

علم و فناوری مواد

در موتور خودروها

کرمه سیخ، مقدم
محمد ضیاعامی



سرشناسه	: ضرغامی، محمد، ۱۳۵۱ -
عنوان و نام پدیدآور	: علم و فناوری مواد در موتور خودروها/ محمد ضرغامی، کاوه شیخی مقدم.
مشخصات نشر	: تهران : فراز اندیش سبز، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۴۰۸ص.: مصور
شابک	: 978-600-97562-3-0
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: اتومبیل ها - موتورها ، Automobiles -- Motors
موضوع	: اتومبیل ها - قطعات ، Automobiles -- Parts
شناسه اف ۵۰۰	: شیخی مقدم، کاوه، ۱۳۵۹ -
رده نشر کتاب	: ۱۳۹۶ع ۸/۴۸۱/۲۱۰ TL
رده بند - یویی	: ۶۲۹/۲۵
شماره کتاب - ناسی	: ۴۹۳۳۸۶۰



شرکت طراحی و مهندسی تامین قطعات ایران خودرو (سپکو)



نام کتاب : علم و فناوری مواد در موتور خودروها

مترجم : کاوه شیخی مقدم، محمد ضرغامی

موضوع : مجموعه انتشارات فراز اندیش سبز

ناشر : واحد انتشارات سپکو

ویراستار : امیر حسن آبادی

طراح جلد : مجید میانی نژاد

نوبت چاپ : اول پاییز ۱۳۹۶

شمارگان : ۱۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۷۵۶۲-۳-۰ 978-600-97562-3-0 ISBN:

آماده سازی و چاپ : فراز اندیش سبز (۶۶۹۶۹۵۰۵)

قیمت: ۴۵/۰۰۰ تومان

کلیه حقوق این اثر متعلق به انتشارات شرکت طراحی مهندسی و تامین قطعات ایران خودرو (سپکو) می باشد

نشانی: کیلومتر ۱۲ جاده مخصوص کرج - شرکت سپکو - واحد انتشارات

تلفن: ۴۸۹۲۲۳۰۸

فهرست

۱۲.....	پیشگفتار ناشر.....
۱۳.....	پیشگفتار مترجمان.....

فصل اول / موتور..... ۱۵.....

۱۷.....	۱-۱ موتور پيستونی.....
۱۸.....	۱-۱-۱ موتور چهار زمانه.....
۱۹.....	۱-۱-۲ موتور دو زمانه.....
۲۰.....	۱-۱-۳ موتور ديزل.....
۲۲.....	۲-۱ مزایا و معایب موتورهای پيستونی.....
۲۳.....	۳-۱ اجزای موتور و نحوه کار.....
۲۳.....	۱-۳-۱ اجزا.....
۲۴.....	۲-۳-۱ مواد.....
۲۵.....	۴-۱ روند اخیر در فناوری موتور.....
۲۸.....	۵-۱ منابع و نوشته‌ها.....

فصل دوم / سيلندر..... ۲۹.....

۳۱.....	۱-۲ ساختارها و عملکردها.....
۳۶.....	۲-۲ بلوک چدنی یکپارچه.....
۴۰.....	۱-۲-۲ برق‌وزنی، روان کاری و مصرف روغن.....
۴۳.....	۲-۲-۲ بهبود مقاومت به سایش بلوک‌های چدنی.....
۴۶.....	۳-۲ بلوک‌های چدنی با گرافیت قشرده.....
۴۸.....	۴-۲ بلوک‌های آلومینیومی با پوش چدنی برای بهبود خنک کاری.....
۵۳.....	۵-۲ پیچیدگی گرمایی و تخلیه حرارتی.....
۵۳.....	۱-۵-۲ چگونه سيلندری که پوش آن به روش جا زدن در آن قرار داده شده است، با حرارت دچار تغییر شکل می‌شود؟.....
۵۵.....	۲-۵-۲ بهبود انتقال حرارت با استفاده از پوش آلومینیومی متالورژی پودری.....
۵۷.....	۶-۲ بهبود تراکم‌پذیری موتور با ایجاد تغییرات در سطح.....
۵۷.....	۱-۶-۲ کاهش فاصله داخلی بین سيلندرها.....
۵۸.....	۲-۶-۲ آبکاری با کروم.....



۵۸	۲-۶-۳ آبیکاری کامپوزیت Ni-SiC.....
۶۳	۲-۶-۴ پاشش حرارتی.....
۶۳	۲-۶-۵ بلوک Al-Si هاپر بوتکتیک.....
۶۶	۲-۶-۶ کامپوزیت ریخته‌گری.....
۶۷	۲-۷-۷ فناوری‌های ریخته‌گری بلوک سیلندر آلومینیومی.....
۶۸	۲-۷-۱ ریخته‌گری در ماسه.....
۷۰	۲-۷-۱ ریخته‌گری با فوم.....
۷۱	۲-۷-۳ ریخته‌گری فشار بالا در قالب فلزی.....
۷۳	۲-۷-۴ ریخته‌گری ثقیلی.....
۷۳	۲-۷-۵ ریخته‌گری فشار پایین در قالب فلزی.....
۷۴	۲-۷-۶ ریخته‌گری کوبشی.....
۷۵	۲-۸-۱ صفحات ساختاری باز و بسته.....
۷۷	۲-۸-۲ سازه‌های متحرک دو زمانه.....
۷۹	۲-۱۰-۱ تثبیت‌گیر.....
۸۱	۲-۱۱-۱ منابع و نوشته‌ها.....

۸۳	فصل سوم / پیستون.....
۸۵	۳-۱-۱ ساختارها و عملکردها.....
۸۵	۳-۱-۱-۱ عملکرد.....
۹۱	۳-۱-۲ استفاده از Si برای کاهش انبساط حرارتی آلومینیم.....
۹۳	۳-۲-۱ فرایند ساخت.....
۹۳	۳-۲-۲ ریخته‌گری.....
۹۵	۳-۲-۲ بهسازی توزیع کریستال Si.....
۹۹	۳-۳ طراحی پیستون برای جبران انبساط حرارتی.....
۱۰۳	۳-۴ عملیات حرارتی.....
۱۰۳	۳-۴-۱ پیرسختی و پیرنرمی.....
۱۰۶	۳-۴-۲ اندازه‌گیری، سختی دمای پیستون در حین عملکرد را تخمین می‌زنند [۱۳].....
۱۰۸	۳-۵ تقویت شیار رینگ پیستون.....
۱۱۳	۳-۶ پیستون استحکام بالا.....
۱۱۳	۳-۶-۱ استحکام مواد پیستون در دماهای بالا.....
۱۱۴	۳-۶-۲ پیستون فورجی سبک‌وزن.....
۱۱۸	۳-۶-۳ آلیاژ آلومینیم متالورژی پودر، استحکام دمای بالا را افزایش می‌دهد.....



۱۱۹	۳-۶-۴ پیستون آهنی
۱۲۲	۳-۷ نتایج
۱۲۳	۳-۸ منابع و نوشته‌ها

فصل چهارم / رینگ پیستون

۱۲۵	۴-۱ عملکرد
۱۳۰	۴-۲ شکل‌های مناسب برای رسیدن به توان خروجی بالا
۱۳۷	۴-۳ مواد رینگ
۱۳۷	۴-۳-۲ چدن با گرافیت برفکی
۱۴۰	۴-۳-۴ استفاده از چدن با گرافیت کروی برای بهبود مذول الاستیک و چقرمگی
۱۴۲	۴-۳-۳ تولید بایک با استفاده از فولاد
۱۴۵	۴-۴ تنظیم خود کشش رینگ
۱۴۵	۴-۴-۱ توزیع فشار و کشش
۱۴۸	۴-۴-۲ کشیدن
۱۴۹	۴-۵ اصلاح سطح به منظور بهبود اصطکاک سایش
۱۴۹	۴-۵-۱ اصلاح سطح در حین تولید
۱۴۹	۴-۵-۲ اصلاح سطح برای بهبود دوام
۱۵۳	۴-۶ نتیجه‌گیری
۱۵۵	۴-۷ منابع و نوشته‌ها

فصل پنجم / میل بادامک

۱۵۷	۵-۱ طرز کار
۱۶۴	۵-۲ مطالعه و بررسی سطح میل بادامک و تاییت
۱۶۶	۵-۳ بهبود مقاومت به سایش بادامک
۱۶۶	۵-۳-۱ چدن تبریدی
۱۷۲	۵-۳-۲ آنالیز ترکیب شیمیایی چدن قبل از بارریزی
۱۷۴	۵-۳-۳ پرداخت، سوراخ‌کاری و سنگ‌زنی
۱۷۵	۵-۳-۴ ساختارهای کامپوزیتی
۱۷۹	۵-۴ کاهش اصطکاک در زنجیر سوپاپ
۱۸۱	۵-۵ نتیجه‌گیری
۱۸۲	۵-۶ منابع و نوشته‌ها



فصل ششم / سوپاپ و سیت سوپاپ ۱۸۳

- ۱-۶ عملکردها ۱۸۵
- ۲-۶ طراحی آلیاژ فولاد نسوز ۱۸۷
- ۱-۲-۶ فولادهای مارتنزیتی ۱۸۸
- ۲-۲-۶ فولاد آستنیتی ۱۹۰
- ۳-۶ سوپاپ دو تکه با استفاده از جوش اصطکاکی ۱۹۲
- ۴-۶ افزایش مقاومت به سایش ۱۹۶
- ۱-۴-۶ پوشش استلایت ۱۹۶
- ۲-۴-۶ سوپر آلیاژهای پایه نیکل برای سوپاپ ۱۹۹
- ۵- سوپاپهای سبکتر با استفاده از مواد دیگر ۲۰۰
- ۱-۵-۶ سرامیکها ۲۰۰
- ۱-۶ آلیاژهای تیتانیوم ۲۰۱
- ۶-۶ سیت سوپاپ ۲۰۳
- ۷-۶ نتیجه ۲۰۵
- ۸-۶ منابع و نوشتهها ۲۰۷

۸

فصل هفتم / فنر سوپاپ ۲۰۹

- ۱-۷ عملکرد ۲۱۱
- ۲-۷ سیمهای فولادی ۲۱۳
- ۳-۷ کوئل پیچی فنر ۲۱۶
- ۴-۷ بهبود استحکام خستگی با ساچمهزنی ۲۱۹
- ۵-۷ سرسیلندر ۲۲۱
- ۶-۷ نتیجه ۲۲۴
- ۷-۷ منابع و نوشتهها ۲۲۶

فصل هشتم / میل لنگ ۲۲۷

- ۱-۸ عملکردها ۲۲۹
- ۲-۸ انواع میل لنگها ۲۳۰
- ۱-۲-۸ میل لنگ یکپارچه ۲۳۰
- ۲-۲-۸ میل لنگ مونتاژی ۲۳۲
- ۳-۸ صلیبیت ۲۳۴

۲۳۵	۴-۸ عملیات فورج
۲۳۵	۱-۴-۸ تنش تغییر شکل
۲۳۶	۲-۴-۸ تبلور مجدد و بازیابی
۲۳۹	۳-۴-۸ فورج گرم
۲۴۳	۴-۴-۸ فورج سرد و نیمه گرم
۲۴۴	۵-۴-۸ فورج ترکیبی
۲۴۵	۵-۸ روش‌های سخت‌کاری سطحی
۲۴۵	۱-۵-۸ کربوره
۲۵۰	۲-۵-۸ تنش باقیمانده فشاری ایجادشده توسط کربوره
۲۵۱	۳-۵-۸ کربوره گازی
۲۵۳	۲-۵-۸ کربوره در خلأ
۲۵۴	۵-۵-۸ ریز، ختارها، غیرعادی پدید آمده در فرایند کربوره
۲۵۶	۶-۵-۸ نیترووره
۲۵۶	۷-۵-۸ نیتروکربوره
۲۵۸	۸-۵-۸ کربونیترووره
۲۵۹	۹-۵-۸ نیترووره یونی
۲۶۰	۱۰-۵-۸ سخت‌کاری القایی
۲۶۴	۶-۸ فولاد میکروآلیاژی
۲۶۹	۷-۸ استحکام دهی
۲۷۶	۸-۸ نتیجه‌گیری
۲۷۷	۹-۸ منابع و نوشته‌ها
۲۸۱	فصل نهم / شاتون
۲۸۳	۱-۹ عملکرد
۲۸۶	۲-۹ شاتون یکپارچه
۲۸۷	۳-۹ یاتاقان‌های غلطکی سوزنی
۲۸۷	۱-۳-۹ شکست خستگی
۲۹۳	۲-۳-۹ عوامل مؤثر بر عمر یاتاقان‌ها
۲۹۵	۳-۳-۹ پالایش ثانویه پس از فولادسازی
۲۹۷	۴-۹ شاتون سرهم‌بندی شده
۲۹۷	۱-۴-۹ ساختار و مواد
۲۹۷	۲-۴-۹ پیچ شاتون



- ۳۰۱ ۵-۹ باتاقان ساده
- ۳۰۴ ۶-۹ تقسیم شکست
- ۳۰۷ ۷-۹ نتیجه
- ۳۰۸ ۸-۹ منابع و نوشته‌ها

فصل دهم / کاتالیست

- ۳۱۱ ۱-۱۰ توسعه کاتالیست‌ها برای موتورهای بنزینی
- ۳۱۲ ۲-۱۰ ساختارها و عملکردها
- ۳۱۷ ۳-۱۰ کاتالیست سه راهه
- ۳۱۷ ۱-۳-۱۰ کاتالیست‌های اکسید کننده، احیا کننده و سه راهه
- ۳۱۸ ۲-۳-۱۰ خرابی کاتالیست‌ها
- ۳۱۹ ۱-۱۰ ماده پرت لایه لانه زنبوری
- ۳۱۹ ۱-۱۰ میسر
- ۳۲۰ ۲-۴-۱۰ فلز
- ۳۲۳ ۵-۱۰ توسعه کاتالیست‌ها برای احیای NO_x
- ۳۲۵ ۶-۱۰ کنترل آلاینده‌ها بر اساس دما
- ۳۲۵ ۱-۶-۱۰ کاهش جرم حرارتی و شتاب بخشی
- ۳۲۷ ۲-۶-۱۰ مبدل کاتالیزوری بسته سوتایی
- ۳۲۷ ۷-۱۰ تشخیص عیب روی داشبورد
- ۳۲۷ ۸-۱۰ گاز خروجی بعد از عملیات برای موتورهای دیزل
- ۳۲۷ ۱-۸-۱۰ فیلترهای ذرات دیزل
- ۳۳۰ ۲-۸-۱۰ روش‌های بازیابی
- ۳۳۲ ۳-۸-۱۰ افزودنی کاتالیست مصرفی
- ۳۳۲ ۴-۸-۱۰ کاتالیست NO_x زدا
- ۳۳۴ ۹-۱۰ نتیجه گیری
- ۳۳۵ ۱۰-۱۰ مراجع و یادداشت‌ها

فصل یازدهم / توربو شارژر و منیفولد دود

- ۳۳۹ ۱-۱۱ عملکردهای توربوشارژر
- ۳۴۱ ۲-۱۱ چرخ توربین
- ۳۴۱ ۱-۲-۱۱ طراحی توربین و کمپرسور

۳۴۴	۲-۲-۱۱ ریخته‌گری دقیق
۳۴۷	۳-۱۱ بدنه توربین
۳۴۷	۱-۳-۱۱ چدن
۳۴۸	۲-۳-۱۱ فولاد ریختگی
۳۴۹	۴-۱۱ منی‌فولد دود
۳۵۳	۵-۱۱ نتیجه‌گیری
۳۵۴	۶-۱۱ مراجع و یادداشت‌ها

۱۱ واژه‌نامه ۳۵۵

۳۶۱	ضمایم
۳۶۱	ضمیمه A: جدول استاندارد بین‌المللی تبدیل برای آلیاژها
۳۶۳	ضمیمه B: جدول جدول کاربری
۳۶۵	ضمیمه C: نمودار فازی
۳۷۴	ضمیمه D: انواع چدن
۳۷۸	ضمیمه E: فولادسازی و انواع فولادها
۳۸۳	ضمیمه F: ایجاد خواص مختلف از طریق حرارتی
۳۸۵	ضمیمه G: مکانیسم‌ها برای استحکام دهی حرارت
۳۹۰	ضمیمه H: بهسازی سطح
۳۹۴	ضمیمه I: فناوری اتصال
۳۹۶	ضمیمه L: ریخته‌گری آلومینیم
۴۰۳	ضمیمه k: تغییر فرم الاستیک و تغییر فرم پلاستیک
۴۰۶	ضمیمه L: کامپوزیت‌های زمینه فلزی در موتورها

پیشگفتار ناشر

جهانی که در آنیم، به دلیل گسترش دامنه دانش و تجارب انسانی از طریق فناوری‌های نوین اطلاع‌رسانی، به محیطی کوچک و به هم فشرده تبدیل شده است. طول عمر اختصاصی بودن دانش، مهارت، تجربه و ایده‌های کاربردی، به‌طور شگفت‌آوری کاهش یافته و شتاب در تسهیم داشته‌ها و یافته‌های فردی و گروهی، آشکارا بالا گرفته است. امروزه، به‌رغم حضور موثر رسانه‌های گوناگون و امکان دسترسی به یک یا گروهی از آنها، حجم انبوه تازه‌های علمی، نظری و دانشی بشر تاحدی است که حتی جست‌وجویی اجمالی در این اقیانوس، به عمری طولانی نیاز دارد.

۱۲

پیداوندگان و مخاطبان کنونی نیز اختصاصی و تخصصی شدن محتوا و اهداف اطلاع‌رسانی در زمینه آخرین یافته‌های علمی و تجربی حوزه‌ای خاص و نیازهای نوین و سطوح تامین آنها را، روشن درک کرده و بازار عرضه دانش، بیش، تجربه و مهارت را به‌گونه‌ای پرونق و جنب‌وجوش کرده‌اند که انسان‌ها با عبور از عصر اطلاعات و دانش، به عصر خردورزی فردی و جمعی نزدیک شده‌اند.

اگر این پیش‌بینی را بپذیریم که عاتق‌بردهای آتی بشر، آب، غذا و دانش خواهد بود، رزمندگان خطوط مقدم جبهه دانش، معسکات آموزشی (تمامی مقاطع)، سازمان‌های تولیدی/خدماتی (تمامی کسب و کارها) و پژوهشگران (تمامی رشته‌ها و موضوعات) خواهند بود. واحد انتشارات سایکو به منظور ادای دین به خود در توسعه توانمندی‌های نیروی انسانی شاغل در بخش صنعت خودرو و قطعه از یک‌سو و ایجاد زمینه‌ای مساعد و مناسب برای تمامی پدیدآورندگان دانشگاهی و غیردانشگاهی فعال در حوزه‌های مدیریت نوین، فنی‌مهندسی و اقتصاد صنعت، با استفاده از حمایت‌های بی‌دریغ مدیریت عامل و مساعدت‌های مستمر معاونت منابع انسانی سایکو، اقدام به حمایت از پدیدآورندگان داخلی و خارج از سازمان کرده و عزم آن دارد که خود و مخاطبان خویش در سراسر ایران اسلامی را آماده زندگی در جهانی خردورز کند.

انتشار کتاب "علم و فناوری موارد در موتور خودروها" به تمامی کسانی تقدیم می‌شود که می‌خواهند "بدانند" و آموختن را نیازی پایان‌ناپذیر و ضرورتی حیاتی می‌دانند.

واحد انتشارات سایکو

پیشگفتار مترجمان

این کتاب، مروری بر مواد مورد استفاده در موتورهای خودرو است. بحث در کتاب حاضر، این است که چگونه مشخصه‌های عملکردی موتور، مستقیم از مواد استفاده شده و روش‌های تولید، ناشی می‌شود. این کتاب، برای علاقه‌مندان فناوری خودرو، مهندسين، مرتبطین با خرید و فروش قطعات خودرو و براد و دانشجویان مهندسی مکانیک و مهندسی مواد نگاشته شده است. موضوعات کتاب به محور فناوری‌های اخیر و استانداردها استوار است. در نتیجه، این کتاب ۱۳ مقدمه خوبی است. رای کسی که می‌خواهند وارد این زمینه شوند.

قرن بیستم بر پایه انرژی است، استوار بود. در مقایسه با موتورهای اوایل قرن نوزدهم، موتورهای بهبود یافته احتراق داخلی علاوه بر توان خروجی بالاتر، ابعاد کوچک‌تری نیز دارند. امروزه، موتورها به عنوان منبع قدرت برای بسیاری از کاربردها، از جمله خودروها و موتورسیکلت‌ها، به شمار می‌روند.

خودروهای پیشرفته، دارای فناوری‌های رزمینه مواد هستند. عملکرد قطعات، تعیین‌کننده مواد و مشخصه‌های آن است. در نتیجه باید گفتانی بین طراح قطعات و تولیدکننده مواد برقرار باشد. به عنوان مثال، طراح به منظور بهره‌برداری کامل از خاص ماده، شکلی برای آن طراحی می‌کند. تولیدکننده نیز روشی انتخاب می‌کند که یک ماده مشخص، خواص لازم را دارا باشد. یک مهندس مواد با تجربه، می‌تواند پیچیدگی‌های تولید را با تحلیل ریز ساختار و ترکیب شیمیایی محصول تولید شده، متوجه شود. نگارنده، متوجه سختی‌هایی که در این راه برای تازه‌کارها وجود دارد، شده است لذا انگیزه نگارش این کتاب راهنمایی برای ارتباط عملکرد موتور به خواص مواد وجود است و تازه‌کارها را برای ورود به این زمینه کمک خواهد کرد.

این کتاب به شرح ذیل مرتب شده است. در فصل اول، مختصری در مورد موتور و قطعات آن توضیح داده شده است. در بخش‌های بعد، در هر قسمت عملکرد و فناوری مواد یک قسمت خاص از موتور، آورده شده است. ضمیمه A برای کسانی است که آشنایی کمی با اصول فناوری مواد دارند. فرض بر آن است که خوانندگان اطلاعات مقدماتی در خصوص



فرایندهایی مانند سخت کردن با کوئنچ را دارند و مطالب را به راحتی متوجه می شوند. همچنین درجایی که برای اولین بار اصطلاحات تخصصی آورده شده است، در خصوص این اصطلاحات توضیحات لازم ارائه شده است.

توجه

در این کتاب، منظور از %، درصد وزنی است، مگر آنکه غیراز آن ذکر شده باشد. مقادیرهای سختی H_B (سختی برینل)، HRB (راکول B)، HRC (راکول C)، HRF (راکول F) و H_V (یکرز) عنوان شده است. لطفاً در صورت نیاز به تبدیل، به راهنمای تبدیل واحدهای سختی مراجعه کنید.