

روش‌های آزمون سختی سنجی و کاربردهای آن در صنعت

مؤلف

مهندس حسین اثنی‌عشری



مرکز آموزش شرکت ایران خودرو

۱۳۸۲

اثنی عشری، حسین، ۱۳۴۷-

روشن‌های آزمون سختی‌سنجی و کاربردهای آن در صنعت / مؤلف حسین اثنی عشری. -

تهران: فرازاندیش سبز، ۱۳۸۴.

۱۸۲ ص. مصور، جدول، نمودار.

ISBN: 964-8034-26-6 ، ۲۴۰۰ ریال

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیه.

کتابنامه: ص. ۳۰۰.

۱. سختی‌سنجی، ۲. سختی - آزمایه‌ها، ۳. سختی - کنترل کیفی، ۴. فلزها - آزمایه‌ها.

الف. علوان.

۶۲۰/۱۱۲۶

۴۱۸ / ۴۲ / ۴۱

۸۴-۱۵۷۶۹ م

کتابخانه ملی ایران



روشن‌های آزمون سختی‌سنجی و کاربردهای آن در صنعت

- | | |
|---------------------------|---|
| مؤلف | ♦ حسین اثنی عشری |
| ویراستار | ♦ محمدرضا نورانی |
| ناشر | ♦ مرکز آموزش شرکت ایوان خودرو
(ناشر همکار فرازاندیش سبز) |
| چاپ اول | ♦ ۱۳۸۴ - ۲۵۰۰ جلد |
| آماده‌سازی / چاپ و صحافی: | ♦ فرازاندیش سبز (۶۶۹۶۹۵۰۵) |
| شابک | ♦ ۹۶۴-۸۰۳۴-۲۰-۶ |

تهران - کیلومتر ۱۴، جاده قدیم کرج - مرکز آموزش ایران خودرو

صدورق بستی ۷۳۱۳-۱۱۳۹۵

قیمت: ۲۳۰۰ تومان

فهرست مطالب

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
پیشگفتار ناشر.....	۹
پیشگفتار مؤلف.....	۱۱

فصل اول: مقدمه‌ای بر سختی‌سنجی و روش‌های اولیه

۱-۱- مقدمه.....	۱۴
۲-۱- طبقه‌بندی روش‌های سختی‌سنجی.....	۱۵
۳-۱- نکات کلی در رابطه با سختی‌سنجی.....	۱۶
۴-۱- روش‌های سختی‌خراشی.....	۱۹
۱-۴-۱- روش سختی‌خراشی مو.....	۱۹
۲-۴-۱- روش سختی سوهانی.....	۲۱
۵-۱- روش سختی‌سنجی دینامیکی.....	۲۳
۱-۵-۱- روش اسکلروسکپ.....	۲۴
۲-۵-۱- سختی‌سنج اس‌وی.....	۲۴
۳-۵-۱- سختی‌سنج اکوتیپ.....	۲۴
۶-۱- روش سختی‌شور یا دورومتر پلاستیک‌ها.....	۲۶

فصل دوم: اصول و روش‌های سختی‌سنجی راکول

۱-۲- اصول سختی‌سنجی راکول.....	۳۰
--------------------------------	----

۳۱	۲-۲- انواع روش‌های سختی‌سنجی راکول
۳۲	۱-۲-۲- سختی‌سنجی راکول استاندارد
۳۴	۲-۲-۲- سختی‌سنجی به روش راکول سطحی یا سوپر راکول
۳۵	۳-۲- دامنه کاربرد روش‌های مختلف راکول و نحوه انتخاب روش‌ها
۴۶	۴-۲- مزایا و محدودیت‌های روش‌های سختی‌سنجی راکول
۴۷	۵-۲- تنظیم شکل و اندازه نمونه‌های خاص و آزمون مواد ویژه
۵۶	۶-۲- کالیبراسیون دستگاه‌های سختی‌سنج راکول
۵۷	۱-۶-۲- صحنه‌گذاری مستقیم
۵۸	۲-۶-۲- صحنه‌گذاری غیرمستقیم
۶۱	۳-۶-۲- فواصل زمانی بین صحنه‌گذاری‌ها
۶۴	۴-۶-۲- گواهی صحنه‌گذاری و کالیبراسیون
۶۶	۵-۶-۲- مشخصات تست بلوک
۶۶	۶-۶-۲- کالیبراسیون تست بلوک سختی راکول

فصل سوم: روش سختی‌سنجی برینل

۷۲	۱-۳- اصول روش برینل
۷۴	۲-۳- شکل فرورونده و نحوه انتخاب آن
۷۸	۳-۳- انتخاب بار یا نیرو
۷۹	۴-۳- اندازه اثر
۷۹	۵-۳- رابطه اساسی P/D^2
۸۱	۶-۳- اندازه‌گیری قطر اثر
۸۲	۷-۳- نامگذاری سختی برینل
۸۳	۸-۳- محدودیت‌ها و نکات عمومی
۸۵	۹-۳- کاربردهای روش برینل
۸۷	۱۰-۳- مزایا و محدودیت‌های روش سختی‌سنجی برینل
۸۸	۱۱-۳- آزمون با فرورونده و بار برینل و براساس اصول راکول
۸۹	۱۲-۳- کالیبراسیون دستگاه‌های سختی‌سنج برینل
۸۹	۱-۱۲-۳- صحنه‌گذاری مستقیم
۹۰	۲-۱۲-۳- صحنه‌گذاری غیرمستقیم

فصل چهارم: روش سختی‌سنجی ویکرز (ماکروویکرز)

۹۴	۱-۴- اصول روش سختی‌سنجی ویکرز
۹۹	۲-۴- نکات و مشخصات
۱۰۳	۳-۴- دامنه کاربرد
۱۰۳	۴-۴- مزایا و محدودیت‌های سختی‌سنجی به روش ویکرز
۱۰۳	۵-۴- کالیبراسیون دستگاه‌های سختی‌سنج ویکرز
۱۰۳	۱-۵-۴- صحنه‌گذاری مستقیم
۱۰۵	۲-۵-۴- صحنه‌گذاری غیرمستقیم
۱۰۶	۳-۵-۴- فواصل زمانی بین صحنه‌گذاری‌ها
۱۰۶	۴-۵-۴- مشخصات تست بلوک

فصل پنجم: روش‌های میکروسختی‌سنجی

۱۱۰	۱-۵- مقدمه
۱۱۰	۲-۵- میکروسختی ویکرز و نوپ
۱۱۱	۳-۵- انتخاب فرورونده
۱۱۱	۱-۳-۵- فرورونده نوپ و نحوه محاسبه سختی نوپ
۱۱۴	۲-۳-۵- فرورونده ویکرز و نحوه محاسبه سختی ویکرز
۱۲۴	۴-۵- کاربرد روش‌های میکروسختی ویکرز و نوپ
۱۳۰	۵-۵- آماده‌سازی سطح نمونه
۱۳۱	۶-۵- اندازه‌گیری اثر سختی ویکرز و نوپ
۱۳۳	۷-۵- عوامل مؤثر در نتایج میکروسختی
۱۳۷	۸-۵- میکروسختی به روش آلتراسونیک
۱۳۷	۱-۸-۵- اصول روش آلتراسونیک
۱۴۰	۲-۸-۵- مزایا و کاربردها
۱۴۳	۹-۵- روش تعیین عمق مؤثر در قطعات فولادی کربوره و سختکاری شده

فصل ششم: عدم قطعیت در اندازه‌گیری سختی

۱۴۸	۱-۶- عدم قطعیت در اندازه‌گیری
۱۴۸	۲-۶- خطای اتفاقی
۱۴۹	۳-۶- خطای سیستمی

۱۴۹.....	۴-۶- سطح اطمینان
۱۴۹.....	۵-۶- اجزاء عدم قطعیت اتفاقی (u_r)
۱۵۰.....	۶-۶- محاسبه عدم قطعیت نتایج سختی
۱۵۲.....	۶-۷- مثال

فصل هفتم: تجهیزات سختی‌سنجی

۱۵۶.....	۷-۱- تجهیزات سختی‌سنجی
۱۵۶.....	۷-۱-۱- دستگاه‌های آزمایشگاهی
۱۵۷.....	۷-۱-۲- دستگاه‌های تولیدی
۱۵۷.....	۷-۱-۳- دستگاه‌های پرتابل
۱۵۷.....	۷-۲- انواع و مشخصات دستگاه‌های سختی‌سنجی شرکت‌های مختلف

فصل هشتم: جداول تبدیل سختی

۱۷۸.....	• جداول تبدیل سختی
۱۹۷.....	منابع و مآخذ

پیشگفتار ناشر

رشد سریع فن آوری پیشرفته در عرصه صنعت به صورت عام و صنعت خودروسازی به صورت خاص، باعث شده که در شرکت‌های صنعتی - تولیدی مطالعات و پروژه‌های مختلفی در حوزه‌های فنی - مهندسی تعریف شود به نحوی که حجم بسیار بالای داده‌های علمی در سطح سازمان مورد پردازش قرار گرفته تا بهره‌برداری بیشتر و بهتر از این داده‌ها میسر گردد. از سوی دیگر ضرورت بومی‌سازی فن آوری پیشرفته این الزام را پیش‌روی متخصصان قرار داده که اجرای این مهم را از طریق استراتژی مناسب و راهکارهای اجرایی مدنظر قرار دهند.

مرکز آموزش ایران خودرو به منظور حرکت به سمت سازمان استراتژی محور درصدد است تا موضوع «مدیریت دانش» را نیز براساس استراتژی‌های شرکت تبیین نماید و با بهره‌مندی از توانمندی‌های تخصصی بدنه کارشناسی شرکت از یک سو؛ از طریق توسعه فرهنگ یادگیری حرکت به سمت استراتژی ایجاد سازمان یادگیرنده را تسهیل نماید و از سوی دیگر آخرین دستاوردهای فن آوری پیشرفته را با استفاده از فعالیت‌های پژوهشی در سطح سازمان به کار گیرد. حرکت به سمت مشتری‌مداری در شرکت ایران خودرو باعث شده مرکز آموزش رویکرد «کیفیت‌گرایی» و آموزش‌های اثربخش مرتبط با آن را به عنوان یک استراتژی مدنظر قرار دهد و برنامه‌های مختلفی را برای آن پیش‌بینی نماید؛ زیرا امروزه برای اطمینان از کیفیت محصولات؛ روش‌های مختلفی به کار گرفته می‌شود و بازرسی و کنترل کیفیت قطعات تولیدی پس از ورود به چرخه تولید و پس از آن توسط کارگران (خودکنترلی) با توجه به اهمیت و حساسیت خاص خود

جایگاه مهم و اساسی را در فرآیند تولید به خود اختصاص داده است که نیاز به فعالیت‌های آزمایشگاهی تخصصی دارد و یکی از متداول‌ترین و در عین حال یکی از روش‌ها برای کنترل کیفیت مواد اولیه و ساخت و عملیات حرارتی و... آزمون سختی‌سنجی می‌باشد. کتاب حاضر طی هشت فصل؛ اصول و روش‌ها؛ مزایا و معایب و همچنین نحوه‌ی کاربرد تجهیزات آن را به خوبی مورد بررسی قرار داده و تشریح می‌نماید. که امید است مورد توجه و استفاده عموم علاقمندان واقع شود.

مدیریت آموزش شرکت ایران خودرو

تابستان ۱۳۸۴

پیشگفتار مؤلف

پیشرفت روزافزون صنعت، مدیون تلاش بی‌وقفه و صادقانه کارشناسان و مبتکرین است. روش‌های گوناگون صحه‌گذاری بر کیفیت قطعات با گذشت زمان دستخوش تغییرات زیادی گشته است. یکی از اساسی‌ترین مراجع برای کنترل کیفی قطعات کارخانجات تولیدی، استفاده از روش‌های آزمایشگاهی است و در این میان سختی‌سنجی یکی از متداول‌ترین، راحت‌ترین و در عین حال دقیق‌ترین روشها برای کنترل فرآیند طراحی، ساخت و قطعه‌سازی و نیز عملیات حرارتی قطعات تولیدی است.

علیرغم متداول بودن روش‌های سختی‌سنجی به نظر می‌رسد تا کنون مرجع کافی و کاملی به صورت فارسی که در دسترس همگان باشد، موجود نبوده و به همین دلیل نیز مجریان روش‌های آزمون به طور عمیق به این مهم نپرداخته‌اند. بدین منظور اینجانب وظیفه خود دانستم تا مجموعه‌ای از روش‌های سختی‌سنجی را، با توجه به بیش از یک دهه تجربه در زمینه تست و بازرسی در شرکت‌های ماشین‌سازی اراک و ایران‌خودرو، به رشته تحریر درآورم.

اثر فوق می‌تواند قابل استفاده دانشجویان، مهندسين متالورژ و مکانیک و... بازرسان کنترل کیفی، شرکت‌های قطعه‌سازی، کارگاه‌های عملیات حرارتی، نمایندگی‌های فروش تجهیزات آزمایشگاهی و سایر صنعتگران باشد.

مجموعه‌ای که در پیش رو دارید مشتمل بر هشت فصل است. در فصل اول، روش‌های مقدماتی سختی‌سنجی شامل روش‌های سختی‌سنجی خراشی و دینامیکی به طور خلاصه بحث و بررسی شده است. در فصل‌های دوم، سوم و چهارم به بررسی روش‌های مقاومت در مقابل فرورفتگی که بیشترین کاربرد را در صنعت دارا می‌باشد، پرداخته شده است. این روش‌ها شامل روش‌های ماکروسختی راکول، برینل و ویکرز می‌باشد. در تمامی فصل‌های فوق سعی شده است اصول، روش‌ها، مزایا و معایب، کاربردها، نکات جهت انتخاب روش‌ها و کالیبراسیون تجهیزات

بحث و بررسی شود.

در فصل پنجم روش‌های میکروسختی سنجی شامل روش‌های ویکرز، نوب و آلتراسونیک به طور مفصل بررسی شده است. فصل ششم به بررسی عدم قطعیت نتایج سختی پرداخته و در پایان فصل مثالی جهت محاسبه عدم قطعیت سختی ارائه شده است.

در فصل هفتم برای انتخاب تجهیزات جهت خرید، نمونه‌هایی از دستگاه‌های ساخته شده شرکت‌های مختلف آورده شده و سعی شده است تجهیزاتی با توانایی‌های مختلف از چند کمپانی معرفی شود.

در فصل هشتم، جداول مورد استفاده در سختی سنجی جهت تبدیل روش‌های مختلف سختی بیان شده است و در پایان منابع و مراجع مورد استفاده آورده شده و در واقع ترکیبی از منابع تئوری، استانداردهای مختلف سختی سنجی (*ASTM, DIN, ISO, ...*) و مراجع تجاری می‌باشد. در کل کتاب، شماره مرجع استفاده شده برای شکل‌ها و جداول در داخل کروشه *[[* مشخص شده است.

ذکر این نکته ضروری است که اثر فوق خالی از اشکال نمی‌باشد، لذا از تمامی بزرگواران، خوانندگان، دانشجویان و اساتید، صنعتگران و مهندسين تقاضا می‌شود که انتقادات و پیشنهادات خود را به ناشر یا به آدرس ایمیل asna1347@yahoo.com اعلام فرمایند تا نسبت به رفع نواقص در چاپ‌های بعدی کتاب، اقدامات لازم مبذول گردد.

در پایان لازم می‌دانم مراتب تشکر و قدردانی خود را از سروران گرامی جناب آقای مهندس وحید مقدم‌نیا از شرکت سایکو و آقای مهندس احمد رضا حاتمی از شرکت صنعتی بوتان به خاطر همفکری و اصلاح بخش‌هایی از کتاب از نظر تخصصی و نیز بازخوانی اثر اعلام نمایم و همچنین از سایر همکاران و دوستانی که در تهیه اثر فوق با اینجانب همکاری و همدلی نمودند، صمیمانه تشکر می‌شود.

امید است مجموعه فوق بتواند گامی مثبت در راه شکوفایی و اعتلای صنعت کشور باشد و به امید بالندگی و پیشرفت روزافزون صنعت کشور.

به امید آن روز

اثنی عشری

تیرماه ۱۳۸۴