

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



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

Одеса 2017

дотепер у більшості випадків застосовувалася проста, але погано контрольована модифікація коронного розряду без керуючої сітки.

У даній роботі досліджена електризація «guest-host» плівок на основі полістиролу (ПС), легованого молекулами хромофора ДР-1 (Disperse Red 1), в коронному триоде. Ефективність електризації оцінювалася з використанням методу термостимульованої деполяризації (ТСД). Головна мета роботи полягала в тому, щоб проаналізувати відносний вплив параметрів процесу електризації на поліпшення ефективності орієнтування молекул дипольної домішки.

Плівки товщиною 20 мкм отримували із суміші ПС з 2% ДР-1 в хлороформі. Алюмінієвий електрод був нанесений на одну поверхню зразків термічним напилюванням у вакуумі. Зразки були електризовані в коронному триоді в сухому повітрі при сталому струмі зарядки 2 нА. В процесі електризації безупинно вимірялася кінетика електретного потенціалу. В якості змінних були обрані наступні параметри: полярність коронного розряду, температура (30, 80 і 100 °С), наявність або відсутність віртуального закорочення і старіння при кімнатній температурі. Використано модифікації методу ТСД з короткозамкненими електродами (КЗ), з повітряним зазором (ВЗ) і з діелектричної вставкою (ДВ).

Встановлено, що позитивні заряди проникають в об'єм глибше, ніж негативні, особливо при підвищених температурах. Ця різниця менш помітно в легованих зразках, де формування дипольної поляризації переважає над інжекцією і утворенням об'ємного заряду. За нахилом графіків динаміки потенціалу в початковій стадії зарядки розрахована діелектрична проникність, яка склала 2,5 для чистого ПС і 2,67 для зразків ПС / ДР-1. Використовуючи модель Архипова-Руденко-Сесслера [1], модифіковану Лілом Феррейра [2], було знайдено добуток рухливості на час захоплення носіїв заряду $\mu\tau = 2 \cdot 10^{-14} \text{ м}^2 \text{ В}^{-1}$.

Температурна залежність коефіцієнта викиду зарядів відповідала моделі Вільямса-Ландела-Феррі, вказуючи на те, що пастки локалізовані на дефектах головного ланцюга полімеру [3].

На кривих струмів ТСД в режимі КЗ виявлено один вузький пік, в режимі ВЗ – 2 уніполярних піку, а в режимі ДВ – 2 пари протилежно спрямованих піків. Наявність піків пояснено релаксацією поверхневих і об'ємних зарядів. Величина і положення піків не залежали від полярності коронного розряду. Внесок поляризації в струми ТСД виявився однаковим у вільних і в віртуально закорочених зразках. Однак при старінні вільних зразків поляризація зростала під дією поля поверхневих зарядів.

Вимірювання показали, що насичення поляризації спостерігається вже при напрузі 1 кВ, а розрахункове значення граничної напруги становить 680 В. На основі отриманих даних сформульовані рекомендації по параметрах електризації плівок ПС / ДР-1 в коронному розряді, що забезпечує отримання високої і стабільної поляризації.

Література

1. G.M. Sessler. Charge distribution and transport in polymers // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 4 (2), – P. 614-628 (1997).
2. G.F. Leal Ferreira and M.T. Figueiredo. Corona charging of electrets. Models and results // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 6 (2), – P. 614-628 (1999).
3. M.R. Gurvich and A.T. Andonian. On characterization of Williams-Landel-Ferry equation for non-linear analysis // Journal of Materials Science, 35 (2), – P. 289-292 (2000).

APPLICATION OF CORONA DISCHARGE FOR POLING OF POLYMER ELECTRETETS

**A.G. Sorokina, MSc student, Prof. S.N. Fedosov, DSc and Prof. A.E. Sergeeva, DSc
Odessa National Academy of Food Technologies**

Polar species in ferroelectric and nonlinear optical polymers must be oriented in one direction by application of an external electric field in order to insure good working characteristics of the materials. The corresponding process called poling or charging is an important step in obtaining desired properties. The most advanced is the corona charging method applied earlier in electrophotography, in electrets and in electrostatic filters. Due to its versatility, the corona method allows to optimize poling by proper selection of the poling mode, polarity and temperature.

A corona is a self-sustainable discharge occurring if a sufficiently high voltage is applied to asymmetric electrodes such as a point and a plate. In the ionization area near the point, depending on corona polarity, either positive or negative ions are produced. The ions bombard the bare sample surface and no electrode is required on this side. The process takes place at atmospheric pressure, so the ions have an average thermal energy. The ions do not penetrate into the bulk, but transfer their charge and leave the surface as neutral atoms or molecules. The excess charge either resides on the surface, or injected in the bulk. The advantages of the corona charging are: (a) poling can be performed without deposited electrodes (b) higher fields can be achieved than in case of sandwich poling, and (c) thin films can be poled in spite of defects, because breakdown is limited only to small sample area.

A simple point-to-plane geometry has been gradually replaced by a corona triode with a metal grid introduced between the point and the sample. Apart from charging, the corona triode was used to study dynamics of poling and charge transport phenomenon in polymers [1-3]. This paper gives a short review of the corona charging of ferroelectrics and nonlinear optical polar polymers with an accent on using constant current corona poling (CCCP).

We consider only corona triode methods, because a point-to-plane technique does not provide the required quality of poling. The highest surface potential is approximately equal to the grid voltage. If either the sample or the grid is made vibrating, one can observe the dynamics of the surface potential by a modified Kelvin method measuring the AC current. In the CCCP mode additionally to the vibrating grid the feedback is used to control the corona voltage in order to keep the poling current constant. So, all poling parameters can be measured and controlled. The surface potential is found from the graduation curve obtained beforehand by substitution a real sample with a metal disk of the same area. Detailed description of the method is given in a review paper [2].

Polymers for nonlinear optics gained interest because of the strong nonlinearity of molecular chromophores as guests, side groups, or main-chain segments. In order to obtain a non-centrosymmetric material, it is necessary to perform a poling process. The suitable method for NLO polymers is corona poling applied near the glass transition temperature T_g to allow orientation of dye molecules in the field. Cooling the sample with the corona still applied freezes the orientation of dipoles. Unfortunately, the corona charging experience was not used in full in the NLO field where most research was carried out with a poorly controlled point-to-plane mode of the method.

Due to high piezo- and pyroelectricity, ferroelectric polymers may replace conventional inorganic materials in sensors and transducers. Therefore, such materials as PVDF, P(VDF-TrFE), P(VDF-TFE) have attracted attention recently. To induce orientation of dipoles, the polymers are poled usually in a corona, because high electric fields could be achieved without breakdown in this case. Using a constant current corona triode we have found that the initial poling and switching consisted of three stages, each one corresponded to a definite part of the potential - time curve [2-7]. A fast increase in surface potential was observed at the first stage indicating that the capacitive component prevailed in the poling current. At the second stage there was a plateau at the voltage-time curve related, most probably, to switching of the ferroelectric component of polarization. The surface potential again increased sharply at the third stage when switching is completed. The plateau was not seen if poling is repeated.

Polarization P in ferroelectric polymers depends nonlinearly on the field E , so the $P(E)$ function is presented by a hysteresis loop. From this curve, the remanent polarization P_r and the coercive field E_c can be found. We studied polarization and hysteresis phenomena in biaxially and uniaxially stretched PVDF films. The $P(E)$ dependence was obtained from the kinetic of the surface potential during CCCP [3]. For the biaxially stretched PVDF we found $E_c=100$ MV/m and $P_r = 64$

mC/m². We separated electronic, dipolar and ferroelectric components of the dielectric constant and obtained $\epsilon_e = 2$, $\epsilon_d = 7$, $\epsilon_f = 95$. In case of uniaxially stretched films we have found $\epsilon_f = 40$, $P_r = 42$ mC/m² and $E_c = 48$ MV/m [8], all values lower than those for biaxially stretched PVDF.

We studied polarization uniformity in corona poled samples of P(VDF-TFE) 95:5 copolymer (Plastpolymer, Russia) containing 90 % of ferroelectric beta phase [9]. Polarization profiles were measured by the piezoelectrically induced pressure step (PPS) method. It has been found that the residual polarization is distributed nonuniformly in samples poled by CCCP method independently on poling temperature. Nonuniformity of polarization was caused by nonuniform distribution of the poling field that, in its turn, was attributed to injection of negative charge during poling.

Efficiency of corona poling depends on corona polarity. We compared TSD currents and pyroelectric coefficients of PVDF samples containing preferentially either polar beta phase or non-polar alpha phase and poled in either positive or negative corona. It appeared that beta samples were poled to the higher values and show higher pyroelectricity than the alpha samples. Judging by values of the pyrocoefficients, poling in a positive corona is more efficient than in a negative one, probably because the positive charges are not easily injected into the bulk, as do the negative ones.

Finally, corona poling is a powerful method to produce residual polarization in polar polymers. The advantages of corona charging are that samples can be poled without deposited electrodes; higher fields can be achieved in corona than in case of sandwich contact poling, thin films can be poled in spite of defects. Moreover, the valuable information about charge transport, storage and polarization can be obtained during poling in a corona triode. The constant current method facilitates analysis of experimental results and gives additional information on injection and drift of carriers, the hysteresis phenomena and polarization buildup.

References

- 1/5. R.A. Moreno and B. Gross, *J. Appl. Phys.* **47** (1976) 3397.
- 2/7. J.A. Giacometti, S.N. Fedosov, M.M. Costa, *Braz. J. Phys.*, **29** (1999) 269.
- 3/8. S.N. Fedosov, A.E. Sergeeva, J.A. Giacometti, *Pol. Liq. Cryst.* **4017** (1999) 53.
- 4/14. S. Fedosov, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **230** (1993) 553.
- 5/15. S.N. Fedosov, A.E. Sergeeva, *J. Electrostat.*, **30** (1993) 39.
- 6/16. S.N. Fedosov, *Phys. Stat. Solidi A* **115** (1989) 293.
- 7/23. V.I. Arkhipov, S.N. Fedosov, A.I. Rudenko et al., *J. Electrostat.*, **22** (1989) 177.
- 8/26. A.E. Sergeeva, Zhongfu Xia, S.N. Fedosov, *Proc. ISE-9*, (1996), 914.
- 9/27. S.N. Fedosov, A.E. Sergeeva, G. Eberle, et al, *J. Phys. D.* **29** (1996) 3122.

КРИТИЧНА ТОВЩИНА ПОЯВИ СЕГНЕТОЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ В ПЛІВКАХ СОПОЛІМЕРІВ ВІНІЛІДЕНФТОРИДУ

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

Останнім часом робляться спроби визначення критичного розміру в сегнетоелектриках. Це фундаментальне питання в зв'язку з розвитком сегнетоелектричних наноструктур стало актуальним і в прикладному відношенні. У доповіді, присвяченій критичним розмірам в сегнетоелектричних наноструктурах, розглянуті результати дослідження одного виду полімерних сегнетоелектриків, а саме сополімера вініліденфториду з тріфторетиленом П(ВДФ-ТрФЕ), отриманих методом Ленгмюра-Блоджетт (ЛБ).

Під критичним розміром розуміють максимальну товщину плівки, несумісну з існуванням сегнетоелектрики. У 1944 р Онзагер, використовуючи модель Ізінга, вказав на наявність спонтанної поляризації в двовимірній кубічній решітці, в вузлах якої знаходяться

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СОРТІВ І ВІТАМІНІЗАЦІЇ БОРОШНА	
Солдатенко Л.С.	230
УДОСКОНАЛЕННЯ СЕПАРАТОРА З ПНЕВМОКАНАЛОМ	
Алексашин О.В.	231
ВДОСКОНАЛЕННЯ ДОЗУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ТІСТОМІСІЛЬНОЇ МАШИНИ	
Алексашин О.В.	232

СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ І УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ»

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ	
Волков В.Е., Макоєд Н.О.	233
ТЕОРІЯ НЕСТІЙКОСТІ ГОРІННЯ ТВЕРДОГО ПАЛИВА	
Волков В.Е.	234
КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ БАГАТОВИМІРНИХ КЛАСТЕРНИХ СИСТЕМ	
Герєга О.М., Кривченко Ю.В.	235
АНАЛІЗ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	
Лобода Ю.Г., Орлова О.Ю.	236
АВТОМАТИЧНА САМОНАЛАГОДЖУВАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТОМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТИПУ	
Хобін В.А., Левінський М.В.	237

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА МЕХАТРОНІКА»

К РАСЧЕТУ КРУГЛОРЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ	
Аванесьянц А.Г., Аванесьянц Г.А.	239
ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА НАСІННЯ ЗЕРНА НИЗЬКОЧАСТОТНИМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМИ ПОЛЯМИ	
Галіулін А.А., Штепа Є.П., Ліпін А.П.	241
ВІБРОГАСНИКИ ПОДВІЙНОЇ ДІЇ	
Кобєлев В.М.	243
ЕЛЕКТРОПРИВОДИ З ФАЗОВИМ ТА ІМПУЛЬСНИМ УПРАВЛІННЯМ У ЛАНЦЮГУ РОТОРА	
Монтік П.М., Коновалов С.О.	244
ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ НА ЕЛЕКТРИЧНИЙ ПРОБІЙ СИЛІКОНОВОЇ РІДИНИ	
Розіна О.Ю.	245
ДИНАМІКА ВІДЦЕНТРОВИХ ФРИКЦІЙНИХ МУФТ З ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ ЗУСИЛЬ	
Амбарцумянц Р.В., Делі І.І.	247
СИНТЕЗ ЗУБЧАСТО-ВАЖИЛЬНОГО МЕХАНІЗМА ЗА КІНЕМАТИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ РОБОЧОГО ОРГАНА	
Амбарцумянц Р.В., Тутасєв С.В.	249
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ СЕПАРАТОРА МЕХАНІЗМУ ВІЛЬНОГО ХОДУ В ВІЛЬНОМУ РУСІ	
Амбарцумянц Р.В., Ромашкевич С.О.	251
ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ЯЧМЕНЮ В АБРАЗІВНО-ДИСКОВІЙ МАШИНИ	
Галіулін А.А., Ліпін А.П., Шипко І.М.	253
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЗА СИСТЕМОЮ ЕЛЕКТРИЧНОГО ВАЛА В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Штепа Є.П.	254

СЕКЦІЯ «ФІЗИКА І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»

ДІАПАЗОН РОБОЧИХ ТЕМПЕРАТУР СЕНСОРІВ НА ОСНОВІ ПВДФ	
Бутенко А.Ф.	255
ВИКОРИСТАННЯ КОРОНОГО РОЗРЯДУ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЗАЦІЇ ЛЕГОВАНОГО ПОЛІСТИРООЛУ	
Ревенюк Т.А.	256
APPLICATION OF CORONA DISCHARGE FOR POLING OF POLYMER ELECTRETETS	
A.G. Sorokina, S.N. Fedosov, A.E. Sergeeva	257
КРИТИЧНА ТОВЩИНА ПОЯВИ СЕГНЕТОЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ В ПЛІВКАХ СОПОЛІМЕРІВ ВІНІЛІДЕНФТОРИДУ	
Федосов С.Н.	259
ДВІ СТАДІЇ ФОРМУВАННЯ ТА ПЕРЕКЛЮЧЕННЯ ПОЛЯРИЗАЦІЇ В СЕГНЕТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛІМЕРАХ	
Сергєєва О.Є.	260

Збірник тез доповідей 77 наукової конференції викладачів академії
18 – 21 квітня 2017 р.

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

Рекомендовано до друку та розповсюдження в мережі Internet Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 15 від 25.04.2017 р.

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,
Лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки,
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова

Укладач Т.Л. Дьяченко

Редакційна колегія

Голова Єгоров Б.В., д.т.н., професор

Заступник голови Поварова Н.М., к.т.н., доцент

Члени колегії:

Бурдо О.Г., д.т.н., професор

Волков В.Е., д.т.н., професор

Гапонюк О.І., д.т.н., професор

Жигунов Д.О., д.т.н., доцент

Іоргачова К.Г., д.т.н., професор

Капрельянц Л.В., д.т.н., професор

Коваленко О.О., д.т.н., ст.н.с.

Косой Б.В., д.т.н., професор

Мардар М.Р., д.т.н., професор

Павлов О.І., д.е.н., професор

Станкевич Г.М., д.т.н., професор

Савенко І.І., д.е.н., професор

Ткаченко Н.А., д.т.н., професор

Ткаченко О.Б., д.т.н., професор

Хобін В.А., д.т.н., професор

Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор

Черно Н.К., д.т.н., професор