

۲۲۰۰۹۲۳



شناخت فلزات صنعتی

www.ketab.ir

دکتر سید محمد موسوی خویی

«عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر»

دکتر غلامرضا خلج

«عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی»

سرشناسه	: خلیج، غلامرضا، ۱۳۵۷ -
عنوان و نام پدید آور	: شناخت فلزات صنعتی / غلامرضا خلیج، سیدمحمد موسوی خویی؛ ویراستار علمی سیده زهرا انوری.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: چهارده، ۲۰۸ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: دانشگاه پیام نور، ۲۸۲۲. گروه مهندسی مکانیک؛ ۱/۱۴.
شابک	: 978 - 964 - 14 - 0873 - 4
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۲۲.
موضوع	: فلزها -- آموزش برنامه ای
موضوع	: Metals -- Programmed instruction
موضوع	: فلزها -- آزمون ها و تمرین ها(عالی)
موضوع	: Metals -- Examinations, questions, etc., (Higher)
موضوع	: فلزها -- کاربردهای صنعتی
موضوع	: Metals -- Industrial applications
شناسه افزوده	: موسوی خویی، محمد، ۱۳۳۷ -
شناسه افزوده	: انوری، سیده زهرا، ۱۳۶۱ -، ویراستار
شناسه افزوده	: دانشگاه پیام نور
شناسه افزوده	: Payam Noor University
رده بندی کنگره	: QD۱۷۱
رده بندی دیویی	: ۵۴۶/۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۶۱۸۰۶۸

چاپ : اول
شمارگان : ۲۰۰
قیمت : (ریال) ۳۶۰,۰۰۰



شناخت فلزات صنعتی

مولفان: دکتر غلامرضا خلیج - دکتر سیدمحمد موسوی خویی

ویراستار علمی: دکتر سیده زهرا انوری

تهیه و تولید: مرکز انتشارات دانشگاه پیام نور

شابک: ۹۷۸ - ۹۶۴ - ۱۴ - ۰۸۷۳ - ۴

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0873 - 4

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، کپی یا خلاصه برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع گسترده، تهیه CD و - این اثر یا بخشی از آن اعم از متن، طرح پشت و روی جلد و... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مولفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند)

آدرس فروشگاه مرکزی چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور: تهران، خیابان شهید رجایی،

نرسیده به تقاطع آزادگان، جنب ورزشگاه یادآوران. تلفن: ۵۵۵۰۲۱۰۴ - ۵۵۰۰۹۸۳۸

سایت فروش اینترنتی: <http://digibook.pnu.ac.ir>

فهرست مطالب

یازده

پیشگفتار

۱	فصل اول: استخراج و تصفیه فلزات
۱	هدف کلی
۱	هدف‌های یادگیری
۱	مقدمه
۳	۱-۱ چگونگی پیدایش معادن
۴	۲-۱ تهیه و تغلیظ مواد معدنی (کانه‌آرایی)
۵	۱-۲ خرد کردن سنگ معدن و تفکیک آن
۶	۳-۱ روش‌های تفکیک و جداسازی کانی‌ها از یکدیگر (بر عیار کردن ماده معدنی)
۷	۴-۱ عملیات مقدماتی استخراج فلزات
۸	۱-۴-۱ خشک کردن
۸	۲-۴-۱ تکلیس
۸	۳-۴-۱ تشویه
۹	۴-۴-۱ آگلومراسیون
۹	۵-۱ احیا و استخراج فلزات
۱۰	۱-۵-۱ پیرومتالورژی
۱۱	۲-۵-۱ هیدرومتالورژی
۱۲	۳-۵-۱ الکترومتالورژی
۱۳	خلاصه فصل اول
۱۴	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۱۵	خودآزمایی تشریحی فصل اول
۱۷	فصل دوم: استخراج آهن و تولید فولاد و چدن
۱۷	هدف کلی

۱۷	هدف‌های یادگیری
۱۷	مقدمه
۲۰	۱-۲ استخراج آهن به روش غیرمستقیم
۲۷	۲-۲ استخراج آهن به روش مستقیم
۳۱	۳-۲ تولید فولاد از آهن خام
۳۲	۱-۳-۲ روش توماس - بسمر
۳۳	۲-۳-۲ روش زیمنس - مارتین
۳۵	۳-۳-۲ روش کوره دمش اکسیژن (L-D)
۳۶	۴-۳-۲ کوره قوس الکتریکی
۳۸	۴-۲ تولید چدن از آهن خام
۴۰	خلاصه فصل دوم
۴۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۴۲	خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۴۳	فصل سوم: فولادها
۴۳	هدف کلی
۴۳	هدف‌های یادگیری
۴۳	مقدمه
۴۴	۱-۳ انواع فولادها
۴۴	۲-۳ فولادهای ساده کربنی
۴۷	۳-۳ فولادهای آلیاژی
۵۵	۴-۳ فولادهای ابزار
۵۹	۵-۳ فولادهای زنگ‌نزن
۶۰	۱-۵-۳ فولاد زنگ‌نزن آستنیتی
۶۳	۲-۵-۳ فولادهای زنگ‌نزن فریتی
۶۴	۳-۵-۳ فولاد زنگ‌نزن مارتنزیتی
۶۵	۴-۵-۳ فولاد زنگ‌نزن دوپلکس
۶۶	۵-۵-۳ فولادهای زنگ‌نزن رسوب سخت‌شونده
۶۸	خلاصه فصل سوم
۶۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۷۰	خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۷۱	فصل چهارم: چدن‌ها
۷۱	هدف کلی
۷۱	هدف‌های یادگیری
۷۱	مقدمه
۷۲	۱-۴ مشخصات چدن‌ها

پیشگفتار

هر کالایی را که در زندگی روزمره خود از آن استفاده می‌کنیم یا فلزی است و یا برای ساخت و تولید آن از مواد فلزی استفاده شده است. استفاده از قطعات فلزی به‌کاررفته در اسکلت‌های فلزی سازه‌ها و ساختمان‌ها، تجهیزات انتقال برق و نیرو، حمل‌ونقل مانند اتومبیل، قطار، کشتی، هواپیما، خطوط انتقال نفت و گاز، لوازم خانگی و ... همه به نوعی به‌شناسایی خواص و کاربرد فلزات مربوط می‌شوند که در گذشته باعنوان مهندسی متالورژی^۱ شناخته می‌شد. منشأ لغت متالورژی ترکیبی از دو واژه یونانی Metal به معنی فلز و Ourgein به معنی کارکردن است. امروزه این رشته گسترش فراوانی در زمینه‌های مختلف علمی یافته است و باعنوان کلی مهندسی و علم مواد که ترکیبی از مهندسی مواد^۲ و علم مواد^۳ است شناخته می‌شود.

باتوجه به اهمیت بسیار زیاد و نقش پررنگی که مواد در شکل‌گیری تمدن‌ها داشته‌اند، باستان‌شناسان و محققان دوره‌های خاص تمدن بشری را براساس موادی که بیشترین استفاده را از آن‌ها برده شده است نام‌گذاری کرده‌اند. برای مثال عصر سنگی، عصر برنز، عصر آهن و ... که به نوعی بیانگر قدمت و اهمیت این رشته در طول تاریخ بشری است. تا همین اواخر قدرت و ارزش مواد وابسته به تکنیک‌های تجربی‌ای بود که در علم کیمیاگری مورد استفاده قرار می‌گرفت. در قرن نوزدهم و بیستم بود که تحقیقات منسجم صورت گرفته منجر به ایجاد یک زمینه مطالعاتی بین‌رشته‌ای شد که در نهایت به نام علم مواد

1. Metallurgy

2. Materials Engineering

3. Materials Science

نام‌گذاری شد. به‌طورکلی موضوع علم مواد مرتبط با کشف و تحقیق بر روی خواصی مواد مانند چگالی، هدایت الکتریکی، استحکام، ترکیب شیمیایی و... است و موضوع مهندسی مواد بهره‌گیری از علم مواد برای بهبود کارایی قطعات مهندسی و توسعه آن‌ها با در نظر گرفتن خواص مکانیکی، شیمیایی، الکتریکی و مغناطیسی مشخص است. مهندسی و علم مواد یک حوزه میان رشته‌ای است که در آن ارتباط بین ساختار مواد، روش ساخت آن‌ها، خواص و عملکرد آن‌ها به‌منظور طراحی مواد جدید برای پاسخ‌گویی به نیازهای روزافزون صنعتی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. امروزه با افزایش تحقیقات در زمینه مواد مرکب، مواد نانو و مواد پزشکی، نیمه‌هادی‌ها، مواد مغناطیسی، مواد فوتونی و... مهندسی مواد به یکی از رشته‌های پیشرو در عرصه دانش بدل شده است.

همان‌طور که بیان شد، مواد موجب پیشرفت بشر از آغاز آفرینش بوده‌اند؛ در نتیجه، دوره‌های مختلف زندگی بشر براساس ماده‌ای که در آن روزگار مورد استفاده قرار می‌گرفته است، نام‌گذاری شده است. دو ادامه این سیر تاریخی مرور می‌شود.

عصر سنگ: ابزار و وسایل‌هایی که در ماقبل تاریخ، ۳۰۰۰۰۰ قبل و پیش از آن. از سنگ و استخوان حیوانات ساخته شده‌اند، یافت شده است.

عصر مس: طلا، نقره و مس تنها فلزاتی هستند که به‌صورت خالص در طبیعت یافت می‌شوند و از زمان‌های قدیم شناخته شده بودند. اما کاربرد آن‌ها به‌صورت کارشده و شکل‌یافته در ۵۵۰۰ سال قبل از میلاد اتفاق افتاد. در ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد روش ذوب و ریخته‌گری این فلزات پدید آمد. با افزایش دمای کاری کوره‌ها در ۳۵۰۰ سال قبل از میلاد و پس از استخراج مس و قلع از سنگ‌معدن آن‌ها، عصر برنز آغاز می‌شود.

عصر آهن: با کشف روش احیای اکسید آهن در حدود ۱۴۵۰ سال قبل از میلاد، عصر آهن آغاز می‌شود. سه‌هزار سال بعد، در ۱۵۰۰ بعد از میلاد، کوره بلند توسعه یافت و چدن‌ها به‌طور گسترده‌ای در ساخت پل‌ها و ساختمان‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

عصر فولاد: در سال ۱۸۵۶ فولاد به‌روش بسمر از آهن تولید شد. خواص ویژه فولاد موجب پیدایش نقش اساسی در ساختمان‌سازی شد که تاکنون هم ادامه دارد.

عصر پلیمر: لاستیک در سال ۱۵۵۰ میلادی و پس از کشف قاره آمریکا، به اروپا وارد شد اما عصر پلیمر از ابتدای قرن بیستم آغاز می‌شود. با گسترش علم پلیمر در سال‌های ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۰ میلادی، انواع مختلفی از پلیمرها ساخته شدند و در محصولات

خانگی، خودروسازی و صنایع هوایی مورد استفاده قرار گرفتند. مقدار تولید سالیانه پلیمرها با مقدار تولید فولاد قابل مقایسه است.

با وجود اینکه کامپوزیت‌ها سال‌های زیادی مورد استفاده قرار می‌گرفتند، اما کاربرد کامپوزیت‌های مهندسی به سال ۱۹۴۰ برمی‌گردد. با تقویت پلیمر با الیاف شیشه، کامپوزیت فایبرگلاس تولید شد که استحکامی برابر آلیاژهای آلومینیوم داشت. مواد کامپوزیتی کاربرد وسیعی در صنایع هوایی، خودروسازی، لوازم ورزشی و ساختمان‌سازی دارند. عصر حاضر، عصر پلیمرها و کامپوزیت‌ها است.

سیلیکون در ۱۸۲۳ به صورت عنصر کشف شد اما در سال ۱۹۴۷ و با اختراع ترانزیستور کاربرد گسترده‌ای یافت. عصر پلیمرها و کامپوزیت‌ها مقارن با کاربرد وسیع سیلیکون در الکترونیک، ذخیره اطلاعات و رایانه‌ها است که از آن به عصر اطلاعات یاد می‌شود. عصر نانو: در اواخر قرن بیستم، با درک تغییر رفتار ماده با کاهش ابعاد در حد نانومتر، علم نانو پدید آمد. امروزه تحقیقات گسترده‌ای در زمینه نانو صورت می‌گیرد و ما در آغاز عصر نانو قرار داریم.

با مروری بر زمان‌های تحول در پلیمرها و کاربرد مواد؛ سه دوره اصلی روم باستان، اواخر قرن هجدهم و سال‌های حدود ۱۹۴۰ مشخص می‌شوند.

خط سیر مواد در تاریخ		
عصر	تاریخ	ماده
عصر سنگ	۱۰۰۰۰۰ قبل از میلاد	سنگ
	۱۰۰۰۰ قبل از میلاد	چوب طلا (۲۰۰۰ ق م) مس طبیعی (۷۰۰۰ ق م) نقره (۴۰۰۰ ق م) مس ذوب شده (۵۰۰۰ ق م)
عصر برنز عصر مس	۱۰۰۰ قبل از میلاد	برنز (۳۵۰۰ ق م) قلع (۳۵۰۰ ق م) آهن (۱۴۰۰ ق م)
عصر آهن	میلاد مسیح	
	۵۰۰ میلادی	