора, $N = 100$ кВт. Определить также количество теплоты, которое отводится от воздуха в промежуточном холодильнике. Изобразить процессы в $p\nu$ - и Ts - диаграммах.

30. Определить массовую и объемную (при начальных условиях) подачу трехступенчатого компрессора, в котором адиабатно сжимается воздух от давления $p_1 = 0,1$ МПа ($t_1 = 30$ °С) до $p_2 = 15$ МПа. Теоретическое значение мощности, затрачиваемой на привод компрессора, $N = 450$ кВт. Определить также количество теплоты, которое отводится в каждом из промежуточных холодильников. Изобразить процессы в $p\nu$ - и Ts - диаграммах.

Контрольная работа №3

Задачи 31...40 посвящены идеальным циклам двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных установок. Рабочее тело (воздух) считается идеальным газом с показателем адиабаты $k=1,4$, а для определения его теплоемкости используется табл. 1.

В ряде задач требуется изобразить рассчитываемые процессы и циклы в соответствующих координатах (p, v ; T, s ; i, s). При этом имеется в виду лишь их принципиально правильное изображение, а не построение этих диаграмм в масштабе.

31. Рассчитать цикл ДВС с изохорным подводом теплоты (цикл Отто), если начальные параметры рабочего тела $p_1 = 0,1$ МПа, $t_1 = 20$ °С, степень сжатия $\varepsilon = 6,5$, а отведенное количество теплоты $|q_2| = 320$ кДж/кг. Определить параметры в характерных точках цикла, подведенное количество теплоты, работу и термический КПД цикла, а также термический КПД цикла Карно в том же интервале температур. Изобразить цикл в координатах p, v и T, s . Рабочее тело – воздух.

32. Рассчитать цикл ДВС с изобарным подводом теплоты (цикл Дизеля), если начальные параметры рабочего тела $p_1 = 0,1$ МПа, $t_1 = 0$ °С, степень сжатия $\varepsilon = 15$, а отведенное количество теплоты $|q_2| = 400$ кДж/кг. Определить параметры в характерных точках цикла, подведенное количество теплоты, работу и термический КПД цикла, а также термический КПД цикла Карно в том же интервале температур. Изобразить цикл в координатах p, v и T, s . Рабочее тело – воздух.

33. Рассчитать цикл ДВС со смешанным подводом теплоты (цикл Тринклера), если начальные параметры рабочего тела $p_1 = 0,1$ МПа, $t_1 = 30$ °С, степень сжатия $\varepsilon = 10$, степень повышения давления $\lambda = 1,5$, а отведенное количество теплоты $|q_2| = 600$ кДж/кг. Определить параметры в характерных точках цикла, подведенное количество теплоты, работу и термический КПД цикла, а также термический КПД цикла Карно в том же интервале температур. Изобразить цикл в координатах p, v и T, s . Рабочее тело – воздух.

34. Определить параметры в характерных точках циклов ДВС с изохорным (цикл Отто) и изобарным (цикл Дизеля) подводом теплоты и

сопоставить значения их термических КПД, если начальные параметры, максимальные температуры и отведенные количества теплоты одинаковы и равны: $p_1 = 0,1$ МПа; $t_1 = 20$ °С; $t_{\max} = 1800$ °С; $|q_2| = 480$ кДж/кг. Изобразить циклы в координатах p, ν и T, s . Рабочее тело – воздух.

35. Определить параметры в характерных точках циклов ДВС с изобарным (цикл Дизеля) и смешанным (цикл Тринклера) подводом теплоты и сопоставить значения их термических КПД, если начальные параметры, максимальные температуры и отведенные количества теплоты одинаковы и равны: $p_1 = 0,1$ МПа; $t_1 = 30$ °С; $t_{\max} = 1600$ °С; $|q_2| = 540$ кДж/кг. Степень повышения давления в цикле со смешанным подводом теплоты $\lambda = 1,6$. Изобразить циклы в координатах p, ν и T, s . Рабочее тело – воздух.

36. Определить параметры в характерных точках циклов ДВС с изохорным (цикл Отто) и изобарным (цикл Дизеля) подводом теплоты и сопоставить значения их термических КПД, если начальные параметры, степени сжатия и отведенные количества теплоты одинаковы и равны: $p_1 = 0,1$ МПа; $t_1 = 0$ °С; $\varepsilon = 8$; $|q_2| = 370$ кДж/кг. Изобразить циклы в координатах p, ν и T, s . Рабочее тело – воздух.

37. Рассчитать цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты и адиабатным сжатием в компрессоре, если начальные параметры рабочего тела $p_1 = 0,1$ МПа, $t_1 = 10$ °С, степень повышения давления при сжатии $\beta = 6$, а температура рабочего тела на входе в турбину $t_3 = 850$ °С. Определить параметры в характерных точках цикла, поведенное и отведенное количество теплоты, работу, термический КПД цикла, а также термический КПД цикла Карно в том же интервале температур. Изобразить цикл в координатах p, ν и T, s . Рабочее тело – воздух.

38. Рассчитать цикл ГТУ с изохорным подводом теплоты, если начальные параметры рабочего тела $p_1 = 0,1$ МПа, $t_1 = -20$ °С, степень повышения давления при сжатии $\beta = 5$, а температура рабочего тела на входе в турбину $t_3 = 750$ °С. Определить параметры в характерных точках цикла, поведенное и отведенное количество теплоты, работу, термический КПД цикла, а также термический КПД цикла Карно в том же интервале температур. Изобразить цикл в координатах p, ν и T, s .

39. Рассчитать цикл ГТУ с адиабатным сжатием в компрессоре, изобарным подводом теплоты и предельной регенерацией, если начальные параметры

рабочего тела $p_1 = 0,1$ МПа, $t_1 = 0$ °С, температура воздуха на выходе из компрессора $t_2 = 200$ °С, температура рабочего тела на выходе из турбины $t_4 = 450$ °С. Определить параметры в характерных точках цикла, поведенное и отведенное количество теплоты, полезную работу и термический КПД цикла, а также термический КПД цикла Карно в том же интервале температур. Изобразить цикл в координатах p, v и T, s . Рабочее тело – воздух.

40. Рассчитать цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты и регенерацией (степень регенерации $\sigma = 0,8$), если начальные параметры рабочего тела $p_1 = 0,1$ МПа, $t_1 = -10$ °С, степень повышения давления при сжатии $\beta = 5,5$, а температура рабочего тела на выходе из турбины $t_4 = 420$ °С. Определить параметры в характерных точках цикла, поведенное и отведенное количество теплоты, полезную работу и термический КПД цикла, а также термический КПД цикла Карно в том же интервале температур. Изобразить цикл в координатах p, v и T, s . Рабочее тело – воздух.