

Оценка износостойкости полиуретановых подошв обуви

А.Н. РАДЮК, М.А. КОЗЛОВА, Д.А. ИВАНОВ, А.Н. БУРКИН
(Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь)

Одним из важных показателей качества обуви является ее надежность (эксплуатационные свойства). Весомость этого показателя в группе потребительских свойств при оценке конкурентоспособности обуви достаточно высока. В связи с тем, что в настоящее время произошло расслоение общества по степени материальной обеспеченности, повышение надежности обуви, предназначенной для малообеспеченного населения, является весьма актуальной социально-политической задачей экономики страны.

На сегодняшний день установлено, что надежность обуви по большей части зависит от износостойкости деталей обуви и прочности их соединений. В связи с тем, что в данной работе речь идет о полимерных материалах для низа обуви (полиуретановых подошвах), то далее проводился анализ требований, закладываемых фирмами-производителями данных материалов, а также согласно ТНПА и справочной литературе на подобные материалы.

В результате анализа требований фирм-изготовителей установлено, что большинство производителей полимерных материалов для низа обуви на стадии проектирования определяют показатели, которыми должны обладать данные материалы и которые непосредственно характеризуют свойства полимерных материалов низа обуви. К таким свойствам относят прочностные характеристики и сопротивление истиранию. Что касается анализа требований, согласно ТНПА и справочной литературе на подобные материалы, то стандартный набор показателей оценки качества обувных материалов и деталей представлен в справочнике обувщика, а применительно к низу обуви – в обувном материаловедении. Однако данные показатели не являются общепризнанными, так как в различных источниках информации, касающейся обувной промышленности, выделяют различные показатели. В настоящий момент отсутствуют ТНПА, позволяющие оценивать свойства деталей низа обуви из синтетических и искусственных материалов, кроме резины, поэтому анализ проводился в рамках действующих ТНПА на подобные материалы и имеющихся данных в справочной литературе. В результате анализа установлено, что одним из основных эксплуатационных показателем для полимерных материалов для низа обуви является сопротивление истиранию, сопротивление многократному изгибу и прочностные характеристики.

Как говорилось выше единой точки зрения, касающейся основных показателей качества для полимерных материалов для низа обуви нет. Поэтому в рамках работы [1] рассматривалась приоритетность показателей качества, которыми они должны обладать. Результатом априорного ранжирования является расстановка приоритетности показателей (в порядке убывания), где одними из важных показателей качества являются сопротивление многократному изгибу и сопротивление истиранию.

Таким образом, в результате проведенных анализов можно выделить основной эксплуатационный показатель для полимерных материалов для низа обуви, который регламентируется производителями, ТНПА и справочной литературой – сопротивление истиранию.

В настоящее время исследование износостойкости полимерных материалов для низа обуви проводят либо на машине для определения сопротивления истиранию

резин при скольжении МИ-2, либо на приборе для определения сопротивления истиранию при скольжении по возобновляемой поверхности типа Шопера. Краткая характеристика данных методов приведена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика методов оценки износоустойкости полимерных материалов для низа обуви

Наименование	Рисунок	Назначение	Сущность испытания
<p>Метод определения сопротивления истиранию при скольжении; прибор типа МИ-2 [2]</p>	 <p>Прибор типа МИ-2</p>	<p>Прибор служит для определения сопротивления истиранию при скольжении. Метод распространяется на резину и резиновые изделия.</p>	<p>Сущность метода заключается в истирании 2 образцов, прижатых к абразивной поверхности вращающегося с постоянной скоростью диска, при постоянной нормальной силе (26 Н) и определении показателей сопротивления истиранию или истираемости.</p>
<p>Метод определения сопротивления истиранию при скольжении по возобновляемой поверхности [3]</p>	<p>не приводится</p>	<p>Распространяется на резины твердостью от 40 до 90 условных единиц по ГОСТ 263 [4] и резиновые изделия.</p>	<p>Сущность метода заключается в истирании образца, прижатого к абразивной поверхности вращающегося барабана, при этом образец перемещается параллельно оси барабана и вращается вокруг своей оси.</p>



Рис. 1. Образцы для исследования

а – ПУ первичный пористый, б – ПУ вторичный пористый, в – ПУ первичный монолитный, г – ПУ вторичный монолитный

ПУ подошвы из первичного сырья получали следующим образом: ингредиенты композиции на литьевом агрегате поступают по шлангам из реакторов в виде двух потоков (А и Б) в смесительную камеру, в которой соединяются в один поток, а затем впрыскиваются в пресс-форму, где происходят синтез, вспенивание и отверждение полимерной композиции, формование и фиксация форм низа обуви. ПУ подошвы из вторичного сырья получали по технологии, приведенной на рисунке 2.



Рис. 2. Этапы технологии получения материалов на основе вторичного ППУ

Подготовка ингредиентов включает в себя подготовку отходов ПУ, пластификатора, стабилизатора для монолитных подошв обуви, а также еще и порообразователя – для пористых. В подготовку образцов также включается и взвешивание ингредиентов. Измельчение отходов полимерных материалов осуществляется с помощью однороторной дробилки Alpine A 40/63-5-3, далее измельченные отходы смешивают в лопастной мешалке с другими ингредиентами. Переработку материала осуществляли с помощью шнекового экструдера ЭШПО-75Н4. Непосредственно перед литьем полуфабрикат дробили до размеров гранул 2-4 мм. Высушенные гранулы упаковали в герметичную приемную тару. Для литья изделий использовали трехпозиционный статический литьевой агрегат SP 345-3 фирмы Main Group. Подошвы обуви получали при температурах 150–180 °С.

Для оценки сопротивления истиранию полученных образцов использовали методику ГОСТ 426-77 на приборе МИ-2. В таблице 2 представлены данные испытания по методу Грассели и результаты расчетов (прибор МИ-2).

Таблица 2

Данные испытания и результатов расчетов

Образец	$m_{\text{ср}}$, г	ρ , г/см ³	ΔV , см ³	β , Дж/мм ³
а	0,17–0,31	0,75–0,87	0,226–0,356	2,6–3,3
б	0,355–0,410	0,85–0,90	0,408–0,461	3,1–3,5
в	0,11–0,22	1,05–1,15	0,104–0,210	5,9–6,5
г	0,220–0,240	1,1–1,2	0,192–0,218	6,8–7,5

$m_{\text{ср}}$ – средняя убыль массы 2-х образцов, ρ – плотность, ΔV – убыль объема образца, β – сопротивление истиранию

Диаграмма потери массы наилучших образцов ПУ подошв в процессе истирания в разные промежутки времени представлена на рисунках 3 и 4.

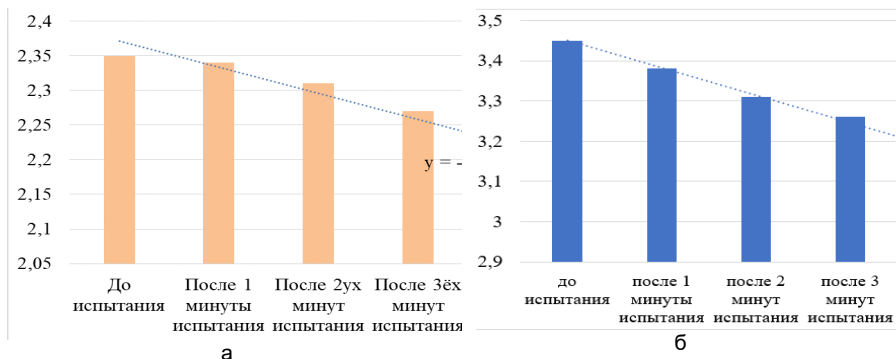


Рис. 3. Потеря массы наилучшего образца ПУ пористых подошв при истирании

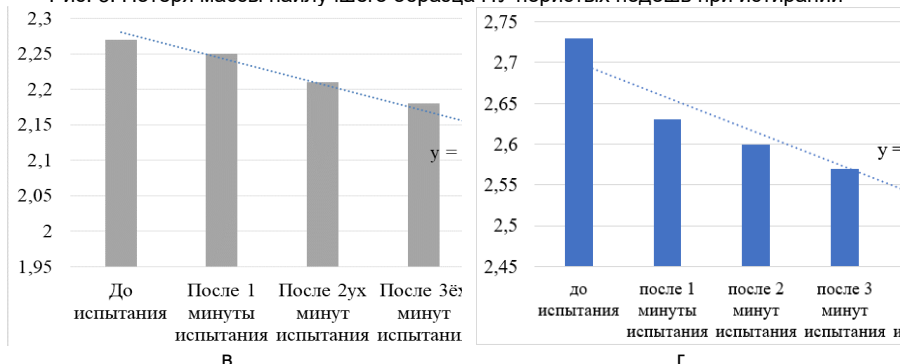


Рис. 4. Потеря массы наилучшего образца ПУ монолитных подошв при истирании

Нормируемые значения показателя сопротивления истиранию согласно ГОСТ 10124-76 [6] и ГОСТ 12632 [7] составляет 2,5 Дж/мм³. Все образцы удовлетворяют этому требованию. Необходимо также отметить, что:

– значение показателя сопротивления истиранию для пористых образцов подошв из вторичного сырья соответствует пористым резинам марок «В» и «Мипора» (не менее 3,0 Дж/мм³);

– значение показателя сопротивления истиранию для монолитных образцов подошв из вторичного сырья соответствует монолитным резинам марки «Стиронип» (не менее 4,0 Дж/мм³).

В результате исследования образцов на износостойкость по методу Грассели установлено, что наивысшее значение сопротивления истиранию имеет образец ПУ монолитный из вторичного сырья. На основании данного образца в дальнейшем производилась оценка сопротивления истиранию по методу Шоппера. В таблице 3 представлены данные испытания по методу Шоппера и результаты расчетов.

Таблица 3

Данные испытания по методу Шоппера и результаты расчетов

Потеря массы пары образцов, г	Потеря объема при истирании по методу А, мм ³	Потеря объема образца (сопротивление истиранию) по методу Б, мм ³
0,47–0,57	114,50–138,72	0,61–0,74

Так как нормируемых значений показателя сопротивления по методу Шоппера нет ни в одном ТНПА на материалы для низа обуви, то сравнить полученные данные не представляется возможным. В связи с этим в работе проводилось сопоставление результатов сопротивления истиранию подошвенных полимерных материалов по 2 методам.

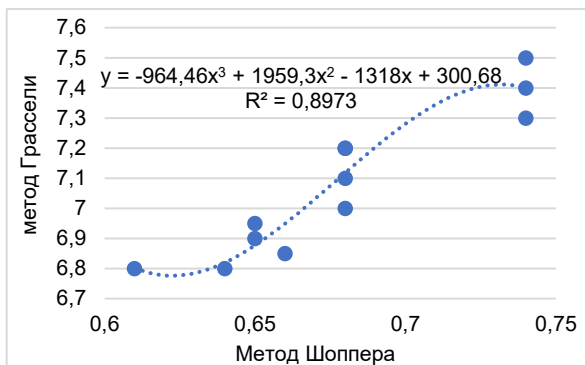


Рис. 5. Уравнение тренда

На рисунке 5 приведено уравнение тренда – полиномиальная модель. Для полиномов (многочленов) определяется степень (по количеству максимальных и минимальных величин). К примеру, один экстремум (минимум и максимум) – это вторая степень, два экстремума – третья степень.

Величина достоверности аппроксимации R² составляет 0,84. Как известно, чем ближе это число к 1, тем достовернее функция описывает зависимость.

Таким образом, полученные в процессе эксперимента по методу Шоппера данные убыви объема и данные, полученные на приборе МИ-2, позволили построить

точечные диаграммы и линии трендов, получить величину достоверности аппроксимации 0,84 для полиномиальной зависимости

В данной работе были рассмотрены такие методы определения показателя «сопротивление истиранию» как Грассели и Шоппер, проведены исследования по описанным методикам, а также сделаны сравнения методов между собой. Полученные в процессе эксперимента данные позволили получить величину достоверности аппроксимации 0,84, что позволяет судить о зависимости сопротивления истиранию по методу Грассели с убылью объема образца по методу Шоппера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радюк, А.Н. Обоснование показателей свойств материалов для оптимизации технологического процесса переработки отходов полиуретана / А.Н. Радюк // Моделирование в технике и экономике: материалы докладов междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 23–24 марта 2016 г. / Витебский гос. технол. ун-т; редкол.: Е. В. Ванкевич (гл. ред.). – Витебск, 2016. – С. 148–150.
2. Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении : ГОСТ 426-77. – Взамен ГОСТ 426-66 ; введен 01.01.1978. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1992. – 8 с.
3. Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении по возобновляемой поверхности : ГОСТ 23509-79. – Введен 01.01.1982. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1982. – 12 с.
4. Резина. Метод определения твердости по Шору А : ГОСТ 263-75. – Взамен ГОСТ 263-53 ; введ. 01.01.1977. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1977. – 8 с.
5. Пластмассы. Метод испытания на абразивный износ : ГОСТ 11012-2017. – Взамен ГОСТ 11012-69 ; введ. 01.07.2018. – Москва : Стандартиформ, 2017. – 7 с.
6. Пластины и детали резиновые непористые для низа обуви. Технические условия : ГОСТ 10124-1976. – Взамен ГОСТ 10124-62 и ГОСТ 385-62 ; введ 01.01.77. – Москва : Государственный комитет СССР по стандартам, 1977. – 19 с.
7. Пластины и детали резиновые пористые для низа обуви. Общие технические условия : ГОСТ 12632–1979. – Взамен ГОСТ 12632-67 ; введ. 30.06.80. – Москва : Государственный комитет СССР по стандартам, 1980. – 10 с.