

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УО «Витебский государственный технологический университет»

УДК 621.9.047

№ госрегистрации 20071738

Инв. № _____



О Т Ч Е Т
о научно-исследовательской работе

Анализ конструкций деталей машин, процессов обработки, технологического
оборудования и разработка практических рекомендаций

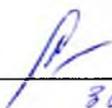
(заключительный)

2007-ВПД - 064

Начальник НИЧ


_____ БЕЛИКОВ С.А.
30.12.2011

Научный руководитель
Д.т.н., проф.


_____ КЛИМЕНКОВ С.С.
30.12.2011

ВИТЕБСК 2011

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы
д.т.н., профессор

С.С. Клименков (введение,
заключение,
раздел 1 в гл.
1, 2, 3, 4, 5)



30.12.11

Исполнители:
к.т.н. доцент



30.12.11

В.В. Савицкий (раздел 2 в гл.
1, 2, 3, 4, 5)

к.т.н. доцент



30.12.11

И.С. Алексеев (раздел 3 в гл.
2, 3, 4, 5)

старший преп.



30.12.11

А.Н. Голубев (раздел 4 в гл.
1, 2, 3, 4, 5)

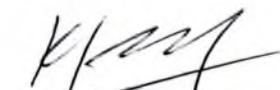
старший преп.



30.12.11

А.К. Новиков (раздел 5 в гл.
1, 2, 3, 4, 5)

старший преп.



30.12.2011

К.С. Матвеев (раздел 6 в гл.
1, 2, 3, 4, 5)

старший преп.



30.12.2011

С.В. Бровка (раздел 7 в гл.
4, 5)

Нормоконтролер



30.12.2011

А.Н. Голубев

РЕФЕРАТ

Отчет 168 с., 39 рис., 9 табл., 80 источников.

ШТАМПОВКА; КОМПОЗИЦИОННОЕ ПОКРЫТИЕ; КОНСТРУКЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ; ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ; ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ; ШНЕКОВОЕ ФОРМОВАНИЕ; ПРОНИЦАЕМЫЕ ИЗДЕЛИЯ; ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫЙ ПОРОШОК; ПЛАСТИНЧАТЫЙ РЕКУПЕРАТОР; НАНОПОРОШОК; НАНОПОКРЫТИЕ; ПУЛТРУЗИЯ; ЭКСТРУДЕР; ШНЕК; ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ; ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ; ЭЛЕКТРОЛИЗ; АГЛОМЕРАЦИЯ; ЖЕСТКИЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ

Объектом исследования являются конструкции деталей машин, процессов обработки, технологического оборудования; разработка практических рекомендаций по энергоресурсосбережению.

Цель работы: провести анализ энергопотребления в области машиностроения в странах Евросоюза, США, Японии; осуществить поиск и разработку предложений по оптимизации конструкций деталей машин с позиций минимизации энергопотребления; провести технико-экономический анализ и разработать рекомендации по расширению технологий производства изделий из порошков; провести технологические исследования и расширить области применения конструкционных изделий с электрохимическими композиционными покрытиями; осуществить поиск и разработать новые процессы переработки отходов производства.

По результатам научно-исследовательской работы планируется заключение госбюджетных договоров и хоздоговорных работ, тематика которых связана с:

- Разработкой энергоэффективных технологий, оборудования, инструмента для производства металлополимерных изделий, технологий получения композиционного стелечного и подошвенного материала;
- Разработкой систем фотокаталитической очистки воздуха от вредных органических соединений на основе нанопокровтий из диоксида титана.
- Синтезом и исследованием фотокаталитических покрытий на основе диоксида титана.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	7
1	Анализ энергопотребления в области машиностроения в странах Евросоюза, США, Японии.....	9
	1.1. Аналитический обзор процессов листовой штамповки	9
	1.2. Выполнение обзора по использованию в производстве современного электроэрозионного оборудования	13
	1.3. Оптимизация конструктивных параметров оснастки для прессования порошковых заготовок с применением компьютерных систем инженерного анализа.....	15
	1.4. Разработка рекомендаций по методам электрохимического нанесения бронзовых покрытий на детали из цветных металлов	18
	1.5. Разработка рекомендаций по методам получения полимерных композиционных материалов из отходов производств	19
2	Поиск и разработка предложений по оптимизации конструкций деталей машин с позиции минимизации энергопотребления.....	22
	2.1. Аналитический обзор процессов объемной штамповки	22
	2.2. Анализ конструкций технологического оборудования, используемого в инструментальном производстве и разработка рекомендаций по снижению энергопотребления	31
	2.3. Разработка пластинчатого рекуператора для минимизации электропотребления предприятий машиностроения	34
	2.4. Разработать программу расчета параметров 3D-моделей экструзионных шнеков с позиций минимизации энергопотребления	63
	2.5. Разработка рекомендаций по снижению энергопотребления установок щеточной зачистки печатных плат	66
	2.6. Исследование влияния конструктивных параметров на показатели энергоэффективности шнекового оборудования.....	70
3	Технико-экономический анализ и разработка рекомендаций по расширению технологий производства изделий из порошков.....	74

3.1.	Аналитический обзор процессов производства изделий из порошков	74
3.2.	Анализ перспектив использования шнекового формования для изготовления проницаемых изделий из пластифицированных порошков	78
3.3.	Разработка оборудования и рекомендаций по производству микро и нанопорошков	79
3.4.	Анализ способов формования и методик компьютерного расчета процессов прессования порошков вязкопластичными средами	83
3.5.	Разработка рекомендаций по использованию порошков при осаждении электрохимических покрытий	88
3.6.	Анализ методов использования полимерных материалов в порошкообразном состоянии	90
4	Проведение технологических исследований и расширение области применения конструкционных изделий с электрохимическими композиционными покрытиями.....	93
4.1.	Проведение технологических исследований и расширение области применения конструкционных изделий с композиционными покрытиями.....	93
4.2.	Электрохимические композиционные покрытия	100
4.3.	Исследование свойств изделий с нанопокрyтиями из диоксида титана	102
4.4.	Изучение способов получения композиционных покрытий и выработка рекомендаций по их применению	108
4.5.	Разработка технологии формирования композиционного электрохимического покрытия в условиях нестационарного электролиза	111
4.6.	Анализ электрохимических и электрофизических методов нанесения полимерных покрытий на металлы	115
4.7.	Исследование композиционных покрытий на изделиях конструкционного назначения	120
5	Поиск, применение и разработка новых процессов переработки отходов производства.....	124
5.1.	Аналитический обзор процессов переработки отходов производства	124

5.2. Обзор процессов переработки полимерных отходов для их последующего промышленного использования	129
5.3. Разработка опытной установки для пултрузии композиционных материалов	135
5.4. Исследование методики расчета и подбор привода экструдера для переработки полимерных отходов	140
5.5. Разработка и расчет линии дисковой агломерации отходов полимерной пленки	147
5.6. Исследование методов переработки отходов жестких полиуретановых композиций	150
5.7. Анализ полимерсодержащих упаковочных отходов производства и процессов для его переработки	155
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	159
Список использованных источников	160

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Клименков С.С. Обрабатывающий инструмент// Учебное пособие. – Витебск: УО «ВГТУ», 2007. – 383 с.
- 2 Клименков С.С. Инструмент и обработка материалов// Учебное пособие по курсовому проектированию. - Витебск: УО «ВГТУ», 2001. – 130 с.
3. Справочник конструктора штампов. Листовая штамповка/ Под общей редакцией Рудмана Л.И. - Москва: Машиностроение, 1988.
4. Алабышев А.Ф., Вячеславов П.М. и др. Прикладная электрохимия – Л.: Химия, 1974 – 536 с.
5. Жданович Г.М. Теория прессования металлических порошков. – М.: Металлургия, 1969.
6. Басов Н.И. Расчёт и конструирование формующего инструмента для изделий из полимерных материалов – М.: Химия, 1986 – 487 с.
- 7 Электроэрозионные процессы на электродах и микроструктурно-фазовый состав легированного слоя / И. И. Сафонов [и др.] ; под ред. Н. Н. Дорошкина. – Кишинев : Stiinta, 1999. – 592 с.
- 8 Серебrenицкий, П. П. Общетехнический справочник / П. П. Серебrenицкий. – Санкт-Петербург : Политехника, 2004. – 445 с.: ил. – (Серия : В помощь технологу-машиностроителю. Выпуск 1).
- 9 Матвеев К. С., Бровко С. В. Исследование особенностей износа шнеков при переработке полимерных композиционных материалов из производственных отходов // Материалы, технологии и оборудование в производстве, эксплуатации, ремонте и модернизации машин : сб. науч. трудов VI международной научно-технической конференции, 24-26 апреля 2007 г. : в 3-х т. Т. 1 / под общ. ред. П. А. Витязя, С. А. Астапчика. — Новополоцк : УО «ПГУ», 2007. – 260 с. С. 174-176
- 10 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

11 Пятов В.В., Матвеев К.С., Новиков А.К., Голубев А.Н., Бровко С.В. Шнековое экструзионное оборудование для переработки отходов волокнистых материалов // Региональные проблемы экологии : пути решения : материалы IV междунар. эколог. симпозиума, 21-23 ноября 2007 г. : в 3 т. / УО «ПГУ». Новополоцк, 2007. – 2 т. -328 с. (с. 35-38).

12 Матвеев К.С., Пятов В.В., Егорова Е.А., Буркин А.Н. Экструзионное оборудование для получения волокнодержущих композиционных материалов из отходов // Тезисы докладов МНТК «Полимерные композиты и трибология» (Поликомтриб-2007), 16-19 июля 2007 г. – Гомель : ИММС НАН Беларуси, 2007. – 216 с. (с. 57)

13 Пятов В.В., Матвеев К.С., Мазенкова О.Л. Технология и оборудование для переработки отходов пенополиуретанов // Региональные проблемы экологии : пути решения : материалы IV междунар. эколог. симпозиума, 21-23 ноября 2007 г. : в 3 т. / УО «ПГУ». Новополоцк, 2007. – 2 т. - 328 с.

14 Мазенкова О.Л., Солтовец Г.Н., Матвеев К.С. Исследование степени термической деструкции материалов из отходов пенополиуретанов путем определения вязкости растворов полимера // Тезисы докладов XI научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ». – Витебск, УО «ВГТУ», 2007. – 180 с. (с. 89)

15 Жданова Ю.Б., Ланцева А.В., Солтовец Г.Н., Матвеев К.С. Исследование возможности переработки отходов упаковочных материалов на РУПП «Витязь» // Тезисы докладов XI научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ». – Витебск, УО «ВГТУ», 2007. – 180 с. (с. 89-90)

16 Бровко С.В., Матвеев К.С., Пятов В.В. Термомеханический рециклинг отходов упаковочных материалов// Тезисы докладов МНТК «Полимерные композиты и трибология» (Поликомтриб-2007), 16-19 июля 2007 г. – Гомель : ИММС НАН Беларуси, 2007. – 216 с. (с. 21-22)

17 Бровко С.В., Пятов В.В., Матвеев К.С. Технология рециклинга полимерных упаковочных материалов // 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. 127-128

18 Кучерявый И.Н., Колесниченко Р.А., Гребенюк В.С. Преимущества непрерывнолитых заготовок в кузнечно-штамповом производстве // Применение полунепрерывно- и непрерывнолитых заготов в кузнечно-штамповочном производстве. – Краматорск, 1982.

19 Кишкин С.Т. Материалосберегающие технологии. - М: Знание, 1987.

20 Сорока Б.С., Кравец А.Я., Еринов А.Е. Плоскопламенные горелки для сжигания жидкого и газообразного топлива в нагревательных печах/Кузнечно-штамповочное производство, 1987. №3.

21 Митрофанов С.П. Групповая технология изготовления заготовок серийного производства. М; 1985 г.

22 Горячая объемная штамповка// Справочник под ред. Семенова Е.И., т.2. –М; 1986.

23 Федоров М.Г., Медведская Л.Я. Штамповка поковок цапф большегрузных автомобилей на паровоздушных молотах/ Кузнечно-штамповочное производство, 1979, №7.

24 Соловьев В.И., Хохлов Н.А., Малоотходная технология штамповки коленчатых валов тракторных двигателей/ Кузнечно-штамповочное производство, 1984, №4.

25 Атрошенко А.П., Федоров В.И. Горячая штамповка труднодеформируемых материалов. – Л: Машиностроение. 1979.

26 Воробьев В.М., Дроздова Н.Ю., Осипова И.И. Процесс изготовления цельноштампованных точных рабочих колес турбоагрегатов/ Кузнечно-штамповочное производство, 1983, №2.

27 Новиков В.М., Перевозчиков Б.С. Применение высокоскоростных молотов для точной объемной штамповки/ Кузнечно-штамповочное производство, 1972, №8.

28 Согришин Ю.П., Гришин Л.Г., Воробьев В.М. Штамповка на высокоскоростных молотах. – М: Машиностроение, 1978.

29 Шнейдер В.М., Акаро И.Л., Кузнечно-штамповочное производство Волжского автомобильного завода. – М: Машиностроение, 1977.

30 Шило Э.М. Опыт внедрения малоотходных технологических процессов в кузнечном производстве ПО «ЗИЛ»/ Кузнечно-штамповочное производство, 1986, №16.

31 Атрощенко А.П., Дитятковский В.И., Федоров В.И. и др. Штамповка поковок выдавливанием. – Л: ЛДНТП, 1975.

32 Бойко П.И. Развитие кузнечно-прессового производства на Минском тракторостроительном производственном объединении/ Кузнечно-штамповочное производство, 1977, №10.

33 Кислов В.Г. Новое в кузнечно-штамповочном производстве тракторного и сельскохозяйственного машиностроения/ Кузнечно-штамповочное производство, 1981.

34 Клушин В.А., Макушок Е.М., Щукин В.Я. Совершенствование поперечно-клиновой прокатки. – Минск: Наука и техника, 1980.

35 Перевозчиков Б.С., Попов А.В., Никольский Л.Н. Разработка технологии и оборудования для горячей объемной штамповки/ Кузнечно-штамповочное производство, 1984, №5.

36 Бровко С. В., Матвеев А.К. Шнековые экструдеры – Высокоэффективное оборудование для переработки отходов легкой промышленности // 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. 13-16)

37 Новиков А.К., Матвеев К.С., Куксенюк Т.С. Новые решения в экструзионном оборудовании для переработки вторичных полимеров // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19-20 ноября 2008 г. : в 2 ч. – Минск : БГТУ, 2008. – Ч. 1. – 432 с. (369-372 с.).

38 Бровко С.В., Матвеев А.К., Пятов В.В. Моделирование влияния степени диспергирования отходов на конструктивные параметры экструзионного оборудования // Современные проблемы машиноведения : тезисы докладов VII Междунар. науч. техн. конф. «Машиноведение – 2008», Гомель, 23-24 октября 2008 г. – Гомель : ГГТУ, 2008.

39 Медведев, А. Технология производства печатных плат / А. Медведев – Москва: Техносфера, 2005. – 360с.

40 Кузьмин, А. В. Расчеты деталей машин: Справочное пособие / А. В. Кузьмин, И. М. Чернин, Б. С. Козинцов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск : Вышэйш. школа, 1986. – 400 с.: ил.

41 ГОСТ 23663-79. Печатные платы. – Введ. 1979-05-28. – Москва: Изд-во стандартов, 1979 – 21с.

42 ГОСТ 10316-78. Гетинакс и стеклотекстолит фольгированные. Технические условия – Введ. 25.01.1978. – Москва : Постановление Госстандарта СССР, – 1978. – 18 с.

43 Михеев, М.А. Основы теплопередачи /М.А. Михеев, И.М. Михеева. – 2-е изд. – Москва: Энергия,1977. – 344с.

44 Уонг, Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: справочник / Х. Уонг. – Москва: Атомиздат,1979. - 216с.

45 СТБ П 1773-2007, ВУ. Энергосбережение. Показатели энергоэффективности. Порядок внесения в техническую документацию. — Введ. 01.12.07 до 01.12.09. — Минск : БелГИСС, 2007. — 3 с.

46 Стратегия Европейского союза в области энергосбережения : сб. док. / БелГИСС. — Минск : БелГИСС, 2007. — 183 с. — Содерж.: 7 док.

47 СТБ П 1771-2007, ВУ. Энергосбережение. Энергопотребляющее оборудование. Классификация. Показатели энергоэффективности. — Введ. 01.12.07 до 01.12.09. — Минск : БелГИСС, 2007. — 19 с.

48 СТБ П 1770-2007, ВУ. Энергосбережение. Основные термины и определения. — Введ. 01.12.07 до 01.12.09. — Минск : БелГИСС, 2007. — 6 с.

49 СТБ П 1774-2007, ВУ. Энергосбережение. Энергетический паспорт потребителя топливно-энергетических ресурсов. Общие требования. — Введ. 01.12.07 до 01.12.09. — Минск : БелГИСС, 2007. — 24 с.

50 СТБ П 1772-2007, ВУ. Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергоэффективности энергопотребляющей продукции установленным значениям. Общие требования. — Введ. 01.12.07 до 01.12.09. — Минск : БелГИСС, 2007. — 6 с.

51 ГОСТ 6113-84. Прессы шнековые горизонтальные для керамических изделий. Технические условия. — Введ. 01.01.1986. — Москва : Издательство стандартов, 1998. — 8 с.

52 ГОСТ 11441-93. Машины резиноперерабатывающие одночервячные. Типы. Основные параметры и размеры. — Введ. 01.01.1985. — Минск : Издательство стандартов, 1995. — 6 с.

53 СТБ П 1775-2007, ВУ. Энергосбережение. Классификация показателей. Общие положения. — Введ. 01.12.07 до 01.12.09. — Минск : БелГИСС, 2007. — 6 с.

54 Витязь, П.А. Пористые изделия на основе тонкостенных проницаемых труб / П.А. Витязь, В.В. Савицкий // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия физико-технических наук. — 2009. — № 2. — С.

55 Пятов, В.В. Критерий тонкостенности порошковых труб / В.В. Пятов, В.В. Савицкий // Сборник научных статей : Вестник Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Одиннадцатый выпуск. — Витебск : УО «ВГТУ», 2006. — С. 65–69.

56 Савицкий, В.В. Расчет напряжений, возникающих в пластифицированном порошковым материале при его деформации в

цилиндрической части формующего инструмента / В.В. Савицкий, В.В. Силивончик // ВЕСТНИК ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА. ПРИКЛАДНЫЕ НАУКИ. Серия В. – Полоцк : УО «ПГУ», 2006. – № 12. – С. 37–41.

57 Савицкий, В.В. Методика исследования упругих свойств пластифицированных порошков и прибор для выполнения экспериментов / В.В. Савицкий // Сборник научных статей : Вестник Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Двенадцатый выпуск. – Витебск : УО «ВГТУ», 2007. – С. 83–87.

58 Савицкий, В.В. Технология изготовления тонкостенных труб из пластифицированных порошков / В.В. Савицкий // Сборник научных статей : Вестник учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Двенадцатый выпуск. – Витебск : УО «ВГТУ», 2007. – С. 97–102.

59 Бородин, И.Н. Упрочнение деталей композиционными покрытиями / И.Н. Бородин. – Москва: «Машиностроение», 1982. – 141с.

60 Сайфулин, Р.С. Комбинированные электрохимические покрытия и материалы / Р.С. Сайфулин. – Москва: Химия. – 1972, 168 с.

61 Гурьев, Г.В. Методика расчета составов КЭП и сопряженных с ними электролитов-суспензий / Применение электрохимических покрытий сплавами и композиционными материалами в промышленности: Материалы семинара. – Москва, 1982. – 128с.

62 Ящерицин, П.И. Финишная обработка деталей уплотненным потоком свободного абразива / П.И. Ящерицын, А.Н. Мартынов, А.Д. Гридин. – Минск: Наука и техника, 1978. – 224с.

63 Яковлев, А. Д. Порошковые полимерные материалы и покрытия на их основе / А. Д. Яковлев, В. Ф.Здор, В. И.Каплан. – Ленинград : Химия, - 1971.

64 Полякова, К. К. Технология и оборудование для нанесения порошковых полимерных покрытий / К.К. Полякова, В.И. Пайма. – Москва : Химия, - 1972.

65 ГОСТ 9.410-88. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия порошковые полимерные. Типовые технологические процессы. – Введ. 01.07.1990. – Москва : Издательство стандартов, 1989. – 24 с.

66 Новые химические технологии / Аналитический портал химической промышленности [Электронный ресурс], 2009. – Режим доступа : <http://www.newchemistry.ru/index.php>

67 Матвеев К.С., Солтовец Г.Н., Пятов В.В. Термомеханическая совместная переработка отходов жестких полиуретанов и обувных пенополиуретанов / Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции, Витебск, 18 ноября 2009 г. в 2 ч . Ч . 2 // УО «ВГТУ». – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 244 с., С. 169-171.

68 Колзунова, Л.Г. Полимерные покрытия на металлах. Электрохимические и электрофизические методы нанесения / Л.Г. Колзунова, Н.Я. Коварский. – Москва : Наука, - 1976. – 86 с.

69 Крылова И.А. Электроосаждение как метод получения лакокрасочных покрытий / И.А. Крылова, Л.Б. Котлярский, Т.Г. Стуль. – Москва : Химия, - 1974.

70 Фрейдин, М.М. Окраска поверхностей с диэлектрическими свойствами в электрическом поле / Окраска изделий в электрическом поле. – Москва : Химия, - 1966. – 89 с.

71 Фиошин, М.Я. Получение полимеров электрохимическим путем / М.Я. Фиошин, А.П. Томилов. – Пластические массы, №10, - 1960.

72 Новиков А.К., Матвеев К.С., Голубев А.Н. Теоретические и технологические особенности послойного формирования композиционных электрохимических покрытий // Сборник научных трудов по итогам

международной научно-технической конференции «Новые материалы и технологии в машиностроении». Выпуск 12. – Брянск: БГИТА, 2010. – 172 с. (с.143-146).

73 Новиков А.К., Матвеев К.С., Савицкий В.В., Бровко С.В. Технология восстановления втулок шатунов // Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции «Новые материалы и технологии в машиностроении». Выпуск 12. – Брянск: БГИТА, 2010. – 172 с. (с.90).

74 Торнер, Р. В. Оборудование заводов по переработке пластмасс / Р. В. Торнер, М. С. Акутин. – Москва : Химия, 1986. – 400 с. : ил.

75 Шембель, А. С. Сборник задач и проблемных ситуаций по технологии переработки пластмасс: Учеб. пособие/ А. С. Шембель, О. М. Антипина.— Ленинград : Химия, 1990. — 272 с. : ил.

76 Крыжановский, В. К. Производство изделий из полимерных материалов: Учеб. Пособие / В. К. Крыжановский, М. Л. Кербер, В. В. Бурлов, А. Д. Паниматченко. – Санкт-Петербург : Профессия, 2004. – 464 с.

77 Шимелиович, Ю.Б. Переработка отходов пенополиуретанов : экспресс информ. ; ЦНИИТЭИЛП – Москва, 1981. – 18 с. (Обувная промышленность, вып. 1, 12-16 с.) (аналог).

78 Кирьянов, Г.Л. Регенерация отходов производства полиуретановых изделий : обзор. информ. / Г.Л. Кирьянов, В.С. Еремеев, Н.К. Барамбойм ; ЦНИИТЭИЛП – Москва, 1985. – 28 с. (вып. 7, 21-22 с) (прототип).

79 Матвеев, К.С. Рециклинг интегральных полиуретановых композиций / К.С. Матвеев, Г.Н. Солтовец, А.Н. Буркин // Пластические массы. – 2002. - № 10. – С. 46-47.

80 Амирханов, Д.Р., Матвеев, К.С., Савицкий, В.В. Переработка пенополиуретановых отходов / Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении: Сборник докладов Международной науч.-техн. конф. – Витебск: ВГТУ, 1998. – С. 288. (с. 257-259).