

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



قطعات ریختگی آلیاژهای آلومینیم خواص، فرایندها و کاربردها

تألیف

جی. گیلبرت کافمن

الوین ال. روی

ترجمه

دکتر آرش فتاح الحسینی

استاد گروه مهندسی مواد، دانشگاه بوعلی سینا

هدف از تألیف این کتاب ایجاد درک مختصری از خواص فیزیکی و مکانیکی قطعات ریخته‌گری آلیاژهای آلومینیم است. این کتاب شامل بحث در مورد عواملی مانند ترکیب شیمیایی، فرایند ریخته‌گری، ریزساختار، سالم بودن قطعه و عملیات حرارتی است که روی خواص فیزیکی و مکانیکی تأثیر می‌گذارند. اطلاعات منتشرشده از قبل مانند پیرسازی، رشد شکست و نحوه عملکرد دمای زیاد و کم با خصوصیات ویژگی‌های مواد موجود و به روز شده به‌منظور تهیه یک منبع معتبر برای ارزیابی نحوه عملکرد و ملزومات طراحی جمع شده‌اند.

مقایسه بین فرایندهای ریخته‌گری به توانایی‌های مخصوص و تأثیرات آن‌ها روی کارایی ویژگی‌ها محدود شده است. مراجع بسیار خوبی برای اطلاعات دقیق‌تر و بیشتر و راهنمایی در مورد روش‌های تولید و جنبه‌های مهم فرایندهای ذوب، انجماد و کنترل ساختار موجود است. خوانندگان علاقه‌مند می‌توانند به نشریات انجمن ریخته‌گران آمریکا (AFS)^۱، مؤسسه ریخته‌گری تحت فشار آمریکای شمالی (NADCA)^۲ و انجمن ریخته‌گران غیرآهنی (NFFS)^۳ مراجعه کنند. بسیاری از این نشریات در مراجع آخر هر فصل آورده شده‌اند. از دیگر اهداف این کتاب همچنین تهیه کلیاتی در مورد محصولات ریخته‌گری آلومینیم است.

نویسندگان از پشتیبانی و کمک بسیاری از شرکت‌های خصوصی در چاپ این کتاب صمیمانه تشکر می‌کنند، مخصوصاً شرکت آلکو که مطالب منتشرشده قبل و اطلاعات موجود در بایگانی‌شان را با اضافه کردن مطالب صنعتی ارائه دادند. همچنین از آقای سولت و بوکی برای مساعدت آن‌ها در ارائه آن‌ها تشکر می‌کنیم. خوشنودیم از اینکه انجمن ریخته‌گران آمریکا اعتبار ما در انتشار این کتاب بوده است. کمیته یادآوری دسته‌بندی آلومینیم، پیشنهادهای متعدد سازنده‌ای به ما داده‌اند که اعضای این کمیته در این صفحات نام برده شده‌اند. به‌علاوه، لورا مورنو و جوزف سانتر از انجمن ریخته‌گران آمریکا مجوزهای ضروری برای استفاده مجدد از

¹ American Foundry Society (AFS)

² North American Die Casting Association (NADCA)

³ Non-Ferrous Founders' Society (NFFS)

اطلاعات مورد نیاز را گرفتند. همین‌طور باید از جوزف بندیک از مؤسسه فنون ایلینویز برای توضیحات مفیدش و از جان هبسن برای مساعدت وی در تهیه نتایج مطالعات اخیر در مورد فرآیند ایزواستاتیک گرم تشکر کنیم. مؤسسه ریخته‌گری تحت فشار آمریکای شمالی و انجمن ریخته‌گران غیرآهنی همچنین به ما اجازه دادند با ذکر مراجع مقتضی، اطلاعات موجود در نشریات آنها را ذکر کنیم. همچنین از پشتیبانی و مساعدت مؤسسه آلومینیم مخصوصاً برای مجوز دادن برای ذکر اطلاعاتی از نشریات آنها که شامل آلیاژهای ریخته‌گری آلومینیم است، تشکر می‌کنیم.

جی. گیلبرت کافمن

الوین ال. روی

در مورد نویسندگان

جی. گیلبرت کافمن سابقه‌ای در حدود ۵۰ سال در زمینه آلومینیم و مواد صنعتی دارد و به عنوان یکی از فعالان در این دو رشته باقی مانده است. در ۱۹۹۷ از نایب رئیسی در انجمن آلومینیم بازنشسته شد. وی مدیر اجرایی در واشنگتن و رئیس فعلی شرکت مشاوره‌ای خود است. او قبلاً در دورات خدمت خود، ۲۶ سال را با کمپانی آلومینیم آمریکا و ۵ سال را با فلزات آرکو، که در آنجا نایب رئیس بود، گذراند. همچنین رئیس هیات مدیره شبکه ملی اطلاعاتی خواص مواد بود که یک شبکه آن‌لاین جهانی است که اطلاعات بیش از ۲۵ ماده در آن وجود داشت. پروفیسور کافمن یکی از اعضای افتخاری ASTM و عضو همیشگی ASM است. او بیش از ۱۲۵ مقاله و چهار کتاب در مورد آلیاژهای آلومینیم و سیستم‌های اطلاعاتی مواد منتشر کرده است.

الوین روی بعد از ۳۵ سال از کمپانی آلومینیم آمریکا بازنشسته شد، در حالی که مدیر صنفی بیمه کیفیت و متالورژی بود و قصد داشت یک بنگاه مشاوره‌ای که در ارتباط با فرایندهای آلومینیم و تکنولوژی ساخت، سیستم کیفیت و روابط صنعتی بود، تشکیل دهد. او در کمیته مشترک آلومینیم، انجمن ریخته‌گران آمریکا، مؤسسه ریخته‌گران تحت فشار آمریکا، مؤسسه صنعت بازیافت ضایعات، انجمن مهندسان ریخته‌گری تحت فشار، ASM و TMS فعال بوده است. او مدیر کمیته آلومینیم TMS، مدیر اتحادیه فلزات سبک و غیرفعال AFS، راهنما و مدیر بخش شمال شرقی ASM اوهایو، راهنمای منطقه‌ای بنیاد آموزش ریخته‌گری و عضو منشور لابراتوار تحقیقات ریخته‌گری پیشرفته Drexel/WPI بوده است. افتخارات آقای الوین روی شامل جایزه AFS به دلیل شایستگی علمی او، جایزه برجسته TMS/AIME، جایزه Flemings به همکاری و سهم او در زمینه انجماد، و جایزه Vining Davis Arthur برای موفقیت‌های تکنیکی است. او بیش از ۳۰ مقاله در مجله معتبر *Journal of Metals and Advanced Materials & Processes* منتشر کرده است. همچنین در سال ۱۹۹۱ کتاب *فلزات سبک و مقالاتی را در سری هندبوک‌های ASM* منتشر کرده است.

پیش‌گفتار مترجم

همان‌طور که در مقدمه این کتاب ذکر شده است هدف نهایی از تألیف کتاب ایجاد درک مختصری از خواص فیزیکی و مکانیکی قطعات ریختگی آلیاژهای آلومینیم بوده است. در حقیقت این کتاب شامل بحث در مورد عواملی مانند ترکیب شیمیایی، فرایند ریخته‌گری، ریزساختار، سالم بودن قطعه و عملیات حرارتی است که روی خواص فیزیکی و مکانیکی تأثیر می‌گذارند. همچنین در این کتاب اطلاعات دیگری مانند پیرسازی، رشد شکست و نحوه عملکرد دمای زیاد و کم با خصوصیات ویژگی‌های مواد موجود و به روز شده به‌منظور تهیه یک منبع معتبر برای ارزیابی نحوه عملکرد و ملزومات طراحی جمع شده‌اند.

تاکنون کتاب‌های متعدد و ارزنده‌ای در زمینه آلیاژهای آلومینیم در دنیا منتشر شده است که از تعداد بسیار محدودی از آنها توسط اساتید گرامی کشورمان در قالب ترجمه و یا تألیف استفاده شده است. در این میان کتاب حاضر، تألیف جی. گیلبرت کافمن و الوین ال. روی، یکی از معدود کتاب‌هایی است که به‌صورت مفید اطلاعات پایه و اساسی را درباره خواص فیزیکی و مکانیکی قطعات ریختگی آلیاژهای آلومینیم ارائه می‌دهد. به همین دلیل، ترجمه کتاب فوق انجام شد تا بتواند برای دانشجویان و محققان علاقه‌مند به این زمینه مفید باشد. با توجه به مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس دوره کارشناسی رشته مهندسی متالورژی و مواد، از این کتاب می‌توان برای تدریس دروس آلیاژهای غیرآهنی و همچنین ریخته‌گری ۲ استفاده نمود. همچنین از این کتاب می‌توان برای تدریس درس ریخته‌گری پیشرفته در دوره کارشناسی ارشد مهندسی مواد- گرایش ریخته‌گری نیز بهره برد.

از آنجایی که این کتاب نمی‌تواند عاری از هرگونه اشکالی باشد امید است دانشجویان، همکاران و دیگر افرادی که این کتاب را مطالعه می‌کنند، در صورت وجود نقاط ضعف آن را مشخص کنند و به اینجانب ارجاع دهند تا در چاپ‌های بعد اصلاح شود. در پایان از مدیریت محترم انتشارات دانشگاه بوعلی‌سینا، جناب آقای محمد جواد یداللهی فر به‌دلیل در اختیار گذاشتن امکانات چاپ و نشر کتاب تشکر و قدردانی می‌شود.

آرش فتاح‌الحسینی

مهرماه ۱۴۰۱

فصل اول: مقدمه

۱	۱-۱- پیش‌زمینه و طرح نهایی
۳	۲-۱- تاریخچه
۴	۳-۱- مزایا و محدودیت‌های قطعات ریختگی آلومینیمی
۷	۴-۱- روندهای اصلی تأثیرگذار بر افزایش استفاده از قطعات ریختگی آلومینیمی
۱۴	۵-۱- انتخاب صحیح آلیاژ آلومینیم و فرایند ریخته‌گری

فصل دوم: آلیاژهای ریختگی آلومینیم

۱۷	۱-۲- بحث کلی
۱۹	۲-۲- مشخصات
۲۱	۳-۲- نام‌گذاری آلیاژها
۳۱	۴-۲- دسته‌بندی ترکیب‌ها
۳۶	۵-۲- تأثیر عناصر آلیاژی
۴۵	۶-۲- دسته‌بندی آلیاژها با استفاده از کاربرد یا مشخصات عمده

فصل سوم: فرایندهای ریخته‌گری آلومینیم

۵۵	۱-۳- تاریخچه
۵۶	۲-۳- انتخاب فرایند ریخته‌گری
۵۹	۳-۳- تکنولوژی فرایند ریخته‌گری
۶۱	۴-۳- فرایند ریخته‌گری در قالب مصرفی با استفاده از جاذبه
۷۰	۵-۳- فرایند ریخته‌گری با قالب غیرمصرفی (دائم) و تغذیه گرانشی و انواع آن
۸۰	۶-۳- ریخته‌گری تحت فشار و انواع آن
۸۸	۷-۳- قطعات ریختگی مرغوب مهندسی
۱۰۰	۸-۳- سایر تکنولوژی‌های فرایند

فصل چهارم: تأثیرات ریزساختار بر خواص

- ۱۰۷-۱-۴ فازهای بین‌فلزی
- ۱۰۸-۲-۴ فضا‌های بین شاخه‌های دندریتی
- ۱۱۱-۳-۴ پالایش دانه‌ای
- ۱۱۲-۴-۴ تحول یوتکتیک آلومینیم-سیلیسیم
- ۱۱۸-۵-۴ پالایش آلیاژهای هایپریوتکتیک آلومینیم-سیلیسیم

فصل پنجم: تأثیر و کنترل تخلخل و آخال‌ها در قطعات ریختگی آلومینیمی

- ۱۲۳-۱-۵ تخلخل هیدروژنی
- ۱۳۱-۲-۵ تخلخل انقباضی
- ۱۳۴-۳-۵ آخال‌ها
- ۱۳۷-۴-۵ اثر ترکیبی هیدروژن، انقباض و آخال‌ها
- ۱۴۳-۵-۵ رادیوگرافی

فصل ششم: فرایند ایزواستاتیکی گرم

- ۱۴۵-۱-۶ فرایند ایزواستاتیکی گرم
- ۱۴۷-۲-۶ تأثیر پرس‌کاری ایزواستاتیکی گرم بر خواص کششی
- ۱۵۰-۳-۶ تأثیر پرس‌کاری ایزواستاتیکی گرم بر عملکرد خستگی
- ۱۵۵-۴-۶ بازرسی پرتونگاری قطعات ریختگی تحت پرس‌کاری ایزواستاتیکی گرم

فصل هفتم: عملیات حرارتی قطعات ریختگی آلومینیمی

- ۱۶۲-۱-۷ عملیات حرارتی محلولی
- ۱۶۴-۲-۷ سریع سرد کردن
- ۱۶۹-۳-۷ عملیات حرارتی رسوبی/پیرسازی
- ۱۷۳-۴-۷ آنیل کردن
- ۱۷۳-۵-۷ پایداری
- ۱۷۴-۶-۷ تنش‌های پس‌ماند

فصل هشتم: خواص و عملکرد قطعات ریختگی آلومینیومی

- ۱۸۲ ۱-۸- ترکیبات و تأثیر ترکیبات روی خواص
- ۱۸۲ ۲-۸- خواص فیزیکی آلیاژهای ریختگی آلومینیومی
- ۱۹۴ ۳-۸- خواص مکانیکی حداقلی و مخصوص قطعات ریختگی آلیاژهای آلومینیومی
- ۲۱۷ ۴-۸- خواص خستگی آلیاژهای ریختگی آلومینیومی
- ۲۳۲ ۵-۸- مقاومت به شکست آلیاژهای آلومینیومی
- ۲۶۲ ۶-۸- رشد ترک زیربحرانی
- ۲۶۸ ۷-۸- مقاومت به خوردگی
- ۲۷۱ ۸-۸- خواص کامپوزیت‌های زمینه آلومینیومی