

آشنایی با فرایندهای تولید رینگ‌های چرخ آلومینیمی

مؤلفان:

امین اوحدی اصفهانی
جهانشاه رحیمی



۱۳۹۰

سازگار

سرشناسه : اوحدی اصفهانی، امین، ۱۳۴۳-
 عنوان و نام پدیدآور : آشنایی با فرآیند تولید رینگ های چرخ آلومینیومی، مؤلفان امین اوحدی اصفهانی، جهانشاه رحیمی
 مشخصات نشر : تهران: نشر فراز اندیش سبز، شرکت طراحی مهندسی و تأمین قطعات ایران خودرو (سایکو)، ۱۳۹۰
 مشخصات ظاهر : ۲۴۸ص: مصور، جدول، نمودار.
 شابک : ۶۰۰۰۰ ریال - 978-600-5627-46-6
 وضعیت فهرست نویسی : فیا.
 موضوع : اتومبیل ها- چرخ ها.
 موضوع : آلیاژهای آلومینیومی.
 شناسه افزوده : شرکت طراحی مهندسی و تأمین قطعات ایران خودرو (سایکو).
 شناسه افزوده : رحیمی، جهانشاه ۱۳۳۷.
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۰ ۸۲۵ الف / TL۲۷۰
 رده بندی دیویی : ۶۲۹ / ۲۴۸۲
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۵۱۰۳۵۷



شرکت طراحی مهندسی و تأمین قطعات ایران خودرو (سایکو)

سایکو

آشنایی با فرآیندهای تولید رینگ های چرخ آلومینیومی

مؤلفان : امین اوحدی اصفهانی، جهانشاه رحیمی

ناشر: موسسه انتشارات فراز اندیش سبز

با همکاری واحد انتشارات شرکت سایکو

طراح جلد : شکيبا پرورش - مجید میرباقی نژاد

آماده سازی و چاپ : فراز اندیش سبز (۶۶۹۶۹۵۰۵)

ویراستار: فروغ کاظمی

نوبت چاپ: اول - پاییز ۱۳۹۰

شمارگان : ۱۵۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۲۷-۴۶-۶ ISBN: 978-600-5627-46-6

کلیه حقوق این اثر متعلق به انتشارات شرکت طراحی مهندسی و تأمین قطعات ایران خودرو (سایکو) است.

نشانی: کیلومتر ۱۲ جاده مخصوص کرج، شرکت سایکو، واحد انتشارات، تلفن: ۴۸۹۲۲۳۰۸

قیمت: ۶۰۰۰۰ ریال

فهرست مطالب

پیشگفتار ناشر.....	۱۰
مقدمه مؤلفان.....	۱۳

بخش اول

فصل اول: پیشینه استفاده از چرخ‌های آلومینیومی در خودروها.....	۱۷
۱-۱. سرمایه‌گذاری در تولید چرخ‌های آلومینیومی.....	۱۹
فصل دوم: معرفی اجزای چرخ خودروها.....	۲۳
۱-۲. طبقه‌بندی طوقه‌ها.....	۲۷
۲-۲. تعریف اندازه طوقه یا چرخ.....	۳۰
فصل سوم: اصول طراحی چرخ خودرو.....	۳۱
۱-۳. دلایل استفاده از آلومینیم در چرخ‌های خودرو.....	۳۲
۱-۳. محدودیت‌های استفاده از آلومینیم در چرخ‌های خودرو.....	۳۵
فصل چهارم: روش‌های تولید چرخ آلومینیومی.....	۳۷
۱-۴. روش‌های تولید چرخ‌های یک تکه از طریق فرایندهای ریخته‌گری.....	۳۸
۱-۱-۴. ریخته‌گری دایکست با فشار پایین.....	۳۸
۲-۱-۴. ریخته‌گری در قالب ریزه به روش نقلی.....	۴۳
۳-۱-۴. ریخته‌گری نیمه سانتریفوژ.....	۴۴
۴-۱-۴. ریخته‌گری کوبشی یا فورج فلز در حالت مایع.....	۴۵
۵-۱-۴. ریخته‌گری با مخلوط جامد و مایع.....	۴۸
۶-۱-۴. ریخته‌گری دایکست با فشار بالا.....	۵۱
۲-۴. روش‌های تولید چرخ‌های یک تکه از طریق فرایندهای شکل‌دهی.....	۵۱
۱-۲-۴. فرایند فورجینگ.....	۵۱

- ۵۲ ۲-۲-۴. فرایند فورجینگ - اسپینینگ
- ۵۴ ۳-۲-۴. فرایند نورد - شکافتن - اسپینینگ
- ۵۶ ۳-۴. روش‌های تولید چرخ‌های دو تکه
- ۶۰ ۴-۴. فرایند تولید چرخ‌های سه تکه

فصل پنجم: ترکیب، ساختار و خواص مکانیکی آلیاژهای آلومینیم برای تولید چرخ ۶۳

- ۶۳ ۱-۵. معرفی آلیاژهای ریختگی آلومینیم برای تولید چرخ
- ۶۴ ۱-۱-۵. تأثیر عناصر آلیاژی
- ۶۴ ۲-۱-۵. اصلاح یا بهسازی (modifying) آلیاژهای ریختگی
- ۷۵ ۳-۱-۵. ریزدانه کردن آلیاژهای ریختگی توسط ریزکننده‌ها
- ۷۸ ۴-۱-۵. گاززدایی آلیاژهای آلومینیم
- ۸۴ ۵-۱-۵. فلاکسینگ
- ۸۵ ۶-۱-۵. ترتیب عملیات کیفی مذاب‌های آلومینیم در تولید چرخ‌های ریختگی
- ۸۶ ۷-۱-۵. عملیات حرارتی آلیاژهای ریختگی
- ۹۵ ۸-۱-۵. خواص مکانیکی آلیاژهای ریختگی
- ۹۵ ۹-۱-۵. خواص ریخته‌گری آلیاژهای ریختگی
- ۹۸ ۲-۵. معرفی آلیاژهای کارپذیر آلومینیمی در تولید چرخ

بخش دوم

فصل ششم: مراحل تولید چرخ‌های ریختگی آلومینیمی ۱۰۳

- ۱۰۳ ۱-۶. خط تولید چرخ‌های آلومینیمی دایکست در "N.F.Diecasting Ltd"
- ۱۰۴ ۲-۶. خط تولید چرخ‌های ریختگی آلومینیمی در شرکت 'Tekniqe Wheel'
- ۱۰۵ ۳-۶. خط تولید چرخ‌های آلومینیمی دایکست در یک شرکت آلمانی
- ۱۰۵ ۴-۶. خط تولید چرخ ریختگی آلومینیمی در "Hayes wheels"
- ۱۰۶ ۵-۶. خط تولید چرخ‌های آلومینیمی دایکست با فشار بالا در "UBE Industries"

فصل هفتم: عیب‌های متداول در چرخ‌های آلومینیمی ۱۰۷

- ۱۰۷ ۱-۷. عیب‌های ناشی از ترکیب شیمیایی

- ۲-۷. عیب‌های ناشی از عملیات اصلاح‌سازی ۱۰۸
- ۳-۷. آخال‌های اکسیدی ۱۰۸
- ۴-۷. سردجوشی ۱۰۸
- ۵-۷. انقباض ۱۰۸
- ۶-۷. میکروتخلخل‌ها ۱۰۹

فصل هشتم: بازرسی چرخ‌های ریختگی آلومینیومی ۱۱۳

- ۱-۸. روش پرتوکاری یا بهره‌گیری از اشعه X ۱۱۳
- ۱-۱-۸. روش تهیه فیلم‌های رادیوگرافی مرجع ۱۱۴
- ۲-۱-۸. تعیین استاندارد پذیرش با استفاده از فیلم‌های رادیوگرافی مرجع ۱۱۶
- ۳-۱-۸. تحلیل نتایج رادیوگرافی با استفاده از فیلم‌های رادیوگرافی مرجع ۱۲۰
- ۴-۱-۸. مشاهده فیلم‌های رادیوگرافی ۱۲۴
- ۵-۱-۸. فلوروسکوپ و سیستم‌های اتوماتیک بازرسی به روش اشعه X ۱۲۴
- ۲-۸. روش نفوذ مایعات ۱۲۶
- ۱-۲-۸. تعیین سطوح شدت ۱۲۸
- ۳-۸. بازبینی چشمی چرخ آلومینیومی ریختگی پس از ماشینکاری ۱۳۴

فصل نهم: ماشینکاری چرخ‌های آلومینیومی ۱۳۷

- ۱-۹. مواضع ماشینکاری چرخ آلومینیومی ۱۳۷
- ۲-۹. ابزار تراشکاری چرخ‌های آلومینیومی ۱۳۸
- ۳-۹. ماشین‌های تراشکاری ۱۴۱

فصل دهم: پلیسه‌گیری و گرفتن تیزی لبه‌های چرخ‌های آلومینیومی ۱۴۳

- ۱-۱۰. ابزار گرفتن تیزی ۱۴۷

فصل یازدهم: آزمون‌های عملکرد چرخ در برابر نیروهای مکانیکی ۱۵۱

- ۱-۱۱. آزمون خستگی تحت یک ممان خمشی ۱۵۱
- ۲-۱۱. آزمون خستگی تحت نیروهای شعاعی دینامیکی ۱۵۴

- ۱۱-۳. آزمون ضربه تحت نیروهای جانبی ۱۵۷
- ۱۱-۴. آزمون ضربه تحت نیروهای شعاعی ۱۶۰
- ۱۱-۵. آزمون نشی ۱۶۱
- ۱۱-۶. آزمون فشار ۱۶۳
- ۱۱-۷. اندازه‌گیری خروج از حد چرخ ۱۶۴

بخش سوم

فصل دوازدهم: روش‌های پوشش‌دهی چرخ‌های آلومینیومی ۱۶۹

- ۱۲-۱. مشکلات ایجاد پوشش روی آلیاژهای آلومینیم ۱۶۹
- ۱۲-۲. عملیات آماده‌سازی چرخ‌های آلومینیومی برای ایجاد پوشش فلزی با پلیمری ۱۷۰
- ۱۲-۲-۱. عملیات آندایزینگ چرخ‌های آلومینیومی ۱۷۰
- ۱۲-۲-۲. پوشش‌های تبدیلی کروماته یا پوشش‌های کروماته ۱۷۰
- ۱۲-۲-۳. پوشش‌های زنگاته ۱۷۷
- ۱۲-۳. آبکاری روی چرخ‌های آلومینیومی ۱۸۲
- ۱۲-۴. پوشش‌های پلیمری روی چرخ‌های آلومینیومی ۱۸۳
- ۱۲-۴-۱. روش‌های ایجاد پوشش‌های پلیمری روی چرخ‌های آلومینیومی ۱۹۲

فصل سیزدهم: روش‌های آزمون پوشش چرخ‌های آلومینیومی ۱۹۵

- ۱۳-۱. آزمون سالت اسپری ۱۹۶
- ۱۳-۱-۱. موارد ارزیابی نمونه پس از آزمون سالت اسپری ۱۹۹
- ۱۳-۲. آزمون CASS ۲۰۰
- ۱۳-۲-۱. ارزیابی نمونه‌های آزمایشی CASS ۲۰۱
- ۱۳-۳. آزمون مقاومت رنگ در شرایط غوطه‌وری در آب ۲۰۲
- ۱۳-۴. آزمون مقاومت پوشش در محیط صد در صد مرطوب ۲۰۷
- ۱۳-۵. آزمون مقاومت به خوردگی در چرخه‌های متناوب یا آزمون مقاومت به خوردگی رشته‌ای ۲۱۰
- ۱۳-۶. مقاومت به خوردگی طبله‌ای ۲۱۴
- ۱۳-۷. آزمون خوردگی در اتمسفر طبیعی ۲۱۴

۸-۱۳	آزمون مقاومت پوشش نسبت به عوامل شیمیایی	۲۱۶
۹-۱۳	آزمون بررسی تغییرات پوشش در شرایط حضور آب و اشعه UV	۲۱۹
۱۰-۱۳	آزمون مقاومت پوشش در چرخه‌های حرارتی	۲۲۱
۱۱-۱۳	آزمون مقاومت به پدیدگی پوشش	۲۲۱
۱۲-۱۳	آزمون مقاومت به ضربه پوشش	۲۲۹
۱۳-۱۳	آزمون خراش‌های متقاطع یا چسبندگی رنگ به قطعه	۲۳۰
۱۴-۱۳	آزمون انعطاف‌پذیری رنگ	۲۳۲
۱۵-۱۳	آزمون جلاسنجی پوشش‌ها	۲۳۳
۱۶-۱۳	مقایسه چشمی رنگ پوشش	۲۳۴
۲۳۷	فصل چهاردهم: انواع مدل چرخ‌های آلومینیومی	
۱-۱۴	محصولات گروه تولیدی Rimstock	۲۳۷
۲-۱۴	محصولات گروه INTRA-EXIP	۲۳۹
۳-۱۴	محصولات شرکت Rondell	۲۴۱
۴-۱۴	محصولات شرکت Elite One Corporation	۲۴۲
۵-۱۴	محصولات شرکت BMW of North America	۲۴۴
۶-۱۴	محصولات شرکت Wheelmania	۲۴۵
۷-۱۴	محصولات شرکت "Lexani Wheel"	۲۴۶

جهانی که در آنیم، به دلیل گسترش دامنه 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، به طور شگفت‌آوری کاهش یافته و شتاب در تسهیم داشته‌ها و یافته‌های فردی و گروهی، آشکارا بالا گرفته است. امروزه، به رغم حضور مؤثر رسانه‌های گوناگون و امکان دسترسی به یک گروه از آنها، حجم آنبوه تازه‌های علمی، نظری و دانشی بشر تا حدی است که حتی جستجوی اجمالی در این آقبانوس، به عمری طولانی نیاز دارد.

پدیده‌آوردگان 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 تأمین آنها را به روشنی درک کرده و بازار عرضه دانش، پیش، تجربه و مهارت را به گونه‌ای پر رونق و جنب و جوش کرده‌اند که انسان‌ها با عبور از عصر اطلاعات و دانش به عصر خردورزی فردی و جمعی نزدیک شده‌اند. اگر این پیش‌بینی را بپذیریم که علت نبردهای آتی بشر، آب، غذا و دانش خواهد بود، رزمندگان خطوط مقدم جبهه دانش، موسسات آموزشی (تمام مقاطع)، سازمان‌های تولیدی / خدماتی (تمامی کسب و کارها) و پژوهشگران (تمامی رشته‌ها و موضوعات) خواهند بود.

واحد انتشارات سایکو به منظور ادای دین و سهم خود در توسعه توانمندی‌های نیروی انسانی شاغل در بخش صنعت خودرو و قطعه از یک سو و ایجاد زمینه‌ای مساعد و مناسب برای تمامی پدیده‌آوردگان دانشگاهی و غیردانشگاهی فعال در حوزه‌های مدیریت نوین، فنی مهندسی و اقتصاد صنعت، با استفاده از حمایت بی‌دریغ مدیریت عامل و مساعدت‌های مستمر معاونت منابع انسانی سایکو، اقدام به حمایت از پدیده‌آوردگان داخل 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 "آشنایی با فرایندهای تولید رینگ‌های چرخ آلومینیومی" به تمامی کسانی تقدیم می‌شود که می‌خواهند "بدانند" و آموختن را نیازی پایان‌ناپذیر و ضرورتی حیاتی می‌دانند.

صنعت خودروسازی، پیشگام کاربرد فناوری در جهان معاصر است و در حال حاضر به موتور محرک صنعت ایران تبدیل شده است. حضور شرکت‌های نیرومند خودروسازی در صدر شرکت‌های موفق در امر فروش، بهره‌وری و ارزش افزوده، گویای اهمیت این صنعت در اقتصاد پویای جهانی است. وجود ظرفیت‌های خالی تولیدی در شرکت‌های بزرگ خودروسازی جهان، مبین بازار رقابتی و فشرده‌ای است که در آن هر خودروساز باید با تجهیز تمام امکانات و توانمندی‌ها، برای بقای خود بکوشد. تلاش برای افزایش کیفیت و بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها جزئی از رقابت پایان‌ناپذیری است که برنده نهایی آن بی‌شک مصرف‌کنندگان خواهند بود. از این رو، تأمین نیازهای آشکار و پنهان مصرف‌کنندگان به هدف غایی و نهایی خودروسازان تبدیل شده است.

صنایع خودروسازی ایران، با توجه به اقبال روزافزون مردم برای تهیه خودرو و نقش آن به عنوان کالایی سرمایه‌ای در ایران، چاره‌ای جز تطابق فناوری خود و به کارگیری آخرین پدیده‌های صنعتی و فناوری‌های پیشرفته برای حضور در بازارهای خارجی و داخلی و تداوم بقای خود ندارد.

سالیانی چند است که خودروسازان معتبر بین‌المللی برای زیبایی ظاهری محصولات خود و جلب نظر مشتریان، تولید رینگ‌های آلومینیومی را در برنامه کار خود قرار داده‌اند. رینگ آلومینیومی خودرو به دلایل زیر در کانون توجه خودروسازان قرار گرفته است:

۱. کاهش وزن خودرو با استفاده از آلیاژهای سبک‌تر و طرح‌های بهینه به دلیل نسبت استحکام به

وزن مخصوص بالای آلومینیم

۲. کاهش مصرف سوخت به دلیل سبک شدن خودرو و کاهش گازهای آلاینده

۳. مقاوم به خوردگی و مناسب در برابر شرایط آب و هوایی متغیر

۴. بهبود عملکرد سیستم ترمز خودرو به دلیل طراحی بهینه رینگ‌های آلومینیومی در رانش کنترل

شده هوا به منظور افزایش تبادل حرارتی و پیشگیری از گرم شدن بیش از حد سیستم ترمز

۵. مقاومت بیشتر رینگ‌های آلومینیومی در برابر گشتاورهای پیچشی، بویژه در پیچ‌های تند جاده‌ها

۶. امکان بازیابی مواد اولیه رینگ‌های ساخته شده از آلومینیم

۷. امکان ایجاد طرح‌های متنوع با استفاده از رنگ‌های زیبا و شاداب و افزایش جلوه خودرو

با وجود مزایای فوق، دلایلی چند سبب عدم توفیق قطعه‌سازان داخلی در انبوه‌سازی، خودکفایی و صادرات این قطعه شده که در این میان، مهم‌ترین عامل، عدم دسترسی به دانش فنی تولید رینگ‌های آلومینیمی بوده است.

آلومینیم و آلیاژهای آن از جمله فلزاتی هستند که تولید و ریخته‌گری آنها نیاز به دانش فنی بالایی دارد. گاززدایی، جوانه‌زایی، اصلاح ساختاری، عملیات حرارتی و پوشش‌دهی رینگ‌های آلومینیمی افزون بر تسلط به دانش مهندسی به ماشین‌آلات پیشرفته و تجهیزات کنترلی بسیار دقیق نیاز دارد تا تولید قطعات آلومینیمی با استحکام مطلوب و عاری از مک، تخلخل و آخال امکان‌پذیر شود.

طی سالان اخیر روش‌های تولید رینگ‌های آلومینیمی، تنوع چشمگیری یافته و قطعه‌سازان از آخرین دستاوردهای علمی و تکنیکی در سطح جهان برای تولید انبوه و بهینه رینگ‌ها استفاده کرده‌اند. آشنایی با روش‌ها و فرایندهای گوناگون تولید و انتخاب مناسب‌ترین فرایند، بدون شک نیاز به مطالعه عمیق و گسترده دارد.

این اثر در سه بخش و چهارده فصل آماده شده است. در بخش اول، مطالب زیر بحث و بررسی می‌شود:

- اجزای چرخ خودرو
- اصول طراحی چرخ‌ها
- دلایل جایگزینی چرخ‌های فولادی با چرخ‌های آلومینیمی
- سرمایه‌گذاری در تولید چرخ‌های آلومینیمی
- روش‌های تولید چرخ‌ها
- آلیاژهای ریختگی و نوردی مورد استفاده در چرخ‌ها
- ترکیب و ساختار متالورژیکی چرخ‌ها
- خواص مکانیکی و ریختگی چرخ‌ها
- عملیات حرارتی چرخ‌ها

در دو بخش دیگر مطالب زیر بررسی می‌شود:

- مراحل تولید چرخ‌های ریختگی آلومینیمی
- عیب‌های متداول در چرخ‌های ریختگی

- بازرسی چرخ‌های ریختگی آلومینیمی
- ماشینکاری چرخ‌ها
- پلیسه‌گیری و تمیزکاری چرخ‌ها
- آزمون‌های عملکرد چرخ‌ها
- روش‌های پوشش دهی
- روش‌های آزمون پوشش چرخ‌ها
- مدل‌های مختلف چرخ‌های آلومینیمی

در این کتاب، آخرین یافته‌های علمی و فنی و جدیدترین فرایندهای تولید رینگ‌های آلومینیمی در دنیا، بحث و بررسی شده است. با توجه به کمبود اطلاعات و منابع فارسی و عدم دسترسی مناسب و کافی به بانک‌های اطلاعاتی خارجی در باب این موضوع، بدیهی است که این کتاب خالی از نقص نیست، اما مؤلفان امیدوارند با بازخوردهای نقادانه و عالمانه خوانندگان گرامی و دستیابی به منابع نوین، در ویرایش‌های بعدی این اثر، نقایص موجود رفع و گامی هر چند ناچیز، در راه احیای نهضت علمی و فنی این مرز و بوم برداشته شود.

امین اوحدی اصفهانی

جهانشاه رحیمی