

Gas turbines - Part 10: General requirement for petroleum, petrochemical and gas industries

**توربین‌های گازی - قسمت ۱۰: الزامات عمومی در
صنایع نفت، پتروشیمی و گاز**

ویرایش سوم

آبان ۱۴۰۳

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 ۱۴۰۳/۰۸/۲۱ با شماره (INSO 10978-10) 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 پیشنهادهای 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 استاندارد 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، آزمونگاه 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)

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«توربین‌های گازی - قسمت ۱۰: الزامات عمومی در صنایع نفت، پتروشیمی و گاز»

رئیس:

حسین زاده، رضا

(کارشناسی ارشد بیومکانیک - بیومکانیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

کارشناس ارشد استانداردها و ضوابط مهندسی - اداره کل نظام
فنی و اجرایی و ارزشیابی طرح‌ها - معاونت مهندسی، پژوهش و
فناوری - وزارت نفت

دبیر:

زندیان نژاد، آرش

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

کارشناس ارشد پروژه مهندسی مکانیک - شرکت ملی مناطق
نفت خیز جنوب - شرکت ملی نفت ایران

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدی، دانیال

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی)

مهندس ارشد بازرسی فنی - واحد بازرسی فنی ستاد شرکت
انتقال گاز - شرکت ملی گاز ایران

اعظمی، عیسی

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی)

رئیس ماشین‌آلات - شرکت پتروشیمی بیستون - شرکت ملی
صنایع پتروشیمی ایران

جوکار، محمدرضا

(دکتری مهندسی مکانیک)

مدیر تحقیق و توسعه - شرکت فاتح صنعت کیمیا

حسینی، امین

(کارشناسی ارشد مکانیک - تبدیل انرژی)

کارشناس ارشد طراحی مکانیک - شرکت خطوط لوله و مخابرات
ایران

حسینی قابوسی، سیدوحید

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

کارشناس پژوهش - پژوهشگاه استاندارد

دهدشتی اخوان، علی

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

کارشناس مکانیک - مدیریت مهندسی و ساختمان شرکت
مهندسی و توسعه گاز - شرکت ملی گاز ایران

رباتی، حسین

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

کارشناس پروژه مهندسی مکانیک - شرکت ملی مناطق نفت خیز
جنوب - شرکت ملی نفت ایران

سالاری، مهدی

(دکتری مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی)

کارشناس ارشد پروژه مهندسی مکانیک - شرکت ملی مناطق
نفت خیز جنوب - شرکت ملی نفت ایران

شالباف، مرتضی

(کارشناسی مهندسی مکانیک - حرارت و سیالات)

مجری طرح - شرکت ملی مهندسی و ساختمان نفت ایران -
شرکت ملی نفت ایران

شکوری، حسین

(دکتری مهندسی مکانیک - مدیریت پروژه)

کارشناس ارشد طراحی مکانیک - شرکت نفت و گاز پارس

سمت و/یا محل اشتغال:

مدیر پروژه ساخت و تأمین پمپ‌های اصلی خط انتقال نفت خام
گوره- جاسک و پایانه مربوطه- شرکت مهندسی و توسعه نفت

رئیس طراحی- شرکت پمپ‌ایران

سرپرست اجرایی پایش وضعیت- شرکت پتروشیمی شهید
تندگویان- شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران

رئیس تولید انرژی و نوسازی و تعمیرات توربین- منطقه لاوان
شرکت نفت فلات قاره ایران- شرکت ملی نفت ایران

کارشناس پروژه مهندسی مکانیک - شرکت ملی مناطق نفت خیز
جنوب- شرکت ملی نفت ایران

رئیس پروژه تعمیرات مکانیک- شرکت ملی مناطق نفت خیز
جنوب- شرکت ملی نفت ایران

کارشناس مکانیک- شرکت مهندسی و توسعه نفت

مدیر گروه تجهیزات دوار- شرکت مهندسان مشاور سازه

کارشناس ارشد ماشین‌آلات دوار و پایش وضعیت- شرکت
پتروشیمی آریا ساسول- شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران

عضو هیئت علمی گروه پتروشیمی و پلیمر- پژوهشگاه استاندارد

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شعبانیان، علیرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی- طراحی فرایند)

طالبی زنوزی، سید مجید

(دکتری مهندسی مکانیک- تبدیل انرژی)

عبدی، روح اله

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- ساخت و تولید)

غلامی، احمد

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- طراحی کاربردی)

محمدیان، رضا

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- تبدیل انرژی)

مکتبی‌پور، علیرضا

(کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی- استراتژیک)

مشتاق، مهدی

(کارشناسی مهندسی مکانیک- حرارت و سیالات)

میلانی، حسام

(کارشناسی مهندسی مکانیک- حرارت و سیالات)

وکیلی، مهدی

(کارشناسی مهندسی مکانیک- ساخت و تولید)

ویراستار:

خالقی‌مقدم، ماهر

(دکتری شیمی آلی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش گفتار
ط	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ طراحی پایه
۴	۴-۱ کلیات
۶	۴-۲ پوسته‌های تحت فشار
۶	۴-۳ افشانک‌های سوخت و محفظه احتراق
۷	۴-۴ اتصالات پوسته
۷	۴-۵ اجزای دوار
۸	۴-۶ نشت بند
۸	۴-۷ دینامیک
۹	۴-۸ یاتاقان‌ها و محفظه یاتاقان‌ها
۱۰	۴-۹ سامانه روغن کاری
۱۱	۴-۱۰ مواد
۱۲	۴-۱۱ پلاک مشخصات و جهت چرخش
۱۲	۴-۱۲ کیفیت
۱۲	۵ تجهیزات جانبی
۱۲	۵-۱ محرک‌های راه انداز و کمکی
۱۴	۵-۲ چرخ دنده‌ها، کوپلینگ‌ها و محافظ‌ها
۱۴	۵-۳ صفحات تکیه گاهی
۱۶	۵-۴ کنترل و ابزار دقیق
۲۲	۵-۵ لوله کشی و ملحقات
۲۲	۵-۶ سامانه‌های ورودی هوا و آگزوز
۲۶	۵-۷ عایق بندی، ممانعت از ورود هوا، حفاظت از آتش و تدابیر صوتی
۲۸	۵-۸ سامانه‌های سوخت
۲۹	۵-۹ الزامات ابزار مخصوص
۲۹	۶ بازرسی، آزمون‌ها و آماده سازی برای حمل و نقل
۲۹	۶-۱ کلیات

صفحه	عنوان
۲۹	۲-۶ بازرسی
۳۱	۳-۶ آزمون‌ها
۳۳	۴-۶ آماده‌سازی برای حمل‌ونقل
۳۴	۷ اطلاعات سازنده/ تأمین‌کننده
۳۴	۱-۷ پیشنهاده‌ها
۳۴	۲-۷ اطلاعات قرارداد
۳۴	۸ ضمانت و خدمات پس از فروش
۳۴	۱-۸ مکانیکی
۳۴	۲-۸ عملکرد
۳۵	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) فهرست پیوست‌های مرتبط
۳۶	پیوست ب (الزامی) تجهیزات ابزاردقیق پایش و حفاظت
۳۷	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) انتخاب فیلتر
۴۱	کتاب‌نامه

پیش گفتار

استاندارد «توربین‌های گازی- قسمت ۱۰: الزامات عمومی در صنایع نفت، پتروشیمی و گاز» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در سیصد و هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد تجهیزات و فراورده‌های نفتی مورخ ۱۴۰۳/۰۸/۲۱ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی‌ماه ۱۳۹۶، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است:

IPS-G-PM-260: 2009; General standard for gas turbines for petroleum, chemical and gas industry services

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۰۹۷۸ است. سایر قسمت‌های این استاندارد به شرح زیر هستند:

- قسمت ۱: تعاریف و مقدمه کلی
- قسمت ۳: الزامات طراحی
- قسمت ۷: بازرسی، آزمون، نصب و اجرا
- قسمت ۹: قابلیت اطمینان، آمادگی، قابلیت نگهداری و ایمنی
- Part 2: Standard reference conditions and ratings

توربین‌های گازی - قسمت ۱۰: الزامات عمومی در صنایع نفت، پتروشیمی و گاز

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات و ارائه توصیه‌هایی در زمینه طراحی، انتخاب مواد، ساخت، بازرسی، آزمون و بسته‌بندی انواع توربین‌های گازی مورد استفاده در صنعت نفت است. این استاندارد برای انواع توربین‌های گازی مورد استفاده به عنوان محرک مکانیکی ژنراتور تولید برق، سرویس‌های خطوط لوله، پالایشگاه‌ها و کارخانه‌های نفت، گاز، پتروشیمی و صنایع شیمیایی، اکتشاف، تولید و کاربری‌های جدید، کاربرد دارد. این استاندارد برای تأمین توربین‌ها و سامانه‌های توربین گاز مورد استفاده در چرخه ترکیبی و متعلقات کمکی آن‌ها که توسط مشتری از یک سازنده/ تأمین‌کننده مجموعه توربین گاز تأمین می‌شود نیز کاربرد دارد.

در مواردی که بسته به شرایط سرویس پروژه، علاوه بر مراجع الزامی این استاندارد، از سایر استانداردهای مرتبط، یا طرح‌های پیشنهادی سازنده/ تأمین‌کننده به عنوان الزام تکمیلی استفاده می‌شود، در این صورت باید هرگونه تغییر نسبت به این استاندارد را شناسایی شده و جزئیات آن را برای تأیید خریدار ارائه شود.

۲ مراجع الزامی

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

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

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۴۱، صنعت نفت - روان کاری، نشت‌بندی محور، سیستم کنترل روغن و تجهیزات جانبی - الزامات فنی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۷۰۱، صنعت نفت - مجموعه جعبه‌دنده با کاربرد ویژه - الزامات فنی

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۵۹۳، صنعت نفت - کوپلینگ‌های انتقال نیرو با کاربرد ویژه - الزامات فنی

2-4 ISO 15156 (all parts), Petroleum and natural gas industries—Materials for use in H₂S-containing environments in oil and gas production

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۹۲۲۶، مواد مورد استفاده در محیطهای حاوی سولفید هیدروژن (H₂S) در تولید نفت و گاز، با استفاده از مجموعه استاندارد ISO 15156: 2015 تدوین شده است

2-5 IEC 60079 (all parts), Explosive Atmospheres

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۰۵، محیطهای قابل انفجار، با استفاده از برخی قسمت‌های استاندارد IEC 60079 تدوین شده است

2-6 ASME Section VIII Division 1, Criteria and commentary**2-7 ASME B31.3, Process piping****2-8 API STD 613, Special-purpose gears for petroleum, chemical, and as industry services****2-9 API STD 614, Lubrication, shaft-sealing and oil-control systems and auxiliaries****2-10 API STD 616: 2011, Gas turbines for the petroleum, chemical, and gas industry services****2-11 API STD 671, Special purpose couplings for petroleum, chemical and gas industry services****2-12 API STD 677, General-purpose gear units for petroleum, Chemical and gas industry services****2-13 NFPA 70, national electrical code****2-14 IPS-M-EL-131, Material and equipment standard for low voltage induction motors****2-15 IPS-M-EL-132, Material and equipment standard for medium and high induction motors****۳ اصطلاحات و تعاریف**

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد API STD 616 اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

شرکت

کارفرما

company
client

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

۲-۳

خریدار

purchaser

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

۳-۳

تأمین کننده

supplier

به شخصیت حقوقی گفته می شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم را تأمین می کند.

۴-۳

سازنده

manufacturer

شخصیت حقوقی که محصولات موردنیاز صنعت نفت را می سازد.

۵-۳

بازرس

inspector

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

۶-۳

ضمانت

guarantee

تعهدی است که از طرف سازنده/ تأمین کننده به خریدار در قبال تضمین کیفیت، محتوا و عملکرد محصول فروخته شده در بازه زمانی مشخصی داده می شود.

۷-۳

خدمات پس از فروش

after sales services

هر نوع تعهد که از طرف سازنده/ تأمین کننده به خریدار داده می شود و فراتر از تعهدات ضمانت است. به طور مثال: تمدید مدت زمان موردنظر خریدار به ازای دریافت هزینه خدمات پس از فروش محسوب می شود.

۸-۳

توربین گازی کار سنگین

heavy duty gas turbines

این توربین در اصل برای صنایع برق بزرگ و عمدتاً به صورت تک محوره طراحی و ساخته می شود.

۹-۳

توربین گازی کار سبک

light duty gas turbines

این توربین برای تولید برق و یا کاربردهای مکانیکی صناعی غیر از صنعت برق و عمدتاً به صورت طرح های دو محوره طراحی و ساخته می شود.

۱۰-۳

توربین گازی هوایی

aero-derivative gas turbines

طراحی این توربین برگرفته از صنعت هوانوردی است که به موجب آن بجای فن یک توربین قدرت جایگزین شده است.

۱۱-۳

شاخص وب

wobbe index

نشانه قابلیت تعویض گازهای سوختی مانند گاز طبیعی، گاز مایع و گاز شهری است و اغلب در مشخصات شرکت های تأمین گاز و حمل و نقل تعریف شده است.

۴ طراحی پایه

۱-۴ کلیات

۱-۱-۴ تمامی تجهیزات (از جمله تجهیزات کمکی) تحت پوشش این استاندارد، باید برای حداقل ۲۰ سال عمر کاری و حداقل ۳ سال کارکرد بدون توقف، طراحی و ساخته شوند. همچنین زمان مورد نیاز بین بازرسی نباید کمتر از ۸۰۰۰ h کاری باشد. سازنده/ تأمین کننده باید بر اساس عملکرد دستگاه، طول عمر و حداقل فاصله عملیات بدون وقفه را مشخص کند. همچنین ارائه الزامات نگهداری و تعمیرات، جهت

دستیابی به این فواصل، توسط سازنده/ تأمین کننده الزامی است. بازرسی‌های غیرمزامی^۱ (به‌عنوان مثال مواردی که نیاز به استفاده از بروسکوپ^۲ دارند) ممکن است مطابق با خواسته سازنده/ تأمین کننده به‌صورت دوره‌ای (تکرارشونده) انجام شود.

۴-۱-۲ الزامات زیربندهای 4.1.2 تا 4.1.4، 4.1.7 تا 4.1.13، 4.1.15 تا 4.1.17، 4.1.22 و 4.1.23 از استاندارد API STD 616 به‌همراه سایر الزامات زیربند ۴-۱ باید به‌عنوان الزامات عمومی طراحی پایه در نظر گرفته شوند.

۴-۱-۳ محدوده سرعت حداقل برای ماشین تک‌محوره باید ۲۵٪ (از ٪ ۸۰ تا ٪ ۱۰۵ سرعت نامی) و محدوده سرعت ماشین دومحوره یا بیشتر باید ۵۵٪ (از ٪ ۵۰ تا ٪ ۱۰۵ سرعت نامی) باشد. برای توربین‌های چند محوره سرعت خاموش شدن ناگهانی^۳ باید ٪ ۱۱۰ سرعت نامی یا ٪ ۱۰۵ حداکثر سرعت پیوسته، هر کدام کمتر است، در نظر گرفته شود. برای توربین‌های تک‌محوره سرعت خاموش شدن ناگهانی با توافق بین سازنده/ تأمین کننده و خریدار تعیین می‌شود.

۴-۱-۴ مدت‌زمان بین تعمیرات اساسی در مواردی که توربین با سوخت گاز طبیعی و در میزان بار پایه کار می‌کند باید حداقل برابر باشد با:

- ۴۸۰۰۰ h برای توربین گازی کار سنگین؛
- ۳۲۰۰۰ h برای توربین گازی کار سبک؛
- ۲۵۰۰۰ h برای توربین گازی هوایی.

۴-۱-۵ قطعات و تجهیزات الکتریکی، باید مطابق با استانداردهای IEC 60079 و NFPA 70 برای منطقه ۲، گروه گاز II (کلاس I و گروه D و بخش ۲) یا طبقه‌بندی (ارجاع و گروه‌بندی ناحیه همان‌طور که در قرارداد مشخص شده، هر کدام سخت‌گیرانه‌تر باشد، مناسب باشند).

۴-۱-۶ سازنده/ تأمین کننده باید پیشنهاد فنی خریدار، خصوصاً نحوه چیدمان تأمین سوخت گاز، طراحی کانال‌ها، محل قرارگیری کوپلینگ، تجهیزات ابزار دقیق، کنترل کننده‌ها، نقشه لوله‌کشی و فونداسیون‌ها را مرور و در صورت لزوم توضیحات و توصیه‌هایش را اعلام کند.

۴-۱-۷ توربین گازی و لوازم جانبی آن باید بتواند در فضای باز و شرایط آب و هوایی مشخص شده در داده‌برگ کار کند، مگر در مواردی که شرایط دیگری تعیین شده باشد. هرگونه آماده‌سازی برای شرایط زمستانی، قرار دادن در محفظه و حفاظ در برابر شرایط جوی و تابش آفتاب که توسط سازنده/ تأمین کننده

1- Nonintrusive inspections
2- Borescope
3- Trip speed

اعلام نیاز شده باید در مجموعه ارسالی ارائه شده باشد.

۴-۱-۸ قطعات یدکی توربین و تمامی لوازم جانبی آن باید تمام معیارهای این استاندارد را داشته باشند.

۴-۱-۹ مشخصات نامی توربین گازی باید در محدوده طراحی و تجربیات عملی سازنده/ تأمین کننده قرار گیرد. ثابت نگه داشتن توان توربین گازی مستقل از دمای محیط، از طریق افزایش و/یا کاهش دمای خروجی از محفظه احتراق در شرایط دمای بالای یا پایین محیط، مجاز نیست.

۴-۲ پوسته‌های^۱ تحت فشار

۴-۲-۱ الزامات زیربندهای 4.2.1 تا 4.2.3، 4.2.5 و 4.2.6 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۴-۲ این استاندارد باید به عنوان الزامات طراحی پایه پوسته‌های تحت فشار در نظر گرفته شوند.

۴-۲-۲ پوسته توربین باید به نحوی طراحی شود که بتواند پره‌های شکسته شده، دیسک‌ها یا سایر اجزای کنده شده از قطعه آسیب دیده که منجر به بروز خطر جانی یا مالی می شود را در خود نگه دارد، در غیر این صورت باید سازنده/ تأمین کننده از حفاظ‌های محدود کننده استفاده کند.

۴-۲-۳ به منظور فراهم شدن امکان بازرسی چشمی از داخل کمپرسور، محفظه‌های احتراق، نازل‌ها و پره‌ها در مسیر گاز داغ و استفاده از ابزار بازرسی فیبر نوری سخت یا انعطاف پذیر، باید دریچه‌های بازرسی مناسبی تعبیه شود. تبدیل کننده و لوله‌های راهنما برای بازرسی توسط فیبر نوری باید توسط سازنده/ تأمین کننده مهیا شود. دریچه‌های بازرسی باید بدون نیاز به جدا کردن اجزای دستگاه یا لوازم جانبی قابل استفاده باشند و مکان آن‌ها در نقشه‌های سازنده/ تأمین کننده مشخص شده باشند. نواحی داخلی که از هر دریچه قابل مشاهده است نیز باید در نقشه‌ها مشخص شده باشند.

۴-۳ افشانک‌های سوخت و محفظه احتراق^۲

۴-۳-۱ الزامات زیربندهای 4.3.1 تا 4.3.3 و 4.3.5 تا 4.3.7 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۴-۳ این استاندارد باید به عنوان الزامات طراحی پایه افشانک‌های سوخت و محفظه احتراق در نظر گرفته شوند.

۴-۳-۲ در صورتی که از نازل‌های سوخت دوگانه استفاده شود، سازنده/ تأمین کننده باید هر موردی از جمله پاکسازی^۳ نازل‌ها با هوا یا گاز را که برای تمیز کردن و خنک کردن مداوم نازل‌ها مورد نیاز است، در پیشنهاد فنی توضیح دهد. تأمین هوا ممکن است از سیستم تخلیه هوای کمپرسور توربین یا از یک کمپرسور

1- Casing

2- Combustion and fuel nozzles

3- Purging

هوای جداگانه گرفته شود. یک شیر یک طرفه به منظور جلوگیری از خروج هوای تخلیه از طریق سیستم تخلیه سوخت، باید در منبع سوخت مایع برای هر نازل نصب شود.

۳-۳-۴ به منظور خروج هرگونه مایع محصورشده، محفظه احتراق باید مجهز به یک شیر تخلیه خودکار باشد.

۴-۴ اتصالات پوسته^۱

۱-۴-۴ الزامات زیربندهای 4.4.1 تا 4.4.7 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۴-۴ این استاندارد باید به عنوان الزامات طراحی پایه اتصالات پوسته در نظر گرفته شوند.

۲-۴-۴ اتصالات تخلیه مایعات باید به طور مناسبی قرار گیرند تا هرگونه مایع جمع شده بتواند تخلیه شود. این منافذ تخلیه باید با اتصالات فلنجی و حداقل اندازه DN40 باشند.

۵-۴ اجزای دوار^۲

۱-۵-۴ محور^۳

الزامات زیربندهای 4.5.1.1 تا 4.5.1.4 از استاندارد API STD 616 باید به عنوان الزامات طراحی پایه محورها در نظر گرفته شوند.

۲-۵-۴ روتور

۱-۲-۵-۴ الزامات زیربندهای 4.5.2.1 تا 4.5.2.3 از استاندارد API STD 616 به همراه الزامات زیر باید به عنوان الزامات طراحی پایه روتورها در نظر گرفته شوند.

۲-۲-۵-۴ در توربین های گازی محرک ژنراتورها، روتورها از نظر مکانیکی باید به نحوی طراحی شوند که در صورت اتصال کوتاه شدن ژنراتور، بتواند گشتاور ایجادشده را در شرایط ایمن تحمل کنند. گشتاورهای گذرا نباید کمتر از ۶۰۰٪ گشتاور بار کامل در نظر گرفته شوند. همزمانی، ناهم فازی و عدم تحمل بار کامل نیز باید در طراحی اجزای دوار در نظر گرفته شود.

۳-۲-۵-۴ در مواردی که بیش از یک توربین با مقادیر نامی یکسانی سفارش داده می شود، روتورها باید قابل جایگزین با یکدیگر باشند.

1- Casing connections
2- Rotating elements
3- Shaft

۴-۲-۵-۴ به استثنای پره، روتور باید عمر طراحی بیش از ۲۰۰۰۰۰ h در دما و سرعت نامی توربین را داشته باشد.

۴-۲-۵-۵ تیغه‌های روتور باید حتی‌الامکان از نظر وزنی متعادل آرایش شده و علامت‌گذاری شوند تا جایگزینی آن‌ها در محل سایت عملیاتی بدون نیاز به بالانس (تعادل) روتور امکان‌پذیر باشد. داده‌های بالانس (تعادل) باید در دستورالعمل‌های تعمیر و نگهداری لحاظ شوند.

۴-۵-۳ دیسک و تیغه‌گذاری

۴-۳-۵-۴ الزامات زیربندهای 4.5.3.1 تا 4.5.3.5 از استاندارد API STD 616 به همراه الزامات زیر باید به‌عنوان الزامات طراحی پایه دیسک و تیغه‌گذاری در نظر گرفته شوند.

۴-۳-۵-۴ برای توربین‌های گاز هوایی، پره‌ها و نازل‌های توربین نیرو باید عمر طراحی بیش از ۱۰۰۰۰۰ h در دما و سرعت نامی توربین داشته باشند.

۴-۶ نشت بند

۴-۶-۱ الزامات زیربندهای 4.6.1 و 4.6.2 از استاندارد API STD 616 به همراه الزامات زیربند ۴-۶-۲ باید به‌عنوان الزامات طراحی پایه نشت‌بندها در نظر گرفته شوند.

۴-۶-۲ در تمامی بخش‌هایی که خطر ورود محصولات داغ احتراق به یاتاقان‌ها یا سایر اجزای حاوی روانکار وجود دارد، باید از نشت‌بندهای خنک‌شونده با هوا استفاده کرد. هوای نشت‌بندی باید از مرحله مناسبی از هوای کمپرسور منشعب شود و در صورت نیاز سازنده/ تأمین‌کننده باید خنک‌کننده‌های لازم را برای هوای نشت‌بندی فراهم سازد. قرارداد خنک‌کننده در ورودی هوای محفظه احتراق مجاز نیست.

۴-۷ دینامیک

۴-۷-۱ عمومی

الزامات زیربندهای 4.7.1.1 تا 4.7.1.5 از استاندارد API STD 616 باید به‌عنوان الزامات عمومی دینامیک در نظر گرفته شوند.

۴-۷-۲ تحلیل جانبی^۱

الزامات زیربندهای 4.7.2.1 تا 4.7.2.16 از استاندارد API STD 616 باید برای تحلیل جانبی دینامیک

1- Lateral analysis

در نظر گرفته شوند.

۳-۷-۴ تحلیل پیچشی^۱

۱-۳-۷-۴ الزامات زیربندهای 4.7.3.1 تا 4.7.3.6 از استاندارد API STD 616 به همراه الزام زیر باید برای تحلیل پیچشی دینامیک در نظر گرفته شوند.

۲-۳-۷-۴ سازنده/ تأمین کننده باید به خریدار این فرصت را بدهد که رویه های انجام تحلیل های تنش و معیارهای مرتبط را بررسی کرده و با آن موافقت کند. در صورتی که سازنده/ تأمین کننده ردیف های مشابهی در حال کار داشته باشد که آنالیز پیچشی برای آن ها انجام شده و عملکرد عملیاتی آن ثابت شده باشد با توافق خریدار می تواند، نتایج را برای تطبیق ارائه کند.

۴-۷-۴ عملیات بالانس (تعادل)

الزامات زیربندهای 4.7.4.1 تا 4.7.4.3 از استاندارد API STD 616 باید برای عملیات بالانس (تعادل) در نظر گرفته شوند.

۵-۷-۴ ارتعاشات

الزامات زیربندهای 4.7.5.1 تا 4.7.5.3 از استاندارد API STD 616 باید برای ارتعاشات در نظر گرفته شوند.

۸-۴ یاتاقان ها و محفظه یاتاقان ها

۱-۸-۴ کلیات

الزامات زیربندهای 4.8.1.1 و 4.8.1.2 از استاندارد API STD 616 باید به عنوان الزامات عمومی یاتاقان ها و محفظه یاتاقان ها در نظر گرفته شوند.

۲-۸-۴ یاتاقان های غلتشی

الزامات زیربندهای 4.8.2.1 تا 4.8.2.5 از استاندارد API STD 616 باید برای الزامات یاتاقان های غلتشی در نظر گرفته شوند.

۳-۸-۴ یاتاقان های هیدرودینامیک شعاعی

۱-۳-۸-۴ الزامات زیربندهای 4.8.3.1 تا 4.8.3.4 از استاندارد API STD 616 به همراه الزام زیر باید

1- Torsional analysis

برای یاتاقان‌های هیدرودینامیک شعاعی در نظر گرفته شوند.

۴-۸-۳ تجهیزات که دارای یاتاقان‌های شعاعی غلافی هستند، ترجیحاً به گونه‌ای طراحی شوند که نصب یاتاقان‌های لقمه‌ای شعاعی بدون ماشین‌کاری مجدد محفظه یاتاقان‌ها امکان‌پذیر باشد.

۴-۸-۴ یاتاقان‌های کف‌گرد (محوری)^۱

الزامات زیربندهای 4.8.4.1.1 تا 4.8.4.1.5 از استاندارد API STD 616 باید به عنوان الزامات عمومی یاتاقان‌های کف‌گرد در نظر گرفته شوند.

۴-۸-۵ محفظه یاتاقان^۲

۴-۸-۵-۱ برای یاتاقان‌های هیدرودینامیکی تحت فشار، محفظه یاتاقان باید به گونه‌ای طراحی شود که تولید کف به حداقل برسد. برای حفظ سطح روغن و کف پایین‌تر از سطح نشت‌بند، سیستم تخلیه مناسب الزامی است. افزایش دمای روغن در محفظه یاتاقان نباید از 33°C فراتر رود و دمای روغن خروجی یاتاقان‌ها در هر حال نباید بیشتر از 83°C باشد.

۴-۸-۵-۲ الزامات زیربندهای 4.8.5.2 تا 4.8.5.5 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۴-۸-۵ باید برای محفظه یاتاقان در نظر گرفته شوند.

۴-۸-۵-۳ حداقل در هر یاتاقان شعاعی باید دو حسگر دما نصب شود. حسگرهای دما باید در غلاف فولادی و نزدیک به فصل مشترک بابیت در ناحیه با حداقل ضخامت روغن نصب شوند. علاوه بر این، در مجاری تخلیه هر یاتاقان باید نشانگرهای دما نصب شده باشد.

۴-۹ سامانه روغن‌کاری

۴-۹-۱ الزامات زیربندهای 4.9.1 تا 4.9.6 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۴-۹ این استاندارد باید برای سامانه روغن‌کاری در نظر گرفته شوند.

۴-۹-۲ سامانه‌های روان‌کاری تحت فشار باید با الزامات استاندارد API STD 614 همخوانی داشته باشند.

۴-۹-۳ از روغن روان‌کاری یکسانی که از یک سامانه تأمین می‌شود برای توربین گازی، تجهیز متحرک و تغییردهنده سرعت باید استفاده شود، مگر آنکه توافق دیگری صورت گرفته باشد.

1- Thrust bearings

2- Bearing housing

۴-۹-۴ سازنده/ تأمین کننده باید انواع روغن روان کاری معادل را در پیشنهاد خود اعلام کند.

۴-۹-۵ در صورت مورد قبول بودن طراحی، می توان از یک پمپ روغن اصلی که محور آن از طریق محرک اصلی یا جعبه دنده جانبی می چرخد، استفاده کرد. برای شروع کار، آماده کار بودن در طول عملکرد عادی و توقف عملیات می توان از یک پمپ با محرک موتور الکتریکی AC با ظرفیت مشابه استفاده کرد. نحوه نصب باید به گونه ای باشد که در مواردی که هر دو پمپ همزمان در حال کار باشند، فشار روغن روان کاری بیش از ۸۵٪ حداکثر فشار طراحی سامانه نشود. طراحی باید به گونه ای باشد که دو پمپ بتوانند به طور همزمان و برای مدت نامحدود و بدون بروز آسیب به تجهیز کار کنند.

۴-۹-۶ در مواردی که برق را نمی توان به طور مطمئن تأمین کرد و مواردی که بر اساس طراحی سازنده/ تأمین کننده لازم باشد، باید یک پمپ دیگر با منبع برق اضطراری DC به منظور تأمین روغن روان کاری پس از توقف توربین در نظر گرفته شود. سازنده/ تأمین کننده باید باتری های نیکل-کادمیوم با ظرفیت کافی به همراه شارژ کننده آن ها را برای زمان روغن کاری و پس از توقف توربین تأمین کند.

۴-۹-۷ برای پایین نگه داشتن فشار مخازن روغن می توان از فن های تخلیه بخار رطوبت گیر روی مخازن استفاده کرد. در مواردی که وجود این فن ها با توجه به فشار سامانه ضروری باشد، باید فن یدکی داشته باشند.

۴-۱۰ مواد^۱

۴-۱۰-۱ کلیات

۴-۱۰-۱-۱ الزامات زیربندهای 4.10.1.3 تا 4.10.1.15 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۴-۱۰-۱ از این استاندارد باید الزامات عمومی مواد در نظر گرفته شوند.

۴-۱۰-۱-۲ نوع مواد اجزایی که در تماس با گاز حاوی سولفید هیدروژن است باید با الزامات استاندارد ISO 15156 مطابقت داشته باشد.

۴-۱۰-۱-۳ در مواردی که سازنده/ تأمین کننده از مشخصه های مواد، غیر از موارد ذکر شده در استانداردهای ASTM، AISI ASME استفاده کند، باید در پیشنهاد فنی خود در صورت وجود ماده ای که مشابه ماده مشخص شده در استانداردهای فوق باشد را ذکر کرده و اختلافات دو ماده را به طور دقیق (مانند خواص شیمیایی، خواص فیزیکی، آزمون ها و نوع عملیات حرارتی) مشخص کند و برای بررسی امکان استفاده ماده مشابه در عملیات مورد نظر به خریدار ارسال کند. هر جزء یا ماده پوششی که حداقل ۱۶۰۰۰ h تجربه کل نداشته باشد (که ۸۰۰۰ h آن باید در یک ماشین پیوسته باشد) باید در پیشنهاد مشخص شود.

۴-۱۰-۴ مس و آلیاژهای آن نباید در گازهای حاوی سولفید هیدروژن، استیلن، آمونیاک، کلرید آمونیوم یا جیوه، استفاده شوند.

۴-۱۰-۴ قطعات ریخته‌گری شده

الزامات زیربندهای 4.10.2.1 تا 4.10.2.5 از استاندارد API STD 616 باید به‌عنوان الزامات مواد قطعات ریخته‌گری در نظر گرفته شوند.

۴-۱۰-۴ قطعات آهن‌گری شده^۱

الزامات زیربند 4.10.3 از استاندارد API STD 616 باید به‌عنوان الزامات مواد قطعات آهن‌گری‌شده در نظر گرفته شوند.

۴-۱۰-۴ جوشکاری

۱-۴-۱۰-۴ الزامات زیربندهای 4.10.4.1 تا 4.10.4.7 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۴-۱۰-۴ از این استاندارد باید الزامات جوشکاری در نظر گرفته شوند.

۲-۴-۱۰-۴ تمامی اتصالات پوسته‌ها و لوله‌های تحت فشار باید به‌طور کامل تحت آزمون نفوذ قرار گیرند.

۳-۴-۱۰-۴ اتصالات جوشکاری لب‌به‌لب پوسته تحت فشار باید ۱۰۰٪ پرتونگاری شوند. دستورالعمل بازرسی سایر جوشکاری پوسته‌های تحت فشار باید توسط بازرس مورد تأیید قرار گیرد. روش آزمون و معیارهای تأیید باید بر اساس بند UW-51 استاندارد ASME Section VIII Division 1 تهیه شود.

۴-۴-۱۰-۴ تمامی جوش‌ها در لوله‌های جانبی شامل جوش‌های آب‌بندی و جوش‌های اتصال لوله به پوسته باید عملیات حرارتی شده و بر اساس استاندارد ASME B31.3 آزمون سختی‌سنجی شده و توسط روش بازرسی ذرات مغناطیسی یا مایعات نافذ، مورد بازرسی قرار گیرند.

۴-۱۰-۵ الزامات آزمون ضربه

الزامات زیربندهای 4.10.5.1 تا 4.10.5.3 از استاندارد API STD 616 باید برای آزمون ضربه در نظر گرفته شوند.

۱۱-۴ پلاک مشخصات و جهت چرخش

الزامات زیربندهای 4.11.1 تا 4.11.4 از استاندارد API STD 616 باید به عنوان الزامات پلاک مشخصات و جهت چرخش در نظر گرفته شوند.

۱۲-۴ کیفیت

الزامات زیربند 4.12 از استاندارد API STD 616 باید در نظر گرفته شود.

۵ تجهیزات جانبی^۱۱-۵ محرک‌های راه‌انداز و کمکی^۲

۱-۱-۵ کلیات

۱-۱-۱-۵ الزامات زیربندهای 5.1.1.1 تا 5.1.1.6 و 5.1.1.8 تا 5.1.1.10 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۱-۱-۵ از این استاندارد باید به عنوان الزامات عمومی محرک‌های راه‌انداز و کمکی در نظر گرفته شوند.

۲-۱-۱-۵ سازنده/ تأمین‌کننده توربین باید هرگونه کلاچ، چرخ‌دنده تغییر سرعت، مبدل گشتاور یا سایر تجهیزات انتقال نیرو، از جمله کنترل‌های موردنیاز یا مشخص شده برای محرک‌های راه‌انداز و کمکی را تأمین کند. چرخ‌دنده‌ها در سرویس پیوسته باید مطابق با API STD 613 و چرخ‌دنده‌ها در سرویس متناوب مطابق با API STD 677 باشند. محرک‌های راه‌انداز هنگامی که توربین گاز در حال کار است باید از آن جدا شوند. از اتصال مجدد کلاچ پیش از توقف کامل توربین گاز باید ممانعت شود.

۳-۱-۱-۵ گاز مورد استفاده برای راه‌اندازی نباید از سامانه سوخت گرفته شود. سازنده/ تأمین‌کننده باید لوله‌کشی و اتصالات مجزایی که محدود به راه‌انداز است را مهیا کند. خروجی سامانه راه‌انداز گازی نباید با خروجی‌های دیگری مشترک باشد.

۴-۱-۱-۵ برای روان‌کاری سامانه راه‌انداز گازی، باید از همان تأمین‌کننده روغن روان‌کاری توربین گاز استفاده شود. استفاده از سامانه‌های روان‌کاری که نیاز به دقت کاربر پیرامون میزان سطح روغن آن‌ها در هنگام شروع به کار است، مجاز نیست.

۵-۱-۱-۵ تمامی پیچ‌ها و بست‌های تجهیزات راه‌اندازی که در مجرای ورودی هوا قرار می‌گیرند، باید

1- Accessories

2- Starting and helper drivers

توسط سیم قفل کننده ایمن شوند تا از جدا شدن یا شل شدن اتفاقی آنها جلوگیری شود. سیم باید از جنس فولاد زنگ نزن ۳۱۶ یا مونل ۴۰۰ باشد. از مهره های قفلی یا روش های محکم کردن مهره ها که به اصطکاک بسنده می کنند، نباید استفاده شود.

۲-۱-۵ عملکرد مجاز^۱

۱-۲-۱-۵ الزامات زیربند 5.1.2.1 از استاندارد API STD 616 به همراه الزام زیربند ۲-۲-۱-۵ این استاندارد باید به عنوان الزامات عملکرد مجاز در نظر گرفته شوند.

۲-۲-۱-۵ عملکرد مجاز و چیدمان محرک کمکی باید مورد توافق خریدار و سازنده/ تأمین کننده باشند. سازنده/ تأمین کننده توربین گاز باید عملکرد مجاز محرک کمکی را در مواردی که خریدار آنرا مشخص نکرده باشد، تعیین کند.

۳-۱-۵ چرخاننده روتور^۲

الزامات زیربندهای 5.1.3.1 تا 5.1.3.3 از استاندارد API STD 616 باید به عنوان الزامات چرخاننده روتور در نظر گرفته شوند.

۲-۵ چرخ دنده ها، کوپلینگ ها و محافظ ها^۳

۱-۲-۵ چرخ دنده ها

۱-۱-۲-۵ الزامات زیربندهای 5.2.1.1، 5.2.1.3 و 5.2.1.4 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۱-۲-۵ از این استاندارد باید به عنوان الزامات چرخ دنده ها در نظر گرفته شوند.

۲-۱-۲-۵ چرخ دنده انتقال بار و چرخ دنده محرک کمکی باید مجزا باشند و با استاندارد API STD 613 و استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۷۰۱ مطابقت داشته باشند.

۲-۲-۵ کوپلینگ ها و محافظ ها

۱-۲-۲-۵ الزامات زیربندهای 5.2.2.1، 5.2.2.3 و 5.2.2.5 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۲-۲-۵ از این استاندارد باید به عنوان الزامات کوپلینگ ها و محافظ ها در نظر گرفته شوند.

۲-۲-۲-۵ کوپلینگ های خشک^۱ با صفحه انعطاف پذیر دارای فاصله انداز باید مورد استفاده قرار گیرند،

1- Ratings

2- Turning equipment

3- Gears, couplings and guards

مگر در مواردی که خریدار مورد دیگری را تأیید کرده باشد. در صفحات انعطاف‌پذیر باید از محافظ‌های ضدجرقه استفاده شود. تمامی کوپلینگ‌ها و محافظ‌ها باید با الزامات استاندارد API STD 671 و استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۵۹۳ مطابقت داشته باشند، مگر آنکه توافق دیگری صورت گرفته باشد.

۳-۲-۲-۵ در توربین‌هایی که به ژنراتور متصل می‌شوند و/یا به‌عنوان محرک مکانیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید از فاصله‌اندازهایی با طول کافی (مشروط به عدم بروز ارتعاشات پیچشی نامطلوب) استفاده کرد تا امکان خارج کردن تویی کوپلینگ، یاتاقان و نشت‌بندهای تجهیز متحرک بدون ایجاد اختلال در موقعیت محورها وجود داشته باشد.

۴-۲-۲-۵ کوپلینگ‌های دارای پین و بوش انعطاف‌پذیر، مجاز نیستند.

۳-۵ صفحات تکیه‌گاهی^۲

۱-۳-۵ کلیات

۱-۱-۳-۵ مجموعه توربین گاز به همراه تجهیزات راه‌اندازی، سامانه روان‌کاری و سایر تجهیزات جانبی باید توسط یک صفحه پایه صلب فولادی نگهداشته شوند، مگر در مواردی که روش دیگری به توافق برسد. صفحه پایه باید با ساختاری پیوسته و به‌منظور نگهداشتن تجهیز متحرک طراحی شده باشد.

۲-۱-۳-۵ الزام زیربند 5.3.1.2 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۱-۳-۵ از این استاندارد باید به‌عنوان الزامات عمومی صفحات تکیه‌گاهی در نظر گرفته شوند.

۲-۳-۵ صفحه پایه^۳

۱-۲-۳-۵ الزامات زیربندهای 5.3.2.2 تا 5.3.2.6 و 5.3.2.8 و 5.3.2.9 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۲-۳-۵ از این استاندارد باید به‌عنوان الزامات صفحه پایه در نظر گرفته شوند.

۲-۲-۳-۵ سطوح نصب زیرین صفحه پایه باید در یک سطح باشد تا امکان استفاده از یک سطح یکپارچه را فراهم کند. تمامی ورق‌های تراز لازم^۴، صفحات پایه یکپارچه و پیچ‌های ترازکننده باید توسط سازنده/تأمین‌کننده فراهم شوند.

۳-۲-۳-۵ پایه‌هایی که به گرم یا سرد کردن برای کنترل اثرات انبساط حرارتی نیاز دارند، باید تأییدیه

1- Dry flexible coupling
2- Mounting plates
3- Base plate
4- Shims

شرکت را داشته باشند.

۴-۲-۳-۵ انحراف صفحه پایه نباید از $L/1200$ فراتر رود، جایی که L طول کل تیر^۱ است.

۵-۲-۳-۵ صفحه پایه باید برای استفاده از گروت اپوکسی مناسب باشد، مگر در مواردی که به نحو دیگری مشخص شود.

۶-۲-۳-۵ در موارد مشخص شده و در کاربردهای فراساحلی^۲ و در مواردی که تجهیز در یک سازه با پایه فولادی نصب شود، صفحه پایه باید برای تکیه‌گاه ارتجاعی با سه نقطه نشیمنگاه طراحی شود.

۷-۲-۳-۵ تمامی کابل‌کشی و لوله‌کشی‌ها باید به صفحه پایه محکم بسته شوند تا از بروز ناهم‌راستایی در وضعیت لوله‌ها در اثر حرکت کابل‌ها یا لوله‌ها جلوگیری شود.

۳-۳-۵ کفی^۳ و کفی زیرین^۴

الزامات زیربندهای 5.3.3.1 و 5.3.3.2 از استاندارد API STD 616 باید به‌عنوان الزامات کفی و کفی زیرین در نظر گرفته شوند.

۴-۵ کنترل و ابزار دقیق

۱-۴-۵ کلیات

۱-۱-۴-۵ الزامات زیربندهای 5.4.1.2، 5.4.1.3، 5.4.1.6 و 5.4.1.9 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربندهای ۱-۴-۵ از این استاندارد و الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۴۱ باید به‌عنوان الزامات عمومی کنترل و ابزار دقیق در نظر گرفته شوند.

۲-۱-۴-۵ سامانه کنترل ابزار دقیق باید از تمامی کارکنان و کارخانه در مقابل هرگونه آسیب یا تلفات در تمامی حالات عملیاتی یا بروز نقص محافظت کند. ابزار دقیق سامانه پایش و نظارت باید اطلاعات لازم برای آگاهی یافتن از علائم عملکرد درست توربین گاز و اعلام اخطار در شرایط بروز مشکل فراهم کند.

۳-۱-۴-۵ توربین گاز باید دارای یک سامانه کنترل مختص به خود، با شرایط زیر باشد:

1- Beam
2- Offshore
3- Soleplates
4- Sub-soleplates

- الف- شروع به کار کاملاً خودکار که از طریق فشار دادن یک دکمه یا توسط سیگنال از راه دور عمل کند؛
- ب- کنترل خودکار بار قابل قبول، شامل تنظیم کننده سرعت در موارد لزوم؛
- ج- قابلیت تنظیم سرعت یا بار در پاسخ به سیگنال از راه دور؛
- د- تنظیم دستی سرعت یا بار از طریق تابلو کنترل.
- سامانه کنترل باید دمای ورودی توربین را کنترل کرده و از افزایش دمای توربین به بیش از حداکثر دمای مجاز ناشی از افزایش دمای محیط ممانعت کند. در مواردی که از گاورنرهای هیدرولیکی استفاده می شود باید یک سامانه روغن هیدرولیک برای آن ها فراهم شود.

۴-۱-۴-۵ سامانه کنترل و ابزار دقیق ممکن است به سیگنال هایی خارج از محدوده تأمین شده توسط سازنده/ تأمین کننده نیاز داشته باشد و به طور معکوس سامانه کنترل و ابزار دقیق سازنده/ تأمین کننده نیز ممکن است به اطلاعات سامانه کنترل خریدار نیاز داشته باشد، در این موارد سازنده/ تأمین کننده باید با خریدار در خصوص این الزامات مشترک در ارتباط باشند.

۵-۱-۴-۵ به جز در مواردی که توافقات دیگری صورت گرفته باشد، اجزای اولیه ابزار دقیق باید در محدوده صفحه پایه توربین گاز و تجهیز متحرک قرار گیرد. پردازش تمامی سیگنال ها و پایش ها باید در تابلو کنترل مجزایی انجام گیرد.

۶-۱-۴-۵ تمام ابزار دقیق باید به راحتی قابل دسترس و محکم در جای خود باشند. عایق ارتعاش باید برای تمام تجهیزات اندازه گیری^۱ و نشانگرها روی پایه نصب^۲ در نظر گرفته شود.

۲-۴-۵ سامانه های کنترل

۱-۲-۴-۵ الزامات زیربندهای 5.4.2.3 تا 5.4.2.6 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۲-۴-۵ از این استاندارد باید به عنوان الزامات سامانه های کنترل در نظر گرفته شوند.

۲-۲-۴-۵ چرخه راه اندازی توربین باید خودکار بوده و تنها به یک اقدام واحد برای تکمیل توالی نیاز داشته باشد. توالی راه اندازی^۳ باید توسط یک سامانه کنترلی، پایش شود و توالی مراحل راه اندازی را اعلام کند. در صورت بروز مشکل در راه اندازی توربین گاز، کنترل کننده ها باید دستورالعمل توقف عادی عملیات توربین گاز و تجهیز متحرک را به اجرا گذاشته و کل واحد را از سرویس خارج کند. اعلام کننده توالی اجرای عملیات باید در وضعیت رخ دادن عیب نگه داشته شود.

1- Gauge board
2 - Base-mounted
3 - Starting sequence

۳-۲-۴-۵ بدون توجه به نوع راهاندازی، دوره پاکسازی^۱ باید فعال باشد. در موارد مشخص شده سامانه‌های دستی باید شامل دوره پاکسازی اجباری باشند.

۳-۴-۵ کنترل بار

الزامات زیربندهای 5.4.3.1 تا 5.4.3.6 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۳-۴-۵ از این استاندارد باید به عنوان الزامات کنترل بار در نظر گرفته شوند.

۱-۳-۴-۵ در مواردی که سرعت به $\% 10.5$ حداکثر سرعت مداوم^۲ برسد، دستگاه توقف‌دهنده سرعت بیش از حد باید عمل کند. در توربین‌های دارای چند محور نیز برای هر محور باید از یک دستگاه توقف‌دهنده سرعت بیش از حد استفاده کرد.

۲-۳-۴-۵ فعال شدن سیگنال کنترل یا بروز مشکل در سیگنال یا فعال کننده آن نباید مانع محدود کردن سرعت توسط گاورنر و در محدوده $\% 10.5$ حداکثر سرعت مداوم شود.

۴-۴-۵ اخطار و توقف عملیات^۳

۱-۴-۴-۵ الزامات زیربندهای 5.4.4.1، 5.4.4.3، 5.4.4.5، 5.4.4.6، 5.4.4.7.2 و زیربندهای 5.4.4.8 تا 5.4.4.11 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۴-۴-۵ از این استاندارد باید به عنوان الزامات اخطار و توقف عملیات در نظر گرفته شوند.

۲-۴-۴-۵ موارد زیر برای توقف عملیات باید در نظر گرفته شود:

الف- برای توقف عادی عملیات نباید از توقف اضطراری استفاده شود، بلکه باید توربین گاز را مطابق با برنامه کنترل شده‌ای متوقف کرد. این برنامه باید روغن کاری مورد نیاز پس از توقف عملیات و در صورت وجود سامانه تهویه محفظه آکوستیک، عملکرد آن را در نظر بگیرد. تمامی منابع الکتریسیته باید پس از توقف عادی عملیات توربین گاز همچنان روشن بمانند؛

ب- الزامات موارد b و c در زیربند 5.4.4.2 استاندارد API STD 616 در نظر گرفته می‌شود.

۳-۴-۴-۵ دریچه خروجی گازهای زائد از این شیر نباید به هیچ یک از سایر دریچه‌های خروجی یا سامانه تخلیه متصل باشد.

1 - Purge period

2- Maximum continuous speed

3- Alarm and shutdown

۴-۴-۴-۵ سازنده/ تأمین‌کننده باید ابزار دقیق، دستگاه‌های کنترل و واحدهای نمایش را همانطور که توسط خریدار در برگه‌های اطلاعات مشخص شده است، تهیه و نصب کند.

۱-۴-۴-۴-۵ نشانگرهای خطاردهنده و شرایط توقف عملیات باید شامل حداقل موارد ذکر شده در جدول ۱ به علاوه خطاردهنده‌ها و/یا متوقف‌کننده‌های اشاره شده در جدول 6 استاندارد API STD 616 باشند.

۵-۴-۵ ابزار دقیق و پنل کنترل

۱-۵-۴-۵ الزامات زیربندهای 5.4.5.1 و 5.4.5.3 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۵-۴-۵ از این استاندارد باید به عنوان الزامات ابزار دقیق و پنل کنترل در نظر گرفته شوند.

۲-۵-۴-۵ در موارد مشخص شده باید از واحد نمایش تصویری^۱ (VDU) نصب شده روی میز نیز علاوه بر تابلو استفاده شود. سامانه کنترل ریزپردازنده توربین باید با کانال خروجی تأمین شود.

1- Visual Display Unit

جدول ۱- شرایط اعلام خطاردهنده، نشانگر توقف و ESD

وضعیت	خطاردهنده	نشانگر توقف	ESD
فشار کم هوای پودر شده	×		
فشار کم هوای ابزار دقیق	×		
فشار کم غیرقابل قبول هوای ابزار دقیق	×	×	
دمای بالای روغن روان کاری بعد از کولر	×		
دمای بالای غیرقابل قبول روغن روان کاری بعد از کولر	×		
تشخیص آتش	×	×	
تشخیص گاز		×	
خاموش شدن شعله محفظه احتراق		×	×

* - پمپ اضطراری روغن روانکاری باید در حال عملیات بماند.

۵-۴-۶ سامانه‌های الکتریکی

۵-۴-۶-۱ الزامات زیربندهای 5.4.6.2 تا 5.4.6.6، 5.4.6.8 و 5.4.6.9 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۵-۴-۶ از این استاندارد باید به‌عنوان الزامات سامانه‌های الکتریکی در نظر گرفته شوند.

۵-۴-۶-۲ در صورتی که تجهیزات مربوط به توربین گاز ولتاژی غیر از ولتاژ مشخص شده توسط خریدار نیاز داشته باشند، سازنده/ تأمین‌کننده باید سامانه‌های مناسب ترانسفورماتورها، باتری‌ها و کلیدهای قدرت را تأمین کند. موتورهای الکتریکی که به‌عنوان محرک‌های جانبی استفاده می‌شوند باید مطابق با استانداردهای IPS-M-EL-131 و IPS-M-EL-132 باشند.

۵-۴-۶-۳ کابل کشی برق به موتورهای و گرمکن‌ها به‌طور مستقیم از مرکز کنترل موتور به جعبه‌های پایانی موتور و گرمکن می‌رسد، بدون اینکه از جعبه میانی استفاده شود. سازنده/ تأمین‌کننده باید مسیرها و لازم برای کابل کشی توسط خریدار در سایت را فراهم کند. سایر کابل کشی‌ها در محل سایت باید به جعبه‌های اتصال قرار گرفته در لبه صفحه پایه و در منطقه‌ای با توافق خریدار منتهی شود. اندازه گلند کابل^۱ جعبه اتصال مربوط به کابل‌های خریدار باید با نظر و توافق خریدار تعیین شود.

۵-۴-۶-۴ مشخصات منابع برق برای موتورهای، گرمکن‌ها و ابزار دقیق باید توسط خریدار مشخص شود.

1- Cable gland size

یک چراغ راهنما باید در سمت ورودی هر مدار تغذیه قرار گیرد تا نشان دهد که مدار دارای برق است. چراغ‌های راهنما باید روی مراکز کنترل موتور، تابلوهای کنترل توزیع برق و/یا هر منبع تغذیه بدون وقفه (UPS) نصب شوند. به‌عنوان جایگزینی برای چراغ‌های راهنما، در صورت قطع شدن هر یک از منابع تغذیه، می‌توان زنگ هشدار نصب کرد.

۵-۴-۶-۵ سازنده/ تأمین‌کننده باید حداکثر دمایی را که کابل‌کشی می‌تواند تحت هر شرایطی به آن برسد، در نظر بگیرد.

۷-۴-۵ ابزار دقیق

۱-۷-۴-۵ کلیات

۱-۷-۴-۵-۱ با در نظر داشتن مسیر جریان گاز، باید دمای مسیر جریان را حداقل در نقاط زیر پایش کرد:

(۱) هوای ورودی کمپرسور؛

(۲) هوای خروجی کمپرسور؛

(۳) نازل ورودی توربین قدرت (در صورت وجود)؛

(۴) دیفیوزر خروجی توربین قدرت.

در نقاط ۲ و ۳ و ۴ باید حداقل از دو حسگر دما استفاده شود. در نقطه ۴ تعداد حسگرهای دما باید به تعدادی باشند تا توزیع دما در محیط (پیرامون) آگروز مشخص شود و کارایی هر یک از محفظه‌های احتراق قابل تشخیص باشد. هر حسگر دما باید متناسب با دمای عملیاتی نقطه مورد نظر بوده و سازنده/ تأمین‌کننده باید میزان حداکثر مجاز دمایی انحراف از مقدار متوسط را اعلام کند.

۲-۷-۴-۵-۲ حسگرهای فشار باید در مناطق زیر تعبیه شوند:

(۱) هوای ورودی کمپرسور؛

(۲) هوای خروجی کمپرسور؛

(۳) خروجی آگروز.

تمامی حسگرهای فوق باید دارای فرستنده^۱ باشند، مگر آنکه توافق دیگری صورت گرفته باشد. سیگنال‌های هر فرستنده باید فشار مورد نظر را روی تابلوی کنترل نمایش دهد.

۳-۷-۴-۵-۱-۳ حداقل نشانگرهای^۲ محلی نصب‌شده باید شامل موارد زیر باشند:

- نشانگر فشار سوخت؛

1- Transmitter

2- Gauge

- نشانگر فشار روغن روان کاری؛
- نشانگر فشار روغن کنترل؛
- نشانگر فشار روغن هیدرولیک؛
- نشانگر اختلاف فشار طرفین فیلتر هوای ورودی.

۵-۴-۷-۲ سرعت سنج^۱

۵-۴-۷-۲-۱ الزامات زیربندهای 5.4.7.2.1 و 5.4.7.3 تا 5.4.7.7 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۵-۴-۷-۲ از این استاندارد باید به عنوان الزامات سرعت سنج در نظر گرفته شوند.

۵-۴-۷-۲-۲ نوع سرعت سنج باید مشخص شود. در صورتی که تعیین نشده باشد، حداقل بازه اندازه گیری، باید صفر تا ۱۲۵٪ حداکثر سرعت پیوسته در نظر گرفته شود. اندازه گیری سرعت باید با پیک آپ های^۲ الکترونیکی غیر تماسی انجام گیرد.

۵-۴-۷-۳ حسگرهای ارتعاشات و موقعیت

۵-۴-۷-۳-۱ الزامات زیربندهای 5.4.7.8.1 تا 5.4.7.8.4 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۵-۴-۷-۳ این استاندارد باید به عنوان الزامات حسگرهای ارتعاشات و موقعیت در نظر گرفته شوند.

۵-۴-۷-۳-۲ تمامی حسگرهای ارتعاشات و تجهیزات نصب شده روی توربین گاز باید منطبق با شرایط دمایی باشند. تجهیزاتی که روی قطعات داغ توربین قرار می گیرند باید برای دمای عملیاتی مناسب باشند.

۵-۴-۷-۳-۳ تقویت کننده ها^۳، حسگرهای لرزش غیر تماسی^۴ و غیره بر اساس الزامات رده بندی موقعیت قرارگیری در سایت باید در جعبه هایی از جنس فولاد یا آلومینیوم ریخته گری قرار گیرند تا از صدمات مکانیکی محافظت گردند.

۵-۴-۷-۳-۴ تجهیزات نمایش ارتعاشات باید روی تابلوی کنترل نصب شوند. مقادیر از پیش تعیین شده برای اخطار و توقف عملیات و همچنین جذر مربعات سرعت^۵ ارتعاش باید به طور پیوسته نمایش داده شوند، مگر در مواردی که از حسگرهای لرزش غیر تماسی استفاده شود.

1- Tachometer
2 - Pickups
3 - Field amplifiers
4 - Proximitors
5- Root Mean Square

۵-۴-۷-۳-۵ برای یاتاقان‌های غلتشی یا در مواردی که کالیبراسیون و تعمیر پراب بدون برچیدن بخشی از توربین امکان‌پذیر نیست، باید از شتاب‌سنج^۱ نوع تماسی استفاده شود. پایه‌های نگهدارنده باید به نحوی طراحی شوند که امکان اندازه‌گیری ارتعاش در جهت‌های شعاعی و طولی فراهم شود.

۵-۵ لوله‌کشی و ملحقات

۱-۵-۵ کلیات

الزامات زیربندهای 5.5.1.1 تا 5.5.1.4 از استاندارد API STD 616 باید به‌عنوان الزامات عمومی لوله‌کشی و ملحقات در نظر گرفته شوند.

۲-۵-۵ لوله‌کشی روغن و سوخت

۱-۲-۵-۵ الزامات زیربند 5.5.2 از استاندارد API STD 616 به همراه الزامات زیربند ۲-۵-۵ از این استاندارد باید به‌عنوان الزامات لوله‌کشی روغن و سوخت در نظر گرفته شوند.

۲-۲-۵-۵ چیدمان لوله‌کشی روغن و سوخت در پیرامون توربین گازی باید به‌گونه‌ای باشد که از بروز شرایط خطرناک در صورت نقص در لوله‌کشی یا اتصالات لوله که موجب نشت یا پاشش آن روی عایق داغ توربین می‌شود، ممانعت کند. در صورتی که نتوان چنین الزامی را با انتخاب مسیر مناسب لوله‌کشی رعایت کرد، صفحات حائل مناسبی باید برای جلوگیری از خطر ذکر شده نصب شود.

۳-۲-۵-۵ تمام لوله‌ها در پایین‌دست فیلترها باید از فولاد زنگ‌نزن AISI 316 بدون درز باشند. همچنین تمامی اتصالات (غیر از شیر تعویض فیلتر و بدنه شیرهای کنترل و جداساز^۲) در پایین‌دست فیلترها باید از فولاد زنگ‌نزن AISI 316 باشند.

۴-۲-۵-۵ برای لوله‌های با اندازه ۳ in. و کوچکتر از «عدد ضخامت اسمی»^۳ 40S و برای لوله‌های با اندازه بزرگتر از ۳ in. از عدد ضخامت اسمی 10S باید استفاده شود. لوله‌های تحت فشار پایین‌دست فیلترها باید عاری از انسدادهای داخلی بوده و دارای جوش تنگستن^۴ (TIG) باشند.

۵-۲-۵-۵ تمام لوله‌های سوخت روی شاسی باید با خمش و جوشکاری ساخته شوند. اتصال به تجهیزات، اتصالات هواکش و تخلیه از سیستم سوخت باید فلنجی باشند. در صورت استفاده از تیوب، اتصالات باید فلنجی شوند.

1- Contact probes
2- Isolation valve
3- Schedule
4- Tungsten Inert Gas

۵-۶ سامانه‌های ورودی هوا و آگزوز

۵-۶-۱ کلیات

الزامات زیربندهای 5.6.1.1 تا 5.6.1.6، 5.6.1.8، 5.6.1.9 و زیربندهای 5.6.1.11 تا 5.6.1.22 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۵-۶-۱ از این استاندارد باید به‌عنوان الزامات عمومی سامانه‌های ورودی هوا و آگزوز در نظر گرفته شوند.

۵-۶-۱-۱ در صورت لزوم به‌کارگیری سامانه‌های ضد یخ‌زدگی برای گرم کردن هوای ورودی به صافی هوای ورودی توربین گاز، این سامانه باید به نحوی تنظیم شود تا به‌طور خودکار و در مواردی که دمای محیط به 5°C کاهش می‌یابد، عمل کند.

۵-۶-۱-۲ اگر به نحوی دیگر تعیین نشود، سیستم ورودی باید از جنس فولاد زنگ‌نزن سری ۳۰۰ باشد. یک نوع فولاد زنگ‌نزن آستنیتی که به‌راحتی قابل جوش است، مانند AISI 316L باید برای مواد صفحه، مقاطع نورد و سایر قطعاتی که ممکن است نیاز به جوشکاری داشته باشند، استفاده شود. سازنده/ تأمین‌کننده ممکن است علاوه بر فولاد زنگ‌نزن، پیشنهاد جایگزینی مواد آلومینیومی یا مواد غیرفلزی مانند پلاستیک تقویت‌شده با شیشه (GRP) را ارائه دهد که منتج به صرفه‌جویی در وزن و جزئیات احتمالی بر اساس تجربه با مواد جایگزین شود. در صورت تأیید آلومینیوم برای یک محیط دریایی، مقاومت به خوردگی آن برای این محیط باید معین شود.

۵-۶-۱-۳ بالابرها، سکوها، نردبان‌های دسترسی و درب‌های غیرقابل نفوذ هوا باید برای تعمیرات و نگهداری محیط صافی هوای ورودی تأمین شوند. محفظه ورودی هوا باید دارای پنجره‌هایی با شیشه‌های تقویت‌شده با شبکه سیمی و روشنایی داخلی باشند تا امکان بازرسی ورودی هوای توربین گاز را در حال عملیات امکان‌پذیر سازد.

۵-۶-۱-۴ تمامی جوشکاری‌ها باید مطابق با رویه‌های مستند و تأییدشده و در یک توالی برنامه‌ریزی‌شده انجام شود. رویه‌ها باید در نقشه‌های سازنده/ تأمین‌کننده در برابر اتصالات مناسب مشخص شوند و باید شامل عملیات حرارتی قبل و یا بعد از جوشکاری و همچنین جزئیات تعمیرات و آزمون‌های غیرمخرب باشند.

۵-۶-۱-۵ در صورت لزوم رعایت مقررات مناطق خطرناک، تجهیزات الکتریکی باید برای استفاده در شرایط منطقه و گروه گاز مناسب، مطابق با الزامات صنعتی ملی و محلی تأیید شود.

۵-۶-۱-۶ اگر به نحوی دیگر تعیین نشود، سازنده/ تأمین‌کننده سیستم ورودی و خروجی هوا باید تمام ابزارهای نصب‌شده محلی، فرستنده‌ها، میکروسوئیچ‌ها و غیره را تأمین کند. در صورت نیاز برای آلاینده‌گی کم،

خریدار باید مکان و مقدار دریچه^۱ موردنیاز برای نظارت بر گازهای خروجی را تأیید کند.

۷-۱-۶-۵ اختلاف فشار باید به صورت محلی توسط ابزارهای نوع دیافراگمی نشان داده شود، مگر اینکه طور دیگری مشخص شده باشد.

۸-۱-۶-۵ اندازه گیری دمای و عملکردهای حرارتی هشدار و خاموشی باید با استفاده از ترموکوپل ها یا آشکارسازهای دمای مقاومتی (RTD) در ترموول های محافظ، همراه با تقویت کننده و فرستنده های نصب شده محلی انجام شوند.

۹-۱-۶-۵ عملکردهای هشدار و خاموشی باید از سوئیچ ها و فرستنده های اختصاصی جداگانه استفاده کنند.

۱۰-۱-۶-۵ عملکردهای هشدار و خاموشی که بر روی یک نشانگر پنل در اتاق کنترل محلی توربین قرار دارند باید در مرکز کنترل نصب برای تأسیسات «دارای کاربر»^۲ و در مرکز کنترل محلی برای تأسیسات «بدون کاربر»^۳ مشابه باشند.

۱۱-۱-۶-۵ در صورت مشخص شدن، عایق صوتی یا حرارتی و وسایل مناسب برای اتصال عایق صوتی یا حرارتی خارجی به کانال مهیا شود.

۲-۶-۵ سامانه های ورودی

۱-۲-۶-۵ صافی های ورودی

۱-۱-۲-۶-۵ صافی هوا باید ۹۵٪ ذرات $2\text{ }\mu\text{m}$ و بزرگتر از آن و همچنین ۹۹٪ ذرات $10\text{ }\mu\text{m}$ و بزرگتر از آن در هوای ورودی را به طور تضمین شده تصفیه کند. سازنده/تأمین کننده باید میزان سرعت مجاز هوای ورودی به سطح فعال صافی و سرعت های مربوط در تمامی مراحل صافی نمودن هوا را اعلام کند. سیستم فیلتراسیون باید به گونه ای انتخاب شود که الزامات زیربندهای 5.6.2.1.2 تا 5.6.2.1.9 و 5.6.2.2 تا 5.6.2.4 از استاندارد API STD 616 را برآورده سازد.

۲-۱-۲-۶-۵ به غیر از مواردی که توافق دیگری صورت پذیرد، روکش های داخلی پایین دست صافی هوا باید از جنس فولاد زنگ نزن AISI 316L باشند.

۳-۱-۲-۶-۵ صافی هوا و مجرای آن باید به طور یکپارچه توسط سازنده/تأمین کننده صافی هوا طراحی و

1- Port

2- Manned

3- Unmanned

تأمین شود. محل قرار گرفتن صافی باید دارای سقفی یکپارچه، از یک ورق و یا با جوشکاری نواری، ساخته شده باشد. سقف باید دارای شیبی برای جاری شدن باران باشد. استفاده از سقف‌های پیچ شده با بخش‌هایی که توسط درزگیر (ماستیکی) نشت‌بندی شده باشند ممنوع است. اتصالات بین صافی هوا و محل قرارگیری آن باید کاملاً غیر قابل نفوذ توسط هوا باشند. اتصالاتی که بیش از ۲ mm نیاز به درزگیری دارند، قابل قبول نیستند.

۵-۶-۲-۱-۴ به منظور بازرسی مجموعه کامل صافی هوا، باید در کارخانه سازنده/ تأمین‌کننده نصب شود. در موارد مشخص شده توسط خریدار باید از آزمون دود برای بررسی نشت هوا استفاده شود.

۵-۶-۲-۱-۵ تجهیزات ابزار دقیق پایش و حفاظت^۱، در صورتی که توافق دیگری صورت گرفته باشد، تجهیزات ابزار دقیق پایش و حفاظت باید مطابق با پیوست ب ارائه شود.

۵-۶-۲-۱-۶ انتخاب فیلتر، پیکربندی پیشنهادی برای انتخاب فیلتر، در پیوست پ نشان داده شده است. چندین گزینه برای یک شرط وجود دارد و می‌توان مناسب‌ترین را انتخاب کرد. عوامل اصلی برای انتخاب فیلتر، میزان گردوغبار و رطوبت هستند. معیارهای انتخاب فیلتر برای افزایش دوره کارکرد، بین شستشوی خارج از سرویس در نظر گرفته می‌شود.

۵-۶-۲-۲ کاهنده صدای ورودی^۲

۵-۶-۲-۱ الزامات زیربندهای 5.6.2.5.2 و 5.6.2.5.5 تا 5.6.2.5.7 و همچنین زیربندهای 5.6.2.6 تا 5.6.2.8 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۵-۶-۲-۲ از این استاندارد باید به عنوان الزامات کاهنده صدای ورودی در نظر گرفته شوند.

۵-۶-۲-۲ سیستم ورودی هوا همراه با کاهنده صدا، باید به نحوی طراحی شود که بسته کامل توربین گاز را قادر سازد تا محدودیت‌های صوتی مشخص شده را برآورده کند. طراحی و ساخت کاهنده صدا باید به گونه‌ای باشد که میزان صدای اندازه‌گیری شده در فاصله ۱ m از هر سطح خارجی، از ۸۳ dB و در ورودی هوای اولیه از ۸۵ dB فراتر نرود.

۵-۶-۲-۳ ساخت بافل‌های^۳ صداگیر باید به گونه‌ای باشد که از ورود مواد به جریان گاز جلوگیری کند. در لایه مواد حائل نباید از آزیست استفاده شود.

۵-۶-۲-۴ غیر از مواردی که توافق دیگری صورت گرفته باشد، کاهنده صدای نصب شده در پایین دست

1- Monitoring and protection instrumentation
2- Inlet silencer
3 - Baffles

صافی هوای ورودی باید از فولاد زنگ‌نزن AISI 316 L ساخته شود.

۵-۶-۳ سامانه اگزوز

الزامات زیربندهای 5.6.3.1 تا 5.6.3.3 از استاندارد API STD 616 باید به‌عنوان الزامات سامانه اگزوز در نظر گرفته شوند.

۵-۷ عایق‌بندی^۱، ممانعت از ورود هوا^۲، حفاظت از آتش^۳ و تدابیر صوتی^۴

۵-۷-۱ عایق‌بندی

۵-۷-۱-۱ الزامات زیربندهای 5.7.1.1 تا 5.7.1.3 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۵-۷-۱ از این استاندارد باید به‌عنوان الزامات عایق‌بندی در نظر گرفته شوند.

۵-۷-۱-۲ مواد عایق باید غیرقابل احتراق بوده و حاوی آزیست نباشند.

۵-۷-۱-۳ سطوح عایق شده باید از نظر مکانیکی محافظت شوند تا از اشباع عایق در اثر نشت ناخواسته روغن یا آسیب به مواد عایق جلوگیری شود.

۵-۷-۲ ممانعت از نفوذ هوا

الزامات زیربندهای 5.7.2.1 تا 5.7.2.3 از استاندارد API STD 616 باید به‌عنوان الزامات ممانعت از نفوذ هوا در نظر گرفته شوند.

۵-۷-۳ حفاظت از آتش

۵-۷-۳-۱ الزامات زیربندهای 5.7.3.1 تا 5.7.3.5 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۵-۷-۳ از این استاندارد باید به‌عنوان الزامات حفاظت از آتش در نظر گرفته شوند.

۵-۷-۳-۲ آشکارسازهای شعله^۵ باید به‌گونه‌ای قرار گیرند که میدان دید ترکیبی کل توربین گاز را پوشش دهد.

۵-۷-۳-۳ سه آشکارساز گاز باید در خروجی سیستم هوای تهویه نصب شود. نقطه تنظیم برای هشدار

1 - Insulation
2- Weatherproofing
3 - Fire protection
4- Acoustical treatment
5- Flame detectors

باید در ۲۰٪ و خاموش شدن نباید در ۴۰٪ کمترین سطح قابل اشتعال باشد.

۴-۳-۷-۵ در صورت مشخص شدن، سیستم تشخیص حریق و گاز که برای نصب توربین گاز تجهیز شده است باید سیگنال‌های هشدار را به سامانه کلی آتش‌سوزی و حفاظت گاز^۱ (F&G System) ارسال کند. در این مورد تجهیزات تشخیص باید با تجهیزات نظارتی خریدار در محل سازگار باشد.

۵-۳-۷-۵ سازنده/ تأمین‌کننده باید برای نصب در اتاق کنترل، پنل تشخیص آتش و گاز مستقل فراهم کند، مگر آنکه توافق دیگری صورت گرفته باشد. این پنل باید دارای امکاناتی برای آزمون یکپارچگی هر مدار آشکارساز و یکپارچگی عملکردی هر آشکارساز باشد که به صورت دستی یا خودکار انجام می‌شود.

۴-۷-۵ تدابیر صوتی

۱-۴-۷-۵ الزامات زیربندهای 5.7.4.1 و 5.7.4.2 از استاندارد API STD 616 باید برای تدابیر صوتی در نظر گرفته شوند.

۵-۷-۵ محفظه‌ها^۲

۱-۵-۷-۵ الزامات زیربندهای 5.7.5.1 تا 5.7.5.5 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۵-۷-۵ از این استاندارد باید به عنوان الزامات محفظه‌ها در نظر گرفته شوند.

۲-۵-۷-۵ محفظه باید دارای دو فن تهویه ۱۰۰٪ یکی در حال کار و دیگری آماده به کار باشد. برای هر موتور فن تهویه باید یک چراغ نشانگر ارائه شود. اگر جریان هوای تهویه کاهش یافت، فن دوم وارد سرویس شود و اگر ظرف ۳۰ ثانیه جریان هوا برقرار نشد، یک سیستم حفاظتی باید توربین گاز را خاموش کند. سیستم تهویه باید به نحوی طراحی شود که جریان هوای بیشتر مورد نیاز برای برآوردن معیارهای زیر را فراهم کند:

- حداقل ۲۰ تعویض هوا در ساعت را انجام دهد؛
- دمای هوا در خروجی تهویه از 20°C بالاتر از حداکثر دمای محیط یا 60°C ، هر کدام که کمتر است فراتر نرود؛
- دمای هوا در نقاط داخل محفظه نزدیک به کابل‌ها، ابزارآلات یا مناطق کاری احتمالی از 80°C فراتر نرود.

۳-۵-۷-۵ چیدمان و مسیریابی کابل‌ها، لوله‌ها، تیوب‌ها و غیره در داخل محفظه باید به گونه‌ای باشد که قابلیت جداسازی سریع و کارآمد برای تعمیر و نگهداری فراهم شود. چیدمان‌ها نباید نیازی به برش کابل‌ها،

1- Fire and Gas systems
2- Enclosures

لوله‌ها، تیوب‌ها و غیره داشته باشند تا امکان جداسازی محفظه یا توربین گاز فراهم شود.

۴-۵-۷-۵ درهای فرار باید برای خروج امن کارکنان از داخل محوطه در مواقع اضطراری فراهم شود. چنین درهایی باید با یک نوار پانیک داخلی تعبیه شوند و باید به صورت استراتژیک قرار گیرند تا امکان خروج ایمن از هر قسمتی از محوطه را فراهم کند.

۵-۵-۷-۵ هنگامی که تعمیر و نگهداری توربین گاز مستلزم جداسازی سقف محفظه است، یا جایی که سقف محفظه برای جداسازی طراحی شده است، سامانه‌ها و تجهیزات جانبی نباید مستقیماً در بالای سقف محفظه قرار گیرند یا بر روی آن نصب شوند.

۶-۵-۷-۵ محفظه‌های اطراف تجهیزاتی که نیاز به توجه کاربر دارند باید به اندازه کافی روشن شوند تا امکان انجام همه عملیات ایمن فراهم شود. به منظور خروج ایمن کاربرها از داخل محفظه در صورت خرابی روشنایی اصلی، نصب روشنایی اضطراری الزامی است. روشنایی اضطراری باید به مدار روشنایی اصلی متصل شود.

۷-۵-۷-۵ ترتیب گردش هوای تهویه در داخل محفظه باید از گرمای بیش از حد موضعی اجزا جلوگیری کند.

۸-۵-۷-۵ تجهیزات کنترلی که در حین کار کردن توربین گاز نیاز به تنظیم دارند باید در خارج از محفظه نصب شوند. تمام سنج‌ها و نشانگرهای محلی باید روی یک شاسی^۱ کمکی قرار داده شوند یا از بیرون محفظه قابل خواندن باشند. نقاط پرکردن روغن کنترل و روغن کاری باید به طور مشابه در خارج از محفظه قرار گیرند.

۸-۵ سامانه‌های سوخت

۱-۸-۵ کلیات

۱-۱-۸-۵ الزامات سازنده / تأمین کننده، مطابق با زیربند 5.8.1.1 از استاندارد API STD 616 است.

۲-۱-۸-۵ الزامات سامانه گاز سوخت، مطابق با زیربند 5.8.1.2 از استاندارد API STD 616 است.

۳-۱-۸-۵ الزامات سیستم و لوله‌کشی گاز سوخت، مطابق با زیربند 5.8.1.3 از استاندارد API STD 616 است.

۴-۱-۸-۵ سوخت گازی

۵-۱-۸-۵ ترکیب^۱

۱-۵-۱-۸-۵ الزامات زیربندهای 5.8.2.2 تا 5.8.2.7 و همچنین الزامات زیربندهای 5.8.3 تا 5.8.8 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۵-۱-۸-۵ از این استاندارد باید به عنوان الزامات محفظه‌ها در نظر گرفته شوند.

۲-۵-۱-۸-۵ خریدار باید ترکیب گازی مورد نیاز را مشخص کند. ترکیب گاز باید شامل تجزیه و تحلیل هیدروکربن‌های مختلف و رطوبت مورد انتظار باشد. گاز باید در نازل‌های سوخت توربین خشک شود تا از آسیب دمای بیش از حد به توربین به دلیل سوختن میعان‌ات جلوگیری شود. در صورت نیاز، سازنده/تأمین‌کننده باید سیستم گرمایش برای حفظ گاز در بالای نقطه شبنم را به خریدار توصیه کند.

۳-۵-۱-۸-۵ سازنده/تأمین‌کننده باید حداکثر انحراف قابل قبول در ترکیب سوخت، ارزش حرارتی، شاخص وب، نقاط شبنم^۲ هیدروکربن‌ها و آب و دما و فشار سوخت مورد نظر را اعلام کند. سازنده/تأمین‌کننده توربین گاز باید تعریف شاخص وب مورد استفاده را به وضوح بیان کند و تغییرات قابل پذیرش در شاخص وب را هم به عنوان یک تغییر مطلق و هم به عنوان نرخ تغییر مشخص کند. این در جایی که طراحی شامل تسهیلاتی برای جابجایی از یک نوع گاز سوختی به نوع دیگر است از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۹-۵ الزامات ابزار مخصوص^۳، مطابق با زیربند 5.9 از استاندارد API STD 616 است.

۶ بازرسی، آزمون و آماده‌سازی برای حمل و نقل

۱-۶ کلیات

۱-۱-۶ الزامات زیربندهای 6.1.2 تا 6.1.4 و زیربندهای 6.1.5.1، 6.1.5.2، 6.1.6 و 6.1.7 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۱-۶ از این استاندارد باید به عنوان الزامات عمومی بازرسی، آزمون و آماده‌سازی برای حمل و نقل در نظر گرفته شوند.

۲-۱-۶ خریدار یا نماینده وی باید حق عودت دادن تجهیز یا هر قسمتی از آن چه با سفارش خرید مطابقت ندارد را داشته باشند.

۳-۱-۶ سازنده/تأمین‌کننده باید حداقل ۱۵ روز قبل از انجام بازرسی یا آزمونی که به صورت حضوری

1- Composition
2- Dew points
3- Special tools

انجام می‌گیرد، خریدار را مطلع کند.

۲-۶ بازرسی

۱-۲-۶ کلیات

۱-۱-۲-۶ الزامات زیربندهای 6.2.1.1 و 6.2.1.2 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۱-۲-۶ از این استاندارد باید به عنوان الزامات عمومی بازرسی در نظر گرفته شوند.

۲-۱-۲-۶ تمامی محفظه‌های احتراق توربین‌ها و قطعات روتورها (محور چرخ‌ها و تیغه‌ها) باید توسط آزمون‌های پرتونگاری، ذرات مغناطیسی، مایع نافذ یا فراصوت برای کنترل عیوب در سطح و زیر سطح که توسط خریدار مشخص شده، مورد آزمون قرار گیرند. محور و چرخ‌های تولید شده به روش آهنگری باید با روش‌های آزمون غیر مخرب مناسب مورد بازرسی قرار گیرند. سازنده/تأمین‌کننده باید روش‌های بازرسی تیغه‌ها را در پیشنهاد خود مشخص کند.

۳-۱-۲-۶ انواع گواهی‌نامه‌ها باید به صورت زیر طبقه‌بندی شوند:

- نوع (الف) - گواهی‌نامه‌هایی که طبق آن سازنده/تأمین‌کننده مطابقت کامل محصول ارائه شده با مشخصات موردنظر، بر اساس نتایج آزمون‌هایی که در حین ساخت از محصول‌هایی با جنس و روش ساخت مشابه انجام شده را تأیید می‌کند.

- نوع (ب) - گواهی‌نامه‌هایی که طبق آن بازرس سازنده/تأمین‌کننده مطابقت محصول ارائه شده با مشخصات موردنظر بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون‌های انجام شده برای تجهیز یا نمونه‌های آزمایشی استاندارد مرتبط با آن تجهیز را تأیید می‌کند. آزمون‌های مذکور باید توسط یک مرکز مستقل از سازنده/تأمین‌کننده که تجهیزات لازم برای انجام آزمون‌ها را دارد، انجام شود. در زمانی که نتوان مستقل بودن مرکز آزمون‌کننده را اثبات کرد باید گواهی‌نامه نوع (ج) صادر شود.

- نوع (ج) - گواهی‌نامه‌های نوع (ج) مشابه گواهی‌نامه نوع (ب) و با الزامات بیشتری است که در آن آزمون‌ها در حضور بازرس مستقل مورد تأیید شرکت انجام شده باشد. گواهی‌نامه‌ها از زمانی معتبر خواهند بود که توسط این بازرس مستقل مهر و امضا شده باشد. در این گواهی‌نامه باید نام و نشانه بازرس مستقل که در زمان انجام آزمون حضور داشته است، ذکر شود.

تمامی گواهی‌نامه‌ها باید شامل نام سازنده/تأمین‌کننده، تاریخ و شماره سفارش خرید، شماره سفارش سازنده/تأمین‌کننده، شماره شناسه گواهی‌نامه و تاریخ صدور آن، مشخصات مواد، اندازه و ابعاد، خواص مکانیکی، ترکیب شیمیایی، نتایج آزمون‌ها، روش‌های عملیات حرارتی و اطلاعات تکمیلی موردنیاز باشند.

۴-۱-۲-۶ قطعات تحت فشار که از جنس فولاد کربنی بوده و دمای طراحی کمتر از 400°C دارند باید حداقل دارای گواهی‌نامه نوع (الف) باشند. قطعات فولاد کربنی تحت فشار که دمای طراحی 400°C و بالاتر

دارند، محورها، صفحه‌ها، تیغه‌های ثابت و متحرک، نازل‌ها و پیچ و مهره‌های اصلی باید حداقل دارای گواهینامه نوع (ب) باشند. برای قطعات تحت فشار فولادی کم آلیاژ و پر آلیاژ از گواهینامه نوع (ج) استفاده شود.

۶-۲-۲ آزمون مواد^۱

الزامات زیربندهای 6.2.2.1 تا 6.2.2.5 از استاندارد API STD 616 باید به‌عنوان الزامات آزمون مواد در نظر گرفته شوند.

۶-۲-۳ بازرسی مکانیکی

الزامات زیربندهای 6.2.3.1 تا 6.2.3.4 از استاندارد API STD 616 باید به‌عنوان الزامات بازرسی مکانیکی در نظر گرفته شوند.

۶-۳ آزمون‌ها

۶-۳-۱ کلیات

۶-۳-۱-۱ الزامات زیربندهای 6.3.1.1 و 6.3.1.2 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۶-۳-۱ از این استاندارد باید به‌عنوان الزامات عمومی آزمون در نظر گرفته شوند.

۶-۳-۱-۲ الزامات اطلاع‌رسانی در زیربند ۶-۳-۱ پوشش داده شده است، با این حال، سازنده/تأمین‌کننده باید حداقل پانزده روز کاری قبل از تاریخی که تجهیزات برای آزمون آماده می‌شود، به خریدار اطلاع دهد. اگر آزمون مجدد برنامه‌ریزی شود، سازنده/تأمین‌کننده باید حداقل پانزده روز کاری قبل از تاریخ آزمون جدید به خریدار اطلاع دهد، مگر آنکه توافق دیگری صورت گرفته باشد.

۶-۳-۲ آزمون ایستایی^۲

۶-۳-۲-۱ الزامات زیربندهای 6.3.2.1 تا 6.3.2.4 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۶-۳-۲ از این استاندارد باید به‌عنوان الزامات آزمون ایستایی در نظر گرفته شوند.

۶-۳-۲-۲ آزمون باید در مدت‌زمان حداقل ۳۰ min انجام شود تا بتوان قطعات تحت فشار را به‌طور کامل ارزیابی کرد. آزمون ایستایی باید در مواردی که نشت یا تراوش از پوسته یا اتصالات آن در مدت‌زمان ذکر شده

1- Material examination

2- Hydrostatic test

مشاهده نشد، مورد تأیید و رضایت‌بخش در نظر گرفته شود. در حین آزمون ایستایی، استفاده از هرگونه واشر در اتصالات با درز محوری شامل هرگونه نوار، مجاز نیست. پیش از انجام آزمون ایستایی، جوش‌ها باید تحت عملیات حرارتی قرار گیرند.

۳-۳-۶ آزمون نیوماتیک^۱، به زیربند 6.3.3 استاندارد API STD 616 مراجعه شود.

۴-۳-۶ آزمون عملکرد مکانیکی^۲

۱-۴-۳-۶ الزامات زیربندهای 6.3.4.1 تا 6.3.4.4 از استاندارد API STD 616 به همراه سایر الزامات زیربند ۴-۳-۶ از این استاندارد باید به عنوان الزامات آزمون عملکرد مکانیکی در نظر گرفته شوند.

۲-۴-۳-۶ در طی انجام آزمون، توربین گاز باید حداقل به مدت ۳۰ min در دمای روان کاری حداقل و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای روان کاری حداکثر مطابق با شرایط آب و هوایی مشخص شده در سفارش، کار کند. در حین آزمون، کارایی توربین گازی باید پایش شود؛ به ویژه ارتعاشات و حفظ میزان مشخص شده دما و فشار روغن باید مدنظر قرار گیرد.

۳-۴-۳-۶ برای دینام‌های محرک توربین‌های گازی، آزمون‌هایی باید برای نشان دادن واکنش گاورنر و توربین در زمان رد و پذیرش و در مراحل ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۰٪ و ۱۰۰٪ انجام شود.

۵-۳-۶ آزمون‌های اختیاری^۳

۱-۵-۳-۶ آزمون عملکردی^۴

به زیربند 6.3.5.1 از استاندارد API STD 616 مراجعه شود.

۲-۵-۳-۶ آزمون کامل مجموعه^۵

مجموعه کامل توربین گاز به همراه تجهیزات متحرک و تمامی تجهیزات جانبی و کنترلی باید با استفاده از تابلوی کنترل خود مجموعه تحت آزمون قرار گیرد. تمامی عملکردهای مجموعه به طور کامل باید مورد تأیید خریدار قرار گیرد. با تأیید خریدار، می‌توان صافی هوای ورودی، تجهیزات بازیافت حرارت و کاهنده صدای خروجی را از این آزمون حذف کرد. این آزمون باید پیش از تحویل انجام شود. محل انجام آزمون مجموعه کامل باید با توافق خریدار انتخاب شود. سازنده/ تأمین کننده در مرحله انجام این آزمون و بعد از آن تا هنگام

1- Pneumatic testing

2- Mechanical running test

3- Optional shop test

4- Performance test

5- Complete unit test

تأیید خریدار برای تحویل آن مسئولیت تجهیز را به عهده دارد. آزمون مجموعه کامل باید در همه سرعت‌های عملیاتی تا یک درصد زیر سرعت توقف^۱ انجام شود. این آزمون باید شامل عملکرد دستگاه به‌طور پیوسته در سرعت حداکثر عملیاتی پس از پایدار شدن دما و فشار برای مدت حداقل چهار ساعت ادامه یابد. به‌منظور ارزیابی تحلیل سازنده/تأمین‌کننده، ارتعاشات پیچشی باید اندازه‌گیری شود. در این آزمون تمامی ادوات حفاظتی از جمله اطفای حریق باید فعال باشند. قابلیت جایگذاری تجهیز اطفای حریق در محفظه صدا باید لحاظ شده باشد. از کربن‌دی‌اکسید می‌توان به‌عنوان جایگزین اطفای حریق تعیین‌شده در قرارداد استفاده کرد.

الزامات زیربندهای 6.3.5.2.1، 6.3.5.2.2 و زیربندهای 6.3.5.3 تا 6.3.5.10 از استاندارد API STD 616 نیز باید به‌عنوان الزامات آزمون در نظر گرفته شوند.

1 - Trip speed

۳-۵-۳-۶ آزمون‌های واکنش گاورنر و سامانه اضطراری سرعت بیش‌ازحد

الزامات زیربندهای 6.3.5.11.1 و 6.3.5.11.2 و زیربندهای 6.3.5.12 و 6.3.5.13 از استاندارد API STD 616 نیز باید به‌عنوان الزامات آزمون واکنش گاورنر و سامانه‌های اضطراری سرعت بیش‌ازحد در نظر گرفته شوند.

۳-۵-۳-۶-۱ توربین‌های گاز محرک ژنراتور باید تحت آزمون واکنش گاورنر در مراحل بارگذاری ۲۵٪ و ۵۰٪ و ۷۵٪ و ۱۰۰٪ قرار گیرند.

۴-۵-۳-۶ سایر آزمون‌ها و بازرسی

۳-۵-۳-۶-۱ مگر در مواردی که توافقی دیگر صورت گرفته باشد، آزمون سرعت بیش‌ازحد^۱ باید در حداقل ۱۱۵٪ سرعت حداکثر مداوم برای زمان حداقل ۳ min با تمامی صفحه‌های روتور و تمامی تیغه‌ها انجام شود. پس از آزمون، سرعت بیش‌ازحد صفحه‌های روتور برای کنترل امکان وجود ترک‌ها و عیوب توسط ذرات مغناطیسی مورد بازرسی قرار گیرند.

۳-۵-۳-۶-۲ در مواردی که مشخص شده باشد، صافی هوا و مجرای ورودی باید به‌طور کامل در محل کارخانه سازنده/ تأمین‌کننده نصب شوند. تمامی دهانه‌های معمول باید نشت‌بندی شده و آزمون دود باید در فشار نسبی داخلی ۱/۲ kPa انجام شود. هیچ نشت قابل‌مشاهده‌ای نباید از اتصالات خارج شود. عملکرد مکانیکی و برقی سازوکار پاکسازی صافی هوا در صورت نصب باید به تأیید خریدار برسد.

۳-۵-۳-۶-۳ آزمون میدانی^۲، به زیربند 6.3.6 استاندارد API STD 616 مراجعه شود.

۴-۶ آماده‌سازی برای حمل‌ونقل

۴-۶-۱ آماده‌سازی برای حمل‌ونقل تجهیزات توربین گازی مطابق زیربند 6.4.1 از استاندارد API STD 616 باید به‌گونه‌ای باشد که نگهداری تجهیزات را برای دوازده ماه نگهداری در فضای باز (تحت شرایط ارائه‌شده در زیربند 4.1.19 از استاندارد API STD 616) مناسب سازد.

۴-۶-۲ الزامات زیربندهای 6.4.2 تا 6.4.9 از استاندارد API STD 616، نیز باید در آماده‌سازی برای حمل‌ونقل در نظر گرفته شوند.

1- Over-speed test

2- Filed test

۷ اطلاعات سازنده/ تأمین کننده^۱

الزامات عمومی اطلاعات سازنده/ تأمین کننده در زیربند 7.1 از استاندارد API STD 616 ارائه شده است.

۱-۷ پیشنهادها^۲

به زیربندهای 7.2.1 تا 7.2.5 از استاندارد API STD 616 مراجعه شود.

۲-۷ اطلاعات قرارداد^۳

الزامات عمومی اطلاعات قرارداد در زیربندهای 7.3.1 تا 7.3.6 از استاندارد API STD 616 ارائه شده است.

۸ ضمانت و خدمات پس از فروش

۱-۸ مکانیکی

به جز در موارد استثنا که سازنده/ تأمین کننده در پیشنهادش ذکر کرده، سازنده/ تأمین کننده موظف است ضمانت نامه و خدمات پس از فروش زیر را فراهم کند:

الف- تمامی تجهیزات و اجزا باید توسط سازنده/ تأمین کننده و برای هرگونه ایراد در کالا، طراحی و در حین کار برای ۱۲ ماه پس از شروع به کار و/یا ۲۴ ماه پس از حمل و نقل هر کدام که کوتاه تر باشد، ضمانت شود.

ب- در صورتی که هرگونه عیب یا عملکرد نامطلوب در طی دوره تضمین و تعهد رخ دهد، سازنده/ تأمین کننده تمامی تعمیرات و جایگزینی ها را مجانی و بدون درخواست هیچ گونه هزینه ای برای ارسال نیروی کار از کارخانه به محل خریدار اقدام کند.

۲-۸ عملکرد

عملکرد توربین باید در تمامی شرایط عملیاتی مشخص شده در داده برگ و محدوده های بین آن نقاط تضمین شود. نقطه تضمین عملکرد باید توان نامی در سایت باشد و بدون رواداری منفی و سرعت نامی در سایت در میزان سوخت ذکر شده یا نقطه دیگری (مانند نقطه بار تضمین شده) بسته به توافق سازنده/ تأمین کننده و خریدار، باشد.

1- Vendor's data
2- Proposals
3- Contract data

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

فهرست پیوست‌های مرتبط

الف-۱ داده‌برگ‌های نمونه

داده‌برگ‌های نمونه مطابق با پیوست A استاندارد API STD 616 در نظر گرفته می‌شوند.

الف-۲ نقشه‌ها و داده‌های الزامی سازنده / تأمین‌کننده توربین گاز^۱

نقشه‌ها و داده‌های الزامی سازنده / تأمین‌کننده توربین گاز مطابق با پیوست B استاندارد API STD 616 در نظر گرفته می‌شوند.

الف-۳ رویه تعیین نابالانسی (عدم تعادل) پسماند^۲

رویه تعیین نابالانسی (عدم تعادل) پسماند مطابق با پیوست C استاندارد API STD 616 در نظر گرفته می‌شوند.

الف-۴ نمودارهای پیچشی و جانبی^۳

نمودارهای پیچشی و جانبی مطابق با پیوست D استاندارد API STD 616 در نظر گرفته می‌شوند.

الف-۵ نام‌گذاری توربین گازی^۴

نام‌گذاری توربین گازی مطابق با پیوست E استاندارد API STD 616 در نظر گرفته می‌شوند.

1- Gas Turbine Vendor Drawing and Data Requirements (VDDR)
 2- Procedure of determination of residual unbalance
 3- Torsional and lateral flowcharts
 4- Gas turbine nomenclature

پیوست ب

(الزامی)

تجهیزات ابزار دقیق پایش و حفاظت^۱

جدول ب-۱- شاخص عملکردی تجهیزات ابزار دقیق پایش و حفاظت

عملکرد ^a	شاخص موضعی ^b	شاخص صفحه‌ای ^c	اخطار دهنده	نشانگر توقف
فشار (مطلق) هوای ورودی در جریان پایین‌دست سیستم صداگیر/فیلتر	×	×	L ^d	LL ^e
فشار دیفرانسیل کلی در فیلتر ورودی هوا	×	×	H ^f	HH ^g
فشار دیفرانسیل در پیش فیلتر مرحله اول ^h زمانی که فیلتر چندمرحله‌ای موجود است.	×	×	H	
دمای ورودی هوای پایین‌دست فیلتر هوای ورودی یا دمای هوای محیط	×	×	L	
درب ورودی هوای محفظه پلنیوم ⁱ باز باشد.		×		×
درب ورودی فیلتر مرحله اول باز باشد.		×	×	
دریچه‌های هوای احتراق (در صورت نصب) به‌طور کامل باز نشوند.		×	×	
حس گرهای گاز	×	×	H	HH

a- Function
b- Local indication
c- Panel indication
d- Low-level single switch
e- Low-low 2 switches out of 3
f- High-level single switch
g- High-high 2 switches out of 3
h- First stage prefilter
i- Plenum chamber

پیوست پ

(آگاهی دهنده)

انتخاب فیلتر

برای انتخاب فیلتر نکات این پیوست به همراه نکات مندرج در مدرک DEP 31.29.70.32-Gen [5] در نظر گرفته می شود.

پ-۱ اگر بار گردوغبار کمتر از $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ است، پانل^۱ پلیسه دار را انتخاب کنید، در غیر این صورت فیلتر کیسه ای (فیلتر جیبی) را برای پیش فیلترها انتخاب کنید تا از سمت تمیز تعویض شوند، لازم است حداقل ۸ نقطه ایمن (۵ نقطه در قسمت پایین) با درزگیر آب بند و مطمئن شوند.

پ-۲ پالس^۲ F7 قبل از H10؛ پالس F8/F9 قبل از H11.

پ-۳ در برنامه های کاربردی ساخت جدید، فیلترهای پالسی پانل به دلیل ظرفیت حذف گردوغبار بالاتر ترجیح داده می شوند.

پ-۴ برای GT کوچک که فضای طرح محدود نیست ($< 50 \text{ MW}$) ترجیح داده می شود.

پ-۵ در شرایط یخبندان از لوورهای^۳ دریایی با ضد یخ در بالادست انتخاب شود.

پ-۶ اگر بار گردوغبار کمتر از $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ باشد، پانل (هیدرو) پلیسه شده را انتخاب کنید، در غیر این صورت کیسه هیدرولیک را انتخاب کنید.

پ-۷ مشخصات فیلتر توصیه شده

پ-۷-۱ نرخ جریان

پ-۷-۱-۱ فیلتر پانل $F9 > 4250 \text{ m}^3/\text{h}$ برای دریایی، برای درون خشکی $3400 \text{ m}^3/\text{h} \geq$

پ-۷-۱-۲ فیلتر پالس^۴ کارتریج افقی $2600 \text{ m}^3/\text{h} \geq$

1- Panel
2- Pulse
3- Louvers
4- Cartridge pulse filter

استاندارد ملی ایران شماره ۱۰-۹۷۸-۱۰ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

پ-۷-۱-۳ فیلتر پالس کارتریج عمودی $\geq 1100 \text{ m}^3/\text{h}$

پ-۷-۱-۴ پالس پانل افقی $\geq 3400 \text{ m}^3/\text{h}$

پ-۷-۲ ابعاد

استانداردهای صنعتی باید در نظر گرفته شود. اندازه استاندارد فیلتر پنل تقریباً $592 \text{ mm} \times 592 \text{ mm}$ و اندازه استاندارد قاب $610 \text{ mm} \times 610 \text{ mm}$ است.

پ-۷-۲-۱ ابعاد تقریبی مینی پلیسه^۱ 592 mm عرض، 592 mm طول، عمق $\geq 300 \text{ mm}$

پ-۷-۲-۲ پانل های پلیسه دار عمق تقریبی: 100 mm

پ-۷-۲-۳ ابعاد پالس پانل افقی: $610 \text{ mm} \times 241 \text{ mm} \times 1220 \text{ mm}$

پ-۷-۲-۴ عمق فیلتر کیسه ای: 300 mm یا 600 mm (توصیه می شود) 600 mm

پ-۷-۲-۵ ارتفاع فیلتر پالس کارتریج: 660 mm

پ-۷-۲-۶ عرض راهرو^۲ باید 1100 mm باشد.

پ-۷-۳ سرعت ها

پ-۷-۳-۱ لوورهای دریایی با سرعت بالا: تقریباً 4 m/s

پ-۷-۳-۲ لوورهای دریایی با سرعت آهسته: مانند سرعت سطح^۳ در فیلترهای پانل

هشدار- فیلترهای نوع پد به دلیل کارایی پایین دیگر توصیه نمی شوند.

هشدار- استفاده از محیط های سلولزی در فیلترها به دلیل رفتار غیرقابل اعتماد آنها توصیه نمی شود.

هشدار- نوع توصیه شده فیلترهای پلیسه دار مینی پلیسه است.

1- Minipleat
2- Walkway
3- Face velocity

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۰۶، صنعت نفت - کنترل صدا و ارتعاش
- [2] ISO 80000, Quantities and units
- یادآوری - مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۹۸۱۹، کمیت و یکاها با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 80000 تدوین شده است.
- [3] IPS-E-EL-110, Engineering standard for hazardous area
- [4] Shell DEP 31.29.70.31-Gen:2011, Gas turbines for the petroleum, chemical, and gas industry services
- [5] Shell DEP 31.29.70.32-Gen:2011, Gas turbine combustion air intake and exhaust systems
- [6] API STD 670: 2000, Machinery protection systems
- [7] API RP 686: 2009, Recommended practices for machinery installation and installation design
- [8] ASME PTC 22:2006, Performance test code on gas turbines