

به نام آن که جان را فکرت آموخت

متالورژی ریخته‌گری تحت فشار آلومینیم

مؤلفین:

دکتر رضا تقی‌آبادی

استادیار-عضو هیئت علمی گروه مهندسی مواد و سرامیک-دانشکده فنی-دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

دکتر مسعود امامی

استاد-عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی متالورژی و مواد-پیشرو دانشکده های فنی-دانشگاه تهران

تابستان ۱۳۹۵

سرشناسه	تقی آبادی، رضا، ۱۳۵۴ -
عنوان و نام پدیدآور	متالورژی ریخته گری تحت فشار آلومینیم / مؤلفین رضا تقی آبادی، مسعود امامی
مشخصات نشر	قزوین: جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات، واحد قزوین، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	و. ۱۴۳ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	978-600-95838-9-8: ۱۲۵۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	کتابنامه: ص. ۱۲۹.
موضوع	آلیاژهای آلومینیم - ذوب و استخراج
موضوع	Aluminum alloys -- Metallurgy
موضوع	آلیاژهای آلومینیم - متالوگرافی
موضوع	Aluminum alloys -- Metallography
موضوع	ریخته گری تحت فشار
موضوع	Die casting
موضوع	آلیاژهای آلومینیم
موضوع	Aluminum alloys
موضوع	مهندسی مواد
موضوع	Materials science
شناسه افزوده	امامی، مسعود، ۱۳۲۶ -
شناسه افزوده	جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات، واحد قزوین
رده بندی کنگره	۱۳۹۵ م۷/ت۷۷۵/ TN۷۷۵
رده بندی دیویی	۶۶۹/۷۲۲
شماره کتابشناسی ملی	۴۳۲۸۲۶۲

متالورژی ریخته گری تحت فشار آلومینیم

مؤلفین: دکتر رضا تقی آبادی، عضو هیئت علمی گروه مهندسی مواد و سرامیک - دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
 دکتر مسعود امامی، عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی متالورژی و مواد - پردیس بین المللی - دانشگاه تهران
 ویراستاران: دکتر احمد رزاقیان آرائی، عضو هیئت علمی گروه مهندسی مواد و سرامیک - دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
 دکتر محمدحسین شاعری، عضو هیئت علمی گروه مهندسی مواد و سرامیک - دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

مدیر هنری: سمیرا حکیمی ها

توبت چاپ: اول، ۱۳۹۵

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۵۸۳۸-۹-۸

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

بها: ۱۲۵۰۰۰ ریال

ناشر: جهاد دانشگاهی واحد قزوین

کلیه حقوق محفوظ است.

آلومینیم و آلیاژهای آن به دلیل ارائه طیف وسیعی از ویژگی‌های منحصر به فرد شامل چگالی کم، مقاومت به خوردگی بسیار مناسب، سیالیت و قابلیت ریخته‌گری عالی، هدایت الکتریکی و حرارتی بسیار زیاد و قابلیت عملیات حرارتی برخی از آلیاژها، به طور گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از مهم‌ترین روش‌های تولید قطعات آلومینیومی، فرایند ریخته‌گری است. قطعات آلومینیومی را می‌توان با استفاده از کلیه فرایندهای شناخته شده ریخته‌گری مانند ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای، ریخته‌گری ریژه، ریخته‌گری تحت فشار و ... تولید نمود اما با توجه به توسعه روزافزون تقاضا برای تولید انبوه قطعات مشابه با دقت ابعادی بالا، فرایند ریخته‌گری تحت فشار طی سالیان اخیر بیشترین سهم را در تولید قطعات ریختگی آلومینیم ایفا نموده است به گونه‌ای که بر اساس آمار موجود، در حال حاضر بیش از ۳۰ درصد از قطعات آلومینیومی مورد استفاده در صنعت خودرو بدین روش تولید می‌شوند.

به‌رغم اهمیت جایگاه ویژه فرایند ریخته‌گری تحت فشار در تولید قطعات آلومینیومی، تاکنون هیچ کتاب و مرجع علمی به صورت مدون به معرفی آلیاژها و جنبه‌های متالورژیکی این فرایند نپرداخته است. بر این اساس، مهم‌ترین هدف نگارش این کتاب تهیه مرجعی مکتوب در زمینه‌ی معرفی آلیاژهای ریخته‌گری تحت فشار آلومینیم به منظور بهره‌گیری متخصصین، صنعتگران، پژوهشگران و دانشجویان علاقه‌مند بوده است. تدوین این کتاب با استفاده از اطلاعات گردآوری شده از کتاب‌ها، هندبوک‌ها، مقالات و آخرین تحقیقات علمی مرتبط و بهره‌گیری از تجارب صنعتی نویسندگان صورت پذیرفته و کوشش شده است متنی روان با کم‌ترین ارجاعات نگارشی ارائه شود. با این حال، این اثر نیز به مانند هر اثر مکتوب دیگر، خالی از اشکال نبوده و از کوشش‌های صاحب‌نظران، استادان گرانقدر و صنعتگران محترم درخواست می‌شود نظرها و پیشنهادهای ارزشمند و سازنده خود در مورد این کتاب را از طریق پست الکترونیکی taghiabadi@ikiu.ac.ir منعکس نمایند تا در چاپ‌های بعدی مد نظر قرار گیرد. امید است که مطالب ارائه شده برای خوانندگان محترم سودمند باشد.

در انتها از جناب آقایان دکتر احمد رزاقیان و دکتر محمد حسین ساعی که رحمت بازخوانی و ویراستاری متن را متقبل شده‌اند، تشکر می‌نماییم. از جناب آقای مهندس علیرضا خاکساران به جهت انجام تصحیحات و صفحه‌آرایی کتاب قدردانی می‌شود. همچنین از ریاست محترم جهاد دانشگاهی واحد استان قزوین، جناب آقای مهندس فائزی که امکان چاپ کتاب را فراهم نمودند سپاسگزاریم.

دکتر رضا تقی‌آبادی

دکتر مسعود امامی

فهرست مطالب

الف	پیشگفتار
۱	فصل اول - فرایند ریخته‌گری تحت فشار آلومینیم
۱-۱	۱-۱ تاریخچه فرایند
۳	۲-۱ مبانی فرایند
۵	۳-۱ معرفی الیازهای ریخته‌گری تحت فشار آلومینیم
۱۸	۴-۱ الزامات الیازهای ریخته‌گری تحت فشار آلومینیم
۱۸	۱-۴-۱ مزایای ریخته‌گری تحت فشار آلومینیم
۱۹	۱-۴-۱-۱ مکانیزم ریخته‌گری تحت فشار آلومینیم
۲۳	۲-۴-۱-۱ دمای ریخته‌گری آلومینیم
۲۵	۳-۴-۱-۱ عوامل موثر بر دمای ریخته‌گری آلومینیم
۲۵	۱-۴-۱-۲ دمای سطح قالب
۲۶	۲-۴-۱-۲ غلظت آهن
۳۰	۳-۴-۱-۲ زبری سطح قالب
۳۱	۴-۴-۱-۲ دمای مذاب
۳۱	۵-۴-۱-۲ دمای پیشگرم قالب
۳۱	۶-۴-۱-۲ پوشش‌دهی سطح قالب
۳۱	۷-۴-۱-۲ سرعت مذاب ورودی به قالب
۳۲	۴-۴-۱-۳ روش‌های کاهش اثر لحیم قالب
۳۳	۱-۴-۱-۴ پوشش‌دهی سطح قالب
۳۴	۲-۴-۱-۴ فرایندهای سطحی
۳۴	۳-۴-۱-۴ تغییر جنس قالب
۳۵	۴-۴-۱-۴ سایر روش‌ها
۳۶	۲-۴-۱-۵ سیالیت مناسب

۳-۴-۱ مقاومت در برابر بارگی گرم..... ۳۹

۴-۴-۱ بالا بودن غلظت آهن..... ۴۰

۵-۴-۱ عدم استفاده از آلیاژهای Al-Cu و آلیاژهای عملیات حرارتی پذیر به عنوان الیاژ ریخته‌گری تحت فشار..... ۴۰

۶-۴-۱ عدم استفاده از آلومینیم سری ۱XXX برای فرایند ریخته‌گری تحت فشار..... ۴۱

فصل دوم - تاثیر عناصر آلیاژی و ناخالصی‌ها بر خواص آلیاژهای ریخته‌گری تحت فشار آلومینیم

۱-۲ تاثیر عناصر آلیاژی و ناخالصی‌ها بر خواص الیاژهای ریخته‌گری تحت فشار آلومینیم..... ۴۴

۱-۱-۲ تاثیر عناصر آلیاژی..... ۴۵

۲-۱-۱-۱ سیلیسیم..... ۴۵

۱-۱-۱-۲ بر خواص فیزیکی..... ۴۵

۲-۱-۱-۲ تاثیر بر خواص مکانیکی..... ۴۵

۳-۱-۱-۲ تاثیر بر مقاومت به خوردگی..... ۴۶

۴-۱-۱-۲ تاثیر بر مشخصات ریخته‌گری..... ۴۶

۲-۱-۱-۲ مس..... ۴۷

۱-۲-۱-۱-۲ تاثیر بر خواص فیزیکی..... ۴۷

۲-۳-۱-۱-۲ تاثیر بر خواص مکانیکی..... ۴۷

۳-۲-۱-۱-۲ تاثیر بر مقاومت به خوردگی..... ۴۹

۴-۲-۱-۱-۲ تاثیر بر مشخصات ریخته‌گری..... ۵۰

۳-۱-۱-۲ منیزیم..... ۵۰

۱-۳-۱-۱-۲ تاثیر بر خواص فیزیکی..... ۵۱

۲-۳-۱-۱-۲ تاثیر بر خواص مکانیکی..... ۵۱

۳-۳-۱-۱-۲ تاثیر بر مقاومت به خوردگی..... ۵۴

۴-۳-۱-۱-۲ تاثیر بر مشخصات ریخته‌گری..... ۵۴

۴-۱-۱-۲ آهن..... ۵۵

۱-۴-۱-۱-۲ نوع و مورفولوژی فازهای حاوی آهن..... ۵۵

۵۹	۲-۴-۱-۱-۲ تاثیر بر خواص فیزیکی
۵۹	۲-۴-۱-۱-۲ تاثیر بر خواص مکانیکی
۵۹	۱-۳-۴-۱-۱-۲ خواص مکانیکی دمای محیط
۶۳	۲-۳-۴-۱-۱-۲ خستگی و خزش
۶۴	۳-۳-۴-۱-۱-۲ خواص مکانیکی در دماهای بالا
۶۴	۴-۴-۱-۱-۲ تاثیر بر مقاومت به خوردگی
۶۴	۵-۴-۱-۱-۲ تاثیر بر مشخصات ریخته‌گری
۶۶	۱-۲-۱-۱-۲ تاثیر حالتی‌ها
۶۶	۱-۳-۱-۱-۲ منگ
۶۷	۲-۳-۱-۱-۲ نیکل
۶۷	۳-۳-۱-۱-۲ کرم
۶۷	۴-۳-۱-۱-۲ روی
۶۸	۵-۲-۱-۱-۲ سرب و قلع
۶۸	۶-۲-۱-۱-۲ عناصر دیگر
۶۹	۳-۱-۱-۲ تاثیر عناصر جواهره‌زا و بهساز
۷۱	فصل سوم - انجماد و ریزساختار آلیاژهای ریخته‌گری تحت فشار
۷۱	۱-۳ ریزساختار تحت شرایط ریخته‌گری تحت فشار
۷۳	۱-۱-۳ ساختار فلزیت
۷۳	۲-۱-۳ ساختار ناهمگن
۷۴	۳-۱-۳ شکل‌گیری فازهای ناپایدار
۷۵	۲-۳ انجماد و ریزساختار آلیاژهای ریخته‌گری تحت فشار هیپوئکتیک Al-Si
۷۵	۱-۳-۳ انجماد و ریزساختار آلیاژ ریخته‌گری تحت فشار هیپوئکتیک ۳۸۰
۸۱	۱-۱-۳-۳ آلیاژ $(Al-9/1Si-2/2Cu-1/0Fe-0/3Mn) EU380$
۸۴	۲-۱-۳-۳ آلیاژ $(Al-8/9Si-2/26Cu-0/88Fe-0/24Mn) A380$

۸۴	۳-۱-۲-۳ آلیاژ ۱/۱ B۲۸۰ (Al-۹/۳Si-۲/۴۲Cu-۰/۸۹Fe-۰/۳۸Mn)
۸۶	۴-۱-۲-۳ آلیاژ ۱/۱ ۳۸۰ (Al-۷/۲Si-۱/۲Cu-۰/۵۲Fe-۰/۱۸Mn)
۸۸	۵-۱-۲-۳ آلیاژ ۳۸۰ (۳) (Al-۹/۳Si-۲/۶Cu-۰/۵۲Fe-۰/۱۱Mn-۰/۵۹Mg)
۸۸	۶-۱-۲-۳ آلیاژ ۳۸۰ (۴) (Al-۸/۸Si-۲/۴Cu-۱/۳۲Fe-۰/۱۲Mn)
۸۸	۷-۱-۲-۳ آلیاژ ۳۸۰ (۵) (Al-۸/۷Si-۲/۵Cu-۱/۳۵Fe-۰/۴۸Mn)
۸۸	۸-۱-۲-۳ آلیاژ ۳۸۰ (۶)
۹۰	۳-۳ انجماد و ریوساختار آلیاژ ریخته‌گری تحت فشار یونکتیک ۴۱۳
۹۲	۴-۳ انجماد و ریوساختار آلیاژهای ریخته‌گری تحت فشار هایپر یونکتیک Al-Si
۹۸	۵-۳ انجماد و ریوساختار آلیاژهای ریخته‌گری تحت فشار Al-Mg
۱۰۱	فصل چهارم - خواص آلیاژهای ریخته‌گری تحت فشار آلومینیم
۱۰۱	۱-۴ عوامل موثر بر خواص مکانیکی آلیاژهای ریخته‌گری تحت فشار آلومینیم
۱۰۱	۱-۱-۴ تاثیر ترکیب شیمیایی
۱۰۲	۲-۱-۴ تاثیر موقعیت و ابعاد سطح مقطع نمونه آزمون
۱۰۳	۳-۱-۴ تاثیر پارامترهای عملیاتی
۱۰۵	۴-۱-۴ تاثیر عملیات حرارتی
۱۰۹	۲-۴ آلیاژهای ریخته‌گری تحت فشار آلومینیم
۱۰۹	۱-۲-۴ آلیاژهای گروه ۳۶۰/۰
۱۰۹	۱-۱-۲-۴ ترکیب شیمیایی
۱۱۰	۲-۲-۴ خواص مکانیکی در دمای محیط
۱۱۰	۳-۱-۲-۴ خواص کششی در دمای بالا
۱۱۱	۴-۱-۲-۴ خواص فیزیکی
۱۱۱	۵-۱-۲-۴ پارامترهای عملیاتی
۱۱۱	۶-۱-۲-۴ قابلیت ریخته‌گری
۱۱۲	۷-۱-۲-۴ قابلیت ماشینکاری و مقاومت به خوردگی

۱۱۲	۸-۱-۲-۴ کنترل خواص
۱۱۲	۲۰-۲-۴ الیازهای گروه ۳۸۰/۰
۱۱۲	۱-۲-۲-۴ ترکیب شیمیایی
۱۱۳	۲-۲-۲-۴ خواص کششی در دمای بالا
۱۱۴	۳-۲-۲-۴ خواص فیزیکی
۱۱۴	۴-۲-۲-۴ بارامترهای فرایند
۱۱۴	۵-۲-۲-۴ قابلیت ریخته‌گری و مقاومت به خوردگی
۱۱۴	۶-۲-۲-۴ عملیات حرارتی
۱۱۵	۲۰-۲-۴ الیازهای گروه ۳۹۰/۰
۱۱۵	۱-۲-۲-۴ ترکیب شیمیایی
۱۱۶	۲-۳-۲-۴ خواص مکانیکی در دمای اتاق
۱۱۶	۳-۳-۲-۴ خواص کششی در دمای بالا
۱۱۷	۴-۳-۲-۴ مقاومت به سایش
۱۱۷	۵-۳-۲-۴ خواص فیزیکی
۱۱۷	۶-۳-۲-۴ قابلیت ریخته‌گری
۱۱۸	۷-۳-۲-۴ قابلیت ماشینکاری
۱۱۸	۸-۳-۲-۴ عملیات حرارتی
۱۱۹	۹-۳-۲-۴ مقاومت به خوردگی
۱۱۹	۴-۳-۴ الیازهای گروه ۴۱۳/۰
۱۱۹	۱-۴-۲-۴ ترکیب شیمیایی
۱۲۰	۲-۴-۲-۴ خواص مکانیکی در دمای اتاق
۱۲۰	۳-۴-۲-۴ خواص کششی در دماهای بالا
۱۲۱	۴-۴-۲-۴ قابلیت ریخته‌گری
۱۲۱	۵-۴-۲-۴ عملیات حرارتی

- ۱۲۲ ۶-۴-۲-۴ قابلیت ماشینکاری و مقاومت به خوردگی
- ۱۲۳ ۵-۲-۴ آلیاژ C۴۴۳/۰
- ۱۲۴ ۱-۵-۲-۴ ترکیب شیمیایی
- ۱۲۳ ۲-۵-۲-۴ خواص کششی در دماهای بالا
- ۱۲۴ ۳-۵-۲-۴ خواص فیزیکی
- ۱۲۴ ۴-۵-۲-۴ قابلیت ریخته‌گری
- ۱۲۴ ۵-۵-۲-۴ قابلیت ماشینکاری و مقاومت به خوردگی
- ۱۲۵ ۵-۱-۴ عملیات حرارتی
- ۱۲۵ ۶-۲-۴ آلیاژ ۱۱۸/۰
- ۱۲۵ ۱-۶-۲-۴ ترکیب شیمیایی
- ۱۲۵ ۲-۶-۲-۴ انجماد و ریخته‌ساخت
- ۱۲۶ ۳-۶-۲-۴ خواص مکانیکی
- ۱۲۶ ۴-۶-۲-۴ خواص کششی در دماهای بالا
- ۱۲۷ ۵-۶-۲-۴ خواص فیزیکی
- ۱۲۷ ۶-۶-۲-۴ قابلیت ریخته‌گری
- ۱۲۷ ۷-۶-۲-۴ قابلیت ماشینکاری و پرداخت‌شوندگی سطح و مقاومت به خوردگی
- ۱۲۸ ۸-۶-۲-۴ عملیات حرارتی