

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 620.193.94 : 620.193.94-419

№ госрегистрации 20121174

Инв. № \_\_\_\_\_



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

УО «ВСТУ»

Е.В. Ванкевич

2012 г.

## ОТЧЕТ

### О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

«Исследование старения композиционных материалов из отходов, при  
воздействии деструктурирующих факторов в процессе эксплуатации»


2012-Г/Б № 395

(заключительный)

Научный руководитель,  
Профессор, д.т.н.

  
В.В. Пятов

Ответственный исполнитель  
Магистрант

  
А.К. Матвеев

Начальник НИЧ

  
С.А. Беликов  
20.12.2012

Витебск 2012

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

1. Научный  
руководитель  
Д.т.н., профессор

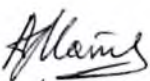
  
18.12.12

В.В. Пятов

*Общее научное  
руководство  
работой*

Ответственный  
исполнитель

2. Магистрант


  
19.12.2012

А.К. Матвеев

*Раздел 1,2,3,4*

ИСПОЛНИТЕЛИ

3. Студентка

  
19.12.12.

А.С. Логунова

*Раздел 1,2,3,4*

4. Студент

  
19.12.12

Ю.В. Бровко

*Раздел 1,2,3,4*

5. Студент

  
19.12.12.

А.Н. Лебедев

*Раздел 1*

Нормоконтролер

  
19.12.12

А.Н. Голубев

## РЕФЕРАТ

Отчет 82 с., 16 рис., 40 источников, 11 прил.

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ, КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЙ РЕЦИКЛИНГ, ДЕСТРУКЦИЯ, ЭКСТРУЗИЯ, СТАРЕНИЕ, ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ.

Объектом исследования является влияние процессов старения на свойства полимерного материала.

Целью работы является исследование изменения эксплуатационных свойств полимерного материала в процессе старения при воздействии внешних климатических факторов, а так же разработка технологического регламента переработки отходов в композиционные материалы с последующей выработкой рекомендаций по используемому оборудованию.

Методика проведения работ заключалась в поиске по литературным источникам методов исследования изменения эксплуатационных свойств композиции, при воздействии внешних климатических факторов. Так же методика включает проведение температурных испытаний изделий из композиционных материалов, с целью получения данных об изменении эксплуатационных свойств, в процессе эксплуатации материалов, которые необходимы для разработки технологического регламента.

Результатами работы является проведенный литературный и патентный обзор, который позволил определить необходимую методику проведения экспериментов. Результаты проведенных экспериментов были использованы для разработки технологического регламента и выработки рекомендаций по используемому оборудованию.

Работа была доложена на пяти конференциях, в том числе двух международных. Кроме того, на основе данных, полученных в ходе экспериментов, были разработаны технологический регламент процесса переработки и технические условия на изделия, внедренные в производство. На способ переработки отходов интегральных полиуретанов, разработанный в процессе исследований подана заявка на изобретение.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ И ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРОВ В ПРОЦЕССЕ СТАРЕНИЯ.....	9
1.1 Старение полимеров и влияние старения на свойства материалов .....	9
1.2 Анализ методов испытаний и прогнозирования старения полимерных материалов .....	17
2 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ....	22
2.1 Технология получение пластин для ремонта обуви методом литья в закрытые формы .....	22
2.2 Технология получение пластин для ремонта обуви методом экструзии ..	24
2.3 Влияние метода получения изделия на физико-механические свойства....	25
2.4 Проведение установочного эксперимента по определению прочностных свойств пластин при температурных воздействиях .....	27
2.5 Влияние метода переработки на прочностные свойства пластин при температурных воздействиях .....	30
3 ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И СТАРЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА.....	36
3.1 Методы испытания полимерных материалов на стойкость к климатическим воздействиям .....	36
3.2 Получение образцов, подготовительный этап.....	37
3.3 Определение предела прочности и остаточного удлинения образцов .....	38
3.4 Определение твердости образцов.....	40

4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ В КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ВЫРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИСПОЛЬЗУЕМОМУ ОБОРУДОВАНИЮ.....	43
4.1 Разработка технических условий переработки отходов в композиционные материалы на базе технологического регламента.....	43
4.2 Выработка рекомендации по используемому оборудованию.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	68
ПРИЛОЖЕНИЕ И .....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ К.....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ Л .....	81
ПРИЛОЖЕНИЕ М.....	82

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Матвеев К.С., Мазенкова О.Л. Особенности технологических режимов переработки отходов интегральных пенополиуретанов // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 28-29 мая 2008 г. ; редкол.: И. М. Жарский (главн. ред.) [ и др.]. – Минск : БГТУ, 2008. – 273 с. (с. 162-165) {0,19 п.л., 4 стр}

2. Мазенкова О.Л., Пятов В.В., Матвеев К.С., Солтовец Г.Н. Термическая деструкция композиционных материалов из отходов обувных пенополиуретанов // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии : тез.докл. VII Междунар. науч.-техн. конф., Гродно, 27-28 сент. 2007 г. / ГНУ НИЦПР НАНБ ; редкол.: А.И.Свириденко (отв. ред.) [ и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2007. – 210 с. С. 128-129 {0,05 п.л., 1 стр}

3. Brovko S., Matveev A., Pyatov V., Golubev A. Experience of light industry's wastes processing on a screw extruder / Problemy inzynierii srodowiska: XXVIII Miedzynarodowe sympozjum AQUA 2008 // 12-13 czerwca 2008. – Plock: Politechnica Warszawska instytut budownictwa, 2008. – (s.102-105).

4. Matveev A., Logunova A., Matveev K., Egorova E. Technology and equipment for waste of light industry / Belarusian-Germany seminar “Scientific and technical cooperation and technology transfer in the sphere of power efficiency and waste processing” // 10-12 december 2012. – Minsk: Belarusian National Technical University, 2012.

5. Старение и стабилизация полимеров // Сайт Плас Эксперт [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.e-plastic.ru/main/articles/r1/ppm20>. Дата доступа 12.03.2012.

6. ГОСТ 9.710-84 Единая система защиты от коррозии и старения. Старение полимерных материалов. Термины и определения. – Введ. 1986-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1984. – 10 с.

7. Старение полимеров // Сайт Химик.ру [Электронный ресурс], – Режим доступа <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4188.html>. Дата доступа 09.03.2012.
8. И.П. Лосев Химия синтетических полимеров / И.П. Лосев, Е.Б. Тростянская /Издательство «Химия», М., 1971 г. 616 с.
9. Ван Кревелен Д. В. Свойства и химическое строение полимеров. Голландия, 1972. Пер. с англ. Под ред. А. Я.Малкина. М., «Химия». 1976.
10. Стрепихеев А. А. Основы химии высокомолекулярных соединений / Стрепихеев А. А., Деревицкая В.А., - 3 изд., М., 1976, 440 с.
11. Словари и энциклопедии на Академике // Сайт АКАДЕМИК [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/135612/Старение>. Дата доступа 09.03.2012.
12. Словари и энциклопедии на Академике // Сайт АКАДЕМИК [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/83685/Деструкция>. Дата доступа 09.03.2012.
13. Шаповалов, В.М. Многокомпонентные полимерные системы на основе вторичных материалов / В.М. Шаповалов, З.Л. Тартаковский; под ред. Ю.М. Плескачевского. - Гомель: ИММС НАН Беларуси, 2003. - 262 с.: ил.
14. Мазенкова О.Л., Матвеев К.С. Методика определения степени деструкции подошвенных материалов из отходов пенополиуретанов // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Федеральное агенство по образованию, Белорус.-Рос. ун-т ; редкол. : И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др. ]. – Могилев, 20-21 ноября 2008 г. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2008. – 232 с. ( 154 с.)
15. Матвеев К.С., Буркин А.Н., Новиков А.К., Голубев А.Н. Исследование процесса термического старения изделий изготовленных из пенополиуретановых отходов // Современные проблемы машиноведения : тез. докл. VI Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П.О. Сухому), М-

во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П.О. Сухого, ОАО «ОКБ Сухого», 2006. – 142 с. С. 33-34. [0,05 п.л., 1 с.]

16. ПВХ композиции: составы и приготовление // Сайт ПластИнфо [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://plastinfo.ru/information/articles/152/>. Дата доступа 12.03.2012.

17. Любешкина Е.Г. Вторичное использование полимерных материалов. — М.: Химия, 1985. — 192 с, ил.

18. Шапавалов В.М. Технология переработки высоконаполненных композитов /Под общ. ред. чл.-корр. НАНБ Ю.М. Плескачевского. / Шапавалов В.М., Барсуков В.Г., Купчинов Б.И. – Гомель: ИММС НАНБ, 2000. – 260 с., ил.

19. ГОСТ 9.708-83 Единая система защиты от коррозии и старения. Пластмассы. Методы испытаний на старение при воздействии естественных и искусственных климатических факторов. – Введ. 1985-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1983. – 10 с.

20. ГОСТ 9.066-76 Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Метод испытания на стойкость к старению при воздействии естественных климатических факторов. – Введ. 1977-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1976. – 18 с.

21. ГОСТ 9.713-86 Единая система защиты от коррозии и старения резины. Метод прогнозирования изменения свойств при термическом старении. – Введ. 1988-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1986. – 9 с.

22. Прокопчук Н.Р. Оценка долговечности полимерных изделий : Стандартизация / Научно-практический журнал – 2008, №1 – (с.41-45)

23. СТБ 1333.0-2002 «Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности по энергии активации термоокислительной деструкции полимерных материалов». – Введ. 2002-06-28. – Минск : Изд-во Минстройархитектуры, 2002. – 11 с.



24. СТБ 1333.1-2002 «Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности изделий профильных из поливинилхлорида». – Введ. 2002-06-28. – Минск : Изд-во Минстройархитектуры, 2002. – 6 с.

25. СТБ 1333.2-2002 «Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности труб полимерных для инженерно-технических систем». – Введ. 2002-06-28. – Минск : Изд-во Минстройархитектуры, 2002. – 11 с.

26. СТБ 1333.3-2004 «Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности пенополиуретана для тепловой изоляции оборудования и трубопроводов». – Введ. 2002-06-28. – Минск : Изд-во Минстройархитектуры, 2002. – 9 с.

27. Буркин, А.Н., Матвеев, К.С., Смелков, В.К. Технология изготовления материалов для низа обуви из отходов ППУ : Кожевенно-обувная промышленность / Научно-технический журнал – 2000, № 3 – (с. 31-32)

28. Солтовец, Г.Н., Буркин, А.Н., Матвеев, К.С. Исследование влияния деструктирующих факторов на процесс термомеханической переработки отходов полиэфируретанов : Вестник ВГТУ. Третий выпуск / научно-технический журнал – 2001 – (с. 90-94)

29. Буркин, А.Н., Матвеев, К.С., Солтовец, Г.Н., Смелков, В.К. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов / Научное издание. – Витебск: УО «ВГТУ», 2001. – С. 173.

30. Матвеев К.С., Новиков А.К., Голубев А.Н., Бровка С.В., Матвеев А.К. Экструдер для термомеханического рециклинга отходов интегральных полиуретанов // Тезисы докладов XLII научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ». – Витебск, УО «ВГТУ», 2009. – 240 с. (с. 94).

31. Матвеев К.С., Ковальков Н.С., Матвеев А.К., Егорова Е.А. Старение композиционных материалов из отходов полиуретанов / Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии // тез. докл. IX

Междунар. науч.-техн. конф.:(Гродно, 20-21 окт. 2011 г.) ; редкол.: А.И. Свириденко (гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГРГУ, 2011. – 169 с.

32. ГОСТ 263-75. Резина. Метод определения твердости по Шору А – Введ. 1977-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1989. – 6 с.

33. Матвеев А.К., Бровко Ю.В., Пятов В.В., Матвеев К.С. Исследование воздействий технологических параметров процесса переработки на прочность материалов из отходов // Тезисы докладов 45 Республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной Году книги / УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – 369 с.

34. ГОСТ 269 – 66. Резина. Общие требования к проведению физико-механических испытаний. – Введен 1966-07-01. – Москва: Издательство стандартов, 1966. – 10 с.

35. ГОСТ 270 – 75. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении. – Введ. 1978-01-01. – Москва: Издательство стандартов, 1987. – 14 с.

36. Логунова А.С., Матвеев А.К., Егорова Е.А. Исследование влияния температуры на свойства композиционного материала на основе отходов термопластичного полиуретана // Материалы докладов 45 Республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной Году книги / УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – 560 с.

37. Матвеев А.К., Логунова А.С., Пятов В.В., Матвеев К.С. Исследование температурных воздействий на термопластичные материалы из отходов пенополиуретанов // Материалы докладов 45 Республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной Году книги / УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – 560 с.

38. Matveev Andrey, Logunova Alexandra. Technology of stabilizing products from waste foamed polyurethane / Problemy inzynierii srodowiska: XXXII Miedzynarodowe sympozjum im. Boleslawa Krzysztofika AQUA 2012 // 31 maja - 1

czerwca 2012. – Plock: Politechnica Warszawska instytut budownictwa, 2012. – (s.109-111).

39. К.С. Матвеев, Е.А. Егорова, А.К. Матвеев, А.С. Логунова  
Разработки в области переработки отходов обувной промышленности в  
условиях государственного предприятия «НТПВГТУ» // Материалы докладов  
Международной научно-практической конференции, Витебск, Беларусь, 15-16  
ноября, 2012 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – 322 с.

40. Логунова А.С., Матвеев А.К., Егорова Е.А. Исследование влияния  
температуры на свойства композиционного материала на основе отходов  
термопластичного полиуретана // Тезисы докладов 45 Республиканской научно-  
технической конференции преподавателей и студентов, посвященной Году  
книги / УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – 369 с.