МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ТИХООКЕАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции

Решения задач размещены
на сайте zadachi24.ru

ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

методические указания по выполнению контрольной работы
для студентов-бакалавров направления БНД(НД)
заочной формы обучения

Составитель: Псаров С. А.

Хабаровск
ТОГУ - ЦДОТ
2013

Контрольная работа

по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»
для студентов направления «Нефтегазовое дело»

Контрольная работа состоит из шести задач. *Условия задач выбираются в соответствии с двумя последними цифрами зачетной книжки (учебного шифра).* При решении задач для всех исходных и итоговых размерных величин должны быть указаны единицы измерения. Рекомендуемую литературу можно посмотреть на сайте кафедры ТТГиВ ТОГУ http://tgv.khstu.ru в разделе «Электронная библиотека кафедры ТГВ» – «Учебная литература». Теплофизические свойства воды и водяного пара, а также цветную и черно-белую копии *H-S* диаграммы водяного пара можно посмотреть на сайте кафедры в разделе «Электронная библиотека кафедры ТГВ» – «Справочная литература».

Задача 1. Смесь, состоящая из M_1 киломолей азота и M_2 киломолей кислорода с начальными параметрами ρ_1=1 МПа и T_1=1000 К, расширяется до давления ρ_2. Расширение может осущетсвляться по изотерме, адиабате и политропе с показателем n. О п р е д е л и т ь газовую постоянную смеси, ее массу и начальный объем, конечные параметры смеси, работу расширения, теплоту, участвующую в процессе, изменение внутренней энергии, энтальпии и энтропии. Дать сводную таблицу результатов и анализ ее. Показать процессы в *pv*- и *Ts*-диаграммах. Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблице 26.

Т а б л и ц а 26

Последняя цифра шифра	M_1	M_2	Предпоследняя цифра шифра	ρ_2, *МПа*	n
	кмоль				
0	0,1	0,9	0	0,43	1,2
1	0,2	0,8	1	0,40	1,3
2	0,3	0,7	2	0,35	1,5
3	0,4	0,6	3	0,33	1,6
4	0,5	0,5	4	0,31	1,7
5	0,6	0,4	5	0,47	1,1
6	0,7	0,3	6	0,54	0,5
7	0,8	0,2	7	0,57	0,8
8	0,9	0,1	8	0,62	0,7
9	0,5	0,5	9	0,66	0,6

У к а з а н и е. Показать адиабаты, а следовательно, и теплоемкости c_p и c_v следует принять постоянными, не зависящими от температуры.
О т в е т и т ь н а в о п р о с: как зависит работа расширения от показателя политропы n и почему?

Задача 2. 1 кг водяного пара с начальным давлением ρ_1 и степенью сухости x_1 изотермически расширяется; при этом к нему подводится теплота q.
О п р е д е л и т ь, пользуясь *hs*-диаграммой, параметры конечного состояния пара, работу расширения, изменение внутренней энергии, энтальпии, энтропии.

Решить также задачу, если расширение происходит изобарно. Изобразить процессы в *pv*-, *Ts*- и *hs*-диаграммах. Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 27.

Ответить на вопросы: в каком процессе (t=const или p=const) при заданных x_1, p_1 и q работа будет больше и за счет чего? Упростятся ли расчеты процессов t=const и p=const, если конечная точка попадает в область влажного пара?

Таблица 27

Последняя цифра шифра	p_1, МПа	x_1	Предпоследняя цифра шифра	q, кДж/кг	Последняя цифра шифра	p_1, МПа	x_1	Предпоследняя цифра шифра	q, кДж/кг
0	3	0,97	0	500	5	5,5	0,92	5	410
1	3,5	0,96	1	480	6	6	0,91	6	430
2	4	0,95	2	460	7	6,5	0,95	7	470
3	4,5	0,93	3	420	8	7	0,92	8	480
4	5	0,93	4	420	9	8	0,91	9	500

* Методические указания к контрольным работам см. на с. 24.

Задача 3. Расход газа в поршневом одноступенчатом компрессоре составляет V_1 при давлении p_1=0,1 МПа и температуре t_1. При сжатии температура газа повышается на 200˚С. Сжатие происходит по политропе с показателем n.

Определить конечное давление, работу сжатия и работу привода компрессора, количество отведенной теплоты (в киловаттах), а также теоретическую мощность привода компрессора. Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблице 28.

Таблица 28

Последняя цифра шифра	V_1, м^3/мин	t_1, ˚С	Предпоследняя цифра шифра	Газ	n
0	20	0	0	Воздух	1,35
1	25	7	1	He	1,45
2	30	10	2	O_2	1,32
3	35	12	3	N_2	1,33
4	40	15	4	CO	1,35
5	45	17	5	N_2	1,34
6	50	20	6	O_2	1,29
7	55	22	7	He	1,5
8	60	25	8	CO_2	1,28
9	65	30	9	Воздух	1,32

Указание. При расчете принять: $k = c_p/c_v = \text{const} \neq f(t)$.

Ответить на вопросы: как влияет показатель политропы на конечное давление при выбранном давлении p_1 и фиксированных t_1 и t_2 (ответ

иллюстрируйте в *Ts*-диаграмме)? Чем ограничивается ρ_2 в реальном компрессоре (кроме ограничения по максимально допустимой конечной температуре)?

Задача 4. Определить потребную поверхность рекуперативного теплообменника, в котором вода нагревается горячими газами. Расчет произвести для прямоточной и противоточной схемы. Привести графики изменения температур для обеих схем движения. Значения температур газа t'_1 и t_1'', воды t'_2 и t_2'', расхода воды M и коэффициента теплоотдачи K выбрать из таблицы 29.

Таблица 29

Последняя цифра шифра	t'_1, °C	t''_1, °C	t'_2, °C	t''_2, °C	Предпоследняя цифра шифра	M, кг/с	K, Вт/м^2*К
0	300	150	10	80	0	1,4	30
1	325	175	15	90	1	1,3	32
2	350	200	20	100	2	1,2	34
3	375	225	25	110	3	1,1	36
4	400	250	30	120	4	1,0	38
5	425	275	25	130	5	0,9	40
6	450	300	20	140	6	0,8	42
7	475	325	15	130	7	0,7	44
8	500	350	10	120	8	0,6	46
9	525	375	20	110	9	0,5	48

Ответить на вопросы: какая из схем теплообменников (прямоточная или противоточная) имеет меньшую поверхность и почему? С какой стороны стенки необходимо ставить ребра, чтобы заметно увеличить теплопередачу?

Задача 5. определить индикаторную мощность N_i двухтактного двигателя внутреннего сгорания по его конструктивным параметрам и среднему индикаторному давлению. Значения диаметра цилиндра двигателя D, ход поршня s, угловую скорость коленчатого вала ω, число цилиндров z и среднее индикаторное давление p_i выбрать из таблицы 30.

Таблица 30

Последняя цифра шифра	D, мм	S, мм	ω, мин$^{-1}$	Предпоследняя цифра шифра	z, шт.	p_i, кПа
0	80	97	1200	0	4	850
1	83	89	900	1	6	650
2	86	100	1500	2	6	780
3	80	80	1100	3	4	660
4	85	85	1000	4	4	750
5	90	100	800	5	6	780
6	93	105	2300	6	4	750
7	96	100	1700	7	8	860
8	100	118	1400	8	6	700
9	110	120	1900	9	8	800

Ответить на вопрос: чем отличаются процессы приготовления горючей смеси и ее воспламенения в карбюраторных и дизельных двигателях?

ПРИЛОЖЕНИЯ
Справочные таблицы

1.Мольные теплоемкости газов по данным молекулярно-кинетической теории, кДж/(моль*К)

Газы	μc_v	μc_p
Одноатомные	12,5	20,8
Двухатомные	20,8	29,1
Трех- и многоатомные	29,1	37,4

2. Средние изобарные мольные теплоемкости некоторых газов, кДж/(кмоль*К)

t, °C	Воздух	Кислород O_2	Азот N_2	Водород H_2	Водяной пар H_2O	Окись углерода CO	Углекислый газ CO_2
0	29,073	29,274	29,115	28,617	33,499	29,123	35,860
100	29,153	29,538	29,144	28,935	33,741	29,178	38,112
200	29,299	29,931	29,228	29,073	34,188	29,303	40,059
300	29,521	30,400	29,383	29,123	34,575	29,517	41,755
400	29,789	30,878	29,601	29,186	35,090	29,789	43,250
500	30,095	31,334	29,864	29,249	35,630	30,099	44,573
600	30,405	31,761	30,149	29,316	36,195	30,426	45,753
700	30,723	32,150	30,451	29,408	36,789	30,752	46,813
800	31,028	32,502	30,748	29,517	37,392	31,070	47,763
900	31,321	32,825	31,037	29,647	38,008	31,376	48,617
1000	31,598	33,118	31,313	29,789	38,619	31,665	49,392
1200	32,109	33,633	31,828	30,107	39,825	32,192	50,740
1400	32,565	34,076	32,293	30,467	40,976	32,653	51,858
1600	32,967	34,474	32,699	30,832	42,056	33,051	52,800
1800	33,319	34,934	33,055	31,192	43,070	33,402	53,604
2000	33,641	35,169	33,373	31,548	43,955	33,708	54,290
2200	33,296	35,483	33,658	31,891	44,853	33,980	54,881
2400	34,185	35,785	33,909	32,222	45,645	34,223	55,391

3. Насыщенный пар фреона-12 (CCl_2F_2)

t, °C	ρ, МПа	v', дм^3/кг	v'', м^3/кг	i'	i''	r	s'	s''
				кДж/кг			кДж/(кг*К)	
-20	0,1510	0,6868	0,11070	400,5	564,0	163,5	4,1183	4,7645
-15	0,1826	0,6940	0,09268	405,0	566,4	161,4	4,1356	4,7613
-10	0,2191	0,7018	0,07813	409,5	568,9	159,4	4,1528	4,7586
-5	0,2609	0,7092	0,06635	414,0	571,2	157,2	4,1698	4,7561
0	0,3086	0,7173	0,05667	418,7	573,6	154,9	4,1868	4,7539
5	0,3624	0,7257	0,04863	423,4	575,9	152,5	4,2036	4,7519
10	0,4230	0,7342	0,04204	428,1	578,1	150,0	4,2204	4,7501
15	0,4911	0,7435	0,03648	433,0	580,3	147,3	4,2371	4,7484
20	0,5667	0,7524	0,03175	437,9	582,5	144,6	4,2537	4,7469
25	0,6508	0,7628	0,02773	442,8	584,5	141,7	4,2702	4,7455
30	0,7434	0,7734	0,02433	447,9	586,5	138,6	4,2868	4,7441
35	0,8460	0,7849	0,02136	452,9	988,3	135,4	4,3031	4,7425
40	0,9582	0,7668	0,01882	451,1	590,1	132,0	4,3194	4,7410

4. Физические параметры сухого воздуха при давлении 101,3 кПа

t, °C	$10^2*\lambda$, Вт/(м*К)	$10^6*\nu$, м^2/с	Pr
0	2,44	13,28	0,707
100	3,21	23,13	0,688
200	3,94	34,85	0,680
300	4,60	48,33	0,674
400	5,21	63,09	0,678
500	5,75	79,38	0,687
600	6,23	96,89	0,699
700	6,71	115,4	0,706
800	7,19	134,8	0,713
900	7,64	155,1	0,717
1000	8,08	177,1	0,719