

PACS numbers: 72.60.+g, 72.80.Tm, 73.40.Vz, 73.50.Fq, 73.63.Bd, 81.07.Wx, 81.40.Rs

Електропровідність флюоропластової матриці для композиційних матеріалів

А. А. Беженар, В. С. Копань, Н. В. Хуторянська

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
вул. Володимирська, 60,
01033 Київ, Україна*

Виявлено, що при збільшенні напруженості постійного електричного поля близько до пробивних напруженостей у флюоропласті виникають високочастотні струми, інтенсивність яких зростає зі збільшенням напруженості електричного поля. Показано, що питомий електроопір для флюоропластового мікропорошку на порядок менший за питомий електроопір суцільної флюоропластової плівки.

Обнаружено, что при увеличении напряженности постоянного электрического поля близко к пробивным напряженностям во фторопласте возникают высокочастотные токи, интенсивность которых нарастает с увеличением напряженности электрического поля. Показано, что удельное электро-сопротивление для фторопластового микропорошка на порядок меньше удельного электро-сопротивления сплошной фторопластовой пленки.

As revealed, the high-frequency currents arise in fluoroplastic when constant electric intensity increases close to the breakdown strength. The intensity of these high-frequency currents rises with the increase of electric strength. As shown, the resistivity of fluoroplastic micropowders is lower than the resistivity of solid fluoroplastic film by an order of magnitude.

Ключові слова: композиційний матеріал, флюоропласт, питомий електроопір.

(Отримано 28 листопада 2007 р.)

Композиційні матеріали (КМ) діелектрик–провідник використовують в електротехніці і радіотехніці переважно для виготовлення електроопорів [1]. Крім того, відомі спроби [2] використати окремі молекули органічних речовин (діелектриків в масивному стані) в якості детекторів і транзисторів в нових молекулярних процесорах, які являють

собою фактично композиційні структури з провідників (нанодроти і наноплівки), ізоляторів та напівпровідників (окремі молекули).

Мета роботи — дослідження електропровідності флюоропласту (ФП), що є одним з найкращих матеріалів для виготовлення матриці КМ діелектрик–напівпровідник [3].

Раніше [4] було показано, що струм проходить у флюоропластових зразках переважно окремими шляхами, названих нами треками. Було також помічено, що зразок КМ флюоропласт–вуглецеві нанорурки випромінює радіохвилі перед електричним пробоем. У даній роботі більш детально вивчено це явище.

На рисунку 1 наведено схему досліджень виникнення струмів високої частоти при дії постійного електричного поля.

Зразок 1 з ФП затискався торцями металевих стрижнів 2 і 3. Постійний струм подавався на зразок від джерела 4. Перед електричним пробоем зразка в ньому виникають високочастотні струми, які реєструються осцилографом 5. При цьому з суміші частот найкраще виділяється та, на якій резонують стрижні 2 і 3. Вимірявши ам-

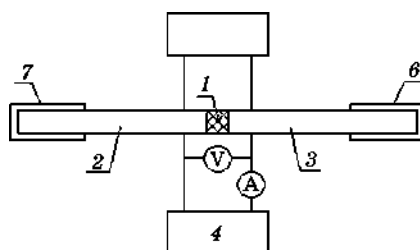


Рис. 1. Схема дослідження електропровідності ФП.

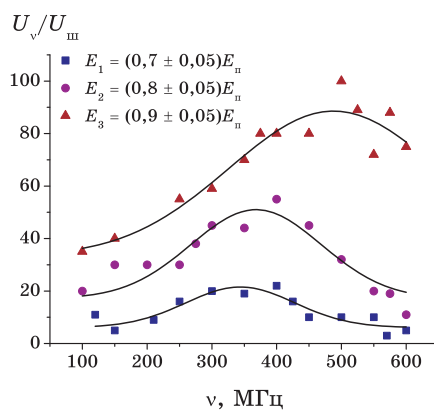


Рис. 2. Залежність відношення амплітуди високочастотних струмів до амплітуди шумів $U_v/U_{ш}$ від частоти. E_n — напруженість електричного пробую зразка.

плітуду напруги U_v даної частоти ν осцилографом 5 (ν змінювали шляхом пересування рурок 6 і 7, одягнутих на стрижні 2 і 3), визначали U_v для нової частоти. Залежність $U_v/U_{ш}$ (де $U_{ш}$ — амплітуда шумів, коли зразок далекий до стану пробою) від частоти наведено на рис. 2.

Спостерігаємо наступні закономірності:

— зі збільшенням напруженості електричного поля E збільшується величина $U_v/U_{ш}$, а отже зростає інтенсивність високочастотних струмів;

— зі збільшенням напруженості електричного поля E пікове значення $U_v/U_{ш}$ зсувається в сторону вищих частот.

Побудувавши залежність максимального значення $U_v/U_{ш}$ від на-

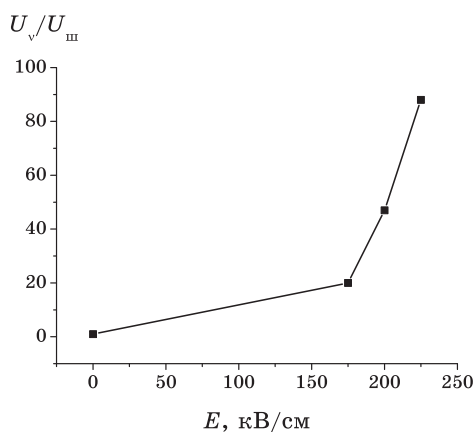


Рис. 3. Залежність максимального значення $U_v/U_{ш}$ від напруженості E .

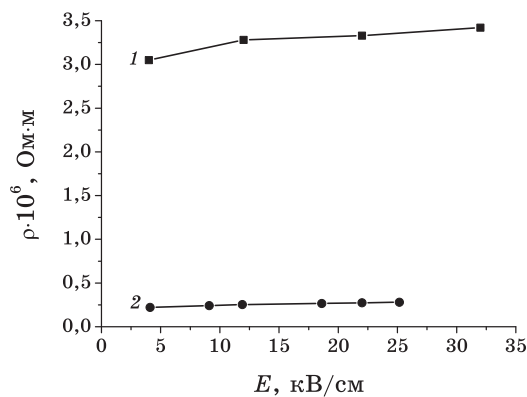


Рис. 4. Залежність питомого електроопору від напруженості електричного поля E для флюоропластових зразків: 1 — суцільна плівка ФП; 2 — мікропорошок ФП.

пружености електричного поля E (рис. 3), бачимо, що відбувається різке наростання інтенсивності високочастотного струму в області допробивних напруженостей електричного поля. При збільшенні напружености електричного поля зростає напруженість в треках флюоропласту і тому збільшується швидкість носіїв заряду в треках, а отже наростає інтенсивність високочастотного струму через флюоропластову плівку.

При $E = E_{\text{п}}$ відбувається пробій і випромінюються світлові кванти. Час випромінення менший мілісекунди, тому не вдалося поміряти спектер світлового випромінення.

Також досліджувалась залежність питомого електроопору від напружености електричного поля E для двох флюоропластових зразків (рис. 4). Питомий електроопір порошку ФП (одержаного з плівки ФП) на порядок менший від питомого електроопору самої флюоропластової плівки.

Оскільки струм проходить по поверхні гранулі, то порошок із ФП можна розглядати як КМ, де поверхня грануль ФП грає роль провідника, а сама грануля є діелектриком. Струм у порошковому ФП проходить краще, ніж у суцільній флюоропластовій плівці, тому питомий електроопір ρ порошку значно менший питомого електроопору суцільної плівки.

ВИСНОВКИ

В області допробивних напруженостей постійного електричного поля E відбувається різке наростання інтенсивності високочастотного струму через флюоропластову плівку зі збільшенням E .

Порошок із ФП можна розглядати як КМ, де поверхня грануль ФП грає роль провідника, а об'єм грануль — роль матриці.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. T. I. Lewis, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, **1**, No. 5: 812 (1994).
2. P. Kornilovich, A. Bratkovsky, and S. Williams, *Single-Molecule Designs for Electric Switches and Rectifiers* (Annals New York Academy of Sciences: 2003).
3. A. Motori, A. Saccani, and L. Sisti, *Journal of Applied Polymer Science*, **85**, No. 11: 2271 (2002).
4. А. А. Беженар, В. С. Копань, Н. І. Півень, *Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки*, **3**: 410 (2006).