

В. И. Манюк, Я. И. Каплинский, Э. Б. Хиж,  
А. И. Манюк, В. К. Ильин

**Наладка  
и эксплуатация  
водяных  
тепловых сетей**

**Справочник**

3-е издание,  
переработанное и дополненное



Москва  
Стройиздат  
1988

## ГЛАВА 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### 1.1. ЕДИНИЦЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ СИ И СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПРИМЕНЯЕМЫМИ ЕДИНИЦАМИ И ЕДИНИЦАМИ СИСТЕМЫ СИ

Единицы международной системы СИ и соотношения между применяемыми единицами и единицами системы СИ приведены в табл. 1.1 и 1.2.

**Таблица 1.1. ОСНОВНЫЕ И НЕКОТОРЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ СИ**

Величина	Единица измерения	Обозначение
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Сила (вес)	ньютон	Н
Давление	паскаль	Па
Палор	метр	м
Энергия, работа, количество теплоты	джоуль	Дж
Мощность, поток энергии	ватт	Вт
Плотность	килограмм на кубический метр	кг/м <sup>3</sup>
Удельный объем	кубический метр на килограмм	м <sup>3</sup> /кг
Удельный вес	ньютон на кубический метр	Н/м <sup>3</sup>
Массовый расход	килограмм в секунду	кг/с
Термодинамическая температура	кельвин	К
Теплоемкость системы	джоуль на кельвин	Дж/К
Удельная теплоемкость	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг·К)
Коэффициент теплообмена (теплоотдачи), коэффициент теплопередачи	ватт на квадратный метр-кельвин	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
Теплопроводность	ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)
Теплота сгорания топлива	джоуль на килограмм	Дж/кг
Удельный расход топлива	килограмм на джоуль	кг/Дж

**Таблица 1.2. СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ЕДИНИЦАМИ, ПРИВОДИМЫМИ В СПРАВОЧНИКЕ, И ЕДИНИЦАМИ СИСТЕМЫ СИ**

Наименование величин	Значение	
	в приводимых единицах	в единицах системы СИ
Количество теплоты	1 кал	4,187 Дж
	0,239 кал	1 Дж
	1 ккал	4,187 кДж
	1 Гкал	4,187 ГДж
Массовый расход	1 т/ч	0,278 кг/с
	3,6 г/ч	1 кг/с
Объемный расход	1 м <sup>3</sup> /ч	2,78 · 10 <sup>-4</sup> м <sup>3</sup> /с
	3,6 · 10 <sup>3</sup> м <sup>3</sup> · ч	1 м <sup>3</sup> /с
Работа и энергия	1 кВт · ч	3600 кДж
	2,78 · 10 <sup>-7</sup> кВт · ч	1 Дж
Мощность	1 Гкал/ч	1,16 МВт
	0,86 Гкал/ч	1 МВт
Давление	1 ат = 1 кгс/см <sup>2</sup>	98065,5 Па = 0,098 МПа
	1,02 · 10 <sup>5</sup> ат = 1,02 · 10 <sup>5</sup> кгс/см <sup>2</sup>	1 Па
	1 мм вод. ст.	9,81 Па
	0,102 мм вод. ст.	1 Па
	1 мм рт. ст.	133,4 Па
	0,0075 мм рт. ст.	1 Па
Удельная теплоемкость	1 ккал/(кг · °С)	4,187 кДж/(кг · К)
	2,39 ккал/(кг · °С)	1 Дж/(кг · К)
Теплоемкость системы	1 ккал/°С	4,187 кДж/К
	2,39 · 10 <sup>-4</sup> ккал/°С	1 Дж/К
Коэффициент теплообмена (теплоотдачи)	1 ккал/(ч · м <sup>2</sup> · °С)	1,16 Вт/(м <sup>2</sup> · К)
	0,86 ккал/(ч · м <sup>2</sup> · °С)	1 Вт/(м <sup>2</sup> · К)
Коэффициент теплопередачи	1 ккал/(ч · м · °С)	1,16 Вт/(м · К)
	0,86 ккал/(ч · м · °С)	1 Вт/(м · К)
Теплота сгорания топлива	1 ккал/кг	4,187 кДж/кг
	0,239 · 10 <sup>-3</sup> ккал/кг	1 Дж/кг
Удельный расход условного топлива	1 кг/(кВт · ч)	2,78 · 10 <sup>-4</sup> кг/кДж
	3,6 · 10 <sup>6</sup> кг/(кВт · ч)	1 кг/Дж
Сила (вес)	1 кгс	9,807 Н
	0,102 кгс	1 Н
Удельный вес	1 кгс/м <sup>3</sup>	9,807 Н/м <sup>3</sup>
	0,102 кгс/м <sup>3</sup>	1 Н/м <sup>3</sup>

29, на и. 5 БИ

## 1.2. КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО НЕКОТОРЫМ ГОРОДАМ СССР

Климатологические данные, необходимые для расчета отопительно-вентиляционных тепловых нагрузок и годового потребления теплоты, принятые по СНиП 2.01.01—82 и климатологическим справочникам, приведены в табл. 1.3.



16.	Архангельск	-45	-31	-19	-4,7	5,9	251	-	-	-	2	25	53	131	228	430	701	1102	1267	1432	553	6024
17.	Арзамас	-43	-31	-17	-4,9	7,5	211	-	-	-	-	2	21	72	177	394	647	939	1150	1101	559	5664
18.	Арзамар	-34	-19	-7	0,5	7,8	159	-	-	-	-	-	-	4	11	58	215	613	1150	1069	696	3816
19.	Аральск	-42	-28	-18	-6,0	-	181	-	-	-	-	-	4	11	44	124	347	582	1079	1285	925	4344
20.	Астрахань	-34	-23	-8	-1,6	4,8	172	-	-	-	-	-	-	40	93	184	317	644	1229	1116	508	4128
21.	Ачинск, Краснояр- ского края	-60	-41	-23	-7,9	5,7	233	-	-	1	18	67	131	267	369	546	781	916	943	1053	620	5712
22.	Ашхабад	-24	-11	-2	3,9	2,8	111	-	-	-	-	-	-	-	1	9	49	189	585	1132	699	2664
23.	Баку	-13	-4,0	1,0	5,1	8,4	119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	163	1149	1531	2856
24.	Балашов, Саратов- ской обл.	-38	-27	-15	-4,6	7,3	199	-	-	-	-	-	3	46	153	353	487	650	938	862	1284	4776
25.	Балхаш	-45	-31	-20	-6,9	6,1	190	-	-	-	-	-	4	11	47	130	303	611	1132	1552	970	4560
26.	Барабнск, Ново- сибирской обл.	-48	-39	-26	-9,6	6,5	228	-	-	-	13	56	142	295	538	734	861	816	848	742	427	3472
27.	Барановичи	-37	-22	-10	-0,7	5,5	197	-	-	-	-	-	4	14	50	153	384	675	1334	1497	617	4728
28.	Баргузин, Бурят- ской АССР	-52	-42	-29	-11,8	-	239	-	-	2	36	172	355	521	595	629	644	581	704	830	667	5736
29.	Барнаул	-52	-39	-23	-8,3	5,9	219	-	-	1	10	39	115	239	390	603	798	853	833	752	623	5256
30.	Бежецк, Калинин- ской обл.	-52	-31	-15	-3,9	5,0	218	-	-	-	-	-	14	39	112	354	565	940	1329	1110	769	5232
31.	Белая Церковь	-36	-21	-10	-1,2	4,6	188	-	-	-	-	-	1	4	31	131	338	630	1231	1488	658	4512
32.	Белгород	-37	-23	-12	-2,2	5,9	195	-	-	-	-	-	1	10	47	196	426	782	1222	1302	718	4704
33.	Белыш, Молдав- ская ССР	-35	-16	-8	0,2	3,5	172	-	-	-	-	-	-	-	2	44	188	396	969	1861	668	4128
34.	Белогорск, Амур- ской обл.	-48	-37	-30	-12,6	2,7	219	-	-	18	129	299	426	535	589	570	440	460	597	755	438	5256
35.	Белорек, Башкир- ской АССР	-47	-34	-22	-7,2	5,5	232	-	-	-	2	14	69	158	332	531	691	966	1192	1086	527	5568
36.	Бердяжск	-29	-19	-7	0,0	7,0	168	-	-	-	-	-	-	9	35	122	226	439	1107	1452	642	4032
37.	Березники, Перм- ской обл.	-48	-35	-21	-6,3	-	234	-	-	-	1	18	70	146	303	592	842	1016	993	1047	588	5616
38.	Бийск, Алтайского края	-53	-38	-24	-6,7	4,7	222	-	-	1	10	40	117	242	396	611	809	865	844	762	631	5328
39.	Биробиджан	-43	-32	-25	-10,3	4,4	211	-	-	-	-	2	22	275	711	888	761	651	585	806	366	5067
40.	Бирск, Башкирской АССР	-44	-35	-19	-5,3	7,0	214	-	-	-	2	13	61	146	307	491	638	890	1100	1003	485	5136
41.	Благовещенск	-45	-34	-25	-11,5	3,4	212	-	-	-	-	12	128	436	782	851	709	572	557	710	331	5088
42.	Бобруйск	-37	-25	-10	-1,2	4,4	199	-	-	-	-	-	5	20	71	219	549	966	1909	2144	883	5766

Продолжение табл. 1.3.

№ п/п	Наименование населенных пунктов	Температура воздуха в течение периода, °С				Средняя	Скорость ветра в м/сек в наветр. м/с	Продолжительность отопительного периода, сут	Плотность температуры воздуха, °С										Всего часов	
		Активная	расчетная для отопления	расчетная для вентиляции	средняя				9	10	11	12	13	14	15	15	16	17		18
43.	Богучаны, Красноярского края	-58	-47	-30	-10,8	5,3	246	21	75	140	242	383	482	678	731	687	775	929	761	5904
44.	Бодайбо	-55	-47	-36	-13,9	—	257	21	248	347	471	559	594	502	475	514	715	1001	594	6168
45.	Боржом	-28	-11	-2	2,4	3,1	189	—	—	—	—	—	—	3	52	282	1567	1737	895	4536
46.	Братск, Иркутской обл.	-58	-43	-30	-10,3	3,4	245	21	75	140	242	383	482	678	731	687	775	929	761	5904
47.	Брест	-36	-20	-8	0,4	5,2	186	—	—	—	4	13	47	145	362	637	1260	1413	583	4464
48.	Брянск	-42	-26	-13	-2,6	6,3	205	—	—	—	2	15	76	279	545	902	1304	1364	457	4944
49.	Бугульма, Татарской АССР	-44	-33	-19	-6,3	7,5	222	—	—	1	20	88	226	471	751	972	1106	932	761	5328
50.	Бугуруслан, Оренбургской обл.	-49	-30	-19	-6,5	6,5	211	—	—	4	37	128	315	454	693	911	1142	969	411	3064
51.	Бузулук, Оренбургской обл.	-48	-32	-19	-6,5	6,4	204	—	—	1	10	101	283	481	587	847	1002	972	612	4896
52.	Бухара	-26	-12	-4	2,6	4,5	129	—	—	—	—	—	7	4	123	283	753	1158	723	3056
53.	Великие Луки	-46	-27	-12	-2,6	6,1	209	—	—	—	1	24	83	174	399	764	1301	1615	655	5016
54.	Великий Устюг	-53	-36	-19	-5,4	4,2	235	—	2	24	50	122	214	403	655	1032	1186	1341	611	5640
55.	Вентспилс	-32	-18	-7	0,7	9,7	207	—	—	—	—	2	7	38	169	439	1138	2349	826	4968
56.	Верхояск	-68	-59	-51	-25,2	2,1	272	756	633	628	456	377	329	341	377	407	514	662	563	6526
57.	Вильнюс	-37	-23	-9	0,9	5,5	194	—	—	—	—	3	19	104	273	632	1242	1574	809	4556
58.	Виллюйс	-61	-52	-42	-18,8	3,0	260	86	383	480	594	586	556	514	475	524	573	688	519	6240
59.	Винница	-35	-21	-10	-1,1	4,7	189	—	—	—	1	10	39	126	320	642	1225	1493	680	4536
60.	Витим, Якутской АССР	-61	-51	-36	-14,5	4,9	256	255	544	543	494	379	329	313	389	499	646	746	460	6144
61.	Виттебск	-41	-26	-12	-1,6	5,9	205	—	—	—	1	14	59	190	501	843	1396	1210	706	4920
62.	Владивосток	-31	-24	-16	-4,8	9,0	201	—	—	—	—	2	87	419	322	850	817	863	964	4824
63.	Владимир	-48	-28	-16	-4,4	4,5	217	—	—	—	12	43	144	348	619	984	1240	1217	604	5211

64.	Вологда	-36	-25	-13	-3,4	8,1	182	-	-	-	-	1	12	116	303	522	738	1181	1048	449	4368
65.	Вологда	-48	-31	-16	-4,8	6,0	228	-	-	-	-	2	30	165	371	663	989	1209	1170	802	5472
66.	Вольск, Саратов- ской обл.	-43	-25	-16	-4,9	-	199	-	-	-	-	3	18	213	383	582	850	1119	995	524	4776
67.	Волхов	-49	-28	-13	-2,7	4,5	227	-	-	-	-	-	21	64	198	454	859	1400	1747	705	5448
68.	Воркута	-52	-41	-26	-9,4	10,1	299	-	1	25	108	204	346	524	735	935	1040	1275	1337	646	7176
69.	Воронеж	-38	-26	-14	-3,4	5,1	199	-	-	-	-	7	27	112	333	547	871	1179	1202	498	4776
70.	Воронежград	-42	-25	-10	-1,6	6,8	180	-	-	-	-	1	7	53	161	382	665	1038	1340	673	4320
71.	Воткинск	-49	-34	-19	-6,4	4,5	220	-	-	3	12	58	140	279	510	788	997	1055	877	561	5280
72.	Выборг	-38	-24	-12	-2,3	6,9	227	-	-	-	-	-	21	64	198	454	859	1400	1747	705	5448
73.	Вылкий Вололок	-48	-29	-14	-3,3	4,3	217	-	-	-	-	14	39	111	353	562	936	1323	1105	765	5208
74.	Вязьма	-43	-27	-14	-3,5	5,3	217	-	-	-	-	2	20	89	268	580	885	1364	1364	616	5208
75.	Гагарин	-50	-29	-14	-3,5	4,6	218	-	-	-	-	2	21	89	269	583	889	1370	1370	619	5232
76.	Гагра	-13	-2	4	7,5	-	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	105	1185	1683	2976
77.	Гатчина	-43	-28	-13	2,6	-	230	-	-	-	-	-	21	65	201	459	869	1419	1771	715	5520
78.	Генерал, Херсон- ской обл.	-32	-19	6	0,6	6,6	163	-	-	-	-	-	-	-	-	7	80	466	1815	1544	3912
79.	Гомель	35	-24	-11	-1,3	5,5	197	-	-	-	-	4	14	50	153	384	675	1334	1497	617	4728
80.	Горький	-41	30	-16	4,7	5,1	218	-	-	-	2	22	74	183	407	668	970	1189	1139	578	5252
81.	Горно-Алтайск	-49	-33	-21	-7,4	4,3	224	-	1	10	40	118	245	399	617	817	873	852	709	635	5376
82.	Гродно	-35	-22	-9	-0,1	5,1	193	-	-	-	-	4	14	49	150	376	661	1307	1467	604	4632
83.	Грозный	-33	-18	5	0,4	3,5	164	-	-	-	-	-	8	40	100	177	367	1080	1486	678	3936
84.	Гурьев	-38	-24	-12	-3,8	7,8	182	-	-	-	-	5	22	97	282	498	765	1148	1042	509	4368
85.	Гусь-Хрустальный	-44	-27	-16	-4,0	4,6	214	-	-	-	-	12	42	142	343	610	970	1223	1199	595	5136
86.	Даугавпилс	-43	-27	-19	-1,5	5,1	203	-	-	-	-	-	10	43	166	339	652	1018	1706	934	4872
87.	Дербент	-21	-9	0	3,6	5,2	145	-	-	-	-	-	-	-	-	11	70	450	1803	1146	3480
88.	Джамбул	-41	-24	-9	-1,1	5,7	167	-	-	-	-	4	10	41	114	266	537	995	1188	853	4008
89.	Джанкой	-30	-17	-5	1,5	4,9	160	-	-	-	-	-	-	-	-	7	73	457	1732	1516	3840
90.	Дзезказган	-50	-33	-21	-7,8	5,7	195	-	-	-	-	5	12	48	134	312	630	1168	1396	1001	4704
91.	Джизак, УзССР	-32	-17	-5	2,4	5,5	128	-	-	-	-	-	-	7	47	124	281	747	1149	717	3072
92.	Диксон, Краснояр- ского края	-51	-41	-33	-11,5	12,2	365	-	2	41	281	492	770	955	970	884	642	1098	1644	781	8760
93.	Днепропетровск	-34	-23	-9	-1,0	5,5	175	-	-	-	-	-	9	37	127	235	457	1152	1514	669	4200
94.	Донецк	-37	-23	-10	-1,8	6,2	183	-	-	-	-	10	44	44	183	398	730	1141	1216	670	4392
95.	Дрогобыч	-35	-19	-8	0,6	6,2	186	-	-	-	-	-	-	2	21	63	464	1055	1704	1155	4464
96.	Друскининкай	-39	-20	-9	-4,5	-	193	-	-	-	-	-	3	19	103	272	629	1235	1565	805	4632

Продолжение табл. 1.3.

№ п/п	Наименование населенных пунктов	Температура отапливаемого помещения, °С				Средняя температура наружного воздуха, °С	Скорость ветра в направлении, м/с	Продолжительность отом. периода, сут.	Повышаемость температур наружного воздуха										Всего часов					
		Абсолютная	расчетная для отапливания	расчетная для вентиляции	средняя				50 и ниже	45	40	35	30	25	20	15	10	5		0	5+	10+	15+	20+
97.	Лудинка, Красноярского края	-57	-46	-35	-14,6	7,7	302	10	89	234	349	496	673	826	905	766	600	713	813	674	7248			
98.	Душанбе *	-29	-13	-2	3,6	2,2	109	-	-	-	-	-	-	-	12	51	117	535	1216	757	2688			
99.	Евпатория	-28	-16	-3	2,4	7,1	149	-	-	-	-	-	-	34	130	298	604	1109	1138	1411	3576			
100.	Ейск, Краснодарского края	-31	-21	-7	0,5	7,4	166	-	-	-	-	-	5	84	215	448	923	1052	884	723	3064			
101.	Елабуга, Татарской АССР	-47	-30	-19	-6,2	4,7	211	-	-	-	1	19	34	138	330	568	834	1189	1186	534	4824			
102.	Елец, Липецкой обл.	-38	-25	-14	-5,4	4,7	201	-	-	-	-	9	34	138	330	568	834	1189	1186	534	4824			
103.	Енисейск	-39	-46	-28	-9,8	3,7	245	2	7	62	109	208	342	482	673	774	827	816	901	627	5880			
104.	Ерван *	-31	-19	-8	-0,5	2,5	139	-	-	-	-	-	-	14	45	138	322	808	927	482	2736			
105.	Ессентуки	-32	-17	-8	0,1	6,3	178	-	-	-	-	-	-	4	53	167	594	1358	1283	813	4272			
106.	Жданов	-31	-23	-9	-0,8	6,1	177	-	-	-	-	-	12	52	134	248	515	1157	1454	676	4248			
107.	Житомир	-35	-22	-9	-0,8	5,4	192	-	-	-	-	-	5	22	103	309	616	1237	1554	762	4608			
108.	Жыргенка	-33	-21	-10	-1,0	5,1	188	-	-	-	-	1	10	38	125	318	638	1219	1487	676	4512			
109.	Зайсан, Казахской ССР	-46	-34	-18	-8,5	2,7	188	-	-	1	7	21	152	372	635	834	725	628	563	574	4512			
110.	Запорожье *	-34	-22	-8	0,4	4,8	174	-	-	-	-	-	9	37	127	235	457	1152	1514	669	4200			
111.	Зей, Амурской обл.	-52	-42	-33	-14,2	3,5	235	-	19	139	321	459	576	635	614	474	496	644	815	472	5664			
112.	Зима, Иркутской обл.	-55	-42	-26	-10,4	4,9	243	-	-	7	50	115	286	406	864	864	710	729	1000	801	5832			
113.	Златоуст, Челябинской обл.	-46	-30	-20	-6,6	3,9	232	-	-	-	5	43	139	303	595	935	999	1017	815	687	5568			
114.	Зыряновск, Казахской обл.	-51	-41	-26	-12,1	5,7	221	-	-	1	8	24	179	438	747	980	851	739	662	675	5304			
115.	Иваново	-46	-29	-16	-4,4	4,9	217	-	-	-	6	30	58	166	350	644	755	1177	1272	748	5208			
116.	Ивано-Франковск	-34	-20	-9	-0,1	5,8	184	-	-	-	-	-	10	39	134	247	481	1212	1591	702	4416			



117	Измаил, Одесской обл.	-26	-14	-5	1,7	6,2	153	-	20	125	247	344	467	554	590	3	14	85	331	818	1321	1100	3672
118	Иланск, Иркутской обл.	-59	-45	-29	-11,2	3,3	255	-	20	125	247	344	467	554	590	3	498	471	510	709	993	590	6120
119	Иркутск	-50	-37	-25	-8,9	2,9	241	-	7	50	114	283	402	856	402	856	857	704	704	724	991	796	3784
120	Ишим, Тюменской обл.	-49	-36	-25	-7,6	6,3	221	-	6	50	106	218	341	479	479	581	624	660	660	770	941	528	3304
121	Йовкар-Ола	-47	-34	-18	-6,1	6,2	220	-	2	22	74	183	22	74	183	407	667	975	1194	1194	1158	598	3280
122	Казань	-47	-32	-18	-5,7	5,7	218	-	1	20	86	222	463	737	954	1088	914	954	954	1088	914	747	5232
123	Калач-на-Дону	-40	-25	-13	-3,0	4,9	182	-	-	-	1	12	303	522	736	1181	1048	736	1181	1048	449	4368	
124	Калинин	-50	-29	-15	-3,7	6,2	219	-	-	-	14	39	112	356	945	1335	568	945	1335	1582	772	5256	
125	Калининград областной	-33	-18	-7	-0,6	5,9	195	-	-	-	3	19	105	274	636	1248	274	636	1248	1582	813	4580	
126	Калуга	-46	-27	-14	-3,5	4,9	214	-	-	-	6	17	89	473	841	1250	473	841	1250	1456	741	5136	
127	Каменис-Уральский	-46	-34	-22	-7,5	5,0	224	-	3	14	59	131	242	383	383	530	665	788	901	1066	594	5376	
128	Каменск-Польский	-33	-20	-9	-0,3	5,4	180	-	-	-	-	3	18	258	537	1173	258	537	1173	1458	803	4320	
129	Камышин	-37	-26	-15	-4,5	8,5	189	-	-	-	6	41	197	607	778	1047	607	778	1047	916	506	4536	
130	Канак	-42	-32	-16	-5,5	5,5	215	-	-	1	7	20	84	168	168	432	769	930	1106	1021	502	5160	
131	Кандакша	-42	-28	-18	-4,1	5,7	267	-	5	37	96	178	334	434	434	639	792	1090	1524	1733	911	6408	
132	Канск	-51	-42	-26	-9,0	7,3	238	-	-	-	3	30	72	162	301	475	748	944	922	775	614	5712	
133	Караганда	-49	-32	-20	-7,5	7,7	212	-	-	-	3	30	72	162	301	475	748	944	922	775	614	5712	
134	Каунас	-36	-22	-8	-0,6	4,9	192	-	-	-	3	19	103	270	625	1229	270	625	1229	1558	801	4608	
135	Кашира	-44	-27	-15	-4,1	7,1	215	-	-	-	3	12	33	127	127	249	493	839	1314	1397	693	5160	
136	Кемерово	-55	-39	-24	-8,8	6,8	232	-	-	15	75	117	287	432	432	658	883	885	885	885	513	5568	
137	Кемь	-43	-27	-15	-3,5	5,7	260	-	-	-	2	10	40	163	163	416	701	1102	1479	1473	758	6144	
138	Керчь	-26	-15	-4	-2,2	7,4	153	-	-	-	-	2	10	40	2	10	77	284	866	1400	1033	3672	
139	Кзыл-Орда, Казахской ССР	-38	-24	-12	-3,1	6,5	168	-	-	-	4	10	41	114	267	540	267	540	1002	1195	859	4032	
140	Киев	-32	-22	-10	-1,1	4,3	187	-	-	-	1	4	31	336	627	1225	336	627	1225	1480	654	4488	
141	Кинешма	-45	-31	-16	-4,5	5,1	219	-	-	-	3	18	55	161	161	366	653	928	1197	1197	678	5236	
142	Киров	-45	-33	-19	-5,3	5,3	231	-	-	-	6	54	113	254	254	531	796	1038	1151	895	606	5544	
143	Кировоград	-18	-8	-1	-3,9	4,2	132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	67	639	1577	878	3158	
144	Кировоград	-32	-15	-8	-0,7	4,3	153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	185	432	1085	1244	647	3672	
145	Кировоград	-35	-22	-9	-1,9	5,9	185	-	-	-	-	-	-	-	-	-	248	483	1219	1600	707	4440	
146	Кировск, Мурманской обл.	-41	-28	-16	-4,7	284	-	-	-	-	-	6	32	97	97	317	665	1160	1727	1843	969	6816	

Продолжение табл. 1.3

№ п.п.	Наименование населенных пунктов	Температура отопительного периода, °С				Средняя	Скорость ветра в янв., м/с	Продолжительность отопительного периода, сут.	Плотность температуры воздуха, °С												Всего часов
		абсолютная	расчетная для отопления	расчетная для вентиляции	средняя				50 и ниже	-19,9 ÷ -45	-19,9 ÷ -40	-39,9 ÷ -35	-34,9 ÷ -30	-29,9 ÷ -25	-24,9 ÷ -20	-19,9 ÷ -15	-14,9 ÷ -10	-9,9 ÷ -5	-4,9 ÷ 0	+0,1 ÷ +5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
147	Кишинев	-32	-16	-7	0,6	4,1	166	-	-	-	-	-	-	2	43	181	382	935	1796	645	3984
148	Клайпеда	-35	-20	-7	0,4	10,5	194	-	-	-	-	-	3	19	104	273	632	1242	1574	809	4392
149	Козьмодемьянск	-44	-31	-17	-4,9	5,8	214	-	-	-	1	18	73	188	411	689	935	1126	1019	675	5136
150	Коканд, УзССР	-27	-13	-4	1,6	2,0	131	-	-	-	-	-	-	7	28	124	342	828	1168	547	3144
151	Кокчетав	-51	-31	-21	-7,9	9,5	214	-	-	2	11	47	174	385	659	881	878	816	767	515	5136
152	Кочетовск-на-Амуре	-50	-35	-27	-11,2	5,7	221	-	-	-	13	133	455	815	887	739	596	580	741	345	5304
153	Кокотоп	-37	-23	-11	2,2	5,0	193	-	-	-	-	1	10	39	129	327	655	1251	1526	694	4532
154	Коростель, Житомирской обл.	-34	-21	-10	1,0	5,8	194	-	-	-	-	-	5	22	104	312	623	1250	1570	770	4556
155	Кострома	-46	-31	-16	-4,5	5,8	224	-	-	-	3	19	57	165	374	868	949	1224	1223	694	5376
156	Котлас, Архангельской обл.	-51	-34	-19	-5,5	5,5	237	-	-	2	24	50	123	216	406	661	1042	1195	1352	616	5688
157	Котовск, Одесской обл.	-31	-20	-9	0,8	-	178	-	-	-	-	-	-	2	46	194	410	1003	1926	691	4272
158	Котла-Яре	-35	-23	-11	1,6	5,9	222	-	-	-	-	-	1	19	120	326	698	1346	1985	833	5328
159	Краснодар	-36	-19	-5	1,5	3,2	152	-	-	-	-	-	1	14	37	137	320	858	1502	779	3648
160	Красноволок	-17	-8	0	4,6	5,2	109	-	-	-	-	-	-	-	-	6	52	342	1090	1116	2616
161	Красноуфимск	-48	-36	-21	-7,0	5,1	227	-	-	15	60	132	246	389	538	674	798	912	1079	602	5448
162	Красноярск	-53	-40	-22	-7,2	6,2	235	-	-	17	66	129	263	364	539	771	905	932	1042	612	5640
163	Кремануг	-35	-21	-9	0,9	-	180	-	-	-	-	5	8	44	155	376	695	1178	1086	772	4320
164	Кривой Рог	-35	-23	-9	0,6	6,2	178	-	-	-	-	-	9	38	129	239	455	1172	1540	680	4272
165	Куйбышев	-43	-30	-18	-6,1	5,4	206	-	-	-	1	10	102	285	485	592	855	1013	983	618	4944
166	Курган	-49	-37	-24	-8,7	5,0	217	-	-	1	13	77	215	426	637	791	880	826	793	549	5208
167	Курск	-38	-26	-14	-3,0	5,3	198	-	-	-	-	3	12	81	245	524	857	1270	1141	619	4752
168	Кустанай	-51	-35	-22	-8,7	5,8	213	-	-	3	5	66	237	451	638	775	848	809	755	525	5112



№ п/п	Наименование населенных пунктов	Температура воздуха, °С				Средняя	Скорость ветра в м/сек	Преобладающая сторона таяния снега, %	Повторяемость температур наружного воздуха, %										Всего часов						
		Абсолютная минимум	Расчетная для отопления	Расчетная для вентиляции	Средняя				до и ниже	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	10		11	12	13	14	15	16
199	Надым, Тюменской обл.	-60	-44	-30	-11,6	4,5	283		9	7	64	135	279	436	614	744	799	845	987	1206	1206	676	5792		
200	Надым	-31	-18	5	0,4	2,5	170		-	-	-	-	-	-	12	55	164	609	1237	1255	747	4080			
201	Наманган	-29	-14	7	1,2	2,0	131		-	-	-	-	-	-	7	28	124	342	828	1168	647	3144			
202	Нарьян-Мар	-51	-37	-25	-7,5	6,3	285		-	2	28	60	148	260	488	796	1440	1252	1440	1626	740	6840			
203	Нарым	-38	-29	-19	-6,9	1,7	197		-	-	-	10	100	283	615	798	798	722	649	826	725	4728			
204	Нахичевань	-30	-19	6	1,0	2,2	133		-	-	-	-	-	37	37	123	123	297	884	1099	753	3192			
205	Небит-Даг	-24	-9	0	4,9	7,3	102		-	-	-	-	-	-	5	62	6	58	320	1020	1044	2448			
206	Невинномысск	-36	-19	6	0,2	5,6	168		-	-	-	-	-	10	39	128	325	648	1215	1128	735	4032			
207	Нежин	-37	-22	-11	-1,8	4,6	192		-	-	-	-	-	178	758	531	455	652	1245	1517	691	4608			
208	Нерчинск	-54	-42	-35	-15,1	4,4	230		-	29	37	419	719	758	646	646	531	455	562	707	516	5520			
209	Нижнеколымск	-60	-48	-39	-14,9	2,3	288		35	155	376	555	651	720	645	673	497	517	615	858	504	6912			
210	Нижнеудинск, Иркутской обл.	-54	-39	-24	-9,0	4,9	246		-	3	37	83	171	330	581	751	814	726	748	1016	644	5904			
211	Нижний Тагил	-49	-36	-21	-6,6	5,0	238		-	5	14	32	105	317	581	1349	1349	956	807	786	760	5712			
212	Никель, Мурманской обл.	-44	-26	-16	-4,2	-	270		-	-	-	6	31	92	302	632	632	1102	1642	1751	922	6480			
213	Николаевск-на-Амуре	-47	-35	-25	-9,8	4,5	246		-	1	23	220	594	751	725	651	651	588	885	979	487	5904			
214	Николаев *	-30	-20	7	0,4	5,4	165		-	-	-	-	-	7	54	226	226	460	1050	1509	726	4032			
215	Никополь	-34	-23	-8	-0,8	4,9	171		-	-	-	-	9	36	124	230	230	446	1126	1479	654	4104			
216	Новгород	-45	-27	-12	-2,6	6,6	220		-	5	22	45	233	368	586	657	657	909	1244	1833	865	5280			
217	Новокузнецк	-52	-38	-23	-7,9	5,6	227		-	4	58	109	233	368	586	726	726	972	924	1818	648	5448			
218	Новоросийск	-24	-13	-2	4,4	6,7	134		-	15	74	115	281	423	644	863	863	866	865	800	502	5448			
219	Новосибирск	-50	-39	-24	-9,1	5,7	227		-	-	-	7	26	108	323	530	530	845	1144	1166	483	4632			
220	Новый Оскол	-37	-24	-12	-2,6	4,9	193		-	-	-	-	-	766	914	985	985	842	929	1204	346	7248			
221	Новый Порт, Тюменской обл.	-56	-43	-32	-11,8	7,3	302		-	2	65	242	396	556	766	914	985	842	929	1204	346	7248			

222.	Норильск	-56	-46	-34	-14,3	-	300	10	88	232	346	493	669	820	899	763	596	708	906	670	7200
223.	Нукус, УзССР	-32	-19	-10	1,4	4,2	158	-	-	-	-	-	6	77	207	390	596	980	1021	515	3792
224	Овесса	-29	-18	-6	1,0	8,5	165	-	-	-	-	-	-	5	22	134	399	975	1781	644	3960
225	Озник, Саратов- ской обл.	-42	-30	-18	5,8	-	202	-	-	-	3	19	84	216	395	591	860	1136	1012	532	4848
226.	Оймякон	-71	-60	-56	-25,8	1,6	275	840	600	602	584	492	423	356	358	344	430	510	607	454	6600
227.	Олонец, Карель- ской обл.	-54	-29	-14	3,4	6,5	238	-	-	-	-	4	36	130	311	604	1004	1386	1444	793	5712
228.	Омск	-49	-37	-23	9,5	5,1	220	-	1	10	48	128	304	472	704	799	802	718	746	548	5280
229.	Онега, Архангель- ской обл.	-46	-31	-20	4,2	4,6	248	-	-	-	4	21	54	130	303	516	914	1684	1623	703	5952
230.	Орджоникидзе	-34	-18	-5	0,4	3,0	175	-	-	-	-	-	-	6	50	180	415	1198	1624	727	4200
231.	Оренбург	-42	-31	-20	8,1	5,5	201	-	-	-	5	30	130	329	552	741	818	949	749	521	4824
232.	Орел	-39	-26	-13	3,3	6,5	207	-	-	-	-	6	17	91	264	489	862	1281	1493	465	4968
233.	Орск, Оренбург- ской обл.	-44	-29	-21	7,9	5,0	204	-	-	-	3	25	169	406	506	734	719	809	906	519	4895
234.	Орша	-39	-26	-12	1,7	5,1	204	-	-	-	-	4	15	51	159	397	699	1381	1551	639	4896
235.	Охотск, Хабаров- ской обл.	-45	-33	-26	10,0	-	278	-	-	1	29	249	671	849	819	735	664	999	1106	550	6672
236.	Ош *	-26	-13	-7	0,7	1,8	146	-	-	-	-	-	-	1	18	106	380	888	1279	760	3432
237.	Павлодар	-47	-37	-23	9,0	6,7	209	-	1	6	22	81	277	547	687	779	779	821	536	479	5016
238.	Паневежис	-37	-22	-9	0,7	4,7	199	-	-	-	-	-	3	19	107	280	648	1274	1615	830	4776
239.	Пенза	-43	-29	-17	5,1	5,6	206	-	-	-	2	10	43	173	310	733	948	1104	825	796	4944
240.	Первомайск, Нико- лаевской обл.	-34	-20	-8	0,4	5,0	175	-	-	-	-	-	-	7	56	235	479	1093	1574	756	4200
241.	Пермь	-45	-35	-20	6,4	5,2	226	-	-	1	17	68	141	293	571	813	981	959	1011	568	5424
242.	Петрозаводск *	-40	-29	-15	3,3	5,9	242	-	-	-	-	4	36	130	310	602	1000	1380	1436	790	5688
243.	Петропавловск, Ка- захской ССР	-53	-36	-24	9,0	6,9	221	-	-	3	19	79	218	437	607	744	755	734	651	1057	5304
244.	Петропавловск- Камчатский	-34	-20	-10	2,9	9,0	259	-	-	-	-	-	1	46	128	750	1294	1969	1580	548	6216
245.	Печора, Коми АССР	-54	-43	-27	8,0	5,6	267	-	1	22	97	173	310	469	657	836	930	1140	1196	578	6408
246.	Пинск, Брестской обл.	-39	-26	-11	3,2	6,5	209	-	-	-	-	4	15	52	163	407	716	1416	1589	654	5016
247.	Полоцк, Витебской обл.	-39	-26	-11	1,2	6,5	209	-	-	-	-	4	15	52	163	407	716	1416	1589	654	5016

Продолжение табл. 1.3

№ п.п.	Наименование населенных пунктов	Температура отопительного периода, °С				Средняя	Скорость ветра в января, м/с	Продолжительность отопительного периода, сут.	Повторяемость температур наружного воздуха, ч										Всего часов				
		Абсолютная	расчетная для отапливаемых	расчетная для вентилируемых	средняя				50 и ниже	-49,9+	-44,9+	-39,9+	-34,9+	-29,9+	-24,9+	-19,9+	-14,9+	-9,9+		-4,9+	0+	5+	10+
248.	Полтава	-37	-23	-11	-1,9	5,6	187	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	800	4486
249.	Потр	-11	3	3	7,2	5,1	120	-	-	-	-	5	8	45	161	391	723	1224	1128	1672	2880	1672	2880
250.	Псков	-41	-26	-11	-2,0	4,8	212	-	-	-	-	1	24	84	176	405	775	1319	1638	655	5088	655	5088
251.	Пявдж, Таджикской ССР	-27	-12	-2	3,9	5,1	101	-	-	-	-	-	-	-	11	45	104	482	1096	685	2424	685	2424
252.	Пярну	-35	-22	-9	-0,8	8,6	211	-	-	-	-	-	1	18	114	310	664	1278	1867	792	5064	792	5064
253.	Пятигорск	-33	-18	-8	0,0	6,3	175	-	-	-	-	-	-	4	53	165	584	1332	1263	799	4200	799	4200
254.	Ржев	-47	-28	-14	-3,5	5,1	218	-	-	-	-	14	39	112	354	565	941	1328	1110	769	5232	769	5232
255.	Рага *	-35	-20	-8	0,4	4,5	199	-	-	-	-	-	2	12	77	260	553	1202	1816	997	4920	997	4920
256.	Ровно	-36	-21	-9	-0,5	7,5	191	-	-	-	-	-	3	22	102	307	613	1231	1546	758	4584	758	4584
257.	Россошь, Воронежской обл.	-37	-24	-12	-2,8	4,8	189	-	-	-	-	7	25	107	316	519	827	1120	1142	473	4536	473	4536
258.	Ростов, Ярославской обл.	-46	-30	-15	-4,0	4,5	219	-	-	-	1	22	61	145	311	609	1240	1224	1307	336	5256	336	5256
259.	Ростов-на-Дону	-33	-22	-8	-1,1	6,5	175	-	-	-	-	-	5	36	137	314	637	1169	1200	702	4200	702	4200
260.	Ртищев, Саратовской обл.	-43	-28	-15	-4,9	-	205	-	-	-	-	5	46	171	390	729	861	1180	976	562	4920	562	4920
261.	Рубцовск, Алтайского края	-49	-38	-23	-8,5	7,9	213	-	-	6	44	82	193	374	599	727	862	858	734	633	5112	633	5112
262.	Рудня, Смоленской обл.	-42	-27	-12	-2,7	4,9	214	-	-	-	-	2	21	87	264	573	873	1365	1345	609	5136	609	5136
263.	Рязань, Рязанской обл.	-40	-27	-15	-4,3	5,3	206	-	-	-	1	12	46	126	343	620	897	1159	1196	544	4944	544	4944
264.	Рязань	-41	-27	-16	-4,2	7,3	212	-	-	-	1	12	47	130	353	638	923	1193	1231	560	5086	560	5086
265.	Салехард, Тюменской обл.	-54	-42	-29	-11,0	4,6	285	-	7	54	136	281	439	618	750	805	851	995	1214	680	6840	680	6840
266.	Самарканд	-30	-13	-3	-2,8	2,7	132	-	-	-	-	-	-	7	48	128	290	770	1186	739	3168	739	3168

267.	Сальск, Ростовской обл.	-34	-23	-8	-0,6	5,0	170	-	-	-	-	-	5	35	133	305	618	1136	1166	582	4080
268	Саранск	-44	-30	-17	-4,9	6,9	210	-	12	81	235	464	715	880	464	715	880	1096	965	592	5040
269	Сарепул	-45	-34	-19	-6,2	4,1	219	-	3	140	277	508	784	992	508	784	992	1050	873	559	5256
270.	Саратов	-41	-27	-16	-5,0	5,6	198	-	2	36	196	435	661	892	435	661	892	1077	966	437	4752
271.	Свердловск	-43	-35	-20	-6,4	5,0	228	-	10	43	287	566	892	1019	566	892	1019	988	798	729	5472
272.	Севастополь	-22	-11	0	4,4	6,4	137	-	-	-	-	-	6	67	-	6	67	392	1525	1298	3288
273.	Северуральск	-52	-35	-23	-7,2	4,4	250	-	15	270	428	592	742	880	592	742	880	1005	1190	663	6000
274	Семипалатинск *	-49	-38	-22	-8,2	4,3	209	-	6	78	183	568	690	818	568	690	818	813	696	600	4848
275	Серпухов	-44	-26	-14	-3,7	4,3	212	-	3	12	32	245	486	828	245	486	828	1296	1379	682	5088
276.	Симферополь	-29	-15	-4	1,9	6,0	158	-	-	-	3	15	87	341	15	87	341	846	1364	1136	3792
277.	Славгород, Алтайского края	-48	-37	-25	-9,7	6,2	213	-	6	282	558	700	795	795	700	795	795	836	548	487	5112
278.	Смоленск	-41	-26	-13	-2,7	6,8	210	-	8	20	81	245	494	852	245	494	852	1315	1322	703	5040
279	Советск, Кировской обл.	-47	-33	-19	-5,3	7,1	225	-	6	53	110	518	775	1012	518	775	1012	1128	872	678	5400
280.	Солнцямск, Пермской обл.	-48	-36	-21	-6,7	5,0	235	-	1	146	305	594	845	1020	594	845	1020	997	1051	591	5640
281.	Сочи *	-15	-3	2	6,4	6,5	90	-	-	-	-	-	-	7	-	-	7	105	1382	978	2472
282.	Спасск-Дальний	-42	-29	-20	-7,8	3,0	196	-	-	2	85	408	802	828	408	802	828	797	843	939	4704
283.	Среднеколмык	-50	-31	-41	-19,6	2,9	281	-	235	771	658	539	448	437	539	448	437	576	721	541	6744
284	Ставрополь	-36	-19	-7	0,3	7,4	169	-	-	5	12	62	228	532	62	228	532	1222	1135	740	4056
285.	Старая Русса	-42	-27	-12	-2,5	5,4	214	-	-	44	127	320	639	972	320	639	972	1210	956	842	5136
286.	Стерлитамак	-48	-36	-20	-7,1	210	210	-	2	13	60	481	626	874	481	626	874	1080	984	477	5040
287.	Сургут, Тюменской обл.	-55	-40	-28	-9,7	5,3	257	-	58	123	253	575	725	767	575	725	767	896	1095	613	4168
288.	Сухоми	-12	-3	3	7,6	-	122	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	103	1166	1656	2028
289.	Сумы	-36	-24	-12	-2,5	5,9	195	-	-	10	40	130	330	662	130	330	662	1263	1542	702	4680
290.	Сызрань	-44	-29	-18	-5,4	204	204	-	10	101	283	480	587	848	480	587	848	1002	972	612	4896
291.	Сыктывкар	-51	-39	-20	-6,1	5,5	244	-	20	88	166	609	764	849	609	764	849	1040	1092	527	5856
292	Тавла, Свердловской обл.	-48	-37	-22	-7,3	3,6	227	-	3	15	389	538	674	795	538	674	795	912	1979	602	5448
293.	Таганрог	-33	-22	-9	-0,8	5,8	173	-	-	5	36	135	310	630	135	310	630	1156	1186	694	4152
294.	Тайга, Кемеровской обл.	-53	-39	-24	-8,6	6,6	241	-	3	148	274	682	899	889	682	899	889	889	871	608	5784
295	Тайшет, Иркутской обл.	-53	-40	-25	-8,5	6,4	244	-	21	139	240	672	725	681	672	725	681	769	921	756	5856

Продолжение табл. 1.3

№ п.п.	Наименование населенных пунктов	Температура воздуха в гольном периоде, °С				Средняя	Скорость ветра в м/сек	Преобладающая сила в гольном периоде, шт	Плотность температур в гольном воздухе, °С										Всего часов		
		3	4	5	6				Рассчетная для оттаивания	Рассчетная для ветвления	10	11	12	13	14	15	16	17		18	19
296	Талдан, Амурской обл.	-49	-35	-29	-12,5	4,0	241	-49,9 + -45	19	142	328	469	589	648	672	484	505	658	832	482	5784
297	Талды-Курган	-43	-30	-16	4,4	—	176	-44,9 + -40	—	—	—	2	10	53	249	350	676	1038	987	859	4224
298	Талды	-32	-22	-9	0,6	7,7	221	-49,9 + -25	—	—	—	—	1	18	120	325	595	1338	1977	830	5364
298	Тамбов	-39	-28	-15	4,2	4,7	202	-34,9 + -30	—	—	7	44	44	141	358	622	879	1174	1127	495	4848
300	Тарту	-35	-24	-10	1,5	6,6	214	-39,9 + -35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
301	Татарск, Поволжской обл.	-47	-39	-25	5,3	4,8	226	-44,9 + -40	1	10	50	131	313	483	720	820	722	738	1914	803	5136
302	Ташауз, Туркменской ССР	-33	-17	-8	-0,1	3,9	150	-49,9 + -45	—	—	—	—	6	73	197	370	566	930	969	489	3600
303	Ташкент	-30	-15	-6	2,4	2,1	130	-44,9 + -40	—	—	—	—	—	7	48	125	285	759	1167	728	3120
304	Тбилиси	-23	-8	0	4,2	3,9	152	-34,9 + -30	—	—	—	—	—	—	—	10	73	552	1649	1364	3648
305	Темрюк	-29	-18	-4	1,9	6,6	155	-29,9 + -25	—	—	—	—	—	2	10	78	288	878	1418	1046	3720
306	Термез, УзССР	-25	-9	-2	4,2	4,0	90	-19,9 + -15	—	—	—	—	—	—	2	21	97	292	793	955	2160
307	Тернополь	-34	-21	-9	0,5	5,1	190	-44,9 + -40	—	—	—	1	10	39	126	322	644	1231	1502	685	4560
308	Тикси (бухта)	-54	-44	-35	-13,4	—	365	-34,9 + -30	7	184	532	788	1009	1036	793	595	609	829	1360	1018	8760
309	Тирасполь	-30	-15	-7	0,7	4,4	163	-44,9 + -40	—	—	—	—	—	2	42	178	375	918	1764	633	3912
310	Тихвин	-51	-29	-14	3,1	5,5	227	-44,9 + -40	—	—	—	1	12	70	218	476	908	1337	1512	854	5448
311	Тихорецк	-34	-22	-7	0,2	6,8	162	-44,9 + -40	—	—	—	—	5	33	127	291	590	1082	1110	650	3888
312	Тобольск	-46	-39	-22	8,4	6,3	229	-44,9 + -40	—	6	36	112	210	425	662	833	907	906	830	569	5496
313	Тольятти	-45	-29	-17	5,4	—	203	-34,9 + -30	—	—	1	10	191	280	478	584	844	997	968	609	4872
314	Томск	-55	-40	-25	8,8	5,6	234	-44,9 + -40	3	14	64	144	267	428	661	873	862	864	846	590	5616
315	Тотьма, Вологодской обл.	-49	-32	-17	4,8	4,5	233	-44,9 + -40	—	—	1	12	47	90	408	607	1007	1242	1221	656	5592
316	Троицы, Челябинской обл.	-46	-35	-22	7,9	—	214	-44,9 + -40	—	—	7	31	122	341	568	807	934	885	852	589	5136
317	Троицко-Печорск	-53	-41	-25	7,4	4,8	254	-44,9 + -40	1	21	92	173	294	445	625	795	884	1083	1135	548	6096



318.	Туансе	-19	7	2	5,8	9,7	113	--	--	--	--	--	8	46	269	1020	1369	2712
319.	Тула	-40	-27	-14	-3,8	4,9	207	--	2	7	14	45	135	1955	1034	943	568	4968
320.	Туруханск, Красно-ирского края	-61	-50	-33	-13,1	5,7	280	41	188	301	623	548	819	754	781	889	171	6720
321.	Тюмень	-50	-37	-21	-7,5	3,9	220	--	5	19	90	170	580	910	860	908	537	5280
322.	Углич, Ярославской обл.	-47	-30	-15	-4,0	4,6	218	--	--	1	22	61	310	1234	1218	1302	334	5232
323.	Ужгород	-28	-18	-6	-1,6	3,6	162	--	--	--	--	2	18	404	919	1484	1006	3888
324.	Улан-Удэ	-51	-37	-28	-10,6	2,8	235	--	14	71	258	515	756	549	671	876	544	5640
325.	Ульяновск	-48	-31	-18	-3,7	--	213	--	--	--	12	82	470	893	1114	978	600	5112
326.	Уральск	-43	-31	-18	-5,5	6,6	199	--	2	14	82	262	707	822	952	852	595	4775
327.	Ургенч, УзССР	-32	-18	-8	-0,1	4,6	152	--	--	--	6	74	190	573	942	983	495	3648
328.	Уссурийск	-46	-31	-21	-8,3	3,4	198	--	--	--	2	86	413	837	805	850	949	4752
329.	Ижевск	-46	-34	-19	-6,3	4,8	223	--	3	12	59	142	517	1011	1069	889	569	5352
330.	Усть-Каменигорск *	-49	-39	-18	-7,8	5,7	204	--	3	31	74	166	481	955	943	865	489	5086
331.	Усть-Кут, Иркутской обл.	-52	-46	-32	-11,4	2,9	254	21	125	245	343	465	496	508	706	989	587	6096
332.	Усть-Лабинск	-31	-20	-6	-1,2	4,2	155	--	--	--	--	1	15	327	876	1530	795	3720
333.	Усть-Оленск	-34	-47	-38	-14,4	--	340	--	6	171	496	940	739	567	772	1267	948	8160
334.	Уфа *	-42	-35	-19	-6,6	5,5	214	--	--	5	33	116	529	948	961	799	538	5064
335.	Ухта, Коми АССР	-53	-40	-26	-7,0	4,8	258	--	1	22	93	170	634	897	1100	1154	557	5192
336.	Федосия	-25	-15	-2	-2,9	6,0	144	--	--	--	--	2	12	236	689	1367	1097	3456
337.	Фергана	-28	-15	-7	-1,3	1,4	134	--	--	--	--	7	28	349	847	1196	662	3216
338.	Фрунзе	-38	-23	-9	-0,9	1,9	157	--	--	1	10	29	107	549	977	1120	667	3768
339.	Хабаровск	-43	-31	-23	-10,1	5,9	205	--	--	2	47	275	600	596	561	583	760	4320
340.	Ханты-Мансийск	-50	-41	-24	-8,2	6,9	248	--	7	56	118	244	653	740	865	1056	593	5952
341.	Харьков	-36	-23	-11	-2,1	5,0	189	--	--	--	10	46	189	754	1179	1255	692	4536
342.	Херсон	-32	-19	-7	-0,6	6,2	167	--	--	--	--	7	36	433	885	1555	929	4008
343.	Хибины	-44	-30	-19	-4,9	5,4	271	--	2	7	31	118	439	1220	1558	1528	595	6504
344.	Холмогоры	-46	-32	-21	-5,1	5,5	251	--	2	25	53	131	430	1102	1267	1432	653	6024
345.	Херог	-32	-17	-8	-3,1	3,0	162	--	--	--	--	--	17	167	773	1756	1102	3888
346.	Целиноград	-52	-35	-22	-8,7	7,7	215	--	1	6	22	83	707	801	845	553	493	5160
347.	Царажюу	-24	-13	-2	-3,2	5,6	119	--	--	--	--	--	13	211	566	1090	913	2856
348.	Чебоксары	-44	-32	-16	-3,4	--	217	--	--	19	74	190	417	698	1142	1034	684	5208
349.	Чежбинск *	-45	-34	-21	-7,3	4,5	218	--	7	31	123	345	573	814	893	850	556	5184
350.	Черемхово, Иркутской обл.	-48	-38	-22	-8,9	4,1	241	--	7	50	114	283	856	704	724	991	796	5784



## 1.3. СВОЙСТВА ВОДЫ, ВОДЯНОГО ПАРА И ВОЗДУХА

Основные термодинамические и физические свойства воды, водяного пара и воздуха, составленные по справочным данным, приведенным в табл. 1.4—1.6.

Таблица 1.4. ПЛОТНОСТЬ ВОДЫ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Температура, °С	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Температура, °С	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Температура, °С	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Температура, °С	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Температура, °С	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Температура, °С	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
10	999,59	48	998,96	62	982,2	76	974,29	90	965,34	120	945,13
15	999,00	49	998,52	63	981,67	77	973,68	91	964,67	125	945,13
20	998,23	50	988,07	64	981,13	78	973,07	92	963,99	130	934,84
25	997,00	51	987,62	65	980,59	79	972,45	93	963,3	135	930,49
30	995,67	52	987,15	66	980,05	80	971,83	94	962,61	140	926,1
35	993,94	53	986,69	67	979,5	81	971,21	95	961,92	145	921,57
40	992,24	54	986,21	68	978,94	82	970,57	96	961,22	150	916,93
41	991,86	55	985,73	69	978,38	83	969,94	97	960,51	155	912,24
42	991,47	56	985,25	70	977,81	84	969,3	98	959,81	160	907,4
43	991,07	57	984,75	71	977,23	85	968,65	99	959,09	165	902,44
44	990,66	58	984,25	72	976,61	86	968,00	100	958,38	170	897,34
45	990,25	59	983,75	73	976,07	87	967,34	105	954,75	175	892,22
46	989,82	60	983,24	74	975,48	88	966,68	110	951,98	180	886,91
47	989,4	61	982,73	75	974,84	89	966,01	115	947,15		

Таблица 1.5. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАСЫЩЕННОГО ВОДЯНОГО ПАРА ПРИ РАЗЛИЧНОМ ДАВЛЕНИИ

Давление p, кгс/см <sup>2</sup> , (МПа) (абсолютное)	Температура насыщения, °С	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Энтальпия (теплосодержание), ккал/кг (кДж/кг)	Давление p, кгс/см <sup>2</sup> , (МПа) (абсолютное)	Температура насыщения, °С	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Энтальпия (теплосодержание), ккал/кг (кДж/кг)
1 (0,098)	99,1	0,5797	638,8(2674,6)	4,5 (0,441)	147,2	2,373	655,2(2743,3)
1,1 (0,108)	101,8	0,6337	639,8(2678,8)	5 (0,49)	151,1	2,62	656,3(2747,9)
1,2 (0,118)	104,2	0,6873	640,7(2682,6)	6 (0,588)	158,1	3,111	658,3(2756,3)
1,3 (0,124)	106,6	0,7407	641,6(2686,4)	7 (0,686)	164,2	3,6	659,9(2763)
1,4 (0,137)	108,7	0,7943	642,3(2689,3)	8 (0,784)	169,6	4,085	661,2(2768,4)
1,5 (0,147)	111	0,8467	643,1(2692,7)	9 (0,882)	174,5	4,568	662,3(2773)
1,6 (0,157)	112,7	0,9001	643,8(2695,6)	10 (0,98)	179	5,051	663,3(2777,2)
1,8 (0,176)	116,3	1,0046	645,1(2701)	12 (1,176)	187,1	6,013	664,9(2783,9)
2 (0,196)	119,6	1,09	646,3(2706,1)	14 (1,372)	194,4	6,974	666,2(2789,4)
2,2 (0,216)	122,6	1,212	647,3(2710,2)	16 (1,568)	200,4	7,83	667,1(2793,1)
2,4 (0,235)	125,5	1,315	648,3(2714,4)	18 (1,764)	206,1	8,889	667,8(2796,1)
2,6 (0,255)	128,1	1,417	649,2(2718,2)	20 (1,96)	211,4	9,852	668,5(2799)
2,8 (0,274)	130,5	1,52	650,7(2721,5)	25 (2,45)	222,9	12,27	669,3(2802,4)
3 (0,294)	132,9	1,621	650,7(2724,5)	27 (2,646)	227	13,24	669,4(2802,8)
3,2 (0,314)	135,1	1,722	651,4(2727,4)	29 (2,842)	230,9	14,22	669,5(2803,2)
3,4 (0,333)	137,2	1,823	652,1(2730,3)	30 (2,94)	232,8	14,93	669,6(2803,6)
3,6 (0,353)	139,4	1,923	652,8(2733,3)	32 (3,235)	236,4	15,7	669,6(2803,6)
3,8 (0,372)	141,1	2,024	653,3(2735,4)	36 (3,528)	243,04	17,69	669,4(2802,8)
4 (0,392)	142,9	2,124	653,9(2737,9)	40 (3,92)	249,2	19,7	669 (2801,1)

Таблица 1.6. МАССА 1 м<sup>3</sup> СУХОГО ВОЗДУХА (ПРИ НОРМАЛЬНОМ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ 760 мм рт.ст ИЛИ 0,1 МПа)

Температура воздуха, °С	Масса, кг	Температура воздуха, °С	Масса, кг	Температура воздуха, °С	Масса, кг	Температура воздуха, °С	Масса, кг	Температура воздуха, °С	Масса, кг	Температура воздуха, °С	Масса, кг
-40	1,555	-22	1,405	-4	1,312	14	1,23	33	1,154	52	1,086
-39	1,51	-21	1,4	-3	1,308	15	1,226	34	1,15	53	1,083
-38	1,5	-20	1,396	-2	1,303	16	1,222	35	1,146	54	1,08
-37	1,495	-19	1,394	-1	1,298	17	1,217	36	1,142	55	1,076
-36	1,49	-18	1,386	0	1,293	18	1,213	37	1,139	56	1,073
-35	1,483	-17	1,379	1	1,288	19	1,209	38	1,135	57	1,07
-34	1,476	-16	1,374	2	1,284	20	1,205	39	1,132	58	1,067
-33	1,47	-15	1,368	3	1,279	21	1,201	40	1,128	59	1,063
-32	1,463	-14	1,363	4	1,275	22	1,197	41	1,124	60	1,06
-31	1,458	-13	1,358	5	1,27	23	1,193	42	1,121	61	1,057
-30	1,452	-12	1,353	6	1,265	24	1,189	43	1,117	62	1,054
-29	1,446	-11	1,348	7	1,261	25	1,185	44	1,114	63	1,051
-28	1,44	10	1,342	8	1,256	26	1,181	45	1,11	64	1,048
-27	1,435	-9	1,337	9	1,252	27	1,177	46	1,107	65	1,044
-26	1,43	-8	1,332	10	1,248	28	1,173	47	1,103	66	1,041
-25	1,423	-7	1,327	11	1,243	29	1,169	48	1,1	67	1,038
-24	1,418	-6	1,322	12	1,239	30	1,165	49	1,096	68	1,035
-23	1,411	5	1,317	13	1,235	31	1,161	50	1,093	69	1,032
						32	1,157	51	1,09	70	1,029

#### 1.4. УДЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЙ, РАСЧЕТНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА И ДОПУСТИМЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Отопительные характеристики жилых зданий, расположенных в климатических районах с расчетной наружной температурой для отопления  $t_{н,р} = -30$  °С, приведены в табл. 1.7. Для климатических районов с другой расчетной температурой наружного воздуха к указанным в табл. 1.7 значениям удельных характеристик вводится поправочный коэффициент, приведенный в табл. 1.8. В табл. 1.9 приведены удельные тепловые характеристики, а также теплопотери и кубатура наиболее распространенных типовых жилых зданий. Удельные тепловые характеристики административных, лечебных и

культурно-просветительных зданий, детских учреждений приведены в табл. 1.10, промышленных зданий — в табл. 1.11.

Расчетные температуры воздуха в обслуживаемой зоне общественных зданий приведены в табл. 1.10. Обслуживаемой зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола, а в помещениях, где люди находятся главным образом в сидячем положении (залы, театры, помещения зданий управлений, помещения зданий учебных заведений и т. п.), — высотой до 1,5 м над уровнем пола. Для жилых зданий при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления  $t_{н,р} =$  до  $-30$  °С расчетная температура внутреннего воздуха принимается равной 18 °С, при  $t_{н,р} = -31$  °С и ниже принимается 20 °С.

Допустимые температуры теплоносителя в системах отопления с местными нагревательными приборами, приведенные в табл. 1.12, приняты согласно СНиП 2.04.05—86.

Таблица 1.7. ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Наружный строительный объем зданий $V$ , м <sup>3</sup>	Удельная отопительная характеристика зданий $q_o$ , ккал/(м <sup>3</sup> ·ч·°С) (кДж/(м <sup>3</sup> ·ч·°С))		Наружный строительный объем зданий $V$ , м <sup>3</sup>	Удельная отопительная характеристика зданий $q_o$ , ккал/(м <sup>3</sup> ·ч·°С) (кДж/(м <sup>3</sup> ·ч·°С))	
	постройки до 1958 г.	постройки после 1958 г.		постройки до 1958 г.	постройки после 1958 г.
100	0,74(3,1)	0,92(3,85)	4000	0,40(1,67)	0,47(1,97)
200	0,66(2,76)	0,82(3,43)	4500	0,39(1,63)	0,46(2,93)
300	0,62(2,6)	0,78(3,27)	5000	0,38(1,59)	0,45(1,88)
400	0,60(2,51)	0,74(3,1)	6000	0,37(1,55)	0,43(1,8)
500	0,58(2,43)	0,71(2,97)	7000	0,36(1,51)	0,42(1,76)
600	0,56(2,34)	0,69(2,89)	8000	0,35(1,46)	0,41(1,72)
700	0,54(2,26)	0,68(2,85)	9000	0,34(1,42)	0,40(1,67)
800	0,53(2,22)	0,67(2,8)	10000	0,33(1,38)	0,39(1,63)
900	0,52(2,18)	0,66(2,76)	11000	0,32(1,34)	0,38(1,59)
1000	0,51(2,14)	0,65(2,72)	12000	0,31(1,3)	0,38(1,59)
1100	0,50(2,09)	0,62(2,6)	13000	0,30(1,26)	0,37(1,55)
1200	0,49(2,05)	0,60(2,51)	14000	0,30(1,26)	0,37(1,55)
1300	0,48(2,01)	0,59(2,47)	15000	0,29(1,21)	0,37(1,55)
1400	0,47(1,97)	0,58(2,43)	20000	0,28(1,17)	0,37(1,55)
1500	0,47(1,97)	0,57(2,39)	25000	0,28(1,17)	0,37(1,55)
1700	0,46(1,93)	0,55(2,3)	30000	0,28(1,17)	0,36(1,51)
2000	0,45(1,88)	0,53(2,22)	35000	0,28(1,17)	0,35(1,46)
2500	0,44(1,84)	0,52(2,18)	40000	0,27(1,13)	0,35(1,46)
3000	0,43(1,8)	0,50(2,09)	45000	0,27(1,13)	0,34(1,42)
3500	0,42(1,76)	0,48(2,01)	50000	0,26(1,09)	0,34(1,42)

Таблица 1.8. ПОПРАВочный коэффициент для жилых зданий

Расчетная температура наружного воздуха $t_{вн}$ , °С	$\alpha$	Расчетная температура наружного воздуха $t_{вн}$ , °С	$\alpha$	Расчетная температура наружного воздуха $t_{вн}$ , °С	$\alpha$	Расчетная температура наружного воздуха $t_{вн}$ , °С	$\alpha$
0	2,05	-15	1,29	-30	1,00	-45	0,85
-5	1,67	-20	1,17	-35	0,95	-50	0,82
-10	1,45	-25	1,08	-40	0,90	-55	0,80

Таблица 1.9. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ СОВРЕМЕННЫХ ТИПОВЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Тип дома	Расчетная наружная температура $t_{вн}$ , °С	Теплопотери $Q$ , ккал/ч (кДж/ч)	Кубатура здания $V$ , м <sup>3</sup>	Удельная тепловая характеристика здания $q_o$ , ккал/(м <sup>3</sup> ·ч·°С) (кДж/(м <sup>3</sup> ·ч·°С))
П43/16	-26	442 600 (1853 166)	24 951	0,403(1,69)
П42/16	26	495 560 (2 074 910)	28 676	0,393(1,64)
П30-6/12	26	286 440 (1 199 324)	22 423	0,290(1,21)
П30-5/12	-26	427 130 (1 788 393)	33 616	0,289(1,21)
П30-4/12	26	281 360 (1 178 138)	22 373	0,286(1,2)
П30-3/12	26	422 070 (1 767 207)	33 552	0,286(1,2)

Продолжение табл. 1.9

Тип дома	Расчетная наружная температура $T_{нр}$ , °С	Теплопотери $Q$ , ккал/ч (кДж/ч)	Кубатура здания $V$ , м <sup>3</sup>	Удельная тепловая характеристика здания $q_0$ , ккал/(м <sup>3</sup> ·ч·°С) (кДж/(м <sup>3</sup> ·ч·°С))
П30-1/12	-26	286 440 (1 199 324)	22 426	0,290(1,21)
И 700А	25	787 520 (3 297 346)	49 665	0,369(1,54)
П46-2/12в	-26	129 500 (542 216)	18 373	0,160(0,67)
П55-4/12	-25	164 000 (686 668)	8 422	0,453(1,9)
П55-2/12	25	227 000 (950 449)	12 279	0,430(1,8)
П44-1/16	-25	200 100 (837 819)	14 600	0,319(1,34)
П44-4/16	-26	258 000 (1 080 246)	15 820	0,379(1,59)
П3/16	26	415 760 (1 740 787)	33 710	0,280(1,17)
П31/12	-26	608 290 (2 546 910)	45 430	0,304(1,27)
П47/12	-26	482 000 (2 018 134)	36 571	0,300(1,26)
П-68-01/16Ю-2/78	-25	338 000 (1 415 206)	22 828	0,344(1,44)

Таблица 1.10. УДЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АДМИНИСТРАТИВНЫХ, ЛЕЧЕБНЫХ И КУЛЬТУРНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И ЗДАНИЙ ДЕТСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Наименование зданий	Объем зданий $V$ , тыс. м <sup>3</sup>	Удельные тепловые характеристики, ккал/(м <sup>3</sup> ·ч·°С) (кДж/(м <sup>3</sup> ·ч·°С))		Расчетная внутренняя температура (усредненная) $T_{вн}$ , °С
		для отопления $q_0$	для вентиляции $q_v$	
Административные здания, главные конторы	До 5	0,43(1,8)	0,09(0,38)	18
	До 10	0,38(1,59)	0,08(0,33)	
	До 15	0,35(1,46)	0,07(0,29)	
	Более 15	0,32(1,34)	0,18(0,75)	
Клубы	До 5	0,37(1,55)	0,25(1,05)	16
	До 10	0,33(1,38)	0,23(0,96)	
	Более 10	0,30(1,26)	0,20(0,84)	
Кинотеатры	До 5	0,36(1,51)	0,43(1,8)	14
	До 10	0,32(1,34)	0,39(1,63)	
	Более 10	0,30(1,26)	0,38(1,59)	
Театры	До 10	0,29(1,21)	0,41(1,72)	15
	До 15	0,27(1,13)	0,40(1,67)	
	До 20	0,22(0,92)	0,38(1,59)	
	До 30	0,20(0,84)	0,36(1,51)	
	Более 30	0,18(0,75)	0,31(1,3)	
Универмаги	До 5	0,38(1,59)	—	15
	До 10	0,33(1,38)	0,08(0,33)	
	Более 10	0,31(1,3)	0,27(1,13)	

Продолжение табл. 1.10

Наименование зданий	Объем зданий $V$ , тыс. $m^3$	Удельные тепловые характеристики, ккал/( $m^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$ ) (кДж/( $m^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$ ))		Расчетная внутренняя температура (усредненная) $t_{вн}$ , $^\circ\text{C}$
		для отопления $q_1$	для вентиляции $q_2$	
Детские ясли и сады	До 5	0,38 (1,59)	0,11 (0,46)	20
	Более 5	0,34 (1,42)	0,10 (0,42)	
Школы и высшие учебные заведения	До 5	0,39 (1,63)	0,09 (0,38)	16
	До 10	0,35 (1,46)	0,08 (0,33)	
	Более 10	0,33 (1,38)	0,07 (0,29)	
Больницы	До 5	0,40 (1,67)	0,29 (1,21)	20
	До 10	0,36 (1,51)	0,28 (1,17)	
	До 15	0,32 (1,34)	0,26 (1,09)	
	Более 15	0,30 (1,26)	0,25 (1,05)	
Бани	До 5	0,28	1,0 (4,19)	25
	До 10	0,25 (1,05)	0,95 (3,98)	
	Более 10	0,23 (0,96)	0,90 (3,77)	
Прачечные	До 5	0,38 (1,59)	0,80 (3,35)	15
	До 10	0,33 (1,38)	0,78 (3,27)	
	Более 10	0,31 (1,3)	0,75 (3,14)	
Предприятия общественного питания, столовые, фабрики-кухни	До 5	0,35 (1,46)	0,70 (2,93)	16
	До 10	0,33 (1,38)	0,65 (2,72)	
	Более 10	0,30 (1,26)	0,60 (2,51)	
Лаборатории	До 5	0,37 (1,55)	1,00 (4,29)	16
	До 10	0,35 (1,46)	0,95 (3,98)	
	Более 10	0,33 (1,38)	0,90 (3,77)	
Пожарное депо	До 2	0,48 (2,01)	0,14 (0,59)	15
	До 5	0,46 (1,93)	0,09 (0,38)	
	Более 5	0,45 (1,88)	0,09 (0,38)	
Гаражи	До 2	0,70 (2,93)	-	10
	До 3	0,60 (2,51)	-	
	До 5	0,55 (2,3)	0,7 (2,93)	
	Более 5	0,50 (2,09)	0,65 (2,72)	

Таблица 1.11. УДЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Наименование зданий	Объем зданий $V$ , тыс. $m^3$	Удельные тепловые характеристики, ккал/( $m^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$ ) (кДж/( $m^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$ ))	
		для отопления $q_1$	для вентиляции $q_2$
Чугуностейные цехи	10—15	0,3—0,25 (1,26—1,06)	1,1—1,0 (4,61—4,19)
	50—100	0,25—0,22 (1,05—0,92)	1,0—0,9 (4,19—3,76)
	100—150	0,22—0,18 (,92—0,75)	0,9—0,8 (3,76—3,35)
Меднолитейные цехи	5—10	0,4—0,35 (1,67—1,46)	2,5—2,0 (10,47—8,37)

Продолжение табл. 1.11

Наименование цехов	Объем зданий V, тыс. м <sup>3</sup>	Удельные тепловые характеристики, ккал/(м <sup>3</sup> ·ч·°С) (кДж/(м <sup>3</sup> ·ч·°С))	
		для отопления $q_{от}$	для вентиляции $q_{в}$
Термические цехи	10-20	0,35—0,25 (1,46—1,05)	2,0—1,5 (8,37—6,28)
	20—30	0,25—0,2 (1,05—0,84)	1,5—1,2 (6,28—5,02)
	до 10	0,4—0,3 (1,67—1,26)	1,3—1,2 (5,44—5,02)
	10—30	0,3—0,25 (1,26—1,05)	1,2—1,0 (5,02—4,19)
	30—75	0,25—0,2 (1,05—0,84)	1,0—0,6 (4,19—2,51)
Кузнечные цехи	До 10	0,4—0,3 (1,67—1,26)	0,7—0,6 (2,93—2,51)
	10—50	0,3—0,25 (1,26—1,05)	0,6—0,5 (2,51—2,09)
	50—100	0,25—0,15 (1,05—0,63)	0,5—0,3 (2,09—1,26)
Механосборочные, механические и слесарные отделения инструментальных цехов	5—10	0,55—0,45 (2,30—1,88)	0,4—0,25 (1,67—1,05)
	10—15	0,45—0,4 (1,88—1,67)	0,25—0,15 (1,05—0,63)
	50—100	0,4—0,38 (1,67—1,59)	0,15—0,12 (0,63—0,5)
	100—200	0,38—0,35 (1,59—1,46)	0,12—0,08 (0,5—0,33)
Деревообделочные цехи	До 5	0,6—0,55 (2,51—2,30)	0,6—0,5 (2,51—2,09)
	5—10	0,55—0,45 (2,30—1,88)	0,5—0,45 (2,09—1,88)
	10—50	0,45—0,4 (1,88—1,67)	0,45—0,4 (1,88—1,67)
Цехи металлических конструкций	50—100	0,38—0,35 (1,59—1,46)	0,53—0,45 (2,22—1,88)
	100—150	0,35—0,3 (1,46—1,26)	0,45—0,35 (1,88—1,46)
Цехи покрытий (гальванических и др.)	До 2	0,66—0,6 (2,72—2,51)	5—4 (20,9—16,7)
	2—5	0,60—0,55 (2,51—2,3)	4—3 (16,7—12,6)
	5—10	0,55—0,45 (2,3—1,88)	3—2 (12,6—8,4)
Ремонтные цехи	5—10	0,60—0,50 (2,51—2,09)	0,2—0,15 (0,84—0,63)
	10—20	0,50—0,45 (2,09—1,88)	0,15—0,1 (0,63—0,42)
Паровозное депо	До 5	0,70—0,65 (2,93—2,72)	0,4—0,3 (1,67—1,26)
	5—10	0,65—0,60 (2,72—2,51)	0,3—0,25 (1,26—1,05)
	100—250	0,25—0,15 (1,05—0,63)	0,6—0,5 (2,51—2,09)
Котельные цехи	2—5	0,1—0,042 (0,42—0,176)	0,3—0,5 (1,26—1,67)
	5—10	0,1—0,042 (0,42—0,176)	0,3—0,5 (1,26—1,67)
	10—20	0,08—0,033 (0,33—0,132)	0,2—0,4 (0,84—1,67)



Продолжение табл. 1.11

Наименование зданий	Объем зданий $V$ , тыс. м <sup>3</sup>	Удельные тепловые характеристики, квал/(м <sup>3</sup> ·ч·°С) (кДж/(м <sup>3</sup> ·ч·°С))	
		для отопления $q_o$	для вентиляции $q_v$
Мастерские и цехи ФЗУ	5-10	0,5 (2,09)	0,5 (2,09)
	10-15	0,4 (1,67)	0,3 (1,26)
	15-20	0,35 (1,46)	0,25 (1,05)
	20-30	0,3 (1,26)	0,2 (0,84)
Насосные	До 0,5	1,05 (4,4)	—
	0,5-1	1,00 (4,19)	—
	1-2	0,6 (2,51)	—
	2-3	0,5 (2,09)	—
Компрессорные	До 0,5	0,7 (2,93)	—
	0,5-1	0,7-0,6 (2,93-2,51)	—
	1-2	0,6-0,45 (2,51-1,88)	—
	2-5	0,45-0,4 (1,88-1,67)	—
	5-10	(1,67-1,46)	—
	10-15	0,1 (0,42)	1,8 (7,5)
Газогенераторные Регенерация масел	2-3	0,75-0,6 (3,14-2,51)	0,6-0,5 (2,51-2,09)
	До 1	0,85-0,75 (3,56-3,14)	—
Склады химикатов, красок и т. п.	1-2	0,75-0,65 (3,14-2,72)	—
	2-5	0,65-0,58 (2,72-2,43)	0,6-0,45 (2,51-1,88)
	5-10	0,8-0,7 (3,35-2,93)	—
Склады моделей и главные магазины	2-5	0,7-0,6 (2,93-2,51)	—
	5-10	0,6-0,45 (2,51-1,88)	—
	10-15	0,60-0,45 (2,51-1,88)	—
Бытовые и административно-вспомогательные помещения	1-2	0,45-0,4 (1,88-1,67)	—
	2-5	0,40-0,33 (1,67-1,38)	0,14-0,12 (0,59-0,5)
	5-10	0,33-0,30 (1,38-1,26)	0,12-0,11 (0,5-0,46)
	10-20	0,30-0,25 (1,26-1,05)	0,11-0,10 (0,46-0,42)
	До 0,5	1,3-1,2 (5,14-5,02)	—
	0,5-2	1,2-0,7 (5,02-2,93)	—
Кладовые и помещения ВОХР	2-5	0,70-0,55 (2,93-2,3)	0,15-0,10 (0,62-0,42)
	5-10	0,38-0,33 (1,59-1,38)	—
	10-15	0,33-0,31 (1,38-1,3)	—

**Таблица 1.12. ПРЕДЕЛЬНАЯ ДОПУСТИМАЯ ТЕМПЕРАТУРА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ С МЕСТНЫМИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ**

Здания и помещения	Нагревательные приборы	Температура теплоносителя, °С
Жилые дома, общежития, гостиницы, дома отдыха, санатории, пансионаты, школы и другие учебные заведения, здания управлений, научных и проектных учреждений и других подобных зданий, поликлиники, психиатрические больницы, амбулатории, здравпункты, здания других лечебно-профилактических учреждений, аптеки, пионерские лагеря, предприятия бытового обслуживания населения, бани, музеи, выставки, книгохранилища, читальные залы, архивы, библиотеки, помещения пунктов питания, управлений и других помещений, размещаемых во вспомогательных зданиях промышленных предприятий	Радиаторы, конвекторы, панели	95*
Детские ясли-сады	То же	95
Больницы (кроме психиатрических) и родильные дома	Радиаторы, панели	85
Зрелищные предприятия (театры, кинотеатры, клубы, зрелищные залы)	Радиаторы, конвекторы, гладкие трубы	110
Спортивные залы	Радиаторы, конвекторы, гладкие трубы	115
Плавательные бассейны, крытые стадионы и другие отапливаемые спортивные сооружения (кроме спортивных залов), рестораны, столовые, кафе, буфеты, магазины, закулочные	Радиаторы, конвекторы, гладкие трубы	150
Прачечные, душевые павильоны	Радиаторы, гладкие трубы, панели	150
Железнодорожные вокзалы, аэропорты	Радиаторы, конвекторы	150
Производственные помещения с повышенными требованиями к чистоте воздуха	Радиаторы, конвекторы, панели	150
Помещения, технологический процесс в которых не сопровождается выделением пыли, в том числе и сельскохозяйственные производства	Радиаторы, конвекторы, ребристые трубы, панели	150
Производственные здания и помещения различного назначения со значительными влаговыведениями	Радиаторы, ребристые трубы	150
Производственные помещения, технологический процесс в которых связан с выделением невзрывоопасной и негорючей неорганической пыли, негорючих и не поддерживающих горение газов и пыли	Радиаторы, панели	150
невзрывоопасной, органической, взвешиваемой, неядовитой пыли	То же	130

\* Температура теплоносителя для однотрубных систем отопления должна приниматься такой, чтобы на поверхности труб стояков и подводок к нагревательным приборам температура была не более 105 °С.

### 1.5. НОРМЫ РАСХОДА ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

Нормы расхода воды при  $t_r = 55^\circ\text{C}$  в сутки наибольшего водопотребления принимать по табл. 1.13, составленной согласно СНиП 2.04.02 84.

При определении расхода горячей воды жилыми зданиями учитывают коэффициент часовой неравномерности, который выбирают по табл. 1.14. Коэффициент суточной неравномерности для жилых зданий в среднем принимают равным 1.16.

Таблица 1.13. НОРМЫ РАСХОДА ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

Потребители	Единица измерения	Нормы расхода горячей воды в сутки наибольшего водопотребления
1. Жилые дома квартирного типа, оборудованные:		
а) умывальниками, мойками и душами	1 житель	100
б) сидячими ваннами и душами	то же	110
в) ваннами длиной 1500—1700 мм и душами	»	120
2. Жилые дома квартирного типа при высоте зданий более 12 этажей и повышенных требованиях к их благоустройству	»	130
3. Общежития с общими душевыми	»	60
4. Общежития с общими душевыми, столовыми и прачечными	»	80
5. Гостиницы, мотели, пансионаты с общими ваннами и душами	»	70
6. Гостиницы с ваннами в отдельных номерах:		
а) до 25% общего числа номеров	»	100
б) до 75% общего числа номеров	»	160
в) во всех номерах	»	200
7. Гостиницы с душами во всех отдельных номерах	»	140
8. Больницы, санатории общего типа, дома отдыха (с общими ваннами и душами)	1 койка	180
9. Санатории, дома отдыха с ваннами при всех жилых комнатах	то же	200
10. Поликлиники, амбулатории	1 больной	6
11. Прачечные:		
немеханизированные	1 кг сухого белья	15
механизированные	то же	25
уборка помещений	1 м <sup>2</sup>	3
12. Здания и помещения учреждений управления и управлений предприятий	1 работающий	7
13. Учебные заведения, общеобразовательные школы и душевые при гимнастических залах	1 учащийся и преподаватель в смену	8
14. Школы-интернаты	1 место	100
15. Детские ясли-сады с дневным пребыванием детей	1 ребенок	30
16. Детские ясли-сады с круглосуточным пребыванием детей	то же	35
17. Предприятия общественного питания:		
а) приготовление пищи, потребляемой в предприятии	1 блюдо	2
б) приготовление пищи, продаваемой на дом	то же	1,5
18. Продовольственные магазины	1 рабочее место	100
19. Парикмахерские	то же	70
20. Театры	1 место зрителей	5
21. Стадионы, спортивные залы для физкультурников (с учетом приема душа)	1 физкультурник	30
22. Плавательные бассейны (с учетом приема душа)	1 спортсмен	60
23. Бани:		
а) мытье в мыльной с газом на скамьях с обмыванием в душе	1 посетитель	120
б) мытье в мыльной с лианами на скамьях с приемом оздоровительных процедур	то же	190
в) душевая кабина	»	290
г) ванная кабина	»	360
д) уборка пола помещений мыльных, душевых, парильных	1 м <sup>2</sup>	3

Продолжение табл. 1.13

Потребители	Единица измерения	Нормы расхода горячей воды в сутки наибольшего водопотребления, л
24. Обслуживающий персонал общественных зданий	1 человек в смену	7
25. Холодильники:		
а) мойка полов	1 м <sup>2</sup>	3
б) мойка инвентаря	1 м <sup>2</sup> поверхности	4
в) мойка подъемно-транспортных средств (электрогрузчиков, электрокаров и др.)	1 машина	150
26. Цехи с избытками явного тепла более 20 ккал на 1 м <sup>3</sup> помещений в 1 ч	1 работающий в смену	24
27. Остальные цехи	то же	11

Примечание: Среднюю температуру воды в системах централизованного горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором горячей воды из трубопроводов тепловой сети следует принимать 65 °С, а нормы расхода воды принимать с коэффициентом 0,85.

Таблица 1.14. КОЭФФИЦИЕНТ ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Число жителей, чел.	Коэффициент часовой неравномерности	Число жителей, чел.	Коэффициент часовой неравномерности	Число жителей, чел.	Коэффициент часовой неравномерности
150	4,45	1000	2,8	4000	2,4
250	3,7	1500	2,65	5000	2,35
350	3,55	2000	2,55	6000	2,35
500	3,25	2500	2,5	7500	2,3
700	3	3000	2,45	10000	2,25

## ГЛАВА 2 ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

### 2.1. ТЕЛОПРИГОТОВИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЭЦ И КОТЕЛЬНЫХ

Для отпуски теплоты от паротурбинных электростанций при совместной выработке электроэнергии и тепла, как правило, применяются теплофикационные паровые турбины. В отдельных случаях для этой цели используются конденсационные паровые турбины, переключенные на теплофикационный режим. В табл. 2.1 приведены технические характеристики теплофикационных и противодавленческих турбин.

Водогрейные котлы предназначены для установки на ТЭЦ с целью покрытия пиков теплофикационных нагрузок в отопительных котельных в качестве основных источников

теплоты. Подогрев сетевой воды может осуществляться при двухходовой схеме котла — пиковый режим работы и при четырехходовой схеме — основной режим работы. Технические характеристики водогрейных котлов приведены в табл. 2.2.

Температура воды на входе в котел при сжигании газа должна быть не ниже 65—70 °С, при сжигании мазута — не ниже 104—110 °С. Необходимая температура на входе в котел поддерживается системой рециркуляции. Температура воды за котлом не должна превышать 150 °С. При работе на мазуте температура воды за котлом должна поддерживаться равной 150 °С независимо от его схемы. Для котла КВГМ-100 давление за котлом не должно падать ниже 7,5 кгс/см<sup>2</sup> (0,75 МПа), для кот-

Таблица 2.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОФИКАЦИОННЫХ И ПРОТИВОДАВЛЕНЧЕСКИХ ТУРБИН

Тип турбины	Завод-изготовитель	Номинальная мощность, МВт	Параметры свежего пара			Номинальный расход свежего пара, т/ч	Давление регулировки в отборах, кгс/см <sup>2</sup> (МПа)			Номинальная тепловая нагрузка эборта
			температура, °С	давление, кгс/см <sup>2</sup> (МПа)	стойловым					
					верхний		нижний			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P-40—130/31	ТМЗ	40	130(12,7)	565	455/445	—	29—36 (2,8—3,5)	—	—	—
P-50 130/13	ТМЗ	50	130(12,7)	565	370/320	—	7—21 (0,7—2)	—	—	—
P-100—130/15	ТМЗ	100	130(12,7)	565	760/650	—	12 18 (1,2—1,8)	—	—	—
HP-25 90/10/0,9	ТМЗ	25	90(8,8)	535	161/63	8—13 (0,78—1,3)	0,5—2,5 (0,05—0,25)	—	—	—
T-12—29	ТМЗ	12	29(2,8)	400	83	—	1,2—2,5 (0,12—0,25)	—	—	31 (129, 797)
T-12—35	ТМЗ	12	35(3,4)	435	79,7	—	1,2—2,5 (0,12—0,25)	—	—	34 (142, 358)
T-25 90	ТМЗ	25(30)	50(5,8)	535	129	—	0,7—2,5 (0,07—0,25)	—	—	48 (200, 976)
T-50—130	ТМЗ	50	130(12,7)	565	245	—	0,6—2,5 (0,06—0,25)	0,5—2,0 (0,05—0,2)	—	92 (385, 204)
T-50/60—130	ТМЗ	55	130(12,7)	565	255	—	0,6—2,5 (0,06—0,25)	0,5—2,0 (0,05—0,2)	—	95 (397, 765)
T-50—130—6	ТМЗ	50	130(12,7)	565	240	—	0,6—2,5 (0,06—0,25)	0,5—2,0 (0,05—0,2)	—	90 (376, 830)
T-100—130	ТМЗ	100	130(12,7)	565	441	—	0,6—2,5 (0,06—0,25)	0,5—2,0 (0,05—0,2)	—	160 (669, 920)
T-100/120—130—2	ТМЗ	105	130(12,7)	565	460	—	0,6—2,5 (0,06—0,25)	0,5—2,0 (0,05—0,2)	—	168 (703, 416)
T-100/120—130—3	ТМЗ	110	130(12,7)	555	480	—	0,6—2,5 (0,06—0,25)	0,5—2,0 (0,05—0,2)	—	175 (732, 725)

Продолжение табл. 2.1

Тип турбины	Земельная стоимость	Номинальная мощность, МВт	Параметры свежего пара		Номинальный расход пара, т/ч	Пределы регулирования давления в отборных калориях (МПа)			Номинальная тепловая нагрузка, кВт	
			температура, °С	давление, кг/см <sup>2</sup> (МПа)		отопительным				
						верхний	нижний			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Т-170/205—130	ТМЗ	170	130(12,7)	555	738	—	0,5—3,0 (0,05—0,29)	0,5—2,0 (0,05—0,2)	—	265 (109, 555)
Т-175/210—130	ТМЗ	175	130(12,7)	555	745	—	0,6—3,0 (0,06—0,29)	0,5—2,0 (0,05—0,2)	—	270 (113, 490)
Т-175/215—130	ТМЗ	175	130(12,7)	540	628	—	0,6—3,0 (0,06—0,29)	0,5—2,0 (0,05—0,2)	—	240 (104, 88)
Т-180/215—130	ТМЗ	180	130(12,7)	560	628	—	0,6—2,0 (0,06—0,2)	0,5—1,5 (0,05—0,15)	—	242 (101, 254)
Т-250/300—240	ТМЗ	250	240(23,5)	560	905	—	0,6—2,0 (0,06—0,2)	0,5—1,5 (0,05—0,15)	—	330 (138, 71)
Т-250/300—240-2	ТМЗ	250	240(23,5)	540	955	—	0,6—2,0 (0,06—0,2)	0,5—1,5 (0,05—0,15)	—	330 (138, 71)
ПТ-12 35/10	ТМЗ	12	35(3,4)	435	109,2	8—13 (0,78—1,3)	1,2—2,5 (0,12—0,25)	—	50	21 (87, 927)
ПТ-25 90/10	ДМЗ, КТЗ	25(30)	90(8,8)	535	160	8—13 (0,78—1,3)	0,7—2,5 (0,07—0,25)	—	70(83)	28(33) [117, 236 (38, 171)]
ПТ-50/60 130/7	ТМЗ	50	130(12,7)	565	274	5—10 (0,49—0,98)	0,5—2,5 (0,05—0,25)	0,5—2,0 (0,05—0,2)	118	40 (167, 480)
ПТ-60/75—90/13	ЛМЗ	60	90(8,8)	535	390	10—16 (0,98—1,57)	0,7—2,5 (0,07—0,25)	—	165	60 (251, 220)
ПТ-60/75 130/13	ЛМЗ	60	130(12,7)	565	350	10—16 (0,98—1,57)	0,7—2,5 (0,07—0,25)	—	140	52 (217, 724)
ПТ-80/100—130/13	ЛМЗ	80	130(12,7)	555	450	10—18 (0,98—1,76)	0,35—2,5 (0,03—0,25)	—	185	—
ПТ-135/165—130/15	ТМЗ	135	130(12,7)	565	738	12—21 (1,18—2,06)	0,4—2,5 (0,05—0,25)	—	320	110 (460, 57)

Примечание: В знаменателе указан номинальный расход пара в противодавлении.

Таблица 2.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

Марка котла	Теплопроизводительность $Q$ , ккал/ч (ГДж/ч)	Расход воды $G$ , т/ч				Расчетные гидравлические потери котла $h$ , м		Теплопроизводительность $Q$ , ккал/ч (ГДж/ч)	Марка котла	Теплопроизводительность $Q$ , ккал/ч (ГДж/ч)	Расход воды $G$ , т/ч				Расчетные гидравлические потери котла $h$ , м	
		в основном режиме (сетевая схема)		в ликовом режиме (двухходовая схема)		в основном режиме (сетевая схема)	в ликовом режиме (двухходовая схема)				в основном режиме (сетевая схема)	в ликовом режиме (двухходовая схема)	в основном режиме (сетевая схема)		в ликовом режиме (двухходовая схема)	
		расчетный	минимальный	расчетный	минимальный								расчетный	минимальный	расчетный	минимальный
КВГМ-4	4 (16,7)	49,5	40	—	—	11,9	—	КВТС-30	30 (125,6)	370,0	300	—	—	12,4	—	
КВТС-4	4 (16,7)	49,5	40	—	—	10,4	—	КВГМ-50	50 (209,3)	518,0	500	1236	1000	13,3	—	
КВГМ-6,5	6,5 (27,2)	80,0	65	—	—	12,0	—	КВГМ-100	100 (418,7)	1235,0	1150	2460	2150	16,5	7,9	
КВТС-6,5	6,5 (27,2)	80,0	65	—	—	10,7	—	ПТВМ-30	40 (167,5)	495,0	400	—	—	17,0	—	
КВГМ-10	10 (41,2)	123,5	100	—	—	15,0	—	ПТВМ-30	35 (146,5)	430,0	350	—	—	17,0	—	
КВТС-10	10 (41,2)	123,5	100	—	—	11,0	—	ПТВМ-50	50 (209,3)	625,0	550	1100	900	9,5	5,5	
КВГМ-20	20 (83,7)	247,0	200	—	—	23,0	—	ПТВМ-100	100 (418,7)	1235,0	1250	2140	1800	21,5	9,6	
КВТС-20	20 (83,7)	247,0	200	—	—	15,0	—	ПТВМ-180	180 (753,7)	—	—	3850	3250	—	10,6	
КВГМ-30	30 (125,6)	370,0	300	—	—	19,0	—	КВТК-100	100 (418,7)	1235,0	1000	2450	2000	—	—	

Таблица 2.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТЕВЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ТИПОВ БС И БП

Марка сетевой подогревателя	Площадь поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Класс ходов	Число и диаметр трубок (мм)	Пасадка входного соединения для воды $d$ , мм	Расчетный расход воды $G$ , т/ч	Параметры среды			Гидравлические потери в трубной системе при расчетном расходе, м	Диаметр конденсатной пленки, мм	Диаметры патрубков (мм) на:			
						расчетное давление воды, кгс/см <sup>2</sup>	температура пара, °С	температура воды, °С			входе пара	выходе пара		
													входе пара	выходе пара
БП-43М	43	4	232 × 3170	0,01395	100	12	7,0	120	164	5,5	1,47	219	159	57
БП-65М	65	2	360 × 3170	0,0433	320	14	5,0	130	250	2,5	1,45	219	275	57
БП-90М	90	4	488 × 3170	0,0292	160	14	1,5	110	175	2,8	1,45	325	219	426
БП-90М	90	2	488 × 3170	0,0587	500	14	5,0	130	250	3,4	1,45	325	325	426
БП-130М	130	4	708 × 3166	0,0426	250	14	1,5	110	175	3,8	1,45	377	273	89
БП-200М	200	2	1016 × 3410	0,0614	335	14	1,5	120	150	5,5	1,72	476	273	133
БП-200М	200	2	1018 × 3410	0,1225	1000	14	7,0	135	250	4,5	1,72	377	377	133
БП-200У	200	2	1018 × 3410	0,1225	1000	14	13,0	150	350	4,5	1,72	325	377	133
БП1300 2М	300	2	1144 × 4545	0,1372	1030	14	14,0	170	350	4,3	1,72	377	377	426

Продолжение табл. 2.3

Марка сетевого подогревателя	Площадь поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Число ходов	Число и длина трубок (мм)	Площадь проекции для воды $F_1$ , м <sup>2</sup>	Расчетный расход воды $G$ , т/ч	Параметры среды				Гидравлические потери в трубной сети при расчетном расходе, м	Длина конденсаторной пленки, м	Диаметры патрубков (мм) на:		
						расчетное давление, кг/см <sup>2</sup>	температура, °С		расход пара, м <sup>3</sup> /ч			вход пара	вход и выход воды	выход конденсата
							на входе	на выходе						
БП-350м	350	4	1320 × 4545	0,0792	1100	14	2,0	116	133	3,5	1,60	630	377	219
Бпр-350м	350	4	1318 × 4450	0,0792	1100	14	2,0	116	133	3,5	1,60	1020;	377	219
БП-500	500	2	1880 × 4545	0,226	1216	14	14,0	154	350	1,5	1,60	426	426	425
БП-550-3м	550	4	2092 × 4545	0,1251	1800	14	2,5	145	250	3,2	1,60	820	426	425
Бпр-550	550	4	2092 × 4545	0,1251	1800	15	3,0	116	250	3,2	1,60	1220;	426	425
												820		

Таблица 2.4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТЕВЫХ ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ВСВ и ПСГ

Типоразмер	Число ходов по воде	Расчетные параметры							Номинальная тепловая мощность, Гкал/ч (ГДж/ч)	Гидравлические параметры при номинальном расходе	
		пара		вода		температура, °С	на входе	на выходе		скорость воды, м/с	потери напора, м
		абсолютное давление, кг/см <sup>2</sup>	номинальный расход, т/ч	номинальный расход, т/ч	температура, °С						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ПСВ-45-7-15	4	8,0(0,78)	15,0	90	70	150	7,2(30,1)	2,00	2,00		
ПСВ-45-7-15	2	2,5(0,24)	14,0	180	70	110	7,2(30,1)	2,00	2,00		
ПСВ-63-7-15	4	8,0(0,78)	19,0	120	100	150	9,0(37,7)	1,95	1,95		
ПСВ-63-7-15	2	2,5(0,24)	20,0	240	70	110	9,6(40,2)	1,85	1,85		
			19,0		70	110	9,6(40,2)				
ПСВ-90-7-15	4	8,0(0,78)	20,0	175	110	150	9,6(40,2)	2,00	2,00		
ПСВ-90-7-15	2	2,5(0,24)	30,0	350	70	110	14,0(58,8)	1,95	1,95		
			27,0		70	110	14,0(58,6)				
			29,0		110	150	14,0(58,6)				



№	ПТВ-125-7-15	4	8,0(0,78)	41,0	250	70	150	20,0(83,7)	1,95	3,50
	ПТВ-125-7-15	2	2,5(0,24)	38,0	500	70	110	20,0(83,7)	2,00	2,75
	ПТВ-200-2-23	4	8,0(0,78)	41,0	400	110	150	20,0(83,7)	2,10	4,00
	ПТВ-200-3-23	2	4,0(0,39)	48,0	800	70	130	24,0(100,5)	2,00	3,00
			2,5(0,24)	62,0	800	70	110	32,0(134)	2,00	
			4,0(0,39)	63,0	400	90	130	32,0(134)	2,00	4,00
	ПТВ-200-14-23	4	8,0(0,78)	66,0	400	70	150	32,0(134)	2,00	
			15,0(1,47)	51,5	800	120	180	24,0(100,5)	2,10	3,00
	ПТВ-200-14-23	2	8,0(0,78)	65,0	800	110	150	32,0(134)	2,10	
			15,0(1,47)	86,0	800	130	180	40,0(167,5)	2,10	
	ПТВ-315-3-23	2	2,5(0,24)	110,0	1130	70	120	56,5(236,6)	2,35	3,80
			4,0(0,39)	110,0	1130	80	130	56,5(236,6)	2,40	
	ПТВ-314-14-23	2	8,0(0,78)	92,5	1130	110	150	45,2(189,2)	2,40	4,80
			15,0(1,47)	97,0	1500	140	180	45,2(189,2)	2,50	
	ПТВ-500-3-23	2	2,5(0,24)	115,0	1500	70	110	60,0(251,2)	1,95	5,50
			4,0(0,39)	102,5	1500	95	130	52,5(219,8)	2,00	
	ПТВ-500-14-23	2	8,0(0,78)	122,5	1500	110	150	60,0(251,2)	2,00	6,00
			15,0(1,47)	162,5	1500	130	180	75,0(314)	2,10	3,50
	ПТВ-800-3-8-1	4	0,3—2,5	58	1250	120	170	30,0(125,6)	1,59	
			(0,03—0,24)	105,0	2000	120	170	55,0(230,3)	1,70	4,20
	ПТВ-1300-3-8-1, II	4	0,3—2,5	170,7	3500	115	165	87,5(366,4)	2,05	6,70
			(0,03—0,24)	170,7	3500	120	170	87,5(366,4)	2,05	6,70
	ПТВ-2300-2-8-1	4	0,3—2,0	170,0	3500	120	170	165,0(690,8)	2,22	9,70
			(0,03—0,2)	295,0	6000	105	155	165,0(690,8)	2,22	
	ПТВ-2300-2-2-II	4	0,6—2,5	295,0	6000	115	165	165,0(690,8)	2,22	9,70
			(0,06—0,24)	295,0	6000	115	165	165,0(690,8)	2,22	
	ПТВ-5000-2,5-8-1	4	0,3—1,5	295,0	6000	105	155	165,0(690,8)	2,22	
			(0,03—0,15)	295,0	6000	115	165	165,0(690,8)	2,22	9,70
	ПТВ-5000-3,5-8-1	4	0,6—2,0	295,0	6000	115	165	165,0(690,8)	2,22	9,70
			(0,06—0,02)	295,0	6000	115	165	165,0(690,8)	2,22	

Примечание: Цифры после ПТВ или ПТВ обозначают: первый — площадь поверхности нагрева подогревателя, м<sup>2</sup>, второй и третий — разрешенное избыточное давление в паровом пространстве и в трубах, кгс/см<sup>2</sup>.

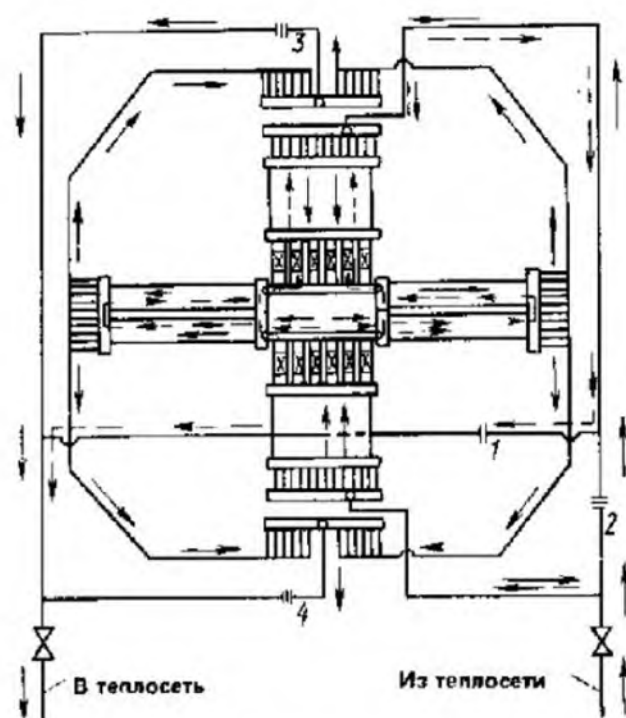


Рис. 2.1. Гидравлическая схема котла ПТВМ-50-1. Стрелками показано движение воды: сплошными — при двухходовой, штриховыми — при четырехходовой схеме; 1, 2, 3, 4 — заглушки

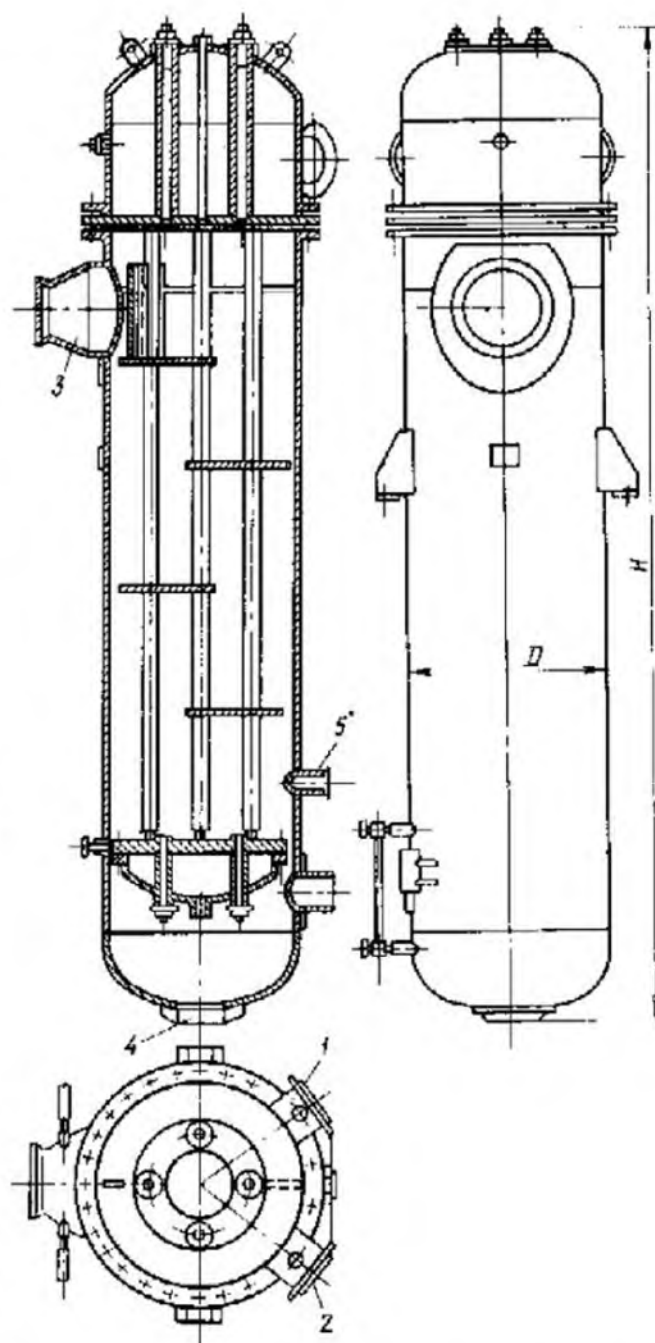


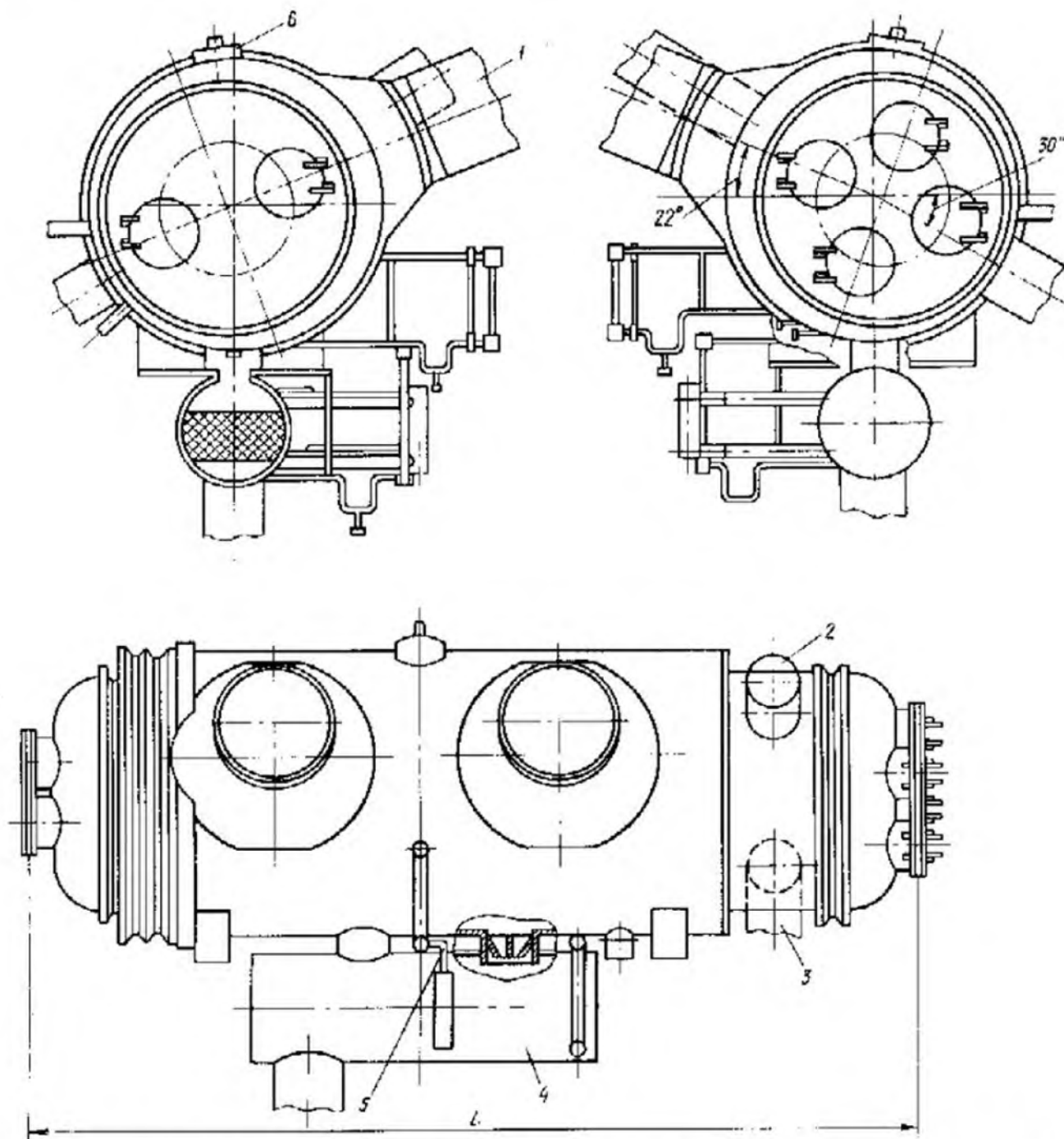
Рис. 2.2. Подогреватели сетевой воды типа ПСВ  
1, 3 — вход и выход воды; 2 — вход пара; 4 —  
выход конденсата; 5 — отсос воздуха

лов ПТВМ-50, 100 и 180 — ниже  $10 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,98 \text{ МПа}$ ). При повышении гидравлического сопротивления котла в 1,5 раза необходимо проводить химическую очистку. Гидравлическая схема котла ПТВМ-50-1 показана на рис. 2.1.

Водоподогреватели в зависимости от первичного (греющего) теплоносителя подразделяют на *пароводяные*, у которых греющей средой является пар, и *водоводяные*, где греющей средой является вода. Пароводяные подогреватели теплоподготовительных установок предназначены для подогрева сетевой воды паром от соответствующих турбин или котлов. В табл. 2.3 приведены технические характеристики вертикальных пароводяных подогревателей сетевой воды типов БО и БП, которые выпускались до 1967 г. и установлены практически на всех ТЭЦ и крупных котельных. В зависимости от характера покрываемых нагрузок подогревателям присваивали обозначение БО — для основ-

ной нагрузки и БП — для пиковой. Числа после обозначения типов БО и БП соответствуют площади поверхности нагрева ( $\text{м}^2$ ).

В настоящее время вместо подогревателей типов БО и БП выпускают вертикальные подогреватели сетевой воды ПСВ (рис. 2.2) и горизонтальные ПСГ (рис. 2.3). Технические характеристики и основные конструктивные данные этих подогревателей приведены в табл. 2.4 и 2.5. Вода в пароводяных подогревателях подается внутрь трубок, изготовленных из латуни Л-68. Наружный диаметр трубок у вертикальных подогревателей 19 мм при толщине стенки 0,75 мм (трубки 19/17,5 мм); в по-



догревателях ПСГ наружный диаметр трубки 24 мм, толщина стенки 1 мм.

При использовании пароводяных подогревателей для приготовления сетевой воды первой ступенью нагрева служат охладители конденсата (рис. 2.4). Основные размеры и технические характеристики охладителей конденсата типа ОГ приведены в табл. 2.6 и 2.7.

В последние годы при строительстве новых сельских населенных пунктов и реконструкции старых уровень инженерного оборудования приближается к уровню инженерного оборудования в городах и, как правило, предусматривается централизованное теплоснабжение. При

Рис. 2.3. Подогреватели сетевой воды типа ПСГ  
1 — вход пара; 2, 3 — вход и выход воды; 4 — конденсатосборник; 5 — к регулятору уровня конденсата; 6 — газ

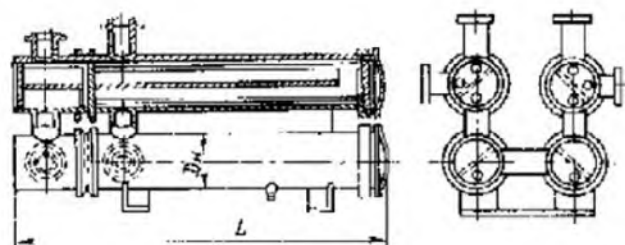


Рис. 2.4. Охладитель конденсата типа ОГ

Таблица 2.5. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ДАННЫЕ СЕТЕВЫХ ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

Марка водоподогревателя	Диаметр корпуса D, мм	Полная высота H или длина L, мм	Длина трубок, мм	Число трубок	Диаметр присоединительной патрубка, мм		Площадь живого сечения для прохода воды и подогревателей, м <sup>2</sup>	
					на входе пара	на входе и выходе сетевой воды	двухходовая	четырёхходовая
ПВ-45-7-15	720 X 8	4605	3410	228	200	150	0,0259	0,0129
ПВ-63-7-15	816 X 8	4810	3410	320	200	250	0,0369	0,0182
ПВ-90-7-15	1020 X 8	5060	3410	455	350	300	0,0518	0,0259
ПВ-125-7-15	1020 X 8	5060	3410	640	350	300	0,0727	0,0364
ПВ-200-3-23	1232 X 10	5400	3410	1020	450	350	0,1160	0,0580
ПВ-200-14-23	1232 X 12	5400	3410	1020	300	350	0,1155	0,0515
ПВ-500-3-23	1524 X 10	7130	4545	1212	600	500	0,3380	0,1375
ПВ-315-14-23	1544 X 16	7130	4545	1212	450	500	0,1380	0,1375
ПВ-500-3-23	1624 X 10	7350	4545	1928	800	500	0,2190	0,2190
ПВ-500-14-23	1640 X 16	7350	4545	1928	500	500	0,2180	0,2182
ПГ-800-3-8-1	2100	6900	4600	2300	900	500	0,4370	0,2185
ПГ-1300-3-8-1	2500	7500	5000	3440	1000	600	0,6540	0,3270
ПГ-1300-3-8-11	2500	8190	5000	3440	1000	600	0,6540	0,3270
ПГ-2300-2-8-1	3000	9320	6080	4999	800(1)	800	0,9500	0,4750
ПГ-2300-3-8-11	3000	9100	6080	4999	1200(2)	800	0,9500	0,4750

Примечание: Цифры в скобках указывают количество входных патрубков.

Таблица 2.6. ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ОХЛАДИТЕЛЕЙ КОНДЕНСАТА ОГ

Типоразмер	Число корпусов	Диаметр корпуса, D <sub>H</sub>	Длина корпуса, L, мм	Количество трубок	Размер трубки, мм			Число ходов	
					диаметр	толщина стенки	длина	в корпусе	в трубной системе
ОГ-6	1	273	2328	56	22	2	1586	2	1
ОГ-12	2	273	2000	124	22	2	1578	2	2
ОГ-24	4	273	2000	248	22	2	1578	2	2
ОГ-35	4	325	2170	328	22	2	1646	2	2
ОГ-130	4	426	4310	608	22	2	3186	2	1
ОГ-32	1	426	3904	136	22	2	3556	1	8

Таблица 2.7. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОХЛАДИТЕЛЕЙ КОНДЕНСАТА ОГ

Типоразмер	Расчетные параметры воды									
	Площадь поверхности охлаждения, м <sup>2</sup>	Площадь проходного сечения по трубкам, м <sup>2</sup>	Площадь проходного сечения между трубками, м <sup>2</sup>	Эквивалентный диаметр сечения между трубками	давление, кгс/см <sup>2</sup> (МПа)		температура, °С		расход, т/ч	
					в корпусе	в трубной системе	на входе	на выходе из трубной системы	в корпусе	в трубной системе
ОГ-6	6	0,0142	0,0149	0,0255	5 (0,49)	130	100	10	98	
ОГ-12	12	0,00787	0,01374	0,0216	7 (0,69)	165	135	80	65	
ОГ-24	24	0,00787	0,01374	0,0216	7 (0,69)	165	135	80	65	
ОГ-35	35	0,0104	0,0214	0,0259	14 (1,37)	75	80	130	45	
ОГ-130	130	0,0386	0,03456	0,0235	3,5 (0,34)	80	70	75	230	
ОГ-32	32	0,0043	0,07519	0,0282	11 (1,08)	24	104	400	11	

Таблица 2.8. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРОВЫХ СТАЛЬНЫХ КОТЛОВ, СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Тип котла	Производительность котла G, т/ч, при работе		Давление пара p, кг/см <sup>2</sup> (МПа)	Тип котла	Производительность котла G, т/ч, при работе	Давление пара p, кг/см <sup>2</sup> (МПа)	Тип котла	Производительность котла G, т/ч, при работе		Давление пара p, кг/см <sup>2</sup> (МПа)
	из газообразном и жидком топливе	каменных и бурых углей						на газообразном и жидком топливе	каменных и бурых углей	
ДКВР-2,5-13	3,7	—	14 (1,37)	ДЕ-6,5-14 ГМ	6,5	—	Е-0,4/9-Ж	0,4	—	9 (0,88)
ДКВР-4-13	6,0	2,7	14 (1,37)	КЕ-2,5-14с	2,5	2,5	Е-1/9-1М	1,0	—	9 (0,88)
		—	—	КЕ-4-14с	—	4,0	Е-1/9-1	—	1,0	9 (0,88)
ДКВР-6,5-13	9,7	4,6	14 (1,37)	КЕ-6,5-14с	—	6,5	Е-1/9-Ж	1,0	—	9 (0,88)
		—	—	Е-1/9-Г	1,0	—	Е-1/9-1Г	1,0	—	9 (0,88)
ДЕ-4-141 М **	4	7,5	14 (1,37)	Е-0,4/9-Г	0,4	—	Е-1/91М	1,0	—	9 (0,88)
		—	—	Е-1/9-ж	1,0	—	Е-1,9/1	1,0	1,0	9 (0,88)

этом источником теплоты являются отопительные или отопительно-производственные котельные, оборудованные в зависимости от вида теплоносителя водогрейными или паровыми котлами. Основные характеристики котлов, применяемых в котельных сельских населенных пунктов, приведены в табл. 2.8а, б.

В котельных для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения вместо ранее применявшихся подогревателей (ОСТ 34-531-68,

**Таблица 2.8.а. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОГРЕЙНЫХ СТАЛЬНЫХ КОТЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КОТЕЛЬНЫХ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

Тип котла	Теплопроизводительность, $Q$ , Гкал/ч (ГДж/ч)
КВ-4-150	4,64 (29,4) — 4,0 (16,7)
ТВГ 6,5-150	7,54 (31,6) — 6,5 (27,2)

**Таблица 2.8.б. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧУГУННЫХ СЕКЦИОННЫХ КОТЛОВ И КОТЛОАГРЕГАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КОТЕЛЬНЫХ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

Тип котла или котлоагрегата	Площадь поверхности нагрева, $F$ , м <sup>2</sup>	Тепловая мощность (теплопроизводительность) котла или котлоагрегата, $Q$ , Гкал/ч (ГДж/ч), при работе					
		на тропических углях:		на рядовых углях:		из природного газа	из жидком топливе
		антраците	каменном	антраците	каменном		
«Универсал-5М»	15,2	220(921)	102(427)	167(699)	--	182(762)	167(699)
	19,7	285(1193)	132(553)	216(904)	--	236(988)	216(904)
	24,2	350(1465)	163(682)	266(1114)	--	290(1214)	266(1114)
	28,6	415(1738)	193(808)	315(1319)	--	343(1436)	314(1315)
	33,1	480(2010)	223(934)	364(1524)	--	397(1662)	364(1524)
	37,6	545(2282)	253(1059)	414(1733)	--	451(1888)	413(1729)
	42,1	619(2592)	283(1185)	469(1964)	--	504(2110)	463(1939)
	47,6	693(2864)	313(1280)	518(2181)	143(599)	557(2329)	518(2181)
«Универсал-6»	19,8	277(1160)	168(703)	218(913)	143(599)	237(992)	218(913)
	24,2	339(1419)	206(862)	266(1114)	174(728)	290(1214)	266(1114)
	28,6	400(1675)	243(1017)	315(1319)	206(862)	343(1436)	315(1319)
	33,0	462(1934)	281(1176)	363(1520)	238(996)	396(1658)	363(1520)
	37,4	524(2194)	318(1331)	411(1721)	269(1126)	448(1876)	411(1721)
	41,3	585(2449)	355(1486)	460(1926)	301(1260)	501(2098)	460(1926)
	46,2	647(2709)	393(1645)	508(2127)	333(1394)	554(2320)	508(2127)
	51,1	709(2969)	431(1804)	556(2328)	364(1544)	607(2540)	556(2328)
«Универсал-6М»	24,2	339(1419)	170(712)	266(1114)	145(607)	290(1214)	266(1114)
	33,0	462(1934)	233(976)	363(1520)	199(833)	396(1658)	363(1520)
	41,8	585(2449)	295(1235)	460(1926)	252(1055)	501(2098)	459(1922)
«Энергия-3М»	36,8	465(1947)	298(1248)	254(1063)	254(1063)	368(1541)	368(1541)
	55,2	670(2805)	447(1872)	380(1591)	380(1591)	552(2311)	552(2311)
	73,6	875(3664)	596(2495)	508(2127)	508(2127)	736(3082)	736(3082)
«Тула-3»	28,1	465(1974)	271(1176)	358(1499)	236(988)	385(1612)	327(1367)
	40,6	670(2805)	406(1700)	516(2160)	341(1428)	550(2303)	482(2018)
	53,0	875(3664)	530(2219)	676(2830)	445(1863)	719(3010)	630(2638)
«Минск-1»	20,8	465(1947)	229(959)	--	193(808)	279(1168)	279(1168)
	30,4	675(2826)	334(1398)	--	283(1185)	399(1671)	399(1671)
	40,0	888(3718)	440(1842)	--	373(1562)	540(2261)	540(2261)
«Кировец»	30,4	--	240(1005)	--	--	--	--
	40,0	--	448(1876)	--	--	--	--
	49,5	--	498(2085)	--	--	--	--
«Универсал-6М» «Фискал-Г»	59,4	--	690(2880)	--	--	860(3601)	--
	36	--	--	--	--	--	--

Таблица 2.9. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПАРОВОДЯНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

График температур воды, °С	Исполнение подогревателей		Число тепло-размеров	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>	Теплопроизводительность, Гкал/ч (ГДж/ч)
	число ходов по воде	длина трубок L			

*Подогреватели с эллиптическими днищами*

150/70	4	3	7	9,5 ÷ 108	1,13 13,3(4,73 - 55,69)
130/70	2	3	7	9,5 ÷ 108	1,63 18,1(6,82 - 75,78)
95/70	2	2	7	5,3 ÷ 71	0,585 - 6,84(2,45 - 28,64)

*Подогреватели с плоскими днищами*

150/70	4	3	3	9,5 ÷ 24,4	1,13- 2,94(4,73 - 12,31)
130/70	2	3	3	9,5 ÷ 24,4	1,63 4,22(0,585 - 1,52)
95/70	2	2	3	6,3 ÷ 16	0,585 - 1,52(2,45 - 6,36)

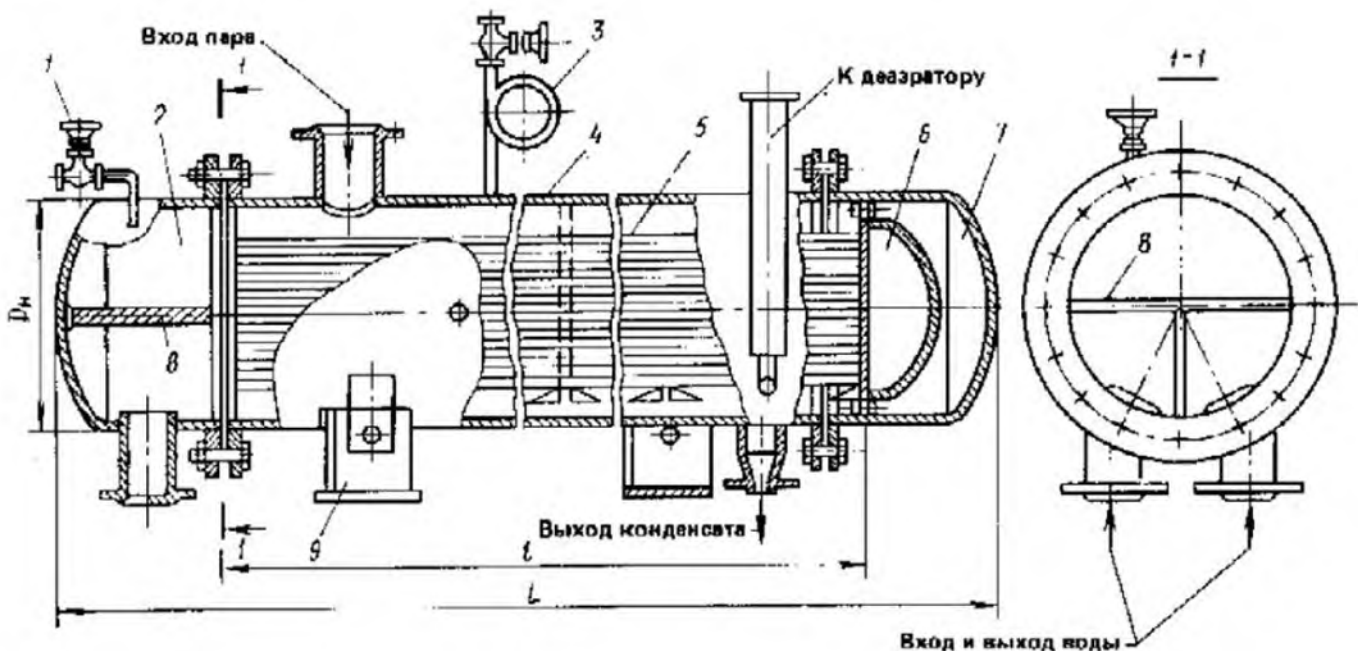


Рис. 2.5. Пароводяной подогреватель

1 — воздушный кран; 2 — передняя камера; 3 — сильфонная трубка для установки манометра; 4 — корпус; 5 — трубная система; 6 — задняя камера; 7 — крышка; 8 — разделительная перегородка (двухходовые подогреватели не имеют разделительной перегородки); 9 — опоры

ОСТ 34-532-68, ОСТ 34-576-68 и ОСТ 34-577-68) выпускают подогреватели, согласно отраслевому стандарту ОСТ 108.271.105-76 (рис. 2.5). Назначение и технические данные выпускаемых пароводяных подогревателей приведены в табл. 2.9. Теплопроизводительность подогревателей определена для работы по графикам

150—70 и 130—70 °С при абсолютном рабочем давлении пара 7 кгс/см<sup>2</sup> (0,69 МПа), а для графика 95—70 °С — 2 кгс/см<sup>2</sup> (0,2 МПа). Трубная система подогревателей выполняется из латуновых трубок диаметром 16×1 мм по ГОСТ 21646-76 с изм.

Температура и давление пара, поступающего в подогреватель, не должны превышать 300 °С и 10 кгс/см<sup>2</sup> (0,98 МПа) соответственно, а температура и давление нагретой воды — 200 °С и 16 кгс/см<sup>2</sup> (1,57 МПа). Основные размеры и технические характеристики пароводяных подогревателей приведены в табл. 2.10

Таблица 2.10. ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРОВОДЯНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

Обозначение подогревателя новое (ОСТ 108.271.105—76)	Общая длина корпуса $l$ , мм		Назужный и внутренний диаметры корпуса $D_{н./D_{вн.}}$ , мм	Длина трубок $l$ , мм	Число ходов	Число трубок $z$	Приведенное число трубок в вертикальном ряду $n$	Площадь поверхности трубок за $F$ , м <sup>2</sup>	Площадь живого сечения $n$		Теплопроизводительность $Q$ , Гкал/ч, (ГДж/ч)
	новый модель	старый модель							между- ного про- странства $F_n$	эволю- ционного трубок $F_{tr}$	
ПП2-9-7-II	3550	3548	325/309	3000	2	68	8,5	0,964	0,0082	1,63 (6,82)	
ПП2-17-7-II	3575	3574	426/412	3000	2	124	10,3	17,2	0,0096	2,98 (12,48)	
ПП2-24-7-II	3630	3630	480/466	3000	2	176	12,6	24,4	0,0136	4,22 (17,67)	
ПП2-6-2-II	2550	2548	325/309	2000	2	68	8,5	6,3	0,0052	0,585 (2,45)	
ПП2-11-2-II	2575	2574	426/412	2000	2	124	10,3	11,4	0,0096	1,07 (4,48)	
ПП2-16-2-II	2630	2630	480/466	3000	4	176	12,6	16	0,0136	1,52 (6,36)	
ПП2-9-7-IV	3550	3548	325/309	3000	4	68	8,5	9,5	0,0026	1,13 (4,73)	
ПП2-17-7-IV	3575	3574	426/412	3000	4	124	10,3	17,2	0,0048	2,08 (8,71)	
ПП2-24-7-IV	3630	3630	480/466	3000	4	176	12,6	24,4	0,0068	2,94 (12,31)	
ПП1-9-7-II	3606	3588	325/309	3000	2	68	8,5	9,5	0,0052	1,63 (6,82)	
ПП1-17-7-II	3650	3630	426/412	3000	2	124	10,3	17,2	0,0096	2,98 (12,48)	
ПП1-24-7-II	3720	3750	480/466	3000	2	176	12,6	24,4	0,0136	4,22 (17,67)	
ПП1-24-7-III	3785	3915	630/616	3000	2	232	14,5	32	0,018	5,57 (23,32)	
ПП1-53-7-II	3885	3915	630/616	3000	2	392	17,8	53,9	0,0302	9,2 (38,52)	
ПП1-76-7-II	3785	4015	720/704	3000	2	560	21,6	76,8	0,0432	13,2 (55,27)	
ПП1-108-7-II	4135	4154	820/804	3000	2	792	26,4	108	0,0604	18,1 (75,78)	
ПП1-6-2-III	2606	2588	325/309	2000	2	68	8,5	6,3	0,0052	0,585 (2,45)	
ПП1-11-2-III	2650	2630	426/412	2000	2	124	10,3	11,4	0,0096	1,07 (4,48)	
ПП1-16-2-III	2720	2750	480/466	2000	2	176	12,6	16	0,0136	1,52 (6,36)	
ПП1-21-2-III	2875	2798	530/516	2000	2	232	14,5	21,2	0,018	1,99 (8,33)	
ПП1-35-2-III	2885	2915	630/616	2000	2	329	17,8	36,3	0,0219	3,38 (14,15)	
ПП1-50-2-III	2985	3015	720/704	2000	2	560	21,6	50,5	0,0277	5,02 (21,02)	
ПП1-71-2-III	3135	3154	820/804	2000	2	792	26,4	71	0,0349	6,84 (28,64)	
ПП1-9-7-IV	3606	3588	325/309	3000	4	68	8,5	9,5	0,0026	1,13 (4,73)	
ПП1-17-7-IV	3650	3630	426/412	3000	4	124	10,3	17,2	0,0048	2,08 (8,71)	
ПП1-24-7-IV	3720	3750	480/466	3000	4	176	12,6	24,4	0,0068	2,94 (12,31)	
ПП1-32-7-IV	3785	3788	530/516	3000	4	232	14,5	32	0,018	3,88 (16,24)	
ПП1-53-7-IV	3885	3915	630/616	3000	4	392	17,8	53,9	0,0219	6,55 (27,42)	
ПП1-76-7-IV	3985	4015	720/704	3000	4	560	21,6	76,8	0,0277	9,4 (39,36)	
ПП1-108-7-IV	4135	4154	820/804	3000	4	792	26,4	108	0,0349	13,3 (55,59)	



## 2.2. ТРУБОПРОВОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Трубопроводы и арматура тепловых сетей при рабочей температуре воды выше 115 °С (независимо от давления) должны соответствовать требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора СССР. Для трубопроводов тепловых сетей при рабочей температуре воды 115 °С и ниже применяются стальные электросварные трубы с учетом дополнительных требований по СНиП 2.04.07-86\*. Для тепловых сетей горячего водоснабжения применяются оцинкованные стальные трубы, сварку которых следует производить в среде углекислого газа.

Рабочее давление и температуру теплоносителя для выбора труб, арматуры и оборудо-

вания, а также для расчета трубопроводов на прочность и при определении нагрузок от трубопроводов на опоры труб и строительные конструкции принимают:

а) для подающего и обратного трубопровода водяных сетей: давление — по наибольшему давлению в подающем трубопроводе при работе сетевых насосов с учетом рельефа местности, но не менее 10 кг/см<sup>2</sup> (1 МПа); температуру — по температуре в подающем трубопроводе при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления;

б) для подающего и циркуляционного трубопроводов сетей горячего водоснабжения: давление — по наибольшему давлению в подающем трубопроводе при работе насосов с учетом рельефа местности; температуру — 75 °С.

Технические характеристики стальных труб приведены в табл. 2.11 и 2.12.

Таблица 2.11. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЬНЫХ ТРУБ  
УСЛОВНЫМ ДИАМЕТРОМ 15—1400 мм

Диаметры трубопровода, мм		Толщина стенки трубы $\delta$ , мм	Площадь поперечного сечения в свету $F$ , м <sup>2</sup>	Площадь поверхности 1 м длины трубопровода $F$ , м <sup>2</sup>	Толщина изоляции подающей трубы $\delta_{из}$ , мм	Масса 1 м подающей трубы, кг		Общая масса трубы с водой, кг
условный $D_s$	наружный $D_n$					труба	изоляция	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	18	2,0	0,00015	0,05	40	0,8	2,9	3,9
20	25	2,0	0,00035	0,08	40	1,1	3,3	4,7
25	32	2,5	0,00057	0,10	40	1,8	3,6	6,0
32	38	2,5	0,00085	0,12	40	2,1	4,0	6,9
40	45	2,5	0,0013	0,14	40	2,6	4,3	8,1
50	57	3,0	0,0020	0,18	50	4,0	6,8	12,8
70	76	3,0	0,0039	0,24	50	5,4	7,9	17,0
80	89	3,5	0,0053	0,28	50	7,3	8,9	21,5
80	89	3,0	0,0055	0,28	50	6,4	8,9	20,7
100	108	4,0	0,0079	0,34	50	10,2	10,2	28,3
100	108	3,5	0,0080	0,34	50	9,0	10,2	27,1
125	133	4,0	0,0123	0,42	60	12,8	14,9	39,9
125	133	3,5	0,0124	0,42	60	11,2	14,9	38,5
150	159	4,5	0,0177	0,50	60	17,1	16,5	51,3
175	194	5,0	0,0270	0,61	60	23,2	18,8	67,6
200	219	6,0	0,0330	0,69	60	31,6	21,0	86,0
200	219	5,0	0,0340	0,69	60	26,3	21,0	81,5
250	273	7,0	0,0530	0,85	600	46,6	24,9	124,1
300	325	8,0	0,0750	1,02	60	62,6	29,0	157,0
300	325	7,0	0,0760	1,02	60	54,9	29,0	159,4
350	377	9,0	0,1010	1,18	70	81,6	39,0	222,6
400	426	6,0	0,1350	1,34	70	62,2	43,4	240,2
400	426	7,0	0,1330	1,34	70	72,3	43,4	248,2
450	480	6,0	0,1720	1,51	70	70,2	47,9	289,1
450	480	7,0	0,1710	1,51	70	81,6	47,9	298,9

Продолжение табл. 211

Диаметры трубопровода, мм		Толщина стенки трубы $\delta$ , мм	Площадь поперечного сечения в систему $F$ , м <sup>2</sup>	Площадь поверхности 1 м длины трубопровода $F$ , м <sup>2</sup>	Толщина изоляции подающей трубы $\delta$ , мм	Масса 1 м подающей трубы, кг		Общая масса трубы с подой, кг
условный $D_s$	наружный $D_n$					труба	изоляция	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
450	480	8,0	0,1690	1,51	70	93,1	47,9	309,2
500	530	6,0	0,2100	1,66	70	77,5	52,0	338,9
500	530	7,0	0,2090	1,66	70	90,3	52,0	350,1
500	530	8,0	0,207	1,66	70	103,0	52,0	361,1
500	530	9,0	0,206	1,66	70	115,7	52,0	372,3
600	630	6,0	0,300	1,97	70	92,3	61,7	452,1
600	630	7,0	0,298	1,97	70	107,5	61,7	465,4
600	630	8,0	0,296	1,97	70	122,7	61,7	478,6
600	630	9,0	0,295	1,97	70	137,8	61,7	492,9
600	630	10,0	0,292	1,97	70	152,9	61,7	505,0
600	630	11,0	0,290	1,97	70	167,9	61,7	518,1
700	720	7,0	0,391	2,18	80	123,1	80,6	592,7
700	720	8,0	0,389	2,18	80	140,5	80,6	607,9
700	720	9,0	0,387	2,18	80	157,8	80,6	623,0
700	720	10,0	0,385	2,18	80	175,1	80,6	638,2
700	720	11,0	0,382	2,18	80	192,3	80,6	653,1
700	720	12,0	0,380	2,18	80	209,5	80,6	668,2
800	820	7,0	0,509	2,48	80	140,3	91,3	738,7
800	820	8,0	0,507	2,48	80	160,1	91,3	756,0
800	820	9,0	0,505	2,48	80	180,0	91,3	773,5
800	820	10,0	0,502	2,48	80	199,8	91,3	790,9
800	820	11,0	0,500	2,48	80	219,5	91,3	807,8
800	820	12,0	0,497	2,48	80	239,1	91,3	824,9
800	820	14,0	0,492	2,48	80	278,3	91,3	859,1
900	920	8,0	0,642	2,80	90	179,9	113,7	931,6
900	920	9,0	0,639	2,80	90	202,2	113,7	950,9
900	920	10,0	0,636	2,80	90	224,4	113,7	970,4
900	920	11,0	0,633	2,80	90	246,6	113,7	989,9
900	920	12,0	0,630	2,80	90	268,7	113,7	1009,0
900	920	14,0	0,625	2,80	90	312,8	113,7	1047,6
1000	1020	9,0	0,788	3,17	90	224,4	125,5	1133,6
1000	1020	10,0	0,785	3,17	90	244,8	125,5	1155,3
1000	1020	11,0	0,782	3,17	90	273,7	125,5	1176,7
1000	1020	12,0	0,779	3,17	90	298,4	125,5	1198,2
1000	1020	14,0	0,772	3,17	90	347,3	125,5	1240,9
1000	1120	12,0	0,944	3,50	100	329,5	154,5	1422,4
1200	1220	10,0	1,130	3,83	100	298,4	169,3	1591,8
1200	1220	11,0	1,127	3,83	100	328,0	169,3	1617,7
1200	1220	12,0	1,123	3,83	100	357,5	169,3	1643,4
1200	1220	14,0	1,115	3,83	100	416,4	169,3	1694,4
1400	1420	12,0	1,530	4,47	110	416,7	216,2	2154,3
1400	1420	14,0	1,520	4,47	110	485,4	216,2	2213,4
1400	1420	16,0	1,510	4,47	110	554,0	216,2	2274,2

Примечания: 1. Плотность изоляции принята 400 кг/м<sup>3</sup>. 2. Рабочее давление в трубопроводе 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>). 3. Трубы  $D \leq 400$  мм — бесшовные; трубы  $D_s > 400$  мм — электросварные с продольным швом.

Таблица 2.12. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ (ГАЗОВЫХ) СТАЛЬНЫХ ТРУБ (ГОСТ 3262—75 \* с изм.)

Диаметр труб, мм		Вид труб			
условный $D_n$	наружный $D_n$	обыкновенные		усиленные	
		толщина стенки, мм	масса 1 м трубы, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м трубы, кг
15	21,3	2,8	1,25	3,2	1,44
20	26,8	2,8	1,63	3,2	1,9
25	33,5	3,2	2,42	4,0	2,9
32	42,3	3,2	3,13	4,0	3,8
40	48,0	3,5	3,84	4,0	4,3
50	60,0	3,5	4,88	4,5	6,2
70	75,5	3,75	6,64	4,5	7,9
80	88,5	4,0	8,34	4,5	9,3
100	114,0	4,5	12,2	5,0	13,4
125	140,0	4,5	15,1	5,5	18,2

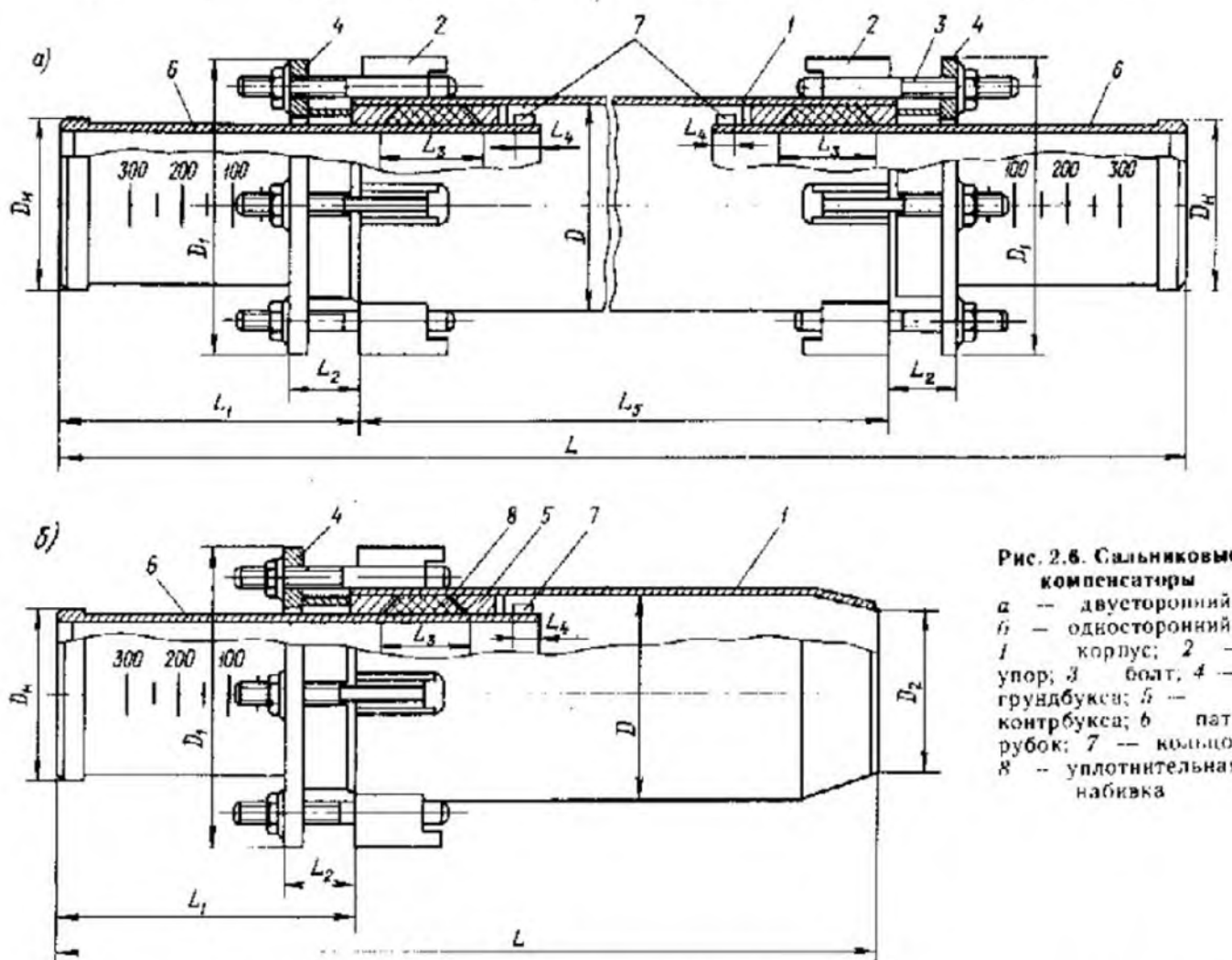


Рис. 2.6. Сальниковые компенсаторы  
 а — двусторонний;  
 б — односторонний;  
 1 — корпус; 2 — упор; 3 — болт; 4 — грядбукса; 5 — контрбукса; 6 — патрубок; 7 — кольцо; 8 — уплотнительная набивка

**Сальниковые компенсаторы.** Общий вид сальниковых компенсаторов приведен на рис. 2.6. В грядбуксе предусмотрены профильные отверстия (пазы) для заливки антикоррозионной смазки, которая предотвращает коррозию патрубков под грядбуксой, вызываемую кон-

денсацией влаги из окружающей среды. Уплотнительная набивка при температуре теплоносителя до 200 °С должна состоять из асбестовых или асбироволоочных колец по ГОСТ 5152—84 марки АШ1. Для теплоносителя с температурой до 150 °С между асбестовыми кольцами уложе-

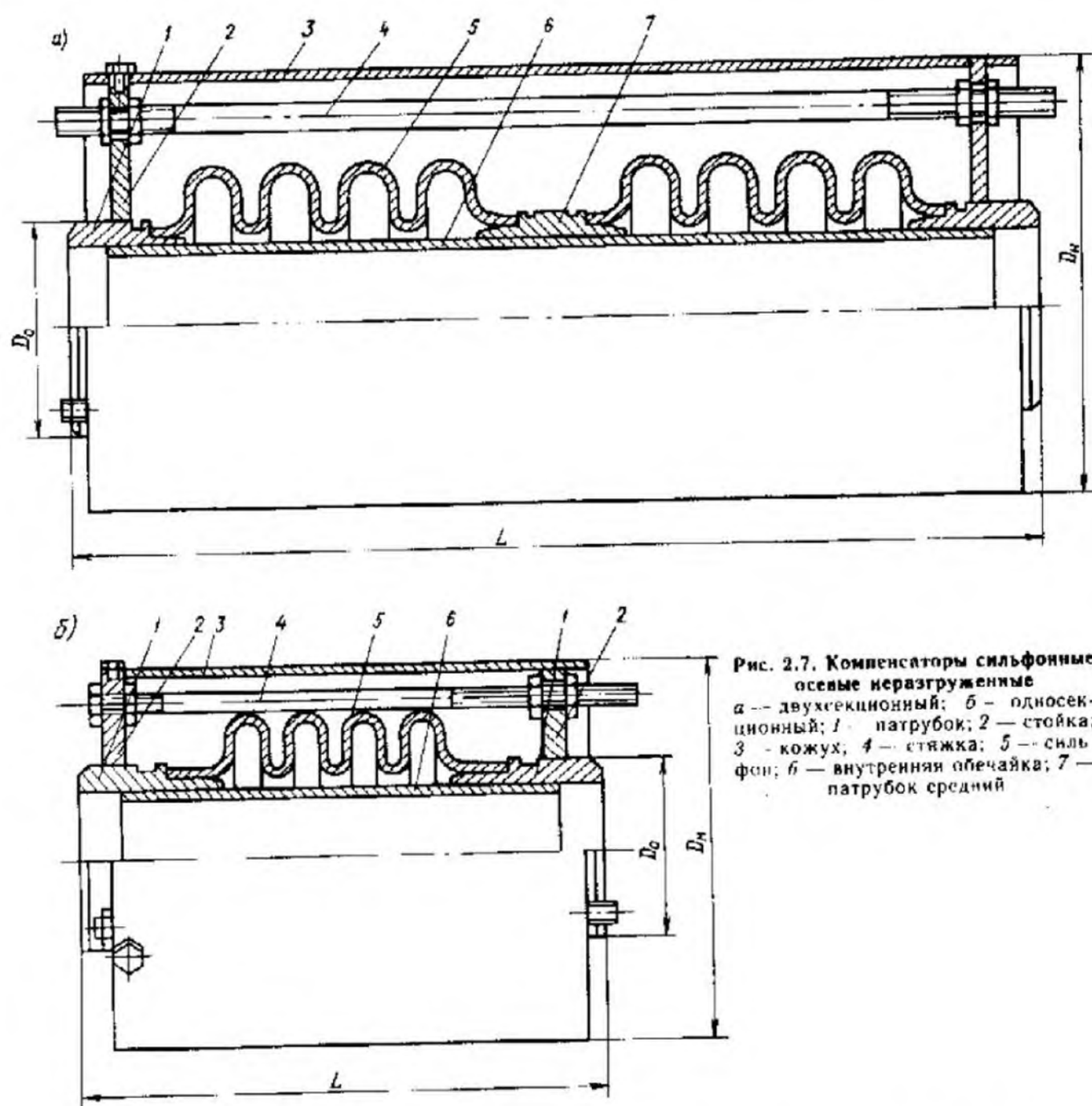


Рис. 2.7. Компенсаторы сифонные осевые неразгруженные  
 а — двухсекционный; б — односекционный; 1 — патрубок; 2 — стойка; 3 — кожух; 4 — стяжка; 5 — сифон; 6 — внутренняя обечайка; 7 — патрубок средний

ны два кольца из теплостойкой резины типа Т со средней твердостью по ГОСТ 7338—77 с изм., так что перед ними со стороны фундамента находятся один-два асбестовых кольца; стыки колец уложены вразбежку.

Сальниковая набивка должна иметь глубину  $L_3 = 65 \div 70$  мм у компенсаторов с величиной  $D_v \leq 175$  мм и  $L_3 = 120$  мм и у компенсаторов с  $D_v \geq 200$  мм; ширина стопорного кольца  $L_4 = 15 \div 20$  мм у компенсаторов  $D_v \leq 175$  мм и  $L_4 = 30 \div 35$  мм при  $D_v \geq 200$  мм. Техническая характеристика компенсаторов приведена в табл. 2.13.

**Компенсаторы сифонные осевые неразгруженные.** В настоящее время промышленностью освоен выпуск сифонных осевых неразгруженных компенсаторов (рис. 2.7). Незначительные размеры компенсаторов и отсутствие необходимости обслуживания позволяют устанавливать их как в камерах и колодцах тепловых сетей, так и в тоннелях, тепловых пунктах, насосных и др. в районах строительства с расчетной температурой наружного воздуха не ниже  $-40^\circ\text{C}$ . Техническая характеристика сифонных осевых неразгруженных компенсаторов приведена в табл. 2.14.

Таблица 2.13. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САЛЬНИКОВЫХ КОМПЕНСАТОРОВ, ММ

Диаметр условного прохода трубопровода $D_n$ , мм	Общие размеры					Компенсирующая способность, мм	Расчетная сила трения, т	Тип компенсатора			
	$D_n$	$D$	$D_1$	$L$	$L_2$			односторонний		двухсторонний	
								размеры, мм		размеры, мм	
								$D_2$	$L$	$L_1$	$L_2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Для труб с условным давлением до 25 кг/см<sup>2</sup> (2,5 МПа)

100	108	133	190	360	65	250	1,5	98	830	1540	820
125	133	159	220	360	65	250	1,8	124	630	1540	820
150	159	194	255	370	75	250	2,6	148	805	1590	850
175	194	219	280	370	75	250	3,1	182	920	1590	850
200	212	273	345	370	120	200	6,0	206	970	1670	980
200	219	273	345	570	120	400	6,0	206	1370	2470	1330
250	273	325	395	370	120	200	7,5	257	970	1640	930
250	273	325	395	570	120	400	7,5	257	1370	2470	1330
300	325	377	450	370	120	200	9,0	308	990	1670	930
300	325	377	450	570	120	400	9,0	308	1390	2470	1330
350	377	426	500	370	120	200	10,5	355	1990	1740	1000
350	377	426	500	570	120	400	10,5	355	1390	2540	1400
400	426	480	550	480	120	300	12,0	411	1150	2140	1180
400	426	480	550	680	120	500	12,0	411	1550	2840	1480
450	480	530	600	480	120	300	13,5	465	1150	2140	1180
450	480	530	600	680	120	500	13,5	465	1550	2840	1480
500	530	578	690	490	131	300	15,0	514	1165	2260	1280
500	530	578	690	134	134	500	15,0	514	1565	3060	1680
600	630	682	790	490	134	300	18,0	610	1180	2280	1300
600	630	682	790	690	134	500	18,0	610	1580	3080	1700
700	720	774	885	490	134	300	20,5	698	1182	2280	1300
700	720	774	885	690	134	500	20,5	698	1582	3080	1700
800	820	876	990	490	134	300	23,0	796	1186	2280	1300
800	820	876	990	690	134	500	23,0	796	1586	3080	1700
900	920	978	1090	540	134	350	26,0	894	1290	—	—
900	920	978	1090	790	134	600	26,0	894	1790	—	—
1000	1020	1082	1200	540	134	350	29,0	990	1800	—	—
1000	1020	1082	1200	790	134	600	29,0	990	1800	—	—
1200	1220	1286	1400	565	154	350	35,0	1186	1865	—	—
1200	1220	1286	1400	815	154	600	35,0	1186	1865	—	—
1400	1420	1490	1610	565	154	350	40,0	1382	1375	—	—
1400	1420	1490	1610	815	154	600	40,0	1382	1875	—	—

Для труб с условным давлением до 16 кг/см<sup>2</sup> (1,6 МПа)

500	530	576	665	485	130	300	9,5	514	1160	2240	1270
500	530	576	665	685	130	500	9,5	514	1560	3040	1670
600	630	678	770	485	130	300	11,5	614	1165	2260	1290
600	630	678	770	685	130	500	11,5	614	1565	3060	1690
700	720	770	865	485	130	300	13,0	702	1170	2260	1290
700	720	770	865	685	130	500	13,0	702	1570	3060	1690
800	820	872	965	485	130	300	15,0	800	1175	2260	1290
800	820	872	965	685	130	500	15,0	800	1575	3060	1690
900	920	972	1070	535	130	350	16,5	900	1275	—	—
900	920	972	1070	785	130	600	16,5	900	1775	—	—
1000	1020	1074	1170	535	130	350	18,5	998	1280	—	—

Продолжение табл. 2.13

Диаметр условного прохода трубопровода $D_n$ , мм	Общие размеры					Компенсирующая способность, мм	Расчетная сила трения, т	Тип компенсатора				
	$D_n$	$D$	$D_1$	$L_1$	$L_2$			односторонний		двухсторонний		
								размеры, мм		размеры, мм		
								$D_2$	$L$	$L$	$L_3$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1000	1020	1074	1170	785	130	600	18,5	998	1780	—	—	—
1200	1220	1276	1380	560	150	350	22,0	1196	1386	—	—	—
1200	1220	1276	1380	810	150	600	22,0	1196	1836	—	—	—
1400	1420	1482	1580	560	150	350	26,0	1394	1340	—	—	—
1400	1420	1482	1580	810	150	600	26,0	1394	1840	—	—	—

\* Компенсирующая способность двухстороннего компенсатора в 2 раза больше, чем у одностороннего такого же диаметра.

Таблица 2.14. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИЛЬФОННЫХ ОСЕВЫХ НЕРАЗГРУЖЕННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ, мм

Диаметр условного прохода трубопровода $D_n$ , мм	Исполнение	Размеры нагробков $D_n$ , мм	Габаритные размеры, мм		Компенсирующая способность, мм
			$D_n$	$L$	
50	ок	57	130	240	25 ( $\pm 12,5$ )
	МК			380	50 ( $\pm 25$ )
70	ок	76	150	245	25 ( $\pm 12,5$ )
	МК			400	50 ( $\pm 25$ )
80	ок	89	180	250	25 ( $\pm 12,5$ )
	МК			410	50 ( $\pm 25$ )
100	ок	108	200	290	50 ( $\pm 25$ )
	МК			490	100 ( $\pm 50$ )
125	ок	133	240	295	50 ( $\pm 25$ )
	МК			500	100 ( $\pm 50$ )
150	ок	159	270	285	50 ( $\pm 25$ )
	МК			475	100 ( $\pm 50$ )
200	ок	219	340	310	50 ( $\pm 25$ )
	МК			530	100 ( $\pm 50$ )

Примечание: ок — односекционный; МК — двухсекционный.

### 2.3. ВОДО-ВОДЯНЫЕ ПОДОГРЕВАТЕЛИ

Водо-водяные подогреватели для систем отопления и горячего водоснабжения выпускают по техническим условиям ТУ 400-28-429-82Е и ТУ 78 УССР-125-78, вместо ранее выпускавшихся водо-водяных подогревателей по отраслевому стандарту ОСТ 34-588-68 (рис. 2.8). Подогреватели выпускают с длиной трубок 2000 и 4000 мм. Диаметр трубок 16×1 мм; ма-

териал — латунь (ГОСТ 494-76 с изм.). Подогреватели по техническим условиям ТУ 400-28-429-82Е выпускают на рабочее давление греющей и нагреваемой воды до 10 кгс/см<sup>2</sup> (1 МПа) при предельной температуре теплоносителя 150 °С. Подогреватели, выпускаемые по техническим условиям ТУ 78 УССР-125-78, вы-полняют на рабочее давление до 10 кгс/см<sup>2</sup> (1 МПа) при предельной температуре теплоносителя 200 °С.

При применении этих водоподогревателей следует предусматривать пропуск подогреваемой воды по трубкам и греющей воды (теплоносителя) по межтрубному пространству. При этом величины линейного удлинения корпуса и трубок выравниваются. Основные размеры и теплотехнические характеристики водо-водяных подогревателей приведены в табл. 2.15.

**Расчет скоростных водо-водяных подогревателей.** Тепловой расчет. Площадь поверхности нагрева скоростных водоподогревателей ( $F$ , м<sup>2</sup>) определяют по формуле:

$$F = Q / k\theta,$$

где  $Q$  — расчетный расход теплоты, ккал/ч;  $F$  — площадь поверхности нагрева водоподогревателя, м<sup>2</sup>;  $k$  — коэффициент теплопередачи, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С);  $\theta$  — среднелогарифмическая разность температур между греющей и нагреваемой средой, °С.

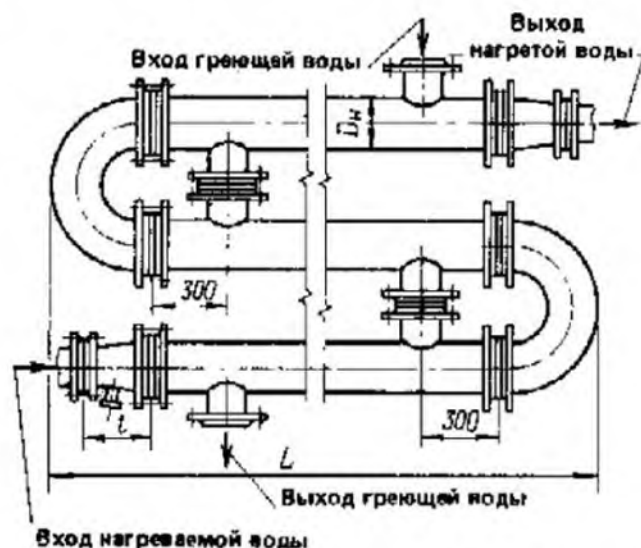


Рис. 2.8. Водо-водяные подогреватели (ОСТ 34—588—86, ТУ 400-28-429—82 Е, ТУ 78 УССР 125—78)

Таблица 2.15. ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДО-ВОДЯНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

Обозначение	$D_n$ , мм	$D_{вн}$ , мм	$L$ , мм	$l$ , мм	Число трубок $z$	Площадь поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Площадь живого сечения, м <sup>2</sup>	
							трубок $f_1$	межтрубного пространства $f_2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
01 ОСТ 34-588 68 1 57 × 2000-Р <sup>17</sup> ПВ-2-01 <sup>18</sup>	57	50	2220	70	4	0,37	0,00062	0,00116
02 ОСТ 34-588 68 2 57 × 4000-Р ПВ-2-02	57	50	4268	70	4	0,75	0,00062	0,00116
03 ОСТ 34-588 68 3 76 × 2000-Р ПВ-2-03	76	69	2300	80	7	9,65	0,00108	0,00233
04 ОСТ 34-588 68 4 76 × 4000-Р ПВ-2-04	76	69	4300	80	7	1,31	0,00108	0,00233
05 ОСТ 34-588 68 5 89 × 2000-Р ПВ-2-05	89	82	2340	85	12	1,11	0,00185	0,00287
06 ОСТ 34-588 68 6 89 × 4000-Р ПВ-2-06	89	82	4340	85	12	2,24	0,00185	0,00287
07 ОСТ 34-588 68 7 114 × 2000 × П ПВ-2-07	114	106	2424	90	19	1,76	0,0029	0,005

Продолжение табл. 2.15

Обозначение	$D_{вн}$ , мм	$D_{вн}$ , мм	$l$ , мм	$l$ , мм	Число трубок $z$	Площадь поверхности нагрева $F$ , м <sup>2</sup>	Площадь живого сечения, м <sup>2</sup>	
							трубок $f_{тр}$	межтрубного пространства $f_{мж}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
08ОСТ 34-588-68 8-114×4000-Р ПВ-2-08	114	106	4424	90	19	3,54	0,00293	0,005
09ОСТ 34-488--68 9-168×2000-Р ПВ-2-09	168	158	2620	142	37	3,4	0,0057	0,0122
10ОСТ 34-588-68 10-168×4000-Р ПВ-2-10	168	158	4620	142	37	6,9	0,0057	0,0122
11ОСТ 34-588-68 11-219×2000-Р ПВ-2-11	219	207	2832	154	64	5,89	0,00985	0,02079
12ОСТ 32-588--88 12-219×4000-Р ПВ-2-12	219	207	4832	154	64	12	0,00985	0,02079
13ОСТ 34-588-68 13-273×2000-Р ПВ-2-13	273	259	3032	178	109	10	0,01679	0,03077
14ОСТ 34-588-68 14-273×4000-Р ПВ-2-14	273	259	5032	178	109	20,3	0,01679	0,03077
15ОСТ 34-588-68 15-325×2000-Р ПВ-2-15	325	309	3232	200	151	13,8	0,02325	0,04464
16ОСТ 34-588--68 16-325×4000-Р ПВ-2-16	325	309	5232	200	151	28	0,02325	0,04464

\* Данные подогревателей по отраслевому стандарту ОСТ 34-588-68

\*\* Данные подогревателей по техническим условиям ТУ 400 28 429-82Е

\*\*\* Данные подогревателей по техническим условиям ТУ 78 УССР 125-78

Коэффициент теплопередачи подогревателя  $k$  находят по формуле

$$k = \mu \frac{\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2},$$

где  $\mu$  — коэффициент, учитывающий накипь и загрязнение трубок (табл. 2.16);  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  — коэффициенты теплоотдачи от греющей среды к стенкам трубок и от стенок к нагреваемой воде, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С)

Коэффициент теплоотдачи от греющей воды к стенкам трубок  $\alpha_1$ , ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С), равен:

$$\alpha_1 = (1400 + 18t_{гр,ср} - 0,035t_{гр,ср}^2) \frac{w^{0,8}}{d^{0,2}}, \quad (2.1)$$

где  $t_{гр,ср}$  — средняя температура греющей воды, °С;  $w$  — скорость воды в трубках  $w_{тр}$  или в межтрубном пространстве  $w_{мж}$  м/с;  $d$  — внутренний диаметр трубок ( $d_{вн}$ ) или эквивалентный диаметр межтрубного пространства ( $d_{экв}$ ), м.



**Таблица 2.16. ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ  $\mu$  НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ И НЕПОЛНОЕ СМЫВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА**

Характеристика поверхности теплообмена и условия ее работы	$\mu$
Нормальные чистые (новые) латунные трубки	1
Латунные трубки, работающие в условиях прямоточного водоснабжения на чистой воде	0,85
Латунные трубки, работающие в условиях оборотного водоснабжения или на химически очищенной воде	0,8
Латунные трубки при грязной воде и возможном образовании минеральных и органических отложений	0,75
Стальные нормальные трубки, покрытые тонким слоем окислов или накипи	0,7

Среднюю температуру греющей воды  $t_{гр.ср}$  определяют по формуле:

$$t_{гр.ср} = (t_{1гр} + t_{2гр}) / 2,$$

где  $t_{1гр}$  и  $t_{2гр}$  — температура греющей воды на входе и выходе из водоподогревателя, °С.

Скорость воды  $w$  при ее плотности  $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$  в межтрубном пространстве равна:

$$w_{вт} = G_{вт} / 3600 f_{вт},$$

в трубках

$$w_{тр} = G_{тр} / 3600 f_{тр},$$

где  $G_{вт}$  и  $G_{тр}$  соответственно расход воды в межтрубном пространстве и по трубкам, т/ч;  $f_{вт}$  и  $f_{тр}$  соответственно площадь живого сечения межтрубного пространства и площадь живого сечения трубок, м<sup>2</sup>.

Эквивалентный диаметр межтрубного пространства находят по формуле

$$d_{экв} = (D_n^2 - z d_n^2) / (D_n + z d_n),$$

где  $D_n$  — внутренний диаметр корпуса подогревателя, м;  $d_n$  — наружный диаметр трубок подогревателя, м;  $z$  — число трубок в живом сечении подогревателя.

Коэффициент теплоотдачи от стенок к нагреваемой воде, в ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С), определяют по формуле

$$\alpha_2 = (1400 + 18 t_{нагр.ср} - 0,035 t_{нагр.ср}^2) \frac{w^{0,8}}{d^{0,2}}, \quad (2.2)$$

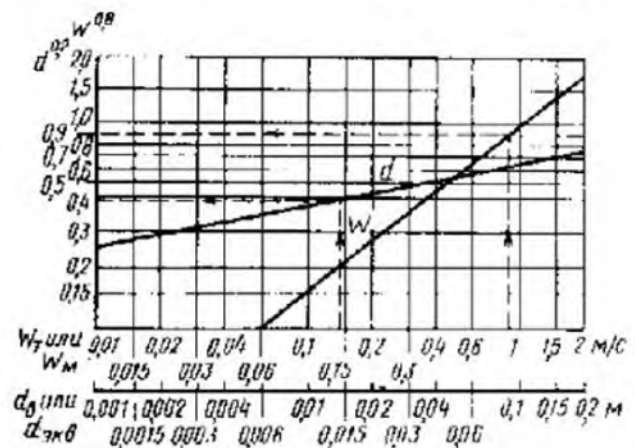
где  $t_{нагр.ср}$  — средняя температура нагреваемой воды, °С.

$$t_{нагр.ср} = (t_{1нагр} + t_{2нагр}) / 2,$$

где  $t_{1нагр}$  и  $t_{2нагр}$  — соответственно температуры нагреваемой воды на выходе и входе в водоподогреватель, °С.

Если греющая вода проходит по трубкам, то в формуле (2.1) применяем величину  $d_{экв}$ , а в формуле (2.2) —  $d_{экв}$ ; если греющая вода проходит по межтрубному пространству, то в формуле (2.1) используют величину  $d_{экв}$ , а в формуле (2.2) —  $d_{вт}$ .

Для облегчения подсчетов значений коэффициентов теплоотдачи на рис. 2.9 представлено номограмма для определения вспомогательных величин  $w^{0,8}$  и  $d^{0,2}$ , а в табл. 2.17 приведе



**Рис. 2.9. Номограмма для определения вспомогательных величин при вычислении коэффициента теплопередачи скоростных водоподогревателей**

**Таблица 2.17 ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ВЕЛИЧИНА**

$l$	$\phi$	$l$	$\phi$	$l$	$\phi$
10	1576	58	2346	106	2915
12	1611	60	2354	108	2936
14	1645	62	2382	110	2956
16	1678	64	2409	112	2977
18	1715	66	2436	114	2997
20	1746	68	2462	116	3017
22	1779	70	2488	118	3037
24	1812	72	2515	120	3056
26	1844	74	2540	122	3075
28	1878	76	2566	124	3094
30	1908	78	2592	126	3112
32	1958	80	2616	128	3131
34	1971	82	2641	130	3148
36	2003	84	2665	132	3166
38	2034	86	2703	143	3184
40	2066	88	2713	136	3201
42	2094	90	2736	138	3217
44	2124	92	2760	140	3234
46	2152	94	2783	142	3254
48	2184	96	2805	144	3276
50	2212	98	2835	146	3282
52	2241	100	2850	148	3297
54	2277	102	2872	150	3317
56	2306	104	2893		

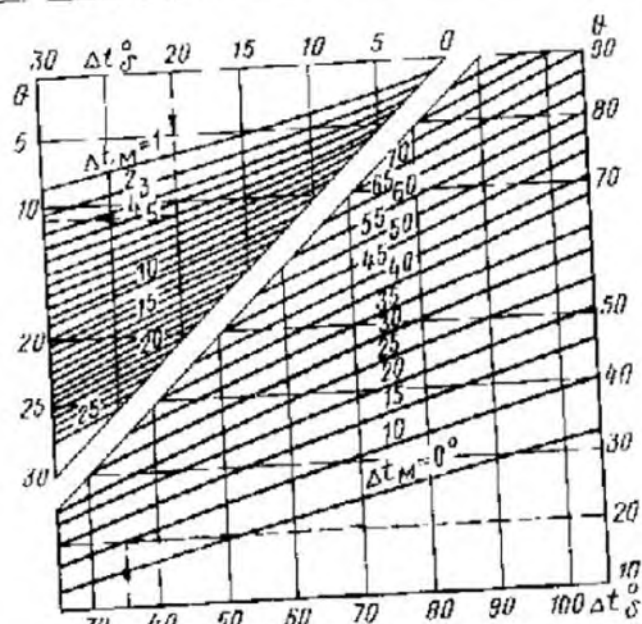


Рис. 2.10. Номограмма для определения среднелогарифмической разности температур в скоростных водоподогревателях.

Пример: 1) Дано:  $\Delta t_{\delta} = 35^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta t_m = 10^{\circ}\text{C}$ .  
Находим  $\Theta = 20^{\circ}\text{C}$ . 2) Дано:  $\Delta t_{\delta} = 20^{\circ}\text{C}$ ;  
 $\Delta t_m = 5^{\circ}\text{C}$ . Находим:  $\Theta = 10,8^{\circ}\text{C}$

ны данные для определения величины  $\Phi = 1400 + 18t - 0,035t^2$ .

Среднелогарифмическую разность температур между нагреваемой и греющей водой в водоподогревателе определяют по формуле

$$\Theta = \frac{(t_{1гр} - t_{1нар}) - (t_{2гр} - t_{2нар})}{2,31g \frac{t_{1гр} - t_{1нар}}{t_{2гр} - t_{2нар}}}$$

Значение  $\Theta$  находят по номограмме (рис. 2.10).

При  $t_{1гр} - t_{1нар} > t_{2гр} - t_{2нар}$  принимают  $t_{1гр} - t_{1нар} = \Delta t_{\delta}$  и  $t_{2гр} - t_{2нар} = \Delta t_m$ ; при  $t_{1гр} - t_{1нар} < t_{2гр} - t_{2нар}$  принимают  $t_{2гр} - t_{2нар} = \Delta t_{\delta}$  и  $t_{1гр} - t_{1нар} = \Delta t_m$ .

Число секций подогревателя определяют по формуле

$$n = F/F_0$$

где  $F$  - площадь поверхности нагрева подогревателя,  $\text{м}^2$ ;  $F_0$  - площадь поверхности нагрева одной секции установленного или выбранного к установке подогревателя,  $\text{м}^2$ .

Гидравлический расчет подогревателей сводится к определению потерь напора ( $\Delta h$ ) греющей и нагреваемой воды. Потери напора в подогревателе, состоящие из потерь на трение и потерь в местных сопротивлениях, определяют по формуле:

$$\Delta h = \frac{\lambda l}{d} n \frac{\omega^2}{2g} + \sum \xi \frac{\omega^2}{2g}, \quad (2.3)$$

Таблица 2.18. КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ В ТЕПЛОБМЕННЫХ АППАРАТАХ

Тип местного сопротивления	$\xi$
Вход в камеру и выход из камеры под углом $90^{\circ}$ к трубкам	1,5
Вход из камер в трубки и выход из трубок в камеры в многоходовых теплообменниках	1
Поворот на $180^{\circ}$ в камерах или в секциях	2,5
Вход в межтрубное пространство перпендикулярно трубкам в многоходовых теплообменниках	1,5
Выход из межтрубного пространства под углом $90^{\circ}$ к трубкам в многоходовых теплообменниках	1
Вход в трубки секционных подогревателей по направлению движения потока в камерах	0,31—0,34
Выход из трубок в камеры секционных подогревателей без изменения направления потока	0,53—0,56
Поворот на $180^{\circ}$ у кромки продольной перегородки в межтрубном пространстве многоходовых подогревателей	1,5
Огибание перегородок, поддерживающих трубки	0,5—1
Поворот на $180^{\circ}$ в сварном канале, состоящем из двух сварных колен при их диаметре 78—254 мм	1,1
Поворот на $180^{\circ}$ при переходе потока из одной секции в другую в многокорпусных теплообменниках	2

где  $\lambda$  - коэффициент трения;  $l$  - длина одного хода, м;  $d$  - внутренний или эквивалентный диаметр, м;  $g$  - ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;  $\sum \xi$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений подогревателя (значения коэффициентов приведены в табл. 2.18);  $\omega$  - скорость воды в трубках при межтрубном пространстве,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $n$  - число секций.

Формулу (2.3) можно представить в виде:

$$\Delta h = A\omega^2$$

Значения  $A$  приведены в табл. 2.19.

**Расчет скоростных пароводяных подогревателей.** Тепловой расчет. При тепловом расчете пароводяных подогревателей используют те же формулы, что и при расчете водоводяных подогревателей, за исключением формулы, определяющей коэффициент теплоотдачи  $\alpha_1$ . Коэффициент теплоотдачи  $\alpha_1$ ,  $\text{ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C})$ , от пара к стенкам трубок для горизонтальных и вертикальных подогревателей находят соответственно по формулам:

$$\alpha_1 = \frac{0,77(5500 + 65t_{гр,к} - 0,2t_{гр,к}^2)}{\sqrt{(t_h - t_c) md_n}}$$

$$\alpha_1 = \frac{5500 + 65t_{гр,к} - 0,2t_{гр,к}^2}{\sqrt{(t_h - t_c) h}}$$