

8. Shahin, A., Chan, J.F.L. Customer requirements segmentation (CRS): A prerequisite technique for quality function deployment (QFD)//Total Quality Management & Business Excellence. – 2006. – Vol.17, Is.5. – P.567–587.

УДК 685.34.082

## ОБОСНОВАНИЕ ПЕРЕЧНЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПОЛИУРЕТАНОВ

*Цобанова Н.В., маг.*

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

Ключевые слова: переработка отходов, модификация, пенополиуретан, свойства, показатели.

Реферат. В статье рассматривается возможность производства материалов и деталей низа обуви на основе полиуретановых композиций с добавлением в их состав ингредиентов, модифицирующих свойства и снижающих себестоимость изделий. Предложены рецептурно-технологические варианты композиционных материалов. Обоснованы методы испытаний полученных образцов и приведен анализ их свойств.

В обувной промышленности основным направлением формирования ассортимента материалов для низа обуви является модификация свойств полимерных композиций, варьирования их рецептуры и использования для этих целей отходов производства. Использование отходов подразумевает их возврат в производство в виде сырья для изготовления основной и дополнительной продукции и возможность экономии исходных сырьевых полимерных материалов.

Полимерные изделия на основе отходов пенополиуретанов получают методом литья под давлением горячей смеси, включающей расплав вторичного полимерного сырья и модификаторы, с формованием изделия в специальных пресс-формах. В качестве вторичного полимерного сырья используют отходы полиуретана производства обувных предприятий.

С целью повышения технологичности переработки материала применяли дополнительные ингредиенты: масло индустриальное, стеарат кальция (твердый пластификатор композиции) и технический углерод, полученный в результате переработки древесного угля. Приготовление смеси компонентов заключается в их механическом смешении – совмещение компонентов композиций.

Отсортированные отходы полиуретана измельчаются на дробилке роторно-ножевого типа, смешиваются с наполнителями и другими ингредиентами и гранулируются, при этом температура в шнековом экструдере должна быть 140–180 °С. Далее идет охлаждение композита. Затем подготовленную композицию перед литьем подвергают дроблению до размеров гранул (2–4) мм.

Заключительной стадией процесса использования отходов является переработка гранулята в изделия. Измельченный композит поступает на литьевые агрегаты. Для литья изделий использовали трехпозиционный статический литьевой агрегат SP 345-3 фирмы Main Group.

При обосновании методов испытаний полученных материалов были проанализированы стандарты, распространяющиеся на материалы для низа обуви [1]. Установлено, что в настоящее время отсутствуют ТНПА, позволяющие оценивать свойства подошв из полиуретанов, в качестве нормативной базы для анализа физико-механических показателей применялся ГОСТ 7926-75 «Резина для низа обуви. Методы испытаний» [2]. Данный выбор объясняется близостью данных материалов: обувной резины и полиуретана, по ряду физико-механических показателей. В связи с этим в основу исследований положены методики, действующие на резину для низа обуви.

Для оценки качества полученных материалов и подошв определяли следующие показатели: толщина, плотность, твердость, относительное удлинение при разрыве, прочность, сопротивление истиранию.

Толщина образцов определяется толщиномером по ГОСТ 11358-89 и выражается в миллиметрах. Толщину образцов измеряют не менее чем в трех точках. За результат принимают среднее арифметическое всех измерений.

Плотность образцов определяется в соответствии ГОСТ 267-73 [3] путем взвешивания пластинок материалов с заданными геометрическими размерами, то есть определенного объема и затем вычисляется плотность материала в г/см<sup>3</sup>.

Твердость материалов является одной из важнейших характеристик. Обычно для обувных материалов она определяется по Шору А в соответствии с ГОСТ 263-75 [4]. Сущность метода заключается в измерении сопротивления материала погружению в него индентора. Твердость измеряют не менее чем в пяти точках в разных местах образца. За результат принимают среднее арифметическое пяти измерений.

Исследования прочностных характеристик образцов материалов проводили в соответствии с ГОСТ 270-75 [5]. Настоящий стандарт устанавливает метод определения упруго-прочностных свойств при растяжении по показателям: прочности при растяжении, относительному удлинению при разрыве и т. д. Сущность метода заключается в растяжении образцов с постоянной скоростью до разрыва и измерении силы при заданных удлинениях и в момент разрыва и удлинения образца в момент разрыва. За результат испытаний принимают среднее арифметическое показателей всех испытанных образцов одного изделия.

Для оценки сопротивления истиранию использовали методику ГОСТ 426-77 на приборе МИ-2 [6]. Известные методы распространяются на натуральную кожу для низа обуви и резину. Тем не менее они достаточно достоверно могут оценивать этот показатель для большинства материалов низа. Сущность испытания заключается в истирании образцов, прижатых к абразивной поверхности вращающегося с постоянной скоростью диска в течение 300 секунд, при постоянной нормальной силе в 26 Н (2,6 кгс) и определении показателей сопротивления истиранию в Дж/мм<sup>3</sup>.

В таблице 1 представлены результаты анализа физико-механических показателей пластин.

Таблица 1 – Физико-механические показатели исследуемых пластин

Показатели	ППУ + стеарат Са (0,5%) + индустриальное масло (5%)	ППУ + стеарат Са (0,5%) + масло (5%) + др. уголь (5%)	ППУ + стеарат Са (0,5%) + масло (5%) + др. уголь (10%)	ППУ + стеарат Са (0,5%) + масло (10%) + др. уголь (10%)	ТЭП *
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,03	1,0	1,0	1,0	1,00
Твердость по Шору А, усл.ед.	80	82	81	82	75
Относительное удлинение при разрыве, %	88	70	53	71	250
Предел прочности, МПа	2,0	2,6	2,2	2,6	2,5
Сопротивление к истиранию, Дж/мм <sup>3</sup>	3,4	1,2	1	1,5	2,5

\* Значения ТЭП даны для сравнительной характеристики

Анализируя таблицу, можно сделать следующие выводы: по плотности, по твердости и пределу прочности полученные материалы близки по значению к ТЭП; низкие значения показателя «относительное удлинение при разрыве» в сравнении с ТЭП говорят о недостаточной пластичности материалов; значения сопротивления к истиранию в композициях с древесным углем ниже, чем значения ТЭП.

Исследование физико-механических и эксплуатационных свойств этих композиций показало, что полученные материалы можно использовать в качестве промежуточного слоя подошв, а также вкладышей в каблучную её часть.

Введение наполнителя позволяет улучшить эксплуатационные свойства композиции, а также регулирует технологические свойства и облегчает их переработку. Технический углерод, полученный в результате переработки древесного угля, не способствует повышению прочностных свойств, но улучшает реологические свойства при литье композиции.

Все эти решения позволяют существенно снизить себестоимость подошв и частично использовать отходы обувного производства.

#### Список использованных источников

1. Анализ показателей качества материалов для низа обуви / Н. В. Цобанова, А. Н. Радюк // Материалы докладов Международной научно-технической конференции «Иновационные технологии в текстильной и легкой промышленности», посвященной году науки, г. Витебск, 21-22 ноября 2017 г. – УО «ВГТУ» Витебск, 2017. – С. 281–283.
2. Резина для низа обуви. Методы испытаний : ГОСТ 7926-75. – введ. 01 – 07 – 76. – Москва : Изд-во стандартов, 1976. – 8 с.
3. Резина. Методы определения плотности : ГОСТ 267-73. – Введ. 01–07–75. – Москва : Изд-во стандартов, 1974. – 6 с.
4. Резина. Метод определения твердости по Шору А : ГОСТ 263-75. – Введ. 01–01–76. – Москва : Изд-во стандартов, 1976. – 7 с.
5. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении : ГОСТ 270-75. – Введ. 01–01–78. – Москва : Изд-во стандартов, 1978. – 11 с.
6. Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении : ГОСТ 426-77. – Введ. 01–01–78. – Москва : Изд-во стандартов, 1978. – 8 с.

УДК 685.34.017.83

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ ПОДОШВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Шевцова М.В., доц., Шеремет Е.А., доц.*

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

**Ключевые слова:** фрикционные свойства, коэффициент трения скольжения, метод определения скользкости, подошвенные материалы, ламинированное напольное покрытие.

**Реферат.** В статье представлены результаты исследования фрикционных свойств подошв различных структур и с разным протектором ходовой поверхности по показателю коэффициента трения скольжения по ламинированному напольному покрытию. Выявлены виды подошв, не обеспечивающих устойчивое положение человека при ходьбе. Результаты исследований дают возможность осуществлять оптимальный вариант подошв для производства бытовой обуви.

Большой практический интерес представляют фрикционные свойства обуви, так как они определяют устойчивое положение человека при ходьбе. Фрикционные свойства низа обуви оцениваются значениями коэффициентов трения скольжения и трения покоя подошвенных материалов. Трением скольжения называется трение движения, при котором скорости тел в точке касания различны по значению и (или) направлению. Трением покоя называется трение двух тел при начальном (бесконечно малом) относительном перемещении в момент перехода от состояния покоя к состоянию относительного движения.

К сожалению, следует отметить, что, несмотря на актуальность существующей проблемы, особенно в обуви для детей, вопросами исследования фрикционных свойств подошв в настоящее время практически не занимаются. Современные подходы к испытаниям подошв