



اصول مهندسی و مدیریت

پسماند های الکتریکی و الکترونیکی

نویسندگان:

دکتر ابوعلی گلزاری

مهندس حسین نعمت الهی

مهندس محمد حسین پوینده پور

مهندس مریم تویر کانی



انتشارات آوای قلم

عنوان و نام پدیدآور: اصول مهندسی و مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی / نویسندگان ابوعلی

گلزاری ... [و دیگران]. مشخصات نشر: تهران: آوای قلم، ۱۳۹۸.

مشخصات ظاهری: ۳۰۴ ص: مصور، جدول، نمودار

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۷۱۰-۴۲-۸ وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: نویسندگان ابوعلی گلزاری، حسین نعمت‌الهی، محمدحسین پوینده‌پور، مریم تویسرکانی.

یادداشت: نامنامد.

موضوع: پسماندهای الکترونیکی - مدیریت Electronic waste -- Management

موضوع: پسماندهای الکترونیکی - بازیافت Electronic waste -- Recycling

شناسه افزوده: آوای قلم، ۱۳۶۲ - رده بندی کنگره: TDY۹۹/۸۵

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۸۱۵۰۲۰۶ شماره کتابشناسی ملی: ۶۰۵۲۳۲۲

نام کتاب:

اصول مهندسی و مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی

نویسندگان:	ابوعلی گلزاری - حسین نعمت‌الهی	ناشر:	بهار ۱۳۹۹
	محمدحسین پوینده‌پور - مریم تویسرکانی	نویسنده:	اول
ناشر:	انتشارات آوای قلم	شمارگان:	۲۵۰ جلد
صفحه‌آرایی:	انتشارات خانیران	قیمت:	۶۴۰۰۰ ریال
طراحی جلد:	انتشارات آوای قلم	شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۶۷۱۰-۴۲-۸

آدرس: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی - ابتدای خیابان نصرت - کوچه باغ نو - کوچه داوود آبادی
شرقی - پلاک ۴

شماره تماس: ۶۶۵۹۱۵۰۴ تلفکس: ۶۶۵۹۱۵۰۵

فروشگاه کتاب چاپی و الکترونیکی: www.avapublisher.com

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع و شرعاً حرام است.
متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۲	مقدمه ناشر
۱۳	پیشگفتار

فصل اول: مقدمه

۱۶	۱-۱ مقدمه
----	-----------------

فصل دوم: زباله الکترونیکی، تولید و مدیریت

۲۰	۱-۲ پسماند الکترونیکی در جهان
۲۳	۲-۲ معضلات تجهیزات الکترونیکی و زباله‌های الکتریکی
۲۵	۳-۲ مواد موجود در پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی
۲۷	۱-۳-۲ کادمیوم
۲۸	۲-۳-۲ کروم ۶ ظرفیتی
۲۸	۳-۳-۲ جیوه
۲۹	۴-۳-۲ آسکارل
۲۹	۵-۳-۲ آرسنیک
۲۹	۶-۳-۲ ضد اشتعال‌های یرم‌دار
۲۹	۷-۳-۲ انواع پلاستیک و پلیمرها
۳۰	۸-۳-۲ هیدروکربورهای هالوژنه (دی اکسین ها و فوران ها)
۳۰	مراجع

فصل سوم: مدیریت WEEE

۳۸	۱-۳ مقدمه
۳۸	۲-۳ مدیریت پسماندهای الکترونیکی در هند
۳۸	۳-۳ مدیریت پسماند الکترونیکی در ایران
۳۹	۴-۳ انجمن پسماند الکترونیک آفریقای جنوبی
۴۰	۱-۴-۳ کمیته‌های پسماند الکترونیک eWASA
۴۲	۲-۴-۳ زمینه حمایتی eWASA از مدیریت پسماند الکترونیک
۴۳	۳-۴-۳ نقش eWASA

۴۳	۵-۳ قوانین ویژه پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی
۴۳	۵-۳-۱ قوانین پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی در ایران
۴۴	۵-۳-۲ قوانین پسماند الکترونیکی در آمریکا
۴۵	۶-۳ نمونه‌هایی از مدل‌های موجود مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی
۴۵	۶-۳-۱ آمریکا- کالیفرنیا
۴۶	۶-۳-۲ آمریکا، مین
۴۶	۶-۳-۳ آمریکا، مینه سوتا
۴۷	۶-۳-۴ اتحادیه اروپا
۴۸	۶-۳-۵ فرانسه
۴۹	۶-۳-۶ بلژیک
۵۰	۶-۳-۷ آلمان
۵۲	۶-۳-۸ ایرلند
۵۳	۶-۳-۹ ایتالیا
۵۴	مراجع

فصل پنجم: روش‌های پردازش

۵۸	۴-۱ پردازش مکانیکی
۵۹	۴-۲ هیدرومتالورژی
۶۰	۴-۳ بیوتکنولوژی
۶۱	۴-۴ الکترومتالورژی
۶۱	۴-۵ پیرومتالورژی
۶۲	مراجع

فصل پنجم: فرایند کاکسی

۶۶	۵-۱ خرد کردن
۶۹	۵-۲ جداسازی ابعادی
۷۰	۵-۳ جداسازی تراکمی
۷۱	۵-۳-۱ جداسازی با واسطه متراکم
۷۲	۵-۳-۲ جداسازی از طریق معلق‌سازی
۷۳	۵-۳-۳ غربال‌های جیگ
۷۴	۵-۳-۴ تغلیظ‌کننده‌های فیلم جریان

۷۷	۵-۳-۵ جداسازی هوایی
۷۷	۴-۵ جداسازی مغناطیسی
۸۰	۱-۴-۵ جداکننده‌های خشک
۸۰	۲-۴-۵ جداکننده‌های مرطوب
۸۲	۵-۵ جداسازی الکترواستاتیکی
۸۲	۱-۵-۵ الکتریفیکاسیون با بمباران یونی (جداسازی کرونا)
۸۳	۲-۵-۵ جریان ادی (جریان فوکو)
۸۵	مراجع

فصل ششم: فرایندهای لیچینگ

۹۰	۱-۶ لیچینگ نیایی و اسیدی
۹۸	۲-۶ لیچینگ با استفاده از اسال‌های فوق بحرانی
۱۰۱	۳-۶ بولیچینگ (لیچینگ ریست)
۱۰۸	مراجع

فصل هفتم: فرایندهای بیرومتالورژی

۱۱۶	۱-۷ استخراج مایع-مایع
۱۲۱	۲-۷ استخراج فوق بحرانی
۱۲۱	۳-۷ سیمان‌سازی
۱۲۳	مراجع

فصل هشتم: فراوری الکترومتالورژی

۱۲۳	۱-۸ فراوری الکترومتالورژی
۱۳۵	مراجع

فصل نهم: فراوری پیرومتالورژی

۱۳۷	۱-۹ فراوری پیرومتالورژی (فلزکاری حرارتی)
۱۴۲	مراجع

فصل دهم: بازیافت زباله های الکترونیکی

۱۴۴	۱-۱۰ ملاحظات بازیافت مواد
۱۴۴	۱-۱-۱۰ فلزات
۱۴۶	۲-۱-۱۰ پلیمرها
۱۴۹	۳-۱-۱۰ سرامیک
۱۵۵	۴-۱-۱۰ پردازش مکانیکی
۱۵۷	۵-۱-۱۰ پردازش هیدرومتالورژیک
۱۶۱	۶-۱-۱۰ پردازش بیوهیدرومتالورژیک
۱۶۳	۷-۱-۱۰ پردازش زیرومتالورژیک
۱۶۵	۲-۱۰ مانیتور
۱۶۶	۱-۲-۱۰ لوله های ریخته گری آندی
۱۷۲	۲-۲-۱۰ نمایشگرهای کاتود / دیودهای منتشرکننده نور
۱۸۱	مراجع

۱۲ زیروم: باتری ها

۱۹۴	۱-۱۱ باتری های نیکل کادمیوم (NiCd)
۱۹۶	۱-۱-۱۱ جداسازی دستی
۱۹۶	۲-۱-۱۱ جداسازی اجزا توسط عملیات واحد معادن
۱۹۶	۳-۱-۱۱ مسیر پیرومتالورژی
۱۹۷	۴-۱-۱۱ فرایندهای هیدرومتالورژی
۱۹۸	۲-۱۱ باتری های نیکل - هیدرید فلز (NiMH)
۱۹۸	۱-۲-۱۱ مشخصات باتری های نیکل - هیدرید فلزی NiMH
۲۰۱	۲-۲-۱۱ بازیافت باتری های NiMH
۲۰۲	۳-۱۱ باتری لیتیوم - یونی NiMH
۲۰۳	۱-۳-۱۱ اجزاء باتری های لیتیوم یون قابل شارژ (LIBS)
۲۰۵	۱-۱-۳-۱۱ مواد کاتدی
۲۰۸	۲-۱-۳-۱۱ مواد آند
۲۱۰	۳-۱-۳-۱۱ الکترولیت ها
۲۱۳	۴-۱-۳-۱۱ جداسازها
۲۱۴	۲-۳-۱۱ بازیابی باتری های LIBs

۲۱۷	۴-۱۱ سیستم دی اکسید روی - منگنز
۲۲۳	مراجع
	فصل دوازدهم: استخراج فلز مس از پسماندهای بردهای مدار چاپی کامپیوتر توسط دی اکسید کربن فوق بحرانی
۲۳۲	۱-۱۲ مقدمه
۲۳۳	۲-۱۲ کلیات طرح
۲۳۹	۱-۲-۱۲ پیرومیتالورژی
۲۴۰	۲-۲-۱۲ هیدرومیتالورژی
۲۴۰	۳-۲-۱۲ بیوهیدرومیتالورژی (زیست میتالورژی)
۲۴۱	۴-۲-۱۲ خرد کردن و جداسازی
۲۴۴	۳-۱۲ مروری بر ادبیات و پیشینه تحقیق
۲۴۴	۴-۱۲ بازیافت سمات های الکتریکی
۲۴۶	۵-۱۲ سیال فوق بحرانی
۲۴۸	۱-۵-۱۲ استخراج با سیال فوق بحرانی
۲۴۹	۲-۵-۱۲ خواص آب فوق بحرانی
۲۴۹	۳-۵-۱۲ انتخاب سیال فوق بحرانی برای استخراج و قطبیت حلال
۲۵۰	۴-۵-۱۲ تأثیر اصلاح گر بر استخراج با سیال فوق بحرانی
۲۵۱	۶-۱۲ مروری بر کارهای دیگران
۲۵۸	۷-۱۲ مواد و روش ها
۲۵۸	۱-۷-۱۲ روش انجام طرح
۲۵۹	۸-۱۲ روش انجام آزمایش با آب فوق بحرانی
۲۶۵	۱-۸-۱۲ ترموستات
۲۶۶	۲-۸-۱۲ کوره
۲۶۶	۳-۸-۱۲ دیمر
۲۶۷	۴-۸-۱۲ سنسور دما (ترموکوپل)
۲۶۷	۵-۸-۱۲ pH متر
۲۶۸	۶-۸-۱۲ آون
۲۶۸	۹-۱۲ روش انجام آزمایش با دی اکسید کربن فوق بحرانی
۲۶۸	۱-۹-۱۲ راه اندازی سیستم استخراج فوق بحرانی
۲۶۹	۲-۹-۱۲ مواد مورد نیاز
۲۶۹	۱-۲-۹-۱۲ ماده حل شونده

۲۶۹	 ۱۲-۳-۹ حلال (دی اکسیدکربن)
۲۶۹	 ۱۲-۴-۹ پمپ
۲۷۰	 ۱۲-۵-۹ گرم کن
۲۷۰	 ۱۲-۶-۹ سل استخراج
۲۷۰	 ۱۲-۷-۹ گرمکن های مسیر
۲۷۱	 ۱۲-۸-۹ اتصالات
۲۷۱	 ۱۲-۹-۹ ابزار دقیق
۲۷۱	 ۱۲-۹-۹-۱ فشارسنج ها
۲۷۱	 ۱۲-۹-۱۰ روش انجام آزمایشات
۲۷۳	 ۱۲-۹-۱۱ نوع لیگاند
۲۷۴	 ۱۲-۹-۱۲ معرف لیگاندها یا عوامل شلاته کننده
۲۷۵	 ۱۲-۹-۱۲-۱ ترکیبات اترنوفسفر
۲۷۶	 ۱۲-۹-۱۳ انتخاب اتر لایگند
۲۷۸	 ۱۲-۹-۱۴ آنالیز عنصری
۲۷۹	 ۱۲-۱۰-۱۰ بررسی نتایج حاصل شده از پژوهش
۲۷۹	 ۱۲-۱۱-۱۱ اثر اکسیداسیون فوق بحرانی بر پسماند های جامد PCB
۲۸۲	 ۱۲-۱۱-۱۱-۱ اثر اکسیداسیون فوق بحرانی بر پسماند فلز مس در فاز جامد و مایع پس از واکنش
۲۸۵	 ۱۲-۱۲-۱۲ نتایج آزمایشات با استفاده از دی اکسیدکربن فوق بحرانی
۲۸۵	 ۱۲-۱۲-۱-۱ اثر فشار بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند
۲۸۶	 ۱۲-۱۲-۲-۱ اثر دما بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند
۲۸۸	 ۱۲-۱۲-۳-۱ اثر حجم دی اکسیدکربن بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند
۲۸۹	 ۱۲-۱۲-۴-۱ نوع لیگاند بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند
۲۹۲	 ۱۲-۱۲-۵-۱ اثر میزان لیگاند بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند
۲۹۳	 ۱۲-۱۲-۶-۱ اثر نوع کمک حلال بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند
۲۹۴	 ۱۲-۱۳-۱ جمع بندی نتایج
۲۹۷	 ۱۲-۱۴-۱ پیشنهادات
۲۹۸	 مراجع

پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی یک مشکل اضطراری در حد تهدید مسائل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است. این پسماندها هم سمی هستند و هم حاوی مواد با ارزش می‌باشند. در خاورمیانه، سریع‌ترین بازار مصرف پسماندهای الکترونیکی نیز مربوط به ایران می‌باشد. مدیریت این‌گونه پسماندها یکی از مهم‌ترین معضلات پیش روی کشورها به‌ویژه کشور ما است. با افزایش مصرف وسایل الکترونیکی، مقادیر زیادی از این پسماندها به حجم زباله‌ها افزوده می‌شود. در نتیجه مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی از نظر هزینه‌های جمع‌آوری، بازیافت و همچنین مسائل زیست‌محیطی دشوارتر خواهد شد. با توجه به حضور فلزات سمی و گران‌بها در پسماندهای الکترونیکی، مشی مدیریتی این پسماندها با مدیریت پسماندهای سنتی متفاوت است. از این رو شناخت بیشتر روش‌های نوین و تالیق آن با سایر روش‌های بازیافت می‌تواند راه حلی برای این معضل باشد تا در آینده ای‌ل با گران این‌گونه پسماندها روبرو نشود و از اکنون چاره‌ای برای آن اندیشیده شود.

این کتاب متشکل از دوازده فصل که به ترتیب از فصول اول تا دوازدهم تولید و مدیریت، قوانین و نمونه‌ها، موفق مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی در دنیا بررسی و ارائه گردید و در بخش مهندسی کتاب روش‌های پردازش، فرایند مکانیکی، فرایندهای لیچینگ، فرآوری‌های الکترومتالورژی و پیرومتالورژی، ملات، بات بازیافت به‌طور کامل و مبسوط ارائه گردید و در فصل یازدهم به‌صورت تخصصی باطری‌ها به عنوان خطرناک‌ترین عضو این گروه از پسماندها به‌صورت تخصصی‌تر بررسی شده است. فصل هازدهم به بررسی کاربرد سیالات فوق بحرانی به عنوان یک روش دوست‌دار محیط زیست در استخراج فلزات ارزشمند از پسماندهای الکترونیکی پرداخته است.

این کتاب کامل‌ترین و جامع‌ترین کتاب چاپ شد در زمینه مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی تاکنون در ایران است و تمام جوانب مهندسی و مدیریت این‌گونه پسماندها به‌صورت مبسوط ذکر شده است.