

Материалы для деталей низа обуви с использованием в качестве основного компонента отходов полиуретана

А.Н. Радюк^а, Н.В. Цобанова^б

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

E-mail: ^аana.r.13@mail.ru, ^бTsobanova.Nadi@yandex.ru

Аннотация. В статье представлена технология получения материалов и изделий для низа обуви, состоящая из следующих этапов: предварительная сортировка и очистка, измельчение, смешивание, гранулирование, литье. С использованием разработанной технологии производства получены пластины. Анализ свойств полученных материалов соответствует требованиям нормативно-технической документации, а их значения близки к используемым в настоящее время материалам в обувной промышленности.

Ключевые слова: переработка отходов, технология, методы исследования, свойства, статистическая обработка.

Materials for Parts of the Shoe Bottom with Polyurethane as the Main Component

A. Radyuk^a, N. Tsobanova^b

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

E-mail: ^aana.r.13@mail.ru, ^bTsobanova.Nadi@yandex.ru

Annotation. The article presents the technology of obtaining materials and products for the shoe bottom. The technology consists of the following stages: pre-sorting and cleaning, grinding, mixing, granulating, casting. Using the developed production technology, plates were obtained. Analysis of the properties of the materials meet the requirements of regulatory and technical documentation. Property values are close to the materials currently used in the footwear industry.

Key words: waste processing, technology, research methods, properties, statistical processing.

В последние годы кожевенно-обувная промышленность столкнулась с проблемой обеспечения предприятий качественным сырьем и снижением уровня импортозависимости по данному показателю. В связи с этим одной из важнейших проблем белорусской обувной отрасли является конкурентоспособность на фоне импорта. Это связано с тем, что большинство импортной обуви имеет более низкие цены и более широкий ассортимент.

В настоящее время в связи с дефицитом и высокой стоимостью натурального сырья для производства деталей обуви, с необходимостью постоянного обновления ассортимента изготавливаемой продукции, возникает проблема поиска альтернативных сырьевых источников для кожевенно-обувной промышленности.

Целью данной работы является получение материалов для низа обуви с требуемым уровнем потребительских свойств и невысокой стоимостью. Задачи, решаемые в представленной работе: разработать технологию получения материалов и деталей низа обуви, провести исследования физико-механических и эксплуатационных свойств пластин с

использованием отходов производства и обосновать возможность их дальнейшего использования.

Объектом исследования являются полимерные материалы на основе отходов производства. Предмет исследования – прогнозирование и улучшение их физико-механических и эксплуатационных свойств.

Научная новизна работы заключается в получении новых композиционных материалов для деталей низа обуви с использованием отходов производства. Практическая значимость заключается в:

- получении материалов на основе вторичного полиуретана с физико-механическими и эксплуатационными свойствами, соответствующими подобным материалам;
- снижении себестоимости обуви (социальный эффект);
- снижении количества ввозимого из-за рубежа полиуретана (импортозамещение);
- частичной утилизации отходов производства (экологический эффект).

Анализ литературных источников показал, что комплекс свойств, которыми обладают полиуретаны, представляет особый интерес для обувной

промышленности, поэтому значительный объем этих материалов используется в производстве обуви. В настоящее время весь объем полиуретанов, используемых в производстве обуви, покупается за рубежом. В процессе производства полиуретанового низа обуви образуются различные виды отходов – выпрессовки, литники и бракованные подошвы, которые в дальнейшем могут быть использованы для создания новых полимерных материалов для низа обуви [1, 2].

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА

Полученные материалы представляют собой многокомпонентную систему, состоящую из

полимерной основы и различных ингредиентов [3], выбор которых позволяет достичь определенные свойства и влияет на разработку рецептуры композиции. В качестве основного компонента пластин использовали вторичное полимерное сырьё в виде отходов полиуретана производства обувных предприятий г. Витебска, представленного в таблице 1.

Техническая задача, на решение которой направлено применение компонента: в условиях литья под давлением обеспечивается формирование эластичной полимерной матрицы, сохраняющей основные свойства исходных полиуретанов обувного назначения.

Таблица 1 – Вторичное полимерное сырьё в виде отходов полиуретанов [4]

Наименование отходов	Код	Класс опасности
Отходы пенополиуретана (ППУ)	5711011	3
Отходы термопластичного полиуретана	5711019	–
Микст полиуретановых отходов	5711019	–

С целью повышения технологичности переработки материала и модификации свойств полимерных композиций применяли дополнительные ингредиенты: масло индустриальное (ТУ 0253-003-71148628-2005), подвергнутое фильтрованию от различного рода включений размером более 0,5 мм.

Техническая задача, на решение которой направлено применение масла: обеспечивается функция пластификации полимерной матрицы с целью регулирования течения расплава, а также смазывание компонентов композита с целью облегчения их взаимного агломерирования.

Технология получения материалов и изделий для низа обуви включает в себя следующие этапы: предварительная сортировка и очистка, измельчение, смешивание, гранулирование и литье. Схема технологии представлена на рисунке 1.

Первый этап проводится для разделения отходов по группам и по внешнему виду: литниковые отходы, брак, облой, выпрессовки, несортная продукция, межлекальные и межшаблонные мостики листовых материалов, сливы, брак и пыль, образующаяся после фрезерования уреза подошв или двоения материалов и др.

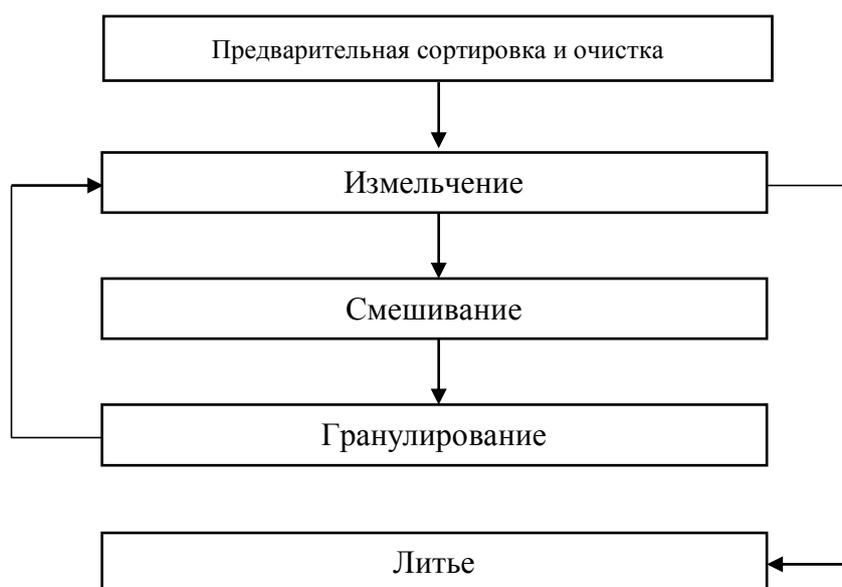


Рисунок 1 – Схема технологии получения материалов и изделий

Второй этап осуществляется 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 (измельченные отходы ППУ представлены на рисунке 2).



Рисунок 2 – Измельченные отходы ППУ

Этап смешивания необходим для предварительного равномерного распределения компонентов. Приготовление смеси компонентов заключалось в их механическом смешении – совмещение компонентов композиций. Вторичное полимерное сырье смешивалось с индустриальным маслом.

Гранулированию подвергали высушенный дробленый материал на шнековом экструдере ЭШ-80Н4, на котором можно перерабатывать полиуретаны, ПВХ, термоэластопласты (ТЭП) и др. [5]. Гранулирование осуществлялось при температурах от 140 °С до 160 °С. Производительность экструдера до 25 кг/ч.

Подготовленную композицию перед литьем дробили до размеров гранул (2–4) мм. Высушенные гранулы упаковали в герметичную приемную тару.

Заключительным этапом технологического процесса использования отходов является переработка гранулята в изделия или литье. Для литья изделий использовали трехпозиционный литьевой агрегат SP 345-3 фирмы Main Group [6]. 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 были получены материалы (пластины), проведены испытания их физико-механических и эксплуатационных свойств.

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

При обосновании методов испытаний полученных материалов были проанализированы стандарты, распространяющиеся на материалы для низа обуви.

Список показателей качества низа обуви для синтетических материалов представлен в ГОСТ 4.387-85 «Система показателей качества продукции. Синтетические материалы для низа обуви. Номенклатура показателей». Однако данные показатели не являются общепризнанными, так как в различных источниках информации, касающейся обувной промышленности, выделяют другие показатели.

Основные показатели для материалов для низа обуви согласно действующим ТНПА являются показатели назначения, устойчивости к внешним воздействиям и технологичности (усадка). Анализ данных показателей представлен в [7]. Также в настоящее время основополагающим для оценки качества полимерных материалов для низа обуви считается ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности». Так основными требованиями являются: обеспечение механической, биологической и химической безопасности, то есть требования к физико-механическим свойствам подошвенных материалов, описанных в ТНПА.

В связи с тем, что в данных ТНПА прописаны лишь технические условия, а не методы оценки свойств материалов для низа обуви, то в качестве нормативной базы для анализа физико-механических показателей используют ГОСТ 7926-75 «Резина для низа обуви. Методы испытаний». Данный стандарт определяет перечень физико-механических показателей, характеризующих свойства материалов и методы проведения испытаний.

В связи с тем, что стандарты, устанавливающие требования к подобным материалам из отходов, в настоящее время отсутствуют, то для оценки качества полученных материалов определяли следующие показатели: толщина, плотность, твердость, относительное удлинение при разрыве, прочность, сопротивление истиранию, сопротивление многократному изгибу.

Объем выборки, как правило, превышал тот, который изложен ниже в технических нормативных правовых актах (ТНПА) и составил 12–15 образцов для определения каждого показателя.

Для проведения испытаний образцы отбирают по ГОСТ 269-66 «Резина. Общие требования к проведению физико-механических испытаний». Поверхность образцов не должна иметь надрывов, царапин, вздутий, шероховатостей, повреждений и других дефектов, видимых визуально. Кроме того, образцы, за исключением полученных из пористых материалов, не должны иметь пор. Образцы подвергают испытанию не ранее чем через 16 ч и не позднее 28 суток после изготовления. Изделия и образцы, изготовленные из них, испытывают не ранее, чем через 16 ч и не позднее, чем через 3 мес. Допускается проводить испытания через другие промежутки времени. Перед испытанием образцы или пластины, из которых их вырубают, кондиционируют при температуре (23±2) °С не менее 1 ч. При кондиционировании образцы должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей. Допускается

кондиционировать образцы при температуре $(27 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Толщина образцов определяется толщиномером по ГОСТ 11358-89 «Толщиномеры и стенкомеры индикаторные с ценой деления 0,01 и 0,1 мм. Технические условия» и выражается в миллиметрах. Толщину образцов измеряют не менее чем в трех точках. За результат принимают среднее арифметическое всех измерений.

Плотность образцов определяется в соответствии с ГОСТ 267-73 «Резина. Методы определения плотности» путем взвешивания пластинок материалов с заданными геометрическими размерами, то есть определенного объема. Плотность определяли по формуле (1) в г/см^3 .

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где m – масса образца,
 V – его объём.

Твердость материалов является одной из важнейших характеристик. Обычно для обувных материалов она определяется по Шору А в соответствии с ГОСТ 263-75 «Резина. Метод определения твердости по Шору А» следующим образом: испытуемый образец в виде пластины или шайбы с параллельными плоскостями помещают на гладкую горизонтальную поверхность, а твердомер устанавливают на образец без толчков и ударов в перпендикулярном положении так, чтобы опорная поверхность площадки соприкасалась с образцом. Отсчет значения твердости производят по шкале прибора по истечении 3 секунд с момента прижатия прибора к образцу. Твердость измеряют не менее чем в трех точках в разных местах образца, при этом расстояние между точками измерений должно быть не менее 5 мм, а расстояние от любой точки измерения до края образца – не менее 13 мм. За результат испытания принимают среднее арифметическое всех измерений, округленное до 1,0. Допускаемое отклонение каждого измерения от среднего арифметического значения не должно превышать ± 3 единицы.

Исследования прочностных характеристик образцов материалов проводили в соответствии с ГОСТ 270-75 «Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении». Настоящий стандарт устанавливает метод определения упруго-прочностных свойств при растяжении по показателям: прочности при растяжении, относительному удлинению при разрыве и т. д. Сущность метода заключается в растяжении образцов с постоянной скоростью до разрыва и измерении силы при заданных удлинениях и в момент разрыва и удлинения образца в момент разрыва. Образцы для испытания должны иметь форму двусторонней лопатки. Рабочий участок отмечают на узкой части образца с помощью параллельных меток. Метки в виде штрихов шириной не более 0,5 мм. Толщина образцов должна быть от 4 до 6 мм, причем величина ее, измеряемая в разных местах одного образца, не должна отличаться от заданной более чем

на $\pm 0,2$ мм. Толщину образцов измеряют толщиномером по ГОСТ 11358-74 с ценой деления шкалы 0,01 мм и измерительной силой от 80 до 200 гс. Толщину образцов лопаток измеряют на рабочем участке не менее чем в трех точках. За результат измерения принимают среднее арифметическое всех измерений. За ширину рабочего участка образца лопатки принимают расстояние между режущими кромками ножа в его узком участке. Испытания проводят при температуре $23 \pm 2^\circ\text{C}$ и скорости движения подвижного зажима 500 ± 50 мм/мин. Допускается проводить испытания при повышенных температурах. Испытания проводятся следующим образом: образец в форме лопатки закрепляют в захватах разрывной машины по установочным меткам так, чтобы ось образца совпадала с направлением растяжения, проверяют нулевые установки приборов, измеряющих силу и удлинение, и приводят в действие механизм растяжения, в момент разрыва образца фиксируют силу и расстояние между метками. Для испытания применяют разрывную машину, устанавливая расстояние между зажимами, равное длине рабочего участка образца – 47 мм.

Условную прочность (f_p) в МПа (Н/см^2) образцов лопаток вычисляют по формуле (2)

$$f_p = \frac{P_p}{d \cdot b_0}, \quad (2)$$

где P_p – сила, вызывающая разрыв образца, Н;

d – среднее значение толщины образца до испытания, см;

b_0 – ширина образца до испытания, см.

Относительное удлинение (ε_p) при разрыве образцов лопаток в процентах вычисляют по формуле (3)

$$\varepsilon_p = \frac{l_p - l_0}{l_0} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где l_p – расстояние между метками в момент разрыва образца, мм;

l_0 – расстояние между метками образца до испытания, мм.

За результат испытаний принимают среднее арифметическое показателей всех испытанных образцов одного изделия. Если результаты испытаний отклоняются от средней величины прочности более чем на $\pm 10\%$, то их не учитывают, и среднее арифметическое вычисляют из оставшихся образцов, число которых должно быть не менее трех.

Одним из основных эксплуатационных показателей для наружных деталей обуви является устойчивость к истиранию. Известные методы распространяются на натуральную кожу для низа обуви и резину. Тем не менее, они достаточно достоверно могут оценивать этот показатель для большинства материалов низа. Для оценки сопротивления истиранию использовали методику ГОСТ 426-77 «Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении» на приборе МИ-2. Настоящий стандарт распространяется

на резину и устанавливает метод испытания ее на сопротивление истиранию в воздушно-сухом состоянии. Метод заключается в определении потери толщины образцов, периодически прижимаемых с заданным усилием к истирающей поверхности вращающегося диска прибора. Сущность методики испытания в следующем: два образца испытуемой резины с рабочей площадкой 20x20 мм закрепляют в рамках-держателях прибора, притирают их и испытывают в течение 300 секунд при нормальной силе на два образца, равной 26 Н (2,6 кгс). Сопротивление истиранию (β) в Дж/мм³ (кгс·м/см³) вычисляют по формулам, приведенным в стандарте. За результат испытания принимают среднее арифметическое не менее трех значений показателей, отличающихся от среднего не более чем на 10 %. Если результаты испытаний отличаются от среднего значения более чем на 10 % и после обработки осталось менее трех показателей, испытание повторяют и за результат испытаний принимают среднее арифметическое результатов удвоенного количества испытанных образцов.

Устойчивость к многоцикловым и изгибающим воздействиям проводилась в соответствии ГОСТ ISO 17707-2015 «Обувь. Методы испытаний подошв. Сопротивление многократному изгибу». Образцы подошвы, изготовленные путем отлива, подвергаются испытанию не ранее, чем через 16 часов после изготовления. Перед проведением испытания образцы нумеруются на неходовой поверхности. Образцы перед испытанием выдерживаются в помещении в течение 1 часа при температуре окружающей среды. Испытания проводили на установке, которая снабжена автоматическим устройством для подсчета циклов изгиба. Машина рассчитана на одновременное испытание трех образцов. Частота изгиба составляет 140 циклов/мин. Машина обеспечивает изгиб образца на угол 90±2°. Испытания образцов проводили с предварительным проколом материала. По линии пучков образца при помощи копы делается два прокола глубиной 10 мм. Проколы наносятся одним

ударом на расстоянии 5-12 мм от уреза пластины перпендикулярно продольной оси образца. Проколы при этом должны находиться на равноудаленном расстоянии от зажимов. Для измерения длины прокола применяется металлическая линейка по ГОСТ 427-75 «Линейки измерительные металлические. Технические условия». Образцы устанавливаются в машину и закрепляются зажимами без натяжения и изгиба в вертикальном положении. Закрепление образца в каждом зажиме производится при помощи двух болтов, что обеспечивает их надежное закрепление и не допускает выползания образцов в процессе испытания. Зажимы расположены параллельно друг другу и в процессе испытания совершают возвратно-поступательное движение в одной плоскости. После каждых 10000 циклов изгиба машину отключают и производится замер длины проколов (при образовании в процессе испытания трещин не по проколу, производится также замер длины трещин). Сопротивление образцов разрастанию прокола при многократном изгибе определяется числом изгибов в циклах, которое выдерживает образец до разрастания прокола более 6 мм. За результат испытания принимается значение показателя по наихудшему из образцов. При получении неудовлетворительных результатов проводятся повторные испытания на удвоенной выборке.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ

В производственных условиях отлили 5 пластин размерами 261,5±1,5×227×6,8 мм и массой 457,2±15,4 г, из которых в дальнейшем выкраивали по 12–15 образцов для каждого вида испытаний. Средние значения свойств пластин представлены в таблице 2.

Также в таблице приводятся данные по свойствам монолитных резин, к которым близки физико-механические свойства полученных пластин. Вывод сделан на основе анализа свойств различных материалов, применяемых в качестве подошвенных материалов.

Таблица 2 – Свойства пластин

Пластины	S, мм	ρ , г/см ³	H, усл. ед.	f_p , МПа	ϵ_p , %	Θ , %	β , Дж/мм ³	N, тыс. циклов
1	6,8	1,2	77,4	6,0	278	23	7,4	30
2	6,6	1,2	77,1	5,9	269	20	6,8	30
3	6,7	1,15	77,3	5,6	266	20	6,6	30
4	7,0	1,1	77,1	5,7	278	19	7,0	30
5	6,9	1,1	78,2	5,5	276	22	7,2	30
Монолитные резины	–	1,1-1,3	75,0-85,0	4,5	170	20	2,5	15

S – толщина, 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

Из данных таблицы 2 видно, что:

- толщина образцов варьируется незначительно;
- значение показателя плотности находится в допустимых пределах;
- значения твердости находятся в пределах, указанных для подобных материалов. Показатель твердости характеризует, кроме того, амортизационные свойства материалов, однако количественное его измерение не определено и с ним тесно связано другое физико-механическое свойство полимерных подошвенных материалов – сопротивление истиранию;
- условная прочность – одна из наиболее важных прочностных характеристик материалов. Условная прочность при растяжении пластины должна быть не ниже 4,5 (как для монолитных резин) и не более 8,0 Мпа (значение ТПУ). Образцы пластин обладают высокими прочностными характеристиками;
- относительное удлинение при разрыве должно быть не менее 200 % для подошвенных материалов. Все исследуемые образцы имеют значение выше как допустимого, так и для монолитных резин;
- сопротивление к истиранию должно быть не менее 2,5 Дж/мм³ (резины). Образцы пластин имеют

высокие эксплуатационные свойства. Это свойство является определяющим для применения подобных материалов в качестве наружных деталей обуви;

- сопротивление многократному изгибу является важным показателем, но достаточно сложно оценимым, поскольку методы испытаний предполагают многократное изгибание материалов на угол 90°, что при носке изделия осуществляется крайне редко. Считается, что если материал выдерживает более 30000 циклов изгибов, то это достаточно.

Статистическую обработку результатов испытания физико-механических свойств полученных материалов проводят по ГОСТ 269-66 «Резина. Общие требования к проведению физико-механических испытаний» и вычисляют следующие характеристики: среднее арифметическое результатов испытаний (\bar{X}), оценку среднего квадратического отклонения результатов испытаний (S), коэффициент вариации результатов испытания (v), величину (ϵ), относительное отклонение (β) в процентах (табл. 3–5).

Таблица 3 – Статистическая обработка результатов испытания твердости полученных материалов

Композиция	\bar{X}	S	v	ϵ	β	С Р = 95 % значения находятся
1	77,4	0,5	0,7	0,4	0,5	77,4±0,4
2	77,1	0,7	0,9	0,5	0,7	77,1±0,5
3	77,3	0,7	0,9	0,5	0,7	77,3±0,5
4	77,1	0,5	0,6	0,3	0,4	77,1±0,3
5	78,2	0,6	0,7	0,4	0,5	78,2±0,4

Таблица 4 – Статистическая обработка результатов испытания условной прочности полученных материалов

Композиция	\bar{X}	S	v	ϵ	β	С Р = 95 % значения находятся
1	6,0	0,4	6,8	3,8	63,4	6,0±3,8
2	5,9	0,5	7,9	4,4	74,7	5,9±4,4
3	5,6	0,5	9,0	5,0	88,5	5,6±5,0
4	5,7	0,4	7,2	4,0	70,9	5,7±4,0
5	5,5	0,3	6,0	3,3	60,2	5,5±3,3

Таблица 5 – Статистическая обработка результатов испытания относительного удлинения полученных материалов

Композиция	\bar{X}	S	v	ϵ	β	С Р = 95 % значения находятся
1	278	21,1	7,6	4,2	1,5	278±4,2
2	269	35,2	13,1	7,3	2,7	269±7,3
3	266	35,3	13,3	7,4	2,8	266±7,4
4	278	22,9	8,3	4,6	1,7	278±4,6
5	276	22,1	8,0	4,5	1,6	276±4,5

Таким образом, физико-механические и эксплуатационные свойства пластин с использованием отходов ППУ имеют достаточно близкие значения к материалам, применяемым в обувном производстве, а именно монолитной резине. Поэтому полученные материалы могут быть использованы для изготовления материалов и деталей для низа обуви для производства подошв, каблучков и набоек.

В дальнейшем возможно получение полимерных композиций с заданными технологическими и эксплуатационными свойствами путем наполнения представленных выше композиций. При этом введение наполнителей способствует не только улучшению эксплуатационных свойств композиций, но и снижает стоимость материала, регулирует технологические свойства и облегчает их переработку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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. Корнев, А. Е. Технология эластомерных материалов : учебник / А. Е. Корнев, А. М. Буканов, О. Н. Шевердяев. – Москва : Истек, 2009. – 472 с.
4. Классификатор отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iso14000.by/library/low/waste/303>. – Дата доступа: 12.01.2019.
5. Технопарк [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://technopark-vitebsk.by/working/services/waste-recycl#экструзионное-оборудование>. – Дата доступа: 12.01.2019.
6. 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: 12.01.2019.
7. Радюк, А. Н. Анализ показателей качества материалов для низа обуви / А. Н. Радюк, Н. В. Цобанова // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности : материалы докладов международной научно-технической конференции, посвященной Году науки, Витебск, 21-22 ноября 2017 г. / УО "ВГТУ". – Витебск, 2017. – С. 290-292.

REFERENCES

1. Shoe materials from polyurethane foam waste : monograph / A. N. Burkin [and others]. – Vitebsk, 2001. – 173 p.
2. Processing of solid waste of footwear enterprises in Vitebsk : monograph / A. N. Burkin [et al]. – Vitebsk, 2000. – 118 p.
3. Kornev, A. E. Technology of elastomeric materials : textbook / A. E. Kornev, and A. M. Bukanov, O. N. Sheverdyayev. – Moscow : Expired, 2009. – 472 p.
4. Waste classifier [Electronic resource]. – Mode of access: <http://iso14000.by/library/low/waste/303>. – Date of access: 12.01.2019.
5. Technopark [Electronic resource]. – Mode of access: <http://technopark-vitebsk.by/working/services/waste-recycl#экструзионное-оборудование>. – Date of access: 12.01.2019.
6. 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.) [Electronic resource.] – Mode of access: <http://www.maingroup.com/eng/index.php?p=sp-45-termo>. – Date of access: 12.01.2019.
7. Radyuk, A. N. Analysis of quality indicators of materials for the bottom of shoes / A. N. Radyuk, N. V. Tsobanova // Innovative technologies in textile and light industry : proceedings of the international scientific and technical conference devoted to the Year of science, Vitebsk, November 21-22, 2017 / UO «VSTU». – Vitebsk, 2017. – P. 290-292.

SPISOK LITERATURY

1. Obuvnye materialy iz othodov penopoliuretanov : monografija / A. N. Burkin [i dr.]. – Vitebsk, 2001. – 173 s.
2. Pererabotka tverdyh othodov obuvnyh predpriyatij g. Vitebska : monografija / A. N. Burkin [i dr.]. – Vitebsk, 2000. – 118 s.
3. Kornev, A. E. Tehnologija jelastomernyh materialov : uchebnik / A. E. Kornev, A. M. Bukanov, O. N. Sheverdjaev. – Moskva : Istek, 2009. – 472 s.
4. Klassifikator othodov [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://iso14000.by/library/low/waste/303>. – Data dostupa: 12.01.2019.
5. Tehnopark [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://technopark-vitebsk.by/working/services/waste-recycl#jekstruzionnoe-oborudovanie>. – Data dostupa: 12.01.2019.

6. 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.) [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.maingroup.com/eng/index.php?p=sp-45-termo>. – Data dostupa: 12.01.2019.

7. Radjuk, A. N. Analiz pokazatelej kachestva materialov dlja niza obuvi / A. N. Radjuk, N. V. Cobanova // Innovacionnye tehnologii v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti : materialy dokladov mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, posvjashhennoj Godu nauki, Vitebsk, 21-22 nojabrja 2017 g. / UO «VGTU». – Vitebsk, 2017. – S. 290-292.

Статья поступила в редакцию 20.02.2019