

ТОВАРОВЕДЕНИЕ И ЭКСПЕРТИЗА ТОВАРОВ

М. И. ДОЛГАН

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ СТАРЕНИЯ ПРИ ХРАНЕНИИ

Описаны три группы материалов, выбранных для исследования естественного старения полимерных материалов для низа обуви. Получены коэффициенты старения по нескольким физико-механическим характеристикам.

Ключевые слова: полимерные материалы; естественное старение; термоэластопласт.

УДК 685.34.073.22:621.785.783

Полимерные материалы в процессе их переработки, эксплуатации, хранения, под воздействием одновременно механических, световых, тепловых и других факторов, воздействие которых может продолжаться несколько лет, подвергаются деструктивным процессам [1]. При этом необратимо и самопроизвольно изменяются структура и состав полимера, приводя к изменению физико-механических показателей (прочность, эластичность, износ-, тепло-, морозостойкость и др.) [2]. В зависимости от первоначального состава полимера эти изменения проявляются в повышении твердости, появлении липкости, изменении цвета или образовании трещин.

Процесс необратимого изменения свойств полимеров, вызванный воздействием различных немеханических факторов, отдельно и в совокупности, называется *старением*. Согласно современным техническим нормативным правовым актам (ТНПА), процесс старения полимерного материала — это совокупность физических и химических процессов, происходящих в полимерном материале и приводящих к необратимым изменениям свойств [3]. Целью статьи является исследование старения полимерных материалов для низа обуви при хранении.

Процессы старения существенно влияют на долговечность полимера. Как правило, на практике старение происходит при одновременном воздействии нескольких факторов (кислород и озон воздуха, повышенные температуры, свет, электрические заряды и т. д.). Для облегчения исследования процессы старения обычно разделяют в соответствии с воздействующим фактором на озонное, термическое, световое, радиационное, коррозионное и пр. [2].

Мария Ивановна ДОЛГАН (masha.do47@gmail.com), аспирантка кафедры товароведения непродовольственных товаров Белорусского государственного экономического университета (г. Минск, Беларусь).

Авторы Л. А. Максанова и О. Ж. Аюрова указывают, что старение полимерных материалов происходит не только при эксплуатации, переработке высокомолекулярных соединений, но и при *непосредственном хранении*, так как реакции деструкции сшивания макромолекул протекают непрерывно не только за счет химических процессов, обусловленных действием кислорода, влаги, тепла, механической нагрузки и прочих видов воздействий, но также и за счет испарения из полимерных композиций летучих компонентов, таких, например, как пластификаторы [1]. Авторы Ю. С. Зуев и Т. Г. Дегтева также обращают внимание на необратимое изменение полимеров вследствие изменения их химических свойств из-за улетучивания пластификаторов композиции [4].

В нашей статье исследуется процесс старения при хранении в недеформируемом состоянии подошв из полимерных материалов для низа обуви: термоэластопласта (ТЭП), кожволон, полиуретана (ПУ). Все подошвы предназначены для обуви осенне-весеннего периода носки. Такой выбор подошв обусловлен сходными погодными условиями в период носки осенью и весной. Внешний вид полупар ходовой поверхности исследованных подошв представлен на рис. 1.



Рис. 1. Ходовая поверхность исследованных подошв: *а* — подошвы из ТЭП; *б* — подошвы из кожволон; *в* — подошвы из ПУ

Термоэластопласты составляют особую группу синтетических подошвенных материалов, в которых эластичность каучука сочетается с термопластичностью пластмассы. Они представляют собой блок-сополимеры, отличающиеся от аналогичных по химическому составу полимеров более упорядоченной надмолекулярной структурой. Достоинством ТЭП является также возможность их многократной переработки, т. е. организация безотходного производства, использование в качестве вторичного сырья деталей обуви, отслужившей свой срок. С целью получения низа обуви с нужным комплексом технологических и эксплуатационных свойств ТЭП смешивают с наполнителями, пластификаторами, порообразователями, красителями, получая довольно сложные композиции [5].

Кожволон, или как его называют в производстве «тунит», кожеподобная резина, наполненная измельченными вязкими волокнами и обладающая

достаточно высокими показателями механических свойств [6]. Пластины и детали из резины кожволон предназначены для низа обуви клеевого метода крепления. В кожволон вводят активные наполнители, а также искусственные волокна, улучшающие его внешний вид, теплозащитные и механические свойства. Кожволон сравним с подошвенной кожей по толщине, твердости, пластичности, но имеет более высокое сопротивление истиранию, водостойкость и значительно лучшие технологические свойства [5].

Полиуретан находит широкое применение в обувном производстве, так как обладает высокой адгезией к материалам верха обуви, потому часто применяется при литевых методах крепления низа обуви. Свойства полиуретана, выпускаемого для низа обуви преимущественно пористой структуры, могут изменяться в зависимости от назначения в очень широких пределах, что создает лучшие условия для управления формированием свойств и качества обуви при ее производстве. Полиуретану можно придать такой комплекс свойств, который невозможно достичь у других подошвенных материалов. Так, в пористом полиуретане сочетаются легкость с твердостью. Полиуретан обладает хорошими теплоизоляционными свойствами, повышенным сопротивлением истиранию, многократному изгибу и растяжению [7].

Итак, с целью исследования старения при хранении полимерных материалов для низа обуви были подготовлены подошвы из трех материалов по семь пар. Все эти материалы были исследованы для определения физико-механических свойств, таких как твердость по Шору А, относительное удлинение при разрыве. Все названные показатели качества были определены в соответствии с ГОСТом 4.387-85 [8].

Физико-механические показатели, названные выше, определялись каждые 6 месяцев в течение двух лет. За основу для подготовки методики исследования был взят ГОСТ 9.066-76 «Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Метод испытаний на стойкость к старению при воздействии естественных климатических факторов» [9]. В этом ТНПА указано, что образцы для проведения испытаний могут быть изготовлены из пластин, рекомендуемые размеры которых должны быть не менее 150 × 150 мм, или изделий. Также следует отметить, что в истории опытных носок, проведенных Центральным научно-исследовательским институтом кожевенно-обувной промышленности, максимальный срок носки составлял не более одного года [10]. Авторы Н. Д. Закатова и Е. Я. Михеева указывают срок старения резин при хранении в лабораторных условиях в течение 6–7 месяцев, также отмечая, что старению при хранении посвящено сравнительно небольшое число работ [11].

При проведении испытания на старение отобранные подошвы обуви находились в помещении лаборатории и не испытывали на себе комплекса физических и механических воздействий, которым подвергаются подошвы в процессе сезонной носки обуви.

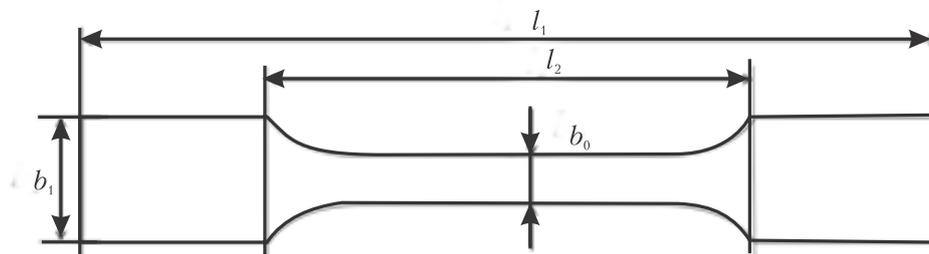
Испытание полимеров на сопротивление старению заключается:

- а) в испытании образцов, выкроенных из подошв, на относительное удлинение при разрыве, в определении твердости;
- б) старении подошв обуви при хранении в течение 24 месяцев;
- в) испытании образцов, выкроенных из подошв, через каждые 6 месяцев старения при хранении на тот же комплекс физико-механических свойств, который описан в пункте а).

Твердость по Шору А определяли для каждого вида материала по ГОСТу 263-75 [12] при помощи твердомера не менее чем в трех точках образца, а за результат испытания была принята средняя арифметическая всех измерений, округленная до целого числа.

Относительное удлинение при разрыве определяли по ГОСТу 270-75 [13] следующим образом: из подошв вырубали по три образца в форме двусторон-

ней лопатки длиной 85 мм, с длиной рабочей части образца 40 мм, которая обозначалась метками (рис. 2). Каждый образец испытывали при помощи разрывной машины РТ-250, снимая с нее показания удлинения в мм и нагрузки разрыва в кгс.



$$b_0 = 4 \text{ мм}; b_1 = 12,5 \text{ мм}; l_1 = 85 \text{ мм}; l_2 = 40 \text{ мм}$$

Рис. 2. Форма образца-лопаточки

Относительное удлинение (ε_p) при разрыве образцов лопаток в процентах вычисляли по формуле

$$\varepsilon_p = \frac{l_p - l_0}{l_0} 100, \quad (1)$$

где l_p — расстояние между метками образца в момент разрыва образца, мм; l_0 — расстояние между метками образца до испытания, мм.

В табл. 1 представлены полученные средние значения показателей по каждому полугодью всего срока исследования с января 2014 по декабрь 2015 г.

Таблица 1. Показатели твердости и относительного удлинения при разрыве свойств полимерных подошвенных материалов

Показатель	ТЭП				Кожволон				ПУ			
	Первое полугодие 2014 г.	Второе полугодие 2014 г.	Первое полугодие 2015 г.	Второе полугодие 2015 г.	Первое полугодие 2014 г.	Второе полугодие 2014 г.	Первое полугодие 2015 г.	Второе полугодие 2015 г.	Первое полугодие 2014 г.	Второе полугодие 2014 г.	Первое полугодие 2015 г.	Второе полугодие 2015 г.
Твердость по Шору А, усл. ед.	59	59	61	68	94	92	90	95	58	59	62	68
Относительное удлинение при разрыве, %	239	239	236	209	113	112	109	111	180	178	170	139

Старение при хранении вызвало изменение твердости у всех материалов, однако следует отметить, что кожволон показал иную динамику изменения твердости, чем остальные материалы. Если ПУ и ТЭП постепенно увеличивали твердость и на завершающем этапе исследования показали изменение твердости на 10 и 9 условных единиц соответственно, то кожволон первые три замера показывал уменьшение твердости с максимальным изменением от первоначального на 4 условные единицы, а затем набрал твердость выше первоначальной на 1 условную единицу.

Также произошли изменения в упруго-прочностных характеристиках. Относительное удлинение при разрыве для кожволонна характеризуется посте-

пенным снижением показателей в первые три измерения, однако последнее измерение показывает, что с увеличением твердости в последнем периоде испытаний несколько возросло и относительное удлинение при разрыве, однако разница показателей не превысила 4 %. Для материалов ПУ и ТЭП относительное удлинение при разрыве постепенно снижалось. Для ПУ разница между первым и последним показателем составила 41 %, а для ТЭП – 30 %.

Для более глубокого анализа была детально изучена сила, вызвавшая разрыв образца и удлинение в момент разрыва. Значения названных показателей представлены в табл. 2.

Таблица 2. Значения силы, вызвавшей разрыв и удлинение в момент разрыва

Показатель	ТЭП				Кожволон				ПУ			
	Первое полугодие 2014 г.	Второе полугодие 2014 г.	Первое полугодие 2015 г.	Второе полугодие 2015 г.	Первое полугодие 2014 г.	Второе полугодие 2014 г.	Первое полугодие 2015 г.	Второе полугодие 2015 г.	Первое полугодие 2014 г.	Второе полугодие 2014 г.	Первое полугодие 2015 г.	Второе полугодие 2015 г.
Сила, вызвавшая разрыв, Н	37	37	36	29	87	87	87	82	83	80	72	49
Удлинение в момент разрыва, мм	96	95	95	89	45	45	44	43	72	72	68	56

Все материалы в процессе старения при хранении показали снижение силы разрыва образцов. Кожволон имеет меньшую разницу в изменении силы разрыва, которая составила 5 Н. Для ПУ разница между первым и последним показателем более значительная – 34 Н, а для ТЭП изменение силы разрыва составило 8 Н. Удлинение в момент разрыва также менялось в процессе исследования: для кожволонна изменение составило 2 мм, для ПУ – 16 мм, а для ТЭП – 7 мм.

Любой процесс старения характеризуется показателем, называемым коэффициентом старения, т. е. относительным изменением значения показателя свойства материала соответствующе заданной продолжительности старения. Значение изменения показателя (S) (за исключением твердости) в процентах вычисляют по следующей формуле:

$$S = \frac{A_1 - A_0}{A_0} 100, \quad (2)$$

где A_1 – значение показателя после старения; A_0 – значение показателя до старения.

Изменение твердости (H) вычисляют по формуле:

$$H = H_1 - H_0, \quad (3)$$

где H_1 – твердость после старения, усл. ед.; H_0 – твердость до старения, усл. ед.

Старение при хранении исследуемых материалов по показателям определялось для трех полугодий (данные января 2014 г. приняты за базовые и представлены в табл. 3).

Таблица 3. Изменение показателей старения

Показатель	ТЭП			Кожволон			ПУ		
	Второе полугодие 2014 г.	Первое полугодие 2015 г.	Второе полугодие 2015 г.	Второе полугодие 2014 г.	Первое полугодие 2015 г.	Второе полугодие 2015 г.	Первое полугодие 2014 г.	Первое полугодие 2015 г.	Второе полугодие 2015 г.
Показатель старения по твердости, усл. ед.	0	2	9	-2	-4	1	1	4	10
Показатель старения по относительному удлинению, %	-0,1	-1,2	-12,7	-0,4	-2,8	-1,6	-1,3	-5,8	-22,8
Показатель старения по силе разрыва, %	0	2,7	-21,6	0	0	-5,7	-3,6	-13,3	-41,0
Показатель старения по удлинению в момент разрыва, %	-0,4	-1,1	-7,5	-0,4	-2,9	-4,7	-0,6	-5,7	-22,7

Следует отметить, что из исследованных материалов старению при хранении в большей степени подвержен ПУ, у которого показатель старения по относительному удлинению составил 22,8 %, а по силе разрыва 41 %. ТЭП показал средние значения показателей старения при хранении среди всех материалов, а кожволон при сравнении с ПУ и ТЭП наименее подвергся старению при хранении за 2 года.

Были построены графики взаимосвязи удлинения и силы (нагрузки) для каждого из материалов за 2 года. На рис. 3 представлен график взаимосвязи удлинения и нагрузки для ТЭП.

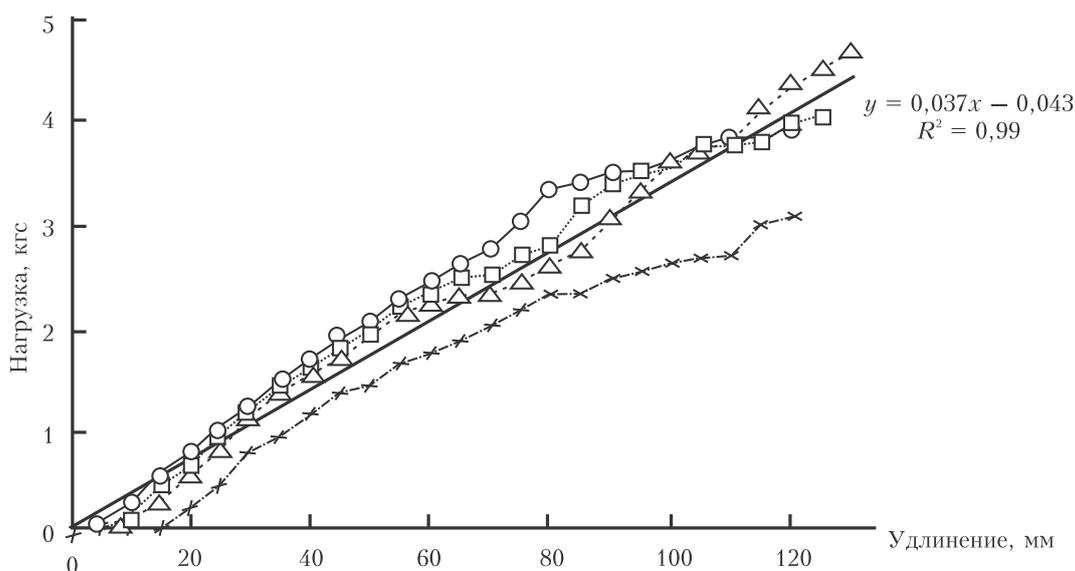


Рис. 3. График зависимости удлинения от разрывной нагрузки ТЭП:

- первое полугодие 2014 г.; —□— второе полугодие 2014 г.;
- △— первое полугодие 2015 г.; —×— второе полугодие 2015 г.

По рис. 3 следует отметить, что к окончанию испытаний заметно уменьшение удлинения и нагрузки по сравнению с предыдущими показателями трех полугодий. Также была построена линия тренда, уравнение которой представляет собой линейную функцию, а величина достоверности аппроксимации составляет 0,976, что является высокой степенью аппроксимации.

На рис. 4 представлен график взаимосвязи удлинения и нагрузки (все значения усреднены).

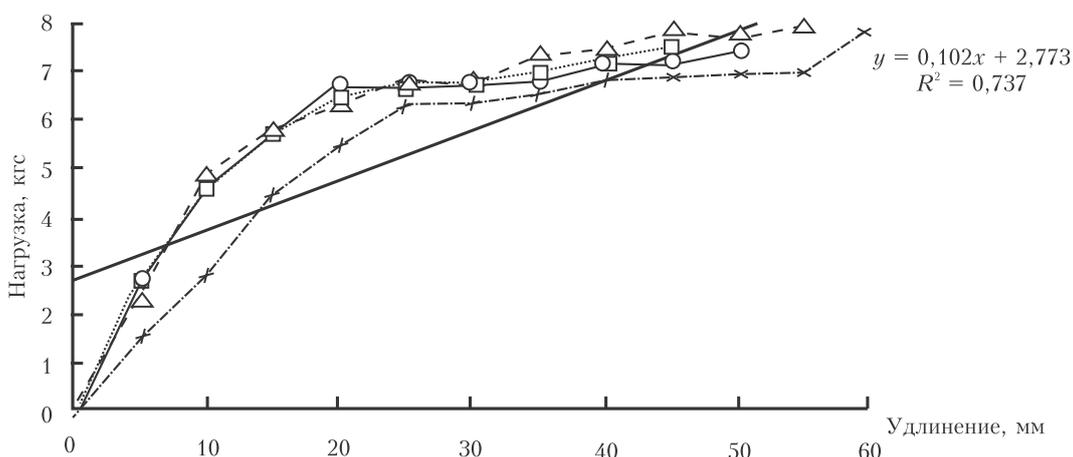


Рис. 4. График зависимости удлинения от разрывной нагрузки кожволон:

- — первое полугодие 2014 г.; □ — второе полугодие 2014 г.;
- △ — первое полугодие 2015 г.; × — второе полугодие 2015 г.

Следует отметить, что наибольшего удлинения кожволон при наименьшей нагрузке достигает в конце процесса старения при хранении. Также на рис. 4 приведено уравнение линии тренда для данных старения при хранении кожволон, которое имеет вид линейной функции.

На рис. 5 графики зависимости удлинения от разрывной нагрузки ПУ.

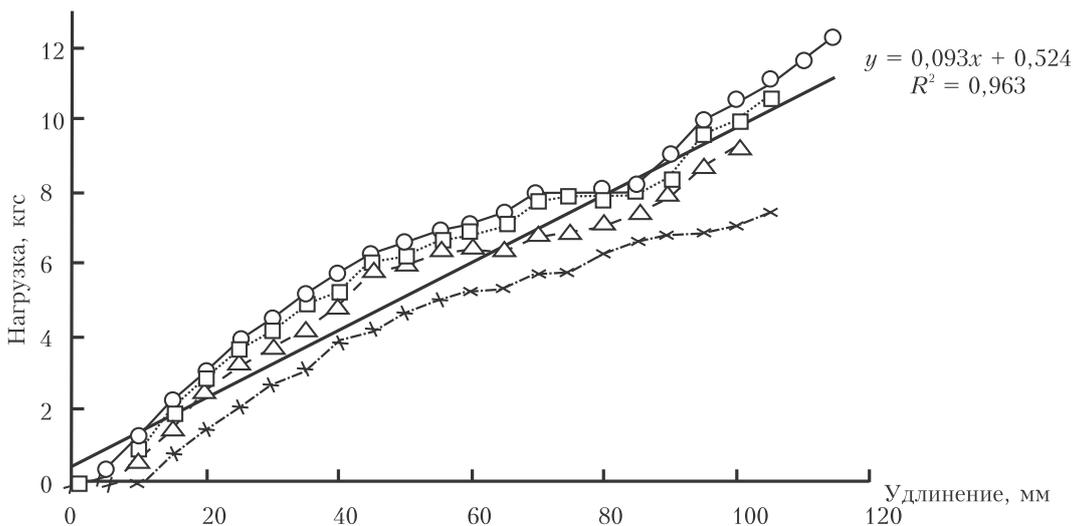


Рис. 5. График зависимости удлинения от разрывной нагрузки ПУ:

- — первое полугодие 2014 г.; □ — второе полугодие 2014 г.;
- △ — первое полугодие 2015 г.; × — второе полугодие 2015 г.

Из рис. 5 видно, что удлинение и нагрузка в процессе старения снижаются. Это говорит о том, что деструктивные процессы старения для полиуретана за 2 года значительно меняют упругопрочностные свойства. Тренд на графике имеет линейный вид и высокую степень аппроксимации.

В заключение следует отметить, что у материала ТЭП старение выражается в увеличении твердости для исследуемых образцов в среднем на 9 условных единиц, а также возрастает разница между относительным удлинением при разрыве, силе, вызвавшей разрыв, и удлинением в момент разрыва, которые показывают значительное снижение за 2 года наблюдений. Для материала кожволон старение вызвало в первые полтора года наблюдений постепенное снижение твердости (на 4 условные единицы), а затем затвердевание на 5 единиц за 6 месяцев, таким образом, для кожволон изменения твердости не произошло. Также у материала «кожволон» по сравнению с исследованными ТЭП и ПУ наблюдается незначительное снижение упругопрочностных показателей и, как следствие, низкие показатели старения по группе материалов. Относительно ПУ следует сказать, что из всей группы материалов он в большей степени подвергся старению за 2 года: твердость увеличилась на 10 условных единиц, что не могло не сказаться на упругопрочностных показателях, — значительно снизилось относительное удлинение при разрыве и удлинение в момент разрыва. Также снижение отмечается для силы, вызвавшей разрыв образца, — по ней коэффициент старения самый высокий в сравнении с другими материалами. Все сказанное свидетельствует о том, что современные полимерные материалы существенно изменяют свои свойства при хранении.

Литература

1. *Максанова, Л. А.* Полимерные соединения и их применение: учеб. пособие / Л. А. Максанова, О. Ж. Аюрова. — Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2004. — 356 с.
Maksanova, L. A. Polimernyye soedineniya i ih primeneniye [The polymer substance and its using] : ucheb. posobie / L. A. Maksanova, O. Zh. Ayurova. — Ulan-Ude : Izd-vo VSGTU, 2004. — 356 p.
2. *Бергштейн, Л. А.* Лабораторный практикум по технологии резины : учеб. пособие для техникумов / Л. А. Бергштейн. — 2-е изд., перераб. — Л. : Химия, 1989. — 248 с.
Bergshhteyn, L. A. Laboratornyiy praktikum po tehnologii rezinyi [The laboratory practice in technology of rubber] : ucheb. posobie dlya tehnikumov / L. A. Bergshhteyn. — 2-e izd., pererab. — L. : Himiya, 1989. — 248 p.
3. Единая система защиты от коррозии и старения. Старение полимерных материалов. Термины и определения : ГОСТ 9.710-84. — Введ. 01.01.86. — Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 1992. — 12 с.
4. *Зуев, Ю. С.* Стойкость эластомеров в эксплуатационных условиях / Ю. С. Зуев, Т. Г. Дегтева. — М. : Химия, 1986. — 264 с.
Zuev, Yu. S. Stoykost elastomerov v ekspluatatsionnyih usloviyah [Resistance of elastomers in the operating conditions] / Yu. S. Zuev, T. G. Degteva. — M. : Himiya, 1986. — 264 p.
5. *Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности : учеб. для студентов вузов / А. П. Жихарев [и др.]. — М. : Академия, 2004. — 448 с.*
Materialovedenie v proizvodstve izdeliy legkoy promyishlennosti [Materials in the manufacture of products of light industry] : ucheb. dlya studentov vuzov / A. P. Zhiharev [i dr.]. — M. : Akademiya, 2004. — 448 p.
6. *Долган, М. И.* Особенности структуры и свойств полимерных материалов для подошв / М. И. Долган // Весн. Беларус. дзярж. экан. ун-та. — 2015. — № 3 (110). — С. 83–90.
Dolgan, M. I. Osobennosti struktury i svoystv polimernyih materialov dlya podoshv [The features of the structure and properties of polymeric materials for soles] / M. I. Dolgan // Vesn. Belarus. dzyarzh. ekan. un-ta. — 2015. — N 3 (110). — P. 83–90.
7. *Зурабян, К. М.* *Материаловедение изделий из кожи : учеб. для вузов / К. М. Зурабян, М. М. Бернштейн. — М. : Легпромбытиздат, 1988. — 416 с.*
Zurabyan, K. M. Materialovedenie izdeliy iz kozhi [The materials for leather products] : ucheb. dlya vuzov / K. M. Zurabyan, M. M. Bernshhteyn. — M. : Legprombytizdat, 1988. — 416 p.

8. Система показателей качества продукции. Материалы синтетические для низа обуви. Номенклатура показателей : ГОСТ 4.387-85. — Введен 01.01.87. — Минск : М-во легкой промышленности СССР, 1985. — 12 с.

9. Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Метод испытаний на стойкость к старению при воздействии естественных климатических факторов : ГОСТ 9.066-76. — Введ. 01.01.77. — Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 1992. — 24 с.

10. Любич, М. Г. Свойства обуви / М. Г. Любич. — М. : Легкая индустрия, 1969. — 256 с.

Lyubich, M. G. Svoystva obuvi [The properties of shoes] / M. G. Lyubich. — М. : Legkaya industriya, 1969. — 256 p.

11. Закатова, Н. Д. Эксплуатационные свойства обувных материалов и деталей / Н. Д. Закатова, Е. Я. Михеева. — М. : Легкая индустрия, 1966. — 214 с.

Zakatova, N. D. Ekspluatatsionnyie svoystva obuvnyih materialov i detaley [Operational properties of shoe materials and details] / N. D. Zakatova, E. Ya. Miheeva. — М. : Legkaya industriya, 1966. — 214 p.

12. Резина. Метод определения твердости по Шору А. : ГОСТ 263-75. — Введ. 01.01.77. — Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 1992. — 8 с.

13. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении : ГОСТ 270-75. — Введ. 01.01.78. — Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 1992. — 16 с.

MARYIA DAUHAN

**CHANGES IN PROPERTIES OF POLYMER MATERIALS
IN THE COURSE OF AGING DURING STORAGE**

Author affiliation. *Maryia DAUHAN (masha.do47@gmail.com), Belarusian State Economic University (Minsk, Belarus).*

Abstract. Three groups of materials are described selected for examination of natural aging of polymer materials for footwear soles. Aging coefficients have been obtained according to certain physical and mechanical characteristics.

Keywords: polymer materials; natural aging; thermoelastoplast.

UDC 685.34.073.22:621.785.783

*Статья поступила
в редакцию 26.02. 2016 г.*

References

1. *Максанова, Л. А.* Полимерные соединения и их применение: учеб. пособие / Л. А. Максанова, О. Ж. Аюрова. — Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2004. — 356 с.
1. *Maksanova, L. A.* Polimernye soedineniya i ih primenenie [The polymer substance and its using] : ucheb. posobie / L. A. Maksanova, O. Zh. Ayurova. — Ulan-Ude : Izd-vo VSGTU, 2004. — 356 p.
2. *Бергштейн, Л. А.* Лабораторный практикум по технологии резины : учеб. пособие для техникумов / Л. А. Бергштейн. — 2-е изд., перераб. — Л. : Химия, 1989. — 248 с.
2. *Bergshteyn, L. A.* Laboratorniy praktikum po tehnologii rezinyi [The laboratory practice in technology of rubber] : ucheb. posobie dlya tehnikumov / L. A. Bergshteyn. — 2-e izd., pererab. — L. : Himiya, 1989. — 248 p.
3. Единая система защиты от коррозии и старения. Старение полимерных материалов. Термины и определения : ГОСТ 9.710-84. — Введ. 01.01.86. — Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 1992. — 12 с.
4. *Зуев, Ю. С.* Стойкость эластомеров в эксплуатационных условиях / Ю. С. Зуев, Т. Г. Дегтева. — М. : Химия, 1986. — 264 с.
4. *Zuev, Yu. S.* Stoykost elastomerov v ekspluatatsionnykh usloviyakh [Resistance of elastomers in the operating conditions] / Yu. S. Zuev, T. G. Degteva. — M. : Himiya, 1986. — 264 p.
5. *Жихарев [и др.].* Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности : учеб. для студентов вузов / А. П. Жихарев [и др.]. — М. : Академия, 2004. — 448 с.
5. *Materialovedenie v proizvodstve izdeliy legkoj promyshlennosti* [Materials in the manufacture of products of light industry] : ucheb. dlya studentov vuzov / A. P. Zhiharev [i dr.]. — M. : Akademiya, 2004. — 448 p.
6. *Долган, М. И.* Особенности структуры и свойств полимерных материалов для подошв / М. И. Долган // *Вестн. Беларус. дзярж. экан. ун-та.* — 2015. — № 3 (110). — С. 83—90.
6. *Dolgan, M. I.* Osobennosti struktury i svoystv polimernykh materialov dlya podoshv [The features of the structure and properties of polymeric materials for soles] / M. I. Dolgan // *Vesn. Belarus. dzyarzh. ekan. un-ta.* — 2015. — N 3 (110). — P. 83—90.
7. *Зурабян, К. М.* Материаловедение изделий из кожи : учеб. для вузов / К. М. Зурабян, М. М. Бернштейн. — М. : Легпромбытиздат, 1988. — 416 с.
7. *Zurabyan, K. M.* Materialovedenie izdeliy iz kozhi [The materials for leather products] : ucheb. dlya vuzov / K. M. Zurabyan, M. M. Bernshteyn. — M. : Legprombytizdat, 1988. — 416 p.
8. Система показателей качества продукции. Материалы синтетические для низа обуви. Номенклатура показателей : ГОСТ 4.387-85. — Введен 01.01.87. — Минск : М-во легкой промышленности СССР, 1985. — 12 с.
9. Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Метод испытаний на стойкость к старению при воздействии естественных климатических факторов : ГОСТ 9.066-76. — Введ. 01.01.77. — Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 1992. — 24 с.
10. *Любич, М. Г.* Свойства обуви / М. Г. Любич. — М. : Легкая индустрия, 1969. — 256 с.
10. *Lyubich, M. G.* Svoystva obuvi [The properties of shoes] / M. G. Lyubich. — M. : Legkaya industriya, 1969. — 256 p.
11. *Закатова, Н. Д.* Эксплуатационные свойства обувных материалов и деталей / Н. Д. Закатова, Е. Я. Михеева. — М. : Легкая индустрия, 1966. — 214 с.
11. *Zakatova, N. D.* Ekspluatatsionnye svoystva obuvnykh materialov i detaley [Operational properties of shoe materials and details] / N. D. Zakatova, E. Ya. Miheeva. — M. : Legkaya industriya, 1966. — 214 p.
12. Резина. Метод определения твердости по Шору А. : ГОСТ 263-75. — Введ. 01.01.77. — Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 1992. — 8 с.
13. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении : ГОСТ 270-75. — Введ. 01.01.78. — Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 1992. — 16 с.