

Вкладыш для низа обуви с использованием отходов обувной и меховой промышленности

А.Н. Радюк^а, Т.О. Андреева, И.А. Буланчиков, А.Н. Буркин
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
^аЕ-mail: ana.r.13@mail.ru

Аннотация. В статье представлен состав и технология получения вкладыша для низа обуви, приводится описание основных ингредиентов и этапов технологии. Проведены исследования его физических свойств. Анализ свойств и структуры полученных вкладышей показал, что они близки к используемым в настоящее время вкладышам на обувных предприятиях.

Ключевые слова: отходы полиуретана, отходы овчины, переработка отходов, технология, вкладыш, методы исследования, свойства, статистическая обработка.

Filler for the Shoe Bottom Using Waste from the Footwear and Fur Industry

A. Radyuka^a, T. Andreeva, I. Bulanchikov, A. Burkin
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
^aE-mail: ana.r.13@mail.ru

Abstract. The article presents the composition and technology for producing a filler for the shoe bottom. A description of the main ingredients and stages of technology is given. Studies of its physical properties have been carried out. The analysis of the properties and structure of the produced fillers showed that they are close to the currently used fillers at shoe factories.

Keywords: polyurethane waste, sheepskin waste, waste processing, technology, filler, research methods, properties, statistical processing.

ВВЕДЕНИЕ

Для предприятий обувной и меховой промышленности, решение проблемы вовлечения в производство отходов предприятий имеет практическую значимость. Это связано с тем, что сырье и материалы в себестоимости продукции составляет более 70 % и замена их вторичным сырьем повлечет за собой снижение себестоимости продукции.

Вопросы переработки и рационального использования отходов обувного и мехового производства в последние годы является крайне актуальными во всем мире. Это объясняется образованием большого количества отходов в результате производства, которые сами по себе являются ценным материалом для переработки. Значительная часть отходов ещё не нашла применения и вывозится на полигоны для захоронения, что приводит к значительным материальным потерям и загрязнению окружающей среды.

Ежегодно безвозвратно теряются десятки тысяч тонн отходов, поэтому крайне важной задачей является наиболее полное использование и

переработка отходов обувного и мехового производства.

В связи с этим, целью данной работы является получение вкладыша для низа обуви на основе отходов обувной и меховой промышленности по структуре и свойствам, близким к изготавливаемому в настоящее время на предприятии СООО «Белвест».

Объектом исследования является вкладыш для низа обуви на основе отходов различных производств.

Предметом исследования является физические свойства и структура вкладыша, а также наличие связи компонентов между собой.

Научная новизна работы заключается в получении вкладыша для низа обуви с использованием отходов производства со свойствами и структурой, соответствующими подобным материалам.

Анализ литературных источников показал, что в настоящее время разработана технология переработки пенополиуретановых отходов и отходов верхнего кожевенного сырья в изделие «вкладыш на низ обуви» [1, 2], известны несколько вариантов изготовления вкладыша для низа обуви.

По первому варианту вкладыш размещен в пяточной части следа и выполнен из отходов обувного

производства, являющихся связующим компонентом и отходов кожи (картона, или тканых и нетканых материалов, или резиновой крошки), являющихся наполнителем [3].

По второму варианту – вкладыш для низа обуви изготовлен из отходов производства, а именно отходов искусственных кож с поливинилхлоридным или полиэфируретановым покрытием [4], взятых в следующем соотношении, мас. %: отходы искусственных кож – не менее 60; отходы обувного производства – остальное.

Сравнительный анализ вкладышей представлен в работе [5].

Известен вариант использования картона при изготовлении вкладыша для обуви метода горячей вулканизации. В качестве измельчителя использовали дробилку роторно-ножевого типа. На таком оборудовании можно осуществлять дробление отходов картона до частиц с размерами от 1 до 5 мм. Такие размеры частиц достаточны для изготовления вкладыша в обувь метода горячей вулканизации. Размолотый картон смешивали с сырой резиной в

следующих сочетаниях: сырая резиновая смесь – 50–80 мас.ч.; отходы картона – 20–50 мас.ч. После формования образцов производили вулканизацию в термостате при $t = 180 \pm 5^\circ \text{C}$ в течение 10 мин. Через сутки пролежки образцов определяли их твердость. Все значения твердости находились в пределах 70–85 усл. единиц. Было замечено, что с увеличением содержания картона твердость несколько возрастает.

РАЗРАБОТКА СОСТАВА ВКЛАДЫША

На основе анализа ингредиентов, используемых для производства изделия «вкладыш на низ обуви», выявлено, что основными из них являются связующий компонент в виде отходов обувного производства и наполнитель, в качестве которого могут выступать любые виды отходов.

В качестве связующего компонента предлагается использовать вторичное полимерное сырьё в виде отходов полиуретана производства обувных предприятий г. Витебска, представленное на рисунке 1.



Рисунок 1 – Отходы полиуретана

В качестве наполнителя для производства вкладыша предлагается использовать отходы овчины меховой и шубной, образующиеся на УПП «Витебский меховой комбинат». Такой выбор связан с тем, что в среднем за год на УПП «Витебский меховой комбинат» образуется около 80 тонн отходов

производства, из которых порядка 35 % представляют собой необработанные шкуры.

Сырьё данного типа включает различные группы шкур овец: тонкорунных, полутонкорунных и полугрубых и представлено на рисунке 2.



Рисунок 1 – Отходы овчины

В качестве пластификатора в составе вкладыша использовали масло индустриальное – вариант масло трансмиссионное ТМ 5-18 (TAD-17) (ТУ 0253-003-71148628-2005), подвергнутое фильтрованию от различного рода включений размером более 0,5 мм. Масло способствовало снижению содержания полимера в смеси, позволяет облегчить переработку, способствует упрочнению компонентов и снижению твердости материала. Рецептурный состав вкладыша составлял 60 мас. ч. отходов овчины на 40 мас. ч.

отходов пенополиуретана (образец 1), 50 мас. ч. на 50 мас. ч. (образец 2) и 60 мас. ч. отходов пенополиуретана на 40 мас. ч. отходов овчины (образец 3).

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА

Технология получения вкладыша для низа обуви включает в себя следующие этапы: сортировка, измельчение, смешивание, гранулирование и литье. Схема технологии представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Технология получения вкладыша для низа обуви

Представленная технология является безотходной, так как остатки полотна заново перерабатываются.

Апробация получения вкладыша проходила на производственном оборудовании предприятия ООО «Белвест».

Измельчение отходов осуществляется с помощью однороторной дробилки Alpine A 40/63-5-3 [6], мощность 30 кВт и частотой вращения ножевого ротора 900 об/мин.

Далее измельченные отходы смешивают с другими ингредиентами. Смешивание предназначено для предварительного равномерного распределения компонентов. Для этого чаще всего применяют лопастные мешалки.

Затем смесь засыпается в экструдер для переработки отходов ЭШ-75 [7], где происходит частичная деструкция отходов, пластикация, смешивание и последующее их продавливание через формообразующую фильеру. Результатом работы экструдера является получение профильного изделия. Профиль изделия определяется сменной формообразующей оснасткой. Технические характеристики экструдера: тип привода – механический, мощность привода – 4,0 кВт, количество зон терморегуляции – 4.

На выходе из экструдера матрица придает материалу нужную форму, полученное полотно складывается на стеллаж, далее из полотна резак

вырубается вкладыш, а остатки полотна заново перерабатываются.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ

Для определения методов испытаний полученных материалов были проанализированы стандарты, распространяющиеся на материалы для низа обуви, а также основные показатели, определяемые для оценки качества полученных ранее вкладышей для низа обуви. В результате анализа выявлено, что в качестве

нормативной базы для анализа физико-механических показателей на большинстве обувных предприятий используют ГОСТ 7926-75 «Резина для низа обуви. Методы испытаний» [8]. Данный стандарт определяет перечень физико-механических показателей, характеризующих свойства материалов и методы проведения испытаний. Основными показателями, которые позволяют оценить качество вкладышей в большинстве случаев являются показатели плотности и твердости, методика определения которых представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Методика определения плотности и твердости вкладышей для низа обуви

Наименование показателя	Методика	Прибор
Плотность [9]	<p>Определяется путем взвешивания пластинок материалов с заданными геометрическими размерами, то есть определенного объема.</p> <p>Плотность определяли по формуле в г/см³</p> $\rho = \frac{m}{V}$	Весы лабораторные электронные РА DWAG тип WLC 6/12/F1/K
Твердость [10]	<p>Испытуемый образец помещают на горизонтальную поверхность, а твердомер устанавливают на образец в перпендикулярном положении. Твердость измеряют не менее чем в трех точках в разных местах образца. За результат принимают среднее арифметическое всех измерений. Допускаемое отклонение каждого измерения от среднего арифметического значения не должно превышать ±3 единицы</p>	Твердомер тип 2033 ТИР

Статистическую обработку результатов испытания проводят по ГОСТу 269-66 «Резина. Общие требования к проведению физико-механических испытаний» [11] и вычисляют следующие характеристики: среднее арифметическое результатов испытаний (\bar{X}), оценку среднего квадратического отклонения результатов испытаний (S), коэффициент вариации результатов испытания (v), значение, равное половине доверительного интервала (ε), относительное отклонение (β).

Исследование структуры вкладышей проводили с помощью микроскопа BestScope BPM-130 USB Portable Digital Microscope [12], представленного на рисунке 4. Анализ включал в себя исследование однородности структуры полученных вкладышей, выявления адгезионной связи и наличия либо отсутствия внутренних дефектов.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ

В производственных условиях предприятия ООО «Белвест» были получены образцы вкладышей двух различных составов, а также «эталонный» образец вкладыша, производимый на предприятии, включающий в себя 1 мас. ч. отходов пенополиуретан + 1 мас. ч. первичного пенополиуретана + 3 мас. ч. отходов кожи. Средние значения свойств полученных вкладышей представлены в таблице 2.



Рисунок 4 – Микроскоп BestScope BPM-130 USB Portable Digital Microscope

Таблица 2 – Свойства вкладышей

Вкладыш	Плотность, г/см ³	Твердость, усл. ед.
Образец 1	0,86	40
Образец 2	0,96	50
Образец 3	1,00	65
«Эталон» вариант СООО «Белвест»	1,06	75

Из данных таблицы 2 видно, что наилучшим вариантом вкладыша, близким по свойствам «эталону» является образец 3, в составе которого минимальное содержание отходов овчины.

При этом необходимо отметить, что плотность образцов не сильно варьирует, а вот твердость

изменяется в значительных пределах. Статистическая обработка результатов испытания твердости полученных вкладышей представлена в таблице 3.

Структура «эталонного» образца вкладыша и наилучшего полученного образца представлена на рисунках 5–6 соответственно.

Таблица 3 – Статистическая обработка результатов испытания твердости вкладышей

Композиция	\bar{X}	S	ν	ϵ	β	С Р = 95 % значения находятся
1	50,3	9,0	18,0	6,5	12,9	50,3 ± 6,5 (43,8 – 56,8)
2	39,6	5,0	12,6	3,6	9,0	39,6 ± 3,6 (36,0 – 43,2)
3	64,5	7,9	12,3	5,7	8,8	64,5 ± 5,7 (58,8 – 70,2)



Рисунок 5 – Структура «эталонного» образца вкладыша



Рисунок 6 – Структура наилучшего полученного образца вкладыша

По анализу рисунков 5 и 6 выявлено, что: – «эталонный» образец характеризуется тесной связью компонентов структуры, отходы кожи находятся внутри структуры, однако кое-где

наблюдаются и небольшие пустоты между компонентами структуры, и неровности на обеих поверхностных сторонах, данный образец имеет химическую теорию адгезии;

– наилучший образец вкладыша характеризуется тесной связью, волокна овчины спутываются между собой, что способствует укреплению образца, поверхностные стороны образца гладкие, блестящие, данный образец имеет химическую теорию адгезии;

– у обоих образцов внутренних дефектов в виде расслоений, трещин, разломов не выявлено.

В рамках работы также произведена апробация вкладышей на прочность сцепления с литевой композицией для изготовления подошв, которая показала, что данные вкладыши имеют достаточную степень адгезии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработана технология и рецептура вкладыша в пяточную часть подошвы. В состав композиции для вкладыша вводили стеарат кальция, масло индустриальное, отходы пенополиуретана в качестве основного компонента и отходы овчины в качестве наполнителя. Полученные образцы вкладыша исследовали по двум показателям:

плотность и твердость. В результате анализа установлено, что имеют достаточно близкие значения к вкладышу, производимому на предприятии СООО «Белвест». Анализ структуры и произведенная апробация вкладышей на прочность сцепления с литевой композицией для изготовления подошв показали, что они имеют достаточную степень адгезии.

В дальнейшем возможно получение вкладышей низкой плотности, что может быть достигнуто путем введения целевых добавок, оказывающих влияние как на технологический процесс экструзии, так и на структуру композита. Это могут быть низкоплавкие термопласты (для облегчения компаундирования компонентов и придания формоустойчивости изделию), пористые материалы (для привнесения в систему низкоплотной фазы), жидкие и твердые пластификаторы (для облегчения контакта частиц компонентов и повышения текучести смеси), порофоры (для снижения плотности) и т. п.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов / А. Н. Буркин [и др.]; УО «ВГТУ». – Витебск : ВГТУ, 2001. – 173 с.
2. Буркин, А. Н. Переработка твердых отходов обувных предприятий г. Витебска / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, В. К. Смелков ; ВГТУ. – Витебск : ВГТУ, 2000. – 118 с.
3. Низ обуви : патент 3361 Респ. Беларусь : МПК6 А 43В 13/04, А 43В 21/00 / Н. В. Мартынов, Н. С. Ковальков, В. В. Залесский, Д. Р. Амирханов, К. С. Матвеев, В. В. Савицкий, А. Л. Коваленко, О. В. Стайнов, В. В. Пятов, О. Н. Ахтанин ; заявитель и патентообладатель Витебский гос. технол. ун-т, ООО «Предприятие МАРКО». – № 970168 ; заявл. 24.03.1997 ; опубл. 30.06.2000, Бюл. № 2 (25).
4. Вкладыш для низа обуви : патент 7134 Респ. Беларусь : МПК7 С 08J 11/04, А 43В 13/42 / А. Н. Буркин, О. И. Трофименко, К. С. Матвеев ; заявитель и патентообладатель УО «Витебский государственный технологический университет», ОАО «Лидская обувная фабрика». – № а 20000975 ; заявл. 27.10.2000 ; опубл. 30.06.2005, Бюл. № 2 (45).
5. Материалы и технологии получения изделий на основе отходов полиуретанов / А. Н. Радюк [и др.] // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2020. – № 1 (38). – С. 100–112.
6. Trading machines and plastics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.schulzpartnerinternational.de/en/granulators.html?order=new&item=3776&action=details>. – Дата доступа 01.10.2020.
7. Экструдеры шнековые для предприятий легкой промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://technoparkvitebsk.by/working/suggestions/oborudovanie/11-extruders>. – Дата доступа: 01.10.2020.
8. ГОСТ 7926-75 Резина для низа обуви. Методы испытаний. – Взамен ГОСТ 7926-56 ; введ. 30.06.1976. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1998. – 8 с.
9. ГОСТ 267-73 Резина. Методы определения плотности. – Взамен ГОСТ 267-60 ; введ. 01.01.1975. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.
10. ГОСТ 263-75 Резина. Метод определения твердости по Шору А. – Взамен ГОСТ 263-53 ; введ. 01.01.1977. – Москва : Государственный комитет по стандартам, 1988. – 7 с.
11. Резина. Общие требования к проведению физико-механических испытаний : ГОСТ 269-66. – Взамен ГОСТ 260-53 ; введ. 30.06.1966. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 10 с.
12. Микроскоп [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bestmicroscope.net/sdp/1115062/4/pd5293202/83230462855876/BestScope_USB_digital_microscope_BP-M-130.html. – Дата доступа 01.10.2020.

REFERENCES

1. Shoe materials from waste polyurethane foam / A. N. Burkin [et al.]; UO "VSTU". – Vitebsk : VSTU, 2001. – 173 p.
2. Burkin, A. N. Solid waste processing of shoe enterprises in Vitebsk / A. N. Burkin, K. S. Matveev, V. K. Smelkov ; VSTU. – Vitebsk : VSTU, 2000. – 118 p.

3. Bottom of shoes : patent 3361 Rep. Belarus: MPK6 A 43B 13/04, A 43B 21/00 / N. V. Martynov, N. S. Kovalkov, V. V. Zalessky, D. R. Amirhanov, K. S. Matveev, V. V. Savitsky A. L. Kovalenko, O. V. Stainov, V. V. Pyatov, O. N. Akhtanin; applicant and patentee Vitebsk state. technol. un-t, LLC "Enterprise MARKO". – №. 970168 ; declared 03.24.1997 ; publ. 06/30/2000, Bul. №. 2 (25).

Insert for the bottom of the shoe : patent 7134 Rep. Belarus: MPK7 C 08J 11/04, A 43B 13/42 / A. N. Burkin, O. I. Trofimenko, K. S. Matveev ; applicant and patentee of UO "Vitebsk State Technological University", OJSC "Lida Shoe Factory". – № a 20000975 ; declared 10/27/2000 ; publ. 30.06.2005, Bul. №. 2 (45).

5. Materials and technologies for producing products based on polyurethane waste / A. N. Radyuk [et al.] // Bulletin of the Vitebsk State Technological University. – 2020. – №. 1 (38). – P. 100–112.

6. Trading machines and plastics [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.schulzpartnerinternational.de/en/granulators.html?order=new&item=3776&action=details>. – Date of access 01.10.2020.

7. Screw extruders for light industry enterprises [Electronic resource]. – Access mode: <http://technoparkvitebsk.by/working/suggestions/oborudovanie/11-extruders>. – Date of access: 01.10.2020.

8. GOST 7926-75 Rubber for shoe bottoms. Test methods. – Instead of GOST 7926-56 ; entered 06/30/1976. – Moscow : IPK Publishing house of standards, 1998. – 8 p.

9. GOST 267-73 Rubber. Density determination methods. – Instead of GOST 267-60 ; entered 01/01/1975. – Moscow : IPK Publishing house of standards, 2001. – 6 p.

10. GOST 263-75 Rubber. Method for determination of Shore A hardness. – Instead of GOST 263-53 ; entered 01/01/1977. – Moscow : State Committee for Standards, 1988. – 7 p.

11. Rubber. General requirements for physical and mechanical tests : GOST 269-66. – Instead of GOST 260-53 ; entered 06/30/1966. – Moscow : IPK Publishing house of standards, 2001. – 10 p.

12. Microscope [Electronic resource]. – Access mode : http://www.bestmicroscope.net/sdp/1115062/4/pd5293202/83230462855876/BestScope_USB_digital_microscope_BP_M-130.html. – Date of access 01.10.2020.

SPISOK LITERATURY

1. Obuvnye materialy iz othodov penopoliuretanov / A. N. Burkin [i dr.] ; UO "VGTU". – Vitebsk : VGTU, 2001. – 173 s.

2. Burkin, A. N. Pererabotka tverdyh othodov obuvnyh predpriyatij g. Vitebska / A. N. Burkin, K. S. Matveev, V. K. Smelkov ; VGTU. – Vitebsk : VGTU, 2000. – 118 s.

3. Niz obuvi : patent 3361 Resp. Belarus' : MPK6 A 43B 13/04, A 43B 21/00 / N. V. Martynov, N. S. Koval'kov, V. V. Zalesskij, D. R. Amirhanov, K. S. Matveev, V. V. Savickij, A. L. Kovalenko, O. V. Stajnov, V. V. Pjatov, O. N. Ahtanin ; zjavitel' i patentoobladatel' Vitebskij gos. tehnol. un-t, OOO "Predpriyatje MARKO". – № 970168 ; zjavl. 24.03.1997 ; opubl. 30.06.2000, Bjul. № 2 (25).

4. Vkladysh dlja niza obuvi : patent 7134 Resp. Belarus' : MPK7 C 08J 11/04, A 43B 13/42 / A. N. Burkin, O. I. Trofimenko, K. S. Matveev ; zjavitel' i patentoobladatel' UO «Vitebskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet», OAO «Lidskaja obuvnaja fabrika». – № a 20000975 ; zjavl. 27.10.2000 ; opubl. 30.06.2005, Bjul. № 2 (45).

5. Materialy i tehnologii poluchenija izdelij na osnove othodov poliuretanov / A. N. Radjuk [i dr.] // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – 2020. – № 1 (38). – S. 100–112.

6. Trading machines and plastics [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.schulzpartnerinternational.de/en/granulators.html?order=new&item=3776&action=details>. – Data dostupa 01.10.2020.

7. Jekstrudery shnekovye dlja predpriyatij legkoj promyshlennosti [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://technoparkvitebsk.by/working/suggestions/oborudovanie/11-extruders>. – Data dostupa: 01.10.2020.

8. GOST 7926-75 Rezina dlja niza obuvi. Metody ispytanij. – Vzamen GOST 7926-56 ; vved. 30.06.1976. – Moskva : IPK Izd-vo standartov, 1998. – 8 s.

9. GOST 267-73 Rezina. Metody opredelenija plotnosti. – Vzamen GOST 267-60 ; vved. 01.01.1975. – Moskva : IPK Izd-vo standartov, 2001. – 6 s.

10. GOST 263-75 Rezina. Metod opredelenija tverdosti po Shoru A. – Vzamen GOST 263-53 ; vved. 01.01.1977. – Moskva : Gosudarstvennyj komitet po standartam, 1988. – 7 s.

11. Rezina. Obshhie trebovanija k provedeniju fiziko-mehaničeskikh ispytanij : GOST 269-66. – Vzamen GOST 260-53 ; vved. 30.06.1966. – Moskva : IPK Izdatel'stvo standartov, 2001. – 10 s.

12. Mikroskop [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.bestmicroscope.net/sdp/1115062/4/pd5293202/83230462855876/BestScope_USB_digital_microscope_BP_M-130.html. – Data dostupa 01.10.2020.

Статья поступила в редакцию 28.04.2020