ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.1001— 2021

Государственная система обеспечения единства измерений

СТАНДАРТНЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Ортоводород жидкий и газообразный. Плотность, энтальпия, энтропия, изохорная, изобарная теплоемкости и скорость звука при температурах от 15 К до 1000 К и давлениях до 100 МПа

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Главным научным метрологическим центром «Стандартные справочные данные о физических константах и свойствах веществ и материалов» (ГНМЦ «ССД»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 180 «Государственная служба стандартных справочных данных»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 мая 2021 г. № 435-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2021

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Общие положения 1
4 Расширенные неопределенности расчетных значений стандартных справочных данных по свойствам ортоводорода 4
Приложение А (обязательное) Основные физические параметры и коэффициенты уравнений для определения значений стандартных справочных данных по свойствам ортоводорода 5
Приложение Б (обязательное) Таблицы контрольных стандартных значений термодинамических свойств ортоводорода на кривой насыщения 6
Приложение В (обязательное) Таблицы контрольных стандартных значений термодинамических свойств ортоводорода в однофазной области 8
Библиография 10

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

СТАНДАРТНЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Ортоводород жидкий и газообразный. Плотность, энтальпия, энтропия, изохорная, изобарная теплоемкости и скорость звука при температурах от 15 К до 1000 К и давлениях до 100 МПа

State system for ensuring the uniformity of measurements. Standard reference data. Orthohydrogen, liquid and gaseous. Density, enthalpy, entropy, isochoric, isobaric heat capacities and speed of sound at temperatures from 15 K up to 1000 K and pressures up to 100 MPa

Дата введения — 2021—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на жидкий и газообразный ортоводород и устанавливает методы расчетного определения значений стандартных справочных данных по плотности ρ, энтальпии h, энтропии s, изохорной теплоемкости c_v, изобарной теплоемкости c_p, скорости звука w как в однофазных областях (газ, жидкость и флюид), так и на линии фазового перехода газ — жидкость (линии насыщения), а также значений давления на линии насыщения p_s.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.566 Государственная система обеспечения единства измерений. Межгосударственная система данных о физических константах и свойствах веществ и материалов. Основные положения

ГОСТ Р 8.614 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная служба стандартных справочных данных. Основные положения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Общие положения

Стандартные справочные значения (ГОСТ Р 8.614, ГОСТ 8.566) ρ, h, s, c_p, c_v, w и p_s рассчитаны по единому для жидкой и газовой фаз фундаментальному уравнению состояния (ФУС) — зависимости свободной энергии (функции Гельмгольца) F от плотности ρ и температуры T

$$\frac{F(\rho,T)}{RT} = f(\omega,\tau) = f_0(\omega,\tau) + f_r(\omega,\tau), \qquad (1)$$

Издание официальное

где f, f_0 и f_r — безразмерные полная свободная энергия, идеально-газовая и неидеальная составляющие свободной энергии, соответственно;

ω — относительная плотность, $\omega = \rho/\rho_c$;

τ — относительная температура, $\tau = T/T_c$.

Значения плотности (ρ_c) и температуры (T_c) ортоводорода в критической точке приведены в таблице А.1 приложения А.

Уравнение для идеально-газовой составляющей свободной энергии имеет следующий вид

$$f_0 = \ln(\omega) + a_1 + a_2\tau^{-1} + a_3\ln\left(\tau^{-1}\right) + \sum_{i=4}^{7} a_i \ln\left[1 - \exp\left(-\delta_i\tau^{-1}\right)\right]. \quad (2)$$

Коэффициенты $\{\alpha_i\}$ и параметры $\{\delta_i\}$ уравнения (2) приведены в таблице А.3 приложения А.

Уравнение для неидеальной составляющей свободной энергии имеет следующий вид

$$f_r = \sum_{j=1}^{14} b_j\varphi_j, \quad (3)$$

где

$$\varphi_j = \begin{cases} \omega^{r_j}\tau^{-t_j}\exp\left[g_j\omega^{l_j}\right], j \le 9 \\ \omega^{r_j}\tau^{-t_j}\exp\left[-\alpha_j(\omega-\varepsilon_j)^2 - \beta_j\left(\tau^{-1}-\gamma_j\right)^2\right], j \ge 10. \end{cases} \quad (4)$$

В формулах (3) и (4) b_j — коэффициенты уравнения состояния, значения которых вместе с показателями степеней r_j, t_j, l_j и параметрами g_j, α_j, β_j, ε_j, γ_j приведены в таблице А.2 приложения А.

Плотность ω в однофазных областях при заданных значениях давления p и температуры T определяют из решения следующего уравнения

$$\pi = \omega\tau(1 + A_0)/z_c, \quad (5)$$

где $\pi = p/p_c$;

$z_c = 10^3 p_c/(\rho_c R T_c)$.

Значения давления (p_c) и фактора сжимаемости (z_c) в критической точке, а также газовой постоянной (R) ортоводорода приведены в таблице А.1 приложения А.

Плотности газовой ω'' и жидкой ω' фаз на линии насыщения при заданной температуре T определяют из условий фазового равновесия в результате решения следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} \pi(\tau,\omega') - \pi(\tau,\omega'') = 0; \\ \phi_r(\tau,\omega') - \phi_r(\tau,\omega'') = 0, \end{cases} \quad (6)$$

где $\phi_r(\tau, \omega)$ — безразмерная неидеальная составляющая изобарно-изотермического потенциала (потенциала Гиббса)

$$\phi_r = f_r + A_0 + \ln(\omega). \quad (7)$$

Давление на линии насыщения p_s определяют по формуле (5) для переменной ω''.

Энтальпию, энтропию, изобарную и изохорную теплоемкости как в однофазных областях (для T и ω), так и на линии насыщения (для T, ω' или T, ω''), вычисляют по следующим формулам:

$$h = h_0 + A_3 RT; \quad (8)$$

$$s = s_0 + RA_4; \quad (9)$$

$$c_p = c_v + R(1 + A_2)^2/(1 + A_1); \quad (10)$$

$$c_v = c_{v0} + A_5 R; \quad (11)$$

$$w = [10^3 RTc_p(1 + A_1)/c_v]^{0,5}, \quad (12)$$

где h_0, s_0, c_{v0} — энтальпия, энтропия и изохорная теплоемкость в идеально-газовом состоянии.

Термодинамические свойства в идеально-газовом состоянии определяют по формулам, полученным из $f_0(\tau, \omega)$ с привлечением табличных данных (см. [1]):

$$c_{v0} = R\left[a_3 + \sum_{i=4}^{7} a_i E_i D_i^2\right]; \tag{13}$$

$$h_0 = RT\left[1 + a_3 + a_2\Theta + \sum_{i=4}^{7} a_i E_i D_i + \frac{h_{00}}{RT}\right]; \tag{14}$$

$$s_0 = R\left\{a_3(1-\ln\Theta) - a_1 + \sum_{i=4}^{7} a_i\left[E_i D_i - \ln(1-E_i)\right] + \frac{s_{00}}{R} - \ln\omega\right\}, \tag{15}$$

где $\Theta = \tau^{-1}$; E_i и D_i — функции от Θ, имеющие следующий вид

$$E_i = \exp(-\delta_i\,\Theta),\ D_i = \delta_i\,\Theta/(1-E_i). \tag{16}$$

Коэффициенты $\{\alpha_i\}$ в формулах (13)—(15) и параметры $\{\delta_i\}$ в (16), а также значения энтальпии h_{00} и энтропии s_{00} приведены в таблице А.3 приложения А.

Энтальпия и энтропия идеального газа при $T = 0$ К равны нулю; для энтальпии учитывают также теплоту сублимации идеального кристалла при $T = 0$ К (см. [1]).

Комплексы A_0—A_5 в формулах (5)—(12) определяют по следующим соотношениям, полученным из уравнения (3) для f_r с использованием известных дифференциальных уравнений термодинамики:

$$A_0 = \sum_{j=1}^{14} b_j\varphi_j X_j; \tag{17}$$

$$A_1 = \sum_{j=1}^{14} b_j\varphi_j\left[X_j(X_j+1) + U_j\right]; \tag{18}$$

$$A_2 = \sum_{j=1}^{14} b_j\varphi_j\left[X_j(Y_j+1)\right]; \tag{19}$$

$$A_3 = \sum_{j=1}^{14} b_j\varphi_j\left[X_j - Y_j\right], \tag{20}$$

$$A_4 = -\sum_{j=1}^{14} b_j\varphi_j\left[Y_j + 1\right]; \tag{21}$$

$$A_5 = -\sum_{j=1}^{14} b_j\varphi_j\left[Y_j(Y_j+1) + Q_j\right], \tag{22}$$

где

$$X_j = \begin{cases} r_j + g_j I_j \omega^{I_j},\ j \le 9 \\ r_j - 2\alpha_j\omega(\omega - \varepsilon_j),\ j \ge 10; \end{cases} \tag{23}$$

$$U_j = \begin{cases} g_j I_j^2 \omega^{I_j},\ j \le 9 \\ -2\alpha_j\omega(2\omega - \varepsilon_j),\ j \ge 10; \end{cases} \tag{24}$$

$$Y_j = \begin{cases} -t_j,\ j \le 9 \\ 2\beta_j\tau^{-1}(\tau^{-1} - \gamma_j) - t_j,\ j \ge 10; \end{cases} \tag{25}$$

$$Q_j = \begin{cases} 0,\ j \le 9 \\ -2\beta_j\tau^{-1}(2\tau^{-1} - \gamma_j),\ j \ge 10. \end{cases} \tag{26}$$

Рассчитанные стандартные справочные данные контрольных значений термодинамических свойств ортоводорода на линии насыщения и в однофазной области приведены в таблицах Б.2 и В.1 (приложения Б и В).

4 Расширенные неопределенности расчетных значений стандартных справочных данных по свойствам ортоводорода

Расширенные неопределенности с доверительной вероятностью 95 % расчетных значений термодинамических свойств плотности $\delta\rho = \Delta\rho/\rho$ и давления $\delta p = \Delta p/p$ определяют в соответствии с оценками, приведенными в [1].

В соответствии с [1] расширенные неопределенности расчетных значений давления и плотностей на линии насыщения составляют $\delta p_s = \delta\rho' = \delta\rho'' = 0{,}2$ %; в околокритической области ($0{,}97 \le \tau \le 1{,}03$ и $0{,}75 \le \omega \le 1{,}25$) $\delta p = 0{,}2$ %.

Расширенные неопределенности расчетных значений плотности $\delta\rho$ в однофазных областях в зависимости от диапазонов температур и давлений представлены в таблице 1.

Таблица 1— Расширенные неопределенности расчетных значений плотности $\delta\rho$ ортоводорода в однофазных областях

ΔT, K	ΔP, МПа	$\delta\rho$, %
$15 \le T < 250$	$0{,}1 \le P \le 40$	0,10
$15 \le T < 250$	$40 < P \le 100$	1,0
$250 \le T \le 450$	$0{,}1 \le P \le 100$	0,04
$450 < T \le 700$	$0{,}1 \le P \le 100$	0,50
$700 < T \le 1000$	$0{,}1 \le P \le 100$	1,0

Для околокритической области (см. [1]) вместо δp приводят значения $\delta\rho$, поэтому значения $\delta\rho$ определяют в соответствии с теорией переноса ошибок по формуле

$$\delta\rho = \left(\frac{1 + A_0}{1 + A_1}\right) \cdot \delta p. \qquad (27)$$

Расширенные неопределенности расчетных значений других термодинамических свойств определяют в соответствии с теорией переноса ошибок через $\delta\rho$ по следующим выражениям:

- для энтальпии

$$\Delta h = 0{,}1 + RT\left|\left(\frac{\partial A_3}{\partial \omega}\right)_\tau\right| \omega\delta\rho / 100, \text{ кДж/кг}; \qquad (28)$$

- для остальных свойств $\{y\}$ (энтропии, изохорной и изобарной теплоемкостей, скорости звука)

$$\delta y = \left[\delta y_0 y_0(\tau) + \left|\left(\frac{\partial y_r}{\partial \omega}\right)_\tau\right| \omega\delta\rho\right] y^{*-1}, \text{ %}, \qquad (29)$$

где $y_0(\tau)$ — идеально-газовая составляющая в зависимости только от температуры;

$y_r = y - y_0$; δy_0 — неопределенность значения y_0:

$\delta s_0 = 0{,}01$ %, $\delta c_{v0} = \delta c_{p0} = \delta w_0 = 0{,}1$ %.

Расширенные неопределенности контрольных значений стандартных справочных данных ортоводорода представлены в таблицах Б.2 и В.1 (приложения Б и В).

Приложение А
(обязательное)

Основные физические параметры и коэффициенты уравнений для определения значений стандартных справочных данных по свойствам ортоводорода

Таблица А.1 — Основные физические параметры ортоводорода

Физический параметр, размерность	Значение
Молярная масса M, кг/кмоль	2,01590
Газовая постоянная R, кДж/(кг·К)	4,12445
Параметры в тройной точке:	
давление p_t, МПа	0,007461
температура T_t, К	14,008
Параметры в критической точке:	
давление p_c, МПа	1,31065
температура T_c, К	33,220
плотность ρ_c, кг/м^3	31,136
фактор сжимаемости z_c	0,307226195

Таблица А.2 — Коэффициенты, показатели степеней и параметры уравнения для неидеальной составляющей ФУС ортоводорода [см. уравнения (3) и (4)]

i	b_i	r_i	t_i	g_i	l_i	α_i	β_i	ε_i	γ_i
1	−6,83148	1	0,7333	0	0	—	—	—	—
2	0,01	4	1	0	0	—	—	—	—
3	2,11505	1	1,1372	0	0	—	—	—	—
4	4,38353	1	0,5136	0	0	—	—	—	—
5	0,211292	2	0,5638	0	0	—	—	—	—
6	−1,00939	2	1,6248	0	0	—	—	—	—
7	0,142086	3	1,829	0	0	—	—	—	—
8	−0,87696	1	2,404	−1	1	—	—	—	—
9	0,804927	3	2,105	−1	1	—	—	—	—
10	−0,710775	2	4,1	−1	0	1,169	0,4555	0,6366	1,5444
11	0,0639688	1	7,658	−1	0	0,894	0,4046	0,3876	0,6627
12	0,0710858	3	1,259	−1	0	0,04	0,0869	0,9437	0,763
13	−0,087654	1	7,589	−1	0	2,072	0,4415	0,3976	0,6587
14	0,647088	1	3,946	−1	0	1,306	0,5743	0,9626	1,4327

Таблица А.3 — Коэффициенты уравнений (2) и (13)—(16) для термодинамических свойств ортоводорода в идеально-газовом состоянии, энтальпия h_{00} и энтропия s_{00}

i	α_i	δ_i
1	−1,4675442336	—
2	1,8845068862	—
3	1,5	—
4	2,54151	25,7676098736
5	−2,3661	43,4677904877
6	1,00365	66,0445514750
7	1,22447	209,7531607465
h_{00} = 380,85 кДж/кг; s_{00} = 20,13 кДж/(кг · К)		

Приложение Б
(обязательное)

Таблицы контрольных стандартных значений термодинамических свойств ортоводорода на кривой насыщения

Таблица Б.1 — Обозначения и размерности термодинамических свойств и их неопределенностей ортоводорода, представленных в таблицах Б.2 и В.1 приложений Б, В

Наименование показателя	Обозначение	Размерность
Температура	T	К
Давление	p	МПа
Давление насыщения	p_s	МПа
Плотность	ρ	кг/м^3
Энтальпия	h	кДж/кг
Энтропия	s	кДж/(кг · К)
Изохорная теплоемкость	c_v	кДж/(кг · К)
Изобарная теплоемкость	c_p	кДж/(кг · К)
Скорость звука	w	м/с
Относительная неопределенность термодинамических свойств, исключая энтальпию	δy	%
Абсолютная неопределенность энтальпии	Δh	кДж/кг

Примечание 1 — В таблице Б.2, где представлены контрольные стандартные значения термодинамических свойств (y) ортоводорода на линии насыщения, обозначения y' и y'' — свойства насыщенной жидкости и насыщенного пара, соответственно.

Примечание 2 — Запись yE±n в таблице Б.2 нужно интерпретировать как $y \cdot 10^{\pm n}$.

Таблица Б.2 — Контрольные стандартные значения термодинамических свойств ортоводорода на кривой насыщения

T	p_s	ρ'	ρ''	h'	h''	s'	s''
	δp_s	$\delta\rho'$	$\delta\rho''$	$\Delta h'$	$\Delta h''$	$\delta s'$	$\delta s''$
15,00	0,12868E-01	76,162	0,21245E+00	334,3	790,8	17,5646	47,9982
	0,20	0,20	0,20	1,9	0,1	0,06	0,02
20,00	0,90419E-01	71,291	0,11977E+01	377,1	829,2	19,9509	42,5550
	0,20	0,20	0,20	1,1	0,1	0,05	0,03
25,00	0,32052E+00	64,736	0,38840E+01	434,8	845,5	22,3641	38,7922
	0,20	0,20	0,20	0,4	0,2	0,04	0,03
30,00	0,80490E+00	54,553	0,10481E+02	521,0	821,3	25,1903	35,2000
	0,20	0,20	0,20	0,4	0,3	0,02	0,03
33,00	0,12690E+01	38,828	0,23810E+02	632,4	730,6	28,3863	31,3606
	0,20	1,49	3,67	3,2	7,2	0,10	0,28

Окончание таблицы Б.2

T	c'_v	c''_v	c'_p	c''_p	w'	w''
	$\delta c'_v$	$\delta c''_v$	δ'_{cp}	δ''_{cp}	$\delta w'$	$\delta w''$
15,00	5,266	6,272	7,425	10,640	1244,4	317,0
	0,13	0,10	0,44	0,10	0,55	0,10
20,00	5,605	6,417	9,545	11,813	1137,1	354,4
	0,14	0,11	0,63	0,13	0,49	0,11
25,00	5,893	6,752	13,301	15,456	973,9	376,6
	0,15	0,14	0,79	0,20	0,52	0,13
30,00	6,275	7,685	25,315	31,670	719,1	379,0
	0,14	0,16	1,28	0,45	0,55	0,16
33,00	7,449	8,640	325,682	406,907	438,2	370,0
	1,01	0,38	26,20	40,62	1,79	0,42

Приложение В
(обязательное)

Таблицы контрольных стандартных значений термодинамических свойств ортоводорода в однофазной области

Таблица В.1 — Контрольные стандартные значения термодинамических свойств ортоводорода в однофазной области

p	ρ	h	s	c_v	c_p	w
	$\delta\rho$	δh	δs	δc_v	δc_p	δw
T = 15,0 K						
0,1	76,241	335,3	17,5515	5,266	7,413	1247,8
	0,10	1,0	0,04	0,1	0,3	0,3
3,0	78,603	366,9	17,1628	5,299	7,140	1351,1
	0,10	1,3	0,04	0,2	0,2	0,3
T = 33,0 K						
0,1	0,75390	970,1	47,6064	6,194	10,684	472,1
	0,10	0,1	0,02	0,1	0,1	0,1
5,0	62,835	567,0	24,4000	6,408	13,926	1038,9
	0,10	0,2	0,02	0,1	0,3	0,2
50,0	90,633	980,3	19,8649	6,278	8,139	2057,4
	1,00	28,3	0,28	0,5	1,5	1,8
90,0	100,30	1353,3	18,5088	5,825	6,912	2460,1
	1,00	46,8	0,27	1,3	2,1	1,8
T = 150,0 K						
0,1	0,16154	2214,3	63,6159	7,271	11,406	985,7
	0,10	0,1	0,01	0,1	0,1	0,1
5,0	7,8137	2197,5	47,2388	7,357	11,974	1040,3
	0,10	0,1	0,02	0,1	0,1	0,1
50,0	50,666	2360,4	36,9631	8,016	12,995	1684,8
	1,00	6,2	0,03	0,2	0,1	0,7
100,0	71,152	2739,4	34,0620	8,516	12,725	2218,3
	1,00	18,6	0,05	0,3	0,2	1,0
T = 350,0 K						
0,1	0,06924	4885,8	74,7496	10,239	14,365	1423,8
	0,04	0,1	0,01	0,1	0,1	0,1
5,0	3,3746	4913,8	58,5886	10,274	14,450	1462,7
	0,04	0,1	0,01	0,1	0,1	0,1
50,0	27,151	5220,1	48,9597	10,579	14,871	1821,3
	0,04	0,3	0,01	0,1	0,1	0,1
100,0	44,650	5605,3	46,0620	10,863	15,006	2178,6
	0,04	0,6	0,01	0,1	0,1	0,1
T = 600,0 K						
0,1	0,04040	8507,1	82,5537	10,418	14,543	1859,2
	0,50	0,1	0,03	0,1	0,1	0,1

Окончание таблицы В.1

p	ρ	h	s	c_v	c_p	w
	$\delta\rho$	δh	δs	δc_v	δc_p	δw
5,0	1,9880	8546,3	66,4181	10,439	14,564	1888,5
	0,50	0,3	0,04	0,1	0,1	0,1
50,0	17,379	8914,4	56,9296	10,617	14,697	2149,9
	0,50	2,5	0,04	0,1	0,1	0,2
100,0	30,605	9327,4	54,0931	10,792	14,776	2416,9
	0,50	5,5	0,04	0,1	0,1	0,2
T = 1000,0 K						
0,1	0,02424	14399,4	90,0688	10,870	14,995	2385,7
	1,00	0,1	0,05	0,1	0,1	0,1
5,0	1,2009	14442,2	73,9384	10,882	14,997	2406,8
	1,00	0,5	0,06	0,1	0,1	0,1
50,0	11,082	14834,5	64,4832	10,985	15,013	2595,7
	1,00	4,8	0,07	0,1	0,1	0,2
100,0	20,457	15263,4	61,6684	11,090	15,025	2793,8
	1,00	10,1	0,07	0,1	0,1	0,2

Библиография

[1] ГСССД 392 — 2021. Ортоводород жидкий и газообразный. Плотность, энтальпия, энтропия, изохорная, изобарная теплоемкости и скорость звука при температурах от 15 К до 1000 К и давлениях до 100 МПа. — М: ФГУП «ВНИИМС», 2021. — 34 с.

УДК 546.11: 537.7:006.354 ОКС 07.030

Ключевые слова: государственная система обеспечения единства измерений, стандартные справочные данные, жидкий и газообразный ортоводород, термодинамические свойства, энтальпия, энтропия, изохорная и изобарная теплоемкости, скорость звука

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 27.05.2021. Подписано в печать 15.06.2021. Формат 60×84¼. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л 1,86. Уч.-изд. л 1.70.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru