

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Требования к выполнению контрольной работы

При выполнении контрольной работы необходимо придерживаться следующих правил:

- номер варианта (от 0 до 9) выбирать по последней цифре номера зачетной книжки;
- условия задач переписывать полностью;
- в процессе решения сначала приводить формулы, затем подставлять в них соответствующие численные значения; размерность приводить только для результата вычисления;
- вычисления проводить **только** в международной системе СИ;
- решения иллюстрировать схемами и графиками (если требуется по условию);
- в тексте работы приводить ссылки на использованную литературу, а в конце контрольной работы – список использованной литературы.

Таблицы и диаграммы свойств рабочих веществ, указанных в задачах, приведены в [1–4].

Контрольная работа подписывается студентом. Прием контрольных работ на рецензию прекращается за 10 дней до начала лабораторно-экзаменационной сессии.

Задача 1

Паровая компрессионная холодильная машина работает по циклу с дросселированием, перегревом перед компрессором и переохлаждением после конденсатора. Температура кипения хладагента в испарителе t_0 . В компрессор поступает холодильный агент в состоянии перегретого пара с температурой t_1 . Температура конденсации хладагента в конденсаторе t_k . Хладагент перед дросселированием (регулирующим вентилем) охлаждается до температуры t_5 .

Определить следующие параметры: давление, температуру, удельный объем, удельную энтальпию, удельную энтропию, степень сухости (p, t, v, h, s, x) узловых точек цикла, подведенную и отведенную теплоту, работу, теоретическую мощность привода компрессора, полную холодопроизводительность и холодильный коэффициент, если массовый расход циркулирующего хладагента $M = 0,2$ кг/с.

Изобразить схему установки, представить цикл в координатах $p-v$, $T-s$ и $\ln p-h$. Параметры узловых точек определить двумя способами: 1) с помощью диаграммы; 2) по таблицам термодинамических свойств холодильного агента (или путем расчета, когда это необходимо). Параметры ненасыщенной переохлажденной жидкости после конденсатора (кроме давления) определить условно по таблицам для насыщенной жидкости по температуре переохлаждения t_5 [5-7].

Параметры точек цикла свести в таблицу:

№ точки	t , °C	p , МПа	v , м ³ /кг	h , кДж/кг	s , кДж/(кг·К)	x
1	*	*	*	*	*	*
	**	**	**	**	**	**
2 и т. д.	*	*	*	*	*	*
	**	**	**	**	**	**

* Параметры, определенные по диаграмме.

** Параметры, определенные по таблицам или полученные расчетом.

Номер варианта и исходные данные для расчета определяют по последней цифре шифра:

№ варианта	Агент	Параметры, °C			
		t_0	t_k	t_1	t_5
0	Аммиак	-30	10	-20	5
1	- " -	-20	20	-10	15
2	- " -	-10	30	0	25
3	- " -	0	40	10	35
4	- " -	-10	20	-5	15
5	Хладагент R22	-40	10	-30	5
6	- " -	-30	20	-20	15
7	- " -	-20	30	-10	25
8	- " -	-10	40	0	35
9	- " -	0	50	10	45

Задача 2

Влажный воздух состояния 1 и массой сухого воздуха M охлаждается сначала до температуры точки росы (состояние 2), затем до температуры t_3 (состояние 3). Далее насыщенный влажный воздух (состояние 3) нагревается до первоначальной температуры t_1 (состояние 4).

Определение водяной относительной степени насыщенности и температуры насыщения при образовании пара.

Парадиаграммы используются для определения параметров насыщенного пара. Процессы масштабирования, для которых пара...

№ точки	
1	
2	
и т. д.	

Параметры пара

Номер последней

Параметр
t_1 , °C
ϕ_1 , %
t_3 , °C
M , кг

татах
посо-
ских
обо-
после
для

Определить параметры влажного воздуха: парциальное давление водяного пара, давление насыщения при заданной температуре, относительную влажность, влагосодержание, удельную энтальпию, степень насыщения ($p_n, p_n, \phi, d, h, \psi$) всех названных состояний, а также теплоту, подведенную к воздуху при нагревании и отведенную при охлаждении.

Параметры воздуха определить двумя способами: 1) с помощью диаграммы $h-d$; 2) расчетом по формулам для влажного воздуха с использованием таблиц термодинамических свойств водяного пара и насыщенного влажного воздуха. Решение сопроводить пояснениями. Процессы нагревания и охлаждения изобразить в диаграмме $h-d$ (без масштаба). Давление атмосферного воздуха принять равным давлению, для которого построена диаграмма $h-d$.

Параметры влажного воздуха свести в таблицу:

№ точки	t , °C	p_n , Па	p_n , Па	ϕ , %	d , кг/кг с.в.	h , кДж/кг	ψ
1		*			*	*	
		**	**		**	**	
2 и т. д.		*	*	*	*	*	
		**	**	**	**	**	

* Параметры, определенные по диаграмме;

** Параметры, определенные расчетом.

Номер варианта и исходные данные для расчета определяют по последней цифре шифра:

Параметры	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t_1 , °C	35	30	30	25	25	20	20	18	18	35
ϕ_1 , %	70	50	70	55	75	70	85	60	85	60
t_3 , °C	18	14	20	10	18	10	12	5	6	22
M , кг	50	5	10	15	20	25	30	35	40	45

лаж-
тем-
сос-
е 4).

Задача 3

Стена камеры холодильника, выполненная из слоя кирпича толщиной δ_2 и слоя изоляции толщиной δ_3 , с двух сторон покрыта слоем штукатурки толщиной $\delta_1 = \delta_4 = 20$ мм.

Температура наружного воздуха $t_{в1}$, температура в камере $t_{в2}$. Коэффициент теплоотдачи от наружного воздуха к поверхности стены α_1 , от внутренней поверхности стены к воздуху в камере α_2 .

Определить общее и частные термические сопротивления, коэффициент теплопередачи, плотность теплового потока и количество теплоты, проходящее через стенку высотой 4 м и длиной 8 м в течение суток. Определить также температуры поверхностей всех слоев и построить график распределения температур по толщине стенки (без масштаба).

Значения коэффициента теплопроводности λ [Вт/(м·К)] материалов стенки приведены в таблице:

Наименование материала	λ , Вт/(м·К)
Кирпич	0,640
Штукатурка	0,750
Пробковая плита	0,050
Стекловолок	0,040
Минераловатная плита	0,093
Войлок шерстяной	0,058
Асбовермикулитовая плита (АВП)	0,080

Номер варианта и исходные данные для расчета определяют по последней цифре номера зачетной книжки:

Параметры	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
δ_2 , мм	500	380	250	500	380	250	500	380	250	500
δ_3 , мм	150	200	250	300	150	200	250	150	200	250
α_1 , Вт/(м ² ·К)	20	18	15	12	20	18	15	12	20	18
α_2 , Вт/(м ² ·К)	7	9	10	7	9	10	7	9	10	7
Тип изоляции	Пробковая плита		Стекловолок		Минераловатная плита		Войлок шерстяной		АВП	
$t_{в1}$, °С	5	7	10	12	15	17	20	22	25	30
$t_{в2}$, °С	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-10	-12	-14	-16

Задача 4

Определить температуры в центре и на поверхности пшеничного батона через час после того, как его вынули из печи.

Начальная температура батона $t_{\text{нач}}$, температура воздуха в помещении $t_{\text{в}}$, коэффициент теплоотдачи от поверхности батона к воздуху $\alpha_{\text{в}}$.

Батон условно имеет форму цилиндра диаметром 60 мм, длина которого во много раз больше его диаметра. Теплофизические свойства батона: коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,224 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, коэффициент температуропроводности $a = 24,3 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$.

Номер варианта и исходные данные для расчета определяют по последней цифре номера зачетной книжки:

Параметры	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_{\text{нач}}, \text{ }^\circ\text{C}$	240	250	240	230	220	210	200	210	220	230
$t_{\text{в}}, \text{ }^\circ\text{C}$	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$\alpha_{\text{в}}, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$	15	10	10	12	12	13	13	14	14	15

При решении задачи рекомендуется использовать графики для определения безразмерных температур [8, 9].

Задача 5

Плоская чугунная батарея водяного отопления высотой h и длиной l нагревает воздух в помещении.

Определить лучистый, конвективный и общий тепловые потоки от поверхности батареи к воздуху при стационарном режиме, если температура воздуха в помещении $t_{\text{ж}}$, температура наружной поверхности батареи $t_{\text{ст}}$. Степень черноты чугуна $\epsilon = 0,8$.

Номер варианта и исходные данные для расчета определяют по последней цифре номера зачетной книжки:

Параметры	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$h, \text{ м}$	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
$l, \text{ м}$	1,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
$t_{\text{ст}}, \text{ }^\circ\text{C}$	68	50	52	54	56	58	60	62	64	66
$t_{\text{ж}}, \text{ }^\circ\text{C}$	16	18	20	22	24	26	24	22	20	18

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ: Справ. / С.Н. Богданов, С.И. Бурцев, О.П. Иванов, А.В. Куприянова; Под ред. С.Н. Богданова – СПб.: СПбГУНиПТ, 1999. – 308 с.
2. **Цветков О.Б.** Термодинамика. Теплопередача: Справ. материал к контрольным работам для студентов заочного факультета. – Л.: ЛТИХП, 1987. – 45 с.
3. **Цветков О.Б., Клецкий А.В., Лаптев Ю.А.** Практикум по термодинамике и теплопередаче. Часть I. Свойства рабочих веществ и материалов холодильной и криогенной техники и систем кондиционирования воздуха: Метод. указания для самостоятельной работы студентов всех спец. – СПб.: СПбТИХП, 1993. – 98 с.
4. **Цветков О.Б., Клецкий А.В., Лаптев Ю.А.** Теплофизические свойства и диаграммы альтернативных холодильных агентов: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГАХиПТ, 1997. – 96 с.
5. Теоретические основы хладотехники. Часть I. Термодинамика / С.Н. Богданов, Э.И. Гуйго, Г.Н. Данилова, О.П. Иванов, А.В. Клецкий, В.Т. Плотников, В.Н. Филаткин, О.Б. Цветков; Под ред. Э.И. Гуйго. – М.: Колос, 1994. – 288 с.
6. **Богданов С.Н., Клецкий А.В., Куприянова А.В.** Сборник задач по технической термодинамике. – СПб.: СПбГАХиПТ, 1996. – 189 с.
7. **Цветков О.Б.** Термодинамика. Теплопередача: Метод. указания к контрольным работам для студентов заочного факультета. – Л.: ЛТИХП, 1987. – 23 с.
8. Теоретические основы хладотехники. Часть II. Тепломассообмен / С.Н. Богданов, Н.А. Бучко, Э.И. Гуйго, Г.Н. Данилова, В.Т. Плотников, В.Н. Филаткин, О.Б. Цветков; Под ред. Э.И. Гуйго. – М.: Колос, 1994. – 368 с.
9. Сборник задач по процессам теплообмена в пищевой и холодильной промышленности / Г.Н. Данилова, В.Н. Филаткин, М.Г. Щербов, Н.А. Бучко. – М.: Колос, 1995.

Т
В.Н. А
М.: Изд
Л
С.Н. Бо
ряева. –
П
Метод.