

УДК 685.34.08

DOI: 10.37816/eeste-2021-1-367-370

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНИСТО-НАПОЛНЕННЫХ ПОДОШВ ОБУВИ  
НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА  
TECHNOLOGY OF OBTAINING FIBER-FILLED SHOES BASED  
ON PRODUCTION WASTE**

**Радюк Анастасия Николаевна, Буркин Александр Николаевич  
Anastasia N. Radyuk, Alexander N. Burkin**

*Витебский государственный технологический университет,  
Республика Беларусь, г. Витебск  
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus, Vitebsk  
(e-mail: ana.r.13@mail.ru)*

*Аннотация:* Представлена технология производства волокнисто-наполненных подошв обуви на основе использования отходов производства, способствующая экономии первичных ресурсов и утилизации отходов производства. Проведены исследования свойств полученных подошв, анализ которых позволил выявить их соответствие требованиям стандартов, и то, что их значения близки к используемым в настоящее время материалам в обувной промышленности.

*Abstract:* The technology for the production of fiber-filled shoe soles based on the use of production waste is presented, which contributes to the saving of primary resources and the disposal of production waste. The study of the properties of the obtained soles, the analysis of which made it possible to reveal their compliance with the requirements of the standards, and the fact that their values are close to the materials currently used in the shoe industry.

*Ключевые слова:* отходы, кноп стригальный, пенополиуретан, технология, подошвы обуви, свойства.

*Keywords:* waste, knop shearing, polyurethane foam, technology, shoe soles, properties.

Все технологии переработки подразделяются на две группы: индустриальные и утилизационные. Индустриальные технологии аналогичны технологиям, применяемым для первичного сырья, а утилизационные – специальные технологии переработки вторичного сырья, в частности отходов полимеров и полимерных композиций [1]. Данные технологии позволяют осуществить переработку отходов большинства полимерных материалов, а основные направления переработки полимерных отходов в наибольшей степени связаны с термомеханическим методом. Данный метод позволяет изменить молекулярную структуру пенополиуретана (ППУ) и обеспечивает повторное использование его отходов [2]. Основная цель метода состоит в том, чтобы получить термопластичный материал, который можно было бы использовать в обувной промышленности.

Наиболее значимые результаты научных исследований в области переработки отходов обувного производства достигнуты под руководством К.С. Матвеева, В.В. Пятова, А.Н. Буркина и др. Эффективная практическая реализация изготовления деталей из вторичных материалов осуществляется на предприятиях СООО «Белвест», Белорусский производитель обуви холдинг «Марко», ОАО «Труд». На сегодняшний день разработаны способы переработки отходов, технологии, оборудование для этих целей, композиции для получения различных деталей, подробно рассмотренные в работе [3].

Даная работа заключается в разработке новой композиции для деталей низа обуви, состоящей из отходов легкой промышленности, а именно отходов ППУ и кнопок стригальный. В результате снижается себестоимость деталей низа обуви, расширяется ассортимент продукции за счет использования новых материалов, одновременно решается задача импортозамещения и частичной утилизации отходов методом рециклинга.

Указанная задача решается за счет того, что в композиции для деталей низа обуви, включающей в качестве основного компонента вторичное полимерное сырье в виде отходов пенополиуретана обувного производства, а в качестве наполнителя – отходы коврового производства, а именно кноп стригальный полипропиленовый с длиной волокон 2-4 мм. Особенностью таких отходов является невозможность их использования путем возврата в основное или вспомогательное производство в виду незначительных размеров. Использование данных волокон обусловлено их низкой объемной плотностью, позволяющей при небольшом их количестве в композиции достигнуть достаточного армирующего действия.

На основе анализа литературных источников и работ сотрудников УО «ВГТУ» были обоснованы компоненты полимерной композиции. С целью повышения технологичности переработки материала и модификации свойств полимерных композиций применяли дополнительные ингредиенты: масло индустриальное (ТУ 0253-003-71148628-2005) и стеарат кальция (ТУ У 24.1-34767516-003:2008). Представленные компоненты композиции способствуют решению ряда технических и технологических задач при введении их в композицию.

Полиуретановый компонент обеспечивает формирование эластичной полимерной матрицы, сохраняющей основные свойства исходных полиуретанов обувного назначения.

Масло индустриальное улучшает истечение расплава, осуществляет смазывание компонентов композиции с целью облегчения их взаимного агломерирования, способствует определенной пластичности композиции.

Стеарат кальция реализует функцию твердой смазки, предотвращает деструкцию полиуретанового компонента в ходе технологического процесса под действием высоких температур, ослабляет разрушающее действия механических воздействий, особенно интенсивных при переработке и литье – уменьшает трение композиции об рабочие поверхности экструдера и литьевой машины и уменьшает трение частиц композиции друг об друга.

При получении композиционных полимерных материалов кноп выполняет роль связующего, гидрофобизатора и наполнителя.

На основе анализа вариантов технологий производства материалов и изделий для деталей низа обуви с использованием отходов полиуретанов была разработана технология получения полиуретановых композиций для низа обуви, которая включает в себя следующие этапы: сортировка, измельчение, смешивание, гранулирование и литье [4].



**Рисунок 1** – Схема технологического процесса получения подошв обуви из вторичного ППУ

На первой стадии отходы сортируются по группам и по внешнему виду. Предварительную сортировку производят, как правило, вручную на столах или ленточных конвейерах; при сортировке одновременно удаляют из отходов различные посторонние предметы и включения.

Далее отходы, прошедшие сортировку, подвергаются измельчению для унификации свойств. Эту стадию можно определить как формирование частиц определенного размера и формы для уменьшения объема и гомогенизации потока сырья.

Для реализации этой стадии технологического процесса отходы предварительно накапливали в специальных ящиках, откуда они поступали на операцию измельчения, осуществляемую с помощью однороторной дробилки Alpine A 40/63-5-3, предназначенной для эксплуатации на предприятиях, производящих термопластичные материалы и изделия из них, для измельчения отходов производства. При этом следует учесть то, что процесс измельчения должен обеспечить равномерную размерность частиц – отходы ППУ дробили до размеров (5-7) мм.

Главным фактором, влияющим на дальнейшие свойства получаемого материала, является процесс смешивания, который должен обеспечивать высокую гомогенность композиции и, как следствие, постоянность физико-механических свойств. Процесс смешивания и приготовления композиции представляет интерес и с точки зрения технической обработки, так как должна быть обеспечена хорошая совместимость полимерной матрицы с другими компонентами, содержащимися в композиции. В связи с этим данный процесс следует проводить по упрощенной схеме. Приготовление композиции проводили в смесителях – лопастной мешалке. При этом для увеличения гомогенности композита, облегчения введения волокна, улучшения и достижения равномерного распределения волокнистого наполнителя в объеме полимерной композиции необходимо предварительно получить «гель», состоящий из таких компонентов композиции как масло индустриальное и knob стригальный полипропиленовый.

После чего для получения однородного состава и стабильности физико-механических свойств компоненты композиции пропускают через шнековый экструдер ЭШПО-75Н4 с 4 зонами терморегуляции, механическим приводом с мощностью 5,0 кВт. Гранулирование по данной технологии для получения подошв обуви осуществляется при температурах от 150 °С до 170 °С. Далее идет охлаждение заготовки композиционного материала.

Перед литьем полуфабрикат предварительно еще раз измельчается до размеров гранул 2–4 мм с целью последующей переработки в готовое изделие.

Переработку в изделие осуществляли на литьевом агрегате статического типа SP 345-3 фирмы Main Group. Для литья подошв использовали следующие режимы: температура 145–155 °С, давление впрыска 40–60 МПа; время впрыска 20 с.; выдержка 240 с.

В результате проведенной апробации была получена композиция, обладающая неплохими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. На основе полученной композиции были отлиты подошвы обуви.

При обосновании методов испытаний полученных образцов подошв обуви были проанализированы стандарты, распространяющиеся на материалы для низа обуви [5, 6]. Для оценки качества полученных подошв определяли следующие показатели: плотность ( $\rho$ ), твердость (Н), относительное удлинение при разрыве ( $\epsilon_p$ ), условную прочность ( $f_p$ ), относительное остаточное удлинение после разрыва ( $\Theta$ ), сопротивление истиранию ( $\beta$ ), сопротивление многократному изгибу (N). Стандарты, устанавливающие требования к подобным материалам из отходов, в настоящее время отсутствуют. Объем выборки составлял 6 образцов. Из композиций изготовлены отливки в виде подошв обуви фасона «SIGMA», а также проведены испытания с целью оценки их физико-механических и эксплуатационных свойств (таблица 1).

**Таблица 1** – Физико-механические и эксплуатационные свойства подошв обуви

Показатель	Полученные образцы подошв обуви волокнисто-наполненной структуры	Волокнисто- наполненная резина типа «Кожволон»	Подошва обуви из первичного полиуретана
			
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,0–1,05	0,90–1,10	0,8–1,1
Н, усл. ед.	80–85	80–95	80–90
$f_p$ , МПа	5,0–5,5	6,0–6,5	3,0–6,0
$\epsilon_p$ , %	200–250	180–300	200–250
$\Theta$ , %	18	не >20	не >15
$\beta$ , Дж/мм <sup>3</sup>	6,0–6,5	5,0–5,9	не <3,0
N, тыс. циклов	30	>20	>30

Сравнительный анализ показал, что полученные подошвы обуви по физико-механическим и эксплуатационным свойствам близки к значениям свойств волокнисто-наполненных резин и первичного полиуретана, соответственно и обладают достаточными свойствами для того, чтобы рекомендовать их в производстве обуви. Поэтому данные композиции могут быть основой для использования в производстве деталей низа обуви: подошв, каблучков и набоек.

Таким образом, использование в качестве основного компонента отходов ППУ, в качестве наполнителя отходов коврового производства, а именно кноп стригальный полипропиленовый с длиной волокон 2-4 мм позволяет снизить себестоимость изготовления обувных материалов, частично решить проблему утилизации отходов в виду их повторного использования, расширить ассортимент продукции за счет использования новых материалов.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Лотош В.Е. Экология природопользования. Из-во Ур. гос. эконом. ун-та, 2000. 540 с.
2. Буркин А.Н. [и др.] Обувные материалы из отходов пенополиуретанов: монография. Витебск: УО «ВГТУ», 2001. 173 с.
3. Радюк А.Н. [и др.] Материалы и технологии получения изделий на основе отходов полиуретанов // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2020. № 1(38). С. 100–112.
4. Радюк А.Н., Буркин А.Н. Получение подошв из отходов пенополиуретанов с волокнистым наполнителем // Международная научно-техническая конференция «Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности»: сборник научных статей, г. Витебск, 21-22 ноября 2018 г. УО «ВГТУ» Витебск, 2018. С. 266–269.
5. ГОСТ 4.387-85 Система показателей качества продукции. Материалы синтетические для низа обуви. Номенклатура показателей, Введ. 1987.-01.-01, Министерство легкой промышленности СССР, Минск, 1985, 12 с.
6. ГОСТ 7926-75 Резина для низа обуви. Методы испытаний, Введ. 1975.-07.-01, Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, Минск, 1992, 8 с.