

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО
ПЕНОПОЛИУРЕТАНА ДЛЯ ПОДОШВ ОБУВИ
EVALUATION OF THE QUALITY OF MATERIALS BASED
ON SECONDARY POLYURETHANE FOAM FOR SOLES OF SHOES**

**Радюк А.Н., Буркин А.Н.
Radyuk A.N., Burkin A.N.**

**Витебский государственный технологический университет, Витебск
Vitebsk State Technological University, Vitebsk
(e-mail: Ana.r.13@mail.ru)**

Аннотация. В работе свойства подошв, отлитых в процессе производственной апробации. Как для материалов, так и для подошв обуви полученные результаты сравнивались и сопоставлялись с известными экспериментальными и теоретическими данными показателей свойств используемых в настоящее время полимерных материалов в обувной промышленности, а также с данными нормируемых показателей свойств для материалов низа обуви, приведенными в соответствующих ТНПА.

Abstract. In the work of the properties of the soles, cast in the process of industrial approbation. As for the materials and for the sole of shoes, the results obtained were compared and compared with the well-known experimental and theoretical data of the properties of the currently used polymeric materials in the shoe industry, as well as with the data of the normized properties for the materials of the shoe niza given in the corresponding TNPA.

Ключевые слова: ходовая поверхность подошвы, физические свойства, прочностные свойства

Keywords: sole surface soles, physical properties, strength properties

В настоящее время быстрыми темпами развивается полимерная промышленность. Этому способствует создание не только новых полимеров, но и различных изделий на их основе. Одновременно с этим возникает проблема вторичной переработки полимерных отходов, образующихся как на стадии производства этих изделий, так и после их использования. Решение данной проблемы может быть достигнуто путем использования отходов производства в качестве вторичных материальных ресурсов.

Проблема рациональной утилизации и переработки отходов стоит в числе приоритетных во всех странах мира и рассматривается на государственном уровне. Данная проблема актуальна и для обувных предприятий Республики Беларусь, где наибольший объем образующихся отходов приходится на полимерные материалы различного назначения, в том числе применяемые для низа обуви. При этом значительный удельный вес имеют отходы

пенополиуретанов (ППУ), которые запрещено вывозить на полигон твердых бытовых отходов (ТБО) ввиду их токсичности [2].

Решение этой проблемы предполагает разработку принципиально нового научно обоснованного подхода к созданию полимерных материалов, предусматривающего разработку состава композиции на основе вторичного ППУ с минимальным количеством ингредиентов, разработку полимерных материалов на полимерной основе из вторичного ППУ различных структур, изготовление и внедрение в производство подошв обуви с заданными физико-механическими и прогнозируемыми эксплуатационными свойствами.

Фото ходовой поверхности экспериментальных образцов подошв, полученных методом литья, представлено на рис. 1.



Рисунок 1 – Фото ходовой поверхности подошв:

а) монолитная подошва, б) пористая подошва, в) волокнисто-наполненная подошва

В таблицах 1– 5 представлены свойства подошв, отлитых в процессе производственной апробации. Как для материалов, так и для подошв обуви полученные результаты сравнивались и сопоставлялись с известными экспериментальными и теоретическими данными показателей свойств используемых в настоящее время полимерных материалов в обувной промышленности, а также с данными нормируемых показателей свойств для материалов низа обуви, приведенными в соответствующих ТНПА.

Таблица 1 – Геометрические характеристики подошв

Вид подошвы	Глубина рифления в носочной части, мм	Глубина рифления в пяточной части, мм	Толщина подошвы в носочной части, мм	Толщина подошвы в пяточной части, мм
Монолитная	2,4	2,1	3,9–4,2	7,9–8,4
Пористая	1,5	1,5	3,7–3,9	7,9–8,9
Волокнисто-наполненная	2,4	–	4,1–4,4	≈2

Толщина подошв согласно требованиям ТНПА должна быть не меньше 3,0 мм. Все образцы подошв имеют толщину как в носочной, так и в пяточной части выше нормируемого значения. Волокнисто-наполненная подошва – это вариант подошвы с «язычком», поэтому толщина подошвы в пяточной части не нормируется.

Таблица 2 – Физические характеристики подошв

Вид подошвы	Плотность, г/см ³	Твердость, усл. ед.
Монолитная	1,1–1,2	75–80
Пористая	0,85–0,9	65–67
Волокнисто-наполненная	1,0–1,03	81–83

Таблица 3 – Прочностные свойства монолитных подошв

№	Толщина до испытания, мм	Разрывная нагрузка, Н	Разрывное удлинение, мм	Удлинение после разрыва, мм	f_p , МПа	ε_p , %	Θ , %
b_0 – ширина образца до испытания = 4 мм или 0,4 см							
l_0 – расстояние между метками образца до испытания = 45 мм							
1	3,3	74	121,5	53	5,6	270	18
2	3,6	82	123,5	53,5	5,7	274	19
3	3,5	81	122,5	53,5	5,8	272	19
4	3,6	83,5	124	54	5,8	276	20
5	3,5	82,5	123	53,5	5,9	273	19
6	3,8	90	124,5	54	5,9	277	20
7	3,9	94	125	54	6,0	278	20
8	4,0	97,5	126	54	6,1	280	20
\bar{X}	3,7	85,6	123,8	53,7	5,9	275,0	19,4

где \bar{X} – среднее значение прочностных свойств

Значение показателя остаточного удлинения после разрыва для монолитных образцов подошв соответствует монолитным резинам марки «В» (не более 20 %).

Таблица 4 – Прочностные свойства пористых подошв

№	Толщина до испытания, мм	Разрывная нагрузка, Н	Разрывное удлинение, мм	Удлинение после разрыва, мм	f_p , МПа	ε_p , %	Θ , %
b_0 – ширина образца до испытания = 4 мм или 0,4 см							
l_0 – расстояние между метками образца до испытания = 45 мм							
1	3,1	31	52,5	62	2,5	140	17
2	3,2	33	52	61	2,6	142	16
3	3,1	33,5	52,5	62	2,7	144	17
4	3,6	40	52	61	2,8	144	16
5	3,3	37	52,5	62	2,8	141	17
6	3,3	38	51,5	60	2,9	140	15
7	3,4	40	52,5	62	2,9	143	17
8	3,5	42	51,5	60	3,0	145	15
\bar{X}	3,3	36,8	52,1	61,3	2,78	142,4	16,3

где \bar{X} – среднее значение прочностных свойств

Значение показателя остаточного удлинения после разрыва для пористых образцов подошв соответствует пористым резинам марки «В» и «Вш» (не более 25 %).

Таблица 5 – Прочностные свойства волокнисто-наполненных подошв

№	Толщина до испытания, мм	Разрывная нагрузка, Н	Разрывное удлинение, мм	Удлинение после разрыва, мм	f_p , МПа	ε_p , %	Θ , %
b_0 – ширина образца до испытания = 4 мм или 0,4 см							
l_0 – расстояние между метками образца до испытания = 45 мм							
1	3,6	75	90	53	5,2	200	18
2	3,5	74	90,5	53,5	5,3	201	19
3	3,7	80	92	53,5	5,4	204	19
4	3,7	80	91	53	5,4	202	18
5	3,8	83,5	92,5	53	5,5	205	18
6	3,8	83,5	91,5	53,5	5,5	203	19
7	3,9	87,5	91	53	5,6	202	18
8	4,0	91	92,5	53,5	5,7	205	19
\bar{X}	3,8	81,8	91,4	53,3	5,5	202,8	18,5

где \bar{X} – среднее значение прочностных свойств

Диаграмма потери массы наилучшего образца монолитных подошв в процессе истирания в разные промежутки времени представлена на рисунке 2.

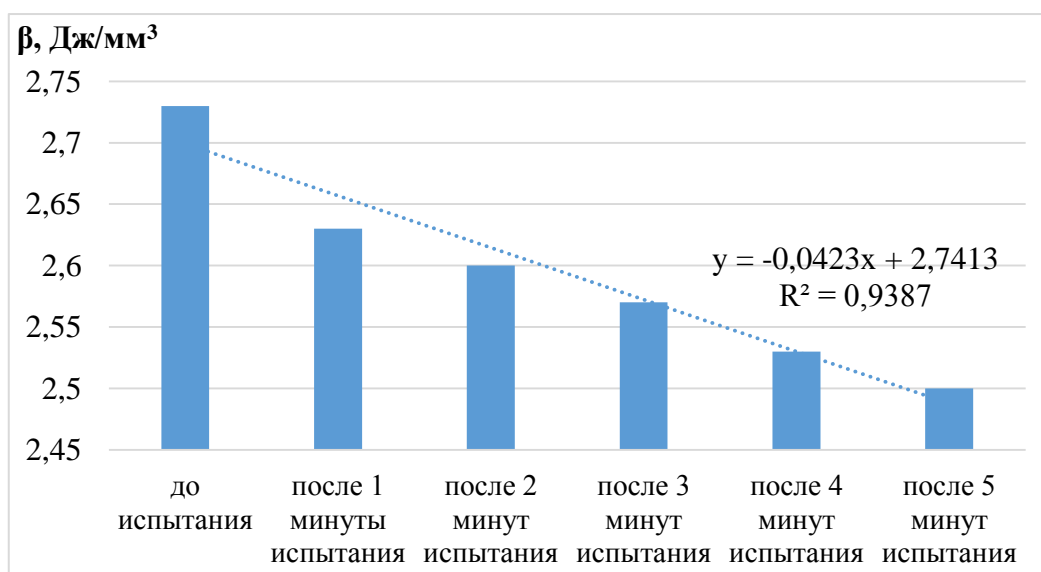


Рисунок 2 – Потеря массы наилучшего образца монолитных подошв при истирании

Значение показателя сопротивления истиранию для монолитных образцов подошв соответствует монолитным резинам марки «В» (не менее 2,5–3,5 Дж/мм³).

Диаграмма потери массы наилучшего образца пористых подошв в процессе истирания в разные промежутки времени представлена на рисунке 3.

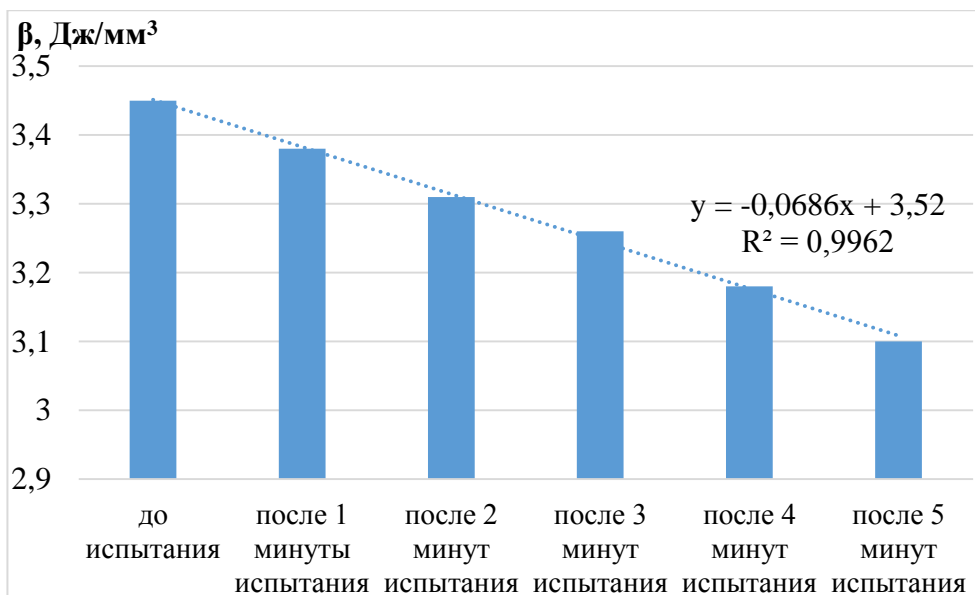


Рисунок 3 – Потеря массы наилучшего образца пористых подошв при истирании

Значение показателя сопротивления истиранию для пористых образцов подошв соответствует пористым резинам марок «В» и «Мипора» (не менее 3,0 Дж/мм³).

Диаграмма потери массы наилучшего образца волокнисто-наполненных подошв в процессе истирания в разные промежутки времени представлена на рисунке 4.

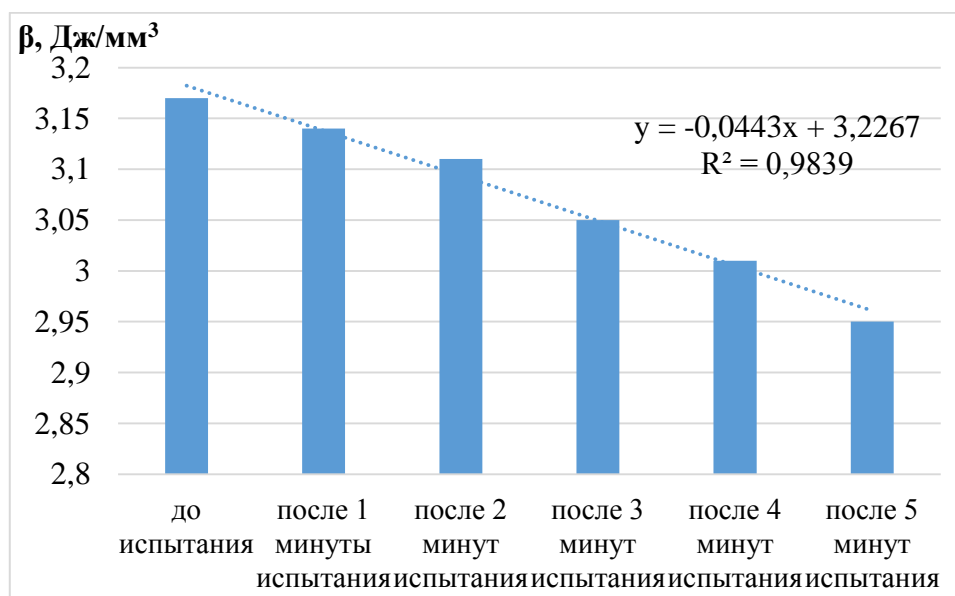


Рисунок 4 – Потеря массы наилучшего образца волокнисто-наполненных подошв при истирании

Значение показателя сопротивления истиранию для волокнисто-наполненных образцов подошв соответствует резинам марки «Кожволон» (не менее 5,9 Дж/мм³) и «Малыш» (не менее 4,6 Дж/мм³).

Результаты испытаний полученных образцов подошв показали, что образцы монолитных и пористых подошв выдерживают 50 тысяч циклов изгиба, а волокнисто-наполненных – 30 тысяч циклов изгиба.

Значение показателя сопротивления многократному изгибу для волокнисто-наполненных образцов подошв соответствует резинам марки «Кожволон» (не менее 20 тыс. циклов), ПУ системам «System 60» (> 20 тыс. циклов), «System 95» (> 22 тыс. циклов), «System 96» (> 25 тыс. циклов) фирмы «BCI Holding SA».

Анализ данных показал, что:

– по показателям плотности, твердости и относительному остаточному удлинению все образцы подошв соответствуют нормам;

– по показателю условной прочности монолитные образцы в среднем превышают нормируемое значение на 30,0 %, пористые – на 10,0 % и волокнисто-наполненные – на 9,0 %;

– по показателю «относительное удлинение при разрыве» монолитные образцы в среднем превышают нормируемое значение на 71,9 %, волокнисто-наполненные – на 12,5 %, а пористые образцы в среднем на 16,2 % ниже нормируемых значений;

– по показателю «сопротивление истиранию» монолитные образцы в среднем превышают нормируемое значение на 186,0 %, пористые – на 32,0 % и волокнисто-наполненные – на 160,0 %;

– по показателю «сопротивление многократному изгибу» монолитные и пористые образцы превышают нормируемое значение на 66,7 %, волокнисто-наполненные – на 50,0 %.

Список использованных источников

1. Буркин, А. Н. Переработка твердых отходов обувных предприятий г. Витебска / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, В. К. Смелков. – Витебск: УО "ВГТУ", 2000. – 118 с.

2. Радюк, А.Н. Материалы и технологии получения изделий на основе отходов полиуретанов / А.Н. Радюк, Ю.В. Дойлин, М.А. Козлова, И.А. Буланчиков, А.Н. Буркин // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2020. – № 1(38). – С. 100–112.

3. Радюк, А.Н., Буркин А.Н. Отходы обувных пенополиуретанов и их переработка в изделия / А.Н. Радюк, А.Н. Буркин // Сборник научных трудов, посвящ. 75-летию кафедры материаловедения и товарной экспертизы. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2019. – С. 66–70.

4. Гарипова, Г. И. Современные полимерные материалы для низа обуви / Г. И. Гарипова, Л. Р. Фатхуллина, Ю. А. Коваленко // Вестник Казан. технолог. ун-та. – 2013. – Т. 16, №23. – С. 92–94.