

УДК 621.365

ОПЕРАТИВНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ  
ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В. И. ЗУБКО, Д. В. ЗУБКО  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Разработаны оперативные методы контроля и диагностики электрических свойств композиций электротехнического назначения на основе вторичных полимерных материалов. В основе создания высокочувствительного измерительного преобразователя и разработки методики положено определение электрических показателей: диэлектрической проницаемости, удельной объемной электрической проводимости и тангенса угла диэлектрических потерь пластинчатых композиций на основе вторичных полимерных материалов в диапазоне частот 50 Гц – 1 МГц.

Высокочувствительный измерительный преобразователь для контроля электрических свойств пластинчатых композиций на основе вторичных полимерных материалов представлен на рис. 1.

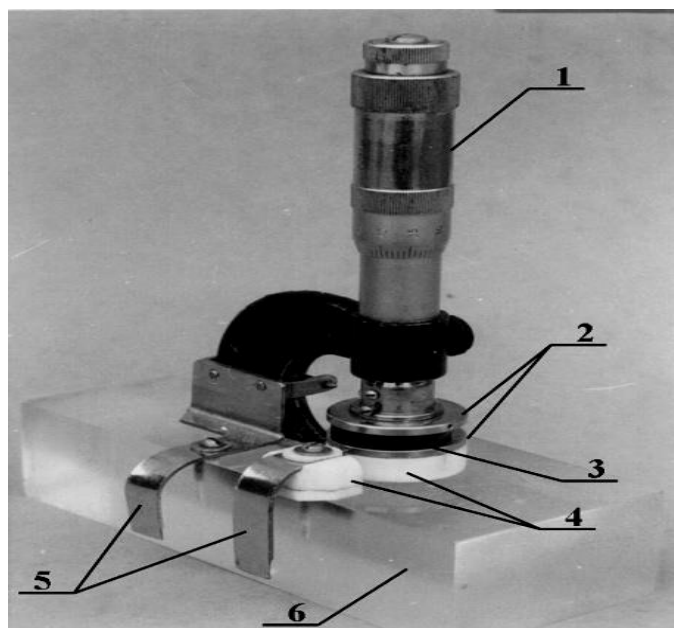


Рис. 1. Конструкция высокочувствительного измерительного преобразователя для оперативного контроля и диагностики электрических свойств пластинчатых композиций на основе вторичных полимерных материалов в диапазоне частот электрического поля 50 Гц – 1 МГц: 1 – микрометрическое устройство; 2 – дисковые электроды; 3 – измерительное пространство; 4 – фторопластовые прокладки; 5 – съемные контакты; 6 – основание из оргстекла

Созданный измерительный преобразователь по сравнению с существующими аналогами обладает следующими преимуществами:

- позволяет получать информацию о комплексе электрических показателей композиций в диапазоне частот 50 Гц – 1 МГц;
- позволяет определять толщину пластины композиции с помощью с точностью  $\pm 0,005$  мм;
- обеспечивает однородное электрическое поле в объеме микрометрического устройства от 0,1 до 6 мм непосредственно в измерительном пространстве контролируемого образца композиции в диапазоне частот 50 Гц – 1 МГц;
- обладает малой величиной диэлектрических потерь –  $1,8 \cdot 10^{-5}$ .

Микрометрическая ячейка представляет собой измерительный конденсатор, образованный двумя дисковыми электродами, изготовленными из нержавеющей стали, поверхности которых отшлифованы, отполированы и хромированы. Распределение напряженности электрического поля (особенно на концах электродов конденсатора) является сложной функцией от толщины и диэлектрической проницаемости образца. Погрешности измерения, обусловленные этими факторами, могут быть исключены калибровкой измерительной ячейки с помощью двух эталонных пластин с известной диэлектрической проницаемостью. Для обеспечения электрического контакта образцы композиций, с тщательно отполированными поверхностями, покрывали эвтектическим раствором In – Ga.

Для контроля электрических свойств композиций разработана методика, в основу которой положено раздельное измерение емкостной и активной составляющих импеданса микрометрической ячейки, заполненной пластинчатой композицией. Относительная диэлектрическая проницаемость, удельное объемное электрическое сопротивление, тангенс угла диэлектрических потерь пластинчатых композиций на основе вторичных полимерных материалов вычисляли по формулам, приведенным в работе [1].

Исследованы электрические свойства композиций на основе вторичного полиэтилена в зависимости от содержания и типа наполнителя в диапазоне частот 50 Гц – 1 МГц. В качестве связующего (диэлектрической матрицы) использован вторичный полиэтилен низкой плотности, наполнителями композиций являются порошкообразные углерод и электролитическая медь. Результаты исследований показали, что величины диэлектрической проницаемости и удельной объемной электрической проводимости композиций на основе вторичного полиэтилена незначительно зависят от частоты электрического поля, тогда как содержание и тип наполнителя оказывают существенное влияние на их изменение.

Установлено, что величина относительной диэлектрической проницаемости композиций с повышением содержания порошка электролитической меди от 10 до 50 мас. % увеличивается примерно в два раза, тогда как удельная объемная электрическая проводимость возрастает, примерно, на один

порядок от значений  $2,5 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$  до  $3,5 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$  соответственно. В то же время, при изменении содержания порошкообразного углерода от 20 до 50 мас. % значительные изменения претерпевает величина удельной объемной электрической проводимости композиции (см. рис. 2) повышается при этом на 4 порядка от значений  $1 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  до  $1 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  соответственно [2].

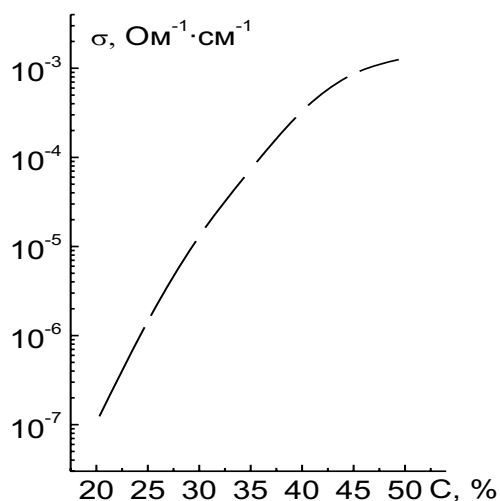


Рис. 2. Влияние содержания порошка углерода на удельную объемную электрическую проводимость композиции на основе вторичного полиэтилена. Частота электрического поля составляет 1 МГц

Таким образом, применение различных типов наполнителей дает возможность на одной и той же диэлектрической матрице получать ряд композиций с существенно отличающимися электрическими свойствами. Созданный измерительный преобразователь и разработанная методика используются на предприятиях Беларуси для контроля и диагностики электрических свойств электроизоляционных пресс-материалов, применяемых в высоковольтных электрических и радиотелевизионных устройствах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Зубко, В. И.** Об учете погрешностей при контроле электрических свойств материалов с большими потерями / В. И. Зубко, А. И. Лесникович, Д. В. Зубко // Техническая электродинамика. – 2008 – № 2. – С. 64–68.

2. **Пат. 11018 РБ, МПК Н 01 В 1/24; С 08 L 23/00.** Электропроводящая полимерная композиция / Д. В. Зубко, В. И. Зубко; заявитель и патентообладатель Белгосуниверситет. – № 20070558; заявл. 14.05.07; опубл. 30.08.08, Бюл. № 4. – 3 с.

E-mail: [Zubko@bsu.by](mailto:Zubko@bsu.by)