

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

685.34.08

УДК 658.34.08

№ госрегистрации 1998831

Инв. № \_\_\_\_\_

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной

работе ВГТУ

С.М. Литовский

\_\_\_\_\_ 1998 г.



**ОТЧЕТ**

**О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**

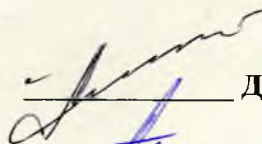
г/б N 251

**«Разработка технологии получения профилактики для обуви из отходов  
полиуретана методом экструзии»**

**(заключительный)**

Научный руководитель,  
К.т.н., доцент

Начальник НИС ВГТУ

  
\_\_\_\_\_

**Д.Р. Амирханов**

  
\_\_\_\_\_

**С.А. Беликов**

*Витебск, 1998*

Библиотека ВГТУ



## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

1. Научный руководитель

к.т.н., с.н.с.



Д.Р. АМИРХАНОВ

2. Ответственный исполнитель, н.с.



К.С. МАТВЕЕВ

3. Научный сотрудник



В.В. САВИЦКИЙ

4. Научный сотрудник



В.В. ПЯТОВ

5. Научный сотрудник



О.Н. АХТАНИН

6. Лаборант



О.В. СТАЙНОВ

7. Лаборант



О.А. ПАФЕРОВА

Нормоконтролер



О.Н. АХТАНИН



## РЕФЕРАТ

Отчет 70 с., 10 рис., 5 фото, 6 табл., 61 источник

РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА,  
ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ, ШНЕКОВЫЙ ЭКСТРУДЕР,  
ЭКСТРУЗИЯ, ПРОКАТКА

Разработанная технологическая схема процесса переработки отходов пенополиуретана может быть использована на обувных предприятиях, применяющих метод жидкого формования низа на обуви.

Минимальные капиталовложения позволяют наладить выпуск продукции, которая может использоваться как в процессе изготовления обуви, так и при ее ремонте.

Технологический процесс переработки состоит из процесса измельчения отходов, их термомеханической деструкции на шнековом экструдере и процесса формообразования на двухвалковом каландре в полосу определенных размеров.

Экологический эффект заключается в возможности рециклинга отходов, неперерабатываемых традиционными методами.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	05
1. СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА И ПОЛУЧЕНИЯ ПЛАСТИН.....	08
1.1. Способы переработки отходов пенополиуретана.....	08
1.2. Способы получения профилактики (рифленых пластин).....	16
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ РАСПЛАВА С ПОСЛЕДУЮЩИМ ФОРМООБРАЗОВАНИЕМ В ИЗДЕЛИЕ ТИПА ПРОФИЛАКТИКИ.....	20
2.1. Предварительная технологическая схема процесса переработки пенополиуретановых отходов.....	20
2.2. Анализ оборудования для измельчения и выбор оптимального варианта.....	21
2.3. Анализ оборудования для осуществления термомеханической деструкции и выбор оптимального варианта.....	25
2.4. Анализ оборудования для получения пластин методом каландрования. Выбор оптимального варианта.....	28
3. РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФОРМООБРАЗУЮЩЕГО УЗЛА.....	35
4. ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СКОРОСТНОГО И ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМОВ ЭКСТРУЗИИ И ФОРМООБРАЗОВАНИЯ.....	47
4.1. Оптимизация скоростного и температурного режимов экструзии.....	47
4.2. Оптимизация скоростного и температурного режимов формообразования.....	51
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПЛАСТИН.....	54
5.1. Методика проведения и результаты испытаний.....	54
5.1.1. Испытания образцов на сопротивление истиранию.....	54
5.1.2. Определение твердости материалов.....	56
5.1.3. Определение физико-механических свойств материала при растяжении.....	58
5.2. Обсуждение результатов испытаний экспериментальных образцов.....	60
6. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ.....	64
7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
8. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	65

## ВВЕДЕНИЕ

Химизация – важнейшее направление технического прогресса в обувном производстве. Это, пожалуй, единственный путь резкого повышения производительности труда, расширения ассортимента и улучшения качества обуви. Применение синтетических материалов, обладающих принципиально новыми свойствами, ведет к коренной ломке старых технологических процессов и к созданию новых технологий, что в свою очередь открывает широкие возможности в области экономии материалов и автоматизации производства [1].

Разнообразие природных и климатических условий областей и регионов, повышение качества жизни, различные виды деятельности и досуга, а также возрастающее влияние моды, предъявляют высокие требования к ассортименту обуви и ее обновлению. Эти проблемы решаются с использованием разнообразных синтетических материалов для низа обуви [2].

Наиболее перспективными из синтетических материалов являются пенополиуретаны. Это связано с тем, что такие элементы модной обуви как подошвы большого объема с высокой платформой, компактными каблуками, т.е. с достаточно малой массой, наиболее рационально можно изготавливать только из пенополиуретанов. Кроме того, пенополиуретаны являются полимерными материалами, свойства которых можно относительно легко варьировать в широких пределах с учетом конкретных условий применения [3].

Именно этим объясняется широкое применение, начиная с 1972/73 гг., новых видов формуемых эластичных пенополиуретанов – так называемых «интегральных» пенополиуретанов, дающих при формовании изделия мелкопористую структуру с плотной наружной оболочкой.

Преимуществами «интегральных» эластичных пенополиуретанов перед другими материалами, используемыми для изготовления подошв обуви, являются:

- Износостойкость (в том числе при низкой температуре);
- Стойкость к действию растворителей;

- Возможность непосредственного литья подошв на верх обуви;
- Низкая температура переработки;
- Меньшее потребление энергии по сравнению с вулканизацией или литьем под давлением;
- Легкость.

Получение пенополиуретанов основано на взаимодействии ди- и полиизоцианатов с полиэфирполиолами, содержащими две или более гидроксильных групп в молекуле [4, 5, 6, 7].

Сущность метода жидкого формования низа на обуви заключается в том, что синтез полимера и изготовление низа с одновременным его прикреплением к верху обуви производится в одном цикле. В пресс-форму заливают жидкие полиуретановые компоненты. В результате химической реакции образуется эластичный пенополиуретановый материал (низ обуви), который тут же приклеивается к затяжной кромке заготовки верха обуви. В зависимости от компонентов смеси может быть получен как пористый, так и не пористый низ обуви [8]. Таким образом, технико-экономическая эффективность метода складывается из технико-экономических показателей ряда производств, входящих в производственный цикл. А поскольку жидкое формование микропористого низа на обуви позволяет ликвидировать процесс синтеза каучука для низа обуви, процесс изготовления резиновых деталей из сырых резиновых смесей, процесс изготовления клеев, само приклеивание подошв, то экономический эффект от применения пенополиуретанов оказывается достаточно существенным [9]. И то, что в настоящее время все крупные Витебские обувные предприятия перешли на изготовление низа обуви из пенополиуретанов, наилучшее подтверждение эффективности процесса.

Однако широкая химизация обувного производства имеет одну отрицательную сторону, избежать которой невозможно. Этот недостаток присущ любому росту производства и потребления пластических масс – *непрерывное увеличение количества их отходов*. Количество отходов пенополиуретанов составляет примерно 10% от их общего производства [10], а отходы обувной промышленности, получаемые при переработке полиуретанов, составляют приблизительно 3-5% и получают главным образом за счет заусенцев, литников и отделки [11].

В настоящее время, как это будет показано ниже, существует много способов утилизации отходов пенополиуретана. Однако практически все они основаны на химических процессах деструкции и разложения. Все эти процессы требуют сложного аппаратного обеспечения и становятся эффективными только при больших объемах отходов.

Действительность же диктует необходимость создания технологий эффективных при малых объемах производства. Так, например, объемы образующихся отходов за год на Витебских обувных фабриках следующие:

- АО «КРАСНЫЙ ОКТЯБРЬ» - 7 ÷ 10 т;
- СП «БЕЛВЕСТ» - 12 ÷ 15 т;
- ООО «Предприятие МАРКО» - 10 ÷ 13 т.

В то же время характер этих отходов таков, что вывоз их на свалку запрещен. В результате все эти отходы скапливаются на складских помещениях фабрик.

Процесс утилизации полиуретана является технически и экономически особо сложным по сравнению с другими пластическими материалами. Проблемность переработки непосредственно связана с преимуществами пенополиуретанов по сравнению с другими пластмассами, используемыми в обувном производстве. Это их повышенная износостойкость, высокая устойчивость к гидролитическому старению, устойчивость почти ко всем агрессивным средам (органическим растворителям, маслам, углеводородам), стойкость к естественным процессам уничтожения (гниению, выветриванию, растворению).

Поэтому такие способы ~~уничтожения как захоронение, затопление, сжигание~~ или пиролиз непригодны. Кроме того, их использование приводит к загрязнению окружающей среды, а термоокислительная деструкция полиуретанов сопровождается образованием ядовитых газов. Кроме того, стоимость уничтожения полиуретанов в 6 – 8 раз превышает расходы на обработку и уничтожение большинства промышленных отходов и в 3 раза – на уничтожение бытовых отходов. В связи с этим целесообразнее использовать отходы полиуретанов как дополнительный источник сырья [12].

## 8. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вейнберг И.А. Новое в производстве обуви высокого качества методом жидкого формования. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 52 с.
2. Новое в технологии получения микроячеистых полиуретановых подошв. «Промышленность искусственных кож и пленочных материалов». Труды ЦНИИИТЭИ легкой промышленности. – М, 1990. №2.
3. Солодихин Н.И., Набер Б. ППУ в обувной промышленности ГДР. – Пластические массы, 1979. №11.
4. Абрамов С.А., Шмелева Л.П., Гоммен Р.А. О разработке полиуретановых систем для формования низа обуви. – Кожевенно-обувная промышленность, 1983. №8.
5. Тарасов Н.П., Вейнберг И.А. Лоев Л.М. Производство обуви на пенополиуретановом низе за рубежом. Труды ЦНИИИТЭИ легкой промышленности. – М, 1972.
6. Вейнберг И.А. Совершенствование технологии производства низа на обуви из полимерных материалов. - Кожевенно-обувная промышленность, 1983. №8.
7. Александров К.Н., Фрейдчейм К.И., Алексеенко В.И., Михайлов В.А. Полиуретаны в производстве искусственных материалов для одежды и обуви. – М.: Легкая индустрия, 1977. – 256 с.
8. Зыбин Ю.П. и др. Технология изделий из кожи. Учебник для студентов вузов легкой промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1975.
9. Шварц А.С., Гвоздев Ю.М. Химическая технология изделий из кожи. Учебное пособие для студентов вузов легкой промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 240 с.
10. Гриценко Т.М., Матюшов В.Ф., Степаненко Л.В. Способы утилизации отходов полиуретанов. – Пластические массы, 1980. №7.
11. Рисайклинг. Лим Шутехнологи. Гезельшафт м. б. х. Проспект, 1985.



12. Вильниц С.А., Очкур И.С. Проблемы вторичного использования пластических масс. – Пластические массы, 1978. №3.
13. Патент США № 4025559.
14. Патент США № 4035314.
15. Патент США № 3404103.
16. Патент Японии № 50-3668.
17. Патент ФРГ № 1152253.
18. Родиенко Н.Ю. и др. Развитие производства и потребления полиуретановых материалов за рубежом. – Пластические массы, 1988. №10.
19. Патент ФРГ № 2429437.
20. Калашников В.Г. и др. Переработка отходов искусственных кож и других полимерных материалов. - Кожевенно-обувная промышленность, 1983. №3.
21. Альтзицер В.С., Красовский В.Н., Меерсон В.Д. Производство обуви из полимерных материалов/ Под. ред В.А. Берестнева. – Л.: Химия, 1987. – 232 с.
22. Патент ФРГ № 1219437.
23. Патент ФРГ № 2546815.
24. Еремеев В.С. и др. Получение порошков термопластичных эластомеров. - Кожевенно-обувная промышленность, 1983. №7.
25. Панов В.Ф. и др. Регенерация отходов производства полиуретановых подошв. - Кожевенно-обувная промышленность, 1985. №5.
26. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
27. Гоммен Р.А. и др. Развитие производства эластичных ППУ в СССР. – Пластические массы, 1990. №8.
28. Патент ФРГ № 2540934.

29. Островский В.С. и др. Использование производственных полиэфирных отходов в народном хозяйстве. - Кожевенно-обувная промышленность, 1980. №11.
30. Патент ФРГ № 3602753.
31. Еремеев В.С., Барамбойм Н.К. Механомодификация отходов подошвенных полиуретанов. - Кожевенно-обувная промышленность, 1983. №9.
32. Кирьянов Г.Л., Еремеев В.С., Барамбойм Н.К. Регенерация отходов производства полиуретановых изделий. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1985.
33. Еремеев В.С., Кирьянов Г.Л., Саутин Б.В. использование продуктов механодиспергирования отходов полиуретанов в подошвенных композициях. – В сб. «Развитие и совершенствование технологии полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. – М.: МТИЛП, 1981.
34. Алексеев Ю.И. Опыт работы по экономному расходованию сырьевых и материальных ресурсов. - Кожевенно-обувная промышленность, 1984. №1.
35. Регра рециклинг ГмбШ. Проспект, 1995.
36. Щедрина В.П. и др. Способы утилизации отходов пластических масс. – Пластические массы, 1980. №12.
37. Олейник Н.Н. и др. Технология комплексного использования первичного и вторичного полиэфируретанового сырья. - Кожевенно-обувная промышленность, 1985. №9.
38. Островский В.С. и др. Износоустойчивые набойки из полиэфируретановых отходов. - Кожевенно-обувная промышленность, 1982. №6.
39. Шварц А.С., Кондратьков Е.Ф. Современные материалы и их применение в обувном производстве. – М.: Легкая индустрия, 1978. – 224 с.

40. Савицкий В.В., Пятов В.В, Ахтанин О.Н., Матвеев К.С. Стайнов О.В. Разработка технологии переработки отходов обувного производства. Отчет о научно-исследовательской работе. – Витебск, 1997.
41. Савицкий В.В., Пятов В.В., Амирханов Д.Р., Ахтанин О.Н., Матвеев К.С., Беликов С.А., Стайнов О.В., Голубев А.Н. Разработка и изготовление опытного образца экструдера для переработки отходов обувного производства. Отчет о научно-исследовательской работе. – Витебск, 1997.
42. Краснов Б.Е. Материалы для изделий из кожи. Учебник для техникумов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1995. – 334 с.
43. Заявка Японии № 59-33361.
44. Заявка Японии № 58-12001.
45. Заявка Японии № 59-33361.
46. Кац М.С. Опыт изготовления пресс-форм для резиновых пластин. - Кожевенно-обувная промышленность, 1975. №6.
47. Тарасюк П.Е. и др. Производство юфтевой обуви методом жидкого формования. – К.: Техника, 1990. – 150 с.
48. Шварц А.С. Химическая технология обуви. – М.: Легкая индустрия, 1972. – 302 с.
49. Патент ГДР № 251875.
50. Заявка Японии № 58-20602.
51. Заявка Японии № 58-55762.
52. Заявка Японии № 58-17602.
53. Зыбин Ю.П. Материаловедение изделий из кожи. – М.: Легкая индустрия, 1968. – 384 с.
54. Заявка Японии № 55-2961.
55. Патент США № 3638785.
56. Авторское свидетельство СССР № 988269.

57. Завгородний В.К. и др. Оборудование предприятий по переработке пластмасс. – Л.: Химия, 1972.
58. Швецов Г.А. и др. Технология переработки пластических масс. – М.: Химия, 1988. – 512 с.
59. Холмс-Уолкер В.А. Переработка полимерных материалов. – Пер. с англ. – М.: Химия, 1979. – 304 с. – Лондон: Эплайд, 1975.
60. Быстров Г.А. и др. Обезвреживание и утилизация отходов в производстве пластмасс. – Л.: Химия, 1982. – 264 с.
61. Амирханов Д.Р., Ахтанин О.Н., Матвеев К.С., Пятов В.В., Савицкий В.В. Установка для экструзии вкладышей на низ обуви. Тезисы докладов конференции «Машины и аппараты текстильной и легкой промышленности». – Санкт-Петербург: СПГУТД, 1998.

