

MÜXTƏLİF ÖLÇÜLÜ BaTiO₃ HİSSƏCİKLƏRİNİN SMEKTİK A MAYE KRİSTALIN ASTANA XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ

A.R. İMAMƏLİYEV¹, M.Ə. RAMAZANOV², Ş.Ə. HÜMBƏTOV²,
G.M. BAYRAMOV², A.K. MƏMMƏDOV¹

¹AMEA, H.M.Abdullayev adına Fizika İnstitutu, Az-1143, Bakı, H.Cavid prospekti 131

²Bakı Dövlət Universiteti, Az1148, Z.Xəlilov küç. 23

tel:+99477 631 32 83

e-mail: shirxan-humbatov@mail.ru

İşdə elektro-optik yuvacığın volt-farad xarakteristikasının ölçülməsi metodu ilə submikron ölçülü (100-500 nm) seqnetoelektrik BaTiO₃ hissəciklərinin müsbət dielektrik anizotropiyalı smektik A maye kristalda baş verən planar-homeotrop (Frederiks) keçidinə təsiri öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, BaTiO₃ hissəcikləri Frederiks keçidinin astana gərginliyini azı 2 dəfə aşağı salır. Alınan nəticələrin polyarlaşmış seqnetoelektrik hissəciklərin yaratdığı lokal sahə konsepsiyası çərçivəsində izahı verilmişdir.

Bu iş MDB-nin Beynəlxalq İnnovativ Nanotexnologiya Mərkəzinin № 080-303 15 oktyabr 2015-ci il tarixli və Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun № EİF-BGM-4-RFTF-1/2017-21/11/4-M-12 sayılı qrantları hesabına yerinə yetirilmişdir.

Açar sözlər: smektik maye kristal, seqnetoelektrik, dielektrik anizotropiya, astana gərginliyi, Frederiks keçidi.

PACS: 42.70.Df, 61.30.Gd, 64.70.M-, 78.15.+e, 83.80.Xz

GİRİŞ.

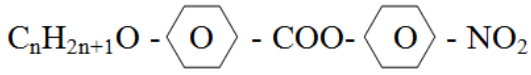
Məlumdur ki, bəzi çubuqşəkilli (kalamitik) molekullardan təşkil olunmuş üzvi maddələrdə müəyyən temperatur intervalında molekullar xotik yox, bir istiqamətdə yönəlirlər. Həmin istiqamət direktor, maddenin bu halı isə maye kristal adlanır [1, 2], çünki bu sistemlərdə eyni zamanda axıcılıq və anizotropiya müşahidə olunur. Maye kristallara göstərilən böyük maraq daha çox onların praktik tətbiqi ilə bağlıdır [3, 4]. Maye kristallar əsasında displeylər başqaları ilə müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malikdirlər: istehsal texnologiyasının sadəliyi, maya dəyərinin aşağı olması, ölçülərin kiçik olması və çox az enerji sərfiyyatı. Maye kristalların başqa tətbiqləri də mövcuddur ki, bunlarla [5] monoqrafiyasında tanış olmaq olar. Displey texnologiyasının durmadan yüksələn tələbləri (xəyalın keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması, ölçülərin və enerji sərfiyyatının daha da kiçildilməsi və s.) maye kristalların da istismar parametrlərinin durmadan yaxşılaşdırılmasını tələb edir. Bu məsələnin həlli yollarından biri daha yaxşı maddi parametrlərə malik yeni maye kristalların məqsədyönlü sintezidir. Digər alternativ yol isə maye kristalların xassələrinin başqa funksional materiallarla konstruktiv şəkildə uzlaşdırılmasıdır [6]. Əyilə bilən displeylərdə istifadə olunan polimerdə dispersiya olunmuş maye kristallarda mikron ölçülü maye kristal damcıları paylanmışdır [7]. Kolloidal maye kristal kompozitlərdə isə, tərsinə, submikron ölçülü müxtəlif təbiətli (ferromaqnit, seqnetoelektrik, metal və s) hissəciklər, həmçinin karbon nanoboruları, fullerenlər maye kristal mühidə dispersiya olunur [8-10]. Bu hissəciklərin hətta kiçik miqdarda maye kristala əlavə olunması sonuncunun xassələrində əhəmiyyətli dəyişikliklər yaradır və bir çox hallarda keyfiyyətcə yeni effektlərin meydana çıxmasına səbəb olur. Xüsusilə tərkibində az miqdarda seqnetoelektrik barium titanat (BaTiO₃) hissəcikləri olan nematik maye kristal kolloidlərdə maraqlı effektlər baş verir. BaTiO₃ hissəcikləri əlavə olunmuş 4-,4'-pentisianibifenil (5CB) maye kristalının izotrop fazasında yaddaşlı elektromexaniki effekt müşahidə olunur [11]. Seqnetoelektrik nanohissəcik-

lər nematik maye kristalın dielektrik anizotropiyasını artırmaqla Frederiks effektinin (elektro-optik effektin) astana gərginliyini azaldır və sistem xarici elektrik sahəsinin işarəsinə həssas olur [12]. BaTiO₃ hissəciklərinin əlavə olduğu 5CB maye kristalında Frederiks effekti ən azı iki mərhələdə baş verir [13, 14].

Nematik maye kristal əsasında kolloid hazırlayarkən, seqnetoelektrik hissəciklərin aqreqasiyasının qarşısını almaq məqsədi ilə kolloidə əlavə olaraq 1-2% stabilizator (məsələn, olein turşusu) daxil edilir. Bir çox hallarda olein turşusu maye kristalın maddi parametrlərini arzu olunmaz istiqamətdə pisləşdirir, məsələn, maye kristalın şəffaflaşma nöqtəsini aşağı sürüşdürür [15, 16]. Kolloiddə matris olaraq smektik maye kristal istifadə olunduqda stabilizatora ehtiyac qalmır. Bunun səbəbi odur ki, bir istiqamətdə translyasiya nizamının olduğu smektik maye kristallarda özlülük çox böyük olur və bu seqnetoelektrik hissəciklərin birləşərək çökməsinin qarşısını alır. Digər tərəfdən, özlülüyün böyük qiyməti smektik maye kristalda Frederiks effektinin yaddaşla baş verməsinə səbəb olur ki, bu da onları informasiyanı yazmaq və yadda saxlamaq üçün perspektivli materiallar sırasına daxil edir. Bu üstünlüklərinə baxmayaraq, smektik maye kristalda baş verən elektro-optik effektin astana gərginliyi nematiklərlə müqayisədə təxminən iki dəfə böyük olur [2]. Bizim əvvəlki işlərimizdə [17, 18] göstərilmişdir ki, smektik A maye kristala 500 nm ölçülü BaTiO₃ əlavə edildikdə Frederiks effektinin astana gərginliyi kəskin azalır. Bu işdə müxtəlif (100–500 nm) ölçülü BaTiO₃ hissəciklərinin müsbət dielektrik anizotropiyalı smektik A maye kristalında baş verən planar-homeotrop (Frederiks) keçidinə təsiri öyrənilmişdir və alınan nəticələrin polyarlaşmış seqnetoelektrik hissəciklərin yaratdığı lokal sahə konsepsiyası çərçivəsində izahı verilmişdir.

EKSPERİMENT.

Tədqiq olunan Smektik A maye kristal olaraq 4-nitrofenil 4'desiloksi oxybenzoat turşusu



ilə 4,4'-pentilsianobifenilin



1:1 mol nisbətində qarışığından istifadə olunmuşdur. Alınan qarışıq 32.5°C-dən 47°C-ə qədər temperatur intervalında smektik A fazasına və müsbət dielektrik anizotropiyasına malikdir.

Seqnetoelektrik hissəciklər olaraq 100, 200, 300, 400 və 500 nm ölçülü barium titanat (BaTiO₃) hissəciklərindən istifadə olunmuşdur (US Research Nanomaterials Inc.). BaTiO₃ yüksək spontan polyarizasiyaya (otaq temperaturunda 0.26C·m⁻²) malik kristaldır [19] və 20 nm-ə qədər seqnetoelektrik xassəsini saxlayır [20]. Bütün ölçülərdə hissəciklərin maye kristaldakı konsentrasiyaları eyni olub təxminən 6·10¹⁵m⁻³-ə bərabərdir. Hesablamalar göstərir ki, bu halda barium titanat hissəcikləri arasındakı orta məsafə 5 mkm-dir ki, bu da hissəciklərin ölçüsündən ən azı bir tərtib böyükdür.

BaTO₃ hissəciklərinin maye kristalda paylanması aşağıdakı qaydada yerinə yetirilmişdir. Tərəzidə (ADAM PW-124) çəkildikdən sonra tozşəkili BaTO₃ maye kristalla əlavə olunur və alınan qarışıq 75°C-də (izotrop fazada) 1 saat ərzində ultrasəs disperqatorunda (NATO CD-4800) silkələnir və bu şəraitdə 36°C-ə (smektik A fazası) qədər soyudulur. Kolloid 47°C-də smektik A fazaya keçdikdən sonra BaTO₃ hissəciklərinin aqreqasiyası imkanı aradan qalxır.

Təmiz smektik A maye kristalın və kolloidlərin elektrik tutumu elektro-optik yuvacıqda 36°C-də yerinə yetirilmişdir. Elektro-optik yuvacıq sendviç quruluşu malik olub nazik (15 mkm) teflon arakəsmə ilə ayrılmış iki müstəvi paralel şüşə lövhədən ibarətdir. Lövhələrin daxili üzü

şəffaf keçirici indium qalay oksidi (İTO) təbəqəsi ilə örtülmüşdür. Maye kristal molekullarını səthə paralel yönəltmək (planar orientasiya) üçün örtmə texnologiyası yaxşı mənimsənilmiş polimid lakından istifadə olunmuşdur. Elektro-optik yuvacıqın doldurulması kapilyar metodla maye kristalın izotrop fazasında həyata keçirilir.

Elektro-optik yuvacıqın tutumunun gərginlikdən asılılığı (volt-farad xarakteristikası) E7-20 impedansmetrində yerinə yetirilmişdir. Yuvacığa verilən test signalın tezliyi 1 kHz, amplitudu isə 0,5 V olmuşdur. İmpedansmetr yuvacığa 40 V-a qədər sürüşmə gərginliyi tətbiq etməyə imkan verir.

Tədqiq olunan maye kristalın və kolloidlərin dielektrik nüfuzluğunun anizotropiyası müsbət işarəyə malik olduğundan onlarda baş verən elektro-optik effekt planar-homeotrop keçid şəklində olur. Astana gərginliyi (U_{th}) elektro-optik yuvacıqın volt-farad xarakteristikasından tapılır, çünki planar-homeotrop keçid zamanı maye kristalın effektiv dielektrik nüfuzluğu (ϵ_{eff}) artır ki, bu da

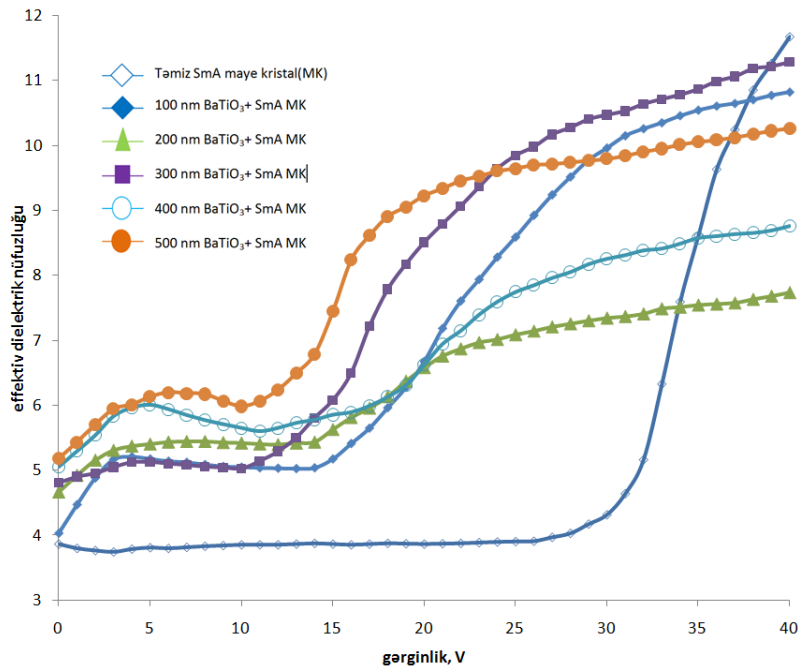
$$C = \epsilon_0 \epsilon_{eff} \frac{S}{d}$$

düsturuna görə ($\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ -

elektrik sabiti, S və d - maye kristal təbəqənin sahəsi və qalınlığıdır) yuvacıqın elektrik tutumunu artırır. Astana gərginliyi olaraq yuvacıqın elektrik tutumunun, yəni maye kristalın dielektrik nüfuzluğunun artmağa başladığı gərginlik götürülür.

EKSPERİMENTAL NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ.

Şəkil 1-də təmiz smektik A maye kristalın və həmin maye kristalla müxtəlif ölçülü seqnetoelektrik BaTiO₃ hissəcikləri əsasında hazırlanmış kolloidlərin effektiv dielektrik nüfuzluğunun elektro-optik yuvacığa verilən sürüşmə gərginliyindən asılılığı göstərilmişdir.



Şəkil 1. Təmiz smektik A maye kristalın və kolloidlərin effektiv dielektrik nüfuzluğunun elektro-optik yuvacığa verilən sürüşmə gərginliyindən asılılığı

Gözlənilməli kimi, BaTiO₃ hissəciklərinin əlavə olunması maye kristalın dielektrik nüfuzluğunun eninə toplananının (ϵ_{\perp}) qiymətini bir qədər artırır. Bütün kolloidlərdə kiçik gərginliklərdə ($U < 10V$) dielektrik nüfuzluğunun gərginlik asılılığında zəif bir maksimum (U_{max}) müşahidə olunur. Yəni dielektrik nüfuzluğu əvvəlcə zəif artır, sonra isə zə-

if azalır, daha sonra müəyyən gərginlikdən başlayaraq (U_{th}) dielektrik nüfuzluğunun qiyməti maye kristalda baş verən planar-homeotrop keçidi ilə bağlı olaraq yenidən, özü də kəskin artır.

Alınan nəticələri aşağıdakı cədvəldə ümumiləşdir-mək olar.

Cədvəl 1

Təmiz Smektik A maye kristalının və müxtəlif ölçülü BaTiO₃ hissəcikləri əlavə olunmuş kolloidlərin planar-homeotrop (Frederiks) keçidində uyğun gərginlik qiymətləri.

Nümunə	Təmiz SmA	SmA+BaTiO ₃ (100 nm)	SmA+BaTiO ₃ (200 nm)	SmA+BaTiO ₃ (300 nm)	SmA+BaTiO ₃ (400 nm)	SmA+BaTiO ₃ (500 nm)
ϵ_{\perp}	3.9	4.0	4.6	4.8	5.0	5.2
U_{max}	-	3	5	6	6	6
U_{th}	26	14	14	10	11	18

Cədvəldən göründüyü kimi:

- 1) maye ktistala BaTiO₃ hissəciklərinin əlavə olunması dielektrik nüfuzluğunun eninə toplananını artırır;
- 2) kolloidlərin $\epsilon_{\perp}(U)$ asılılığında zəif bir maksimum alınır, yəni gərginlik artdıqca, dielektrik nüfuzluğu əvvəlcə artır, sonra zəif azalır;
- 3) BaTiO₃ hissəcikləri smektik A maye kristalın astana gərginliyini kəskin azaldır və bu azalma 300 və 400 nm ölçülü hissəciklərdə daha güclüdür.

Alınan nəticələri izah etmək üçün əvvəlcə BaTiO₃ hissəciklərinin strukturuna aid olan müasir təsvirləri qı-saca şərh edək.

Maye kristala BaTiO₃ hissəcikləri əlavə olunduqda, onun dielektrik nüfuzluğunun (ϵ_{\perp}) zəif artmasını birinci yaxınlaşmada sonuncunun additivlik xassəsi ilə izah et-mək olar:

$$\epsilon^c = (1-f)\epsilon^{LC} + f\epsilon^{FP} \approx \epsilon^{LC} + f\epsilon^{FP} \quad (1)$$

ϵ - kolloidin, ϵ^{LC} - maye kristalın, ϵ^{FP} - BaTiO₃ his-səciklərinin sürüşmə gərginliyi olmadıqda dielektrik nü-fuzluğu, f - BaTiO₃ hissəciklərinin kolloiddəki həcm payı-dır. BaTiO₃ hissəciklərin ölçüsündən asılı olaraq onların kolloidlərdəki həcm payı $2,7 \cdot 10^{-5}$ -dən (100 nm) $3,4 \cdot 10^{-3}$ -ə qədər dəyişir. Hissəciklərin dielektrik nüfuzluğunun 10^3 tərtibində olduğunu qəbul etsək [20], kolloidlərin dielek-trik nüfuzluğunun cədvəldə göstərilən artımının (1) düsturu-na kifayət qədər dəqiq uyğun gəldiyini görürük.

Müasir təsvirlərə kiçik ölçülü BaTiO₃ hissəciklə-rinin quruluşu kərik-qabıq (core-shell) modeli ilə təsvir oluna bilər [21, 22]. Bu modelə görə seqnetoelektrik his-səciklər tetraqonal quruluşa malik kərikdən və kubik qu-ruluşa malik 5 mkm qabıqdan ibarətdir. Seqnetoelektrik BaTiO₃ hissəcikləri monokristal və elektrik sahəsi olma-dıqda polidomen halda olur. Spontan polyarizasiyanın ya-randığı c oxu istiqamətində dielektrik nüfuzluğu (ϵ_c^{FP}) eninə, yəni a oxu istiqamətindəkindən (ϵ_a^{FP}) xeyli böyk qiymətə malikdir [20]. Kolloid izotrop fazadan smektik A fazaya keçən zaman seqnetoelektrik BaTiO₃ hissəcikləri-nin c oxu xaotik yönəliyərlər və onların dielektrik nüfuzlu-ğuna verdiyi pay $f \cdot \frac{1}{3}(2\epsilon_a^{FP} + \epsilon_c^{FP})$ kimi götürülə bilər.

Sürüşmə gərginliyinin kiçik qiymətlərində kolloidin dielektrik nüfuzluğunun gərginlik artdıqca artması BaTiO₃ hissəciklərinin maye kristal daxilində fırlanması ilə izah oluna bilər. Elektro-optik yuvacığa sürüşmə gər-ginliyi tətbiq etdikdə, elektrik sahəsinin təsiri ilə BaTiO₃ hissəciklərini fırladan moment yaranır və hissəciklər c oxu ilə elektrik sahəsi istiqamətində yönəlir. Nəticədə, bu hissəciklərin dielektrik nüfuzluğuna verdiyi pay artır və müəyyən gərginlikdə (U_{max}) maksimuma çatır, çünki bu gərginlikdə hissəciklərin c oxunun sahə istiqamətində dü-zülməsi başa çatır.

İkinci aralıqda dielektrik nüfuzluğunun azalması seqnetoelektrik hissəciklərin polyarizasiyasının elektrik sa-həsinin intensivliyindən qeyri-xətti asılılığı ilə izah oluna bilər. Doğrudan da elektro-optik yuvacığa verilən gərgin-lik (elektrik sahəsinin intensivliyi) artdıqca seqnetoelektrik hissəciklərin polyarizasiyasının artma sürətinin (P/E) zə-ifləməsi

$$\epsilon^{FP} = 1 + \frac{P}{\epsilon_0 E} \quad (2)$$

düsturuna görə seqnetoelektrik hissəciyin və bütöv-lükdə kolloidin dielektrik nüfuzluğunun ((1) düsturu) azalmasına gətirib çıxarır. Bu fikrin doğrulu-ğunu belə bir faktla möhkəmləndirmək olar. Kolloi-din hər hansı bir struktur dəyişiklikləri mümkün ol-mayan kristal fazasında, bütün gərginlik intervalın-da $\epsilon(U)$ asılılığında yalnız monoton azalma müşahi-də olunur [16].

BaTiO₃ hissəciklərinin smektik A maye kristala əla-və olunması nəticəsində Frederiks keçidinin astana gər-ginliyinin kəskin azalması polyarlaşmış BaTiO₃ hissəcik-lərinin ətrafında güclü lokal sahənin yaranması ilə bağ-lıdır. Qalınlığı 15 mkm olan elektro-optik yuvacığa 15mkm gərginlik verdikdə yaranan $E_0 \sim 10^6 \frac{V}{m}$ elektrik sahəsi BaTiO₃ hissəciklərini tam polyarlaşdırmaq, yəni onları polidomen halda monodomen hala gətirmək üçün kifayət edir [18]. Polyarlaşmış BaTiO₃ hissəciklərinin bilavasitə səthi yaxınlığında

$$E_{loc} \sim \frac{P}{\epsilon_0 \epsilon^{LC}} = \frac{\epsilon_0 (\epsilon^{FP} - 1) E_0}{\epsilon_0 \epsilon^{LC}} = \frac{(\epsilon^{FP} - 1) E_0}{\epsilon^{LC}} \quad (3)$$

tərtibində elektrik sahəsi yaranır. ε^{LC} , ε^{FP} və E_0 kəmiyyətlərinin qiymətlərinin yuğun olaraq 10, 10^3 və $10^6 \frac{V}{m}$ tərtibində olduğunu nəzərə alsaq, lokal sahənin tərtibi üçün $E_{loc} \sim 10^8 \frac{V}{m}$ alırıq ki, bu da maye kristal molekullarını

BaTiO₃ hissəciklərinin ətrafında döndərmək üçün kifayət edir. Nəticədə, BaTiO₃ hissəcikləri daha kiçik gərginliklərdə planar-homeotrop keçidin başladığı mərkəz rolunu oynayırlar.

- [1] *D. Demus, J. Goodby, G.W. Gray, H.W. Spiess.* VillV. Handbook of Liquid Crystals, Weinheim; New York; Chichester; Brisbane; Singapore; Toronto: Wiley-VCH, 4 volume set, 1998, 2591p.
- [2] *L.M. Blinov, V.G. Chigrinov.* Electrooptic effects in liquid crystal materials. Springer-Verlag, 488p. 1994.
- [3] *H.C. Robert.* Liquid Crystal Displays: Fundamental Physics and Technology, by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2011, 519p.
- [4] *D.-K. Yang and S.T. Wu.* Fundamentals of Liquid Crystal Devices, 2006, John Wiley&Sons, 387 pp.
- [5] *Quan Li.* Liquid crystals beyond displays: chemistry, physics, and applications”, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2012, 573 pp.
- [6] *W.J. Doane.* “Polymer dispersed liquid crystal displays”, in “Liquid Crystals: Applications and Uses”:1, Chapter 14, ed. B. Bahadur, World Scientific, Singapore, 1990.
- [7] *P.F. Jan.* *Current Applied Physics* 12, 2012, 1387-1412
- [8] *F. Brochard, P.G. de Gennes.* Le Journal de Physique, 1970, vol. 7.
- [9] *Y. Reznikov, A. Glushchenko, Y. Garbovskiy.* Ferromagnetic and ferroelectric nanoparticles in liquid Crystals, Liquid Crystals with Nano and Microparticles (in 2 Volumes) edited by J. Lagerwall, G. Scalia, 2016, 657-693.
- [10] *T. D. Ibragimov.* Journal of Applied Spectroscopy, 2009, 76, 793–796.
- [11] *R. Basu.* Phys. Rev E 89, 2014, 022508, 1-5.
- [12] *Y. Reznikov, O. Buchnev, O. Tereshchenko, V. Reshetnyak, A. Glushchenko, J.L. West.* 2003, App. Phys. Lett., 82, 1917.
- [13] *T.D. Ibragimov, A.R. Imamaliyev and G.M. Bayramov.* 2016, Formation of local electric fields in the ferroelectric BaTiO₃ particles-liquid crystal colloids, *Ferroelectrics*, 2016, 495, 60-68.
- [14] *Sh. Humbatov, M. Ramazanov, A. İmamaliyev.* The study of BaTiO₃ nanoparticles effect on threshold properties of Liquid Crystal 5CB, *Molecular Crystals, and Liquid Crystals*, 2017, 646:1, 263-267.
- [15] *M. Gupta, I. Satpathy, A. Roy, R. Pratibha.* J. Colloid Inter Sci. 2010;352:292–298.
- [16] *M.A. Ramazanov, A.R. İmamaliyev, Sh.A. Humbatov, I and Z. A. Agamaliyev.* Russian Physics Journal, vol. 60, No. 10, February, 2018, 1659-1666
- [17] *A.R. İmamaliyev, M.A. Ramazanov and Sh.A. Humbatov.* Beilstein J. Nanotechnol. 2018, 9, 824–828.
- [18] *M.V. Rasna, L. Cmok, D.R. Evansc, A. Merteljd and S. Dhara.* Phase transitions, optical, dielectric and viscoelastic properties of colloidal suspensions of BaTiO₃ nanoparticles and cyanobiphenyl liquid crystals, *Liquid Crystals*, 2015, 42, No. 7, 1059–1067.
- [19] *M.M. Vijatović, J.D. Bobić, B.D. Stojanović.* History and Challenges of Barium Titanate, *Science of Sintering*, 2008, 40, 155-165, 235-244.
- [20] *Jan Yu, Junhao Chu.* Nanocrystalline Barium Titanate, *Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, Edited by H. S. Nalwa, 2004, v. 6 389–416
- [21] *P. Sedych, D. Michel, E. V. Charnaya, J. Haase,* Size Effects in Fine Barium Titanate Particles, *Ferroelectrics*, 2010, 400:135–143.
- [22] *Chao Fang, Dong Xiang Zhou, Shu Ping Gong.* *Physica B*, 2011, 406, 1317–1322.

A.R. İmamaliyev, M.A. Ramazanov, Sh.A. Humbatov, G.M. Bayramov, A.K. Mammadov

INFLUENCE OF BaTiO₃ PARTICLES WITH DIFFERENT SIZES ON THE THRESHOLD PROPERTIES OF SMECTIC A LIQUID CRYSTAL

In this paper, the influence of submicron (100 - 500 nm) ferroelectric BaTiO₃ particles on the threshold characteristics of a planar-homeotropic transition (Fredericks transition) in smectic A liquid crystal with positive dielectric constant anisotropy was studied by the capacitance-voltage characteristics measuring of the electro-optical cell. It is shown that the addition of BaTiO₃ particles at least 2 times reduces the threshold voltage of the Fredericks transition. The explanation of the obtained results based on the concept of a local field of polarized ferroelectric particles is given.

A.P. İмамалиев, M.A. Рамазанов, Ш.А. Гумбатов, Г.М. Байрамов, А.К. Маммадов

ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЦ BaTiO₃ РАЗНЫХ РАЗМЕРОВ НА ПОРОГОВЫЕ СВОЙСТВА СМЕКТИЧЕСКОГО А ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА

В работе методом измерения вольт-фарадной характеристики электро-оптической ячейки исследовано влияние субмикронных (100 – 500 нм) сегнетоэлектрических частиц BaTiO₃ на пороговые характеристики планарно-гомеотропного перехода (перехода Фредерикса) в смектическом А жидком кристалле с положительной анизотропией диэлектрической проницаемости. Показано, что добавление частиц BaTiO₃ по крайней мере в 2 раза понижает пороговое напряжение перехода Фредерикса. Приведены объяснения полученных результатов на основе концепции локального поля поляризованных сегнетоэлектрических частиц.