

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

В. М. Иванян

Испытание мягкого вулканизата натурального
каучука на релаксацию и последствие при
растяжении

Испытанию подверглись плоские стандартные образцы мягкого вулканизата натурального каучука размерами по ГОСТ—71—41 производства Ереванского завода им. Кирова. Испытания производились при температуре 20—25°C на „ползографе“, описание конструкции и принцип действия которого, приведено в нашей статье [1].

Эксперименты производились в лаборатории сопротивления материалов Ереванского политехнического института им. К. Маркса.

Испытание на релаксацию

Испытанию на релаксацию подвергались 84 образца в том числе: I серия—72 образца в возрасте 6 месяцев, II серия—12 образцов в возрасте 1,5 года. Для образцов первой серии кривые релаксации получены для различных значений начальных нагрузок в интервале от 0,25 кг до 6 кг через каждые 0,25 кг.

При каждом значении начальной нагрузки испытывались по 3 образца. Для образцов второй серии начальная нагрузка изменялась от 0,5 кг до 6 кг через каждый 0,5 кг.

Для всех 84 образцов на „ползографе“ получены кривые релаксации $Q = f(t)$. Испытание каждого образца длилось 5 часов, после чего нагрузка практически стабилизировалась.

Перед закладыванием образца в зажимы „ползографа“ на его рабочей части наносились две метки на расстоянии 25 мм друг от друга по длине образца, затем измерялись размеры его поперечного сечения между метками, оптическим микроскопом с точностью 0,005 мм.

Кривые $Q = f(t)$ вычерчивались в масштабах:

для нагрузки 1 см—208 г,

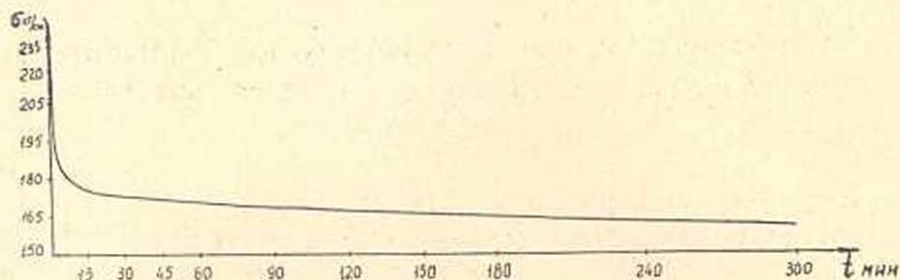
для времени 1 см—3,5 мин.

При испытании на релаксацию всех образцов в течении всего процесса релаксации проверялось постоянство расстояния между метками на образцах. Изменение последнего для наибольшей нагрузки $Q = 6$ кг не превышало 0,5 мм на 1,4%.

Исследование производилось на кривых релаксации образцов второй серии. Численные значения координат точек кривых релаксации $Q = f(t)$ снятых с кривых приводятся в таблице 1.

При вычислении площади поперечного сечения образца принимаем, что объем образца при его деформации остается постоянным.

На основании полученных результатов вычислены значения истинных напряжений во времени (таблица 2) и построены кривые релаксации истинных напряжений, одна из которых приводится ниже.



Черт. 1.

Кривые релаксации показывают, что напряжение в начале довольно быстро и плавно падает, затем абсолютное значение скорости убывания напряжения уменьшается, асимптотически стремясь к нулю, а напряжение (нагрузка) стабилизируется.

В семействе кривых релаксации имеет место подобие, т. е. для одного и того же момента времени отношение значений текущих напряжений на двух кривых практически остается постоянным. С увеличением начального напряжения абсолютное значение тангенса угла наклона касательной к кривой увеличивается.

Последствие

Испытанию на последствие подвергались 11 образцов в возрасте 1,5 года, для которых на приборе вычерчивались соответствующие кривые последствия в масштабах:

для деформации 2:1,

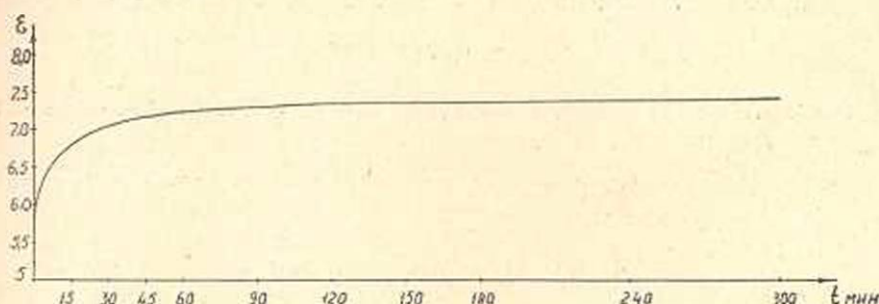
для времени 1 см 3,5 мин.

Начальным параметром для последствия принята начальная нагрузка, которая оставалась постоянной в течении всего процесса. Начальная нагрузка изменялась по 0,5 кг от 1,5 до 5,5 кг.

Образец закладывался в зажимы непосредственно у меток.

При экспериментах на последствие погрешность изменения деформации на графике, из-за частичного выполазания образца из зажима при его деформации, не превышало 3,6% при максимальной деформации соответствующей наибольшей нагрузке — 5,5 кг.

Численные значения координат точек кривых последействия снятых с кривых опыта, одна из которых приведена на фиг. 2, приводятся в таблице 3.



Фиг. 2.

Изменение истинного напряжения вследствие сужения поперечного сечения образца при увеличении его длины, в зависимости от времени и начальной нагрузки, определяется формулой

$$\sigma = \frac{Q}{F(t)}, \quad \text{где} \quad F(t) = \frac{F_0}{1 + \varepsilon},$$

F_0 — площадь поперечного образца в его ненапряженном состоянии.

Увеличение истинного напряжения в конце процесса последействия при наименьшей начальной нагрузке составляет 2,2%, а при наибольшей нагрузке составляет 37,3%.

Кривые последействия показывают, что относительная деформация, плавно и монотонно возрастаая, асимптотически стремится к определенному пределу

$$\left. \frac{d\varepsilon}{dt} \right|_{t \rightarrow \infty} = 0.$$

Процесс последействия длится 5 часов, после чего относительное удлинение практически остается постоянным.

На сетке кривых последействия видно, что с увеличением начальной деформации вызванным увеличением начальной нагрузки, относительная деформация в конце процесса увеличивается на 6% при начальной деформации $\varepsilon = 2,86$ и на 36% — при начальной деформации $\varepsilon = 6$.

Վ. Մ. Իվանյան

ԲՆԱԿԱՆ ԿԱՌԻՉՈՒԿԻ ՓԱՓՈՒԿ ՎՈՒԼԿԱՆԻԶԱՏԻ ՌԵԼԱՔՍԱՑԻԱՅԻ
ԵՎ ՀԵՏԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄԸ ԶԳՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Փորձարկված են բնական կաուչուկի փափուկ վալիանիդատի ստանդարտ նմուշներ (ГОСТ 271—41):

Փորձարկումները կատարվել են ջերմության 20—25°-ում: Մեր կողմից առաջարկված սողքադրի վրա:

Ռելաքսացիայի փորձարկում

Կատարված է երկու սերիայի փորձարկում: Առաջին սերիայում փորձարկված են վեց ամսական հասակ ունեցող 72 նմուշ:

Ռելաքսացիայի կորերն ստացված են նախնական բռնվածության յուրաքանչյուր 0,25 կգ-ից մինչև 6 կգ:

Երկրորդ սերիայում փորձարկված են 1,5 տարեկան հասակի 12 նմուշ 0,5 կգ-ից մինչև 6 կգ նախնական բռնվածության յուրաքանչյուր 0,5 կգ աճի համար:

Նմուշի վրա, նախքան սողքադրի բռնիչների մեջ այն ամրացնելը, նրա երկարությամբ արված են երկու նիշեր՝ միմյանցից 25 մմ հեռավորությամբ, ապա չափելով նիշերի միջնակետում նմուշի լայնական հարթվածքի կողմերը (0,005 մմ ճշտությամբ ունեցող օպտիկական չափիչով), հաշվված է հատվածքի մակերեսը: Բոլոր նմուշների փորձարկումների ժամանակ ռելաքսացիայի պրոցեսի ընթացքում մերթ մերթ չափված են նիշերի հեռավորությունները, որոնց սկզբնական ամենամեծ բնույթ դիպքում, շեղումները $1,4^{(0)}$ -ից չեն գերազանցել:

Ելնելով սողքադրի վրա սովորաբար կորեն ստացված $Q = f(t)$ ռելաքսացիայի կորերից և ընդունելով, որ դեֆորմացիայի ընթացքում նմուշի ծավալը փոփոխվում է անփոփոխ, հաշվված են երկրորդ սերիայի նմուշների իրական լարումները և կաուչուկված են նրանց ռելաքսացիայի կորերը:

Հետազոտության փորձարկում

Փորձարկված է 1,5 տարեկան հասակի 11 նմուշ, որոնց համար սողքադրի վրա ստացված էին համապատասխան հետազոտության կորեր՝ տարբեր սկզբնական բռնիչների դեպքում (1,5-ից—5,5 կգ), որոնք պրոցեսի ընթացքում մնացել են հաստատուն:

Նմուշը սողքադրի բռնիչների մեջ ամրացված է, նրա վրա նախօրոք դրված, իրարից 25 մմ հեռավորություն ունեցող նիշերում:

Սողքադրի վրա ստացվող դեֆորմացիաներում թույլ արված սխալը, բռնիչներից նմուշի դուրս սողալու հետևանքով, ամենամեծ բռնվածության դեպքում $3,6^{(0)}$ -ից չի գերազանցում:

ЛИТЕРАТУРА

Таблица 1

№№ п/п	z_0	$F_0 \text{ мм}^2$	$F'_0 = \frac{F}{1 + \varepsilon}$	Время в минутах														
				$t=0$	1,0	3,5	7,0	10,5	14	18	21	45	60	90	120	180	240	300
				Q_{K2}	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
1	0,36	12,053	8,863	0,5	0,479	0,467	0,458	0,452	0,452	0,452	0,452	0,452	0,452	0,438	0,438	0,417	0,396	0,396
2	1,36	12,946	5,486	1,0	0,979	0,958	0,952	0,948	0,938	0,927	0,927	0,927	0,927	0,917	0,875	0,875	0,854	0,827
3	2,28	13,883	4,233	1,5	1,473	1,435	1,429	1,417	1,396	1,381	1,381	1,381	1,381	1,352	1,332	1,332	1,332	1,323
4	3,2	12,719	3,028	2,0	1,938	1,875	1,844	1,823	1,813	1,808	1,792	1,782	1,782	1,771	1,730	1,710	1,700	1,700
5	3,56	13,394	2,937	2,5	2,313	2,230	2,178	2,146	2,126	2,126	2,105	2,084	2,074	2,063	2,022	2,022	1,980	1,950
6	4,0	13,093	2,619	3,0	2,688	2,542	2,480	2,459	2,418	2,407	2,397	2,376	2,366	2,355	2,314	2,303	2,251	2,230
7	4,36	12,410	2,315	3,5	3,001	2,834	2,772	2,710	2,678	2,668	2,637	2,666	2,605	2,585	2,522	2,502	2,439	2,398
8	4,64	13,850	2,456	4,0	3,480	3,230	3,168	3,147	3,176	3,085	3,064	3,022	2,981	2,939	2,898	2,877	2,856	2,731
9	5,04	12,814	2,122	4,5	3,668	3,543	3,460	3,418	3,377	3,356	3,335	3,244	3,263	3,231	3,169	3,148	3,106	3,086
10	5,2	13,354	2,154	5,0	4,334	4,002	3,918	3,856	3,814	3,773	3,773	3,710	3,669	3,627	3,565	3,544	3,502	3,461
11	5,36	13,671	2,150	5,5	4,647	4,398	4,252	4,190	4,127	4,106	4,086	3,982	3,961	3,898	3,794	3,794	3,732	3,690
12	5,44	12,148	1,896	6,0	4,794	4,523	4,357	4,295	4,232	4,180	4,149	4,066	4,024	3,982	3,920	3,920	3,858	3,795

Таблица 2

№№ п/п	ε_0	$F_0, \text{ММ}^2$	$F'_0 = \frac{F_0}{1 + \lambda}$	Время в минутах															Q кг
				0	1,0	3,5	7	10,5	14	18	12	45	60	90	120	180	240	300	
				с кг/см ²	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	
1	0,36	12,053	8,863	5,643	5,413	5,277	5,175	5,108	5,108	5,108	5,108	5,108	5,108	4,949	4,949	4,712	4,475	4,475	0,5
2	1,36	12,946	5,486	18,228	17,818	17,436	17,326	17,254	17,072	16,871	16,871	16,871	16,871	16,871	15,925	15,925	15,543	15,051	1,0
3	2,28	13,883	4,233	35,520	34,763	33,866	33,724	33,441	39,946	32,592	32,592	32,592	32,592	31,907	31,435	31,435	31,435	31,223	1,5
4	3,2	12,719	3,028	66,050	64,108	62,029	61,006	60,313	59,983	59,818	59,290	52,960	58,960	58,597	57,299	56,584	56,254	56,254	2,0
5	3,56	13,394	2,937	85,121	78,887	76,065	74,297	73,209	72,529	72,529	71,815	71,101	70,761	70,387	68,993	68,993	67,905	66,851	2,5
6	4,0	13,093	2,619	114,547	102,682	97,104	94,736	93,934	92,368	91,947	91,565	90,763	90,381	89,961	88,395	87,975	85,988	85,186	3,0
7	4,36	12,410	2,315	151,188	129,343	122,145	119,473	116,801	115,422	114,991	113,655	112,750	112,276	111,414	108,698	107,836	105,121	103,854	3,5
8	4,64	13,850	2,456	162,581	141,636	131,461	128,938	128,883	127,635	125,560	124,705	122,495	121,327	119,617	117,949	117,094	116,939	111,152	4,0
9	5,04	12,814	2,122	212,664	172,769	166,876	162,966	160,988	159,057	158,068	157,079	155,147	153,687	152,180	149,260	148,271	146,293	145,351	4,5
10	5,2	13,354	2,154	232,131	201,098	185,693	181,725	178,918	176,969	175,067	175,067	172,144	170,242	168,293	165,416	164,442	162,493	160,590	5,0
11	5,36	13,671	2,150	255,814	216,086	204,507	197,718	194,835	192,906	190,929	189,499	185,163	184,187	181,257	176,421	176,421	173,538	171,585	5,5
12	5,44	12,148	1,886	318,134	254,082	239,719	230,921	227,635	224,296	221,540	219,897	215,498	213,472	211,046	207,760	207,760	204,474	201,135	6,0

Таблица 3 (последствие)

№ п/п	Q кг	F ₀ , м.м ²	l ₀ , м.м	Время в минутах													
				0	7,0	3,5	7	10,5	14	18	21	45	60	120	180	240	300
				с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
1	1,5	13,144	135	2,86	2,87	2,89	2,90	2,9	2,9	2,93	2,93	2,98	2,99	3,00	3,00	3,03	3,03
2	2,0	12,922	155	3,43	3,47	3,51	3,53	3,54	3,54	3,60	3,60	3,63	3,64	3,64	3,64	3,70	3,70
3	2,5	13,951	163	3,66	3,75	3,85	3,88	3,93	3,95	3,97	4,00	4,03	4,09	4,11	4,12	4,13	4,13
4	3,0	13,021	210	5,00	5,207	5,35	5,43	5,486	5,514	5,54	5,59	5,64	5,65	5,69	5,71	5,74	5,77
5	3,5	13,173	218	5,23	5,53	5,70	5,79	5,84	5,87	5,90	5,91	5,97	6,00	6,03	6,06	6,09	6,09
6	4,6	12,986	220	5,21	5,54	5,83	5,91	5,98	6,09	6,06	6,07	6,16	6,20	6,24	6,26	6,29	6,31
7	4,5	13,092	225	5,40	5,62	5,89	6,01	6,07	6,12	6,15	6,17	6,26	6,31	6,33	6,48	6,53	6,55
8	5,0	12,919	235	5,72	6,06	6,29	6,49	6,65	6,75	6,83	6,89	7,14	7,23	7,33	7,35	7,83	7,40
9	5,5	13,197	245	6,0	6,20	6,38	6,54	6,66	6,76	6,82	6,89	7,37	7,57	7,74	7,89	8,00	8,09