

– 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

пенополиуретанов. Подчеркнута необходимость снижения ресурсоемкости обувных производств, в том числе за счет применения отходов производства в виде вторичного полимерного сырья. Совместная НИР УО «ВГТУ» и ИММС НАН Беларуси в рамках Отраслевой научно-технической программы «Новые материалы в легкой промышленности» посвящена разработке новых композиций для облегченной подошвы, детали каблука и стелечных элементов. Проведены первичные эксперименты по получению заготовок облегченных подошв, в ходе которых предложены базовые рецептурные составы композиций пониженной плотности и установлены температурные диапазоны, приемлемые для изготовления изделий методом литьевой формовки. Сделан вывод, что характеристики полученных заготовок и технологичность процесса в значительной мере зависят от того, в какой мере свою функцию выполняют целевые добавки, а также от того, насколько удастся обеспечить совместимость компонентов на физико-химическом уровне.

Быстроменяющийся ассортимент продукции, выпускаемой обувными предприятиями, в сочетании с ростом количества, видов применяемого сырья и материалов вызвало видоизменение и количественного состава образующихся отходов, при их общем неизменно большом объеме. Сопутствующее увеличение процента применения импортных высококачественных материалов, объясняющее необходимость повышения качества обуви, привели к тому, что вся тяжесть проблемы утилизации отходов легла на плечи обувных предприятий. К одним из самых трудноутилизуемых отходов обувного производства относятся микроячейстые интегральные пенополиуретаны (ППУ), отходы которых скапливаются на хозяйственных территориях [1]. Вместе с тем решение проблемы имеется, сотрудники УО «ВГТУ» достаточно активно занимаются разработками в области технологий переработки ППУ в течении 25 лет. К наиболее удачным внедренным вариантам технологий следует отнести:

- получение вкладыша в каблучную часть подошвы на основе отходов кожаных материалов и ППУ;
- получение монолитных материалов типа «профилактика»;
- получение листовых материалов типа «кожволон», наполненных разволокненными отходами стелечных картонов [1, 2].

Основные проблемы, с которыми приходится сталкиваться можно отнести к технологическим, т. е. адаптации подготовки отходов к переработке на конкретном типе оборудования.

В настоящее время ресурсоемкость единицы внутреннего валового продукта в Республике Беларусь в 3-10 раз выше, чем в странах Евросоюза и США. Актуальна модернизация массовых производств с целью кардинального снижения их ресурсоемкости. Большим ресурсным резервом являются отходы производства. В области рециклинга полимерных отходов проведены исследования под руководством А.К. Бледцкого (Германия), Б.И. Купчинова,

А.И. Свириденка (Беларусь), Т. Спыхая, А. Галенского, З.К. Зиновича, М. Козловского (Польша), Е.Г. Любешкиной, В.В. Девяткина (Россия) и др., в ходе которых получен ряд значимых научных и прикладных результатов [3]. Основная проблема рециклинга понимается как факт резкого снижения технологичности вторичных полимеров вплоть до исчерпания возможностей их переработки стандартными методами. Поэтому актуальной задачей является физико-химическое модифицирование вторичных материалов различной дисперсности, содержащих главным образом полиуретаны (ПУ), термоэластопласты, сопутствующие технологические добавки и другие отходы обувного производства. Важно, что наличие в составе отходов полимеров различной дисперсности, несмотря на объективные сложности обеспечения их совместимости, имеет положительную сторону в виде возможности создать своего рода гибридный композиционный материал, структурированный на нескольких размерных уровнях. Под модифицированием понимается целевое сочетание вторичного полимерного сырья с другими полимерами и функциональными модификаторами, причем последние должны быть способны:

а) облегчать это сочетание, повышая технологическую совместимость компонентов за счет инициирования между ними физико-химических взаимодействий;

б) участвовать в физических процессах, результат которых изменяет комплекс физических и, как следствие, эксплуатационных свойств нового материала.

В 2016 г. начато выполнение задания Отраслевой научно-технической программы «Новые материалы в легкой промышленности», которое посвящено разработке новых композиций для деталей низа обуви. В соответствии с запросом заинтересованных производителей в качестве деталей, альтернативным применяемым, выбраны облегченная подошва, детали каблука и стелечные элементы.

В настоящей работе получали заготовки подошв. Получение облегченных подошв со свойствами не ниже импортных аналогов (которые обладают плотностью 0,7–1,3 г/см<sup>3</sup>, твердостью 55–85 условных единиц и стоимостью 2,2–3,0 долл. США за пару) возможно в Беларуси путем:

- 1) применения вторичных ПУ как дешевых видов сырья;
- 2) применения недорогих и доступных на рынке модификаторов, включая порообразователя для создания пористой структуры пониженной плотности;
- 3) инициирования в системе физико-химических взаимодействий, легко управляемых рецептурно и имеющих прогнозируемый результат;
- 4) инициирования в системе (включая полимерную матрицу) физических изменений, легко управляемых рецептурно и технологически.

Технологические аспекты этой проблемы изучали в ходе экспериментов с отходами ППУ, механической смесью (1:3) ППУ с термопластичным полиуретаном ТПУ (ППУ+ТПУ) и ПУ марки «Витур». В качестве порообразователя применяли концентраты вспенивающих добавок БАСКО™ типа

П0027/01-СЭ и П0027/12-ПЭ, изготовленные на основе азодикарбонамида (носители – сэвилен или полиэтилен), активно разлагающегося при нагревании с выделением большого количества (до 230 мл/г) газов, в основном азота (65 %), углерода (32–34 %) и аммиака (1–2 %). Порообразование является процессом, чрезвычайно чувствительным к тому, насколько синхронно и в соответствии с заданной схемой протекают физико-химические процессы в микрообъемах композита. Предложено вводить в систему смесь 5 масс. % малеинового ангидрида (МА) и 0,2 масс. % вазелинового масла. МА при термически стимулированном раскрытии цикла способен генерировать радикалы с высокой реакционной способностью, реагирующие с полимерной цепью носителя вспенивающей добавки (сэвилен или полиэтилен), что повышает активность макромолекул и, соответственно термодинамическую совместимость добавок с ПУ. Заготовки для подошв получали методом литьевой формовки при температурах 150–180 °С на литьевой машине АТ-700 компании «HANGZHOU ATECH MACHINERY CO., LTD». На этом оборудовании достигается максимальное давление впрыска 1226 кг/см<sup>2</sup>, максимальная скорость впрыска – 120 см<sup>3</sup>/с, объем отливки – до 250 см<sup>3</sup>. Результаты показали, что диапазоны режимов литьевой формовки композиций на основе вторичных ПУ, в которых существует наибольшая вероятность получения изделий, близких по свойствам к искомым, следующие: температура (3 и 4 зона) 170–180 °С; давление впрыска 45–55 МПа; время выдержки под давлением 20–40 с; время охлаждения 50–120 с.

Правомерен вывод, что характеристики отливок и технологичность процесса в значительной мере зависят от того, в какой мере свою функцию выполняют целевые добавки, а также от того, насколько удастся обеспечить совместимость компонентов на физико-химическом уровне. Поиск оптимальных способов и наиболее эффективных целевых добавок, включая их комбинации, является предметом исследований на последующих этапах работы. Создание новых вариантов облегченной подошвы предполагает разработку составов на основе вторичных ПУ, наполнителей и модифицированных порообразователей, технологически адаптированных к задаче достижения равномерной пористости и малой плотности изделий. В дополнение к этому, в соответствии с планом НИР получение деталей каблука будет впоследствии основано на разработке рецептур композиций комбинированных связующих из вторичных полимеров различного типа (ПУ, полиэтилен, вспененные полиэтилен и полистирол) и других отходов (деревообработки, резин, кожевенной пыли и т.п.), причем полимерные компоненты также могут быть переработаны с применением технологий порообразования и модифицированы целевыми добавками с общей целью формирования гибридной (структурированной на нескольких размерных уровнях) системы. Также планируемое в перспективе изготовление стелечных элементов будет включать использование нетканых волокнисто-пористые материалов на основе синтетических и природных полимеров (включая волокна из полиолефинов и по-

лиамида, отходы льна, текстиля, пряжи, ковров), в том числе в различных технологически обоснованных сочетаниях.

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.
3. Шаповалов, В.М. Многокомпонентные полимерные системы на основе вторичных материалов / В.М, Шаповалов, З.Л. Тартаковский; под общ. ред. Ю.М. Плескачевского. – Гомель: ИММС НАН Беларуси, 2003. – 262 с.

УДК 677.08.022

**РЕГЕНЕРАЦИЯ ПРЯДОМЫХ ОТХОДОВ  
ХЛОПКОПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Гафуров К.Г., доцент, Махкамова Ш.Ф., ст. преподаватель,  
Валиева З.Ф., ассистент*

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
г. Ташкент, Узбекистан*

**Ключевые слова:** регенерация, прядомые отходы, регенератор, выход волокна.

**Реферат.** Статья посвящается исследованию регенерации прядомых отходов получаемых при переработке отходов хлопкопрядельного производства. Также были исследованы показатели вторичных волокнистых отходов, используемых для производства гигроскопической медицинской ваты, с целью исследований возможностей рационального использования их в производстве ваты. Изучены характеристики длины волокна, содержащегося в смешиваемых компонентах. Рассмотрены волокнистые отходы: очистительный орешек стандарт 3; чесальный орешек стандарт 7; шляпочный очес стандарт 11 в отдельности и в смеси. Также рассмотрены гребенной очес стандарт 17 и для сравнения хлопковое волокно III сорта. В работе для определения длины волокна в отходах применен метод индивидуального промера. Полученные результаты исследований приведены в виде графиков. Анализ номинальных показателей распределения длины волокон в разрыхлительном орешке (стандарт 3), чесальном орешке (стандарт 7), а также шляпочном очесе (стандарт 11) показал, что модалная длина волокон в ст 3 короче, чем в ст 7 и ст 11. В целях устранения данного недостатка рекомендовано добавлять в смесь волокна, модалная длина которых длиннее длин волокон стандарта 3 на 25 %.