

به نام خدا

آشنایی با

چدن گرافیت فشرده (CGI)

تألیف: مهندس امیر صدیق زاده بنام
فوق لیسانس مهندسی متالورژی

زمستان ۱۳۹۳

نام کتاب	: آشنایی با چدن گرافیت فشرده (CGI)
تألیف	: مهندس امیر صدیق‌زاده بنام
ناشر	: انتشارات علمیران
ناشر همکار	: انتشارات عبادی
نوبت چاپ	: اول - زمستان ۱۳۹۳
تعداد صفحه و قطع	: ۲۶۰ صفحه - وزیری
تیراژ	: ۵۰۰ نسخه
لیتوگرافی	: تبریز اسکتر
صحافی	: امین
طراحی جلد	: مؤسسه‌ی سایه نو
قیمت	: ۲۰۰۰۰ تومان

مسئولیت مندرجات این کتاب به عهده‌ی مؤلف اثر می‌باشد و کلیدی حقوق چاپ و نشر برای مؤلف محفوظ است.

مرکز پخش: انتشارات علمیران: تبریز - خیابان امام خمینی (ره) - بین سه راه طالقانی و تربیت - مجتمع تجاری اسناد
شهریار - طبقه‌ی پایین - تلفن: ۳۵۵۴۹۳۰۴ و ۳۵۵۵۸۹۴۵، تلفاکس: ۳۵۵۴۹۲۲۷

سرشناسه	: صدیق‌زاده بنام، امیر ۱۳۶۰
عنوان و نام پدیدآور	: آشنایی با چدن گرافیت فشرده (CGI) / امیر صدیق‌زاده بنام
مشخصات نشر	: تبریز: انتشارات علمیران
مشخصات ظاهری	: ۲۶۰ ص: مصور، جدول، نمودار
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۵۲۶۶-۶۵-۸ / ۲۰۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	: قیفا
موضوع	: چدن - ذوب و استخراج
موضوع	: متالورژی
یادداشت	: واژه نامه
رده بندی کنگره	: ۶۳۱ / ۷۳۱ TN
رده بندی دیویی	: ۶۶۹/۹۶۱۴۳

پیش‌گفتار

با یاری خداوند متعال و پس از نزدیک به ۳ سال تلاش و پیگیری، کتاب "آشنایی با چند گرافیت فشرده (CGI)" به عموم علاقه‌مندان و محققین کشور تقدیم می‌شود. در دورانی که مشغول تألیف کتاب قبلی‌ام در مورد چند نشکن آستمبر (ADI) بودم، با CGI آشنا و متوجه شدم که منبع کامل و مستقلی در مورد این چند به زبان فارسی وجود ندارد. این گونه بود که پس از پایان تألیف آن کتاب، به فکر تألیف کتاب حاضر افتادم و خوشحالم که پس از حدود ۳ سال توانستم آن را به چاپ برسانم. این کتاب در حقیقت مجموعه‌ای مدون شده‌ای از بیش از ۲۰۰ مقاله‌ی علمی و تحقیقاتی است که از زمان شناخت این چند در دهه‌های گذشته تا پایان سال ۲۰۱۴، در سراسر دنیا در مورد CGI به چاپ رسیده و جنبه‌های مختلف آن را در بر گرفته‌اند. به منظور اطمینان خاطر خوانندگان عزیز، در سراسر متن کتاب به مراجع مورد استفاده اشاره شده است و با توجه به فراوانی تعداد آن‌ها، مراجع مربوط به هر فصل در انتهای همان فصل ذکر شده‌اند.

در این کتاب بعد از مروری بر انواع چندها، تاریخچه و کاربردهای CGI مطرح شده‌اند. در فصل سوم کتاب، ویژگی‌های این چند به طور کامل مورد بررسی قرار گرفته‌اند که شامل انواع ویژگی‌های ریزساختاری، فیزیکی و مکانیکی آن می‌شود. در فصل چهارم چگونگی تولید CGI و عوامل مؤثر بر آن مانند فرآیند فشرده‌سازی گرافیت‌ها و نقش عناصر آلیاژی در آن مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

این مجموعه که برای اولین بار در ایران عرضه می‌شود، تحفه‌ای است که با هدف آشنا کردن متخصصان کشور با این نوع چند و استفاده از مزایای فراوان آن و پیشرفت روزافزون ایران اسلامی ارائه شده است و مطالعه‌ی آن به تمامی متخصصان متالورژی، مکانیک و صنایع و همچنین صنعت‌کاران عرصه‌ی تولید توصیه می‌شود. امیدوارم این کتاب مورد پذیرش اساتید و اهل فن قرار گرفته و بتواند خلأ موجود در این حوزه از علم متالورژی را پر نماید. بی‌شک این مجموعه عاری از عیب و ایراد نیست و کاستی‌هایی در آن مشاهده خواهد شد که امیدوارم اساتید بزرگوار به دیده‌ی اغماض به آنها بنگرند. در همین جا از همه‌ی خوانندگان محترم تقاضا دارم که هرگونه پیشنهاد، انتقاد و ایرادی در مورد این کتاب را از طریق پست الکترونیکی که در پایین ذکر شده است با بنده در میان بگذارند تا در چاپ‌های بعدی مورد توجه قرار گیرند. در پایان از تمامی کسانی که مرا در مسیر تألیف و چاپ این کتاب یاری نموده‌اند، به خصوص خانواده‌ام صمیمانه سپاسگزارم. تشکر ویژه‌ای نیز از جناب آقای مهندس آزادپور مدیریت انتشارات علمیران دارم که با راهنمایی‌های بسیار خوششان، هموارکننده راه چاپ و نشر این کتاب بودند.

امیر صدیق زاده بنام - فوق لیسانس مهندسی متالورژی

زمستان سال ۱۳۹۳ هجری خورشیدی - تبریز

Amir.Sadighzadeh@Gmail.com

فهرست مطالب

فصل اول مروری بر چدن‌ها

۱۱	۱-۱ مقدمه	۱۱
۱۱	۲-۱ انواع چدن	۱۱
۱۲	۱-۲-۱ چدن سفید	۱۲
۱۲	۲-۲-۱ چدن خاکستری	۱۲
۱۴	۳-۲-۱ چدن مالیل	۱۴
۱۵	۴-۲-۱ چدن نشکن	۱۵
۱۶	۵-۲-۱ چدن گرافیت فشرده	۱۶
۱۷	۶-۲-۱ چدن نشکن آستمپر	۱۷
۲۰	۷-۲-۱ چدن‌های آلیاژی	۲۰
۲۰	۳-۱ توزیع گرافیت‌ها در چدن	۲۰
۲۱	۴-۱ نمودار فازي آهن-کربن	۲۱
۲۲	۵-۱ انواع ریزساختارها در چدن	۲۲
۲۳	۱-۵-۱ فریت	۲۳
۲۳	۲-۵-۱ آستنیت	۲۳
۲۴	۳-۵-۱ آهن دلتا	۲۴
۲۴	۴-۵-۱ سمیتیت	۲۴
۲۴	۵-۵-۱ پرلیت	۲۴
۲۶	۶-۵-۱ مارتنزیت	۲۶
۲۹	۷-۵-۱ بینیت	۲۹
۲۹	۸-۵-۱ لدبوریت	۲۹
۳۰	۹-۵-۱ نمودارهای TTT	۳۰
۳۳	۶-۱ چگونگی انجماد چدن‌ها	۳۳
۳۶	۷-۱ نقش عناصر آلیاژی در چدن	۳۶
۴۱	۸-۱ عملیات حرارتی چدن‌ها	۴۱
۴۲	۱-۸-۱ همگن (یکنواخت) کردن	۴۲
۴۳	۲-۸-۱ آنیل کردن	۴۳
۴۴	۳-۸-۱ نورمال کردن	۴۴
۴۴	۴-۸-۱ سخت‌کاری	۴۴
۴۴	۵-۸-۱ بازیخت	۴۴
۴۵	۶-۸-۱ تنش‌گیری	۴۵
۴۵	۷-۸-۱ آستمپر کردن	۴۵

۴۶	 خلاصه‌ی مطالب فصل
۴۷	 چند پرسش
۴۷	 مراجع

فصل دوم: تاریخچه و کاربردهای چند گرافیت فشرده

۴۹	 ۱-۲ مقدمه
۴۹	 ۲-۲ تاریخچه‌ی CGI
۵۳	 ۳-۲ CGI در پوسته‌ی موتور خودروهای دیزلی
۵۹	 ۴-۲ مثال‌هایی از کاربردهای CGI در دنیا
۶۱	 ۱-۴-۲ پوسته‌ی موتور دیزلی BMW
۶۱	 ۲-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروی V8 TDI
۶۲	 ۳-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروی V12 TDI
۶۳	 ۴-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروی Audi TTRS 3 Sportback
۶۴	 ۵-۴-۲ سرسیلندر و پوسته‌ی موتور خودروهای سنگین DAF
۶۵	 ۶-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروی دیزلی Jaguar R-D6
۶۶	 ۷-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروی Range Rover
۶۶	 ۸-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروی Nissan Titan
۶۷	 ۹-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروی Ford Power Stroke
۶۸	 ۱۰-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروی Ford pickup 2015 F-150
۶۸	 ۱۱-۴-۲ پوسته‌ی موتور و قاب نگهدارنده‌ی خودروهای شرکت Chrysler
۶۹	 ۱۲-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروهای شرکت General Motors
۷۰	 ۱۳-۴-۲ سرسیلندر و پوسته‌ی موتور کامیونت‌های Hyundai
۷۱	 ۱۴-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروهای Kia Mohave و Hyundai ix55
۷۱	 ۱۵-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروی تجاری SITRAK
۷۲	 ۱۶-۴-۲ پوسته‌ی موتور کامیونت TerraStar
۷۳	 ۱۷-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروهای سنگین Scania
۷۳	 ۱۸-۴-۲ پوسته‌ی موتور خودروهای مسابقات اتومبیل‌رانی NASCAR
۷۴	 ۱۹-۴-۲ رینگ پیستون
۷۵	 ۲۰-۴-۲ محفظه‌ی خروجی دود موتور (manifold)
۷۶	 ۲۱-۴-۲ سایر قطعات
۸۱	 خلاصه‌ی مطالب فصل
۸۱	 چند پرسش
۸۲	 مراجع

فصل سوم: ویژگی‌های چدن گرافیت فشرده

۸۵	۱-۳ مقدمه
۸۵	۲-۳ ویژگی‌های ریزساختاری
۸۵	۱-۲-۳ گرافیت‌ها
۹۶	۲-۲-۳ زمینه‌ی فلزی
۱۰۰	۳-۳ خواص مکانیکی
۱۰۱	۱-۳-۳ خواص کششی
۱۰۵	۲-۳-۳ خواص فشاری
۱۰۶	۳-۳-۳ مدول الاستیک
۱۰۸	۴-۳-۳ سختی
۱۰۹	۵-۳-۳ استحکام ضربه
۱۱۱	۶-۳-۳ چقرمگی شکست
۱۱۱	۷-۳-۳ مقاومت سایشی
۱۱۳	۸-۳-۳ رفتار خستگی
۱۱۹	۹-۳-۳ خستگی حرارتی
۱۲۶	۴-۳ خواص فیزیکی
۱۲۶	۱-۴-۳ قابلیت جذب ارتعاش
۱۳۰	۲-۴-۳ قابلیت ریخته‌گری
۱۳۲	۳-۴-۳ هدایت حرارتی
۱۳۶	۴-۴-۳ ضریب انبساط حرارتی
۱۳۶	۵-۳ سایر ویژگی‌ها
۱۳۶	۱-۵-۳ قابلیت ماشین‌کاری
۱۳۷	۱-۱-۵-۳ شکل و کرویت گرافیت‌ها
۱۴۰	۲-۱-۵-۳ زمینه‌ی فلزی
۱۴۵	۳-۱-۵-۳ ترکیب شیمیایی
۱۵۱	۴-۱-۵-۳ آخال‌ها
۱۵۴	۵-۱-۵-۳ بهبود ماشین‌کاری CGI
۱۵۸	۲-۵-۳ مقاومت به خوردگی و اکسید شدن
۱۵۸	۶-۳ مقایسه‌ی چدن گرافیت فشرده و سایر آلیاژها
۱۵۸	۱-۶-۳ مقایسه‌ی چدن گرافیت فشرده و چدن خاکستری معمولی
۱۶۰	۲-۶-۳ مقایسه‌ی چدن گرافیت فشرده و چدن خاکستری آلیاژی
۱۶۲	۳-۶-۳ مقایسه‌ی چدن گرافیت فشرده و چدن نشکن
۱۶۲	۴-۶-۳ مقایسه‌ی چدن گرافیت فشرده و آلومینیوم
۱۶۶	۷-۳ استانداردهای CGI

۱۶۸	 خلاصه‌ی مطالب فصل
۱۶۹	 چند پرسش
۱۷۰	 مراجع

فصل چهارم: تولید چدن گرافیت فشرده

۱۷۷	 ۱-۴ مقدمه
۱۷۹	 ۲-۴ مواد قالب‌گیری
۱۷۹	 ۳-۴ عملیات ذوب
۱۸۰	 ۴-۴ ترکیب شیمیایی مذاب اولیه
۱۸۳	 ۵-۴ پایداری گرافیت فشرده
۱۸۷	 ۶-۴ روش‌های فشرده‌سازی گرافیت‌ها
۱۸۷	 ۱-۶-۴ افزودن کم عناصر کروی کننده (فشرده کننده)
۱۹۲	 ۲-۶-۴ افزودن عناصر کاهنده‌ی کرویت گرافیت‌ها
۱۹۷	 ۳-۶-۴ روش شرکت Elkem
۲۰۱	 ۴-۶-۴ روش شرکت SinterCast
۲۰۶	 ۵-۶-۴ نسل سوم فرایندهای تولید CGI
۲۰۸	 ۷-۴ چگونگی سرد شدن مذاب
۲۰۸	 ۱-۷-۴ تأثیر ضخامت و موقعیت قطعه
۲۱۰	 ۲-۷-۴ تأثیر دمای ذوب‌ریزی
۲۱۰	 ۳-۷-۴ منحنی‌های سرد شدن
۲۱۵	 ۸-۴ نقش عناصر آلیاژی در چدن گرافیت فشرده
۲۱۵	 ۱-۸-۴ کربن معادل
۲۱۷	 ۲-۸-۴ کربن
۲۱۷	 ۳-۸-۴ سیلیسیم
۲۲۱	 ۴-۸-۴ منیزیم
۲۲۲	 ۵-۸-۴ گوگرد
۲۲۴	 ۶-۸-۴ منگنز
۲۲۵	 ۷-۸-۴ فسفر
۲۲۵	 ۸-۸-۴ قلع
۲۲۶	 ۹-۸-۴ مس
۲۲۷	 ۱۰-۸-۴ نیکل
۲۲۷	 ۱۱-۸-۴ اکسیژن
۲۲۹	 ۱۲-۸-۴ آلومینیوم
۲۳۰	 ۱۳-۸-۴ کرم

۲۳۱	مولیدن ۱۴-۸-۴
۲۳۱	سریج ۱۵-۸-۴
۲۳۲	تیتانیم ۱۶-۸-۴
۲۳۴	آنتیموان ۱۷-۸-۴
۲۳۶	بور ۱۸-۸-۴
۲۳۷	کلسیم ۱۹-۸-۴
۲۳۷	وانادیم ۲۰-۸-۴
۲۳۸	۹-۴ عملیات حرارتی CGI
۲۴۰	خلاصه‌ی مطالب فصل
۲۴۲	چند پرسش
۲۴۲	مراجع
۲۴۷	واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی
۲۵۳	واژه‌یاب وازگان تخصصی