

انتخاب جنس در لوله‌کشی صنعتی

نوشته

مهندس فواد سرایی

www.ketab.ir



انتشارات نگارنده دانش

سرشناسه	سرای، فرشاد، ۱۳۵۰ -
عنوان و نام پدیدآور	انتخاب جنس در لوله‌کشی صنعتی / نوشته فرشاد سرایی.
مشخصات نشر	تهران: نگارنده دانش، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	۱۸۴ ص. (دوازده + ۱۷۲)، مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۶۱۹۰-۴۹-۵
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
موضوع	لوله‌کشی
موضوع	لوله‌کشی -- طرح و ساختمان
موضوع	لوله‌های فولادی
وبندی کنگره	۱۳۹۳ الف۴۸/سی۱۲۲/TH۶
رده‌بندی دیویی	۶۹۶/۱
شماره کتابشناسی ملی	۲۴۴۷۵۴۹

انتخاب جنس در لوله‌کشی صنعتی (Piping Material Selection)

نویسنده	مهندس فرشاد سرایی
ویراسته	مهندس علی کلانتری
حروفچینی	واحد چاپ، نشر نگارنده دانش
لینوگرافی، چاپ، صحافی	گرافیک، فوشیوه، خیام
نوبت چاپ	اول / ۱۳۹۳
تعداد صفحات، قطع	۱۸۴، وزیری
تعداد	۶۰۰۰ نسخه
بها	۱۰۰۰۰ تومان

www.negarandedanesh.com

مراکز فروش: نگارنده دانش
 تلفن: ۵۳ ۶۶۹۶۲۰ - ۶۶۹۶۲۳۰۵
 آزاد
 تلفن: ۵۳ ۶۶۴۱۵۷۵۳
 آترا (دیانت)
 تلفن: ۸۲ ۶۶۹۲۲۰۰۸۲

هرگونه تکثیر، اسکن یا کپی‌برداری از تمام یا بخشی از مطالب این کتاب حتی با ذکر منبع، بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. هیچ فرد حقیقی یا حقوقی اجازه تولید و انتشار لوح یا مجموعه آموزشی از این اثر را به هر نحو ندارد.

سخن ناشر

با توسعه روزافزون دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی در کشور، اهمیت انتشار کتاب‌ها و منابع علمی مناسب برای کسانی که به پژوهش، تدریس، یا تحصیل در سطوح مختلف آموزش عالی مشغول هستند، کاملاً روشن است. از طرفی از سال‌ها پیش، کمبود کتاب‌های علمی مناسب، چه از نظر محتوی و چه از نظر صواردی همچون نحوه نگارش، ترجمه، و ویرایش در سطح دانشگاه کاملاً محسوس بوده است. انتشارات نگارنده دانش با تکیه بر تجربه مؤسسان خود و شناخت لآسیب‌های موجود در صنعت نشر، برای ایفای بخشی از رسالت خود و جبران جزئی از این کمبودها، اقدام به چاپ و نشر کتاب‌های دانشگاهی در زمینه‌های فنی مهندسی، علوم پایه و کامپیوتر به صورت تألیف و ترجمه کرده است.

در این راستا این انتشارات همواره کوشیده است تا با بررسی کتاب‌های جدید منتشر شده توسط ناشرین معتبر بین‌المللی، دریافت پیشنهاد کتاب‌های مورد نظر اساتید محترم دانشگاه، تعامل با مراکز علمی و دانشگاهی، و همکاری با مؤلفین و مترجمین، بهره و دارای تحصیلات مرتبط، همواره با نشر کتاب‌های برگزیده و مورد تأیید اساتید دانشگاه، پاسخگوی این نیاز علمی کشور باشد.

بدیهی است پیشنهادها و انتقاداتی ازنده جامعه علمی کشور، ما را در بهبود کار و انجام هرچه بهتر وظیفه‌ای که بر عهده گرفته‌ایم یاری خواهد کرد.

مدیر مسئول

مهندسی علی کلانتری

a-kalantari@hotmail.com

پیشگفتار

پیشرفت‌های چشمگیر در زمینه علم شناخت مواد امروزه دروازه‌های نوینی را فرا روی بشر گشوده و ما را با طیف گسترده‌ای از مواد و آلیاژهای مختلف آشنا نموده است که هر یک از آنها دارای خواص و قابلیت‌های منحصر به فرد بوده و برای به کارگیری در شاخه‌ای اثر صنعت مناسب می‌باشند. صنایع فرایندی از جمله پالایشگاه‌های نفت و گاز، نیروگاه‌های برق، کارخانجات پتروشیمی و ... نیز از این پیشرفت بی‌بهره نبوده و گستره وسیعی از مواد مهندسی در ساخت تجهیزات شیرآلات و سیستم‌های لوله‌کشی این صنایع به کار گرفته می‌شود که انتخاب و گزینش آنها بسته به شرایط فرایند خاص از جمله دما، فشار و نوع سیال و همچنین ملاحظات اقتصادی، متفاوت می‌باشد. لذا با توجه به تنوع زیاد شرایط فرایندی و پارامترهای متعدد تأثیرگذار بر شرایط اقتصادی و هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری، امروزه مبحث انتخاب جنس یکی از مهم‌ترین بخش‌های طراحی و مهندسی پروژه‌های فرایندی بدل گشته و مهندسین مشاور با استفاده از متخصصین ورزیده در این زمینه، یکایک اجزاء پروژه را مورد بررسی دقیق قرار داده و جنس مناسب را برای آن برمی‌گزینند. سیستم‌های لوله‌کشی (Piping) نیز به عنوان جریان‌های حیاتی پروژه‌های فرایندی باید به دقت مورد توجه قرار گیرد و جنس مناسب برای هر بخش از آن انتخاب شود. در شرکت‌های مهندسی مشاور معمولاً این وظیفه بر عهده بخش مهندسی لوله‌کشی (Piping) قرار گرفته و نتایج آن در قالب یک مدرک پر اهمیت مهندسی تحت عنوان Piping Material Specification (PMS) به پروژه ارائه می‌شود، لذا آشنایی مهندسین طراح سیستم‌های لوله‌کشی با این مبحث انتخاب جنس، انواع آلیاژهای مورد استفاده در صنعت لوله‌کشی و کدها و استانداردهای مورد استاندارد در این زمینه امری ضروری و اهمیت می‌باشد.

اینجانب با سابقه فعالیت در زمینه طراحی پروژه‌های نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی از سال ۱۳۷۴ خورشیدی تا کنون، شخصاً در پروژه‌های معظم و متعددی که منجر به تأسیسات و انشای شرکت‌های معتبر و شناخته شده اروپایی در کشور طراحی و اجرا گشته است، با مبحث انتخاب جنس برای سیستم‌های لوله‌کشی (Piping) و تهیه مدرک PMS درگیر بوده و همچنین دوره‌های آموزشی متعددی را برای کارشناسان شاغل در شرکت‌های مهندسی در این زمینه برگزار نموده‌ام و از این رهگذر تجربیات مفیدی نصیب این عزیزان شده است که همواره مترصد فرصتی برای گردآوری، تدوین و انتشار آنها برای استفاده عموم بوده‌ام. حال آنکه در شرکت مهندسی "پتروپالامحور" از سال ۱۳۸۶ خورشیدی به عنوان "رئیس هیئت مدیره و مدیر امور مهندسی و حمایت و پشتیبانی این شرکت از تحقیق و توسعه در زمینه‌های گوناگون مهندسی، فرصت مورد نیاز را برای اینجانب قرار داد که ماحصل آن نگارش و انتشار کتاب حاضر می‌باشد.

در اینجا ضمن تشکر و قدردانی از سایر اعضای محترم هیئت مدیره شرکت مهندسی "پتروپالامحور"، از خوانندگان فرهیخته این کتاب استعدا دارم اینجانب را از اطلاعات ذی ارزش خویش بی‌بهره نگذاشته و هر گونه نظرات اصلاحی و پیشنهادات سازنده خود را از طریق آدرس ایمیل f.saraei@gmail.com با بنده در میان گذارند تا در ویرایش‌های آتی کتاب مورد توجه واقع شده و موجبات افزایش غنای علمی آن را فراهم آورد.

همچنین از کارفرمایان و مهندسين مشاور محترم كه قصد همكاري و بهره‌گيري از خدمات فني شركت مهندسي "پتروپالامحور" در زمينه طراحی پايه و تفصيلی پروژه‌های خود را دارند دعوت می‌گردد، ضمن بازدید از وب سایت این شركت به آدرس www.petropalamehvar.com، از طريق بخش "تماس با ما" وب سایت مذكور پیشنهادات كاری خود را به مديران شركت عرضه نموده و يا در ساعات اداری با تلفن آتليه طراحی شركت مهندسي "پتروپالامحور" به شماره ۰۲۱-۲۲۶۸۵۰۴۶ و يا شماره همراه ۰۹۳۶۳۸۷۷۵۷۵ تماس حاصل فرمایند.

فرشاد سرایی

بهار ۱۳۹۳

www.ketab.ir

فهرست مطالب

فصل ۱. اصول و مبانی انتخاب جنس لوله‌کشی (Piping) در صنایع فرایندی	۱
۱.۱ مقدمه‌ای در خصوص انتخاب جنس	۲
۱.۱.۱ لیست نمودن نیازها	۲
۲.۱.۱ انتخاب جنس بر اساس نیازهای لیست شده	۲
۳.۱.۱ پارامترهای مهم در ارزیابی فنی و اقتصادی جنس انتخاب شده	۳
۲.۱ معرفی انواع و استانداردهای معمول در طراحی لوله‌کشی	۴
۱.۲.۱ مهم‌ترین کدهای مورد استفاده در طراحی Piping	۴
۲.۲.۱ لوله‌های سیاه فولادی	۵
۳.۲.۱ لوله‌های فولاد آلی	۶
۴.۲.۱ لوله‌های فولاد ضد زنگ	۶
۵.۲.۱ استاندارد ابعاد و ضخامت لوله‌ها	۶
۶.۲.۱ استاندارد ابعاد فلنج‌ها	۶
۷.۲.۱ استاندارد ابعاد شیرآلات	۷
۸.۲.۱ استاندارد حفاظت توربین بخار در مقابل خطر آب هادس	۷
۹.۲.۱ استاندارد محاسبه ضخامت Spectacle Blind	۷
۱۰.۲.۱ محدوده مجاز استفاده از لوله‌ها و اتصالات دنده‌دار	۸
۱۱.۲.۱ استفاده از Miter Bend	۸
۱۲.۲.۱ استفاده از Bend	۸
۱۳.۲.۱ استاندارد جنس پیچ و مهره‌ها	۹
۳.۱ روش محاسبه و تعیین ضخامت جدار لوله‌ها و اتصالات و کلاس کاری شیرها و فلنج‌ها	۹
۱.۳.۱ روش محاسبه ضخامت جدار مورد نیاز لوله‌ها	۹
۲.۳.۱ روش تعیین کلاس کاری فلنج‌ها و شیرآلات فلنجی	۱۱
۳.۳.۱ استانداردهای رایج در طراحی و تست شیرآلات	۱۴
۴.۳.۱ طراحی Reinforcement Pad و لزوم استفاده از آن برای افزایش استحکام لوله	۱۵
۵.۳.۱ طراحی نازل شیرهای اطمینان	۱۵
۶.۳.۱ آشنایی با اقلام، اتصالات و شیرآلات مورد استفاده در لوله‌کشی (Piping)	۱۵
۴.۱ آشنایی اولیه با جنس‌های مورد استفاده در لوله‌کشی و اصول انتخاب جنس	۲۳
۱.۴.۱ فولاد سیاه	۲۳
۲.۴.۱ فولاد سیاه کشته شده	۲۴

۲۵	 ۳.۴.۱ فولاد آبکاری شده
۲۵	 ۴.۴.۱ فولاد آلیاژی
۲۶	 ۵.۴.۱ فولاد ضدزنگ
۲۶	 ۶.۴.۱ پدیده خوردگی
۲۷	 ۷.۴.۱ خوردگی ناشی از تشکیل پیل‌های الکتریکی
۲۸	 ۸.۴.۱ تأثیر درصد کربن در جوشکاری و ماشینکاری فولادهای ضدزنگ
۲۹	 ۹.۴.۱ خاصیت فناشوندگی آند در فلزات گوناگون
۳۰	 ۱۰.۴.۱ آشنایی با اصطلاح فلز فعال و غیرفعال
۳۰	 ۱۱.۴.۱ عملیات Passivity در ابتدای راه‌اندازی یک سایت صنعتی
۳۰	 ۱۲.۴.۱ مقایسه قیمت جنس‌های مختلف فلزی به‌صورت خام
۳۱	 ۱۳.۴.۱ آشنایی با مدرک PMS و روش تهیه این مدرک در پروژه‌ها
۳۱	 ۱۴.۴.۱ روش تهیه مدرک Piping Material Specification (PMS)
۳۲	 ۱۵.۴.۱ اطلاعات مورد نیاز برای تهیه مدرک PMS
۳۳	 ۱۶.۴.۱ فعال‌سازی و بخش‌بندی لوله‌کشی برای تهیه مدرک PMS
۳۳	 ۱۷.۴.۱ نمونه‌ای از روش نامگذاری کلاس‌های لوله‌کشی در یک پروژه نیروگاهی (KKS no.)
۳۴	 ۱۸.۴.۱ جدول راهنمای انتخاب جنس اقسام مختلف لوله‌کشی

فصل ۲. آشنایی با مشخصات کلی و اهداف ساختاری جنس‌های فلزی پرکاربرد در لوله‌کشی (Piping) ۳۷

۳۸	 ۱.۲ آشنایی عمومی با متالورژی و نمودار فاز آهن - کربن
۳۸	 ۱.۱.۲ مقدمه
۳۸	 ۲.۱.۲ نمودار فاز آهن - کربن
۳۸	 ۳.۱.۲ دگرگونی هم‌دما (ایزوترم) در سیستم آهن - کربن به‌پایدار
۳۹	 ۴.۱.۲ آلوتروپ‌های آهن
۴۰	 ۵.۱.۲ فازها و ساختارهای مختلف در نمودار فاز آهن - کربن
۴۳	 ۲.۲ شناخت انواع چدن‌ها
۴۳	 ۱.۲.۲ متالورژی چدن‌ها
۴۳	 ۲.۲.۲ فاکتور هم‌ارزی کربنی (CE)
۴۴	 ۳.۲.۲ معرفی اجمالی انواع چدن‌ها
۴۵	 ۳.۲ شناخت انواع فولاد سیاه و آلیاژی
۴۵	 ۱.۳.۲ متالورژی فولادها
۴۶	 ۲.۳.۲ فولاد سیاه
۴۶	 ۳.۳.۲ فولاد مقاوم در هوا
۴۷	 ۴.۳.۲ فولاد کشته
۴۷	 ۵.۳.۲ فولاد جوشان

۴۷	۶.۳.۲ فولاد درپوش‌دار
۴۷	۷.۳.۲ معرفی برخی از فولادهای سیاه پر کاربرد
۴۸	۸.۳.۲ فولاد آلیاژی
۴۸	۹.۳.۲ تأثیر عناصر آلیاژی معروف در خواص فولاد
۵۰	۱۰.۳.۲ رده‌بندی فولادهای سیاه و آلیاژی بر اساس معیار درجه حرارت
۵۱	۴.۲ شناخت انواع فولاد ضدزنگ
۵۱	۱.۴.۲ متالورژی فولادهای ضدزنگ
۵۲	۲.۴.۲ انواع فولادهای ضدزنگ
۵۵	۳.۴.۲ موارد مهم استفاده از فولادهای ضدزنگ
۵۵	۴.۴.۲ فولادهای ضدزنگ با خواص دوگانه
۵۵	۵.۴.۲ نگر بود فولاد ضدزنگ
۵۶	۶.۴.۲ علت ایجاد خواص استیت، فریتیک و مارتنزیت در فولادهای ضدزنگ
۵۶	۷.۴.۲ فولادهای ضدزنگ رسوب سخت
۵۶	۸.۴.۲ فولادهای ضدزنگ نم‌محلول
۵۷	۹.۴.۲ اسیدشویی
۵۸	۱۰.۴.۲ نرخ خوردگی در فولادهای ضدزنگ
۵۸	۱۱.۴.۲ ترک خوردن در اثر خوردگی پتانسیل
۵۹	۱۲.۴.۲ خوردگی تنش ناشی از کلراید
۶۰	۱۳.۴.۲ خوردگی تنش ناشی از کاستیک
۶۰	۱۴.۴.۲ خوردگی تنش ناشی از سولفور
۶۰	۱۵.۴.۲ خوردگی ناشی از ایجاد حفره‌های میکروسکوپی محلی
۶۱	۱۶.۴.۲ خوردگی شکافی
۶۱	۱۷.۴.۲ متداول‌ترین جنس‌های فولاد ضدزنگ در صنعت لوله‌کشی
۶۲	۵.۲ شناخت انواع آلیاژهای نیکل
۶۲	۱.۵.۲ متالورژی نیکل
۶۳	۲.۵.۲ جنس‌های نیکل خالص
۶۳	۳.۵.۲ آلیاژهای نیکل و مس
۶۳	۴.۵.۲ آلیاژهای نیکل و آهن
۶۳	۵.۵.۲ آلیاژهای نیکل و کروم و آهن
۶۴	۶.۵.۲ آلیاژهای نیکل و آهن و کروم
۶۴	۷.۵.۲ آلیاژهای نیکل و مولیبدن
۶۵	۸.۵.۲ معرفی و شناخت اجمالی پرکاربردترین آلیاژهای پایه نیکل در صنعت لوله‌کشی
۶۷	۹.۵.۲ اطلاعات فنی تکمیلی در خصوص کاربرد آلیاژهای نیکل
۷۰	۶.۲ شناخت انواع آلیاژهای مس

۷۰	۱.۶.۲ متالورژی مس
۷۱	۲.۶.۲ آلیاژهای مس و روی (برنج)
۷۲	۳.۶.۲ آلیاژهای مس و قلع (برنز)
۷۲	۴.۶.۲ آلیاژهای مس و نیکل
۷۳	۵.۶.۲ نکاتی در خصوص نامگذاری آلیاژهای مس
۷۴	۷.۲ شناخت انواع آلیاژهای آلومینیوم
۷۴	۱.۷.۲ متالورژی آلومینیوم
۷۶	۲.۷.۲ سیستم نامگذاری آلیاژهای آلومینیوم
۷۶	۳.۷.۱ برخی از ویژگی‌های بارز آلیاژهای آلومینیوم
۷۸	۴.۷.۱ جنس‌های پرکاربرد آلومینیوم
۷۸	۵.۷.۲ جوشکاری آلومینیوم
۷۸	۶.۷.۱ خوردگی آلومینیوم
۷۹	۸.۲ شناخت انواع آلیاژهای تیتانیوم
۷۹	۱.۸.۲ متالورژی تیتانیوم
۸۰	۲.۸.۲ ساختار موادی آلیاژهای تیتانیوم
۸۰	۳.۸.۲ تأثیر عناصر مستحکم‌کننده بر خواص آلیاژهای تیتانیوم
۸۱	۴.۸.۲ تقسیم‌بندی آلیاژهای تیتانیوم
۸۱	۵.۸.۲ آلیاژهای کاربردی تیتانیوم در صنایع لوله‌کشی

۸۳	فصل ۳. اصول انتخاب جنس لوله‌کشی و سرویس‌های شیمیایی پرکاربرد در صنایع فرایندی
۸۴	۱.۳ انتخاب جنس لوله‌کشی و تجهیزات برای سرویس اسید سولفوریک
۸۴	۱.۱.۳ شناخت اسید سولفوریک
۸۵	۲.۱.۳ جنس فولاد سیاه در سرویس‌های اسید سولفوریک
۸۸	۳.۱.۳ جنس چدن در سرویس‌های اسید سولفوریک
۸۸	۴.۱.۳ جنس آلومینیوم در سرویس‌های اسید سولفوریک
۸۸	۵.۱.۳ جنس مس در سرویس‌های اسید سولفوریک
۸۹	۶.۱.۳ جنس نیکل در سرویس‌های اسید سولفوریک
۸۹	۷.۱.۳ جنس فولاد ضدزنگ در سرویس‌های اسید سولفوریک
۹۰	۸.۱.۳ جنس تیتانیوم در سرویس‌های اسید سولفوریک
۹۱	۹.۱.۳ جنس‌های غیرفلزی در سرویس‌های اسید سولفوریک
۹۱	۱۰.۱.۳ شیرآلات در سرویس‌های اسید سولفوریک
۹۲	۱۱.۱.۳ نمودار عمومی انتخاب جنس برای سرویس‌های اسید سولفوریک
۹۲	۲.۳ انتخاب جنس لوله‌کشی و تجهیزات برای سرویس اسید فسفریک
۹۲	۱.۳.۳ شناخت اسید فسفریک

۹۳	۲.۲.۳ جنس فولاد سیاه در سرویس‌های اسید فسفریک
۹۴	۳.۲.۳ جنس چدن در سرویس‌های اسید فسفریک
۹۴	۴.۲.۳ جنس فولاد ضدزنگ در سرویس‌های اسید فسفریک
۹۵	۵.۲.۳ جنس نیکل در سرویس‌های اسید فسفریک
۹۵	۶.۲.۳ جنس مس در سرویس‌های اسید فسفریک
۹۵	۷.۲.۳ نمودار عمومی انتخاب جنس برای سرویس‌های اسید فسفریک
۹۶	۳.۳ انتخاب جنس لوله‌کشی و تجهیزات برای سرویس اسید کلریدریک
۹۶	۱.۳.۳ شناخت اسید کلریدریک
۹۷	۲.۳.۳ جنس‌های فولادی در سرویس‌های اسید کلریدریک
۹۷	۳.۳.۳ جنس چدن در سرویس‌های اسید کلریدریک
۹۸	۴.۳.۳ جنس نیکل در سرویس‌های اسید کلریدریک
۹۹	۵.۳.۳ جنس تیتانیوم در سرویس‌های اسید کلریدریک
۹۹	۶.۳.۳ جنس‌های غیر فلزی در سرویس‌های اسید کلریدریک
۱۰۰	۷.۳.۳ نمودار عمومی انتخاب جنس برای سرویس‌های اسید کلریدریک
۱۰۱	۴.۳ انتخاب جنس لوله‌کشی و تجهیزات برای سرویس اسید فلوریدریک
۱۰۱	۱.۴.۳ شناخت اسید فلوریدریک
۱۰۲	۲.۴.۳ جنس‌های قابل قبول در سرویس‌های اسید فلوریدریک
۱۰۳	۵.۳ انتخاب جنس لوله‌کشی و تجهیزات برای سرویس اسید نیتریک
۱۰۳	۱.۵.۳ شناخت اسید نیتریک
۱۰۴	۲.۵.۳ جنس‌های قابل قبول در سرویس‌های اسید نیتریک
۱۰۵	۳.۳ انتخاب جنس لوله‌کشی و تجهیزات برای سرویس اسید استیک
۱۰۵	۱.۶.۳ شناخت اسید استیک
۱۰۶	۲.۶.۳ جنس‌های فولادی در سرویس‌های اسید استیک
۱۰۶	۳.۶.۳ جنس فولاد ضدزنگ در سرویس‌های اسید استیک
۱۰۶	۴.۶.۳ جنس تیتانیوم در سرویس‌های اسید استیک
۱۰۶	۷.۳ انتخاب جنس لوله‌کشی و تجهیزات برای سرویس مواد قلیایی
۱۰۶	۱.۷.۲ شناخت مواد قلیایی
۱۰۷	۲.۷.۲ خواص و مشخصات سود سوزآور یا کاستیک
۱۰۸	۳.۷.۲ جنس فولاد سیاه در سرویس‌های کاستیک
۱۰۹	۴.۷.۲ جنس چدن در سرویس‌های کاستیک
۱۱۰	۵.۷.۲ جنس فولاد ضدزنگ در سرویس‌های کاستیک
۱۱۱	۶.۷.۲ جنس آلومینیوم در سرویس‌های کاستیک
۱۱۱	۷.۷.۲ جنس مس در سرویس‌های کاستیک
۱۱۱	۸.۷.۲ جنس نیکل در سرویس‌های کاستیک

۱۱۲	 جنس تیتانیوم در سرویس‌های کاستیک
۱۱۲	 نمودار عمومی انتخاب جنس برای سرویس‌های کاستیک
۱۱۳	 انتخاب جنس لوله‌کشی و تجهیزات برای سرویس آب دریا
۱۱۳	 شناخت مشخصات عمومی آب دریا
۱۱۴	 مشکلات ناشی از موجودات زنده در آب دریا
۱۱۵	 پارامتر PRE
۱۱۵	 جنس فولاد سیاه در سرویس‌های آب دریا
۱۲۰	 جنس چدن در سرویس‌های آب دریا
۱۲۰	 جنس فولاد ضدزنگ در سرویس‌های آب دریا
۱۲۲	 جنس مس در سرویس‌های آب دریا
۱۲۳	 جنس نیکل در سرویس‌های آب دریا
۱۲۳	 جنس آلومینیوم در سرویس‌های آب دریا
۱۲۴	 جنس تیتانیوم در سرویس‌های آب دریا
۱۲۴	 مقادیر آلودگی در مقابل سایش ناشی از پدیده کاویتاسیون در سرویس‌های آب دریا
۱۲۵	 فاکتور Critical Crevice Temperature (CCT)
۱۲۵	 توصیه‌های تکمیلی در خصوص استفاده از آب دریا
۱۲۹	پیوست ۱. نمونه‌ای از مکاتبات مرفوعه و پراکنده در خصوص انتخاب جنس لوله‌کشی (Case Study)
۱۳۵	پیوست ۲. جدول‌های راهنمای انتخاب جنس بر اساس استاندارد ASTM
۱۴۹	پیوست ۳. راهنمای انتخاب جنس‌های فلزی و غیرفلزی برای ترکیبات شیمیایی گوناگون