



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۱۹۰۰۶-۴
چاپ اول

INSO
19006-4
1st.Edition

2017

۱۳۹۵

سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن -
سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۴:
روش‌های آزمون عملکرد برای مخازن
ترکیبی خورشیدی

**Thermal solar systems and components -
Custom built systems
Part 4: Performance test methods for solar
combistores**

ICS: 27.160

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۱۶۰۳۱۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴۰۸۱۱۴ (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 استانداردهای یکه 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، استانداردهای 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 تنها 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 استاندارد 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 پایش 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

« سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن - سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۴: روش‌های
آزمون عملکرد برای مخازن ترکیبی خورشیدی »

رئیس:

خادم، جواد

(دکتری مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی)

دبیر:

بذری، مصطفی

(کارشناسی مهندسی صنایع)

اداره کل استاندارد استان خراسان جنوبی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدی بروغنی، زهرا

(کارشناسی ارشد مهندسی رایانه - نرم افزار)

عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند

احمدی بروغنی، سید یوسف

(دکتری مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند

بهار، شیرین

(کارشناسی ارشد مهندسی طراحی محیط)

سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)

پورحمیدی، علیرضا

(کارشناسی مهندسی مکانیک - نیروگاه)

سازمان ملی استاندارد ایران

خدایی‌فرد، شراره

(کارشناسی ارشد فیزیک)

اداره کل استاندارد استان زنجان

رضازاده، رضا

(کارشناسی مهندسی عمران - آب)

اداره کل استاندارد خراسان جنوبی

شریفیان، حمیدرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی)

سازمان ملی استاندارد ایران

صفوی‌نژاد، علی

(دکترای مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی)

عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند

میربزرگی، سید علی

(دکتری مهندسی مکانیک)

عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند

نیروگاه فتوولتاییک دانشگاه بیرجند

نجفی، حمید رضا
(دکتری مهندسی برق- قدرت)

ویراستار:

اداره کل استاندارد استان خراسان شمالی

طاهری، احسان
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- طراحی کاربردی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ نمادها و اختصارات
۲	۵ طبقه‌بندی مخزن
۳	۶ آزمون مخزن آزمایشگاهی
۳	۱-۶ الزامات پایه آزمون
۳	۲-۶ نصب مخزن
۴	۳-۶ روش‌های اجرایی آزمون و ارزیابی
۱۱	۷ آزمون مخزن همراه با آزمون سامانه مطابق با استاندارد ISO 9459-5
۱۱	۱-۷ کلیات
۱۱	۲-۷ توصیف مخزن
۱۲	۳-۷ نتایج آزمون
۱۳	۴-۷ پارامترهای شبیه‌سازی
۱۴	پیوست الف (الزامی) آزمون‌های معیار مدل مخزن
۱۵	پیوست ب (الزامی) صحت‌گذاری نتایج آزمون مخزن
۱۶	پیوست پ (الزامی) معیارهای برای شناسایی پارامتر
۱۷	پیوست ت (آگاهی دهنده) الزامات مورد نیاز برای مدل عددی مخزن
۱۸	پیوست ث (آگاهی دهنده) تعیین دمای آسایش آب داغ
۱۹	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن- سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۴: روش‌های آزمون عملکرد برای مخازن ترکیبی خورشیدی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد انرژی مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۱۱ 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، به عنوان 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 و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BS EN 12977-4:2012, Thermal solar systems and components - Custom built systems - Part 4: Performance test methods for solar combistores

سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن - سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۴: روش‌های آزمون عملکرد برای مخازن ترکیبی خورشیدی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های آزمون برای خصوصیات عملکردی مخازنی است که برای استفاده در سامانه‌های کوچک ساخت سفارشی مشخص شده در استاندارد EN 12977-1 در نظر گرفته شده‌اند.

مخازن مورد آزمون مطابق با این استاندارد معمولاً در سامانه‌های ترکیبی خورشیدی استفاده می‌شوند. با این حال، عملکرد حرارتی تمام دیگر مخازن حرارتی با سیال عامل ذخیره‌سازی^۱ مانند آب (به عنوان مثال برای سامانه‌های پمپ گرما) را می‌توان با توجه به روش آزمون مشخص شده در این استاندارد ارزیابی نمود. این استاندارد برای مخازن ترکیبی با حجم نامی تا ۳۰۰۰ L و بدون مشعل یکپارچه اعمال می‌شود. یادآوری - این استاندارد مبتنی بر ارجاع گسترده به استاندارد EN 12977-3:2012 است

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند. در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 EN 12828, Heating systems in buildings – Design for water-based heating systems

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۴۸۱: سال ۱۳۹۰، سیستم‌های گرمایش ساختمان‌ها - طراحی سیستم‌های گرمایشی بر پایه آب با استفاده از استاندارد EN 12828:2003 تدوین شده است.

2-2 EN 12977-3:2012, Thermal solar systems and components - Custom built systems - Part 3: Performance test methods for solar water heater stores

2-3 EN ISO 9488:1999, Solar energy - Vocabulary (ISO 9488:1999)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۳۶: سال ۱۳۸۷، انرژی خورشیدی- واژگان، با استفاده از استاندارد EN ISO 9488:2008 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استانداردهای EN 12977-3:2012 و EN ISO 9488:1999 به کار می‌رود.

۴ نمادها و اختصارات

برای نمادها و اختصارات به استاندارد EN 12977-3:2012 مراجعه شود.

۵ طبقه‌بندی مخزن

مخازن ترکیبی خورشیدی به وسیله تمایز بین حالت‌های مختلف شارژ و دشارژ طبقه‌بندی می‌شوند. پنج گروه تعریف شده در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

جدول ۱- طبقه‌بندی مخازن

حالت دشارژ	حالت شارژ	گروه
مستقیم	مستقیم	۱
مستقیم	غیر مستقیم	۲
غیر مستقیم	مستقیم	۳
غیر مستقیم	غیر مستقیم	۴
مخازنی که نمی‌توان به گروه‌های ۱ تا ۴ اختصاص داد.		۵

یادآوری ۱- همه مخازن می‌توانند یک یا چند عنصر گرمایش الکتریکی داشته باشند.

یادآوری ۲- مخازنی که می‌توان مستقیم و غیرمستقیم شارژ یا دشارژ نمود (به عنوان مثال مخزن یک سامانه گرمایش فضا با مبدل گرما داخلی برای تهیه آب گرم خانگی) می‌توانند به بیش از یک گروه تعلق بگیرند. در این مورد، انجام آزمون‌های مناسب یا انتساب به یکی از گروه‌ها به ترتیب، بهتر است بسته به حالت بهره برداری انتخاب شود.

۶ آزمون مخزن آزمایشگاهی

۱-۶ الزامات پایه آزمون

۱-۱-۶ کلیات

مخزن آب گرم بر روی پایه آزمون مخزن باید به طور جداگانه از کل سامانه‌ی خورشیدی آزمون شود. پیکربندی پایه آزمون باید توسط طبقه‌بندی مخازن ترکیبی توصیف شده در بند ۵ تعیین شود.

به عنوان مثال نمایی از پیکربندی پایه آزمون هیدرولیک در شکل^۱ و شکل ۲ استاندارد EN 12977-3:2012 نشان داده شده است. امکانات آزمون مناسب متشکل از دو حلقه شارژ در شکل ۱ استاندارد EN 12977-3:2012 و دو حلقه دشارژ در شکل ۲ استاندارد EN 12977-3:2012 نشان داده شده است.

۲-۱-۶ اندازه گیری داده و روش اندازه گیری

الزامات مشخص شده در زیربند 6.1.2 استاندارد EN 12977-3: 2012، باید برآورده شود.

۲-۶ نصب مخزن

۱-۲-۶ نصب

مخزن باید در پایه آزمون با توجه به دستورالعمل کارخانه سازنده نصب شود. حسگرهای دما مورد استفاده برای اندازه‌گیری دمای ورودی و خروجی سیال به کاررفته برای شارژ و دشارژ دستگاه ذخیره سازی، باید تا حد امکان در نزدیک‌ترین مکان (حداقل ۲۰۰ mm) به اتصالات ورودی و خروجی از دستگاه ذخیره‌سازی قرار داده شوند. نصب حسگر دما در داخل لوله‌ها باید با توجه به روش‌های مجاز اندازه‌گیری دماها انجام شود. در صورتی که بیش از یک جفت اتصالات ورودی یا خروجی شارژ یا دشارژ وجود دارد، آنگاه تنها یکی می‌تواند به پایه آزمون (به طور همان زمان) متصل شود در حالی که سایر اتصالات باید بسته باشند. لوله‌های بین مخزن و حسگرهای دما باید مطابق با استاندارد EN 12828 عایق شوند.

۲-۲-۶ اتصال

نحوه اتصال دستگاه ذخیره‌سازی به پایه آزمون به هدف از انجام آزمون‌های حرارتی که باید انجام شود، بستگی دارد. در این بند دستورالعمل‌های تفصیلی هستند که در آن آزمون‌های حرارتی شرح داده می‌شوند. اتصالات مخزن که در مسیر مدار شارژ یا دشارژ به پایه آزمون نیستند، باید بسته شوند و مبدل‌های گرما هم که متصل نیستند باید با آب پر گردد. تمام اتصالات بسته شده باید به همان روش مخزن عایق شوند.

از آنجا که سیال در مبدل‌های گرما بسته با افزایش دما منبسط می‌شود، باید یک شیر فشارشکن نصب گردد.

یادآوری- عملکرد یک سامانه گرمایش خورشیدی به نصب فردی و شرایط مرزی واقعی بستگی دارد. با توجه به اتلاف گرما در مخزن علاوه بر نقص در عایق دما، بدی (نامناسب) اتصالات طراحی شده می‌تواند میزان ظرفیت اتلاف گرما از مخزن را به علت انتقال طبیعی گرما که در داخل لوله رخ می‌دهد افزایش دهد. به منظور اجتناب از این اثر، بهتر است اتصالات لوله به گونه ای طراحی شوند که هیچ همرفت طبیعی در داخل لوله رخ ندهد. اگر لوله پس از خروج از مخزن به طور مستقیم به سمت پایین رفته یا با استفاده از یک سیفون این را می‌توان به دست آورد.

۳-۶ روش‌های اجرایی آزمون و ارزیابی

۱-۳-۶ کلیات

هدف از آزمون مخزن که در این استاندارد مشخص شده تعیین پارامترهای مورد نیاز برای توصیف دقیقی از رفتار حرارتی یک مخزن ترکیبی آب داغ است. بنابراین، یک مدل کامپیوتری ریاضی برای مخزن لازم است. الزامات اساسی برای مدل‌های مناسب در پیوست‌های **الف** و **ت** مشخص شده است. پارامترهای زیر باید برای شبیه سازی یک بخش از مخزن یک سامانه خورشیدی شناخته شود.

الف- آب ذخیره شده:

- ۱- ارتفاع؛
 - ۲- حجم موثر ظرفیت حرارتی موثر نسبی؛
 - ۳- ارتفاع اتصالات ورودی و خروجی؛
 - ۴- نرخ ظرفیت اتلاف گرما کل مخزن؛
 - ۵- اگر عایق‌بندی برای ارتفاع‌های مختلف از مخزن متفاوت است، بهتر است نرخ توزیع ظرفیت اتلاف گرما برای بخش‌های مختلف از مخزن تعیین شود؛
 - ۶- یک پارامتر برای توصیف خرابی لایه‌بندی حرارتی در جریان آماده به کار.
- یادآوری ۱-** یک راه ممکن برای توصیف این اثر در یک مدل مخزن استفاده از هدایت حرارتی عمودی است. در این مورد، پارامتر مربوطه هدایت حرارتی عمودی موثر، است.
- ۷- یک پارامتر برای توصیف ویژگی‌های لایه‌بندی حرارتی در طی دشارژ مستقیم.
- یادآوری ۲-** برای توصیف تاثیر نرخ جریان کاهش یافتن مختلف بر روی لایه‌بندی حرارتی در داخل مخزن، اگر این اثر مرتبط باشد، پارامترهای بیشتر می‌تواند استفاده شود.

۸- موقعیت حسگرهای دما (به عنوان مثال حسگرهای حلقه کلکتور و کنترل گرمکن کمکی).

ب- مبدل‌های حرارتی:

۱- ارتفاع اتصالات ورودی و خروجی؛

۲- حجم؛

۳- نرخ ظرفیت انتقال گرما به عنوان تابعی از دما

۴- اطلاعات در مورد ظرفیت مربوط به شارژ لایه‌بندی شده

یادآوری ۳- ظرفیت مرتبط با شارژ لایه‌بندی شده را می‌توان از طراحی مبدل گرما و همچنین از دوره زمانی دمای ورودی و خروجی مبدل گرما تعیین کرد.

۵- نرخ اتلاف گرما از مبدل گرما به محیط (تنها برای مبدل‌های گرما رویه‌ای و مبدل‌های گرما خارجی لازم است).

پ- منبع گرما کمکی الکتریکی:

۱- موقعیت آن در مخزن؛

۲- جهت محور عنصر گرمایشی (افقی یا عمودی). اگر گرمکن کمکی به طور عمودی نصب شده است، طول آن نیز مورد نیاز است.

۳- مشخص کردن تاثیر بخشی از توان الکتریکی تبدیل شده به حرارت که در واقع به داخل مخزن منتقل شده است.

یادآوری ۴- طراحی نامناسب گرم‌کن کمکی الکتریکی ممکن است موجب اتلاف گرمای قابل توجهی در طی عملیات شود. در این حالت، توان الکتریکی عرضه شده به گرم‌کن با انرژی حرارتی ورودی به مخزن برابر نیست.

بندهای زیر توصیف می‌کند که چگونه پارامترهای ذکر شده تعیین می‌شود. بنابراین، سلسله آزمون خاص لازم است. سلسله آزمون نشان با حروف (به عنوان مثال آزمون A) نشان داده می‌شود، می‌توان مراحل را با یک تقسیم‌بندی عددی (مثال A1- مطبوع‌سازی) نشان داد. بین پایان یک مرحله و آغاز مرحله متوالی، حداکثر مدت زمان شارژ ۱۰ دقیقه مجاز است. در طی مدت زمان شارژ، تنها باید دمای محیط، اندازه‌گیری و ثبت شود.

یادآوری ۵- یک نکته ضروری اینکه در روش‌های توصیف شده از اندازه‌گیری در داخل مخزن اجتناب شود.

یادآوری ۶- تعیین تمام پارامترهای مخزن ذکر شده در بالا تنها مطابق با روش توصیف شده در زیربند ۶-۳-۲ و پردازش داده‌ها از سلسله آزمون شرح داده شده در زیربند ۶-۳-۳ امکان پذیر است. برای اطلاعات بیشتر و سلسله آزمون به استاندارد EN 12977-3 مراجعه نمایید.

۶-۳-۲ سلسله‌های آزمون

۶-۳-۲-۱ مقدمه

مخزن بر روی پایه آزمون بوسیله سلسله‌های آزمون خاص مختلف آزمون می‌شود. سلسله‌ها برای تحریک اثرات فیزیکی، که با پارامتر تعیین شده مطابقت دارد مشخص شده‌اند. برنامه شناسایی پارامتر با استفاده از مدل ارزیابی اندازه‌گیری داده مخزن است.

شارژ و دشارژ کل مخزن به معنی اتصال مدارهای شارژ/دشارژ به درگاه‌های مستقیم بالاترین و پایین‌ترین در دسترس تانک می‌باشد. دشارژ کامل برای مطبوع‌سازی مخزن و برای مرحله دشارژ نهایی مورد نیاز است. شارژ کامل برای همه آزمون‌های دشارژ، که مستلزم شارژ کل مخزن می‌باشد، مورد نیاز است. مجموعه‌های از آزمون‌های انجام شده بهتر است آزمون‌های دو، که شامل دوره آماده به کار تشکیل می‌دهند.

یک آزمون برای تعیین نرخ ظرفیت اتلاف گرما برای کل مخزن است.

دیگر نگرانی آزمون فقط بخشی از مخزن است که بالای قسمت گرم شده می‌باشد (معمولاً قسمت کمکی گرم شده).

این آزمون برای تعیین تخریب لایه‌بندی حرارتی در طول آماده به کار استفاده می‌شود. بهتر است دوره آماده به کار به گونه‌ای باشد که اتلاف در این دوره حدود نیمی از انرژی ذخیره شده باشد. برای این دو آزمون با دوره آماده به کار، بهتر است آزمون مشابه نیز بدون دوره آماده به کار انجام شود.

نرخ‌های جریان و مقادیر توان تنها به صورت مثال‌های ارائه شده است. بهتر است نرخ جریان یا توان انتخاب شده با نوع و اجزای تشکیل دهنده، که با این اتصالات استفاده شده خواهند شد، متناسب باشد.

۶-۳-۲-۲ کلیات

این بند سلسله آزمون حرارتی برای گروه‌های مختلف از مخازن ترکیبی، توصیف می‌نماید. این بند بر اساس روش‌های تعریف شده در استاندارد EN 12977-3 می‌باشد و تنها آیتم‌های جدید گنجانده شده است. در استاندارد EN 12977-3 عمدتاً تعیین ظرفیت حرارتی، نرخ ظرفیت اتلاف گرما از کل مخزن و نرخ ظرفیت انتقال گرما مبدل‌های گرما غوطه‌ور تعریف شده است.

سلسله آزمون حرارتی توصیف شده در این استاندارد باید برای تمام گروه‌های مخازن ترکیبی انجام شود. دستگاه ذخیره‌سازی باید به پایه آزمون مطابق با زیربند ۶-۲ متصل شود.

۶-۳-۲-۳ کلیات شارژ مستقیم (آزمون CD)

آزمون CD:

- مرحله آزمون CD1: مطبوع‌سازی تا زمانی که حالت پایا حاصل شود؛

- مرحله آزمون CD2: شارژ از طریق درگاه آزمون تا، $UC_{0,0} = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ؛

- مرحله آزمون CD3: آماده به کار اختیاری تا زمانی که حدود نیمی از انرژی ذخیره شده به محیط داده شود؛

- مرحله آزمون CD4: دشارژ مستقیم کل مخزن تا زمانی که حالت پایا حاصل شود.

جدول ۲ - نرخ جریان و دمای ورودی مخزن برای آزمون CD

دشارژ			شارژ			فرآیند	مرحله آزمون
$\tilde{\vartheta}_{D,o}$ °C	$\tilde{\vartheta}_{D,i}$ °C	\tilde{V}_D l/h	$\tilde{\vartheta}_{c,o}$ °C	$\tilde{\vartheta}_{c,i}$ °C	\tilde{V}_c l/h		
متغیر	۲۰	$۰,۵ \times \dot{V}_n$	-	-	۰	مطبوع سازی	CD1
-	-	۰	متغیر	۶۰	$۰,۵ \times \dot{V}_n$	شارژ	CD2
-	-	۰	-	-	۰	آماده به کار	CD3
متغیر	۲۰	$۰,۵ \times \dot{V}_n$	-	-	۰	دشارژ	CD4

اگر درگاه‌های مورد استفاده با یک دیگ بخار دمای عملیاتی بزرگتر از ۶۰ °C دارند، دمای ورودی بالاتر $\vartheta_{c,i}$ می‌تواند استفاده شود.

۴-۲-۳-۶ کلیات شارژ غیر مستقیم (آزمون CI)

آزمون CI:

- مرحله آزمون CI1: مطبوع سازی تا زمانی که حالت پایا حاصل شود؛
- مرحله آزمون CI2: شارژ با توان شارژ ثابت $\bar{P}_c = 1 \times P_n$ تا زمانی که $\vartheta_{c,o} = 60$ °C شود؛
- مرحله آزمون CI3: آماده بکار اختیاری تا زمانی که حدود نیمی از انرژی ذخیره شده به محیط داده شود؛
- مرحله آزمون CI4: دشارژ مستقیم کل مخزن تا زمانی که حالت پایا حاصل شود.

جدول ۳ - نرخ جریان و دمای ورودی مخزن برای آزمون CI

دشارژ			شارژ			فرآیند	مرحله آزمون
$\tilde{\vartheta}_{D,o}$ °C	$\tilde{\vartheta}_{D,i}$ °C	\tilde{V}_D l/h	$\tilde{\vartheta}_{c,o}$ °C	$\tilde{\vartheta}_{c,i}$ °C	\tilde{V}_c l/h		
متغیر	۲۰	$۰,۵ \times \dot{V}_n$	-	-	۰	مطبوع سازی	CI1
-	-	۰	متغیر	متغیر	$۱,۲ \times \dot{V}_n$	شارژ	CI2
-	-	۰	-	-	۰	آماده به کار	CI3
متغیر	۲۰	$۰,۵ \times \dot{V}_n$	-	-	۰	دشارژ	CI4

اگر مبدل گرما در نرخ جریان‌های مختلف استفاده می‌شود، بهتر است آزمون چهار بار انجام شود، در صورت امکان با استفاده از شرایط شارژ مختلف زیر:

توان ثابت P_n در نرخ‌های جریان بالا و پایین و همچنین توان ثابت $0.5 \times V_n$ در نرخ‌های جریان بالا و پایین.

۵-۲-۳-۶ کلیات دشارژ مستقیم (آزمون DD)

آزمون DD:

- مرحله آزمون DD1: مطبوع سازی تا زمانی که حالت پایا حاصل شود؛
- مرحله آزمون DD2: شارژ تمام مخزن تا زمانی که $\vartheta_{c,o} = 55 \text{ } ^\circ\text{C}$
- مرحله آزمون DD3: دشارژ از طریق درگاه آزمون تا $\vartheta_{D,o} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$
- مرحله آزمون DD4: دشارژ مستقیم کل مخزن تا زمانی که حالت پایا حاصل شود.

جدول ۴ - نرخ جریان و دمای ورودی مخزن برای آزمون DD

مرحله آزمون	فرآیند	شارژ			دشارژ	
		\tilde{V}_c l/h	$\tilde{\vartheta}_{c,i}$ $^\circ\text{C}$	$\tilde{\vartheta}_{c,o}$ $^\circ\text{C}$	\tilde{V}_D l/h	$\tilde{\vartheta}_{D,i}$ $^\circ\text{C}$
DD1	مطبوع سازی	۰	-	-	$0.15 \times \dot{V}_n$	متغیر
DD2	شارژ	$0.15 \times \dot{V}_n$	۶۰	متغیر	۰	-
DD3	دشارژ	۰	-	-	$0.15 \times \dot{V}_n$	متغیر
DD4	دشارژ	۰	-	-	$0.15 \times \dot{V}_n$	متغیر

۶-۲-۳-۶ کلیات دشارژ غیر مستقیم (آزمون DI)

آزمون DI:

- مرحله آزمون DI1: مطبوع سازی تا زمانی که حالت پایا حاصل شده باشد
- مرحله آزمون DI2: شارژ تمام مخزن تا زمانی که $\vartheta_{c,o} = 55 \text{ } ^\circ\text{C}$
- مرحله آزمون DI3: دشارژ از طریق آزمون مبدل گرما تا زمانی که $\vartheta_{D,o} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$
- مرحله آزمون DI4: دشارژ مستقیم کل مخزن تا زمانی که حالت پایا حاصل شود.

جدول ۵ - نرخ جریان و دمای ورودی مخزن برای آزمون DI

دشارژ			شارژ			فرآیند	مرحله آزمون
$\tilde{\theta}_{D,o}$ °C	$\tilde{\theta}_{D,i}$ °C	\tilde{V}_D l/h	$\tilde{\theta}_{c,o}$ °C	$\tilde{\theta}_{c,i}$ °C	\tilde{V}_c l/h		
متغیر	۲۰	$0.15 \times \dot{V}_n$	-	-	۰	مطبوع سازی	DI1
-	-	۰	متغیر	۶۰	$0.15 \times \dot{V}_n$	شارژ	DI2
متغیر	۲۰	$0.15 \times \dot{V}_n$	-	-	۰	دشارژ	DI3
متغیر	۲۰	$0.15 \times \dot{V}_n$	-	-	۰	دشارژ	DI4

اگر مبدل گرما نیز برای آماده‌سازی آب گرم خانگی در نظر گرفته شده، این آزمون باید سه بار تحت شرایط دشارژ مختلف انجام شود. برای هر یک از این سه حالت دشارژ باید این دو شرط اعمال شود: شارژ کامل مخزن و شارژ بخش کمکی. در کل، شش آزمون باید انجام شود.

بهتر است شرایط دشارژ زیر اعمال شود:

- نرخ جریان پایین؛

- نرخ جریان بالا.

آزمون باید به دفعات تحت شرایط زیر انجام شود: دشارژ متناوب در نرخ جریان بالا با ۱۰ min دشارژ و ۱۰ min آماده بکار. اگر می‌توان فرض کرد که نرخ ظرفیت انتقال گرما در دشارژ مبدل گرما به زمان وابسته نیست، نیازی به انجام این آزمون نمی‌باشد.

۳-۳-۶ پردازش داده سلسله‌های آزمون

۱-۳-۳-۶ کلیات

یادآوری - پردازش داده سلسله‌های آزمون تا حدودی بر اساس ارجاع به استاندارد EN 12977-3:2012 می‌باشد و تنها شامل آیتم‌های جدید می‌باشد.

ارزیابی داده اندازه‌گیری شده مبتنی بر شناسایی پارامتر است. وقتی که همه آزمون‌های لازم شرح داده شده در زیربند ۲-۳-۶ انجام شود، شناسایی پارامترهای مخزن باید با استفاده از یک مدل عددی مخزن که الزامات آن پیوست الف ارائه شده انجام شود. برای کسب اطلاعات درباره یک الگوریتم شناسایی پارامتر مناسب که الزامات مورد نیاز را برآورده می‌نماید به پیوست C استاندارد EN 12977-3: 2012، مراجعه نمایید.

مدل مخزن باید الزامات آزمون معیار داده شده در پیوست الف را برآورده نماید.

برای شناسایی پارامتر، اندازه‌گیری داده را می‌توان فشرده یا تبدیل به مراحل زمانی ثابت کرد. در هر دو مورد، سوابق داده باید مقادیر میانگین برای مرحله زمانی مربوطه را نمایش دهد. بهتر است در طی شارژ و دشارژ، مراحل زمانی از ۳ min فراتر نرود. در طی آماده به کار، حداکثر گام زمانی ۱۵ min مجاز است.

برای شناسایی پارامتر (fit)، مقادیر اندازه‌گیری شده دمای ورودی مخزن، دمای محیط، نرخ جریان و توان منبع(های) گرمایش الکتریکی باید به عنوان ورودی استفاده شود. از آنجا که در آغاز هر آزمون مخزن همیشه مطبوع‌سازی به دمای ۲۰°C شده است، هیچ پرش زمانی مورد نیاز نیست. بنابراین، داده‌های مورد استفاده برای اتصالات باید با مرحله آزمون دوم شروع، و $\vartheta_s = 20^\circ\text{C}$ باید به عنوان دمای اولیه برای مدل مخزن استفاده شود.

۲-۳-۳-۶ تعیین تمام پارامترهای مخزن (به جز موقعیت عمودی حسگرهای دما)

یادآوری- تعیین تمام پارامترهای مخزن (به جز موقعیت عمودی حسگرهای دما) تا حدودی بر اساس ارجاع به استاندارد EN 12977-3:2012، می‌باشد و تنها شامل آیتم‌های جدید می‌باشد.

تمام پارامترهایی که توسط شناسایی پارامتر تعیین شده باید در طی فرایند شناسایی یک پارامتر مشخص شود. این الزام مربوط به تعیین موقعیت عمودی حسگرهای دما نیست.

در طی هر مرحله زمانی مناسب برای هر اتصال «X» ($x = C$ برای شارژ و $x = D$ برای دشارژ)، قدرمطلق تفاضل بین توان انتقالی اندازه‌گیری شده و توان پیش بینی شده باید توسط فرمول (۱) محاسبه گردد:

$$\Delta P_x = |P_{x,p} - P_{x,m}| \quad (1)$$

که در آن توان انتقالی پیش بینی شده، $P_{x,p}$ و توان اندازه‌گیری شده، $P_{x,m}$ ، باید مطابق با فرمول های (۲) و (۳) محاسبه شوند:

$$f(t) = \int_t \Delta \vartheta_z dt \quad (2)$$

$$P_{x,m} = \bar{\rho} \times \bar{c}_p \times V \times (\vartheta_{x,i} - \vartheta_{x,o,m}) \quad (3)$$

تابع $f(t)$ که باید برای تعیین پارامترهای مخزن (به جز موقعیت‌های عمودی از حسگرهای دما) به حداقل برسد، انتگرال مجموع قدرمطلق تفاضل توان‌ها است که با فرمول (۴) محاسبه می‌شود:

$$f(t) = \int_t \sum_x \Delta P_x dt \quad (4)$$

۳-۳-۳-۶ تعیین موقعیت عمودی حسگرهای دما

یادآوری ۱- تعیین موقعیت عمودی حسگرهای دما تا حدودی بر اساس ارجاع به استاندارد EN 12977-3:2012 می‌باشد و تنها شامل آیتم‌های جدید می‌باشد.

اگر تمام پارامترهای مخزن، (به جز موقعیت عمودی حسگرهای دما) مطابق با زیربند ۳-۳-۳-۲ مشخص شده است، تعیین موقعیت‌های عمودی حسگرهای دما یا ترتیب محل آنها باید مطابق با این زیربند انجام شود. برای توصیف رفتار حرارتی مخزن با استفاده از مدل عددی، پارامترهای تعیین شده مطابق با زیربند ۳-۳-۳-۲ باید استفاده شود.

در طی هر مرحله زمانی مناسب برای هر حسگر دمای «Z» قدرمطلق تفاوت بین دمای اندازه‌گیری شده در محل حسگر دما، $\vartheta_{z,m}$ ، با دمای پیش‌بینی شده در محل حسگر دما، $\vartheta_{z,p}$ ، باید توسط فرمول محاسبه (۵) شود:

$$\Delta \vartheta_z = |\vartheta_{z,m} - \vartheta_{z,p}| \quad (5)$$

تابع $f(t)$ که باید برای تعیین موقعیت عمودی حسگرهای دما به حداقل برسد، انتگرال قدرمطلق همه اختلاف دما برای حسگر دما «Z» است که در فرمول (۶) نشان داده شده است:

$$f(t) = \int_t \Delta \vartheta_z dt \quad (6)$$

تعیین موقعیت‌های عمودی حسگرهای دما به طور جداگانه برای هر حسگر دما «Z» یا موقعیت عمودی به ترتیب انجام شود.

یادآوری ۲- موقعیت‌های عمودی دقیق حسگرهای دما و همچنین اتصالات بالایی مبدل‌های گرما بالایی که در مخازن شارژ ترکیبی است، تاثیر جزئی بر رفتار حرارتی مخزن دارد. از این رو، این موقعیت‌های عمودی نیازی نیست که با استفاده از شناسایی پارامتر تعیین شوند. اندازه‌گیری موقعیت مربوطه و یا تعیین آنها از روی نقشه کشی مخزن توصیه می‌شود.

۷ گزارش آزمون

۱-۷ کلیات

گزارش آزمون مطابق با استاندارد EN 12977-3، باید شامل:

الف- شرح مفصل و داده‌های فنی مخزن آزمون شده (بر اساس دستورالعمل سازنده)؛

ب- پارامترهای به دست آمده و توصیف آنها؛

پ- ارجاع به مدل مخزن استفاده شده (پارامترهای شبیه سازی).

۲-۷ توصیف مخزن

توصیف مخزن مطابق با استاندارد EN 12977-3، باید بر اساس اطلاعات ارائه شده توسط تولید کننده باشد. باید شامل موارد زیر باشد.

الف - اطلاعات کلی:

- ۱- تولید کننده؛
- ۲- نوع؛
- ۳- سال ساخت؛
- ۴- شماره سریال؛
- ۵- حجم نامی؛
- ۶- توصیف و ترسیم طراحی نموداری.

ب- آب ذخیره شده:

- ۱- حجم؛
- ۲- مواد و حفاظت در برابر خوردگی (فقط برای مواد در تماس با آب آشامیدنی)؛
- ۳- حداکثر فشار عملیاتی؛
- ۴- حداکثر دمای عملیاتی؛
- ۵- عایق گرمایی؛
- ۶- قطر و نوع اتصالات.

پ- منبع(های) گرمایش الکتریکی:

- ۱- ولتاژ اسمی؛
- ۲- قدرت گرمایش اسمی؛
- ۳- قطر و نوع اتصال.

ت- مبدل(های) گرما:

- ۱- حجم؛
- ۲- مواد و حفاظت در برابر خوردگی (فقط برای مواد در تماس با آب آشامیدنی)؛
- ۳- نوع لوله‌ها (با/بدون دنده، مارپیچ، و غیره)؛

۴- وسعت ناحیه انتقال گرما؛

۵- موقعیت در داخل مخزن؛

۶- حداکثر فشار عملیاتی؛

۷- حداکثر دمای عملیاتی؛

۸- قطر و نوع اتصالات.

۳-۷ نتایج آزمون

نتایج آزمون باید مطابق با مشخصات داده شده در استاندارد EN 12977-3 مستند و ارائه شود.

یادآوری ۱- برخی از پارامترهای مورد استفاده برای توصیف رفتار حرارتی از مخزن به مدل مخزن مورد استفاده بستگی دارد. بنابراین، اطلاعات در مورد این پارامترها و مدل مخزن بهتر است ارائه شود.

الف- اطلاعات هندسی:

۱- وزن دستگاه ذخیره سازی کامل (خالی)؛

۲- حداکثر ارتفاع کامل دستگاه ذخیره سازی؛

۳- حداکثر قطر دستگاه ذخیره سازی کامل.

ب- حجم:

۱- حجم آب ذخیره شده؛

۲- حجم مبدل(های) گرما.

پ- پارامترهای حرارتی:

۱- ظرفیت حرارتی کل مخزن؛

۲- ظرفیت حرارتی قطعات اختصاص داده شده به مخزن (به عنوان مثال بخش گرم شده کمکی)؛

۳- نرخ ظرفیت اتلاف گرما حالت آماده به کار (اختیاری: نرخ ظرفیت اتلاف گرما عملیاتی)؛

۴- پارامتر توصیف تخریب لایه بندی حرارتی در طول آماده بکار؛

۵- پارامتر توصیف کیفیت لایه بندی حرارتی در طول دشارژ مستقیم؛

۶- نرخ ظرفیت انتقال گرما $(UA)_{hx,s}$ مبدل(های) گرما. شرایط آزمون (مایع، دما، نرخ جریان، توان

گرمایشی انتقالی) برای تعیین نرخ ظرفیت انتقال گرما باید در گزارش آزمون ذکر گردد.

ت- حسگرهای دما:

۱- موقعیت‌های عمودی حسگرهای دما.

یادآوری ۲- اگر یک نمودار از $(UA)_{hx,s}$ بیش از دمای مشمول در گزارش آزمون است، توان گرمایشی منتقل نقاط مختلف از مقادیر رسم شده $(UA)_{hx,s}$ متفاوت است توصیه می‌شود قدرت گرمایش منتقل در هر نقطه از نمودار نشان داده شود. علاوه بر این، نمایه‌های کسرکردن^۱ برای دو نرخ مختلف کسرکردن جریان (به عنوان مثال به آزمون C و آزمون S استاندارد EN 12977-3:2012 مراجعه شود) و دو نمایه کسرکردن مورد استفاده برای تعیین پارامتر توصیف تخریب لایه‌بندی حرارتی در طی آماده به کار (به عنوان مثال آزمون NiA و آزمون Nib یا آزمون EiA و آزمون EiB، استاندارد EN 12977-3:2012 مراجعه شود)، بهتر است گنجانده شود.

۴-۷ پارامترهای شبیه سازی

تمام پارامترهای که برای توصیف رفتار حرارتی مخزن در ترکیب با یک مدل محاسبات عددی مناسب لازم است، باید ثبت شود. علاوه بر پارامترهای ذکر شده در زیربند ۷-۳، پارامترهای زیر مورد نیاز است:
الف- داده از سیال (به عنوان مثال مقادیر ثابت برای چگالی و ظرفیت گرمایی ویژه).

ب- موقعیت:

۱- اتصال(های) ورودی و خروجی برای شارژ و دشارژ مستقیم؛

۲- اتصال(های) ورودی و خروجی مبدل‌های گرما؛

پ- اطلاعات مربوط به قابلیت برای لایه‌بندی شارژ/دشارژ.

پیوست الف

(الزامی)

آزمون‌های معیار مدل مخزن

به پیوست^۱ A استاندارد EN 12977-3:2012 مراجعه نمایید.

پیوست ب

(الزامی)

صحه گذاری نتایج آزمون مخزن

یادآوری- روش صحه گذاری ممکن است در مرحله بعد گنجانده شود.

پیوست پ

(الزامی)

معیارهای برای شناسایی پارامتر

به پیوست C استاندارد EN 12977-3:2012 مراجعه نمایید.

پیوست ت

(آگاهی دهنده)

الزامات مورد نیاز برای مدل مخزن عددی

به پیوست D استاندارد EN 12977-3:2012 مراجعه نمایید.

پیوست ث

(آگاهی‌دهنده)

تعیین دمای آسایش آب داغ

یادآوری ۱- یادداشت زیر از پیوست F استاندارد EN 12977-3:2012 گرفته شده است.

یادآوری ۲- در CEN / TC 57 WG 8 «نیازهای بهره‌وری انرژی برای مخازن ذخیره‌سازی آب گرم»، یک فرآیند برای تعیین راحتی آب گرم ارائه شده توسط مخازن توسعه داده شد، که در استاندارد EN 15332 در دسترس است. این فرآیند به نظر می‌رسد برای استفاده در اینجا مناسب است. بعلاوه در این روش، پارامترهای گرمایش کمکی در مخزن با جزئیات مشخص شده است. همچنین، تأثیر سهم انرژی خورشیدی بر روی راحتی آب گرم می‌تواند در نظر گرفته شود.

یادآوری ۳- روش آزمون برای تعیین کلاس اندازه مطابق با Mandate M/324 استفاده خواهد شد.

کتابنامه

- [1] H. Drück, E. Hahne: Thermal Testing of Stores for Solar Domestic Hot Water Systems, Final report from IEA Task XIV, Dynamic Component and System Testing Group - IEA Report no.T.14.DCST.1A
- [2] H. Visser, H. A. L. Van Dijk: Test Procedures for Short Term Thermal Stores, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 1991, ISBN 0-7923-1131-0
- [3] IEA Solar Heating and Cooling Program, Task III: Performance Testing of Solar Collectors, Reference and Calibration Heaters, Swedish Council for Building Research, ISBN 91-540-4501-0, January 1986
- [4] W. Spirkl: Dynamic SDHW System Testing, Program Manual, Version 2.4, InSitu Scientific Software, Klein & Partners, Baaderstr. 80, 80469 München, 1994
- [5] EN 307, Heat exchangers - Guidelines to prepare installation, operating and maintenance instructions required to maintain the performance of each type of heat exchangers
- [6] EN 12976-2, Thermal solar systems and components - Factory made systems - Part 2: Test methods
- [7] EN 12977-1, Thermal solar systems and components - Custom built systems - Part 1: General requirements for solar water heaters and combisystems
- [8] EN 12977-2, Thermal solar systems and components - Custom built systems - Part 2: Test methods for solar water heaters and combisystems
- [9] EN 12897, Water supply - Specification for indirectly heated unvented (closed) storage water heaters