

В качестве сушильного агента использовали нагретый воздух, а в качестве пористого дисперсного материала – окрашенный силикагель КСМГ со средним диаметром частиц $3 \cdot 10^{-3}$ м. Высоту слоя материала изменяли от 0,04 м до 0,125 м. Температуру воздуха – от 40 до 125 °С. Величину массового расхода воздуха изменяли от $0,6 \cdot 10^{-3}$ до $2,18 \cdot 10^{-3}$ кг/с. Схема установки, ее описание и принцип работы представлены в работе [1].

Опытные данные математически обработаны и получена зависимость для расчета коэффициента массоотдачи:

$$\beta_V = 0,66 \cdot \frac{\omega}{H} \cdot t^{0,273} \cdot u_h^{-0,134}, \quad (9)$$

где t – температура воздуха, °С; u_h – начальное влагосодержание материала, кг/кг_{с.м.}

Из зависимости (9) видно, что теоретический вывод подтверждается опытными данными.

Список использованных источников

1. Протасов, С. К., Боровик, А. А., Вилькоцкий, А. И., Матвейко, Н. П. Исследование массоотдачи в конвективной сушилке // Химическая промышленность. – № 5. – 2015. – С. 120–122.

УДК 685.34.08

ПОЛУЧЕНИЕ ПОДОШВ ИЗ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ С ВОЛОКНИСТЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

Радюк А.Н., асп., Буркин А.Н., проф.

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

Ключевые слова: технология, переработка отходов, полиуретановые композиции, свойства.

Реферат. В работе представлен анализ технологий и методов переработки полимерных отходов. Рассматривается технология получения материалов и деталей низа обуви на основе отходов полиуретанов с добавлением в их состав ингредиентов, модифицирующих свойства и снижающих себестоимость изделий. Использование в качестве наполнителя волокнистых отходов позволяет создать новые материалы с заданными свойствами, достаточными для производства подошвенных материалов. Приведены результаты изготавления материалов и экспериментальных образцов подошв из отходов производства.

Все технологии переработки подразделяются на две группы: индустриальные и утилизационные. Индустриальные технологии аналогичны технологиям, применяемым для первичного сырья, а утилизационные – специальные технологии переработки вторичного сырья, в частности, отходов синтетических полимеров и полимерных композиций [1, 2]. Данные технологии позволяют осуществить переработку отходов большинства полимерных материалов.

В настоящее время основными направлениями переработки отходов обувных пенополиуретанов (ППУ) являются регенерация отходов ППУ способом деструкции, с помощью диспергирования и термомеханическим методом [3, 4]. При переработке ППУ возможно протекание вторичных реакций, например, образование аллофанатов и биуретов. Именно по этой причине отходы ППУ необходимо подвергать такому технологическому процессу, который полностью изменит молекулярную структуру и обеспечит повторное использование этих отходов. Наиболее рациональным путем переработки таких отходов является термомеханический метод. Данный метод заключается в разрушении отходов ППУ и преобразовании их в новый материал.

Для получения подошв в качестве основного компонента использовали вторичное полимерное сырьё в виде отходов ППУ. В условиях литья под давлением он обеспечивает фор-

мирование эластичной полимерной матрицы, сохраняющей основные свойства полиуретанов обувного назначения. В качестве дополнительных ингредиентов использовали масло индустриальное, стеарат кальция и волокнистые отходы в виде наполнителя.

Технология получения полиуретановых композиций для низа обуви с волокнистым наполнителем включает в себя следующие этапы: сортировка, измельчение, смешивание, гранулирование и литье.

Первый этап должен проводиться более тщательно с целью разделения по группам отходов и по внешнему виду: литниковые отходы, брак, облой, выпрессовки, несортировая продукция, межлекальные и межшаблонные мостики листовых материалов, сливы, брак и пыль, образующаяся после фрезерования уреза подошв или двоения материалов и др.

Второй этап является обязательным и наиболее ответственным в технологическом процессе. От измельчения зависит возможность дальнейшей переработки отходов в изделие и области их применения. В настоящее время разработано большое число различных типов оборудования для измельчения отходов. При выборе того или иного типа необходимо учитывать ряд факторов, главными из которых являются вид и характер отходов, их размеры и количество, необходимая степень измельчения и конечный размер дробленого материала. Отходы предварительно накапливали в специальных ящиках, откуда поступали на операцию измельчения, осуществляющую на измельчителе универсальном роторном ИУР 200В, который предназначен для измельчения отходов полимерных и других материалов, используемых вторично. При этом следует учесть то, что процесс измельчения должен обеспечить равномерную размерность частиц – отходы ППУ дробили до размеров (5–7) мм. Далее измельченные отходы смешивают в лопастной мешалке с другими ингредиентами при следующем соотношении компонентов, мас. частей: отходы ППУ 100; стеарат кальция 0,5; масло индустриальное – 1–5; волокнистый наполнитель – 0–1,5. Данный этап предназначен для предварительного равномерного распределения компонентов.

Гранулированию подвергали высушенный дробленый материал с размером частиц менее 15 мм в любом направлении. Переработку полимерного термопластичного материала осуществляли с помощью шнекового экструдера ЭШ-80Н4, на котором можно перерабатывать полиуретаны, ПВХ, термоэластопласти (ТЭП) и др. [5–7]. Гранулирование осуществляется при температурах от 145 °С до 165 °С с получением гранул размером 2–4 мм. Высушенные гранулы упаковали в герметичную приемную тару.

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 [8,9]. Основные режимы литья композиции: температура по зонам: 1 – 140–155 °С, 2 – 145–160 °С; время подачи материала – 15–20 с; выдержка – 240 с.

В результате проведенной апробации была получена композиция, обладающая неплохими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Были проведены испытания материалов, а также отлиты подошвы.

Для оценки качества полученных материалов и подошв определяли физико-механические и эксплуатационные показатели в соответствии с ГОСТ на методы испытания. Были определены твердость (ГОСТ 263-75 «Резина. Метод определения твердости по Шору А»), плотность (ГОСТ 267-73 «Резина. Методы определения плотности»), средняя толщина пластины (измерялась толщиномером по ГОСТ 11358-89 «Толщиномеры и стекломеры индикаторные с ценой деления 0,01 и 0,1 мм. Технические условия»), относительное удлинение (ГОСТ 270-75 «Резина. Метод определения упругопрочных свойств при растяжении»), сопротивление истиранию (ГОСТ 426-77 «Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении»).

Твердость исследуемого материала без использования наполнителя составила 80 у.е., плотность 1,03 г/см³ при средней толщине 6,2 мм. Условная прочность составила 1,67 МПа, относительное удлинение 88 %, а сопротивление истиранию 6,43 Дж/мм³.

В результате исследования установлено, что для получения подошвенного материала с наилучшими показателями содержание кнопа должно составлять 1 мас.ч. по отношению к

отходам ППУ. Твердость материала из отходов ППУ с волокнистым наполнителем составила 78 у.е., плотность 1,02 г/см³ при средней толщине 6,4 мм. Условная прочность составила 2,83 МПа, относительное удлинение 204 %, а сопротивление истиранию 6,37 Дж/мм³.

В таблице 1 представлены свойства подошв, отлитых в процессе производственной апробации. Также в таблице представлены данные по свойствам кожволона, к которым близки физико-механические свойства экспериментальных образцов подошв [10] (вывод сделан на основе анализа свойств различных материалов, применяемых в качестве подошвенных материалов).

Таблица 1 – Свойства подошв с волокнистым наполнителем

Показатели	Образцы подошв	Кожволон
Плотность, г/см ³	1,03	1,1
Твердость по Шору А, усл. ед.	82	80–95
Условная прочность, МПа, не менее	5,0	6,0
Относительное удлинение при разрыве, %	160	180
Сопротивление истиранию, Дж/мм ³	5,9	5,1

Анализ данных таблицы показывает, что подошвы из отходов обладают достаточно хорошими физико-механическими свойствами: относительно высокой плотностью, твердостью и прочностью. Одними из важных свойств любого материала являются свойства, проявляющиеся при его эксплуатации. Подошвы из отходов имеют высокие значения сопротивления истиранию и значительно превосходят по этому показателю кожволон. При этом следует отметить, сопротивление истиранию является определяющим для применения подобных материалов в качестве наружных деталей низа обуви.

Таким образом, в настоящей работе определены основные этапы технологического процесса получения полиуретановых композиций для низа обуви с волокнистым наполнителем. Реализация данной технологии способствует получению материалов из отходов ППУ с волокнистым наполнителем, соответствующих по свойствам материалам, применяемым для низа обуви – кожволону и могут быть использованы для деталей низа обуви в качестве подошвенных материалов.

Список использованных источников

1. Лотош, В. Е. Экология природопользования. из-во Ур. гос. эконом. ун-та, 2000. – 540 с.
2. Радюк, А. Н. Модификация порообразователями отходов пенополиуретанов / А. Н. Радюк, А. Н. Буркин, В. М. Шаповалов, С. В. Зотов, К. В. Овчинников // Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг : сб. науч. тр. / редкол.: В. Т. Прохоров [и др.]. – Шахты : ИСОИП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2017. – С. 272–279.
3. Буркин, А. Н. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов: монография / А. Н. Буркин / 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.
5. Экструдер для переработки отходов пенополиуретана : пат. У 170 Республика Беларусь : МПК: C08G 18/00. А. Н. Буркин, В. В. Савицкий, К. С. Матвеев, О. В. Стайнов, А. К. Новиков ; заявитель и патентообладатель УО «Витебский государственный технологический университет» : – № 19990140 ; заявл. 1999.12.28 ; опубл. 2000.09.30.
6. Способ переработки отходов пенополиуретана : пат. 6172 С2 Республика Беларусь, МПК C 08 J 5/06, 11/12 ; А. Н. Буркин, К. С. Матвеев; заявитель и патентообладатель ВГТУ. – № а 19991172 ; заявл. 28.12.99 ; опубл. 30.06.04. Бюл. № 2.
7. Буркин, А. Н. Установка для переработки отходов пенополиуретанов / А. Н. Буркин, В. К. Смелков, К. С. Матвеев // Тезисы докладов Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы науки, техники и экономики легкой промышленности», Москва, 19–21 апреля 2000 г. – Москва, 2000. – С. 94.

8. Static machines for the production of one-colour soles in compact and expanded thermoplastic materials for any type of footwear, with or without inserts (leather insoles, welts and heel bands, etc.) [электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://www.maingroup.com/eng/index.php?p=sp-45-termo> – дата доступа 12.10.2018.
9. Радюк, А. Н. Опыт использования отходов производства для изготовления деталей низа обуви (на примере СООО «Белвест») / А. Н. Радюк, Н. С. Ковалев // Материалы докладов Международной научно-практической конференции «Переработка отходов текстильной и легкой промышленности: теория и практика», УО «ВГТУ», Витебск, ноябрь 2016 г. – Витебск, 2016. – С. 54–58.
10. Карабанов, П. С. Полимерные материалы для деталей низа обуви: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Технология, конструирование изделий и материалы легкой промышленности». – Москва: КолосС, 2008. – 167 с.

УДК 662.758.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БИОДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ И ИХ СМЕСЕЙ

Спиридонов А.В.¹, доц., Сафонова Е.В.¹, доц., Урванцев В.В.², инж.

¹*Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк, Республика Беларусь,*

²*Instrumentation Scientific de Laboratory, Франция*

Ключевые слова: биодизельное топливо, фракционный состав, кипение.

Реферат. Актуальность работы заключается в том, что в последнее время в мире увеличивается производство биотоплива и биотопливных добавок в существующие виды топлива, в частности растительного масла в дизельное топливо. Как правило, это сопряжено с возникновением ряда трудностей при анализе качества топливных смесей, так как они образуют азеотропную смесь. Изучены особенности перегонки азеотропных смесей дизельного топлива с растительным маслом. Для определения зависимостей температур кипения от концентрации были взяты смеси дизельного топлива и растительного масла различной концентрации и произведена их фракционная перегонка на приборах стандартной дистилляции AD86 5G и микродистилляции PMD-100. Проведены исследования эффективности применения и свойств биодизельных топливных композиций. Представлен фракционный состав этих топлив. Приведены основные характеристики и мировой опыт использования отходов растительных масел.

Истощение нефтяных месторождений и продолжающийся рост цен на нефть и нефтепродукты делают неизбежным все более широкое использование в дизельных двигателях биотоплив на основе растительных масел. Перевод дизелей на биотоплива позволит не только обеспечить замещение топлив нефтяного происхождения топливами, производимыми из возобновляемых сырьевых ресурсов, но и заметно снизить токсичность отработавших газов и улучшить экологическую ситуацию в городах и сельской местности [1–3].

Идея использовать растительные масла в качестве топлив для дизельных двигателей была выдвинута еще при создании первых таких моторов. Однако с освоением нефтяных запасов в XX веке более выгодным оказалось топливо из нефти. Сейчас биодизельное топливо часто отождествляют с рапсовым маслом, которое действительно стало основным сырьевым источником «биодизеля» в Европе. Однако биодизельное топливо можно получать и из других масел, например, подсолнечного, пальмового или соевого. Любое биодизельное топливо представляет собой смесь растительных масел. В растительном содержатся жиры – эфиры жирных кислот с глицерином. В Европе основным биодизельным топливом стал метиловый эфир рапсового масла.

Растительные масла и их эфиры, как и спирты, отличаются агрессивностью ко многим материалам, традиционно используемым в двигателях и топливной системе автомобилей. В последние годы большинство европейских производителей выпускают машины, допускающие использование смесей нефтяного топлива с биодизельным в количестве 5–20 %. Добав-