

مهندسی خوردگی و

حفاظت از فلزات

کتابی برای: دانشجویان مهندسی خوردگی،
مهندسی مواد، مهندسی نفت،
مهندسی شیمی، مهندسی مکانیک

دکتر منصور فرزام

استادیار دانشکده مهندسی نفت اهواز
دانشگاه صنعت نفت
عضو موسس و هیئت مدیره انجمن خوردگی ایران

مهندسی خوردگی و حفاظت از فلزات

تألیف: دکتر منصور فرزام

- عضو مؤسس و هیئت مدیره انجمن خوردگی ایران

- رئیس انجمن خوردگی استان خوزستان

- رئیس کتابخانه دانشکده مهندسی نفت اهواز

- معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی نفت اهواز

- عضو هیئت علمی دانشگاه صنعت نفت دانشکده مهندسی نفت اهواز

بنام خدا

بیا ای شیخ و از خمخانه ما شرابی خور که در کوثر نباشد
بشوی اوراق اگر همدرس ما که علم عشق در دفتر نباشد

اینک که پس از چندین سال تلاش مستمر و انجام تحقیقات مستقل کتاب خوردگی و حفاظت از فلزات تألیف دوست و همکار عزیزمان جناب آقای دکتر منصور فرزام، استاد محترم دانشکده نفت اهواز و مسئول انجمن خوردگی استان خوزستان به چاپ می‌رسد، جادارد تا از زحمات این عزیز فرزانه تشکر و سپاسگذاری بنمائیم.

انجمن خوردگی ایران بسیار مفتخر است که توانسته است در مدت عمر هفت‌ساله خود شاهد چاپ ششمین اثر علمی در زمینه مسائل خوردگی باشد. محتوای کتاب حاضر از نظر موضوعی چنان انتخاب شده است که کلیه دانشجویان مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد و همچنین مدیران فنی و مسئولین بازرسی فنی واحدهای مختلف صنعتی می‌توانند از آن بهره‌مند شوند. منابع این کتاب، جزء موثق‌ترین کتبی است که تا کنون در جهان به چاپ رسیده و برای اکثر قریب باتفاق افرادی که با علم خوردگی آشنایی دارند، شناخته می‌باشد. انجمن خوردگی ایران مجدداً از زحمات جناب آقای دکتر منصور فرزام تشکر و قدردانی نموده و از خالق متعال برای نامبرده آرزوی سلامتی و موفقیت می‌نماید.

باتشکر

سید محمود کثیریها

رئیس انجمن خوردگی ایران

دکتر منصور فرزام در سال ۱۳۴۰ در اهواز متولد شد. دبستان، مدرسه راهنمایی و دبیرستان را در همان شهرستان به پایان رسانید. سپس در سال ۱۳۵۷ جهت ادامه تحصیل عازم کشور انگلستان شدند و پس از اخذ لیسانس مهندسی مکانیک، فوق لیسانس متالوژی و دکترای متالوژی - مکانیکی به مدت دو سال در مقطع فوق دکتری به ادامه تحصیل پرداختند. تحقیقات دوران فوق لیسانس و دکتری و فوق دکتری نامبرده در زمینه‌های خوردگی از نوع تخریب هیدروژنی، خوردگی تنشی، خوردگی خستگی و کاویتاسیون بوده است. در سال ۱۳۶۹ به ایران مراجعت نمودند و در دانشگاه صنعت نفت مشغول به تدریس و تحقیق شده‌اند. نامبرده تا به حال مقالات متعددی را منتشر نموده‌اند و در برگزاری سمینارهای خوردگی و مهندسی شیمی همکاری داشته‌اند و دروس مختلفی را تدریس نموده‌اند که می‌توان از آنجمله، خوردگی فلزات، حفاظت از خوردگی فلزات، علم مواد، آزمونهای غیرمخرب، مقاومت مصالح، استاتیک و ... را نام برد.

فهرست مطالب

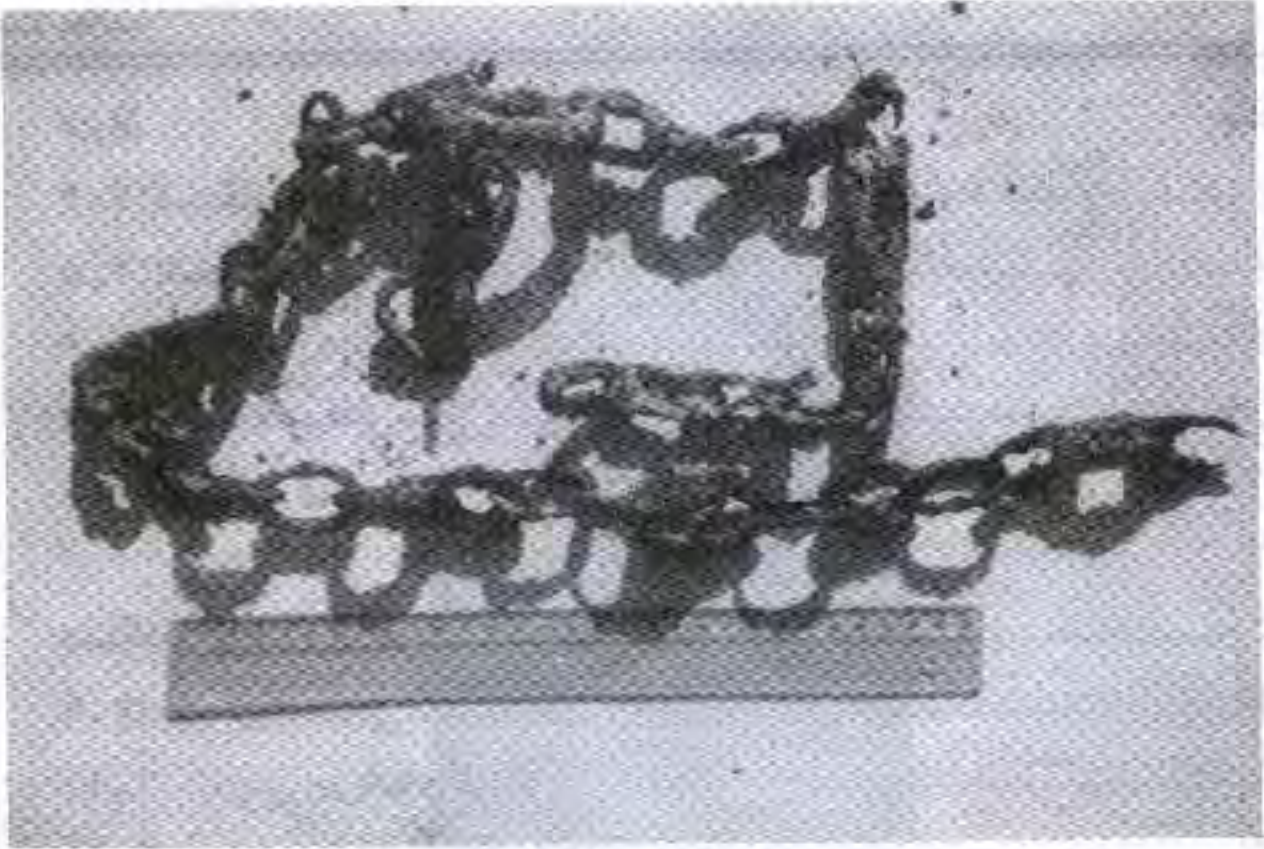
صفحه	عنوان
۱۱	مقدمه
۱۷	فصل اول: الکتروشیمی خوردگی در دمای پایین
۱۹	خوردگی، یک باتری الکتروشیمیایی
۲۲	۱-۱: ترمودینامیک
۲۷	۱-۲: سینتیک
۲۹	۱-۳: اندازه پتانسیل یک پیل الکتروشیمیایی
۳۰	۱-۳-۱: پتانسیل استاندارد
۳۱	۱-۴: اندازه گیری جریان یک پیل الکتروشیمیایی
۳۵	۱-۴-۱: نمودار ایوان (پلاریزاسیون)
۴۰	۱-۴-۲: نمودار پوربه
۴۳	فصل دوم: انواع فرمهای خوردگی
۴۶	۲-۱: خوردگی یکنواخت
۵۳	۲-۲: خوردگی شیاری
۵۵	۲-۳: خوردگی گالوانیکی
۵۹	۲-۴: آگسفلوآسیون
۶۰	۲-۵: روی زدایی

صفحه	عنوان
۶۱	۲-۶: خوردگی گرافیتیک
۶۱	۲-۷: خوردگی حفره‌ای
۶۴	۲-۸: تخریب هیدروژنی
۶۹	۲-۸-۱: تاول هیدروژنی
۶۹	۲-۸-۲: ترک القایی هیدروژنی
۷۱	۲-۸-۳: تردی هیدروژنی
۷۲	۲-۹: خوردگی تنش‌ی
۷۲	۲-۹-۱: پیدایش ترک در خوردگی تنش‌ی
۷۵	۲-۹-۲: مکانیک شکست
۸۱	۲-۹-۳: مکانیزم پیشروی ترک خوردگی تنش‌ی
۸۴	۲-۹-۳-۱: اثرات ترمودینامیکی جهت اکسیداسیون آندی
۸۵	۲-۹-۳-۲: اثرات ترمودینامیکی جهت تردی هیدروژنی
۸۵	۲-۹-۴: خوردگی تنش‌ی از نوع سولفیدی
۸۷	۲-۹-۵: خوردگی تنش‌ی از نوع کلراید
۸۸	۲-۱۰: خوردگی خستگی
۹۲	۲-۱۰-۱: پیدایش ترک خستگی
۹۵	۲-۱۰-۲: پیشروی ترک خستگی
۹۹	۲-۱۰-۳: شناخت سطوح شکست
۱۰۱	۲-۱۱: کاتاسیون
۱۰۳	۲-۱۲: خوردگی فرتینگ
۱۰۴	۲-۱۳: خوردگی بیولوژیکی
۱۰۹	فصل سوم: روشهای پیشگیری از خوردگی
۱۱۱	۳-۱-۱: مقاومت فولادهای کربنی در برابر خوردگی
۱۱۱	الف- ۳-۱-۱-۱: مقاومت فولادهای کربنی در برابر خوردگی اتمسفری
۱۱۲	ب- ۳-۱-۱-۱: مقاومت فولادهای کربنی در برابر خوردگی عمومی
۱۱۳	ج- ۳-۱-۱-۱: مقاومت فولادهای کم‌آلیاژ اما با مقاومت بالا در برابر خوردگی

صفحه	عنوان
۱۱۴	د-۱-۱-۳: مقاومت فولادهای کربنی کلد شده در برابر خوردگی
۱۱۴	۲-۱-۳: مقاومت فولادهای زنگ‌نزن در برابر خوردگی
۱۱۴	۱-۲-۱-۳: فولادهای زنگ‌نزن آستینیتی
۱۱۶	۲-۲-۳-۱: فولادهای زنگ‌نزن فریتیک
۱۱۶	۳-۲-۱-۳: فولادهای زنگ‌نزن مارتنزیتی
۱۱۷	۴-۲-۱-۳: فولادهای زنگ‌نزن پیرسختی شده
۱۱۷	۳-۱-۳: مقاومت چدن در برابر خوردگی
۱۱۸	۴-۱-۳: مقاومت نیکل و آلیاژهای آن در برابر خوردگی
۱۱۹	۱-۴-۳: آلیاژ Ni-Cu (مونال)
۱۱۹	۲-۴-۳: آلیاژ Ni-Mo (هیستولی)
۱۱۹	۳-۴-۳: آلیاژ Ni-Cr-Fe (اینکونل)
۱۲۰	۵-۱-۳: مقاومت مس و آلیاژهای آن در برابر خوردگی
۱۲۰	۱-۵-۳: برنج (Cu-Zn)
۱۲۱	۲-۵-۳: برنز فسفری (Cu-P یا Cu-Sn)
۱۲۱	۳-۵-۳: برنز آلومینیومی (Cu-Al)
۱۲۲	۶-۱-۳: مقاومت آلومینیوم و آلیاژهای آن در برابر خوردگی
۱۲۳	۲-۳: پوششها
۱۲۵	۱-۲-۳: تمیز نمودن سطوح
۱۲۷	۲-۲-۳: پوششهای فسفات
۱۲۸	۳-۲-۳: پوششهای کرومات
۱۲۸	۴-۲-۳: پوششهای فلزی
۱۲۹	الف-۴-۲-۳: آبکاری به روش الکتروشیمیایی
۱۳۱	ب-۴-۲-۳: پوشش با استفاده از مشعل
۱۳۱	ج-۴-۲-۳: ورق چسبانی گرم (کلد)
۱۳۲	د-۴-۲-۳: غوطه‌وری در مذاب
۱۳۲	ه-۴-۲-۳: رسوبات گازی
۱۳۳	ر-۴-۲-۳: نفوذ اتمی

صفحه	عنوان
۱۳۳	س-۴-۲-۳: تغییرات سطح با روش الکتروشیمیایی
۱۳۴	ع-۴-۲-۳: تغییرات سطح با اشعه لیزر
۱۳۴	م-۴-۲-۳: پوششهای سرامیکی
۱۳۵	۵-۲-۳: پوششهای اورگانیکی
۱۳۵	۱-۵-۲-۳: اجزاء رنگ
۱۳۸	۲-۵-۲-۳: پوششهای دیگر
۱۳۹	۳-۵-۲-۳: پوششهای جدید بخصوص مورد استفاده در صنایع نفت و گاز
۱۴۰	۴-۵-۲-۳: آزمایشات لازم بر روی پوششهای اورگانیک
۱۴۱	۳-۳: حفاظت کاتدی
۱۴۱	۱-۳-۳: حفاظت کاتدی به روش جریان اعمالی
۱۴۲	۲-۳-۳: فاکتورهای مورد نظر جهت طراحی سیستم حفاظت کاتدی
۱۴۲	۳-۳-۳: رابطه مقاومت، جریان و پتانسیل با یکدیگر
۱۴۵	۴-۳-۳: اندازه گیری پتانسیل
۱۴۵	۵-۳-۳: اندازه گیری شدت جریان
۱۴۶	۶-۳-۳: اندازه گیری مقاومت زمین
۱۵۰	۷-۳-۳: طراحی بستر آندی
۱۵۱	۸-۳-۳: حفاظت کاتدی به روش آند فداشونده
۱۵۲	۹-۳-۳: حفاظت آندی
۱۵۳	۴-۳: ممانعت کننده های شیمیایی
۱۵۳	۱-۴-۳: ممانعت کننده های معدنی
۱۵۵	۲-۴-۳: ممانعت کننده های آلی
۱۶۱	فصل چهارم: بازرسی خوردگی و آزمونهای غیر مخرب
۱۶۵	دستگاههای در حین جریان
۱۶۵	۱-۴: مقاومت سنج
۱۶۷	۲-۴: دستگاه پلاریزاسیون خطی
۱۶۸	۳-۴: دستگاه هیدروژن یاب

صفحه	عنوان
۱۷۰	۴-۴: دستگاه مافوق صوت
۱۷۴	۴-۵: اشعه ایکس
۱۸۲	۴-۶: اشعه گاما
۱۸۳	۴-۷: دستگاه پ هاش سنج
۱۸۳	۴-۸: کوین گذاری
۱۸۴	دستگاههای بدور از جریان
۱۸۴	۴-۹: اکوستیک سنجی
۱۸۵	۴-۱۰: آزمایش جریانهای گردابی
۱۸۶	۴-۱۱: آزمایش مغناطیسه با استفاده از براده آهن
۱۸۹	۴-۱۲: آزمایش رنگ نافذ
۱۹۱	۴-۱۳: دیگر روشها
۱۹۳	فصل پنجم: تحقیقات و علت یابی
	(۱) تأثیر خوردگی، خوردگی خستگی و خوردگی تنشی در سیمهای فولادی با استحکام بالا
۱۹۷	
۲۲۳	(۲) خوردگی تنشی از نوع کلراید تیغه‌های خشک‌کن P.V.C پتروشیمی آبادان
	(۳) بازرسی فنی مخازن تحت فشار هوا و آب و روغن کوره‌های ذوب و ریخته‌گری شرکت فولاد خوزستان
۲۳۷	
۲۴۹	(۴) اکسیداسیون دمای بالای دیگ حوضچه خط گالوانیزه شرکت نورد لوله اهواز
۲۵۱	(۵) خوردگی کشتی یدک‌کش پتروشیمی بندر امام
۲۵۳	(۶) کاویتاسیون و عملکرد فلزات آهنی و غیر آهنی
۲۶۳	(۷) تخریب هیدروژنی، مکانیزم و عملکرد
۲۸۳	(۸) بررسی مکانیزمهای شکست چند قطعه مهندسی مورد استفاده در صنعت نفت
۲۹۷	مراجع



زنجیری رهاشده در آبهای ساحلی پتروشیمی بندر امام



سایش در لوله سیستم آب خنک‌کننده شرکت فولاد خوزستان