



СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЗДУХА

Таблица 1.1

Физические свойства сухого воздуха при давлении 101,325 кПа

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$c_p, \text{кДж/кгК}$	$\lambda \cdot 10^2, \text{Вт/мК}$	$\alpha \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	$\mu \cdot 10^6, \text{Нс/м}^2$	$\nu \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	Pr
-50	1,584	1,013	2,04	12,7	14,6	9,23	0,728
-40	1,515	1,013	2,12	13,8	15,2	10,04	0,728
-30	1,453	1,013	2,20	14,9	15,7	10,80	0,723
-20	1,395	1,009	2,28	16,2	16,2	12,79	0,716
-10	1,342	1,009	2,36	17,4	16,7	12,43	0,712
0	1,293	1,005	2,44	18,8	17,2	12,28	0,707
10	1,247	1,005	2,51	20,0	17,6	14,16	0,705
20	1,205	1,005	2,59	21,4	18,1	15,06	0,703
30	1,165	1,005	2,67	22,9	18,6	16,00	0,701
40	1,128	1,005	2,76	24,3	19,1	16,96	0,699
50	1,093	1,005	2,83	25,7	19,6	17,95	0,698
60	1,060	1,009	2,90	27,2	20,1	18,97	0,696
70	1,029	1,009	2,96	28,6	20,6	20,02	0,694
80	1,000	1,009	3,05	30,2	21,1	21,09	0,692
90	0,972	1,009	3,13	31,9	21,5	22,10	0,690
100	0,946	1,009	3,21	33,6	21,9	23,11	0,688
120	0,898	1,009	3,34	36,8	22,8	25,45	0,686
140	0,954	1,013	3,49	40,3	23,7	27,80	0,684
160	0,815	1,017	3,64	43,9	24,5	30,09	0,682
180	0,779	1,022	3,78	47,5	25,3	32,49	0,681
200	0,746	1,026	3,93	51,4	26,0	34,85	0,680
250	0,674	1,038	4,27	61,0	27,4	20,61	0,677
300	0,615	1,047	4,60	71,6	29,7	48,33	0,674
350	0,566	1,059	4,91	81,9	31,4	55,46	0,676
400	0,524	1,068	5,21	93,1	33,0	63,09	0,678



Таблица 1.2

Точка росы влажного воздуха

$D_0$ , г/кг	$P$ , кПа					
	100	200	300	400	500	600
0,2	-34,57	-27,37	-22,92	-19,64	-17,03	-14,85
0,4	-27,38	-19,65	-14,86	-11,33	-8,51	-6,16
0,6	-22,93	-14,86	-9,86	-6,16	-3,22	-0,76
0,8	-19,65	-11,34	-6,17	-2,36	0,69	3,23
1	-17,05	-8,53	-3,23	0,68	3,81	6,42
1,2	-14,87	-6,18	-0,77	3,23	6,42	9,09
1,4	-13	-4,15	1,35	5,42	8,67	11,39
1,6	-11,35	-2,37	3,22	7,35	10,65	13,42
2	-8,55	0,66	6,4	10,64	14,03	16,88
2,2	-7,33	1,98	7,78	12,07	15,51	18,38
2,4	-6,2	3,2	9,06	13,4	16,87	19,77
2,6	-5,16	4,33	10,25	14,62	18,13	21,06
2,8	-4,18	5,38	11,36	15,77	19,31	22,27
3	-3,27	6,38	12,4	16,85	20,42	23,41
3,2	-2,41	7,31	13,38	17,87	21,46	24,48
3,4	-1,59	8,19	14,3	18,83	22,45	25,49
3,6	-0,82	9,03	15,19	19,74	23,39	26,45
3,8	-0,09	9,83	16,02	20,61	24,28	27,36
4	0,62	10,59	16,83	21,44	25,14	28,24
4,2	1,29	11,32	17,59	22,24	25,96	29,08
4,4	1,93	12,02	18,33	23	26,74	29,88
4,6	2,55	12,69	19,03	23,73	27,49	30,65
4,8	3,14	13,34	19,71	24,43	28,22	31,39
5	3,72	13,96	20,37	25,11	28,92	32,11
5,2	4,27	14,56	21	25,77	29,59	32,8
5,4	4,8	15,14	21,61	26,4	30,24	33,47
5,6	5,32	15,7	22,2	27,01	30,87	34,11
5,8	5,82	16,25	22,77	27,61	31,48	34,74
6	6,31	16,78	23,33	28,18	32,08	35,35
6,2	6,78	17,29	23,87	28,74	32,65	35,94
6,4	7,24	17,79	24,39	29,29	33,21	36,51
6,6	7,68	18,27	24,9	29,82	33,76	37,07
6,8	8,11	18,74	25,4	30,33	34,29	37,61
7	8,54	19,2	25,88	30,83	34,81	38,14
7,2	8,95	19,65	26,35	31,32	35,31	38,66
7,4	9,35	20,09	26,81	31,8	35,8	39,16
7,6	9,74	20,51	27,26	32,27	36,28	39,65
7,8	10,12	20,93	27,7	32,72	36,75	40,14
8	10,5	21,34	28,13	33,17	37,21	40,61
8,2	10,86	21,74	28,55	33,6	37,66	41,07
8,4	11,22	22,13	28,96	34,03	38,1	41,52
8,6	11,57	22,51	29,36	34,45	38,53	41,96
8,8	11,91	22,88	29,76	34,86	38,95	42,39
9	12,25	23,25	30,14	35,26	39,37	42,81
9,2	12,58	23,61	30,52	35,65	39,77	43,23
9,4	12,9	23,96	30,89	36,04	40,17	43,64



Продолжение табл. 1.2

$D_0$ , г/кг	$P$ , кПа					
	100	200	300	400	500	600
9,6	13,22	24,31	31,26	36,42	40,56	44,04
9,8	13,53	24,64	31,61	36,79	40,94	44,43
10	13,84	24,98	31,97	37,15	41,32	44,81
10,2	14,14	25,31	32,31	37,51	41,69	45,19
10,4	14,43	25,63	32,65	37,86	42,05	45,57
10,6	14,72	25,94	32,98	38,21	42,41	45,93
10,8	15,01	26,26	33,31	38,55	42,76	46,29
11	15,29	26,56	33,63	38,89	43,1	46,65
11,2	15,56	26,86	33,95	39,22	43,44	47
11,4	15,84	27,16	34,26	39,54	43,78	47,34
11,6	16,1	27,45	34,57	39,86	44,11	47,68
11,8	16,37	27,74	34,87	40,18	44,43	48,01
12	16,63	28,02	35,17	40,49	44,75	48,34
12,2	16,88	28,3	35,47	40,79	45,07	48,66
12,4	17,13	28,57	35,76	41,09	45,38	48,98
12,6	17,38	28,85	36,04	41,39	45,68	49,29
12,8	17,62	29,11	36,32	41,68	45,99	49,6
13	17,87	29,38	36,6	41,97	46,28	49,91
13,2	18,1	29,64	36,88	42,26	46,58	50,21
13,4	18,34	29,89	37,15	42,54	46,87	50,51
13,6	18,57	30,14	37,41	42,82	47,15	50,8
13,8	18,8	30,39	37,68	43,09	47,44	51,09
14	19,02	30,64	37,94	43,36	47,72	51,38
14,2	19,25	30,88	38,19	43,63	47,99	51,66
14,4	19,47	31,12	38,45	43,89	48,26	51,94
14,6	19,68	31,36	38,7	44,15	48,53	52,21
14,8	19,9	31,6	38,94	44,41	48,8	52,48
15	20,11	31,83	39,19	44,66	49,06	52,75
15,2	20,32	32,06	39,43	44,91	49,32	53,02
15,4	20,53	32,28	39,67	45,16	49,57	53,28
15,6	20,73	32,5	39,9	45,41	49,83	53,54
15,8	20,93	32,73	40,14	45,65	50,08	53,8
16	21,13	32,94	40,37	45,89	50,32	54,05
16,2	21,33	33,16	40,6	46,13	50,57	54,3
16,4	21,52	33,37	40,82	46,36	50,81	54,55
16,6	21,72	33,58	41,05	46,59	51,05	54,8
16,8	21,91	33,79	41,27	46,82	51,29	55,04
17	22,1	34	41,48	47,05	51,52	55,28
17,2	22,28	34,21	41,7	47,27	51,75	55,52
17,4	22,47	34,41	41,91	47,5	51,98	55,75
17,6	22,65	34,61	42,13	47,72	52,21	55,99
17,8	22,83	34,81	42,34	47,93	52,43	56,22
18	23,01	35	42,54	48,15	52,66	56,45
18,2	23,19	35,2	42,75	48,36	52,88	56,67
18,4	23,37	35,39	42,95	48,58	53,1	56,9
18,6	23,54	35,58	43,15	48,78	53,31	57,12
18,8	23,71	35,77	43,35	48,99	53,53	57,34
19	23,88	35,96	43,55	49,2	53,74	57,56



Окончание табл. 1.2

$D_0$ , г/кг	$P$ , кПа					
	100		100		100	
19,2	24,05	36,14	43,75	49,4	53,95	57,77
19,4	24,22	36,32	43,94	49,6	54,16	57,99
19,6	24,39	36,51	44,13	49,8	54,36	58,2
19,8	24,55	36,69	44,32	50	54,57	58,41
20	24,72	36,87	44,51	50,2	54,77	58,61

Таблица 1.3

*Теплоемкость влажного воздуха с учетом фазовых превращений*

$t$ , °C	$c_{p,B}$	100	200	300	400	500	600
-50,0	1,065	1,074	1,070	1,068	1,068	1,067	1,067
-49,0	1,065	1,075	1,070	1,069	1,068	1,067	1,067
-48,0	1,065	1,076	1,071	1,069	1,068	1,068	1,067
-47,0	1,065	1,078	1,072	1,069	1,068	1,068	1,067
-46,0	1,065	1,079	1,072	1,070	1,069	1,068	1,068
-45,0	1,065	1,081	1,073	1,070	1,069	1,068	1,068
-44,0	1,065	1,083	1,074	1,071	1,070	1,069	1,068
-43,0	1,065	1,085	1,075	1,072	1,070	1,069	1,069
-42,0	1,065	1,087	1,076	1,072	1,071	1,070	1,069
-41,0	1,065	1,089	1,077	1,073	1,071	1,070	1,069
-40,0	1,065	1,427	1,414	1,410	1,408	1,406	1,406
-39,0	1,067	1,432	1,417	1,413	1,410	1,409	1,408
-38,0	1,069	1,437	1,421	1,416	1,413	412	1,411
-37,0	1,072	1,442	1,425	1,419	1,416	1,414	1,413
-36,0	1,074	1,447	1,429	1,422	1,419	1,417	1,416
-35,0	1,076	1,453	1,433	1,426	1,422	420	1,419
-34,0	1,078	1,460	1,437	1,429	1,425	1,423	1,421
-33,0	1,080	1,466	1,441	1,433	1,428	1,426	1,424
-32,0	1,082	1,473	1,446	1,436	1,432	1,429	1,427
-31,0	1,084	1,480	1,450	1,440	1,435	1,432	1,430
-30,0	1,086	1,488	1,455	1,444	1,439	1,435	1,433
-29,0	1,088	1,497	1,460	1,448	1,442	1,439	1,436
-28,0	1,090	1,505	1,466	1,453	1,446	1,442	1,440
-27,0	1,092	1,515	1,472	1,457	1,450	1,446	1,443
-26,0	1,094	1,525	1,478	1,462	1,454	1,449	1,446
-25,0	1,096	1,535	1,484	1,467	1,458	1,453	1,450
-24,0	1,098	1,546	1,491	1,472	1,463	1,457	1,453
-23,0	1,100	1,558	1,498	1,477	1,467	1,461	1,457
-22,0	1,102	1,571	1,505	1,483	1,472	1,465	1,461
-21,0	1,104	1,584	1,513	1,489	1,477	1,470	1,465
-20,0	1,106	1,599	1,521	1,495	1,482	1,474	1,469
-19,0	1,108	1,614	1,530	1,501	1,187	1,479	1,473
-18,0	1,110	1,630	1,539	1,508	1,493	1,484	1,478
-17,0	1,112	1,647	1,548	1,515	1,499	1,489	1,482
-16,0	1,113	1,666	1,558	1,523	1,505	1,494	1,487
-15,0	1,115	1,364	1,241	1,200	1,179	1,167	1,159
-14,0	1,115	1,384	1,252	1,207	1,185	1,171	1,162
-13,0	1,115	1,409	1,263	1,215	1,190	1,176	1,166
-12,0	1,114	1,434	1,276	1,223	1,197	1,181	1,170
-11,0	1,114	1,461	1,289	1,232	1,203	1,186	1,175
-10,0	1,114	1,486	1,299	1,237	1,206	1,188	1,175
-9,0	1,110	1,517	1,315	1,248	1,214	1,194	1,181
-8,0	1,109	1,551	1,332	1,259	1,222	1,201	1,186
-7,0	1,109	1,587	1,350	1,271	1,231	1,208	1,192
-6,0	1,108	1,626	1,369	1,283	1,241	1,215	1,198
-5,0	1,108	1,667	1,389	1,297	1,251	1,224	1,205
-4,0	1,107	1,712	1,411	1,312	1,262	1,232	1,213



Продолжение табл. 1.3.

$t, ^\circ\text{C}$	$c_{p,B}$	100	200	300	400	500	600
-3,0	1,107	1,760	1,435	1,328	1,274	1,242	1,220
-2,0	1,106	1,811	1,460	1,344	1,287	1,252	1,229
-1,0	1,105	1,865	1,487	1,362	1,300	1,263	1,238
0,0	1,101	1,823	1,464	1,346	1,286	1,251	1,227
1,0	1,100	1,870	1,488	1,361	1,298	1,260	1,235
2,0	1,099	1,922	1,513	1,378	1,310	1,270	1,243
3,0	1,099	1,975	1,539	1,395	1,323	1,281	1,252
4,0	1,098	2,031	1,567	1,413	1,337	1,291	1,261
5,0	1,097	2,091	1,596	1,433	1,352	1,303	1,271
6,0	1,096	2,154	1,627	1,453	1,367	1,315	1,281
7,0	1,095	2,220	1,659	1,475	1,383	1,328	1,292
8,0	1,094	2,291	1,694	1,497	1,400	1,342	1,303
9,0	1,093	2,365	1,730	1,521	1,418	1,356	1,315
10,0	1,092	2,443	1,768	1,547	1,437	1,371	1,327
11,0	1,090	2,526	1,808	1,573	1,456	1,387	1,340
12,0	1,089	2,613	1,850	1,601	1,477	1,403	1,354
13,0	1,087	2,704	1,895	1,630	1,499	1,421	1,369
14,0	1,086	2,801	1,941	1,661	1,522	1,439	1,384
15,0	1,084	2,903	1,991	1,693	1,546	1,458	1,400
16,0	1,083	3,011	2,042	1,727	1,572	1,478	1,417
17,0	1,081	3,124	2,097	1,763	1,598	1,500	1,434
18,0	1,079	3,244	2,154	1,801	1,626	1,522	1,453
19,0	1,077	3,370	2,214	1,840	1,655	1,545	1,472
20,0	1,075	3,502	2,277	1,881	1,686	1,570	1,492
21,0	1,072	3,642	2,343	1,925	1,718	1,595	1,514
22,0	1,070	3,789	2,412	1,970	1,752	1,622	1,536
23,0	1,067	3,944	2,485	2,018	1,787	1,650	1,559
24,0	1,065	4,107	2,561	2,067	1,824	1,680	1,584
25,0	1,062	4,279	2,642	2,120	1,863	1,710	1,609
26,0	1,059	4,460	2,726	2,174	1,904	1,743	1,636
27,0	1,056	4,650	2,814	2,232	1,949	1,776	1,664
28,0	1,052	2,447	2,906	2,292	1,990	1,811	1,693
29,0	1,050	1,050	3,003	2,354	2,037	1,848	1,723
30,0	1,050	1,050	3,105	2,420	2,085	1,887	1,755
31,0	1,050	1,050	3,211	2,489	2,136	1,927	1,78
32,0	1,050	1,050	3,323	2,561	2,189	1,969	1,823
33,0	1,050	1,050	3440	2,636	2,244	2,012	1,859
34,0	1,050	1,050	3,562	2,714	2,302	2,058	1,897
35,0	1,050	1,050	3,691	2,796	2,362	2,106	1,937
36,0	1,050	1,050	3,825	2,882	2,425	2,156	1,978
37,0	1,050	1,050	3,966	2,972	2,491	2,208	2,021
38,0	1,050	1,050	4,114	3,066	2,560	2,262	2,065
39,0	1,050	1,050	4,269	3,164	2,631	2,318	2,112
40,0	1,050	1,050	3,995	3,266	2,706	2,377	2,160
41,0	1,050	1,050	1,050	3,373	2,784	2,438	2,211
42,0	1,050	1,050	1,050	3,485	2,866	2,502	2,264
43,0	1,050	1,050	1,050	3,602	2,951	2,569	2,319
44,0	1,050	1,050	1,050	3,724	3,039	2,638	2,375
45,0	1,050	1,050	1,050	3,852	3,131	2,711	2,435
46,0	1,050	1,050	1,050	3,985	3,228	2,786	2,497
47,0	1,50	1,050	1,050	4,124	3,328	2,865	2,561
48,0	1,050	1,050	1,050	3,440	3,433	2,946	2,628
49,0	1,050	1,050	1,050	1,050	3,542	3,031	2,698



## 2. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

Таблица 2.1

### Физические свойства воды на линии насыщения

$T, ^\circ\text{C}$	$p \cdot 10^{-5}, \text{Па}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$h, \text{кДж/кг}$	$c_p, \text{кДж/(кг}\cdot\text{К)}$	$\lambda \cdot 10^2, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	$a \cdot 10^8, \text{м}^2/\text{с}$	$\mu \cdot 10^6, \text{Па}\cdot\text{с}$	$\nu \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	$\beta \cdot 10^4, \text{1/К}$	$\sigma \cdot 10^4, \text{Н/м}$	Pr
0	1,013	999,9	0	4,212	55,1	13,1	1788	1,489	-0,63	756,4	13,67
10	1,013	999,7	42,04	4,191	57,4	13,7	1306	1,306	+0,70	741,6	9,52
20	1,013	998,2	83,91	4,183	59,9	14,3	1004	1,006	1,2	726,9	7,02
30	1,013	995,7	125,7	4,174	61,8	14,9	801,5	0,805	3,21	712,2	5,42
40	1,013	992,2	167,5	4,174	63,5	15,3	653,3	0,659	3,87	696,5	4,31
50	1,013	988,1	209,3	4,174	64,8	15,7	549,4	0,556	4,49	676,9	3,54
60	1,013	983,1	251,1	4,174	65,9	16,0	469,9	0,478	5,11	662,2	2,98
70	1,013	977,8	293,0	4,187	66,8	16,3	406,1	0,415	5,70	643,5	2,55
80	1,013	971,8	355,0	4,195	67,4	16,6	355,1	0,365	6,32	625,9	2,21
90	1,013	965,3	377,0	4,208	68,0	16,8	314,9	0,326	6,95	607,2	1,95
100	1,013	958,4	419,1	4,220	68,3	16,9	282,5	0,295	7,52	588,6	1,75
110	1,43	951,0	461,4	4,233	68,5	17,0	259,0	0,272	8,08	569,0	1,60
120	1,98	943,1	503,7	4,250	68,6	17,1	237,4	0,252	8,64	548,4	1,47
130	2,70	934,8	546,4	4,266	68,6	17,2	217,8	0,233	9,19	528,8	1,36
140	3,61	926,1	589,1	4,287	68,5	17,2	201,1	0,217	9,72	507,2	1,26
150	4,76	917,0	632,2	4,313	68,4	17,3	186,4	0,203	10,3	486,6	1,17
160	6,18	907,0	675,4	4,346	68,3	17,3	173,6	0,191	10,7	466,0	1,10
170	7,92	897,3	719,3	4,380	67,9	17,3	162,8	0,181	11,3	443,4	1,05
180	10,03	886,9	763,3	4,417	67,4	17,2	153,0	0,173	11,9	422,8	1,00
190	12,55	876,0	807,8	4,459	67,0	17,1	144,2	0,165	12,6	400,2	0,96
200	15,55	863,0	852,5	4,505	66,3	17,0	136,4	0,158	13,3	376,7	0,93
210	19,08	852,8	897,7	4,555	65,5	16,9	130,5	0,153	14,1	354,1	0,91
220	23,20	840,3	943,7	4,614	64,5	16,6	124,6	0,148	14,8	331,6	0,89
230	27,98	827,3	990,2	4,681	63,7	16,4	119,7	0,145	15,9	310,0	0,88
240	33,48	813,6	1037,5	4,756	62,8	16,2	114,8	0,141	16,8	285,5	0,87
250	39,78	799,0	1085,7	4,844	61,8	15,9	109,9	0,137	18,1	261,9	0,86
260	46,94	784,0	1135,7	4,949	60,5	15,6	105,9	0,135	19,7	237,4	0,87
270	55,05	767,9	1185,7	5,070	59,0	15,1	102,0	0,133	21,6	214,8	0,88
280	64,19	750,7	1236,8	5,230	57,4	14,6	98,1	0,131	23,7	191,3	0,90
290	74,45	732,3	1290,0	5,485	55,8	13,9	94,2	0,129	26,2	168,7	0,93
300	85,92	712,5	1344,9	5,736	54,0	13,2	91,2	0,128	29,2	144,2	0,97
310	98,70	691,1	1402,2	6,071	52,3	12,5	88,3	0,128	32,9	120,7	1,03
320	112,90	667,1	1462,1	6,574	50,6	11,5	85,3	0,128	38,2	98,10	1,11
330	128,65	640,2	1526,2	7,244	48,4	10,4	81,4	0,127	43,3	76,71	1,22
340	146,08	610,1	1594,8	8,165	45,7	9,17	77,5	0,127	53,4	56,70	1,39
350	165,37	574,4	1671,4	9,504	43,0	7,88	72,6	0,126	66,8	38,16	1,60
360	186,74	528,0	1761,5	13,984	39,5	5,36	66,7	0,126	109	20,21	2,35
370	210,53	450,5	1892,5	40,321	33,7	1,86	56,9	0,126	164	4,709	6,79