ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.1022— 2023

Государственная система обеспечения единства измерений

ВОДОРОД И ЕГО ИЗОТОПЫ

Поверхностное натяжение

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГБУ «ВНИИМС»)

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 3 февраля 2023 г. № 40-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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ВОДОРОД И ЕГО ИЗОТОПЫ

Поверхностное натяжение

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Hydrogen and its isotopes. Surface tension

Дата введения — 2023—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает стандартные справочные данные (ССД) поверхностного натяжения водорода и его изотопов в диапазоне температур от тройной точки до 0,97 от критической.

Настоящий стандарт распространяется на ССД водорода и его изотопов (H_2, D_2, T_2, HD, HT, DT).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ 34100.3 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Дополнение 2. Обобщение на случай произвольного числа выходных величин

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 Метод определения поверхностного натяжения изотопов водорода

Поверхностное натяжение σ — термодинамическая характеристика поверхности раздела двух находящихся в равновесии фаз, определяемая работой обратимого изотермокинетического образования единицы площади этой поверхности раздела при условии, что температура, объем системы и химические потенциалы всех компонентов в обеих фазах остаются постоянными.

В рамках квантово-механического закона соответственных состояний выражение для безразмерного поверхностного натяжения представлено в виде

$$\sigma^* = \sigma\,(kT_к)^{-1/3}\,p_к^{-2/3} = \sigma_0\,(1 - T)^{\mu}\,(1 + nT), \qquad (1)$$

где k — постоянная Больцмана;

$T_к$ — критическая температура;

Издание официальное

$p_к$ — давление в критической точке, $\tau = T/T_к$;

T — температура.

Параметры σ_0, μ, n являются функциями квантово-механического критерия Λ:

$$\Lambda = hm^{-1/2} (kT_к)^{-5/6} p_к^{-1/3}, \quad (2)$$

$$\sigma_0 = 10{,}474 - 9{,}3841\ \Lambda + 3{,}6241\ \Lambda^2 - 0{,}50449\ \Lambda^3, \quad (3)$$

$$\mu = 1{,}265 + 0{,}079\ \Lambda, \quad (4)$$

$$n = 0{,}110 + 0{,}75\ \Lambda, \quad (5)$$

где h — постоянная Планка;

m — масса молекулы.

Значения $T_к$, $p_к$, Λ молекулярных соединений изотопов водорода приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Значения критических параметров и критерия Λ для изотопов водорода

Вещество	nT_2	DT	oD_2	nD_2	HT	HD	nH_2	pH_2
$T_к$, К	40,44	39,42	38,26	38,35	37,13	35,90	33,24	32,98
$p_к$, МПа	1,850	1,773	1,650	1,665	1,570	1,484	1,297	1,294
Λ	0,418	0,461	0,515	0,516	0,520	0,605	0,756	0,760

Оценка погрешностей определяется в соответствии с ГОСТ 34100.3.

Средняя квадратическая погрешность аппроксимации критерия Λ составляет 0,96 %. Максимальное отклонение — 1,2 %.

Стандартные справочные значения поверхностного натяжения изотопов водорода и его орто-парамодификаций приведены в таблице 2.

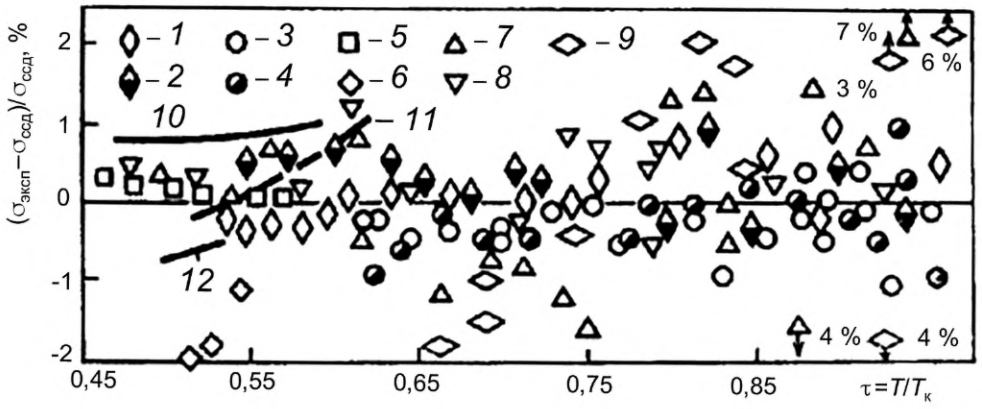
Таблица 2 — Стандартные справочные значения поверхностного натяжения σ, 10^3, Н/м изотопов водорода

T, К	pH_2	nH_2	HD	HT	oD_2	nD_2	DT	nT_2
14	2,952	2,990	—	—	—	—	—	—
15	2,791	2,830	—	—	—	—	—	—
16	2,628	2,667	—	—	—	—	—	—
17	2,463	2,502	3,377	—	—	—	—	—
18	2,295	2,335	3,184	3,673	—	—	—	—
19	2,126	2,166	2,989	3,462	3,751	3,784	—	—
20	1,955	1,996	2,792	3,249	3,535	3,567	4,025	—
21	1,784	1,824	2,594	3,035	3,319	3,350	3,793	4,181
22	1,612	1,653	2,396	2,821	3,101	3,131	3,560	3,938
23	1,441	1,481	2,198	2,607	2,883	2,913	3,327	3,694
24	1,270	1,311	2,000	2,393	2,665	2,694	3,093	3,450
25	1,101	1,142	1,802	2,180	2,448	2,476	2,860	3,207
26	0,935	0,975	1,606	1,968	2,231	2,258	2,628	2,964
27	0,772	0,811	1,412	1,757	2,016	2,042	2,398	2,723
28	0,614	0,652	1,221	1,549	1,803	1,828	2,168	2,483
29	0,462	0,499	1,033	1,345	1,592	1,616	1,941	2,245
30	0,319	0,354	0,851	1,144	1,384	1,407	1,717	2,010

Окончание таблицы 2

T, K	pH_2	nH_2	HD	HT	oD_2	nD_2	DT	nT_2
31	0,188	0,220	0,674	0,948	1,180	1,202	1,497	1,778
32	—	—	0,504	0,758	0,982	1,003	1,280	1,549
33	—	—	0,345	0,577	0,789	0,809	1,069	1,326
34	—	—	0,200	0,405	0,605	0,623	0,865	1,108
35	—	—	—	0,247	0,430	0,447	0,669	0,897
36	—	—	—	0,109	0,269	0,284	0,483	0,694
37	—	—	—	—	0,127	0,139	0,310	0,502
38	—	—	—	—	—	—	0,156	0,324
39	—	—	—	—	—	—	—	0,165

Вблизи температуры тройной точки средняя квадратическая погрешность критерия Λ составляет 0,6 % и увеличивается примерно линейно по мере повышения температуры, достигая 1,5 % при $T = 0{,}97\ T_к$. На рисунке 1 показаны отклонения стандартных справочных данных от экспериментальных данных.



Отклонения экспериментальных значений поверхностного натяжения от рассчитанных по уравнению (1):
1 — nD_2; *2* — oD_2; *3* — nH_2; *4* — pH_2; *5* — nH_2, *6* — nD_2; *7*— pH_2; *8* — nH_2; *9* — nH_2; *10* — pH_2; *11* — nH_2; *12* — nD_2

Рисунок 1 — Отклонения стандартных справочных данных от экспериментальных данных

УДК 546.11:532.612(08) ОКС 07.030

Ключевые слова: государственная система обеспечения единства измерений, водород и его изотопы, поверхностное натяжение

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 06.02.2023. Подписано в печать 10.02.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,68.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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