

УДК 677.08:685.34.082

ПОЛУЧЕНИЕ ВОЛОКНИСТО-НАПОЛНЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

А.Н. Радюк, А.Н. Буркин

Витебский государственный технологический университет, Белоруссия

Представлены рецептурно-технологические варианты получения волокнисто-наполненных материалов и изделий для низа обуви на основе использования отходов производства. Проведен анализ технологий и полученных материалов, обоснован состав композиции для получения подошв обуви. Свойства полученных подошв близки к свойствам используемых в настоящее время в обувной промышленности изделий.

Проблема утилизации отходов полимеров технически и экономически сложна несмотря на непрерывное улучшение свойств пластических масс, повышение их стойкости к окислению и горению, биостойкости, механической прочности и т.д. Эти материалы не поддаются естественным процессам уничтожения, а такие способы уничтожения полимерных отходов, как захоронение и сжигание, непригодны, поскольку приводят к загрязнению окружающей среды.

В настоящее время переработка отходов сводится к трем основным направлениям: вторичная переработка для дальнейшего использования в производстве основной продукции; вторичная переработка с последующим производством попутной продукции; переработка, сопровождаемая разрушением полимерных структур в результате гидролиза, пиролиза, сгорания с использованием выделяемой энергии [1, 2].

Выбор технологических параметров переработки отходов полимерных композиций и областей использования получаемых из них изделий обусловлен их физико-химическими, механическими и технологическими свойствами, которые в значительной степени отличаются от тех же характеристик первичного полимера. В процессе переработки и эксплуатации материал зачастую подвергается различным механохимическим воздействиям и деструкции. Одним из вариантов решения проблемы создания качественных полимерных материалов и изделий из вторичных полимеров с заданными свойствами является наполнение.

В качестве наполнителя предлагается использовать отходы, получаемые в результате стрижки ковров (кноп стригальный). В данной работе наполнителем являлся кноп стригальный полипропиленовый, представляющий собой легкую пушистую массу коротких волокон, получаемую при стрижке ковров и ковровых изделий на предприятии ОАО «Витебские ковры».

Основой полимерной литевой композиции и основным компонентом в данной работе служило вторичное полимерное сырье в виде отходов пенополиуретанов (ППУ) производства обувных предприятий г. Витебска, среди которых – облой, литники, бракованные подошвы и пр.

С целью повышения технологичности переработки материала и модификации свойств полимерных композиций применяли масло индустриальное (ТУ 0253-003-71148628–2005) и стеарат кальция (ТУ У 24.1-34767516-003:2008).

На основе анализа вариантов технологий производства материалов и изделий для деталей низа обуви с использованием отходов полиуретанов [1] была разработана новая технология получения полиуретановых композиций для низа обуви (рис.1).

Первый этап проводится с целью сортировки отходов по внешнему виду либо разделения по группам. Отходы сортируются также по цвету.

Второй этап является обязательным и наиболее ответственным в технологическом процессе. Для реализации этого этапа применяют однооборотную дробилку “Alpine A 40/63-5-3”, обеспе-



Рис. 1. Этапы технологии получения материалов на основе вторичного ППУ.

Таблица 1. Результаты испытаний материалов, полученных по схеме 1

Материал	ρ , г/см ³	H , усл.ед.	f_p , МПа	ϵ_p , %	Θ , %	β , Дж/мм ³	N , килоциклы
Пластина	1.0–1.03	77–85	1.8–3.0	95–205	16–22	4.7–6.7	20
Волокнисто-наполненный образец резины	Не более 1.1	80–95	Не менее 5.0	Не менее 180	Не более 20	Не менее 2.5	Не менее 20

Таблица 2. Результаты испытаний материалов, полученных по схеме 2

Материал	ρ , г/см ³	H , усл. ед.	f_p , МПа	ϵ_p , %	Θ , %	β , Дж/мм ³	N , килоциклы
Пластина	1.01–1.03	80–85	2.2–4.8	150–200	16–19	5.0–6.8	30
Волокнисто-наполненный образец резины	Не более 1.1	80–95	Не менее 5.0	Не менее 180	Не более 20	Не менее 2.5	Не менее 20

чивающую равномерность частиц по размеру — отходы ППУ дробят до размера частиц 5–7 мм.

В основе получения многих видов полимерных композиционных материалов лежит процесс смешивания. Для повышения гомогенности композита, облегчения введения волокна, достижения равномерности распределения волокнистого наполнителя в объеме полимерной композиции на первом этапе предварительно получали «гель», состоящий из таких компонентов композиции как масло индустриальное и knob стригальный полипропиленовый. На втором этапе в полученный «гель» смешивали в лопастной мешалке с отходами ППУ и стеаратом кальция [3].

Заключительным этапом технологического процесса использования отходов является получение изделий. Для литья материалов использовали трехпозиционный статический литьевой агрегат SP 345-3 фирмы “Main Group” при следующих режимах: температура 150–165 °С, давление впрыска 40–60 МПа, время впрыска 15 с, выдержка 240 с. В результате апробации были получены материалы (пластины) и проведены испытания их свойств.

При обосновании методов испытаний полученных образцов были проанализированы показатели, регламентированные ГОСТ 4.387–85 [4]. Для оценки качества материалов и подошв определяли следующие показатели: плотность (ρ), твердость (H), относительное удлинение при разрыве (ϵ_p), условную прочность (f_p), относитель-

ное остаточное удлинение после разрыва (Θ), сопротивление истиранию (β) и многократному изгибу (N).

По данным табл. 1 можно заметить, что полученные материалы не соответствуют требованиям стандарта по упругопрочностным показателям, а также неоднородны по структуре. В связи с этим была разработана технология получения материалов с гранулированием полимерной композиции (рис. 2).

Первые три этапа схемы получения изделий описаны выше. Процесс гранулирования способствовал уплотнению материала, облегчению его дальнейшей переработки, усреднению характеристик вторичного сырья, в результате чего получен материал, который можно перерабатывать на стандартном оборудовании. Гранулирование осуществляли с помощью шнекового экструдера ЭШ-80Н4 при температуре от 140 до 155 °С, далее композиционный материал охлаждали. Перед литьем полуфабрикат еще раз измельчали до размера гранул 2–4 мм с целью последующей переработки в готовое изделие. В результате апробации была получена композиция, обладающая неплохими физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

Судя по данным табл. 2, материалы, полученные при гранулировании, более однородны по свойствам, значения которых соответствуют свойствам традиционно используемых материалов в обувном производстве.



Рис. 2. Этапы технологии получения изделий на основе вторичного ППУ.

Таблица 3. Физико-механические и эксплуатационные свойства подошв обуви

Подошва	ρ , г/см ³	H , усл.ед.	f_p , МПа	ϵ_p , %	Θ , %	β , Дж/мм ³	N , килоциклы
Волокнисто-наполненная подошва	1.0–1.05	80–85	5.0–5.5	200–250	18	6.0–6.5	30
Кожволон	0.90–1.10	80–95	6.0–6.5	180–300	Не более 20	5.0–5.9	>20
Полиуретан	0.8–1.1	80–90	3.0–6.0	200–250	Не более 15	Не менее 3.0	>30

Для получения подошв обуви с наилучшими значениями свойств был проведен анализ влияния процентного содержания наполнителя (кноп стригальный полипропиленовый) на свойства материалов. Было установлено, что наибольшее значение f_p (4.8 МПа) и ϵ_p (200 %) имеет волокнисто-наполненный (В-н) образец, содержащий 1.0 мас.ч. наполнителя. Наибольшее значение β (6.8 Дж/мм³) имеет образец, содержащий 1.5 мас.ч. наполнителя. Наименьшее значение H (80 усл.ед.) имеет образец, содержащий 1.5 мас.ч. наполнителя, а наибольшее (85 усл.ед.) – 0.5 мас.ч. наполнителя. Образец, содержащий 1.0 мас.ч. наполнителя, имеет среднее значение H (83 усл.ед.) и достаточно высокое значение β (6.2 Дж/мм³). Так как прочностные характеристики являются основными для низа обуви при достаточно высоком уровне остальных физико-механических и эксплуатационных свойств, то для производства подошв волокнисто-наполненной структуры рекомендуется использовать композицию, содержащую 1.0 мас.ч. наполнителя.

Сравнительный анализ показал (табл. 3), что полученные подошвы обуви по физико-механическим и эксплуатационным свойствам близки к значениям свойств резин типа «Кожволон» и полиуретана [5], а следовательно, позволяют рекомендовать их для использования в производстве обуви.

– Установлено, что при гранулировании получают более однородные по свойствам материалы.

– Рекомендовано оптимальное с точки зрения влияния на физико-механические и эксплуатационные свойства содержание наполнителя (кнопа) 1 мас.ч. по отношению к отходам ППУ.

– Полученные подошвы обуви по свойствам соответствуют подобным изделиям из первичного сырья.

Библиографический список

1. Буркин А.Н. и др. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов: монография. – Витебск: ВГТУ, 2001. – 173 с.
2. Staikos T., Heath R., e.a. //Life Cycle Engineering-2006, Proceedings of 13th CIRP Intern.Conf. 2006. – P. 497-502.
3. Радюк А.Н., Буркин А.Н. и др. Композиция для низа обуви с волокнистым наполнителем. Заявка № а 20190172 от 03.06.2019.
4. ГОСТ 4.387-85 Система показателей качества продукции. Материалы синтетические для низа обуви. Номенклатура показателей, Дата введения 01.01.1987. – М.: Министерство легкой пром. СССР. – 12 с.
5. Карabanов П.С. Полимерные материалы для деталей низа обуви. Учеб. пособие. – М.: КолосС, 2008. – 167 с.