INSO
18132-1
1st.Edition
2013

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۸۱۳۲-۱
چاپ اول
۱۳۹۲

دیگ‌ها و مخازن تحت فشار -
قسمت ۱: الزامات اجرائی

Boilers and pressure vessels —
Part 1: Performance requirements

ICS: 23.020.30; 27.060.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود . پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود . بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1]،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5]در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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 Of Legal Metrology (Organisation Internationale De Metrologie Legale)
4 - Contact Point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" دیگ‌ها و مخازن تحت فشار- قسمت ۱: الزامات اجرائی"

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
نکونام، همایون (لیسانس مهندسی مکانیک)	معاونت بازرسی کالا سازمان ملی استاندارد ایران
دبیر:	
کریم، حسن (لیسانس مهندسی متالوژی)	مدیر عامل شرکت بازرسی فنی آزماگستر نیما
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
الهامی فر، فرناز (لیسانس مهندسی شیمی – فوق لیسانس مدیریت استراتژیک)	مدیر آزمایشگاه اکردیته اکسیژن ملائکه
اسماعیل زاده، محمد (لیسانس مهندسی مکانیک سیالات)	مدیر مهندسی سوپر اکتیو
حبیبی، یداله (لیسانس مهندسی مکانیک)	مدیر عامل شرکت سامان گاز
حق پرست، محمد رضا (فوق لیسانس –مهندسی مکانیک)	نماینده شرکت صنعتی شوفاژ کار
خوشحال، هادی (لیسانس مهندسی شیمی)	سازمان ملی استاندارد ایران
خلیلی، رضا (لیسانس مهندسی مکانیک)	کارشناس بازرسی مخازن شرکت آزماگستر نیما
روح بخشان، سامان (لیسانس مهندسی مکانیک)	کارشناس مرکز ملی تایید صلاحیت ایران
سربی، جلیل (دکتری مهندسی مکانیک)	مدیر عامل شرکت ناظرکاران
سیدکاشی، سیدمحمدحسین (دکترای مهندسی مکانیک- ساخت و تولید)	هیات علمی دانشگاه بیرجند

سهیلی، ثریا (فوق لیسانس مدیریت)	رئیس گروه بازرسی جوش و مخازن تحت فشار – مرکز ملی تایید صلاحیت ایران
شارع فام، مهیار (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	مدیر مهندسی شرکت پاکمن
شاه اویسی، پیمان (فوق لیسانس -مدیریت)	مدیر عامل شرکت فلات پژواک
شاه اویسی، پژمان (فوق لیسانس -مدیریت)	مدیر بازرسی شرکت فلات پژواک
صالحی، امید (لیسانس- مهندسی مکانیک)	مدیر عامل شرکت آستا
عسگری، حمید رضا (فوق لیسانس- مهندسی مکانیک)	مدیر بازرسی شرکت پایش گستران
عدل محمدی، محسن (لیسانس مهندسی محیط زیست)	کارشناس بازرسی وزارت کار
عزیزمرادی،محمد (فوق لیسانس- مهندسی مکانیک)	مدیر مهندسی شرکت ماشین سازی اراک
فراهانی، علی (فوق لیسانس- مهندسی مکانیک)	رئیس بازرسی دیگ و مخزن-شرکت بازرسی کیفیت واستاندارد کیفیت ایران
فردوس-آرش (لیسانس- مهندسی متالورژی)	مدیر عامل شرکت گاماراد
لونی ،بابک (کارشناس مکانیک)	مدیر اطمینان و مرغوبیت شرکت ماشین سازی اراک
کاوسی،مصطفی (فوق لیسانس- مهندسی متالورژی)	مدیر بازرسی و تجهیزات صنعتی شرکت بازرسی و کیفیت استاندارد ایران
محسنی،ابراهیم (فوق لیسانس متالورژی)	نماینده انجمن جوشکاری و آزمایشات غیر مخرب

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد ج
پیش گفتار و
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ تعاریف و اصطلاحات ۱
۳ یکاهای اندازه گیری ۵
۸ طبقه‌بندی دیگ‌ها و مخازن تحت فشار ۵
۵ وظایف و مسئولیت‌ها ۵
۵-۱ کلیات ۵
۵-۲ کاربران و طرفین قرارداد ۶
۵-۳ تولید کنندگان ۶
۵-۴ بازرسان شخص سوم ۷
۶ حالت‌های خرابی ۷
۶-۱ کلیات ۷
۶-۲ حالت‌های خرابی متداول ۷
۶-۳ حالت‌های خرابی که باید مورد توجه قرار گیرند ۸
۷ الزامات فنی ۹
۷-۱ کلیات ۹
۷-۲ الزامات مواد ۹
۷-۳ طراحی ۱۰
۷-۴ تولید ۱۲
۷-۵ بازرسی، آزمایشات و آزمون‌های غیر مخرب ۱۳
۷-۶ بازرسی و آزمون نهایی ۱۴
۷-۷ نشانه‌گذاری/برچسب زنی ۱۴
۸ ارزیابی انطباق ۱۵
پیوست الف (اطلاعاتی) تشریح برخی حالت‌های متداول خرابی و وضعیت‌های حدی ۱۶
پیوست ب (اطلاعاتی) راهنمای انتخاب استانداردها ۲۰

پیش گفتار

استاندارد "دیگ‌ها و مخازن تحت فشار- قسمت ۱: الزامات اجرائی" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در هشتصد و نودمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلز شناسی مورخ ۱۳۹۲/۱۰/۳۰مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 16528-1:2007, boilers and pressure vessels-Part 1: Performance requirment

دیگ و مخازن تحت فشار- قسمت ۱: الزامات اجرائی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات اجرائی برای تولید دیگ‌ها و مخازن تحت فشار می‌باشد.

این استاندارد به موضوعاتی همچون بهره‌برداری، نگهداری و بازرسی حین سرویس دیگ‌ها و مخازن تحت فشار نمی‌پردازد.در خصوص دیگ ها و مخازن تحت فشاری که دارای استاندارد ملی اجباری می باشند رعایت الزامات استاندارد ملی مذکور اجباری است.

دامنه کاربرد این استاندارد در ارتباط با هندسهٔ اجزای تحت فشار مخازن، شامل موارد زیر می‌شود:

الف- برای اتصالات جوشی، اولین درز جوش محیطی برای اتصالات انتهایی مخزن؛

ب- برای اتصالات پیچی، اولین اتصال رزوه‌ای (دنده‌ای)؛

پ- برای اتصالات فلنجی، اولین سطح فلنچ در اتصالات پیچ و مهره‌ای؛

ت- برای اتصالات یا رابط‌های موقت، اولین سطح آب‌بند؛

ث- لوازم ایمنی در صورت لزوم.

دامنه کاربرد این استاندارد در ارتباط با هندسهٔ اجزای تحت فشار دیگ‌ها، شامل موارد زیر می‌شود:

ج- دهانه ورودی آب (شامل شیر ورودی) تا دهانه خروجی بخار (شامل شیر خروجی) از جمله تمامی لوله‌گذاری اتصالات داخلی که می‌توانند در معرض خطر حرارت بالا باشند و نمی‌توان آن‌ها را از سیستم اصلی جدا نمود؛

چ- لوازم ایمنی جانبی؛

ح- اتصالات متصل به بویلرهای حین سرویس مانند اتصال تخلیه[1]، تهویه[2]، کاهش دهنده حرارت بالا[3] و ... .

این استاندارد برای اجزای هسته‌ای، دیگ‌های شناور دریایی و ریلی ، سیلندرهای گاز یا سیستم های لوله‌کشی یا تجهیزات مکانیکی برای مثال توربین و بدنه ماشین آلات کاربرد ندارد.

۲ تعاریف و اصطلاحات

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌روند:

۱-۲

دیگ

مجموعه‌ای که برای تولید بخار، آب داغ و آب گرم با فشاری بالاتر از فشار اتمسفر استفاده می‌شود.

---

1 - Draining
2 - Venting
3 - Desuperheating

۲-۲

مخزن تحت فشار

محفظه‌ای که به‌منظور نگاهداری گازها یا مایعات تحت فشار طراحی و ساخته می‌شود.

۳-۲

گواهی کردن

رویه‌ای که طی آن، یک سازمان بازرسی شخص سوم تائید صلاحیت شده به صورت مکتوب اطمینان می‌دهد محصول، فرآیند، یا خدمت انجام شده با الزامات مشخص شده مطابقت می‌نماید.

۴-۲

انطباق

به برآورده شدن الزامات مشخص اطلاق می‌گردد.

۵-۲

تولید[1]

فرآیندهایی شامل طراحی، ویژگی‌های مواد، ساخت، بازرسی، آزمایش، آزمون و ارزیابی انطباق دیگ‌ها و مخازن تحت فشار می‌باشد.

۶-۲

طرف قرارداد

سازمان تولیدکننده‌ای که دیگ و مخازن تحت فشار را برای یک مصرف‌کننده یا برای فروش تولید می‌نماید.

۷-۲

طراح

سازمان یا فردی که طراحی دیگ‌ها و مخازن تحت فشار را مطابق با یک استاندارد انجام می‌دهد.

۸-۲

آزمون[2]

فعالیتی به‌منظور اینکه یک یا چند ویژگی یک محصول، فرآیند یا خدمت، یک یا چند الزام مشخص با روش‌های مشخص را برآورده می‌نماید.

---

1 - Construction
2-Test

۹-۲

آزمایش[1]

فعالیتی که مطابق با روش اجرایی تائید شده توسط پرسنل تائید صلاحیت شده به منظور ارزیابی انطباق محصولات، فرآیندها یا خدمات ارائه شده با معیار پذیرش مشخص انجام می‌شود.

۱۰-۲

بازرسی

فعالیتی به‌منظور بررسی انطباق نتایج آزمون ها یا آزمایش های لازم، با الزامات تعیین شده

۱۱-۲

تولید کننده

شخص حقوقی که مسئول تولید دیگ‌ها و مخازن تحت فشار مطابق با مشخصات زیر می‌باشد:

- مشخصات فراهم شده توسط طرف قرارداد و؛
- الزامات استاندارد مربوط به دیگ‌ها و مخازن تحت فشار مورد نظر.

یادآوری- تولیدکننده ممکن است تمام یا بخشی از فعالیت یا کارها (شامل طراحی یا مونتاژ) را پس از مطلع نمودن بازرس شخص سوم (در صورت کاربرد) به پیمانکاران فرعی واگذار نماید. تولیدکننده برای فعالیت‌ها یا کارهای واگذار شده به پیمانکاران فرعی کاملا مسئول است.

۱۲-۲

حداکثر فشار مجاز

حداکثر فشاری که دیگ‌ها یا مخازن تحت فشار در آن طراحی می‌شوند.

۱۳-۲

مالک

شخص یا سازمانی که دارای حق مالکیت قانونی برای دیگ‌ها و مخازن تحت فشار می‌باشد.

۱۴-۲

صلاحیت

اثبات شایستگی شخص، فرآیند، روش اجرایی یا خدمت برای برآورده نمودن الزامات مشخص می‌باشد.

1-Examination

۱۵-۲

مقررات

قوانینی که از سوی یک مرجع دولتی در مطابقت با مقررات یا احکام قانونی ترویج می‌شوند.

۱۶-۲

لوازم ایمنی

به وسایل طراحی شده برای محافظت دیگ‌ها و مخازن تحت فشار برای جلوگیری خروج از محدوده‌های مجاز اطلاق می‌گردد.

یادآوری- چنین وسایلی شامل موارد ذیل می‌شود:

- وسایلی برای محدودسازی فشار مستقیم مانند شیرهای اطمینان، وسایل ایمنی با دیسک پاره شونده[۱]، میله‌های کمانش[۲]، سیستم‌های رهانه کنترل کننده فشار؛
- وسایل محدود کننده‌ای که یا به عنوان وسایلی برای تصحیح عمل می‌کنند یا عمل قطع شدن یا قفل شدن را انجام می‌دهند مانند سوئیچ‌های فشار یا سوئیچ‌های دما یا سوئیچ‌های سطح سیال؛
- وسایل اندازه‌گیری مربوط به ایمنی، کنترل و تنظیم.

۱۷-۲

استاندارد

سند منتشر و تائید شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران که برای استفاده مکرر عموم، الزامات اجباری، راهنماها یا ویژگی‌هایی برای فعالیت‌ها یا نتایج آن‌ها فراهم می‌کند.

یادآوری۱- در صورت نبود استاندارد ملی، استانداردهای بین المللی،منطقه ای و استانداردهای ملی کشورهای دیگر که مورد تائید سازمان ملی استاندارد ایران می باشند نیز می توانند استفاده شوند.

۱۸-۲

سازمان بازرسی شخص سوم[۳]

سازمانی که بازرسی دیگ‌ها و مخازن تحت فشار را مطابق با آنچه از طرف استانداردها تهیه شده است انجام داده و از تولید کننده، طرف قرارداد، مالک و کاربر مستقل می‌باشد.

---

1 -Bursting Disc
2 -Buckling Rods

۳- شخص حقوقی تائید صلاحیت شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران در حوزه دیگ ها و مخازن تحت فشار

۱۹-۲

کاربر

سازمان یا شخصی که از دیگ‌ها یا مخازن تحت فشار استفاده نموده یا مورد بهره‌برداری قرار می‌دهد.

۳ یکاهای اندازه‌گیری

در این استاندارد اندازه‌ها باید مطابق سیستم SI باشند ولی ممکن است در استانداردهای مربوط به محصول سایر یکاهای اندازه‌گیری نیز استفاده شود.

۴ طبقه‌بندی دیگ‌ها و مخازن تحت فشار

با توجه به کاربرد گسترده دیگ‌ها و مخازن تحت فشار، این استاندارد طرح کاربردی برمبنای استفاده مخزن یا دیگ ارائه نمی‌دهد. این استاندارد حداقل مجموعه‌ای از حالت‌های خرابی[1] و الزامات فنی را به‌منظور کمک به کاربران این استاندارد در تشخیص کاربردهای مناسب ارائه می‌نماید.

۵ وظایف و مسئولیت‌ها

۵-۱ کلیات

شفاف سازی شرح وظایف، مسئولیت‌ها و رابطه بین طرفین قرارداد، تولیدکنندگان و بازرسان شخص سوم ضروری است. شرح وظایف و مسئولیتهای عمومی در قسمتهای ۵-۲ تا ۵-۴ آورده شده است.

۵-۲-کاربران و طرفین قرارداد

توصیه می شود کاربر یا طرف قرارداد الزامات فنی را با در نظر گرفتن عوامل مرتبط با تمام جوانب استفاده از دیگ یا مخزن تحت فشار، ارائه نماید. خلاصه‌ای از عناصر اصلی طراحی که باید توسط کاربر برای استقرار این الزامات مورد توجه قرار گیرد،به شرح زیر است:

الف- استاندارد ساخت؛

ب- محل نصب، یا استفاده از دیگ‌ها و مخازن تحت فشار تولید شده به صورت مالکیت؛

پ- طبقه بندی مخزن؛

ت- پیکربندی مخزن و محدودیت های ابعادی ؛

ث- شرایط طراحی، برای مثال نیروها و وضعیت‌های نیرو و الزامات محیطی؛

ج- عمرطراحی (خستگی، خزش، خوردگی)؛

چ- مواد مورد استفاده در تولید؛

ح- تمهیداتی برای جلوگیری از فشار بیش از حد به عنوان مثال لوازم ایمنی.

1 - Failure Modes

یادآوری- جایی‌که فقط تولیدکننده طرف درگیر در تولید دیگ‌ها یا مخازن تحت فشار باشد (برای مثال تولید به صورت مالکیت یا واحدهای تولیدکننده‌ای که دیگ‌ها یا مخازن را به صورت یک مجموعه کامل برای فروش به خریداران آماده می‌کنند)[1] مسئولیت‌های کاربر نیز بر عهده تولید کننده خواهد بود.

۵-۳ تولیدکنندگان

تولیدکننده نسبت به حصول اطمینان از انطباق دیگ‌ها و مخازن تحت فشار با الزامات کاربر و برآورده شدن الزامات این استاندارد مسئول است. اطلاعات مستند انطباق با یک استاندارد که الزامات این استاندارد را برآورده می‌نماید و مشخصات الزامات کاربر باید در اسناد سازنده موجود باشند، این اسناد باید حداقل شامل موارد زیر باشند:

الف- نقشه‌های مونتاژ کلی و جزئیات آن؛

ب- محاسبات طراحی و آنالیز که جزئیات ساخت بر مبنای آن‌ها بنا شده است؛

پ- در صورت کاربرد، مستندات طراحی که توسط تجربیات مهندسی و آزمون بدست می‌آیند؛

ت- مستندات مواد، ساخت، فرآیندها و نتایج آزمایش و آزمون برای مثال شکل‌دهی، جوشکاری، عملیات حرارتی و رادیو گرافی و...؛

ث- مدرک امضا شده توسط تولیدکننده و تائید شده توسط سازمان بازرسی شخص سوم مبنی بر اینکه دیگ‌ها و مخازن تحت فشار با استاندارد کاربردی مطابقت دارند؛

ج- هر گونه دستورالعمل بهره‌برداری یا نگهداری مورد نیاز.

۵-۴ سازمان بازرسی شخص سوم

انجام کلیه بازرسی‌های لازم و تصدیق انطباق دیگ‌ها و مخازن تحت فشار با تمامی الزامات استانداردی که الزامات این استاندارد را برآورده می‌نماید از وظایف سازمان بازرسی شخص سوم می‌باشد. در زیر خلاصه‌ای از مهمترین وظایف سازمان بازرسی شخص سوم آورده شده است:

الف- تایید الزامات طراحی، مواد، جوشکاری، عملیات حرارتی و آزمایش و آزمون؛

ب- نظارت بر سیستم کنترل کیفی تولیدکننده (به بند ۸ مراجعه شود)؛

پ- تصدیق حفظ سوابق؛

۶ حالت‌های خرابی[2]

۶-۱ کلیات

در طراحی مخازن تحت فشار و دیگ‌ها باید حالت‌های خرابی که در زیر بدان اشاره شده به‌خصوص موارد فهرست شده در بند ۶-۲، مورد توجه قرار گیرند. درصورتی که پارامترهای طراحی برای دیگ‌ها و مخازن تحت فشار نیازی به تحلیل روش‌های فهرست شده در بند ۶-۲ نداشته باشند، الزامات این استاندارد تحلیل

1-Turnkey Units
2 - Failure Modes

جزء به جزء حالت‌های خرابی را اجبار نمی‌کند، برای مثال تحلیل گسیختگی ناشی از خزش برای دیگ‌ها و مخازن تحت فشاری که در درجه حرارت محیط کار می‌کنند ضروری نیست. در اینگونه موارد، طراح باید دلیلی مبنی بر عدم توجه به یک یا چند حالت خرابی ارائه شده در بند ۶-۲ را مستند ارائه دهد.
در این جا هدف، تشریح جزئیات هر حالت خرابی بالقوه نمی‌باشد. پیوست الف به عنوان راهنما، تشریح مختصری از حالت‌های خرابی متداول را ارائه می‌نماید.

۶-۲ حالت‌های خرابی متداول

۶-۲-۱ طبقه بندی

روش‌های ممکن که می‌تواند به دلیل آن‌ها خرابی در دیگ‌ها و مخازن تحت فشار ایجاد شود، به سه دستهٔ خرابی‌ها در بازه زمانی کوتاه مدت، بلند مدت و خرابی‌های چرخه‌ای یا ترکیبی از آن‌ها طبقه‌بندی می‌شوند.

۶-۲-۲ حالت‌های خرابی کوتاه مدت

حالت‌های خرابی ناشی از اعمال نیروهای غیرچرخه‌ای که منجر به خرابی سریع می‌شود را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

– شکست ترد؛

– خرابی‌های نرم (شکل گرفتن ترک، گسستگی نرم به علت کرنش‌های موضعی بیش از حد، تغییر شکل پلاستیک ناخالص[1]، ناپایداری پلاستیک (ترکیدن)؛

– تغییر شکل بیش از حد که منجر به نشت در اتصالات و یا سایر عدم کارایی‌ها می‌شود؛

– ناپایداری الاستیک یا الاستیک- پلاستیک (کمانش[2]).

۶-۲-۳ حالت‌های خرابی بلندمدت

حالت‌های خرابی که به‌علت استفاده از نیروهای غیرچرخه‌ای منجر به شکست تاخیری می‌شوند را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

– گسستگی خزشی؛

– خزش: منجربه تغییر شکل‌های بیش از حد در اتصالات مکانیکی یا انتقال غیر قابل قبول بار به سایر قسمت‌ها می شود؛

– ناپایداری خزشی؛

– سایش، خوردگی؛

– ترک خوردگی تحت تاثیر شرایط محیطی، برای مثال ترک خوردگی ناشی از خوردگی تنشی یا ترک خوردگی هیدروژنی.

---

1 - Gross Plastic Deformation
2 - Buckling

۶-۲-۴ حالت‌های خرابی چرخه ای

حالت‌های خرابی که به علت استفاده از بارهای چرخه‌ای منجر به خرابی تاخیری می‌شوند را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- تغییر شکل پلاستیک پیش رونده؛
- شکل پذیری (پلاستیسیته) تناوبی؛
- خستگی تحت کرنش‌های الاستیک (خستگی سیکل متوسط و زیاد) یا تحت کرنش‌های الاستیک – پلاستیک (خستگی سیکل کم)؛
- خستگی ناشی از شرایط محیطی برای مثال ترک ناشی از خوردگی تنشی یا ترک هیدروژنی.

۶-۳ حالت‌های خرابی که باید مورد توجه قرار گیرند

دست‌کم حالت‌های خرابی زیر باید در برقراری معیارها و روش‌های طراحی دیگ‌ها و مخازن تحت فشار در نظر گرفته شوند:

الف-شکست ترد؛

ب- خرابی‌های نرم (شکل‌گرفتن ترک، گسستگی نرم به‌علت کرنش‌های موضعی بیش از حد، تغییر شکل پلاستیک ناخالص، ناپایداری پلاستیک (ترکیدن)؛

پ- تغییر شکل بیش از حد که منجر به نشت در اتصالات و یا سایر عدم کارایی‌ها می‌شود؛

ت- ناپایداری الاستیک، لاستیک - یا پلاستیک (کمانش).

۷ الزامات فنی

۷-۱ کلیات

درستی مرز (حد) فشار دیگ‌ها و مخازن تحت فشار مبتنی بر بکارگیری ترکیبی از فنون طراحی، انتخاب مواد مشخصات ساخت و سطوح بازرسی می‌باشد. الزامات فنی برای هر کدام از موارد فوق در بندهای ۷-۲ تا ۷-۵ ارائه شده است.

۷-۲ الزامات مواد

۷-۲-۱ کلیات

مواد مورد استفاده در اجزای تحت فشار، مواد اجزایی که در معرض فشار نیستند (برای مثال متعلقات و پایه‌ها) و مواد مصرفی جوشکاری استفاده شده در تولید دیگ‌ها و مخازن تحت فشار باید برای کاربرد مورد نظر و سایر شرایط قابل پیش‌بینی اما ناخواسته مناسب باشند.

۷-۲-۲ مشخصات مواد

خواص مواد باید:

الف- برای کلیه شرایط عملیاتی قابل پیش‌بینی و برای تمام شرایط آزمون مناسب باشند و به‌ویژه این مواد باید دارای شکل پذیری و چقرمگی کافی باشند. به‌علاوه برای جلوگیری از شکست ترد باید توجه کافی در انتخاب مواد اعمال شود؛

ب- دارای مقاومت شیمیایی کافی در مقابل مواد سیال داخل دیگ‌ها و مخازن تحت فشار باشند؛

پ- تاثیر منفی در شرایط عملیاتی ایجاد نکنند برای مثال بوسیله پیرسختی؛

ت- برای روش‌های ساخت مورد نظر مناسب باشند؛

ث- در صورت به کار بردن مواد ناهمسان، این مواد باید برای جلوگیری از اثرات نامطلوب قابل توجه انتخاب شده باشند.

تولیدکننده باید هرگونه خواص اضافی موادِ مورد نیاز برای پشتوانه اصول طراحی، مانند خواص ضربه‌پذیری را مشخص نماید.

۷-۲-۳ گواهینامه مواد

تولیدکننده باید اقدامات مناسب به منظور حصول اطمینان از انطباق مواد مصرفی با الزامات مشخصات مجاز موجود دراستانداردهای کاربردی مربوطه را اتخاذ نماید. تولیدکننده باید همان گونه که در مشخصات مواد کاربردی الزام شده است، گواهینامه و هویت مواد را فراهم نماید.

۷-۳ طراحی

۷-۳-۱ بارگذاری و سایر ملاحظات طراحی

دیگ‌ها و مخازن تحت فشار باید برای بارگذاری متناسب با کاربرد مورد نظر آن‌ها، طراحی شوند، از جمله بارگذاری که در اثر شرایط بهره‌برداری نسبتاً قابل پیش‌بینی و حوادث بیرونی ایجاد می‌شود (به بند ۵ مراجعه شود).

دیگ‌ها و مخازن تحت فشار باید برای فشار داخلی و یا فشار خارجی در دما(ها)ی سازگار مواد طراحی شوند.

همچنین در صورت کاربرد، شرایط زیر باید درنظر گرفته شود:

- وزن سازه تحت شرایط بهره‌برداری و شرایط آزمون فشار هیدرولیک؛
- بارهای تحمل شده توسط سازه یا واکنش سازه؛
- نیروی ناشی از باد؛
- نیروی ناشی از زمین لرزه؛
- اختلاف درجه حرارت به علت شرایط ناپایدار یا تفاوت‌ها در ضریب انبساط حرارتی؛
- نوسانات فشار و درجه حرارت حین بهره‌برداری عادی و شرایط خرابی؛
- ساز و کارهای خرابی، برای مثال خوردگی، سایش، خزش و خستگی؛
- نیروهای ناشی از راه اندازی، حمل و نقل، نصب و...؛
- احتمال و شدت بارهای تصادفی.

۷-۳-۲ روش‌های طراحی

روش‌های طراحی باید توسط اعمال یک یا ترکیب مناسبی از روش‌های زیر، یکپارچگی دیگ‌ها و مخازن تحت فشار را مورد توجه قراردهد:

الف- طراحی براساس مقررات؛

ب- طراحی براساس تجزیه و تحلیل (آنالیز)؛

پ- طراحی براساس تجربه یا آزمون؛

این روش‌ها باید براساس یک سیستم منسجم طراحی، ازجمله مقررات مربوط به ورودی طراحی و شناخت حالت‌های خرابی باشد (به پیوست ب-۵ مراجعه شود).

۷-۳-۳ محدوده طراحی

محدوده طراحی روی خواص مواد و انواع طراحی (از جمله جزئیات ساخت مناسب) برای دیگ‌ها و مخازن تحت فشار باید حالت‌های خرابی قابل پیش‌بینی را تحت شرایط بارگذاری مشخص در نظر بگیرد.

در صورت کاربرد، خواص زیر برای مواد در نظر گرفته می‌شوند:

- استحکام تسلیم؛
- استحکام کششی؛
- استحکام وابسته به زمان یعنی استحکام خزشی؛
- اطلاعات خستگی؛
- ضریب الاسیسیته؛
- کرنش؛
- استحکام ضربه؛
- چقرمگی شکست؛

۷-۳-۴ ضرایب طراحی

علاوه بر حدود ایمنی طراحی مشخص شده در بند ۷-۳-۳، ضرایب طراحی مناسب (از قبیل ضریب کارایی جوش بر مبنای گستره و نوع آزمایش، شکل یا ابعاد سازه و...) برای در نظر گرفتن عدم قطعیت‌ها در زمینه تولید، حوزه‌های تنش پیچیده و رفتار مواد باید تهیه شود.

۷-۳-۵ وسایل آزمایش

دیگ‌ها و مخازن تحت فشار باید به‌گونه‌ای ساخته شوند که امکان دسترسی برای بازرسی داخلی را داشته باشند.

در صورت عدم امکان دسترسی فیزیکی، می‌توان از سایر وسایل آزمایش با توجه به شرایط دیگ‌ها و مخازن تحت فشار، در صورت مناسب بودن، استفاده نمود.

۷-۳-۶ تخلیه و تهویه

در صورت نیاز، وسایل کافی برای تخلیه و تهویه دیگ‌ها و مخازن تحت فشار باید فراهم شود.

۷-۳-۷ خوردگی و فرسودگی

در صورت نیاز باید حد مجاز کافی یا محافظت در برابر خوردگی، فرسودگی، یا هرگونه حمله شیمیایی دیگر با توجه به استفاده مورد نظر و شرایط نسبتاً قابل پیش بینی، تامین شود.

۷-۳-۸ محافظت در برابر فشار بیش از حد

۷-۳-۸-۱ الزامات کلی

به‌منظور محدود نمودن فشار بیش از حد در مخازن تحت فشار و دیگ‌ها، باید سیستم‌ها یا وسایل رهانه فشار برای آن‌ها فراهم شود. سیستم‌های محافظ باید برای جلوگیری از فشار بیش از حد مخازن تحت فشار و دیگ‌ها، فراتر از حد مجاز در نظرگرفته شده، با در نظر گرفتن نوع شرایط کاری و احتمال خرابی طراحی شوند.

با این حال ممکن است فشار آزاد نشده‌ای فراتر از شرایط طراحی ایجاد شود، مشروط بر اینکه آن فشار با حدود ایمنی طراحی برای حالت‌های خرابی پیش‌بینی شده، سازگار باشد. اگر محافظت در برابر فشار اضافی بوسیله طراحی سیستم تامین شده باشد، باید تجزیه و تحلیلی به منظور تائید اینکه کلیه بهره‌برداری‌ها معتبر بوده و شرایط خرابی برای دیگ‌ها و مخازن تحت فشار و خرابی‌های ابزار به حساب آورده شده، انجام شود.

۷-۳-۸-۲ انواع وسایل

انواع وسایل باید برای بارگذاری‌های مورد نظر و استفادهٔ قابل پیش‌بینی، محتویات داخل و محیط‌های فرآیند دیگ‌ها و مخازن تحت فشار مناسب باشند.

۷-۳-۸-۳ لوازم سیستم حفاظت در مقابل فشار بیش از حد

طراحی و ساخت لوازم ایمنی شامل وسایل محدود کننده فشار، وسایل محدود کننده درجه حرارت و وسایل کنترل و تنظیم، باید برای استفاده مورد نظرآن‌ها مناسب باشند.

۷-۴ تولید

۷-۴-۱ روش‌ها

روش‌ها و فنون تولید باید برای تمامی جنبه های فرآیند ساخت، با در نظر گرفتن تخریب مواد در اثر ساخت، عملیات حرارتی یا شکل دهی و... مناسب باشند.

۷-۴-۲ شناسایی مواد

شناسایی مواد مورد استفاده برای دیگ‌ها و مخازن تحت فشار باید این اطمینان را از طریق اقدامات مناسب مانند تطبیق با گواهینامه‌های کارخانه، شناسایی کامل مواد و... فراهم نماید.

۷-۴-۳ آماده سازی قطعات

روش‌های مناسبی برای آماده‌سازی قطعات (برای مثال برش‌کاری و شکل‌دهی و...) باید انتخاب شود تا اطمینان حاصل گردد که از عیوبی مانند ترک‌ها یا تغییرات مضر در خواص مکانیکی و شیمیایی جلوگیری شده است.

۷-۴-۴ جوشکاری

فرآیندهای جوشکاری مناسبی باید برای مواد مورد استفاده انتخاب شود. به‌منظور تولید جوش‌های مناسب، اتصالات جوش شده و مناطق مجاور جوش باید عاری از هر گونه عیوب مضر سطحی یا داخلی باشند.

خواص مکانیکی اتصالات جوشی باید برای مواد تعیین شده‌ای که جوش می‌شوند رضایت بخش باشند مگر مقادیر خواص دیگری در محاسبات طراحی در نظر گرفته شده باشد.

جوشکاری اجزای تحت فشار و اجزایی که تحت فشار نیستند اما به طور مستقیم به مرزهای تحت فشار متصل می‌شوند، باید توسط جوشکاران واجد شرایط مناسب با استفاده از دستورالعمل جوشکاری مورد تائید انجام شود.

۷-۴-۵ تائید دستورالعمل جوشکاری

روش‌های جوشکاری مورد استفاده در تولید دیگ‌ها و مخازن تحت فشار باید توسط یک شخص سومِ دارای صلاحیت ازسازمان ملی استاندارد ایران تائید شود. تائید صلاحیت باید با در نظرگرفتن شرایط ساخت و عملیات مورد نظر باشد، مانند مواد، موقعیت‌های جوشکاری و.... همچنین باید شامل آزمایشات و آزمون‌های مناسب باشد.

۷-۴-۶ احراز صلاحیت جوشکار

جوشکارانی که در تولید دیگ‌ها و مخازن تحت فشار نقش دارند باید توسط یک شخص سوم دارای صلاحیت ازسازمان ملی استاندارد ایران تائید شوند. تائید صلاحیت باید با در نظرگرفتن شرایط ساخت و عملیات مورد نظر باشد، مانند مواد، موقعیت‌های جوشکاری و.... همچنین باید شامل آزمایشات و آزمون‌های مناسب باشد.

۷-۴-۷ شناسایی جوشکار

جوشکارانی که در تولید دیگ‌ها و مخازن تحت فشار نقش دارند باید دارای کد شناسایی باشند.

۷-۴-۸ عملیات حرارتی

در صورتی که خطرآن وجود داشته باشد که فرآیند ساخت بتواند باعث تغییرات غیرقابل قبولی در خواص ماده یا جوش شود، عملیات حرارتی مناسبی باید در مرحله (های) ساخت مانند برش، شکل‌دهی و جوشکاری اعمال شود.

۷-۴-۹ رواداری‌ها

رواداری‌ها یا محدوده‌های شیارهای جوشکاری، تقویت جوش، ابعاد و عملیات حرارتی باید در مراحل مناسب ساخت و روی دیگ‌ها و مخازن تحت فشارِ ساخته شده، رعایت شوند.

۷-۵ بازرسی، آزمون و آزمایشات غیر مخرب

۷-۵-۱ کلیات

دیگ‌ها و مخازن تحت فشار باید به منظور انطباق ابعادی و شناسایی عیوب توسط آزمایشات چشمی و غیر مخرب مناسب بررسی شوند.

۷-۵-۲ روش‌ها

روش‌های بازرسی و آزمایش و هرگونه محدودیتی باید بر اساس انواع مواد، فرایند ساخت، ضخامت، پیکربندی، کاربری مورد نظر و... در نظر گرفته شود.

۷-۵-۳ روش‌های اجرا

روش‌های اجرای بازرسی و آزمایش باید توسط سازمان ملی استاندارد ایران تائید شود.

۷-۵-۴ صلاحیت پرسنل

پرسنل بازرسی و آزمایشات باید توسط شرکت بازرسی تائید شده از سازمان ملی استاندارد ایران تائید شوند.

۷-۵-۵ ارزیابی نشانه ها و معیارهای پذیرش

معیارهای ارزیابی نشانه‌ها[1] و معیارهای پذیرش باید با انواع مواد و ضخامت، ضرایب طراحی و کاربردهای مخازن تحت فشار و دیگ‌ها سازگار باشند.

۷-۵-۶ تعیین وضعیت عیوب غیرقابل قبول

روش‌های تعیین وضعیت عیوب غیر قابل قبول در سازه باید برای طراحی و کاربرد مورد نظر مناسب باشد و نباید به دیگ‌ها و مخازن تحت فشار آسیب برساند. این روش‌ها باید شامل تعمیر، نشان دادن تناسب برای هدف مورد نظر یا مردود نمودن باشد.

۷-۶ بازرسی و آزمون نهایی

۷-۶-۱ بازرسی نهایی

به‌منظور ارزیابی چشمی و بررسی اسناد و مدارک انطباق با الزامات استاندارد کاربردی، دیگ‌ها و مخازن تحت فشار باید تحت یک بازرسی نهایی قرار گیرند. در این بازرسی نهایی آزمون‌های انجام شده حین تولید ممکن است در نظر گرفته شوند. در صورت امکان، بازرسی نهایی باید از درون و بیرون هر بخشی از دیگ‌ها و مخازن تحت فشار انجام شود. در صورت عدم امکان دسترسی برای بازرسی نهایی، بازرسی‌های مناسب باید در حین تولید انجام شود.

۷-۶-۲ آزمون فشار نهایی

ارزیابی نهایی دیگ‌ها و مخازن تحت فشار باید شامل یک آزمون برای تحمل فشار و در صورت لزوم پیش تنیدگی[1] مفید باشد. در صورت امکان یک آزمون هیدرواستاتیک توصیه می‌شود. درصورتی‌که آزمون هیدرواستاتیک زیان آور یا غیر عملی باشد، سایر آزمون‌ها با یک مقدار قابل قبول ممکن است بکار گرفته شود. برای آزمون‌هایی غیر از آزمون فشار هیدرواستاتیک، اقدامات اضافی مانند آزمون‌های غیر مخرب یا سایر روش‌های صحه‌گذاری معادل باید پیش از آن‌که آزمون‌ها انجام شوند بر روی دیگ یا مخزن اعمال گردد.

---

1 - Pre-Stressing

۷-۷ نشانه‌گذاری/ برچسب‌زنی

اطلاعات مورد نیاز باید به صورت فیزیکی روی دیگ‌ها و مخازن تحت فشار مطابق با استاندارد کاربردی نشانه گذاری شود. نشانه‌گذاری باید دست کم شامل اطلاعات زیر باشد:

- یک شماره شناسایی واحد یا شناسایی سری نوعی؛
- یک نشان انطباق(پلاک بازرسی)؛
- هویت تولید کننده؛
- برای مخازن تحت فشار حداکثر فشار(های) مجاز در دما(ها)ی طراحی مربوطه و برای دیگ‌ها حداکثر فشار مجاز و دمای طراحی در خروجی دیگ.

در صورتی‌که نشانه گذاری فیزیکی عملی نباشد، روش های جایگزینی همانند سوابق قابل ردیابی برای دیگ‌ها و مخازن تحت فشار یا یک برچسب مناسب برای اتصال به دیگ‌ها و مخزن تحت فشار مجاز می‌باشد.

۸ ارزیابی انطباق

ارزیابی انطباق باید توسط شرکت های تائید صلاحیت شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران انجام شود.

پیوست الف
(اطلاعاتی)
تشریح برخی حالت‌های متداول خرابی و وضعیت‌های حدی

الف-۱ حالت‌های خرابی

الف-۱-۱ شکست ترد [1]

پیش‌گیری از این حالت خرابی تحت بارگذاری طبیعیِ عمدتاً استاتیکی، باید به عنوان موضوعی از الزامات ویژه در نظر گرفته شود.در این حالت ویژگی های چقرمگی شکست باید برای مواد مشخص شود. انجام عملیات حرارتی کافی به دنبال عملیات جوشکاری و فرم‌دهی برای جلوگیری از شکست ترد اهمیت زیادی دارد و باید به وضوح توسط استاندارد مربوطه مشخص شود. همچنین در صورتی‌که مخزن در دمای سردتر از شرایط عادی مورد بهره‌برداری قرار گیرد، اندازه‌های مجاز عیوب بحرانی ممکن است کوچکتراز شرایط عادی باشد.

بیشتر استانداردها یک درجه حرارت حداقل برای انجام آزمون هیدرواستاتیک مشخص می‌کنند.

الف-۱-۲ خرابی نرم [2]

این حالت خرابی باید برای تمام شرایط بارگذاری در مخازن تحت فشار و دیگ‌ها در نظر گرفته شود. خرابی نرم به دلیل ناپایداری، تسلیم پلاستیک ناخالص ناشی از ناپایداری ضخامت کاهش یافته یا رشد ترک ناپایدار می‌باشد.

تغییر شکل‌های موضعی پلاستیک که به صورت محدود در فلز باقی مانده و برای هر گونه خطر فروپاشی کافی نمیباشند، توسط قوانین طراحی تحت پوشش شکست نرم مجاز می‌باشند مشروط بر اینکه مواد خام و مناطق جوشکاری شده دارای ظرفیت تغییر شکل پلاستیک کافی باشند.

مفهوم تغییر شکل پلاستیک ناخالص به طور کلی برای مرز فشار مخزن به‌کار برده می‌شود. تحت این شرایط، برخی قسمت‌ها یا کل مناطق تسلیم شده و هیچ افزایش باری فراتر از این حد امکان پذیر نمی‌باشد. ویژگی مکانیکی مربوط به مقاومت ماده در مقابل تغییر شکل دائمی ناخالص، تنش تسلیم نامیده می‌شود.

ناپایداری پلاستیک با افزایش بار ایجاد می‌شود، به‌طوری که پس از آنکه تسلیم قابل توجه‌ای در ماده ایجاد شد، افزایش استحکام ماده به‌واسطه کار سختی نمی‌تواند کاهش سطح مقطع ناشی از تغییر شکل پلاستیک را جبران نماید.

ویژگی مکانیکی مرتبط با مقاومت ماده در مقابل ناپایداری پلاستیک، استحکام کششی نامیده می‌شود. پیشگیری از خرابی نرم با استفاده از قوانین طراحی یکسان و از طریق مفهوم تنش طراحی اسمی که یک

1 -Brittle fracture
2 -Ductile failure

حاشیه کافی برای استحکام تسلیم همچنین استحکام کششی، به طور آشکار یا تلویحی تعیین می‌کند، تضمین می شود.

یاد آوری- درصورتی که در استانداردی بیان شود که قانونی، خرابی ناشی از تغییر شکل پلاستیک ناخالص را پوشش می‌دهد، این موضوع تلویحاً بدین معنا است که آن قانون خرابی ناشی از ناپایداری پلاستیک را نیز پوشش می دهد.

الف -۱-۳ نشتی در اتصالات مکانیکی

به‌طور کلی، قوانین موجود در یک استاندارد تمایلی به پوشش موضوع خرابی ناشی از نشتی در اتصالات مکانیکی ندارند. با این حال ممکن است الزامات عملکردی، برای مثال آب‌بندی، محدودیت‌ها با توجه به تغییر شکل، نشمینگاه واشر و... تحت پوشش یک استاندارد قرار گیرند، که تابع قوانین محاسباتی ویژه یا مقررات ویژه ساخت هستند (مانند آب بندی اتصالات فلنچی پیچ شده).

الف -۱-۴ کمانش

این حالت خرابی به طور کلی به واسطه ناپایداری الاستیک یا الاستیک – پلاستیک تحت تنش‌های فشاری حاصل می‌شود. قوانین ویژه معین یک استاندارد مانند قوانین طراحی برای پوسته‌ها تحت فشار خارجی و کلگی‌های شبه کروی مخزن بر این اساس می‌باشند.

این حالت خرابی باید برای تمامی شرایط بارگذاری مخزنی که در معرض تنش‌های فشاری می‌باشد در نظر گرفته شود. به منظور پیشگیری از وقوع این خرابی، باید به کمک بررسی‌ها اطمینان حاصل نمود که بارگذاری اعمال شده از نیروهای طبیعی یکنواختی که منجر به فرو پاشی می‌شود تقسیم بر ضریب طراحی مناسب بیشتر نمی‌شود.

در روش مورد استفاده برای پیشگیری از وقوع این خرابی باید عیوب هندسی احتمالی، درمحدوده اندازه‌های مجاز استاندارد، در نظر گرفته شوند.

الف -۱-۵ گسستگی خزشی

این حالت‌های خرابی، بر روی مخازن تحت فشار و دیگ‌هایی تاثیر دارد که دمای طراحی آن‌ها برای تسلیم تدریجی ماده تحت بارگذاری ثابت به اندازه کافی بالا باشد.

این حالت خرابی باید فقط تحت شرایط عملیاتی به‌حساب آورده شود، از جمله انحرافات موقتی که می‌تواند توسط طراح پیش بینی گردد.

تنش طراحی اسمی معمولا بر اساس ضریب(های) اعمال شده برای تنش گسستگی خزشی ماده می باشد. در برخی استاندارد ها، ممکن است بعد از گذشت $\frac{2}{3}$ عمر طراحی نیاز به بررسی مجدد باشد.

الف -۱-۶ تغییر شکل پلاستیک پیش رونده (فروپاشی افزایشی)[1]

خرابی بوسیله تغییر شکل پلاستیک پیش رونده می‌تواند در مخازن تحت فشار و دیگ‌های بخار تحت بارگذاری‌های مرکب رخ دهد که برخی از آن‌ها به طور نسبتاً یکنواخت باقی مانده در صورتی که برخی دیگر تغییرات سیکلی بزرگی را نشان می‌دهند.

این حالت خرابی در اثر افزایش فزاینده در تغییر شکل تحت عمل این تغییرات مکرر نتیجه می‌شود. جائیکه خطر خرابی به واسطه ناپایداری وجود دارد، تغییرات پلاستیک پیش رونده این خطر را افزایش می‌دهند.

این حالت خرابی فقط باید برای شرایط عملیات عادی به‌حساب آورده شود. در عمل شرایط عملیاتی منجر به تغییر شکل پلاستیک پیش رونده، نادر می‌باشند. شناخته‌شده‌ترین حالت، تغییر شکل پیش رونده حرارتی است که می‌تواند مخازن تحت فشار و دیگ‌ها که در معرض تغییرات دوره‌ای بزرگ در دمای سیال موجود و فشار باقی مانده ثابت یا تا اندازه‌ای متغیر قرار دارند را تحت تاثیر قرار دهد.

معیار تکانش[2] (دو برابر معیار تسلیم) مورد استفاده در بسیاری از استانداردها، خطر خرابی ناشی از تغییر شکل پلاستیک پیش رونده را پوشش می‌دهد. برآورده نمودن این معیار معمولا کافی است اما ممکن است لازم نباشد. یک استاندارد ممکن است امکانی برای توجیه عدم خرابی توسط تغییر شکل پلاستیک پیش رونده را با استفاده از هر روش دیگری برای سازنده فراهم نماید.

یاد آوری- متداول‌ترین نتیجه‌گیری درهنگام برآورده نشدن معیار تکانش، شکل‌پذیری متناوب (خستگی با سیکل پائین) می‌باشد نه تغییر شکل پلاستیکی پیش رونده.

الف-۱-۷ ترک خستگی

خرابی ناشی از ترک خستگی، مخازن تحت فشار و دیگ‌هایی که در معرض بارگذاری متغیر قرار دارند را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این خرابی می‌تواند برای تعداد نسبتاً کمی از سیکل‌ها در مناطقی که در آن تغییر شکل پلاستیک در هر سیکل (شکل پذیری متناوب) اتفاق می‌افتد رخ دهد. همچنین می‌تواند برای تعداد زیادی از سیکل‌هایی که در محدودهٔ الاستیک قرار دارند حتی هنگام کوچک بودن محدوده تنش، رخ دهد، برای مثال در مورد نوسان‌های موجود در مناطق تمرکز تنش.

ترک خستگی فقط باید برای شرایط بهره‌برداری عادی به حساب آورده شود.

در صورتی‌که بارگذاری خستگی، تحت شرایط خزش رخ دهد، به‌طوریکه بتواند به طور موثری سیکل‌های مجاز را کاهش دهد توجه ویژه ضروری است.

الف-۱-۸ مکانیسم‌های خرابی ناشی ازمحیط زیست

ضایعات منجر به خوردگی و سایش وخرابی‌های منجر به ترک ناشی از محیط زیست و ... اغلب در یک استاندارد اشاره می‌شوند اما معمولاً روش آدرس دادن آنها به عهده طراح گذاشته می‌شود.

1-Incremental collapse

2 - Shakedown Criterion

الف-۲ حالت‌های حدی

حالت حدی باید هنگام در نظر گرفتن هر حالت خرابی ویژه به حساب آورده شود.

یک حالت حدی به عنوان یک وضعیت ساختاری، درصورت برآورده نشدن الزامات عملکرد طراحی، تعیین می‌شود و به صورت یک حالت نهایی یا یک حالت حدی قابلیت استفاده[1] طبقه بندی می‌شوند.

یک حالت حدی نهایی عبارت است از یک وضعیت ساختاری (از قطعه یا مخزن) همراه با ترکیدن یا فروپاشی، یا سایر شکست‌های سازه‌ای که می‌تواند ایمنی افراد را به خطر بیاندازد، برای مثال تغییر شکل پلاستیک خالص، گسیختگی ایجاد شده توسط خستگی، فروپاشی ایجاد شده توسط ناپایداری مخزن یا قسمتی از مخزن و ... .

یک حالت حدی قابلیت استفاده عبارت‌است از یک وضعیت ساختاری (از قطعه یا مخزن) که فراتر از آن معیارهای استفاده تعیین شده برای آن قطعه برآورده نخواهند شد، برای مثال تغییر شکل یا پیچش که اثرات نامطلوبی در استفاده از مخازن تحت فشار و دیگ‌های بخار می‌گذارد، نشتی که در استفاده موثر از مخازن تحت فشار و دیگ‌های بخار تاثیر می‌گذارد، اما ایمنی را به خطر نمی‌اندازد و یا یک خطر محیطی غیر قابل قبول را سبب می‌شود.

1 - Serviceability limit state

پیوست ب
(اطلاعاتی)
راهنمای انتخاب استانداردها

ب-۱ هدف

هدف در این پیوست تشریح انواع استانداردهای موجود و ارائه راهنمایی در زمینه انتخاب آن‌ها می‌باشد. تعیین چگونگی انتخاب یک استاندارد خاص از اهداف این پیوست نیست، اما این پیوست درک درستی از موضوعاتی که هنگام انتخاب استاندارد باید درنظرگرفته شوند را ارائه می‌دهد. همچنین توصیه یک استاندارد خاص برای هر کاربرد ویژه از اهداف این قسمت نمی‌باشد.

ب-۲ پیش زمینه

استانداردهای دیگ‌ها و مخازن تحت فشار نتیجه چکیده‌ای از اجماع تجربه، تحقیق و توسعه می‌باشند. این استانداردها ثابت کرده‌اند به‌عنوان ابزاری موفق در زمینه حصول اطمینان از عملکرد، ایمنی و اقتصاد مطلوب در تجارت و انطباق با مقررات می‌باشند.

وجه مشترک همه این استانداردها آن است که باید حالت‌های مختلف خرابی مربوط به دیگ‌ها و مخازن تحت فشار را مورد توجه قرار دهند. این ارزیابی حالت‌های خرابی می‌تواند توسط روش‌های مختلفی انجام شود و برخی استانداردها ممکن است همه این حالت‌های خرابی بالقوه را پوشش ندهند.

قبل از تعیین استفاده از یک استاندارد، باید از حالت‌های مختلف خرابی مورد خطاب استاندارد مربوطه آگاهی داشت.

ب-۳ مقدمه

این پیوست اطلاعاتی در زمینه دو نوع اصلی استانداردها و روش در نظر گرفتن حالت‌های خرابی توسط این استانداردها را شامل می‌شود. روش‌های مختلف طراحی که ممکن است به‌کار برده شود همراه با سایر جنبه‌ها مانند بهره‌برداری تاسیسات که می‌تواند در نظر گرفتن آن ضروری باشد نیز در این پیوست تشریح می‌شود.

به‌طورکلی، تولیدکننده مسئول انطباق دیگ‌ها و مخازن تحت فشار با یک استاندارد می‌باشد. با این‌حال کاربر یا طرف قرارداد در مورد تعیین شرایط سرویس مسئول است و در نظر گرفتن حالت‌های خرابی بالقوه در طراحی ضروری است. علاوه‌بر این ممکن است تعیین استانداردی که باید استفاده شود برعهده کاربر باشد. بنابراین لازم است کاربر برخی دانش پایه در زمینه حالت‌های خرابی دارا باشد تا به منظور حصول اطمینان از شرایط بهره برداری دیگ‌ها و مخازن تحت فشار درک مناسبی نسبت به پوشش کافی حالت‌های خرابی دراستانداردها داشته باشد.

طراح ممکن است از طریق ترکیبی از فنون طراحی، انتخاب مواد، ویژگی‌های تولید، سطوح بازرسی و بهره‌برداری دیگ‌ها و مخازن تحت فشار، تخفیفاتی در برابر حالت‌های خرابی قائل شود.

ب-۴ نوع استانداردها

به طور نظری، دو نوع اصلی استاندارد یا سیستم استاندارد وجود دارد. استانداردهایی که الزامات پایه را پوشش می‌دهند و آن‌هایی که الزامات جامع را شامل می‌شوند. در عمل، اکثر استانداردها به طور مستقیم با یکی از این دو نوع متناسب نیستند، اما این مفهوم به طور عمومی اعمال می‌شود. در برخی موارد، این دو نوع می‌توانند در یک استاندارد تلفیق شوند و در سایر موارد، استاندارد می‌تواند در جایی میان این دو قرار گیرد.

یک استاندارد پایه برای دیگ‌ها و مخازن تحت فشاری که در شرایط عملیاتی پایدار طرح ریزی شده‌اند قابل کاربرد می‌باشد (بدون تغییرات سریع درجه حرارت، سیکل‌های بار اسمی و....)که در آن حداقل طراحی مورد نیاز وجود دارد و اساساً براساس معادلات اجباری برای تعیین ضخامت دیواره و... می‌باشد. به‌طورکلی، در این استانداردها حالت‌های خرابی با استفاده از محدودیت‌های ناشی از تنش‌های نسبتا پائین در هنگام اعمال بارگذاری مورد توجه قرار می‌گیرند و این اثرات ثانویه‌ای که جزئیات آن درنظرگرفته نشده را نیز به همراه دارد.

یک استاندارد جامع هم برای مخازن با تنش‌های کم و هم تنش‌های زیاد به‌کار برده می‌شود. تنش‌های طراحی مجاز در این استانداردها نسبتا بیشتر از تنش‌های یک استاندارد پایه می‌باشد و ارزیابی طراحی برای رسیدن به حالت خرابی مربوطه باید توسط مهندسین کارآمد انجام شود.

در هر دو استاندارد، حالت‌های خرابی می‌توانند به روشی فراتر از محاسبات طراحی صرف مورد توجه واقع شوند به‌عنوان مثال توجه به موضوعاتی همچون محدودیت در استفاده از الزامات مواد، فنون جوشکاری، عملیات حرارتی و ... ویژگی‌های هندسی نیز ممکن است برای به حداقل رساندن ضرایب تمرکز تنش برای بارهای سیکلی یا کرنش‌های موضعی بیش از حد تعیین شوند. حدود پذیرش برای آزمایش غیر مخرب ممکن است با توجه به حالت‌های خرابی در نظر گرفته شده، متفاوت باشد.

معمولا سطحی از دخالت نهاد بازرسی شخص ثالث وجود دارد که یا توسط استاندارد یا توسط مقررات تعیین می‌شود، که ممکن است بسته به نوع و سرویس دیگ‌ها و مخازن تحت فشار متفاوت باشد.

ب-۵ روش‌های طراحی

بیشتر استانداردها حالت‌های خرابی را از طریق عناوین عمومی شناخته شده‌ای همچون، طراحی بر اساس قانون، یا، طراحی بر اساس فرمول، دربرمی‌گیرند جائی‌که معادلات تجویزی برای تعیین ضخامت پوسته، برای تقویت دهانه نازل‌ها و... اعمال می‌شوند. طراحی توسط این قوانین و فرمول‌ها در شرایط عادی برای بارگذاری فشاری با ماهیت غیرسیکلی رضایت‌بخش است. با این وجود مطابق با معیارهایی که هنگام ارزیابی حالت‌های خرابی اصلی استفاده می‌شوند، حاشیه‌ای ممکن است به منظور مجاز دانستن تعداد معینی سیکل‌های خستگی عملیاتی (به عنوان مثال ۵۰۰ سیکل براساس تجربه) وجود داشته باشد در عوض استاندارد اشاره مستقیمی به بارهایی مانند سیکل حرارتی و روشن- خاموش سریع می‌نماید. استانداردها ممکن است معیارهای متفاوتی مطابق با طبقه‌بندی حالت‌های بارگذاری در شرایط عملیات عادی، شرایط گاه و بی‌گاه و شرایط استثنایی فراهم نمایند.

طراحی بوسیله تجزیه و تحلیل می‌تواند به عنوان جایگزین یا مکمل برای کاربردهای، طراحی بر اساس قانون، استفاده شود و می‌تواند برای موارد عدم پوشش توسط معیار، طراحی بر اساس قانون، ضروری باشد به عنوان مثال خستگی قابل توجه،گذرهای حرارتی، بارهای محیطی و .... همچنین ممکن است در مواردی که رواداری‌های تعیین شده برای ساخت افزایش یافته و نیاز به ارزیابی دقیق‌تری در تنش‌های درون یک قطعه باشد از روش تجزیه و تحلیل استفاده شود.

دو روشی که طراحی براساس تجزیه و تحلیل اعمال می‌شود عبارتند از:

الف- نخست طراحی که در آن به طور مستقیم به حالت‌های خاص خرابی اشاره شده و در برابر حالت‌های حدی ارزیابی می‌شوند، یعنی وضعیت ساختاری فراتر از الزامات عملکردی طراحی رضایت بخش نیست. این موضوع به طور معمول مستلزم بررسی ایمنی یک قطعه تحت تاثیر ترکیب‌های مشخصی از بارگذاری با رعایت حالت‌های حدی معین می‌باشد. چنین رویکردی اغلب به‌منظور گسترش قوانین مورد استفاده در، طراحی بر اساس قوانین، استفاده می‌شود به‌ویژه آن دسته از استانداردهایی که ویژه محصول هستند.

ب- روش دوم، براساس دسته‌بندی‌های تنش شامل تفسیر تنش‌های محاسبه شده بر پایه الاستیک در تنش‌های اولیه، ثانویه و اوج در هر نقطه‌ای از یک مخزن و سپس ارزیابی آن‌ها نسبت به حدود حداکثر مجاز مشخص برای هر دسته از تنش و ترکیب آن‌ها می‌باشد.

محدوده تنش‌های اولیه، برای محافظت در برابر بارهای مداوم که منجر به خرابی نرم می‌شوند استفاده شده و محدوده تنش ثانویه معمولاً با بارهایی که خود محدود هستند همراه می‌باشند. تنش‌های اوج اضافه بر تنش‌های اولیه و ثانویه می‌باشند و با تمرکز تنش مورد نیاز در یک ارزیابی خستگی همراه هستند.

به طور کلی یک استاندارد پایه از روش، طراحی براساس قانون، استفاده می‌کند در حالی‌که یک استاندارد جامع ممکن است شامل، طراحی براساس قانون، همچنین یک یا هر دو رویکرد، طراحی براساس تجزیه و تحلیل، باشد.

در صورتی‌که روش‌های، طراحی براساس قانون یا تجزیه و تحلیل، ترکیب کاملاً واحدی را ارائه ندهند، روش‌های تجربی یا آزمون ممکن است به‌کار برده شوند.

ب-۶ انتخاب استانداردها

علاوه‌بر احتساب احتمال حالت‌های خرابی، سایر عوامل می‌توانند در انتخاب یک استاندارد خاص برای هر کاربرد خاص ضروری در نظر گرفته شوند.

این عوامل شامل جنبه‌هایی همانند زیر است:

- آشنایی تولیدکننده با یک استاندارد خاص؛
- مجوز رسمی و صلاحیت تولید کننده؛
- سطح دخالت نهاد بازرسی و هرگونه مقررات مکمل مورد نیاز برای به اجرا گذاشتن آن؛
- محدوده‌های داخل یک استاندارد از لحاظ طراحی و معیارهای پذیرش؛
- شرایط سخت ویژه که می‌تواند استفاده از یک استاندارد جامع یا اقدامات احتیاطی اضافی را ضروری نماید؛

– مدیریت خطر تجهیزات بحرانی که در آن ارزیابی‌های بر مبنای خطرات، حالت‌های خرابی امکان‌پذیر، احتمال خرابی و پیامدها می‌باشند؛

– تجزیه و تحلیل خرابی برای کمک به تعیین و شناسایی عوامل خرابی محتمل و روش‌های اجتناب از تکرار و امکان بهبود توسط نوآوری.

ب-۷ دوره عمر محصول

موضوعاتی همچون ارزیابی و کاهش حالت‌های خرابی ممکن نیست به طور کامل در یک استاندارد پرداخته شود، با این وجود ممکن است این موضوعات توسط سایر روش‌ها از طریق دوره عمر کامل دیگ‌ها و مخازن تحت فشار در طراحی به کمک بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری اشاره شود. اگرچه پرداختن به موضوعاتی همچون بهره‌برداری، نگهداری و بازرسی حین سرویس، خارج از دامنه کاربرد این استاندارد (تمام قسمتها) می‌باشد لذا این موضوعات فقط برای اشاره در این استاندارد آورده شده که آنها می‌توانند رویکرد پرداختن به حالت‌های خرابی مشخص را تحت تاثیر قرار دهند.

جوانبی که باید در نظر گرفته شوند عبارتند از:

– بهره‌برداری از دیگ‌ها و مخازن تحت فشار تحت شرایط ممکنی که از محدوده‌های طراحی مشخص خارج شود که در چنین حالتی احتمال حالت خرابی بوسیله حالت‌های مختلف می‌تواند به طور جدی افزایش یابد؛

– آموزش بهره‌برداران در زمینه شیوه‌های مختلف با هدف دستیابی به ایمنی افراد و تاسیسات و محافظت از محیط زیست از طریق پیشگیری از خرابی‌ها ؛

– بازرسی حین سرویس برای ارزیابی قابل قبول بودن، اجتناب یا اصلاح هرگونه تخریب. بیشترکشورها دارای الزامات قانونی برای بازرسی دیگ‌ها و مخازن تحت فشار با توجه به عمر آن‌ها می‌باشند. دامنه کاربرد و تناوب بازرسی می‌تواند الزامات تجزیه و تحلیل جزء به جزء در مرحله طراحی راکاهش دهد. برعکس، تجزیه و تحلیل طراحی می‌تواند افزایش تناوب آزمایشات را نشان دهد.