

Petroleum industry- Fired heaters- General requirements

صنعت نفت – گرمکن‌های مشعل‌دار – الزامات عمومی

ویرایش دوم

شهریور 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 ۱۴۰۱/۰۶/۱۲ با شماره (INSO 23338) 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

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 روزرسانی 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، نهادها، 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)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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 - گرمکن‌های مشعل‌دار - 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:

امینی جاوید، قاسم

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

کارشناس ارشد مکانیک - شرکت پالایش نفت کرمانشاه

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اتابک، مجید

(کارشناسی مهندسی نفت)

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

حمداله‌زاده کیوی، ارژنگ

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد و متالورژی - جوشکاری)

رئیس بازرسی فنی - شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران

دهقان، مهدی

(کارشناسی ارشد مهندسی فناوری تبدیل گاز)

رئیس اداره مهندسی بازرسی فنی - سازمان منطقه ویژه اقتصادی
 انرژی پارس

رفیع‌زاده، سیامک

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی)

کارشناس سامانه‌های خوردگی فلزات و حفاظت صنعتی - شرکت
 نفت و گاز پارس

شیخ‌حسن، سعید

(کارشناسی مهندسی مکانیک - حرارت و سیالات)

کارشناس ارشد طراحی مکانیک - شرکت نفت و گاز پارس

قنبری، آرش

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

مسئول پروژه - پژوهشگاه صنعت نفت

لطفی‌فر، نسترن

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی جامدات)

رئیس مهندسی مکانیک - شرکت نفت و گاز پارس

نخعی‌شریف، محمد

(کارشناسی مهندسی بازرسی فنی)

کارشناس بازرسی فنی - شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب

نیکنام، قاسم

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد و متالورژی - شناسایی و

کارشناس بازرسی فنی جوش - شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی

(انتخاب مواد)

ویراستار:

ابراهیم، الهام
(کارشناسی شیمی کاربردی)

سمت و/یا محل اشتغال:

پژوهشگاه استاندارد- پژوهشکده شیمی و پتروشیمی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ الزامات عمومی
۳	۵ پیشنهادات فنی
۳	۶ ملاحظات طراحی
۶	۷ تیوب‌ها
۹	۸ لوله‌های اصلی
۱۰	۹ لوله‌کشی، ترمینال‌ها و چندراهه‌ها
۱۱	۱۰ تکیه‌گاه‌های تیوب
۱۳	۱۱ پوشش‌های عایق نسوز
۱۷	۱۲ سازه‌ها و متعلقات
۲۱	۱۳ دودکش‌ها، کانال‌ها و بریچینگ
۲۲	۱۴ مشعل‌ها و تجهیزات کمکی
۲۵	۱۵ اتصالات ابزار دقیق و اتصالات کمکی
۲۶	۱۶ ساخت در کارگاه و نصب در محل
۳۰	۱۷ بازرسی، ارزیابی و آزمون
۳۳	۱۸ ضمانت
۳۴	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) فهرست پیوست‌های آگاهی‌دهنده ارجاع داده شده
۳۵	پیوست ب (الزامی) فهرست پیوست‌های الزامی ارجاع داده شده
۳۶	پیوست پ (الزامی) فن‌های گریز از مرکز برای سامانه‌های گرمکن مشعل‌دار
۴۰	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «صنعت نفت- گرمکن‌های مشعل‌دار- الزامات عمومی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یک‌هزار و هشتصد و نود و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک مورخ ۱۴۰۱/۰۶/۱۲ 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 کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

IPS-G-ME-200(1): 2015, Engineering and material standard for fired heaters

صنعت نفت – گرمکن‌های مشعل‌دار – الزامات عمومی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات عمومی برای طراحی، انتخاب مواد، ساخت، بازرسی، آزمون، آماده‌سازی برای حمل و نصب گرمکن‌های مشعل‌دار، پیشگرم‌کن‌های هوا، فن‌ها و مشعل‌ها است.

این استاندارد برای تجهیزات گرمکن مشعل‌دار مورد استفاده در پالایشگاه‌های نفت، تأسیسات شیمیایی، تأسیسات گاز و سایر جاهای مورد کاربرد در اکتشاف و تولید و طرح‌های جدید کاربرد دارد.

این استاندارد در زمینه طراحی ریفورمرهای بخار^۱ یا کوره‌های پیرولیز^۲ کاربرد ندارد.

یادآوری – الزامات مشخص شده در این استاندارد، مکملی برای داده‌های مندرج در برگه اطلاعات فنی گرمکن مشعل‌دار است.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به شکل الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 80000, (all parts), Quantities and units

یادآوری – مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۹۸۱۹، کمیت‌ها و یکاها با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استانداردهای ISO 80000 تدوین شده است.

2-2 API Std 530, Calculation of heater-tube thickness in petroleum refineries

2-3 API Std 560:2016, Fired heaters for general refinery service

2-4 ASME B16.5, Pipe flanges and flanged fittings: NPS ½ through NPS 24, Metric/Inch Standard

2-5 ASME BPVC Section I, Rules for construction of power boilers

2-6 ASTM A105, Standard specification for carbon steel forgings for piping applications

2-7 ASTM A182, Standard specification for forged or rolled alloy and stainless steel pipe

1- Steam reformer

2- Pyrolysis furnace

- flanges, forged fittings, and valves and parts for high-temperature service
- 2-8** ASTM A193, Standard specification for alloy-steel and stainless steel bolting for high temperature or high pressure service and other special purpose applications
- 2-9** ASTM A194, Standard specification for carbon steel, alloy steel, and stainless steel nuts for bolts for high pressure or high temperature service, or both
- 2-10** IPS-E-TP-100(1), Engineering standard for paints

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد API Std 560، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌روند:

۱-۳

شرکت

کارفرما

company

client

به شرکت‌های مرتبط با صنعت نفت، گاز، پتروشیمی و پالایش و پخش گفته می‌شود.

۲-۳

خریدار

purchaser

به شخصیت حقوقی که این استاندارد قسمتی از مدارک سفارش خرید مستقیم آن است یا پیمانکاری که این استاندارد قسمتی از مدارک قرارداد آن است، گفته می‌شود.

۳-۳

فروشنده

تأمین کننده

vendor

supplier

به شخصیت حقوقی گفته می‌شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم را تأمین می‌کند.

۴-۳

پیمانکار

contractor

به شخصیت حقوقی گفته می‌شود که پیشنهاد آن جهت مناقصه پذیرفته شده است.

۵-۳

مجری

executor

به گروهی گفته می‌شود که تمام یا قسمتی از کارهای اجرایی یا راه‌اندازی پروژه را انجام می‌دهد.

۶-۳

بازرس فنی

technical inspector

به فرد یا گروهی که فعالیت بازرسی فنی ساخت و نصب تجهیزات را انجام می‌دهد و توسط کارفرما تعیین می‌شود، گفته می‌شود.

۴ الزامات عمومی

۴-۱ الزامات عمومی باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در بند ۴ استاندارد API Std 560 باشد.

۴-۲ در پیوست الف فهرست پیوست‌های آگاهی دهنده استاندارد API Std 560 که بدون تغییر پذیرفته شده‌اند، ارائه شده است.

۴-۳ در پیوست ب فهرست پیوست‌های الزامی استاندارد API Std 560 که بدون تغییر پذیرفته شده‌اند، ارائه شده است.

۴-۴ تمامی واحدهای درج شده در این استاندارد براساس دستگاه بین‌المللی یکاها و مطابق با مجموعه استانداردهای ISO 80000 است.

۵ پیشنهادات فنی^۱

پیشنهادهای فنی باید مطابق با الزامات ارائه شده در بند ۵ استاندارد API Std 560 باشند.

۶ ملاحظات طراحی

۱-۶ طراحی فرایندی

۱-۱-۶ گرمکن‌ها باید برای توزیع حرارت یکنواخت طراحی شوند. گرمکن‌های چندراهه باید برای تقارن هیدرولیکی و حرارتی همه گذرها^۲ و افت فشار یکنواخت در هر گذر طراحی شوند.

۲-۱-۶ علاوه بر الزامات زیربند ۱-۱-۶ باید الزامات ارائه شده در زیربند 6.1.2 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۳-۱-۶ شار حرارتی تابشی میانگین مشخص شده در برگه‌های اطلاعات فنی^۳ به صورت نسبت کل حرارت جذب شده به وسیله تیوب‌های تابشی بر کل مساحت محیطی بیرونی تیوب‌های واقع در محفظه آتش^۴، شامل تمامی اتصالات داخل محفظه آتش تعریف می‌شود. ردیف‌هایی از تیوب‌های همرفتی که در معرض تابش مستقیم قرار دارند باید در زمره تیوب‌هایی که در قسمت تابشی قرار دارند محسوب شده و بیشینه نرخ جذب حرارت تابشی، بدون توجه به اینکه آیا اجزای سطوح گسترش یافته^۵ به کار برده شده‌اند یا نه، باید برای این تیوب‌ها نیز به کار برده شود.

۴-۱-۶ علاوه بر الزامات زیربندهای ۱-۱-۶ تا ۳-۱-۶، باید الزامات ارائه شده در زیربندهای 6.1.4 و 6.1.5 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۵-۱-۶ چگالی شار حرارتی تابشی بیشینه به صورت بیشینه نرخ حرارت به هر قسمت از هر تیوب تابشی تعریف می‌شود. این نرخ باید برای ۶۰۰° سطح جلویی تیوب محاسبه شود. این چگالی نباید به عنوان یک چگالی شار میانگین عملیاتی برای هر طول داده شده از سطح تیوب در نظر گرفته شود.

۶-۱-۶ شرایط طراحی فرایندی بر روی برگه اطلاعات فنی مختص هر گرمکن مشعل‌دار نشان داده شده‌اند.

1- Technical Proposals
2- Passes
3- Technical datasheet
4- Firebox
5- Extended surfaces

۲-۶ طراحی احتراق

۱-۲-۶ طراحی احتراق باید مطابق با الزامات زیربند 6.2.1 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۲-۶ بازده‌های محاسبه‌شده و تضمین‌شده باید بر اساس کارکرد طراحی^۱، ارزش حرارتی پایین سوخت (LHV)^۲ و تلفات حرارتی محاسبه‌شده بوده و باید نرخ اتلاف حرارت از سطوح خارجی گرمکن، همراه با اتلاف حرارت از طریق کانال‌ها، فن‌ها، پیش‌گرم‌کن‌های هوا و کاهنده کاتالیستی انتخابی (SCR)^۳ به محیط اطراف را لحاظ کنند.

۳-۲-۶ بازده‌های محاسبه‌شده و تضمین‌شده باید بر اساس درصد هوای اضافی^۴ ارائه‌شده در جدول ۱ باشند.

جدول ۱- درصد هوای اضافی مورد استفاده در محاسبه بازده گرمکن

نوع سوخت		نوع عملکرد
گاز	نفت کوره یا ترکیب گاز/نفت کوره	
۲۰ %	۳۰ %	جریان هوای طبیعی
۱۵ %	۲۰ %	جریان هوای اجباری

۴-۲-۶ علاوه بر الزامات زیربندهای ۱-۲-۶ تا ۳-۲-۶، باید الزامات ارائه‌شده در زیربند 6.2.4 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۵-۲-۶ مقدار حجمی حرارت آزادشده بخش تابشی با مشعل جریان هوای طبیعی نباید از $120000 \text{ kcal}/(\text{h.m}^3)$ برای سوخت نفت کوره و $150000 \text{ kcal}/(\text{h.m}^3)$ برای سوخت گاز، در حداکثر حرارت آزاد شده گرمکن، بیشتر شود. مقدار حجمی حرارت آزادشده بخش تابشی با مشعل جریان هوای اجباری نباید از $125 \text{ kW}/\text{m}^3$ ($12000 \text{ Btu}/(\text{h.ft}^3)$) برای سوخت نفت کوره و $165 \text{ kW}/\text{m}^3$ ($16000 \text{ Btu}/(\text{h.ft}^3)$) برای سوخت گاز، در حداکثر حرارت آزادشده گرمکن، بیشتر شود.

۶-۲-۶ علاوه بر الزامات زیربند ۵-۲-۶، باید الزامات ارائه‌شده در زیربند 6.2.6 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

1- Design duty
2- Lower Heating Value
3- Selective Catalytic Reduction
4- Excess Air

۶-۲-۷ تحت تمام شرایط عملیاتی، دمای سطح خارجی دیواره فلزی کویل‌های حرارتی^۱، برای جلوگیری از خوردگی «نقطه شبنم»^۲ ناشی از تقطیر اسید سولفوریک حاصل از گازهای دودکش^۳، در صورتی که سوخت‌های حاوی سولفور سوزانیده می‌شوند، باید حداقل 150°C باشد.

۶-۲-۸ فروشنده باید مقدار هوای اضافی و دمای دودکش در زمان کارکرد در بازدهی تضمین‌شده را مشخص کند.

۶-۳ طراحی مکانیکی

۶-۳-۱ طراحی مکانیکی باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 6.3.1 تا 6.3.13 استاندارد API Std 560 باشد.

۶-۳-۲ تیوب‌های بخش حرارت‌دهی تابشی باید تک‌ردیفه بوده و فاصله مرکز به مرکز تیوب‌های مجاور باید حداقل دو برابر قطر نامی^۴ لوله باشد.

۶-۳-۳ در گرمکن با تیوب‌های افقی، طول تیوب‌های همرفتی نباید از طول تیوب‌های تابشی کمتر باشد.

۶-۳-۴ اتصالات پاکسازی به وسیله بخار^۵ باید روی همه گرمکن‌ها تعبیه شود.

۶-۳-۵ تیوب‌ها باید به گونه‌ای جانمایی شوند که از برخورد مستقیم شعله با آنها جلوگیری شود.

۶-۳-۶ برای طول مؤثر تیوب‌های همرفتی بیشتر از ۱۲ m، باید بیشتر از یک عدد خروجی سقف یا دودکش تأمین شود.

۶-۳-۷ چنانچه در برگه اطلاعات فنی تعیین شده باشد، اتصالات تخلیه^۶ باید در پایین‌ترین نقطه هر کویل حرارتی تعبیه شود. معمولاً این اتصالات تخلیه در بیرون گرمکن قرار داده می‌شوند.

۶-۳-۸ فاصله بین خم برگشتی^۷ نصب‌شده و دیواره عایق نسوز^۸ پس از انبساط خطی صددرصدی تیوب تحت شرایط عادی عملیات (یا شرایط عملیات کک‌زدایی^۹) باید حداقل ۱۰۰ mm باشد.

-
- 1- Heated coils
 - 2- Dew point
 - 3- Flue gases
 - 4- Nominal Diameter
 - 5- Steam purge connections
 - 6- Drain
 - 7- Return bend
 - 8- Refractory
 - 9- Decoking

۹-۳-۶ فاصله بین خم برگشتی نصب شده و عایق درپوش محفظه لوله اصلی^۱ پس از انبساط خطی صددرصدی تیوب تحت شرایط عادی عملیات (یا شرایط عملیات کک زدایی) باید حداقل ۵۰ mm باشد.

۱۰-۳-۶ کوپل ها نباید روی کف گرمکن نصب شوند.

۷ تیوب ها

۱-۷ الزامات عمومی

۱-۱-۷ الزامات عمومی تیوب ها باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 7.1.1 و 7.1.2 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۱-۷ دمای طراحی برای محاسبه ضخامت مورد نیاز دیواره تیوب باید 27°C بالاتر از بیشینه دمای محاسبه شده دیواره تیوب باشد. بیشینه دمای محاسبه شده دیواره تیوب باید بر اساس بیشینه شار حرارتی محلی باشد. دمای طراحی فلز^۲ (T_d یا T_e در استاندارد API Std 530) نباید از مقادیر نشان داده شده در جدول ۲ تجاوز کند.

جدول ۲- بیشینه دمای طراحی فلز برای انواع مختلف تیوب

بیشینه دما $^{\circ}\text{C}$	نوع مواد تیوب	
۴۵۰	---	فولاد کربنی
۵۰۰	1%Cr-1/2%Mo	فولاد آلیاژی
۶۰۰	1 1/4%Cr-1%Mo	فولاد آلیاژی
۶۰۰	2 1/4%Cr-1%Mo	فولاد آلیاژی
۶۵۰	5%Cr-1/2%Mo	فولاد آلیاژی
۶۵۰	7 %Cr-1/2%Mo	فولاد آلیاژی
۶۵۰	9%Cr-1%Mo	فولاد آلیاژی
۸۱۵	18%Cr-8%Ni	فولاد زنگ نزن
۸۱۵	18%Cr-10%Ni	فولاد زنگ نزن

1- Headerbox cover

2- Design metal temperature

۳-۱-۷ علاوه بر الزامات زیربندهای ۱-۱-۷ و ۲-۱-۷، باید الزامات ارائه شده در زیربندهای 7.1.4 تا 7.1.7 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۴-۱-۷ فشار طراحی برای محاسبه ضخامت دیواره تیوب باید برابر با مقدار بیان شده در برگه اطلاعات فنی مرتبط باشد.

۵-۱-۷ مقدار مجاز خوردگی^۱ نشان داده شده در برگه اطلاعات فنی مرتبط باید به مقدار ضخامت محاسبه شده دیواره تیوب اضافه شود. مقدار حداقل ضخامت دیواره تیوب بدون لحاظ کردن مقدار مجاز خوردگی باید برابر با مقدار نشان داده شده در برگه های اطلاعات فنی باشد.

۶-۱-۷ به منظور کک زدایی، تیوب های گرمکن باید یک اتصال جعبه ای^۲ یا درپوش دار^۳ در یک انتهای هر حلقه کوئل داشته باشند. اگر لازم باشد، تیوب های بلند باید یک اتصال درپوش دار در هر دو انتهای هر حلقه کوئل داشته باشند.

۷-۱-۷ تیوب ها، تکیه گاه های تیوب ها^۴، و سطوح گسترش یافته باید برای تحمل دماهای فلز و تنش های حرارتی ناشی از کک زدایی با هوا و بخار طراحی شوند.

۸-۱-۷ تمامی متعلقات، بست ها^۵ و گوشواره ها^۶ (به جز سطوح گسترش یافته از نوع پره^۷ یا میخ^۸ و ترموکوپل های پیوسته تیوب^۹) باید از همان نوع مواد تیوب هایی که به آنها متصل شده اند، باشند.

۹-۱-۷ در کوئل های مورد استفاده در کاربری هیدروژن باید از خم های برگشتی با جوش لب به لب استفاده شود.

۲-۷ سطح گسترش یافته

۱-۲-۷ کارفرما باید مشخص کند که در کدام حالت ها سطوح گسترش یافته به همراه یک سامانه تمیزکاری برخط مؤثر، مانند یک سامانه دوده زدای دمی^{۱۰}، قابل قبول هستند. سطح گسترش یافته در قسمت همرفتی باید از نوع پره ای، با پره مارپیچی^{۱۱} با جوش بسامد بالای پیوسته به تیوب باشد. پره های چندتکه نباید بدون تأیید شرکت به کار برده شوند.

1- Corrosion allowance

2- Box fitting

3- Plug fitting

4- Tube supports

5- Clips

6- Lugs

7- Fin

8- Stud

9- Tube skin thermocouples

10- Soot blowign system

11- Hellicaly wound fin

۷-۲-۲ علاوه بر الزامات زیربند ۷-۲-۱، باید الزامات ارائه شده در زیربندهای 7.2.2 و 7.2.3 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۷-۳ مواد^۱

۷-۳-۱ مواد تیوبها باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 7.3 استاندارد API Std 560 باشد.

۷-۳-۲ به منظور اجتناب از ایجاد ترک ناشی از خوردگی تنش^۲، تمام فولادهای زنگ‌زن آستنیتی باید در شرایط عملیات حرارتی محلول‌سازی شده^۳ (کاملاً نرم شده) به کار برده شوند. در جایی که فولادهای زنگ‌زن آستنیتی رده‌های نوع 321 یا 347 باید در معرض شرایط گاز H_2 ، گاز H_2S یا هیدروکربن با دمای فلز بالای $400^\circ C$ قرار گیرند، به لوله عملیات حرارتی محلول‌سازی شده باید یک عملیات حرارتی پایداری^۴ در دمای $870^\circ C$ به مدت ۴ h اعمال شود. این موضوع به خاطر حداقل کردن خوردگی درون-درون-دانه‌ای^۵ ناشی از اسیدهای پلی فونیک است. بر روی قطعات جوشکاری شده از نوع فولاد زنگ‌زن باید عملیات حرارتی تنش‌زدایی بعد از جوشکاری به شکلی که در کد طراحی فشار به کار برده شده مشخص شده است، اعمال شود.

۸ لوله‌های اصلی^۶

۸-۱ الزامات عمومی

۸-۱-۱ الزامات عمومی لوله‌های اصلی باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 8.1.1 تا 8.1.4 استاندارد API Std 560 باشد.

۸-۱-۲ حداقل ضخامت همه لوله‌های اصلی و اتصالات داخل گرمکن باید دست‌کم برابر با حداقل ضخامت تیوب‌هایی که به آنها متصل شده‌اند باشد.

۸-۱-۳ نوع لوله اصلی باید در برگه اطلاعات فنی مستقل ارائه شود.

۸-۲ لوله‌های اصلی درپوش‌دار^۷

۸-۲-۱ لوله‌های اصلی درپوش‌دار باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 8.2.1 تا 8.2.9 استاندارد

1- Material
2- Stress corrosion cracking
3- Solution heat treated
4- Thermal stabilizing treatment
5- Intergranular attack
6- Headers
7- Plug headers

API Std 560 باشند.

۸-۲-۲ همه لوله‌های اصلی درپوش‌دار باید در داخل محفظه لوله اصلی هوا بند شده^۱ قرار داده شوند.

۸-۲-۳ بعد از آزمون هیدروستاتیک، سازنده باید با استفاده از روان‌کننده‌های دما بالای ضد زنگ‌زدگی^۲ (مولیکوت یا معادل آن) درپوش و سطوح نشیمن را روغن کاری کند.

۸-۳ خم‌های برگشتی

۸-۳-۱ خم‌های برگشتی باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 8.3.1 تا 8.3.4 استاندارد API Std 560 باشند.

۸-۳-۲ همه خم‌های برگشتی با جوش لب‌به‌لب باید به شکل زیر مرتب شوند:

الف- خم‌های برگشتی قسمت تابشی باید در داخل گرمکن قرار داده شوند؛

ب- خم‌های برگشتی قسمت همرفتی باید در داخل محفظه لوله اصلی قرار داده شوند؛

پ- برای درآوردن و جاگذاری کویل‌ها باید تمهیداتی لحاظ شود.

۸-۳-۳ فاصله‌گذاری تیوب‌ها در قسمت همرفتی باید فضای خالی کافی برای جوشکاری در محل در طی فرایند نصب اولیه و نیز تعمیرات آتی را فراهم کند. این موضوع می‌تواند با عقب و جلو کردن^۳ متناوب ردیف‌های خم‌های برگشتی در هر کدام یک از دو انتهای گرمکن انجام شود.

۸-۳-۴ همه خم‌های برگشتی باید به روش جوش لب‌به‌لب متصل شوند.

۸-۳-۵ همه اتصالات از نوع جوش لب‌به‌لب باید بدون درز و با ضخامت دیواره برابر یا بیشتر از تیوبی که به آن متصل می‌شوند باشند. اگر ضخامت اتصالات از تیوبی که به آن متصل می‌شوند بیشتر باشد، برای هماهنگی با قطر داخلی تیوب باید با زاویه 30° لبه‌سازی داخلی شوند.

۹ لوله‌کشی، ترمینال‌ها و چندراه‌ها^۴

۹-۱ الزامات عمومی

1- Air tight
2- High temperature rust preventative lubricant
3- Staggering
4- Manifold

۹-۱-۱ الزامات عمومی لوله‌کشی، ترمینال‌ها و چندراهه‌ها باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 9.1.1 استاندارد API Std 560 باشد.

۹-۱-۲ فلنج‌ها باید از نوع گردن‌دار جوشی، مطابق با استاندارد ASME B16.5 باشند. رده فلنج باید حداقل رده ANSI 300 باشد. نوع مواد فلنج‌ها باید با کوپلی که به آن جوش داده می‌شوند مطابق با جدول ۳ متناسب باشد.

۹-۱-۳ علاوه بر الزامات زیربندهای ۹-۱-۱ و ۹-۱-۲، باید الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 9.1.3 تا 9.1.8 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۹-۱-۴ چندراهه باید به گونه‌ای طراحی شود که توزیع جریان یکنواختی در همه گذرها تأمین شود. حداکثر اختلاف جریان بین هر دو گذر باید به پنج درصد محدود شود.

۹-۱-۵ تمامی انشعاب‌های چندراهه‌ها باید از نوع نازل اکستروژده^۱ یا اتصالات جوشی استاندارد باشند.

جدول ۳- نوع مواد فلنج متناسب با نوع مواد کوپل گرمکن

نوع مواد فلنج	نوع مواد کوپل گرمکن	
ASTM A105 - Normalized (C – Content max. 0,25%)	---	فولاد کربنی
ASTM A182-Grade F1 (C - Content max. 0,25%)	1/2%Mo	فولاد آلیاژی
ASTM A182-Grade F12 or F11	1%Cr-1/2%Mo	فولاد آلیاژی
ASTM A182-Grade F22	2 1/4%Cr-1%Mo	فولاد آلیاژی
ASTM A182-Grade F5	5%Cr-1/2%Mo	فولاد آلیاژی
ASTM A182-Grade F9	9%Cr-1%Mo	فولاد آلیاژی
ASTM A182-Grade F304L or F321H	18%Cr-8%Ni	فولاد زنگ‌نزن
ASTM A182-Grade F316L or forged AISI 316 Nb	18%Cr-10%Ni-2%Mo	فولاد زنگ‌نزن
یادآوری - برای استفاده از فولاد 18%Cr-8%Ni نوع 304H و نوع 321H در دمای بالاتر از ۶۵۰ °C و فولاد 18%Cr-10%Ni-2%Mo نوع 316 در دمای بالاتر از ۵۰۰ °C باید آزمون‌های ویژه با نگاه به حساسیت به شکل‌گیری فاز-سیگما بعد از مشورت با کارفرما مشخص شود.		

۹-۲ جابجایی مجاز و بارها

جابجایی مجاز و بارها باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 9.2 استاندارد API Std 560 باشند.

۳-۹ مواد

۱-۳-۹ مواد باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 9.3 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۳-۹ لوله کشی رابط روگذر^۱ از قسمت همرفتی به قسمت تابشی باید از نوع خارجی، جوشی و عایق شده باشد.

۱۰ تکیه گاه های تیوب

۱-۱۰ الزامات عمومی

۱-۱-۱۰ الزامات عمومی باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 10.1.1 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۱-۱۰ دمای طراحی تکیه گاه ها و راهنماهای تیوب^۲ باید حداقل برابر حداکثر دمای گاز دودکش در تماس با تکیه گاه ها در بیشینه نرخ حرارت دهی گرمکن^۳ باشد.

۳-۱-۱۰ علاوه بر الزامات زیربندهای ۱-۱-۱۰ و ۲-۱-۱۰، باید الزامات ارائه شده در زیربند 10.1.2 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۴-۱-۱۰ راهنماهای میانی تیوب های عمودی که از قسمت پایین نگه داشته شده اند باید به گونه ای فاصله گذاری شوند که حداکثر فاصله بین راهنماها، یا راهنما و تکیه گاه های پایینی، از پنجاه برابر قطر خارجی تیوب یا ۷/۶ m، هر کدام که کمتر است، بیشتر نشود.

۵-۱-۱۰ علاوه بر الزامات زیربند ۴-۱-۱۰، باید الزامات ارائه شده در زیربند 10.1.3 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۶-۱-۱۰ حداکثر فاصله از جوش لب به لب بین تیوب و خم برگشتی تا نزدیک ترین تکیه گاه باید حداقل ۱۰ برابر قطر خارجی تیوب یا ۳ m، هر کدام که کمتر است، باشد.

۷-۱-۱۰ علاوه بر الزامات زیربند ۶-۱-۱۰، باید الزامات ارائه شده در زیربندهای 10.1.4 تا 10.1.6 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۸-۱-۱۰ حداکثر طول بدون راهنمای تیوب های عمودی که تنها از یک سمت در معرض آتش قرار دارند باید ۱۰/۷ m (۳۵ ft) باشد.

1- Crossover
2- Tube guides
3- Heater firing rate

۱۰-۱-۹ برای تیوب‌هایی که در قسمت پایین دارای راهنما هستند، لوله‌های راهنما باید حداقل ۱۳ mm (½ in.) در داخل کف گرمکن امتداد یابند.

۱۰-۱-۱۰ تیوب‌شیت‌های میانی^۱ باید به شکلی که در زیر شرح داده می‌شود طراحی شوند:

الف- اگر دوده‌زداهای دمشی به کار برده شده‌اند یا اینکه فضا برای اضافه کردن دوده‌زداهای دمشی در نظر گرفته شده است، هر تیوب‌شیت میانی مورد نیاز بین دوده‌زداهای دمشی مجاور (یا فضاهای لحاظ شده در آنجا) باید با فاصله مساوی بین آنها جا داده شود؛

ب- حداقل ضخامت فلنج‌های تیوب‌شیت و شبکه باید ۱۶ mm باشد؛

پ- اگر قرار است تیوب‌شیت‌ها با عایق نسوز پوشش داده شوند، باید در سوراخ تیوب‌ها غلاف‌هایی برای جلوگیری از آسیب رسیدن به عایق نسوز از طرف تیوب‌ها تعبیه شود.

۱۰-۱-۱۱ سطوح تکیه‌گاهی^۲ تیوب‌ها نباید نقاط تیز یا برجستگی داشته باشند که ممکن است باعث آسیب دیدن تیوب‌های گرمکن شود.

۱۰-۲ بارها و تنش مجاز

۱۰-۲-۱ بارها و تنش مجاز باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 10.2.1 استاندارد API Std 560 باشند.

۱۰-۲-۲ حداکثر تنش‌های مجاز تکیه‌گاه تیوب باید به شکل زیر باشد:

الف- حداکثر تنش مجاز ناشی از بار مرده نباید بزرگتر از یک‌دوم تنش موردنیاز برای تولید ۱٪ خزش در ۱۰۰۰۰ h، یا یک‌دوم تنش مورد نیاز برای ایجاد شکست در ۱۰۰۰۰ h، هر کدام که کمتر است، باشد؛

ب- حداکثر تنش مجاز ناشی از بار مرده به علاوه تنش‌های اصطکاکی نباید بزرگتر از تنش کلی موردنیاز برای تولید ۱٪ خزش در ۱۰۰۰۰ h، یا ایجاد شکست در ۱۰۰۰۰ h، هر کدام که کمتر است، باشد؛

پ- طراحی تکیه‌گاه تیوب باید بر اساس مفاهیم طراحی الاستیک باشد.

۱۰-۳ مواد

۱۰-۳-۱ مواد تکیه‌گاه‌های تیوب باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 10.3.1 و 10.3.2 استاندارد API Std 560 باشد.

1- Intermediate tubesheets

2- Bearing surfaces

۱۰-۳-۲ نوع مواد پیچ و مهره‌هایی که باید در عایق قرار داده شوند باید مطابق با جدول ۴ باشد.

جدول ۴- نوع مواد پیچ‌ها و مهره‌ها

نوع مواد طبق استاندارد		دمای طراحی °C	اجزاء
ASTM A193-Grade B7 یا آلیاژ معادل آن	پیچ	۵۰۰ و پایین‌تر	پیچ‌ها و مهره‌ها (تکیه‌گاه یا راهنماهای تیوب متصل کننده به بدنه یا گوشواره)
ASTM A194-Grade 2H یا آلیاژ معادل آن	مهره		
ASTM A193-Grade B8 یا آلیاژ معادل آن	پیچ	۸۱۵ و پایین‌تر	
ASTM A194-Grade 8N یا آلیاژ معادل آن	مهره		
25%Cr-20%Ni	پیچ	۱۰۹۰ و پایین‌تر	
25%Cr-20%Ni	مهره		

۱۱ پوشش‌های عایق نسوز

۱۱-۱ ملاحظات عایق نسوز برای هر بخش گرمکن

ملاحظات عایق نسوز برای هر بخش گرمکن باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 11.1 استاندارد API Std 560 باشد.

۱۱-۲ مشخصات انتخاب سامانه پوشش عایق نسوز

۱۱-۲-۱ مشخصات انتخاب سامانه پوشش عایق نسوز باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 11.2.1 تا 11.2.7 استاندارد API Std 560 باشد.

۱۱-۲-۲ در طراحی‌های دیواره و طاق^۱ قسمت تابشی و همرفتی ممکن است عایق نسوز از جنس آجر^۲، عایق ریختنی^۳، عایق بلوکی^۴ یا الیاف سرامیکی باشد. زمانی که سوخت حاوی بیش از ۰/۵٪ (وزنی) سولفور، یا بیش از ۴۰۰ mg/kg وانادیوم باشد باید عایق ریختنی به کار برده شود. دیواره‌هایی که در معرض برخورد مستقیم شعله یا سایش شدید ناشی از گاز قرار دارند باید یک «سطح داغ»^۵ از آجر نسوز درجه یک یا عایق نسوز ریختنی با چگالی بالا داشته باشند.

1- Arch
2- Brick
3- Castable insulation
4- Block insulation
5- Hot face

۱۱-۲-۳ عایق بلوکی باید فقط به عنوان لایه پایه برای عایق‌های نسوز در معرض محصولات احتراق به کار برده شود و باید ضخامت آن حداکثر ۷۶ mm باشد.

۱۱-۲-۴ عایق بلوکی زمانی که همراه با روش ساخت ریختنی به کار برده می‌شود برای به حداقل رساندن انتقال آب از قسمت ریختنی باید از نوع مقاوم در برابر آب باشد. فرآوری مرتبط باید شامل دو لایه پوشش ترکیب عمل‌آورنده غشایی بر پایه رزین^۱ یا دو لایه سدیم سیلیکات باشد.

۱۱-۳ آستر^۲ لایه آجر نسوز و ساخت دیوار نگهدارنده^۳

۱۱-۳-۱ آستر لایه آجر نسوز و ساخت دیوار نگهدارنده باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 11.3.1 تا 11.3.10 استاندارد API Std 560 باشد.

۱۱-۳-۲ تمامی سطوح آجر نسوز عایق کاری که برای رسیدن به رواداری $\pm 1/6$ mm برای تمام اندازه‌ها، سنگ‌زنی یا بریده شده‌اند، باید صاف و یکنواخت باشند.

۱۱-۳-۳ هر آجر در یک طاق آجری یا آستر آجری در یک بدنه تخت شیب‌دار باید به شکل مجزا به بدنه گرمکن متصل شود. آویزهای آجر باید TP 304 باشد. (آویزهای^۴ از نوع مورد استفاده در عایق نسوز ریختنی برای این کاربری مورد قبول نیست.) به جز برای لایه آجر «سطح داغ» کف، به همه اتصالات آجری باید گل نسوز^۵ یا ملات سفت شده با هوای دما بالا^۶ اعمال شود. لایه آجر «سطح داغ» کف باید به شکل آجرهای خشک چیده شده در محل اجرا شود. بهتر است در دو لبه، به جز در لبه اتصالات انبساطی، اتصال ملاتی اعمال شود. آجر بهتر است بر روی سطح در تماس قرار داده شده و برای اطمینان از اتصال یکنواخت چند ضربه ملایم بر روی آن زده شود.

۱۱-۴ ساخت سیلیکات قلیایی خاکی/عایق نسوز الیاف سرامیکی

ساخت سیلیکات قلیایی خاکی/عایق نسوز الیاف سرامیکی باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 11.4 استاندارد API Std 560 باشد.

۱۱-۵ طراحی و ساخت لایه عایق ریختنی

۱۱-۵-۱ طراحی و ساخت لایه عایق ریختنی باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 11.5.1 تا 11.5.5 استاندارد API Std 560 باشد.

1- Resin based membrane curing compound
2- Lining
3- Gravity wall
4- Hangers
5- Fireclay
6- High temperature air setting mortar

۱۱-۵-۲ هنگام نصب عایق نسوز ریختنی بر روی پنل‌های^۱ گرمکن، قبل از جوشکاری این پنل‌ها در محل، باید یک فضای خالی پوشش داده نشده به اندازه ۱۵۰ mm، برای نصب پنل‌ها، در محل اتصال در نظر گرفته شود.

۱۱-۵-۳ تیوب‌شیت‌های انتهایی قسمت همرفتی باید حداقل با ۱۰۰ mm (۴ in.) عایق نسوز ریختنی محافظت شوند. پس‌آویزهای^۲ عایق نسوز برای تیوب‌شیت‌های انتهایی باید در جهت‌های مختلف بین فرول‌ها^۳ یا غلاف‌های^۴ متصل شده به تیوب‌شیت‌های انتهایی قرار داده شوند. توری یا پوشش سیمی دور فرول‌ها قابل قبول نیست. به‌منظور حداقل کردن جریان گاز دودکشی به داخل محفظه لوله اصلی قسمت همرفتی، فضای حلقوی بین تیوب‌ها و فرول‌های تیوب‌شیت انتهایی باید به‌وسیله پتو یا طناب الیاف سرامیکی مسدود شود. فضای بین پره‌ها یا میخ‌ها باید با عایق نسوز ریختنی پر شود. در همه حالت‌ها، مجموعه پوشش عایق حرارتی شامل عایق نسوز باید در امتداد ضخامت صفحات انتهایی ادامه داشته باشد.

۱۱-۵-۴ پس‌آویزهای اضافی عایق نسوز باید به‌گونه‌ای تأمین شوند که کل سامانه نگهدارنده عایق نسوز تا فاصله ۵۰ mm از لبه همه پنل‌ها و درهای بازشو داخل پنل امتداد یابد.

۱۱-۵-۵ محدودیت‌های مواد برای سوخت شامل ترکیبات سولفور و/یا وانادیوم در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵- محدودیت‌های مواد برای سوخت شامل ترکیبات سولفور و/یا وانادیوم

مشخصات سوخت	مواد قابل قبول
حالت ۱ ٪ ۰/۵ (وزنی) گوگرد $\geq$	۱- غلظت کلی قلیای آزاد، MgO و آهن در مجموع باید کمتر از ٪ ۱ باشد؛ ۲- سطح داغ باید عایق ریختنی با وزن متوسط یا کمتر باشد؛ ۳- پیونددهنده ^۱ باید سیمان کلسیم‌آلومینات باشد.
حالت ۲ ۴۰۰ mg/kg وانادیوم $\geq$	۱- سطح داغ باید فقط عایق ریختنی با چگالی بالا باشد؛ ۲- محتوای کلی Al_2O_3 حداقل ٪ ۴۰ با لحاظ اینکه در مجموع در هیچ حالتی کمتر از ٪ ۴۰ نباشد؛ ۳- محتوای Si_2O_3 حداکثر ٪ ۳۵ باشد.
1- Binder	

1- Panels
2- Tie-backs
3- Ferrules
4- Sleeves

۱۱-۵-۶ بعد از فرایند عمل‌آوری با آب^۱، باید حداقل ۷۲ h به آستر اجازه داد تحت شرایط جوی عادی تا جایی که ممکن است خشک شود.

۱۱-۵-۷ آستر باید با مرطوب نگه داشته‌شدن در طی دوره سخت‌شوندگی آن، به شکل صحیح فرآوری شود. فرایند فرآوری باید با استفاده از مقدار کمی آب خنک و تمیز بوده و به محض اینکه سطح به اندازه کافی سخت شد، شروع شود. سخت‌شدن سطح باید به اندازه‌ای باشد که اجازه پاشش آب بدون شسته‌شدن سیمان، که تقریباً زمان گیرش اولیه ملات است، را بدهد. باید دقت شود از جریان آب شدید استفاده نشود. پاشش آب باید به شکل یک پاشش ملایم و مه‌گونه باشد.

۱۱-۵-۸ در مواقع هوای خشک و گرم، ممکن است لازم باشد پاشش آب ۳ h تا ۴ h بعد از اعمال آستر شروع شود. بنابراین، باید ترتیبات لازم برای پاشش آب بر روی قسمت‌های بتنی پایینی دودکش که به تازگی قرار داده‌شده‌اند در حالی که حلقه‌های بعدی در حال اعمال‌شدن هستند در نظر گرفته شود.

۱۱-۵-۹ در هیچ زمانی در دوره فرایند عمل‌آوری نباید فاصله زمانی بین پاشش‌های آب بیش‌تر از ۲ h ساعت شود. زمانی که پاشش آب شروع شد فرایند عمل‌آوری باید بدون توقف برای حداقل ۲۴ h بعد از زمانی که آخرین قسمت آستر اعمال می‌شود، ادامه داشته باشد.

۱۱-۵-۱۰ زمانی که تجهیز برای اولین بار در سرویس قرار داده می‌شود، دمای آن برای خارج کردن تدریجی رطوبت اضافی باید به آهستگی افزایش یابد.

۱۱-۵-۱۱ بلافاصله قبل از شروع مجدد اعمال پوشش، سطوح بیرونی عایق نسوز که پوشش جدید به آن متصل می‌شود، باید کاملاً خیس شود.

۱۱-۶ میخ‌های مهار^۲ و اجزاء مرتبط

۱۱-۶-۱ میخ‌های مهار و اجزای مرتبط باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 11.6.1 تا 11.6.9 استاندارد API Std 560 باشد.

۱۱-۶-۲ انتخاب مواد پس‌آویز باید بر اساس دما و مطابق با جدول ۶ باشد.

1- Water curing
2- Anchor

جدول ۶- انتخاب مواد پس آویز بر اساس دما

دمای سطح داغ عایق نسوز °C	مواد قابل قبول
۷۶۰	18 Cr-8 Ni (Type 304)
۹۸۰	25 Cr-20 Ni (Type 310)
۱۰۴۰	50 Cr-50 Ni
۱۰۹۰	Inconel 601
۱۲۶۰	Inconel 601 با قفل فنجان‌ی سرامیکی ^۱
یادآوری- پوشش دادن نوک پس آویز مزیتی برای انتخاب ماده ایجاد نمی‌کند. 1- Ceramic cup lock	

۱۲ سازه‌ها و متعلقات

۱-۱۲ الزامات عمومی

۱-۱-۱۲ الزامات عمومی سازه‌ها و متعلقات باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 12.1.1 تا 12.1.7 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۱-۱۲ حداقل بارهای طراحی برای باد و زلزله باید مطابق با کد طراحی سازه‌ای مشخص شده توسط خریدار باشد.

۲-۱۲ سازه‌ها

۱-۲-۱۲ سازه‌ها باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 12.2.1 استاندارد API Std 560 باشند.

۲-۲-۱۲ سازه باید قادر به تحمل بارهای ناشی از کویل‌ها، کانال‌ها، بارهای زنده و بارهای دیگر ناشی از انبساط و وزن لوله‌های انتقال و سایر لوله‌ها باشد.

۳-۲-۱۲ علاوه بر الزامات زیربند ۱-۲-۱۲ و ۲-۲-۱۲، باید الزامات ارائه‌شده در زیربند 12.2.2 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۴-۲-۱۲ بدنه گرمکن باید از ورق با حداقل ضخامت ۵ mm ($\frac{3}{16}$ in.) بوده، در مقابل تاب برداشتن تقویت شده باشد به گونه‌ای که حداکثر اندازه پنل تقویت‌نشده از 1.5 m^2 تجاوز نکند و هیچ اندازه‌ای از پنل از ۱.۵ m بزرگتر نشود. اگر بدنه برای مقاومت در برابر تنش‌های ناشی از کمانش محاسبه‌شده باشد، باید حداقل

ضخامت آن ۶ mm ($\frac{1}{4}$ in.) باشد. ورق‌های سقف قسمت تابشی و کف باید با حداقل ضخامت ۶ mm (in.) باشند. اگر بدنه به عنوان بخشی از سازه اصلی گرمکن به کار برده شود، حداقل ضخامت ورق باید ۶ mm ($\frac{1}{4}$ in.) باشد.

۱۲-۲-۵ علاوه بر الزامات زیربند ۱۲-۲-۴، باید الزامات ارائه شده در زیربندهای 12.2.4 تا 12.2.10 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۱۲-۲-۶ برای اطمینان از دسترسی برای نصب، نگهداری و بهره‌برداری، حداقل فاصله بین دو سازه جعبه‌ای شکل (گرمکن‌ها یا قسمت‌های همرفتی) باید ۲/۵ m باشد. این فاصله بهتر است فضای کافی برای عبور مسیرهای لوله‌کشی (مسیرهای انتقال/رابط‌های روگذر) و کانال‌های هوا را فراهم کند.

۱۲-۲-۷ ورق‌های کف باید به وسیله تیرهای سازه‌ای که بخشی از سازه گرمکن هستند به شکل زیر نگه‌داشته شوند:

الف- اتصال به تیرها باید با به‌وسیله پیچ‌های ۱۲ mm با کسکتینگ^۱ یا با جوش ۱۰۰٪ باشد.

ب- باید حداقل دو عدد پیچ در هر سمت برای هر ورق، با حداکثر ۶۰۰ mm فاصله مرکز تا مرکز نصب شود.

۱۲-۳-۳ محفظه‌های لوله‌های اصلی، درها، و دریچه‌ها^۲

۱۲-۳-۱-۱ محفظه‌های لوله‌های اصلی

۱۲-۳-۱-۱-۱ محفظه‌های لوله‌های اصلی باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 12.3.1.1 و 12.3.1.2 استاندارد API Std 560 باشند.

۱۲-۳-۱-۲ محفظه‌های لوله‌های اصلی باید پنل‌های انتهایی با پیچ و واشر و دو عدد دستگیره جابجایی داشته باشند. پیچ‌های سازه فولادی باید با فاصله کمتر از ۱۵۰ mm ($\frac{1}{2}$ in.) استفاده شوند. حداکثر ارتفاع پنل باید ۱/۸ m ($\frac{1}{8}$ ft.) باشد. پنل‌های با وزن بیشتر از ۳۰ kg ($\frac{1}{2}$ lb.) (با لحاظ کردن وزن پوشش عایق نسوز) باید لولایی شوند.

۱۲-۳-۱-۳-۱ محفظه لوله اصلی (شامل اقلامی از قبیل درها) باید از ورق فولادی با ضخامت حداقل ۶ mm، تقویت شده در برابر تاب برداشتن و عایق شده از سمت داخل باشد. یک اتصال تخلیه باید برای محفظه لوله اصلی در نظر گرفته شود. محفظه لوله اصلی باید قابل درآوردن باشد.

۱۲-۳-۱-۴ علاوه بر الزامات زیربندهای ۱۲-۳-۱-۱ تا ۱۲-۳-۱-۳، باید الزامات ارائه شده در زیربندهای

1- Casketing
2- Ports

12.3.1.4 و 12.3.1.5 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۱۲-۳-۱-۵ تمامی اتصالات برگشتی قسمت همرفتی و همچنین اتصالات برگشتی قسمت تابشی، اگر در برگه‌های اطلاعات فنی مشخص شده باشد، باید در داخل محفظه لوله اصلی هوا بند شده قرار داده شوند.

۱۲-۳-۲ درها و دریچه‌ها

۱۲-۳-۱-۲ درها و دریچه‌ها باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 12.3.2.1 تا 12.3.2.4 استاندارد API Std 560 باشند.

۱۲-۳-۲-۲ درها و دریچه‌های بازدید باید به گونه‌ای تعبیه شوند که اجازه بازدید چشمی از تمام طول همه تیوب‌های تابشی، تکیه‌گاه تیوب‌های تابشی، ردیف پایین تیوب‌های محافظ و نوک همه مشعل‌ها و شعله‌ها را بدهند. دریچه‌های بازدید باید از نوع ریخته‌گری بوده، مجهز به وسیله بازگرداننده^۱ بوده و به فاصله ۱/۳۷ m از بالای سکو قرار داده شوند.

۱۲-۳-۲-۳ علاوه بر الزامات زیربندهای ۱۲-۳-۱-۲ و ۱۲-۳-۲-۲، باید الزامات ارائه شده در زیربندهای 12.3.2.6 تا 12.3.2.8 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۱۲-۳-۲-۴ در صورت استفاده از دوده‌زدهای دمشی، به منظور تأیید تمیز شدن تیوب‌های همرفتی باید درهای بازرسی بر روی دیواره تعبیه شوند.

۱۲-۳-۲-۵ تمامی گرمکن‌ها باید به درهای انفجار^۲ به همراه وسیله ایمنی نگهدارنده وزن در برای زمان خراب شدن لولا، مجهز شوند. جانمایی و چیدمان درهای انفجار باید به گونه‌ای باشد که از جهت‌دهی شعله یا نیروی انفجار به سمت هر ناحیه یا تجهیز قابل دسترس برای بهره‌بردار یا احتمال ایجاد آسیب‌های دیگر یا آتش جلوگیری کند. برای انحراف شعله از این گونه نواحی می‌توان از منحرف‌کننده‌های شعله^۳ استفاده کرد.

۱۲-۳-۲-۶ درهای دسترسی با وزن بیشتر از ۶۸ kg باید به لولا یا بازوی نگهدارنده^۴ مجهز شوند.

۱۲-۳-۲-۷ نشی هوا از طریق درها، زمانی که بسته هستند، باید به حداقل رسانیده شود.

۱۲-۴ نردبان‌ها^۵، سکوها^۶ و پلکان‌ها^۷

-
- 1- Positive latching device
 - 2- Explosion doors
 - 3- Flame deflectors
 - 4- Davit
 - 5- Ladders
 - 6- Platforms
 - 7- Stairways

۱۲-۴-۱ نردبان‌ها، سکوها و پلکان‌ها باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 12.4.1 تا 12.4.8 استاندارد API Std 560 باشند.

۱۲-۴-۲ فضای بالاسری سکوها، راهروها و پلکان‌ها با اندازه‌گیری از پایین‌ترین نقطه سازه (با در نظر گرفتن عایق‌کاری ضدحریق) یا تجهیز بالاسر، باید حداقل ۲ m باشد.

۱۲-۴-۳ سکوهای مورداستفاده برای درهای دسترسی باید حداکثر ۱۵۰ mm از لبه پایین در فاصله داشته باشند.

۱۲-۴-۴ زمانی که فاصله تا محل دسترسی بیشتر از ۱۵ m باشد، باید یک وسیله فرار، علاوه بر محل دسترسی عادی، برای سکوها تعبیه شود.

۱۲-۴-۵ حداقل بار زنده روی سکوها و راهروها باید مطابق با آنچه در جدول ۷ نشان داده‌شده است در نظر گرفته شود.

جدول ۷- حداقل بار زنده روی سکوها و راهروها

نوع دسترسی	حداقل بار زنده
سکوی مختص دسترسی عملیات یا بازرسی	۱۵۰ kg/m ²
راهروها	
سکوها مختص تعمیرات و نگهداری	۴۰۰ Kg/m ²

۱۲-۵ مواد

مواد باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 12.5 استاندارد API Std 560 باشد.

۱۳ دودکش‌ها، کانال‌ها و بریچینگ^۱

۱-۱۳ الزامات عمومی

الزامات عمومی دودکش‌ها، کانال‌ها و بریچینگ باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 13.1 استاندارد API Std 560 باشد.

1- Breeching

۲-۱۳ ملاحظات طراحی

۱-۲-۱۳ ملاحظات طراحی باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 13.2.1 تا 13.2.6 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۲-۱۳ قسمت بالایی آستر دودکش باید با یک درپوش فلزی مقاوم در برابر خوردگی، برای حفاظت سطوح افقی آن در برابر آب و هوا و برای جلوگیری مؤثر از نفوذ آب به قسمت بین ورق بدنه دودکش و پوشش، محافظت شود.

۳-۲-۱۳ علاوه بر الزامات زیربندهای ۱-۲-۱۳ و ۲-۲-۱۳، باید الزامات ارائه شده در زیربندهای 13.2.8 تا 13.2.20 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۴-۲-۱۳ قسمت‌هایی از دودکش و کانال‌کشی مرتبط که در مجاورت تجهیزات ابزار دقیق یا تجهیزاتی که نیازمند به توجه مستمر هستند باید به گونه‌ای عایق شوند که دمای سطح ورق خارجی بیشتر از 93°C نشود.

۵-۲-۱۳ یک دریچه دسترسی برای بازرسی داخلی در قسمت پایه هر دودکش باید تعبیه شود.

۶-۲-۱۳ قسمت بالای دودکش از هر سکو یا راهرو که در فاصله ۱۵ m افقی دودکش قرار دارند باید حداقل ۷ m بالاتر باشد مگر آنکه به شکل دیگری مشخص شده باشد.

۷-۲-۱۳ هر کانال باید یک دریچه دسترسی به اندازه حداقل $600\text{ mm} \times 600\text{ mm}$ داشته باشد.

۸-۲-۱۳ طراحی باید بر اساس کارکرد در ۱۲۵٪ ظرفیت طراحی گرمکن با ۵۰٪ هوای اضافی باشد.

۹-۲-۱۳ دسترسی جهت تعمیرات و نگهداری دودکش گرمکن باید تأمین شود. این دسترسی باید به گونه‌ای باشد که دو نفر با رنگ‌پاش یا ماشین سیمان‌پاشی^۱ قادر به کار کردن در داخل یا بیرون هر دودکش باشند. دسترسی داخلی از طریق بالابر^۲ زنگ‌زن نصب شده بر روی نوک دودکش در سه نقطه و کابل‌های راهنمای^۳ زنگ‌زن و دسترسی خارجی از طریق بالابر ریلی دور نوک دودکش با کابل راهنما خواهد بود. در هر دو حالت، بهتر است بارگذاری برای یک بالابر با ظرفیت حداقل ۱ ton طراحی شود.

۳-۱۳ روش‌های طراحی

روش‌های طراحی باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 13.3 استاندارد API Std 560 باشند.

1- Gunite machine
2- Trolley bar
3- Pilot cables

۴-۱۳ طراحی استاتیک

طراحی استاتیک باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 13.4 استاندارد API Std 560 باشد.

۵-۱۳ طراحی برای ارتعاشات ناشی از وزش باد

۱-۵-۱۳ طراحی برای ارتعاشات ناشی از وزش باد باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 13.5.1 تا 13.5.9 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۵-۱۳ زمانی که نردبانها، سکوها یا لوله کشی به دودکش وصل شده است، بار اعمال شده در اثر وزش باد باید با ضرب کردن قطر دودکش در ضرایب جدول ۸ افزایش یابد.

جدول ۸- ضریب افزایش بار اعمال شده در اثر وزش باد

ضریب	قطر خارجی دودکش (mm)
۱/۵۰	۸۹۰ تا ۶۱۰
۱/۳۷	۱۳۵۰ تا ۸۹۱
۱/۲۸	۱۳۵۱ تا ۱۹۶۰
۱/۲۰	۱۹۶۱ تا ۲۵۷۰
۱/۱۸	۲۵۷۱ و بالاتر

۱۴ مشعلها و تجهیزات کمکی

۱-۱۴ مشعلها

۱-۱-۱۴ مشعلها باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 14.1.1 تا 14.1.8 استاندارد API Std 560 باشند.

۲-۱-۱۴ هر مشعل باید مجهز به یک پیلوت^۱ گازی ثابت، که برای روشن کردن تمامی سوختها تنظیم شده، باشد. پیلوتها باید برای فشار گاز بین 0.2 kg/cm^2 تا 0.5 kg/cm^2 مناسب باشند، در بهره برداری معمول به سادگی قابل مشاهده باشند و برای روشن ماندن در شرایط بیشینه جریان هوای گرمکن مناسب باشند.

1- Pilot

۱۴-۱-۳ علاوه بر الزامات زیربندهای ۱۴-۱-۱ تا ۱۴-۱-۲، باید الزامات ارائه شده در زیربندهای 14.1.10 و 14.1.11 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۱۴-۱-۴ بلوک^۱ یا سفال^۲ مشعل باید پیش پخته بوده، دارای دمای کارکرد حداقل ۱۶۵۰ °C باشد و با سیمان با چسبندگی بالا کار گذاشته شود. آنها باید به گونه ای طراحی شوند که از عایق نسوز کف یا دیواره مستقل بوده، فضای انبساط پُر شده با عایق الیاف سرامیکی برای آنها در نظر گرفته شود، به گونه ای که مشعل برای انبساط و انقباض به شکل یک واحد آزاد باشد. به علاوه، فقط برای گرمکن هایی که شعله از کف هستند، سفال مشعل باید به گونه ای طراحی شود که به اندازه حداقل ۲۵ mm بالاتر از عایق نسوز کف گرمکن امتداد داشته باشد.

۱۴-۱-۵ علاوه بر الزامات زیربند ۱۴-۱-۴، باید الزامات ارائه شده در زیربندهای 14.1.13 تا 14.1.22 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۱۴-۱-۶ همه مشعل ها باید قادر باشند که در محدوده ظرفیت از ۳۳٪ تا ۱۲۰٪ (با سوخت نفت) یا ۲۵٪ تا ۱۲۰٪ (با سوخت گاز) حداکثر آزادسازی حرارتی بدون نیاز به هیچ تغییری در قطعات مشعل کار کنند. حداکثر آزادسازی حرارتی همه مشعل ها باید برای ۱۲۰٪ کارکرد طراحی گرمکن مناسب باشد.

۱۴-۱-۷ فروشنده باید نقشه های نمای کلی مشعل ها که نشان دهنده اندازه و جهت اتصالات سوخت گرمکن؛ اطلاعات ظرفیت مشعل در آزادسازی حرارتی حداکثر، عادی و حداقل، چگالی و ارزش حرارتی سوخت(ها)؛ سوراخ کاری نوک مشعل برای خروج گاز؛ فشار اتمسفریک و دما در محل نصب گرمکن؛ و افت جریان هوا در مشعل و دریچه کنترل مکش باشد را ارائه کند. به علاوه، فروشنده باید منحنی های عملکرد مشعل که نمایانگر فشار سوخت در مقابل آزادسازی گرما برای همه سوخت های مشخص شده در برگه اطلاعات فنی در محدوده کامل عملکردی مشعل باشد را ارائه کند. حداقل فشار سوخت مورد نیاز برای شعله پایدار باید بر روی منحنی عملکرد همه مشعل ها علامت گذاری شود.

۱۴-۱-۸ استفاده از مشعل های متعدد برای همه گرمکن ها ارجح است.

۱۴-۱-۹ در جایی که گازهای بلااستفاده^۳ از طریق سوختن در گرمکن فرایندی دورریز می شوند، این گونه گازها باید به شکل مجزا به رجیستر^۴ بعضی یا همه مشعل های اصلی لوله کشی شده و از طریق نازل های گاز مجزا به داخل شعله اصلی تزریق شوند. نحوه توزیع به مشعل های اصلی باید بر حسب مقادیر این گونه گازها نسبت به جریان سوخت اصلی انتخاب شود.

1- Block
2- Tile
3- Foul Gases or waste gases
4- Register

۲-۱۴ دوده‌زداهای دمشی

۱-۲-۱۴ دوده‌زداهای دمشی باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 14.2.1 تا 14.2.6 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۲-۱۴ یک پنل موضعی دوده‌زدایی باید مجهز به تجهیزات زیر باشد:

الف- یک کلید اصلی برای عملیات متوالی دوده‌زدایی و همچنین کلیدهایی مجزا برای عملیات مستقل هر دوده‌زدا؛

ب- چراغ‌های نمایشگر نشان‌دهنده عملکرد هر دوده‌زدا؛

پ- کنترل خودکار شیر اصلی بخار دوده‌زدا؛

ت- یک قفل داخلی^۱ برای جلوگیری از عملکرد دوده‌زدا تا زمانی که دمای لوله‌کشی به مقدار از پیش تعیین شده برسد و یک چراغ برای نشان دادن تکمیل عملیات تخلیه؛

ث- یک هشدار برای زمانی که دوده‌زدا در یک زمان مقرر جمع نشود؛

ج- جمع‌شدن دوده‌زدا در زمان فشار بخار پایین یا شرایط اضافه بار.

۳-۲-۱۴ با قرار دادن نازل‌ها^۲ در فاصله کافی از تیوب‌ها برای جلوگیری از برخورد با سرعت بالا باید از ساییدگی تیوب‌ها و پره‌ها جلوگیری شود. میله دمنده^۳ باید به اندازه ۴۶۰ mm از سطوح گسترش‌یافته یا تیوب‌ها، تا جایی که کاربردی باشد، فاصله داشته باشد، مگر اینکه مقدار دیگری توسط فروشنده دوده‌زدا مشخص شده باشد. با به‌کارگیری مقادیر کافی اتصالات تخلیه و گرمایش خودکار باید از تولید بخار مایع‌شده در خطوط تأمین‌کننده جلوگیری کرد.

۳-۱۴ فن‌ها و محرک‌ها^۴

فن‌ها و محرک‌ها باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 14.3 استاندارد API Std 560 باشند.

۴-۱۴ تنظیم‌کننده جریان هوا^۵ و کنترل تنظیم‌کننده جریان هوا برای دودکش و کانال

۱-۴-۱۴ تنظیم‌کننده جریان هوا و کنترل تنظیم‌کننده جریان هوا برای دودکش و کانال باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 14.4.1 تا 14.4.10 استاندارد API Std 560 باشد.

1- Interlock
2- Nozzles
3- Blowing lance
4- Drivers
5- Damper

۱۴-۴-۲ تنظیم‌کننده‌های جریان هوا برای دودکش‌های با قطر داخلی کمتر از ۱/۲۲ m باید از نوع ساخت تک‌پره‌ای باشند. دودکش‌های با قطر بزرگتر باید تنظیم‌کننده‌های جریان هوای چندپره‌ای با پره‌های با سطح تقریباً برابر داشته باشند. حداقل ضخامت پره باید ۶ mm باشد.

۱۴-۴-۳ کنترل‌کننده‌ها برای تنظیم‌کننده‌های جریان هوا با عملکرد هوای فشرده باید بر روی سکوی مجاور تنظیم‌کننده جریان هوا قرار داده شوند.

۱۵ اتصالات ابزار دقیق و اتصالات کمکی

۱-۱۵ هوا و گازهای دودکش

۱-۱-۱۵ دمای گاز دودکش و هوای احتراق

دمای گاز دودکش و هوای احتراق باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 15.1.1 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۱-۱۵ فشار گاز دودکش و هوای احتراق

۱-۲-۱-۱۵ فشار گاز دودکش و هوای احتراق باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 15.1.2.1 تا 15.1.2.9 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۲-۱-۱۵ یک اتصال برای هشدار فشاربالا باید بلافاصله در زیر قسمت همرفتی گرمکن‌های جریان هوای دمشی^۱ نصب شود.

۳-۱-۱۵ نمونه‌گیری از گاز دودکش

۱-۳-۱-۱۵ نمونه‌گیری از گاز دودکش باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 15.1.3.1 تا 15.1.3.5 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۳-۱-۱۵ اتصالات آنالایزر اکسیژن باید در قسمت زیر تنظیم‌کننده جریان هوا و در دیواره تعبیه شود.

۳-۳-۱-۱۵ باید اتصالاتی برای نمونه‌گیری دستی از گاز دودکش در دیواره و تنظیم‌کننده جریان هوا تعبیه شود.

1- Forced draft

۲-۱۵ دمای سیال فرایندی

دمای سیال فرایندی باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 15.2 استاندارد API Std 560 باشد.

۳-۱۵ اتصالات کمکی**۱-۳-۱۵ اتصالات تخلیه با بخار^۱**

۱-۱-۳-۱۵ اتصالات تخلیه با بخار باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 15.3.1.1 تا 15.3.1.5 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۱-۳-۱۵ اتصالات تخلیه با بخار با ظرفیت تخلیه سه برابر حجم محفظه آتش در ۱۵ min باید در تمامی قسمت‌های تابشی توزیع شود.

۲-۳-۱۵ اتصالات هواگیری^۲ و تخلیه^۳

اتصالات هواگیری و تخلیه باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 15.3.2 استاندارد API Std 560 باشد.

۴-۱۵ ترموکوپل‌های پوسته تیوب

ترموکوپل‌های پوسته تیوب باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 15.4 استاندارد API Std 560 باشد.

۵-۱۵ دسترسی به اتصالات

دسترسی به اتصالات باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 15.5 استاندارد API Std 560 باشد.

۱۶ ساخت در کارگاه و نصب در محل**۱-۱۶ الزامات عمومی**

۱-۱-۱۶ الزامات عمومی ساخت در کارگاه و نصب در محل باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 16.1.1 تا 16.1.5 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۱-۱۶ کویل‌ها و چندراهه‌های پیش گرمکن آب ورودی، تولید بخار و تولید بخار فوق اشباع، به علاوه ظروف بخار و ادوات داخلی آنها و همه لوله‌های اتصال بین این اجزاء، در صورتی که این اجزاء لحاظ شده باشند، باید مطابق با ASME BPVC Section I ساخته شوند.

1- Purge steam
2- Vent
3- Drain

۱۶-۲ ساخت با آهن سازه‌ای^۱

۱۶-۲-۱ الزامات عمومی

۱۶-۲-۱-۱ الزامات عمومی ساخت با آهن سازه‌ای باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 16.2.1.a تا 16.2.1.i استاندارد API Std 560 باشد.

۱۶-۲-۱-۲ زمانی که از ماده فولاد زنگ‌نزن برای اتصال میخ‌های مهار به پس‌آویز استفاده می‌شود، سیم جوش نوع 25 Cr-12 Ni باید استفاده شود. همه میخ‌های مهار عایق نسوز باید در کارگاه نصب شوند. برای عایق نسوز ریختنی با وزن سبک و متوسط، میخ‌های مهار عایق نسوز باید به گوشه دریچه دماغ گاوی^۲ قسمت همرفتی جوش شوند.

۱۶-۲-۱-۳ علاوه بر الزامات زیربندهای ۱۶-۲-۱-۱ و ۱۶-۲-۱-۲، باید الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 16.2.1.n تا 16.2.1.q استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۱۶-۲-۲ دودکش‌های گرمکن‌ها

۱۶-۲-۲-۱ دودکش‌های گرمکن‌ها باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 16.2.2.1 تا 16.2.2.6 استاندارد API Std 560 باشند.

۱۶-۲-۲-۲ همه دودکش‌ها باید با جوش لب‌به‌لب نفوذ کامل ساخته شوند. جوش‌های طولی نباید در امتداد همدیگر باشند و نباید از روی هیچکدام از دریچه‌ها و ورق‌های تقویتی عبور کنند. اتصالات نصب در محل باید از نوع جوشی بوده و پیچ‌ها فقط برای تنظیم موقعیت آنها استفاده شده باشند.

۱۶-۳ ساخت کویل‌ها

۱۶-۳-۱ فرایندهای جوشکاری زیر به شرط ارائه شواهد کافی برای تطابق روش جوشکاری با کد طراحی فشار مجاز هستند، مگر اینکه توسط خریدار به شکل دیگری مشخص شده باشد:

الف- قوس فلزی پوششی با الکتروود روکش‌دار؛

ب- قوس گاز تنگستن به شکل دستی یا خودکار؛

پ- جوش قوس گاز فلزی با محدوده انتقال پاششی؛

ت- جوش قوس هسته فلاکس^۳ با لایه گاز محافظ خارجی.

1- Structural steel

2- Bull nose

3- Flux cored arc welding

یادآوری - جوش گاز قابل قبول نیست.

۱۶-۳-۲ علاوه بر الزامات زیربند ۱۶-۳-۱، باید الزامات ارائه شده در زیربندهای 16.3.2 تا 16.3.7 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۱۶-۳-۳ همه ملحقات، گیره‌ها، گوشواره‌ها و راهنماهای جوش شده به کویل‌ها باید از همان مواد یا مواد سازگار با کویل بوده و باید با جوش نفوذ کامل با استفاده از سیم جوش با ترکیب سازگار با کویل و عضو ملحق شده جوش داده شود. عملیات حرارتی بعد از جوش باید مشابه کویل‌ها، پره‌ها و میخ‌ها انجام شود؛ ترموکوپل‌های پوسته تیوب از این موضوع مستثنی هستند.

۱۶-۳-۴ جوش تک نقطه‌ای^۱ باید با سیم جوش یا سیم پرکن همانند آنچه که برای جوش پاس ریشه^۲ استفاده می‌شود، زده شود.

۱۶-۳-۵ فلز پرکن^۳

۱۶-۳-۵-۱ استفاده از فلز پرکن از مواد کربن نیم مولی^۴ برای جوش دادن فولاد کربنی (P-1) بدون تأییدیه خریدار، مجاز نیست.

۱۶-۳-۵-۲ استفاده از سیم جوش‌های از دسته‌بندی‌های زیر برای جوش‌های تحت فشار قابل قبول نیست: E-7024، E-7020، E-7014، E-6013، E-6012

۱۶-۴ رنگ آمیزی و گالوانیزه کردن

۱۶-۴-۱ به همه سطوح خارجی از مواد فولاد کربنی (به جز سطوحی که نیاز به گالوانیزه شدن دارند) شامل دودکش باید مطابق با استاندارد IPS-E-TP-100(1) رنگ آستر زده شود.

۱۶-۴-۲ علاوه بر الزامات زیربند ۱۶-۴-۱، باید الزامات ارائه شده در زیربندهای 16.4.2 و 16.4.3 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۱۶-۴-۳ اتصالات گالوانیزه به گالوانیزه باید از نوع پیچی باشند.

۱۶-۴-۴ علاوه بر الزامات زیربند ۱۶-۴-۳، باید الزامات ارائه شده در زیربند 16.4.4 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

1- Tack weld
2- Root Pass
3- Filler metal
4- ½ Moly

۱۶-۵ آماده‌سازی برای حمل

۱۶-۵-۱ آماده‌سازی برای حمل باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 16.5.1 استاندارد API Std 560 باشد.

۱۶-۵-۲ گرمکن، تمامی تجهیزات کمکی، نردبان‌ها، پله‌ها و سکوها باید تا بیشترین مقدار ممکن در کارگاه مونتاژ شوند، به شرطی که با امکانات حمل و نقل موجود و امکانات تخلیه و جابجایی مشخص‌شده توسط خریدار همخوان باشد. برای جلوگیری از آسیب در طول مدت‌زمان حمل باید بست^۱ و تکیه‌گاه‌های مناسب لحاظ شود. این بست‌ها و تکیه‌گاه‌ها، برای نشان‌دادن اینکه باید قبل از بهره‌برداری درآورده شوند، باید به رنگ زرد باشند. مسئولیت هرگونه آسیب در طول مدت‌زمان حمل که در اثر بستن ناکافی یا شل‌بودن بست‌ها اتفاق بیفتد برعهده فروشنده است. سطوح فلنچ‌های کویل‌ها و سایر سطوح ماشین‌کاری شده باید با یک ماده جلوگیری‌کننده از زنگ‌زدگی که به سادگی پاک می‌شود، پوشانیده شوند. بازشوهای اجزای تحت-فشار باید برای جلوگیری از ورود اشیای خارجی پوشانده شوند.

۱۶-۵-۳ علاوه بر الزامات زیربند ۱۶-۵-۱ و ۱۶-۵-۲، باید الزامات ارائه‌شده در زیربند 16.5.3 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۱۶-۵-۴ فروشنده باید به‌تنهایی مسئول تأمین، آماده‌سازی و حفاظت کافی عایق نسوز برای حمل باشد. بازرسی آماده‌سازی برای حمل و در صورت نیاز عدم پذیرش آن توسط بازرس‌های خریدار انجام خواهد شد.

۱۶-۵-۵ حفاظت کافی در برابر آسیب مکانیکی و افت کیفیت به دلیل شرایط نامطلوب هوا باید تأمین شود.

۱۶-۵-۶ عایق‌های نسوزی که در محل کارگاه نصب می‌شوند باید حداقل به شکل زیر برای حمل پوشانده شوند:

الف- عایق ریختنی باید در برابر بارندگی و یخ‌زدگی محافظت شود؛

ب- الیاف سرامیکی باید در برابر رطوبت و باد محافظت شود.

۱۶-۵-۷ عایق نسوزی که به شکل آزاد و شل برای نصب در محل حمل می‌شود باید به روش زیر برای حمل آماده شود:

الف- عایق ریختنی باید در پلاستیک پیچیده شده، پالت‌بندی شده و در جعبه مقوایی ضدآب بسته‌بندی شود؛

ب- آجر و بلوک باید پالت‌بندی شوند؛

پ- الیاف سرامیکی باید پالت‌بندی شده و در بسته پلاستیکی کشیده و پیچیده شده قرار داده شود.

۱۶-۵-۸ علاوه بر الزامات زیربندهای ۱۶-۵-۴ تا ۱۶-۵-۷، باید الزامات ارائه‌شده در زیربند 16.5.4 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۱۶-۵-۹ همه پیچ و مهره‌های باز باید با یک روانساز ضدآب با پایه فلزی روکش داده شوند یا در بشکه‌های مقاوم در برابر نفوذ آب حمل شوند. رزوه پیچ‌های قطعات پیش‌ساخته (به‌عنوان مثال، پیچ‌ها و درپوش فلنچ‌ها) باید با یک روانساز ضدآب پایه فلزی پوشش داده شوند و با محافظ فلزی پوشانیده شوند.

۱۶-۵-۱۰ علاوه بر الزامات زیربند ۱۶-۵-۹، باید الزامات ارائه‌شده در زیربندهای 16.5.5 تا 16.5.17 استاندارد API Std 560 نیز در نظر گرفته شود.

۱۶-۵-۱۱ کویل‌ها نباید در محیط باز و در تماس مستقیم با خاک نگهداری و انبار شوند.

۱۶-۵-۱۲ همه سطوح پره‌های فولاد کربنی بر روی کویل‌ها باید به شکل کامل با محافظت‌کننده‌های مناسب توصیه‌شده توسط سازنده پوشش داده شوند. سطوح گسترش‌یافته باید قبل از به کار بردن محافظت‌کننده با حلال تمیز شوند.

۱۶-۵-۱۳ کویل‌های ساخته‌شده از مواد فولاد زنگ‌زن آستنیتی (کویل‌های از مواد آلیاژهای آهن حاوی بیشتر از ۱۶٪ کروم و بیشتر از ۶٪ نیکل که ساختار آستنیتی دارند) نباید در معرض خیس‌شدن یا پاشش آب دریا قرار داده شوند و باید زمانی که در محیط صنعتی قرار می‌گیرند از بارندگی یا شبنم محافظت شوند.

۱۶-۶ نصب در محل

نصب در محل باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 16.6 استاندارد API Std 560 باشد.

۱۷ بازرسی^۱، ارزیابی^۲ و آزمون^۳

۱-۱۷ الزامات عمومی

الزامات عمومی بازرسی، ارزیابی و آزمون باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 17.1 استاندارد API Std 560 باشد.

1- Inspection
2- Examination
3- Test

۲-۱۷ ارزیابی جوش

۱-۲-۱۷ ارزیابی جوش باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 17.2.1 تا 17.2.5 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۲-۱۷ تعمیر جوش

۱-۲-۲-۱۷ ناپیوستگی‌های غیرقابل قبول برای رسیدن به سطح سالم فلز باید به وسیله براده برداری^۱، اسکنه زنی^۲ (شیار زنی)، سنگ زنی^۳ یا سایر روش‌ها (برای نوع موادی که در حال تعمیر شدن است) به شکل کامل برداشته شوند. ناحیه تخلیه شده باید به وسیله روش‌های آزمون ذرات مغناطیسی یا مایع نافذ برای اطمینان از برداشته شدن کامل عیوب ارزیابی شوند.

۲-۲-۲-۱۷ تعمیرات برای اصلاح عیوب جوش باید به وسیله همان دستورالعمل جوشکاری اصلی به کار رفته یا سایر دستورالعمل‌های جوشکاری تأیید شده قبلی انجام شود.

۳-۲-۲-۱۷ نواحی تعمیر شده باید با همان روش بازرسی که قبلاً عیب‌یابی شده‌اند دوباره ارزیابی شوند.

۴-۲-۲-۱۷ برای هر ناحیه معیوب دو بار تلاش برای تعمیر مجاز است. بدون تأییدیه کارفرما هیچ تلاش اضافی برای تعمیر نباید انجام شود.

۳-۱۷ ارزیابی اجزای ریخته‌گری شده

ارزیابی اجزای ریخته‌گری شده باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 17.3 استاندارد API Std 560 باشد.

۴-۱۷ ارزیابی سایر اجزای فلزی

ارزیابی سایر اجزای فلزی باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند 17.4 استاندارد API Std 560 باشد.

۵-۱۷ تضمین کیفیت/کنترل کیفیت، ارزیابی و آزمون عایق نسوز

۱-۵-۱۷ تضمین کیفیت/کنترل کیفیت، ارزیابی و آزمون عایق نسوز باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 17.5.1 تا 17.5.7 استاندارد API Std 560 باشد.

۲-۵-۱۷ ارزیابی و آزمون عایق‌های نسوز ریختنی

۱-۲-۵-۱۷ یک نمونه آزمون در ابتدای هر نوبت کاری و یک نمونه آزمون در انتهای هر نوبت کاری باید

1- Chipping
2- Gouging
3- Grinding

ساخته شود. چنانچه تعداد دو یا بیشتر ماده یا روش به کارگیری مختلف در طی یک نوبت کاری اتفاق می افتد، آن گاه نمونه های آزمون در ابتدا و انتهای به کارگیری هر ماده و/یا روش به کارگیری مورد نیاز است.

۱۷-۲-۵-۲ این نمونه های آزمون باید در یک جعبه آهنی $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ برای عایق ریختنی و $38 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ برای عایق نسوز ریختنی با وزن متوسط (یکبار ریخته شده) یا متراکم ساخته شود.

۱۷-۲-۵-۳ هر نمونه باید برای مشخص شدن ماده به کار رفته، چگونگی به کار رفتن (ریختنی یا پاششی)، و محل به کار رفتن علامت گذاری شود. این نمونه ها باید برای مشخص شدن نسبت قابل قبول آب به مخلوط بلافاصله وزن شوند. هر نمونه باید به مدت ۱۲ h با هوا خشک شده و برای بازرسی سلامت و یکنواختی شکسته شود.

۱۷-۲-۵-۴ آزمون های قبل از به کار بردن

الف- قبل از اقدام به ترکیب و به کارگیری برای نصب در محل، به منظور آزمون تطابق دقیق با مشخصات عایق نسوز مرتبط، مخلوط های نمونه باید از عایق نسوز ساخته شوند. سه نمونه باید آماده شود؛

ب- مخلوط نمونه با ابعاد $65 \text{ mm} \times 114 \text{ mm} \times 114 \text{ mm}$ باید با مشخصات مربوط به نمونه با آب یا غشاء محافظ، عمل آوری شود؛

پ- مخلوط کردن و به کارگیری برای نصب در محل تا زمانی که نمونه ها رضایت بخش نباشند نباید انجام شود؛

ت- در صورت هر گونه تغییر در مواد یا مواد تأمین شده از سازندگان مختلف و تغییرات در منبع آب باید آزمون با مخلوط نمونه جدید انجام شود.

۱۷-۶ آزمون

۱۷-۶-۱ آزمون فشار

۱۷-۶-۱-۱ آزمون فشار باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربندهای 17.6.1.1 تا 17.6.1.4 استاندارد API Std 560 باشد.

۱۷-۶-۱-۲ آزمون های استحکام با هوا ممکن است برای مجموعه های کوئل تحت شرایط خاصی، با تأیید کارفرما به کار برده شوند. سیال مورد استفاده برای این گونه آزمون ها باید هوا یا گاز خنثی باشد. آزمون با هوا باید در ۱/۱ برابر فشار طراحی انجام شود. فشار آزمون باید حداقل برای مدت ۱ h حفظ شود. در زمان انجام آزمون با هوا باید به خطر رهاسازی انرژی ذخیره شده در هوای فشرده شده توجه شود. معادلات مرتبط و

تذکرات لازم در استاندارد ASME PCC-2:2018, Part 5, Article 501 ارائه شده است.

۱۷-۶-۳ آزمون فشار پس از هر تعمیر نشستی باید تکرار شود.

۱۷-۶-۲ آزمون تیوب‌های با سطح گسترش‌یافته میخی^۱

آزمون تیوب‌های با سطح گسترش‌یافته میخی باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 17.6.2 استاندارد API Std 560 باشد.

۱۷-۶-۳ شناسایی ترکیب مواد^۲

شناسایی ترکیب مواد باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند 17.6.3 استاندارد API Std 560 باشد.

۱۸ ضمانت

۱۸-۱ سازنده گرمکن باید تضمین کند که گرمکن‌ها مقادیر و انواع مواد مشخص‌شده بر روی برگه اطلاعات فنی طراحی را از دماهای ورودی تا دماهای خروجی مشخص‌شده و تحت شرایط فشار طراحی، گرم خواهند کرد.

۱۸-۲ سازنده گرمکن باید تضمین کند که مشخصات گرمکن‌ها مطابق با تمامی الزامات تعیین‌شده در این استاندارد و برگه اطلاعات فنی هر گرمکن، خواهند بود.

۱۸-۳ سازنده گرمکن باید تضمین کند که گرمکن‌ها بدون تخطی از بیشینه دماهای دیواره تیوب یا عایق نسوز مشخص‌شده توسط تأمین‌کنندگان زمانی که دما به وسیله ترموکوپل پوسته تیوب اندازه‌گیری می‌شود کارایی مشخص‌شده را تأمین می‌کنند. موقعیت روزنه‌های مورد استفاده برای آزمون تضمین کیفیت باید بر روی نقشه‌های فروشنده علامت‌گذاری شود. استفاده از پیرومترها یا ترموکوپل‌ها برای این بررسی باید گزینه قابل انتخاب برای کارفرما باشد.

۱۸-۴ سازنده گرمکن باید تضمین کند که شعله با تیوب‌های گرمکن برخورد مستقیم نخواهد داشت.

1- Studded tube

2- Positive materials identification

پیوست الف**(آگاهی‌دهنده)**

فهرست پیوست‌های آگاهی‌دهنده ارجاع داده شده

الف-۱ برگه‌های اطلاعات فنی تجهیزات

برگه‌های اطلاعات فنی تجهیزات باید مطابق با Annex A استاندارد API Std 560 باشد.

الف-۲ فهرست کنترل خریدار

فهرست کنترل خریدار باید مطابق با Annex B استاندارد API Std 560 باشد.

الف-۳ شرایط پیشنهادی مونتاژ در کارگاه

شرایط پیشنهادی مونتاژ در کارگاه باید مطابق با Annex C استاندارد API Std 560 باشد.

الف-۴ اندازه‌گیری بازدهی گرمکن‌های مشعل‌دار فرایندی

اندازه‌گیری بازدهی گرمکن‌های مشعل‌دار فرایندی باید مطابق با پیوست Annex G استاندارد API Std 560 باشد.

الف-۵ طراحی دودکش

طراحی دودکش باید مطابق با Annex H استاندارد API Std 560 باشد.

الف-۶ اندازه‌گیری نوفه ناشی از گرمکن‌های مشعل‌دار فرایندی

اندازه‌گیری نوفه ناشی از گرمکن‌های مشعل‌دار فرایندی باید مطابق با Annex I استاندارد API Std 560 باشد.

پیوست ب**(الزامی)****فهرست پیوست‌های الزامی ارجاع داده شده****ب-۱ منحنی‌های تنش مورد استفاده در طراحی اجزای تکیه‌گاه تیوب**

الزامات منحنی‌های تنش مورد استفاده در طراحی اجزای تکیه‌گاه تیوب باید مطابق با Annex D استاندارد API Std 560 باشد.

ب-۲ سامانه‌های پیشگرم هوا برای گرمکن‌های مشعل‌دار فرایندی

الزامات سامانه‌های پیشگرم هوا برای گرمکن‌های مشعل‌دار فرایندی باید مطابق با Annex F استاندارد API Std 560 باشد.

ب-۳ برگه اطلاعات فنی تطابق عایق نسوز

الزامات برگه اطلاعات فنی تطابق عایق نسوز باید مطابق با Annex J استاندارد API Std 560 باشد.

پیوست پ

(الزامی)

فن‌های گریز از مرکز برای سیستم‌های گرمکن مشعل‌دار

پ-۱ الزامات عمومی

الزامات عمومی باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در بند E.1 استاندارد API Std 560 باشد.

پ-۲ عبارتها و تعاریف برای فن‌های گریز از مرکز

عبارتها و تعاریف برای فن‌های گریز از مرکز باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در بند E.2 استاندارد API Std 560 باشد.

پ-۳ طراحی

پ-۳-۱ الزامات عمومی

پ-۳-۱-۱ الزامات عمومی طراحی باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربندهای E.3.1.1 تا E.3.1.15 استاندارد API Std 560 باشد.

پ-۳-۱-۲ فن‌های مکشی و دمشی و محرک‌های آنها باید به شکل آزاد برای نگهداری و تعمیرات در دسترس بوده و بر روی پی^۱ مجزا از گرمکن روی یا نزدیک سطح زمین نصب شوند.

پ-۳-۱-۳ زمانی که جریان هوای دمشی باید به کار برده شود، مگر آنکه کارفرما تأیید کرده باشد، برای هر گرمکن باید یک فن دمشی با یک تنظیم کننده جریان هوا از نوع قطع کن^۲ در پایین دست فن تعبیه شود. فن باید قادر به تأمین ۱۲۰٪ هوای موردنیاز زمانی که گرمکن در ۱۱۰٪ ظرفیت طراحی با هوای اضافی طراحی در مشعل‌ها کار می‌کند، باشد.

پ-۳-۱-۴ در فن‌های دمشی که با محرک‌های با سرعت ثابت کار می‌کنند، کنترل جریان هوای کلی باید به وسیله پره‌های قابل تنظیم^۳ در ورودی هوای فن انجام شود. این پره‌ها باید در زمان وقوع خرابی باز شوند.

پ-۳-۱-۵ فن‌های مکشی باید الزامات زیر را برآورده کنند:

الف- اندازه فن باید بر پایه ۱۲۵٪ مقادیر گاز دودکش تولید شده در زمانی که گرمکن در ۱۱۰٪ ظرفیت طراحی با هوای اضافی طراحی کار می‌کند، تعیین شود؛

1- Foundation
2- Shut-off damper
3- Adjustable vane

ب- یک مسیر کنارگذر برای گازهای دودکش در اطراف فن‌های مکشی باید به گونه‌ای تأمین شود که به کارگیری گرمکن در دست کم ۷۰٪ ظرفیت گرمکن در حالی که فن مکشی غیرفعال است، ممکن باشد. مسیر کنارگذر باید به یک تنظیم‌کننده جریان هوا با واکنش سریع^۱ که با وقوع خرابی در فن فعال می‌شود مجهز باشد.

پ-۳-۱-۶ تمامی فن‌ها باید به یک هشداردهنده در پنل اتاق کنترل که خرابی محور سمت فن رابط^۲ محرک را مشخص می‌کند، مجهز باشند. برای فن‌های دمشی این پیغام هشدار باید عمل «قطع-گرمایش» و برای فن‌های مکشی، باز شدن مسیر کنارگذر فن را فعال کند. این چیدمان‌ها باید از هر گونه هشدار جریان-کم فن مستقل باشند.

پ-۳-۱-۷ بدنه باید به گونه‌ای طراحی شود که در آوردن روتور^۳ بدون نیاز به جدا کردن کانال‌های متصل شده را ممکن سازد. بدنه باید بر روی خط مرکزی دارای تکیه‌گاه و راهنما بوده به گونه‌ای که اجازه انبساط گرمایی بدون تحت تأثیر قرار دادن هم‌محوری تجهیز را بدهد.

پ-۳-۱-۸ فن باید بدون نیمه رابط متصل به آن به شکل استاتیکی و دینامیکی متعادل شود. رابط و فاصله‌انداز^۴ باید به طور جداگانه متعادل شوند.

پ-۳-۱-۹ تأمین‌کننده باید تضمین کند که نصب فن فاقد بسامدهای بحرانی پیچشی در طول مدت‌زمان کارکرد حالت پایدار، کارکرد حالت گذرا، در طول مدت‌زمان راه‌اندازی، خارج کردن از زیر بار و توقف ناگهانی است.

پ-۳-۱-۱۰ جهت دوران فن باید به وضوح و به شکل دائمی علامت‌گذاری شود.

پ-۳-۱-۱۱ صفحه پایه^۵ فن باید صلب بوده و به روش جوشکاری ساخته شده باشد و مجهز به پدهای مرجع^۶ ماشین‌کاری شده و محافظت‌شده بوده و باید با صفحه پایه محرک یکپارچه باشد.

پ-۳-۲ محفظه فن

محفظه فن باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند E.3.2 استاندارد API Std 560 باشد.

پ-۳-۳ اتصالات محفظه فن

اتصالات محفظه فن باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند E.3.3 استاندارد API Std 560 باشند.

پ-۳-۴ نیروها و گشتاورهای خارجی

نیروها و گشتاورهای خارجی باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در زیربند E.3.4 استاندارد API Std 560 باشند.

پ-۳-۵ اجزای دوار

1- Quick-acting damper
2- Coupling
3- Rotor
4- Spacer
5- Base plate
6- Reference pad

اجزای دوار باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند E.3.5 استاندارد API Std 560 باشند.

پ-۳-۶ آببندی محور فن‌ها

آببندی محور فن‌ها باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند E.3.6 استاندارد API Std 560 باشد.

پ-۳-۷ سرعت‌های بحرانی/تشدید

سرعت‌های بحرانی/تشدید باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند E.3.7 استاندارد API Std 560 باشند.

پ-۳-۸ ارتعاشات و متعادل کردن

ارتعاشات و متعادل کردن باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند E.3.8 استاندارد API Std 560 باشد.

پ-۳-۹ یاتاقان‌ها و محفظه یاتاقان‌ها

یاتاقان‌ها و محفظه یاتاقان‌ها باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند E.3.9 استاندارد API Std 560 باشند.

پ-۳-۱۰ روان کاری

روان کاری باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند E.3.10 استاندارد API Std 560 باشد.

پ-۳-۱۱ مواد

مواد باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند E.3.11 استاندارد API Std 560 باشد.

پ-۳-۱۲ پلاک مشخصات و نشانگرهای جهت دوران

پلاک مشخصات و نشانگرهای جهت دوران باید مطابق با الزامات ارائه شده در زیربند E.3.12 استاندارد API Std 560 باشند.

پ-۴ تجهیزات جانبی

تجهیزات جانبی باید مطابق با الزامات ارائه شده در بند E.4 استاندارد API Std 560 باشند.

پ-۵ ارزیابی، آزمون و آماده‌سازی برای حمل

ارزیابی، آزمون و آماده‌سازی برای حمل باید مطابق با الزامات ارائه شده در بند E.5 استاندارد API Std 560 باشد.

پ-۶ اطلاعات فروشنده

اطلاعات فروشنده باید مطابق با الزامات ارائه شده در بند E.6 استاندارد API Std 560 باشد.

کتابنامه

- [1] ASME PCC-2: 2018, Repair of pressure equipment and piping