

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

خوردگی در صنایع نفت، گاز و
پتروشیمی و روش های مقابله

مؤلف: دکتر محمدرضا عادلزاده

سرشناسه : عادل زاده، محمدرضا، ۱۳۵۱ -
عنوان و نام پدیدآور : خوردگی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی و روش‌های مقابله / مولف محمدرضا عادل زاده.
مشخصات نشر : تهران: کتاب آوا، ۱۳۹۶
مشخصات ظاهری : ۵۱۲ ص.
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۵۵۲۶-۱۴-۱
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
موضوع : صنایع شیمیایی - ابزار و وسایل -- خوردگی
موضوع : خوردگی -- کنترل
رده بندی کنگره : TP ۱۵۷/ع۱۷خ۹ ۱۳۹۲
رده بندی ده ده : ۲۸۳۰۴/۶۰۶



انتشارات کتاب آوا

خوردگی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی و روش‌های مقابله

مؤلف: دکتر محمد عادل زاده
ناشر: کتاب آوا
لیتوگرافی: باران مهر
چاپ و صحافی: کتاب آوا
نوبت چاپ: دوم ۱۳۹۶
شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
قیمت: ۴۰۰۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۵۲۶-۱۴-۱

نشانی مرکز پخش: تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۴، واحد ۴

فروشگاه آنلاین کتاب آوا: www.avabook.com

Email: avabook_kazemi@yahoo.com

شماره‌های تماس: ۶۶۴۹۷۴۱۳۰ - ۶۶۴۶۷۱۵۰ - ۶۶۴۶۱۱۵۸ دورنگار: ۴

نشانی فروشگاه: اسلامشهر، خیابان صیاد شیرازی، روبروی دانشگاه آزاد، جنب دادگستری

شماره تماس: ۵۶۳۵۴۶۵۱

کلیه حقوق این اثر برای انتشارات کتاب آوا محفوظ است.

هرگونه کپی‌برداری و تهیه جزوه از متن کتاب، استفاده از طرح روی جلد و عنوان کتاب جرم است و طبق قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان، متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

فصل اول: مبانی مهندسی خوردگی

۱۷	۱-۱ مقدمه
۱۸	۲-۱ تعریف خوردگی
۲۱	۱-۲-۱ مکانیزم خوردگی الکتروشیمیایی
۲۴	۲-۲-۱ نیروی الکتروموتوری
۳۰	۳-۲-۱ غیرفعال شدن یا روئین شدن
۳۱	۳-۱ انواع خوردگی
۳۱	۳-۱-۱ خوردگی الکتروشیمیایی
۳۲	۲-۳-۱ خوردگی مکانیکی
۳۳	۳-۳-۱ خوردگی شیمیایی
۳۳	۱-۳-۱ خوردگی میکروبی
۳۹	۱-۳-۱-۱ عوامل مؤثر بر خوردگی
۳۹	۲-۳-۱-۱ تشخیص خوردگی گالوانیکی
۴۰	۳-۳-۱-۱ روش جلوگیری از خوردگی گالوانیکی
۴۱	۲-۳-۱-۱ خوردگی شیمیایی با شکافی
۴۱	۱-۳-۱-۱ فاکتورهای محیطی
۴۳	۲-۳-۱-۱ مکانیزم
۴۵	۳-۳-۱-۱ روش‌های جلوگیری از خوردگی شیمیایی
۴۷	۳-۳-۱-۱ خوردگی حفره‌ای
۵۰	۱-۳-۱-۱ مشخصات حفره
۵۲	۲-۳-۱-۱ مکانیزم خوردگی حفره‌ای
۵۲	۳-۳-۱-۱ طبیعت اتوکاتالیتیکی حفره‌دار شدن
۵۴	۱-۳-۱-۱ خوردگی پیل غلظتی
۵۵	۵-۳-۱-۱ خوردگی بین دانه‌ای
۵۷	۱-۳-۱-۱ خوردگی یکنواخت
۶۰	۱-۳-۱-۱ خوردگی تحت تنش
۶۵	۱-۳-۱-۱ روش‌های جلوگیری از SCC
۶۵	۲-۳-۱-۱ خوردگی نوآم با خستگی
۶۶	۱-۳-۱-۱ فاکتورهای محیطی
۶۶	۲-۳-۱-۱ روش‌های جلوگیری
۶۷	۳-۳-۱-۱ جذایش انتخابی
۶۷	۱-۳-۱-۱ جذایش روی و بزرگی‌ها

- ۶۹..... ۲-۳-۲-۳-۱ مکانیزم زداایش روی
- ۷۰..... ۳-۳-۲-۳-۱ روش‌های جلوگیری از زداایش روی
- ۷۰..... ۴-۳-۲-۳-۱ گرافینه شدن در چدن‌های خاکستری
- ۷۲..... ۴-۲-۳-۱ خوردگی سایشی
- ۷۶..... ۱-۴-۲-۳-۱ عوامل مؤثر در شدت تخریب در پدیده سایش
- ۷۶..... ۲-۴-۲-۳-۱ جریان متلاطم یا آشفته
- ۷۷..... ۳-۴-۲-۳-۱ مشکلات ناشی از خوردگی سایشی (توسط ماسه)
- ۷۸..... ۴-۴-۲-۳-۱ خوردگی و ساییدگی خط لوله
- ۷۸..... ۵-۴-۲-۳-۱ تجمع ماسه در تجهیزات سطحی و ایجاد خوردگی و سایش
- ۸۰..... ۶-۴-۲-۳-۱ خسارت جابجایی
- ۸۱..... ۷-۴-۲-۳-۱ خوردگی فرسایشی
- ۸۳..... ۱-۵-۲-۳-۱ حذف خوردگی فرسایشی
- ۸۳..... ۱-۳-۳-۱ خواص سیکره یا بیوشیمیایی
- ۸۸..... ۱-۴-۲-۳-۱ فرایند متابولیسم میکروارگانیسم‌ها در تأثیر بر فرایند خوردگی
- ۸۹..... ۲-۴-۲-۳-۱ مکانیزم ردگی توسط باکتری‌های احیاکننده سولفات
- ۹۲..... ۳-۴-۲-۳-۱ مکانیزم خوردگی توسط باکتری‌های اکسیدکننده آهن
- ۹۲..... ۴-۴-۲-۳-۱ مکانیزم خوردگی توسط باکتری‌های اکسیدکننده ازت
- ۹۳..... ۵-۴-۲-۳-۱ مکانیزم خوردگی توسط باکتری‌های اکسیدکننده سولفور
- ۹۴..... ۶-۴-۲-۳-۱ مکانیزم خوردگی جلبک
- ۹۴..... ۷-۴-۲-۳-۱ مکانیزم خوردگی قارچ‌ها
- ۹۴..... ۸-۴-۲-۳-۱ مشکلات ناشی از حضور باکتری‌های مولد خوردگی در صنعت
- ۹۵..... ۹-۴-۲-۳-۱ نکات لازم به منظور پیشگیری از MIC
- ۹۵..... ۱۰-۴-۲-۳-۱ نقاط ویژه مظلون به MIC
- ۹۵..... ۲-۴-۲-۳-۱ خوردگی ناشی از گاز اکسیژن
- ۹۸..... ۱-۴-۲-۳-۱ رابطه میزان خوردگی ناشی از گاز اکسیژن با غلظت و دما
- ۹۹..... ۲-۴-۲-۳-۱ فاکتورهای مؤثر در خوردگی اکسیژنی
- ۹۹..... ۳-۴-۲-۳-۱ تشخیص و اندازه‌گیری خوردگی اکسیژن
- ۹۹..... ۴-۴-۲-۳-۱ راه درمان خوردگی اکسیژنی
- ۱۰۰..... ۵-۴-۲-۳-۱ مراحل درمان اکسیژن
- ۱۰۰..... ۵-۴-۲-۳-۱ محدودیت مواد جاذب اکسیژن
- ۱۰۰..... ۶-۴-۲-۳-۱ معاینات‌کننده‌های کرومیتی
- ۱۰۱..... ۷-۴-۲-۳-۱ عوامل بازدارنده خوردگی اکسیژنی
- ۱۰۱..... ۳-۴-۲-۳-۱ خوردگی ناشی از گاز دی اکسیدکربن (خوردگی شیرین)
- ۱۰۴..... ۱-۴-۲-۳-۱ پارامترهای مؤثر در این نوع خوردگی
- ۱۰۵..... ۲-۴-۲-۳-۱ روش‌های کنترل

۱۰۷	۳-۳-۳-۱	تأثیر مواد فلیپس بر روی دی‌اکسیدکربن
۱۰۷	۴-۳-۳-۱	تعیین مقدار گاز دی‌اکسیدکربن در گل‌های حفاری
۱۰۷	۵-۳-۳-۱	راه درمان گاز دی‌اکسیدکربن
۱۰۸	۶-۳-۳-۱	رسوبات
۱۰۹	۷-۳-۳-۱	خوردگی ناشی از گاز سولفید هیدروژن یا هیدروژن سولفور (خوردگی ترش)
۱۱۳	۸-۳-۳-۱	فاکتورهای مؤثر در خوردگی گاز هیدروژن سولفور
۱۱۶	۹-۳-۳-۱	مسمومیت گاز هیدروژن سولفور
۱۱۸	۱۰-۳-۳-۱	تشخیص با تعیین هیدروژن سولفور
۱۱۸	۱۱-۳-۳-۱	راه درمان هیدروژن سولفور
۱۱۹	۱۲-۳-۳-۱	پیشنهادهای عملی برای کاهش شکست ناشی از محیط هیدروژن سولفور
۱۳۰	۱-۴-۳-۱	خسارت و ریزش
۱۳۱	۲-۴-۳-۱	تاول زدن هیدروژن
۱۳۵	۳-۴-۳-۱	مکانیزم تاول زدن هیدروژنی
۱۳۶	۴-۴-۳-۱	جلوگیری از تاول زدن هیدروژنی
۱۳۷	۵-۴-۳-۱	تردی یا شکستگی هیدروژنی
۱۴۰	۶-۴-۳-۱	مکانیزم تردی هیدروژنی
۱۴۰	۷-۴-۳-۱	روش‌های حذف تردی هیدروژنی
۱۴۱	۸-۴-۳-۱	دکربوره کردن
۱۴۲	۹-۴-۳-۱	روش‌های معمول برای اندازه‌گیری و گزارش سرعت خوردگی

فصل دوم: خوردگی و زنگ‌زدگی و محل‌های وقوع آن

۱۴۵	۱-۲	مقدمه
۱۴۶	۲-۲	عوامل مؤثر بر خوردگی
۱۴۷	۳-۲	روش‌های مختلف جلوگیری از زنگ و خوردگی
۱۴۸	۴-۲	محل‌های وقوع خوردگی

فصل سوم: پارامترهای مؤثر بر خوردگی در صنعت نفت و گاز

۱۵۱	۱-۳	دما
۱۵۲	۲-۳	فشار
۱۵۳	۳-۳	تدریج سیال
۱۵۳	۴-۳	خوردگی بی‌نیاز از آب
۱۵۳	۵-۳	خوردگی نیازمند آب
۱۵۵	۶-۳	راه‌های پیشگیری از بروز خوردگی نیازمند آب
۱۵۵	۷-۳	سرعت سیال
۱۵۷	۸-۳	ترکیب سیال

۱۵۷	۶-۳ موزفونوژی
۱۵۸	۷-۳ گازهای خورنده

فصل چهارم: خوردگی تجهیزات سطحی

۱۵۹	۱-۴ مقدمه
۱۵۹	۲-۴ خطوط لوله جریانی چاههای نفت و گاز
۱۶۰	۳-۴ وسایل فرآورش
۱۶۰	۱-۳-۴ خوردگی تفکیک‌گرهای آب زدا در واحد نمک‌زدایی
۱۶۱	۴-۴ مخازن نفت خام و مایعات گازی
۱۶۲	۵-۴ روش‌های جدید حفاظت خوردگی کف مخازن نفتی
۱۶۳	۶-۴ تانک‌های کشتی و کشتی‌های حمل و نقل
۱۶۳	۷-۴ سیستم‌های آب
۱۶۴	۸-۴ دکل حفاری
۱۶۴	۹-۴ اسکوهای حفاری دریا
۱۶۵	۱۰-۴ صفحه‌های جریان‌سج
۱۶۷	۱۱-۴ عملیات پالایش (تصفیه)

فصل پنجم: خوردگی تجهیزات درون‌چاهی

۱۶۹	۱-۵ چاه‌های فراآوری با پمپ
۱۷۱	۲-۵ چاه‌های تولیدی نفت و گاز و چاه‌های تزریقی گاز
۱۷۸	۳-۵ بروز خوردگی در لوله جداري چاه
۱۸۰	۴-۵ بروز خوردگی در لوله مغزی چاه
۱۸۰	۵-۵ بروز خوردگی در پکر لوله مغزی چاه
۱۸۲	۶-۵ بروز خوردگی در چاه‌های تکمیل دوگانه
۱۸۴	۷-۵ راه‌های مبارزه با خوردگی لوله‌های مغزی و جداري

فصل ششم: اثر ترکیب سیالات حفاری بر خوردگی

۱۸۵	۱-۶ مقدمه
۱۸۵	۲-۶ مهم‌ترین عوامل تولید خوردگی ناشی از سیال حفاری
۱۸۵	۱-۲-۶ گازهای محلول
۱۸۶	۲-۲-۶ عناصر کانی
۱۸۶	۱-۲-۲-۶ فاز مایع گل‌های حفاری
۱۸۷	۲-۲-۲-۶ فاز جامد گل‌های حفاری
۱۹۱	۳-۶ خوردگی موضعی
۱۹۲	۱-۳-۶ مکانیزم خوردگی موضعی

۱۹۶	۲-۳-۶ مبارزه با خوردگی موضعی
۱۹۷	۴-۶ خوردگی سایشی
۲۰۱	۱-۴-۶ عوامل مؤثر در خوردگی سایشی
۲۰۱	۱-۴-۶ سرعت حرکت
۲۰۲	۲-۴-۶ تلاطم و آشفتگی
۲۰۲	۳-۴-۶ برخورد
۲۰۳	۴-۴-۶ نوع فلز یا آلیاژ
۲۰۳	۲-۴-۶ روش‌های مبارزه با خوردگی سایشی
۲۰۴	۵-۶ خوردگی بکخواخت
۲۰۷	۶-۶ خوردگی
۲۰۸	۶-۶ الوتک‌های اتمسفریک
۲۰۸	۲-۶-۶ فاکتورهای مؤثر بر روی خوردگی اتمسفریک
۲۰۹	۳-۶-۶ راه‌های مبارزه با خوردگی اتمسفریک

فصل هشتم: خوردگی و کنترل آن در لوله مغزی سیار

۲۱۱	۱-۷ مقدمه
۲۱۶	۲-۷ خوردگی لوله مغزی سیار توسط اسید
۲۱۷	۳-۷ آزمایش‌های قبل از عملیات
۲۱۸	۴-۷ بررسی‌های آزمایشگاهی خوردگی لوله مغزی سیار
۲۱۹	۵-۷ بازرسی لوله دستگاه لوله مغزی سیار
۲۲۴	۶-۷ نتیجه‌گیری
۲۲۴	۷-۷ توصیه‌ها
۲۲۴	۸-۷ پیشنهادات

فصل هشتم: خوردگی در فرآیند حفاری زیر تعادلی

۲۲۷	۱-۸ تشخیص و پایش (مانیتورینگ) خوردگی
۲۲۸	۱-۱-۸ هدف از برنامه
۲۲۹	۲-۸ مهندسی خوردگی
۲۲۹	۱-۲-۸ بررسی‌های پیش از راه اندازی در دفتر مهندسی خوردگی
۲۳۰	۲-۲-۸ بررسی‌های پیش از راه اندازی در محل چاه
۲۳۰	۱-۲-۲-۸ تجهیزات اولیه بازرسی در محل چاه
۲۳۱	۲-۲-۲-۸ آنالیز آب مصرفی
۲۳۳	۳-۲-۸ پایش حین عملیات حفاری
۲۳۴	۱-۳-۲-۸ احساس گرهای اکسیژن
۲۳۴	۲-۳-۲-۸ نمونه‌های پایش خوردگی

۳۳۶	۳-۲-۸ الکترودها یا پروپ‌های مقاومت الکتریکی
۳۳۶	۳-۳-۲-۸ آزمایش غلظت ممانعت‌کننده‌های خوردگی در سیال خروجی از چاه
۳۳۶	۳-۳-۲-۸ آنالیز گاز
۳۳۷	۳-۸ مهندسی سایش
۳۳۷	۱-۳-۸ بررسی‌های قبل از عملیات
۳۳۷	۲-۳-۸ فرآیند عملیات
۳۳۹	۳-۳-۸ تعویض لوله‌ها
۳۴۰	ضمیمه الف: مقدمه‌ای بر فرآیند خوردگی سولفیدی تحت تنش رشته حفاری
۳۵۱	ضمیمه ب
۳۵۱	ب-۱ درمان آلودگی‌های Anhydrite/Gypsum
۳۵۲	ب-۲ کریبات و بی‌کریبات
۳۵۵	ب-۳ درمان آلودگی کلسیم
۳۵۵	ب-۴ ریش‌دهی دی‌کریلین
۳۵۷	ب-۵ درمان آلودگی سی‌ا: سیمان
۳۶۲	ب-۶ درمان آلودگی گاز سی‌ا: سولفور
۳۶۹	ب-۷ درمان آلودگی متان
۳۶۹	ب-۸ درمان آلودگی ناشی از نفت
۳۷۰	ب-۹ درمان آلودگی ذرات جامد در سیال
۳۷۳	ضمیمه ج: پایش خوردگی توسط الکترود مقاومت الکتریک
۳۷۸	ضمیمه د: فرآیند پایش خوردگی توسط نمونه‌های حلقه (رینگ کوپن)
۳۷۹	د-۱ مدت زمان آزمایش
۳۷۹	د-۲ محل نصب نمونه کوپن در رشته حفاری
۳۸۰	د-۳ بازرسی چشمی نمونه‌های کوپن
۳۸۰	د-۴ بررسی آزمایشگاهی نمونه‌های کوپن حلقوی
۳۸۱	د-۵ محاسبه سرعت خوردگی
۳۸۳	ضمیمه ه: مثالی از آنالیز خوردگی نمونه‌های کوپن حلقوی

فصل نهم: خوردگی در آب دریا

۳۸۷	۱-۹ مقدمه
۳۸۷	۲-۹ خوردگی در آب دریا
۳۹۰	۳-۹ انواع خوردگی در محیط‌های آب دریا
۳۹۰	۱-۳-۹ خوردگی گالوانیکی
۳۹۱	۲-۳-۹ خوردگی ناشی از جریان سرگردان
۳۹۲	۳-۳-۹ خوردگی پیل اختلاف غلظتی
۳۹۲	۴-۳-۹ خوردگی فرسایشی

۲۹۲	۵-۳-۹ خوردگی به وسیله موجودات زنده
۲۹۳	۴-۹ نواحی مختلف سازه دریایی
۲۹۳	۵-۹ روش های کنترل و جلوگیری در قسمت های مختلف سازه های دریایی
۲۹۴	۱-۵-۹ منطقه انجم فریک
۲۹۴	۲-۵-۹ مناطق جزر و مدی و بائش
۲۹۶	۳-۵-۹ منطقه مغروق در آب
۲۹۶	۴-۵-۹ منطقه گل و لای
۲۹۶	۵-۵-۹ خوردگی سطح بیرونی پایه ها

فصل دهم: روش های حذف یا پیشگیری از خوردگی

۲۹۷	۱-۱۰ مقدمه
۲۹۷	۲-۱۰ روش های حذف ناخالصی ها
۲۹۸	۱-۲-۱۰ روش های تصفیه شیمیایی
۲۹۸	۱-۱-۲-۱۰ تصفیه با خورد
۲۹۸	۲-۱-۲-۱۰ تصفیه با اسید سولفوریک
۲۹۹	۳-۱-۲-۱۰ روش های شیرین سازی
۲۹۹	۱-۲-۳-۱۰ روش استخراج با حلال سلولز
۲۹۹	۲-۳-۱-۲-۱۰ روش های اکسیده کردن
۳۰۱	۲-۲-۱۰ روش های تصفیه با هیدروژن
۳۰۲	۳-۲-۱۰ انتخاب بهترین ماده مناسب برای بدنه خط لوله
۳۰۲	۴-۲-۱۰ حفاظت الکتروشیمیایی
۳۰۲	۱-۴-۲-۱۰ حفاظت کاتدی
۳۰۳	۲-۴-۲-۱۰ حفاظت آندی
۳۰۴	۵-۲-۱۰ طراحی مکانیکی مناسب خط لوله
۳۰۴	۶-۲-۱۰ ایجاد پوشش
۳۰۵	۱-۶-۲-۱۰ پوشش های داخلی
۳۰۵	۲-۶-۲-۱۰ پوشش های خارجی
۳۰۵	۱-۲-۶-۲-۱۰ پوشش های رنگ ها و جلاها
۳۰۶	۲-۲-۶-۲-۱۰ پوشش های فسفاتی و کروماتی
۳۰۶	۳-۲-۶-۲-۱۰ پوشش های اکسید فلزات
۳۰۶	۴-۲-۶-۲-۱۰ پوشش های گالوانیزه
۳۰۷	۵-۲-۶-۲-۱۰ پوشش های قلع
۳۰۷	۶-۲-۶-۲-۱۰ پوشش های کادمیوم

فصل یازدهم: حفاظت کاتدی

۳۰۹	۱-۱۱ مقدمه
۳۱۱	۲-۱۱ تاریخچه حفاظت کاتدی
۳۱۳	۳-۱۱ رفتار فلزات مدفون و غوطه‌ور در زمان استفاده از سیستم حفاظت کاتدی
۳۱۴	۴-۱۱ اصول کلی حفاظت کاتدی
۳۱۴	۵-۱۱ معیارهای حفاظت کاتدی
۳۱۵	۶-۱۱ مدار یک سیستم حفاظت کاتدی
۳۱۶	۷-۱۱ انواع روش‌های سیستم حفاظت کاتدی
۳۱۶	۸-۱۱ سیستم حفاظت کاتدی به روش اعمال جریان تزریقی با سیستم‌های دائمی
۳۲۱	۱-۱-۱۱ آندهای اعمال جریان (آندهای دائمی)
۳۲۲	۲-۱-۱۱ آندهای فرو سیلیکون
۳۲۴	۳-۱-۱۱ آندهای گرافیتی
۳۲۴	۴-۱-۱۱ آندهای مس
۳۲۵	۵-۱-۱۱ آندهای سری تهره
۳۲۵	۶-۱-۱۱ ترانسفورمر قابل سیستم منبع دستگاه مبدل
۳۲۸	۷-۱-۱۱ سیم و کابل
۳۲۹	۸-۱-۱۱ پوشش اطراف آن
۳۳۱	۹-۱-۱۱ سیستم حفاظت کاتدی به روش آندهای فدا شونده
۳۳۱	۱-۲-۱۱ کاربرد آندهای فدا شونده
۳۳۶	۲-۲-۱۱ راندها و ظرفیت جریان آند
۳۳۷	۳-۲-۱۱ انواع آندهای فدا شونده
۳۴۰	۱-۳-۲-۱۱ آندهای فدا شونده منیزیمی
۳۴۱	۲-۳-۲-۱۱ آندهای فدا شونده روی
۳۴۳	۳-۳-۲-۱۱ آندهای فدا شونده آلومینیومی
۳۴۵	۴-۲-۱۱ تأثیر عناصر آلیاژی بر آندهای فدا شونده آلومینیومی
۳۴۶	۱-۴-۲-۱۱ اثر روی
۳۴۷	۲-۴-۲-۱۱ اثر عنصر ایندیم
۳۴۷	۳-۴-۲-۱۱ اثر عنصر جیوه
۳۴۸	۴-۴-۲-۱۱ اثر عنصر قلع
۳۴۹	۵-۴-۲-۱۱ اثر عنصر گالیم
۳۵۰	۶-۴-۲-۱۱ اثر عنصر منیزیم
۳۵۱	۷-۴-۲-۱۱ اثر عنصر تیتانیم
۳۵۱	۸-۴-۲-۱۱ اثر عنصر کادمیوم
۳۵۲	۹-۴-۲-۱۱ اثر عنصر آهن
۳۵۲	۱۰-۴-۲-۱۱ اثر عناصر نیکل و مس

۳۵۲	۱۱-۴-۲-۵-۱۱ اثر عنصر سلیم
۳۵۲	۱۱-۴-۲-۵-۱۱ اثر عنصر منگنز
۳۵۳	۱۱-۴-۲-۵-۱۱ اثر عنصر بیسموت
۳۵۳	۱۱-۴-۲-۵-۱۱ اثر عنصر لیتیم
۳۵۳	۱۱-۴-۲-۵-۱۱ اثر عنصر کلسیم
۳۵۴	۱۱-۴-۲-۵-۱۱ اثر توأم منیزیم و روی بر آندهای آلومینیومی
۳۵۴	۱۱-۵-۲-۵-۱۱ ترکیب شیمیایی آندهای آلومینیومی
۳۵۵	۱۱-۵-۲-۵-۱۱ آزمایش تعیین ظرفیت جریان برای آندهای آلومینیومی
۳۵۷	۱۱-۶ مقایسه سیستم آند فداشونده و اعمال جریان
۳۶۰	۱۱-۷ الکتروذیج
۳۶۱	۱۱-۸ معیار حفاظت کاتدی
۳۶۲	۱۱-۹ جریان سرگردان
۳۶۲	۱۱-۹-۱ منابع ایجاد جریان سرگردان
۳۶۳	۱۱-۹-۲ جریان‌های سرگردان محلی
۳۷۰	۱۱-۹-۳ جریان متناوب AC
۳۷۰	۱۱-۹-۴ جریان سرگردان متغیر Telluric
۳۷۱	۱۱-۹-۵ کنترل خوردگی ناشی از جریان‌های سرگردان
۳۷۶	۱۱-۱۰ استفاده از پوشش و حفاظت کاتدی با یکدیگر به منظور حفاظت از سازه‌های دریایی
۳۷۶	۱۱-۱۱ نحوه حصول اطمینان از عملکرد یک سیستم حفاظت کاتدی
۳۷۹	۱۱-۱۲ اطلاعات مورد نیاز جهت طراحی
۳۷۹	۱۱-۱۲-۱ اطلاعات مربوط سایت (منطقه)
۳۸۰	۱۱-۱۲-۲ فاکتورهای مورد نظر جهت طراحی سیستم حفاظت کاتدی
۳۸۱	۱۱-۱۲-۳ رابطه مقاومت، جریان و پتانسیل با یکدیگر
۳۸۴	۱۱-۱۲-۳-۱ بررسی روش‌های به‌کار برده شده در حفاظت کاتدی
۳۸۴	۱۱-۱۲-۳-۲ اندازه‌گیری پتانسیل، افت پتانسیل و شدت جریان
۳۹۱	۱۱-۱۲-۳-۳ اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی خاک
۳۹۳	۱۱-۱۲-۳-۴ روش ۴ میله وتر
۳۹۷	۱۱-۱۲-۴ طراحی بشر آندی و نصب ایستگاه حفاظت
۴۰۲	۱۱-۱۲-۵ نظارت بر سیستم حفاظت کاتدی
۴۰۴	۱۱-۱۲-۶ خطاهای اندازه‌گیری در پایش سامانه‌های حفاظت کاتدی
۴۰۶	۱۱-۱۲-۷ اطلاعات مربوط به سازه
۴۰۷	۱۱-۱۳ اصول بهره‌برداری از سیستم‌های حفاظت کاتدی
۴۰۷	۱۱-۱۳-۱ آزمایش‌ها و اندازه‌گیری‌های دوره‌ای
۴۰۸	۱۱-۱۳-۲ نحوه اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل
۴۱۰	۱۱-۱۳-۳ بررسی شدت جریان مورد نیاز سیستم

۴۳۱	۲-۱-۳-۱۳ واکنش شیمیایی بین اجزاء یا واکنش شیمیایی با بخار آب هوا
۴۳۱	۲-۲-۱۳ براساس نوع رزین
۴۳۱	۲-۳-۱۳ براساس نوع لایه
۴۳۲	۲-۴-۱۳ براساس نحوه پخت
۴۳۲	۴-۳-۱۳ براساس اجزاء رنگ
۴۳۲	۴-۱۳ بررسی خواص انواع رنگ‌ها
۴۳۲	۱-۴-۱۳ رنگ‌های الکیدی
۴۳۲	۱-۴-۱۳ مزایا
۴۳۳	۱-۴-۱۳ محدودیت‌ها
۴۳۳	۱-۴-۱۳ آب‌گریز استرها
۴۳۳	۱-۴-۱۳ رابا
۴۳۳	۲-۴-۱۳ محدودیت
۴۳۳	۳-۴-۱۳ ویتل
۴۳۴	۱-۴-۱۳ مزایا
۴۳۴	۲-۴-۱۳ محدودیت‌ها
۴۳۴	۴-۴-۱۳ لاستیک‌های کلر زده
۴۳۴	۱-۴-۱۳ مزایا
۴۳۴	۲-۴-۱۳ محدودیت‌ها
۴۳۵	۵-۴-۱۳ پوشش‌های قیر
۴۳۵	۱-۵-۴-۱۳ مزایا
۴۳۵	۲-۵-۴-۱۳ محدودیت‌ها
۴۳۵	۶-۴-۱۳ پلی‌امید پایه ابوکسی
۴۳۵	۱-۶-۴-۱۳ مزایا
۴۳۶	۲-۶-۴-۱۳ محدودیت‌ها
۴۳۶	۷-۴-۱۳ ترکیبی از رنگ‌های پایه قیری و ابوکسی
۴۳۶	۱-۷-۴-۱۳ مزایا
۴۳۶	۲-۷-۴-۱۳ محدودیت‌ها
۴۳۶	۱۸-۴-۱۳ اکریلیک
۴۳۷	۱-۸-۴-۱۳ مزایا
۴۳۷	۲-۸-۴-۱۳ محدودیت‌ها
۴۳۷	۵-۱۳ چگونگی انتخاب پوشش مناسب
۴۳۷	۱-۵-۱۳ مقاومت در برابر شرایط محیطی
۴۳۷	۲-۵-۱۳ وضعیت ظاهری
۴۳۷	۳-۵-۱۳ ایمنی
۴۳۸	۴-۵-۱۳ آماده نمودن سطح

۴۴۰	۶-۱۳ روش‌های آماده‌سازی سطح
۴۴۱	۱-۶-۱۳ شست‌وشوی سطح توسط مواد شیمیایی و حلال‌ها
۴۴۱	۲-۶-۱۳ تمیزکردن سطح توسط بخار آب
۴۴۱	۳-۶-۱۳ تمیزکردن سطح توسط وسایل دستی
۴۴۲	۴-۶-۱۳ تمیزکردن سطح توسط وسایل ماشینی
۴۴۲	۵-۶-۱۳ تمیزکردن سطح توسط پاشش آب
۴۴۳	۶-۶-۱۳ تمیزکردن سطح توسط پاشش مواد ساینده با هوای فشرده
۴۴۳	۱-۶-۱۳ اندازه
۴۴۴	۲-۶-۱۳ سختی
۴۴۴	۳-۶-۱۳ شکل ذرات
۴۴۴	۴-۶-۱۳ جنس
۴۴۴	۷-۱۳ روش‌های رنگ‌زنی
۴۴۵	۱-۷-۱۳ رنگ‌زنی بر روی
۴۴۵	۲-۷-۱۳ رنگ‌زنی با غلظت
۴۴۶	۳-۷-۱۳ رنگ‌زنی با روش پاشش
۴۴۶	۱۳-۷-۱۳ رنگ‌زنی با روش معمولی
۴۴۷	۲۳-۷-۱۳ رنگ‌زنی پاششی با هوا
۴۴۸	۸-۱۳ تضمین کیفیت رنگ
۴۴۸	۹-۱۳ مراحل بازرسی رنگ
۴۴۹	۱-۹-۱۳ بازرسی آماده‌سازی سطح زیر رنگ
۴۴۹	۲-۹-۱۳ اندازه‌گیری شرایط محیطی
۴۵۰	۳-۹-۱۳ بررسی تمیزی هوای فشرده و دیگر وسایل مورد استفاده جهت آماده‌سازی سطح زیررنگ
۴۵۰	۴-۹-۱۳ تعیین شرایط مطلوب سطح زیر رنگ
۴۵۰	۵-۹-۱۳ نظارت بر آماده‌سازی رنگ از نظر مخلوط‌کردن و رقیق‌نمودن
۴۵۱	۶-۹-۱۳ بازرسی وسایل و روش رنگ‌زنی
۴۵۱	۷-۹-۱۳ بازرسی پوشش
۴۵۱	۸-۹-۱۳ تعیین ضخامت لایه رنگ مرطوب (ضخامت‌سنجی فیلم تر)
۴۵۲	۹-۹-۱۳ تعیین ضخامت لایه خشک شده (ضخامت‌سنجی فیلم خشک)
۴۵۲	۱-۹-۱۳ الکترونیکی
۴۵۳	۲-۹-۱۳ روش مغناطیسی
۴۵۴	۱۰-۹-۱۳ بررسی تمیزی بین سطح دو پوشش
۴۵۴	۱۱-۹-۱۳ آزمایش پوشش از منظر مناطق از قلم افتاده و حفره‌های سوزنی
۴۵۵	۱۲-۹-۱۳ بررسی میزان چسبندگی رنگ به زیر رنگ
۴۵۶	۱۰-۱۳ آزمایش کیفیت پوشش
۴۵۶	۱-۱۰-۱۳ ساینده‌ها توسط حلال

۴۵۶	۲-۱۰-۱۳ آزمایش با سمباده
۴۵۷	۱۱-۱۳ آزمایش سختی
۴۵۷	۱۲-۱۳ آزمایش انعطاف پذیری
۴۵۷	۱۳-۱۳ آزمایش مقاومت به ضربه
۴۵۸	۱۴-۱۳ آزمایش های سرعتی
۴۵۸	۱۵-۱۳ آزمایش زمان سفت شدن
۴۵۹	۱۶-۱۳ آزمایش چسبندگی
۴۵۹	۱-۱۶-۱۳ آزمایش چسبندگی رنگ سازدهای فلزی که حفاظت کاندی می شوند.
۴۶۰	۱۷-۱۳ عبوب رنگ
۴۶۲	۱۸-۱۳ دستورالعمل رنگ آمیزی
۴۶۳	۱-۱۸-۱۳ چسبندگی رنگ و سطح زیر رنگ
۴۶۴	۲-۱۸-۱۳ آماده سازی رنگ
۴۶۴	۱-۲-۱۸-۱۳ رسوب زدایی به روش پاشش
۴۶۵	۲-۲-۱۸-۱۳ رسوب زدایی به روش دستی
۴۶۶	۳-۲-۱۸-۱۳ رسوب زدایی مواد شیمیایی
۴۶۶	۴-۲-۱۸-۱۳ رسوب زدایی سطح فلز: نظافت، آماده سازی و تعمیر سطحی
۴۶۶	۳-۱۸-۱۳ روش های اعمال رنگ
۴۶۷	۴-۱۸-۱۳ الزامات رنگ
۴۶۸	۵-۱۸-۱۳ استانداردهای رنگ آمیزی
۴۶۸	۱-۵-۱۸-۱۳ رنگزنی با برس
۴۶۸	۲-۵-۱۸-۱۳ رنگزنی با اسپری (پاشش)
۴۶۸	۳-۵-۱۸-۱۳ زیر رنگ
۴۶۹	۱-۳-۵-۱۸-۱۳ آماده سازی سطح زیر رنگ با اسید
۴۷۰	۲-۳-۵-۱۸-۱۳ آماده سازی سطح زیر رنگ با روش دستی
۴۷۲	۴-۵-۱۸-۱۳ گوشه ها
۴۷۰	۵-۵-۱۸-۱۳ درز جوش
۴۷۰	۶-۱۸-۱۳ برنامه رنگ آمیزی
۴۷۱	۷-۱۸-۱۳ روش های رنگ کاری برای حفاظت سطوح فولادی از خوردگی
۴۷۲	۱-۷-۱۸-۱۳ روش الکتریکی
۴۷۲	۲-۷-۱۸-۱۳ روش محافظت کنندگی شیمیایی
۴۷۲	۳-۷-۱۸-۱۳ روش پوششی

فصل چهاردهم: روش های اندازه گیری خوردگی

۴۷۳	۱-۱۴ مقدمه
۴۷۴	۲-۱۴ روش های پایش خوردگی

۴۷۴	۱-۲-۱۴ فرو رونده
۴۷۴	۲-۲-۱۴ بیرونی
۴۷۴	۱-۱-۲-۱۴ کوپن های خوردگی (روش کاهش وزن)
۴۷۷	۱-۱-۲-۱۴ محل نصب کوپن
۴۸۰	۲-۱-۲-۱۴ خصوصیات کوپن
۴۸۰	۳-۱-۲-۱۴ مشخصات کوپن
۴۸۰	۴-۱-۲-۱۴ انواع کوپن
۴۸۲	۵-۱-۲-۱۴ تعویض و نصب کوپن
۴۸۳	۶-۱-۲-۱۴ مدت زمان کوپن
۴۸۵	۲-۱-۲-۱۴ مله های الکترونیکی (مانند ER و LPR و گالوانیک)
۴۸۵	۱-۲-۱-۲-۱۴ روش مقاومت پلازما سیمون خطی
۴۸۹	۲-۲-۱-۱-۲-۱۴ روش مقاومت الکتریکی یا کوپن های الکترونیکی
۴۹۳	۳-۲-۱-۲-۱۴ پروپ کالایک
۴۹۴	۳-۱-۲-۱۴ بله های بیرونی فرو رنده انگشتی (پروپ هیدروژنی)
۴۹۶	۴-۱-۲-۱۴ تجزیه شیمیایی (مان تجزیه جامدات، مایعات و گازهای محلول)
۴۹۶	۵-۱-۲-۱۴ آهن محلول بده
۴۹۹	۲-۱-۲-۱۴ آنالیز شیمیایی • محلول ردگی
۵۰۰	۳-۱-۲-۱۴ آنالیز کردن گاز
۵۰۰	۵-۱-۲-۱۴ شرایط پایش (مانند قطر، PI و ...)
۵۰۷	۲-۲-۱۴ روش های جدید
۵۰۷	۱-۲-۲-۱۴ آشفستگی الکتروشیمیایی جریان و پتانسیل (ECN EPN)
۵۰۹	منابع