

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 678.027 + 678.6

№ госрегистрации 20132490

Инв. № \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
УО «ВГТУ»  
Е.В. Ванкевич  
« 20 » \_\_\_\_\_ 2014 г.



ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ  
СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАТКИ НА  
ОСНОВЕ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ СМОЛ И СТЕКЛОМАТЕРИАЛОВ

(заключительный)

2013 – В/Б – 103

Научный руководитель,  
доцент, к. т. н.

19.06.2014

 В.В. Савицкий

Начальник НИЧ

 С.А. Беликов  
19.06.2014

Витебск, 2014



# СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель *В.В. Савицкий*  
к.т.н., доцент 19.06.2014 В.В. Савицкий (общее руководство работой)

Ответственный исполнитель, магистрант *Ю.В. Бровка* 17.06.14 Ю.В. Бровка (введение, разделы 1, 2, 3, 4, заключение)

Нормоконтроль, ст. преподаватель *К.С. Матвеев* 17.06.2014 К.С. Матвеев

Витебский государственный технологический университет

БІБЛІЯТЭКА  
УА «ВІЦЕБСКІ ДАЯРЖАЎНЫ  
ТЭХНАЛАГІЧНЫ УНІВЕРСІТЭТ»  
інв. № \_\_\_\_\_

## РЕФЕРАТ

Отчет 48 с., 15 рис., 8 табл., 14 источников, 5 прил.

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ, СТЕКЛОМАТ, ПОЛИЭФИРНАЯ СМОЛА, ЭПОКСИДНАЯ СМОЛА, ГЕЛЬКОУТ, ПРЕСС-ФОРМА, НАПОЛНИТЕЛЬ, ТЕРМОРЕАКТИВНАЯ СМОЛА.

Объектом исследований являются композиционные материалы на основе термореактивных смол и стекломатериалов.

Цель работы – разработка технологии изготовления композиционной технологической оснастки на основе термореактивных смол и стекломатериалов.

Методика проведения работ заключается в поиске данных о существующих методах создания композиционных материалов, их составе, характеристиках и области применения в промышленности.

Результатом работы является литературный обзор композиционных материалов, используемых в промышленности. На основе полученных данных сформирована технология изготовления композиционного материала на основе термореактивных смол и стекломатериалов.

По разработанной технологии изготовлены образцы композиционного материала для проведения испытаний. По результатам испытаний определен состав материала с наилучшими механическими характеристиками. Выбранный состав использован для изготовления опытного образца композиционной технологической оснастки на основе полиэфирной смолы и стекломатериалов. В данной оснастке получены опытные образцы изделий.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВИДОВ И СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ СМОЛ.....	7
1.1 Классификация композиционных материалов на основе термоактивных смол .....	7
1.2 Виды и свойства термоактивных композиций для изготовления композиционных материалов.....	8
1.2.1 Ненасыщенные полиэфирные смолы .....	8
1.2.2 Эпоксидные смолы.....	9
1.3 Виды и свойства наполнителей для термоактивных смол .....	10
1.4 Патентный обзор методов армирования термоактивных смол .....	16
1.4.1 Композиционный армированный материал и способ его получения .....	16
1.4.2 Слоистый материал .....	17
1.4.3 Конструкционный композиционный материал и способ его получения .....	18
2 НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОМПОЗИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКЕ.....	21
2.1 Общие требования.....	21
2.2 Требования к конструкции.....	21
2.3 Требования к качеству изготовления.....	22
2.4 Требования к материалам.....	22
2.5 Требования к надежности .....	23
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ И РЕЖИМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ .....	24

4	ИССЛЕДОВАНИЕ	МЕХАНИЧЕСКИХ	СВОЙСТВ	
	КОМПОЗИЦИОННЫХ	МАТЕРИАЛОВ	ДЛЯ	ИЗГОТОВЛЕНИЯ
	ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ	ОСНАСТКИ	.....	30
4.1	Определение максимальной степени наполнения	.....		30
4.2	Испытания на статический изгиб	.....		32
4.3	Определение ударной вязкости по Шарпи	.....		33
4.4	Испытание на сжатие	.....		34
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	.....		35
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	.....		37
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	.....		39
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	.....		41
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	.....		43
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г	.....		45
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д	.....		47

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология : учеб. пособие / М. Л. Кербер, В. М. Виноградов, Г. С. Головкин и др.; под ред. А.А. Берлина. – СПб. : Профессия, 2008. – 560 с, ил.

2 Композиционные материалы: Справочник / В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.; Под общ. ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.; ил.

3 Чернин, И.З. Эпоксидные полимеры и композиции / И.З. Чернин Ф.М. Смахов, Ю.В. Жердов. – М. : Химия, 1982. – 232 с., ил.

4 Производство изделий из полимерных материалов / В.К. Крыжановский, М.Л. Кербер, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко; Под общ. ред. В.К. Крыжановский – Санкт – Петербург: Профессия, 2008. – 460 с.

5 Стекломат. [Электронный ресурс]. 2012. – Режим доступа: [http://sudizol.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=7&Itemid=31](http://sudizol.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=7&Itemid=31). Дата доступа 30.11.2012.

6 Мэнсон, Дж. Полимерные смеси и композиты. Пер. с англ. / Дж. Мэнсон, Л. Сперлинг ; под ред. Ю.К. Годовского. – М.: Химия, 1979. – 440 с., ил. – Нью-Йорк, Пленум Пресс, 1976.

7 Композиционный армированный материал и способ его получения : пат. 2468918 РФ, МПК В29С70/02, С08J5/10, В82В3/00 / А.М. Куперман, А.Я. Горенберг, Д.А. Булгаков ; заявитель Учреждение Российской академии наук Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН – № 2011120297/05 ; заявл. 2011.05.23 ; опубл. 2012.12.10.

8 Слоистый материал : пат. 013586 Нидерланды, МПК В32В27/2, В32В5/26 / Мариссен Рулоф, Винке Дитрих ; заявитель ДСМ АйПи АССЕТС Б.В. – № 200802127 ; заявл. 2007.04.12 ; опубл. 2010.06.30.

9 Конструкционный композиционный материал и способ его получения : пат. 2278027 РФ, МПК В32В17/06, В32В17/12, В32В27/42, С08J5/04 / А.И.

Мелешко, В.С. Шайдуров ; заявитель А.И. Мелешко, В.С. Шайдуров – № 2004134845/04 ; заявл. 2004.11.30 ; опубл. 2006.06.20.

10 ГОСТ 12.2.003–91. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – Введ. 1991–01–01. – Москва : Изд-во стандартов, 1991. – 9 с.

11 ГОСТ 24643–81. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения. – Введ. 1981–07–01. – Москва : Изд-во стандартов, 1981. – 9 с.

12 ГОСТ 4648-71. Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб. – Введ. 1973.01.01. – Москва : Изд-во стандартов, 1992.

13 ГОСТ 4647-80. Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Шарпи. – Введ. 1981-06-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1998.

14 ГОСТ 4651-82. Пластмассы. Метод испытания на сжатие. – Введ. 1983-07-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1998.