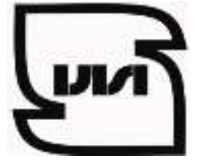




جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی
۱۵۵۸۸-۱
چاپ اول
۱۳۹۷

INSO
15588-1
1st Edition
2018
Identical with
ISO 20480-1:
2017

فناوری حباب ریز- اصول کلی برای استفاده و
اندازه‌گیری حباب‌های ریز- قسمت ۱: واژگان

**Fine bubble technology —General principles
for usage and measurement of fine bubbles—
Part 1: Terminology**

ICS: 01.040.07; 07.030

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۵۵۸۸ (چاپ اول): سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران-ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

-
- 1- International Organization for Standardization
 - 2- International Electrotechnical Commission
 - 3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
 - 4- Contact point
 - 5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« فناوری حساب ریز - اصول کلی برای استفاده و اندازه‌گیری حساب‌های ریز - قسمت ۱: واژگان »

رئیس:

سهرابی جهرمی، ابوذر
(دکترای نانو فناوری)

سمت و/یا محل اشتغال:

مدیرعامل شرکت راصد توسعه فناوری‌های پیشرفته

دبیر:

شاگری، روشنگر
(کارشناس ارشد فیزیک اتمی - مولکولی)

کارشناس استاندارد - سازمان ملی استاندارد ایران

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسلامی پور، الهه
(کارشناس ارشد زیست شناسی)

کارشناس کمیته استاندارد و ایمنی - ستاد فناوری نانو

بحری کاظم پور، زهرا
(کارشناس ارشد بیوتکنولوژی)

کارشناس استاندارد - سازمان ملی استاندارد ایران

سردابی، فاطمه
(کارشناس ارشد صنایع غذایی)

کارشناس استاندارد - سازمان ملی استاندارد ایران

شاهمرادی، سیدعباس
(دکترای مکانیک کاربردی)

مدیرعامل شرکت آرا پژوهش

صادق حسنی، صدیقه
(دکترای شیمی تجزیه)

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه صنعت نفت

طیب طاهر، سحر
(کارشناس ارشد فیزیک)

کارشناس مسئول - پژوهشگاه مواد و انرژی

ظریف، محمود
(کارشناس ارشد زبان شناسی)

نماینده فرهنگستان زبان و ادب فارسی

ویراستار:

سیفی، مهوش
(کارشناس ارشد مدیریت دولتی)

کارشناس استاندارد - نایب رئیس کمیته فنی متناظر فناوری نانو

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۱	۱-۳ حباب
۱	۲-۳ حباب ریز
۲	۳-۳ حباب فراریز
۲	۴-۳ میکرو حباب
۳	۵-۳ محیط جامد
۳	۶-۳ محیط مایع
۳	۷-۳ غلظت تعداد حباب
۳	۸-۳ قطر معادل حجمی
۳	۹-۳ حجم حباب
۴	۱۰-۳ پوسته حباب
۴	۱۱-۳ دمای حباب
۴	۱۲-۳ فشار نقطه حباب
۴	۱۳-۳ هم‌آمیختگی
۵	۱۴-۳ پایداری حباب
۵	۱۵-۳ پایداری اندازه حباب
۵	۱۶-۳ پایداری تعداد حباب
۵	۱۷-۳ دستگاه مولد حباب (حباب‌ساز)
۵	۱۸-۳ دستگاه مولد حباب ریز
۵	۱۹-۳ دستگاه مولد حباب فراریز
۶	۲۰-۳ شاخص غلظت عددی
۶	۲۱-۳ شاخص اندازه
۷	پیوست الف
۹	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری حباب ریز- اصول کلی برای استفاده و اندازه‌گیری حباب‌های ریز- قسمت ۱: واژگان» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در هفتاد و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد فناوری نانو مورخ ۹۷/۹/۱۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 20480-1: 2017, Fine bubble technology — General principles for usage and measurement of fine bubbles — Part 1: Terminology

مقدمه

فناوری‌های حباب ریز در زمینه‌های تمیزکاری، بهبود محیط زیست، بخش مواد غذایی و نوشیدنی، سامانه‌های هوادهی، دارو، آب و فاضلاب و همچنین کشاورزی و آبی‌پروری می‌تواند کاربرد داشته باشد. بنابراین تدوین واژگان مناسب برای چنین فناوری‌های متنوعی، برای مبادلات تجاری و یا پذیرش محصولات توسط مصرف‌کنندگان ضروری است.

حباب‌های ریز می‌تواند در مایعات و جامدات وجود داشته باشد. حباب‌های ریز می‌تواند حاوی هوا یا گازهای دیگر باشد. حباب را می‌توان به وسیله کشش سطحی یا با احاطه‌سازی به وسیله یک پوشش (مانند چربی)، در محیط نگه‌داشت. حباب‌های ریز تولیدشده برای کاربردهای مختلف می‌تواند از نظر اندازه، محتوای گاز یا نوع پوشش‌دهی حباب متفاوت باشد. روش‌های تولید مورد استفاده نیز متفاوت هستند.

لازم به ذکر است که حرکت حباب‌ها در یک محیط می‌تواند به وسیله نیروهای شناوری یا فرایندهای تصادفی و گرما فعال تعیین شوند که منجر به حرکت براونی می‌شود. به همین دلیل، حباب‌های بزرگتر می‌توانند رفتار شناور نشان‌دهند (افزایش به سمت بالا) و حباب‌های کوچکتر در محیط مایع با حرکت تصادفی باقی می‌مانند. این استاندارد برپایه تعاریف چنین مفاهیمی متمرکز است.

فناوری حباب ریز - اصول کلی برای استفاده و اندازه‌گیری حباب‌های ریز - قسمت ۱: واژگان

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین واژگان و تعاریف مورد استفاده در حوزه فناوری حباب ریز است. واژگان در این استاندارد اصول کلی، اندازه‌گیری‌ها و کاربردهای منفرد فناوری حباب ریز را شامل می‌شود.

۲ مراجع الزامی

در این استاندارد مراجع الزامی وجود ندارد.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

پایگاه‌های ISO و IEC داده‌های مربوط به واژگان را که برای استانداردسازی استفاده می‌شود در نشانی‌های زیر، نگهداری می‌کنند:

- سامانه برخط ISO، موجود در <http://www.iso.org/obp>

- بستر جستار الکترونیکی^۱ IEC، موجود در <http://www.electropedia.org/>

۱-۳

حباب

bubble

گازی که در یک محیط^۲ به وسیله یک میانه^۳ محصور شده است.

۲-۳

حباب ریز

fine bubble

به حباب (۱-۳) با قطر معادل حجمی (۳-۸) کمتر از ۱۰۰ میکرومتر گفته می‌شود.

یادآوری ۱ - ۱۰۰ میکرومتر را به صورت 1×10^{-4} متر نیز نمایش می‌دهند.

1- Electropedia
2- Medium
3- Interface

یادآوری ۲ - پیوست الف اطلاعات بیشتری درباره استفاده از واژه‌های «حباب ریز» یا «حباب فراریز» (۳-۳)، به جای «نانوحباب» ارائه می‌دهد.

۳-۳

حباب فراریز

ultrafine bubble

به حباب ریز (۲-۳) با قطر معادل حجمی (۸-۳) کمتر از ۱ میکرومتر گفته می‌شود.

یادآوری - نمونه حباب‌های فراریز اندازه‌گیری شده در آب با روش‌های مشخصه‌یابی ذرات، در زمینه‌های کاربرد عملی، عمدتاً بین ۱۰۰ نانومتر و ۲۰۰ نانومتر است. نتایج اندازه‌گیری می‌تواند شامل آلاینده‌ها و همچنین حباب‌های فراریز باشد.

۴-۳

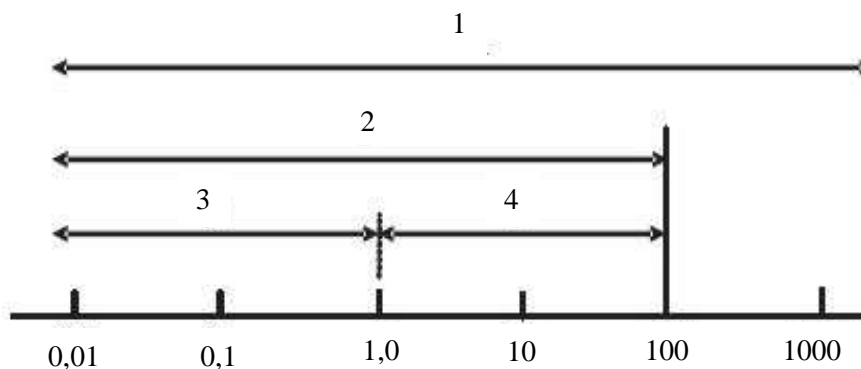
میکروحباب

microbubble

به حباب ریز (۲-۳) با قطر معادل حجمی (۸-۳) در محدوده مساوی یا بزرگتر از ۱ میکرومتر و کمتر از ۱۰۰ میکرومتر گفته می‌شود.

یادآوری - شکل ۱ اندازه دامنه حباب‌ها (۱-۳)، حباب‌های ریز، حباب‌های فراریز (۳-۳) و میکروحباب‌ها را نمایش می‌دهد.

ابعاد برحسب میکرومتر



راهنما:

- ۱ حباب
- ۲ حباب ریز
- ۳ حباب فراریز
- ۴ میکروحباب

شکل ۱- نمایش نمودار مقایسه‌ای قطر حباب‌ها

۵-۳

محیط جامد

solid medium

ماده در فاز جامد که حباب‌ها (۱-۳) در آن پراکنده می‌شوند. یادآوری- یک محیط که حاوی حباب است می‌تواند به صورت مایعی سفت‌شده یا تثبیت‌شده به‌روش شیمیایی، جامد شده باشد. در نتیجه، حباب‌ها بی‌حرکت می‌شوند و یا درجه تحرک محدودی دارند.

۶-۳

محیط مایع

liquid medium

ماده در فاز مایع که حباب‌ها (۱-۳) در آن پراکنده می‌شوند.

۷-۳

غلظت تعداد حباب‌ها

bubble number concentration

به تعداد حباب‌ها (۱-۳) در واحد حجم محیط گفته می‌شود. یادآوری- محیط می‌تواند جامد (۵-۳) یا مایع (۶-۳) باشد.

۸-۳

قطر معادل حجمی

volume equivalent diameter

d_{eq}

به قطر معادل حجم حباب کروی گفته می‌شود.

$$d_{eq} = \sqrt[3]{\frac{6}{\pi} V_{bubble}}$$

که در آن:

V_{bubble} حجم حباب موردنظر است.

۹-۳

حجم حباب

bubble volume

حجم کره (یا شکل دیگر) از یک حباب (۱-۳) است.

یادآوری- در صورتی که حباب به‌وسیله پوسته حباب (۱۰-۳) پوشیده باشد، بهتر است حجم پوسته حباب در نظر گرفته شود.

۱۰-۳

پوسته حباب

bubble shell

ماده یا مجموعه‌ای از مواد که تقریباً به‌طور کامل سطح حباب (۱-۳) را پوشش می‌دهند.

۱۱-۳

دمای حباب

bubble temperature

دمایی که در آن مقدار بسیار اندکی از بخار در تعادل با حجمی از مایع در یک فشار مشخص است.

[منبع: ISO 20765-2: 2015، تغییر یافته - یادآوری ۱ و ۲ حذف شده است.]

۱۲-۳

فشار نقطه حباب

bubble-point pressure

فشاری که تحت آن حباب‌های گاز در یک مایع در دمای عملیاتی ویژه‌ای که حباب‌های (۱-۳) گاز را تشکیل می‌دهند، ایجاد می‌شوند.

[منبع: ISO 15156-2: 2015, 3.2]

یادآوری - استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۲-۹۲۲۶: سال ۱۳۹۳، صنایع نفت و گاز طبیعی - مواد مورد استفاده در محیط‌های حاوی هیدروژن سولفید (H_2S) در تولید نفت و گاز - قسمت ۲- فولادهای کربنی و کم آلیاژ مقاوم به ترک خوردگی و استفاده از چدن‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 15156-2:2009 تدوین شده است.

۱۳-۳

هم آمیختگی

coalescence

فرآیندی که در آن حباب‌ها (۱-۳) در تعلیق (سوسپانسیون) به یکدیگر می‌پیوندند تا حباب‌های بزرگتر تشکیل دهند.

[منبع: ISO 29464:2011, 3.1.24, modified — “liquid particle” has been changed to “bubble”]

۱۴-۳

پایداری حباب

bubble stability

مدت زمانی که حجم کل حباب‌ها در شرایط دما و فشار معین در پراکندگی به دو برابر افزایش و یا به نصف کاهش می‌یابد.

۱۵-۳

پایداری اندازه حباب

bubble size stability

مدت زمانی که قطر معادل حجمی (۳-۸) یک حباب (۳-۱) در شرایط دما و فشار معین به دو برابر افزایش و یا به نصف کاهش می‌یابد.

۱۶-۳

پایداری تعداد حباب

bubble number stability

مدت زمانی که در شرایط دما و فشار معین تعدادی از حباب‌ها دو برابر می‌شود و یا به نصف کاهش می‌یابد.

۱۷-۳

دستگاه مولد حباب (حباب‌ساز)

bubble generating system

دستگاهی برای ایجاد حباب‌ها (۳-۱) در یک محیط مایع (۳-۶) است.

۱۸-۳

دستگاه مولد حباب ریز

fine bubble generating system

دستگاهی برای ایجاد حباب‌های ریز (۳-۲) در یک محیط مایع (۳-۶) است.

۱۹-۳

دستگاه مولد حباب فراریز

ultrafine bubble generating system

دستگاهی برای ایجاد حباب‌های فراریز (۳-۳) در یک محیط مایع (۳-۶) است.

۲۰-۳

شاخص غلظت عددی

number concentration index

کمیت نشان‌دهنده غلظت مواد در انتشار یک حباب ریز است که با روش‌های صنعتی توافق‌شده موجود، اندازه‌گیری شده است.

یادآوری - در واقع انتشار حباب ریز در اغلب اوقات فقط شامل حباب‌های ریز نبوده، بلکه سایر اجزا با عملکردهای کاربردی ویژه را نیز در برمی‌گیرد.

۲۱-۳

شاخص اندازه

size index

کمیت نشان‌دهنده اندازه یک ماده در انتشار حباب ریز است که با روش‌های صنعتی توافق‌شده موجود، اندازه‌گیری شده است.

یادآوری - در واقع انتشار حباب ریز اغلب اوقات فقط شامل حباب‌های ریز نبوده، بلکه سایر اجزا با عملکردهای کاربردی ویژه را نیز در بر می‌گیرد.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

استفاده از واژه‌های «حباب ریز» یا «حباب فراریز» به جای «نانوحباب» در استانداردهای ISO / TC281

کمیته فنی ISO/TC 281 واژه «نانوحباب» را عموماً به معنای «حباب فراریز» استفاده می‌شود به رسمیت می‌شناسد. با این حال، «نانوحباب» به روشنی تعریف نشده است، بنابراین استفاده از «حباب فراریز» ارجح است.

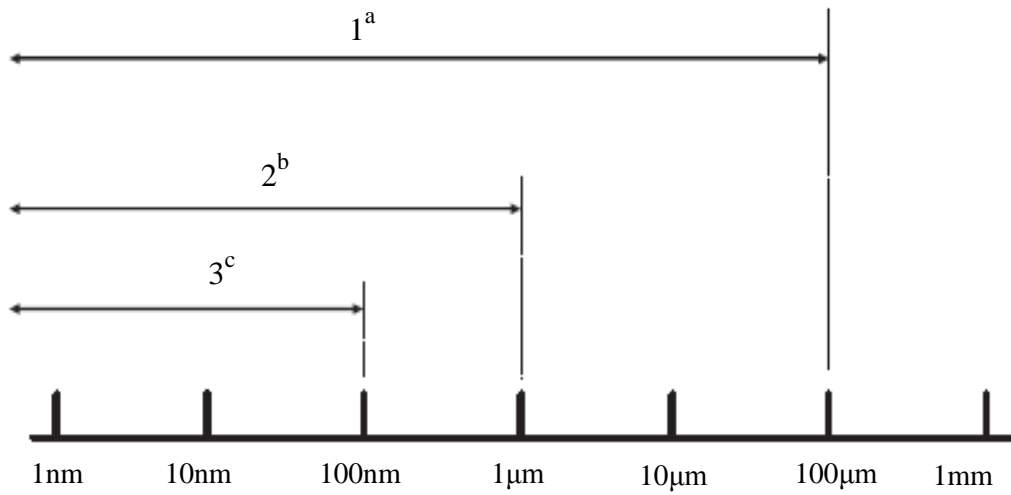
اندازه‌گیری و مشخصه‌یابی حباب‌های فراریز نسبتاً به تازگی امکان‌پذیر شده است. حباب فراریز با چشم غیر مسلح قابل مشاهده نیست. کمیته فنی ISO/TC 229 نانو اشیا را با اندازه‌های کمتر از ۱۰۰ نانومتر تعریف می‌کند. حباب‌های فراریز در محدوده ۱ میکرومتر تا چند نانومتر تعریف می‌شود. کوچکترین اندازه یک حباب فراریز بستگی به کمترین تعداد مولکول‌هایی دارد که می‌توانند حاوی گاز باشند. شکل 1.A، محدوده اندازه نانو اشیا (از جمله حباب‌ها) را با خط مستقیم نشان می‌دهد، که در استاندارد ملی ایران- ایزو به شماره ۱-۸۰۰۰۴ مشخص شده است. این نشان می‌دهد که قطر آن‌ها ۱۰۰ نانومتر یا کمتر است.

پیشرفت‌های اخیر فناوری اندازه‌گیری در مقیاس نانو ثابت کرده است که حباب‌های بسیار کوچک نامرئی از برخی اندازه‌ها وجود دارند که بدون تغییر برای مدت زمان طولانی در مایع باقی می‌مانند. حباب‌های اندازه‌گیری شده در آب که قطری در محدوده تقریباً ۱۰۰ نانومتر تا ۲۰۰ نانومتر، موضوع اصلی بحث در کمیته فنی ISO/TC 281 است.

اگرچه در استاندارد ملی ایران- ایزو به شماره ۱-۸۰۰۰۴ نانو اشیا با اندازه ۱۰۰ نانومتر یا کمتر مشخص می‌شود، اما در حال حاضر هیچ دلیل علمی و شواهد قانع‌کننده‌ای در مورد وجود تفاوت در پدیده‌های فیزیکی حباب‌های فراریز با مقیاس ۱۰۰ نانومتر، وجود ندارد.

بنابراین، ISO/TC 281 از اصطلاح «نانو حباب» در تمام استانداردهای حباب ریز استفاده نمی‌کند و به جای آن از «حباب ریز» یا «حباب فراریز» استفاده می‌کند تا از سردرگمی در صنعت، بازار و در فعالیت‌های استاندارد سازی بین‌المللی جلوگیری شود.

در استانداردهای کمیته فنی ISO/TC 281 واژه «نانوحباب» تنها در این پیوست خاص به عنوان یک استثنا با هدف توضیح این که چرا کمیته فنی ISO/TC 281 از این اصطلاح استفاده نمی‌کند، به کار برده می‌شود.



راهنما:

- | | |
|---|--|
| 1 | حباب‌های ریز |
| 2 | حباب‌های فراریز |
| 3 | نانو اشیا |
| a | همانطور که توسط کمیته فنی ISO / TC 281 مشخص شده است. |
| b | نانوحباب‌هایی که اندازه‌هایی در محدوده اندازه حباب‌های فراریز دارند. |
| c | در استاندارد ملی ایران ۱-۸۰۰۰۴ مشخص شده است. |

شکل 1.A- محدوده اندازه نانو اشیا از حباب‌های ریز و حباب‌های فراریز

کتابنامه

- [1] ISO 15156-2:2015, Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H₂S-containing environments in oil and gas production — Part 2: Cracking-resistant carbon and low-alloy steels, and the use of cast irons
- [2] ISO 20765-2:2015, Natural gas — Calculation of thermodynamic properties — Part 2: Single-phase properties (gas, liquid, and dense fluid) for extended ranges of application
- [3] ISO 29464:2011, Cleaning equipment for air and other gases — Terminology
- [4] ISO/TS 80004-1, Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms