

م탈ورژی برای همه

آلیاژهای صنعتی

مهدی شاهیدی اصل

بهزاد نایببی

بهرداد نایببی

چاپ نخست

تابستان ۱۳۹۱ خورشیدی

سرشناسه: شاهی اصل، مهدی، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدیدآور: الیازهای صنعتی / مهدی شاهی اصل، بهزاد ناییبی، بهداد ناییبی.
مشخصات نشر: تهران: شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه: همپا، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری: ۲۰۸ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست: متالورژی برای همه: [۳].
شابک: 978-600-5210-76-7
وضعیت فهرست نویسی: فیبا
موضوع: آلیازها
موضوع: آلیازهای آهن
موضوع: آلیازهای غیر آهنی
شناسه افزوده: ناییبی، بهزاد، ۱۳۶۱ -
شناسه افزوده: ناییبی، بهداد، ۱۳۶۷ -
رده بندی کنگره: ۶۲۱.۴۸۱۲۸ / ۲۱۷
رده بندی دیویی: ۶۶۹/۹۴
شماره کتابشناسی ملی: ۵۶۴۲/۲۹

شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه - تهران

کد پستی: ۱۳۱۹۸۱۳۷۵۶

تلفن: ۰۲۱۶۶۳۸۶۵۱۴

دورنگار: ۰۲۱۶۶۳۸۴۵۲۶

تارنما: www.artaresearch.com

رایانامه: info@artaresearch.com



نام کتاب: متالورژی برای همه: آلیازهای صنعتی

نویسندگان: مهدی شاهی اصل، بهزاد ناییبی، بهداد ناییبی

طرح روی جلد: لیلی قاسمی

صفحه آرایشی: 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: 978-600-5210-76-7

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۲۱۰-۷۶-۷

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 فراوری 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 «آلیاژهای صنعتی» سومین شماره از این مجموعه کتاب‌ها است که امید می‌رود برای همه خوانندگان سودمند باشد.

گروه انتشارات شرکت مهندسی آرتا پژوهش کاوه
شهریور ۱۳۹۱ خورشیدی

سخن نویسندگان

«دانش، برترین داده‌های یزدان پاک است و خردمند، پیوسته شادکام باشد.»

بزرگمهر حکیم

بر هیچ کس پنهان نیست که افزون بر پژوهش‌گران و متخصصان رشته مهندسی مواد و متالورژی، همه کسانی که به نوعی با رشته‌های دیگر مهندسی و پزشکی سر و کار دارند و حتی هنرمندان و صنعت‌گران سنتی نیز، به فراخور زمینه کاری خود بایستی درباره فلزها و ویژگی‌ها و کاربردهای آنها آگاهی داشته باشند. جایگاه مهم فلزها و آلیاژها در زندگی روزمره، پژوهش‌گران و نویسندگان بسیاری را بر آن داشته است که با رویکردهای گوناگون در این زمینه قلم‌فرسایی کنند. بخش بزرگی از این کتاب‌ها به شکل تخصصی درباره فلزها و آلیاژهای گوناگون نوشته شده است. تلاش‌های انجام گرفته در راستای نگارش این کتاب‌ها، همگی درخور ستایش است ولی گاهی زیاد بودن حجم نوشتارها و پیچیدگی برخی نکته‌ها، خواننده تازه کار را با سردرگمی روبرو می‌کند. از سوی دیگر، کمتر کتابی یافت می‌شود که همه فلزها و آلیاژهای مهم صنعتی را یکجا پوشش داده باشد. این مساله، نویسندگان را بر آن داشت تا کتاب «آلیاژهای صنعتی» را با رویکردی تازه در ارایه مفهوم‌های کلیدی، پرهیز از پیچیدگی‌های نوشتاری و بیان دستاوردهای نوین بنگارند. از این رو، کتاب پیش رو در چارچوب سه فصل به ارایه نکته‌های کلیدی درباره فلزها و آلیاژها، از دیدگاه دانش شیمی و متالورژی، تاریخچه، شیوه فراوری، ویژگی‌ها و کاربرد آنها پرداخته است. در این کتاب، این خانواده مهم مواد مهندسی به دو گروه اصلی آلیاژهای آهنی و غیر آهنی دسته‌بندی می‌شوند.

این کتاب به عنوان سومین شماره از مجموعه کتابهای «متالورژی برای همه» در قالب یک کار گروهی پیوسته و همزمان با چند کتاب دیگر به نگارش درآمد. از آن جمله می‌توان به کتابهای «تاریخچه متالورژی»، «دانش مواد» و «فرآیندهای تولید» اشاره کرد که همه این کتابها به نوعی، مکمل یکدیگرند. به ویژه به خوانندگان پیشنهاد می‌شود که پیش از خواندن این کتاب، نخست به مطالعه کتاب دانش مواد بپردازند، زیرا کتاب یاد شده، پیش‌نیازی برای درک بهتر مطالب این کتاب است.

در پایان بایستی خاطر نشان کرد که بهره‌مندی از دانش نویسندگان کتابهای دیگر 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 جناب آقای مهندس علی دلبری سپاس‌گزاری نمایند. همچنین از شرکت 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 قدرگانی می‌شود.

نویسندگان

شهریور ۱۳۹۱ خورشیدی

فهرست

فصل ۱: پیش‌درآمدی بر فلزها

۵	۱-۱- دیباچه
۵	۲-۱- دسته‌بندی عنصرهای شیمیایی
۶	۱-۲-۱- فلزها
۶	۲-۲-۱- نافلزها
۸	۳-۲-۱- شبه‌فلزها
۱۲	۳-۱- دسته‌بندی فلزها
۱۲	۱-۳-۱- دسته‌بندی بر اساس جدول تناوبی
۱۴	۲-۳-۱- دسته‌بندی بر اساس معیارهای دیگر
۱۷	۴-۱- فلز در دوران باستان
۱۷	۱-۴-۱- تاریخچه فلز در جهان
۱۸	۲-۴-۱- تاریخچه فلز در ایران
۲۵	۵-۱- مروری بر دانش مواد

فصل ۲: آلیاژهای آهنی

۳۱	۱-۲- دیباچه
۳۱	۲-۲- ویژگی‌های آهن
۳۲	۳-۲- فرآوری آهن

۳۴	۲-۳-۱- استخراج آهن به روش احیای غیر مستقیم
۳۷	۲-۳-۲- استخراج آهن به روش احیای مستقیم
۳۸	۲-۳-۳- فولادسازی
۴۱	۲-۴- آلیاژهای آهنی
۴۲	۲-۵- نمودار فازی آهن- کربن
۴۴	۲-۵-۱- فازهای تعادلی در آلیاژهای آهن- کربن
۴۵	۲-۵-۲- دگرگونی‌های فازی در نمودار فازی آهن- کربن

فولاد

۵۱	۲-۶- دیباچه
۵۲	۲-۶-۱- انواع ریزساختار در فولادهای ساده کربنی
۵۴	۲-۶-۲- فازهای غیر تعادلی در فولادها
۵۹	۲-۶-۳- عملیات حرارتی فولادها
۶۶	۲-۶-۴- دسته‌بندی فولادها

چدن

۷۷	۲-۷- دیباچه
۷۷	۲-۷-۱- فاز گرافیت
۷۸	۲-۷-۲- دسته‌بندی چدن‌ها

فصل ۳: آلیاژهای غیر آهنی

آلومینیم

۹۱	۳-۱- دیباچه
۹۲	۳-۱-۱- فرآوری آلومینیم
۹۶	۳-۱-۲- آلیاژهای آلومینیم

مس

۱۰۹	۳-۲- دیباچه
۱۱۰	۳-۲-۱- فرآوری مس

۲-۲-۳- آلیاژهای مس ۱۱۱

روی

۳-۳- دیباچه ۱۲۳

۱-۳-۳- فرآوری روی ۱۲۴

۲-۳-۳- آلیاژهای روی ۱۲۶

نیکل

۴-۳- دیباچه ۱۳۱

۱-۴-۳- فرآوری نیکل ۱۳۱

۲-۴-۳- آلیاژهای نیکل ۱۳۲

کبالت

۵-۳- دیباچه ۱۴۱

۱-۵-۳- فرآوری کبالت ۱۴۲

۲-۵-۳- آلیاژهای کبالت ۱۴۲

منیزیم

۶-۳- دیباچه ۱۴۷

۱-۶-۳- فرآوری منیزیم ۱۴۷

۲-۶-۳- آلیاژهای منیزیم ۱۴۸

تیتانیم

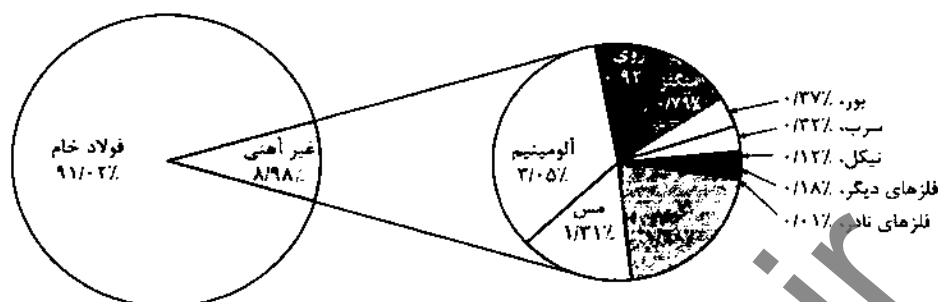
۷-۳- دیباچه ۱۵۵

۱-۷-۳- فرآوری تیتانیم ۱۵۶

۲-۷-۳- آلیاژهای تیتانیم ۱۵۸

سرب

۸-۳- دیباچه ۱۶۱

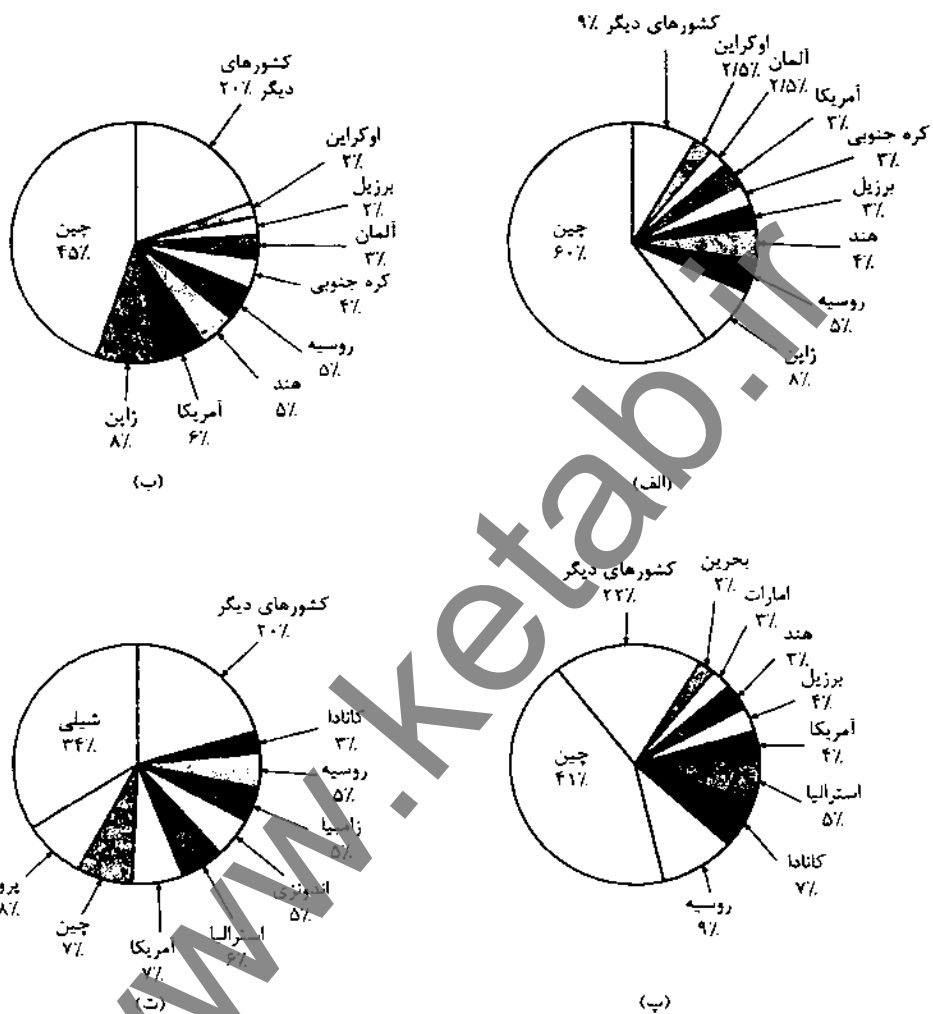


شکل (۱): نمودار نسبت تولید جهانی فلزهای گوناگون در سال ۲۰۱۰ میلادی (گزارش مرکز پژوهش‌های فلزی سازمان زمین‌شناسی آمریکا).

فرآورده‌های فلزی تولید شده در جهان را فولاد خام به خود اختصاص می‌دهد و سالانه نزدیک به ۱/۲۵ تا ۱/۵ میلیارد تن فولاد در سطح جهان تولید می‌شود. از این رو، بی‌تردید می‌توان ادعا کرد که فولادها مهم‌ترین خانواده آلیاژهای صنعتی به شمار می‌روند.

افزون بر ارزانی نسبی فولاد که سبب گسترش روز افزون مصرف آن شده است، به ویژگی‌های جالبی چون قابلیت آلیاژسازی و امکان انجام عملیات حرارتی و دیگر فرآیندهایی که سبب ایجاد خواص بسیار متنوع در فولادها می‌شود، نیز می‌توان اشاره کرد. دامنه کاربرد فولاد از سوزن و سنجاق تا کشتی‌های غول‌پیکر اقیانوس‌پیما و آسمان‌خراش‌ها گسترش پیدا کرده است. این تنوع کاربرد، امکان پایه‌گذاری و راهبری صنایع گوناگون را میسر ساخته است به گونه‌ای که میزان مصرف آهن و فولاد در هر کشوری، به شاخصی برای دوری درباره پیشرفت صنعتی آن کشور تبدیل گشته است.

فولاد در بیش از ۶۰ کشور جهان تولید می‌شود و آهن و فولاد، سهمی ۲/۵ درصدی از تجارت جهانی کالا را در بر می‌گیرند. در نمودار شکل (۲) سهم کشورهای مختلف از تولید جهانی فلزهای گوناگون آهنی (آهن و فولاد خام) و غیر آهنی (آلومینیم و مس) به نمایش درآمده است. کشور ایران با ظرفیت تولید بیش از ۲۰ میلیون تن فولاد در سال، در جایگاه هفتم جهان قرار دارد و سهمی نزدیک به ۱ درصد از تولید جهانی فولاد را از آن خود کرده است. همچنین ظرفیت تولید آلومینیم و مس در ایران به ترتیب نزدیک به ۰/۵ و ۰/۲۵ میلیون تن در سال است. با توجه به گستردگی امکانات، استعدادها و زمینه‌های مساعدی که در سطح کشور وجود دارد، تا شکوفایی و رسیدن ایران به جایگاه واقعی خود در بازارهای جهانی مواد فلزی، راه درازی بایستی پیموده شود.



شکل (۲): سهم کشورها از تولید فلزهای گوناگون در سال ۲۰۱۰ میلادی: (الف) آهن خام، (ب) فولاد خام، (پ) آلومینیم و (ت) مس (گزارش مرکز فرآورده‌های معدنی سازمان زمین‌شناسی آمریکا)

این کتاب به معرفی آلیاژهای صنعتی آهنی و غیر آهنی پر کاربرد می‌پردازد. بدیهی است که برای شناخت و درک عمیق هر آلیاژ و ویژگی‌های آن، بایستی به کتاب‌های تخصصی ویژه هر آلیاژ رجوع نمود. با این وجود کوشش شده است تا مطالب ارایه شده به گونه‌ای تنظیم گردد که آگاهی‌های عمومی پایه‌ای درباره آلیاژهای صنعتی در ذهن خوانندگان حک شود.