



**ТАБЛИЦЫ  
СТАНДАРТНЫХ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ**

---

**ЭТАН ЖИДКИЙ И ГАЗООБРАЗНЫЙ.  
ПЛОТНОСТЬ, ЭНТАЛЬПИЯ, ЭНТРОПИЯ  
И ИЗОБАРНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ  
ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ 100–500 К  
И ДАВЛЕНИЯХ 0,1–70 МПа**

**ГСССД 48–83**

**Издание официальное**

Цена 5 коп.

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ  
Москва**

**РАЗРАБОТАНЫ** Московским ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции энергетическим институтом, Одесским институтом инженеров морского флота, Всесоюзным научно-исследовательским институтом метрологической службы

Авторы: д-р техн. наук В. В. Сычев, д-р техн. наук А. А. Вассерман, д-р техн. наук В. А. Загорученко, канд. техн. наук А. Д. Козлов, канд. техн. наук Г. А. Спиридонов, канд. техн. наук В. А. Цымарный

**РЕКОМЕНДОВАНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ** Советским национальным комитетом по сбору и оценке численных данных в области науки и техники Президиума АН СССР; секцией теплофизических свойств веществ Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Теплофизика», Всесоюзным научно-исследовательским центром Государственной службы стандартных справочных данных

**ОДОБРЕНЫ** экспертной комиссией в составе:

д-ра техн. наук С. А. Улыбина, д-ра техн. наук А. В. Клецкого, д-ра техн. наук В. А. Григорьева, д-ра техн. наук В. А. Рабиновича, канд. техн. наук С. Д. Лабинова

**ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ** Всесоюзным научно-исследовательским центром Государственной службы стандартных справочных данных

**УТВЕРЖДЕНЫ** Государственным комитетом СССР по стандартам  
3 августа 1983 г. (протокол № 124)

Государственная служба стандартных справочных данных

ЭТАН ЖИДКИЙ И ГАЗООБРАЗНЫЙ. ПЛОТНОСТЬ,  
ЭНТАЛЬПИЯ, ЭНТРОПИЯ И ИЗОБАРНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ  
ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ 100—500 К И ДАВЛЕНИЯХ  
0,1—70 МПа

ГСССД  
48—83

State system of standard reference data  
Liquid and gaseous ethane. Density, enthalpy, entropy,  
and isobaric specific heat at temperatures 100—500 K  
and pressures 0,1—70 MPa

GSSSD  
48—83

Применение стандартных справочных данных обязательно во всех отраслях народного хозяйства

Настоящие таблицы стандартных справочных данных содержат значения плотности, энтальпии, энтропии и изобарной теплоемкости жидкого и газообразного этана в наиболее важной для практики области изменения параметров состояния.

Таблицы рассчитаны на основании известных термодинамических соотношений по единому уравнению состояния жидкого и газообразного этана, имеющему вид

$$z = 1 + \sum_{i=1}^r \sum_{j=0}^{s_i} b_{ij} \omega^i / \tau^j,$$

где  $z = pv/RT$ ;  $\omega = \rho/\rho_{кр}$ ;  $\tau = T/T_{кр}$ .

Уравнение составлено по надежным экспериментальным  $p$ ,  $v$ ,  $T$ -данным [1—8] для однофазной области и линии насыщения, охватывающим диапазоны температур 90—423 К и давлений  $1 \cdot 10^{-6}$ —73 МПа. Средняя квадратическая погрешность описания 1012 опытных значений плотности  $\delta Q_{ср} = 0,12\%$ . Дополнительно при составлении уравнения использованы 30 значений второго вириального коэффициента для диапазона температур 210—511 К и 204 значения изохорной теплоемкости для области температур 110—329 К и давлений 1,6—33,7 МПа из [9]. Значения изохорной теплоемкости уравнение описывает со средней квадратической погрешностью 2,2%. Уравнение удовлетворяет правилу Максвелла со средней квадратической погрешностью  $\delta p_{s, ср} = 0,06\%$ .

Коэффициенты единого уравнения состояния этана получены усреднением коэффициентов уравнений состояния, эквивалентных по точности описания исходной информации; для усреднения использованы 74 уравнения. При расчетах приняты следующие значения критических параметров и газовой постоянной:  $T_{кр} = 305,33$  К;  $p_{кр} = 4,8714$  МПа;  $Q_{кр} = 204,457$  кг/м<sup>3</sup>;  $R = 276,507$  Дж/(кг·К).

Коэффициенты усредненного уравнения состояния этана:

$$\begin{aligned}
 b_{10} &= 0,6523112 \cdot 10^0; & b_{44} &= -0,2605725 \cdot 10^0; \\
 b_{11} &= -0,1420959 \cdot 10^1; & b_{45} &= -0,1298954 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{12} &= -0,8281694 \cdot 10^0; & b_{50} &= -0,3324578 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{13} &= 0,9628378 \cdot 10^0; & b_{51} &= 0,8053416 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{14} &= -0,4873274 \cdot 10^0; & b_{52} &= 0,7465193 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{15} &= -0,1120178 \cdot 10^0; & b_{53} &= 0,5459819 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{16} &= 0,4053669 \cdot 10^{-1}; & b_{54} &= -0,3786991 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{17} &= 0,6643199 \cdot 10^{-2}; & b_{60} &= -0,1392303 \cdot 10^0; \\
 b_{20} &= -0,1717300 \cdot 10^0; & b_{61} &= -0,2013963 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{21} &= 0,1342033 \cdot 10^1; & b_{62} &= -0,9262326 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{22} &= -0,5419403 \cdot 10^0; & b_{63} &= -0,3878733 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{23} &= -0,3585280 \cdot 10^0; & b_{64} &= 0,1381212 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{24} &= 0,3413308 \cdot 10^0; & b_{70} &= 0,1066015 \cdot 10^0; \\
 b_{25} &= -0,1419773 \cdot 10^0; & b_{71} &= -0,2039723 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{26} &= -0,8327400 \cdot 10^{-1}; & b_{72} &= 0,5628173 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{30} &= 0,1816776 \cdot 10^0; & b_{73} &= 0,7784005 \cdot 10^{-2}; \\
 b_{31} &= -0,1159004 \cdot 10^1; & b_{80} &= -0,2233251 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{32} &= 0,6856036 \cdot 10^{-1}; & b_{81} &= 0,2384036 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{33} &= 0,4834712 \cdot 10^0; & b_{82} &= 0,2426002 \cdot 10^{-2}; \\
 b_{34} &= 0,3294358 \cdot 10^0; & b_{83} &= -0,3414020 \cdot 10^{-2}; \\
 b_{35} &= 0,2712144 \cdot 10^0; & b_{90} &= -0,1016497 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{40} &= 0,7302986 \cdot 10^{-1}; & b_{91} &= -0,1018997 \cdot 10^{-1}; \\
 b_{41} &= 0,6713792 \cdot 10^0; & b_{92} &= 0,2835872 \cdot 10^{-2}; \\
 b_{42} &= -0,4315169 \cdot 10^0; & b_{10,0} &= 0,4957046 \cdot 10^{-2}; \\
 b_{43} &= -0,1305074 \cdot 10^0; & b_{10,1} &= -0,1722518 \cdot 10^{-2}.
 \end{aligned}$$

Энтальпия, энтропия и изобарная теплоемкость рассчитывались по формулам:

$$\begin{aligned}
 h &= h_0 + RT \sum_{i=1}^r \sum_{j=0}^{s_i} \frac{i+j}{i} b_{ij} \frac{\omega^i}{\tau^j}; \\
 s &= s_0 - R \ln \frac{\omega}{\omega_0} + R \sum_{i=1}^r \sum_{j=0}^{s_i} \frac{j-1}{i} b_{ij} \frac{\omega^i}{\tau^j}; \\
 c_p &= c_{v_0} - R \sum_{i=1}^r \sum_{j=0}^{s_i} \frac{j(j-1)}{i} b_{ij} \frac{\omega^i}{\tau^j} + \\
 &+ \frac{R \left[ 1 - \sum_{i=1}^r \sum_{j=0}^{s_i} (j-1) b_{ij} \omega^i / \tau^j \right]^2}{1 + \sum_{i=1}^r \sum_{j=0}^{s_i} (i+1) b_{ij} \omega^i / \tau^j},
 \end{aligned}$$

где  $h_0$ ,  $s_0$ ,  $c_{v_0}$  — энтальпия, энтропия и изохорная теплоемкость в идеально-газовом состоянии. Значения  $h_0$  и  $s_0$  найдены из соотношений

$$h_0 = \int_{T_0}^T c_p^0 dT + h_{00} + h_0^0;$$

$$s_0 = \int_{T_0}^T \frac{c_p^0}{T} dT + s_{00} + s_0^0,$$

где  $h_{00}$  и  $s_{00}$  — энтальпия и энтропия идеального газа при температуре  $T_0$ ;  $h_0^0$  — теплота сублимации при  $T=0$  К,  $s_0^0$  — константа (принято  $s_0^0 = 0$ ).

Значение теплоты сублимации этана при  $T=0$  К принято  $h_0^0 = 968,426$  кДж/кг на основании данных [10]. Температура вспомогательной точки отсчета  $T_0 = 100$  К. Значения энтальпии и энтропии при этой температуре составляют соответственно  $h_{00} = 112,4554$  кДж/кг и  $s_{00} = 6,1151$  кДж/(кг·К).

Изобарная теплоемкость в идеально-газовом состоянии принята по данным [6] и аппроксимирована обобщенным полиномом:

$$\frac{c_p^0}{R} = \sum_{j=0}^6 \alpha_j \theta^j + \sum_{j=1}^5 \beta_j \theta^{-j},$$

где  $\theta = T/100$ ;

$\alpha_0 = 0,68120976 \cdot 10^2;$	$\beta_1 = -0,87407084 \cdot 10^2;$
$\alpha_1 = -0,30634058 \cdot 10^2;$	$\beta_2 = 0,78481374 \cdot 10^2;$
$\alpha_2 = 0,95275029 \cdot 10^1;$	$\beta_3 = -0,44865859 \cdot 10^2;$
$\alpha_3 = -0,16947102 \cdot 10^1;$	$\beta_4 = 0,14654346 \cdot 10^2;$
$\alpha_4 = 0,17630585 \cdot 10^0;$	$\beta_5 = -0,20518393 \cdot 10^1.$
$\alpha_5 = -0,99545402 \cdot 10^{-2};$	
$\alpha_6 = 0,23536430 \cdot 10^{-3};$	

Средняя квадратическая погрешность аппроксимации исходных значений  $c_p^0$  в диапазоне температур 50—1000 К составляет 0,006%, максимальная — 0,010%.

Случайные погрешности расчетных значений термодинамических свойств, характеризующие погрешность отдельного уравнения из системы  $N$  эквивалентных уравнений состояния, вычислены по формуле

$$\sigma_x = \sqrt{\sum_{k=1}^N (\bar{x} - x_k)^2 / (N - 1)},$$

где  $\bar{x}$  — среднее значение функции;  $x_k$  — значение функции, полученное по  $k$ -му уравнению из системы, содержащей  $N$  уравнений.

Оценка  $\sigma_x$  не учитывает влияния систематических погрешностей экспериментальных  $p$ ,  $v$ ,  $T$ -данных на точность расчетных значений термодинамических свойств.

В табл. 1—4 приведены стандартные значения термодинамических свойств этана, а в табл. 5—8 соответствующие им случайные погрешности для части изобар. На промежуточных изобарах значения погрешностей могут быть найдены линейной интерполяцией.

Сведения об экспериментальных исследованиях термодинамических свойств этана, методике составления уравнения состояния и расчета таблиц, согласованности расчетных и опытных данных, результатах сопоставления с ранее опубликованными таблицами приведены в [11].

## Плотность этана

Т, К	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup> , при $p$ , МПа								
	0,1	0,5	1	2	3	4	5	10	15
100	640,01	640,26	640,57	641,17	641,75	642,31	642,85	645,38	647,64
110	630,02	630,23	630,50	631,02	631,53	632,03	632,52	634,86	637,04
120	619,48	619,69	619,96	620,47	620,98	621,49	621,98	624,37	626,63
130	608,46	608,68	608,96	609,51	610,05	610,59	611,12	613,68	616,11
140	597,15	597,40	597,70	598,30	598,89	599,47	600,05	602,85	605,52
150	585,64	585,91	586,24	586,90	587,55	588,20	588,84	591,93	594,87
160	573,93	574,22	574,59	575,33	576,05	576,76	577,47	580,89	584,14
170	561,97	562,31	562,72	563,54	564,34	565,14	565,92	569,71	573,30
180	549,74	550,11	550,57	551,49	552,39	553,28	554,16	558,36	562,32
190	1,97	537,56	538,09	539,13	540,14	541,14	542,13	546,82	551,19
200	1,86	524,58	525,18	526,37	527,53	528,66	529,77	535,04	539,89
210	1,76	511,04	511,74	513,11	514,44	515,74	517,01	522,97	528,39
220	1,68	496,76	497,59	499,20	500,76	502,27	503,74	510,55	516,64
230	1,60	8,65	482,49	484,43	486,29	488,08	489,81	497,70	504,60
240	1,53	8,17	466,10	468,50	470,78	472,95	475,03	484,30	492,20
250	1,47	7,76	16,96	450,96	453,85	456,56	459,12	470,21	479,36
260	1,41	7,39	15,93	431,02	434,88	438,41	441,68	455,27	465,99
270	1,35	7,07	15,06	36,09	412,77	417,69	422,09	439,26	451,98
280	1,30	6,77	14,31	33,07	384,96	392,79	399,25	421,89	437,23
290	1,26	6,51	13,65	30,76	55,50	359,22	370,73	402,80	421,62
300	1,21	6,26	13,06	28,90	49,85	85,05	328,18	381,48	405,03
350	1,04	5,29	10,83	22,83	36,30	51,69	69,67	218,10	305,33
400	0,91	4,59	9,32	19,23	29,78	41,05	53,10	126,23	205,93
450	0,81	4,06	8,20	16,72	25,58	34,77	44,29	96,50	152,30
500	0,72	3,64	7,33	14,85	22,54	30,41	38,44	80,54	123,92

Продолжение

Т, К	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup> , при $p$ , МПа								
	20	25	30	35	40	45	50	60	70
100	649,70	651,61	653,39	655,08	656,67	658,19	659,65	662,39	665,33
110	639,09	641,02	642,86	644,62	646,30	647,93	649,50	652,50	655,77
120	628,78	630,83	632,80	634,70	636,54	638,32	640,05	643,38	646,57
130	618,44	620,68	622,84	624,94	626,97	628,95	630,88	634,63	638,24
140	608,09	610,55	612,94	615,26	617,52	619,73	621,89	626,10	630,19
150	597,70	600,42	603,06	605,62	608,12	610,57	612,96	617,65	622,24
160	587,25	590,25	593,14	595,96	598,70	601,38	604,01	609,16	614,20
170	576,72	580,00	583,16	586,22	589,21	592,12	594,97	600,53	605,98
180	566,07	569,65	573,09	576,41	579,63	582,76	585,82	591,76	597,55
190	555,31	559,21	562,94	566,53	569,98	573,33	576,58	582,87	588,95
200	544,42	548,68	552,73	556,58	560,29	563,85	567,31	573,93	580,26
210	533,39	538,05	542,44	546,60	550,57	554,37	558,03	564,99	571,57
220	522,19	527,31	532,09	536,59	540,84	544,90	548,77	556,09	562,94
230	510,80	516,45	521,67	526,54	531,12	535,45	539,57	547,27	554,41
240	499,17	505,44	511,16	516,45	521,39	526,03	530,41	538,55	546,00
250	487,25	494,23	500,54	506,31	511,65	516,64	521,31	529,92	537,72
260	474,99	482,81	489,79	496,10	501,89	507,26	512,26	521,39	529,58
270	462,32	471,13	478,87	485,80	492,09	497,88	503,24	512,95	521,57
280	449,20	459,16	467,76	475,38	482,24	488,49	494,25	504,58	513,68
290	435,57	446,87	456,46	464,84	472,31	479,08	485,27	496,29	505,89
300	421,40	434,24	444,93	454,16	462,31	469,64	476,29	488,05	498,21
350	342,74	366,68	384,60	399,07	411,29	421,90	431,30	447,40	460,84
400	262,10	298,42	324,30	344,37	360,83	374,85	387,08	407,75	424,80
450	202,31	241,60	271,75	295,57	315,13	331,71	348,14	370,45	390,53
500	164,97	200,78	230,72	255,60	276,55	294,54	310,29	336,92	359,06

Таблица 2

## Энтальпия этана

Т, К	h, кДж/кг, при p, МПа								
	0,1	0,5	1	2	3	4	5	10	15
100	496,2	496,7	497,3	498,7	500,0	501,3	502,6	509,0	515,4
110	519,4	519,9	520,6	521,9	523,2	524,5	525,8	532,3	538,7
120	542,2	542,7	543,4	544,7	545,9	547,2	548,5	554,9	561,2
130	565,4	565,9	566,5	567,8	569,0	570,3	571,5	577,8	584,1
140	588,9	589,4	590,0	591,2	592,5	593,7	594,9	601,1	607,3
150	612,5	613,0	613,6	614,8	616,0	617,2	618,4	624,5	630,6
160	636,1	636,6	637,1	638,3	639,5	640,7	641,8	647,8	653,8
170	659,7	660,2	660,8	661,9	663,0	664,2	665,3	671,1	677,0
180	683,6	684,0	684,5	685,6	686,7	687,8	688,9	694,5	700,2
190	1190,0	708,0	708,6	709,6	710,6	711,7	712,7	718,1	723,6
200	1204,7	732,5	733,0	733,9	734,9	735,9	736,9	742,0	747,2
210	1219,6	757,5	758,0	758,8	759,7	760,6	761,5	766,2	771,2
220	1234,6	783,3	783,6	784,3	785,1	785,9	786,7	790,9	795,6
230	1249,8	1234,5	810,2	810,7	811,3	811,9	812,6	816,2	820,4
240	1265,3	1251,8	837,8	838,1	838,5	838,9	839,3	842,2	845,8
250	1281,1	1269,0	1251,3	866,9	866,9	867,0	867,1	868,9	871,8
260	1297,1	1286,3	1270,8	897,5	896,9	896,5	896,3	896,6	898,5
270	1313,5	1303,7	1289,9	1253,9	929,3	928,1	927,2	925,3	926,0
280	1330,2	1321,3	1308,9	1278,3	965,7	962,7	960,5	955,3	954,4
290	1347,3	1339,1	1327,9	1301,2	1263,8	1003,2	998,0	986,8	983,7
300	1364,8	1357,1	1346,9	1323,2	1292,7	1244,7	1044,8	1020,3	1014,1
350	1458,1	1452,5	1445,3	1430,0	1413,2	1394,5	1373,5	1238,2	1184,7
400	1561,8	1557,5	1552,0	1540,6	1528,8	1516,4	1503,6	1433,5	1372,4
450	1676,2	1672,7	1668,3	1659,2	1650,1	1640,8	1631,5	1583,9	1540,1
500	1801,0	1798,1	1794,4	1787,0	1779,6	1772,2	1764,8	1728,8	1695,9

Продолжение

Т, К	h, кДж/кг, при p, МПа								
	20	25	30	35	40	45	50	60	70
100	521,8	528,1	534,4	540,8	547,1	553,4	559,7	572,4	
110	545,1	551,6	558,0	564,4	570,9	577,3	583,7	596,6	609,5
120	567,6	574,0	580,4	586,8	593,2	599,7	606,1	619,1	632,0
130	590,4	596,8	603,1	609,5	615,9	622,3	628,7	641,7	654,7
140	613,6	619,8	626,1	632,5	638,8	645,2	651,6	664,5	677,5
150	636,7	642,9	649,2	655,4	661,7	668,1	674,4	687,2	700,2
160	659,9	666,0	672,1	678,3	684,5	690,8	697,1	709,7	722,5
170	682,9	688,9	695,0	701,0	707,2	713,3	719,5	732,0	744,6
180	706,0	711,9	717,8	723,8	729,8	735,9	742,0	754,3	766,7
190	729,2	734,9	740,7	746,6	752,5	758,5	764,5	776,6	788,8
200	752,7	758,2	763,8	769,6	775,4	781,2	787,1	799,1	811,1
210	776,4	781,7	787,2	792,8	798,5	804,2	810,0	821,8	833,7
220	800,5	805,6	810,9	816,3	821,9	827,5	833,2	844,8	856,5
230	825,0	829,8	834,9	840,2	845,5	851,0	856,6	868,1	879,7
240	850,0	854,5	859,3	864,3	869,6	874,9	880,4	891,6	903,1
250	875,5	879,6	884,1	888,9	893,9	899,1	904,5	915,5	926,9
260	901,5	905,2	909,3	913,8	918,6	923,6	928,8	939,7	950,9
270	928,2	931,3	935,0	939,1	943,7	948,5	953,5	964,1	975,2
280	955,5	957,9	961,1	964,9	969,1	973,7	978,6	988,9	999,8
290	983,6	985,1	987,7	991,1	995,0	999,3	1003,9	1013,9	1024,7
300	1012,4	1013,0	1014,9	1017,7	1021,2	1025,2	1029,6	1039,3	1049,8
350	1168,3	1161,3	1158,3	1157,7	1158,7	1160,7	1163,5	1170,8	1179,8
400	1338,5	1321,4	1312,4	1307,7	1305,6	1305,3	1306,2	1310,7	1317,6
450	1506,9	1485,4	1472,1	1464,2	1459,6	1457,3	1456,6	1458,5	1463,5
500	1668,6	1648,3	1634,1	1624,6	1618,6	1615,0	1613,2	1613,3	1616,8





Средние квадратические случайные погрешности расчетных значений плотности этана

T, К	$\delta_{\text{ср}}$ , %, при p, МПа														
	0,1	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	40	50	60	70
100	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,06	0,09	0,12	—
120	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
140	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06
160	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,05
180	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
200	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04
220	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05
240	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04
260	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04
280	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,06	0,11
300	0,01	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,11	0,14	0,14	0,16	0,20	0,25
350	0,01	0,04	0,05	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02	0,05	0,29	0,41	0,47	0,52	0,57
400	0,01	0,03	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02	0,07	0,07	0,07	0,23	0,53	0,74	0,88	0,99
450	0,01	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,07	0,07	0,09	0,16	0,50	0,83	1,12	1,35
500	0,01	0,03	0,05	0,06	0,07	0,07	0,09	0,11	0,12	0,09	0,16	0,50	0,83	1,12	1,35

Таблица 6

Средние квадратические случайные погрешности расчетных значений энтальпии этана

T, К	$\Delta h_{\text{ср}}$ , кДж/кг, при p, МПа														
	0,1	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	40	50	60	70
100	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,75	0,73	0,71	0,68	0,66	—
120	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,27	0,31	0,38
140	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,22	0,24
160	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,28	0,26	0,24	0,24	0,25
180	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,16	0,16	0,16	0,17	0,28
200	0,32	0,26	0,27	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,23	0,21	0,19	0,18	0,25	0,30
220	0,12	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,40	0,40	0,41	0,40	0,38	0,34	0,34
240	0,04	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,34	0,38	0,42	0,44	0,45	0,43	0,40
260	0,02	0,14	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,19	0,23	0,27	0,30	0,31	0,30
280	0,01	0,13	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,18	0,20	0,24
300	0,01	0,14	0,24	0,30	0,28	0,19	0,18	0,18	0,18	0,29	0,40	0,48	0,54	0,60	0,66
350	0,01	0,14	0,24	0,29	0,32	0,32	0,32	0,30	0,30	0,24	0,37	0,79	1,21	1,59	1,92
400	0,01	0,16	0,28	0,37	0,45	0,48	0,51	0,54	0,55	0,53	0,40	0,54	1,06	1,73	2,44
450	0,02	0,18	0,33	0,46	0,56	0,65	0,73	0,85	0,95	1,22	1,04	0,97	1,13	1,59	2,30
500	0,02	0,19	0,37	0,52	0,66	0,78	0,89	1,09	1,26	1,94	2,01	1,85	1,83	2,00	2,39

Средние квадратические случайные погрешности расчетных значений энтропии этана

Т, К	$\delta s_{\text{ср}}$ , %, при $p$ , МПа														
	0,1	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	40	50	60	70
100	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	—
120	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,10
140	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
160	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
180	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
200	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
220	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
240	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
260	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
280	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
300	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
350	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04
400	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,09
450	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,07
500	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,06	0,07	0,08	0,10

13

Таблица 8

Средние квадратические случайные погрешности расчетных значений изобарной теплоемкости этана

Т, К	$\sigma c_p$ , ср., %, при $p$ , МПа														
	0,1	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	40	50	60	70
120	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5
140	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
160	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7
180	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
200	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5
220	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4
240	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
260	0,05	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
280	0,05	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9
300	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1
350	0,05	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,5	0,5	0,8
400	0,05	0,05	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4
450	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6
500	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6

14

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Michels A., van Straaten W., Dawson J. Isotherms and thermodynamical functions of ethane at temperatures between 0°C and 150°C and pressures up to 200 atm. — *Physica*, 1954, vol. 20, p. 17—23.
2. Douslin D. R., Harrison R. H. Pressure, volume, temperature relations of ethane. — *J. Chem. Thermodynamics*, 1973, vol. 5, p. 491—512.
3. Straty G. C., Tsumura R. PVT and vapor pressure measurements on ethane. — *J. Res. NBS*, 1976, vol. 80A, p. 35—39.
4. Experimental pressure-volume-temperature relations for saturated and compressed fluid ethane/Pal A. K., Pope G. A., Arai Y. etc. — *Chem. and Eng. Data*, 1976, vol. 21, p. 394—397.
5. Головский Е. А., Мицевич Э. П., Цымарный В. А. Измерения плотности этана в интервале 90,24 — 270,21 К до давления 604,09 бар. Деп. рукопись № 59М, ВНИИЭГазпром, 1978.
6. Goodwin R. D., Roder H. M., Straty G. C. Thermodynamic properties of ethane from 90 to 600 K at pressures to 700 bar. — Washington: Gov. print. off., 1976.—VI, 319 p. — (U. S. Dep. of commerce. NBS. Techn. note; N 684).
7. McClune C. R. Measurement of the densities of liquified hydrocarbons from 93 to 173 K. — *Cryogenics*, 1976, vol. 16, p. 289—295.
8. Haynes W. M., Hiza M. J. Measurements of orthobaric liquid densities of methane, ethane, propane, isobutane and normal butane. — *J. Chem. Thermodynamics*, 1977, vol. 9, p. 179—187.
9. Roder H. M. Measurements of the specific heats  $C$  and  $C_V$  of dense gaseous and liquid ethane. — *J. Res. NBS*, 1976, vol. 80A, p. 739—759.
10. Landolt H., Börnstein R. Zahlenwerte und Funktionen aus Physik Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik. Bd 2. Eigenschaften der Materie in ihren Aggregatzuständen. T. 4. Kalorische Zustandsgrößen. — 6. Aufl. — Berlin etc.: Springer, 1961.—XI, 865 S.
11. Термодинамические свойства этана/ Сычев В. В., Вассерман А. А., Зарученко В. А., Козлов А. Д. и др. — М.: Изд-во стандартов, 1982.

**Таблицы стандартных справочных данных**  
**ЭТАН ЖИДКИЙ И ГАЗООБРАЗНЫЙ. ПЛОТНОСТЬ, ЭНТАЛЬПИЯ,**  
**ЭНТРОПИЯ И ИЗОБАРНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ**  
**100—500 К И ДАВЛЕНИЯХ 0,1—70 МПа**

ГСССД 48—83

Редактор *Н. А. Аргунова*  
Технический редактор *Н. М. Ильичева*  
Корректор *Е. И. Евтеева*

Н/К

Сдано в наб. 14.10.83 Подп. к печ. 02.12.83 Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub> Бумага типографская № 1  
Гарнитура литературная, Печать высокая, 1,0 п. л. 1,01 уч.-изд. л. Тираж 3000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопроспектский пер., 3  
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 1149