

استانداردسازی گشتاور نیروی نصب تایر رینگ شده و کاهش سطح ریسک مرکز آزمون تایر

حسین صمدی

مدیر مرکز آزمون تایر، شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک

h.samadi@gmail.com

چکیده: مراکز آزمون تایر به صورت مستمر و روزانه در چندین نوبت، با نصب رینگ‌های آزمون روی ماشین‌های دوار (درام تست با سرعت‌های بالا) و پلانر سروکار دارند. با توجه به بالا بودن نمره ریسک (RPN) و مخاطرات ایمنی و نبود استانداردهای لازم متأسفانه شاهد تلفات انسانی ناشی از نقص‌های مذکور بوده‌ایم. افزون بر بحث ایمنی نیروی انسانی، منجر به خرابی زودرس پیچ و مهره‌ها و شکستن رینگ‌های آزمون نیز می‌شود. با انجام پژوهش‌های علمی کاربردی به گشتاور نیروی مناسب کاربردی و الگوهای مناسب دست‌یافتیم. در نهایت با اصلاح در طراحی و ساخت پیچ و مهره‌ها و محل نصب در رینگ و ساخت اتاقک ایمنی به اقدام اصلاحی مؤثر در حوزه ایمنی رسیدیم. امید است تلاش‌های مذکور مورد استفاده کاربران بخش‌های مراکز آزمون تایر، خدمات فنی کارگاهی و صنایع مرتبط قرار گیرد.

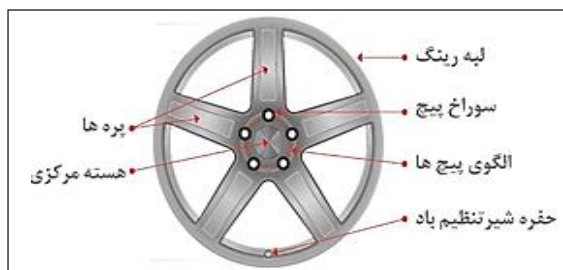
واژه‌های کلیدی: *HSE, Tightening Torque, Test Rim, Drum Test, Plunger Test RPN*

مقدمه

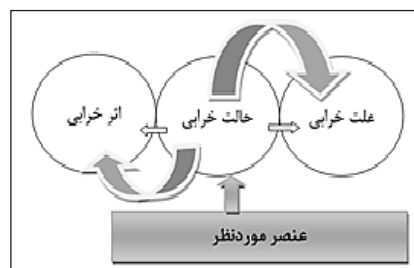
در مراکز آزمون تایر و بخش‌های خدمات فنی، دانستن روش صحیح باز و بسته کردن رینگ چرخ با گشتاور (Torque force) مناسب یکی از مهارت‌های ضروری برای تکنسین خدمات است. این کار نه تنها بر ایمنی کاربران تأثیر مستقیم داشته، بلکه از آسیب زدن به اجزای دستگاه و رینگ نیز جلوگیری می‌کند. گشتاوری نیرو: طبق تعریف گشتاور نیرو را می‌توان نیروی قدرت چرخشی دانست که پیچ و مهره را به سمت باز یا بسته شدن هدایت می‌کند؛ بنابراین زمانی که از بزرگی گشتاور نیرو صحبت می‌کنیم منظور افزایش قدرت و سرعت چرخش پیچ و مهره‌ها است. بستن و محکم کردن پیچ در اتصالات به ظاهر ساده می‌آید. ولی نحوه و مقدار اعمال نیروی لازم برای بستن پیچ و مهره استفاده می‌کنیم بسیار مهم است. این مقدار، نیروی گشتاور پیچ و مهره نام دارد که برای نصب و بستن پیچ و مهره‌ها مختلف بوده و همچنین در سطوح متفاوت با یکدیگر نیز فرق دارند. مقادیر استاندارد گشتاور براساس سایز پیچ، گرید پیچ (کلاس استحکام)، و نوع پیچ مقدار مشخص و به نیوتن‌متر نشان می‌شود. این مقدار برای پیچ‌های خشک (بدون روان‌کننده) تنظیم شده‌اند و در صورت نیاز به روان‌کننده (Lubricant) حدود ۱۰ درصد از مقدار گشتاور نیرو کاسته می‌شود.



شکل ۲- مشخصات پیچ رینگ چرخ



شکل ۳- مشخصات اجزای رینگ چرخ



شکل ۱- عناصر تشکیل‌دهنده عدد ریسک

محاسبه گشتاور نیرو

رایج‌ترین فرمول برای محاسبه گشتاور مورد نیاز - فرمول (۱) $T = K \times d \times F$ (نیوتن‌متر)

• K ضریب اصطکاک (بین ۰.۱۶ تا ۰.۲ بسته به شرایط رزوه و روان کاری)

• d قطر اسمی پیچ (میلی‌متر)

• F نیروی پیش‌بار یا نیروی لازم برای سفت کردن پیچ (نیوتن) نیروی

پیش‌بار - فرمول (۲) $F = 0.75 \times P \times A$

که P استحکام تسلیم پیچ و A سطح مقطع مؤثر پیچ است.

تبدیل گشتاور به نیروی آچار

اگر طول آچار L باشد و بدانیم با چه نیرویی باید فشار

بیآوریم: $F = \{T\} / \{L\}$

فرمول ۴- عدد ریسک (RPN) چیست؟

$RPN = S \times O \times D$ (شدت حادثه * احتمال وقوع * تشخیص خرابی)

عدد ریسک / نمره یک عدد کمی است که برای اولویت‌بندی ریسک‌های

شناسایی شده در یک فرایند (مانند فرایندهای آزمایشگاهی) استفاده می‌شود.

پارامترهای تأثیرگذار

۱) ضخامت و قطر پیچ

۲) جنس و کلاس استحکام پیچ (مانند ۸،۸، ۱۰،۹، ۱۲،۹ و...)

۳) نوع رزوه و میزان روان کاری

۴) سطح اتصال

۵) نوع پیچ و مهره

۶) میزان اصطکاک سطح پیچ و مهره

نتیجه‌ها و بحث

- پس از حدود ۱۰۰ کیلومتر یا در نخستین مرحله کنترل مقدار گشتاور نیرو را مجدداً چک و تنظیم کنید.

- هشداره/ اشتباه رایج: هرگز از آچار بادی (Impact Wrench) بدون تنظیم گشتاور استفاده نکنید! این ابزارها معمولاً پیچ‌ها را بیش از حد لازم سفت کرده و آسیب می‌زنند.

نتایج تحقیقاتی و محاسبات به‌دست‌آمده به شرح زیر است.

الف- داده‌های ارزیابی عدد ریسک (RPN) و اقدام اصلاحی انجام‌شده

معیارهای رتبه‌بندی برای ارزیابی ریسک گشتاور نیروی نامناسب بستن رینگ روی دستگاه درام تست عبارت‌اند از:

شدت حادثه (S) - از نوع بحرانی - قبل از اصلاح نمره ۱۰ / بعد از اصلاح ۴

احتمال وقوع (O) - چند بار در روز - قبل از اصلاح وقوع نمره ۴ / بعد از اصلاح ۲
تشخیص حالت خرابی (D) - از نوع متوسط - قبل از اصلاح حالت خرابی نمره ۵ / بعد از اصلاح ۲

طبق محاسبه RPN نمره ریسک ۲۰۰ است و از اولویت مهم جهت اقدام اصلاحی بوده که بعد از انجام پروژه به عدد ۱۶ رسید که ۱۳ برابر کمتر شده است

ب- تعیین استانداردسازی مقدار گشتاور نیروی بستن پیچ (جدول ۱):

در عمل گشتاور نیروی مناسب برای بستن پیچ‌ها را معمولاً معادل با ۷۵ درصد استحکام تسلیم پیچ و مهره است و استحکام تسلیم وابسته به جنس ماده استفاده‌شده در ساخت پیچ خیلی وابسته است.

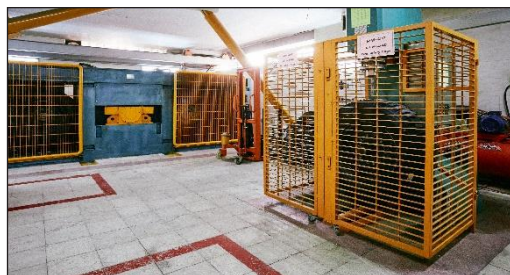
- ۱- نتیجه آزمون درام تست: تأیر رینگ شده سایز ۱۶ اینچ در آزمون سخت‌گیرانه درام تست با سایز پیچ اصلاح‌شده و گشتاور نیروی ۲۵۰ N.M به مدت ۱۰۴ ساعت و کارکرد ۹۱۵۲ km تا ۱۴۰٪ LOAD بدون شل شدگی پیچ‌ها و آسیب‌دیدگی رینگ به پایان رسید (شکل‌های ۴ و ۵ و ۶)
- ۲- نتیجه آزمون پلانجر: تأیرهای رینگ شده در اتافک ایمنی باد و مورد آزمون معمول روزانه پلانجر قرار گرفت که افزون‌بر بهبود ایمنی کار مورد افزایش رضایت و ارتقای سلامت روحی و روانی پرسنل نیز شد (شکل ۶).

جمع‌بندی:

- ۱) هرگز از آچار معمولی یا نیروی "احساسی" استفاده نکنید چون افزون‌بر تفاوت احساس فردی با خطای زیادی همراه هست
- ۲) رینگ‌های آلیاژی: به گشتاور دقیق‌تری نیاز دارند و خطای کوچک ممکن است به رینگ آسیب و غیرقابل استفاده شود.
- ۳) پیچ‌های زنگ‌زده یا فرسوده چون گشتاور واقعی را تحمل نمی‌کنند جهت حفظ ایمنی لازم باید جای‌گزین شود
- ۴) آزمون‌های تخریبی را در فنس‌های تعبیه‌شده انجام دهید (مطابق شکل ۴)
- ۵) کالیبراسیون آچار گشتاور: آچار را براساس مقدار استفاده و شرایط نگهداری حدود ۵ تا ۱۰ هزار بار استفاده کالیبره کنید.
- ۶) در هر شرایطی هیچ‌گاه گشتاور به بالاتر از ۹۰۰ Nm نیز نرسد.

جدول ۱- نتایج داده‌های پژوهش- مقادیر گشتاور نیرو و الگوی بستن انواع چرخ رینگ آزمون

ردیف	رینگ‌های مناسب آزمون	تعداد پیچ	قطر پیچ (mm)	گام پیچ (mm)	الگوی مناسب Star Pattern	روش اجرای الگو	محدوده گشتاور مناسب (N.M)
۱	سواری کوچک	۴	M10	۱،۵	ضربدری/قطری	۱-۳-۲-۴	۶۰ ~ ۷۵
۲	سواری متوسط	۵ ~ ۶	M12	۱،۷۵	ستاره‌ای	۲-۷-۱-۴-۳-۶	۷۰ ~ ۸۵
۳	شاسی‌بند/پیکاپ	۵ ~ ۶	M14	۲،۰	ستاره/ضربدری	۲-۷-۱-۴-۳-۶	۱۰۰ ~ ۱۳۰
۴	واتنی/کامیونت	۶ ~ ۱۰	M16	۲،۰	ستاره/ضربدری	۳-۷-۴-۸	۱۲۰ ~ ۱۵۰
۵	واتنی/کامیونت	۸ ~ ۱۰	M18	۲،۵	ستاره/ضربدری	۱-۵-۲-۶	۱۸۰ ~ ۲۴۰
۶	اتوبوسی باری	۸ ~ ۱۰	M20	۲،۵	ستاره/ضربدری	۸-۳-۷-۵-۱۰	۲۵۰ ~ ۳۰۰
۷	باری بزرگ و کشنده	۱۰ ~ ۱۲	M22	۲،۵	ستاره/ضربدری	۱-۴-۹-۲-۶-۴	۴۰۰ ~ ۵۵۰



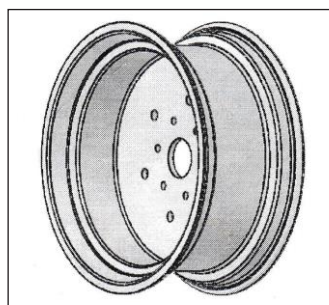
شکل ۶- ساخت اتاقک ایمنی دستگاه پلانجر



شکل ۴- آچار ترکمتر دیجیتال

نتیجه‌گیری

پروژه پایلوت روی رینگ سایز وانتی ۱۶ اینچ (سایز پرمصرف و استفاده‌های Overload در سرویس) انجام شد. قطر پیچ رینگ ۱۲mm بوده با اصلاحات لازم به سایز ۱۴mm تغییر یافت و در ۴ سری آزمون‌های سخت‌گیرانه درام تست و پلانجر روی تایرهای کامیونت طبق جدول مذکور روی دستگاه درام تست اجرا شد. هیچ‌گونه شل شدن و لقی و مشکل ایمنی (برخلاف قبل از اصلاح) مشاهده نشد و مقدار RPN از عدد ۲۴۰ به ۱۶ رسید. در ادامه با طراحی، ساخت و نصب قفس ایمنی برای تست دستگاه پلانجر مطابق شکل ۶- افزایش رضایت‌مندی پرسنل و ارتقای ایمنی و کاهش سطح ریسک پروژه (HSE) شد.



شکل ۵- رینگ اصلاح‌شده

مراجع

- [۱] جداول و استانداردهای طراحی و ماشین‌سازی مترجم: عبدالله ولی نژاد ناشر: طراح چاپ سال ۱۳۹۶.
- [۲] شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک مرکز تحقیقات و تعلیمات فنی بهداشت کار-سال ۱۳۹۶.
- [3] Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread -ISO 898-1 Fifth edition 2013-01-15.
- [4] Fasteners — Torque/clamp force testing -ISO 16047 First edition 2005-02-01.
- [5] INSO 2169-2 4th Revision 2024 Tires – Bus, truck and trailer radial tire – Specifications and test methods.
- [6] Tire Test Plan (SAIPA GROUP).