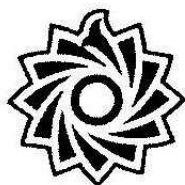


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

خوردگی مواد تحت گاز UF_6

تألیف و تدوین:

مهندس حمیدرضا حسن بیگی

کارشناس شرکت فناوری های پیشرفته ایران

دکتر نوشین یساول

عضو هیأت علمی پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای

دکتر حسن جعفری

عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

دکتر سید امیر حسین فقهی

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی

عنوان و نام پدیدآور	خوردگی مواد تحت گاز UF ₆ / تألیف و تدوین نوشین یساول... (و دیگران)؛ ویراستار ادبی ساغر سلمانی نژاد.
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	۲۱۶ص.
شابک	۹۷۸-۶۲۲-۶۵۸۹-۲۳-۹
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	وازننامه.
موضوع	خوردگی Corrosion and anti-corrosives خوردگی - کنترل Corrosion control industry صنایع شیمیایی -- ابزار و وسایل -- خوردگی Chemical industry -- Equipment and supplies -- Corrosion
شناسه افزوده	حسن بیگی، حمیدرضا، ۱۳۶۹-
شناسه افزوده	فقهی، سید امیرحسین، ۱۳۵۷-
شناسه افزوده	جعفری، حسن، ۱۳۴۸-
شناسه افزوده	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
شناسه افزوده	Shahid Rajaei Teacher Training University
رده بندی کنگره	TA۴۶۳
رده بندی دیویی	۶۱۱.۳۳۶۳
شماره کتابشناسی ملی	۸۵۶۰۵۵۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی	فیا



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

عنوان	خوردگی مواد تحت گاز UF ₆
تألیف و تدوین	نوشین یساول، عضو هیأت علمی پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای حمیدرضا حسن بیگی، شرکت فناوری‌های پیشرفته ایران سید امیرحسین فقهی، عضو هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی حسن جعفری، عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
ویراستار ادبی	دکتر ساغر سلمانی نژاد مهرآبادی
ویراستار علمی	دکتر حسن جعفری
نوبت چاپ	اول - پاییز ۱۴۰۰
انتشارات	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
لیتوگرافی، چاپ	چاپ و صحافی حامی
طراح جلد	دکتر هادی عارفی
ناظر چاپ	محمد معتمدی نژاد
شمارگان	۱۰۰ جلد
قیمت	۵۵۰۰۰۰ ریال
شابک	۹۷۸-۶۲۲-۶۵۸۹-۲۳-۹

ISBN: 978-622-6589-23-9

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفین و تدوین کنندگان و دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی محفوظ است.
نشانی: تهران، لویزان، کد پستی ۱۵۸۱۱-۱۶۷۸۸، صندوق پستی ۱۶۳ - ۱۶۷۸۵، تلفن: (۲۶۳۲) ۹ - ۲۲۹۷۰۰۶۰، ۲۲۹۷۰۰۷۰، تلفکس: ۲۲۹۷۰۰۴۲، پست الکترونیکی: publish@sru.ac.ir، وبسایت: http://publish.sru.ac.ir

دیباچه

توسعه اقتصادی هر کشوری، نه تنها به منابع طبیعی و فعالیت‌های تولیدی آن بستگی دارد، بلکه به زیرساخت‌های مربوط به بهره‌برداری از منابع، فرایند و بازاریابی کالا نیز بستگی دارد. پدیده خوردگی، همیشه به عنوان یک معضل، مورد توجه عمده طیف وسیعی از صنایع که از فلزات و آلیاژهای مختلف استفاده می‌کنند قرار گرفته است. خوردگی، فرایند مخربی است که کیفیت محیط، کارایی صنعت و پایداری منابع زیرساخت را مختل می‌سازد. در تأسیسات فرآورده‌های صنعتی، خوردگی اصلی‌ترین دلیل خرابی و از توقف فعالیت کارخانه‌ها و تجهیزات، از جمله ماشین‌آلات، مخازن، سازه‌ها، خطوط لوله و ... است.

کتاب‌های متعددی در خصوص خوردگی فلزات، سرامیک‌ها و پلیمرها در محیط‌های خورنده به‌ویژه محلول‌های اسیدی مختلف، آب دریا و مواردی از این دست، تدوین شده است. اما تاکنون در خصوص خوردگی در صنعت هسته‌ای به‌ویژه صنعت غنی‌سازی و اثر محیط گاز هگزافلئورید اورانیم (UF_6) بر تجهیزات و قطعات مورد استفاده اطلاعات جامعی ارائه نشده است. از طرفی فناوری این صنعت هنوز به صورت تجاری در دنیا عرضه نشده و تحقیقات صورت گرفته سری بوده و جنبه رقابتی دارد. به تبع آن، شناخت پدیده خوردگی تحت این گاز نیز همچنان در هاله‌ای از ابهام بوده و بسیاری از جنبه‌های علمی این دانش، مستور مانده است. بنابراین ارتقای صنعت غنی‌سازی و بومی‌سازی آن، مستلزم مطالعه پدیده‌های ناشناخته خوردگی است و انتخاب صحیح مواد مقاوم به خوردگی، تحقیقات گسترده و جامع را می‌طلبد. بدین منظور شناخت مبنای علمی اصول خوردگی در محیط گاز UF_6 ، عوامل تأثیرگذار و شناخت مواد مقاوم به خوردگی شاه‌راه اصلی دست‌یابی به دانش فنی این حوزه است.

هدف نویسندگان این کتاب، تألیف و گردآوری مطالب مربوط به حوزه انواع خوردگی‌های موجود در صنعت غنی‌سازی و بررسی خواص مواد مقاوم به خوردگی، نحوه آزمون و شناسایی اثر خوردگی بر گستره وسیعی از مواد است. این کتاب توسط متخصصین مهندسی مواد گردآوری و تدوین شده و به‌صورت تخصصی به پدیده خوردگی در این زمینه می‌پردازد و می‌تواند از جنبه مطالعات مهندسی و علم مواد، پاسخگوی متخصصین این رشته باشد. فارغ از کارشناسان مهندسی و علم مواد، موارد تحقیقی این کتاب می‌تواند راهنمای خوبی برای سایر حوزه‌های مهندسی درگیر در صنعت غنی‌سازی باشد.

در مقدمه این کتاب، شرح مختصری از سازوکارهای خوردگی متداول ارائه گردیده است. فصل اول، پس از آشنایی مختصر صنعت غنی‌سازی به معرفی تجهیزات و قطعات در معرض گاز UF_6

پرداخته است. در فصل دوم، روش‌های مطالعه خوردگی تحت گاز UF_6 مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. در این فصل، پس از مقایسه دقیق خواص قابل اندازه‌گیری ناشی از خوردگی توسط گاز UF_6 ، روش‌های ساده‌تر و مناسب‌تر برای دستیابی به خواص مطلوب ارائه شده است. فصل سوم، به معرفی روش‌های اندازه‌گیری مقاومت خوردگی مواد و تحلیل و مقایسه آن‌ها در فلزات مختلف معطوف شده است. در فصل چهارم، نتایج تجربی گستره وسیعی از مواد مختلف شامل فلزات (نجیب، واسطه و اتصالات فلزی نظیر لحیم)، سرامیک‌ها، مواد پلیمری، کامپوزیت‌ها و روغن‌های مورد استفاده در صنعت غنی‌سازی، تحت خوردگی گاز UF_6 در دماهای بالا بررسی شده است. بخش فصل، خوردگی تجربی برخی از مواد را در دماهای پایین به صورت خاص تشریح کرده است. در فصل ششم که بحث پایانی این کتاب است، پدیده‌های خوردگی مخازن نگهداری گاز UF_6 و مثال‌های عینی به‌طور کامل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

نوشین یساول

حمیدرضا حسن‌بیگی

سید امیرحسین فقهی

حسن جعفری

www.ketab.ir

فهرست مطالب

۱	فصل اول: مقدمه
۱	مقدمه
۱	۱-۱ معرفی اجمالی گاز UF ₆
۲	۱-۲ معرفی اجمالی انواع خوردگی
۷	فصل دوم: خوردگی قطعات ماشین‌های سانتریفیوژ در اثر گاز UF ₆
۷	۱-۲ فرآیندهای عمومی غنی‌سازی
۹	۲-۲ تجهیزات غنی‌سازی نیازمند به مقاوم‌سازی در برابر خوردگی گاز UF ₆
۱۲	۱-۲-۲ موانع نفوذ گاز
۱۲	۲-۲-۲ بدنه نفوذکننده
۱۲	۳-۲-۲ متراکم‌کننده‌ها و دمنده‌های گاز
۱۳	۴-۲-۲ آب‌بندهای محور دوار
۱۳	۵-۲-۲ مبدل‌های حرارتی برای خنک کردن گاز UF ₆
۱۳	۶-۲-۲ سیستم‌های خوراک/محصول و سیستم‌های برگشت پسماند
۱۳	۷-۲-۲ سیستم‌های لوله‌کشی اصلی
۱۴	۸-۲-۲ سیستم‌های خلأ
۱۴	۹-۲-۲ شیرهای کنترل خاص
	۱۰-۲-۲ قطعات ماشین سانتریفیوژ نیازمند به مواد مقاوم‌سازی به خوردگی در برابر گاز UF ₆
۱۴	فصل سوم: روش‌های مطالعه خوردگی مواد تحت گاز UF ₆
۱۷	۱-۳ روش‌های بررسی خوردگی
۲۰	۲-۳ جزئیات اندازه‌گیری خوردگی اورانیم
۲۰	۳-۳ روش‌های اندازه‌گیری خوردگی
۲۱	۱-۳-۳ روش‌های اندازه‌گیری پیوسته
۲۱	۱-۱-۳-۳ اندازه‌گیری دما
۲۲	۲-۱-۳-۳ اندازه‌گیری فشار

- ۲۲-۳-۱-۳-۳- اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی
- ۲۲-۳-۲-۳- روش‌های اندازه‌گیری ناپیوسته
- ۲۲-۳-۱-۲-۳- اندازه‌گیری خواص مکانیکی
- ۲۲-۳-۳-۳- اندازه‌گیری پرتوزایی اورانیم
- ۲۲-۳-۴-۳- اندازه‌گیری الگوهای خوردگی
- ۲۳-۳-۴-۱- اندازه‌گیری منشأهای خوردگی
- ۲۳-۳-۴-۲- انحلال الکتروشیمیایی رسوب‌ها
- ۲۴-۳-۴-۳- ارزیابی شیمیایی
- ۲۴-۴-۳- روش‌های فیزیکی
- ۲۵-۳-۵- آماده‌سازی نمونه‌های آزمون خوردگی
- ۲۷-۳-۶- تجهیزات خوردگی
- ۳۰-۳-۷- آزمون‌های خوردگی تحت گاز UF_6
- ۳۲-۳-۸- خوردگی
- ۳۳-۳-۹- واجدبی
- ۳۳-۳-۱۰- اندازه‌گیری و بررسی نمونه‌ها
- ۳۵-۳-۱۰-۱- کاهش وزن
- ۳۸-۳-۱۰-۲- عمق خوردگی
- ۳۹-۳-۱۱- بررسی‌های میکروگرافیکی
- ۴۱- فصل چهارم: خوردگی مواد فلزی تحت گاز UF_6 در دماهای بالا
- ۴۱-۴-۱- بررسی اجمالی خوردگی چند فلز گرانبها تحت گاز UF_6 در دماهای بالا
- ۴۴-۴-۲- مطالعه مقاومت به خوردگی مواد با روش اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی
- ۴۴-۴-۱-۲- اصول روش اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی
- ۴۷-۴-۱-۱-۲- تعیین نفوذ خوردگی با روش اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی
- ۵۶-۴-۱-۲-۲- اندازه‌گیری دما حین آزمون خوردگی تحت گاز UF_6
- ۶۳-۴-۲-۲- مقایسه برخی از روش‌های تجربی با اندازه‌گیری عمق خوردگی
- ۶۷-۴-۲-۳- روش استفاده از گاز UF_6 حین آزمون خوردگی
- ۶۷-۴-۳-۱- هدایت گاز UF_6
- ۶۹-۴-۳-۱- بررسی خوردگی قطعه فلزی آزمون

۷۱	۳-۳-۲-۴- بررسی عمق نفوذ بر حسب زمان
۷۳	۴-۳-۲-۴- بررسی میزان خوردگی
۷۷	۴-۲-۴- اجزای تجهیزات آزمون خوردگی
۷۷	۱-۴-۲-۴- تجهیزات آزمون خوردگی
۸۱	۲-۴-۲-۴- انتقال حرارت
۸۳	۳-۴- بررسی خوردگی نیکل تحت گاز UF_6 در محدوده دمایی $400-1000^{\circ}C$
۸۶	۱-۳-۴- سرعت خوردگی و محصولات واکنش
۸۶	۱-۱-۳-۴- خوردگی در محدوده دمایی $700-1000^{\circ}C$ تحت گاز UF_6 با فشار ۲۴۰ torr
۸۸	۲-۱-۳-۴- خوردگی در محدوده دمایی $700-1000^{\circ}C$ تحت گاز UF_6 با فشار ۲۰ torr
۹۰	۳-۱-۳-۴- مطالعه محصولات خوردگی
۹۶	۴-۱-۳-۴- تأثیر فشار بر نرخ خوردگی
۱۰۱	۵-۱-۳-۴- خوردگی در محدوده دمایی $400-700^{\circ}C$
۱۰۴	۴-۳-۲- آزمون‌های میکروسکوپی
۱۱۲	۳-۳-۴- نتایج
۱۱۴	۴-۴- مقایسه رفتار فلزات مختلف تحت گاز UF_6
۱۱۴	۱-۴-۴- فولاد زنگ‌نزن حاوی ۳٪ مولیبدن
۱۱۶	۲-۴-۴- پلاتین
۱۱۸	۳-۴-۴- طلا
۱۲۰	۴-۴-۴- اینکونل
۱۲۲	۵-۴-۴- مونل
۱۲۷	۴-۴- خلاصه
۱۳۳	فصل پنجم: خوردگی مواد تحت گاز UF_6 در دماهای متوسط
۱۳۴	۱-۵- تجهیزات و رویه آزمون خوردگی تحت گاز UF_6
۱۳۶	۲-۵- دسته‌بندی مواد گروه «الف» فلزات نجیب
۱۳۷	۱-۲-۵- طلا
۱۳۷	۲-۲-۵- پلاتین