

УДК 678:658.567.1

А.Н. Радюк, Н.В. Цобанова, А.Н. Буркин
Витебский государственный технологический университет

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация: в работе представлен рецептурно-технологический вариант получения композиционных материалов на основе отходов производства. С целью придания композиционным материалам соответствующих технологических свойств использованы модифицирующие компоненты. На основе разработанного состава и технологии были получены образцы пластин материалов, проведены испытания их свойств.

A.N. Radyuk, N.V. Chabanova, A.N. Burkin
Vitebsk State Technological University

PRODUCTION OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON INDUSTRIAL WASTE

Abstract: the paper presents a recipe-technological version of obtaining composite materials based on industrial waste. In order to give the composite materials, the appropriate technological properties, modifying components were used. Based on the developed composition and technology, samples of material plates were obtained and their properties were tested.

В современном мире полимеры находят широкое применение, в первую очередь в качестве композиционных материалов, и с каждым годом объемы их производства и потребления только увеличиваются. В связи с этим постоянно увеличивается количество образующихся при этом отходов, переработка которых актуальна из-за необходимости защиты окружающей среды от накопления в ней отходов и возможности снижения себестоимости продукции за счет экономии первичного сырья.

Проблема рациональной утилизации и переработки отходов давно стоит в числе приоритетных во всех странах мира и рассматривается на государственном уровне. 28 июля 2017 года вступило в силу Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 567 «Об утверждении Национальной стратегии по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь на период до 2035 года». Основной целью программы является рациональное использование ресурсов путем предотвращения образования отходов

и максимальное вовлечение их в оборот в качестве вторичного сырья [1].

Данная проблема является актуальной для всех отраслей производства. Из года в год предприятиями концерна «Беллепром» образуется около 20-25 тыс. тонн производственных отходов. Наибольшая доля отходов образуется в кожевенно-обувной промышленности, в частности это различные отходы полимерных материалов. Так как данные материалы на предприятиях Республики Беларусь преимущественно зарубежного производства и значительную часть из них составляют полиуретаны, то одним из перспективных направлений импортозамещения является использование отходов полиуретанов для производства материалов и подошв обуви.

Основываясь на имеющемся опыте проведения подобного рода работ [2, 3], а также потребности предприятий Республики Беларусь в полимерных материалах для низа обуви одним из основных вариантов получения композиционных материалов является введение различного рода дешевых наполнителей в композицию из вторичного полиуретана, позволяющих существенно снизить себестоимость и улучшить эргономические показатели. При этом предлагается использовать отходы, образующиеся не только в обувной промышленности.

Целью работы является получение материалов для подошв повседневной обуви с использованием отходов различных производств.

Для достижения поставленной цели были разработаны состав и технология получения материалов для подошв, отработаны режимы их получения (изготовления) и проведены исследования физико-механических и эксплуатационных свойств полученных материалов.

Разработка состава композиции

В качестве полимерной основы материалов использовали вторичное полимерное сырьё в виде отходов полиуретана производства обувных предприятий г. Витебска. Применение данного ингредиента обусловлено значительным объемом производства полиуретановых подошв в мире, образования отходов при реализации технологического процесса их производства, отсутствием ресурсного потенциала Республики Беларусь для производства исходного сырья, экологической составляющей для предприятий, связанной с необходимостью утилизации отходов полиуретанов. Технической задачей отходов полиуретана является обеспечение формирования эластичной полимерной матрицы, сохраняющей основные свойства

исходных полиуретанов обувного назначения. В качестве наполнителя в данной работе предлагается использовать отходы, получаемые в результате стрижки ковров – кноп стригальный (КС), отходы древесины – древесную муку (ДМ) и технический углерод (ТУ), полученный из древесного угля и являющийся альтернативной заменой технического углерода. Характеристика приведенных выше наполнителей представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика наполнителей композиции

	Вид	Получение	Применение
ТУ	измельченные мелкие гранулы	получают из древесного угля путем пиролиза древесины	используется для усиления
ДМ	тонкоизмельченная и высушенная древесина волокнистой структуры	изготавливается из опилок, щепы и стружки размолот на жерновой мельнице	выполняет роль связующего, порообразователя
КС	волокнистые отходы коврового производства	образуется при стрижке ковров и дорожек с полипропиленовым ворсом	выполняет роль упрочняющего агента и гидрофобизатора

В качестве стабилизаторов для полимерных материалов широко используют металлсодержащие добавки, преимущественно стеараты кальция, бария, цинка и свинца. Их основные функции – ослабление разрушающего действия механических воздействий и использование как внутренняя смазка в производстве изделий из полимеров. В работе в качестве стабилизатора используется стеарат кальция. Основным преимуществом его использования является прекрасные смазочные свойства.

В качестве пластификаторов в составе полимерных материалов широко используют значительное количество технологических масел. Масла выполняют такие функции как снижение содержания полимера в смеси в связи с чем композиция получается наполненной и более дешевой, облегчает их производство и улучшает эластичность и прочность на разрыв. Также масла применяются для улучшения технологических характеристик и снижения твердости подошвенного материала. В работе использовали масло индустриальное – масло трансмиссионное ТМ 5-18 (ТАД-17).

Разработка технологии получения материалов

В настоящее время основные направления переработки отходов обувного производства в наибольшей степени связаны с

термомеханическим методом [2, 3, 4], общая схема реализации которого включает: сортировку и очистку, измельчение, подготовку полимерной композиции, переработку в изделие.

На основе данных этапов была разработана технология получения полиуретановых композиций для низа обуви, которая включает в себя этапы, представленные на рис. 1.



Рис. 1 – Технология получения

Измельчение осуществляется с помощью однороторной дробилки Alpine A 40/63-5-3, предназначенной для эксплуатации на предприятиях, производящих термопластичные материалы и изделия из них, для измельчения отходов производства.

Смешивание ингредиентов предназначено для предварительного равномерного распределения компонентов.

Гранулирование композиции обеспечивает переработку отходов с помощью шнекового экструдера ЭШПО-75Н4 с 4 зонами терморегуляции, с получением шнуров в процессе продавливания материала через фильеры, их охлаждении и резки на гранулы 2-4 мм.

Заключительным этапом технологического процесса использования отходов является переработка гранулята в изделия. Этот этап 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 Main Group.

Оценка качества полученных материалов

Для оценки качества полученных материалов определяли физико-механические и эксплуатационные показатели в соответствии с ГОСТ на методы испытания. Были определены плотность (ГОСТ 267-73 «Резина. Методы определения плотности»), твердость (ГОСТ 263-75 «Резина. Метод определения твердости по Шору А»), прочностные характеристики (ГОСТ 270-75 «Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении»), сопротивление истиранию (ГОСТ 426-77 «Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении»), сопротивление многократному изгибу (ГОСТ ISO 17707-2015 «Обувь. Методы испытаний подошв. Сопротивление многократному изгибу»). Объем выборки составлял не менее 5 образцов. Средние значения исследуемых показателей физико-механических и эксплуатационных свойств материалов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Средние значения исследуемых показателей физико-механических и эксплуатационных свойств материалов

Материалы	Показатель						
	ρ , г/см ³	H, усл. ед.	f_p , МПа	ε_p , %	Θ , %	β , Дж/мм ³	N, тыс. циклов
Композиционный материал на основе отходов	1,15	75	3,9	180	19	6,5	50
Переработанный ППУ	0,94	80	3,5	120	10	2,8	30
Модифицированный ППУ	1,03	78	3,7	160	15	4,1	40
Резина кожеподобная	0,90–1,10	70–80	4,0	180	18	5,0–5,9	20

ρ – плотность, H – твердость, f_p – условная прочность при разрыве, ε_p – относительное удлинение при разрыве, Θ – остаточное удлинение после разрыва, β – сопротивление истиранию, N – сопротивление многократному изгибу

Композиционный материал на основе отходов – ППУ + стеарат кальция (0,5%)+ индустриальное масло (5%) + древесная мука (1,5%) + кноп (1,5%) + ТУ (2,0%);

Модифицированный ППУ – ППУ + стеарат кальция (0,5%)+ индустриальное масло (5%)

Полученные экспериментальные данные показали, что введение небольшого количества добавок позволяет существенно изменить свойства переработанного ППУ и получить изделия достаточного уровня качества. Полученные материалы можно использовать для производства подошв обуви, а также в качестве набоечных и каблучков.

Список использованных источников

1. Национальная стратегия по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь на период до 2035 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.government.by/upload/docs/filea1a9a20a06fc7fe5.PDF>. – Дата доступа: 15.11.2020.
2. Буркин, А. Н. Переработка твердых отходов обувных предприятий г. Витебска / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, В. К. Смелков. – Витебск: УО "ВГТУ", 2000. – 118 с.
3. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов / А. Н. Буркин [и др.]; – Витебск: УО "ВГТУ", 2001. – 173 с.
4. Радюк А.Н. Анализ методов переработки отходов обувных пенополиуретанов / А.Н. Радюк // Хімічні проблеми сьогодення: матеріали I Міжнародної (XI Українська) наукової конференції – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. – С. 200.

УДК 664.723:620.9

А.Ж. Сагындикова

Алматинский университет энергетики и связи
имени Гумарбека Даукеева

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ИНДУКЦИОННЫЙ МЕТОД СУШКИ ЗЕРНА

Аннотация. В статье излагается теория движения зерна по геликоидному винту, являющемуся основным рабочим органом аппарата индукционной высокочастотной сушки зерна. Нами предлагается высокочастотная индукционная сушка, имеющая такие преимущества перед традиционными, как направленность основной энергии не на нагрев материала зерна, а целенаправленно на внутреннюю влагу, находящуюся в зерне, что обусловлено различной диэлектрической проницаемостью двух сред – влаги и материалов самого зерна. При индивидуальной сушке влага в зерне нагревается и испаряется, за счет этого снижается влажность зерна в данный момент и пропорционально этому снижается коэффициент трения. Когда коэффициент трения достигнет величины больше tg угла наклона геликоида, зерно снова начинает двигаться вниз и процесс повторяется.