

УДК 685.34.082

## ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Буркин А.Н., д.т.н., профессор*

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

**Ключевые слова:** *отходы, рециклинг, технология, показатели качества.*

**Реферат.** В статье представлен анализ возможности использования отходов обувного производства в качестве вторичных ресурсов. С этой целью отходы были разделены на 3 группы: возвратные, используемые и неиспользуемые в производстве, безвозвратные, неиспользуемые. Среди основных видов отходов этих групп наиболее привлекательными, как в экономическом, так и в экологическом аспектах при переработке являются термопластичные материалы. Среди основных способов переработки отходов полимерных материалов наиболее эффективным является прямой возврат отходов в производственный процесс. Это осуществляется посредством различных технологических схем переработки, которые могут быть сведены к одной общей схеме, состоящей из 4 стадий. В настоящее время одним из перспективных направлений является переработка отходов искусственной кожи, но в разное время объектами исследований были отходы термопластичных материалов для подносок и задников, отходы стелечных картонов, суть разработок которых проанализирована в статье. На основании анализа переработки различных отходов обувного производства были даны рекомендации по настоящему вопросу.

Проблема ресурсосбережения, переработки и утилизации отходов является актуальной для всех отраслей производства. Однако, для предприятий обувной промышленности решение этой проблемы имеет особую практическую значимость. Это связано с тем, что доля сырья и материалов в себестоимости продукции составляет 75–90 %.

Рациональное использование вторичного сырья экономически привлекательно за счет увеличения масштабов производства при неизменном размере сырьевой базы. Очевидно, что проблема эффективного использования вторичных ресурсов может и должна решаться для комплекса промышленных предприятий, размещенных в конкретном районе республики, с учетом потребностей. Например, это эффективно можно реализовать в городе Витебске.

Все отходы, образующиеся на обувных предприятиях, можно условно разделить на:

– возвратные, используемые в производстве и потребляемые самим предприятием для изготовления продукции основного и вспомогательного производств (например, отходы ТЭП и др.);

– возвратные, неиспользуемые в производстве и которые могут быть использованы на хозяйственные нужды или реализованы на сторону (например, отходы текстиля и др.);

– безвозвратные, неиспользуемые при данном состоянии техники и технологические потери.

К основным отходам обувных предприятий, представляющими интерес для переработки можно отнести: кожаные, обувные картоны, искусственные кожи, текстильные материалы пропитанные или имеющие полимерное покрытие, термопластичные материалы для задников и подносков, а также полиуретаны.

Наибольшая отдача, как в экономическом, так и в экологическом аспектах проявляется при переработке термопластичных материалов. Вместе с тем проблема переработки и утилизации 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, мы имеем многокомпонентную систему, 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 встречается редко и приходится работать в условиях «информационного голода».

Широкая гамма используемых полимерных материалов в обувной промышленности обуславливает возрастание объемов отходов, использование которых является значительным резервом расширения сырьевой базы, экономии денежных и трудовых ресурсов, предотвращение загрязнения окружающей среды.

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); и

– 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 производство может быть только на предприятии-изготовителе. Количество же отходов, образующихся настолько велико, что предприятия-изготовители вряд ли смогут переработать для своих нужд более 10 %. Вот здесь и возникает проблема – что делать с остальными отходами? Вывод напрашивается один – нужно создавать централизованное структурное подразделение, которое будет заниматься их переработкой и утилизацией.

В настоящее время разработан ряд технологий, в том числе и сотрудниками университета, позволяющие осуществить переработку отходов полимерных материалов. При всем многообразии способов переработки полимерных материалов и применяемого оборудования общая схема процесса может быть представлена следующим образом: сортировка и очистка, измельчение, подготовка полимерной композиции, переработка в изделие.

Первая стадия включает сбор отходов по их видам, сортировку, очистку и может быть легко реализована на предприятии-изготовителе продукции.

Вторая стадия – одна из наиболее ответственных в процессе. В результате одно или 2-х, 3-х стадийного измельчения материал достигает размеров, достаточных для того, чтобы можно было осуществлять его дальнейшую переработку. Здесь уже нужно приобрести дробилку и может быть не одну.

Третья стадия – включает смешивание дробленых отходов с другими ингредиентами полимерной композиции: стабилизаторами, наполнителями, порообразователями и др. Подготовленную смесь гранулируют, т.е. нужно приобретать гранулятор.

Четвертая стадия связана с переработкой гранулята в изделие. Эта стадия обычно мало чем отличается от процессов переработки полимеров в изделия, но часто требует специфического подхода к выбору режимов переработки.

Далее остановимся на технологиях переработки отдельных видов отходов обувного производства, которые были выполнены в университете в разные годы и в которых мне приходилось участвовать и руководить их выполнением.

Одним из перспективных направлений является переработка отходов искусственной кожи. Под моим руководством была выполнена одна работа, результатом которой было изготовление композиционных материалов для низа обуви типа кожволон, полученных на основе отходов искусственных кож с ПВХ покрытием.

Суть разработки заключалась в следующем: отходы ИК предварительно сортировали, затем их дробили на роторно-ножевой дробилке. Полученный полуфабрикат перерабатывался двумя способами: методом литья под давлением и методом прокатки. В таблице представлены показатели свойств вторичного композиционного материала.

Таблица – Показатели качества вторичного композиционного материала

Показатели	Вторичный композиционный материал	Кожволон (нормируемое значение)
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,20	Не более 1,3
Условная прочность при растяжении, Мпа	12,0	Не менее 7,0
Относительное удлинение при разрыве, %	56	Не менее 160
Остаточная деформация после разрыва, %	14	8–25
Твердость, усл. ед.	89	85–98
Сопротивление истиранию, Дж/мм <sup>3</sup>	3,7	Не менее 3,0
Сопротивление многократному изгибу, килоциклы	Не менее 30	Не менее 30

Как видно из таблицы 1, свойства полученного материала близки к кожволону. Была изготовлена опытная партия обуви и проведена экспериментальная носка, которая подтвердила хорошие эксплуатационные свойства полученного композиционного материала. Подобным образом можно перерабатывать отходы любых ИК, например, с полиуретановым покрытием.

Пожалуй, самой малоизученной областью в переработке отходов обувного производства являются термопластичные материалы для подносков и задников. Тут дело скорее не в сложности их переработки, а в том, что их образуется не так много на предприятиях от нескольких до десятка тонн в год. Тем не менее, наши исследования показали, что эти отходы могут быть эффективно использованы как вторичное сырье в производстве обуви.

Объектами наших исследований были термопластичные материалы для задников и подносков итальянского производства фирмы TESCO-GI. Это материалы на текстильной основе (тканой, нетканой) с полимерным одно- или двусторонним покрытием. Как правило, основа ИК изготавливается на базе химических волокон: полиамидных, полиэфирных и др.

Технология их переработки была подобна той, о которой я говорил ранее, т.е. сортировка, дробление, литье или прокатка получаемого композиционного полимерного материала. В результате работы были получены материалы, из которых были изготовлены формованные задники для обуви. В состав композиции были введены разволокненные отходы стелечных картонов. Физико-механические и эксплуатационные свойства полученных материалов были удовлетворительными. Эта работа может быть продолжена в плане изготовления других деталей низа обуви путем разработки полимерных композиций с добавлением к ним других ингредиентов: наполнителей, порообразователей и т.д.

Пожалуй, наиболее сложной проблемой будет переработка отходов стелечных картонов. Объем этих отходов достаточно велик, десятки тонн за год на предприятии и сотни тонн по концерну «Беллепром».

В университете 20 лет назад была проведена работа по разволокнению отходов картона С-1, состоящего из следующих ингредиентов: хромовая стружка, кожевенная вырубка, латекс ДВХБ-70, квасцы алюминиевые, бикарбонат натрия, таловый пек, парафин технический, дубитель СПС, краситель.

Суть исследования заключалась в обработке отходов кожевенного картона растворителем. В качестве растворителей использовали: этанол, этилацетат, ацетон, бензол и др. Однако добиться эффективного результата не удалось. Тогда применили щелочно-солевой раствор ( $\text{NaOH} + \text{NaCl}$ ). И в дальнейшем удалось разволокнить картон как в этилацетате, так и в воде. Полученную пастообразную массу можно в дальнейшем переработать, например, в листовый материал. Благодаря тому, что в состав полученной массы входят кожевенные волокна и часть оставшегося проклеющего вещества, то после высыхания ее она становится монолитной и достаточно близкой по физико-механическим свойствам к исходному материалу, т.е. С-1. В полученную пастообразную массу можно вводить любые ингредиенты: латексы, наполнители и т.д. Причем это могут быть и отходы производства. Однако, эта технология затратная и экологически небезопасная, т.к. нужно будет решать проблему – куда девать отработанный раствор с остатками перечисленных выше ингредиентов.

Следует отметить, что обувные картоны имеют разный сырьевой состав: целлюлозные, кожевенные и другие волокна, проклеенные латексами, полимераами и др. Таким образом, мы имеем не совсем однородные группы отходов, и это необходимо будет учитывать при разработке технологий их переработки.

Пока наш опыт использования отходов картона ограничивается лишь применением разволокненной массы для наполнения полимерных композиций как на основе первичного, так и вторичного сырья. По изложенным выше технологиям нами были получены материалы (с использованием отходов различных материалов) для стелек, полустелек, подошв и каблучков.

В заключении необходимо остановиться на следующем:

- проблему переработки отходов обувных предприятий необходимо решать централизованно, организуя для этого структурное подразделение;
- наиболее острая проблема состоит в переработке отходов натуральных и искусственных кож, картонов, текстильных материалов, пропитанных полимерами, а также термопластичных материалов для задников и подносков;
- переработка отходов обувного производства является сложной и дорогостоящей ввиду необходимости создания специального оборудования;
- объемы образующихся отходов на каждом предприятии в отдельности, вряд ли позволят получить какой-либо заметный экономический эффект только за счет их утилизации;

– прежде чем осуществлять мероприятия в направлении переработки отходов необходимо предварительно проводить экспертную оценку и экономический расчет;

– необходимо систематизировать работы в этой области: провести анализ образующихся отходов, наметить стратегические направления их переработки, просчитать затраты на разработку технологий, покупку или проектирование и изготовление оборудования и т.д.

Таким образом, без научных исследований здесь не обойтись, при этом нужно не забывать о сложности проблемы и о том, что она требует, как фундаментальных, так и прикладных исследований и положительный результат может сразу не получить. На это может быть уйдет не один десяток лет, но в этом направлении нужно двигаться.

#### Список использованных источников

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.

УДК 685.34.03

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НИЗА ОБУВИ

<sup>1</sup> Буркин А.Н., д.т.н., профессор, <sup>1</sup> Радюк А.Н., м.э.н.,

<sup>2</sup> Шаповалов В.М., зав. отделом, д.т.н., профессор,

<sup>2</sup> Зотов С.В., к.т.н., ведущий научный сотрудник,

<sup>2</sup> Овчинников К.В., научный сотрудник

<sup>1</sup> Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> Институт механики металлополимерных систем имени В.А. Белого  
Национальной академии наук Беларуси,  
г. Гомель, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** вторичные полимеры, модифицирующие добавки, детали низа обуви.

**Реферат.** Объектом исследования являются полимерные композиции, применяемые для производства деталей низа обуви, предметом исследования – рецептурно-технологические аспекты процесса литьевой формовки пористых заготовок из данных композиций. Целью работы является изучение перспектив разработки рецептур полимерных композиционных материалов для деталей низа обуви на основе отходов обувного производства. Названы наиболее удачные разработки УО «ВГТУ» в области технологий переработки