

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Джежора А.А.¹, Рубаник В.В.²

¹ Витебский государственный технологический университет

² 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 σ_p , относительное удлинение при разрыве ε_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, быстроедействием, 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.

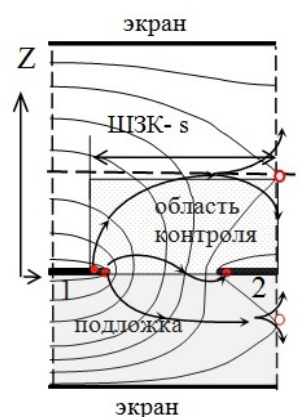


Рисунок 1 - Расчетная картина электрического поля ЭНИК:
1, 2 – потенциальные электроды.

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 представляют 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/м². Поверхностная плотность образца, но не материала в целом, позволяет косвенно оценить однородность ИК вдоль и поперек рулона.

Все образцы сканировались меандровым экранованным 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 ²		Разрывная нагрузка P _p , Н		Относительное удлинение при разрыве ε _p , %		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_p 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.

1. 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
2. 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
4. ГОСТ 17073-71 Кожа искусственная. Метод определения толщины и массы 1 м². – введ. 01.07.72. – Минск: Белстандарт, 1996. – 15 с.