

3. Shovsky A. et al. Formation and Stability of Water-Soluble, Molecular Polyelectrolyte Complexes: Effects of Charge Density, Mixing Ratio, and Polyelectrolyte Concentration // *Langmuir*. – 2009. – V. 25, № 11. – P. 6113–6121.

4. Fishman A., Acton A., Lee- Ruff E. A Simple Preparation of PEG- Carboxylates by Direct Oxidation // *Synthetic Communications*. – 2004. – Vol. 34, № 12. – P. 2309–2312.

5. Boccù E., Largajolli R., Veronese F.M. Coupling of Monomethoxypolyethyleneglycols to Proteins via Active Esters // *Zeitschrift für Naturforschung C*. – 1983. – V. 38, № 1–2. – P. 94–99.

6. Shutava T.G., Livanovich K.S., Sharamet A.A. Layer-by-layer films of polysaccharides modified with polyethylene glycol and dextran // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. – 2019. – V. 173. – P. 412–420.

УДК 685.34.082

М. В. Шевцова, канд. техн. наук, доц.,  
А. Н. Буркин, д-р техн. наук, проф.  
(ВГТУ, г. Витебск)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ И ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

В настоящее время перед кожевенно-обувной промышленностью остро стоит вопрос поиска альтернативного качественного сырья для изготовления материалов для обуви, обладающих высокими эксплуатационными свойствами. Согласно Указу Президента Республики Беларусь №150 одним из приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021—2025 года является «Техника и технологии в сфере сбора, обезвреживания и использования отходов» [1]. Известно, что современные технологии переработки древесины на постсоветском пространстве позволяют всего лишь наполовину использовать биомассу дерева, превращая вторую половину в отходы. Проблема обращения с отходами относится к числу ключевых экологических и экономических проблем современности. Ее важность обусловлена тем, что они загрязняют окружающую среду, но в тоже время, как правило, содержат полезные вещества и материалы (вторичные ресурсы). Использование отходов в качестве вторичного сырья – это важная и экономическая необходимость, а рациональное использование местных ресурсов и отходов является важнейшим механизмом обеспечения роста конкурентоспособности выпускаемой продукции и импортозамещения.

В обувном производстве образуется достаточно большое количество перерабатываемых отходов стелечных картонов и термопластичных материалов (ТПМ) для производства задников и подносков, увеличивая экологическую нагрузку на окружающую среду и финансовые затраты предприятий на их утилизацию. Сырьевой базой для производства обувных картонов, как правило, выступают целлюлозные и кожевенные волокна. Микроскопия измельченных и вторично размягченных различных видов ТПМ с добавлением небольшого количества древесных отходов (5-10%) показала, что материалы состоят из непрерывной полимерной матрицы, в которой распределена волокнистая фаза в виде коротких волокон, располагающихся в матрице хаотически. По своей структуре материалы являются композиционными, так как состоят из трех элементов – полимерной матрицы, волокон и границы раздела между ними.

В статье [2] было установлено, что основным недостатком современных стелечных картонов является их недостаточная плотность, а это, в свою очередь, приводит к возникновению таких дефектов основных стелек, как её растрескивание, проседание, разломы в области расположения решеток формованных подошв, и, как следствие, к увеличению возврата ношенной обуви от потребителей.

В связи с этим, при получении волокнистонаполненных композиционных материалов с использованием отходов обувного производства необходимо использовать вариант технологии, базирующийся на более прочном соединении структурных элементов матрицы. Предлагается в их состав помимо отходов обувных стелечных картонов, отходов термопластических материалов для задников и подносков обуви, волокон лиственных и хвойных пород включить смолу ПВХ С-6359М (используемую для получения древесно-полимерных композиций), как связывающий структуру элемент и дибутилфталат, как пластификатор. Лабораторная технология получения подобных композиционных материалов состоит из этапов: подготовка ингредиентов → сушка ингредиентов (до влажности 5-10%) → смешивание ингредиентов → подготовка прессформы → заполнение прессформы полуфабрикатом слоями → разогрев полуфабриката в термопечи → прессование. Технически данная технология представлена на рис. 1.

По разработанной технологии были получены образцы трехслойных композиционных материалов «резиновая крошка + смесь отходов обувных стелечных картонов, отходов термопластических материалов для задников и подносков обуви, волокон лиственных и хвойных пород, смола ПВХ С-6359М, дибутилфталат + резиновая крошка» в разных пропорциях.



**Рисунок 1 – Лабораторная технология получения проб волокнистонаполненных композиционных материалов**

При исследовании свойств полученных композитов было выявлено, что на изгибную жесткость оказывает влияние соотношение волокнистых отходов и связующего вещества. Композит с соотношением «4 вес. части резиновой крошки : 2 вес. части волокнистых отходов: 4 вес. части резиновой крошки» обладал лучшим значением изгибной жесткости. Подобные трехслойные композиты можно использовать в качестве обувной стельки с ортопедическим эффектом. На внутренней стороне, прилегающей к стопе, рекомендуется наклеивать слой вкладной стельки из натуральной кожи или текстильного материала обувной подкладки (рис. 2).



*1 – натуральная кожа (или текстильный материал обувной подкладки);  
2 – резиновая крошка; 3 – смесь волокнистых отходов*

**Рисунок 2 – Вариант использования многослойных композиционных материалов, имеющих структуру полимер-древесного композита в качестве стельки с ортопедическим эффектом**

Такая конструкция стельки будет служить дополнительной защитой для основных стелек из картонов от проникания паров пота при соприкосновении их со стопой, вызывающего расслоение слоев стелечных картонов в процессе эксплуатации обуви.

Комплексное использование вторичных древесных ресурсов и отходов обувного производства для создания композиционных материалов позволило бы не только увеличить конкурентоспособность обуви за счет снижения ее стоимости, но и решить проблемы утилизации и переработки отходов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы : Указ Президента Респ. Беларусь, 7 мая 2020 г., № 156 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

2. Бужинская, К. О. Влияние увлажнения на изменение свойств обувных картонов на основе целлюлозы / К.О. Бужинская, Т.М. Борисова, А.Н. Буркин // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2024. – № 47. – С. 93.

УДК 685.34.082

А.Н. Радюк, канд. техн. наук, доц., докторант,  
А.Н. Буркин, д-р техн. наук, проф.  
(ВГТУ, г. Витебск)

### **КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАПОЛНИТЕЛЯМИ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ**

*Введение.* Динамичное развитие техники и современных технологий выдвигает проблему создания новых типов полимерных материалов с комплексом свойств, которыми не обладают известные ныне пластики. Эту проблему нельзя разрешить только синтезом новых полимеров, поскольку в нем имеются существенные ограничения, в настоящее время осложненные экономической ситуацией. Поэтому в научных и прикладных исследованиях последних лет сохраняется тенденция, направленная в сторону модификации свойств традиционных полимеров при решении проблем создания материалов с заранее заданными свойствами.

*Цель работы* – исследование и анализ полимерных композиций на основе вторичных полиуретанов, полученных путем целевого модифицирования полимерной матрицы, с улучшенными характеристиками свойств.