

به نام پروردگار مهربان

یک گام نزدیک تر به متالورژی

مهرداد محسنی فرد

یک گام نزدیک تر به متالورژی

مؤلف: مهرداد محسنی فرد

ناشر: قلم امامت

ویراستار: نسوین عبدی

-
- چاپ اول: ۱۴۰۲
 - شمارگان: ۲۰۰ جلد
 - قیمت: تومان
 - چاپ و صحافی: دیجیتال
 - شابک:
 - قطع: وزیری

تقدیم به

روح پدر مهربانم

وجود پر برکت مادر عزیزم

لطف و همراهی خانواده بزرگووارم

تمامی همکاران و زحمت کشان گروه ذوب فلزات محسنی

و

همه تلاشگران صنعت متالورژی و ریخته گری کشور

سخن مؤلف



مرحوم حاج حسین محسنی فرد

وقتی در سال ۱۳۴۱ شرکت ذوب فلزات محسنی با قدمت‌ترین مجموعه خانواده محور در صنعت ریخته‌گری ایران - با همت پدر بزرگوارم مرحوم حاج حسین محسنی فرد بنیان شد، آرزوی ایشان ایجاد فضایی برای تولید و خدمت به صنعتی بود که بیشتر زحمتکشانش دور از چشم عموم مردم در حال انجام یکی از طاقت فرساترین شغل‌ها بودند. فراز و نشیب فراوان در مسیر زندگی باعث نگردید که ایشان در مسیر رسیدن به اهداف و وفای عهد به خانواده لحظه‌ای ناامید شوند. علیرغم سن کم، به دلیل اشتیاق و استعداد بالای خود در سال ۱۳۴۱ یک کارگاه آلومینیوم ریزی در جاده ساوه برقرار نمود. ایشان در سال ۱۳۵۹ در

منطقه خاوران دفتر و کارگاهی راه‌اندازی نمود و در نهایت با جمع‌آوری این کارگاه‌ها در سال ۱۳۶۱ دفتر و کارگاهی در منطقه عباس‌آباد علاقمند افتتاح و اقدام به بازرگانی مواد اولیه ریخته‌گری نمود. خوشنامی و اعتبار حاج حسین محسنی باعث شد که در سال ۱۳۸۲ با همیاری اینجانب فعالیت خود را در بازرگانی مواد اولیه



ریخته‌گری با قدرت گسترش دهد. حاج حسین محسنی فرد در سال ۱۳۸۸ به عنوان هیئت مدیره اتحادیه ریخته‌گری و در سال ۱۳۹۲ به دلیل کسوت و سابقه نیکوی ایشان، به عنوان رئیس هیئت



مدیره اتحادیه صنف ریخته‌گری انتخاب شدند تا با انتقال تجارب خود کمکی به فعالان این صنعت نمایند. تأمین بهترین مواد اولیه قلیل دسترس در داخل و خارج از کشور، مشتری مداری، صداقت و شفافیت در تعاملات بازرگانی، اخلاق مداری در رفتار با همکاران و رقبا و پایبندی به تعهدات در مراودات مالی

باعث ثبت چهره‌ای خوش نام از این شرکت در طول بیش از ۶۰ سال فعالیت در این عرصه گشته است. در حال حاضر گروه ذوب فلزات محسنی با تعهد به انجام مأموریت ایفای نقش کلیدی در بهبود و ارتقای صنعت متالورژی و ریخته‌گری، در زمینه بازرگانی مواد اولیه مورد نیاز ریخته‌گری اعم از انواع فلزات، انواع آلیاژها و فرو آلیاژها، گرافیت‌ها، بوته‌های گرافیتی با برندهای معتبر، آهن اسفنجی برای صنایع فولادسازی، فیلترهای سرامیکی، انواع آجرهای نسوز، ابزارآلات صنعت ریخته‌گری، پوشانها، فلاکس‌ها، اسلیوها، گرمازاها و سرباره گیرها و... در حال فعالیت است. در سال ۱۴۰۱ و در راستای ارتقای ارائه خدمات به صنعت کشور، گروه ذوب فلزات محسنی با تلاش و همت مدیران و مهندسان برجسته در عرصه تولیدات دیرگداز اقدام به راه‌اندازی کارخانه‌ای برای تولید فرآورده‌های دیرگداز با نام تجاری خاور افروغ نارا (نسوز خاوران) نمود و انواع جرم‌ها و احجام دیرگداز را با بهترین کیفیت تولید و در بازارهای داخلی و بین‌المللی ارائه نمود.

این یک واقعیت است که در کنار کوره شعله ور ایستادن و از مذاب جوشان قطعات زیبا آفریدن علاوه بر عشق، دانش و تجربه نیاز دارد و بی‌شک اکثر عزیزان فعال در این صنعت این موارد را توشه فعالیت خود دارند. در همین راستا بر خود واجب



مهندس مهرداد محسنی فرد

دانستم که با توجه به تجارب کسب شده در محضر پدر و در سال‌های متمادی فعالیت در صنعت ریخته‌گری و متناسب با رشته دانشگاهی که در آن تحصیل نموده‌ام اقدام به ارائه مطالبی در این کتاب در قالب هفت فصل نمایم تا کمکی هرچند اندک به گسترش و ارتقای دانش عزیزان فعال در این صنعت باشد.

در پایان از پروردگار مهربان سپاسگزارم که توفیق برداشتن گامی هرچند کوچک در راستای خدمت به صنعت ریخته‌گری کشور را به بنده عطا نمود. همچنین از تمام عزیزانی که در نگارش، جمع‌آوری و انجام مراحل مختلف ویراستاری و چاپ این کتاب یاور بنده بودند سپاسگزارم و برای ایشان توفیق روزافزون خواستارم.

مهندس مهرداد محسنی فرد

رئیس هیئت مدیره گروه ذوب فلزات محسنی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۷	فصل اول: تاریخچه متالورژی و مواد
۱۸	تاریخچه متالورژی
۱۹	تکامل انسان و استفاده از مواد اولیه
۱۹	دوره پیش از آهن
۲۲	متالورژی مس در ایران
۲۳	سودجویی از مس در سیالک کاشان
۲۵	متالورژی طلا
۲۷	اکتشاف و استفاده از فلزات در طول تاریخ
۲۸	متالورژی از سال ۵۰۰ پیش از میلاد تا ۱۵۰۰ میلادی
۲۹	متالورژی پس از ۱۵۰۰ میلادی
۳۰	نقش متالورژی در توسعه فناوری‌های مختلف
۳۳	فصل دوم: اصول پایه‌ای متالورژی و مواد
۳۴	اصول پایه
۳۴	ساختار اتمی و بلوری مواد
۳۵	بلور چیست؟
۳۵	شبکه بلوری
۳۶	شبکه‌های بلوری در دو بعد
۳۷	شبکه‌های بلوری در سه بعد
۳۹	عدد همسایگی
۴۰	شبکه بلوری مکعبی

شبکه بلوری مکعبی ساده.....	۴۰
شبکه بلوری مکعبی مرکز پر یا مرکز حجمی (BCC).....	۴۱
شبکه بلوری مکعبی وجوه پر یا ساختار مکعبی مرکز سطحی (FCC).....	۴۲
شبکه بلوری شش ضلعی فشرده (HCP).....	۴۳
شبکه بلوری چهارگوشه یا تتراگونال.....	۴۳
شبکه بلوری ارتورومبیک.....	۴۴
شبکه بلوری رمبوهدرال.....	۴۵
شبکه بلوری منوکلینیک.....	۴۵
شبکه بلوری تریکلینیک.....	۴۶
اصول اصلی مواد به عنوان جواهرات دانش.....	۴۶
فصل سوم: خواص مواد.....	۴۷
خواص مکانیکی: مقاومت، کشش، سختی و الاستیسیته.....	۴۸
تنش و کرنش مواد.....	۴۸
مدول یانگ یا مدول الاستیسیته.....	۴۹
استحکام تسلیم.....	۴۹
استحکام کششی.....	۵۰
پلاستیسیته.....	۵۰
ویژگی‌های مکانیکی، حرارتی و الکتریکی مواد.....	۵۱
خواص مکانیکی.....	۵۱
استحکام در خواص مکانیکی مواد.....	۵۲
چقرمگی.....	۵۲
سختی در خواص مکانیکی مواد.....	۵۳
سختی پذیری.....	۵۴

- ۵۵.....شکنندگی
- ۵۶.....قابلیت تورق‌پذیری
- ۵۶.....چکش‌خواری
- ۵۷.....خزش
- ۵۷.....برجهندگی
- ۵۸.....خستگی در خواص مکانیکی مواد
- ۵۹.....استحکام خستگی
- ۵۹.....خواص حرارتی: هدایت حرارتی، انقباض حرارتی و تغییر شکل حرارتی
- ۶۰.....هدایت حرارتی
- ۶۲.....هدایت حرارتی چگونه اندازه‌گیری می‌شود؟
- ۶۲.....روش صفحه داغ محافظ
- ۶۲.....روش سیم داغ
- ۶۳.....روش برش مقایسه‌ای
- ۶۳.....روش فلاش لیزری
- ۶۳.....روش دبی سنج حرارتی
- ۶۳.....کدام مواد دارای بالاترین و یا کمترین رسانایی حرارتی هستند؟
- ۶۴.....کدام کاربردها به رسانایی حرارتی بالا و یا کم نیاز دارند؟
- ۶۴.....انقباض حرارتی
- ۶۵.....تغییر شکل حرارتی
- ۶۵.....خواص الکتریکی: هادی، عایق بودن و تأثیرات الکترومغناطیس
- ۶۵.....هادی بودن
- ۶۵.....مقاومت رسانای الکتریکی
- ۶۶.....ظرفیت القای مغناطیسی رسانای الکتریکی

- ۶۶..... میدان الکتریکی
- ۶۷..... چگالی بار درون رسانا
- ۶۷..... بار آزاد در سطح رسانا
- ۶۷..... میدان الکتریکی در سطح رسانا
- ۶۹..... فصل چهارم: ساختار مواد
- ۷۰..... اتم چیست؟
- ۷۰..... تعریف اتم‌ها و مولکول‌ها
- ۷۱..... ساختار اتمی و ملکولی
- ۷۱..... تعریف شیمی اتم
- ۷۲..... اندازه اتم چقدر است؟
- ۷۲..... ساختار بلوری و روش‌های مطالعه آن
- ۷۳..... مواد کریستالین
- ۷۳..... دوگانگی
- ۷۳..... پولیمورف
- ۷۴..... ایزومورف
- ۷۴..... کریپتوکریستالین
- ۷۴..... بلوری شدن
- ۷۵..... فرآیند بلوری شدن
- ۷۵..... شیوه‌های تبدیل
- ۷۵..... تبدیل حالت مایع به جامد
- ۷۵..... انجماد مواد مذاب
- ۷۶..... بلوری شدن مواد محلول
- ۷۶..... بلوری شدن در هنگام چگالش

۷۶	بلوری شدن مواد جامد.....
۷۷	انواع ساختار بلوری.....
۷۸	جهت بلوری.....
۷۸	روش‌های تعیین جهت‌گیری تک بلورها.....
۷۹	روش پراش سنج.....
۷۹	تأثیر ساختار بر خواص مواد.....
۸۱	فصل پنجم: تعامل بین ساختار و خواص.....
۸۲	ارتباط بین ساختار و خواص مکانیکی.....
۸۲	اثر تغییر ساختار بر خواص حرارتی و الکتریکی.....
۸۳	روابط میان خواص و ساختار در مواد مختلف.....
۸۵	فصل ششم: نوآوری‌ها و پیشرفت‌های اخیر.....
۸۶	نوآوری‌ها در فرآیندهای ساخت مواد.....
۸۶	طراحی ملاقه بهبود یافته.....
۸۶	سنسورهای پیشرفته و اتوماسیون.....
۸۶	سیستم‌های پیشگرم ملاقه.....
۸۷	کوره‌های متالورژی ملاقه (LMF).....
۸۷	مواد و پوشش‌های مذاب.....
۸۷	نظارت بر ملاقه و تجزیه و تحلیل داده‌ها.....
۸۷	پایداری و ملاحظات زیست محیطی.....
۸۸	پیشرفت‌های تکنولوژیکی در شناخت ساختار و خواص مواد.....
۹۰	توسعه افزودنی‌ها و ترکیبات فعال.....
۹۳	اتصال‌دهنده‌های پیشرفته.....

۹۴	پژوهش‌ها در مورد سنگ‌دانه‌ها
۹۵	کاربردهای نوین متالورژیکی و مواد در صنایع مختلف
۹۸	اتوماسیون مربوط به سیستم اسلایدگیت هوشمند پاتیل
۹۸	اتوماسیون درباره‌ی کنترل سیلندر ریخته‌گری در بستر ریخته‌گری مداوم
۹۹	تعمیر به جای تعویض نازل درونی
۱۰۴	پشتیبانی از اپراتور
۱۰۵	ردیابی فرآیند
۱۰۸	فصل هفتم: چالش‌ها و پرسش‌های باز مواد
۱۰۹	مسائل مرتبط با تولید، استفاده و بازیافت مواد
۱۱۵	تاندیش به عنوان یک راکتور متالورژیکی
۱۱۹	آستر نسوز تاندیش
۱۲۲	آستر آجری
۱۲۳	آستر گانینگ
۱۲۴	آستر تخته تاندیش
۱۲۵	آستر اسپری
۱۲۷	اطلاعات فنی جرم قابل اسپری
۱۲۸	آستر خشک
۱۳۰	سهم تاندیش در ریخته‌گری مداوم
۱۳۰	نسوزکاری تاندیش
۱۳۱	استفاده از ماسه با چسب سیلیکات سدیم
۱۳۳	ارزیابی مقایسه‌ای انواع مختلف پوشش‌ها و آسترهای نسوز تاندیش
۱۳۶	تفاوت‌های اساسی بین دو روش آسترکشی تاندیش: گانینگ و اسپری (پاشش)
۱۳۷	چالش‌های پژوهشی و فناوری در زمینه متالورژی و مواد



۱۳۸ مسائل اخلاقی و زیست محیطی مرتبط با صنعت

۱۳۹ مقدمه‌ای بر ماسه الیومین در صنایع

۱۴۰ مزایای استفاده از ماسه و ماسه الیومین به عنوان ماسه ساپورت تاندیش

۱۴۱ چالش‌ها و محدودیت‌های اجرای ماسه الیومین در صنایع ریخته‌گری

۱۴۲ پودر ایزوترم چیست؟

۱۴۳ ایزوترم صنعتی

۱۴۵ منابع