

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Витебский государственный технологический университет

(ВГТУ)

2 1  
УДК: 685.34.036:678.01  
№ госрегистрации 2002984  
Инв №

УТВЕРЖДАЮ



Проректор ВГТУ по научной работе

к.т.н., доц. С.М. Литовский

«\_\_\_\_\_» 2003г.

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

выполняемой в рамках государственной программы по заданию “Диагностика - 09”

“Исследование анизотропии физико-механических свойств ортотропных полимерных материалов, применяемых в легкой промышленности методами электроемкостного неразрушающего контроля”

(промежуточный по ГБ № 311)

2002 - Г/Б - 311

Начальник НИС

С.А.Беликов

Научный руководитель  
к.т.н., доц.

А.А.Джежора

Витебск 2003

Библиотека ВГТУ



## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

### 1. Научный руководитель:

зав.каф. теоретической и прикладной  
математики, к.т.н., доц.

  
Джежора А. А.

### 2. Ответственные исполнители:

зав.каф. физики  
к.т.н., с.н.с.

  
Рубаник В.В.

ст. препод. каф. теоретической и  
прикладной математики

  
Завацкий Ю. А.

### 3. Исполнители:

зав.каф. иностранных языков

  
Пиотух А.А.

студентка гр.Э-69

  
Джежора Е.А.

зав. лабораторией

  
Ярыго О. Д.

### 4. Творческие исполнители:

студент гр А-16

  
Шиманский А.В.

## РЕФЕРАТ

Отчет 27 с., 2 ч., 11 рис., 1 табл., 8 источников, прил - 2.

Исследование анизотропии физико-механических свойств ортотропных полимерных материалов, применяемых в легкой промышленности методами электроемкостного неразрушающего контроля

Объектом исследования являются ортотропные полимерные материалы, применяемые в легкой промышленности.

Цель работы — исследование анизотропии ортотропных материалов. Разработка электроемкостных методов и средств контроля анизотропии диэлектрических свойств ортотропных материалов.

В процессе работы создавались математические модели электроемкостных преобразователей, проводились экспериментальные исследования анизотропии диэлектрических свойств отдельных ортотропных материалов.

В результате исследования был разработан метод электроемкостного неразрушающего контроля анизотропии диэлектрических свойств ортотропных материалов, созданы электроемкостные преобразователи.

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели электроемкостных преобразователей : более высокая точность измерения анизотропии диэлектрических свойств линейнопротяженных полимерных материалов: пленок, покрытий, листов, полотен.

Степень внедрения — поставлена лабораторная «Измерение анизотропии диэлектрической проницаемости линейно-протяженных полимерных материалов».

Эффективность разработанного метода определяется высокой точностью определения анизотропии диэлектрической проницаемости линейно-протяженных полимерных материалов. Разработанный метод неразрушающего контроля может применяться для исследования структуры линейно-протяженных полимерных материалов, в оценке прочностных и деформационных свойств, определении влагосодержания.

## ВВЕДЕНИЕ

Задача ускорения научно-технического прогресса неразрывно связана с необходимостью разработки высокоэффективных методов и средств неразрушающего контроля качества изделий. Большинство композиционных полимерных материалов, применяемых в народном хозяйстве, относится к анизотропным средам и обладает ортогональной анизотропией. Их электрические свойства описываются тензорами второго ранга. Определение констант тензоров диэлектрической проницаемости, удельной проводимости, удельного сопротивления имеет важное научно-техническое значение. Являясь характеристиками материала, они несут сведения о составе, структуре, влажности т.е. входят в комплекс исходной информации для диагностики качества композиционных материалов, прогнозирования их деформационных и прочностных свойств.

Для исследования анизотропии электрических свойств полимерных материалов может быть использован электроемкостный метод неразрушающего контроля. Электроемкостные средства контроля характеризуются высокой чувствительностью, точностью, малым уровнем мощности, быстродействием. Современные тенденции развития электроемкостного метода неразрушающего контроля неразрывно связаны с решением следующих задач: повышением точности, разрешающей способности, воспроизводимости и стабильности в условиях различных дестабилизирующих факторов (колебаний температуры окружающей среды, влажности, давления, внешних электромагнитных воздействий), это в свою очередь требует разработкой численных методов расчета электромагнитных полей в объектах контроля, построения математических моделей первичных измерительных преобразователей, создания так называемых «интеллектуальных» первичных преобразователей, содержащих встроенные в них микроЭВМ или микропроцессоры, например датчики фирмы «Honeywell» или датчики ВС фирмы «Baily Controls» (США).

Среди зарубежных фирм занимающихся вопросами электроемкостного метода неразрушающего контроля следует выделить: «Siemens» (ФРГ), «Hiroomi Ogasawara» (Япония), «Lucas Industries pub. lim. Comp. » (Великобритания), «Sylvac» (Швейцария)). В ближнем зарубежье в первую очередь следует выделить институт Механики полимеров (Латвия), Киевский технологический институт легкой промышленности (Украина), а также институты России: НИИ строительной физики и Ленинградский горный институт. В республике Беларусь работы по развитию электроемкостного метода ведутся в УО ВГТУ.

Научный приоритет исследований отражают следующие публикации:

а) Контроль анизотропии физических свойств тонких полимерных материалов (волокна, пленки, ткани, покрытия). А.С.1549327 (СССР) Способ измерения анизотропии свойств полимерных материалов. Джежора А.А., Щербаков В.В., Шушкевич В.Л., Кузнецова Л.И.

б) Использование проходных электроемкостных преобразователей для неразрушающего контроля линейно-протяженных полимерных материалов. Автореферат на соиск . учен. степени к-т-н. Институт прикладной физики АНБ. Минск 1992г.

в) Контроль влажности материалов с ортогональной анизотропией. А.С.1778661(СССР) Способ определения структурной влаги в материалах с ортогональной анизотропией. Джежора А.А.

г) Контроль объектов по толщине путем непрерывного сканирования поля за счет вариации потенциалов на измерительных электродах А.С.1430859(СССР) Способ контроля тонких диэлектрических материалов по толщине. Джежора А.А., Шушкевич В.Л., Щербаков В.В.

Работы, выполненные в ВГТУ, позволяют разработать подходы к созданию методов и средств неразрушающего контроля состава и структуры широкого класса ортотропных полимеров, и требуют развития численных методов расчетов электромагнитных полей в ортотропных слоистых средах, решения задач оптимизации, проведения исследований по выявлению корреляционных связей между механическими и диэлектрическими свойствами материалов.

В отчетном этапе решались следующие цели - разработка электроемкостных преобразователей накладного типа, создание математических моделей электроемкостных преобразователей, заполненных анизотропной средой. Проводилось исследование корреляционных связей между механическими и физическими свойствами полимерных материалов на примере материала барекс.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основные результаты работы опубликованы в следующих материалах

1. Джежора А.А., Клубович В.В. Конструкции датчиков для измерения анизотропии диэлектрических свойств тонких диэлектрических материалов. Ред. журн. Весці Акадэміі навук БССР. Сер. фіз.- тэхн. навук. Мн., 1989. № 3. Дел. В ВИНТИ 28.06.88 № 5154-B88.
2. Джежора А.А., Рубаник В.В. “Электроемкостной преобразователь для исследования структуры композиционных материалов. Труды V международной научно-технической конференции “Современные проблемы прочности и пластичности материалов” г. Старая Русса, 2003г, с275
3. Джежора А.А., Рубаник В.В. “Электроемкостной датчик анизотропии физических свойств” Материалы XV международной научно-технической конференции датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления «Датчик -2003» в г. Судак с.65 - 66.
4. Джежора А.А., Рубаник В.В. “. Электроемкостной метод исследования структуры композиционных материалов” Материалы XV международной научно-технической конференции “Физика прочности и пластичности материалов” г. Тольятти, 2003г, с111-112.
5. Джежора А.А., Рубаник В.В. “. Прогнозирование прочностных свойств композиционных материалов ” Материалы XV международной научно-технической конференции “Физика прочности и пластичности материалов” г. Тольятти, 2003г, с112-113.
6. Контроль анизотропии физических свойств тонких полимерных материалов (волокна, пленки, ткани, покрытия). А.С.1549327 (СССР) Способ измерения анизотропии свойств полимерных материалов. Джежора А.А., Щербаков В.В., Шушкевич В.Л., Кузнецова Л.И.
7. Джежора А.А., Рубаник В.В. Прогнозирование прочностных свойств композиционных материалов” Материалы XVI Петербургских чтений по проблемы прочности” г. Санкт – Петербург. 2003г с263.
8. Шиманский А.В., Джежора А.А., Завадский Ю.А. Использование метода комплексных переменных для расчета электростатических полей. Материалы XXXVI научно-технической конференции преподавателей и студентов ВГТУ г. Витебск.