



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۶۵۹۰

چاپ اول

شهریور ۱۳۹۲

INSO

16590

1st. Edition

Sep.2013

خودرو - جعبه فرمان مکانیکی - نوع رک و
پینیونی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

**Vehicle - Manual steering - Rack and Pinion
type - Specifications and Test methods**

ICS:43.040.50

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند، در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1 - International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3 - International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legal)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«خودرو - جعبه فرمان مکانیکی - نوع رک و پینیونی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون»

رئیس:

مومی وند، علی
(فوق لیسانس مهندسی صنایع)

دبیر:

اصغری، پدram
(لیسانس مهندسی مکانیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ایمانی، جهانبخش
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

باقری، بهزاد
(لیسانس مهندسی مکانیک)

پروینی، یاسر
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

تحریریان، سالار
(لیسانس مهندسی مکانیک)

حائریان، سید حسن
(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

حسینی، سید سعید
(لیسانس مهندسی متالورژی)

خادمی، محمد رضا
(فوق لیسانس مکانیک)

سمت و / یا نمایندگی

مدیر تولید شرکت مارپیچ باختر

مدیر فنی مهندسی شرکت مارپیچ باختر

کارشناس اداره کل استاندارد استان
کرمانشاه

مدیر کنترل کیفیت گروه صنعتی مارپیچ

استاد دانشگاه رازی کرمانشاه

کارشناس سازمان ملی استاندارد ایران

کارشناس شرکت ساپکو

کارشناس سازمان صنعت و معدن و تجارت
استان کرمانشاه

کارشناس شرکت سایپا

مدیر تضمین کیفیت شرکت آذر نهاد سامان	خدادادی، حمید (کارشناس مدیریت صنعتی)
کارشناس اداره کل استاندارد استان کرمانشاه	دارابی پور کلهر، ژیلا (فوق لیسانس شیمی تجزیه)
مدیر کنترل کیفیت شرکت ماریچ باختر	راکی، سامان (لیسانس مهندسی مکانیک)
کارشناس استاندارد - گروه پژوهشی خودرو و نیرو محرکه	رزاقی فر، علی (لیسانس صنایع)
کارشناس موسسه غیر انتفاعی زاگرس	عنوانی، علی (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)
مدیر عامل شرکت فرزانهکار	فرزانه، کمال الدین (دکترای مهندسی مکانیک)
کارشناس شرکت سازه گستر سایپا	مهیار، مجید (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ح	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ ویژگی‌ها
۴	۱-۴ لیست قطعات و اجزاء منفصله اصلی
۴	۲-۴ مواد اولیه و خواص مکانیکی قطعات / اجزای اصلی منفصله
۵	۱-۲-۴ مجموعه سبک بیرونی
۵	۲-۲-۴ مجموعه سبک داخلی
۵	۳-۲-۴ پینیون (مارپیچ فرمان)
۵	۴-۲-۴ رک (دنده شانه‌ای)
۵	۵-۲-۴ پوسته
۵	۶-۲-۴ حلقه لاستیکی
۶	۷-۲-۴ پایه فلزی
۶	۸-۲-۴ فنر فشاری استکانی
۶	۹-۲-۴ خار فنری
۶	۱۰-۲-۴ بوش پلاستیکی
۶	۱۱-۲-۴ استکانی
۶	۳-۴ مشخصات عملکردی و طراحی قطعات/اجزاء منفصله اصلی
۶	۱-۳-۴ مشخصات عملکردی و طراحی مجموعه سبک بیرونی
۶	۲-۳-۴ مشخصات عملکردی و طراحی مجموعه سبک میانی
۷	۳-۳-۴ مشخصات عملکردی و طراحی پینیون (مارپیچ فرمان)
۷	۴-۳-۴ مشخصات عملکردی و طراحی رک (دنده شانه‌ای فرمان)
۷	۵-۳-۴ مشخصات عملکردی و طراحی پوسته جعبه فرمان
۷	۶-۳-۴ مشخصات عملکردی و طراحی بوش پلاستیکی جعبه فرمان

فهرست مندرجات (ادامه)

صفحه	عنوان
۷	مشخصات عملکردی و طراحی فنر فشاری استکانی جعبه فرمان ۷-۳-۴
۸	مشخصات عملکردی و طراحی حلقه‌های لاستیکی اتصال به بدنه جعبه فرمان ۸-۳-۴
۸	مشخصات عملکردی و طراحی پایه‌های فلزی اتصال به بدنه جعبه فرمان ۹-۳-۴
۸	مشخصات عملکردی و طراحی خار فنری جعبه فرمان ۱۰-۳-۴
۸	مشخصات عملکردی و طراحی استکانی جعبه فرمان ۱۱-۳-۴
۹	۵ آزمون‌ها
۹	۱-۵ کلیات
۹	۲-۵ انواع آزمون‌ها
۹	۱-۲-۵ آزمون‌های عملکرد
۹	۲-۲-۵ آزمون‌های استحکام استاتیکی جعبه فرمان
۹	۳-۲-۵ آزمون‌های دوام
۹	۴-۲-۵ آزمون‌های مشخصه‌های مکانیکی جعبه فرمان
۹	۵-۲-۵ آزمون‌های کارکرد جعبه فرمان
۹	۳-۵ شرایط عمومی آزمون
۱۰	۱-۳-۵ دمای محیط
۱۰	۲-۳-۵ میز نگهدارنده جعبه فرمان و متعلقات آن
۱۰	۳-۳-۵ تجهیزات اندازه‌گیری
۱۰	۴-۳-۵ شروع انجام آزمون‌ها
۱۰	۴-۵ مکانیزم جعبه فرمان
۱۰	۵-۵ روش انجام آزمون‌ها
۱۰	۱-۵-۵ آزمون‌های عملکرد
۱۸	۲-۵-۵ آزمون‌های استحکام استاتیکی
۲۳	۳-۵-۵ آزمون‌های دوام
۲۷	۴-۵-۵ آزمون‌های مشخصه‌های مکانیکی جعبه فرمان
۲۸	۵-۵-۵ آزمون‌های کارکرد جعبه فرمان

فهرست مندرجات (ادامه)

صفحه	عنوان
۳۱	۶ نشانه گذاری
۳۲	پیوست الف (الزامی) خلاصه آزمون عملکرد جعبه فرمان مکانیکی در دستگاه آزمون
۳۴	پیوست ب (الزامی) آزمون گشتاور عملکرد پینیون
۳۶	پیوست پ (الزامی) آزمون نیروی شروع حرکت رک
۳۸	پیوست ت (الزامی) آزمون نوسان گشتاور پینیون و راندمان مکانیکی
۴۰	پیوست ث (الزامی) آزمون صلبیت
۴۲	پیوست ج (الزامی) آزمون استحکام با ورودی نرمال
۴۴	پیوست چ (الزامی) آزمون استحکام با ورودی معکوس
۴۶	پیوست ح (الزامی) آزمون دوام با ورودی نرمال
۴۸	پیوست خ (الزامی) آزمون دوام با ورودی معکوس
۵۰	پیوست د (اطلاعاتی) مواد اولیه و خواص مکانیکی قطعات / اجزاء منفصله اصلی جعبه فرمان مکانیکی خودرو پرآید

پیش‌گفتار

استاندارد "خودرو - جعبه فرمان مکانیکی - نوع رک و پینیونی - ویژگی ها و روش های آزمون" که پیش نویس آن توسط سازمان ملی استاندارد ایران در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در پانصد و نود و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد خودرو و نیرو محرکه مورخ ۲ / ۵ / ۱۳۹۲ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منابع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

- ۱ استاندارد شرکت ایران خودرو شماره ۱۱۰۱۱۲۶۱۸۰، تست بوک جعبه فرمان هیدرولیک پژو ۴۰۵
- ۲ اصغری، پدram و همکاران، ویژگی و روش‌های آزمون جعبه فرمان‌های مکانیکی، شرکت مارپیچ باختر، ۱۳۸۶

3 JASO C 717: 1991, Bench test procedures of rack and pinion type manual steering

خودرو - جعبه فرمان مکانیکی - نوع رک و پینیونی - ویژگی ها و روش های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی‌های عمومی و روش‌های آزمون جعبه فرمان مکانیکی خودروهای سبک است. این استاندارد برای تمامی مجموعه جعبه فرمان‌های مکانیکی از نوع رک و پینیون^۱ کاربرد دارد. این استاندارد برای جعبه فرمان اتومبیل‌های خاص^۲ کاربرد ندارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۳۹۰: سال ۱۳۷۲، خودرو - سیبک - ویژگی‌ها

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۳۹۱: سال ۱۳۷۲، خودرو - سیبک - روش‌های آزمون

2-3 DIN 472: 1981, Circlips (retaining rings) for bores normal type and heavy type

۳ اصطلاحات و تعاریف

۱-۳

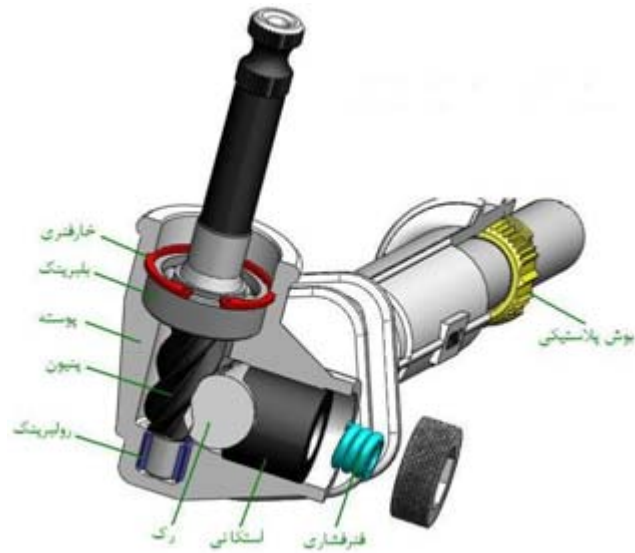
رک (دنده شانه‌ای)^۳

از قطعات اصلی جعبه فرمان است که ضمن درگیر شدن با قطعه پینیون با حرکت رفت و برگشتی باعث جابجایی چرخ‌ها می‌شود. این قطعه از دو سمت به سیبک درونی متصل است هم‌چنین از انتهای سمت بدون دندانه با قطعه بوش پلاستیکی در تماس است و از سمت دندانه‌ها هم بین قطعه پینیون و استکانی قرار می‌گیرد (به شکل ۱ مراجعه شود).

۱- منظور از جعبه فرمان مکانیکی رک و پینیون جعبه فرمان‌هایی است که دارای دنده شانه‌ای و مارپیچ (پینیون) بوده و به تلسکوپی و چهارشاخ فرمان متصل هستند.

۲- اتومبیل‌های خاص دارای جعبه فرمان متصل به بوستر هستند.

3- Rack shaft



شکل ۱- شمائی از قطعات اصلی جعبه فرمان مکانیکی

۲-۳

پینیون^۱

از قطعات اصلی جعبه فرمان است که با حرکت دورانی باعث جابجایی رک (دنده شانه‌ای) می‌شود. این قطعه از یک سمت دارای هزار خاری بوده که توسط چهارشاخ فرمان^۲ به هزار خاری تلسکوپی^۳ متصل می‌شود (به شکل ۲ مراجعه شود).



شکل ۲- انواع مختلف پینیون در جعبه فرمان خودرو

1- Pinion

۲- چهار شاخ فرمان: قطعه واسط بین پینیون جعبه فرمان و تلسکوپی فرمان می‌باشد و علاوه بر انتقال چرخش تلسکوپی به پینیون می‌تواند مقداری انحراف محوری پینیون و تلسکوپی را خنثی کند

۳- تلسکوپی: قطعه واسط بین غربیلک فرمان و چهار شاخ می‌باشد که علاوه بر انتقال چرخش غربیلک فرمان به چهار شاخ مانند فیوز عمل کرده و در هنگام تصادف از آسیب رسیدن به راننده جلوگیری می‌کند

۳-۳

استکانی^۱

قطعه‌ای که مانند یاتاقان عمل می‌کند و رک بر روی آن می‌لغزد و همچنین نقش تکیه‌گاه را برای رک در جعبه فرمان دارد و رابط اعمال نیرو از فنر به رک و پینیون است و همراه با فنر فشاری جعبه فرمان نقش مستهلک کننده را ایفاء می‌کند.

۴-۳

بوش پلاستیکی^۲

قطعه‌ای مانند بوش که رک در هنگام حرکت در آن می‌لغزد. این قطعه مطابق شکل (۱) در پوسته جعبه فرمان قرار گرفته و نقش یاتاقان لغزشی را برای رک ایفاء می‌کند

۵-۳

پوسته جعبه فرمان

پوسته جعبه فرمان محل مونتاژ قطعات رک و پینیون و استکانی و بوش پلاستیکی می‌باشد و بدنه اصلی جعبه فرمان را تشکیل می‌دهد. (به شکل ۱ مراجعه شود)
پوسته معمولاً دارای سه محور اصلی می‌باشد که یک محور آن محل قرارگیری رک است. محور دوم آن به راستای قرارگیری رک عمود می‌باشد و محل قرارگیری استکانی و فنر است و محور سوم آن که معمولاً زاویه دار می‌باشد و محل قرارگیری پینیون است.

۶-۳

فنر فشاری استکانی

این قطعه در داخل استکانی که در پشت دندانه‌های رک وجود دارد، قرار می‌گیرد (به شکل ۱ مراجعه شود) و عمل مستهلک کننده را در هنگام جابجایی رک انجام می‌دهد و همواره دندانه‌های رک را با نیروی فشاری معین در دندانه‌های پینیون نگه می‌دارد.

۷-۳

حلقه‌های لاستیکی اتصال به بدنه

حلقه‌های لاستیکی به عنوان مستهلک کننده^۳ عمل می‌کنند و از انتقال لرزش و تکان و حرکت بدنه خودرو به جعبه فرمان و عکس آن جلوگیری می‌کنند. (به شکل ۳ مراجعه کنید)
حلقه‌های لاستیکی با قابلیت ارتجاعی خود سبب انعطاف پذیری جعبه فرمان می‌شوند.

1- Yuke
2- Rack bush
3- Damper

به فرآیند سخت کاری سطحی انواع فولادها به روش کربن دهی گفته می شود.

۴ ویژگی ها

۱-۴ لیست قطعات/اجزاء منفصله اصلی

لیست قطعات منفصله اصلی جعبه فرمان های مکانیکی به همراه تعداد مصرف آنها در هر جعبه فرمان به شرح جدول ۱ است.

جدول ۱- لیست قطعات/اجزاء منفصله اصلی جعبه فرمان های مکانیکی

ردیف	نام	ضریب مصرف
۱	مجموعه سیبک بیرونی ^a	۲
۲	مجموعه سیبک داخلی ^b	۲
۳	پینیون (مارپیچ فرمان)	۱
۴	رک (دنده شانه ای فرمان)	۱
۵	پوسته جعبه فرمان ^c	۱
۶	حلقه های لاستیکی پایه اتصال به بدنه ^d	۲
۷	پایه های فلزی اتصال به بدنه ^e	۲
۸	فنر فشاری استکانی ^f	۱
۹	خار فنری ^g	۱
۱۰	بوش پلاستیکی	۱
۱۱	استکانی	۱

a- Outer ball joint
b- Inner ball joint
c- Rack housing
d- Mounting rubber
e- Clamping plate
f- Spring
g- Snap ring bevel

۲-۴ مواد اولیه و خواص مکانیکی قطعات / اجزای اصلی منفصله

صحت و درستی مواد اولیه و خواص مکانیکی قطعات و اجزای منفصله مهم است و باید اندازه گیری شده و با معیار های پذیرش مطابقت داده شود. خواص مهم در ارتباط با هر قطعه در زیر معرفی شده است و معیار پذیرش آن بر اساس نوع خودرو توسط استانداردهای کارخانه ای خودروساز معرفی می شود. به طور مثال در

پیوست د به پاره ای از خواص مواد اولیه و خواص مکانیکی قطعات و اجزای اصلی منفصله خودرو پراید اشاره شده است.

۴-۲-۱ مجموعه سیبک بیرونی (سیبک فرمان)

مطابق استاندارد ملی خودرو، سیبک، ویژگی ها بشماره ۳۳۹۰

۴-۲-۲ مجموعه سیبک داخلی (قرقری)

مطابق استاندارد ملی خودرو، سیبک، ویژگی ها بشماره ۳۳۹۰

۴-۲-۳ پینیون (مارپیچ فرمان)

مواد اولیه پینیون جزء گروه فولاد سممانته می باشد که ترکیب شیمیایی (درصد عناصر) و خواص مکانیکی آن (استحکام نقطه تسلیم، استحکام کششی، ازدیاد طول نسبی، مقدار ضربه ای (شارپی) و سختی) مهم بوده و باید اندازه گیری شود و معیار پذیرش آن بر اساس توافق بین تولید کننده و خودروساز و مطابق با استاندارد کارخانه مادر می باشد.

۴-۲-۴ رک (دنده شانه ای و فرمان)

مواد اولیه رک جزء گروه فولاد های کم آلیاژ می باشد و معمولا از خانواده CK استفاده می شود که ترکیب شیمیایی (درصد عناصر) و خواص مکانیکی آن (استحکام نقطه تسلیم، استحکام کششی، ازدیاد طول نسبی، مقدار ضربه ای (شارپی) و سختی) مهم بوده و باید اندازه گیری شود و معیار پذیرش آن بر اساس توافق بین تولید کننده و خودروساز مطابق با استاندارد کارخانه مادر می باشد.

۴-۲-۵ پوسته جعبه فرمان

مواد اولیه پوسته جعبه فرمان از خانواده آلومینیوم آلیاژی می باشد که برای عملیات ریخته گری تحت فشار در قالب های فلزی دایکاست مناسب می باشد که ترکیب شیمیایی (درصد عناصر) و خواص مکانیکی آن (استحکام نقطه تسلیم، استحکام کششی، استحکام برشی، وزن مخصوص، نقطه ذوب و سختی) مهم بوده و باید اندازه گیری شود و معیار پذیرش آن بر اساس توافق بین تولید کننده و خودروساز مطابق با استاندارد کارخانه مادر می باشد.

۴-۲-۶ حلقه های لاستیکی پایه اتصال بدنه

مواد اولیه حلقه های لاستیکی از خانواده NBR می باشد که خواص فیزیکی آن (حداکثر تغییر طول، نرخ تغییر خصوصیت کششی، تغییرات سختی و دمای آزمایش آن) مهم بوده و قابل اندازه گیری می باشد.

۷-۲-۴ پایه های فلزی اتصال به بدنه

مواد اولیه پایه های فلزی اتصال به بدنه از فولاد خانواده ST می باشد که ترکیب شیمیایی (درصد عناصر) و خواص مکانیکی آن (استحکام نقطه تسلیم، استحکام کششی، ازدیاد طول نسبی و سختی) مهم بوده و قابل اندازه گیری می باشد.

۸-۲-۴ فنر فشاری استکانی

مواد اولیه فنر فشاری از خانواده فولاد فنر می باشد که ترکیب شیمیایی (درصد عناصر) و خواص مکانیکی آن (استحکام نقطه تسلیم، استحکام کششی، ازدیاد طول نسبی و سختی) مهم بوده و قابل اندازه گیری می باشد.

۹-۲-۴ خار فنری

مواد اولیه خار فنری از خانواده فولاد فنر می باشد که ترکیب شیمیایی (درصد عناصر) و خواص مکانیکی آن (استحکام نقطه تسلیم، استحکام کششی، ازدیاد طول نسبی، سختی و مؤلفه های فرآیند سخت کاری آن) مهم بوده و قابل اندازه گیری می باشد.

۱۰-۲-۴ بوش پلاستیکی

مواد اولیه بوش پلاستیکی از خانواده PPR که خواص فیزیکی و مکانیکی آن (وزن مخصوص، مقاومت کششی، افزایش طول مقاومت خمشی، نرخ الاستیسیته خمشی، مقاومت ضربه، سختی و دمای تغییر شکل حرارتی) مهم بوده و قابل اندازه گیری می باشد.

۱۱-۲-۴ استکانی

مواد اولیه استکانی از خانواده پلی استال رزین با نشانه PVC بوده که خواص مکانیکی و فیزیکی آن (وزن مخصوص، مقاومت کششی، افزایش طول، مقاومت ضربه، سختی و نرخ جذب) مهم بوده و قابل اندازه گیری می باشد.

۳-۴ مشخصات عملکردی و طراحی قطعات/اجزاء منفصله اصلی

۱-۳-۴ مشخصات عملکردی و طراحی مجموعه سیبک بیرونی
مجموعه سیبک بیرونی باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۳۹۰ باشد.

۲-۳-۴ مشخصات عملکردی و طراحی مجموعه سیبک داخلی
مجموعه سیبک میانی باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۳۹۰ باشد.

۳-۳-۴ مشخصات عملکردی / طراحی پنیون (مارپیچ فرمان)

پنیون باید از فولاد آلیاژی ساخته شود و به روش سمانتاسیون سخت کاری شود. پنیون باید دارای حداقل ۵ و حداکثر ۸ دنده مارپیچ باشد (به شکل ۱ مراجعه شود). پنیون از دو ناحیه در یاتاقان قرار می گیرد و می تواند موافق و مخالف حرکت عقربه های ساعت دوران کند.

۴-۳-۴ مشخصات عملکردی / طراحی رک (دنده شانه ای)

رک باید از فولاد آلیاژی ساخته شود و به روش القائی^۱ سخت کاری موضعی شود. رک باید دارای حداقل ۲۰ و حداکثر ۳۵ دندانه باشد.

۵-۳-۴ مشخصات عملکردی / طراحی پوسته جعبه فرمان

پوسته باید از آلومینیوم آلیاژی ساخته شود.

یادآوری- استفاده از سایر مواد در صورت برآورده کردن سایر الزامات مجاز می باشد.

۶-۳-۴ مشخصات عملکردی / طراحی بوش پلاستیکی

این قطعه می تواند به صورت زبانه دار یا بدون زبانه ساخته شود. این قطعه باید از جنس پلاستیک مقاوم به سایش ساخته شود.

یادآوری- استفاده از سایر مواد در صورت برآورده کردن سایر الزامات مجاز می باشد.

جهت کاهش میزان اصطکاک آن با رک، سطح تماس درگیر آن باید با ایجاد شیارهای طولی یا حفره هایی که محل ذخیره گریس می باشد، کاهش یابد. این قطعه با جنس پلاستیکی باید دارای قابلیت انعطاف پذیری باشد تا بتواند تا حدودی انحراف رک را تحمل کند.

این قطعه از نظر جنس و سختی باید دارای استحکام مناسبی در برابر سایش باشد و در گستره 40°C تا 120°C استحکام خود را حفظ کند.

۷-۳-۴ مشخصات عملکردی / طراحی فنر فشاری جعبه فرمان

فنر فشاری جعبه فرمان باید در تنظیم نهایی جعبه فرمان $1/5\text{mm}$ تا 3mm فشرده شده و نیروی 30kg تا 80kg را وارد کند.

دو سمت فنر باید سنگ خورده باشد و باید پس از عملیات سختکاری، نرماله شود.

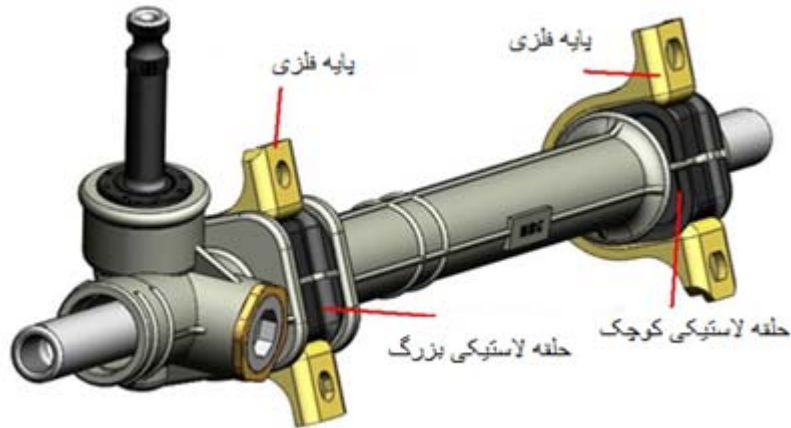
جهت بهبود وضعیت عملکردی می توان از فنرهای با مقطع مستطیل استفاده کرد.

به دلیل حساسیت مورد نیاز، عملیات افت گیری^۲ قبل از مونتاژ باید بر روی فنر انجام شود.

1-Induction hardening

۱- در کلیه فنرها بعد از عملیات سخت کاری حرارتی در هنگام فشرده و باز شدن برای اولین بار مقداری افت طول به وجود می آید که عملیات افت گیری کلیه فنرها با حداقل یک بار فشرده و باز شدن انجام می شود.

۸-۳-۴ مشخصات عملکردی / طراحی حلقه های لاستیکی اتصال به بدنه حلقه های لاستیکی می توانند در دو نوع کوچک و بزرگ مطابق شکل ۳ متناسب با شکل پایه پوسته طراحی و ساخته شوند .



شکل ۳- مجموعه جعبه فرمان به همراه پایه های فلزی و حلقه های لاستیکی

۹-۳-۴ مشخصات عملکردی / طراحی پایه های فلزی اتصال جعبه فرمان به بدنه پایه های فلزی باید از ورق های فولاد با پوشش گالوانیزه ساخته شوند.

۱۰-۳-۴ مشخصات عملکردی / طراحی خار فنری ویژگی های عملکردی و طراحی خار فنری باید طبق استاندارد DIN472 باشد. خار فنری باید ضمن قرار گیری در شیار جا خار پوسته از حرکت محوری مجموعه پینیون و بلبرینگ به سمت بیرون پوسته جلوگیری کند.

۱۱-۳-۴ مشخصات عملکردی / طراحی استکانی استکانی می تواند از جنس فلزی یا پلاستیکی باشد. این قطعه باید به صورت یکپارچه و یا در ناحیه انحنا^۱ آن به صورت لایه ای چند جنسی جهت افزایش استحکام در برابر سایش و کاهش اصطکاک ساخته شود . این قطعه باید جهت کاهش اصطکاک آن در برابر رک با گریس روانکاری شود و می توان با ایجاد شیارهای طولی در راستای رک، اصطکاک آن را کاهش داد. این قطعه از نظر جنس و سختی باید دارای استحکام و مقاومت کافی در برابر تغییر فرم و سایش باشد.

۵ آزمون‌ها

۱-۵ کلیات

روش‌های آزمون برای اجزاء سیستم تعلیق و مجموعه جعبه فرمان مکانیکی در خودروهای مختلف با چند استثناء کوچک مشابه یکدیگر می باشد زیرا کل مجموعه‌های جعبه فرمان در معرض نیروهای محوری یا جانبی و طولی تقریباً یکسانی می‌باشند و تنها اختلاف آنها در جهت و مقدار بارگذاری (بستگی به نوع خودرو) آنها است. معیارهای پذیرش در هر آزمون بر اساس نوع خودرو توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود.

۲-۵ انواع آزمون‌ها

انواع آزمون‌های بیان شده در این استاندارد به شرح زیر می‌باشند:

۱-۲-۵ آزمون‌های عملکرد

- الف - آزمون گشتاور عملکرد پینیون در جعبه فرمان
- ب - آزمون نیروی شروع حرکت رک در جعبه فرمان
- پ - آزمون نوسان گشتاور پینیون و راندمان مکانیکی جعبه فرمان
- ت - آزمون صلبیت

۲-۲-۵ آزمون‌های استحکام استاتیکی جعبه فرمان

- الف - آزمون استحکام استاتیکی جعبه فرمان با ورودی نرمال
- ب - آزمون استحکام استاتیکی جعبه فرمان با ورودی معکوس

۳-۲-۵ آزمون‌های دوام

- الف - آزمون دوام با ورودی نرمال
- ب - آزمون دوام با ورودی معکوس

۴-۲-۵ آزمون‌های مشخصه‌های مکانیکی جعبه فرمان

- الف - آزمون دامنه عملکرد در رک
- ب - آزمون وضعیت درگیری دندانه‌های رک و پینیون

۵-۲-۵ آزمون‌های کارکرد جعبه فرمان

- الف - آزمون مقاومت جعبه فرمان در حداکثر دما
- ب - آزمون مقاومت در برابر سیال خورنده
- پ - آزمون سقوط آزاد

۳-۵ شرایط عمومی آزمون‌ها

آزمون‌ها باید تحت شرایط زیر انجام شوند به جز در مواقعی که به‌طور مشخص به شرایط دیگری اشاره شده باشد.

۱-۳-۵ دمای محیط
دمای محیط آزمون باید 15°C تا 35°C باشد.

۲-۳-۵ میز نگهدارنده جعبه فرمان و متعلقات آن
میز نگهدارنده جعبه فرمان و متعلقات آن باید مناسب و صلب باشند. به طوری که در اثر اعمال نیرو دچار تغییر شکل نشوند.

۳-۳-۵ تجهیزات اندازه گیری
تجهیزات اندازه گیری باید مناسب باشند و بتوانند اهداف آزمون را برآورده سازند.

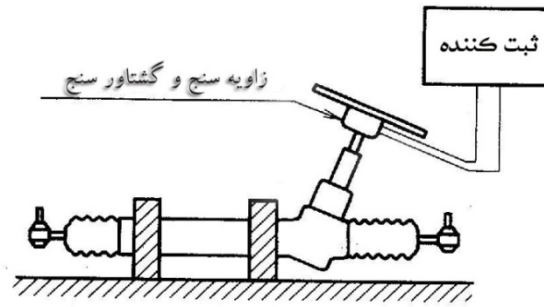
۴-۳-۵ شروع انجام آزمون
قبل از انجام هر آزمون یک جعبه فرمان کارنکرده باید استفاده شود. پینیون باید ۴ تا ۶ بار در تمام دامنه رک دوران کند.

۴-۵ مکانیزم جعبه فرمان
شرایط کلی مونتاژ جعبه فرمان باید بر اساس اهداف آزمون باشد. در صورت لزوم باید گردگیرها، سیبکها و مفصلها را جدا کنیم.

۵-۵ روش انجام آزمونها
۱-۵-۵ آزمونهای عملکرد
در این آزمونها باید گشتاور عملکرد پینیون و نیروی شروع حرکت رک و نوسان گشتاور پینیون و راندمان مکانیکی و صلبیت جعبه فرمان اندازه گیری و محاسبه شود.

۱-۱-۵-۵ آزمون گشتاور عملکرد پینیون در جعبه فرمان
در این آزمون باید گشتاور عملکرد پینیون در حالتی که نیرو به رک وارد نمی شود اندازه گیری شود .

۱-۱-۱-۵-۵ وسایل آزمون
جعبه فرمان باید روی میز ثابت شود و گشتاورسنج و زاویهسنج وسیله اعمال نیرو باید بر روی پینیون نصب شوند و هیچ نیرویی نباید به رک وارد شود. وسایل اندازه گیری باید طوری متصل شوند که هیچ مقاومتی در برابر حرکت جعبه فرمان به وجود نیاورند (به شکل ۴ توجه کنید).



شکل ۴- شمائی از وسایل آزمون گشتاور عملکرد پینیون

۲-۱-۱-۵-۵ شرایط انجام آزمون

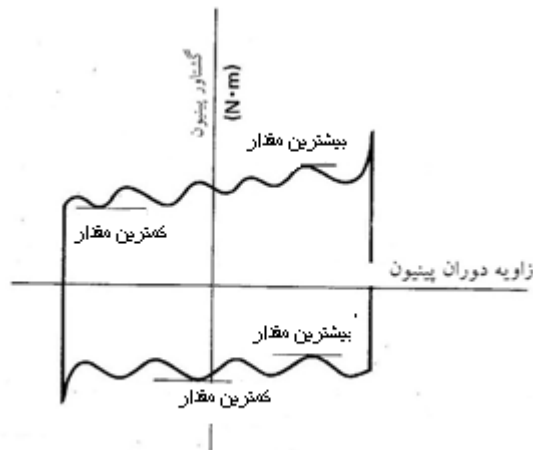
- الف - جهت چرخش پینیون در جهت‌های موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت.
- ب - دامنه عملکرد کل دامنه عملکرد مورد آزمون واقع می‌شود.
- پ - روش نگه‌داشتن رک رک نباید ثابت شده باشد.
- ت - سرعت دوران بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می‌شود.

۳-۱-۱-۵-۵ روش انجام آزمون

- موقعیت شروع اندازه‌گذاری باید در وسط دامنه یا انتهای چپ و راست دامنه باشد.
- پینیون باید به صورت دستی یا خودکار و در جهت موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت با سرعت یکنواخت و ثابت، حرکت کند و نتایج باید ثبت شوند.
- اندازه گیری باید با یک یا دو بار چرخش در تمام دامنه جعبه فرمان از نقطه شروع اندازه گیری انجام شود و نتایج باید ثبت شوند.

۴-۱-۱-۵-۵ موارد لازم جهت اندازه گیری و ثبت نتایج

- الف - تهیه نمودار گشتاور چرخشی پینیون نسبت به زاویه چرخش پینیون. (به شکل ۵ و پیوست های الف و ب توجه کنید).



شکل ۵- نمودار گشتاور چرخشی پینیون نسبت به زاویه چرخش پینیون

ب - گشتاور چرخشی پینیون

گشتاور چرخشی، گشتاور مورد نیاز برای چرخش پینیون می‌باشد
 حداکثر گشتاور، حداقل گشتاور و میانگین آنها هنگامی که پینیون در جهت موافق و مخالف حرکت عقربه-
 های ساعت می‌چرخد باید ثبت و اندازه‌گیری شود.^۱
 اگر هنگام چرخاندن پینیون، مقداری نوسان گشتاور وجود داشت باید میانگین آن را محاسبه کنیم و مقدار
 میانگین باید به‌طور جداگانه برای حالت موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت محاسبه شود .

$$\frac{1}{2} (\text{حداکثر مقدار گشتاور} + \text{حداقل مقدار گشتاور}) = \text{مقدار گشتاور چرخشی پینیون}$$

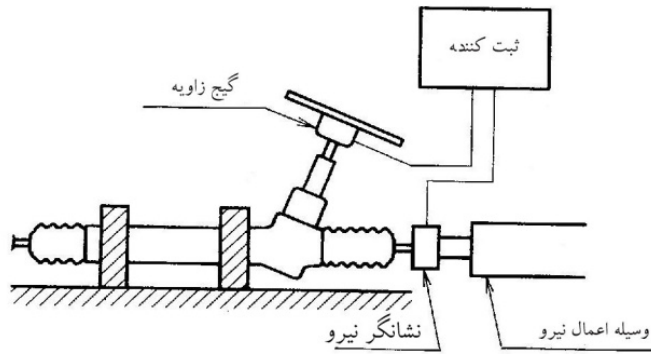
۵-۱-۵-۲ آزمون نیروی شروع به حرکت رک

نیروی شروع به حرکت رک در حالتی که هیچ نیرویی به پینیون اعمال نمی‌شود، در هنگام به حرکت
 درآمدن رک باید محاسبه شود.

۵-۱-۵-۲-۱ وسایل آزمون

جعبه فرمان باید در فیکسچر مناسب روی میز ثابت شود و وسیله اعمال نیرو و نشانگر نیرو باید بر روی رک
 نصب شوند و زاویه‌سنج باید بر روی پینیون نصب شود. وسایل اندازه‌گیری باید طوری نصب شوند که هیچ-
 گونه مقاومتی در برابر حرکت جعبه فرمان ایجاد نمایند (به شکل ۶ توجه کنید).

۱- مقادیر نیرو در دو انتهای چپ و راست دامنه در محاسبات نباید منظور گردد.



شکل ۶- شمائی از وسایل آزمون در اندازه‌گیری نیروی شروع حرکت رک

۵-۵-۱-۲-۲ شرایط انجام آزمون

- الف - جهت حرکت رک
- جهت حرکت رک در حالی که پینیون در جهت موافق و مخالف عقربه‌های ساعت چرخش می‌کند.
- ب - دامنه عملکرد
- کل دامنه عملکرد مورد آزمون واقع می‌شود .
- پ - روش نگهداری پینیون
- پینیون نباید ثابت شود.
- ت - سرعت حرکت رک

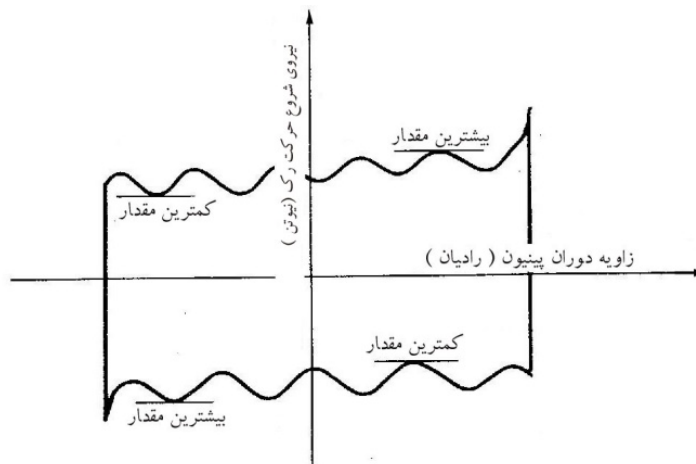
بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می‌شود.

۵-۵-۱-۲-۳ روش انجام آزمون

- نقطه شروع برای اندازه‌گیری باید در مرکز، انتهای چپ یا راست دامنه کل در نظر گرفته شود.
- رک باید به صورت دستی یا خودکار در جهت‌های موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت به صورت پیوسته با سرعت پایدار بلغزد و نتایج باید اندازه‌گیری و ثبت شوند.
- مراحل اندازه‌گیری باید طی یک یا دو مرتبه از نقطه شروع در تمام دامنه تکرار شود و نتایج باید اندازه‌گیری و ثبت شوند.

۵-۵-۱-۲-۴ موارد لازم جهت اندازه‌گیری و ثبت نتایج

- الف - تهیه نمودار نیروی شروع حرکت رک نسبت به زاویه دوران پینیون (به شکل ۷ و پیوست الف و پیوست پ توجه کنید).



شکل ۷- نمودار نیروی شروع حرکت رک نسبت به زاویه دوران پینیون

ب - نیروی شروع حرکت رک

نیرویی مورد نیاز برای به حرکت در آوردن رک می‌باشد. مقادیر حداکثر، حداقل و میانگین نیرو هنگام حرکت رک در جهت موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت باید به صورت جداگانه در نظر گرفته شود.

اگر مقداری نوسان نیرو در نتایج حاصل وجود داشت باید مقدار میانگین در دو جهت از راست به چپ و از چپ به راست^۱ محاسبه شود.

$$۱/۲ (\text{حداکثر مقدار نیرو} + \text{حداقل مقدار نیرو}) = \text{مقدار نیروی شروع حرکت رک}$$

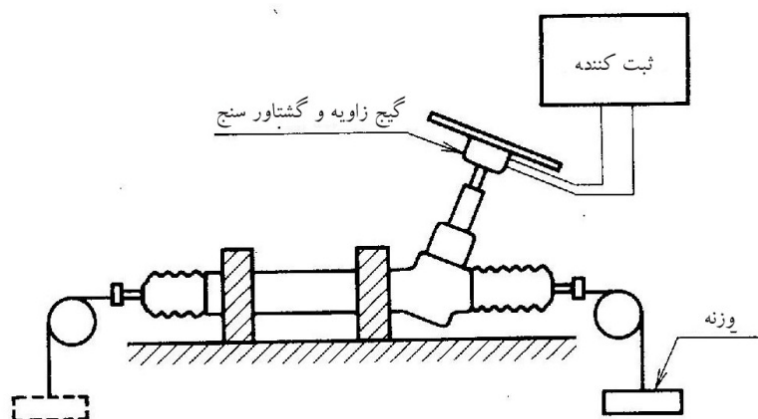
۵-۱-۳-۵-۵ آزمون اندازه گیری نوسان گشتاور و راندمان مکانیکی

نوسان گشتاور پینیون و راندمان مکانیکی ورودی و خروجی هنگامی که پینیون جعبه فرمان در حال چرخش است و رک نیز حرکت می‌کند باید اندازه‌گیری شود.

۵-۱-۳-۱-۵-۵ وسایل آزمون

جعبه فرمان باید روی میز آزمون ثابت شود. گشتاورسنج، زاویه‌سنج و وسیله اعمال نیرو باید روی پینیون در جعبه فرمان نصب شوند. لازم به ذکر است که وسایل اندازه‌گیری پس از نصب نباید مقاومتی در برابر عملکرد جعبه فرمان ایجاد کنند. وزنه‌ها باید روی سیبک رک نصب شوند و مقاومتی در برابر حرکت آن ایجاد نکنند. در ضمن حرکت وزنه‌ها باید تا انتهای آزمون کنترل گردد به طوری که هیچ‌گونه تکان و جابه‌جایی نداشته باشند. یک وزنه باید در سمت راست و یک وزنه دیگر باید در سمت چپ (نقطه مقابل وزنه اولی) نصب شود (به شکل ۸ توجه کنید).

۱- مقدار نیرو در دو انتهای چپ و راست دامنه نباید در محاسبات منظور گردد.



شکل ۸- شمائی از وسایل اندازه گیری برای آزمون نوسان گشتاور پینیون و راندمان مکانیکی جعبه فرمان

۵-۱-۳-۲ شرایط انجام آزمون

الف - جهت دوران پینیون

دوران پینیون در جهت های موافق و مخالف حرکت عقربه های ساعت.

ب - دامنه عملکرد

کل دامنه عملکرد مورد آزمون واقع می شود .

پ - روش نگه داشتن رک

رک باید توسط وزنه ها نگهداری شود.

ت - سرعت چرخش پینیون

بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود.

۵-۱-۳-۳ روش انجام آزمون

- از سمت چپ یا راست جعبه فرمان در جایی که وزنه ها آویزان شده اند باید اندازه گیری شروع شود.

- اندازه گیری باید به وسیله چرخش دستی یا خودکار در جهت های موافق و مخالف حرکت عقربه های

ساعت انجام و ثبت شود

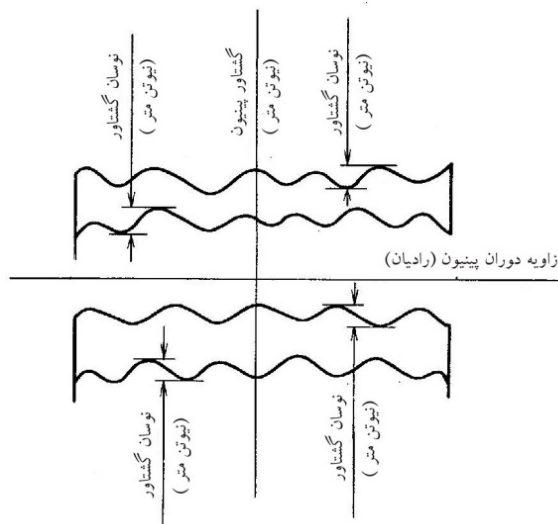
- مراحل اندازه گیری باید طی یک یا دو مرتبه از نقطه شروع در تمام دامنه تکرار و نتایج اندازه گیری ثبت

شود

۵-۱-۳-۴ موارد لازم جهت اندازه گیری و ثبت نتایج

الف - تهیه نمودار گشتاور چرخشی پینیون نسبت به زاویه چرخش پینیون (به شکل ۹ و پیوست الف و

پیوست ت توجه کنید).



شکل ۹ - نمودار گشتاور چرخشی پینیون نسبت به زاویه چرخشی پینیون

ب- نوسان گشتاور چرخشی پینیون

نوسانات گشتاور وقتی که پینیون موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت حرکت می‌کند باید در نظر گرفته شود^۱.

این نوسانات در ۴ حالت زیر باید اندازه‌گیری و ثبت شوند .

- هنگامی که پینیون موافق عقربه‌های ساعت می‌چرخد و نیرو در حالت کششی وارد می‌شود.
- هنگامی که پینیون از جهت موافق عقربه‌های ساعت به جهت مخالف عقربه‌های ساعت تغییر جهت می‌دهد .
- هنگامی که پینیون مخالف عقربه‌های ساعت می‌چرخد و نیرو در حالت فشاری وارد می‌شود.
- هنگامی که پینیون از جهت مخالف عقربه‌های ساعت به جهت موافق عقربه‌های ساعت تغییر جهت می‌دهد .

پ - راندمان مکانیکی

راندمان مکانیکی برای چرخش در جهت نرمال و معکوس هنگامی که پینیون در جهت موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت می‌چرخد، باید در نظر گرفته شود.

^۱ - حداکثر و حداقل مقدار گشتاور باید در بین دو peak متوالی بررسی شود . مقادیر نوسان گشتاور در دو انتهای چپ و راست نباید در محاسبات در نظر گرفته شود .

جدول ۲- شرایط انجام آزمون و محاسبات روش‌های آزمون راندمان نرمال و معکوس (

روش محاسبه مقادیر اندازه گیری		شرایط اندازه گیری	بخش
گشتاور پینیون (نیوتن متر) : T نیروی وزنه روی رک Mg:(M.g) جرم وزنه : M شتاب جاذبه : g میزان جابجایی رک به ازای هر چرخش پینیون : L	$\eta = \frac{LMg}{2\pi T} \times 100$	افزایش سرعت چرخش پینیون در جهت موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت	راندمان نرمال (%)
	$\eta = \frac{2\pi T}{LMg} \times 100$	برگشتن جهت چرخش پینیون در جهت موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت	راندمان معکوس (%)

۴-۱-۵-۵ آزمون صلبیت

در این آزمون باید با ثابت کردن رک و چرخاندن پینیون، زاویه چرخشی و گشتاور پینیون محاسبه شود

۱-۴-۱-۵-۵ وسایل آزمون

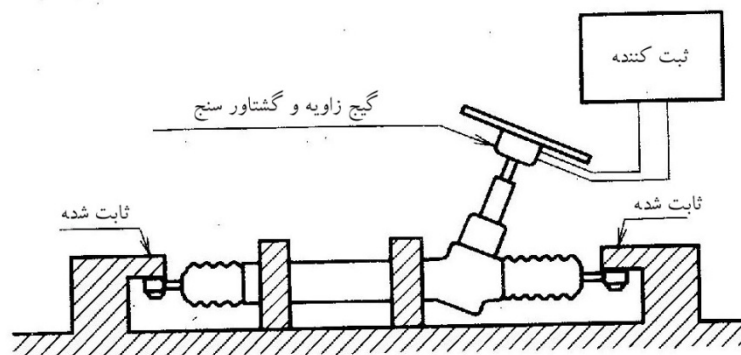
جعبه فرمان باید بر روی میز ثابت شود. گشتاورسنج، زاویه سنج و نشانگر نیرو باید بر روی پینیون نصب شوند. لازم به ذکر است که وسایل اندازه‌گیری نباید هیچ‌گونه ممانعتی و محدودیتی در برابر حرکت ایجاد کنند. جعبه فرمان باید مطابق یکی از دو روش الف یا ب ثابت شود:

الف - جعبه فرمان در یک فیکسچر صلب بسته شود .

ب - جعبه فرمان روی قسمتی از خودرو واقعی قرار گیرد. در این صورت رک باید مطابق یکی از دو روش پ یا ت ثابت شود:

پ - رک به وسیله ثابت شدن سیبک درونی در یک فیکسچر صلب ثابت شود .

ت - رک به وسیله ثابت شدن سیبک بیرونی توسط اهرم یا هر وسیله مناسب معادل ثابت شود (به شکل ۱۰ توجه کنید)



شکل ۱۰- شمائی از وسایل آزمون برای آزمون صلبیت

۵-۱-۴-۲ شرایط انجام آزمون

الف - ثابت نگه داشتن دندان‌های رک و پینیون
پینیون در مرکز موقعیت یا هر موقعیت مشخص شده دیگر در رک ثابت شود.

ب - جهت چرخش پینیون

موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت در نظر گرفته شود

پ - گشتاور چرخشی پینیون

پینیون باید با گشتاور مشخص و تعیین شده وادار به حرکت شود .

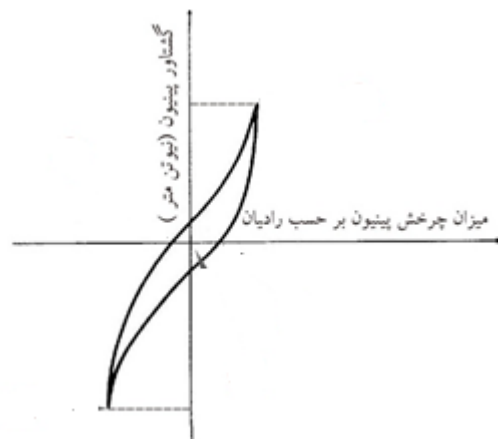
۵-۱-۴-۳ روش انجام آزمون

- اندازه گیری باید در مرکز یا موقعیت مشخص شده شروع شود.

- اندازه گیری باید به وسیله چرخش پینیون در ۲ جهت موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت در حالت دستی یا خودکار انجام و نتایج ثبت شود.

۵-۱-۴-۴ موارد لازم جهت اندازه گیری و ثبت نتایج

نمودار گشتاور چرخشی پینیون نسبت به زاویه دوران آن (مطابق شکل ۱۱ و پیوست الف و پیوست ث).



شکل ۱۱ - نمودار گشتاور چرخشی پینیون نسبت به زاویه دوران پینیون

۵-۵-۲ آزمون‌های استحکام استاتیکی

آزمون‌های استحکام استاتیکی جعبه فرمان باید در شرایط اعمال بار اضافی^۱ انجام شود .

۵-۲-۱ آزمون استحکام استاتیکی با ورودی نرمال

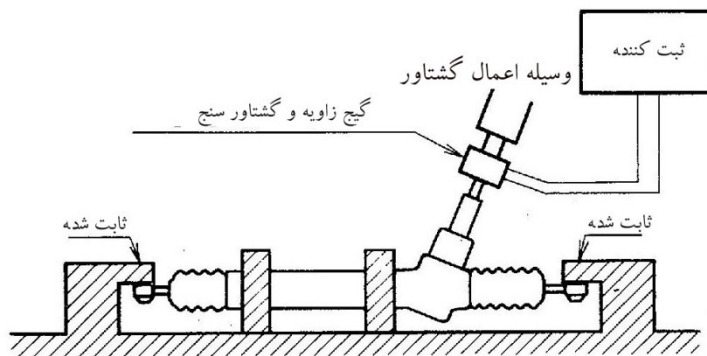
با اعمال گشتاور ورودی بیش از حد به پینیون در هنگامی که رک ثابت شده است و یا هنگامی که به آن در جهت انتهای جعبه فرمان فشار اعمال می‌کنیم، استحکام استاتیکی قطعات مورد بررسی قرار گیرد.

۱- شرایطی که نیروی بیشتر از نیروی تعریف شده به قطعه وارد می‌شود (Over loaded)

۵-۲-۱-۵ وسایل آزمون

جعبه فرمان باید روی میز ثابت باشد. گشتاورسنج و وسیله اعمال نیرو باید بر روی پینیون جعبه فرمان نصب شوند. روش ثابت کردن رک باید بر اساس اهداف و شرایط آزمون بر اساس یکی از دو صورت زیر انتخاب شود.

- رک ثابت نیست؛
- رک ثابت است. در این صورت سبک‌های بیرونی باید به سگدست یا هر وسیله مشابه دیگری ثابت شوند (به شکل ۱۲ توجه شود).



شکل ۱۲ - شمائی از وسایل آزمون استحکام استاتیکی با ورودی نرمال

۵-۲-۱-۵ شرایط آزمون

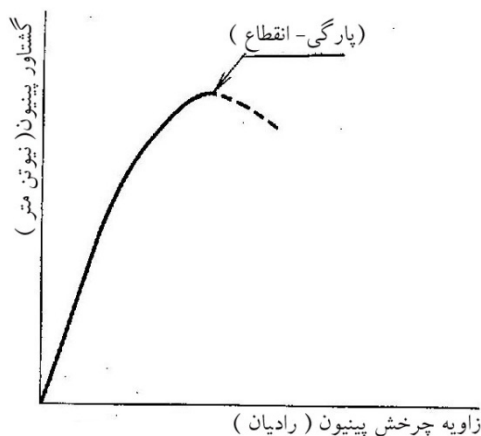
- الف - ثابت نگه داشتن دندانه‌های رک و پینیون در موقعیت مرکزی یا در فاصله ۵ میلی‌متر تا ۱۰ میلی‌متری از انتهای چپ و راست.
 - ب - جهت چرخش پینیون موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت.
 - پ - سرعت چرخش پینیون
- بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود.
- ت - وضعیت قرار گیری رک رک باید به صورت ثابت یا غیر ثابت قرار گیرد .
 - ث - روش اعمال گشتاور
- گشتاور پیچشی به پینیون باید به ترتیب زیر اعمال شود:
- (۱) افزایش گشتاور پیچشی تا مقدار مشخص شده؛
 - (۲) افزایش گشتاور پیچشی تا زمانی که شکست اتفاق بیفتد.

۳-۱-۲-۵-۵ روش انجام آزمون

- گشتاور چرخشی باید به پینیون وارد شود و پینیون به صورت دستی یا خودکار در جهت موافق یا مخالف حرکت عقربه‌های ساعت بچرخد و اعمال گشتاور تا زمان رسیدن به گشتاور تعیین شده اعمال گردد.
- پس از رسیدن به گشتاور تعیین شده، باید تغییرات در عملکرد جعبه فرمان و وجود هر گونه ترک با شکستگی مورد بررسی قرار گیرد.
- تغییرات در عملکرد جعبه فرمان و وجود ترک و شکستگی باید با افزایش نیرو مورد بررسی قرار گیرد (به پیوست ج توجه کنید)

۴-۱-۲-۵-۵ موارد لازم جهت اندازه گیری و ثبت نتایج

الف - گشتاور چرخشی پینیون نسبت به زاویه چرخشی آن (به شکل ۱۳ توجه کنید).



شکل ۱۳ - نمودار گشتاور چرخشی پینیون نسبت به زاویه چرخشی پینیون

جدول ۳ - شرایط آزمون استحکام با ورودی نرمال

موقعیت ثابت نگه داشتن دندانه‌های رک و پینیون	در موقعیت مرکزی	در فاصله (۵-۱۰) میلیمتری انتهای سمت چپ	در فاصله (۵-۱۰) میلیمتری انتهای سمت راست
جهت چرخش پینیون	موافق و مخالف جهت حرکت عقربه‌های ساعت	موافق و مخالف جهت حرکت عقربه‌های ساعت	موافق و مخالف جهت حرکت عقربه‌های ساعت

موقعیت ثابت نگه داشتن موقعیت دندانه‌های رک و پینیون	انتهای سمت چپ بدون ثابت کردن سبک	انتهای سمت راست بدون ثابت کردن سبک
جهت چرخش پینیون	جهتی که سبک به انتهای سمت چپ جعبه فرمان فشار می‌آورد	جهتی که سبک به انتهای سمت راست جعبه فرمان فشار می‌آورد

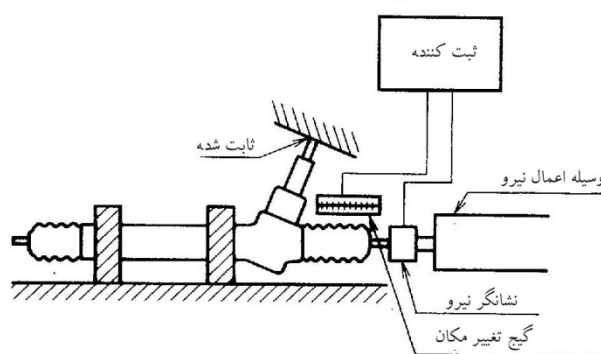
۵-۲-۵-۲ آزمون استحکام استاتیکی با ورودی معکوس

آزمون استحکام استاتیکی باید زمانی که پینیون ثابت است و نیروی بیش از اندازه به رک وارد می‌کنیم انجام پذیرد.

۵-۲-۵-۲-۱ وسایل آزمون

جعبه فرمان باید بر روی میز آزمون ثابت شود و پینیون جعبه فرمان نیز ثابت شود. وسیله اعمال نیرو و نشانگر نیرو باید بر روی رک نصب شود. سیبک‌ها از روی جعبه فرمان جدا شده و جعبه فرمان از طریق مفصل‌ها متصل شود و پینیون نیز به یکی از دو روش زیر ثابت شود.

- به وسیله یک فیکسچر صلب ثابت شود؛
- به وسیله شفت یا میل فرمان متصل به آن ثابت شود (به شکل ۱۴ توجه کنید).



شکل ۱۴ - شمائی از وسایل آزمون استحکام استاتیکی با ورودی معکوس

۵-۲-۵-۲-۲ شرایط انجام آزمون

الف - موقعیت ثابت نگه‌داشتن دندانه‌های رک و پینیون در موقعیت مرکز، در فاصله ۵ میلی‌متر تا ۱۰ میلی‌متری انتهای سمت چپ یا راست و در انتهای سمت چپ یا راست.

ب - جهت اعمال بار پینیون

باردهی به پینیون در جهت‌های موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت.

پ - سرعت باردهی پینیون

بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می‌شود.

ت - روش نگه‌داری پینیون

پینیون باید ثابت شود.

ث - روش باردهی به رک

باردهی باید طی دو مرحله به ترتیب زیر انجام شود:

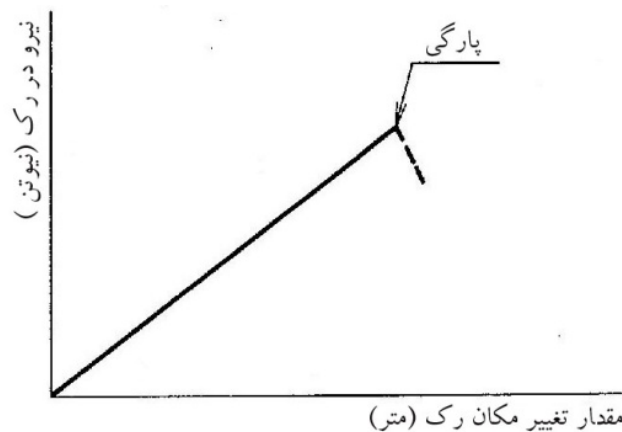
- افزایش نیرو تا مقدار مشخص شده؛
- افزایش نیرو تا جایی که شکست مشاهده شود.

۳-۲-۲-۵-۵ روش انجام آزمون

- باردهی باید توسط وسیله اعمال نیرو به رک اعمال شده به طوری که پینیون در جهت موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت بچرخد.
- تغییرات عملکرد جعبه فرمان و یا هرگونه ترک یا شکستگی باید در هنگام رسیدن به نیروی مشخص شده بررسی شود.
- تغییرات عملکرد جعبه فرمان و یا هرگونه ترک یا شکستگی باید در هنگام رسیدن به نیروی بیش از نیروی مشخص شده بررسی شود (به پیوست چ توجه کنید).

۴-۲-۲-۵-۵ موارد لازم جهت اندازه گیری و ثبت نتایج

الف - نمودار نیروی وارده به رک نسبت به میزان جابجایی رک (به شکل ۱۵ توجه کنید)



شکل ۱۵ - نمودار نیروی وارد به رک نسبت به میزان جابجایی رک

جدول ۴ - لیست شرایط آزمون استحکام استاتیکی با ورودی معکوس

موقعیت ثابت نگه داشتن دندان‌های رک و پینیون	در موقعیت مرکزی	در فاصله (۵-۱۰) میلیمتری انتهای سمت چپ	در فاصله (۵-۱۰) میلیمتری انتهای سمت راست
جهت چرخش رک	جهت چرخش پینیون موافق و مخالف جهت حرکت عقربه‌های ساعت	جهت چرخش پینیون موافق و مخالف جهت حرکت عقربه‌های ساعت	جهت چرخش پینیون موافق و مخالف جهت حرکت عقربه‌های ساعت

موقعیت ثابت نگه داشتن موقعیت دندانه های رک و پینیون	انتهای سمت چپ	انتهای سمت راست
جهت چرخش رک	جهتی که سبک درونی به انتهای سمت چپ جعبه فرمان فشار می آورد	جهتی که سبک درونی به انتهای سمت راست جعبه فرمان فشار می آورد

۳-۵-۵ آزمون های دوام

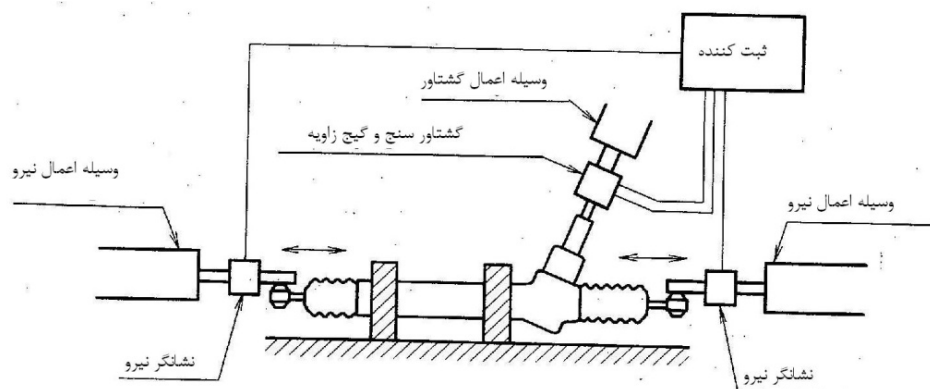
میزان دوام جعبه فرمان با اعمال مکرر نیرو بررسی می شود .

۱-۳-۵-۵ آزمون دوام با ورودی نرمال

میزان دوام جعبه فرمان با ورودی نرمال با اعمال مکرر نیرو به پینیون بررسی می شود.

۱-۱-۳-۵-۵ وسایل آزمون

جعبه فرمان باید روی میز آزمون ثابت شود. گشتاورسنج باید روی پینیون و نشانگر نیرو باید روی رک نصب شود. پینیون و وسیله اعمال نیرو باید به میل فرمان یا هر وسیله مشابه دیگر متصل شوند. رک و وسیله اعمال نیرو باید توسط چهارشاخ یا اهرم و یا هر وسیله مشابه دیگر به یکدیگر متصل شوند . در دستگاه آزمون جهت اعمال نیرو و هدایت کننده نیرو باید به پینیون و رک از دو طرف متصل باشند. شرایط اعمال نیرو به رک در هر دو جهت چپ و راست باید یکسان باشد. (به شکل ۱۶ توجه کنید)



شکل ۱۶ - شمائی از وسایل آزمون دوام با ورودی نرمال

۵-۳-۱-۲ شرایط انجام آزمون

الف - نیروی گشتاور اعمالی به پینیون

نیروی گشتاور اعمالی به پینیون معادل گشتاور، در حالتی است که خودرو در حالت سکون قرار دارد (چرخش فرمان خودرو در حالت سکون خودرو) می باشد. این گشتاور به صورت یک موج مربعی اعمال می شود.

ب - نیروی اعمالی به رک

نیروی اعمالی به رک معادل نیرو، در حالتی است که خودرو در حالت سکون قرار دارد (چرخش فرمان خودرو در حالت سکون خودرو) می باشد. این نیرو به صورت یک موج مربعی اعمال می شود

پ - سرعت چرخش پینیون

بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود.

ت - دامنه عملکرد پینیون

بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود.

ث - تعداد تکرار آزمون

بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود.

۵-۳-۱-۳ روش انجام آزمون

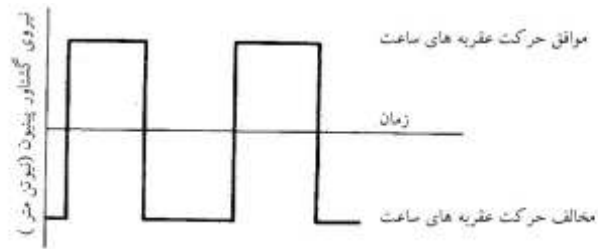
- پینیون باید به صورت خودکار در جهت موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت چرخانده شود و وسیله اعمال نیرو به رک باید به گونه‌ای تنظیم شود تا مقادیر گشتاور پینیون و شکل موج گشتاور پینیون و زاویه چرخش آن بر روی نمایشگر نشان داده شود به همین صورت وسیله اعمال نیرو به رک باید به گونه‌ای تنظیم شود تا مقادیر نیرو و شکل موج نیروی وارد بر رک بر روی نمایشگر نشان داده شود.
- تغییرات عملکرد جعبه فرمان و وجود هر گونه ترک و شکستگی باید به ازای هر تعداد سیکل آزمون دوام بررسی شود.
- تغییرات عملکرد جعبه فرمان و وجود هر گونه ترک و شکستگی باید پس از اتمام تعداد سیکل آزمون دوام بررسی شود (به پیوست ح توجه کنید).

۵-۳-۱-۴ موارد لازم جهت اندازه گیری و ثبت نتایج

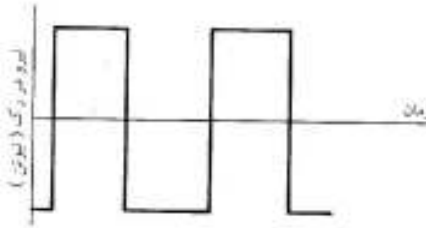
الف - نیروی گشتاور اعمال شده به پینیون؛

ب - نیرو اعمال شده به رک؛

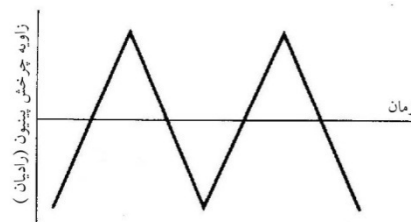
پ - زاویه دوران پینیون (به شکل ۱۷ و ۱۸ و ۱۹ توجه کنید).



شکل ۱۷ - نمودار نیروی گشتاور پینیون نسبت به زمان



شکل ۱۸ - نمودار نیروی رک نسبت به زمان



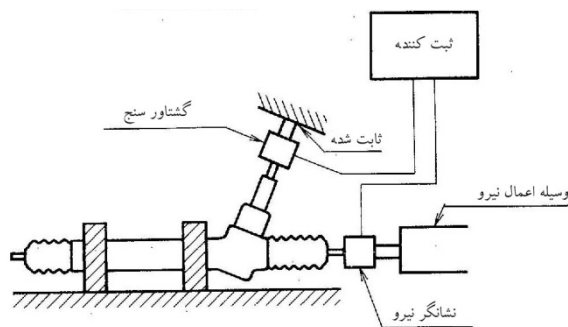
شکل ۱۹ - نمودار زاویه چرخش پینیون نسبت به زمان

۲-۳-۵-۵ آزمون دوام با ورودی معکوس

میزان دوام معکوس جعبه فرمان با اعمال مکرر نیرو به رک بررسی می شود.

۱-۲-۳-۵-۵ وسایل آزمون

جعبه فرمان باید بر روی میز و دستگاه آزمون ثابت شود. پینیون باید به وسیله گشتاورسنج و میل فرمان و یا هر وسیله معادل آن ثابت شود. نشانگر نیرو و وسیله اعمال نیرو باید بر روی مفصل چپ یا راست مربوط به رک نصب شوند (به شکل ۲۰ توجه کنید).



شکل ۲۰ - شمائی از وسایل آزمون برای آزمون دوام با ورودی معکوس

۵-۵-۳-۲-۲ شرایط انجام آزمون

الف - گشتاور اعمالی به پینیون
اعمال گشتاور بر روی پینیون جعبه فرمان از طریق اعمال نیرو در رک مشابه حرکت خودرو بر روی جاده ناهموار (شکل موج نیرو به صورت سینوسی ساده می باشد).

ب - موقعیت ثابت نمودن دندانه های در گیر در رک و پینیون در موقعیت مرکز یا هر موقعیت مشخص شده دیگر.

پ - روش ثابت کردن پینیون

نباید پینیون ثابت شود.

ت - گشتاور پینیون:

گشتاور پینیون نامشخص می باشد.

ث - سرعت اعمال نیرو در رک

بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود.

ج - تعداد تکرار آزمون

بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود.

۵-۵-۳-۲-۳ روش آزمون

- میزان باردهی رک باید بر روی یک مقدار مشخص به صورت خودکار و بطور مکرر تنظیم شود

- بعد از اتمام آزمون برای تعداد مشخص شده ، تغییرات عملکرد و عدم وجود ترک و شکستگی باید بررسی شود .

- تغییرات عملکرد و عدم وجود ترک و شکستگی باید پس از گذشتن تعداد کل سیکل آزمون مشخص شده، بررسی شود (به پیوست خ توجه کنید).

۴-۲-۳-۵-۵ موارد لازم جهت اندازه گیری و ثبت نتایج

- نیروی اعمال شده به رک

- گشتاور اعمال شده به پینیون

۴-۵-۵ آزمون های مشخصه های مکانیکی جعبه فرمان

۱-۴-۵-۵ آزمون دامنه عملکرد در رک

این آزمون مقدار دوران فرمان اتومبیل به هر دو سمت چپ و راست و میزان چرخها را ارزیابی می کند.

۱-۱-۴-۵-۵ وسایل آزمون

- میز آزمون

- فیکسچر نگهدارنده جعبه فرمان متصل به میز

- کولیس یا خط کش

۲-۱-۴-۵-۵ شرایط انجام آزمون

- سرعت چرخش پینیون بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود؛

- دمای محیط آزمایش $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ درجه سلسیوس.

- در جعبه فرمان باید قبل از انجام آزمون حداقل ۱۰ مرتبه پینیون به دو سمت موافق و مخالف حرکت عقربه های ساعت تا انتهای دامنه عملکرد دوران کند.

۳-۱-۴-۵-۵ روش انجام آزمون

جعبه فرمان باید از ناحیه پایه های نگهدارنده بر روی میز صلب و بدون حرکت ثابت شود و سپس به کمک وسایل اندازه گیری مانند خط کش فلزی یا کولیس میزان جابجایی رک از دو نقطه انتهای چپ و راست اندازه گیری شده و با نقشه عملکردی مجموعه جعبه فرمان مقایسه شود.

۴-۱-۴-۵-۵ موارد لازم جهت اندازه گیری و ثبت نتایج

جابجایی یک نقطه باید بر روی رک از دو سمت جعبه فرمان اندازه گیری و ثبت شود.

۲-۴-۵-۵ آزمون وضعیت درگیری دندانهای رک و پینیون

این آزمون وضعیت درگیری دندانهای رک و پینیون را در هنگام چرخش پینیون بررسی می کند.

۱-۲-۴-۵-۵ وسایل آزمون

- میز آزمون؛

- فیکسچر نگهدارنده جعبه فرمان متصل به میز؛

- پوسته برش خورده در ناحیه درگیری رک و پینیون.

۵-۴-۲-۵-۵ شرایط انجام آزمون

- دمای محیط آزمایش $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

- در جعبه فرمان باید قبل از انجام آزمون حداقل ۱۰ مرتبه پینیون به دو سمت موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت تا انتهای دامنه عملکرد دوران کند

۵-۴-۲-۳-۵ روش انجام آزمون

رک و پینیون باید در پوسته برش خورده مونتاژ شده و جعبه فرمان در فیکسچر مناسب بر روی میز آزمون ثابت شود و سپس در هنگام دوران دستی پینیون به وضعیت درگیری دندان‌های رک و پینیون دقت شود که باید درگیری دندان پینیون با رک پس از درگیر شدن دو دندان بعدی از هم جدا شوند و همواره حداقل دو دندان پینیون با دو دندان رک در تماس باشد.

۵-۴-۲-۴-۵ موارد لازم جهت اندازه‌گیری و ثبت نتایج

مشاهدات وضعیت درگیری دندان در هنگام چرخش پینیون ثبت شود

۵-۵-۵ آزمون های کارکرد جعبه فرمان

۵-۵-۱-۵ آزمون مقاومت جعبه فرمان در برابر دما

هدف از انجام این آزمون بررسی مقاومت و استحکام جعبه فرمان و اجزاء آن در دمای حداقل 40°C و دمای حداکثر 120°C می باشد.

۵-۵-۱-۱-۵ آزمون مقاومت در برابر گرما

۵-۵-۱-۱-۱-۵ وسایل آزمون

- اتاق گرم (محفظه گرم)

- دماسنج

- زمان سنج

۵-۵-۱-۱-۲-۵ شرایط انجام آزمون

- سرعت چرخش پینیون بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود؛

- دمای محیط آزمایش $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ درجه سلسیوس.

- قبل از انجام آزمون، پینیون باید حداقل ۱۰ مرتبه در جهت موافق و مخالف عقربه های ساعت دوران کند.

۵-۵-۱-۳ روش انجام آزمون

جعبه فرمان باید در دما و زمان مشخص که بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود قرار داده شود.

۵-۵-۱-۴ موارد لازم جهت اندازه گیری و ثبت نتایج

پس از سپری شدن زمان نگهداری جعبه فرمان در اتاق گرم، جعبه فرمان باید از اتاق خارج شود و پس از همدمایی با محیط آزمون های بند ۵-۵-۱ بر روی آن انجام گیرد. نباید تغییری در آن حاصل شده باشد

۵-۵-۱-۲ آزمون مقاومت در برابر سرما

۵-۵-۱-۲-۱ وسایل آزمون

- اتاق سرد (محفظه سرد)

- دماسنج

- زمان سنج

۵-۵-۱-۲-۲ شرایط انجام آزمون

- سرعت چرخش پینیون بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود؛

- دمای محیط آزمایش $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ؛

- قبل از انجام آزمون، پینیون باید حداقل ۱۰ مرتبه در جهت موافق و مخالف عقربه های ساعت دوران کند.

۵-۵-۱-۳ روش انجام آزمون

جعبه فرمان باید در دما و زمان مشخص که بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود قرار داده شود.

۵-۵-۱-۴ موارد لازم جهت اندازه گیری و ثبت نتایج

پس از سپری شدن زمان نگهداری جعبه فرمان در اتاق سرد، جعبه فرمان باید از اتاق خارج شود و پس از همدمایی با محیط آزمون های بند ۵-۵-۱ بر روی آن انجام گیرد. نباید تغییری در آن حاصل شده باشد.

۵-۵-۲ آزمون مقاومت در برابر سیال خورنده

این آزمون مقاومت جعبه فرمان، در تماس با مواد خورنده و شیمیایی که بر روی مواد مختلف تاثیرگذار هستند را بررسی می کند.

۵-۵-۲-۱ وسایل آزمون

- نازل پاشش سیال

- محفظه پاشش سیال و مخازن نگهداری مواد شیمیایی

- فیکسچر نگهداری جعبه فرمان

- زمان سنج

۲-۲-۵-۵-۵ شرایط انجام آزمون

- سرعت چرخش پینیون بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود؛

- دمای محیط آزمایش $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ درجه سلسیوس؛

- قبل از انجام آزمون، پینیون باید حداقل ۱۰ مرتبه در جهت موافق و مخالف عقربه های ساعت دوران کند.

۳-۲-۵-۵-۵ روش انجام آزمون

جعبه فرمان باید بر روی فیکسچر نگهدارنده در محفظه پاشش سیال بسته شود و مواد شیمیایی مندرج در جدول ۵ باید به ترتیب از طریق نازل پاشش به وسیله یک پمپ بادی با دبی مشخص با سطح پاشش تعریف شده در مدت زمانی مشخص (برای هر نوع سیال) پاشیده شوند. بین پاشش هر سیال باید حداقل ۲ ساعت آبکشی صورت گیرد.^۱

۴-۲-۵-۵-۵ موارد لازم جهت اندازه گیری و ثبت نتایج

پس از اتمام مراحل پاشش سیال و شستشوی کامل جعبه فرمان باید آزمون های بند ۵-۵-۱ انجام شده و هیچ گونه تغییری در آن حاصل نشده باشد.

جدول ۵- مشخصات سیال های مورد استفاده در آزمون

سیال	مقدار CC	دما °C
Oil Dexron 2	۲۰۰	23 ± 5
Engine oil	۵۰۰	100 ± 3
Engine fuel	۲۰۰	23 ± 5
Electrolyte density 32 ⁰ Baume	۲۰۰	50 ± 5
Cooling liquid	۵۰۰	50 ± 5
Breake liquid	۲۰۰	23 ± 5
Oil ASTM 1	۲۰۰	80 ± 3
Isoctane – toluene mixture	۲۰۰	23 ± 5
Packaging product	۲۰۰	23 ± 5
Unpackaging product	۲۰۰	23 ± 5

^۱ - مقادیر مشخص شده بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود.

۳-۵-۵-۵ آزمون سقوط آزاد

این آزمون مقاومت جعبه فرمان در هنگام سقوط و یا برخورد با اشیاء را بررسی می کند.

۱-۳-۵-۵-۵ وسایل آزمون

- متر

- توده سفت (بلوک سیمانی)

۲-۳-۵-۵-۵ شرایط انجام آزمون

- سرعت چرخش پینیون بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود؛

- دمای محیط آزمایش $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ درجه سلسیوس؛

- قبل از انجام آزمون، پینیون باید حداقل ۱۰ مرتبه در جهت موافق و مخالف عقربه های ساعت دوران کند.

۳-۳-۵-۵-۵ روش انجام آزمون

مجموعه جعبه فرمان باید از یک ارتفاع مشخص که بر اساس نوع خودرو و جعبه فرمان توسط خودروساز در استانداردهای کارخانه ای ارائه می شود نسبت به یک سطح سفت (توده سیمانی) رها شود و سپس، وضعیت خرابی قطعات و اجزاء آن از نظر شکستگی و لهیدگی و ترک بررسی شود.

۴-۳-۵-۵-۵ موارد لازم جهت اندازه گیری و ثبت نتایج

باید وضعیت خرابی قطعات و اجزاء آن از نظر شکستگی و لهیدگی و ترک بررسی شود. شکستگی برای قطعاتی که به ایمنی جعبه فرمان مرتبط نیستند مجاز است. هیچ گونه آسیب ظاهری یا ایراد عملکردی نباید قطعاتی که به ایمنی جعبه فرمان مرتبط می شوند مشاهده شود.

۶ نشانه گذاری

موارد زیر باید در مکانی که کاملاً قابل رویت بوده و به روشی که به راحتی پاک نشود، حک شود

الف- نام یا علامت تجاری تولید کننده

ب- تاریخ تولید

ت- شماره فنی جعبه فرمان

پیوست الف

(الزامی)

خلاصه آزمون عملکرد جعبه فرمان مکانیکی در دستگاه آزمون

..... شماره پرونده

..... تاریخ آزمون

..... مکان آزمون

..... هدف از آزمون

..... نوع خودرو

..... نام تولیدکننده جعبه فرمان

..... مسئول آزمون (آزمونگر)

..... شماره قطعه تولیدکننده خودرو شماره ردیابی تولید

..... شماره قطعه تولیدکننده جعبه فرمان

..... شرایط آزمون

..... شرایط مونتاژ جعبه فرمان (گردگیر، رک بوش، سیبک و غیره)

..... وضعیت نصب شدن قطعات مرتبط (کامل بودن اجزا) (تعداد حلقه لاستیکی، پایه فلزی، غیره) .

..... وسایل و فیکسچر آزمون

..... دمای محیط

نتایج آزمون

نتایج و نکات	عناوین آزمون‌ها	
	آزمون گشتاور عملکرد پینیون	آزمون‌های عملکرد
	آزمون نیروی شروع به حرکت رک	
	آزمون اندازه‌گیری نوسان گشتاور و راندمان مکانیکی	
	آزمون صلیبیت	
	آزمون استحکام با ورودی نرمال	آزمون‌های استحکام استاتیکی
	آزمون استحکام با ورودی معکوس	
	آزمون دوام با ورودی نرمال	آزمون‌های دوام
	آزمون دوام با ورودی معکوس	

توضیحات :

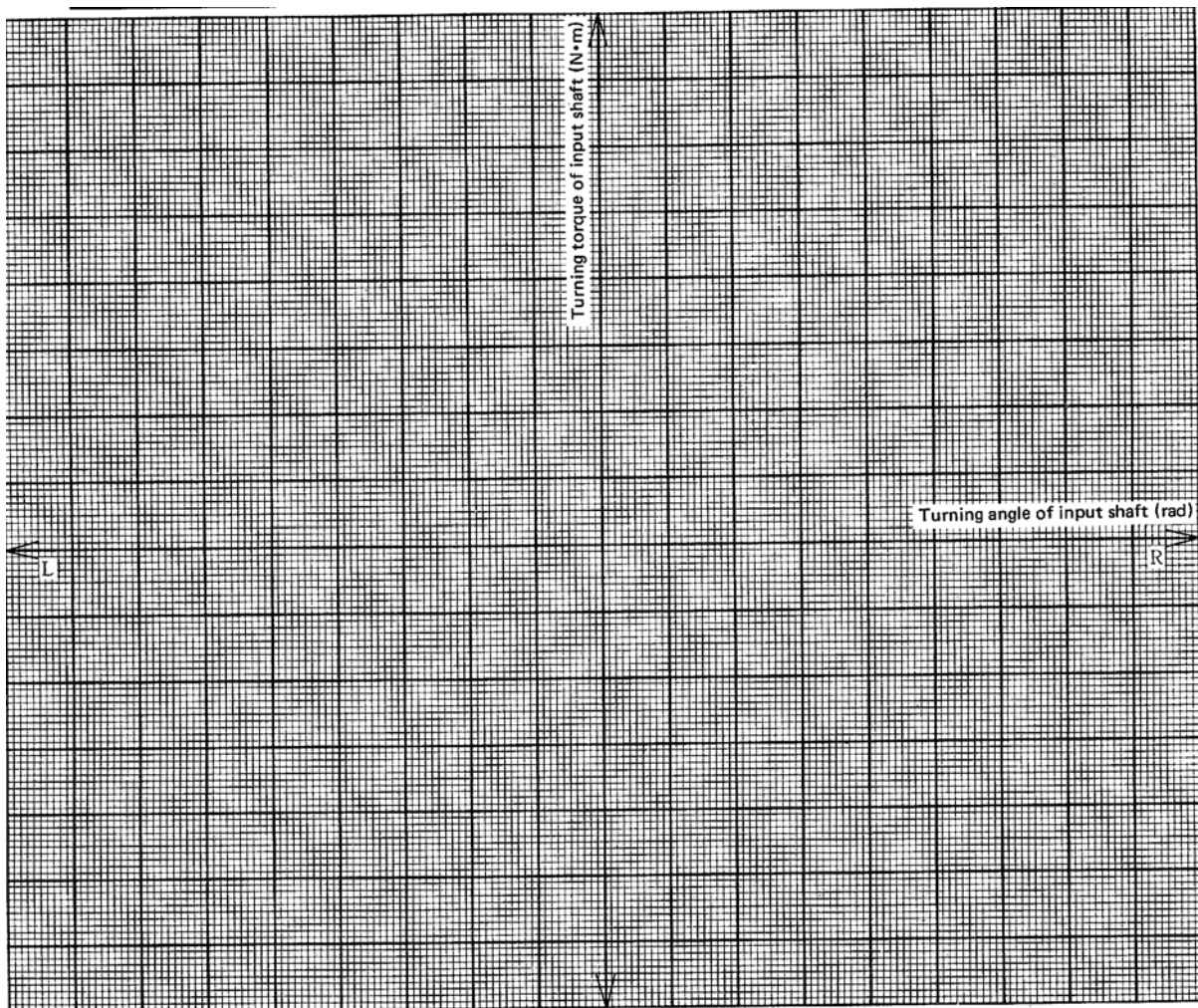
.....

.....

.....

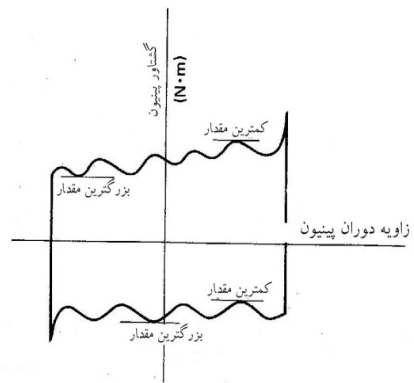
پیوست ب
(الزامی)
آزمون گشتاور عملکرد پینیون

شماره	نمونه اولیه (نمونه اصلی) یا تولید انبوه	جعبه فرمان
تاریخ آزمون.....	تولیدکننده خودرو	شماره قطعه
مکان آزمون	تولیدکننده جعبه فرمان	
آزمونگر	شماره ردیابی تولید	شرایط آزمون
وضعیت مونتاژی جعبه فرمان	دمای محیط	
وضعیت نصب شدن قطعات مرتبط.....	وسیله آزمون.....	
گردگیر، پایه فلزی و غیره	سرعت چرخش پینیون(رادیان بر ثانیه)	
گشتاور چرخش پینیون (جهت عکس عقربه‌های ساعت)	گشتاور چرخش پینیون (جهت عقربه‌های ساعت)	
حداکثر مقدار (نیوتن متر)	حداکثر مقدار (نیوتن متر)	مقادیر اندازه‌گیری شده
حداقل مقدار (نیوتن متر)	حداقل مقدار (نیوتن متر)	
مقدار میانگین (نیوتن متر)	مقدار میانگین (نیوتن متر)	



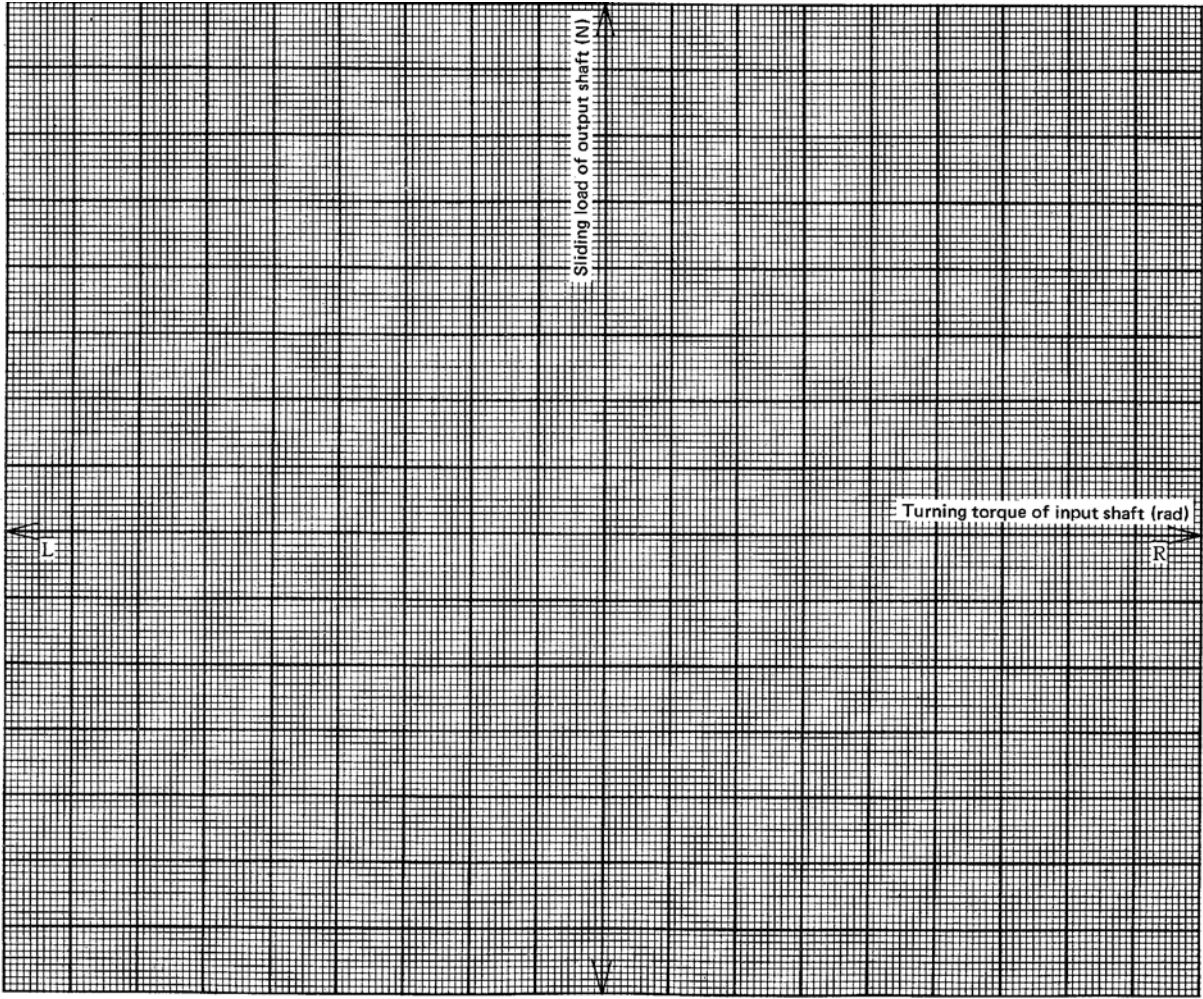
نتایج:

مثالی از نتایج ثبت شده



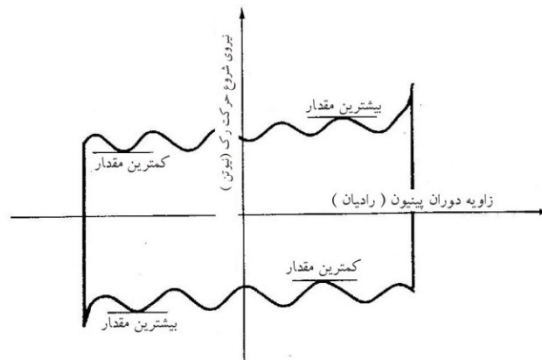
پیوست پ
(الزامی)
آزمون نیروی شروع حرکت رک

شماره	نمونه اولیه (نمونه اصلی) یا تولید انبوه	جعبه فرمان
تاریخ آزمون.....	تولیدکننده خودرو	شماره قطعه
مکان آزمون	تولیدکننده جعبه فرمان	
آزمونگر	شماره ردیابی تولید	شرایط آزمون
وضعیت مونتاژی جعبه فرمان	دمای محیط	
وضعیت نصب شدن قطعات مرتبط.....	وسیله آزمون.....	
گردگیر، پایه فلزی و غیره	سرعت حرکت رک(متر بر ثانیه)	نیروی شروع حرکت رک (چرخش پینیون در جهت عقربه‌های ساعت)
نیروی شروع حرکت رک (چرخش پینیون در جهت جهت عقربه‌های ساعت)	نیروی شروع حرکت رک (چرخش پینیون در جهت عقربه‌های ساعت)	
حداکثر مقدار (نیوتن)	حداکثر مقدار (نیوتن)	مقادیر اندازه‌گیری شده
حداقل مقدار (نیوتن)	حداقل مقدار (نیوتن)	
مقدار میانگین (نیوتن)	مقدار میانگین (نیوتن)	



مثالی از نتایج ثبت شده:

نتایج:

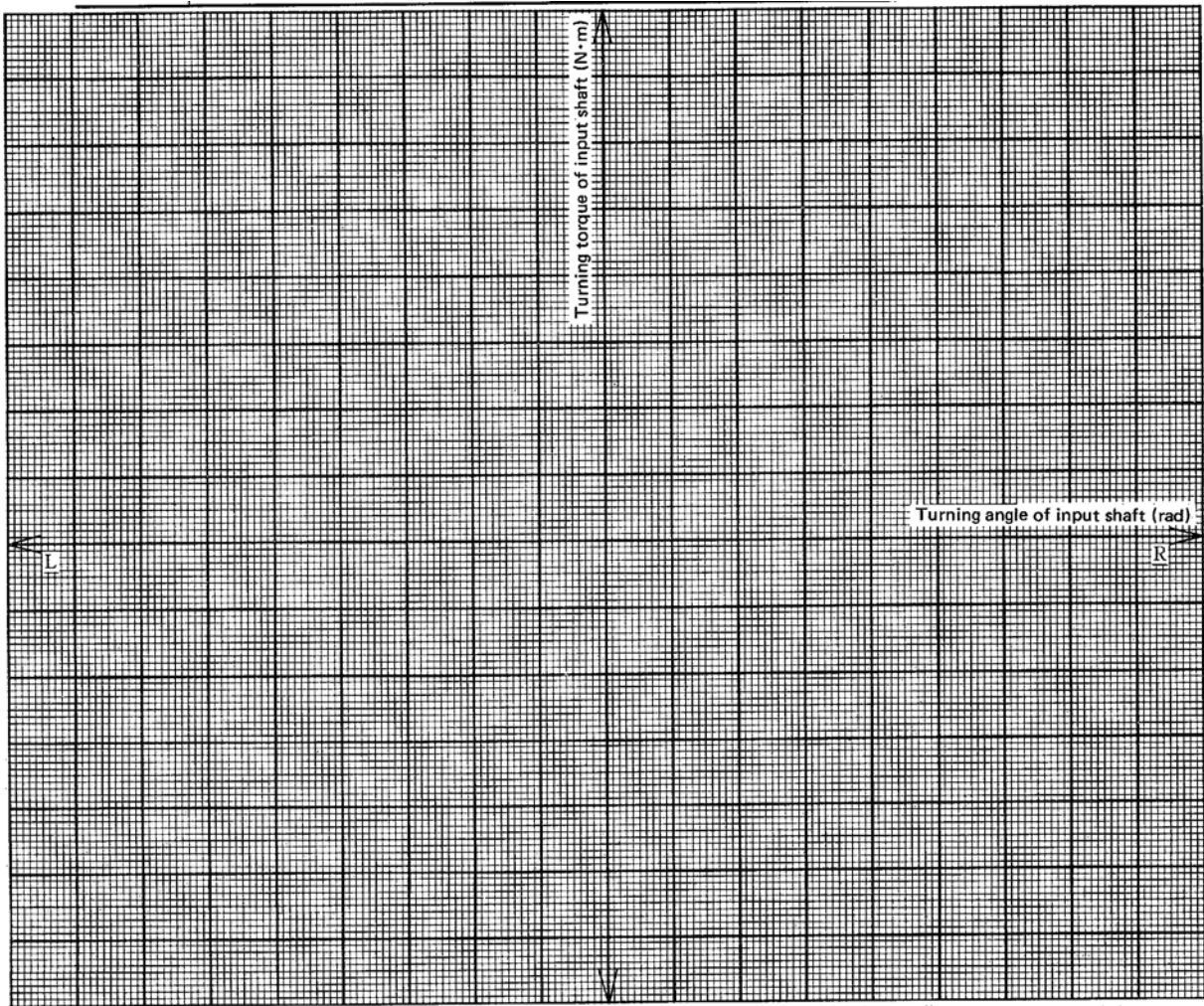


پیوست ت

(الزامی)

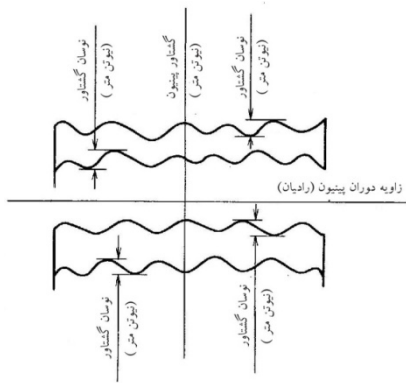
آزمون نوسان گشتاور پینیون و راندمان مکانیکی

<p>شماره ردیابی تولید شماره آزمون</p> <p>تاریخ آزمون</p> <p>مکان آزمون</p> <p>آزمونگر</p>	<p>نمونه اولیه (نمونه اصلی) یا تولید انبوه</p> <p>تولید کننده وسیله</p> <p>تولید کننده جعبه فرمان</p>	<p>جعبه فرمان</p>
<p>وضعیت مونتاژ جعبه فرمان</p> <p>وضعیت نصب قطعات مرتبط</p>	<p>دمای محیط</p> <p>وسیله آزمون</p> <p>وزن وزنه ها (کیلوگرم)</p> <p>سرعت چرخش پینیون (رادیان بر ثانیه)</p>	<p>شرایط آزمون</p>
<p>وقتی پینیون در خلاف جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخد</p> <p>حداکثر مقدار (نیوتن متر)</p> <p>حداقل مقدار (نیوتن متر)</p>	<p>وقتی پینیون در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخد</p> <p>حداکثر مقدار (نیوتن متر)</p> <p>حداقل مقدار (نیوتن متر)</p>	<p>مقادیر اندازه-گیری شده</p>
<p>مقدار میانگین (نیوتن متر)</p> <p>میزان نوسان گشتاور (نیوتن متر)</p> <p>راندمان ورودی نرمال (%)</p> <p>راندمان ورودی برعکس (%)</p>	<p>مقدار میانگین (نیوتن متر)</p> <p>میزان نوسان گشتاور (نیوتن متر)</p> <p>راندمان ورودی نرمال (%)</p> <p>راندمان ورودی برعکس (%)</p>	



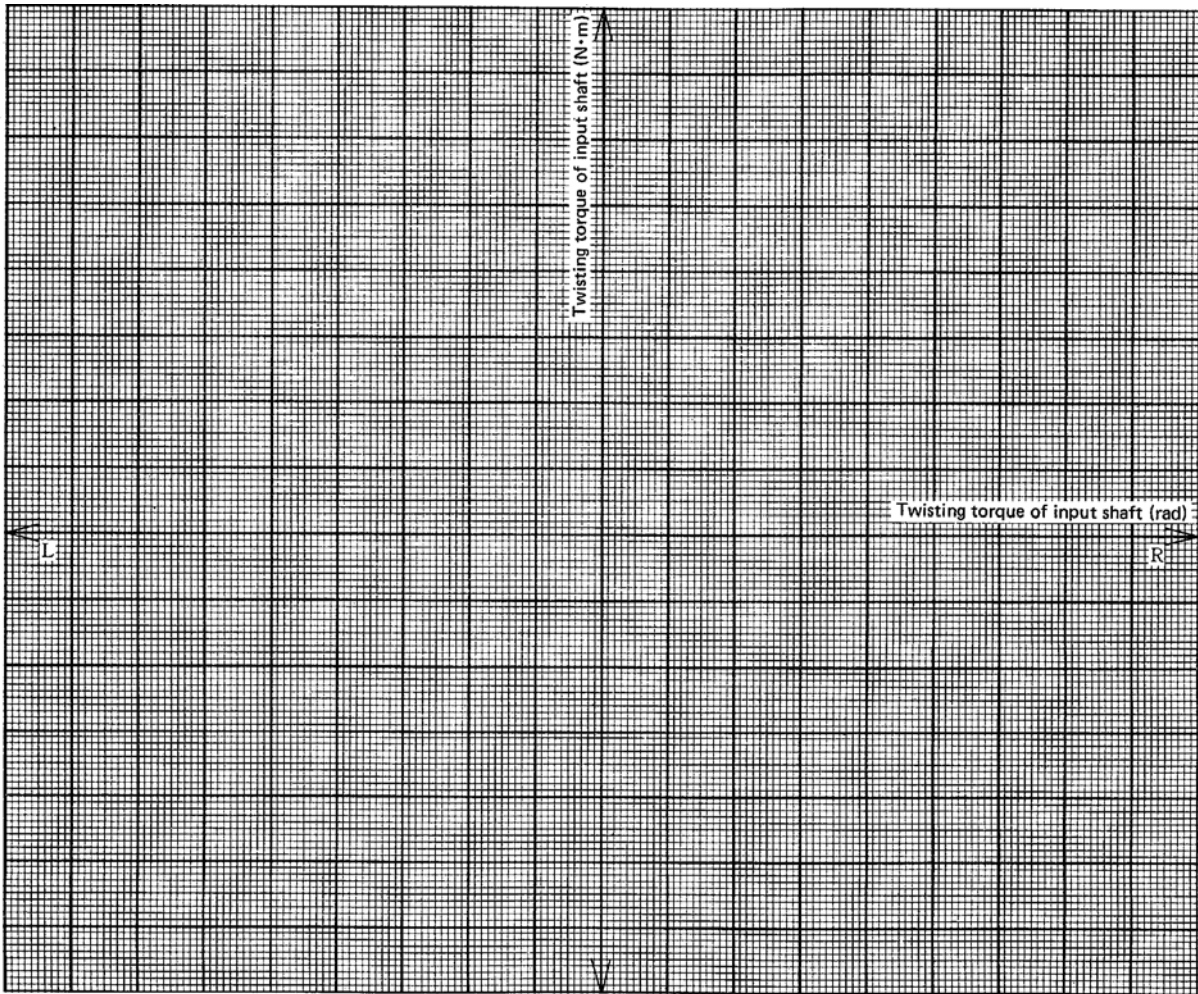
نتایج:

مثالی از نتایج ثبت شده:



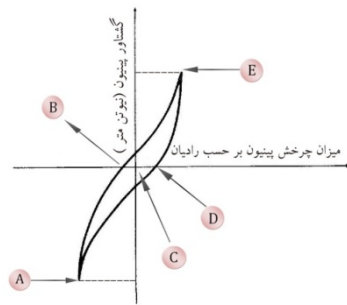
پیوست ث
(الزامی)
آزمون صلبیت

شماره ردیابی تولید..... تاریخ آزمون..... مکان آزمون..... آزمونگر.....	نمونه اولیه (نمونه اصلی) یا تولید انبوه تولید کننده خودرو..... تولیدکننده جعبه فرمان..... شماره پرونده.....	جعبه فرمان شماره قطعه
وضعیت مونتاژی جعبه فرمان (رک بوش ، پوسته ، سبک و غیره)..... وضعیت نصب شدن قطعات مرتبط (گردگیر ، پایه فلزی و غیره).....	دمای محیط..... وسیله آزمون..... شیوه نصب رک..... شیوه نصب جعبه فرمان.....	شرایط آزمون
گشتاور پیچشی پینیون (نیوتن متر)..... زاویه پیچشی پینیون (رادیان).....		مقادیر اندازه گیری - شده



مثالی از نتایج ثبت شده:

نتایج:

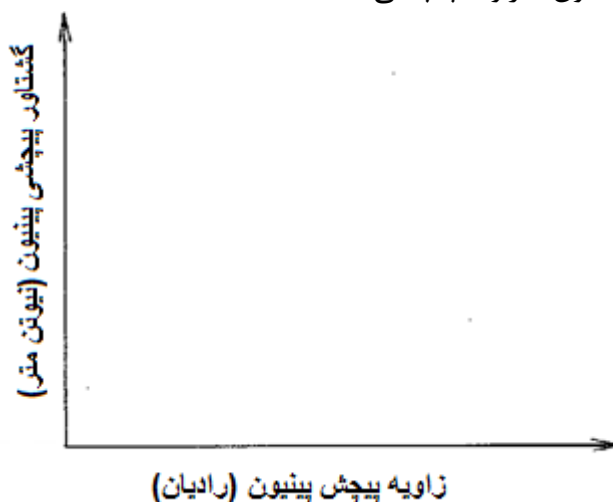


پیوست ج
(الزامی)
آزمون استحکام با ورودی نرمال

شماره ردیابی تولید..... تاریخ آزمون..... مکان آزمون..... آزمونگر.....	نمونه اولیه (نمونه اصلی) یا تولید انبوه تولید کننده خودرو..... تولیدکننده جعبه فرمان..... شماره پرونده.....	جعبه فرمان شماره قطعه
وضعیت مونتاژی جعبه فرمان (رک بوش ، پوسته، سبک و غیره) وضعیت نصب شدن قطعات مرتبط (گردگیر ، پایه فلزی و غیره).....	دمای محیط..... وسیله آزمون..... شیوه نصب رک..... شیوه نصب جعبه فرمان..... سرعت پیچش پینیون (رادیان بر ثانیه).....	شرایط آزمون

نتایج آزمون:

نمودار گشتاور پیچشی پینیون - زاویه پیچشی



فهرست نتایج آزمون

مشاهده تغییر در عملکرد و گسیختگی	گشتاور پیچشی پینیون نیوتن متر	جهت حرکت پینیون	موقعیت قرار گیری جعبه فرمان
		موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت	در مرکز
		موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت	انتهای دامنه حرکت در جهت مخالف حرکت عقربه-های ساعت (در فاصله چند میلی‌متری انتهای دامنه)
		موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت	انتهای دامنه حرکت در جهت موافق حرکت عقربه-های ساعت (در فاصله چند میلی‌متری انتهای دامنه)
		موافق و مخالف حرکت عقربه-های ساعت	انتهای دامنه حرکت در جهت مخالف حرکت عقربه-های ساعت (بدون ثابت کردن سبک)
		موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت	انتهای دامنه حرکت در جهت موافق حرکت عقربه-های ساعت (بدون ثابت کردن سبک)

نتایج بررسی مواد و عملیات حرارتی نمونه:

پیوست چ
(الزامی)
آزمون استحکام با ورودی معکوس

شماره ردیابی تولید.....	نمونه اولیه (نمونه اصلی) یا تولید انبوه	جعبه فرمان
تاریخ آزمون.....	تولید کننده خودرو.....	شماره قطعه
مکان آزمون.....	تولید کننده جعبه فرمان.....	
آزمونگر.....	شماره پرونده.....	شرایط آزمون
وضعیت مونتاژی جعبه فرمان (رک بوش ، پوسته، سبک و غیره)	دمای محیط..... وسیله آزمون.....	
وضعیت نصب شدن قطعات مرتبط (گردگیر ، پایه فلزی و غیره).....	شیوه نصب رک..... شیوه نصب جعبه فرمان..... سرعت بارگذاری رک پینین (نیوتن بر ثانیه)....	
زاویه سبک (رادیان).....		

نتایج آزمون:

نمودار نیروی وارد شده به رک نسبت به تغییر مکان رک



فهرست از نتایج آزمون

موقعیت قرار گیری جعبه فرمان	جهت حرکت پینیون	نیروی وارد بر رک نیوتن	مشاهده تغییر در عملکرد و گسیختگی
در مرکز	موافق و مخالف حرکت عقربه-های ساعت		
انتهای دامنه حرکت در جهت مخالف حرکت عقربه‌های ساعت (در فاصله چند میلی-متری انتهای دامنه)	موافق و مخالف حرکت عقربه-های ساعت		
انتهای دامنه حرکت در جهت موافق حرکت عقربه‌های ساعت (در فاصله چند میلی-متری انتهای دامنه	موافق و مخالف حرکت عقربه-های ساعت		
انتهای دامنه حرکت در جهت مخالف حرکت عقربه‌های ساعت (بدون ثابت کردن سبک)	موافق و مخالف حرکت عقربه-های ساعت		
انتهای دامنه حرکت در جهت موافق حرکت عقربه‌های ساعت (بدون ثابت کردن سبک)	موافق و مخالف حرکت عقربه-های ساعت		

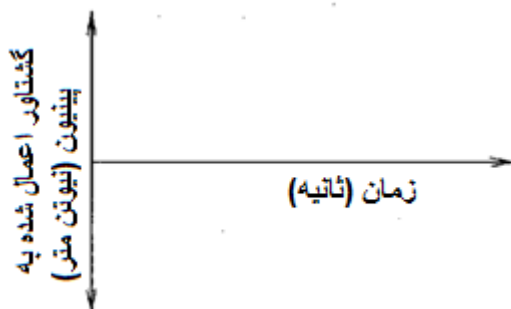
نتایج بررسی مواد و عملیات حرارتی نمونه:

پیوست ح
(الزامی)
آزمون دوام با ورودی نرمال

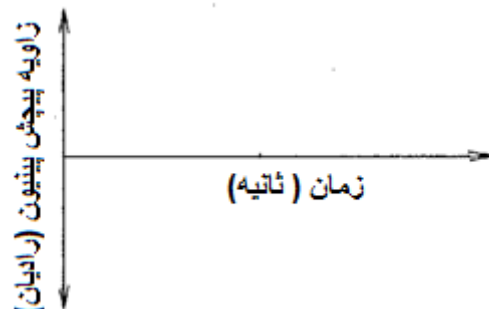
..... شماره ردیابی تولید.....	نمونه اولیه (نمونه اصلی) یا تولید انبوه	جعبه فرمان
..... تاریخ آزمون	تولید کننده خودرو	شماره قطعه
..... مکان آزمون	تولید کننده جعبه فرمان	
..... آزمونگر	شماره پرونده	شرایط آزمون
وضعیت مونتاژی جعبه فرمان (رک بوش ، پوسته، سیبک و غیره)	دمای محیط	
وضعیت نصب شدن قطعات مرتبط (گردگیر ، پایه فلزی و غیره).....	وسیله آزمون.....	
..... زاویه پینیون (رادیان).....	شیوه نصب جعبه فرمان	
..... زاویه سیبک (رادیان).....	گشتاور وارده به پینیون (نیوتن متر).....	
..... تعداد سیکل رفت و برگشت	سرعت گردش پینیون (رادیان بر ثانیه)	
	دامنه عملکرد پینیون (درصد).....	
	نیروی وارد شده به رک	

نتایج اندازه گیری شده:

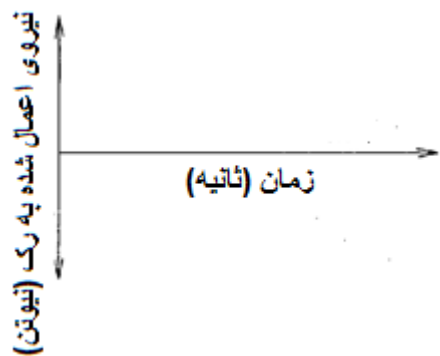
نمودار گشتاور پینیون - زمان



نمودار زاویه پینیون - زمان



نمودار نیروی رک - زمان



فهرست نتایج آزمون

نتیجه بررسی	موارد بررسی
	وضعیت ظاهری و مونتاژ
	نتایج اندازه گیری شده عملکرد
	نتایج بررسی شده در حالت دمونتاژ مجموعه گشتاور بستن، وضعیت سایش یا ترک قطعات ، شکستگی
	وضعیت قطعات جانبی

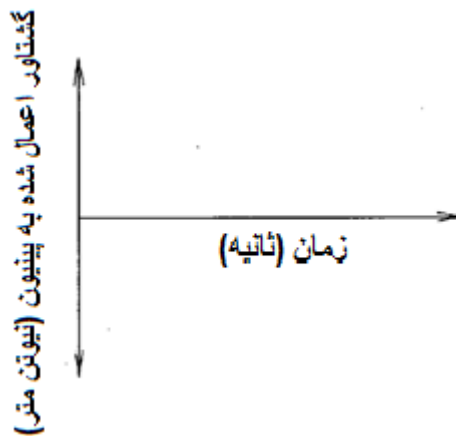
نتایج بررسی مواد و عملیات حرارتی نمونه:

پیوست خ
(الزامی)
آزمون دوام با ورودی معکوس

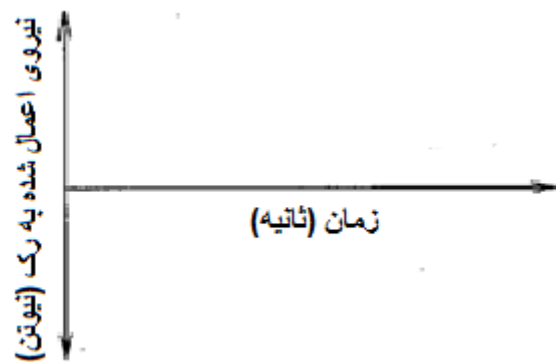
..... شماره ردیابی تولید.....	نمونه اولیه (نمونه اصلی) یا تولید انبوه	جعبه فرمان
..... تاریخ آزمون.....	تولید کننده خودرو.....	شماره قطعه
..... مکان آزمون.....	تولید کننده جعبه فرمان.....	
..... آزمونگر.....	شماره پرونده.....	شرایط آزمون
وضعیت مونتاژی جعبه فرمان (رک بوش ، پوسته، سبک و غیره)	دمای محیط..... وسیله آزمون.....	
.....	شیوه نصب جعبه فرمان.....	
وضعیت نصب شدن قطعات مرتبط (گردگیر ، پایه فلزی و غیره).....	شیوه نصب پینیون..... موقعیت نصب پینیون.....	
زاویه پینیون (رادیان).....	گشتاور وارده به پینیون (نیوتن متر).....	
زاویه سبک (رادیان).....	نیروی وارد شده به رک (نیوتن).....	
تعداد سبک رفت و برگشت.....	سرعت بارگذاری روی رک (هرتز).....	

نتایج اندازه گیری شده

نیروی اعمال گشتاور به پینیون نسبت به زمان



نمودار اعمال نیرو به رک نسبت به زمان



فهرست نتایج آزمون

نتیجه بررسی	موارد بررسی
	وضعیت ظاهری و مونتاژ
	نتایج اندازه گیری شده عملکرد
	نتایج بررسی شده در حالت دمونتاژ مجموعه گشاور بستن، وضعیت سایش یا ترک قطعات ، شکستگی
	وضعیت قطعات جانبی

نتایج بررسی مواد و عملیات حرارتی نمونه:

پیوست د
(اطلاعاتی)

پاره ای از مواد اولیه و خواص مکانیکی قطعات / اجزاء منفصله اصلی جعبه فرمان مکانیکی خودرو پراید

۱ پینیون (مارپیچ فرمان)

مواد اولیه پینیون فولاد با نشانه 15CRM04 و شماره مواد 1.7262 در استاندارد DIN می باشد که ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی این فولاد بر اساس مندرجات کتاب کلید فولاد بشرح جداول زیر است:

C	Si	Mn	P	S	Cr	MO	عناصر موجود درصد وزنی
0.13	0.15	0.55	≤0.03	≤0.03	0.85	0.15	کمترین درصد وزنی
0.19	0.35	0.90			1.25	0.35	بیشترین درصد وزنی

سختی (HB)	مقدار ضربه (شارپی) J/cm ²	ازدیاد طول نسبی %	استحکام کششی MPa	استحکام نقطه تسلیم MPa	شماره مواد
235-321	≥69	≥16	≥834	-	1.7262

۲ رک (دنده شانه ای فرمان)

مواد اولیه رک فولاد کم آلیاژ با نشانه CK45 به شماره مواد 1.1191 در استاندارد DIN می باشد که ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی این فولاد بر اساس مندرجات کتاب کلید فولاد بشرح جدول زیر است :

C	Si	Mn	P	S	عناصر موجود درصد وزنی
0.42	≤0.4	0.55	≤0.03	≤0.03	کمترین درصد وزنی
0.50		0.90			بیشترین درصد وزنی

۳ پوسته جعبه فرمان

مواد اولیه پوسته جعبه فرمان آلومینیوم آلیاژی با شماره ADC 10 یا ADC 12 (مطابق استاندارد KES B-F004) بوده که مناسب برای عملیات دایکاست^۱ میباشد که ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی ، الکتریکی و فیزیکی این آلیاژها مطابق استاندارد KES B-F004 به شرح جداول زیر است :

^۱ - ریخته گری تحت فشار در قالب های فلزی

Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Sn	AL	Si	Cu	درصد وزنی	شماره مواد
≤0.3	≤1.0	≤0.3	≤0.5	≤0.5	≤0.3	Rem.	7.5	2.4	Min	ADC 10
							9.5	4.0	Max	

Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Sn	Cu	Si	عناصر موجود	درصد وزنی	شماره مواد
≤0.3	≤1.0	≤0.3	≤0.5	≤0.5	≤0.3	1.5	9.6	کمترین درصد وزنی	ADC 12	
						3.5	12			بیشترین درصد وزنی

مقاومت کششی	مقاومت تسلیم %0.2	مقاومت برش	مقاومت تسلیم	افزایش طول %	وزن مخصوص gr/cm3 ()	نقطه ذوب (° C)	رسانای حرارتی CGS	ضریب انبساط حرارتی deg	هدایت الکتریکی IACS	شماره مواد
Kgf/mm ²										
30.2	17.0	19.7	13.4	2.0	2.71	590	0.23	21.8*10 ⁻⁶	23 %	ADC 10
30.2	19.0	19.7	13.4	2.0	2.70	590	0.23	21.8*10 ⁻⁶	23 %	ADC 12

۵-۲-۶ حلقه های لاستیکی پایه اتصال به بدنه :

مواد اولیه حلقه های لاستیکی پایه اتصال به بدنه نوعی لاستیک NBR با نشانه R-AA710 K2 بوده که خواص فیزیکی آن مطابق با استاندارد KES B-L005 A به شرح جدول زیر است:

خواص مقاومت حرارتی				نشانه
دمای آزمایش (° C)	تغییرات سختی (%)	نرخ تغییر خصوصیت کششی (%)	حداکثر تغییر طول (%)	
70	۱۰-۵	20-30	۳۰	R-AA710 K2

۵-۲-۷ پایه های فلزی اتصال به بدنه

مواد اولیه پایه های فلزی اتصال به بدنه فولاد با نشانه ST12 و با شماره مواد 1.0330 در استاندارد DIN میباشد که ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی آن بر اساس مندرجات کتاب کلید فولاد به شرح جدول زیر است:

C	Mn	P	S	عناصر موجود
≤0.12	≤0.50	≤0.040	≤0.045	درصد وزنی

حداقل ازدیاد طول نسبی (%)						استحکام تسلیم (Kgf/mm ²)	نقطه تسلیم (Kgf/mm ²)	نشانه	نام
ضخامت اسمی (mm)									
0.25 ≤ <0.4	0.4 ≤ <0.6	0.6 ≤ <1.0	1.0 ≤ <1.6	1.6 ≤ <2.5	2.5 ≤				
32	34	36	37	38	39	≥28	≤23	SPC1	ورق فولادی نورد سرد شده

۴ فنر فشاری استکانی:

مواد اولیه فنر فشاری استکانی بانشانه 50CR4 و با شماره مواد 1.8158 در استاندارد DIN میباشد که ترکیب شیمیایی آن طبق کتاب کلید فولاد به شرح جدول زیر است:

P	S	Cr	V	Cu	C	Si	Mn	درصد وزنی
≤0.02	≤0.025	0.80	0.15	≤0.20	0.45	0.15	0.65	کمترین درصد وزنی
		1.10	0.25		0.55	0.35	0.95	بیشترین درصد وزنی

۵ خار فنری:

مواد اولیه خار فنری فولاد با نشانه C80W1 و شماره مواد 1.1545 در استاندارد DIN میباشد که ترکیب شیمیایی و سیکل عملیات حرارتی آن طبق کتاب کلید فولاد به شرح جداول زیر است:

P	S	Cr	Ni	Cu	C	Si	Mn	درصد وزنی	عناصر موجود درصد وزنی
≤0.03	≤0.03	≤0.30	≤0.25	≤0.25	0.80	0.10	0.10	Min	کمترین درصد وزنی
					0.90	0.35	0.50	Max	بیشترین درصد وزنی

سختی بعد از آنیل کردن (HB)	سختی در حالت سرد کاری سریع و عملیات بازگشت (HRC)	عملیات حرارتی			نشانه
		آنیل کاری (°C)	سرد کاری (°C)	عملیات بازگشت (°C)	
≤207	≥59	730~760	760~820 سرد کاری درآب	150~200 سرد کاری درهوا	C80W1

۶ بوش پلاستیکی :

مواد اولیه بوش پلاستیکی نوعی پلاستیک بانسانه PPR میباشد که خواص فیزیکی و مکانیکی آن طبق استاندارد KES B-N004 به شرح جدول زیر است :

وزن مخصوص (gr/cm ³)	مقاومت کششی (kg/cm ²)	افزایش طول (%)	مقاومت خمشی (kg/cm ²)	نرخ الاستیسیته خمشی Kg.cm/cm ²	مقاومت ضربه Kg.cm/cm ²	سختی (HR)	دمای تغییر شکل حرارتی °C	مشخصات ماده	نشانه
0.89~1.24	200	2	300	7500	2	30	50°C	Poly propylene resin	PPR

۷ استکانی :

مواد اولیه استکانی نوعی پلی استال رزین بانسانه PVC بوده که خواص مکانیکی و فیزیکی آن طبق استاندارد KES B-N004 به شرح جدول زیر است :

وزن مخصوص (gr/cm ³)	مقاومت کششی (kg/cm ²)	افزایش طول (%)	مقاومت ضربه Kg.cm/cm ²	سختی (HM)	نرخ جذب (%)	مشخصات ماده	نشانه
1.41-1.54	600	2	3	75	0.3	Poly Acetal resin	PVC