

## **Petroleum industry – Large welded low pressure storage tanks –General requirements**

**صنعت نفت – مخازن ذخیره کم فشار جوشی بزرگ –  
الزامات عمومی**

**ویرایش دوم**

**اسفند ۱۴۰۱**

## پیش‌گفتار صنعت نفت

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس‌کننده دیدگاه‌های وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفت، واحدهای شیمیایی و پتروشیمی، تأسیسات انتقال و فراورش گاز، فرآورده‌های نفتی و سایر تأسیسات مشابه تهیه شده است.

استانداردهای نفت، براساس استانداردهای قابل قبول بین‌المللی و داخلی تهیه شده و شامل گزیده‌هایی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین براساس تجربیات صنعت نفت کشور و قابلیت تأمین کالا از بازار داخلی و نیز برحسب نیاز، مواردی به طور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استانداردها آورده نشده است در داده برگ‌ها به صورت شماره‌گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، به شکلی کاملاً انعطاف پذیر تدوین شده است تا کاربران بتوانند نیازهای خود را با آنها منطبق نمایند. با این حال ممکن است تمام نیازمندی‌های پروژه‌ها را پوشش ندهند. در این گونه موارد باید الحاقیه‌ای که نیازهای خاص آنها را تأمین می‌نماید تهیه و پیوست شوند. این الحاقیه همراه با استاندارد مربوطه، مشخصات فنی آن پروژه و یا کار خاص را تشکیل خواهند داد.

استانداردهای نفت هر پنج سال یکبار مورد بررسی قرار گرفته و روزآمد می‌گردند. در این بررسی‌ها ممکن است استانداردی حذف و یا الحاقیه‌ای به آن اضافه شود و بنابراین همواره آخرین ویرایش آنها ملاک عمل می‌باشد.

در اجرای قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد ابلاغی ریاست محترم جمهوری، این استاندارد در تاریخ ۱۴۰۱/۱۲/۰۳ با شماره (INSO 23368) توسط سازمان ملی استاندارد ملی اعلام گردید.

از کاربران استاندارد، درخواست می‌شود نقطه نظرها و پیشنهادهای اصلاحی و یا هرگونه الحاقیه‌ای که برای موارد خاص تهیه نموده‌اند، به نشانی زیر ارسال نمایند. نظرات و پیشنهادهای دریافتی در کارگروه‌های فنی مربوطه بررسی و در صورت تصویب در تجدید نظرهای بعدی استاندارد منعکس خواهد شد.

ایران، تهران، خیابان کریمخان زند، خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۷

استانداردها و ضوابط فنی

کدپستی: ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱

تلفن: ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵

دورنگار: ۸۸۸۱۰۴۶۲

پست الکترونیک: [Standards@nioc.ir](mailto:Standards@nioc.ir)

## به نام خدا

## آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روز رسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

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 می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادهای سازمان های دولتی و غیردولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند 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 کند. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی نامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی 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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

### «صنعت نفت - مخازن ذخیره کم فشار جوشی بزرگ - الزامات عمومی»

#### رئیس:

جمالی، جلیل

(دکتری مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

#### سمت و/یا محل اشتغال:

رئیس استانداردهای مکانیک و مواد - امور استانداردها، اداره کل  
نظام فنی و اجرایی و ارزشیابی طرحها، معاونت مهندسی، پژوهش  
و فناوری - وزارت نفت

#### دبیر:

رفیع زاده، سیامک

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی)

کارشناس سیستمهای خوردگی فلزات و حفاظت صنعتی -  
شرکت نفت و گاز پارس - شرکت ملی نفت ایران

#### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

امینی جاوید، قاسم

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

کارشناس ارشد مکانیک - شرکت پالایش نفت کرمانشاه

اتابک، مجید

(کارشناسی مهندسی نفت)

مسئول مهندسی پالایش و طراحی مخازن پروژه ارتقاء کیفیت  
محصولات سنگین - شرکت پالایش نفت بندرعباس

حمده زاده کیوی، ارژنگ

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد و متالورژی - جوشکاری)

رئیس بازرسی فنی - شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران - شرکت  
ملی گاز ایران

حسینی قابوسی، سیدوحید

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

کارشناس مسئول - پژوهشگاه استاندارد

دهقان، مهدی

(کارشناسی ارشد مهندسی فناوری تبدیل گاز)

رئیس اداره مهندسی بازرسی فنی - سازمان منطقه ویژه اقتصادی  
انرژی پارس - شرکت ملی نفت ایران

شیخ حسن، سعید

(کارشناسی مهندسی مکانیک - حرارت و سیالات)

کارشناس ارشد طراحی مکانیک - شرکت نفت و گاز پارس -  
شرکت ملی نفت ایران

قنبری، آرش

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

مسئول پروژه - پژوهشگاه صنعت نفت

لطفی فر، نسترن

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی جامدات)

رئیس مهندسی مکانیک - شرکت نفت و گاز پارس - شرکت ملی  
نفت ایران

نخعی شریف، محمد

(کارشناسی مهندسی بازرسی فنی)

کارشناس بازرسی فنی - شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب -  
شرکت ملی نفت ایران

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)سمت و/یا محل اشتغال:

نیکنام، قاسم  
(کارشناسی ارشد مهندسی مواد و متالورژی- شناسایی و شرکت ملی گاز ایران  
انتخاب مواد)

کارشناس بازرسی فنی جوش- شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی-

جوکار، محمدرضا  
(دکتری مهندسی مکانیک)

مدیر تحقیق و توسعه- شرکت فاتح صنعت

معینی، گیتا  
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

کارشناس پژوهش- پژوهشگاه استاندارد

ویراستار:

افتخاری دافچاهی، سمیه  
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

کارشناس استاندارد- شرکت رویان پژوهان سینا

فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان                                                                                               |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ز    | پیش‌گفتار                                                                                           |
| ح    | مقدمه                                                                                               |
| ۱    | ۱ هدف و دامنه کاربرد                                                                                |
| ۱    | ۲ مراجع الزامی                                                                                      |
| ۲    | ۳ اصطلاحات و تعاریف                                                                                 |
| ۴    | ۴ مواد                                                                                              |
| ۸    | ۵ طراحی                                                                                             |
| ۲۰   | ۶ ساخت                                                                                              |
| ۳۱   | ۷ بازرسی، ارزیابی و آزمون                                                                           |
| ۳۶   | ۸ ثبت علائم بر روی ورق‌ها                                                                           |
| ۳۶   | ۹ عایق‌کاری، رنگ‌آمیزی و ضدحریق کردن                                                                |
| ۳۶   | ۱۰ پلاک مشخصات                                                                                      |
| ۳۶   | ۱۱ تجهیزات کاهنده فشار و خلأشکن                                                                     |
| ۳۸   | پیوست الف (آگاهی‌دهنده) رویه‌های پیشنهادی مربوط به فونداسیون                                        |
| ۴۰   | پیوست ب (الزامی) مخازن ذخیره کم‌فشار برای گازهای مایع‌شده در دماهای پایین تا $-198^{\circ}\text{C}$ |
| ۴۳   | پیوست پ (الزامی) مخازن ذخیره با فولاد زنگ‌نزن آستنیتی                                               |
| ۴۴   | کتاب‌نامه                                                                                           |

### پیش‌گفتار

استاندارد «صنعت نفت- مخازن ذخیره کم‌فشار جوشی بزرگ- الزامات عمومی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در دویست و پنجاه و هشتمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد تجهیزات و فرآورده‌های نفتی مورخ ۱۴۰۱/۱۲/۰۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی ماه ۱۳۹۶، 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 گروه‌های مربوط موردتوجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

IPS-G-ME-110 (1): 2005 (2013), General standard for large welded low pressure storage tanks

**مقدمه**

مخازن ذخیره کم فشار جوشی بزرگ از مهم ترین و حساس ترین تجهیزات مورد استفاده در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی هستند. حساسیت این تجهیزات به حدی است که نیاز به تدوین استاندارد ملی برای آنها کاملاً احساس می شود.

## صنعت نفت - مخازن ذخیره کم فشار جوشی بزرگ - الزامات عمومی

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات عمومی طراحی، انتخاب مواد، ساخت، بازرسی و آزمون مخازن ذخیره دوجداره و تک جداره روزمینی ایستاده با سقف مخروطی و گنبدی است.

این استاندارد برای مخازن ذخیره بزرگ جوشی کم فشاری که ماده اصلی ساخت آن فولاد کربنی بوده و بر روی زمین بنا شده و شکل مخزن به گونه ای است که با چرخش بخشی از شکل محیطی آن به دور یک محور عمودی که در مرکز مخزن قرار می گیرد؛ شکل مخزن کامل می شود، کاربرد دارد.

دمای طراحی فلز در این مخازن کمتر از  $121/11^{\circ}\text{C}$  ( $250^{\circ}\text{F}$ ) و فشار بخار طراحی داخل مخزن کمتر از  $0/63 \text{ Kg/m}^2$  ( $15 \text{ lb/ft}^2$ ) فشار نسبی است. در پیوست ب، الزامات طراحی مخازن برای دماهایی تا  $198^{\circ}\text{C}$  ارائه شده است.

این استاندارد بر اساس سیستم بین المللی یکاها مطابق با مجموعه استاندارد ISO 80000 است، مگر به صورت دیگری مشخص شده باشد.

### 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 می شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی برای این استاندارد الزام آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۶۵، صنعت نفت - مخازن فولادی اتمسفری جوشی روزمینی برای ذخیره سازی مواد نفتی - الزامات فنی

2-2 ISO 28300, Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Venting of atmospheric and low-pressure storage tanks

2-3 ISO 80000, (all parts), Quantities and units

یادآوری - مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۹۸۱۹، کمیت ها و یکاها با استفاده از برخی قسمت های مجموعه استانداردهای ISO 80000 تدوین شده است.

- 2-4** EN 1993-1-1, Eurocode 3. Design of steel structures– General rules and rules for buildings
  - 2-5** BS 7448 (all parts), Fracture mechanics toughness tests
  - 2-6** BS EN 10204: 2004, Metallic products– Types of inspection documents
  - 2-7** BS EN 10160, Ultrasonic testing of steel flat product of thickness equal or greater than 6 mm (reflection method)
  - 2-8** BS EN 14620-2: 2006, Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and -165 °C - Part 2: Metallic components
- یادآوری** – استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۴۶۲۰: سال ۱۳۹۱، طراحی و ساخت مخازن فولادی در محل ساخته شده، عمودی، استوانه‌ای، کف تخت برای ذخیره‌سازی سرد، گازهای مایع با دمای کارکرد بین ۰ درجه سلسیوس و ۱۶۵- درجه سلسیوس - قسمت ۲: اجزای فلزی، با استفاده از استاندارد BS EN 14620-2: 2006 به روش تنفیذ تدوین شده است.
- 2-9** API Std 620: 2013 + Amd1: 2014 + Amd2: 2018 + Amd3: 2021, Design and construction of large, welded, low-pressure storage tanks
  - 2-10** API Std 625, Tank systems for refrigerated liquefied gas storage
  - 2-11** API Std 653, Tank inspection, repair, alteration, and reconstruction
  - 2-12** API Std 2000, Venting atmospheric and low-pressure storage tanks
  - 2-13** ASME B1.1, Unified inch screw threads (UN, UNR, and UNJ Thread Forms)
  - 2-14** ASME BPVC Section VIII-1, Rules for construction of pressure vessels Division 1
  - 2-15** ASME BPVC Section V, Nondestructive examination
  - 2-16** ASTM A578/A578M, Standard specification for straight-beam ultrasonic examination of rolled steel plates for special applications
  - 2-17** ASTM A435/435M, Standard specification for straight-beam ultrasonic examination of steel plates
  - 2-18** BS 7910, Guide to methods for assessing the acceptability of flaws in metallic structures
  - 2-19** ASTM A370, Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products
  - 2-20** IPS-E-CE-120, Engineering standard for foundations
  - 2-21** IPS-E-TP-100, Engineering standard for paints

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد API Std 620، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

سازنده

**manufacturer**

شخصیت حقوقی است که مخازن یا اجزائی از مخازن مورد اشاره در این استاندارد را تولید می کند.

۲-۳

خریدار

**purchaser**

شخصیت حقوقی که این استاندارد قسمتی از مدارک سفارش خرید مستقیم آن است و/یا پیمانکاری که این استاندارد قسمتی از مدارک قرارداد آن است.

۳-۳

بازرس

**inspector**

به فرد یا گروهی که فعالیت بازرسی فنی ساخت و نصب تجهیزات را انجام می دهد و توسط کارفرما تعیین می شود.

۴-۳

تجهیزات ساخت

**construction equipment**

تمامی ابزارها، بالابرها و دیگر تجهیزات، حمل و نقل، دیگر پالایشگاهها، صنایع دریایی، ساختمانهای موقت و دیگر ماشین آلات و اشیایی است که به طور طبیعی پیمانکار برای انجام کار به آن نیاز دارد.

۵-۳

پیمانکار

**contractor**

به شخصیت حقوقی گفته می شود که پیشنهاد آن جهت مناقصه پذیرفته شده است. یادآوری- پیمانکار می تواند خریدار (پیمانکار مهندسی و طراحی)، سازنده/ تأمین کننده (پیمانکار تدارکات و تأمین کالا) و مجری/ سازنده (پیمانکار ساخت) باشد.

۶-۳

ویژگی های فنی

**technical specification**

منظور الزامات فنی و نقشه ها به همراه دیگر مشخصه های فنی، رویه ها است.

۷-۳

مواد

**materials**

منظور هر نوع مواد، تجهیزات و تدارکاتی است که در کار ساخت نهایی کاربرد دارد یا قرار بوده استفاده شود که توسط پیمانکار تهیه شده است.

۸-۳

مهندس مشاور

**engineering consultant**

به مجموعه حقیقی یا حقوقی گفته می‌شود که کار طراحی، مطالعه و نظارت بر اجرای یک طرح عمرانی یا یک پروژه را از طرف خریدار به عهده می‌گیرد.

۹-۳

فروشنده

تأمین‌کننده

**vendor  
supplier**

شخصیت حقوقی است که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم را تأمین می‌کند.

۱۰-۳

مجری

**executor**

گروهی است که تمام یا قسمتی از کارهای اجرایی یا راه‌اندازی پروژه را انجام می‌دهد.

۴ مواد

۱-۴ کلیات

کلیات مواد باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 4.1.1 و زیربندهای 4.1.2 تا 4.1.4 استاندارد API Std 620 باشد.

سازنده باید گواهی‌نامه‌های مربوط به مواد تمامی قطعات اصلی مخازن ذخیره و تمامی الزامات موردنیاز مواد شامل آنالیز شیمیایی و آزمون‌های مکانیکی را به خریدار ارائه دهد. نوع گواهی‌نامه‌ها باید برای هر یک از اجزای فلزی مطابق با استاندارد BS EN 10204، مشخص شده باشد.

پیمانکار باید تمامی مواد لازم برای ساخت کامل مخازن ذخیره را همان‌گونه که در داده‌برگ‌های مخزن و ملحقات آن مشخص شده است، تأمین کند. خریدار ممکن است جهت صرفه‌جویی مالی، زمانی کالاهای ابزار

دقیق و تجهیزات یا ملحقات اطفاء حریق را از موجودی انبارهای خود تأمین کند. پیمانکار باید تمهیداتی برای تناسب ملحقات تأمین شده توسط کارفرما با شرایط سیال فرایندی (ماهیت اشتعال‌زایی، خورندگی، چسبندگی، دما و فشار کاری) ذخیره شونده در مخزن ذخیره را در نظر بگیرد و تنها در صورت وجود این تناسب از این کالاها برای ساخت مخزن استفاده کند.

#### ۲-۴ حمل و نقل

الزامات مربوط به حمل و نقل قطعات باید مطابق با موارد ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۶۵ باشد.

#### ۳-۴ ضمانت

الزامات مربوط به ضمانت باید مطابق با موارد ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۶۵ باشد.

#### ۴-۴ ورق‌ها

الزامات ورق‌ها باید مطابق با موارد ارائه شده در زیربند 4.2.1 استاندارد API Std 620 باشد.

۱-۴-۴ زمانی که کربن معادل از آنالیز در پاتیل<sup>۱</sup> با استفاده از معادله ۱ محاسبه می‌شود، مقدار کربن معادل برای ورق‌ها و مقاطع با ضخامت کمتر از ۲۵ mm نباید از ۰/۴۳٪ و برای ورق‌ها و مقاطع با ضخامت ۲۵ mm و بیشتر نباید از ۰/۴۲٪ بیشتر شود.

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (۱)$$

که در آن:

$C_{eq}$  کربن معادل؛

$C$  کربن؛

$Mn$  منگنز؛

$Cr$  کروم؛

$Mo$  مولیبدن؛

$V$  وانادیوم؛

$Ni$  نیکل؛

$Cu$  مس.

۴-۴-۲ ممکن است آنالیز محصول<sup>۱</sup> تولیدی نیاز باشد که در این صورت کربن معادل باید از معادله (۲) محاسبه شود و مقدار کربن معادل نباید از ۰/۴۳٪ بیشتر باشد.

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} \quad (2)$$

که در آن:

$C_{eq}$  کربن معادل؛

$C$  کربن؛

$Mn$  منگنز.

۴-۴-۳ ورق‌هایی که در زیربند 4.3 استاندارد BS EN 14620-2 مشخص شده‌اند، برای استفاده مجاز هستند. در صورت استفاده از ورق‌های ذکر شده در زیربند 4.3 استاندارد BS EN 14620-2، مقدار انرژی آزمون ضربه J ۲۷ مندرج در جدول 2 استاندارد BS EN 14620-2 باید با J ۵۰ برای مقدار متوسط انرژی آزمون ضربه و J ۴۷ برای مقدار تکی انرژی آزمون ضربه، جایگزین شود.

۴-۴-۴ محدودیت‌های زیر باید در انتخاب مواد لحاظ شود:

الف- ضخامت ورق‌های دیواره نباید بیش از ۳۲ mm باشد؛

ب- ضخامت ورق‌های کف نباید از ۶ mm کمتر باشد؛

پ- ضخامت ورق‌های دیواره نباید کمتر از ۸ mm باشد.

آزمون فراصوت باید پس از اعمال عملیات حرارتی بر روی هر یک از ورق‌های با ضخامت ۱۳ mm و بیشتر انجام شود. آزمون باید مطابق با استاندارد ASTM A-435/A-435M یا برای بدنه ورق‌ها و سطوح تخت مطابق با رده E<sub>2</sub> و برای لبه‌ها مطابق رده S<sub>2</sub> در استاندارد BS EN 10160 با استفاده از الگوی شبکه‌بندی ۲۳۰ mm انجام شود. به‌علاوه ورق‌های زیر باید مطابق با سطح C استاندارد ASTM A578/A578M آزمون شوند.

- ورق‌های دیواره داخلی: ۱۰۰٪ محیط لبه‌ها تا فاصله ۱۰۰ mm؛

- تقویت‌کننده‌های داخلی، ورق‌های فرورفته<sup>۲</sup> در بتن: کل ورق با استفاده از الگوی شبکه‌بندی ۲۳۰ mm؛

- ورق‌های محیطی داخلی<sup>۱</sup>: کل ورق با استفاده از الگوی شبکه‌بندی ۲۳۰ mm.

1- Product analysis

2- Embedded plate

۵-۴-۴ حداکثر استحکام نهایی مندرج در گواهینامه ورق‌ها باید  $1/25$  برابر حداقل استحکام نهایی مندرج در استانداردهای (مشخصات فنی) ساخت ورق‌ها باشد.

#### ۶-۴-۴ طراحی کم‌تنش<sup>۲</sup>

الزامات طراحی کم‌تنش باید مطابق با موارد ارائه‌شده در زیربندهای 4.2.2 تا 4.2.6 استاندارد API Std 620 باشد.

ورق‌های سقف و اجزاء سازه‌ای تکیه‌گاه سقف که در معرض دمای بین  $5^{\circ}\text{C}$  تا  $50^{\circ}\text{C}$  هستند را می‌توان اجزای ثانوی<sup>۳</sup> محسوب کرد، به شرطی که ترکیب تنش‌های خمشی و کششی در این اجزاء در شرایط طراحی برابر با  $41/4\text{ MPa}$  یا کمتر باشد.

#### ۷-۴-۴ آزمون ضربه شاری<sup>۴</sup>

برای مخازن ذخیره‌ای که جهت نصب در مناطقی با دماهای پایین (دماهای زیر صفر درجه سلسیوس) ساخته می‌شوند و همچنین برای مخازنی که طبق پیوست ب و پیوست R استاندارد API Std 620 طراحی و ساخته می‌شوند ملاحظات سختگیرانه‌تر از استاندارد برای الزامات آزمون ضربه شاری در انتخاب مواد باید در نظر گرفته شود. برای مخازن ذخیره‌ای که در زیربند 4.3.6 استاندارد API Std 620 مشخص شده‌اند، اتصالات دائمی مانند صفحه‌های تقویتی، بدنه نازل‌ها، فلنچ‌ها باید همان الزامات چقرمگی ورق‌های دیواره مخزن را داشته باشند. برای مخازن LPG/<sup>۵</sup>LNG آزمون ضربه شاری باید عمود بر جهت نورد نهایی ورق باشد. حداقل مقادیر انرژی آزمون ضربه باید به شرح زیر باشد:

#### الف- ورق پایه

- متوسط سه نمونه:  $50\text{ J}$ ؛

- حداقل نتیجه یک نمونه:  $47\text{ J}$ .

#### ب- فلز جوش و ناحیه متأثر از جوشکاری ( $2\text{ mm}$ خط ذوب)

- متوسط سه نمونه:  $34\text{ J}$ ؛

- حداقل نتیجه یک نمونه:  $23\text{ J}$ .

1- Anchor plate  
2- Low-stress design  
3- Secondary member  
4- Charpy V-Notch Impact Test  
5- Liquefied Natural Gas  
6- Liquefied Petroleum Gas

#### ۴-۵ لوله‌ها، فلنج‌ها، قطعات آهنگری شده و قطعات ریختگی

الزامات کلی این زیربند باید مطابق با موارد ارائه شده در زیربند 4.3.4.2 و زیربندهای 4.3.5 و 4.3.6 استاندارد API Std 620 باشد.

هنگامی که یک نازل یا فلنج مخزن به لوله‌کشی‌های بیرون مخزن متصل می‌شود، مواد و دیگر الزامات نازل‌ها، فلنج‌ها، پیچ و مهره‌ها<sup>۱</sup>، واشرها و تمامی لوله‌های داخل مخزن باید مطابق با الزامات رده لوله‌کشی<sup>۲</sup> بیرونی مخزن باشد.

قطعات ریختگی نباید به عنوان اجزای اساسی<sup>۳</sup> در مخازن ذخیره هیدروکربن مایع و سرد شده که طبق پیوست ب و پیوست R استاندارد API Std 620 هستند، استفاده شوند.

#### ۴-۶ پیچ و مهره‌ها

الزامات مواد پیچ و مهره‌ها باید مطابق با موارد ارائه شده در زیربند 4.4.2 استاندارد API Std 620 باشد. رزوه‌های پیچ و مهره‌ها باید به ترتیب مطابق با سری درشت رده‌های 2A و 2B از استاندارد ASME B1.1 باشند.

#### ۴-۷ اشکال سازه‌ای<sup>۴</sup>

الزامات اشکال سازه‌ای باید مطابق با موارد ارائه شده در زیربند 4.5 استاندارد API Std 620 باشد. مواد اتصالات سازه‌ای دائمی که به دیواره جوش می‌شوند باید همان خواص شیمیایی و مکانیکی ورق‌های دیواره مخزن را داشته باشند.

### ۵ طراحی

الزامات کلی و دما و فشار در طراحی باید مطابق با موارد ارائه شده در زیربندهای 5.1 تا 5.3 استاندارد API Std 620 و الزامات مرتبط با تنش‌ها باید مطابق با موارد ارائه شده در زیربندهای 5.5 و 5.6 استاندارد API Std 620 و الزامات مرتبط با روکش فلزی<sup>۵</sup> و روش اجرای طراحی دیواره‌های تانک باید مطابق با موارد ارائه شده در زیربندهای 5.8 و 5.9 استاندارد API Std 620 باشند. علاوه بر این، الزامات ارائه شده در زیربندهای 5.14 تا 5.27 استاندارد API Std 620 باید در طراحی در نظر گرفته شوند.

---

1- Bolting  
2- Piping class  
3- Primary components  
4- Structural shape  
5- Lining

در مخازنی که کف آن‌ها مستقیماً بر روی زمین قرار می‌گیرد و سیالات با دمای کمتر از صفر در آن‌ها ذخیره می‌شود، ممکن است خاک زیر مخزن در تماس با کف سرد مخزن، حجیم و متورم شود و عدسی‌های یخ‌زده ناشی از تبدیل رطوبت خاک به یخ در زیر مخزن ایجاد شود. لذا در این شرایط باید تمهیدات مناسب جهت جلوگیری از این پدیده در طراحی انجام شود. متداول‌ترین روش در این خصوص، استفاده از المنت‌های حرارتی در زیر مخزن و جداسازی مخزن با عایق از خاک زیر آن است.

#### ۱-۵ بارها

##### ۱-۱-۵ بارهای انفرادی

در طراحی بارهای انفرادی باید ردیف‌های a تا g و ردیف‌های i و j زیربند 5.4.1 استاندارد API Std 620 در نظر گرفته شود.

##### ۲-۱-۵ بارهای زلزله

الزامات بارهای زلزله باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۶۵، یا پیوست L استاندارد API Std 620 باشد. با توجه به مقایسه بین این دو استاندارد، ایمن‌ترین طرح باید موردنظر قرار گیرد. یادآوری- برای سرعت باد به استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۶۵، مراجعه شود.

##### ۳-۱-۵ ترکیب بارها<sup>۱</sup>

ترکیب بارها باید مطابق با موارد ارائه‌شده در زیربند 5.4.2 استاندارد API Std 620 باشد. علاوه بر این، سقف و سازه تکیه‌گاهی باید به‌نحوی طراحی شوند که حداقل بار تجمیعی  $1/2 \text{ kN/mm}^2$  را تحمل کنند. این بار تجمیعی<sup>۲</sup> حاصل جمع خلأ داخلی به میزان  $0/6 \text{ kPa}$  (۶ mbar) و بار برف و/یا بار زنده<sup>۳</sup> است.

##### ۲-۵ خوردگی مجاز<sup>۴</sup>

حداقل میزان خوردگی مجاز برای اجزای اولیه و ثانویه، به‌غیر از پیچ‌های مهار<sup>۵</sup> و تسمه‌های گیره اتصال<sup>۶</sup> باید مطابق با جدول ۱ باشد.

---

1- Load combination  
2- Superimposed load  
3- Live load  
4- Corrosion allowance  
5- Anchor bolt  
6- Hold-down strap

## جدول ۱- حداقل خوردگی مجاز

| ماده مورد استفاده در ساخت                                   | حداقل میزان خوردگی مجاز<br>Mm |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| فولادهای کربنی و کم آلیاژ                                   | ۱/۶                           |
| فولادهای با مقدار آلیاژ متوسط <sup>a</sup>                  | ۰/۸                           |
| فولادهای آلیاژی با مقدار آلیاژ بالا <sup>b</sup>            | ۰/۸                           |
| مواد آلیاژی غیر آهنی                                        | ۰/۸                           |
| <sup>a</sup> تمام فولادهای با میزان آلیاژ ۳/۵٪ تا ۹٪ نیکل   |                               |
| <sup>b</sup> تمام فولادهای با میزان آلیاژ ۱۲٪ کروم یا بیشتر |                               |

## ۳-۵ دیوارهای جانبی، سقف‌ها و کف‌ها

نام‌گذاری<sup>۱</sup> و محاسبه نیروهای واحد سطح باید مطابق با زیربندهای 5.10.1 و 5.10.2 استاندارد API Std 620 باشد. علاوه بر این، الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 5.10.4 تا 5.10.6 استاندارد API Std 620 باید در طراحی در نظر گرفته شود.

## ۱-۳-۵ ضخامت مورد نیاز

تمامی الزامات ارائه‌شده در زیربند 5.10.3 استاندارد API Std 620 باید در نظر گرفته شود.

## ۲-۳-۵ ضخامت ورق‌های سقف

## ۱-۲-۳-۵ مخازن ذخیره تک‌جداره

تمامی سقف‌ها باید از نوع خوداتکا<sup>۲</sup> باشند که در آن‌ها تمامی بار سقف بر روی دیواره پیرامونی مخزن، قرار می‌گیرد. هنگامی که سقف گنبدی موردنظر باشد، شعاع انحنا باید در محدوده ۰/۸ تا ۱/۵ برابر قطر مخزن باشد.

## ۲-۲-۳-۵ سقف با سازه تکیه‌گاهی

برای ورق‌های سقف یک یا تعداد بیشتری از اتصالات جوشی زیر باید استفاده شود:

- جوش روی هم یک‌طرفه<sup>۳</sup>؛

- جوش روی هم دوطرفه؛

- «جوش لب‌به‌لب با نوار پشت‌بند یا بدون آن»<sup>۴</sup>.

- 
- 1- Nomenclature  
2- Self-Supporting  
3- Single Sided Lap Weld  
4- Butt Weld with or without Back Strip

سازه تکیه‌گاهی سقف باید مطابق با استاندارد EN 1993-1-1 طراحی شود. راهکار دیگر آن است که طراحی بر اساس تئوری تنش مجاز با توجه به ضرایب اتصال جوش‌های ورق‌های سقف به شرح زیر انجام شود:

– جوش روی‌هم یک‌طرفه ۰/۳۵؛

– جوش روی‌هم دو‌طرفه ۰/۶۵؛

– جوش لب‌به‌لب با نوار پشت‌بند یا بدون آن ۰/۷۰.

ورق‌های سقف با جوش روی‌هم، باید حداقل ۲۵ mm هم‌پوشانی داشته باشند. جایی که ورق‌های سقف به اجزای سازه تکیه‌گاهی جوش نمی‌شوند، قاب سقف باید «به‌صورت ضربدری در سطح سقف مهاربندی»<sup>۱</sup> شود.

### ۳-۲-۳-۵ سقف بدون سازه تکیه‌گاهی

ضخامت ورق سقف باید برای تحمل فشار داخلی و کمانش<sup>۲</sup> ناشی از بار خارجی محاسبه شود. بدین منظور، معادلات (۳) تا (۵) باید برای فشار داخلی به‌کار برده شوند. اتصال ورق‌های سقف بدون سازه تکیه‌گاهی باید از نوع اتصال جوشی لب‌به‌لب یا روی‌هم دو‌طرفه باشند. ضخامت‌های به‌دست آمده از معادلات (۳) تا (۵) باید با موارد ارائه‌شده در زیربند 5.10.3 استاندارد API Std 620 مقایسه شوند و ضخامت بالاتر لحاظ شود.

برای سقف‌های کروی:

$$e_r = P R_l / 20 S \eta \quad (۳)$$

برای سقف‌های مخروطی:

$$e_r = P R_l / 10 S \eta \quad (۴)$$

برای تحمل کمانش:

$$e_r = 40 R_1 \sqrt{\frac{10 P_e}{E}} \quad (۵)$$

که در آن‌ها:

$E$  مدول یانگ، برحسب نیوتن بر مترمربع؛

$e_r$  ضخامت ورق سقف (بدون در نظر گرفتن خوردگی مجاز)، برحسب میلی‌متر؛

$P$  فشار داخلی بدون لحاظ کردن وزن صفحه‌های خورده‌شده، برحسب میلی‌بار؛

$P_e$  بار خارجی، برحسب کیلونیوتن بر مترمربع؛

1- Cross braced in the plane of roof surface

2- Buckling

$R_1$  شعاع انحنای سقف، برحسب متر؛

$S$  تنش طراحی مجاز، برحسب نیوتن بر میلیمترمربع؛

$\eta$  ضریب کارایی اتصال جوشی.

#### ۴-۲-۳-۵ مخازن ذخیره دوجداره

برای مخازن ذخیره دوجداره استوانه‌ای عمودی کم‌فشار، طراحی سقف باید مطابق با موارد زیر انجام شود.

##### ۱-۴-۲-۳-۵ سقف مخزن بیرونی

سقف از نوع گنبدی یا مخروطی بهتر است خوداتکا باشد. در حالت دوم، شیب سقف باید ۱ به ۵ باشد، مگر آن‌که خلاف آن در بین سازنده و خریدار توافق شود. در حالت استفاده از سقف بدون سازه‌های تکیه‌گاهی (سقف‌های غشایی)<sup>۱</sup>، مقاومت به فشار داخلی و تحمل کمانش آن‌ها باید مطابق با زیربند ۳-۲-۳-۵ کنترل شود.

##### ۲-۴-۲-۳-۵ سقف مخزن داخلی

الف- سقف باید یکی از انواع زیر باشد:

- سقف‌های با سازه‌های تکیه‌گاهی؛
- سقف‌های بدون سازه‌های تکیه‌گاهی (غشایی)؛
- سقف‌های حمایت‌شده با ستون؛
- سقف‌های معلق حمایت‌شده با سقف مخزن خارجی.

ب- سقف‌های حمایت‌شده با ستون باید به‌صورت کلی از همان‌گونه‌ای باشند که برای سقف‌های دارای سازه‌های تکیه‌گاهی شرح داده شده‌اند، اما حمایت بیشتری نیز از سوی ستون‌های عمودی ایجاد می‌شود؛

پ- یک سقف معلق به‌صورت کلی از یک سطح صاف معلق که با آویزهایی به سقف مخزن بیرونی وصل می‌شوند، شکل گرفته است؛

از آنجایی که سقف معلق نمی‌تواند از نشت گاز جلوگیری کند، مخزن بیرونی فشار گاز را تحمل می‌کند درحالی‌که مخزن داخلی، فشار ایستای محصول داخلی را تحمل می‌کند.

#### ۴-۵ ملاحظات ویژه کاربردی برای مخازنی که کف آن‌ها مستقیماً روی پایه‌ها قرار می‌گیرند<sup>۱</sup>

الزامات ارائه شده در زیربندهای 5.11.1، 5.11.3 و 5.11.4 استاندارد API Std 620 برای مخازنی که کف آن‌ها مستقیماً روی پایه‌ها قرار می‌گیرند باید در نظر گرفته شوند.

#### ۵-۵ مخازن دارای کف تخت با وزنه تعادل

الزامات ارائه شده در زیربندهای 5.11.2.1 تا 5.11.2.4 استاندارد API Std 620 باید برای مخازن دارای کف تخت با وزنه تعادل در نظر گرفته شوند. در خصوص الزامات طراحی مهار<sup>۲</sup> علاوه بر زیربند 5.11.2.3 استاندارد API Std 620، موارد زیر نیز باید لحاظ شود.

#### ۵-۵-۱ مخزن ذخیره تک‌جداره

برای مخازن ذخیره تک‌جداره استوانه عمودی، طراحی مهار<sup>۲</sup> باید منطبق با موارد زیر باشد:

۵-۵-۱-۱ چنانچه کف مخزن در ارتباط مستقیم با زمین باشد به علت تغییر در فشار بخار و/یا دیگر شرایط عملیاتی ممکن است که دیواره و ورق‌های کف چسبیده به دیواره، از روی فونداسیون بلند شوند. جهت جلوگیری از بلند شدن کف و دیواره مخزن از روی زمین، باید برای مخزن مهار<sup>۲</sup> لحاظ شوند.

#### ۵-۵-۱-۲ در طراحی بالابردگی روی مهار<sup>۲</sup>، باید شرایط زیر لحاظ شود:

الف- فشار بخار طراحی سقف؛

ب- فشار بالابردگی باد؛

پ- فشار واژگونی ناشی از باد؛

ت- نیروی زلزله که نباید با موارد ب و پ ترکیب شود؛

ث- وزن دیواره عایق نشده، سقف و سازه‌های مرتبط؛

ج- وزن دیواره و عایق سقف؛

چ- فشار بخار آزمون سقف؛

۵-۵-۱-۳ مهار<sup>۲</sup> ترجیحاً به بدنه مخزن وصل شود. طراحی باید فضا برای حرکت مخزن ناشی از تغییرات حرارتی را لحاظ کند و تنش‌های خمشی اعمالی بر بدنه را به حداقل برساند. یک مثال موردی در شکل ۱ نشان داده شده است، اما طراحی‌های دیگر نیز مجاز هستند.

۱- در ساخت مخازن دو گونه طراحی وجود دارد، در یکی کف مخزن مستقیماً بر روی زمین قرار می‌گیرد و در نوع دیگر کف مخزن بر روی پایه‌هایی قرار گرفته است و به این شکل فاصله‌ای هوایی بین کف مخزن و زمین وجود دارد.

2- Anchorage

۴-۱-۵-۵ دمای طراحی برای مهاری و اتصالات مهاری باید همان دمای طراحی فلز مخزن باشد، مگر آنکه بتوان نشان داد که در عمل دماهای بالاتری وجود خواهند داشت. اگر چنین باشد ممکن است در صورت توافق بین خریدار و طراح، از این دما استفاده کرد. انتقال حرارت از قطعات گرم‌تر سازه باید به گونه‌ای باشد که شاخصه‌های غیرقابل مقبول که منجر به شکست مهاری، تشکیل یخ یا میعان شدن آب می‌شود؛ ایجاد نشوند.

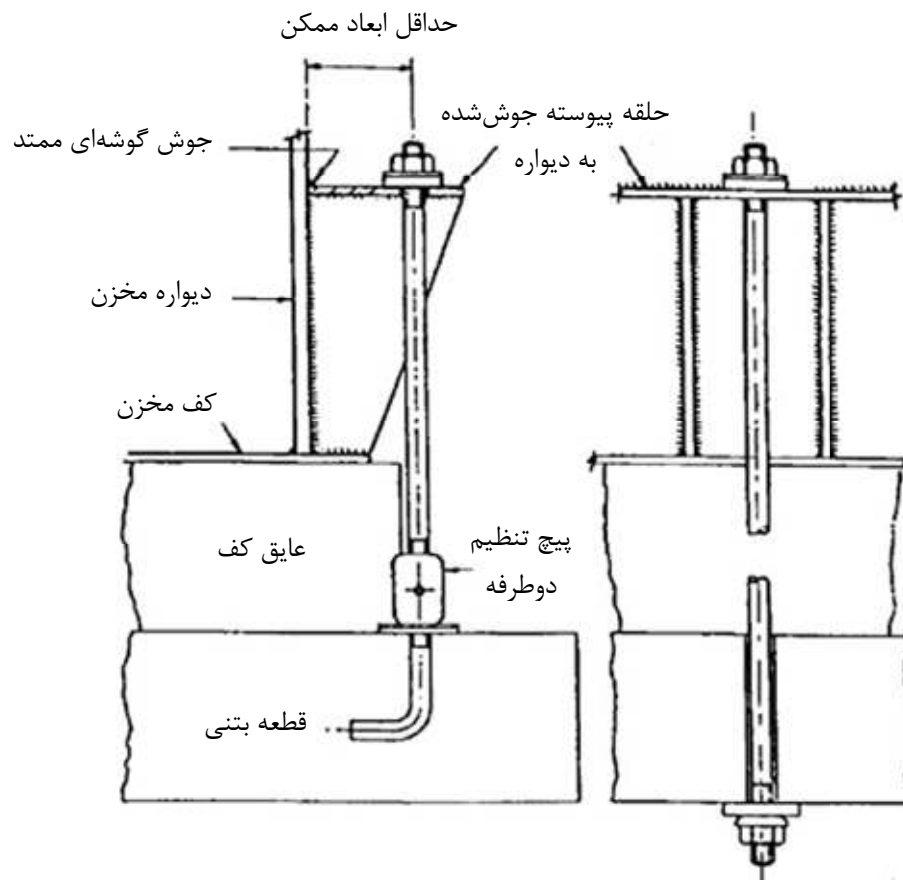
۵-۱-۵-۵ تحت شرایط طراحی مشخص شده در زیربند ۵-۱-۵-۵-۲، به‌استثنای شرایط آزمون، تنش طراحی مهاری نباید از دوسوم استحکام تسلیم فراتر رود.

۶-۱-۵-۵ فاصله بین مهاری‌ها، پیشنهاد می‌شود که فاصله بین مهاری‌ها حداقل ۱ m و حداکثر ۳ m باشد. توصیه می‌شود تا جای ممکن، فاصله مهاری‌ها دورتادور محیط مخزن به‌صورت یکسان باشد.

۷-۱-۵-۵ توصیه می‌شود هرگونه میله، پیچ یا تسمه مهار حداقل سطح مقطع  $500 \text{ mm}^2$  داشته باشند.

۸-۱-۵-۵ مهاری باید توانایی مقاومت در برابر فشار ناشی از آزمون بلندشدگی<sup>۱</sup> به میزان ۱/۲۵ برابر نیروی بلندشدگی حین آزمون را داشته باشد. در این حالت، تنش در مهاری نباید از ۰/۸۵ حداقل استحکام تسلیم ماده مهار با در نظر گرفتن کشش اولیه در اجزای مهار ناشی از بارهای پیچ‌ها یا بارهای مربوط به جابجایی‌های حرارتی گذرا یا مانا بیشتر باشد.

پیشنهاد می‌شود که هیچ کشش اولیه‌ای به مهاری اعمال نشود تا فقط زمانی که یک نیروی بالابرنده در بدنه مخزن ایجاد می‌شود، مهار تحت بار قرار گیرد. گام‌هایی باید در نظر گرفته شوند تا پیش از به سرویس بردن مخزن، اطمینان حاصل شود که پیچ‌های مهاری به‌صورت شل درنیامده یا در طول دوره طولانی کار، ناکارآمد نشوند.



شکل ۱- نمونه‌ای از جزئیات مهاري مخزن

#### ۲-۵-۵ مخزن ذخیره دوجداره

برای مخازن ذخیره دوجداره استوانه عمودی، طراحی مهاري باید منطبق بر موارد زیر باشد:

۱-۲-۵-۵ چنانچه احتمال آن باشد که دیواره مخزن و ورق‌های کف نزدیک آن حین آزمون یا کارکرد از نشیمنگاه خود بلند شوند، باید مهاري برای مخزن در نظر گرفته شود که مقاومت در برابر بلندشدگی ناشی از فشار داخلی گاز، باد یا نیروهای زلزله داشته باشد. طراح فونداسیون مخزن باید مسئولیت اتصال مناسب مهاري به فونداسیون مخزن را بر عهده بگیرد.

۲-۲-۵-۵ وقتی نیاز به مهاري باشد، مخازن داخلی و بیرونی باید به‌عنوان سازه‌های مستقل از هم که تأثیری بر روی مقاومت بلندشدگی هم ندارند، در نظر گرفته شوند. در طراحی مهاري، یک سقف معلق باید به‌عنوان قسمتی یکپارچه از مخزن بیرونی در نظر گرفته شود.

۳-۲-۵-۵ هر یک از مخازن بیرونی و داخلی باید برای تمامی ترکیب‌های ممکن بارها در بدترین شرایط منجر به بلندشدگی مخزن بررسی شوند و مهار و اتصال‌های آن به دیواره و فونداسیون برای هر یک از مخازن

طراحی شوند.

۵-۲-۴ جایی که عایق فلّهای برای پر کردن فضای حلقوی بین دو مخزن داخلی و بیرونی استفاده می‌شود، عایق نباید به‌عنوان مقاومت‌کننده در برابر بلندشدگی، موردنظر قرار گیرد. هر نوع عایقی که محکم به هر یک از مخازن متصل شود، ممکن است به‌عنوان مقاومت‌کننده در برابر بلندشدگی در آن مخزن خاص، در نظر گرفته شوند.

یادآوری- اعمال عایق در فضای بین دو مخزن تا پیش از آزمون هر دو مخزن، متداول نیست.

۵-۲-۵ طراحی مهاری مخزن داخلی باید حداقل موارد زیر را در نظر گیرد:

الف- بارهای حین سرویس:

- بلندشدگی ناشی از فشار بخار اعمالی به سقف به همراه بارهای ناشی از زلزله؛
- مقاومت به بلندشدگی ایجادشده ناشی از دیواره، سقف، سازه سقف، عایق سقف؛ و
- هرگونه عایقی که به‌صورت دائم و محکم به مخزن متصل شده است.

ب- بارهای حین آزمون:

- بلندشدگی ناشی از فشار بخار آزمون سقف؛

- مقاومت به بلندشدگی ناشی از دیواره و سازه سقف.

۵-۲-۶ طراحی مهاری مخزن خارجی باید حداقل موارد زیر در نظر گیرد:

الف- بارهای حین سرویس:

- بلندشدگی ایجادشده ناشی از فشار طراحی بین دو مخزن به همراه یکی از حالت‌های زیر:

۱- واژگونی<sup>۱</sup> و بلندشدگی ناشی از باد؛ یا

۲- بارهای زلزله‌ای.

اما هم‌زمانی موارد ۱ و ۲ بالا مدنظر نیست.

- مقاومت به بلندشدگی ایجادشده ناشی از دیواره، سقف، سازه سقف، عایق سقف؛ و

- هرگونه عایقی که به‌صورت دائم و محکم به مخزن متصل شده است.

ب- بارهای حین آزمون:

- بلندشدگی ایجادشده ناشی از آزمون فشار در فضای بین دوجداره مخزن به علاوه ۶۰٪ بلندشدگی یا واژگونی ناشی از نیروی باد؛

- مقاومت به بلندشدگی ایجادشده به وسیله دیواره، سقف، سازه سقف و هرگونه سازه‌ای که به دیواره یا سقف متصل شده باشد.

۵-۲-۷ مهاری باید به دیواره مخزن متصل شود و نباید به ورق‌های کف اتصال داشته باشد. تمامی مهاری‌ها باید به صورت محکم درون فونداسیون قرار گیرند و تحت هیچ شرایطی قرار گرفتن مهاری‌های مخزن داخلی در عایق کف<sup>۱</sup>، جهت جلوگیری از بلندشدگی مجاز نیست.

طراحی باید حرکت مخزن ناشی از تغییرات حرارتی را تسهیل کند و تنش‌های خمشی اعمالی بر بدنه را به حداقل برساند. هرگونه تنش اضافی ایجادشده در دیواره ناشی از اتصال مهاری به دیواره باید کنترل شود تا اطمینان حاصل شود که سطح تنش ایمن وارده بر دیواره از مقداری که در شرایط بارهای مهاری لحاظ می‌شود، فراتر نروند. ممکن است در مهاری مخزن داخلی، ترمز حرارتی<sup>۲</sup> لازم باشد تا از سرد شدن فونداسیون و مخزن بیرونی جلوگیری به عمل آید.

۵-۲-۸ دمای طراحی برای مهاری و اتصالات مهاری باید همان دمای طراحی فلز مخزن باشد، مگر آنکه بتوان نشان داد که در عمل دماهای دیگری وجود خواهند داشت. اگر چنین باشد باید در خصوص دمای مورد استفاده بین خریدار و طراح، توافق شود. انتقال حرارت به قطعات سردتر سازه باید به گونه‌ای باشد که شاخصه‌های غیرقابل مقبول که منجر به شکست مهاری، تشکیل یخ مازاد یا میعان شدن آب می‌شود؛ ایجاد نشوند.

۵-۲-۹ در شرایط سرویس، تنش مجاز در مهاری نباید از نصف استحکام تسلیم ماده به کاررفته در ساخت مهاری، بیشتر باشد.

۵-۲-۱۰ به عنوان یک قاعده کلی پیشنهاد می‌شود که برای تمام اجزای مهاری، ۱ mm خوردگی مجاز لحاظ شود.

۵-۲-۱۱ مهاری باید توانایی مقاومت در برابر بارهای آزمون را همان گونه که در زیربندهای ۵-۲-۵ و ۵-۲-۶ مشخص شده، داشته باشد. در این حالت، تنش در مهاری نباید از ۰/۸۵ حداقل استحکام تسلیم ماده مهار با در نظر گرفتن کشش اولیه در اجزای مهاری ناشی از بارهای پیچ‌ها یا بارهای مربوط به جابجایی‌های حرارتی گذرا یا مانا بیشتر باشد. پیشنهاد می‌شود که هیچ کشش اولیه‌ای به مهار اعمال نشود تا فقط زمانی که یک نیروی بالابرنده در بدنه مخزن ایجاد می‌شود، مهار تحت بار قرار گیرد. مراحل باید در نظر گرفته شوند تا پیش از به سرویس بردن مخزن، اطمینان حاصل کرد که پیچ‌های مهاری به صورت شل

1- Base insulation  
2- Thermal/Heat break

درنیامده یا در طول دوره طولانی نصب مخزن، ناکارآمد نشده باشند.

۵-۲-۱۲ پیشنهاد می‌شود که فاصله بین مهارهای حداقل ۱ m و حداکثر ۳ m باشد، توصیه می‌شود تا جای ممکن، فاصله مهارهای دورتادور محیط مخزن به صورت یکسان باشد.

۵-۲-۱۳ توصیه می‌شود هرگونه میله، پیچ یا تسمه مهار حداقل سطح مقطع  $500 \text{ mm}^2$  داشته باشند.

#### ۵-۶ طراحی انحنای حاشیه<sup>۱</sup> سقف و کف و تیرهای حلقه فشرده‌سازی<sup>۲</sup>

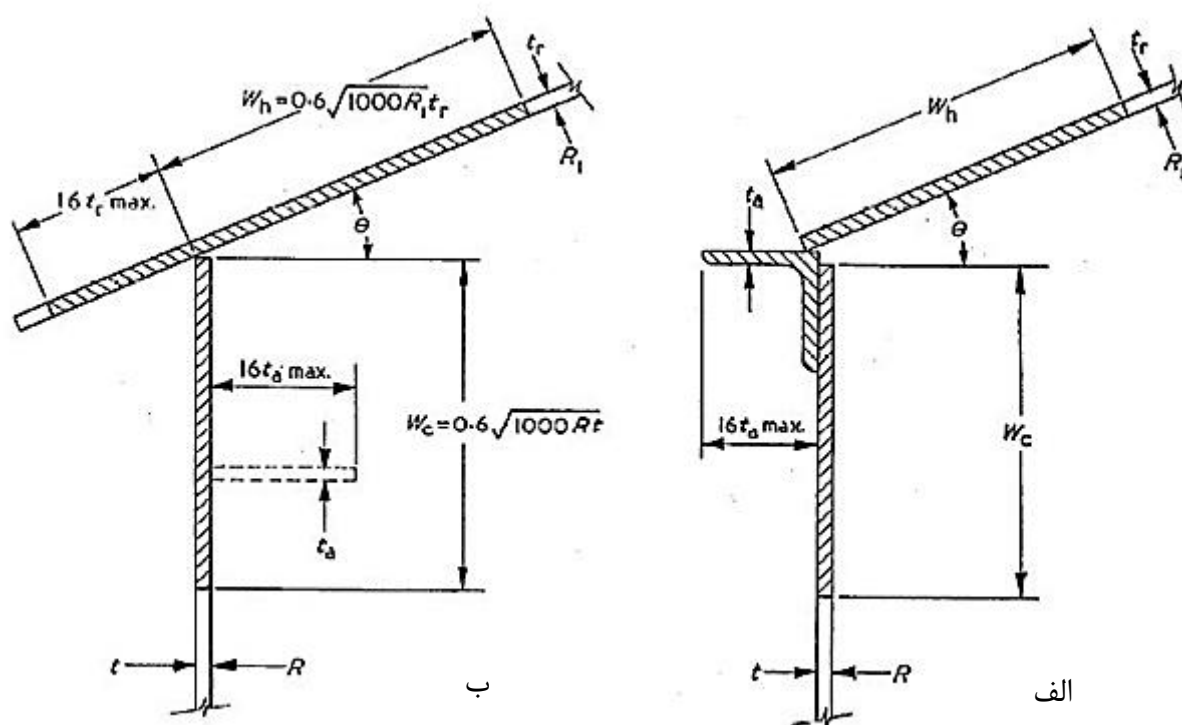
الزامات ارائه شده در زیربندهای 5.12.1 تا 5.12.3 و زیربند 5.12.5 استاندارد API Std 620 باید برای طراحی انحنای حاشیه سقف و کف و تیرهای حلقه فشرده‌سازی در نظر گرفته شوند.

#### ۵-۶-۱ حلقه‌های فشرده‌سازی

الزامات ارائه شده در زیربندهای 5.12.4.1 تا 5.12.4.2 استاندارد API Std 620 باید برای حلقه‌های فشرده‌سازی در نظر گرفته شوند. نواحی فشرده‌سازی به شرح زیر تعریف شده‌اند.

الف- ناحیه‌ای است در محل اتصال دیواره و سقف که تحمل نیروی ناشی از فشار داخلی را داشته باشد. حداکثر پهنای ورق تشکیل‌دهنده ناحیه فشرده‌سازی باید مطابق با آنچه در شکل ۲-الف و ۲-ب نشان داده شده است، باشد.

1- Knuckle  
2- Compression rings



راهنما:

|       |                                               |
|-------|-----------------------------------------------|
| $R_1$ | شعاع انحنای سقف، بر حسب متر                   |
| $R$   | شعاع دیواره مخزن، بر حسب متر                  |
| $t$   | ضخامت دیواره، بر حسب میلی‌متر                 |
| $t_r$ | ضخامت ورق سقف در محل اتصال به حلقه فشرده‌سازی |
| $W_h$ | طول مؤثر سقف                                  |
| $W_c$ | طول مؤثر دیواره                               |

شکل ۲- نواحی فشاری دیواره/سقف

ب- مساحتی که باید تأمین شود، نباید از مقدار به‌دست‌آمده در معادله (۶) کمتر باشد.

$$Ac = \frac{50PR^2}{S_c \tan \theta} \quad (۶)$$

که در آن:

|          |                                                                         |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|
| $P$      | فشار داخلی، بر حسب میلی‌بار؛                                            |
| $\theta$ | شیب نسبت به خط افق <sup>۱</sup> در محل اتصال سقف به دیواره بر حسب درجه؛ |
| $R$      | شعاع مخزن، بر حسب متر؛                                                  |

$S_C$  تنش فشاری مجاز، برحسب نیوتن بر میلی‌مترمربع (که باید  $120 \text{ N/mm}^2$  در نظر گرفته شود، مگر آنکه خلاف آن ذکر شود)؛

$A_C$  مطابق با زیربند 5.12.4.3 استاندارد API Std 620 محاسبه می‌شود که باید با مقدار به‌دست‌آمده از معادله (۶) مقایسه شود و ایمن‌ترین طراحی لحاظ شود.

پ- اگر یک تیرآهن افقی برای تأمین سطح مقطع اضافی لازم باشد، این تیرآهن باید در نزدیک‌ترین محل ممکن تقاطع دیواره و سقف مخزن قرار گیرد و فاصله هر قطعه از سطح مقطع از محل تقاطع دیواره و سقف نباید از  $W_C$  بیشتر باشد (به شکل ۲ مراجعه شود).

## ۷-۵ طراحی اجزای سازه‌ای داخلی و بیرونی

الزامات ارائه‌شده در زیربند 5.13 استاندارد API Std 620 باید در طراحی اجزای سازه‌ای داخلی و بیرونی در نظر گرفته شود.

### ۸-۵ نردبان‌ها و راه‌پله‌ها

۱-۸-۵ برای مخازن ذخیره فاقد دیواره خارجی بتنی، باید راه‌پله مارپیچ در نظر گرفته شود.

۲-۸-۵ برای مخازن ذخیره دارای دیواره بیرونی بتنی، راه‌پله‌های به شکل حرف L<sup>۱</sup> باید در نظر گرفته شود.

۳-۸-۵ برای راه‌پله‌ها حداقل فضای باز قابل عبور هر پله باید  $600 \text{ mm}$  باشد و حداکثر زاویه راه‌پله با راستای افقی باید  $45^\circ$  باشد.

۴-۸-۵ کف پله‌ها باید از نوع ضدلغزش باشند. ارتفاع هر پله باید  $200 \text{ mm}$  باشد و حداقل عرض هر پله در وسط آن باید  $200 \text{ mm}$  باشد.

۵-۸-۵ راه‌پله باید توانایی تحمل بار تجمعی  $2.4 \text{ kN/m}^2$  را داشته باشد. هنگامی که صعود عمودی راه‌پله بیش از  $6 \text{ m}$  باشد، باید یک پاگرد یا محل توقف در نظر گرفته شود.

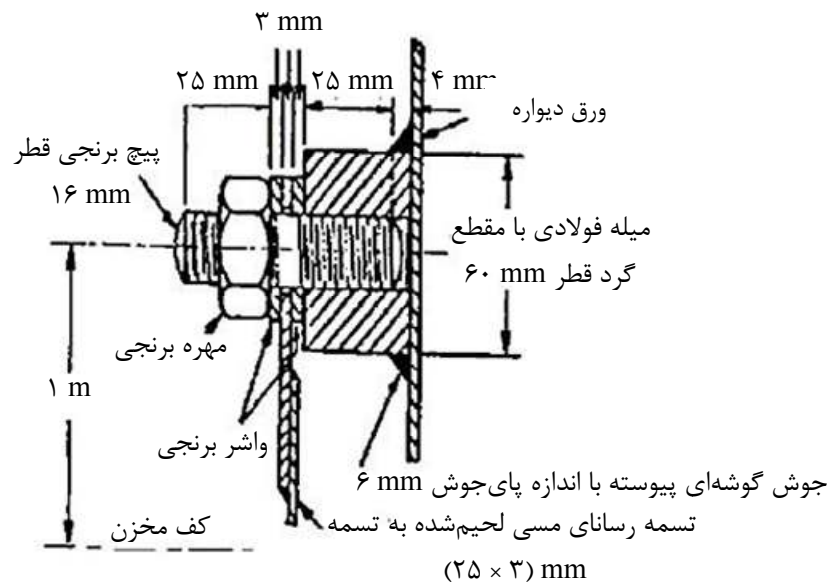
۶-۸-۵ برای راه‌پله‌ها باید نرده محافظ در نظر گرفته شود. اطراف سقف مخزن نیز باید نرده محافظ نصب شود.

۷-۸-۵ برای مخازن ذخیره با قطر بیش از  $12.5 \text{ m}$ ، جایی که دسترسی به اتصالات و دريچه‌های نزدیک مرکز مخزن بر روی سقف، نیاز است، باید پله و نرده محافظ در نظر گرفته شود.

۵-۸-۸ نردبان‌های ثابت فلزی که ارتفاع بیش از ۴ m از سطح زمین دارند باید با قفس محافظ<sup>۱</sup>، ایمن شوند.

## ۵-۹ اتصال زمین<sup>۲</sup>

تمامی مخازن باید دارای اتصالات زمین مناسب باشند. یک نوع اتصال متداول در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- جزئیات رایج سیستم اتصال به زمین جوش شده به ورق‌های دیواره مخزن

## ۶ ساخت

### ۶-۱ کلیات

مدارک و نقشه‌های ساخت در مدت‌زمان مشخص و پیش از آغاز ساخت باید برای تأیید به خریدار ارائه شود.

### ۶-۲ نقشه‌های ساخت کارگاهی<sup>۳</sup>

۶-۲-۱ یک نقشه جانمایی کلی برای هر مخزن؛ این نقشه باید دارای مقیاس باشد و محل همه تجهیزات جانبی موردنیاز را با ذکر شماره نقشه‌های جزئیات نشان دهد.

1- Safety cage  
2- Earthing connections  
3- Shop drawing

۲-۲-۶ محاسبات استاتیکی تمامی اجزای مخزن برای مواردی که ابعاد در نقشه مرجع نشان داده نشده است.

### ۳-۶ نقشه علائم<sup>۱</sup>

۱-۳-۶ در صورتی که بر اساس نوع موادی که باید به کار برده شود، تغییراتی نسبت به نقشه های مرجع مدنظر باشد، نقشه های جزئیات این تغییرات باید برای تأیید خریدار ارائه شود.

۲-۳-۶ مشخصات یا نقشه های جزئی ملحقاتی که باید به مخزن اضافه شوند، مانند تجهیزات کاهنده خلأ و کاهنده های فشار باید برای تأیید خریدار ارائه شوند.

۳-۳-۶ رویه نصب باید پیش از آغاز نصب برای تأیید خریدار تهیه شده و در اختیار آن قرار گیرند. روش پیشنهادی قراردادن ورق ها در موقعیت خود، برای جوشکاری باید در این رویه مشخص شده باشد. پیمانکار باید مواد ورودی به محل ساخت را بازرسی کرده و انبار کند و مسئولیت نگهداری ایمن مواد کاملاً با پیمانکار است. تمامی اتصالات، شیرها، ورق ها و غیره باید به طرز مناسبی روی تکیه گاه های چوبی عاری از گرد و خاک قرار گیرند. توجه ویژه ای جهت جلوگیری از خرابی سطوح اتصال شیرها، فلنج ها یا اتصالات دارای پخ باید در نظر گرفته شود. هرگونه آسیبی که به مواد وارد شده باید به شیوه مندرج در قرارداد بین پیمانکار خرید، پیمانکار نصب و ساخت و خریدار پیش از نصب، رفع شود. توجه ویژه ای باید جهت رفع پیچش ها و برآمدگی ها و فرورفتگی های وارد شده به ورق های کف و دیواره شود.

### ۴-۶ اتصالات موقتی

اتصالات موقتی باید با همان دستورالعملی جوش شوند که ورق ها به هم متصل می شوند. اتصالات موقت باید به وسیله سنگ زنی جدا شوند. پس از سنگ زنی باید آزمون مایع نافذ یا ذرات مغناطیسی جهت تشخیص عیوب سطحی یا زیرسطحی انجام شود. هیچ گونه اتصال جوشی قطعات موقتی نباید بر روی غشاها (مانند سقف های غشایی) انجام شود.

### ۵-۶ تعمیرات در حین ساخت

در صورت تأیید خریدار برای انجام تعمیرات در مخازن در حین ساخت، الزامات ارائه شده در استاندارد API Std 653 باید در نظر گرفته شود.

### ۶-۶ روش ساخت

الزامات ارائه شده در زیربندهای 6.2.1 و 6.2.2 استاندارد API Std 620 باید در روش ساخت در نظر گرفته

1- Marking diagram

شوند. لبه ورق‌های دیواره پس از ماشین‌کاری باید در یک راستا باشند، اگر انحرافی وجود داشته باشد، رواداری راستای ورق نباید از  $\pm 1$  mm بیشتر باشد.

#### ۶-۷ ورق‌های بریده‌شده

الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 6.3.1 و 6.3.2 استاندارد API Std 620 باید در برش ورق‌ها در نظر گرفته شوند. جهت جلوگیری از خوردگی حین حمل‌ونقل و ساخت، باید توجه ویژه‌ای برای محافظت لبه‌های جوشکاری‌شده، سطوح ماشین‌کاری شده و غیره در نظر داشت.

#### ۶-۸ شکل‌دهی مقاطع دیواره‌های جانبی و ورق‌های سقف و کف

تمامی الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 6.4.1 و 6.4.2 استاندارد API Std 620 باید در ورق‌های مرتبط با این زیربند در نظر گرفته شوند.

#### ۶-۹ حدود رواداری ابعاد

الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 6.5.1 تا 6.5.3، 6.5.5 و 6.5.8 استاندارد API Std 620 باید در حدود رواداری ابعاد در نظر گرفته شوند.

#### ۶-۱۰ انحرافات موضعی

۶-۱۰-۱ فاصله موضعی از شکل طراحی برای دیواره در راستاهای افقی و عمودی نباید از مقادیر مشخص شده در زیر بیشتر باشد. اندازه‌گیری باید با قطعات  $2/5$  m منطبق با شکل دیواره و در فاصله‌ای دور از خطوط جوش انجام شود.

- ورق‌های با ضخامت تا و شامل  $12/5$  mm در فاصله  $16$  mm؛

- ورق‌های با ضخامت بیش از  $12/5$  mm و تا و شامل  $25$  mm در فاصله  $13$  mm؛

- ورق‌های با ضخامت بیش از  $25$  mm در فاصله  $10$  mm.

این فواصل از معیارهای طراحی شکل دیواره باید تدریجی ایجاد شده باشد و تغییرات تندوتیز از شکل دیواره مجاز نیست.

- ۶-۱۰-۲ ورق‌هایی که باید به‌روش جوشکاری لب‌به‌لب به‌هم متصل شوند با دقت روبروی هم قرار گیرند و در حین جوشکاری در محل خود باقی بمانند. ناترازی مرکز ضخامت ورق‌ها نباید از مقادیر زیر بیشتر باشد.
- الف- در اتصالات تکمیل‌شده عمودی، ۱۰٪ ضخامت ورق‌ها یا ۱/۵ mm برای ورق‌های با ضخامت ۱۹ mm و کمتر، ۳ mm برای ورق‌های با ضخامت بیش از ۱۹ mm، هر کدام که کوچکتر باشد؛
- ب- در اتصالات افقی تکمیل‌شده، ۲۰٪ ضخامت ورق بالایی یا ۱/۵ mm برای ورق‌های با ضخامت ۸ mm و کمتر، ۳ mm برای ورق‌های با ضخامت بیش از ۸ mm، هر کدام که کوچکتر باشد.

## ۱۱-۶ فونداسیون

- ۶-۱۱-۱ فونداسیون مخازن ذخیره باید مطابق با استاندارد IPS-E-CE-120 ساخته شوند.
- ۶-۱۱-۲ سطح فونداسیون باید پیش و حین ساخت مخزن کنترل شود. اگر برای ضدآب کردن فونداسیون، سطح نهایی آن با ترکیبی از ماسه و قیر<sup>۱</sup> پوشانده می‌شود، جهت جلوگیری از تخریب این سطوح به هنگام کشیدن ورق‌های کف بر روی ماسه و قیر، بهتر است لبه‌های بیرونی فونداسیون با ورق‌های فولادی موقت پوشانده شود.
- ۶-۱۱-۳ الزامات ارائه‌شده در زیربند 6.5.6.3 استاندارد API Std 620 باید برای فونداسیون‌های بتنی بلوکی<sup>۲</sup> در نظر گرفته شود.
- ۶-۱۱-۴ بعد از کنترل شکل، ارتفاع و تراز فونداسیون مخزن توسط پیمانکار و پیش از آغاز ساخت مخزن، پیمانکار باید مسئولیت کامل تغییرات آتی شرایط محیط زیستی مانند نشست خاک را بپذیرد.
- ۶-۱۱-۵ هنگامی که فونداسیون یک حلقه با دیواره‌های بتنی است، قسمت بالایی این حلقه بتنی باید با حداقل یک لایه ۵ mm از قیر پوشانده شود.
- ۶-۱۱-۶ اگر نشست خاک مشاهده شود، پیمانکار باید سریعاً خریدار را آگاه کند.
- ۶-۱۱-۷ جانمایی محل مخازن باید توسط خریدار یا مهندس مشاور آن مشخص شود و مشخصات خاک یا شرایط محیطی باید توسط پیمانکار ارزیابی شود.

## ۱۲-۶ اندازه‌گیری‌ها

نشست کف و دیواره باید توسط پیمانکار به شرح زیر انجام شود:

1- Bitumen  
2- Slab concrete

الف- اندازه‌گیری نشست دیواره مخزن باید پس از ساخت مخزن، پیش و پس از آزمون هیدرواستاتیک و در حین پُر کردن مخزن از آب در ارتفاع‌های یک‌چهارم، یک‌دوم، سه‌چهارم و کامل پر شده تا ارتفاع طراحی مایع مخزن، صورت پذیرد.

خوانش میزان نشست باید با دقت  $\pm 1/5 \text{ mm}$  انجام شود. حداقل تعداد نقاط اندازه‌گیری باید مطابق با جدول ۱ باشد.

جدول ۱- حداقل تعداد نقاط اندازه‌گیری

| تعداد نقاط اندازه‌گیری<br>(با فواصل یکسان از هم دورتادور دیواره مخزن) | قطر مخزن<br>M |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------|
| ۱۶                                                                    | < ۴۶          |
| ۲۴                                                                    | ۴۶ تا ۶۹      |
| ۳۲                                                                    | ۶۹ تا ۹۹      |
| ۴۸                                                                    | > ۹۹          |

ب- اندازه‌گیری کف داخلی باید پیش و پس از آزمون هیدرواستاتیک انجام شود. چنین اندازه‌گیری باید در فواصل ۱۰ m مطابق با جدول ۲ انجام شود.

جدول ۲- اندازه‌گیری کف داخلی

| تعداد خطوط قطری | قطر مخزن<br>M |
|-----------------|---------------|
| ۴               | < ۴۶          |
| ۶               | ۴۶ تا ۶۹      |
| ۸               | ۶۹ تا ۹۹      |
| ۱۰              | > ۹۹          |

## ۱۳-۶ جوشکاری

### ۱-۱۳-۶ کلیات

۱-۱۳-۶ الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 6.6.1.1 تا 6.6.1.4 و 6.6.2 استاندارد API Std 620 باید در فرایندهای جوشکاری در نظر گرفته شوند.

۲-۱۳-۶ دستورالعمل بازرسی آزمون‌های غیرمخرب و الزامات آزمون باید برای هر سرجوش بر روی نقشه تهیه شده توسط سازنده مشخص شده باشد. این نقشه‌ها باید برای اخذ تأییدیه خریدار ارائه شوند.

۳-۱۳-۶ الکترودهای جوشکاری باید در بسته‌های اصلی خود و در مکانی خشک به نحوی مناسب از

اثرات جوی محافظت شوند. الکترودهای کم‌هیدروژن باید مطابق با پیشنهاد سازنده نگهداری و پخت شوند.

#### ۶-۱۳-۲ تأیید صلاحیت رویه جوشکاری<sup>۱</sup>

الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 6.7.1 تا 6.7.4 استاندارد API Std 620 باید در تأیید صلاحیت رویه جوشکاری در نظر گرفته شود.

#### ۶-۱۳-۳ الزامات تکمیلی

تمامی رویه‌های جوشکاری ارائه شده باید با ذکر شماره منحصربه‌فرد شامل شماره قرارداد و اجزای اصلی مخزن، مشخص شوند. ورقی که برای آزمون تأیید روش جوشکاری استفاده می‌شود باید در محدوده یک‌سوم‌بالایی استحکام نهایی همه ورق‌های موجود باشد که همین روش جوشکاری بر روی آن‌ها اعمال می‌شود. نمونه‌هایی که برای آزمون کشش عرضی انتخاب می‌شوند باید در خارج از ناحیه جوش‌شده، بشکنند. آزمون‌های تأیید کیفیت روش جوشکاری باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

– یک ورق آزمون با جوش لب‌به‌لب در هر یک از موقعیت‌های عمودی و افقی، برای کمترین و بیشترین ضخامت ورق‌های دیواره؛

– یک ورق آزمون با جوش لب‌به‌لب جوش‌شده مطابق با رویه جوشکاری ورق‌های پیرامونی کف<sup>۲</sup>؛

– یک ورق آزمون با جوش گوشه‌ای جوش‌شده مطابق با رویه جوشکاری ورق‌های محیط بیرونی کف به دیواره.

در هر سه کورس، باید یک ورق برای آزمون تولید<sup>۳</sup> و بر روی آن آزمون‌های مشخص شده در سوابق رویه تأیید صلاحیت‌شده (PQR)<sup>۴</sup> انجام شود.

#### ۶-۱۳-۴ آزمون ضربه

آزمون ضربه باید مطابق با روش A مندرج در استاندارد ASTM A370 انجام شود.

#### ۶-۱۳-۵ آزمون جابه‌جایی نوک ترک (CTOD)<sup>۵</sup>

این آزمون‌ها باید برای اندازه‌گیری مقدار CTOD به شکلی که در مجموعه استاندارد BS 7448 شرح داده شده است، طراحی شوند. این آزمون‌ها باید بر روی نمونه‌هایی که از ضخیم‌ترین ورق دیواره گرفته شده و با همان روش جوشکاری و مواد مورد استفاده در ساخت مخزن ساخته شده‌اند (اتصالات افقی و عمودی)، انجام

1- Qualification of welding procedure

2- Annular plate

3- Production test

4- Procedure Qualification Record

5- Crack Tips Opening Displacement

شوند. از نمونه‌های آزمون خمش سه‌نقطه‌ای باید استفاده شود. محل شیار باید روی ورق پایه، ناحیه متأثر از جوشکاری (HAZ)<sup>۱</sup> (۱ mm تا ۴ mm فاصله از خط ذوب) و در فلز جوش (خط مرکزی در پس ریشه) قرار داشته باشد.

روش‌های مکانیک شکست باید به نتایج به‌دست آمده اعمال شود و اندازه بحرانی عیب مطابق با استاندارد BS 7910 تعیین شود.

مقادیر موردنیاز CTOD باید به‌گونه‌ای باشد که عیوبی به اندازه کل ضخامت<sup>۲</sup> با عمقی حداقل برابر با حداکثر ضخامت ورق (با نسبت ۲ به ۱) به‌وسیله سازه، بدون احتمال رشد ناپایدار و سریع عیب (ترک) را تحمل کنند. نتایج جهت بررسی و تأیید باید به خریدار ارائه شوند. تأیید سفارش خرید مواد باید وابسته به ارائه نتایج مناسب باشد.

#### ۶-۱۳-۶ تأیید صلاحیت جوشکاران

الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 6.8.1 تا 6.8.3 استاندارد API Std 620 باید برای تأیید صلاحیت جوشکاران در نظر گرفته شود. آزمون تأیید صلاحیت جوشکار باید بر روی ورق‌های با حداقل ضخامت ۱۹ mm انجام شود.

#### ۶-۱۳-۷ ورق‌های روبه‌روی هم<sup>۳</sup>

۶-۱۳-۷-۱ الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 6.9.1.1 تا 6.9.1.4 استاندارد API Std 620 باید در ورق‌های روبه‌روی هم در نظر گرفته شود.

۶-۱۳-۷-۲ خال جوش‌ها باید به‌وسیله همان نوع الکترودهایی انجام شود که برای جوش پاس ریشه استفاده می‌شود.

۶-۱۳-۷-۳ چنانچه استفاده از نوارهای پشت‌بند مجاز باشد، آنالیز شیمیایی و خواص مکانیکی آن‌ها باید با ورق پایه یکی باشد. ورق‌های جوش‌شده باید به‌نحوی قرار گیرند که فاصله دو درز جوش عمودی کورس‌های کنار هم، چنانچه ممکن باشد حداقل به اندازه یک‌سوم طول ورق از هم فاصله داشته باشند، اما این فاصله در هیچ حالتی نباید کمتر از ۵ برابر ضخامت ورق ضخیم‌تر باشد. توالی جوشکاری، چه برای خال-جوش و چه جوش نهایی ورق‌های کف، دیواره و ورق‌های سقف باید به‌گونه‌ای باشد که پیچش ناشی از انقباض جوش را به حداقل برساند.

1- Heat Affected Zone  
2- Through thickness  
3- Matching plates

**۶-۱۳-۸ چیدمان ورق‌های کف**

۶-۱۳-۸-۱ چیدمان ورق‌های کف باید مطابق با نقشه‌های ساخت باشد. باید به علائم اعمالی روی ورق‌های کف که با توجه به نمودار علائم روی ورق‌ها اعمال شده و توسط سازنده ورق‌ها برای استفاده پیمانکار ارائه شده است، توجه شود.

۶-۱۳-۸-۲ برای ورق‌های کف با نحوه اتصال روی هم، چیدن ورق‌های کف باید از ورق مرکزی شروع شود و هم‌پوشانی ورق‌های بعدی به طرف مرکز مخزن و مطابق با شکل ۴ باشد.

۶-۱۳-۸-۳ برای اتصالات لب‌به‌لب کف، ورق‌ها باید مطابق با شکل ۵ چیده و جوش شوند.

۶-۱۳-۸-۴ اتصالات گوشه بین ورق‌های کف که روی هم افتاده‌اند و نیز اتصالات گوشه بین ورق‌های کف و دیواره باید حداقل از دو پاس جوشکاری تشکیل شده باشند.

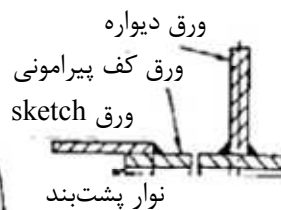
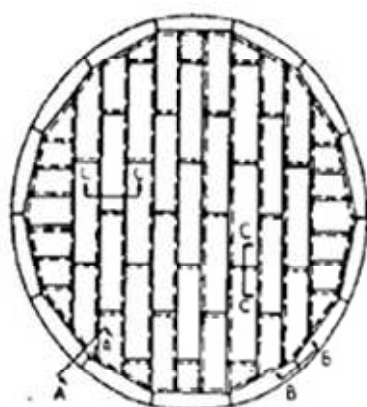
**۶-۱۳-۹ چیدمان ورق‌های دیواره**

۶-۱۳-۹-۱ در هنگام چیدن کورس پایینی ورق‌های دیواره، درحالی که عمودی بودن ورق‌ها و دوار بودن کورس کنترل می‌شود باید انقباض اتصالات عمودی در حین جوشکاری لحاظ شود و پیش از آنکه این کورس پایینی با خال جوش به کف وصل شوند، باید با گیره‌های فلزی یا دیگر ابزارهای متصل به ورق‌های کف در محل خود نگه داشته شوند.

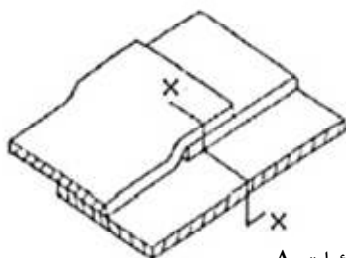
**۶-۱۳-۹-۲ محافظت از ورق‌های دیواره در هنگام نصب**

پیمانکار باید روش‌های مناسبی را که به توافق با خریدار رسیده است، برای محافظت از ورق‌های دیواره حین نصب به کار گیرد. هنگامی که خریدار الزام کند، تمام جزئیات این روش‌ها باید در دسترس قرار گیرند. استفاده از سیم مهار<sup>۱</sup> یا کابل فولادی به‌تنهایی توصیه نمی‌شود و بهتر است ملاحظات<sup>۲</sup> برای استفاده از بادبندهای موقتی در نظر گرفته شود.

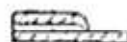
1- Wire guy  
2- Wind girder



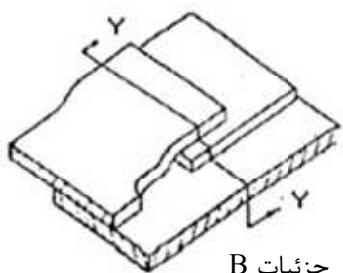
چیدمان متداول ورق کف



جزئیات A



برش X-X



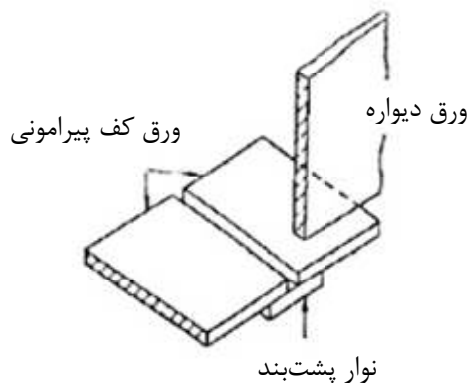
جزئیات B



برش Y-Y



برش C-C



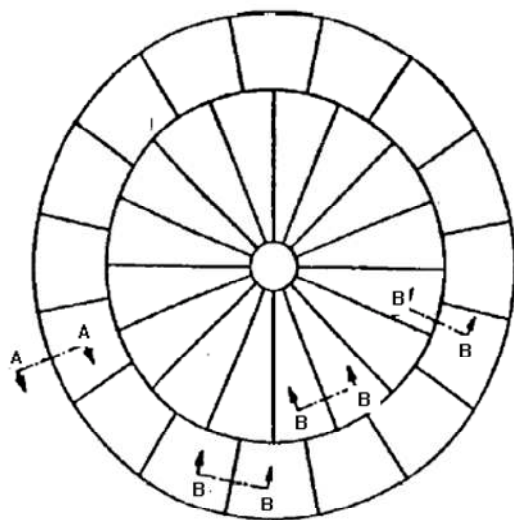
برای جزئیات جوشکاری لب به لب به برش B-B

(شکل ۵) مراجعه شود.

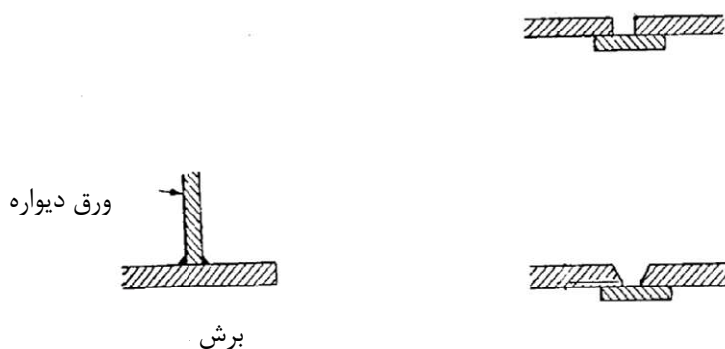
اتصال ورق پیرامونی کف زیر ورق دیواره

اتصالات عرضی در ورق‌های کف که در آن سه ضخامت وجود دارد

شکل ۴- ورق‌های کف با اتصال روی هم<sup>۱</sup>



چیدمان متداول کف به روش محوری



شکل ۵- اتصال لب به لب ورق های کف

#### ۱۰-۱۳-۶ نصب سقف

۱-۱۰-۱۳-۶ پیش از آنکه نصب چهارچوب سقف آغاز شود، دیواره مخزن باید برای وجود نشست نامتقارن کنترل شود و هرگونه ناترازی بالای دیواره مخزن قبل از قرار دادن اجزای سقف اصلاح شوند.

۲-۱۰-۱۳-۶ تکیه گاه های موقت برای نصب چهارچوب سقف، باید تا زمان تکمیل چهارچوب های اولیه و ثانویه سقف؛ در موقعیت خود باقی بمانند.

۱- محدودیت همپوشانی ورق های کف و ورق های کف پیرامونی (annular Plate) منجر به برش ورق ها مطابق میزان همپوشانی است که به آن ورق های برش خورده و غیرمستطیلی، ورق های Sketch می گویند.

۳-۱۰-۱۳-۶ هنگامی که ورق های سقف بر روی چهارچوب سقف سوار می شوند، باید توجه داشت که از اعمال بار بیش از حد نامتقارن به اجزای سقف ناشی از تجمع ورق های سقف در یک ناحیه جلوگیری کرد.

۴-۱۰-۱۳-۶ استحکام تکیه گاه های موقت باید با در نظر گرفتن بدترین شرایط بارگذاری، محاسبه شود.

#### ۱۱-۱۳-۶ جوش اتصالات

جوش اتصالات برای مهارهای مخزن، تقویت کننده های دیواره<sup>۱</sup>، تکیه گاه عایق ها، گیره های راه پله ها، تکیه گاه لوله ها و اجزای مشابه به صورت جوش گوشه ای پیوسته می باشد، مگر آنکه خریدار روش دیگری را مشخص کرده باشد.

#### ۱۲-۱۳-۶ تمیزکاری سطوح

الزامات ارائه شده در زیربندهای 6.10.1 تا 6.10.4 استاندارد API Std 620 باید در تمیزکاری سطوح در نظر گرفته شود. راه پله ها، نرده های محافظ و تمامی اجزای سازه ای که از فولاد کربنی ساخته شده اند، باید کاملاً تمیز شوند و زنگار و پوسته شدگی های فلز با اسیدشویی<sup>۲</sup> یا تمیزکاری پاششی<sup>۳</sup> حذف شوند و سریعاً پس از تمیزکاری با یک لایه آستر<sup>۴</sup> رنگ شوند. شیوه و حجم تمیزکاری سطوح و رنگ آمیزی تمامی دیگر مواد باید توسط خریدار مشخص شود.

#### ۱۳-۱۳-۶ سایر الزامات جوشکاری

الزامات ارائه شده در زیربندهای 6.11 تا 6.17 و 6.19 استاندارد API Std 620 باید در جوشکاری در نظر گرفته شود.

#### ۱۴-۶ تنش زدایی حرارتی<sup>۵</sup>

الزامات ارائه شده در زیربندهای 6.18.1 و 6.18.2 استاندارد API Std 620 باید در تنش زدایی حرارتی در نظر گرفته شود. دستورالعمل تنش زدایی و گواهی نامه ها باید جهت تأیید به خریدار ارائه شود.

#### ۱۵-۶ سختی<sup>۶</sup>

سختی قطعات شکل دهی شده به روش گرم، فلز جوش و ناحیه متأثر از جوشکاری تمامی جوش ها در مواد با دسته بندی جوش پذیری P-No:1 نباید بیشتر HB ۲۲۵ باشد.

---

1- Shell stiffener  
2- Pickling  
3- Blasting  
4- Primer coating  
5- Thermal stress relief  
6- Hardness

در صورتی که طراحی و ساخت مخازن ذخیره مطابق پیوست ب و Annex R استاندارد API Std 620 انجام شود، پیمانکار باید جوش‌های تولیدی اولیه برای هر فرایند جوشکاری، هر فلز پُرکننده جوشکاری<sup>۱</sup> و شیوه جوشکاری را سختی‌سنجی کند.

## ۷ بازرسی، ارزیابی و آزمون

۷-۱ الزامات ارائه‌شده در زیربندهای ۷.۱ تا ۷.۶ و ۷.۸ تا ۷.۱۴ استاندارد API Std 620 باید در بازرسی در نظر گرفته شود.

### ۷-۲ میزان و حجم آزمون‌های غیرمخرب جوش

آزمون‌های غیرمخرب باید مطابق با استاندارد ASME BPVC Section V و حداقل ۲۴h بعد و حداکثر یک هفته پس از تکمیل جوش انجام شود.

#### ۷-۲-۱ جوش‌های لب‌به‌لب

- تمامی جوش‌های لب‌به‌لب در اجزای مخزن در تماس با مایع باید ۱۰۰٪ پرتونگاری شوند؛
- جوش‌های لب‌به‌لب در اجزای مخزن مایع ثانویه باید حداقل ۵٪ پرتونگاری شوند. ۵۰٪ این فیلم‌های پرتونگاری باید در محل تقاطع درز جوش‌های افقی و عمودی و در راستای جوش عمودی باشد؛
- تمامی جوش‌های لب‌به‌لب در ورق‌های پیرامونی کف در کل طول آن باید پرتونگاری شوند؛
- جوش‌های لب‌به‌لب طولی و محیطی اقلام لوله‌کشی باید ۱۰۰٪ پرتونگاری شوند؛
- بازرسی آزمون فراصوت کل درزجوش‌های عمودی و تقاطع درزجوش‌های عمودی و افقی برای ورق‌های با ضخامت بیش از ۲۰ mm باید انجام شود. در تقاطع‌ها حداقل ۳۰۰ mm هر طرف درزجوش عمودی باید مورد آزمون قرار گیرد؛
- ۱۰۰٪ جوش‌های لب‌به‌لب کف به دیواره و تقویت‌کننده‌های دیواره<sup>۲</sup> باید پرتونگاری شوند؛
- معیار پذیرش‌ها باید مطابق با زیربند ۷-۳-۱-۳ باشد.
- الزامات ارائه‌شده در زیربندهای ۷.۱۷.۲ و ۷.۱۷.۴ استاندارد API Std 620 باید در آزمون موضعی<sup>۳</sup> اتصالات جوشی در نظر گرفته شود.

1- Filler Metal  
2- Side wall stiffener  
3- Spot examination

## ۲-۲-۷ جوش‌های گوشه‌ای

- تمامی جوش‌های گوشه‌ای در اجزای اولیه باید مورد آزمون مایعات نافذ یا ذرات مغناطیسی قرار گیرند. آزمون ذرات مغناطیسی بر آزمون مایعات نافذ اولویت دارد، مگر آنکه عملی نباشد. آزمون ذرات مغناطیسی نباید بر روی فولادهای دارای ۹٪ نیکل انجام شود؛
- تمامی جوش‌های گوشه‌ای باید برای یافتن ترک به‌وسیله یکی از روش‌های ممکن زیر مورد آزمون قرار گیرند:
- آزمون جعبه خلأ با فشار ۶۵۰ mbar مطلق (۳۵۰ mbar خلأ)؛
- آزمون فشار هوا<sup>۱</sup>؛
- آزمون مایعات نافذ.
- تمامی جوش‌های گوشه‌ای ورق‌های کف مخازن بیرونی و درونی باید با روش جعبه خلأ آزموده شوند.

## ۳-۲-۷ آزمون تأیید نوع آلیاژ

آزمون تأیید نوع آلیاژ مواد که به آزمون آنالیز شیمیایی (PMI)<sup>۲</sup> هم شناخته می‌شود باید بر روی حداقل ۵٪ مواد فلز جوش و مواد جوشکاری و فلز پایه انجام شود. چنانچه نتایج نشان از ناهمخوانی آلیاژ جوش داشته باشد، به‌شدت آزمون‌های پیش‌رونده<sup>۳</sup> با درصدهای بسیار سخت‌گیرانه باید جهت اطمینان از وضعیت کلیه جوش‌های دیگر انجام شود. در خصوص این نوع بازرسی، چنانچه هرگونه مغایرتی ملاحظه شود، بازرسی جوش پیمانکار باید اخراج شود.

## ۳-۷ روش‌های آزمون و معیار پذیرش

## ۱-۳-۷ روش پرتونگاری

۱-۱-۳-۷ الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 7.15.1.1 و 7.15.1.2 و 7.15.1.5 و 7.15.1.6 استاندارد API Std 620 باید در نظر گرفته شود.

۲-۱-۳-۷ کنترل کیفیت باید به‌صورت پیش‌رونده بر روی کل کار برای الزامات ارائه‌شده در زیربند 7.15.1.1 استاندارد API Std 620 انجام شود.

---

1- Pneumatic test

2- Positive Material Identification

۳- هنگامی‌که عیبی با استفاده از یک روش آزمون غیرمخرب تشخیص داده شود، جهت اطمینان از صحت باقی کارهای انجام‌شده توسط تیم جوشکاری (جوشکار و مسئول Fit up و سرپرست جوش) تولیدکننده جوش معیوب؛ مازاد بر نیاز استاندارد، نقشه‌ها و مدارک پروژه با استفاده از همان نوع آزمون غیرمخرب به کار رفته جهت تشخیص عیب به‌صورت اضافه‌تر (معمولاً دو برابر) از کارهای این تیم جوشکاری مورد آزمون قرار می‌گیرند.

۷-۳-۱-۳ جوش‌هایی که به وسیله پرتونگاری یا دیگر روش‌ها دارای عیب یا نقصان مشخص شده در زیر تشخیص داده شده‌اند باید مردود اعلام شوند و بازرس جوش خریدار یا نماینده آن، باید تعیین کند که تا چه حدی جوش‌ها تعمیر شوند.

الف- ترک از هر نوع و با هر اندازه‌ای؛

ب- ذوب ناقص یا عدم نفوذ کافی؛

پ- دخول سرباره<sup>۱</sup>؛

ت- تخلخل<sup>۲</sup>؛

ث- نشانه‌های خطی<sup>۳</sup> که ممکن است نشان‌دهنده عدم ذوب یا عدم نفوذ هستند؛

ج- عیوب دیگر باید مطابق با استاندارد ASME BPVC Section VIII-1 ارزیابی شوند.

۷-۳-۱-۴ اگر بنا به نظر بازرس، فیلم‌های پرتونگاری عیوب غیرقابل قبولی<sup>۴</sup> را نشان دهند، جوش‌های معیوب باید برداشته شوند و تحت نظر بازرس مجدد جوشکاری انجام شود.

۷-۳-۱-۵ جوش‌های آلومینیوم باید مطابق با الزامات ارائه شده در استاندارد API Std 620 در نظر گرفته شود.

۷-۳-۱-۶ الزامات مرتبط با روش‌های آزمون ارائه شده در زیربندهای 7.15.2 تا 7.15.4، 7.15.6 و 7.15.7 استاندارد API Std 620 باید در آزمون‌های غیرمخرب در نظر گرفته شود.

## ۷-۳-۲ بازرسی چشمی

۷-۳-۲-۱ تمامی جوش‌ها باید توسط بازرسان جوش توانمند پیمانکار از نزدیک و پیش از آغاز، در حین و پس از اتمام جوشکاری، مورد بازرسی چشمی دقیق قرار گیرند و هرگونه عیب یا روش اشتباه جوشکاری به سرعت ممکن اصلاح شود.

۷-۳-۲-۲ بازرسی چشمی باید نشان‌دهنده رعایت الزامات زیر باشد:

الف- جوش‌ها مطابق با الزامات طراحی ایجاد شده‌اند؛

ب- شکل ظاهری جوش‌های لب‌به‌لب یکنواخت است، تحدب کمی دارند و لبه پاس‌های جوشکاری روی هم قرار ندارد؛

1- Slag inclusion  
2- Porosity  
3- Linear indication  
4- Objectionable defects

- پ- شکل ظاهری جوش‌های گوشه‌ای به گونه‌ای است که اختلاف اندازه ساق جوش در حد ۱/۵ mm است و جوش‌ها تحذب کمی دارند و لبه پاس‌های جوشکاری روی هم قرار ندارد؛
- ت- ارتفاع و فاصله مهره‌های جوش، یکنواخت هستند؛
- ث- برجستگی و فرورفتگی بارزی ناشی از آغاز یا پایان جوشکاری در مهره‌های جوش وجود ندارد؛
- ج- سطح جوش، عاری از فرورفتگی و سرباره به دام افتاده در جوش است و هیچ گونه تخلخلی بر روی سطح آن دیده نمی‌شود.

### ۳-۳-۷ آزمون‌های فشار هوا (نیوماتیک)<sup>۱</sup> و آزمون هیدرواستاتیک

#### ۴-۳-۷ کلیات

۱-۴-۳-۷ کیفیت آب آزمون هیدرواستاتیک باید مطابق با موارد زیر باشد:

الف- مخازن فولاد کربنی، اگر آب شور برای آزمون استفاده شود و بیش از ۳۰ روز در مخزن بماند، یک زداینده اکسیژن<sup>۲</sup> و یک جلوگیری کننده از خوردگی (CI)<sup>۳</sup> باید اضافه شود. پس از آزمون، مخزن باید کاملاً با آب تمیز و شیرین شسته شده و خشک شود؛

ب- مخازن فولادهای زنگ‌زن و آلومینیومی، تنها آب دارای یون‌های کلر کمتر از ۱۵۰ ذره در میلیون (۱۵۰ mg/kg) باید استفاده شود.

آب آشامیدنی این الزامات را برآورده می‌کند. پیشنهادهای مربوط به استفاده از آبی با الزاماتی متفاوت از این‌ها باید برای تأیید به خریدار ارائه شود.

۲-۴-۳-۷ آزمون هیدرواستاتیک باید در ساعات روشن روز آغاز و پایان یابند.

۳-۴-۳-۷ پیمانکار باید:

- الف- مخزن را با آزمون هیدرواستاتیک آزمون کند که این امر شامل پُر و خالی کردن آب نیز می‌شود؛
- ب- تمامی خطوط موردنیاز برای آزمون را از نقطه تأمین آب تا محل ذخیره آب تدارک دیده، اجرا کرده و جمع‌آوری کند؛

پ- پس از آزمون هیدرواستاتیک هرگونه آب راکد، گل و خاک باقیمانده در مخزن را تمیز کند به نحوی که مخزن داخلی جارو خورده، تمیز و آماده راه‌اندازی باشد؛

ت- تمامی تجهیزات مشخص شده و خواسته شده از سوی خریدار را نصب کرده و آزمون کند.

1- Pneumatic  
2- Oxygen scavenger  
3- Corrosion inhibitor

#### ۴-۴-۳-۷ مقدمات آزمون

الزامات ارائه شده در زیربند 7.18.2 استاندارد API Std 620 باید در آزمون آب در نظر گرفته شود. ورق‌های تقویت کننده نازل‌ها<sup>۱</sup> و دریچه‌های آدم‌رو<sup>۲</sup> باید به وسیله فشار هوا و کف صابون، پس از جوشکاری به دیواره مخزن، مورد آزمون قرار گیرند. هیچ مقدار نشتی هوا مجاز نیست.

#### ۵-۳-۷ آزمون ترکیبی هوا-آب

۱-۵-۳-۷ هنگامی که دیواره مخزن با آب آزموده می‌شود، همچنان که هنوز مخزن پر از آب است، سقف به وسیله دمش هوا به زیر ورق‌های سقف آزموده می‌شود. برای یافتن نشتی‌ها، کف صابون یا مواد جایگزین باید بر روی همه اتصالات سقف اعمال شود.

۲-۵-۳-۷ آزمون آب نباید در کورس‌های پایین دیواره تنشی بیش از حدود ارائه شده در جدول ۳ ایجاد کند.

جدول ۳- حدود تنش

| حد تنش<br>درصد از حداقل استحکام تسلیم<br>مشخص شده یا تضمین شده در دمای اتاق | ماده ساخت مخزن        |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| ۹۰                                                                          | فولاد آهنی            |
| ۱۰۰                                                                         | فولاد زنگ‌زن آستینیتی |
| ۱۰۰                                                                         | مواد غیر آهنی         |

۳-۵-۳-۷ الزامات ارائه شده در زیربندهای 7.18.3.3 و 7.18.3.5 استاندارد API Std 620 باید در آزمون آب در نظر گرفته شود.

۴-۵-۳-۷ مخازنی که نیازمند زمان طولانی آبگیری هستند، به خاطر مشکلات ناشی از پایداری خاک باید مشخص شوند.

#### ۵-۵-۳-۷ دمای آب و نرخ پُر کردن آب

نرخ پُر کردن آب برای آزمون نباید از حدود ارائه شده در جدول ۴ بیشتر شود.

1- Nozzles  
2- Manway

## جدول ۴- نرخ پُر کردن آب

| نرخ پُر کردن<br>mm/h | بخش مخزن                                    | ضخامت ورق کورس<br>پایینی<br>Mm |
|----------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|
| ۳۰۰<br>۴۵۰           | کورس بالایی<br>زیر کورس بالایی              | < ۲۲                           |
| ۲۲۵<br>۳۰۰<br>۴۵۰    | یکسوم بالایی<br>یکسوم میانی<br>یکسوم پایینی | ≥ ۲۲                           |

۷-۳-۵-۶ الزامات ارائه شده در زیربندهای 7.18.8 و 7.18.10 استاندارد API Std 620 باید در آزمون‌های فشار هوا و هیدرواستاتیک در نظر گرفته شود.

۷-۳-۵-۷ الزامات ارائه شده در زیربندهای 7.19 و 7.20 استاندارد API Std 620 باید در آزمون‌های گواه<sup>۱</sup> در تعیین حدود مجاز فشار کاری و فشار آزمون در نظر گرفته شود.

## ۸ ثبت علائم بر روی ورق‌ها

تمامی ورق‌ها و اجزای سازه‌ای باید مطابق با نمودار علائم که توسط سازنده ورق‌ها ارائه شده است، نشانه‌گذاری شوند که این علامت‌گذاری باید دیگر علائمی که نصب آن‌ها را تسهیل می‌کند را نیز شامل شود. علائم نصب باید به صورت واضح روی ورق‌ها و اجزای سازه‌ای با علائمی با حداقل ارتفاع ۵۰ mm رنگ‌آمیزی شوند، در جایی که عملی باشد و بر روی ورق‌های دارای انحنا این علائم باید روی سطح درونی اعمال شوند. در جایی که لازم باشد، علائم نصب ممکن است با حکاکی علائم با ارتفاعی حداقل ۱۳ mm اعمال شوند؛ در این حالت برای ورق‌ها محل اعمال علائم باید حداقل ۱۵۰ mm از هر لبه فاصله داشته باشد. اعمال علائم با رنگ، اسپری و شابلون<sup>۲</sup> تا زمانی که لایه آستر رنگ خشک نشده است، نباید انجام شود.

۹ عایق‌کاری، رنگ‌آمیزی و ضدحریق کردن<sup>۳</sup>

در صورت لزوم، عایق حرارتی باید پس از تکمیل تمام کارهای دیگر نصب، به همان نحوی که در دستورالعمل نصب عایق مشخص شده است؛ نصب شود. اگر لازم باشد، رنگ‌آمیزی داخل و خارج مخازن ذخیره باید مطابق با الزامات جدول 1 پیوست C استاندارد IPS-E-TP-100، انجام شود.

1- Proof tests  
2- Stenciling  
3- Fireproofing

ضدحریق کردن تکیه‌گاه‌های مخزن و تکیه‌گاه‌های سامانه لوله‌کشی (در صورت وجود) درون محوطه دیواره حائل ذخیره‌سازی<sup>۱</sup> سرویس مادون سرد باید همانگونه که مشخص شده است توسط پیمانکار انجام شود.

#### ۱۰ پلاک مشخصات<sup>۲</sup>

ثبت مندرجات پلاک مشخصات باید مطابق با بند ۸ استاندارد API Std 620 باشد.

#### ۱۱ تجهیزات کاهنده فشار و خلأشکن

۱-۱۱ الزامات ارائه‌شده در زیربندهای ۹.۱ و ۹.۳ تا ۹.۷ استاندارد API Std 620 باید درخصوص تجهیزات کاهنده فشار و خلأشکن در نظر گرفته شود. در صورت موافقت خریدار، استفاده از الزامات استاندارد ISO 28300 به جای استاندارد API Std 2000 درخصوص زیربند ۹.۴ استاندارد API Std 620، امکان‌پذیر است.

#### ۱۱-۲ تجهیزات کاهنده فشار

الزامات ارائه‌شده در زیربند ۹.۲ استاندارد API Std 620 درخصوص تجهیزات کاهنده فشار باید در نظر گرفته شود. هنگام تعیین حداکثر ظرفیت جریان لازم، تأثیر موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

الف- از دست رفتن محصول؛

ب- خرابی شیر کنترلی؛

پ- سرریز شدن مایع؛

ت- جابجایی بخار هنگام پُر شدن مخزن؛

ث- نرخ تخلیه محصول؛

ج- ظرفیت مکش کمپرسور؛

چ- نشت گرما به مخزن از هوای اطراف مخزن؛

ح- تغییرات فشار بارومتریک<sup>۳</sup>؛

خ- قرار گرفتن در معرض آتش؛

د- هر شرایط خاص دیگر.

1- Within dikes of tankage

2- Nameplate

3- Barometric pressure

سامانه کاهنده باید توانایی آزادسازی ظرفیت جریان برای بزرگ‌ترین رویداد محتمل یا بیشترین ترکیب محتمل از بین رویدادها را داشته باشد.

یک شیر کاهنده فشار ممکن است به‌نحوی انتخاب شده باشد که الزامات را برآورده کند. با این حال برای سهولت بازرسی و تعمیر و نگهداری، یک شیر مشابه با همان ظرفیت باید نصب شود.

هنگامی که چند شیر برای ایجاد ظرفیت تخلیه نیاز باشد، توصیه می‌شود که اندازه و ظرفیت همه آن‌ها یکی باشد و حداقل یک شیر اضافی برای هر یک از شرایط معمول و اضطراری سامانه نصب شود.

## پیوست الف

## (آگاهی دهنده)

## رویه‌های پیشنهادی مربوط به فونداسیون

الف-۱ کلیات و الزامات مرتبط با رویه‌های پیشنهادی مرتبط با فونداسیون مطابق با زیربندهای C.1 و C.2 و C.4 تا C.12 استاندارد API Std 620 است.

## الف-۲ طراحی

کلیات مرتبط با طراحی مطابق با زیربند C.3 استاندارد API Std 620 است.

الف-۲-۱ طراحی فونداسیون از شرایط زیر تأثیر می‌پذیرد.

الف-۲-۱-۱ دما و چگالی محصولی که ذخیره می‌شود. این موارد بارهای اعمالی بر فونداسیون را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

## الف-۲-۱-۲ ابعاد مخزن

ارتفاع مخزن، بارهای وارده بر فونداسیون و قطر مخزن، انقباض حرارتی و طراحی مهارتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

الف-۲-۱-۳ شرایط لایه زیرین<sup>۱</sup>

این لایه‌ها به صورت کلی پایداری سازه را تحت تأثیر قرار می‌دهند و نشست نسبی پیرامونی و لبه نسبت به مرکز را تحت تأثیر قرار می‌دهند که آن نیز به نوبه خود می‌تواند کارایی عایق کف را متاثر کند. نشست بیش از حد می‌تواند منجر به شکست عایق و آسیب به مخزن شود (به زیربند الف-۲-۲ مراجعه شود).

## الف-۲-۱-۴ بارهای فونداسیون ناشی از راه‌اندازی کامل یا آزمون

تمامی بارهای مشخص شده در این استاندارد برای طراحی و آزمون مخازن و مهارتی‌ها باید در نظر گرفته شوند. با توافق میان خریدار، مهندس مشاور و پیمانکار طراح می‌توان ترکیب بارهای مرتبط با آزمون آب را لحاظ نکرد و تنها جهت انجام آزمون آب، تمهیداتی را به هنگام اجرای آزمون مدنظر قرار داد.

---

1- Substrata

**الف-۲-۱-۵ بارهای زلزله‌ای**

با هدف طراحی فونداسیون، توصیه می‌شود بلندشدگی برای بارهای طراحی مهاري محاسبه شود. پیشنهاد می‌شود ضریب اطمینان کمتر از ۱/۵ برای بارهای طراحی مهاري بالا، در نظر گرفته نشود.

**الف-۲-۲ محدودیت‌های نشست**

پیشنهاد می‌شود طراحی فونداسیون با در نظر گرفتن عوامل پیش‌گفته شده که ممکن است مقدار نشست محتمل در زمان آزمون هیدرولیک و به تبع آن در زمان راه‌اندازی را تحت‌تأثیر قرار دهد، انجام شود.

توصیه می‌شود نشست نسبی در راستای قطر فونداسیون (یعنی کج‌شدگی یکپارچه کف) از ۲۵ mm به ازای هر ۳۰ m قطر مخزن بیشتر نباشد.

توصیه می‌شود نشست نسبی بین لبه و مرکز از مقدار ۵ mm به ازای هر ۱۵ m بیشتر نباشد. چنانچه طراحی فونداسیون شامل یک حلقه از بتن مسلح باشد، توصیه می‌شود که اطمینان حاصل شود که مشخصات نشست نسبی دیواره حلقه و محتویات درون حلقه به‌گونه‌ای نیستند که منجر به نشست نسبی موضعی دیواره درونی حلقه بتن مسلح شوند.

توصیه می‌شود نشست نسبی پیرامون مخزن از ۱۳ mm به ازای هر ۹ m طول بیشتر نباشد و مقدار آن برای هر دو نقطه‌ای از محیط مخزن از ۲۵ mm بیشتر نباشد.

مرجع اندازه‌گیری این نشست‌های نسبی باید همان پروفیل ساخت اولیه بالای کف مخزن باشد.

**الف-۲-۳ پایش نشست****الف-۲-۳-۱ کلیات**

سامانه پایش نشست باید با هدف پایش سطح کف فونداسیون پیش، در حین و پس از آزمون آب و در فواصل زمانی منظم برای مخازن در سرویس استفاده شود. دو سامانه جداگانه مستقل باید استفاده شود. در هر فونداسیون مخزن دو مجرای لوله‌ای که با زاویه  $90^\circ$  نسبت به هم قرار داده شده‌اند، موردنیاز است. سازنده باید مقدار مجرای لوله‌ای و اتصالات موردنیاز را پیشنهاد دهد. غلاف شیب‌سنج<sup>۱</sup> باید پیش از ریختن بتن کف، با استفاده از سیم‌های فولادی به آرماتور فونداسیون محکم شود

**الف-۲-۳-۲ پایش کج‌شدگی**

انحراف از لبه تا مرکز باید به‌وسیله پروب<sup>۲</sup> شیب‌سنج‌های قابل حمل قرار داده شده در غلاف کابل نصب شده در کف مخزن، پایش شود.

1- Inclinator

2- Probe

## پیوست ب

## (الزامی)

مخازن ذخیره کم فشار برای گازهای مایع شده در دماهای پایین تا  $198^{\circ}\text{C}$  -

ب-۱ کلیات و مواد مرتبط با این نوع مخازن باید مطابق با زیربندهای Q.1 و Q.2 و الزامات مرتبط با رویه‌های جوشکاری مطابق با زیربند Q.4 و الزامات مرتبط با آزمون‌ها، فونداسیون و ثبت مندرجات پلاک مشخصات باید مطابق با زیربندهای Q.6 تا Q.10 استاندارد API Std 620 باشد.

## ب-۲ طراحی

الزامات مرتبط با طراحی این نوع مخازن باید مطابق با زیربندهای Q.3.1 و Q.3.9 استاندارد API Std 620 باشد.

## ب-۳ الزامات بدنه

ب-۳-۱ الزامات مرتبط با بدنه باید مطابق با زیربندهای Q.3.10.1 و Q.3.10.3 استاندارد API Std 620 باشد.

ب-۳-۲ برای مخازن ذخیره عمودی استوانه‌ای کم فشار، برای دماهای پایین تا حد  $198^{\circ}\text{C}$ ، ضخامت ورق دیواره مخازن دوجداره باید به صورت زیر تعیین شود.

فشار طراحی داخلی نباید از  $14\text{ kPa}$  ( $140\text{ mbar}$ ) و فشار خلأ داخلی نباید از  $0.76\text{ kPa}$  ( $6\text{ mbar}$ ) برای مخازن دوجداره بیشتر شود.

## ب-۴ محفظه ثانویه مایع

حداقل ضخامت ورق دیواره طبق معادله (ب-۱) محاسبه می‌شود.

$$t = \frac{PD}{20SE} \quad (\text{ب-۱})$$

که در آن:

$t$  ضخامت ورق دیواره محاسبه شده، برحسب میلی‌متر؛

$P$  فشار داخلی، حاصل ترکیب فشار گاز داخلی و فشار عایق، برحسب میلی‌بار؛

$S$  تنش طراحی مجاز، برحسب نیوتن بر میلی‌مترمربع؛

$D$  قطر مخزن، برحسب متر؛

$E$  ضریب کارایی اتصال.

#### ب-۵ الزامات ساخت، دریچه‌ها، آزمون و ارزیابی

##### ب-۵-۱ الزامات متفرقه برای محفظه‌های اولیه و ثانویه مایع و سقف‌های با دمای بسیار پایین<sup>۱</sup>

یادآوری- سقف‌های با دمای بسیار پایین در استاندارد API Std 625 تعریف شده است.

ب-۵-۱-۱ الزامات مرتبط با محفظه‌ها باید مطابق با ردیف‌های a تا c و e تا f زیربند Q.5.1.1 استاندارد API Std 620 باشد.

ب-۵-۱-۲ ردیف زیر علاوه بر ردیف‌های زیربند ب-۵-۱-۱ باید در نظر گرفته شود.

اگر اتصال گوشه دوطرفه استفاده شود، این اتصال باید با حداقل دو پاس جوش ایجاد شود و حداقل اندازه جوش گوشه‌ای باید برابر ضخامت ورق‌های کف پیرامونی باشد. تک‌خال‌های جوش گوشه‌ای کف به دیواره، اگر به کار گرفته شود، باید پیش از جوشکاری جوش گوشه‌ای برداشته شوند.

ب-۵-۲ الزامات مرتبط با طراحی مخازن باید مطابق با زیربندهای Q.5.2 و Q.5.13 استاندارد API Std 620 باشد.

##### ب-۵-۳ عایق

##### ب-۵-۳-۱ کلیات

مخازن ذخیره دما پایین، به خاطر پایین بودن دمای تبخیر محصول ذخیره شده در آن‌ها، نیاز به عایق‌شدن دارند. مقدار عایق کافی برای موارد زیر موردنیاز است.

– به حداقل رساندن نشت گرما به داخل؛

– نگهداشت مخزن بیرونی نزدیک به دمای محیط؛

– به حداقل رساندن تقطیر و اثرات ایجاد یخ.

الزامات این زیربند باید به عنوان حداقل ملاحظات در نظر گرفته شود و توصیه می‌شود طراحی جزئیات سامانه عایق با همکاری مهندس مشاور توانمند انجام شود.

1- Refrigerated roof temperature

توصیه می‌شود طراحی عایق کف و فونداسیون مخزن با هم در نظر گرفته شوند و جایی که فونداسیون بدون فاصله هوایی بر روی سطح زمین ساخته می‌شود نیاز به گرمایش فونداسیون برای جلوگیری از برآمدگی زمین ناشی از یخزدگی باید لحاظ شود.

ب-۳-۵ توصیه می‌شود طراحی عایق هرگونه جابجایی گرمایی مخزن که محتمل است در حین سرویس اتفاق افتد را در نظر گیرد و توصیه می‌شود اتصالات انبساطی و انقباضی مناسب در نقاط ناپیوستگی مانند اتصالات دیواره به سقف در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود عایق به شکل ذاتی سدکننده بخار بوده یا شامل یک لایه سدکننده بخار باشد. توصیه می‌شود عایق در برابر شرایط آب و هوایی مقاوم بوده و در جایی که مطلوب است مقاوم در برابر آتش‌سوزی باشد.

**پیوست پ****(الزامی)****مخازن ذخیره با فولاد زنگ‌نزن آستنیتی**

- پ-۱ الزامات مرتبط با این نوع مخازن باید مطابق با پیوست S استاندارد API Std 620 باشد.
- پ-۲ الزامات کلی بسته‌بندی باید مطابق با موارد ارائه‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۶۵ باشد.

**کتابنامه**

[1] ASME B31.3, Process piping