رویکردهای نوین در مهندسی عمران
ISSN ONLINE: 2588-7122- ISSN PRINT: 2588-6886 ، دوره پنجم، شماره ۳، ۱۴۰۰، صفحه: ۵۵-۶۷

کنترل کیفیت مصالح الاستومری نئوپرن

سامان سنجری[۱]، حسین سیدی مرغکی[*۲]، حسین راهنمایی[۳]

[۱] کارشناس ارشد، مدیر پروژه

*[*۲] کارشناس ارشد، واحد تحقیق و توسعه(hosyseyedi@gmail.com)*

[۳] کارشناس ارشد، سرپرست تحقیق و توسعه

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۰۸، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۱۰)

چکیده

الاستومر، پلیمری است که قابلیت ویسکوالاستیسیته (گران روی و کشسانی باهم) بالایی دارد. ضریب پواسون آن ها به ۰/۵ بسیار نزدیک است و بنابراین می توان آن‌ها را تراکم‌ناپذیر فرض کرد. قبل از تولید هر محصول الاستومری، کارشناسان اقدام به شناسایی محل نصب و به عبارتی شرایط مکانی که قرار است محصول تولیدی مورد استفاده و بهره‌برداری قرار گیرد، می‌کنند. شناسایی عواملی از جمله اسیدی بودن محل، احتمال وجود روغن و تماس با آب دریا و یا هر مورد دیگری که در بهره‌برداری محصول نهایی تاثیرگذار باشد. در مواردی نئوپرن‌ها یا دیگر قطعات پلاستیکی از جمله فندرها باید مورد ارزیابی‌هایی از جمله واکنش‌های در تماس با آب دریا قرار گیرند. حال با توجه به شناخت محیط و کاربری محصول، فرمولاسیون مناسب آن در آزمایشگاه کارخانه طراحی شده و مورد تست‌های اولیه قرار می‌گیرد.سنجش میزان رئومتری، تست‌های کششی، پارگی، سختی مانایی فشارپیرسازی و سایش، دیگر آزمون‌های بررسی شده در این پژوهش می‌باشند. از جمله موارد دیگری که باید به آن توجه کرد سیستم پخت لاستیک می‌باشد، که به این منظور سیستم‌های پخت گوگردی و پراکسیدی موجود می‌باشند که نمونه‌های موردی مد نظر این پژوهش از سیستم‌های پخت گوگردی استفاده می‌شود. باید توجه کرد تا سیستم پخت به لاستیک اعمال نشود، لاستیک هیچ شکلی نمی‌گیرد، زیرا پیوندهای گوگردی یا پراکسیدی باید تشکیل شوند تا لاستیک از حالت آمرفی (Amorphous) خارج شده و به خود شکل بگیرد.

کلمات کلیدی

الاستومر، رئومتری، کشش، پارگی، مانایی، پیرسازی.

رویکردهای نوین در مهندسی عمران
ISSN ONLINE: 2588-7122- ISSN PRINT: 2588-6886 ، دوره پنجم، شماره ۳، ۱۴۰۰، صفحه: ۵۵-۶۷

Quality Control of Neoprene Elastomeric Materials

Saman Sanjari [1], Hossein Seyedi Marghaki [2*], Hossein Rahnamaei [3]

[1] M.Sc., Project manager

[2] Master of Research and Development Unit (hosyseyedi@gmail.com)*

[3] M.Sc., Head of Research and Development Unit

(Date of received: 30/08/2021, Date of accepted: 01/11/2021)

ABSTRACT

Elastomer is a polymer that has high viscoelasticity (viscosity and elastic together). Their Poisson's ratio is very close to 0.5 and therefore they can be considered incompressible. Before producing any elastomeric product, experts identify the installation site, i.e. the conditions of the place where the product is to be used and operated. Recognizing factors such as acidity of the site, the possibility of oil existing and contact with seawater or any other factor that affects the operation of the final product. If the product needs acid resistance, EPDM rubber is added. If the product needs oil resistance, NBR rubber is added. In some cases, neoprene or other plastic parts, such as fenders (shore bumpers made of neoprene and used to absorb the impact force of ships at anchorage) should be evaluated, including reactions in contact with seawater. In other words, they must be resistant to sea water. Now, according to the knowledge of the environment and the use of the product, its appropriate formulation is designed in the factory laboratory and is subjected to initial tests are brought in this research. Among other things that should be considered is the rubber curing system, for which sulfur and peroxide curing systems are available, and case studies of this research use sulfur curing systems. Care must be taken not to apply the curing system to the rubber, the rubber does not take any shape, because sulfur or peroxide bonds must be formed to remove the rubber from the amorphous state and form itself

Keywords:

Elastomer, Rheometry, tension, Rupture, Maneuverability, Aging.

۱- مقدمه

از جمله گروه‌های مهم پلیمری، گروه‌های الاستیک یا شبه پلاستیک معروف به الاستومر هستند. در حقیقت الاستومر یک پلیمر با خاصیت الاستیسیته به شمار می‌آید. به عبارت دیگر این ماده تحت تنش، تغییر شکل می‌دهد و زمانی که این تنش حذف شود به حالت اصلی خود باز می‌گردد. واژه الاستومر همانطور که قبل‌تر گفته شد از ترکیب دو واژه "پلیمر و الاستیک" (Elastic Polymer) بوجود آمده است [۱]. الاستومرها در دو نوع طبیعی (تولید شده از کائوچو) و مصنوعی (تولید شده از کلروپن) دسته بندی می‌شوند. نئوپرن (Neoprene) یا کلروپرن (Polychloroprene) از خانواده لاستیک‌های مصنوعی هستند که از پلیمریزاسیون کلروپرن تولید می‌شوند [۱]. نئوپرن دارای تعادل شیمیایی خوبی بوده و در دماهای مختلف انعطاف پذیر باقی می‌ماند و در هر دو حالت جامد و مایع وجود دارد. الاستومرها، پلیمرهای آمرفی هستند که به طور قابل توجهی، حرکت قطعه‌ای (Segmental Motion) دارند. شکل مولکولی این مواد، شبیه به ساختار ماکارونی ذکر می‌شود که در این ساختار، گوشت‌های داخل ماکارونی به صورت اتصال عرضی (Cross Link) بین رشته‌های پلیمری یا همان ماکارونی قرار دارند. بیشتر الاستومرها به صورت ترموست (گرماساخت) هستند به این معنا که نیاز به فرآوری از طریق حرارت، واکنش شیمیایی یا پرتودهی دارند. در فرآیند فرآوری، پلیمر زنجیره طویل از طریق پیوند کووالانسی به اتصال عرضی تبدیل و ماده مستحکم‌تر می‌شود. در اثر این استحکام ماده را نمی‌توان به طور مجدد ذوب و قالب جگیری کرد. برخی الاستومرها به صورت ترموپلاستیک هستند به این معنی که هنگام گرم شدن، مایع می‌شوند و در اثر سرد کردن مناسب، سخت و شکننده خواهند شد. در الاستومر ترموپلاستیک، اتصال عرضی زنجیره پلیمری در اثر پیوندهای ضعیف‌تری همچون پیوند هیدروژنی یا برهم کنش‌های دوقطبی دوقطبی بوجود می‌آیند [۱]. بنابراین در کل، قطعه الاستومری دارای مقاومت فشاری بالا و خاصیت ارتجاعی مطلوب می‌باشد و همچنین قابلیت برگشت پذیر مناسبی را از خود نشان می‌دهد اما در مقابل نیروی کششی از مقاومت کمتری برخورداراست برای رفع این نقص در ساخت قطعاتی از جمله نئوپرن ها و فندوله ها و .... الاستومرها را با صفحات فولادی مسلح می‌نمایند به این صورت که برای مثال در نئوپرن صفحات فولادی را به صورت ورق های موازی در میان الاستومر قرار می‌دهند با استفاده از این روش نئوپرن‌ها با مقاومت کششی بالاتری تولید می‌گردد. این نئوپرن ها بارهای زیادی را می‌توانند میرا نمایند اما در مقابل نیروهای جانبی مقاومت کمی از خود نشان می‌دهند. بعبارت دیگر، استفاده از ورق فولادی در دل الاستومر مانع از کمانش فشاری الاستومر تحت بار فشاری می‌گردد ولی تحت بار جانبی هیچ تأثیری در باربری نمونه ندارد. از جمله مهمترین مواد اولیه تولید الاستومر می‌توان به انواع کائوچو (مصنوعی و طبیعی) ، دوده، چسب و روغن و غیره اشاره کرد. قبل از هرچیزی باید بر روی همگی این مواد اولیه، آزمایش‌هایی به منظور تعیین و کنترل کیفیت صورت بگیرد. که از جمله این آزمایش‌ها می‌توان به آزمایش نقطه ذوب و دانسیته و غیره اشاره کرد.

۲- تشریح انواع آزمایش های انجام شده بر روی الاستومتر

۲-۱-آزمایش رئومتری(Reometer)

پس از تعیین فرمولاسیون و ساخت نمونه آزمایشگاهی (یک کیلوگرمی)، تست‌های اولیه انجام شده و در صورت تایید شدن یکبار دیگر در خط تولید و با مقیاس بزرگتر (بچ‌های ۵۰ کیلوگرمی) لاستیک مورد نظر تولید شده و اگر مجدد تاییدیه‌های آزمایشگاه را دریافت کرد، اینبار سراغ تست رئومتری می‌رویم. دستگاه رئومتری جهت اندازه‌گیری مشخصه‌های پخت لاستیک در مقابل زمان و در دمای ثابت استفاده می‌شود. همچنین با این دستگاه جهت تعیین منحنی پخت نمونه‌های خام در محدوده دمایی ۰-۲۰۰ درجه سانتی گراد استفاده می‌شود. جهت انجام این آزمایش پس از ترکیب همه مواد و ساخت بچ ۵۰ کیلویی در خط تولید، ۸ گرم از آن جدا شده و در دستگاه

رئومتری که از قبل در دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد تنظیم شده قرار می‌دهیم. باید توجه کرد؛ کنترل کیفیت دستگاه‌ها از طریق برچسب‌های تایید شده از طرف شرکت های کالیبراسیون مورد تایید است ASTM D2084.[2]

۲-۲-آزمایش کشش(Tensile test)

استحکام کششی و درصد ازدیاد طول را اندازه‌گیری می‌کند. قبل از انجام آزمایش نمونه‌ها حداقل بایستی به مدت ۳ ساعت در دمای ۲±۲۳ °C و همچنین نمونه‌ها حداقل به مدت ۲۴ساعت در رطوبت ۵±۵۰ ٪ نگهداری شوند. بعد از اینکه نمونه در دستگاه کشش قرار داده شده و فیکس گردید، چنگگ‌های نگه دارنده نمونه با سرعت ثابت ۵۰±۵۰۰ mm/min از هم فاصله می‌گیرند. در این آزمایش عرض و ضخامت نمونه را به عنوان اطلاعات ورودی به دستگاه وارد می‌کنیم. مطابق با استاندارد، شکل نمونه دمبلی شکل به صورت زیر می‌باشد. پارامترهای مربوطه بایستی با توجه به نوع دستگاه کشش از جدول زیر انتخاب گردد. لازم به ذکر است مطابق با تأکید استاندارد، ضخامت نمونه‌های انتخابی بایستی ۰,۳±۳ mm درنظرگرفته شود. ضخامت نمونه‌های خارج از رنج اشاره شده لزوما به نتایج صحیحی منتهی نخواهند شدASTM D412 .[2].

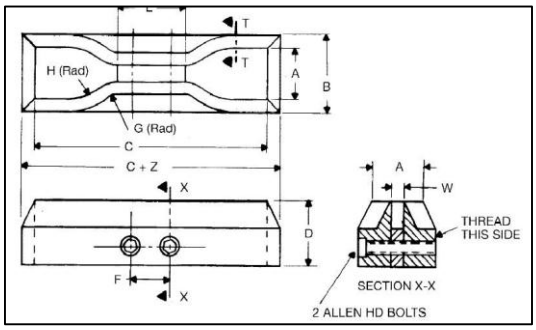
شکل ۱: نمونه استاندارد برای آزمایش کشش.

جدول ۱: برش استاندارد و ابعاد استاندارد برش‌های مربوط به نمونه‌های دمبلی شکل.

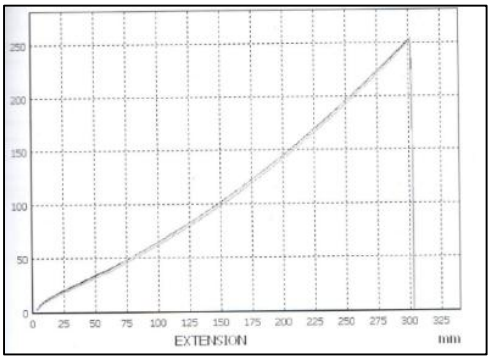
Dimension	Units	Tolerance	Die A	Die B	Die C	Die D	Die E	Die F
A	mm	±1	۲۵	۲۵	۲۵	۱۶	۱۶	۱۶
B	mm	Max	۴۰	۴۰	۴۰	۳۰	۳۰	۳۰
C	mm	Min	۱۴۰	۱۴۰	۱۱۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵
D	mm	±6[B]	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲
D-E	mm	±1	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳
F	mm	±2	۳۸	۳۸	۱۹	۱۹	۳۸	۳۸
G	mm	±1	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
H	mm	±2	۲۵	۲۵	۲۵	۱۶	۱۶	۱۶
L	mm	±2	۵۹	۵۹	۳۳	۳۳	۵۹	۵۹
W	mm	±۰/۰۵،-۰/۰۰	۱۲	۶	۶	۳	۳	۶
Z	mm	±1	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳

شکل ۲: دستگاه (REOMETER) .

نمونه‌های آماده شده می‌توانند به صورت تزریقی یا به صورت برش باشند. تمامی نمونه‌ها بایستی صاف و تمیز و بدون ترک باشند. (در برش نمونه‌ها بایستی دقت کافی به عمل آید و قبل از آزمایش بازرسی گردد. بیشترین و مرسومترین ابعاد دمبلی شکل مطابق با Die C می‌باشد.



شکل ۳: برش استاندارد و ابعاد استاندارد برش٦های مربوط به نمونه های دمبلی شکل.



شکل ۴: خروجی آزمایش کشش.

جدول ۲: نتایج آزمایش کشش.

Specifications						
	Test Name	Test Mode	Sec. Area (mm^2)	Gauge Len (mm)	Testing Date	Comments
1	2.ttd	Tensile	12.8832	62	9738201	B
2	3.ttd	Tensile	14.3312	62	9738201	B
3	1.ttd	Tensile	14.8458	62	9738201	B

Results						
	Peak Force (N)	Peak Stress (MPa)	Peak Strain (%)	Peak Module (MPa)	Peak Energy (J)	Break Stress (MPa)
1	253.098	19.6456	496.558	4.0377	33.7 k	19.6456
2	253.736	17.7651	485.984	3.6431	33.6 k	17.7051
3	251.136	16.9163	486.633	3.4762	32.9 k	16.9163
Delta	2.59999	2.7293	0.64899	0.5615	800	2.7293
S. Deviation	1.10637	1.14692	0.289883	0.23543	355.903	1.14682
Mean	252.657	18.089	486.392	3.719	33400	18.089

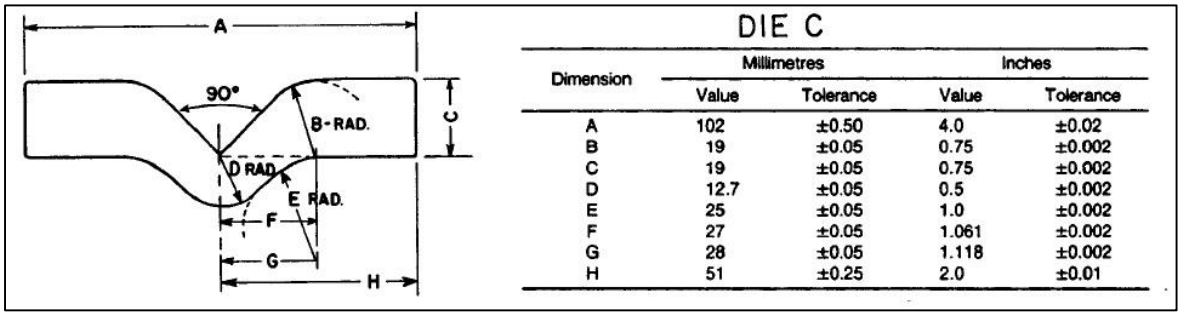
همزمان با اعمال کشش، نمودار نیرو – تغییر شکل آن ترسیم می‌گردد تا دچار پارگی شود

شکل ۵: نمودار نیرو-جابجایی حاصل کشش.

شکل ۶: دستگاه آزمایش کشش.

۲-۳-آزمایش پارگی(Tensile test)

این آزمایش نشان می‌دهد که اگر لاستیک ترک خورده و یا دچار پارگی شود، در برابر پیش روی ترک چقدر مقاوم است. نمونه مورد نظر در دستگاه تست کشش قرار داده شده و با سرعت مشخصی کشیده می‌شود تا زمانی که پارگی اتفاق بیافتد. ضخامت نمونه‌های مورد آزمایش $t=9.5\pm0.02\ mm$ می‌باشد. قبل از انجام آزمایش نمونه‌ها حداقل بایستی به مدت ۳ ساعت در دمای ۲±۲۳ °C و همچنین نمونه‌ها حداقل به مدت ۲۴ ساعت در رطوبت ۵±۵۰ ٪ نگهداری شوند. اطلاعات ورودی به دستگاه شامل ضخامت نمونه استاندارد می‌باشد. لازم به ذکر است نمونه‌های مورد استفاده در آزمایش کشش و پارگی طبق ابعاد استاندارد و با دمبل (قالب) استاندارد با لاستیک فرموله شده برای محصول مورد نظر تولید می‌شود ASTM D624 [۲].

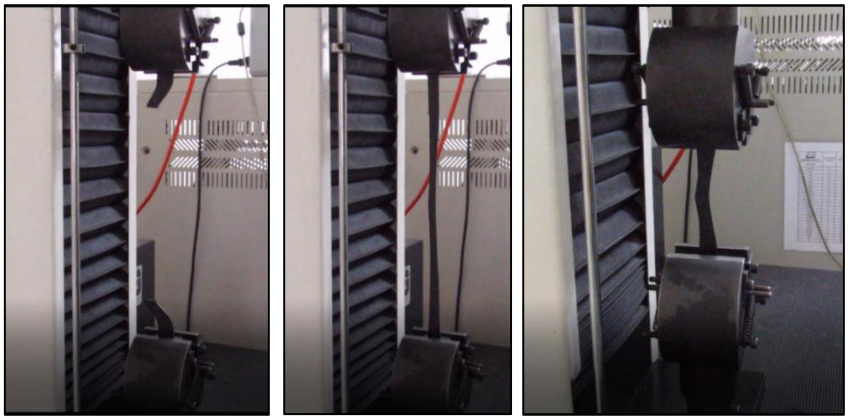


DIE C

Dimension	Millimetres		Inches	
	Value	Tolerance	Value	Tolerance
A	102	±0.50	4.0	±0.02
B	19	±0.05	0.75	±0.002
C	19	±0.05	0.75	±0.002
D	12.7	±0.05	0.5	±0.002
E	25	±0.05	1.0	±0.002
F	27	±0.05	1.061	±0.002
G	28	±0.05	1.118	±0.002
H	51	±0.25	2.0	±0.01

شکل ۷: شماتیک نمونه استاندارد آزمایش پارگی.

شکل ۸: نمونه استاندارد برای آزمایش پارگی.



شکل ۹: نصب نمونه، شکل (۱۰) کشش نمونه، شکل (۱۱) پارگی نمونه.

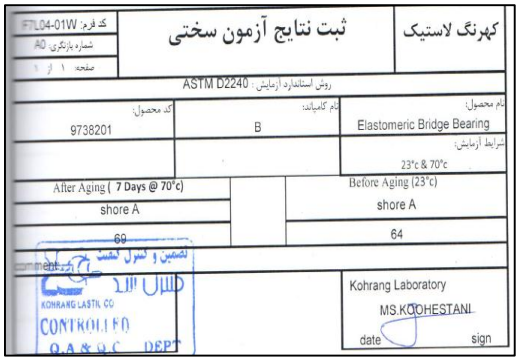
جدول ۳: خروجی نتایج آزمایش پارگی.

خروجی آزمایش پارگی بر روی نمونه الاستومر مورد استفاده در نئوپرن‌های مورد نظر	
Elongation (%) **(ASTM-D412)**	**Min 300%**
Tear Resistance (N/mm) **ASTM-D624**	**Min 60**
Density (gr/cm^3)	**1.2±0.1**

۲-۴-آزمایش سختی

این آزمایش به منظور تعیین سختی لاستیک تولید شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. واحد این آزمایش Shore A می‌باشد. طریقه آزمایش به این صورت می باشد که سختی سنج پرتابل را به مدت ۳ ثانیه بر روی نمونه قرار داده و سپس عدد نشان داده شده بیانگر سختی نمونه می باشد. ASTM D2240 or Din 53505 or ISO 868 [۲و ۳]

شکل ۱۲: سختی سنج پرتابل.


کهرنگ لاستیک
ثبت نتایج آزمون سختی
کد فرم: FTL04-01W
شماره بازنگری: A0
صفحه: ۱ از ۱
روش استاندارد آزمایش: ASTM D2240
نام محصول: Elastomeric Bridge Bearing
نام کامپاند: B
کد محصول: 9738201
شرایط آزمایش: 23°c & 70°c
Before Aging (23°c)
shore A
64
After Aging (7 Days @ 70°c)
shore A
69
Kohrang Laboratory
MS.KOOHESTANI
date
sign
KOHRANG LASTIK CO
CONTROLLED
DEPT

شکل ۱۳: نتایج آزمایش سختی.

۲-۵-آزمایش مانایی فشار

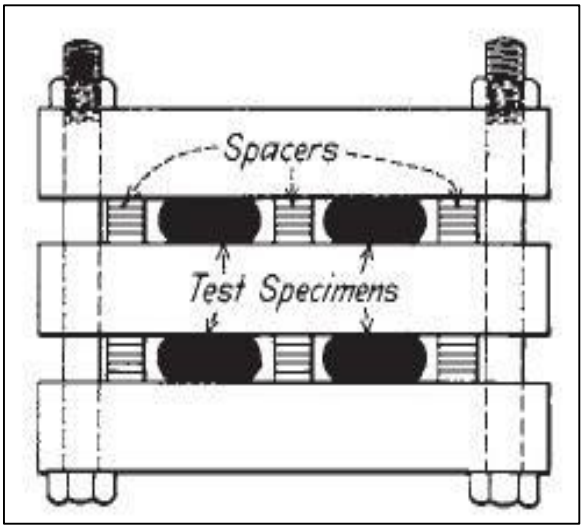
چهار عدد قرص استاندارد را در وسیله فشردن و درون آون قرار داده و به مدت ۲۲ ساعت تحت دمای ۷۰ درجه قرار می‌دهیم و پس از آن، ارتفاع ثانویه قرص‌ها را مجدد اندازه گیری می‌کنیم و میزان اختلاف ارتفاع قبل و بعد از آزمایش را برداشت کرده که این مقدار نباید بیش از ۳۰ درصد ارتفاع افت داشته باشد. مقدار مانایی فشار بر حسب درصد با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌گردد. [۲] ASTM D395

$$CB=[(t_0-ti)/(t_0-tn)] \times 100 \quad (۱)$$

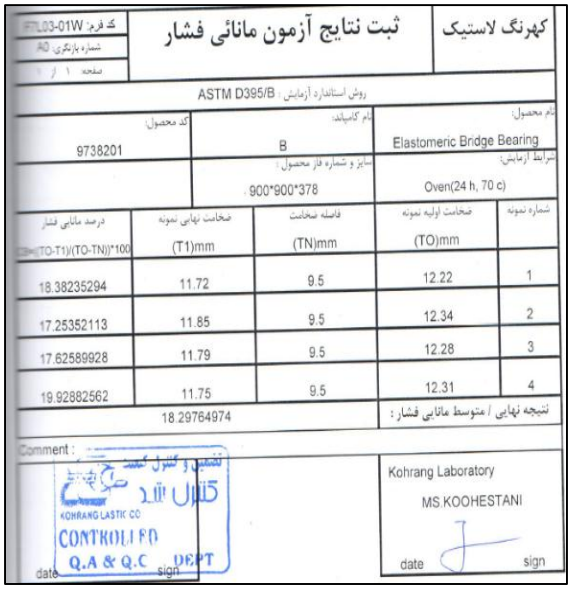
که در آن t_0 ضخامت نمونه قبل از تست، ti ضخامت نمونه در انتهای تست و tn ضخامت اسپیسر می‌باشد.

شکل ۱۴: آون آزمایش مانایی.

شکل ۱۵: مشخصات دستگاه آون.



شکل ۱۶: وسیله فشردن نمونه‌های آزمایش مانایی.



کهرنگ لاستیک

ثبت نتایج آزمون مانائی فشار

ASTM D395/B : روش استاندارد آزمایش

کد محصول:	نام کامپاند:	نام محصول:
9738201	B	Elastomeric Bridge Bearing
	سایز و شماره قالب محصول: 900*900*378	شرایط آزمایش: Oven(24 h, 70 c)

شماره نمونه	ضخامت اولیه نمونه (TO)mm	فاصله ضخامت (TN)mm	ضخامت نهایی نمونه (T1)mm	درصد مانایی فشار =(TO-T1)/(TO-TN)*100
1	12.22	9.5	11.72	18.38235294
2	12.34	9.5	11.85	17.25352113
3	12.28	9.5	11.79	17.62589928
4	12.31	9.5	11.75	19.92882562
نتیجه نهایی / متوسط مانایی فشار :				18.29764974

Comment :

KOHRANG LASTIC CO
CONTROLLED
Q.A & Q.C DEPT
date sign

Kohrang Laboratory
MS.KOOHESTANI
date sign

شکل ۱۷: نتایج آزمایش مانائی.

۲-۶-آزمایش پیرسازی (aging)

جهت انجام این آزمایش، نمونه‌های استاندارد مورد استفاده در آزمایش کشش را به مدت ۷ روز درون دستگاه اون و وسیله فشردن در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار می‌دهیم ، سپس نمونه‌ها را از اون خارج کرده و به مدت ۱۶ ساعت استراحت می‌دهیم، حال اقدام به بررسی خواص نمونه از جمله تست مجدد کشش می‌کنیم. طبق استاندارد، کشش در این حالت نباید کمتر از ۱۵ و یا بیشتر از ۱۵ درصد با حالت عادی مغایرت داشته باشد و همچنین تغییرات Elongation (تغییر طول و دراز شدگی) نباید کمتر از ۲۵ و یا بیشتر از ۲۵ درصد باشد [۲].

Before Aging

Control Parameter	Test Standard	Inspection Result		Remarks
		Unit	Results	
Tensile Strength	ASTM D412 ISO37	MPa	20.3	
Ultimate Elongation	ASTM D412 ISO37	%	553.5	
Tear Strength	ASTM D624 ISO34-1	N/mm	85.5	
Hardness	ASTM D2240 ISO48	Shore A	64	
Ozone Resistance	ASTM D1149 ISO1431-1	-	No Crack	
Compression Set	ASTM D395/B ISO815	%	18.2	

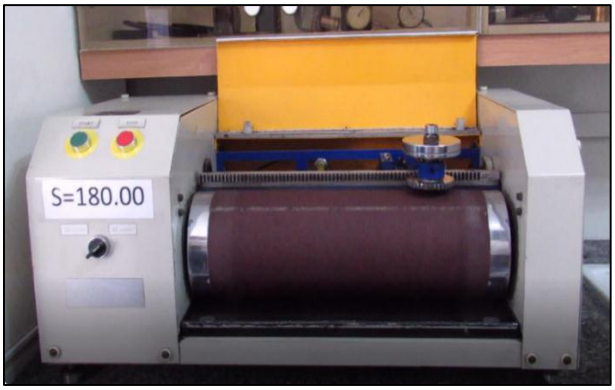
After Aging (70°C For 168 hr)

Control Parameter	Test Standard	Inspection Result		Remarks
		Unit	Results	
Tensile Strength	ASTM D573 ISO188	MPa	18.08	
Ultimate Elongation	ASTM D573 ISO188	%	486.3	
Hardness	ASTM D573 ISO188	Shore A	69	

شکل ۱۸: نتایج آزمایش پیر سازی.

۲-۷-آزمایش سایش

این تست برای نئوپرن‌ها کاربردی ندارد و بیشتر برای قطعات در تماس با سایش از جمله تایرها کاربرد دارند. از این تست به منظور اندازه گیری مقاومت لاستیک‌ها در برابر سایش استفاده می‌شود و خروجی این آزمایش عددی سایش بر حسب میلی متر مکعب (mm^3) می‌باشد. روش کار به این صورت است که یک عدد از قرص‌های استاندارد ساخته شده با لاستیک مورد نظر بررسی کرده و عدد وزن و دانسیته آن را استخراج می‌کنیم. سپس نمونه را بر روی پایه قرار گیری در دستگاه سایش قرار می‌دهیم به گونه ای که مطابق شکل زیر طی سه حرکت همزمان (حرکت غلتکی که سمباده بر روی آن نصب شده است حول محور غلتک، حرکت چرخشی قطعه‌ای که نمونه قرص لاستیکی بر روی آن نصب شده است و حرکت طول قطعه‌ای که نمونه قرص بر روی آن نصب شده در راستای محور طولی غلتک سمباده‌ای) مجموعه قرص استاندارد مسافت ۴۰ متر طول را بر روی سمباده با زبری ۱۸۰ تا ۲۴۰ در تماس بوده و سایده می‌شود. ASTM D5963 [۲].



شکل ۱۹: دستگاه آزمایش سایش.

در نهایت با محاسبه اختلاف وزن نمونه قرص استاندارد در قبل و بعد از سایش و همچنین با داشتن دانسیته و عدد سمباده، میزان تغییر حجم نمونه را اندازه گیری می‌کنیم که باید در محدوده استاندارد باشد. برای مثال برای تایر خودرو میزان تغییر حجم باید زیر ۱۰۰ میلی متر مکعب باشد.

۲-۸-آزمایش تماس با آب دریا

همانطور که قبل تر گفته شده بود، در مواردی نئوپرن ها یا دیگر قطعات پلاستیکی از جمله فندرها (ضربه گیرهای کنار ساحل که از جنس نئوپرن بوده و به منظور جذب نیروی ضربه‌ای کشتی‌ها در محل لنگرگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند) باید مورد ارزیابی‌هایی از جمله واکنش‌های در تماس با آب دریا قرار گیرند. به عبارتی باید در برابر آب دریا مقاوم باشند. برای این منظور یک قرص استاندارد از لاستیک تولید شده را به مدت ۲۸ روز در آب دریای مورد نظر (قابل توجه می باشد که آب دریاهای مختلف خواص مختلفی از خود نشان می‌دهد.) و با دمای ۹۵ درجه سانتی گراد قرار داده و در نهایت میزان تغییرات حجم و وزن و سختی اندازه گیری می‌شود. به عبارتی لاستیک نباید آب را جذب کند و دیگر اینکه نباید در تماس با آب خورده شود یا به عبارتی نباید آب حل شود [۶].

۳- جمع بندی و نتیجه گیری

با شناخت رفتار مصالح در محیط‌های مختلف و یا به عبارتی با دانستن ویژگی‌های محیطی مکانی خاص که نیاز به استفاده از متریالی از جمله الاستومرهارا داشته باشیم، می‌توانیم مصالح را در صورت نیاز در برابر اسید، چربی و یا آب دریا و غیره مقاوم سازیم. تا سیستم پخت به لاستیک اعمال نشود، لاستیک هیچ شکلی نمی‌گیرد، زیرا پیوندهای گوگردی یا پراکسیدی باید تشکیل شوند تا لاستیک از حالت آمرفی (Amorphous) خارج شده و به خود شکل بگیرد. آزمایش پارگی نشان می‌دهد که اگر لاستیک ترک خورده و یا دچار پارگی شود، در برابر پیش روی ترک چقدر مقاوم است.

خروجی نتایج از آزمایش کشش نمونه استاندارد عبارتست از؛ Break stress=peak stress=18.089 Mpa

میزان بیشترین کرنش نمونه استاندارد تحت آزمایش کشش : Peak Strain=486.392%

۴- استناد

به منظور اطمینان ازصحت آزمایش‌ها همگی مطابق استاندارد ASTM سری D [2] و دستگاه‌ها همگی توسط شرکت های مورد تایید کالیبره می‌شوند.

۵- مراجع

[1]- Black, J. T., and Kohser, R. A., 2019, **DeGarmo's Materials and Processes in Manufacturing**, 13th Edition.
[2]- American Society for Testing and Materials (ASTM D)
[3]- International Standard ISO 22762-1:2010
[4]- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, Customary U.S. Units, 7th edition
[5]- European Standard EN 1337-3:2005
[6]- http://WWW.Kohranggroup.com