

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УО «Витебский государственный технологический университет»**

УДК 621.9.044 + 628.5  
№ госрегистрации 20031749  
Инв. № \_\_\_\_\_



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

В.В. Пятов

2006 г.

**ОТЧЕТ**

**о научно-исследовательской работе**  
**Поиск и разработка новых высокоэффективных**  
**процессов обработки и промышленной экологии.**  
(заключительный)

**2002-ВПД - 035**

Начальник НИСа

БЕЛИКОВ С.А

Научный руководитель  
Д.т.н., проф.


КЛИМЕНКОВ С.С.

**ВИТЕБСК 2006**



## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

**Руководитель работы**  
д.т.н., профессор

  
8.12.06.

С.С. Клименков (введение,  
заключение,  
раздел 1)

**Исполнители:**  
д.т.н., профессор

  
8.12.06

В.В. Пятов (раздел 2)

к.т.н. доцент

  
08.12.06


В.М. Ходьков (раздел 3)

доцент

  
08.12.06.

В.В. Савицкий (раздел 4)

старший преп.

  
08.12.06.

О.Н. Ахтанин (раздел 5)

старший преп.

  
08.12.06


А.Н. Голубев (раздел 6)

старший преп.

  
8.12.06

А.К. Новиков (раздел 7)

**Нормоконтролер**

  
8.12.06

Н.Н. Матвеева

## РЕФЕРАТ

Отчет 157 с., 51 рис., 4 табл., 20 источников.

*Экструзия; матрица; композиционный материал; дискретные волокна; пластифицированный порошок; прессовка; пуансон; предел текучести; предел прочности; жгут; ячейка; коррозионная стойкость; депассивация; электролит-суспензия; порошковые шнуры; расходные обувные материалы; винтовая заточка; коническая заточка; плоскостная заточка; сварочная дуга; электрод; подошвенный материал; флокирование; нетканый материал; сорбенты; отходы-элюаты; пылеуловитель.*

**Объектом исследования являются** экспериментальные и теоретические исследования новых технологических процессов. Изготовление и испытание технологической оснастки, инструмента и оборудования

### **Цель работы:**

1. Провести аналитический обзор новейших технологий формообразования. Разработать технологии процессов газодинамического легирования. Спроектировать и изготовить экспериментальную установку для очистки воздуха. Модифицировать промышленный образец установки для очистки воздуха от пыли. Разработать экспериментальную установку для экструзии порошковых материалов
2. Разработать теоретические основы высокоэффективного метода формования порошков экструзией. Построить математическую модель процесса мундштучного прессования пластифицированных порошков. Разработать теоретические и технологические основы процессов извлечения цветных металлов из отходов гальванического производства. Разработка технологии изготовления электродов для контактной сварки из отходов гальванического производства. Построить математическую модель процесса выдавливания композиционных материалов, армированных дискретными волокнами

3. Исследовать высокоэффективные методы восстановления режущей способности инструмента. Провести анализ процесса трения и износа кругов и направляющих в электрохимических и электроэрозионных станках.

4. Исследовать высокоэффективные методы получения расходных материалов. Исследовать процесс флокирования полистирола и разработать общие виды оборудования. Разработать оборудование для переработки пищевых продуктов. Разработать конструкцию оснастки для получения на шнековых экструдерах пищевых продуктов в виде шаров. Исследовать процесс формования тонкостенных заготовок из пластифицированных порошков

5. Разработать высокоэффективную технологию изготовления порошковых шнуров с минеральной связкой. Разработать технологию нанесения износостойких покрытий активированной дуговой металлизацией. Разработать конструкцию универсального трибометра и исследовать триботехнические характеристики пластифицированной порошковой композиции. Исследовать методы формования компактированных порошковых материалов для плазменной и аргонно-дуговой наплавки.

6. Исследовать высокоэффективные способы и оборудование для экструдирования вторичных материалов. Разработать способы расчета и оптимизации конструктивных параметров экструзионного оборудования для переработки отходов. Исследовать влияния режимов экструзии композиционных материалов из отходов искусственной кожи на интенсивность измельчения армирующей фазы. Провести сравнительный анализ специализированных программных продуктов для оптимизации конструкции литьевой оснастки и разработки техпроцесса ее изготовления. Разработать способ определения размера ячеек фильтровальных материалов

7. Исследовать способы повышения производительности оборудования для экструзии наполненных полимеров. Разработать методы изготовления пресс-форм для литья термопластов в условиях единичного производства. Провести

исследование процессов электрохимического осаждения оловянистых бронзовых покрытий. Провести теоретические и экспериментальные исследования процесса депассивации поверхности электродов.

Результаты данной работы предполагается использовать для разработки государственных бюджетных программ и хозяйственных договоров с предприятиями РБ.

## СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	10
1	Проведение обзора новейших технологий формообразования, газодинамического легирования и разработка экспериментального оборудования (проф. Клименков С.С).....	13
	1.1. Разработать технологии процессов газодинамического легирования..	13
	1.2. Спроектировать и изготовить экспериментальную установку для очистки воздуха.....	18
	1.3. Модифицировать промышленный образец установки для очистки воздуха от пыли.....	21
	1.4. Разработать экспериментальную установку для экструзии порошковых материалов.....	27
2	Разработка теоретических и технологических основ экструзии порошковых материалов и процессов извлечения цветных металлов из отходов гальванического производства с последующей разработкой технологии изготовления электродов для контактной сварки (проф. Пятов В.В.).....	31
	2.1. Разработать теоретические основы высокоэффективного метода формования порошков экструзией.....	31
	2.2. Построить математическую модель процесса мундштучного прессования пластифицированных порошков.....	45
	2.3. Разработать теоретические и технологические основы процессов извлечения цветных металлов из отходов гальванического производства..	55
	2.4. Разработка технологии изготовления электродов для контактной сварки из отходов гальванического производства.....	58
	2.5. Построить математическую модель процесса выдавливания композиционных материалов, армированных дискретными волокнами....	59

3	Исследование высокоэффективных методов восстановления режущей способности инструмента и проведение анализа процесса трения и износа кругов и направляющих в электрохимических и электроэрозионных станках (доц. Ходьков В.М.).....	65
	3.1. Исследовать высокоэффективные методы восстановления режущей способности инструмента.....	65
	3.2. Провести анализ процесса трения и износа кругов и направляющих в электрохимических и электроэрозионных станках.....	68
4	Исследование высокоэффективных методов получения расходных материалов, процесса флокирования полистирола и на их основе разработка общих видов оборудования (доц. Савицкий В.В.).....	71
	4.1. Исследовать высокоэффективные методы получения расходных материалов.....	71
	4.2. Исследовать процесс флокирования полистирола и разработать общие виды оборудования.....	74
	4.3. Разработать оборудование для переработки пищевых продуктов.....	78
	4.4. Разработать конструкцию оснастки для получения на шнековых экструдерах пищевых продуктов в виде шаров.....	79
	4.5. Исследовать процесс формования тонкостенных заготовок из пластифицированных порошков.....	81
5	Разработка высокоэффективных технологий: изготовления порошковых шнуров с минеральной связкой; нанесения износостойких покрытий активированной дуговой металлизацией и конструкции универсального трибометра (ст. преп. Ахтанин О.Н.).....	87



5.1. Разработать высокоэффективную технологию изготовления порошковых шнуров с минеральной связкой.....	87
5.2. Разработать технологию нанесения износостойких покрытий активированной дуговой металлизацией.....	97
5.3. Разработать конструкцию универсального трибометра и исследовать триботехнические характеристики пластифицированной порошковой композиции.....	101
5.4. Исследовать методы формования компактированных порошковых материалов для плазменной и аргонно-дуговой наплавки.....	109
<b>6 Исследование высокоэффективных способов, методов расчетов и оптимизации конструктивных параметров оборудования для экструдирования вторичных материалов и проведение сравнительного анализа специализированных программных продуктов для оптимизации конструкций литейной оснастки (ст. преп. Голубев А.Н.).....</b>	<b>120</b>
6.1. Исследовать высокоэффективные способы и оборудование для экструдирования вторичных материалов.....	120
6.2. Разработать способы расчета и оптимизации конструктивных параметров экструзионного оборудования для переработки отходов.....	128
6.3. Исследовать влияния режимов экструзии композиционных материалов из отходов искусственной кожи на интенсивность измельчения армирующей фазы.....	130
6.4. Провести сравнительный анализ специализированных программных продуктов для оптимизации конструкции литейной оснастки и разработки техпроцесса ее изготовления.....	137
6.5. Разработать способ определения размера ячеек фильтровальных материалов.....	140



7	Исследование способов повышения производительности оборудования для экструзии, проведение исследований процессов электрохимического осаждения оловянистых бронзовых покрытий и депассивации поверхности электродов (ст. преп. Новиков А.К.).....	143
7.1.	Исследовать способы повышения производительности оборудования для экструзии наполненных полимеров.....	143
7.2.	Разработать методы изготовления пресс-форм для литья термопластов в условиях единичного производства.....	147
7.3.	Провести исследование процессов электрохимического осаждения оловянистых бронзовых покрытий.....	149
7.4.	Провести теоретические и экспериментальные исследования процесса депассивации поверхности электродов.....	152
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	155
	<b>Список использованных источников</b> .....	156

## Список использованных источников

1. Жданович Г.М. Теория прессования металлических порошков. – М.: Металлургия, 1969.
2. Швецов Г. А. Технология переработки пластических масс, 1988.
3. Витязь П. А., Клименков С. С., Алексеев И. С. Реологические свойства порошковых смесей. – ВТИЛП, 1984.
4. Разработка теории и методики расчета конструктивных параметров формирующих элементов шнекового оборудования для экструзии порошковых материалов. Отчет о НИР. – г/б № 330 – Витебск: УО «ВГТУ», 2005. – 80 с.
5. Пятов В.В. Разработка процесса непрерывного формования пористых изделий сложного профиля экструзией порошков на шнековом прессе: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Мн., 1988. – 16 с.
6. Пятов В.В., Ковчур А.С. Исследование внешнего трения пластифицированных порошков // В кн.: Научное обеспечение республиканской комплексной программы охраны окружающей среды на 1991 – 1995 годы. – Мн.: Изд-во АН РБ, 1995. – С. 94 – 96.
7. А. с. 1553884 СССР, МКИ G 01 N 11/04. Способ определения технологических характеристик порошковых материалов / А.В. Степаненко, С.С. Клименков, В.В. Пятов, А.Л. Коваленко, А.Н. Красновский //БИ. – 1990. – № 12.
8. Шелег В.К., Пятов В.В. Ковчур А.С. Экструзия анизотропной среды// Доклады НАН Беларуси. – 2004. – т.48. - № 6. – С.112-114.
9. Монография: Теоретические и технологические основы холодной экструзии порошковых материалов/ Пятов В.В. – Витебск, 2002.

10. Теоретические и технологические основы экструзии пластифицированных порошков: Автореф. дисс. на соискание ученой степени докт. техн. наук: 05.16.06./ Пятов В.В. — Мн., 2005. — 43 с.
11. Савицкий В.В., Пятов В.В. Критерий тонкостенности порошковых труб// Сб. ст. — Витебск УО «ВГТУ», 2006. — С. 65 — 69
12. Использование вторичных ресурсов. Экономические аспекты. Под ред. Давида У. Пирса и Инго Уолтера. — New York: University Press, 1977. — М.: Экономика, - 1981. — 288 с.
13. Ростов Е.Ф., Баршиполец В.Т. Пути интенсификации использования вторичного сырья. — К.: УкрНИИНТИТЭИ, 1987. — 52 с.
14. Каплун Я.Б., Ким В.С. Формующее оборудование экструдеров. — М.: Машиностроение, 1969. — 406 с.
15. Торнер Р.В.. Основные процессы переработки полимеров. — М.: Химия, 1972. — 348 с.
16. Яковлев А.Д. Изготовление изделий из пластмасс. — Л.: Химия, 1977. — 323 с.
17. Алабышев А.Ф., Вячеславов П.М. и др. Прикладная электрохимия — Л.: Химия, 1974 — 536 с.
18. Новости линейных электроискровых технологий. Специальный выпуск «SODICK LINEAR REPORT»
19. Кучерявая С.К. Технология и обработка материалов — Мн.: Технопринт, 2003 — 288 с.
20. Басов Н.И. Расчёт и конструирование формующего инструмента для изделий из полимерных материалов — М.: Химия, 1986 — 487 с.

