

Специальность 13.02.02. «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование»

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Задания на контрольную работу для учащихся-заочников
средних специальных учебных заведений
по специальности 13.02.02. «Теплоснабжение и теплотехническое
оборудование»

ОДОБРЕНА

цикловой комиссией общепрофессиональных
и специальных дисциплин теплотехнического
цикла

Протокол № ___ от « ___ » _____ 2014г

Председатель _____ И.А. Ворогушина

Составлена в соответствии с Федеральным
государственным образовательным стандартом
по специальности среднего профессионального
образования 13.02.02 Теплоснабжение и
теплотехническое оборудование, утвержден
приказом министерства образования и науки
Российской Федерации № 1823 от 28.07.2014 г.
зарегистрирован Министерством Юстиции №
33824 от 25.08.2014 г.

Заместитель директора по учебной работе

_____ Н.В. Дергунова

« ___ » _____ 2014 года

Составитель: **Ворогушина Ираида Антоновна** - преподаватель общепрофессиональных
и специальных дисциплин теплотехнического цикла высшей категории, (Дмитровградский
механико-технологический техникум молочной промышленности)

Настоящее методическое руководство содержит задание на контрольную работу и
методические указания к их выполнению студентами заочного отделения специальности №
13.02.02. «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование», исходные данные для
выполнения контрольной работы , рекомендуемую литературу и приложения.

Может использоваться при выполнении контрольной работы студентами заочного
отделения специальности № 13.02.02. «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование».

I. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

По учебному плану по предмету «Теплотехническое оборудование» учащиеся-заочники выполняют одну контрольную работу.

Контрольная работа состоит из теоретических вопросов и двух задач.

В объеме контрольной работы входит 4 теоретических вопроса: выбор трех вопросов осуществляется с двумя последними цифрами шифра учащегося (60); четвертый вопрос разрабатывается преподавателем в соответствии с выбором отрасли; в контрольную работу записываются контрольные вопросы с их номерами и условия задач;

При решении задач уделяйте внимание единицам измерения. Все единицы измерения надо брать только в единицах СИ. При оформлении контрольной работы надо полностью переписывать условие задачи или вопрос, написать формулы, по которым решается данная задача, указать физический смысл каждой величины, входящей в формулу. После этого подставить числовые значения в том же порядке, в котором эти величины входят в формулу. После подстановки числовых величин указывается результат подсчета. в случае необходимости изображаются графики, схемы;

Научитесь правильно оценивать результаты решения задач, их следует выполнять в работе.

при использовании справочных величин и других материалов делается сноска на литературный источник;

в конце контрольной работы указывается список литературы, которой пользовался учащийся при выполнении контрольной работы;

дата и подпись учащегося.

В тетради оставляются поля для замечаний и рецензий преподавателя. В конце работы приводится список использованной литературы.

Зачтенная преподавателем контрольная работа предъявляется на экзамене и может быть использована во время экзамена как методическое пособие.

Выполнять домашние контрольные работы необходимо в сроки, указанные в графике. По всем вопросам, возникающим в процессе выполнения контрольной работы, учащиеся могут получить письменную консультацию у преподавателя.

2. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача №1

Определить площадь поверхности нагрева прямоточного и противоточного воздухонагревателя, обогреваемого дымовым газом, а также расход продуктов сгорания. Температура воздуха на входе $t_2=30^\circ\text{C}$, на выходе $t_2=200^\circ\text{C}$. Температура дымовых газов на входе $t_1=510^\circ\text{C}$, на выходе $t_1=320^\circ\text{C}$. Расход воздуха $V_2=1,67\text{м}^3/\text{с}$, коэффициент теплоотдачи от газов к воздуху $K=14\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, средняя объемная теплоемкость воздуха $C_2=1,3\text{кДж}/(\text{м}^3\text{К})$, дымовых газов $C_1=1,41\text{кДж}/(\text{м}^3\text{К})$.

Решение.

Площадь теплообмена определяем из уравнения теплопередачи для теплообменного аппарата:

$$F=Q/k\Delta t_u (\text{м}^2)$$

Для чего:

1. Из уравнения теплового баланса теплообменного аппарата определяем тепловую нагрузку и расход горячего теплоносителя.

$$Q=V_1c_1(t_1-t_1)S_t=V_2c_2(t_2-t_2),$$

Где S_t - тепловой кпд теплообменного аппарата, принимаем $S_t=0,97-0,98$

По расходной части теплового баланса

$$Q=V_2c_2(t_2-t_2)=1,67*1,3(200-30)=369,1\text{кВт}$$

По приходной части теплового баланса

$$V_1=Q/c_1(t_1-t_1)S_t=369,1/1,41*(510-320)=1,406\text{м}^3/\text{с}.$$

2. Для определения среднего температурного напора строим график изменения температур вдоль поверхности нагрева прямо- и противотока и определяем разницы температур по концам теплообменного аппарата.

$$\Delta t_6=510-30=480^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_M=320-200=120^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{cp}=\Delta t_6 - \Delta t_M/\ln(\Delta t_6/\Delta t_M)=480-120/(480/120)=260^\circ\text{C}.$$

$$\Delta t_6=510-200=310^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_M=320-30=290\text{C}.$$

$$\Delta t_6/\Delta t_M=310/290<2, \text{то}$$

$$\Delta t_{cp}=310+290/2=300^\circ\text{C}$$

3. Определяем площадь поверхности нагрева $F, \text{м}^2$

$$F=369,1*10^3/15*260=95\text{м}^2$$

$$F=369,1*10^3/15*300=82\text{м}^2$$

Задача 2.

Определить расход пара на нагрев воздуха в калорифере, если расход воздуха $V_2=2\text{м}^3/\text{с}$, средняя объемная теплоемкость $C_2=1,3\text{кДж}/\text{м}^3\text{К}$, воздух нагревается от $t_2=20\text{C}$ до $t_2=110\text{C}$. Давление сухого насыщенного пара $P=0,2\text{МПа}$. По тепловому балансу определяем расход пара D .

Энтальпию пара и конденсата определяем по таблице «Сухой насыщенный пар» (по давлениям):

$$D=2*1,3*(110-20)/2706,5-4,2*120,23=234/2201=0,106\text{кг}/\text{с}$$

Задача 3

Определить расход воздуха и теплоты на испарение 1кг влаги за 1 секунду, если в сушилку поступает влажный материал производительностью $G_{T1}=2,6\text{кг}/\text{с}$. Начальная влажность материала $\omega^H_o=22\%$, конечная $\omega^K_o=5\%$.

Относительная влажность атмосферного воздуха $\phi=70\%$, температура $t_0=20^\circ\text{C}$. После калорифера температура воздуха $t_1=120^\circ\text{C}$, отработанного воздуха $t_2=40^\circ\text{C}$. Потери теплоты составляют $g_{пот}=240\text{кВт}$.

Решение.

1. Определяем количество влаги, удаляемой в процессе сушки:

$$n=G_{T1}(\omega^H_o - \omega^K_o /100 - \omega^H_o)=2,6*(22-5/100-5)=0,465\text{кг}/\text{с}$$

2. Строим в H-d диаграмме процесс теоретической сушки, определяем параметры в характерных точках и рассчитываем теоретический расход воздуха на испарение 1кг влаги.

$$D_0=9\text{г/кг}$$

$$H_0=47\text{кДж/кг}$$

$$H_1=150\text{кДж/кг}$$

$$D_{2T}=42\text{г/кг}$$

$$D_2=36\text{г/кг}$$

$$L=1000/d_{2T}-d_0=1000/42-9=1000/31=32.3\text{кг/кг}$$

3. Строим действительный процесс, тепловые потери $\Delta H=g/l$

$$\Delta H=240/32.3*0.465=15.9\text{кДж/кг}$$

$$C_0E=\Delta H/m=15.9/0.44=36,1\text{мм,}$$

Где m- масштаб оси энтальпий той диаграммы H-d, которой пользуемся при решении задачи.

$$D_2=36\text{г/кг.}$$

4. Определяем действительный удельный расход воздуха и теплоты

$$Lg=lg*n=37.4*0.465=17.4\text{кг/с}$$

$$Q=g*n=3852*0.465=1791\text{кВт}$$

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и применение теплотехнического оборудования в промышленности и коммунальном хозяйстве.
2. Классификация теплообменных и теплоиспользующих аппаратов и установок.
3. Основные направления и перспективы развития теплообменных и теплоиспользующих аппаратов и установок.
4. Теплоносители, применяемые в теплообменных аппаратах, их характеристика, преимущества и недостатки.
5. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты, их устройства, область применения.
6. Секционные теплообменные аппараты, устройство, область применения, преимущества и недостатки по сравнению с кожухотрубчатыми.
7. Причины температурных деформаций в теплообменных аппаратах, способы их компенсации.
8. Характеристика веществ, применяемых в качестве холодильных агентов, их преимущества и недостатки.
9. Свойства высокотемпературных теплоносителей, и в каких случаях их рационально применять?
10. Способы крепления трубок в трубной решетке теплообменника.
11. Достоинства и недостатки спирального теплообменника по сравнению с кожухотрубчатым. Чем ограничивается его применение в настоящее время?
12. Последовательность конструктивного расчета теплообменного аппарата поверхностного типа.
13. Цель и задания теплового конструктивного и проверочного расчетов теплообменных аппаратов.
14. Тепловой баланс рекуперативного теплообменного аппарата без изменения агрегатного состояния теплоносителей.
15. Тепловой баланс рекуперативного теплообменного аппарата с изменением агрегатного состояния одного из теплоносителей.
16. Тепловой баланс испарителя.
17. Определение среднего температурного напора для прямоточных, противоточных и сложных схем течения теплоносителей.
18. Уравнение теплопередачи для теплообменного аппарата и определение площади поверхности нагрева.
19. Назначение, область применения и отличие испарителей и паропреобразователей.
20. Какие скорости допускаются для жидких и газообразных теплоносителей, не меняющих агрегатного состояния в аппаратах поверхностного типа? Причины ограничения минимальных и максимальных значений.
21. Порядок проверочного расчета аппарата поверхностного типа.
22. Особенности теплового расчета ребристых теплообменников.
23. Преимущества и недостатки ребристых теплообменников и сравнение их с гладкотрубными.

24. Пластинчатые теплообменники, назначение, область применения, устройство, преимущества и недостатки перед другими типами поверхностных теплообменников.
25. Преимущества электрообогрева, причины сдерживания расхода электроэнергии на тепловые нужды.
26. Способы электронагрева.
27. Трубчатые электрические нагревательные элементы (ТЭН), устройство, виды, преимущества по сравнению с другими электрическими нагревателями. Их выбор для технических установок.
28. Индукционные нагреватели: использование в промышленности, преимущества, основные элементы установки.
29. Определении рекуперативного, регенеративного и смешительного теплообменников.
30. Определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи для теплообменного аппарата поверхностного типа.
31. Из каких видов сопротивлений складывается суммарное гидравлическое сопротивление и как определяется мощность на преодоление этого сопротивления?
32. Как определяется необходимый напор насоса для теплообменников, включенных последовательно?
33. Задача механического расчета теплообменного аппарата.
34. Задача механического расчета теплообменного аппарата.
35. Расчет толщины стенки цилиндрического корпуса теплообменника.
36. Водонагреватели-аккумуляторы, назначение, область применения, устройство, их достоинства и недостатки.
37. Особенности теплового расчета рекуперативных аппаратов периодического действия.
38. Сравнение технико-экономических показателей водонагревателей-аккумуляторов с аппаратами непрерывного действия.
39. Регенеративные аппараты с подвижной и неподвижной насадкой, их преимущества и недостатки по сравнению с рекуперативными теплообменниками.
40. Преимущества и недостатки теплообменных аппаратов с кипящим слоем по сравнению с кожухотрубчатыми.
41. Принцип теплообмена в регенераторах, в чем его отличие от теплообмена в рекуператорах.
42. Пуск в работу реакционных аппаратов, график расхода теплоты и пара для реакционных аппаратов.
43. По каким факторам производится сравнение и выбор различных типов теплообменных аппаратов?
44. Процесс охлаждения влажного воздуха в H-d диаграмме. К чему приводит охлаждение ниже точки росы?
45. Процесс нагрева влажного воздуха в H-d диаграмме, определение расхода теплоты.
46. Процесс смешения горячего и холодного воздуха в H-d диаграмме, коэффициент смешения, определение параметров смеси.
47. Достоинства и недостатки насадочных и безнасадочных теплообменников.
48. Преимущества и недостатки смешительных теплообменников по сравнению с трубчатыми при нагреве водяным паром.
49. Какие насадки, из мелких или крупных элементов, имеют большую поверхность в единице объема, больший свободный объем для прохода газа и большее гидравлическое сопротивление при одной и той же высоте слоя?
50. Процесс выпаривания, назначение, область применения, его сущность.
51. Классификация выпарных аппаратов и установок.
52. Виды температурных депрессий в процессе выпаривания.
53. Схемы многокорпусных выпарных установок, их сравнительная характеристика.
54. Тепловой баланс выпарного аппарата, определение поверхности теплообменника.
55. Какие типы выпарных аппаратов следует применять для выпаривания кристаллизующихся растворов и какие для пенящихся? Почему?
56. Процессы дистилляции и ректификации, их сущность.
57. Сравнительная характеристика ректификационных установок непрерывного и периодического действия.
58. Тепловой баланс и определение расхода пара в ректификационной установке непрерывного действия.
59. Способы и схемы, применяемые для разделения многокомпонентных смесей.
60. Процесс абсорбции, назначение, область применения, его сущность.
61. Процесс адсорбции, назначение, область применения, его сущность?

62. Процесс сушки, назначение, область применения, его сущность.
63. Формы связи влаги с материалом.
64. Равновесная влажность: как она изменяется с повышением и понижением температуры и относительной влажности теплоносителя?
65. Сравнительная характеристика сушки топочными газами и сушки воздухом.
66. Основные способы сушки материалов. Примеры.
67. Классификация в сушильных установках.
68. Пути экономии теплоты в сушильных установках.
69. Материальный баланс сушильной установки, определение количества испаренной влаги.
70. Тепловой баланс действительной непрерывно действующей сушилки.
71. Построение действительного процесса сушки с однократным использованием воздуха в H-d диаграмме.
72. Построение процесса сушки с однократным использованием топочных газов в H-d диаграмме.
73. Определение удельных расходов теплоты и воздуха в 1кг испаренной влаги в сушилке с однократным использованием воздуха.
74. Определение удельных расходов теплоты и смеси топочных газов с воздухом в сушилке с однократным использованием теплоносителя.
75. Отличие действительной сушилки от теоретической.
76. Принципиальная схема барабанной сушилки, характеристика основных ее элементов, преимущества и недостатки.
77. Сравнительная характеристика пневмосушилок, распылительных и сушилок с кипящим слоем.
78. Сравнительная характеристика конвективных туннельных и радиационно-конвективных конвейерных сушилок.
79. Конденсатоотводчики, их назначение, классификация.
80. Установка конденсатоотводчиков и контроль за их работой.
81. Конденсатоотводчики с открытым и закрытым поплавком, конструкция, принцип работы, сравнительная характеристика.
82. Конденсатоотводчики термостатические и термодинамические, конструкция, принцип работы, сравнительная характеристика.
83. Источники загрязнения атмосферы.
84. Способы борьбы с выбросами вредных газов.
85. Способы очистки выбросов от примесей газов и пыли.
86. Способы рационального использования вторичных энергетических ресурсов на промышленных предприятиях.
87. Общая характеристика вторичных энергоресурсов (ВЭР) промышленности и их классификации.
88. Методы использования тепловых ВЭР в высокотемпературных производственных процессах.
89. Методы использования низкпотенциальных вторичных энергоресурсов.
90. Энергетическая эффективность использования низкотемпературных вторичных тепловых ресурсов для теплоснабжения.

ТАБЛИЦА ВЫБОРА ВАРИАНТА

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,31,61	2,32,62	3,33,63	4,34,64	5,35,65	6,36,66	7,37,67	8,38,68	9,39,69	10,40,70
1	11,41,71	12,42,72	13,43,73	14,44,74	15,45,75	16,46,76	17,47,77	18,48,78	19,49,79	20,50,80
2	21,51,81	22,52,82	23,53,83	24,54,84	25,55,85	26,56,86	27,57,87	28,58,88	29,59,89	30,60,90
3	31,61,1	32,62,2	33,63,3	34,64,4	35,65,5	36,66,6	37,67,7	38,68,8	39,69,9	40,70,10
4	41,71,11	42,72,12	43,73,13	44,74,14	45,75,15	46,76,16	47,77,17	48,78,18	49,79,19	50,80,20
5	51,81,21	52,82,22	53,83,23	54,84,24	55,85,25	56,86,26	57,87,27	58,88,28	59,89,29	60,90,30
6	61,1,31	62,2,32	63,3,33	64,4,34	65,5,35	66,6,36	67,7,37	68,8,38	69,9,39	70,10,40
7	71,11,41	72,12,42	73,13,43	74,14,44	75,15,45	76,16,46	77,17,47	78,18,48	79,19,49	80,20,50
8	81,21,51	82,22,52	83,23,53	84,24,54	85,25,55	86,26,56	87,27,57	88,28,58	89,29,59	90,30,60
9	2,40,78	3,41,79	4,42,80	5,43,81	6,43,81	7,44,82	8,45,83	9,46,84	10,47,85	11,48,86

Задача 1.

Определить поверхность нагрева рекуперативного водовоздушного теплообмена при прямоточной и противоточной схемах движения теплоносителей, если объемный расход воздуха при нормальных условиях V_n , средний коэффициент теплоотдачи от воздуха к воде K , начальные и конечные температуры воздуха и воды равны, соответственно t_1, t''_1, t_2, t''_2

Определить также расход воды G_{T2} через теплообменник. Объемная теплоемкость воздуха $c_{p1}=1,3 \text{ кДж/м}^3\text{К}$. Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы.

Последняя цифра шифра	$10^3 V_n$	$K, \text{ Вт/м}^2\text{к}$	Предпоследняя цифра шифра	T_1	T''_1	T_2	T''_2
0	15	18	0	500	250	10	90
1	20	19	1	480	240	15	95
2	25	20	2	460	230	20	100
3	50	21	3	440	210	25	105
4	45	22	4	420	200	30	110
5	40	23	5	400	180	35	115
6	35	24	6	380	160	40	120
7	30	25	7	360	130	45	120
8	55	26	8	340	140	50	130
9	10	27	9	320	120	15	100

Задача 2.

Сушильная установка имеет производительность по влажному материалу G_{T1} кг/с. Начальная влажность материала ω^H_o %, конечная ω^K_o %. Теплоноситель- атмосферный воздух с температурой $t_o=20^\circ\text{C}$, относительной влажностью $\phi=70\%$. Температура воздуха после калорифера t_1 °C, отработанного воздуха t_2 °C. Тепловые потери составляют $g_{\text{пот}}$, кВт. Определить удельный расход воздуха и теплоты (на испарение 1 кг влаги), секундный расход воздуха и теплоты, а также расход пара на калорифер, если пар сухой насыщенный с давлением $p=0,3 \text{ МПа}$. Данные к задаче необходимо выбрать по таблице в соответствии с шифром.

Последняя цифра шифра	G_{T1}	ω^H_o	ω^K_o	Предпоследняя цифра шифра	T_1	T_2	$g_{\text{пот}}$
0	0,217	25	9	0	90	40	20
1	0,25	12	1	1	100	40	21
2	0,45	22	8	2	110	45	26
3	0,38	24	8	3	120	45	23
4	0,23	11	2	4	90	40	17
5	0,27	18	2	5	100	40	20
6	0,33	26	10	6	120	45	27
7	0,5	18	7	7	100	40	34
8	0,27	20	9	8	110	45	24
9	0,26	10	1,5	9	120	45	25

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Голубков Б.Н. и др. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий. - М.: Энергия, 1990.
2. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий. //Под ред. Голубкова Б.Н. - М.: Энергоатомиздат, 1993.

Дополнительная

1. Козин В.Е., Левина Т.А. и др. Теплоснабжение. - М.; Высшая школа. 1980.
2. Лебедев П.Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки - М.: Энергия, 1972.
3. Апарцев М.М. Наладка водяных систем централизованного теплоснабжения. Справочно-методическое пособие. - М.: Энергоатомиздат. 1983.
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. -Л.: Химия, 1981.
5. Промышленные теплообменные процессы и установки. /Под ред Бакластова А.М. - М.: Энергоатом издат, 1986.
6. Соловьев Ю.П. Проектирование теплоснабжающих установок для промышленных предприятий. - М.: Энергия, 1978.
7. Костерин Ю.В., Рожкова Л.П. Повышение эффективности использования теплоты парового конденсата в промышленности. - М.: Энергоатомиздат, 1984.
8. ГОСТ 25449-82 Теплообменники водоводяные и пароводяные Типы, основные параметры и размеры. Госстандарт, 1986.
9. Бакласов А.М., Горбенко В.А., Удыма П.Г. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплообменных установок. М.; Энергоиздат, 1981
10. Лебедев П.Д., Теплообменные сушильные и холодильные установки, М.; Энергия, 1972
11. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. М; Энергоатомиздат, 1983.
12. Сушон С.П., Завалко А.Г., Минц М.И. Вторичные энергетические ресурсы промышленности СССР. М; Энергия, 1979.
13. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. М; 1987.
14. Новиков Ю.В. Охрана окружающей среды. М.; Высшая школа, 1981.
15. Скалкин Ф.В. Энергетика и окружающая среда. Л.; Энергоиздат, 1981.