

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Джежора А.А.<sup>1</sup>, Рубаник В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Витебский государственный технологический университет

<sup>2</sup>ГНУ «ИТА» НАН Беларуси,

Витебск, Республика Беларусь

Нетканые материалы широко используются в повседневной жизни, медицине, легкой промышленности. Им присущ целый ряд уникальных свойств по сравнению с традиционными тканями из хлопка и льна. Они обладают более высокими барьерными свойствами для микроорганизмов, имеют более высокий коэффициент воздухопроницаемости, и т.д. Структура нетканых материалов характеризуется сложным иерархическим строением и представляет собой статистический ансамбль микро и макроэлементов, различных по своим физико-химическим свойствам, размерам и форме расположения волокон. Задачей является не только создание технологий получения волокнисто-пористых нетканых материалов с прогнозируемыми свойствами, но и разработка неразрушающих неинвазивных методов и средств диагностирования структуры нетканых материалов, контроль ее на различных стадиях создания изделий из них. Наиболее важными показателями качества материалов являются упругие и деформационные показатели, такие как разрывная нагрузка образца  $P_p$ , напряжение при разрыве  $\sigma_p$ , относительное удлинение при разрыве  $\varepsilon_p$ .

Сравнивая эффективность и технические возможности различных методов и средств неразрушающего контроля, можно констатировать, что среди большого многообразия методов и средств контроля: электромагнитного, микрорадиоволнового, ультразвукового, теплового, оптического наиболее эффективным и экономичным является электроемкостный метод контроля [1]. Он характеризуется высокой чувствительностью, точностью, малым уровнем мощности, быстродействием, низкой себестоимостью. Электроемкостный метод контроля позволяет осуществлять диагностику прочностных и деформационных свойств материалов и изделий, изучать структуру контролируемых объектов в широком частотном диапазоне.

Разнообразие конструктивных и схемотехнических решений, применяемых в электроемкостном методе контроля, вызвано многообразием объектов контроля, функционально-техническим назначением средств измерения и требованиями, предъявляемыми к метрологическим, эксплуатационно-техническим характеристикам. Непрерывное повышение этих требований: точности,

разрешающей способности, воспроизводимости, стабильности обуславливает необходимость дальнейшего совершенствования конструкций емкостных датчиков, схем их подключения и технологий изготовления с учетом успехов в области микроэлектроники, компьютерных технологий.

В настоящее время проектирование электроемкостных датчиков полностью полагается на численные методы.

В ГНУ «ИТА» НАН Беларуси был создан пакет программ, не уступающих их зарубежным аналогам, а часто и превосходящий их по точности результатов расчета, по требованиям к машинному ресурсу, по длительности расчета. Численный метод расчета полей электроемкостных датчиков основан на использовании интегральных уравнений Фредгольма первого рода совместно с методом зеркальных отображений [2].

Новый концептуальный подход в теории расчета электроемкостных датчиков позволил улучшить чувствительность датчиков к контролируемым параметрам, поднять силу сигнала (рабочей емкости датчика). С помощью меандрового экранированного накладного измерительного конденсатора в плоскости контролируемых образцов создавалось плоскопараллельное поле. Расчетная картина электрического поля представлена на рисунке 1.

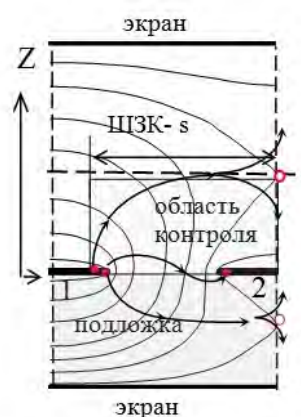


Рисунок 1 - Расчетная картина электрического поля ЭИЖ:  
1, 2 – потенциальные электроды.

Датчик был выполнен на подложке из тефлона ( $\varepsilon = 2,1$ ) толщиной 2 мм, его металлизация составила 0,5, ширина электродов 2 мм, их тол-

щина 30 мкм, погонная длина электродов составила  $l=140$  мм. К датчику подключался измеритель иммитанса E7-20 с возможностью подключения через интерфейс RS-232C и математической обработки результатов измерений. Это средство измерений имеет широкий диапазон рабочих частот (25 Гц ÷ 1 МГц), класс точности 0,1 и высокую скорость измерений.

Исследованиям подвергались образцы искусственной кожи «NUBUK». Они представляет собой нетканый армированный материал с полиуретановым покрытием. В состав нитей входят полиэфирные волокна - лавсан. Механические свойства ИК NUBUK изучались с помощью разрывной машины ИП 5158-5 на образцах прямоугольной формы 180x20 мм с рабочей частью 100x20 мм со скоростью перемещения нижнего зажима 70 мм/мин. Образцы выкраивались в двух направлениях вдоль (В) и поперек (П) основы. Линейные размеры образцов определялись по ГОСТ 17073-71 [3] с помощью металлической измерительной линейки (ГОСТ 427-75) с ценой деления 1 мм и толщиномером типа TP 10-60 (ГОСТ 11358-7) с точностью 0,01 мм при давлении измерительной площадки на образец 4,9-14,8 кПа. Масса элементарных проб измерялась на весах Nagema тип 34.003 с погрешностью не более 0,01 г. За результат определения поверхностной плотности образца принимали значение округленное до 1 г/м<sup>2</sup>. Поверхностная плотность образца, но не материала в целом, позволяет косвенно оценить однородность ИК вдоль и поперек рулона.

Все образцы сканировались меандровым экранированным накладным измерительным конденсатором в направлении основы материала и поперек. В качестве измеряемого параметра бралась емкость накладного измерительного конденсатора, так как она является интегральной характеристикой и наиболее полно отражает прочностные и деформационные свойства контролируемых образцов. Было установлено:

- материал NUBUK практически не обладает дисперсией диэлектрических свойств в частотном диапазоне 10 кГц ÷ 1 МГц;

- ему присуща слабая анизотропия диэлектрической проницаемости в плоскости материала. Коэффициент анизотропии диэлектрической проницаемости не превышает 1,07;

- нетканый слой вносит в структуру материала беспорядок.

Результаты предварительных исследований

физико-механических свойств образцов ИК NUBUK приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Показатели физико-механических свойств материала NUBUK**

№	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>		Разрывная нагрузка P <sub>p</sub> , Н		Относительное удлинение при разрыве ε <sub>р</sub> , %		Значение емкости, пф	Значение емкости, пф
		В	П	В	П	В	П		
1	1,38	614	634	321	444	25	32	0,604	0,600
2	1,35	593	555	376	273	19	26	0,638	0,634
3	1,37	593	586	329	263	25	24	0,620	0,598
4	1,36	579	603	288	252	24	27	0,601	0,600
5	1,40	559	559	372	406	25	28	0,623	0,602
6	1,54	631	634	414	337	35	28	0,647	0,626

Ее анализ позволяет сделать следующие выводы:

1) несмотря на архаичный характер строения материала NUBUK между емкостью датчика и разрывной нагрузкой P<sub>p</sub> в направлении основы существует взаимосвязь:

$$P_p = 9418,6C_v^2 - 9510,1C_v + 2619,9;$$

$$R^2 \approx 0,86;$$

2) определение деформационных свойств нетканых материалов требует дополнительных исследований с накоплением статистических данных об электрических параметрах на более представительной выборке образцов материала.

- Xiaobei B. Li, Sam D. Larson, Alexei S. Zyuzin, and Alexander V. Mamishev "Design Principles for Multichannel Fringing Electric Field Sensors," IEEE SENSORS JOURNAL, VOL. 6. № 2, 2006. pp. 434 – 440
- А. А. Джежора Модель накладного измерительного конденсатора / А.А. Джежора, В.В. Рубаник // Весці НАН Беларусі. Серыя фізіка-тэхнічных навук. – 2010, N 3. – С. 99-103
- ГОСТ 17073-71 Кожа искусственная. Метод определения толщины и массы 1 м<sup>2</sup>. – введ. 01.07.72. – Минск: Белстандарт, 1996. – 15 с.