

**INSO**

**18541**

**1st.Edition**

**2014**



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

**Iranian National Standardization Organization**



استاندارد ملی ایران

۱۸۵۴۱

چاپ اول

۱۳۹۳

تکیه‌گاه‌های الاستومری صفحه فولادی  
چندلایه در پل‌ها - ویژگی‌ها

**Plain and Steel-Laminated Elastomeric  
Bearings for Bridges - Specifications**

**ICS:93.040**

## 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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند 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 می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی 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 می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بندیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی 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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

### « تکیه‌گاه‌های الاستومری صفحه فولادی چندلایه در پل‌ها - ویژگی‌ها »

#### رئیس:

زهرائی ، سید مهدی  
(دکترای مهندسی سازه)

#### سمت و / یا نمایندگی

استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه  
تهران و رئیس موسسه پایدار سازه آریا

#### دبیر:

مصطفی‌زاده ، سیدحجت  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مدیر موسسه تحقیقات و پژوهش‌های علمی  
بنیادین پایدار سازه آریا

#### اعضا : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اعتمادی ، مجتبی  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

کارشناس فنی اداره کل راه و شهرسازی  
هرمزگان

امیری ، مهدی  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

کارشناس سازه مهندسان مشاور توسعه  
ساحل دریا

ترابی‌زاده ، محمدرضا  
(کارشناس مهندسی عمران)

کارشناس آزمایشگاه مصالح ساختمانی اداره  
کل استاندارد هرمزگان

ذاکری ، ایمان  
(دکترای مهندسی عمران)

مدیرعامل شرکت آزمونگاهی خاک بتن  
آزمای پارسه خلیج فارس

حریرنیا ، عباس  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

معاون امور مسکن اداره کل راه و شهرسازی  
هرمزگان

رهبر رنجی، احمد  
(دکترای مهندسی کشتی‌سازی)

دانشیار دانشگاه پلی تکنیک تهران،  
کارشناس حقیقی تدوین استانداردهای ملی  
ایران

شرقی ، عبدالعلی  
(دکترای مهندسی عمران)

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

طیپی ، سعیده  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارشناس بخش سازه موسسه تحقیقات و  
پژوهش‌های علمی بنیادین پایدار سازه آریا

ظهرایی ، مصطفی  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

کارشناس سازه حوزه معاونت فنی و عمرانی  
شهرداری شیراز

کامجو ، بهمن  
(کارشناس مهندس عمران)

کارشناس بخش سازه موسسه تحقیقات و  
پژوهش‌های علمی بنیادین پایدار سازه آریا

عذباشی ، فرهاد  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

هیات علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه  
آزاد اسلامی واحد بخش‌عباس

نصیری لاری ، سید علیرضا  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

معاونت اجرایی اداره کل راه و شهرسازی  
هرمزگان

## فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان                                     |
|------|-------------------------------------------|
| ب    | آشنایی با سازمان ملی استاندارد            |
| ج    | کمیسیون فنی تدوین استاندارد               |
| ه    | پیش گفتار                                 |
| و    | مقدمه                                     |
| ۱    | ۱ هدف و دامنه کاربرد                      |
| ۱    | ۲ مراجع الزامی                            |
| ۲    | ۳ تعاریف و اصطلاحات                       |
| ۵    | ۴ اطلاعات سفارش                           |
| ۶    | ۵ مصالح و صنعتی سازی                      |
| ۷    | ۶ ابعاد و انواع مجاز                      |
| ۷    | ۷ روش های انجام آزمون و معیارهای پذیرش    |
| ۹    | ۸ آزمون های مصالح الاستومری               |
| ۱۱   | ۹ آزمون برداری                            |
| ۱۱   | ۱۰ نشان گذاری محصول                       |
| ۱۲   | پیوست الف (الزامی) تعیین مدول برشی        |
| ۱۵   | پیوست ب (اطلاعاتی) مصالح الاستومری متناوب |

## پیش گفتار

استاندارد « تکیه‌گاه‌های الاستومری صفحه فولادی چندلایه در پل‌ها- ویژگی‌ها » که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط موسسه تحقیقات و پژوهش‌های علمی بنیادین پایدار سازه آریا تهیه و تدوین شده است و در پانصد و سی و دومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۳/۶/۲۳ 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 می‌شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارایه شود ، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM D4014:2003(2012), Standard Specification for Plain and Steel-Laminated Elastomeric Bearings for Bridges

## تکیه‌گاه‌های الاستومری صفحه فولادی چندلایه در پل‌ها - ویژگی‌ها

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی‌های تکیه‌گاه‌هایی که برای انتقال بار یا هم‌سازی جابجایی نسبی بین روسازه پل و تکیه‌گاه سازه یا هر دو آن‌ها را که تماماً از الاستومر یا لایه‌های متناوب الاستومر و فولاد تشکیل شده‌اند، است.

یادآوری - در این استاندارد، کلمه‌های «الاستومر» یا «الاستومری» به جای کلمه «لاستیک» مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هشدار - این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش را بیان نمی‌کند، بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت کرده و قبل از استفاده محدودیت‌های اجرایی آن را مشخص کند.

### 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:

2-1 ASTM A 36/A 36M, Specification for Carbon Structural Steel

2-2 ASTM D 395 Test, Methods for Rubber Property-Compression Set

2-3 ASTM D 412 Test, Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension

2-4 ASTM D 518 Test, Method for Rubber Deterioration-Surface Cracking

2-5 ASTM D 573 Test, Method for Rubber-Deterioration in an Air Oven

2-6 ASTM D 832, Practices for Rubber Conditioning For Low Temperature Testing

2-7 ASTM D1149, Test Methods for Rubber Deterioration-Cracking in an Ozone Controlled Environment

2-8 ASTM D 1415, Test Method for Rubber Property-International Hardness

2-9 ASTM D 1418, Practice for Rubber and Rubber Latices - Nomenclature

2-10 ASTM D 2000, Classification System for Rubber Products in Automotive Applications

2-11 ASTM D 2137, Test Methods for Rubber Property-Brittleness Point of Flexible Polymers and Coated Fabrics

2-12 ASTM D 2240, Test Method for Rubber Property-Durometer Hardness

2-13 ASTM D, 3183 Practice for Rubber-Preparation of Product Pieces for Test Purposes from Products

2-14 ASTM E 4 ,Practices for Force Verification of Testing Machines

### ۳ تعاریف و اصطلاحات

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد بند ۲-۴، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

### بار طراحی

با متوسط تنش فشاری اعمال شده در سطح ورق فولادی متناظر است.

۲-۳

### صفحه بار خارجی<sup>۱</sup>

یک صفحه فولادی است که در بالا یا پایین و یا هر دو آن‌ها بر روی سطح الاستومری تکیه‌گاه متصل شده است.

۳-۳

### قطعه<sup>۲</sup>

قطعه باید شامل یک نوع مجزا از تکیه‌گاه با همان طراحی و مصالح باشد و در همان زمان برای بازرسی ارایه شود، مگر این‌که در قرارداد یا دستور خرید مشخص شده باشد.

۴-۳

### تکیه‌گاه الاستومری لایه‌بندی شده ساده<sup>۳</sup>

تکیه‌گاهی که تنها شامل مصالح الاستومری است.

---

1- External load plate

2- Lot

3- Plain elastomeric bearing pad

تکیه‌گاه ساندویچی الاستومری ساده<sup>۱</sup>

یک تکیه‌گاه که شامل یک لایه جداگانه از مصالح الاستومری بوده و مطابق بند ۳-۲، ممکن است به یک یا دو صفحه بار خارجی متصل باشد.

تکیه‌گاه الاستومری ورق فولادی<sup>۲</sup>

تکیه‌گاهی که از مصالح الاستومری با یک یا چند ورق فولادی که در آن جاسازی شده، و ممکن است به یک یا دو صفحه بار خارجی مطابق بند ۳-۲، نیز متصل شده باشد.

## ۳-۶-۱ طبقه‌بندی

۳-۶-۱-۱ تکیه‌گاه‌ها در چهار نوع طبقه‌بندی می‌شوند:

۳-۶-۱-۱-۱ تکیه‌گاه الاستومری لایه‌بندی شده ساده؛

۳-۶-۱-۱-۲ تکیه‌گاه ساندویچی الاستومری ساده؛

۳-۶-۱-۱-۳ تکیه‌گاه الاستومری ورق فولادی؛

۳-۶-۱-۱-۴ تکیه‌گاه الاستومری ورق فولادی با صفحه (صفحات) بار خارجی.

یادآوری ۱- مثال‌های انواع ساخت تکیه‌گاه‌های الاستومری را در شکل ۱ ببینید.

یادآوری ۲- در این طبقه‌بندی هنگامی که به انواع تکیه‌گاه‌ها اشاره می‌شود، توصیف الاستومری حذف شده است.

۳-۶-۲ الاستومر برای ساخت تکیه‌گاه در دو نوع مختلف به صورت زیر تهیه می‌شوند:

۳-۶-۲-۱ نوع CR، لاستیک کلروپرن<sup>۳</sup>؛

۳-۶-۲-۲ نوع NR، لاستیک طبیعی.

۳-۶-۲-۳ اگر نوع الاستومر، مشخص نشده باشد، سازنده باید از یکی از آن‌ها را استفاده کند.

---

1- Plain elastomeric sandwich bearing

2- Steel-laminated elastomeric bearing

3- Chloroprene

**یادآوری ۱-** در پیوست ب-۱، مصالح الاستومری که به طور کامل در گزارش های خدمات قابل استفاده نبوده، یا استفاده گسترده ای ندارند و یا به هر دو آن ها مربوط است، آمده است.

**یادآوری ۲-** مخفف سازی انواع الاستومر مطابق استاندارد بند ۲-۹ است.

**۳-۶-۳** الاستومر برای ساخت تکیه گاه در چهار دسته خواص با دمای پایین تهیه شده است. درجات و شرایط دمایی عملکرد معمولی برای هر دما به صورت زیر است:

**۳-۶-۳-۱** رده صفر، مناسب برای استفاده متوالی تا  $+5$  درجه سلسیوس.

**۳-۶-۳-۲** رده دو، دماهای زیر صفر، در شب اتفاق می افتند و برخی اوقات بیشتر از یک یا دو روز پایدار نیستند.

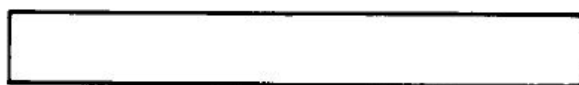
**۳-۶-۳-۳** رده سه، مانند دسته دو، اما برای دوره های گاه به گاه تا دو هفته متوالی زیر صفر.

**۳-۶-۳-۴** رده پنج، دماهای تا  $-40$  درجه سلسیوس، که چندین ماه در هر سال یا دو ماه پیوسته زیر  $-15$  درجه سلسیوس ادامه دارند.

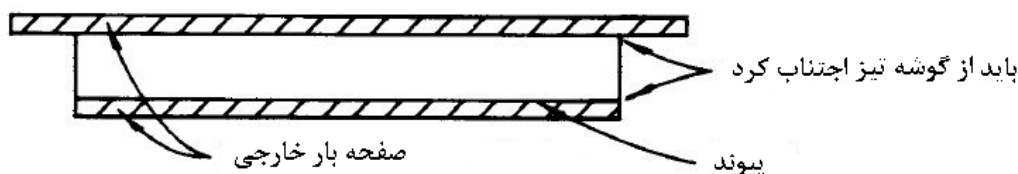
**۳-۶-۳-۵** اگر درجه ای مشخص نشده باشد، درجه صفر باید در نظر گرفته شود. الاستومری با رده بالاتر باید با رده پایین تر تعویض شود.

**یادآوری ۱-** در خصوص مصالح الاستومری با خواص دمای پایین آزمون استاندارد بند ۲-۶ را ببینید.

**یادآوری ۲-** شماره های رده برای مشخصات دمای پایین طبق جدول ۶ استاندارد بند ۲-۱۰ است.

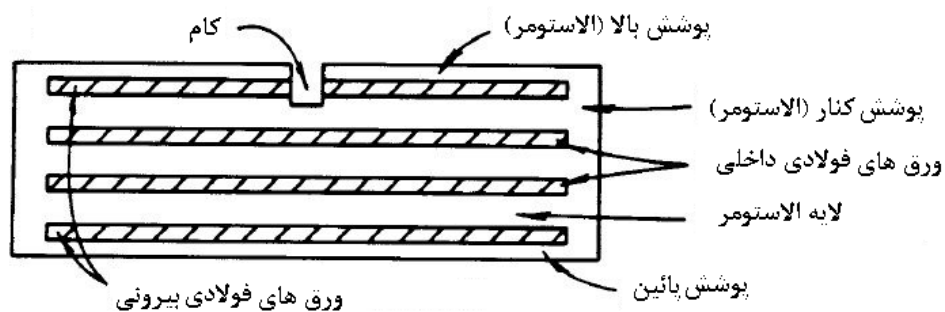


تکیه گاه الاستومری لایه بندی شده ساده

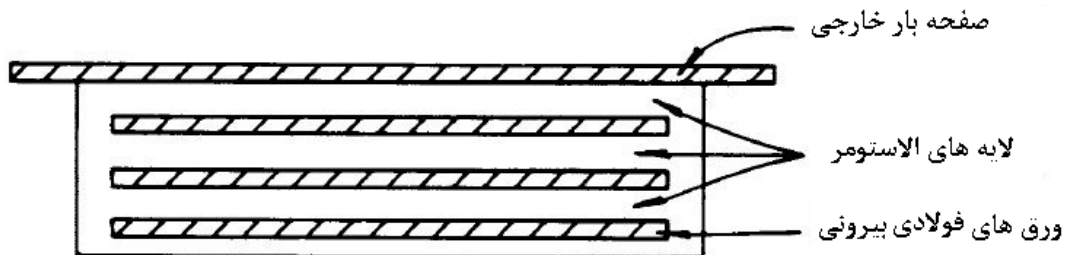


تکیه گاه ساندویچی الاستومری ساده

شکل ۱- آزمونیهایی از ساخت تکیه‌گاه‌های الاستومری



تکیه‌گاه الاستومری روکش - فولاد ( بدون صفحات بار خارجی )



تکیه‌گاه الاستومری لایه فولادی (با صفحه بار خارجی)

ادامه شکل ۱- آزمونیهایی از ساخت تکیه‌گاه‌های الاستومری

#### ۴ اطلاعات سفارش

۴-۱ سفارش برای هر نوع از تکیه‌گاه‌ها مطابق با این استاندارد، باید در برگیرنده موارد زیر باشد:

۴-۱-۱ مقدار؛

۴-۱-۲ طراحی تکیه‌گاه؛

یادآوری- آزمونیهایی از اطلاعات مورد نیاز طراحی در پیوست ب-۲ آورده شده است. نقشه‌های کار ممکن است جایگزین شوند.

۴-۱-۳ بار طراحی؛

۴-۱-۴ مدول برشی الاستومر؛

۴-۱-۵ نوع لاستیک؛

۴-۱-۶ رده لاستیک؛

۴-۱-۷ اگر فشار نسبی آزمون اوزون<sup>۱</sup> بیشتر از ۵۰ مگاپاسکال (که قبلاً به عنوان غلظت ۵۰ قسمت در هر صد میلیون<sup>۲</sup> اشاره شده است) باشد، باید در اطلاعات سفارش آورده شود.

## ۵ مصالح و صنعتی سازی

۵-۱ الاستومری مرکب که در ساخت تکیه گاه مورد استفاده قرار می گیرد، باید شامل لاستیک طبیعی یا لاستیک کلوروپرن به عنوان پلیمر خام باشد. هیچ لاستیک اصلاح شده ای نباید مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۲ ورق های داخلی باید از فولاد نرم نورد شده باشند.

۵-۳ صفحات بار خارجی باید مطابق با استاندارد بند ۲-۱ باشد، مگر این که در قرارداد یا دستور خرید مشخص شده باشد.

۵-۴ لایه های تکیه گاه ساده باید به طور جداگانه قرار بگیرند، یا از صفحه ها و نوارهای قبلی جدا شوند، یا از نوار بیرون آورده شده و قطع شوند. برش باید یک سطح صاف باشد. همچنین گرمایی به الاستومر منتقل نکند.

۵-۵ یک تکیه گاه ورق فولادی یا یک تکیه گاه ساندویچی ساده، باید به صورت یک بخش مجزا تحت فشار و گرما شکل دهی شود.

۵-۶ لایه های فولادی و صفحات بار خارجی باید در حین شکل دهی (قالب گیری) به الاستومر متصل شوند. در پیوستگی لبه های خارجی الاستومر به صفحات بار خارجی باید بدون ایجاد تمرکز تنش، شکل دهی شود (شکل ۱ را ببینید).

۵-۷ ورق های فولادی داخلی باید بدون لبه های تیز باشند.

۵-۸ صفحات بار خارجی باید هنگامی که توسط سازنده عرضه می شوند در مقابل زنگ زدگی محافظت شوند.

۵-۹ تمام قالبها باید در فرآیند کارگاهی استاندارد تهیه شده باشند.

---

1- Ozone

2- pphm

## ۶ ابعاد و انواع مجاز

۶-۱ تمام لایه‌های الاستومر، به عنوان مثال، لایه‌های تکیه‌گاه ساده، ورق‌ها، و پوشش‌ها، باید دارای ضخامت یک‌نواخت باشند، مگر این‌که در قرار داد یا دستور خرید مشخص شده باشد.

۶-۲ تمام ورق‌های فولادی داخلی باید دارای ضخامت یکسان باشند. هنگامی که در قرارداد یا دستور خرید مشخص می‌شود، ضخامت ورق‌های فولادی بیرونی که ممکن است در مجاورت صفحه بار خارجی نبستند، متفاوت باشد (شکل ۱ را ببینید).

۶-۳ ضخامت ورق‌های فولادی هنگامی که دارای طول یا عرض یک تکیه‌گاه مستطیلی یا قطر داخلی یک تکیه‌گاه دایره‌ای کمتر از ۴۵۰ میلی‌متر است، باید حداقل ۱/۵ میلی‌متر باشد. در تمام موارد دیگر، ضخامت حداقل باید ۲ میلی‌متر باشد.

۶-۴ صفحات بار خارجی باید دارای ضخامت یکسان و یک‌نواخت باشند، مگر این‌که در قرارداد یا دستور خرید مشخص شده باشد.

۶-۵ ابعاد تکیه‌گاه و ضخامت لایه‌های الاستومر باید رواداری‌های داده شده در جدول ۱ را برآورده سازند، که در آن‌ها  $D$  طول، عرض یا قطر بوده، و  $T$  ضخامت نهایی الاستومر است.

۶-۶ تغییرات از صفحه موازی به یک سطح طراحی، نباید از میانگین شیب ۰/۰۰۵ برای سطح بالایی و ۰/۰۰۶ برای یک طرف سطح، بیشتر شود.

## ۷ روش‌های انجام آزمون و معیارهای پذیرش

۷-۱ آزمون فشاری تکیه‌گاه، تمام آزمون‌های تکیه‌گاه باید تحت آزمون‌های فشاری قرار گیرند. هزینه‌های جابجایی تکیه‌گاه‌ها و آزمون روی آن‌ها باید توسط تامین‌کننده کالا پرداخت شوند.

۷-۲ تکیه‌گاه‌ها باید تا یک دمای  $(23 \pm 6)$  درجه سلسیوس مورد آزمون قرار گیرند.

۷-۳ سختی فشاری، بارگذاری تکیه‌گاه تا بار طراحی طبق بند ۳-۱ با گام‌های یک پنجم بار طراحی، بار زمان بارگذاری باید در محدوده ۱/۴ دقیقه تا ۲/۶ دقیقه باشد. هنگامی که گام اعمال شد (بسته به نوع ماشین آزمون)، بار یا تغییرشکل باید برای مدت ۳۰ ثانیه ثابت نگه‌داشته شده، سپس بار یا تغییرشکل اندازه‌گیری شود. سختی فشاری باید به عنوان شیب بهترین خط راست برازش‌شده از نقاط، با حذف اولین نقطه در بار صفر نمودار بار - تغییرمکان تعیین شود. برای هر تکیه‌گاه، سختی فشاری باید ثبت شود.

۷-۴ بازرسی چشمی، بار به اندازه ۱٫۵ برابر بار طراحی افزایش می‌یابد، سپس بار و تغییر شکل در حالی که تکیه‌گاه برای ضعف‌های چشمی بازرسی می‌شود، ثابت باشد. ضعف‌های ظاهری به شکل زیر:

۷-۴-۱ اگر عدم اتصال الاستومر به فولاد دیده شد، تکیه‌گاه باید مردود شود.

۷-۴-۲ اگر عیوبی در قرارگیری لایه‌ها دیده شد که به افزایش ضخامت لایه الاستومر بیشتر از رواداری بند ۶-۵ منجر شود، تکیه‌گاه باید مردود شود.

۷-۴-۳ اگر حداقل سه ترک سطحی جداگانه که هر کدام حداقل دارای ۲ میلی‌متر عرض و ۲ میلی‌متر عمق باشد، تکیه‌گاه باید مردود شود.

۷-۴-۴ سختی فشاری تکیه‌گاه از سختی فشاری متوسط (K) تعیین می‌شود. سختی فشاری هر تکیه‌گاه آزمون شده نباید بیش از ۱۰ درصد با سختی فشاری متوسط (K) تفاوت داشته باشد.

۷-۵ برای هر تکیه‌گاهی که مطابق با معیارهای بند ۷-۱ مردود می‌شود، دو تکیه‌گاه اضافی باید انتخاب شده و تمام موارد خواسته شده در بند ۷-۱ را فراهم کنند، در غیر این صورت قطعه مردود می‌شود.

۷-۶ اگر قطعه مردود نشود، تکیه‌گاه با سختی متوسط (K)، باید تحت آزمون‌های مصالح الاستومری مطابق بند ۸ قرار گیرد.

#### جدول ۱ - رواداری‌ها برای ابعاد تکیه‌گاه و ضخامت لایه‌های الاستومر

| رواداری                   |                   | ابعاد                                                      |
|---------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|
| کمینه                     | بیشینه            |                                                            |
| صفر                       | $5(0/2) + 0/005D$ | طول، عرض یا قطر تکیه‌گاه بر حسب میلی‌متر                   |
| صفر                       | $2(0/1) + 0/004T$ | ارتفاع تکیه‌گاه بر حسب میلی‌متر                            |
| صفر                       | $3(0/1)$          | ضخامت پوشش الاستومر در بالا، پایین یا کنار بر حسب میلی‌متر |
| $\pm 20$ درصد مقدار طراحی |                   | ضخامت ورق داخلی فولادی الاستومر (بر حسب درصد)              |

## ۸ آزمون‌های مصالح الاستومری

۸-۱ تمام آزمون‌های مورد استفاده برای تعیین مشخصات مصالح الاستومری جوش داده شده، باید از تکیه‌گاه‌ها نمونه‌برداری شوند (استاندارد بند ۲-۱۳ را ببینید). آزمون‌های کشش و سختی برای آزمون‌های کنترل کیفیت در بند ۸-۳، آزمون‌ها برای آزمون مقاومت در برابر اوزون<sup>۱</sup> در بند ۸-۵، و نوارها برای آزمون شکست دمای پایین در بند ۸-۶-۱، اگر قابل اعمال باشند، باید از سطح خارجی تکیه‌گاه باشند. تمامی آزمون‌های دیگر، باید از وسط یک‌سوم تکیه‌گاه نمونه‌برداری شوند. آزمون‌های فشاری، باید همانند روش‌های آزمون استاندارد بند ۲-۲، روش B، نوع ۱، باشند.

۸-۲ دمایی که در آن آزمون‌ها انجام می‌شود باید  $(23 \pm 2)$  درجه سلسیوس باشد، مگر این‌که چیز دیگری در این ویژگی‌ها تعیین شده باشد.

۸-۳ مشخصات کنترل کیفیت الاستومر، باید مطابق جدول ۲ (برای سختی و نوع لاستیک استفاده شده) باشد.

جدول ۲ - مشخصات کنترل کیفیت الاستومر

| لاستیک                                                                                                                                                                                               | لاستیک طبیعی (NR)              | لاستیک کلوروپرن (CR)           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| آزمون سخت‌شدگی (مطابق استاندارد بندهای ۲-۸ یا ۲-۱۲)                                                                                                                                                  | ۴۵ تا ۷۵                       | ۴۵ تا ۷۵                       |
| خواص فیزیکی (مطابق با استاندارد بند ۲-۳):<br>مقاومت کششی، کمینه، مگاپاسکال<br>کشیدگی نهایی                                                                                                           | ۱۵٫۵<br>۴۰۰                    | ۱۵٫۵<br>۴۰۰                    |
| درصد سخت‌شدگی، کمینه، (۵۶ تا ۶۵) درصد                                                                                                                                                                | ۳۵۰                            | ۴۰۰                            |
| درصد سخت‌شدگی، کمینه، (۶۶ تا ۷۵) درصد                                                                                                                                                                | ۳۰۰                            | ۳۰۰                            |
| درصد سخت‌شدگی، کمینه، ، قوام دمای بالا (مطابق با استاندارد ۲-۵)                                                                                                                                      | -                              | -                              |
| مدت پیرشدگی، ساعت،<br>دمای پیرشدگی، درجه سلسیوس<br>بیشینه درصد تغییرات سخت‌شدگی<br>بیشینه درصد تغییرات مقاومت کششی<br>بیشینه درصد تغییرات پیرشدگی نهایی<br>مقاومت فشاری (مطابق با استاندارد بند ۲-۲) | ۱۶۸<br>۷۰<br>+۱۰<br>-۲۵<br>-۲۵ | ۷۰<br>۱۰۰<br>+۱۵<br>-۱۵<br>-۴۰ |
| درصد بیشینه پس از ۲۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس<br>درصد بیشینه پس از ۲۲ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس                                                                                                | ۲۵<br>---                      | ---                            |
|                                                                                                                                                                                                      | ---                            | ۳۵                             |

۸-۴ مدول برشی، مدول برشی الاستومر که در پیوست الف-۱ تعیین شده است، نباید بیشتر از ۱۵ درصد با مدول برشی مورد نیاز الاستومر، تفاوت داشته باشد.

۸-۵ مقاومت در برابر اوزون<sup>۱</sup>، یک آزمون مقاومت در برابر اوزون باید بر روی نوارهای آزمون مطابق با استاندارد بند ۲-۴ انجام شود. آزمون نیز باید مطابق استاندارد بند ۲-۷ در کرنش ۲۰ درصد، در دمای  $(40 \pm 2)$  درجه سلسیوس برای ۱۰۰ ساعت انجام شود. فشار نسبی آزمون اوزون باید  $(50 \pm 5)$  مگاپاسکال باشد، که قبلاً به عنوان یک غلظت  $(50 \pm 5)$  قسمت در میلیون اشاره شده بود، مگر این که یک فشار نسبی آزمونی بالاتر مشخص شده باشد. نوارهای آزمون برای ترک خوردگی باید با لنزهای با بزرگنمایی ۷ برابر، آزمون شود. الاستومر دارای مقاومت در برابر اوزون که هیچ گونه ترک عمودی روی سطحی از نوار که متناظر با سطح خارجی تکیه گاه است، مشاهده نشود.

#### ۸-۶ آزمون دما پایین برای رده های مختلف

۸-۶-۱ هنگامی که آزمون دما پایین رده ۲، ۳، یا ۵ مشخص شده است، یک آزمون شکنندگی دما پایین، مطابق با استاندارد بند ۲-۱۱، با استفاده از پنج نوار آزمون، باید انجام شود. دمایی که نوارها باید در آن قرار گیرند و آزمون شوند باید ۱۰- درجه سلسیوس برای رده ۲، ۲۵- درجه سلسیوس برای رده ۳، و ۴۰- درجه سلسیوس برای رده ۵ باشد. برای دستیابی به این ویژگی ها، هیچ یک از موارد مزبور، نباید مردود شوند.

#### ۹ نمونه برداری

۹-۱ تا زمانی که در قرار داد یا دستور خرید ذکر نشده باشد، نمونه برداری باید شامل موارد زیر باشد:

۹-۱-۱ برای اهداف پذیرش، تکیه گاه از میان چندین قطعه، به عنوان آزمون برای بازرسی و آزمون، به صورت تصادفی انتخاب شود.

۹-۱-۲ حداقل سه عدد تکیه گاه باید از میان چندین قطعه برای آزمون برداشته شود. اگر تعداد تکیه گاه ها از ۵۰ بیشتر است، باید برای هر ۵۰ عدد، یک تکیه گاه اضافی برای انجام آزمون، نمونه برداری شود.

## ۱۰ نشان‌گذاری محصول

۱۰-۱ هر تکیه‌گاه باید با جوهر ماندگار و پاک‌نشدنی یا رنگ انعطاف پذیر نشان‌گذاری شود. نشان‌گذاری باید شامل شماره درخواست، شماره قطعه، شماره معرفی تکیه‌گاه و نوع الاستومر و شماره رده مرجع باشد.

۱۰-۲ تا زمانی که در قرارداد یا درخواست خرید مشخص نشده باشد، نشان‌گذاری باید در طرف قابل مشاهده پل، بعد از احداث قرار گیرد.

## پیوست الف

### (الزامی)

#### تعیین مدول برشی

##### الف-۱ کلیات

این روش، مدول برشی را برای تکیه‌گاه الاستومر از نمودار نیروی برشی-جابجایی<sup>۱</sup>، پس از پنج چرخه تحت شرایط لازم تا کرنش ۵۰ درصد به عنوان چهار برابر تنش متناظر کرنش ۲۵ درصد، ارایه می‌دهد.

**یادآوری-** اگر منحنی تنش-کرنش برای اهداف طراحی به صورت خطی فرض شده است، استفاده از مدول وتر<sup>۲</sup> از کرنش صفر درصد تا ۲۵ درصد ممکن است تنش را در کرنش‌های بالاتر، دست بالا نشان دهد. این دست بالا گرفتن، ممکن است برای الاستومرهای با سخت‌شدگی تا ۵۵، کم باشد اما با افزایش حجم پرکننده سیاه کربنی در الاستومر افزایش می‌یابد.

##### الف-۲ وسایل

**الف-۲-۱** یک دستگاه آزمون کشش باید برای آزمون استاندارد بند ۲-۱۴، مورد استفاده قرار گیرد و به یک دستگاه ثبت نیرو-تغییرشکل مجهز باشد.

**الف-۲-۲** فک‌های نگه‌دارنده برای گرفتن قطعه در دستگاه آزمون، باید توسط بالشتک‌های توپی<sup>۳</sup> برای فراهم-سازی مرکز اعمال بار در حین آزمون آماده شوند.

##### الف-۳ آزمون

**الف-۳-۱** آزمون برشی چهارگانه، شکل الف-۱، باید شامل چهار بلوک یکسان الاستومر متصل‌شده به صفحات صلب باشد.

**الف-۳-۲** بلوک‌های الاستومر باید از ضخامت‌های یک‌نواخت، ترجیحاً بزرگ‌تر از ۶ میلی‌متر و دارای مقطع دایره یا مستطیلی بوده که طول یا عرض آن‌ها کمتر از چهار برابر ضخامت آن نباشد.

**الف-۳-۳** صفحات صلب، باید دارای مقطع مستطیلی با همان عرض بلوک‌های الاستومر و از فولاد نرم باشند. ابعاد مناسب صفحه برای استفاده در بلوک‌های به ضخامت ۶ میلی‌متر، دارای ضخامتی برابر ۵ میلی‌متر و عرض ۲۵ میلی‌متر است.

---

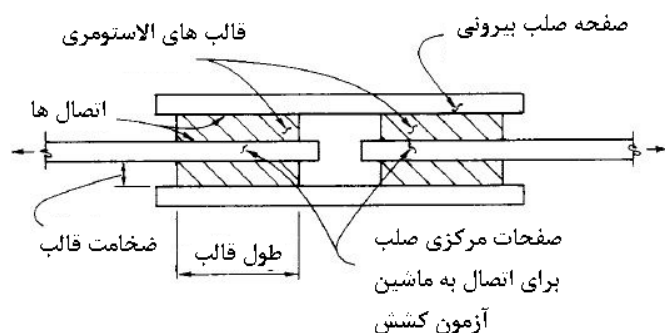
1- Force-extension

2- Chord modulus

3- Ball seats

الف-۳-۴ با اندازه‌گیری طول، عرض و ضخامت بلوک‌ها سطح مقطع میانگین بلوک‌ها (A) و ضخامت میانگین (T) بلوک‌ها تعیین می‌شود.

الف-۳-۵ بلوک‌ها باید با استفاده از یک سامانه پیوستگی مناسب به صفحات صلب متصل شوند که نیازمند محافظت در دماهای بالاتر از ۴۰ درجه سلسیوس نباشد. همچنین، باید برای جلوگیری از چسبیدن سیمان به اطراف بلوک‌های الاستومر، مراقبت لازم به عمل آید.



شکل الف-۱- آزمونه برای آزمون برش

#### الف-۴ فرآیند آزمون

الف-۴-۱ با گذشت زمان بعد از رسیدن اتصال به مقاومت کافی، آزمونه بلافاصله قبل از انجام آزمون حداقل ۶ ساعت در دمای  $(23 \pm 2)$  درجه سلسیوس قرار می‌گیرد.

الف-۴-۲ آزمونه، باید به دستگاه آزمون کشش با استفاده از نگه‌دارنده‌ها یا چنگک‌های مناسب متصل شود.

الف-۴-۳ شش بازه بارگذاری و باربرداری متوالی تا رسیدن به یک تغییر شکل مساوی با ضخامت میانگین بلوک، T، و در نرخ‌هایی که زمان به بازه‌ای در محدوده ۳۰ ثانیه تا ۶۰ ثانیه باشد انجام می‌شود.

یادآوری- پنج چرخه اول برای رسیدن به یک رفتار پایدار تنش- کرنش الاستومر انجام می‌شود. اگر نرم‌شدگی زیادی در طول این چرخه‌ها اتفاق افتد، ممکن است یک میزان افت در تغییر شکل‌های بزرگتر، مشاهده شود.

الف-۴-۴ اگر نشانه‌ای از لغزیدن بلوک‌ها نسبت به صفحات صلب یا نشانه‌ای از خرابی لایه‌ها در طول آزمون مشاهده شود، یک آزمونه جدید آماده شده و آزمون تکرار می‌شود.

یادآوری- لغزش<sup>۱</sup> ممکن است به عنوان مقدار اضافی بر روی حلقه‌های نیرو- تغییر شکل و خرابی اتصالات به عنوان یک کاهش قابل توجه در شیب یک یا چند منحنی‌های بار-جابجایی<sup>۲</sup> نشان داده شود. این امر با انجام آزمون چشمی اتصالات تایید می‌شود.

## الف-۵ روش محاسبه

الف-۵-۱ مدول برشی باید از منحنی تغییر مکان بر روی شش سیکل تعیین شود، شکل الف-۲ را ببینید.

الف-۵-۲ یک مبدا موثر در نیروی  $F_1$  و جابجایی  $X_1$ ، که در آن  $F_1$  برابر با ۲ درصد نیروی بیشینه در چرخه ششم است، در نظر گرفته می‌شود. نیروی  $F_2$  در جابجایی  $X_2$  که با رابطه  $X_1 + 0.5T$  داده شده است تعیین می‌شود، که در آن  $T$  ضخامت میانگین بلوک است (طبق بند الف-۳-۴).

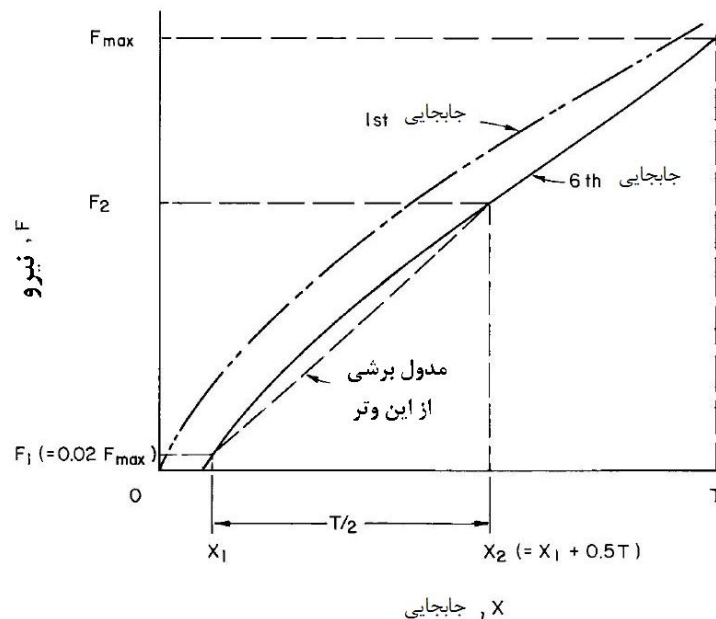
یادآوری- از نیروی  $F$  و جابجایی  $X$ ، تنش  $= F/2A$  و کرنش  $= X/2T$ ؛ لذا  $X_2 - X_1$  متناظر با ۲۵ درصد کرنش است.

الف-۵-۳ مدول برشی طبق معادله (الف-۱) محاسبه می‌شود:

$$\text{مدول برشی} = 2(F_2 - F_1)/A \quad (\text{الف-۱})$$

که در آن:

$A$  سطح مقطع میانگین بلوک است (مطابق بند الف-۳-۴).



شکل الف-۲ - منحنی‌های جابجایی در آزمون برش

- 1- Ball seats
- 2- Force-extension

**پیوست ب**  
**مصالح الاستومری متناوب**  
**(اطلاعاتی)**

**ب-۱ مصالح الاستومری متناوب**

ب-۱-۱ الاستومرهایی که بر اساس لاستیک‌های زیر پایه‌گذاری شده‌اند، هم اکنون در محدودیت استفاده در تکیه‌گاه‌های پل در نقاط مختلف جهان هستند، مانند:

لاستیک پروپیلن اتیلن (EPDM)<sup>۱</sup>، لاستیک بوتیل (IIR)<sup>۲</sup>، لاستیک کلرو بوتیل (CIIR)<sup>۳</sup>

ب-۱-۲ مشخصات کنترل کیفیت الاستومرها بر اساس این لاستیک‌ها در جدول ب-۱-۱ داده شده است. مقادیر داده شده، مربوط به آزمون‌های انجام شده بر روی آزمون‌های خاص مدل‌شده برای اهداف آزمون.

**جدول ب-۱- مشخصات کنترل کیفیت سایر الاستومرها**

| لاستیک                                                                        | CIIR     | IIR      | EPDM     |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| محدوده‌سختی (طبق روش آزمون استاندارد بند ۲-۸ یا روش آزمون استاندارد بند ۲-۱۲) | ۵۵ تا ۶۵ | ۵۵ تا ۶۵ | ۶۰ تا ۷۵ |
| مقاومت کششی، کمینه، مگاپاسکال                                                 | ۲۴۰۰     | ۲۴۰۰     | ۲۲۰۰     |
| خواص فیزیکی (طبق روش آزمون استاندارد بند ۲-۳):                                |          |          |          |
| کمینه سخت‌شدگی ۵۵ درصد                                                        | ۵۰۰      | ۶۰۰      | ---      |
| کمینه سخت‌شدگی ۶۰ درصد                                                        | ۴۵۰      | ۵۵۰      | ۴۰۰      |
| کمینه سخت‌شدگی ۶۵ درصد                                                        | ۴۰۰      | ۵۰۰      | ۳۵۰      |
| کمینه سخت‌شدگی ۷۰ درصد                                                        | ---      | ---      | ۳۰۰      |
| مقاومت در دمای بالا (طبق استاندارد بند ۲-۵):                                  |          |          |          |
| مدت پیرشدگی، ساعت،                                                            | ۷۰       | ۷۰       | ۷۰       |
| دمای پیرشدگی، درجه سلسیوس                                                     | ۱۰۰      | ۱۰۰      | ۱۰۰      |
| بیشینه درصد تغییرات سخت‌شدگی                                                  | +۱۰      | +۱۰      | +۱۰      |
| بیشینه درصد تغییرات مقاومت کششی                                               | -۱۵      | -۲۵      | -۱۵      |
| بیشینه درصد تغییرات پیرشدگی نهایی                                             | -۲۵      | -۲۵      | -۴۰      |
| مقاومت فشاری (طبق استاندارد بند ۲-۲)                                          | ۲۰       | ۲۵       | ۲۵       |
| درصد بیشینه پس از ۲۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس                              |          |          |          |

1- Ethylene propylene rubber  
2- Butyl rubber  
3- Chlorobutyl rubber

## ب-۲ آزمون‌های از اطلاعات طراحی تکیه‌گاه

ب-۲-۱ شامل تکیه‌گاه لایه فولادی با یک صفحه بار خارجی در بالا طبق جدول ب-۲ است.

جدول ب-۲ - لایه فولادی با یک صفحه بار خارجی

| ابعاد کلی، بر حسب میلی‌متر                                                                 |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| طول (در جهت حرکت انبساط کلی)                                                               | ۳۰۰           |
| عرض                                                                                        | ۴۰۰           |
| ارتفاع                                                                                     | ۵۲٫۵          |
| ضخامت کلی الاستومر                                                                         | ۴۶            |
| لایه‌های فولادی داخلی (۴ عدد)، بر حسب میلی‌متر                                             |               |
| طول                                                                                        | ۲۸۸           |
| عرض                                                                                        | ۳۸۸           |
| ضخامت لایه خارجی (پایین) با سوراخ‌های پرچی                                                 | ۲ (۱۴ درجه)   |
| ضخامت سه لایه داخلی دیگر                                                                   | ۱٫۵ (۱۶ درجه) |
| لایه‌های الاستومر متصل به فولاد در هر دو طرف، بر حسب میلی‌متر (۴ عدد)                      |               |
| ضخامت                                                                                      | ۱۰            |
| روکش تحتانی (لایه الاستومر متصل به فولاد از یک طرف)، بر حسب میلی‌متر                       |               |
| ضخامت                                                                                      | ۶             |
| روکش کناری (لایه الاستومر متصل به لبه‌های فولاد در هر دو جهت طولی و عرضی)، بر حسب میلی‌متر |               |
| ضخامت                                                                                      | ۶             |

ب-۲-۲ لایه فولادی تحتانی دارای دو سوراخ پرچی به قطر ۳۰ میلی‌متر، عمق ۱۰ میلی‌متر، در مرکز طول، و ۱۲۰ میلی‌متر از مرکز است.

صفحه بار (فوقانی) خارجی، طول ۳۰۰ میلی‌متر، عرض ۵۰۰ میلی‌متر، ضخامت ۲۵ میلی‌متر توسط سازنده نصب می‌شود.