

находится в значениях ТЭП (2-3 Мпа). Сопротивление к истиранию должно быть не менее 2,5 Дж/мм³ (резины), образцы 2,3 соответствуют.

В целом физико-механические свойства материалов удовлетворительные, за исключением относительного удлинения при разрыве. Последнее можно решить путем более тщательной подготовки композиций.

Данные композиции могут быть основой для использования в производстве деталей низа обуви: подошв, каблучков и набоек. Исследование физико-механических и эксплуатационных свойств этих композиций (таблица 2) показало, что они обладают достаточными свойствами для того, чтобы их использовать в производстве обуви.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что введение пластификатора повышает деформационные свойства композиции, а, следовательно, и эксплуатационные свойства. Однако при увеличении пластификатора в полимерной композиции наблюдается и отрицательный эффект: снижаются прочностные показатели образцов, поэтому необходимо стремиться к минимизации содержания пластификатора при приемлемом соотношении показателей прочность – эластичность.

Библиографический список

1. Переработка твёрдых отходов обувных предприятий г. Витебска: моногр. / А.Н. Буркин [и др.]. – Витебск: УО «ВГТУ», 2000. – 118 с. 5
2. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов: моногр. / А.Н. Буркин [и др.]. – Витебск: УО «ВГТУ», 2001. – 173 с.
3. Карабанов П.С. Полимерные материалы для деталей низа обуви: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по напр. подгот. «Технология, конструирование изделий и материалы лёгк. пром-сти». – М.: КолосС, 2008. – 167 с.

УДК 685.34.08

модификация свойств полимерных композиций на основе отходов пенополиуретанов техническим углеродом

¹Буркин А.Н., ²Цобанова Н.В.

¹Зав. кафедрой, д.т.н., проф., УО «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск, Республика Беларусь, e-mail: a.burkin@tut.by

²Инж., УО «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск, Республика Беларусь, e-mail: Tsobanova.Nadi@yandex.ru

Аннотация: в статье представлена актуальность переработки полимерных отходов, приводятся возможные направления их использования. Рассматривается возможность производства материалов и деталей низа обуви на основе полиуретановых композиций с добавлением в их состав ингредиентов, модифицирующих свойства и снижающих себестоимость изделий. Введение наполнителя (технического углерода) позволяет улучшить эксплуатационные свойства изделий. Предложены рецептурно-технологические варианты композиционных материалов. Приведен анализ свойств полученных образцов.

Ключевые слова: переработка отходов, пенополиуретановые композиции, технология, пластины, наполнитель, свойства, технический углерод.

MODIFICATION OF PROPERTIES OF POLYMER COMPOSITIONS BASED ON WASTE POLYURETHANES BY TECHNICAL CARBON

¹Burkin A.N., ²Tsobanova N.V.

¹Doctor of Sc. Full Professor the Head of the Department of Standardization Vitebsk State Technological University

²Engineer, Vitebsk State Technological University

Annotation: the article presents the relevance of the processing of polymeric wastes, describes the possible directions of their use. The possibility of manufacturing materials and Shoe bottom parts on the basis of polyurethane compositions by adding to the composition of the ingredients, modifying properties and reducing the cost of products. The introduction of the filler (carbon black) allows to improve operational properties. Proposed prescription technological options for composite materials. Presents an analysis of the properties of the obtained samples.

Keywords: waste management, polyurethane composition, technology, plate, filler properties, technical carbon.

В настоящее время одной из основных задач является экономное и рациональное использование сырья. Около 70 % отходов кожевенно-обувной промышленности не используются, а вывозятся как мусор, хотя переработка во многих случаях могла бы стать базой для реализации различных направлений их использования, тем более, что данное направление является приоритетным в рамках создания малоотходных технологий [1].

Выбор технологических параметров переработки отходов полимерных композиций и областей использования получаемых из них изделий обусловлен их механическими, физико-химическими и технологическими свойствами, которые в значительной степени отличаются от тех же характеристик первичного полимера.

В процессе переработки и эксплуатации материал подвергается механохимическим воздействиям, термической, термо- и фотоокислительной деструкции, что приводит к появлению активных групп, которые при последующих переработках способны инициировать реакции окисления [2].

Надёжным путём решения проблемы создания качественных полимерных материалов и изделий из вторичных полимеров является модификация, цель которой – экранирование функциональных групп и активных центров химическими или физико-химическими способами и создание однородного по структуре материала с воспроизводимыми свойствами.

Одним из основных способов создания полимерных композиций с заданными технологическими и эксплуатационными характеристиками является их наполнение - введение твердых, жидких или газообразных веществ - наполнителей, которые равномерно распределяясь в объеме получающейся композиции, образуют четко выраженную границу раздела с полимерной средой (матрицей) [3].

Целью введения наполнителя в полимер является:

- увеличение объема материала (разбавление полимера), то есть снижение его стоимости;
- облегчение переработки полимерных композиций;
- улучшение физико-механических и технологических свойств полимеров.

Кроме того, некоторые наполнители могут применяться и для изменения окраски полимера.

Улучшая как-либо характеристику композиции, наполнитель может одновременно ухудшать другие её свойства. Поэтому в каждом конкретном случае при подборе типа, концентрации и способа поверхностной модификации наполнителя необходимо тщательно сбалансировать эффекты, обусловленные присутствием в составе полимера наполнителя (как и остальных компонентов).

Наибольшее распространение получили твердые наполнители:

- тонкодисперсные с частицами зернистой формы (технический углерод, древесная мука, мел и др.);
- пластинчатой формы (тальк, слюда, графит, каолин и др.);
- разнообразные волокнистые материалы в виде нитей, пряжей, жгутов, холстов, матов, тканей, бумаги, сеток.

Действие наполнителя определяется такими факторами как: форма и размер частиц; особенности взаимодействия с полимером; особенности взаимодействия между частицами наполнителя в среде полимера; количеством наполнителя и другими.

При добавлении наполнителей в полимер между полимером и наполнителем возможно адсорбционное, а в некоторых случаях и химическое взаимодействие на границе двух фаз. Это взаимодействие тем сильнее, чем больше поверхность контакта полимера с наполнителем, то есть чем меньше размер частиц наполнителя и, соответственно, больше его поверхность.

Адсорбционное и химическое взаимодействие на границе раздела фаз значительно зависит:

- от природы полимера и наполнителя;
- от свойств поверхности наполнителя, наличия на ней низкомолекулярных веществ;
- от условий смешения полимера с наполнителем.

Введение наполнителей приводит к изменению практически всех свойств полимерных материалов, но наиболее важной особенностью влияния наполнителей на эластомеры является их усиление.

Усиление заключается в том, что при добавлении тонкодисперсных наполнителей в смеси происходит существенное увеличение прочности и улучшение некоторых физико-механических свойств вулканизатов в высокоэластическом состоянии: сопротивления истиранию и раздиру, модулей и т. п.

Значимым фактором, определяющим усиливающее действие наполнителей, является их дисперсность, характеризующаяся:

- размером частиц;
- удельной поверхностью.

При высокой степени наполнения не все частицы наполнителя образуют цепочки; некоторые из них остаются в виде отдельных частиц или агломератов. Такие вкрапления снижают механическую прочность вулканизатов. Этим главным образом и объясняется уменьшение прочности при растяжении и сопротивления раздиру вулканизатов при наполнении их выше оптимума. Чем выше дисперсность наполнителя, тем больше его частиц содержится в единице объема, и поэтому образование непрерывной фазы наполнителя возможно при его меньшем количестве.

Технический углерод представляет собой усиливающий наполнитель эластомеров; при добавлении его в смеси увеличивается прочность, сопротивление истиранию и раздиру.

Технический углерод является тонкодисперсным порошкообразным веществом, состоящим из углерода, полученным сжиганием или термическим разложением газообразных или жидких углеводородов. В связи с необходимостью получения эластомеров с разнообразными физико-механическими свойствами потребовалось создание различных видов технического углерода. В настоящее время выпускается большое число

различных марок технического углерода, различающихся способом производства, видом используемого сырья, физико-химическими характеристиками, а также размером частиц.

Ввиду дороговизны технического углерода, как вариант замены рассматривается более дешевый - древесный уголь.

Древесный уголь является основным товарным продуктом пиролиза древесины. По внешнему виду это хрупкое, высокопористое вещество блестящего черного цвета с синеватым отливом, сохранившее микро (поры, клеточные пустоты) и макроструктуру исходной древесины. Общий объем пор достигает 75 % объема угля, в основном это макропоры. В связи с развитой пористостью плотность угля истинная (без пор) и кажущаяся (с порами) сильно различаются.

По химическому составу древесный уголь – это органическое вещество, состоящее из углерода, водорода и кислорода, массовая доля которых в угле зависит от конечной температуры пиролиза. При повышении температуры доля углерода увеличивается, а кислорода и водорода падает. В зависимости от сорта, марки и назначения древесного угля содержание нелетучего углерода колеблется от 68 – 77 до 90 – 95 %. В угле также содержится до 3 % минеральных примесей.

Полимерные пластины на основе отходов пенополиуретанов получают методом литья под давлением горячей смеси, включающей расплав вторичного полимерного сырья и модификаторы, с формованием пластин в специальных пресс-формах.

В качестве вторичного полимерного сырья используют отходы полиуретана производства обувных предприятий.

Полиуретановый компонент в условиях литья под давлением обеспечивает формирование эластичной полимерной матрицы, сохраняющей основные свойства исходных полиуретанов обувного назначения

С целью модификации свойств полимерных композиций применяли дополнительные ингредиенты: масло индустриальное, стеарат кальция (твердый пластификатор композиции) и древесный уголь.

При добавлении масла индустриального обеспечивается функция пластификации полимерной матрицы с целью регулирования течения расплава, а также смазывание компонентов композита с целью облегчения их взаимного агломерирования.

Применение стеарата кальция обеспечивает реализацию функции твердой смазки полимеров, а также повышает устойчивость вторичных полимеров к термоокислению.

Древесный уголь применялся в качестве наполнителя.

Приготовление смеси компонентов заключается в их механическом смешении – совмещение компонентов композиций.

Рецептурные составы композиций представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Рецептурные составы композиций

№ рецептуры	Состав
1	ППУ + стеарат Ca (0,5%)+ масло (5%)+ дрeв. уголь (5%)
2	ППУ + стеарат Ca (0,5%)+ масло (5%)+ дрeв. уголь (10%)
3	ППУ + стеарат Ca (0,5%)+ масло (10%)+ дрeв. уголь (10%)

Указанные в таблице 1 композиции подготавливали следующим образом:

- отходы ППУ дробили на измельчителе;
- смешивали в лопастной мешалке;
- готовые композиции пропускали через экструдер;
- подготовленную композицию перед литьем дробили до размеров гранул (2-4) мм.

Процесс литья пластин и подошв производили на машине Main Group SP345/3.

Физико-механические показатели пластин из композиций представлены в таблице 2.

Толщина образцов варьируется, это может происходить из-за неточного изготовления пресс-форм или усадки материала. Значение показателя плотности находится в допустимых пределах и соответствуют подобным изделиям из ППУ. Значения твердости находится в пределах значений ТЭП, ТПУ. Относительное удлинение при разрыве должно быть не менее 200%, все исследуемые образцы имеют значение ниже допустимого. Предел прочности находится в значениях ТЭП (2-3 МПа). Сопротивление к истиранию должно быть не менее 2,5 Дж/мм³ (резины), однако все образцы имеют значения ниже.

Полученные материалы можно использовать в качестве промежуточного слоя подошв, а также вкладышей в каблучную её часть. Эти решения позволяют существенно снизить себестоимость подошв и частично использовать отходы обувного производства

Т а б л и ц а 2 – Результаты испытаний физико-механических свойств пластин

Показатели	Номер композиции		
	1	2	3
Толщина, мм	5,9	5,6	5,7
Плотность, г/см ³	1,0	1,0	1,0
Твердость по Шору А, усл.ед.	82	81	82
Разрывная нагрузка, Н	62	51	59
Относительное удлинение при разрыве, %	70	53	71
Предел прочности, МПа	2,6	2,2	2,6
Сопротивление к истиранию, Дж/мм ³	1,2	1	1,5

Таким образом, наполнители используют для улучшения эксплуатационных свойств композиции, придавая им различные свойства и снижают стоимость материала. Введение наполнителя регулирует также технологические свойства композиции и облегчает их переработку. Важная роль в производстве материалов принадлежит активным наполнителям, способствующим усилению прочностных и улучшению специфических свойств эластомеров. Древесный уголь, как замена технического углерода, не способствует усилению прочностных свойств, но улучшает реологические свойства при литье композиции.

Библиографический список

1. Бобович Б.Б. Переработка промышленных отходов: учеб. для вузов. – М.: СП Интермет Инжиниринг, 1999. – 445 с.
2. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов: моногр. / А.Н. Буркин [и др.]. – Витебск: УО «ВГТУ», 2001. – 173 с.
3. Карабанов П.С. Полимерные материалы для деталей низа обуви: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по напр. подгот. «Технология, конструирование изделий и материалы лёгк. пром-сти». – М.: КолосС, 2008. – 167 с.

УДК 685.54:339.74

О КРИТЕРИЯХ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

¹А. И. Киселева, ²И. Н. Мальцев, ³В.Т. Прохоров.

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

¹ Бакалавр