

водоупорности происходит с нарастающей скоростью.

Время истирания, соответствующее перегибу кривых на рисунке 1 и максимуму кривых на рис. 2, было рассчитано из условия равенства нулю второй производной аппроксимирующего уравнения. Для исследуемых тканей были получены следующие значения координаты точки перегиба $x_{пер}$:

ткань варианта 1 $x_{пер} = 157$ с;

ткань варианта 2 $x_{пер} = 154$ с;

ткань варианта 3 $x_{пер} = 180$ с.

Из полученных результатов, а также из данных, представленных в табл. 1, на рис. 1 и рис. 2, можно сделать следующие выводы.

Ткань 2 имеет более высокую водоупорность, чем ткань варианта 1. Однако характер и скорости изменения водоупорности у этих тканей практически одинаковы.

Ткань варианта 3 отличается существенно более медленным снижением водоупорности, что проявляется, например, в координатах точки перегиба. Кроме того, при высоких значениях времени истирания скорость снижения водоупорности для этой ткани ниже, чем для тканей вариантов 1 и 2. Однако, так как для этой ткани характерна относительно низкая водоупорность до начала истирания, на результатах испытаний повышенная долговечность практически не сказалась.

Эту особенность ткани варианта 3 можно объяснить особенностями ее отделки: ткани вариантов 1 и 2 имеют отделку каландрированием, а ткань 3 – пленочную отделку.

По данным результатам испытаний можно сделать вывод, что до истирания наивысшее значение водоупорности у ткани 1, но она быстрее других образцов теряет свойства в процессе эксплуатации. Ткань 2 имеет невысокое значение водоупорности на начальном этапе испытаний, но она лучше других вариантов ткани способна сохранять заданные свойства в процессе эксплуатации. Ткань 3 имеет низкое значение водоупорности до истирания и среднее значение водоупорности после истирания среди других образцов.

УДК 685.34.036:66.018.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СТАРЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНА ДЛЯ НИЗА ОБУВИ

Долган М.И.¹, асп., Плетяго А.М.², асп.

¹ *Белорусский государственный экономический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

² *Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрена возможность исследования термического старения материала для подошв из полиуретана. Получены данные твердости и упругопрочностных свойств материала до и после старения.

Ключевые слова: полиуретан, термическое старение, низ обуви, свойства полиуретана

При испытании на термическое старение за основу была взята методика, описанная в ГОСТ 9.024-74 [1], который применяется для испытаний на стойкость резины к термическому старению.

Термическое старение является разновидностью искусственного старения, под которым понимают изменение физико-механических свойств резины или другого исследуемого материала в результате воздействия факторов, ускоряющих процесс старения и позволяющих вызвать за короткий срок изменения, которые появляются в резине при естественном старении за несколько лет.

Автор Бергштейн Л.А. [2] приводит данные, что при выдержке резин в течении 2 суток при температуре 100°C наблюдаются изменения их свойств, которые аналогичны изменениям при атмосферном старении в течение 3 лет.

Испытания в соответствии с ГОСТ 9.024-74 [1] образцов в недеформируемом состоянии на ускоренное термическое старение в воздушной среде заключается в выдержке этих образцов в термошкафу при температуре от 70°C до 350°C в течение заданного времени и определения способности образцов к старению. При этом продолжительности испытания может варьироваться от 24, 71, 168, 260 или более часов, в зависимости от назначения

испытываемых материалов.

Показателями стойкости к тепловому старению являются коэффициенты по условной прочности, относительному удлинению, относительному остаточному удлинению, а также иные показатели, изменение которых необходимо оценить.

Коэффициент старения по каждому сравниваемому показателю определяют по формуле:

$$K = \frac{A_1}{A}, \quad (1)$$

где K – коэффициент старения по определяемому показателю;

A_1 – величина соответствующего показателя после старения;

A – величина соответствующего показателя до старения.

Изменение твердости (H) вычисляют по формуле:

$$H = H_1 - H_0, \quad (2)$$

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

H_1 – твердость после старения, усл. ед.

По ГОСТ ISO 188-2013 [3] условия старения и время старения зависит от типа испытываемой резины так, что используемый период старения предпочтительно должен быть таким, чтобы при старении образцов не было необратимого изменения физических свойств, так как использование высоких температур старения может привести к механизмам старения, отличающимся от происходящих при рабочих температурах, и, следовательно, к недостоверным результатам. Поэтому, основываясь на ГОСТ ISO 188-20 [3], была выбрана температура $100 \pm 2^\circ\text{C}$ и время испытания 48 часов.

В исследовании использовался материал полиуретан (ПУ), показатели физико-механических свойств которого представлены в таблице 1. Твердость по Шору А определялась для каждого вида материала по ГОСТ 263-75 [4]. Относительное удлинение при разрыве и относительное остаточное удлинение определялось по ГОСТ 270-75 [5].

Таблица 1 – Показатели физико-механических свойств ПУ

Показатель	До старения	После старения
Твердость, усл. ед.	77	77
Относительное удлинение при разрыве, %	250	225
Относительное остаточное удлинение после разрыва, %	10	11,8
Сила, вызвавшая разрыв, кгс	15	15
Условная прочность, МПа	0,81	0,49

Твердость по Шору А за время исследования не изменилась, однако относительное удлинение при разрыве снизилось на 25%. Относительное остаточное удлинение после разрыва возросло почти на 2 % после старения. Старение не изменило силу, вызвавшую разрыв образца, однако почти в половину снизило условную прочность. В таблице 2 представлены показатели старения по четырем показателям: твердости, относительному удлинению при разрыве, относительному остаточному удлинению после разрыва и условной прочности.

Таблица 2 – Показатели старения (коэффициенты) материалов за 48 часов при 100°C

Материал	Показатель старения по твердости, усл. ед.	Показатель старения по относительному удлинению при разрыве	Показатель старения по относительному остаточному удлинению после разрыва	Показатель старения условной прочности
ПУ	0	0,90	1,16	0,60

В процессе термического старения коэффициент для твердости по Шору А показал нулевое значение, по относительному удлинению при разрыве этот коэффициент составил

0,9, а по относительному остаточному удлинению после разрыва коэффициент старения 1,16. Показатель условной прочности составил 0,6. На рисунке 1 представлены графики зависимости нагрузки от удлинения образцов до и после термического старения.

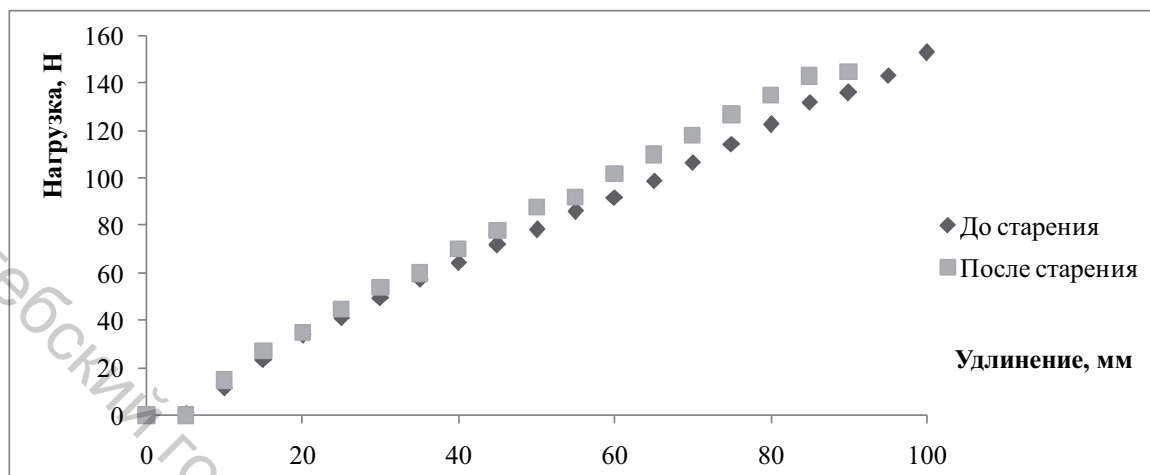


Рисунок 1 – Графики разрывной нагрузки

Следует отметить, что заметно увеличение величины нагрузки после термического старения при снижении удлинения по сравнению с первоначальными данными. Такое свойство может быть объяснено изменениями в структуре макромолекул при воздействии температуры в процессе термического старения.

Список использованных источников

- ГОСТ 9.024-74. Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Методы испытаний на стойкость к термическому старению. – Взамен ГОСТ 271-67; введен 01.07.1975. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1992. – 12 с.
- Бергштейн Л. А. Лабораторный практикум по технологии резины: Учебное пособие для техникумов. - 2-е изд., перераб. - Ленинград: Химия, 1989. - 248 с.
- ГОСТ ISO 188-2013. Резина или термоэластопласты. Испытания на ускоренное старение и теплостойкость. – Введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 9 ноября 2015 г. № 52 непосредственно в качестве государственного стандарта Республики Беларусь с 1 октября 2016 г. - Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2015. – 20 с.
- ГОСТ 263-75. Резина. Метод определения твердости по Шору А. – Взамен ГОСТ 263-53; введен 01.01.1977. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1992. – 8 с.
- ГОСТ 270-75. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении. – Взамен ГОСТ 270-64; введен 01.01.1978. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1992. – 16 с.

УДК 685.34.036

ЭЛЕКТРИЗУЕМОСТЬ ПОДОШВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОЗИЦИИ ТРИБОЛОГИИ

Ерохина Е.А., студ., Гасанов М.Э., студ., Карпухин А.А., проф.

*Московский государственный университет дизайна и технологии,
г. Москва, Российская Федерация*

Реферат. Статья посвящена изучению электризуемости подошвенных материалов с учетом всех факторов, участвующих при движении человека. В статье представлены результаты экспериментов по исследованию электризуемости подошвенных материалов на разных опорных поверхностях. Различия в способности подошвенных материалов