

متالورژی برای همه

تاریخچه متالورژی

مهدی شاهدی اصل

شهلا عزیزی

چاپ نخست

تابستان ۱۳۹۱ خورشیدی

بر شناسه: شاهی اصل، مهدی، ۱۳۶۰ -

عنوان و نام پدیدآور: تاریخچه متالورژی / مهدی شاهی اصل، شهلا عزیزی.

مشخصات نشر: تهران: شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه؛ همپا، ۱۳۹۱.

مشخصات ظاهری: ۱۶۰ ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.

شابک: 978-600-5210-81-1

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: واژه نامه.

یادداشت: کتابنامه.

یادداشت: نمایه.

موضوع: متالورژی - تاریخ

شناسه افزوده: عزیزی، شهلا، ۱۳۶۴ -

رده بندی کنگره: ۲۱۳۹۱ - ۲/ش/۱۶۱۵

رده بندی دیویی: ۶۶۹/۰۹

شماره کتابشناسی ملی: ۲۹۹۱۲۶۸

شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه - تهران

کدپستی: ۱۳۱۹۸۱۲۷۵۶

تلفن: ۰۲۱۶۶۳۸۶۵۱۶

دورنگار: ۰۲۱۶۶۳۸۴۵۲۶

تارنما: www.artaresearch.com

رایانامه: info@artaresearch.com



شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه



نام کتاب: متالورژی برای همه: تاریخچه متالورژی

نویسندگان: مهدی شاهی اصل، شهلا عزیزی

طرح روی جلد: لیلی قاسمی

صفحه آرای: آرتا پژوهش کاوه

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: فارابی

نوبت چاپ: اول، تابستان ۱۳۹۱ خورشیدی

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۸۰۰۰۰ ریال

ناشر: شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه/ نشر همپا

© کلیه حقوق این اثر برای شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه محفوظ است.

ISBN: 978-600-5210-81-1

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۲۱۰-۸۱-۱

سخن نخست

متالورژی یکی از پیشینه‌دارترین هنرها و همچنین یکی از نوین‌ترین دانش‌های مهندسی است. این نکته به خوبی، تاریخچه پر آوازه این رشته را نشان و آینده روشنی را برای آن نوید می‌دهد. متالورژی از دیرباز به عنوان مادر دانش‌های مهندسی به شمار می‌رود، زیرا بیشتر ابزارها و وسیله‌های پیرامون انسان همچون خودرو، هواپیما و سازه‌های گوناگون، از موادی ساخته شده‌اند که پژوهش‌گران این رشته، سالیان سال برای فرآوری و بهسازی ویژگی‌های آنها کوشیده‌اند. صنایع بزرگی چون هوافضا، الکترونیک و رایانه، بدون پیشرفت در متالورژی، امکان رشد و بالندگی هر چه بیشتر را ندارند و همه فرآیندهای طراحی و ساخت در پیوند با مهندسی برق، مکانیک، شیمی، عمران و صنایع، نیازمند همراهی دانش متالورژی هستند. بنابراین افزون بر متخصصان این رشته، دیگران نیز بایستی تا اندازه‌ای متالورژی بدانند.

از این رو شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه با درک نیاز همگان به داشتن آگاهی‌های پایه‌ای در زمینه دانش و فناوری متالورژی، تصمیم به نگارش و انتشار یک سلسله کتاب با عنوان «**متالورژی برای همه**» گرفته است. در این مجموعه کتاب‌ها تلاش شده است تا نکته‌های بنیادی و کاربردی متالورژی به شیوه‌ای ساده، روان و با کیفیت علمی، متنی و تصویری بالا در اختیار همه خوانندگان به ویژه مهندسان و دانشجویان رشته‌های مهندسی- قرار گیرد. کتاب «**تاریخچه متالورژی**» نخستین شماره از این مجموعه کتاب‌ها است که امید می‌رود برای همه خوانندگان سودمند باشد.

شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه

شهریور ۱۳۹۱ خورشیدی

سخن نویسدگان

به آتش ز آهن جدا کرد سنگ
کز آن سنگ خارا کشیدش برون
از آهنگری آره و تیشه کرد

نخستین یکی گوهر آمد به جنگ
سر مایه کرد آهن آبگون
چو بشناخت آهنگری پیشه کرد

فردوسی

جایگاه مهم فلز در زندگی آدمی از گذشته تا به امروز نه تنها بر مهندسان مواد و متالورژی، بلکه بر پژوهشگران رشته‌های مهندسی دیگر و حتی بر پزشکان و هنرمندان نیز آشکار است. شاید برای بسیاری، این پرسش و معما مطرح باشد که پیشینیان ما چگونه توانستند با ابزارها و دانش اندک خود در روزگاران دور، فلزها را از دل سنگ بیرون بکشند و آنها را به شکل قطعه‌های زیبا و دل‌فریب درآورند که شماری از این اثرهای ارزشمند، برای نسل کنونی به یادگار مانده است. کتاب «تاریخچه متالورژی» به عنوان نخستین شماره از مجموعه کتاب‌های «متالورژی برای همه» به دنبال یافتن پاسخی برای این پرسش است. این کتاب در قالب یک کار گروهی پیوسته و هم‌زمان با چند کتاب دیگر به رشته نگارش درآمد که از آن جمله می‌توان به کتاب‌های «دانش مواد»، «آلیاژهای صنعتی» و «فرآیندهای تولید» اشاره کرد. این کتاب‌ها مکمل یکدیگرند و از این رو، به خوانندگان پیشنهاد می‌شود که هم‌زمان با خواندن این کتاب، مطالعه کتاب‌های دیگر را نیز در دستور کار خود قرار دهند، زیرا بسیاری از نکته‌های فنی متالورژی به زبان ساده در آنجا آموزش داده شده است.

کتاب «تاریخچه متالورژی» در چارچوب هشت فصل به بیان دستاوردهای آدمی در درازای تاریخ در زمینه شناسایی، استخراج، فرآوری و شکل‌دهی فلزها می‌پردازد. در فصل نخست، دوره‌های پیشاتاریخی (عصر سنگ، مس، برنز و آهن) و فلزهای باستانی معرفی شده و چند نقشه جغرافیایی از روند گسترش متالورژی در جهان باستان آورده شده است. فصل دوم به کیمیاگری - که سرچشمه بالندگی دانش‌های شیمی و متالورژی است - می‌پردازد. در فصل سوم به تلاش‌های آدمی برای شناسایی و استخراج برخی از فلزهای نوین اشاره شده است. فصل‌های چهارم تا ششم به تاریخچه فرآوری فلزهای باستانی اشاره دارد. در فصل هفتم به راهکارها، روش‌ها و ابزارهای باستان‌شناسی متالورژی پرداخته شده است. فصل هشتم کتاب نیز به تاریخچه متالورژی در ایران می‌پردازد و در آن به تاریخ و جغرافیای متالورژی در ایران باستان و تاثیر فلزهای باستانی بر شعر و ادب پارسی اشاره می‌شود.

در پایان بایستی یادآوری کرد که بهره‌مندی از دانش نویسندگان کتاب‌های دیگر مجموعه «متالورژی برای همه» در نگارش این کتاب، به پویایی، دقت و سرعت پیشرفت کار کمک شایانی نمود. از این رو نویسندگان بر خود بایسته می‌دانند تا از همکاری و پشتیبانی این عزیزان، به ویژه آقایان مهندس بهزاد ناییبی و مهندس علی دلبری سپاس‌گزاری نمایند. همچنین از شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه به سبب مدیریت پروژه ویراستاری، کشیدن یک‌دست شکل‌ها و صفحه‌آرایی کتاب و همچنین از سرکار خانم لیلی قاسمی به خاطر طراحی زیبا و نوآورانه جلد کتاب قدردانی می‌شود.

نویسندگان

شهریور ۱۳۹۱ خورشیدی

فهرست

۱	پیش‌گفتار
	فصل ۱: دوره‌های پیشاتاریخی و فلزهای باستانی
۵	۱-۱- دیباچه
۵	۲-۱- دوره‌های پیشاتاریخی
۵	۱-۲-۱- عصر سنگ
۶	۲-۲-۱- عصر مس
۷	۳-۲-۱- عصر برنز
۹	۴-۲-۱- عصر آهن
۱۰	۳-۱- فلزهای باستانی
۱۱	۱-۳-۱- طلا (زر)
۱۲	۲-۳-۱- نقره (سیم)
۱۳	۳-۳-۱- سرب (آبار)
۱۴	۴-۳-۱- قلع (آرزیز)
۱۴	۵-۳-۱- جیوه (سیماب)
۱۵	۴-۱- نگاه جغرافیایی به متالورژی باستانی

فصل ۲: کیمیاگری

۲۱	۱-۲- دیباچه
۲۲	۲-۲- کیمیا
۲۴	۳-۲- شاخه‌های کیمیاگری
۲۴	۱-۳-۲- پژوهش در طبیعت
۲۵	۲-۳-۲- فلسفه
۲۵	۳-۳-۲- اختر شناسی
۲۶	۴-۳-۲- روان شناسی
۲۶	۵-۳-۲- پزشکی
۲۶	۴-۲- کیمیاگری در عصر دانش

فصل ۳: در جستجوی فلز

۲۹	۱-۳- دیباچه
۳۱	۲-۳- نخستین تلاش‌ها برای استخراج فلزها
۳۳	۳-۳- کشف فلزهای نوین
۳۳	۱-۳-۳- روی
۳۳	۲-۳-۳- پلاتین
۳۴	۳-۳-۳- نیکل
۳۵	۴-۳-۳- مولیبدن
۳۵	۵-۳-۳- تنگستن
۳۵	۶-۳-۳- تیتانیم
۳۶	۷-۳-۳- کروم
۳۶	۸-۳-۳- منیزیم
۳۷	۹-۳-۳- کادمیم
۳۷	۱۰-۳-۳- آلومینیم
۳۷	۱۱-۳-۳- وانادیم

فصل ۴: تاریخچه فرآوری آهن

۳۹	۱-۴- دیباچه
----	-------------

۴۱	۲-۴- گذارش
۴۲	۱-۲-۴- کوره شمشه
۴۷	۲-۲-۴- کوره بلند
۵۱	۳-۴- پالایش چدن
۵۲	۴-۴- فولاد سازی
۵۳	۵-۴- آهنگری (چکش کاری)

فصل ۵: تاریخچه فرآوری مس

۵۹	۱-۵- دیباچه
۶۰	۲-۵- گذارش و آلیاژ سازی
۶۲	۳-۵- ریخته‌گری
۶۸	۴-۵- شکل دادن (کار مکانیکی)

فصل ۶: تاریخچه فرآوری فلزهای باستانی دیگر

۷۱	۱-۶- دیباچه
۷۱	۲-۶- سرب
۷۲	۱-۲-۶- گذارش
۷۳	۲-۲-۶- ریخته‌گری
۷۵	۳-۶- طلا و نقره
۷۵	۱-۳-۶- پالایش
۷۷	۲-۳-۶- جداسازی
۷۷	۴-۶- قلع
۷۸	۱-۴-۶- گذارش
۷۹	۵-۶- جیوه

فصل ۷: باستان‌شناسی متالورژی

۸۱	۱-۷- دیباچه
۸۲	۲-۷- راهکارهای باستان‌شناسی متالورژی
۸۳	۱-۲-۷- برنامه‌ریزی برای انجام طرح پژوهشی

۸۳	۷-۲-۲- کار میدانی: پیمایش و نقشه برداری
۸۴	۷-۲-۳- کار میدانی: کاوش
۸۵	۷-۲-۴- ارزیابی توان تحلیل
۸۶	۷-۲-۵- آماده سازی گزارش
۸۸	۷-۲-۶- انتشار یافته ها
۸۸	۷-۳- ابزارهای باستان شناسی متالورژی
۸۸	۷-۳-۱- پرتونگاری (رادیوگرافی) با پرتو ایکس
۹۰	۷-۳-۲- زمین فیزیک (ژئوفیزیک)
۹۱	۷-۳-۳- تعیین عمر به شوه مغناطیسی
۹۱	۷-۳-۴- بررسی ریزساختار
۹۵	۷-۳-۵- تجزیه شیمیایی
۹۸	۷-۳-۶- طیفسنجی جرمی
۹۸	۷-۳-۷- پراش پرتو ایکس

فصل ۸: متالورژی در ایران باستان

۹۹	۸-۱- دیباچه
۱۰۰	۸-۲- متالورژی ایران باستان در گذر زمان
۱۰۳	۸-۳- پراکندگی جغرافیایی متالورژی در ایران باستان
۱۰۴	۸-۳-۱- بخش مرکزی
۱۰۶	۸-۳-۲- بخش شمالی
۱۰۸	۸-۳-۳- بخش خاوری
۱۰۹	۸-۳-۴- بخش جنوبی
۱۱۱	۸-۳-۵- بخش باختری
۱۱۳	۸-۴- متالورژی در زبان و ادب پارسی
۱۲۱	کتاب نامه
۱۲۳	واژه نامه
۱۲۷	نمایه
۱۳۱	نگارخانه

پیش‌گفتار

تاریخ ارزنده‌ترین، گویاترین و انکار ناپذیرترین سند رخدادهای جامعه‌های بشری در گذر زمان است. هر آنچه را که فرد و جامعه در گذشته‌های دور و نزدیک از سر گذرانده و بر آن اساس، شکل گرفته است، در دایره تاریخ می‌گنجد. تمدن، زاده بطن تاریخ است و تاریخ، گویای پیدایش نوآوری‌های بس شگرف آدمی در پهنه نبرد زندگی است. تاریخ، نوشتار، گفتار و آمیزه‌ای از گذشته به اکنون و از بودن به سوی شدن است که بدون این بودن، شدن چه بسا دشوار و حتی ناممکن خواهد بود. تاریخ، حافظه جمعی گروهی از انسان‌ها است که سرنوشت و زندگی آنها به یکدیگر پیوند خورده است. همان گونه که فرد بدون حافظه، انسان کامل و رشد یافته‌ای نیست، جامعه بدون تاریخ نیز، ناتوان و عقب‌مانده است و در عمل، مرده‌ای بیش نخواهد بود. انسان و جامعه، بدون تاریخ و تجربه‌های تاریخی، به عصر سنگ باز خواهد گشت و در چنگال نادانی و وحشی‌گری گرفتار خواهد شد. نقش و جایگاه فلزها در رشد و گسترش تمدن‌های بشری بر کسی پوشیده نیست و دانش متالورژی، چه از دید هنری و چه از دید فنی، همواره سهم چشمگیری در پیشرفت فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی جامعه‌های انسانی داشته است. از آنجایی که شاید برخی از خوانندگان با واژه‌ها و مفهومی تخصصی این رشته مهندسی آشنا نباشند، از این رو در ادامه به تشریح برخی از مهم‌ترین واژه‌های فنی اشاره شده در کتاب، پرداخته می‌شود.

کانی (سنگ معدن): به توده‌ای از سنگ‌های خاره (سخت) می‌گویند که در بر گیرنده ترکیب‌ها و مواد معدنی دارای ارزش اقتصادی باشد و از دیدگاه فنی، عنصرهای فلزی درون آن را بتوان استخراج کرد.

معدن: به طور معمول برای دستیابی به کانی‌ها، بایستی زمین را حفاری و خاک‌برداری کرد. گاهی واژه معدن به سامانه پیچیده‌ای از تونل‌ها، راهروها و دودکش‌ها گفته می‌شود که برای استخراج کانی، بنا شده‌اند.

فلز: به گروهی از کانی‌های طبیعی (اغلب به شکل ترکیبی) جای گرفته در لایه‌های نزدیک به سطح زمین گفته می‌شود و به شکل شبکه‌ای از یون‌های مثبت است که با ابری از الکترون‌های پراکنده، فرا گرفته شده است. فلز عنصری است که به آسانی الکترون‌های خود را از دست می‌دهد تا به یون مثبت (کاتیون) تبدیل شود. پیوند میان اتم‌های یک فلز، از نوع پیوند فلزی است. فلز، یک عنصر جلاپذیر با رسانایی الکتریکی و گرمایی بالا است و چنانچه صیقل داده شود، نور را به خوبی بازتابانند. فلزها (به جز جیوه) در دمای اتاق، به حالت جامد بلوری هستند.

آلیاژ: به آمیزه‌ای (مخلوط یا محلول جامد) از یک فلز با عنصرهای دیگر گفته می‌شود که بیشتر از راه ذوب کردن به دست می‌آید (به روش طبیعی یا مصنوعی) و ویژگی‌های آن همانند فلزها و گاهی بسیار برتر از آنها است. برای نمونه فولاد، آلیاژی از آهن و کربن است و برنز، آلیاژی از مس و قلع به شمار می‌رود.

کوره: سازه‌ای است که کانی در آن گذاشته می‌شود تا فلز درون سنگ معدن از راه گدازش، استخراج گردد. گاهی نیز برای ذوب و آلیاژ سازی از کوره استفاده می‌شود. کوره‌ها اغلب از خاک رس (سفال) ساخته می‌شوند تا بتوانند دمای بالا را تحمل کنند.

آتش‌دان: سازه‌ای است که برای دستیابی به دمای لازم برای فرآوری فلز به کار می‌رود. دمای دقیق آتش‌دان، به فلز مورد نظر و نوع فرآیند بستگی دارد. از آتش‌دان‌ها برای ذوب کردن آلیاژهای غیر آهنی در بوته‌ها، عملیات حرارتی آلیاژهای مس و گرم کردن آهن پیش از انجام فرآیند

آهن‌گری استفاده می‌شود. این سازه‌ها نیز همانند کوره‌ها، از جنس سفال ساخته می‌شدند. نشانه‌های برجای مانده از کوره‌ها و آتش‌دان‌ها، اغلب به یکدیگر شباهت دارند.

ریخته‌گری: فرآیند ریخته‌گری شامل ریختن فلز مذاب درون حفره‌ای به نام قالب است تا پس از خنک شدن و انجماد مذاب به شکل قالب درآید. مهم‌ترین ویژگی این فرآیند، قابلیت تولید قطعه‌های با شکل پیچیده است. فرآیند ریخته‌گری، ارزان‌ترین روش برای تولید قطعه‌های فلزی شکل‌دار است.

بوته: به ظرفی گفته می‌شود که فلز را هنگامی که به حالت مذاب است، در خود نگه می‌دارد. دلیل ذوب کردن فلزها، پالایش کردن یا ریختن آنها در قالب‌های ریخته‌گری است. بوته‌ها اغلب از مواد سرامیکی نسوز ساخته می‌شوند، زیرا با ایستایی توان تحمل دماهای بالا را داشته باشند.

قالب: یکی از روش‌های شکل‌دهی فلزها، ذوب کردن و ریختن آنها در ظرفی به نام قالب است. فلز مذاب پس از انجماد، شکل آن ظرف را به خود می‌گیرد. البته قالب‌های ویژه‌ای نیز برای شکل دادن فلزها وجود دارد. اغلب قالب‌ها از سفال ساخته می‌شوند ولی گاهی فلز، ماسه و استخوان نیز به کار می‌رفت. برای جلوگیری از شیشه‌ای شدن قالب‌ها، دما با ایستایی بیش از اندازه بالا برود.

گدازش: به استخراج فلز از راه گرم کردن کانی آن، فرآیند گدازش گفته می‌شود. این کار در یک کوره با دمای بالا و با استفاده از سوخت (مانند زغال چوب) انجام می‌گرفت.

پالایش (خالص سازی): فرآورده اولیه بیشتر فرآیندهای گدازش، یک فلز ناخالص است که به پالایش نیاز دارد. به بیرون کشیدن گزینشی فلز از کانی، با هدف دستیابی به یک ماده کمابیش خالص، پالایش می‌گویند. نوع فرآیند پالایش به جنس فلز و فناوری در دسترس بستگی دارد. پالایش مس، با ذوب کردن و اکسایش ناقص آن به انجام می‌رسید. به دلیل دمای ذوب بالای آهن، این فلز از راه آهن‌گری، پالایش می‌شد تا ذره‌های سرباره گیر افتاده در آن، به بیرون راه یابند.

شیشه‌ای شدن: اگر یک ماده، گرمای زیادی دریافت کند، ساختار آن دگرگون می‌شود و به حالت شیشه‌ای درمی‌آید. در صورت وجود مواد گدازآور در ترکیب ماده - که ممکن است خواسته یا ناخواسته افزوده شده باشد- این دگرگونی در دمای پایین‌تری رخ خواهد داد.

سرباره: به پسماندهای بسیاری از فرآیندهای فلزکاری که حالت شیشه‌ای دارند، سرباره می‌گویند. سرباره‌ها ممکن است به هنگام فرآیندهای گدازش، پالایش، آهن‌گری و ریخته‌گری فلزها به وجود آیند. بیشتر کانی‌ها، در بر گیرنده ترکیب‌های ناخواسته‌ای همچون سیلیس هستند که به هنگام فرآیند گدازش، به شکل سرباره درمی‌آیند. اندازه، شکل و ترکیب سرباره‌ها به نوع فرآیندی که به تولید آنها انجامیده است، بستگی دارد.

www.ketab.ir