

## ЛИТЕРАТУРА

1. B.Mahtlig, T.Textor. Combination of silica sol and dyes on textiles// Journal of sol-gel science technology. - 2006.- vol 39.- p 111-118
2. C.Schramm, B.Reanderer. Dyeing and DP treatment of sol-gel pre-treated cotton fabrics//Fibers and polymers.- 2011.- vol 12.- pp 226-232.
3. Jinyun Liu, Wenqi Huang, Yanjun Xing. Preparation of durables upper hydrophobic surface by sol-gel method with waterglass and citric acid//Journal of Sol – Gel Science and Technology.- 2011. - vol. 28. - pp 18-23.
4. Rosace G., Guido E., Colleoni C., and Barigozzi G. Influence of Textile Structure and Silica Based Finishing on Thermal Insulation Properties of Cotton Fabrics// International Journal of Polymer ScienceVolume. - 2016. - pp 2-10.
5. Farouk A., Textor T., Schollmeyer E., Tarbuk A., and Grancacic A. M. Sol-gel derived inorganic-organic hybrid polymers filled with ZnO nanoparticles as ultraviolet protection finish for textiles//Autex Research Journal. – 2009. - ,vol. 9, no. 4. - pp. 114–120.
6. Raditoiu A., Amariutei V., Raditoiu V., Nicolae C. A., Fierascu R. C., Wagner L. E. Silica-based hybrid coatings containing a non-ionic dye as colouring materials for cellulosic fabrics//Optoelectronics and advanced materials – rapid communications. – 2014. - Vol. 8, No. 9. - p. 862 – 868.
7. Colleoni C., Guido E., Migani V., and Rosace G. Hydrophobic behaviour of non-fluorinated sol-gel based cotton and polyester fabric coatings// Journal of Industrial Textiles. – 2015.- vol. 44, no. 6. - pp.815–834.
8. Caldara M., Colleoni C., Guido E., and Rosace G. Development of a textile-optoelectronic pH meter based on hybrid xerogel doped with Methyl Red//Sensors and Actuators B: Chemical. – 2012. - vol. 171-172. - pp. 1013–1021.
9. Дюсембиева К.Ж. Разработка новых модифицированных текстильных материалов с антимикробными свойствами на основе золь-гель технологии: дисс. доктора PhD, защищен 23.12.2016 /Алматинский технологический университет. – Алматы, 2016.
10. Ташмухамедов Ф.Р. Применение золь-гель метода в крашении текстильных материалов//Вестник АТУ.- 2016.- №4(113).- С. 5-11.

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ НИЗА ОБУВИ ИЗ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ

*Цобанова Н.В., Буркин А.Н., Радюк А.Н., Борозна В.Д.*

**Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь**

Проблема ресурсосбережения, переработки и утилизации отходов является актуальной для всех отраслей промышленности. Большое количество полимерных отходов образуется на обувных предприятиях при производстве деталей низа обуви. К ним относятся выпрессовки, литники и бра-

кованные подошвы. Переработка и повторное использование полимерных отходов в обувной промышленности является актуальной проблемой для современного производства. Решение этой проблемы имеет важное значение как с экономической точки зрения (исходное сырье – изоцианаты и полиолы – импортируются), так и с экологической (выбрасывание полиуретановых отходов вызывает постоянное загрязнение окружающей среды в связи с выделением ими токсичных веществ).

Переработка и утилизация таких материалов становится технически и экономически все более сложной, особенно, если учесть непрерывное улучшение их свойств, повышенные стойкости к окислению, горению, биостойкости, механической прочности и т.д. По сути дела это многокомпонентная система, предсказать поведение которой при рециклинге невозможно, т.к. в нее входят многочисленные ингредиенты: стабилизаторы, наполнители, пигменты и красители, активаторы, порообразователи и др. Кроме того, в литературных источниках подробное освещение технологий переработки отходов встречается редко и приходится работать в условиях «информационного голода».

Основные способы переработки отходов полимерных материалов заключаются в регенерации для повторной переработки в изделия или превращение в другие полезные продукты путем разложения при высокой температуре в соответствующих условиях. Определяющими факторами при выборе направления использования отходов являются капиталовложения, текущие затраты, оптимальное расходование сырья и энергии, возможности сбыта продукции из вторичного сырья, экологическая безвредность.

Наиболее рентабельный и кратчайший путь - это прямой возврат отходов в производственный цикл. Здесь просматриваются две технологические схемы переработки:

- первая, основанная на получении деталей обуви только из вторичного сырья (например, вкладыш в пяточную часть подошвы);
- вторая, позволяющая модифицировать исходную (первичную) полимерную композицию отходами, варьируя их количество в зависимости от требуемых свойств и областей применения деталей и изделий.

Прямой возврат отходов в производственный цикл может быть только на предприятии-изготовителе полимерной продукции. Предприятие-потребитель зачастую лишено этой возможности. Связано это как с отсутствием необходимого оборудования, так и с недоработками в вопросах экономического стимулирования процессов переработки отходов.

В настоящее время разработан ряд технологий, в том числе и сотрудниками УО «ВГТУ», которые достаточно активно занимаются разработками в области технологий переработки пенополиуретанов (ППУ) в течение 25 лет [1,2]. К наиболее удачным внедренным вариантам технологий следует отнести:

- получение вкладыша в каблучную часть подошвы на основе отхо-

дов кожевенных материалов и ППУ;

- получение монолитных материалов типа «профилактика»;
- получение листовых материалов типа «кожволон», наполненных разволокнуемыми отходами стелечных картонов.

При всем многообразии способов переработки полимерных материалов и применяемого оборудования общая схема процесса может быть представлена следующим образом: предварительная сортировка и очистка, измельчение, подготовка полимерной композиции и переработка в изделия.

Первая стадия обычно включала сортировку отходов по внешнему виду: отделение непластмассовых компонентов, таких как ветошь, остатки бумажной или деревянной тары, металлических предметов и т.д. Вторая стадия - одна из наиболее ответственных в процессе. В результате одно- или двухстадийного измельчения материал достигал размеров, достаточных для того, чтобы можно было осуществлять его дальнейшую переработку. Для измельчения небольших отходов полимерных материалов применяли измельчитель универсальный роторный ИУР 200В, предназначенный для измельчения отходов полимерных и других материалов (литников, технологических отходов пленочных материалов, кожи, картона и т.п.), используемых вторично.

Дробленые отходы можно смешивать при необходимости со стабилизаторами, красителями, наполнителями и другими ингредиентами и гранулируют. Гранулированию подвергали высушенный дробленый материал с размером частиц менее 15 мм в любом направлении, при отсутствии видимых следов загрязнений, без инородных включений.

Переработку различных видов полимерных термопластичных материалов осуществляли с помощью шнекового экструдера ЭШ-80Н4. На экструдере могут перерабатывать полиуретаны, ПВХ, термоэластопласты (ТЭП), отходы искусственных и синтетических кож и др. Высушенные гранулы упаковали в герметичную приемную тару. Требования к грануляту: линейный размер гранул 3–7 мм, цвет не нормируется [3,4].

Заключительной стадией процесса использования отходов является переработка гранулята в изделия. Эта стадия практически мало чем отличается от процессов переработки товарного продукта с точки зрения оборудования, но часто требует специфического подхода к выбору режимов переработки. Для литья изделий использовали трехпозиционный статический литьевой агрегат SP 345-3 фирмы MainGroup.

В качестве основного компонента материалов использовали вторичное полимерное сырьё в виде отходов ППУ. В условиях литья под давлением он обеспечивает формирование эластичной полимерной матрицы, сохраняющей основные свойства полиуретанов обувного назначения.

С целью повышения технологичности переработки материала в ряде рецептурных состав применяли дополнительные ингредиенты: масло вазелиновое и индустриальное, а также стеарат кальция (твердый пластифика-

тор композиции).

Техническая задача, на решение которой направлено применение масел: обеспечивается функция пластификации полимерной матрицы с целью регулирования течения расплава, а также смазывание компонентов композита с целью облегчения их взаимного агломерирования.

Техническая задача, на решение которой направлено применение стеарата кальция: обеспечивается реализация функции твердой смазки полимеров, а также повышение устойчивости вторичных полимеров к термоокислению. Результаты испытаний физико-механических свойств подошвенных материалов из полимерных отходов в сравнении с ТЭП представлены в таблице.

Таблица. Физико-механические свойства подошвенных материалов

Показатели	Экспериментальные образцы из полимерных отходов			ТЭП**
	ППУ*	ППУ + стеаратСа (0,5%)+ вазелиновое масло (5%)	ППУ + стеаратСа (0,5%)+ промышленное масло (5%)	
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,94	0,96	1,03	1,00
Твердость, усл.ед.	80	77	80	75
Относительное удлинение при разрыве, %	90	150	88	250
Предел прочности, МПа	3,5	3,7	2,0	2,5
Сопротивление к истиранию, Дж/мм <sup>3</sup>	1,8	3,5	3,4	2,5

\* Переработанный ППУ без добавления стеаратаСа и масел

\*\* 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 ППУ + стеаратСа + масло превышают значения ТЭП, что говорит о лучшей износостойкости материалов.

В целом физико-механические свойства материалов удовлетворительные, за исключением относительного удлинения при разрыве. Последнее можно решить путем более тщательной подготовкой композиций и комплексом введением дополнительных ингредиентов.

Материалы с использованием отходов полиуретанов вполне соответствуют свойствам материалов, применяемых для низа обуви. Они могут быть использованы в качестве подошвенных и набоечных материалов. Следует отметить также, что возможна модификация их свойств, которая позволит получить материалы с необходимым показателем.

Таким образом, было установлено, что введением небольшого коли-

чества добавок (от 0,5 до 5 %) можно существенно изменить свойства переработанного ППУ и получить изделия достаточного уровня качества; разработана технология производства гранулята с целью использования его в качестве добавок в первичное сырье. Апробирована технология получения полуформованных подошв для женской обуви. Полученные материалы также можно использовать в качестве промежуточного слоя при литье многослойных подошв.

Указанное выше позволит экономить первичное сырье, а также решать вопросы экологического характера, связанные со сложностью утилизации полиуретанов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов: монография / А. Н. Буркин [и др.]. – Витебск, 2001, – 173 с.
2. Переработка твердых отходов обувных предприятий г. Витебска: монография / А. Н. Буркин [и др.]. – Витебск, 2000, – 118 с.
3. Экструдер для переработки отходов пенополиуретана : пат. U 170 Республика Беларусь : МПК: C08G 18/00. А. Н. Буркин, В. В. Савицкий, К. С. Матвеев, О. В. Стайнов, А. К. Новиков; заявитель и патентообладатель УО «Витебский государственный технологический университет» : – № 19990140 ; заявл. 1999.12.28 ; опубл. 2000.09.30.
4. Способ переработки отходов пенополиуретана : пат. 6172 С2 Республика Беларусь, МПК С 08 J 5/06, 11/12 ; Буркин А. Н., Матвеев К. С. ; заявитель и патентообладатель ВГТУ. – № а 19991172 ; заявл. 28.12.99 ; опубл. 30.06.04, Бюл. № 2.
5. Буркин А.Н. Переработка отходов обувного производства / А.Н. Буркин // Переработка отходов текстильной и легкой промышленности: теория и практика: Материалы докладов Международной научно-практической конференции, Витебск, 30 ноября 2016 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2016. – С. 23–28.

## ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ, СШИТЫХ ДИГЛИЦИДИЛОВЫМ ЭФИРОМ БУТАНДИОЛА

*Черногорцева М.В., Кильдеева Н.Р.*

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Среди биополимеров используемых в медицине особое место занимают полисахариды хитозан и гиалуроновая кислота (ГК). Оба этих биополимера помимо способности к деградации под действием ферментной