

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

**80 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ АКАДЕМІЇ**

Одеса 2020

Наукове видання

Збірник тез доповідей 80 наукової конференції викладачів академії
7 – 8 травня 2020 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 05.05.2020 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:

Амбарцумянц Р.В., д-р техн. наук, професор
Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор
Бурдо О.Г., д.т.н., професор
Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, 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
Крусір Г.В., д-р техн. наук, професор
Мардар М.Р., д.т.н., професор
Мілованов В.І., д-р техн. наук, професор
Павлов О.І., д.е.н., професор
Плотніков В.М., д-р техн. наук, доцент
Станкевич Г.М., д.т.н., професор,
Савенко І.І., д.е.н., професор,
Тележенко Л.М., д-р техн. наук, 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

(воронок) забезпечує істотне збільшення площі активної робочої поверхні абразивних кругів і відносних швидкостей переміщення зерна по ним.

2. Узагальнення принципу дії прототипу А1-ЗШН-3 і модернізованої машини свідчить про пряму залежність ефективності обробки (лущення або шліфування) зернової маси від активної робочої площі поверхні робочих органів, що характеризується безпосереднім контактом з шарами зерна або крупи, що переміщуються по ній, і від довжини шляху переміщення цих шарів по абразивній поверхні.

3. Тривалість лущення зерна, залежно від вигляду оброблюваних сільськогосподарських культур складе від 9 до 16 с.

4. З врахуванням різних фізико-механіко-технологічних властивостей зерна різних культур і необхідної (заданої) якості лущення, продуктивність модернізованої машини знаходиться в межах 3,2...5,7 т/ч.

Фрагменти модернізації машини підтверджені технологічними, силовими і загальномашинобудівними розрахунками.

Отже, проектування, виробництво і впровадження даної лущильно-шліфувальної машини доцільно.

Література

1. Гапонюк О.І., Солдатенко Л.С., Гросул Л.Г. та ін. Технологічне обладнання борошномельних і круп'яних підприємств. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018, – 751 с.

2. Глебов Л.А., Демский А.Б., Веденьев В.Ф. и др. Технологическое оборудование предприятий отрасли (зерноперерабатывающие предприятия). Учебник. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 816 с.

3. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна / А.Я. Соколов, В.Ф. Журавлев, В.Н. Душин и др.; Под ред. А.Я. Соколова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 445 с.

СЕКЦІЯ «ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ»

IMPORTANCE OF THE CHARGE DYNAMICS SCREENING DURING POLARIZATION SWITCHING IN PVDF FILMS

Prof. A.E. Sergeeva¹, Prof. S.N. Fedosov¹, Prof. H. von Seggern²

¹**Odessa National Academy of Food Technologies**

²**Darmstadt Technological University, Germany**

Ferroelectric polymers like polyvinylidene fluoride (PVDF) have attracted attention during the last 20 years due to a promising combination of high residual polarization and good mechanical properties [1, 2]. Although initially expected wide-scale applications of PVDF have not been achieved so far, it remains a model material for studies on polarization phenomena in ferroelectric polymers.

Interest to the charge in PVDF was aroused when Eisenmenger *et al.* [3] put forward a qualitative *charge trapping* model assuming that dipoles in PVDF are intrinsically unstable and their preferential orientation is fixed only by charges trapped at the dipole or domain surfaces³. However, their assumption of instantaneous switching of dipoles and their back-switching, if not stabilized by charges has not been proved experimentally, since the expected huge displacement currents during back-switching have not been observed.

In this work the interrelation of polarization switching and screening charge dynamics is investigated by comparing experimental data with results of modeling. The results stress the importance of an instantaneous release of all screening charges in the fast phase of switching and its

reconstruction to screen the reversed polarization in the slow part of the switching process.

Experiments were performed on 12.5 μm -thick biaxially stretched PVDF samples from Kureha Co. with Al electrodes deposited by vacuum evaporation. The crystallographic structure of the polymer exhibited almost equal portion of crystalline and amorphous phases. IR spectra indicated that the fraction of ferroelectric β -phase in relation to the non-polar α -phase corresponded to a ratio of 70:30 and remained unchanged in the switched samples.

For theoretical modeling, the morphological structure of PVDF was assumed to be as an earlier proposed layer structure [4,5]. Initial conditions are as follows: $P(0)=P_o$, $E_a(0)=E_{cr}(0)=0$.

In order to reveal the effect of screening and conductivity on the switching process four extreme cases of the screening charge behavior during the switching of polarization are analyzed.

The following is the current equation, which is the same for all four cases:

$$I(t) = \frac{U_o - n_L(E_a \delta_a + E_{cr} \delta_{cr})}{R} = A \left[\varepsilon_0 \varepsilon_a \frac{dE_a}{dt} + gE_a \right] = A \left[\varepsilon_0 \varepsilon_{cr} \frac{dE_{cr}}{dt} + \frac{dP}{dt} + gE_{cr} \right] \quad (1)$$

where E_a and E_{cr} are the electric fields in the amorphous and crystalline phases, respectively. The conductivity is assumed to be $g=g_o$ for case 4 and $g=g_o+en\mu$ for cases 1, 2 and 3 with e being the elementary charge, μ the mobility of free charge carriers and n the free charge density.

Considering gradual release and recombination in case 1, the dynamics of the charge density n is assumed to be as follows

$$\frac{dn}{dt} = 2n \frac{dP/dt}{ed} - \alpha n^2 \quad (2)$$

where the first term on the right side describes the released charge density due to polarization switching and the second term shows the charge recombination.

For the case 2 all screening charges are released instantaneously described by

$$\frac{dn}{dt} = -\alpha n^2 \quad (3)$$

with the initial condition

$$n(0) = n_o = \frac{2n_L |P_o|}{ed}. \quad (4)$$

In the case 3 of high intrinsic conductivity, g is the same as the initial value in the case 2

$$g = g_o + \frac{2n_L |P_o|}{d} \mu, \quad (5)$$

whereas $g=g_o$ is assumed in the case 4 of low conductivity.

The intrinsic polarization dynamics in all four cases is described by

$$\frac{dP}{dt} = \frac{P_{st} - P}{\tau(E_{cr})} \quad (6)$$

where

$$\tau(E_{cr}) = \tau_o \exp\left(\frac{E_A}{E_{cr}}\right). \quad (7)$$

The hysteresis of the ferroelectric polarization is simplified by

$$P_{st} = \begin{cases} P_o & E_{cr} \leq E_c \\ P_o + 2P_r(E_{cr} - E_c)/(E_s - E_c) & E_{cr} \geq E_c \end{cases} \quad (8)$$

Eqs. (1) to (8) were solved numerically in relation to the ferroelectric polarization P . The best fitting was obtained for the case 2 with the following values of parameters: $\mu=10^{-11}$ m²/V s, $\tau_o=2 \cdot 10^{-8}$ s, $E_A=1.1 \cdot 10^9$ V/m, and $\alpha=0.5 \cdot 10^{-20}$ m³/s. The same parameters were used in calculations of the case 1. In the case 3, $n=n_o=3.92 \cdot 10^{26}$ m⁻³ causing $g=g_{max}=6.32 \cdot 10^{-4}$ S/m, while $n=0$ and $g=g_o=3 \cdot 10^{-11}$ S/m corresponded to the case 4.

The best agreement between experimental and theoretical dynamics of the polarization switching was observed in the case 2 corresponding to an instantaneous release of the screening charges upon application of the switching voltage. With all other models, a fit of the theoretical prediction to the experimental data was unsuccessful.

The physical reason why all other models fail can be seen in the dynamics of the released charges. In the model with the constant low conductivity (case 4) the charges are released according to the Maxwell relaxation time constant $\tau_M=\epsilon_o\epsilon/g_o$, which is $\tau_M=4.5$ s for the present case. The consequence is that only a small fraction of the polarization can switch freely, whereas the rest is hindered by the electric field of the still persisting screening charges. This situation changes around the Maxwell relaxation time when the screening charges are released.

The model of instantaneous release (case 2) seems to offer the right mix of released charge, recombining charge and conducting charge. The initially very high number of released charges forms a high conductivity that allows polarization to switch unimpeded.

References

1. G. M. Sessler (ed.), *Electrets*, Vol. 1, Third Edition (Laplacian Press, Morgan Hill, 1999).
2. T. Furukawa and G. E. Johnson, *Appl. Phys. Lett.* 38, 1027 (1981).
3. W. Eisenmenger and M. Haardt, *Solid State Comm.* 41, 917 (1982).
4. H. von Seggern and S. Fedosov, *IEEE Trans. Diel. Elec. Insul.* 11, 232 (2004).
5. S. N. Fedosov and H. von Seggern, *J. Appl. Phys.* 94, 2173 (2004).

HOW ELECTRIC CONDUCTIVITY AFFECTS POLARIZATION IN FERROELECTRIC POLYMERS

Prof. S. N. Fedosov¹, Prof. A. E. Sergeeva¹, Prof. H. von Seggern²

¹Odessa National Academy of Food Technologies,

²Darmstadt University of Technology, Germany

Ferroelectric polymers like polyvinylidene fluoride (PVDF) and its copolymers have attracted attention during the last years due to a promising for sensors combination of high residual polarization and good mechanical properties. Initially, conductivity and space charge were considered as secondary and even interfering side effects in such materials. It is shown in this paper that the residual intrinsic conductivity plays an important role in formation of the polarized state and its dynamics during operation of the devices.

There is one feature of the ferroelectric polymers that was not given enough consideration so far. All these materials are two-phase systems with different dielectric constants and polarization-field dependences of the individual phases. In this paper four important processes in ferroelectric polymers are analyzed comprising initial poling, short circuiting, partial polarization back-switching, and polarization switching by application of the reversed polarity voltage by using experimental data and a two-layer model.

Experiments were carried out on 12 μ m-thick samples of PVDF, as well as P(VDF-TrFE) and P(VDF-TrFE) 20 μ m-thick films with metal electrodes of 0.2 cm² area deposited by cathode

ПЕРСПЕКТИВИ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТУРИЗМУ Жигайло О.М.....	182
ЗАСАДИ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ТУРИСТИЧНІЙ СФЕРІ Крупіца І.В., Байрачна О.К.....	184

СЕКЦІЯ «АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, РОБОТОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ»

АВТОМАТИЗОВАНЕ КЕРУВАННЯ ВАКУУМ-АПАРАТОМ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА Скаковський Ю.М.....	186
ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ БЛОКІВ БІБЛІОТЕКИ «ТЕХНІКА РЕГУЛЮВАННЯ» ФІРМИ PHOENIX CONTACT Левінський В.М.....	188
ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІННИХ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ Сакалюк О.Ю., Трішин Ф.А.....	189

СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ЗЕРНОВИХ ВИРОБНИЦТВ»

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗВОЛОЖУВАЛЬНОЇ МАШИНИ ЗЕРНА Алексашин О.В., Гончарук Г.А.....	191
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ Алексашин О.В., Шевченко К.Л., Штефура Ю.В.....	192
ЗАЛЕЖНІСТЬ ІНДЕКСУ ЛУЩЕННЯ ЯЧМЕНЮ ВІД ПРОДУКТИВНОСТІ ЛУЩИЛЬНО- ШЛІФУВАЛЬНОЇ МАШИНИ Гончарук Г.А., Шипко І.М., Ліпін А.П.....	194
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЩІТКОВОЇ МАШИНИ ДЛЯ ЗЕРНА Солдатенко Л.С. к.т.н., доцент, Терещенко О.С.....	195
ВАРІАНТИ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЛУЩИЛЬНО-ШЛІФУВАЛЬНИХ МАШИН ТИПУ ЗШН Ліпін А.П., Шипко І.М.....	197

СЕКЦІЯ «ФІЗИКА І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»

IMPORTANCE OF THE CHARGE DYNAMICS SCREENING DURING POLARIZATION SWITCHING IN PVDF FILMS A.E. Sergeeva, S.N. Fedosov, H. von Seggern.....	198
HOW ELECTRIC CONDUCTIVITY AFFECTS POLARIZATION IN FERROELECTRIC POLYMERS S.N. Fedosov, A.E. Sergeeva, H. von Seggern.....	200
FER/ePTFE/FER FERROELECTRET SANDWICHES S.N. Fedosov, A.E. Sergeeva, H. von Seggern.....	201
BUILD-UP AND SWITCHING OF FERROELECTRIC POLARIZATION IN POLYVINYLINDENE FLUORIDE S.N. Fedosov, A.E. Sergeeva.....	202
POLING OF FERROELECTRIC POLYMERS IN CORONA DISCHARGE A.E. Sergeeva, S.N. Fedosov.....	203
RELAXATION PROCESSES IN FERROELECTRIC AND NON-LINEAR OPTICAL POLYMERS STUDIED BY DIELECTRIC SPECTROSCOPY AND TSDC METHODS A.E. Sergeeva, S.N. Fedosov.....	205
ВЛАСТИВОСТІ АМАРАНТОВОЇ ОЛІЇ, ОТРИМАНОЇ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ВІДЖИМАННЯ Задорожний В.Г.....	206
ПІДХОДИ ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ЗА СПОСОБОМ ЛОГІКО-МАТЕМАТИЧНОГО ОПИСУ МОДЕЛЬОВАНИХ ЕКОНОМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ Коновенко Н.Г.....	208
МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У СЕРЕДОВИЩІ «ІTHINK» Коновенко Н. Г., Федченко Ю.С., Черевко Є.В.....	209
MESOSCOPIC UNCONSTRAINED MOLECULAR-DYNAMIC SIMULATION OF THERMODYNAMIC DIFFERENCES BETWEEN ISOTOPES OF ARGON (⁴⁰ AR AND ³⁶ AR) V.B. Rogankov, M.V. Shvets, O.V. Rogankov.....	211