

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



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

**Одеса 2017**

mC/m<sup>2</sup>. 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/m<sup>2</sup> 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

диполі, і показав, що така моношарова орієнтована фаза переходить в неорієнтовану при фазовому переході другого роду. Ландау і Вдовиченко надали цьому висновку більш простий математичний характер. Ці роботи, однак, не можна вважати доказом існування сегнетоелектрики в одному моношарі, так як вони не беруть до уваги механізми, що відповідають за існування критичного розміру.

Наприкінці 40-х рр. ХХ століття В.Л. Гінзбург на основі теорії фазових переходів другого роду Ландау розвинув феноменологічну теорію сегнетоелектрики. В результаті стали ясні два фактора, що обумовлюють критичний розмір: поверхнева енергія і енергія екранування. При товщині плівки, коли одна з цих енергій порівнянна або більше енергії решітки, сегнетоелектрика зникає.

Ці ж фактори призводять до так званого розмірного ефекту, тобто послідовній зміні властивостей сегнетоелектрика при зменшенні товщини плівки. Експериментальний пошук критичного розміру став однією з фундаментальних завдань фізики сегнетоелектриків, і цьому завданню були присвячені десятки робіт. Однак до кінця 90-х рр. ні в одній з них критичний розмір не було безпосередньо виявлений.

Прогрес намітився на початку 90-х рр., Коли були виготовлені сегнетоелектричні плівки Ленгмюра-Блоджетт (ЛБ). У 1993 р сегнетоелектрика була виявлена в плівках ЛБ, приготованих з сополімера вініліденфторида з трифторетиленом П(ВДФ-ТрФЕ) товщиною 30 моношарів (15 нм). Надалі сегнетоелектричне перемикання було знайдено в двох моношарах (1 нм) і в одному моношарі (0,5 нм) і було показано, що в сегнетоелектричному сополімері критична товщина дорівнює нулю.

Те, що в сегнетоелектричних плівках сополімеру, вирощених за методом ЛБ, виявилось можливим спостерігати сегнетоелектрику в одному моношарі (тобто відсутність критичної товщини), пов'язане з тим, що цей метод дає можливість послідовно нарощувати товщину плівки з точністю до одного моношару. Можлива відмінність в механізмі перемикання полімерних сегнетоелектриків в порівнянні з перовскітовими сегнетоелектриками, здавалося б, не повинно впливати на критичну товщину. Остання визначається такими безпосередньо не залежними від механізму перемикання факторами, як поверхнева енергія і енергія екранування. Але слід врахувати, що в ультратонких плівках на розмірний ефект і критичну товщину можуть впливати нанорозмірні домени, їх наявність або відсутність. У перовскітових плівках нанорозмірні домени були виявлені. У надтонких сегнетоелектричних плівках сополімеру вони не спостерігалися і, можливо, відсутні.

Таким чином, було показано, що в принципі в сегнетоелектричних плівках критична товщина може бути відсутньою. Структура ЛБ плівок була вивчена методами рентгенівської та нейтронної дифрактометрії, а також в скануючому тунельному мікроскопі. Діелектричні петлі гістерезису були отримані для плівок товщиною від 30 до 1 моношару (15-0,5 нм).

## **ДВІ СТАДІЇ ФОРМУВАННЯ ТА ПЕРЕКЛЮЧЕННЯ ПОЛЯРИЗАЦІЇ В СЕГНЕТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛІМЕРАХ**

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

Зазвичай вважають, що формування поляризації і її переключення в сегнетоелектриках – це швидкий процес. Ми встановили, однак, що в полівініліденфторид (ПВДФ), це напівкристалічний полімер, що містить сегнетоелектричну і несегнетоелектричну фази, причому поляризація продовжує рости при електризації в зовнішньому полі протягом часів на 5-6 порядків більших, ніж очікуваний час перемикання. Це протиріччя було вирішено шляхом врахування впливу провідності в таких матеріалах. Показано, що є дві компоненти сегнетоелектричної поляризації, з яких перша залежить від напруженості електричного поля і виникає за рахунок швидкої орієнтації диполів в

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

Наукове видання

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