

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
76 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ АКАДЕМІЇ**

Одеса 2016

Наукове видання

Збірник тез доповідей 75 наукової конференції викладачів академії
18 – 22 квітня 2016 р.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами
За достовірність інформації відповідає автор публікації

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова
Укладач Л. В. Агунова

Редакційна колегія

Голова

Єгоров Б. В., д-р техн. наук, професор

Заступник голови

Капрельянц Л. В., д-р техн. наук, професор

Члени колегії:

Амбарцумянц Р. В., д-р техн. наук, професор
Безусов А. Т., д-р техн. наук, професор
Віннікова Л. Г., д-р техн. наук, професор
Гапонюк О. І., д-р техн. наук, професор
Жигунов Д. О., д-р техн. наук, доцент
Іоргачева К. Г., д-р техн. наук, професор
Коваленко О. О., д-р техн. наук, ст. наук. співробітник
Крусір Г. В., д-р техн. наук, професор
Мардар М. Р., д-р техн. наук, професор
Мілованов В. І., д-р техн. наук, професор
Осипова Л. А., д-р техн. наук, доцент
Павлов О. І. д-р екон. наук, професор
Плотніков В. М., д-р техн. наук, доцент
Савенко І. І. д-р екон. наук, професор
Тележенко Л. М. д-р техн. наук, професор
Ткаченко Н. А., д-р техн. наук, професор
Ткаченко О. Б., д-р техн. наук, доцент
Хобін В. А., д-р техн. наук, професор
Хмельнюк М. Г., канд. техн. наук, доцент
Станкевич Г. М., д-р техн. наук, професор
Черно Н. К., д-р тех. наук, професор

НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

струмів ТСД при від'ємних температурах, зразки були поляризовані при кімнатній і охолоджені до температури $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ шляхом занурення зразка в рідкий азот. Ізотермічні струми деполяризації при різних постійних температурах від 20 до $125\text{ }^{\circ}\text{C}$, необхідні для перетворення Хамона, були виміряні після короткого замикання зразків, поляризованих ізотермічно при 200 В близько 10^4 с . З порівняння кривих ТСД для чистого і легованого ПС видно, що присутність хромофору не сильно впливає на релаксаційні процеси при низьких температурах, присутній тільки деякий кількісний ефект. Так як чистий і легований зразки аморфні, і використані однакові електроди, то різниця між піками в чистому і легованому ПС може бути віднесена до різниці формування та релаксації об'ємного заряду завдяки присутності молекул хромофору. Збільшення піку в легованому ПС вказує на те, що введення домішки створює пастки, де носії заряду можуть бути захоплені. Зміщення піку при більш низьких температурах показує, що заряд захоплюється глибше на додаткових нерегулярно (пастках), ніж в пастках, існуючих в чистому ПС.

Піки втрат були проаналізовані більш детально, всі експериментальні криві набагато ширше, ніж ідеальна дебаєвська крива, що вказує на існування широкого розподілу часів релаксації. Звуження піку втрат із збільшенням температури вказує на те, що принцип температурно-часової суперпозиції не можна повністю застосувати для цього діапазону температур. Відповідно до положення піків залежності ϵ'' можна знайти температурну залежність часу релаксації в еластичному стані легованого ПС. Було показано, що присутність молекул хромофора DR1 впливає на α —релаксаційну поведінку основного полімеру так, що розподіл часів релаксації стає ширшим, збільшується діелектрична константа і діелектрична сила, і домішка (DR1) призводить до певного ефекту пластифікації. На інфранизьких частотах і температурах нижче нуля з'являється β —релаксація. Хоча β -процеси подібні як в чистому, так і в легованому ПС, однак було виявлено деяке кількісне розходження. Відповідні піки ТСД і піки втрат в зразках ПС/DR1 були більш вираженими, ніж в чистому ПС. Це пояснюється, ймовірно, тим, що β -процеси в ПС при температурах нижче T_g впливають на релаксаційні поведінку молекул хромофора.

СТРУМИ ТЕРМОСТИМУЛЮЮЧОЇ ДЕПОЛЯРИЗАЦІЇ ПЛІВОК СПІВПОЛІМЕРУ П(ВДФ-ТФЕ)

**Сергєєва О. Є., д-р фіз.-мат. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій**

Метод термостимульованої струмової деполяризації (ТСД) є потужним інструментом для вивчення релаксаційних процесів в полімерних електретах [1]. В якості гіпотези в даній роботі передбачається, що у формуванні піків ТСД в сегнетоелектричних полімерах беруть участь три деполяризаційні струми, два з яких викликані релаксацією електретних і сегнетоелектричних компонентів залишкової поляризації, а один пов'язаний з об'ємним зарядом. Зроблено спробу розділити ці три процеси шляхом аналізу короткозамкнених і розімкнених струмів ТСД в електризованих коронним розрядом плівках співполімеру П(ВДФ-ТФЕ), який був обраний як типовий, але найменш вивчений, сегнетоелектричний полімер.

Дослідження виконано на екструдованих і орієнтованих плівках П(ВДФ-ТФЕ) товщиною 20 мкм , що склалися з 95% ВДФ і 5% ТФЕ. На плівки випаровуванням алюмінію у вакуумі були нанесені з одного боку електроди, після чого плівки поляризували в коронно розрядовому трюді [1] при постійній напрузі на сітці -4 кВ . Поляризовані зразки лінійно нагрівали зі швидкістю 4 К/хв або в режимі короткого замикання (КЗ), або в розімкненому (РОЗ) режимі [1]. У режимі РОЗ плівка ФЕП-тефлону товщиною 25 мкм використовувалася в якості діелектричного зазору.

У режимі КЗ на свіжих зразках П(ВДФ-ТФЕ) формувалася один широкий пік, причому напрямок струму відповідав релаксації залишкової поляризації. Порівнюючи струми ТСД на

свіжих і зостарених зразках, ми спостерігали нове явище, а саме, один широкий пік ТСД в режимі КЗ поділявся при старінні на два вузьких і повністю відокремлених один від одного піків. У той же час дві пари протилежно спрямованих піків з'явилися в зостарених зразках замість однієї пари, типовою для свіжих зразків.

Струм деполяризації в режимі РОЗ залишався незмінним, в той час як струм об'ємного заряду змінював напрямок. Тому, два піки в режимі РОЗ можна пояснити як результат двох протилежно спрямованих струмів, які частково перекриваються і, що виникають в результаті релаксації поляризації і об'ємного заряду.

Для того, щоб відокремити струм деполяризації $I_p(T)$ від струму об'ємного заряду $I_c(T)$, розумно припустити, що поляризація є однорідною в напрямку товщини. Оскільки компенсуючі заряди, захоплені поблизу поверхні, не створюють ніякого струму в режимі КЗ [1], то $I_{K3}(T) = I_p(T)$, де $I_{K3}(T)$ — експериментально вимірний струм $I_c(T)$ в режимі КЗ може бути розрахований з експериментальних кривих $I_{K3}(T)$ и $I_{PA3}(T)$.

$$I_c(T) = I_{PA3}(T) \left[1 + \frac{\varepsilon_1 x_2}{\varepsilon_2 x_1} \right] - I_{K3}(T), \quad (1)$$

де ε_1 , x_1 , ε_2 и x_2 — діелектрична проникність і товщина зразка та діелектричного зазору відповідно. У наших обчисленнях ми використовували $\varepsilon_1 = 12$, $\varepsilon_2 = 2.1$, $x_1 = 20$ мкм, $x_2 = 25$ мкм. Примітно, що пік $I_c(T)$ знаходиться при більш високій температурі, ніж пік деполяризації, вказуючи на те, що захоплений заряд є більш стійким, ніж залишкова поляризація.

Менш термостійкий пік ТСД в режимі КЗ може бути приписаний релаксації електретної компоненти поляризації, в той час як більш стабільний пік має, очевидно, сегнетоелектричну природу. Інверсія струму РОЗ в високотемпературній області, ймовірно, викликана релаксацією об'ємного заряду. Пік $I_c(T)$ був розрахований відповідно до рівняння (1). З положення цього піку ясно, що об'ємний заряд більш стійкий, ніж поляризація.

Отримані результати можна якісно пояснити, враховуючи різну природу трьох компонент струму ТСД. Електретна поляризація, складаючи майже 50 % залишкової поляризації в свіжих зразках, розпадається з часом швидше, ніж сегнетоелектрична компонента. Саме тому два піки в свіжих зразках стають повністю розділеними в зостарених плівках, як ніби відбувається повільний перерозподіл залишкової поляризації протягом тривалого часу після завершення електризації.

Спостережувані і розраховані піки важко обробити кількісно, оскільки не існує теорії струмів ТСД в сегнетоелектричних полімерах. Однак, як впливає з форми піків, всі три релаксаційні процеси в П(ВДФ-ТФЕ) значно відрізняються від ідеального Дебаєвського випадку, відповідного відсутності взаємозв'язку між релаксуючими диполями. Цю особливість можна врахувати, вважаючи, що поляризація релаксує з часом відповідно до закону розтягнутої експоненти

$$P(t) = P_o \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)^\alpha \quad 1 \geq \alpha > 0 \quad (2)$$

де τ — стала часу, P_o — початкова поляризація. Якщо зразок лінійно нагрівається зі швидкістю $\beta = dT/dt$, тоді

$$P(T) = P_o \exp\left\{-\left[\left(\frac{1}{\beta}\right) \int_{T_o}^T \left(\frac{1}{\tau(T')}\right) dT'\right]^\alpha\right\} \quad (3)$$

де T_o — початкова температура. Розумно припустити, що температурна залежність τ підкоряється закону Арреніусу

$$\tau(T) = \tau_o \exp\left(\frac{A}{kT}\right) \quad (4)$$

де A — енергія активації, k — константа Больцмана, τ_o — характеристичний час. Вираз для щільності струму ТСД виходить з рівнянь (2)—(4)

$$i(T) = -\left(\frac{\alpha P_o}{\tau_o}\right) \exp\left(-\frac{A}{kT}\right) [s(T)]^{\alpha-1} \exp\{-[s(T)]^\alpha\}, \text{ де } s(T) = \left(\frac{1}{\beta\tau_o}\right) \int_{T_o}^T \exp\left(-\frac{A}{kT'}\right) dT' \quad (5)$$

Результати комп'ютерної підгонки експериментально спостережуваних і розрахункових піків ТСД в рівняння (5) підтвердили наші висновки про природу і термічну стабільність релаксаційних процесів. Вони показали, що пік деполяризації в свіжих зразках, де електретні і сегнетоелектричні компоненти змішуються, є широким, тому що два релаксаційних процеси, відповідальних за його формування, дуже різні. Сегнетоелектрична поляризація досить стабільна ($A = 2,7$ eВ), а пік ТСД, викликаний його релаксацією, відносно вузький ($\alpha = 0,52$). Параметри піків об'ємного заряду в свіжих і зостарених зразках абсолютно різні, як ніби там існують два види об'ємних зарядів, один імовірно пов'язаний з сегнетоелектричною поляризацією, а інший — з електретною компонентою. Ймовірно також, що невеликий пік, що виникає поруч з піком електретної деполяризації в розімкнутому режимі обумовлений тільки електретною компонентою об'ємного заряду. Так як температура склування в П(ВДФ-ТФЕ) приблизно -45 °С [1], то впорядкування диполів в аморфній фазі термічно не заморожене, як в звичайних полярних електретах. Переважна орієнтація диполів в цих умовах може підтримуватися полем захоплених зарядів.

Таким чином показано, що в коронно заряджених плівках П(ВДФ-ТФЕ) існують дві компоненти поляризації, причому обидві компоненти супроводжуються відповідними об'ємними зарядами. Електретна компонента, будучи термодинамічно нестійкою, спадає до тих пір, поки широкий пік ТСД не перетворюється на два повністю розділених вузьких піка. Нестабільна електретна компонента залишкової поляризації може бути видалена шляхом нагрівання до температури близько 60 °С. Мабуть, об'ємний або поверхневий заряд завжди супроводжують дипольну поляризацію незалежно від її природи.

Список літератури

1. Сергеева, А. Е. Поляризация и пространственный заряд в сегнетоэлектрических полимерах [Текст] / А. Е. Сергеева, С. Н. Федосов – Одесса: ТЭС, 2014. – 348 с.

П'ЕЗОЕЛЕКТРИЧНИЙ КОЕФІЦІЄНТ d_{33} ТРЬОХШАРОВИХ СЕГНЕТОЕЛЕКТРЕТІВ

**Федосов С. Н., д-р фіз.-мат. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій**

Нові матеріали привернули велику увагу дослідників в останні роки [1—3], які називаються сегнетоелектретами або п'езоелектретами і мають пористу структуру і високий п'езоелектричний коефіцієнт d_{33} . Дослідження нових матеріалів і комбінацій ще триває, включаючи шаруваті структури, що складаються з блокуючих шарів твердої ФЕП тефлонової плівки і спученого (волокнистого) політетрафторетилена (ПТФЕ) між ними [2, 3].

Коефіцієнт d_{33} тришарових сандвічів високий зі значеннями в діапазоні від 100 пкКл/Н і 1600 пкКл/Н в залежності від структури і умов вимірювання. Пориста структура ПТФЕ складається з нанорозмірних (з типовою товщиною ~ 100 нм) волокон, що утворюють відкриту фібрилярну морфологію. Тверді шари ФЕП використовуються для механічного ущільнення волокнистого ПТФЕ і запобігання небажаному розряду плівки ПТФЕ.

Високий п'езокоефіцієнт ФЕП/ПТФЕ/ФЕП сандвічів є результатом наявності двох шарів заряду протилежної полярності, утворених генерованими пробоем зарядами, захопленими на кордонах розділу між ФЕП і ПТФЕ плівками. У моделі, запропонованої раніше для пояснення явища гістерезису в таких сандвічах [2, 3], квазістаціонарний підхід був використаний в припущенні, що параметри залежать тільки від геометрії, прикладеної напруги і діе-

**СЕКЦІЯ
ФІЗИКА І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО**

| | |
|--|-----|
| ВПЛИВ УМОВ ОСАДЖЕННЯ НА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ ПОКРИТТІВ ОТРИМАНИХ У ВАКУУМІ | |
| Задорожний В. Г., Кейбал О. О. | 231 |
| АДГЕЗІЯ ТОНКИХ ВАКУУМНИХ ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВОК ДО МЕТАЛУ | |
| Задорожний В. Г., Кейбал О. О. | 233 |
| КОНЦЕПЦІЯ І МОДЕЛЬ МЕЗОСКОПІЧНОЇ ПОРИСТОСТІ ТОНКИХ ПРОНИКНИХ СЕРЕДОВИЩ | |
| Котюков Ю. Д., Левченко В. І., Роганков О. В., М. В. Швець М. В., Роганков В. Б. | 234 |
| ЧАСТОТНИЙ ДАТЧИК ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН У ШИРОКОМУ ІНТЕРВАЛІ ТЕМПЕРАТУР | |
| Ніколенко І. М. | 234 |
| ДИЕЛЕКТРИЧНА РЕЛАКСАЦІЯ У ЛЕГОВАНОМУ ПОЛІСТИРОЛІ | |
| Ревенюк Т. А. | 235 |
| СТРУМИ ТЕРМОСТИМУЛЮЮЧОЇ ДЕПОЛЯРИЗАЦІЇ ПЛІВОК СПІВПОЛІМЕРУ П(ВДФ-ТФЕ) | |
| Сергєєва О. Є. | 236 |
| П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИЙ КОЕФІЦІЄНТ d_{33} ТРЬОХШАРОВИХ СЕГНЕТОЕЛЕКТРЕТІВ | |
| Федосов С. Н. | 238 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИБОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСПЕРСНО-АРМОВАНИХ ПОКРИТТІВ | |
| Соколов О. Д., Маннапова О. В. | 239 |
| ПРО КОРЕЛЯЦІЮ ШВИДКОСТІ ПЕРКОЛЯЦІЇ ВОЛОГИ КРІЗЬ НАПВПРОНИКНІ МЕМБРАНИ І СТАНДАРТНИХ ВИМІРЮВАНЬ ПРОНИКНОСТІ АБО ОПОРУ ВИПАРЮВАННЮ | |
| Роганков О. В., Швець М. В., Роганков В. Б. | 241 |
| ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПЛІВКОВИХ ТЕПЛОМАСООБМІННИХ АПАРАТІВ | |
| Киріллоє В. Х., Худенко Н. П., Вітюк А. В. | 242 |

**СЕКЦІЯ
ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ РИНКОВИХ ВІДНОСИН
НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

| | |
|--|-----|
| АДАПТИВНІСТЬ ЕКОНОМІКИ — ЇЇ ВЛАСТИВІСТЬ ЯК ПОВЕДІНКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ | |
| Павлов О. І. | 244 |
| РОЛЬ ДІЯЛЬНОСТІ ІНСТИТУТІВ СПІЛЬНОГО ІНВЕСТУВАННЯ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ УКРАЇНИ | |
| Лобоцька Л. Л. | 245 |
| ПОТЕНЦІАЛ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ГАЛУЗЕЙ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ | |
| Самофатова В. А. | 247 |
| ІМПОРТОЗАМІЩЕННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ АПК УКРАЇНИ | |
| Косєва Ж. В. | 248 |
| ВИНОРОБНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ | |
| Яблонська Н. В. | 250 |
| АКТУАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ В УМОВАХ КРИЗИ | |
| Дідух С. М. | 251 |
| ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ | |
| Магденко С. О. | 253 |
| КОНЦЕПЦІЯ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЗБАЛАНСОВАНОГО ТА СТІЙКОГО РОЗВИТКУ АГРОПРОДОВОЛЬЧИХ РИНКІВ | |
| Кулаковська Т. А. | 255 |
| ФАКТОРИ ВПРОВАДЖЕННЯ КОНТРОЛІНГОВИХ СИСТЕМ НА ПІДПРИЄМСТВІ | |
| Волкова С. Ф., Фрум О. Л. | 257 |
| ПРОБЛЕМА СТАНУ БЕЗПЕКИ НА М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ | |
| Берегова Т. А. | 259 |
| ІНДЕКС УКРАЇНСЬКОГО БОРЩУ ЯК ПОКАЗНИК ІНФЛЯЦІЇ ТА РІВНЯ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ | |
| Басюркіна Н. Й. | 260 |
| ЕКОНОМІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ | |
| Свистун Т. В. | 262 |

Наукове видання

**Збірник тез доповідей
76 наукової конференції
викладачів академії**

Головний редактор акад. Б. В. Єгоров
Заст. головного редактора акад. Л. В. Капрельянц
Відповідальний редактор акад. Г. М. Станкевич
Укладач Л. В. Агунова