

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე
PROCEEDINGS OF THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИИ

ქიმიის სერია

CHEMICAL SERIES

СЕРИЯ ХИМИЧЕСКАЯ

ISSN – 0132 – 6074

2015 № 1 - 2

ტომი

Volume 41

Том

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე
PROCEEDINGS OF THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИИ

ქიმიის სერია

CHEMICAL SERIES

СЕРИЯ ХИМИЧЕСКАЯ

ISSN – 0132 – 6074

2015 № 1 - 2

**ტომი
Volume 41**

Том

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე
PROCEEDINGS OF THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИИ

ქიმიის სერია
CHEMICAL SERIES
СЕРИЯ ХИМИЧЕСКАЯ

ISSN – 0132 – 6074

ტომი

Volume **41 № 1 - 2**

Том

ჟურნალი დაარსდა 1975 წელს
The Journal is founded in 1975
Журнал основан в 1975 году

წელიწადში 4 ნომერი
4 numbers annually
4 номера в год

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2015

სარედაქციო კოლეგია

ი.ჟორდანია, შ.სამსონია, ე.ქემერტელიძე, გ.ცინცაძე, ვ.ციციშვილი (რედაქტორი), თ.აგლაძე, ა.ბაკურიძე, ზ.ფაჩულია

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია, ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიების განყოფილება
თბილისი, რუსთაველის გამზირი 52
პასუხისმგებელი მდივანი რ.ცისკარიშვილი, მდივანი ქებრალიძე
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი
0186 თბილისი, პოლიტკოვსკაიას ქ. № 5; ტელ. 254-15-62; ელ.ფოსტა: chematsne@posta.ge
ჟურნალის ელექტრონული ვერსია (ტომი 33, № 1-დან) იხილეთ ვებ-გვერდზე: www.ipoc.org.ge
სტატიების რეფერატებს აქვეყნებს Chemical Abstracts* და საქართველოს რეფერატული ჟურნალი**

EDITORIAL BOARD

I.Jordania, Sh.Samsoniya, E.Kemertelidze, G.Tsintsadze, V.Tsitsishvili (Editor), T.Agladze, A.Bakuridze, Z.Pachulia

Georgian National Academy of Sciences, Department of Chemistry and Chemical Technologies
52 Rustaveli av., Tbilisi
Executive Secretary R.Tsiskarishvili, K.Ebraldidze
Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry
5 Politkovskaia str., Tbilisi 0186; tel.: 254-15-62; e-mail: chematsne@posta.ge
Digital version of Proceedings (from volume 33, No 1) see at web-site www.ipoc.org.ge
Abstracts of articles are published in Chemical Abstracts* and Georgian Abstracts Journal**.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И.С.Жордания, Ш.А.Самсония, Э.П.Кемертелидзе, Г.В.Цинцадзе, В.Г.Цицишвили (редактор), Т.Р.Агладзе, А.Дж.Бакуридзе, З.В.Пачулия

Национальная Академия наук Грузии, Отделение химии и химических технологий
Тбилиси, проспект Руставели 52
Ответственный секретарь Р.П.Цискаришвили, секретарь К.Г.Эбралидзе
Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили
0186 Тбилиси, ул. А.Политковской 5; тел. 254-15-62; эл.почта: chematsne@posta.ge
Электронную версию журнала (начиная с тома 33, № 1) смотрите на веб-сайте www.ipoc.org.ge
Резюме статей публикуются в Chemical Abstracts* и Грузинском реферативном журнале **

* 2540 Olentangy River Road, P.O. Box 3012, Columbus, OH 43210-0012, USA, American Chemical Society
** LERL TECHINFORMI, <http://www.tech.org.ge>; www.tech.caucasus.net

შინაარსი

არაორგანული ქიმია

- ზ.სამხარაძე, ბ.ფურცელაძე, ე.ცხაკაია.* საქართველოს ბუნებრივი სასმელი წყლების მდგომარეობა რეგიონებში 9
- თ.მაჩალაძე, მ.სამხარაძე, ნ.კახიძე.* მინერალ დოლომიტის დისოციაციის თერმოგრაფიმეტრული კვლევა 13
- ა.ჩუბინიძე, ნ.ენდელაძე, ნ.ბრეგაძე.* ნატრიუმისა და ბარიუმის ფსევდოჰიდროფორმიტების თერმული გარდაქმნები და მათი სტრუქტურული კვლევის შედეგებითი ანალიზი 16

ანალიზური ქიმია

- მ.კიკალიშვილი, ს.ჯუღელი.* ზესტაფონის რაიონის სოფელ მორე სვირის წყაროს წყლებში Mg^{2+} , Ca^{+2} , SO_4^{-2} , HCO_3^{-} , Cl^{-} და I^{-} იონების განსაზღვრა 19

ელექტროქიმია

- მ.ხუციშვილი, ს.გასვიანი, ც.გაბისონია, ნ.მაისურაძე.* სამმაგი შედგენილობის მქონე MoNbB კომპოზიციური ფხვნილის მიღების ტექნოლოგია იონური ნალღობებიდან 24
- პ.ნიკოლეიშვილი, რ.კურტანიძე, ვ.კვესელავა, გ.წურწუშია, გ.გორელიშვილი, ნ.ჭოიავა.* ნანომილაკოვანი TiO_2 კატალიზატორის სინთეზი 27

ორგანული ქიმია

- რ.ფარზალიევი, ფ.ნასროვი, ს.რაფიევა, მ.მამედოვი, ტ.ტაგეევა, ნ.ჯანიბეკოვი.* ინიფერტების სინთეზი ვიწრო მოლეკულურ-მასური განაწილების მქონე პოლიალკილაკრილატების მისაღებად* 35
- ა.ჩიქოვანი, ნ.ოჩნიკიძე, თ.მათითაიშვილი, ლ.თალაკვაძე, ვ.ანთია, ზ.ფაჩულია, ე.ელიზბარაშვილი.* ფენოლების ჟანგვითი შეუღლების კვანტურ-ქიმიური ასპექტები 36

ფიზიკური ქიმია

- ზ.გოგალაძე, ბ.ჭანკვეტაძე.* მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფიაში ზოგიერთი ქირალური ბეტა-ბლოკატორის ენანტიომერების დაყოფა პოლისაქარიდული ტიპის ქირალური სტაციონალური ფაზებისა და მოძრავ ფაზად აცეტონიტრილის გამოყენებით 41
- ა.რჩულიშვილი.* დიფრაქციული მესერის გავლენა მონოქრომატულ სინათლეზე 47
- ზ.გოგალაძე, ნ.ზაქაშვილი.* მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფიაში ზოგიერთი ქირალური ბეტა-ბლოკატორის ენანტიომერული ნარეგების დაყოფა ნორმალურ ფაზაში პოლისაქარიდული ტიპის ქირალური სტაციონალური ფაზების გამოყენებით 52
- ე.ჭაჩიბაია, რ.იშნაძე, თ.პაიკიძე, დ.ძანაშვილი, თ.მაჩალაძე, ე.კვარაცხელია.* $LiMe_xNi_{0.5-x}Mn_{1.5}O_4$ ($Me=Co, Cr$) ტიპის ნაერთების, როგორც Li-იონური აკუმულატორების საკათოდე მასალების, ფაზური შედგენილობა, სტრუქტურული თავისებურებები და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები* 63
- მ.სირაძე, ი.გოქსაძე, ნ.რაჭვალიშვილი, ვ.ანთია, ო.დიოვიძე.* საპნის ფუძის შრობის პროცესის ანგარიში* 66
- მ.სირაძე, ი.გოქსაძე, ნ.რაჭვალიშვილი, ვ.ანთია, ო.დიოვიძე.* სინთეზური რთულეთეროვანი ცვილის სტრუქტურა და თვისებები* 68
- ა.ფაშაევი, ო.დვარაშვილი, მ.ენუქაშვილი, ზ.ახვლედიანი, ლ.ბიჩკოვა, მ.ძაგანია, ვ.ზლომანოვი.* დაძაბული ეპიტაქსიალური ფენების ოპტიკური შთანთქმის სპექტრების მოდელირება* 76
- ბ.კვიციანი, ნ.კეკელიძე, ე.ხუციშვილი, დ.კეკელიძე, ლ.ნადირაძე, ი.ამბოკაძე.* ინდიუმის ფოსფიდის, ინდიუმის არსენიდის და მათი შენადნების მიღება და ელექტრული თვისებების გამოკვლევა, ჩქარი ნეიტრონებით და ელექტრონებით დასხივებამდე და დასხივების შემდეგ* 83

მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ქიმია

- ა.ფორჩხიძე.* პოლიეთილენტერეფტალატის მექანოქიმიური დესტრუქციის შესწავლა 85

* რეზიუმე

ნავთობის ქიმია

ნ.ხეცურიანი, ე.უშარაული, ქ.გოდერძიშვილი, ე.თოფურია, მ.ჩხაიძე. ნორიოს ახალი ჭაბურღილების ნავთობების შესწავლა 88

ნ.ხეცურიანი, ე.უშარაული, ი.მჭედლიშვილი, გ.შაველიძე, თ.მატაკიშვილი, ვ.ციციშვილი. ნავთობისა და გაზის როლი მსოფლიო ენერგეტიკაში 2013 წლისთვის 92

ფარმაცოქიმია

პ.იავინი, ლ.ჭურაძე, მ.კახეთელიძე, მ.გაბელაია. სამკურნალო ტალახ “ახტალის” შემცველი დისპერსული სისტემების შესაძლო სტაბილიზაციის საკითხისათვის 98

ლ.კინწურაშვილი. საქართველოში ინტროდუქცირებული გვარი - *Crinum L.* - ფარმაცოლოგიურად აქტიური ალკალოიდების წყარო* 103

ზ.აფაქიძე, მ.სუთიაშვილი, ვ.ანელი, მ.მოისწრაფიშვილი, ს.პაჩენტე, მ.მასულო, მ.ალანია. საქართველოს ფლორის *Astragalus bungeanus Boriss* და *Astragalus kadshorensis Bunge* შედარებითი ქიმიური ანალიზი* 108

აგარული ქიმია

ნ.კიკნაძე. ფოსფოროვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმების გავლენა წითელმიწა ნიადაგში მოძრავი ფოსფორის შემცველობაზე 109

ნ.კიკნაძე. ფოსფოროვანი სასუქების შემდეგქმედების გავლენა წითელმიწა ნიადაგის ქიმიურ შემადგენლობაზე 113

გარემოს ქიმია

ა.რჩეულიშვილი, ე.გინტური, ო.რჩეულიშვილი, ლ.ტულუში, ნ.რჩეულიშვილი, ე.დელაალუტაშვილი. სპილენძის და მანგანუმის აკუმულაცია ზორბალში (*Tritium*) და ქერში (*Hordeum*) 118

ქიმიური ეკოლოგია

გ.გორელიშვილი, პ.ნიკოლეიშვილი, გ.წურწუშია, ვ.კვესელავა, ნ.ჭოიავა, ი.მამაგულიშვილი. ჩამდინარე წყლებში ფენოლისა და მისი წარმოებულების მინერალიზაცია ელექტრო-ფენტონის და ფოტო-ელექტრო-ფენტონის მეთოდებით 121

ნ.ყალაბეგაშვილი, დ.იოსელიანი, გ.ბალარჯიშვილი, ლ.სამხარაძე, ი.მიქაძე, ა.დოლიძე. სამთო-გამამდიდრებელი წარმოების სპილენძშემცველი ნარჩენების ზეგავლენა გარემოზე 131

ნ.ქარქაშაძე, ნ.წეროძე, ქ.ებრაღიძე, ი.მიქაძე, რ.კუბლაშვილი. პლასტმასის ნარჩენების მეორადი გადამუშავება სასარგებლო პროდუქტებად 136

გ.ანდრიაძე, ე.შენგელია, ლ.გვასალია. ბოსტნეულში ნიტრატ-ნიტრიტის ტრანსფორმაციის მექანიზმზე მოქმედი ფაქტორების შესწავლა 140

ქიმიური ტექნოლოგია

ე.უკლება, ნ.შეყრილაძე, ნ.გვეგია, მ.მჭედლიშვილი. სპილენძ-ოქროს შემცველი მადნების გამდიდრების ტექნოლოგიის დამუშავება* 147

ე.შაფაქიძე, ი.გვეგაძე, მ.ნადირაშვილი, ვ.მაისურაძე, გ.ნადარეიშვილი, მ.ტყემალაძე. ცემენტის კლინკერის სილიკატური მოდულის რეგულირების შესაძლებლობების კვლევა ადგილობრივი მჟავე ვულკანური ქანების გამოყენებით 148

კ.ხაჩატურიანი, ნ.გვეგია, გ.ენუქიძე, ე.უკლება. ბენტონიტური თიხების ზოგიერთი ტექნოლოგიური პარამეტრის კვლევა* 159

თბაკიკაძე, დ.გაბუნია, ვ.გაბუნია, თ.გივიტაშვილი, ო.ცაგარეიშვილი, ლ.ჩხარტიშვილი. ბორის და ბორის კარბიდის ნარევის მიღება ელექტრულ რკალში* 164

ვახტანგ გაფრინდაშვილის ხსოვნას ინფორმაცია ავტორებისათვის 165
167

* რეზიუმე

CONTENTS
INORGANIC CHEMISTRY

- Z.Samkharadze, B.Phurtseladze, E.Tskhakaia.* Condition of Georgian Natural Drinkable Water in Regions* 12
- T.Machaladze, M.Samkharadze, N.Kakhidze.* Termogravimetric Investigation of the Dolomite Mineral Dissociation Process* 15
- A.Chubinidze, N.Endeladze, N.Bregadze.* Thermal Transformation of Na and Ba Pseudohydroformiates and Comparative Analysis of Results of Structural Investigation* 18

ANALYTICAL CHEMISTRY

- M.Kikalishvili, S.Jugheli.* Determination of Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- and J Ions in Spring Waters of the Village Meore Sviri, Zestaponi District* 23

ELECTROCHEMISTRY

- M.Khutsishvili, S.Gasviani, Ts.Gabisonia, N.Maisuradze.* Tecnology of Electrochemical Synthesis of MoNbB Composite Powders from Ionic Melts* 26
- P.Nikoleishvili, R.Kurtanidze, V.Kveselava, G.Tsurtsunia, G.Gorelishvili, N.Koiava.* Synthesis of TiO_2 Nanotubes* 32

ORGANIC CHEMISTRY

- R.F.Farzaliyev, F.A.Nasirov, S.R.Rafiyeva, M.Kh.Mamedov, T.M.Tagiyeva, N.F.Janibayov.* Synthesis of Iniferters for Obtain Polyalkylacrylates with Narrow Molecular-Weight Distribution* 35
- A.Chikovani, N.Ochkhikidze, T.Matitaishvili, L.Talakvadze, G.Antia, Z.Pachulia, E.Elizbarashvili.* Quantum Chemical Aspects of Oxidative Coupling of Phenols* 40

PHYSICAL CHEMISTRY

- Kh.Gogaladze, B.Chankvetadze.* High-Performance Liquid Chromatographic Separation of Some Beta-Blocker Evantiomers on Polysaccharide-Based Chiral Stationary Phases by Using Acetonitrile as a Mobile Phase* 46
- A.Rcheulishvili.* The Influence of Diffraction Grating on Monochromatic Light* 51
- Kh.Gogaladze, N.Zakashvili.* High-Performance Liquid Chromatographic Separation of Some Beta-Blocker Enantiomers in Normal Phase by Using of Polysaccharide Type Chiral Stationary Phases* 57
- E.Kachibaia, R.Imnadze, T.Paikidze, D.Dzanashvili, T.Machaladze, E.Kvaratskhelia.* Phaze Composition, Structural Characteristics and Physicochemical Properties of $LiMe_xNi_{0.5-x}Mn_{1.5}O_4$ -Type Compounds (Me=Co, Cr), as Cathode Materials for Li-Ion Batteries 58
- M.Siradze, I.Goksadze, N.Rachvelishvili, G.Antia, O.Diogidze.* Calculation of the Drying Process of Soap Bases * 66
- M.Siradze, I.Goksadze, N.Rachvelishvili, G.Antia, O.Diogidze.* Structure and Properties of Synthetic Ester Wax* 68
- A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, M.I.Enukashvili, Z.G.Akhvlediani, L.P.Bychkova, M.A.Dzagania, V.P.Zlomanov.* Modeling of the Optical Absorption Spectra of the Strained Epitaxial Lead Selenide Layers* 76
- B.Kvirkvelia, N.Kekelidze, E.Khutsishvili, Kekelidze, L.Nadiradze, I.Ambokadze.* Preparation and Investigation of Electrical Properties of Indium Phosphide, Indium Arsenide and Their Alloys, Before and After Irradiation with Fast Neutrons and Electrons* 84

CHEMISTRY OF MACROMOLECULAR COMPOUNDS

- A.Porchkhidze.* The Studying of the Polyethylentereptelat's Destruction* 87

OIL CHEMISTRY

- N.Khetsuriani, E.Usharauli, K.Goderzishvili, E.Topuria, M.Chkhaidze.* Investigation of Crude Oils from New Wells of Norio* 91

* Summary

<i>N.Khetsuriani, E.Usharauli, I.Mchedlishvili, G.Shavgulize, T.Shatakishvili, V.Tsitsishvili.</i> Role of Petroleum and Gas in Global Energetics by 2013*	97
<u>PHARMACOCHEMISTRY</u>	
<i>P.Yavich, L.Churadze, M.Kakhetelidze, M.Gabelaia.</i> On the Problem of the Possibility of Stabilization Dispersed Systems Containing Medicinal Mud Akhtala*	101
<i>L.Kintsurashvili.</i> Crinum L., Introduced in Georgia - The Source of Pharmacologically Active Alkaloids*	103
<i>Z.Apakidze, M.Sutiashvili, J.Aneli, M.Moistsrapishvili, S.Piacente, M.Masullo, M.Alania.</i> Comparative Chemical Analysis of <i>Astragalus bungeanus</i> Boriss and <i>Astragalus kadshorensis</i> Bunge From Georgian Flora*	108
<u>AGRARIAN CHEMISTRY</u>	
<i>N.Kiknadze.</i> Influence of Phosphorous Fertilizers on Consistency of Movable Phosphorus in Red Soils*	112
<i>N.Kiknadze.</i> Further-Action Influence of Phosphorous Fertilizers on Chemical Consistency of Red Soils*	117
<u>ENVIRONMENTAL CHEMISTRY</u>	
<i>A.Rcheulishvili, E.Ginturi, O.Rcheulishvili, L.Tugushi, N.Rcheulishvili, E.Gelagutashvili.</i> Accumulation of Cu and Mn by Wheat (Tritium) and Barley (Hordeum)*	120
<u>CHEMICAL ECOLOGY</u>	
<i>G.Gorelishvili, P.Nikoleishvili, G.Tsurtsunia, V.Kveselava, N.Koiava, I.Mamardashvili.</i> Mineralization of Phenol and Phenolic Compounds in Wastewater by Means of Electro-Fenton and Photo-Electro-Fenton Processes*	130
<i>N.Kalabegashvili, D.Ioseliani, G.Balarjishvili, L.Samkharadze, I.Mikadze, A.Dolidze.</i> Effect of copper-bearing waste of mining and concentrating production on the environment*	135
<i>N.Karkashadze, N.Tserodze, K.Ebralidze, I.Mikadze, R.Kublashvili.</i> Secondary Processing of Plastic Wastes in Useful Products*	139
<i>G.Andriadze, E.Shengelia, L.Gvasalia.</i> Studying the Factors that Influence a Mechanism of Nitrate-Nitrite Nitrogen Transformation in Vegetables *	143
<u>CHEMICAL TECHNOLOGY</u>	
<i>E.Ukleba, N.Shekriladze, N.Gegia, M.Mchedlishvili.</i> Processing of the Technology of Dressing of Copper- Gold Ore	144
<i>E.Shapakidze, I.Gejadze, M.Nadirashvili, V.Maisuradze, G.Nadareishvili, M.Tkemaladze.</i> Research of Possibility of Regulation of Silica Modul of the Cement Clinker With Use of Local Sour Volcanic Rocks*	153
<i>K.Khachaturian, N.Gegia, G.Enukhidze, E.Ukleba.</i> Research of Some Technological Parameters of Bentonite Clays*	159
<i>T.A.Batsikadze, D.L.Gabunia, V.M.Gabunia, T.G.Gigitashvili, O.A.Tsagareishvili, L.S.Chkhartishvili.</i> Preparation of Mixtures of Boron and Boron Carbide in Arc*	164
In memory of Vakhtang Gaprindashvili	166
INFORMATION for AUTHORS	167

* Summary

СОДЕРЖАНИЕ

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- З.Самхарадзе, Б.Пурицеладзе, Е.Цхакая.* Состояние природной питьевой воды Грузии в регионах страны * 12
- Т.Е.Мачаладзе, М.Г.Самхарадзе, Н.А.Кахидзе.* Термогравиметрическое исследование процесса диссоциации минерала доломита* 15
- А.Д.Чубинидзе, Н.О.Енделадзе, Н.Л.Брегадзе.* Термические и структурные исследования псевдогидроформатов Na и Ba – сравнительный анализ * 18

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М.Кикалишвили, С.Джугели.* Определение ионов Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- и J^- в родниковых водах села Меоре Свири Зестафонского района* 23

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- М.Ш.Хуцишвили, С.Г.Гасвиани, Ц.Д.Габисония, Н.Г.Майсурадзе.* Технология получения тройного композиционного порошка $MoNbV$ из ионных расплавов* 26
- П.О.Николешвили, Р.Р.Куртанидзе, В.М.Квеселава, Г.С.Цуцуцумия, Г.Г.Горелишвили, Н.Ш.Коиава.* Синтез TiO_2 наноструктурного катализатора* 32

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Р.Ф.Фарзалиев, Ф.А.Насиров, С.Р.Рафиева, М.Х.Мамедов, Т.М.Тагиева, Н.Ф.Джанибеков.* Синтез инифертеров для получения полиалкилакрилатов с узким молекулярно-массовым распределением 33
- А.Ф.Чиковани, Н.Т.Очхикидзе, Т.Р.Матиташвили, Л.И.Талаквдзе, Г.Р.Антия, З.В.Пачулия, Э.Н.Элизбарашвили.* Квантово-химические аспекты окислительного сопряжения фенолов* 40

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Х.Е.Гогаладзе, Б.Г.Чанкветадзе.* Разделение энантиомеров некоторых хиральных бета-блокаторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на полисахаридных хиральных стационарных фазах с применением ацетонитрила в качестве подвижной фазы* 46
- А.Рчеулишвили.* Влияние дифракционной решетки на монохроматический свет* 51
- Х.Е.Гогаладзе, Н.Б.Закашвили.* Разделение энантиомеров некоторых хиральных бета-блокаторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на полисахаридных хиральных стационарных фазах с применением нормальной подвижной фазы* 57
- Э.И.Качибая, Р.А.Имнадзе, Т.В.Паикидзе, Д.Дзанашвили, Т.Н.Мачаладзе, Е.Р.Кварацхелия.* Фазовый состав, структурные особенности и физико-химические свойства соединений типа $LiMe_xNi_{0.5-x}Mn_{1.5}O_4$ ($Me=Co, Cr$) как катодных материалов Li -ионных аккумуляторов* 64
- М.Г.Сирадзе, И.Б.Гоксадзе, Н.Д.Рачвелишвили, Г.Р.Антия, О.Ш.Диогидзе.* Расчет процесса сушки мыльной основы. 65
- М.Г.Сирадзе, И.Б.Гоксадзе, Н.Д.Рачвелишвили, Г.Р.Антия, О.Ш.Диогидзе.* Структура и свойства синтетических сложноэфирных восков 67
- А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, М.И.Енукашвили, З.Г.Ахведиани, Л.П.Бычкова, М.А.Дзгания, В.П.Зломанов.* Моделирование спектров оптического поглощения напряженных эпитаксиальных слоев селенида свинца. 69
- Б.В.Квирквелия, Н.П.Кекелидзе, Е.В.Хуцишвили, Д.Г.Кекелидзе, Л.Д.Надирадзе, И.Р.Амбокадзе.* Получение и исследование электрических свойств фосфида индия, арсенида индия и их сплавов до и после облучения быстрыми нейтронами и электронами 77

ХИМИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

- А.Порчхидзе.* Изучение хемомеханической деструкции полиэтилентерефталата* 87

* Резюме

НЕФТЕХИМИЯ

Н.Т.Хецуриани, Э.Г.Ушараули, К.Г.Годердзишвили, Э.Н.Топурия, М.Н.Чхаидзе. Изучение нефтей из новых скважин Норюо * 91

Н.Т.Хецуриани, Е.Ушараули, И.Дж.Мchedlishvili, Г.Г.Шавгулидзе, Т.Н.Шатакишвили, В.Г.Цицишвили. Роль нефти и газа во всемирной энергетике к 2013 году* 97

ФАРМАКОХИМИЯ

П.А.Явич, Л.И.Чурадзе, М.Б.Кахетелидзе, М.А.Габелая. К вопросу возможности стабилизации дисперсных систем, содержащих лекарственную грязь Ахтала* 101

Л.Г.Кинцурашвили. Род *Stimim L.*, интродуцированный в Грузии источник фармакологически активных алкалоидов 102

З.З.Апакидзе, М.Г.Сутиашвили, Дж.Н.Анели, М.Г.Моисирапишвили, С.Пиаченте, М.Масуло, М.Д.Алания. Сравнительный химический анализ *Astragalus bungeanus Boriss* и *Astragalus kadshorensis Bunge* флоры Грузии 104

АГРОХИМИЯ

Н.О.Кикнадзе. Влияние разных форм фосфорных удобрений на содержание подвижного фосфора в краснозёмной почве* 112

Н.О.Кикнадзе. Влияние последействия фосфорных удобрений на химический состав краснозёмной почвы* 117

ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

А.Н.Рчеулишвили, Э.Н.Гинтури, О.А.Рчеулишвили, Л.С.Тугуши, Н.А.Рчеулишвили, Э.С.Гелатуа-швили. Аккумуляция Cu и Mn пшеницей и ячменем 120

ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Г.Г.Горелишвили, П.О.Николеишвили, Г.С.Цурицумия, В.М.Квеселава, Н.Ш. Коиава, И.Н.Мамагулишвили. Минерализация фенола и его производных в сточных водах методами электро-Фентона и фото-электро-Фентона* 130

Н.Г.Калабегашвили, Д.К.Иоселиани, Г.И.Баларджишвили, Л.О.Самхарадзе, И.И.Микадзе, А.В.Долидзе. Влияние медьсодержащих отходов горно-обогатительного производства на окружающую среду* 135

Н.Г.Каркашадзе, Н.П.Церодзе, К.Г.Эбралидзе, И.И.Микадзе, Р.И.Кублашвили. Вторичная переработка пластмассовых отходов в полезные продукты* 139

Г.Т.Андриадзе, Е.Г.Шенгелия, Л.И.Гвасалия. Изучение факторов, влияющих на механизм трансформации нитрит-нитратного азота в овощах* 143

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Э.Н.Уклеба, Н.Ш.Шекриладзе, Н.А.Гегия, М. Мchedlishvili. Разработка технологии обогащения медно-золотосодержащих руд* 147

Е.В.Шатакидзе, И.В. Геджадзе, М.Р.Надирашвили, В.Н.Майсурадзе, Г.Ш.Надарейшвили, М.В.Ткемаладзе. Исследование возможности регулирования силикатного модуля цементного клинкера с использованием местных кислых вулканических пород* 153

К.К.Хачатурян, Н.А.Гегия, Г.Ш.Энукидзе, Е.Н.Уклеба. Исследование некоторых технологических параметров бентонитовых глин* 154

Т.А.Бацикадзе, Д.Л.Габуня, В.М.Габуня, Т.Г.Гигиташвили, О.А.Цагарейшвили, Л.С.Чхартишвили. Получение смеси бора и карбида бора в электрической дуге* 160

В память о В.Н.Гаприндашвили 166
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ 167

* Резюме

საქართველოს ბუნებრივი სასმელი წყლების მდგომარეობა რეგიონებში

ზურაბ სამხარაძე, ბორის ფურცელაძე, ელიზავეტა ცხაკაია

*ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
რაფიელ აგლაძის არაორბანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი*

შესწავლილია იმერეთის, სამეგრელო-ზემო სვანეთის, გურიისა და ქართლ-კახეთის რეგიონების ბუნებრივი სასმელი წყლები. განსაზღვრულ იქნა თითოეულ მათგანში მძიმე მეტალების, ბაქტერიებისა და არაორბანული ნაწილის შემცველობა. დადგენილია, რომ ზემოაღნიშნული რეგიონების წყლები დაბინძურებულია Escherichia coli-ის ბაქტერიებით და მათში მძიმე მეტალების რაოდენობა აჭარბებს ზღვრულად დასაშვებ ნორმებს. კვლევები შესრულებული იქნა ატომ-აბსორბციული მეთოდით

საქართველო გამორჩეული არის თავისი ბუნებრივი სასმელი წყლებით, რომლებსაც მოსახლეობა ყოველგვარი გაფილტვრის და გადამუშავების გარეშე გამოიყენებს.

ბუნებრივი წყლის დამაბინძურებლებს შორის განსაკუთრებულ საშიშროებას წარმოადგენს ბაქტერიებით გამდიდრებული ბიოგენური ორგანიკა, მინერალური სასუქები და მძიმე ლითონთა მარილები [1,2].

წყალსატევებში საკანალიზაციო წყლების, განსაკუთრებულად გაუწმენდავის ან არასაკმარისად გაწმენდილის ჩაშვება ახდენს ნეგატიურ ზეგავლენას ორგანულ ნივთიერებათა წრებრუნვაზე და უპირველეს ყოვლისა ქმნის ადამიანის ინფექციური დაავადების წარმოქმნის და გავრცელების საშიშროებას. ხელოვნური დაბინძურების წყაროს აგრეთვე წარმოადგენს საწარმოო და კომუნალური საკანალიზაციო სავარგულებიდან აგროქიმიკატების შემცველი, მეცხოველეობისა და მეფრინველეობის ფერმების ჩამონარეცხი ჩამდინარე წყლები, ასევე ატმოსფერული ნალექისა და სანიაღვრე სისტემების დამაბინძურებლები [3,4].

დღეისათვის დასაბუთებულად ითვლება, რომ წყლის საშუალებით შეიძლება გავრცელდეს რიგი ინფექციური დაავადებანი. სახელდობრ: მუცლის ტიფი, პარატიფები, დიზენტერია, ქოლერა, ლიპტოსპიროზი, ტულარემია, ბრუცელიოზი, სხვადასხვა ვირუსები, ინფექციური ჰეპატიტი, პოლიომელიტი, ადენოვირუსები, რომლებიც იწვევენ სასუნთქი გზებისა და თვალის დაავადებებს, კოსაკი (ა) (24 სახე), კოსაკი (ბ) (5 სახე), Echo (24 სახე). წყლის გზით ვრცელდება აგრეთვე დაავადებანი, რომლებსაც იწვევს ცხოველთა პარაზიტები. დაავადებათა ამ ჯგუფს პირველ რიგში მიეკუთვნება ამებიანი და ჰელმინთოზები [5-7].

გარემოს ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურების ერთ-ერთი საშიში სახეა მძიმე ლითონები (Cu, Zn, Cd, Pb, Mn, Al). მათი მაღალი კონცენტრაციები საფრთხეს წარმოადგენენ იმ თვალსაზრისით, რომ ცოცხალი ორგანიზმის ბიოქიმიურ ციკლში ჩართვისას ისინი პრაქტიკულად გროვდებიან იქვე, რაც იწვევს მძიმე ფორმის მოწამვლას და პათოგენურ ცვლილებებს. გარემოს ტოქსიკური ლითონებით ინტენსიური დაბინძურება მადნეულის საბადოების დამუშავების გარდაუვალი პროცესია. მძიმე ლითონებისთვის (Cd, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Zn, Mn, Al, Cr და ა.შ.) პრაქტიკულად არ არსებობს თვითგაწმენდის მექანიზმი, რადგანაც ისინი მხოლოდ ერთი წყალსატევიდან მეორე წყალსატევიში გადაინაცვლებენ, ზემოქმედებენ სხვადასხვა კატეგორიის ცოცხალ ორგანიზმებზე და როგორც წესი არასასურველ, ზოგჯერ დამლუპველ შედეგებს იწვევენ [8-10].

საქართველოში არსებული საბადოებიდან უმნიშვნელოვანესია კაზრეთის (მადნეულის) საბადო, რომელიც მდებარეობს ბოლნისის რაიონში, მდინარე მაშავერას მარჯვენა სანაპიროზე. მადნეულის სპილენძმემცველი (სულფიდური) საბადო, რომელიც ღია კარიერული წესით მუშავდება, მიეკუთვნება იმ მნიშვნელოვან ტექნოგენურ წყაროს, რომლისგან გარემოში ხდება მძიმე ლითონების გავრცელება. ასევე მნიშვნელოვანია ჭიათურის მანგანუმის საბადო, რომელიც მდებარეობს მდინარე ყვირილას ხეობაში და იწვევს მდინარის ქიმიურ-ფიზიკურ დაბინძურებას. იმერეთის რეგიონის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე დიდ გავლენას ახდენს ზესტაფონის რაიონში არსებული ფეროშენადნობი ქარხნის ფუნქციონირება.

ზემოთ აღნიშნულ საწარმოებში არანაირი გაწმენდის სამუშაოები არ მიმდინარეობს, გამოყენებულ დაბინძურებულ წყლებს პირდაპირი დაღვრის მეთოდით უშვებენ ნიადაგში, რაც უდიდეს ზიანს აყენებს გარემოს. აღნიშნულ პრობლემას ეძღვნება მრავალი სამუშაო [1-14].

ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა წყლის შემდეგი პარამეტრები: წყლის შეფერილობა; წყლის ქიმიური მაჩვენებელი – pH; ორგანულ ნივთიერებებში ჟანგბადის შემცველობა; საერთო სიხისტე; ამონიუმის იონების, ნიტრატ იონების, სულფატ იონების, ქლორიდების, ფტორიდების კონცენტრაციები. ამავე ნიმუშებში განსაზღვრული იქნა შემდეგი მეტალების წყალში ხსნადი იონების კონცენტრაციები: რკინის იონები; მანგანუმის იონები; ალუმინის იონები; კალიუმის იონები; თუთიის იონები და ტყვიის იონები. გარდა ამისა საკვლევ წყლებში განისაზღვრა მიკრობიოლოგიური მაჩვენებელი - Escherichia coli.

ცხრილი 1. საქართველოს რეგიონების ბუნებრივი სასმელი წყლების ქიმიური მაჩვენებლები

№	პარამეტრის დასახელება	დასაშვები ზღვარი	ფაქტიური მაჩვენებელი					
			იმერეთის რეგიონი	სამეგრელოს რეგიონი	გურიის რეგიონი	სვანეთის რეგიონი	კახეთის რეგიონი	ქვემო ქართლის რეგიონი
1	შეფერილობა	15 გრადუსი	–	–	–	–	–	–
2	წყალბადის მაჩვენებელი	6-9 pH	7.3	7.5	7.9	7.1	6.5	6.7
3	პერმანგანატული დაჟანგულობა	3.0 მგO ₂ /ლ	1.6	1.5	1.2	2.5	2.3	2.3
4	სიხისტე	7-10 მგ-ეკვ/ლ	6.9	7.2	7.6	7.0	7.9	8.1
5	ამონიუმის იონები	3.8 მგ/ლ	0.25	1.29	1.35	0.30	2.5	2.2
6	ნიტრატ-იონები	50 მგ/ლ	3.7	5.2	7.1	5.5	8.5	9.1
7	ქლორიდ-იონები	250 მგ/ლ	9.4	11.5	20.7	10.5	50.9	60.1
8	სულფატ-იონები	250 მგ/ლ	36.6	52.3	80.5	50.0	80.6	100.6
9	კადმიუმის იონები	0.003 მგ/ლ	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
10	თუთიის იონები	3.0 მგ/ლ	1.9	0.005	0.006	0.005	0.005	0.006
11	ტყვიის იონები	0.01 მგ/ლ	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001
12	ალუმინის იონები	0.2 მგ/ლ	0.3	0.4	0.4	0.5	0.1	0.15
13	მანგანუმის იონები	0.4 მგ/ლ	0.6	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
14	რკინის იონები	0.3 მგ/ლ	0.10	0.5	0.6	0.12	0.1	0.2
15	ფტორიდები	0.7 მგ/ლ	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
16	სპილენძის იონები	1 მგ/ლ	0.10	0.31	0.28	0.14	2.5	0.7
17	Escherichia coli	300 მლ-ში	3 ჩხირი	4 ჩხირი	4 ჩხირი	2 ჩხირი	4 ჩხირი	3 ჩხირი

ექსპერიმენტის შედეგებმა აჩვენეს, რომ ჭიათურის წყლები დაბინძურებულია მანგანუმით და თუთიით. წყალში კოლი-ინდექსის განსაზღვრისათვის საჭირო წყლის სინჯები აღებული იქნა მთელი საქართველოს მასშტაბით. საანალიზოდ აღებული წყლის ყოველ 300 მლ-ში და თითქმის ყველა ნიმუშში აღმოჩენილი იქნა კოლი-ინდექსის მომატებული რაოდენობა – ერთიდან ოთხ ჩხირამდე. ქართლ-კახეთისა და სამეგრელოს რეგიონებში ნიტრატების შემცველობა აღემატება ზღვრულად დასაშვებ ნორმებს. უნდა აღინიშნოს, რომ აღმოსავლეთ საქართველოში, კერძოდ ქართლის რეგიონის წყლების სინჯებში აღმოჩენილია სპილენძის მაღალი შემცველობა, ხოლო დასავლეთ საქართველოს წყლების საერთო პრობლემას წარმოადგენს ალუმინის მაღალი კონცენტრაცია (იხ. ცხრილი 1).

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Супаташвили Г.Д. Гидрохимия Грузии (Пресные воды), Тбилиси Издательство Тбилисского университета, 2003г. , 300 с.
2. Новосельцев В.Н. и др., Техногенное загрязнение речных экосистем, М., Научный мир, 2002, 140 с
3. Болотина О.Т. и др. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. М. Стройздат. 1977.
4. Лейте В. Определение органических загрязнителей в питьевых, природных и сточных водах. М. "Химия". 1975.
5. Бикбулатов Э.С., Дзюбан А.Н. Бикбулатова Е.М. Особенности окисления гумусовых веществ поверхностных вод в присутствии глюкозы. Воды. Ресурсы. 2002. Т. 29. №4. с 64-68
6. Шевченко М.А., Таран П.Н., Гончарук В.В. Очистка природных и сточных вод от пестицидов. Л. Химия. 1989.
7. Войченко З.А., Чуаян Г.А., Гуро П. Прогнозирование содержания биогенных элементов в сельскохозяйственных угодий. Агрохимия. 1985, №5, с. 73-78.
8. Бондаренко Л.М., Иванов. М.С., Коваль Ю.Д., Пичакми И.Д. Источники поступления и масштабы возможного выноса биогенных элементов в водные объекты; В. КН; Формирование и контроль качества поверхностных вод. Киев: Наука думка Вып. 3. 1976, с. 88-95.
9. Предельно - допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов санитарно - бытового водопользования и требования к составу и свойствам воды из пунктов питьевого и культурно-бытового водопользования. № 3. СССР М. 1974.
10. Bab cock David B., Signer Philip C. Chlorination and coagulation of Humic and Fulvic acids. Aer, Wather Words Assoc. 1979. № 3, p.149-152.
11. Едигарова И.А., Красюков В.Н., Липин И.А. Комплексообразующая способность растворенного органического вещества природных вод. 1980. 210 с.
12. Goodrich. M.S. Dulak. L.H. Friedmen. M.A. Acute and long - term toxicity of water soluble polimers torainbow trout (oncorhynchus mykiss) and the modification of foxicity by hymic acid. Envivon toxicol and Chem.- 1991. № 4, p. 509-515.
13. Слинченко А.В., Кульский Л.А., Мацкевич Е.С. Современное состояние методов окисления примесей воды и перспективы хлорирования. Химия и технология воды. 1990, т.12, №4 с. 333-338.
14. Oriega L.S. Benson. W.H. Eifacts of dissolved humic material on the toxibility of selected pyrethroid insecticides. 1992. № 2, p. 261-265.

CONDITION OF GEORGIAN NATURAL DRINKABLE WATER IN REGIONS

Zurab Samkharadze, Boris Phurtseladze, Elizaveta Tskhakaia

R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry of IvaneJavakhishvili Tbilisi State University

SUMMARY

Natural fresh water of Imereti, Samegrelo-Upper Svaneti, Guria, Kartli, and Kakheti regions have been studied including definition of the heavy metal, bacteriums and inorganic impurities content in each ones. We established that forsaid regions are dirty with Escherichia coli bacterium and the quantity of heavy metals are exaggerated to possible limit. The researches were done by the method of atomic absorbtion.

СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ГРУЗИИ В РЕГИОНАХ СТРАНЫ

Зураб Самхарадзе, Борис Пурцеладзе, Елизавета Цхакая

Институт неорганической химии и электрохимии им. Р.И. Агладзе Тбилисского Государственного Университета им. И. Джавахишвили

РЕЗЮМЕ

Были изучены природные питьевые воды в регионах Имерети, Самегрело – Земо Сванети, Гурия, Картли и Кахети. В каждом из регионов в питьевой воде было выявлено наличие тяжелых металлов, бактерий и неорганической части. Установлено, что воды в вышеуказанных регионах загрязнены бактериями Escherichia coli и в них количество тяжелых металлов превышает предельно допустимую норму. Исследования были выполнены методом атом-абсорбции.

მინერალ დოლომიტის დისოციაციის თერმობრავიმიეტრული კვლევა

თენგიზ მაჩალაძე, მადონა სამხარაძე*, ნინო კახიძე*

*ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისი სახელმწიფო უნივერსიტეტის
რაფიელ აგლაძის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი
აკაკი წერეთლის ქუთაისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თერმობრავიმიეტრული მეთოდით შესწავლილია მინერალ დოლომიტის დისოციაციის პროცესი. დადგენილია გახურების სიჩქარის და წნევის გავლენა დისოციაციის პროცესზე.

დოლომიტი კარბონატების კლასის მინერალია $CaMg[CO_3]_2$. მინარეგების სახით შეიცავს Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , Si^{4+} და სხვა. დოლომიტი საკმაოდ გავრცელებული მინერალია, საქართველოში ცნობილია აბანოს, მუხურის, სჭურის საბადოები.

თერმობრავიმიეტრული მეთოდით შევისწავლეთ სჭურის საბადოს დოლომიტის დამლის პროცესი. ქიმიური ანალიზით დადგინდა რომ, მინერალი შეიცავს 32,5% CaO -ს, 19% MgO , 0,14% Fe_2O_3 , 0,25% Al_2O_3 , 0,4% SiO_2 .

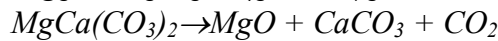
რენტგენოგრაფიული კვლევის მონაცემები მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. მინერალ დოლომიტის (სჭურის საბადო) რენტგენოგრაფიის მონაცემები: $d\alpha/n$ - სიბრტყეთაშორის მანძილი, I/I_0 - ფარდობითი ინტენსივობა

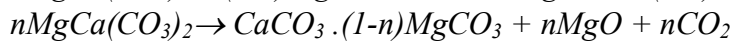
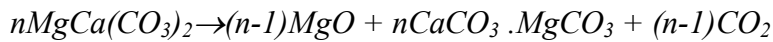
დოლომიტი (სჭურის საბადო)		დოლომიტი (ეტალონი) [1]	
$d\alpha/n$	I/I_0	$d\alpha/n$	I/I_0
2.885	100	2.883	10
2.675	3	2.664	2
2.529	2	2.531	1
2.398	3	2.402	2
2.190	10	2.191	5
2.058	1	2.062	2
2.014	4	2.015	4
1.790	20	1.785	6
1.566	1	1.564	1
1.542	1	1.543	3
1.465	2	1.464	2
1.445	3	1.439	1

თერმობრავიმიეტრული კვლევა ჩატარებულია უნგრული წარმოების დერივატოგრაფზე $Q-1500D$. ხელსაწყოს მუშაობის პრინციპი მოცემულია [2]. რადგან წნევა დიდ გავლენას ახდენს დისოციაციის ხარისხზე კვლევები ჩატარდა ღია და დახურულ ტიგელში. ტიგელის სახურავი ხელს უშლის დისოციაციის შედეგად გამოყოფილი CO_2 -ის მოცილებას სარეაქციო არედან და ანელებს დისოციაციის პროცესს. დოლომიტის დისოციაციის თერმობრავიმიეტრული მრუდების ხასიათი დამოკიდებულია გახურების სიჩქარეზე, საკვლევი ნივთიერების მასაზე, სისუფთავეზე და დაკრისტალების ხარისხზე.

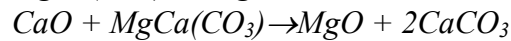
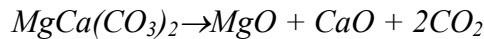
მინერალი დოლომიტი თანაბარი სწორხაზოვანი გახურებისას დაშლას იწყებს 730-740⁰C-ზე. მიღებულია, რომ ამ ტემპერატურაზე დოლომიტი იშლება მაგნიუმის და კალციუმის ინდივიდუალურ კარბონატებად [3]. ასეთ ტემპერატურაზე მაგნიუმის კარბონატი თერმოდინამიკურად არამდგრადია და ლიტერატურული მონაცემების თანახმად დისოციაციის ტემპერატურა იცვლება 375-756⁰C ფარგლებში [3]. მაგნიუმის კარბონატი ატმოსფერულ წნევისას დისოცირდება - 600⁰C-ზე, 730-740⁰C ტემპერატურაზე, MgCO₃-ის დისოციაცია დიდი სიჩქარით მიდის და შთანთქავს სითბოს მნიშვნელოვან რაოდენობას, რასაც მივყავართ ტიველში სითბოს შთანთქმასთან და ტემპერატურის შემცირებასთან, რაც ნათლად ჩანს ტემპერატურის მრუდზე. აღსანიშნავია, რომ რაც უფრო სწრაფად ხდება გახურება, მით მეტის სითბოს შთანთქმა და მით მეტია გადახრა ტემპერატურის მრუდზე. ღია ტიველში ასეთი გადახრა ნაკლებად შესამჩნევია. ეს პროცესი ასე შეიძლება ჩაიწეროს:



დისოციაციის ასეთ მექანიზმთან დაკავშირებით არსებობს განსხვავებული მოსაზრება [4, 5].

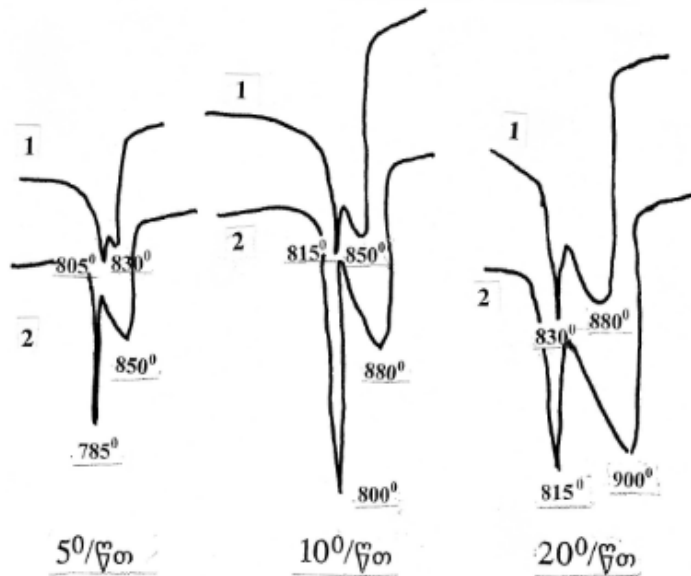
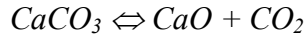


შესაძლებელია დოლომიტის რთული დაშლა ორ სტადიად [6]:



კვაზიწონასწორულ პირობებში დოლომიტის დაშლის პროცესი შესწავლილია [7]-ში.

გახურების სხვადასხვა სიჩქარით გადაღებულ თერმოგრამებზე (ნახ.1) ჩანს ორი მკვეთრად გამოხატული ენდოთერმული ეფექტი, რაც შემდეგ რეაქციას შეესაბამება:



ნახ.1. მინერალ დოლომიტის დისოციაციის თერმოგრამების DTA მრუდები გახურების სხვადასხვა სიჩქარისას ღია (1) და სახურავიან ტიველში (2)

სახურავიან ტიველში რაც ნელია გახურების სიჩქარე, მით დაბალია დაშლის რეაქციის ტემპერატურის მაქსიმუმები და დაბალია დისოციაციის ხარისხი.

ცხრილში 2 მოცემულია გახურების სხვადასხვა სინქარისას პირველი და მეორე ენდოთერმული ეფექტის მაქსიმალური ტემპერატურა და შესაბამისი მასის კლება პროცენტებით.

ცხრილი 2. მინერალ დოლომიტის გახურების სხვადასხვა სინქარისას დისოციაციის ტემპერატურის და მასის ცვლილების მონაცემები: 1. ტიველი სახურავით; 2. ღია ტიველი

გახურების სინქარე		I ეფექტი		II ეფექტი	
5 ⁰	1	790 ⁰ C	18%	850 ⁰ C	44,2%
	2	800 ⁰ C	29%	830 ⁰ C	45%
10 ⁰	1	800 ⁰ C	20,7%	880 ⁰ C	45%
	2	815 ⁰ C	26%	850 ⁰ C	45,8%
20 ⁰	1	815 ⁰ C	22,7%	900 ⁰ C	46,3%
	2	830 ⁰ C	25%	880 ⁰ C	46%

ღია ტიველში გახურების სინქარის გაზრდით იზრდება დისოციაციის ტემპერატურა და მცირდება დისოციაციის ხარისხი. დისოციაციის მეორე საფეხურზე 10⁰წთ და 20⁰წთ გახურების სინქარისას დისოციაციის ხარისხი თითქმის ერთნაირია.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. В.И.Михеев, Рентгенометрический определитель минералов, 1957, Госгиллоиздат, М., ст.869. №425.
2. თ.მაჩალაძე, თერმული ანალიზი. 2006, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი.
3. Берг Л.Г. Введение в термографию. М.: Наука, 1969, 396 с.
4. Hashimito H., Komaki E., Hayashi F., Uematsu Y. Solid State chem. 1980, v.33, p.181-188.
5. Otsuka R. //Therm.Acta. 1986, V.100, p.69-80.
6. Stout Y.W., Robie R.A.// Y.Phys. Chem. 1963, V.67, p.2248-2252.
7. Логвиненко В.А., Паулик Ф., Паулик И. Квазиравновесная термогравитерия в современной неорганической химии. Новосибирск, Наука, 1989.

THERMOGRAVIMETRIC INVESTIGATION OF THE DOLOMITE MINERAL DISSOCIATION PROCESS

Tengiz E. Machaladze, Madona G. Samkharadze*, Nino A. Kakhidze*
Ivane Javakhishvili Tbilisi State UniversityRafael Agladze Institute of Inorganic Chemistry and electrochemistry

**Akaki Tsereteli Kutaisi State University*

SUMMARY

The dissociation process of dolomite mineral by the thermogravimetric method was studied. The influence of heating rate and pressure on the dolomite mineral's dissociation was established.

ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИССОЦИИИ МИНЕРАЛА ДОЛОМИТА

Т.Е.Мачаладзе, М.Г.Самхарадзе*, Н.А.Кахидзе*
*Тбилисский Государственный Университет
 Институт Неорганической Химии и Электрохимии им. Р.И.Агладзе
 Кутаисский Государственный Университет им. А.Церетели

РЕЗЮМЕ

Термографическим методом изучен процесс диссоциации минерала доломита. Установлено влияние скорости нагрева и давления на процесс диссоциации минерала доломита.

ნატრიუმისა და ბარიუმის ფსევდოჰიდროფორმიატების თერმული გარდაქმნები და მათი სტრუქტურული კვლევის შედეგებითი ანალიზი

ა.ჩუბინიძე, ნ.ენდელაძე, ნ.ბრეგაძე

აკაკი წერეთლის ქუთაისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

გამოკვლეულია, რომ $\text{NaH}(\text{HCOO})_2$ და $\text{BaH}(\text{HCOO})_2$ -ის თერმული გარდაქმნების შედეგად ორივე შემთხვევაში გამოიყოფა ჭიანჭველმჟავა და სათანადო საშუალო მარილები, რაც შესაბამისობაშია ამავე ფსევდოჰიდროფორმიატების კრისტალთა რენტგენოსტრუქტურული შესწავლის შედეგებთან, კერძოდ, ნაჩვენებია, რომ ჭიანჭველმჟავა დიმერებში სუსტად არის შეკავშირებული, რაც მიზეზი ხდება მისი პირველ საფეხურზე მოლეკულებიდან ჩამოცილებისა.

ნატრიუმისა და ბარიუმის მჟავა მარილები - ფსევდოჰიდროფორმიატები სინთეზირებული და სტრუქტურულად გამოკვლეულია [1,2] წინამდებარე ნაშრომის ავტორთა მიერ. მეორეს მხრივ, შესწავლილია [3,4] თერმული გარდაქმნები ტუტე მეტალთა ფორმიატებისათვის, ხოლო ტუტე - მიწათა ლითონების ანალოგიური მარილებისთვის - არა.

წინამდებარე სამუშაოში წარმოდგენილია ნატრიუმისა და ბარიუმის ფსევდოჰიდროფორმიატების - $\text{NaH}(\text{HCOO})_2$ და $\text{BaH}(\text{HCOO})_2$ -ის თერმული გარდაქმნები შესწავლილი თერმოგრავიმეტრული მეთოდით და მოყვანილია მცდელობა შესაბამისი შედეგების შედარებითი ანალიზისა, ამავე ნივთიერებების რენტგენოსტრუქტურული გამოკვლევის მონაცემების მიხედვით.

Na-ის და Ba-ის ფსევდოჰიდროფორმიატები $\text{NaH}(\text{HCOO})_2$ და $\text{BaH}(\text{HCOO})_2$ გამოყოფილი იქნა სამმაგი სისტემიდან: ლითონის კარბონატი-ჭიანჭველმჟავა-წყალი; ჭიანჭველმჟავა გამოყენებული იყო მასური პროცენტით 99,7%, რომელიც ექსპერიმენტის მიმდინარეობის პროცესში განზავდებოდა. წარმოქმნილ სუსპენზიას ვადულებდით უკუმაკაცვრის გამოყენებით 1,5 საათის განმავლობაში. გადაფილტვრის შემდეგ ხსნარს ვაყოფნებდით ოთახის ტემპერატურამდე. გამოყოფილ კრისტალებს ვაშრობდით კალციუმის ქლორიდის თანამყოფობით. ჭიანჭველმჟავას განსაზღვრა ხდებოდა 0,1 ნ ნატრიუმის ტუტის ხსნარის გამოყენებით. ძირითადი ნივთიერებისა კი - კათიონით „KY-2“-ის საშუალებით. ამდენად, ქიმიური ანალიზის შედეგები ასეთია:

შენაერთებში ნაპოვნია (მასური %): $\text{NaH}(\text{HCOO})_2$ - 98,80; HCOOH - 40,10;

გამოთვლილია (მასური%): ძირითადი ნივთიერება - 100; HCOOH - 40,35;

ბარიუმის ფსევდოჰიდროფორმიატის მიხედვით:

ნაპოვნია (მასური %): ძირითადი ნივთიერება - 99,90; HCOOH - 16,65

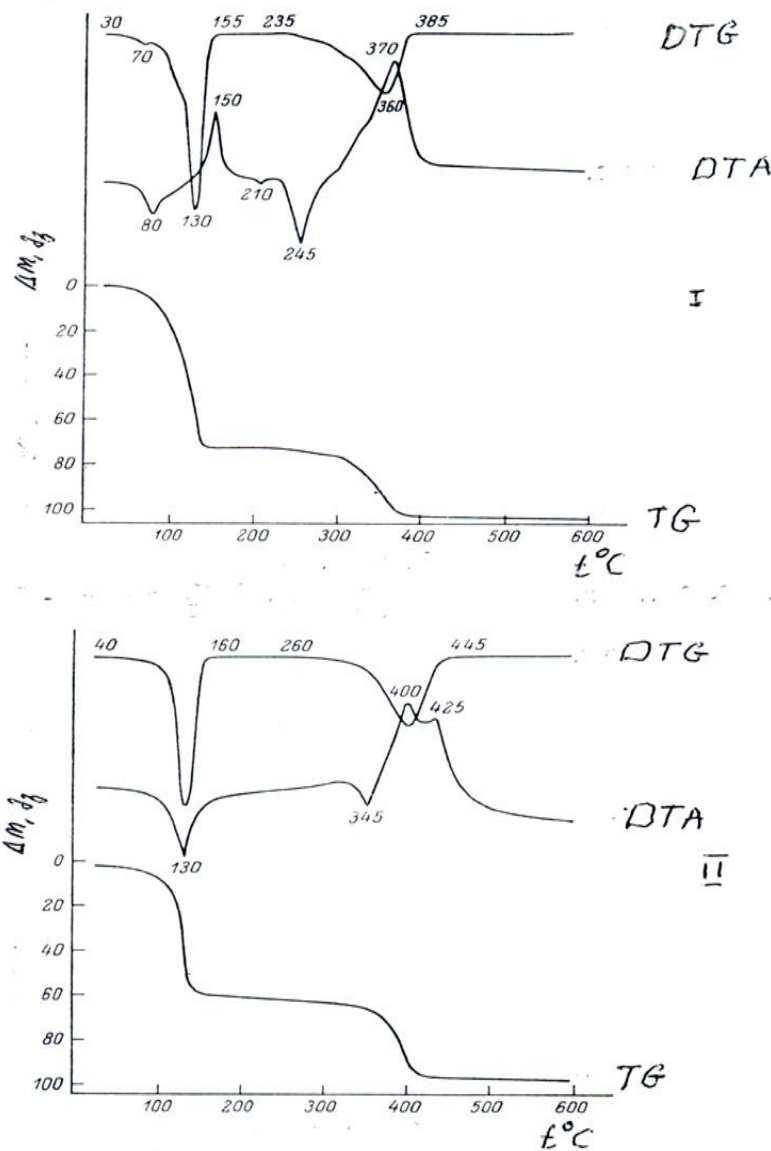
გამოთვლილია (მასური %): ძირითადი ნივთიერება - 100; HCOOH - 16,83.

თერმოგრავიმეტრული გამოკვლევები მიმდინარეობდა დერივატოგრაფზე „MOM“ (უნგრეთი) 600°C -მდე გაცხელებით ჰაერზე. ტემპერატურის განსაზღვრის სიზუსტე შეადგენდა $\pm 5^\circ\text{C}$, გაცხელების სიჩქარე 4-8 გრად/წთ. შედარების ეტალონი - ალუმინის ოქსიდი. ნიმუშის წონაკი შეადგენდა 40-120მგ-ს.

კვლევის შესაბამისი მონაცემების (სურ.1) მიხედვით $\text{NaH}(\text{HCOO})_2$ -ის გარდაქმნა ტემპერატურულ ინტერვალში $30-385^\circ\text{C}$ მიმდინარეობს მასის ორსაფეხურიანი დაკარგვით; პირველი განხორციელებულია ტემპერატურულ ინტერვალში $30-155^\circ\text{C}$ პროცესის მაქსიმალური სიჩქარით 130°C -ზე და ეგზოთერმული ეფექტით 150°C , რაც დაკავშირებულია 40,26 მას% დანაკარგთან. ამ უკანასკნელ პროცესს შეესაბამება გამოსავალი ნაერთიდან HCOOH -ის ერთი მოლეკულის დაკარგვა (თეორიული დანაკარგი -40,35 მასური%) და შესაბამისი ქიმიური გარდაქმნა:



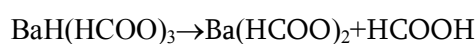
თერმული გარდაქმნის ამ პროცესს თან ახლავს $\text{NaH}(\text{HCOO})_2$ -ის ლლობა 80°C -ზე, რაც იწვევს დეჰიდრატაციის შეჩერებას ($\approx 70^\circ\text{C}$) და „DTG“-ს მრუდზე დამატებითი ეფექტის წარმოქმნას. ამასთან, ეგზოთერმული ეფექტი დაკავშირებული უნდა იყოს გამოყოფილი HCOOH -ის დაჟანგვასთან, ხოლო ენდოთერმული ეფექტი 210°C -ზე დაკავშირებულია გარდაქმნასთან $\text{HCOONa} \rightarrow \alpha\text{-HCOONa}$ (სადაც $\alpha\text{-HCOONa}$ არის ნატრიუმის მეორე, მაღალტემპერატურული პოლიმორფული მოდიფიკაცია).



სურ.1. თერმოგრაფიკრაფია $\text{NaH}(\text{HCOO})_2$ (I) და $\text{BaH}(\text{HCOO})_3$ (II) 600°C -მდე ჰაერზე გაცხელებისას სიჩქარით 5,0 გრად/წთ.

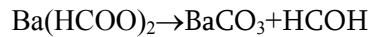
მასის დაკარგვის მეორე საფეხური - მიმდინარეობს ინტერვალში $235\text{-}385^\circ\text{C}$ ამასთან, მხოლოდ ეგზოთერმული ეფექტით (370°C -ზე) და პროცესის მაქსიმალური სიჩქარით 360°C -ზე, რასაც პასუხობს 12,94 მასური %-ის დანაკარგი, რასაც თავის მხრივ, ქიმიზმის მიხედვით შესაბამეა ცნობილი გარდაქმნა ნატრიუმის საშუალო ფორმიატისა, შესაბამისი ოქსილატისა და ნატრიუმის კარბონატის წარმოქმნით. HCOONa -ის დაშლას წინ უსწრებს ამ ნაერთის დნობა (245°C), რომლის მიმდინარეობით აიხსნება დიფერენციალურ თერმოგრაფიკურულ მრუდზე დამატებითი საფეხური მასის დანაკარგისა. ნატრიუმის ფსევდოჰიდროფორმიატის 600°C -მდე გახურებისას სხვა ეფექტები არ შეიმჩნევა.

ბარიუმის ფსევდოჰიდროფორმიატის თერმოგრაფიკური მონაცემების (სურ.1) მიხედვით $\text{BaH}(\text{HCOO})_3$ -ის გარდაქმნა $40\text{-}445^\circ\text{C}$ ტემპერატურულ ინტერვალში მიმდინარეობს მასის ორსაფეხურებრივი დაკარგვით: პირველი $40\text{-}160^\circ\text{C}$ -ის ინტერვალში აღინიშნება ენდოთერმული ეფექტით (130°C) და 16,23 მასური %-ის დანაკარგით, რასაც პასუხობს შენაერთიდან ერთი მოლეკულა HCOOH -ის გამოყოფა (თეორიული დანაკარგი -16,83 მასური%);



შეგნიშნავთ, რომ ამ ჰიდროფორმატის შემთხვევაში გამოყოფილი ჭიანჭველმჟავა არ იჟანგება - ეგზოთერმული ეფექტი არ შეიმჩნევა.

BaH(HCOO)₃-ის მასის დაკარგვის მეორე საფეხური მიმდინარეობს ტემპერატურულ ინტერვალში 260-445^oC ეგზოთერმული ეფექტებით 400 და 425^oC, პროცესის მაქსიმალური სიჩქარით 405^oC და მასის დანაკარგით 10,65%, რასაც შეესაბამება საშუალო ფორმატიდან ფორმალდეჰიდის გამოყოფა (მასის თეორიული დანაკარგი 10,98%):



დასკვნითი ნაწილის სახით მოვიყვანთ მიღებული შედეგების შედარებითი ანალიზის ზოგიერთ ასპექტს ამავე ნაერთების რენტგენოსტრუქტურული გამოკვლევის [1,2] მონაცემებთან.

NaH(HCOO)₂-ის კრისტალური სტრუქტურის შესწავლისას [1] ირკვევა, რომ დიმერებში ქიმიური ბმები ჟანგბადი-წყალბადი იმდენად დიფერენცირებულია (1,7 და 0,8Å; 1,4 და 1,1Å), რომ ასიმეტრიული დიმერები შეიძლება განხილული იქნას, როგორც წარმოქმნილი ჭიანჭველას მჟავას მოლეკულისა და ანიონისაგან HCOO⁻.

როგორც Na-ის ასევე Ba-ის განხილული ფსევდოჰიდროფორმატების კრისტალურ სტრუქტურებში ფორმატული ფრაგმენტები გაერთიანებული არიან წყალბადური ბმებით; როგორც ცნობილია, წყალბადური ბმა მნიშვნელოვნად სუსტია, ვიდრე ქიმიური ბმის ნებისმიერი სახეობა. ამდენად, გამართლებულია, რომ NaH(HCOO)₂ და BaH(HCOO)₃-ის მოლეკულებს პირველ რიგში, დაბალ ტემპერატურულ რეჟიმში სწორედ ჭიანჭველმჟავას მოლეკულა გამოეყოფა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. დ.ჩუბინიძე, ნ.ო.ენდელაძე, ე.ა.გამყრელიძე. წყალბადური ბმის გამოკვლევის ზოგიერთი ასპექტი ნატრიუმის ფსევდოჰიდროფორმატის სტრუქტურის მიხედვით. საქართველოს ქიმიური ჟურნალი 2011.ტ.11 №4. გვ.431-434.
2. Чубинидзе А.Д., Великодный Ю.А., Трунов В.К. Кристаллическая структура гидроформиата Бария. Координационная химия, Т9, вып.2.,1983, стр.259-261.
3. S. Shihido, V.Masuda. J.Chem. Japan,1,66. 1976.
4. T.Meisel, Z.Halmos, K. Seybold. J. Thern. Anal.,7.73.1975

THERMAL TRANSFORMATION OF Na AND Ba PSEUDOHYDROFORMIATES AND COMPARATIVE ANALYSIS OF RESULTS OF STRUCTURAL INVESTIGATION

A.D.Chubinidze, N.O.Endeladze, N.L.Bregadze

Akaki Tsereteli Kutaisi State University

SUMMARY

It is investigated, that in process of thermal transformation of NaH(HCOO)₂ and BaH(HCOO)₃ formic acid and corresponding intermediate salts was excreted. This fact is in accordance with the results obtained from X-ray studys of the same pseudohydroformiate crystals. Namely, it is shown, that formic acid moves away from molecule at first stage (because of weak connection in dimers).

ТЕРМИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПСЕВДОГИДРОФОРМИАТОВ Na И Ba – СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

А.Д.Чубинидзе, Н.О.Енделадзе, Н.Л.Брегадзе

Кутаисский Государственный Университет им. А.Церетели

РЕЗЮМЕ

Установлено, что при термических превращениях NaH(HCOO)₂ и BaH(HCOO)₃ выделяется муравьиная кислота и средние соли этих металлов, что соответствует результатам рентгеноструктурного изучения указанных соединений в частности, в структуре димера зафиксирована муравьиная кислота, которая слабой связью контактирует с формиатным фрагментом, ставшей причиной ее выделения на первой стадии.

ზესტაფონის რაიონის სოფელ მეორე სვირის წყაროს წყლებში Mg^{2+} , Ca^{+2} , SO_4^{-2} , HCO^3- , Cl^- და I^- იონების განსაზღვრა

მანუჩარ კიკალიშვილი, სალომე ჯუღელი

ქუთაისის აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ზესტაფონის რაიონის სოფელ მეორე სვირის წყაროს წყლებში პირველად იქნა განსაზღვრული Mg^{2+} , Ca^{+2} , SO_4^{-2} , HCO^3- , Cl^- და I^- იონების შემცველობა. შერჩეული იქნა განსაზღვრის შედარებით მარტივი, სწრაფი და კარგი განმეორებადობის მქონე ქიმიური მეთოდები. მაგნიუმის და კალციუმის იონები განსაზღვრულია იქნა ტრილონომეტრული მეთოდით, SO_4^{-2} – გრავიმეტრულით, Cl^- – არგენტომეტრულით, HCO^3- – აციდომეტრულით, ხოლო I^- იონები განსაზღვრულია რეზნიკოვის მეთოდით. ექსპერიმენტის საფუძველზე დადგინდა, რომ საკვლევი წყაროს წყლები არის დაბალმინერალიზებული (0,13 – 0,45 მგ/ლ), რის გამოც მათი რეაქცია თითქმის ნეიტრალურია (pH 5,73 – 6,5). შესწავლილ წყლებში ზემოთ დასახელებული იონების შემცველობა ნორმის ფარგლებშია.

ზესტაფონის რაიონი მდებარეობს მდინარე ყვირილას ორივე მხარეზე. მისი რელიეფი დანაწევრებულია მრავალრიცხოვანი ხე-ხეობით, მდინარე ყვირილას შენაკადებით. ზესტაფონის რაიონის დაბლობ ზონაში ზღვის ნოტიო სუბტროპიკული ჰავაა, იცის ზომიერად ცივი ზამთარი და შედარებით მშრალი, ცხელი ზაფხული. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა $14^{\circ}C$ აღწევს. გორაკ-ბორცვიან და დაბალმთიან ზონაში ჰაერის ტემპერატურა რამდენადმე დაბალია, ნალექები უხვია. ზესტაფონის რაიონი მდიდარია მდინარეებით. მათ შორის მთავარია: ყვირილა, ძირულა, ჩოლაბური, ჩხერიმელა და ყველა ამ მდინარის შენაკადი. ნიადაგები ალუვიურია, ტერასებზე საშუალო და დიდი სისქის სუბტროპიკული ეწერია. გორაკბორცვიანი ზონა უჭირავს ნეომპალა კარბონატულ ნიადაგებს. მთების ძლიერ დახრილ კალთებზე მცირე სისქის ხირხატიანი სახესხვაობებია, ხოლო დამრეც ფერდობებზე დიდი სისქის გამოტუტული და თიხიან ნეომპალა-კარბონატული ნიადაგებია. რაიონის აღმოსავლეთ ნაწილში გვხვდება გაეწერებული ტყის ყომრალი ნიადაგები. მდინარეების: ყვირილასა და საკრაულას წყალგამყოფი ქედის ჩრდილო კალთაზე გავრცელებულია საშუალო და მცირე სისქის ტყის ყომრალი ნიადაგები. მეორე სვირი ზესტაფონის რაიონის სოფელია ყვირილას მარცხენა მხარეს. მეორე სვირის ტერიტორიაზე აჯამეთის სახელმწიფო ნაკრძალის ნაწილი [1].

სოფელ მეორე სვირის მოსახლეობა სასმელად და საყოფაცხოვრებო დანიშნულებით იყენებს წყაროების წყლებს, რომელთა ქიმიური შედგენილობის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს [2].

კალციუმი ორგანიზმში ყველაზე დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი. მისი დიდი ნაწილი ძვალშია, მაგრამ ძვლის გარეთ არსებული Ca^{+2} -ის მცირე რაოდენობა უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს უჯრედებისა და მთელი ორგანიზმის ფუნქციონირებაში. სისხლის პლაზმაში კალციუმის შემცველობა შეადგენს 2,5–2,8 გმოლ/ლ. ერთროციტებში კალციუმი მცირე რაოდენობით შედის. ყველაზე დიდი რაოდენობით კალციუმი გვხვდება ძვლებსა და კბილებში. კალციუმი ორგანიზმში არის როგორც იონიზირებული, ასევე არაიონიზირებული სახით. კალციუმი საჭიროა უამრავი ფერმენტის კატალიზური აქტივობის გამოსავლენად ზოგიერთი ჰორმონალური პასუხის რეალიზებისათვის. კალციუმი არის მეტად საყურადღებო ელემენტი, რომელიც მრავალგვარ პროცესებში ლეულობს მონაწილეობას. მათ შორის მონაწილეობს კუნთის შეკუმშვაში და ნერვკუნთოვანი გაღიზიანების ნორმალურ წარმართვაში. უჯრედსა და უჯრედ გარე არეში Ca^{+2} -ის რაოდენობა რეგულირდება და სიცოცხლისათვის მეტად მნიშვნელოვანი სიდიდეა. არსებობს Ca^{+2} -ის ჰომეოსტაზის კონტროლის სისტემა. კალციუმი აუცილებელია სისხლის შედელებისათვის, როგორც ერთ-ერთი ფაქტორი. ჰიპოპარათირეოზის დროს იონიზირებული კალციუმის კონცენტრაცია სისხლში ძალიან კლებულობს, რის შედეგადაც იწყება კრუნჩხვითი შეტევები. ბავშვებში რაქიტის დროს შეიმჩნევა კალციუმის კონცენტრაციის შემცირება სისხლში. კალციუმის იონის დეფიციტის სიმპტომები ძლიერ გავს ვიტამინ D-ს დეფიციტით გამოწვეული დავალების სიმპტომებს [3].

მაგნიუმის გარკვეული რაოდენობა დაკავშირებულია კალციუმსა და ფოსფორთან და ქმნის კომპლექსურ ნაერთებს ძვლებში. გვხვდება ექსტრაცელულარულ სითხეშიც. კალციუმის საწინააღმდეგოდ მაგნიუმის რაოდენობა უჯრედში მეტია, – ვიდრე უჯრედ გარეთა სითხეში. მაგნიუმის იონი მონაწილეობს კუნთის შეკუმშვაში და მრავალი ფერმენტის აქტივატორია. მაგნიუმი აქტიურად მონაწილეობს სხვადასხვა ფერმენტების შენებაში, განსაკუთრებით იმ ფერმენტებისა, რომლებიც ჩართულია ნახშირწყლების მეტაბოლიზმში. მაგნიუმის დეფიციტი ვითარდება ალკოჰოლიზმისა და ზოგიერთი შარდმდენის გამოყენებისა და მეტაბოლური აციდოზის დროს. Mg^{2+} -ის დეფიციტის ძირითადი სიმპტომებია: სისუსტე, კანკალი და გულის არითმია. მაგნიუმის დამატება ხელს უწყობს თირკმელებში კალციუმის ოქსალატის კენჭების ჩამოყალიბების თავიდან აცილებას. ასევე ამცირებს არტერიული სისხლის წნევას. არსებობს უკუდამოკიდებულება საკვებით Mg^{2+} -ის მიღებასა და ინსულტის რისკს შორის. მაგნიუმი ერთგვარ ანტაგონიზმს იწინებს კალციუმის მიმართ. ალდოსტერონი აძლიერებს მაგნიუმის გამოდევნას ორგანიზმიდან შარდთან ერთად. მაგნიუმის კათიონი ცენტრალური იონია უმნიშვნელოვანესი ლითონპროფირინის ქლოროფილის კლასტერში, სადაც მაგნიუმი აზოტის ოთხ ატომთან არის დაკავშირებული. ქლოროფილის მონაწილეობით მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი. მზის ენერჯის ხარჯზე მიიღება ნახშირწყლები [4].

გოგირდი ცხოველურ უჯრედში წარმოდგენილია ან როგორც ორგანული გოგირდი, ან დაკავშირებულია ორგანულ რადიკალებთან. ორგანულ რადიკალებში გოგირდი წარმოდგენილია სულფჰიდრიდის ან სულფატ-ანიონების სახით. ორგანული გოგირდი მონაწილეობს იღებს მრავალი ნაერთის შენებაში. ეს ნაერთებია ლიპოის მჟავა კონეზიმი, ქონდრიოტინის მჟავა, ამინომჟავები: ცისტეინი და მეთიონინი, ცისტეინის გარდაქმნის პროდუქტი ტაურინი, ტრიპტოფიდი, გლუტათიონი, ჰორმონი ინსულინი და სხვა. უჯრედისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა გააჩნია სულფჰიდრიდის ჯგუფებს (-SH), რომლებიც მონაწილეობს ჟანგვა-აღდგენით პროცესში. აღდგენილი გოგირდი სულფჰიდრიდის ჯგუფების სახით მონაწილეობს სხვადასხვა ცილების სტრუქტურის ჩამოყალიბებაში [3].

ქლორი ორგანიზმში უმთავრესად ნატრიუმის ქლორიდის ან სხვა ქლორიდების სახითაა წარმოდგენილი და ნატრიუმთან ერთად ერთ-ერთი მთავარი ელექტროლიტია სისხლის პლაზმის ოსმოსური წნევის რეგულაციის განხორციელებაში. ქლორის იონის ერთ-ერთი მთავარი ფუნქციაა კუჭის წვენში მარილმჟავას წარმოქმნა. აგრეთვე ქლორის იონი ზოგი ფერმენტის (პეპსინი, ამილაზა) აქტივატორია. ქლორის მიღება ძირითადად ხდება სუფრის მარილის სახით და გამოიყოფა შარდში მაგნი ნატრიუმის ქლორიდის სახით. ქლორის შემცველობა, ნატრიუმის მსგავსად, ექსტრაცელულარულ სითხეში უფრო მეტია, ვიდრე – უჯრედში. საერთოდ ქლორისა და ნატრიუმის ცვლილებები პარალელურად მიმდინარეობს [5].

ნახშირბადი შედის ადამიანის ორგანიზმის ყველა ქსოვილისა და უჯრედის შემადგენლობაში უმთავრესად ორგანული ნივთიერების სახით. ნახშირბადის არაორგანული ნივთიერებიდან სამედიცინო ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდს, ნახშირმჟავას და მის მარილებს [6].

ორგანიზმში არსებული იოდის უმეტესი ნაწილი კონცენტრირებულია ფარისებრ ჯირკვალში. ადამიანის ორგანიზმში გვხვდება დაახლოებით 50 მკ იოდი, აქედან 30–40 მკ შედის ფარისებრ ჯირკვალში. სისხლის პლაზმაში იოდის კონცენტრაცია უმნიშვნელოა – 10 მკგ 100 მლ სისხლში. სადღეღამისო მოთხოვნა იოდზე შეადგენს 0,2 მკ-ს. მოთხოვნილება იოდზე შეიძლება გაიზარდოს: ჩიყვის, ორსულობის დროს და მოზარდებში. იოდის მოხვედრა ორგანიზმში ხდება საკვები პროდუქტებით და სასმელი წყლით (კალიუმის და ნატრიუმის იოდიდების სახით). ფარისებრ ჯირკვალს უნარი აქვს სისხლიდან და სხვა ქსოვილებიდან იოდიდონის კონცენტრირება მოახდინოს. ფარისებრ ჯირკვალში პეროქსიდაზას მოქმედებით იოდის იონი იჟანგება. ამ გზით მიღებული თავისუფალი იოდი ჩაერთვება თირეოდული ჰორმონების (T_3 და T_4) ბიოსინთეზში. ეს ჰორმონები მოქმედებენ ზრდასრულთა ბაზალურ მეტაბოლურ სიჩქარის რეგულირებაზე და ბავშვთა ზრდასა და განვითარებაზე. ფარისებრი ჯირკვლის ფოლიკულები ამოვსებულია სპეციფიკური ცილით, რომელსაც იოდთირეოგლობულინი ეწოდება. ამ ცილის პროტოლიზური დაშლა ხდება საჭიროების შემთხვევაში და გამოთავისუფლებული ჰორმონები გადადიან სისხლში [4,5].

გავითვალისწინეთ რა კალციუმის, მაგნიუმის, გოგირდის, ნახშირბადის, ქლორისა და იოდის მნიშვნელობა, ადამიანის, ცხოველური და მცენარეული ორგანიზმების სასიცოცხლო პროცესების წარმართვაში, ჩვენი კვლევის მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა Mg^{2+} , Ca^{+2} , SO_4^{-2} , HCO_3^{-} , Cl^{-} და I^{-} იონების შემცველობა ზესტაფონის რაიონის მეორე სვირის მტკნარ წყლებში. საკითხის აქტუალობა

მდგომარეობს იმაში, რომ მოცემულ წყლებში პირველად იქნა განსაზღვრული ზემოთ დასახელებული იონების შემცველობა, რისთვისაც შეირჩა მგრძობიარე მეთოდები.

ჩვენს საკვლევ ობიექტს წარმოადგენდა ზესტაფონის რაიონის სოფელ მეორე სვირის ათი წყაროს წყალი. წყაროთა ამოსასვლელები ერთმანეთისაგან 400–500 მ-ით არის დაშორებული. კვლევას ვატარებდით ნიმუშის აღებიდან ხუთი დღის შემდეგ. მაგნიუმისა და კალციუმის იონები ამ წყლების წამყვანი კათიონია.

სულფატ იონები განსაზღვრული იქნა გრავიმეტრული მეთოდით, რისთვისაც განსასაზღვრავი იონები ილექებოდა ბარიუმის ქლორიდის ნაჯერი ხსნარით. ნაღვეს ვაყოვნებდით დედახსნართან ერთად 1–2 საათის განმავლობაში. შემდეგ იფილტრებოდა, ირეცხებოდა, შრებოდა და ვარვარებდა მუდმივ მასამდე და იწონებოდა. სულფატ იონების რაოდენობა დადგენილი იქნა რეაქციის პროდუქციის მასის მიხედვით [7].

მაგნიუმი და კალციუმი ისაზღვრებოდა ტრილონომეტრული მეთოდით, რომელიც ეყარება ტიტრანტად ტრილონ B-ს გამოყენებას. მაგნიუმისა და კალციუმის განსაზღვრისათვის ინდიკატორად ვიყენებდით ერიოქრომშავს, ხოლო მაგნიუმის განსაზღვრავად – ვიყენებდით მურექსიდს. ტრილონომეტრული მეთოდი მარტივი, სწრაფი, ზუსტი, ხელმისაწვდომი და კარგი განმეორებადობითაც ხასიათდება [8]. მაგნიუმისა და კალციუმის კომპლექსონომეტრული გატიტრისას ხელშემშლელ ფაქტორს წარმოადგენს Fe^{3+} იონები, რისთვისაც ჩვენ წინასწარ ჩავატარეთ ათივე წყაროს წყლებისათვის თვისებითი რეაქცია Fe^{3+} -ის იონის აღმოსაჩენად ამონიუმის როდანიდის გამოყენებით. Fe^{3+} -ის იონები როდანიდ იონებთან იძლევა წითელი ფერის ნაერთს – $Fe(SCN)_3$. თვისებითი რეაქციით დადასტურდა, რომ რკინა(III)-ის იონების შემცველობა საანალიზო წყლებში აღმოსაჩენ მინიმუმზე უფრო მცირეა. ასევე არ დადასტურდა სპილენძ(II)-ის იონების არსებობა საანალიზო წყლებში ამიაკის კონცენტრირებული წყალხსნარის ჭარბად დამატებისას. ამიაკი სპილენძ(II)-ის იონთან წარმოქმნის მუქი ლურჯი ფერის სპილენძის ამიაკურ კომპლექსს $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ანალიზის მსვლელობისას ზუსტად ვიცავდით ხსნარის pH-ს. მაგნიუმი ისაზღვრებოდა ნეიტრალურ არეში, ხოლო კალციუმი ისაზღვრებოდა $pH=12,5$ -ზე, რადგანაც ტუტე გარემოში მაგნიუმი წარმოქმნის ჰიდროქსიდს, რომელიც ილექება. მაგნიუმი სრულად ინიღბება და ვერ ახდენს ხელშემშლელ გავლენას კალციუმის განსაზღვრაზე.

ჰიდროკარბონატ იონები განსაზღვრული იქნა აციდიმეტრული მეთოდით. ინდიკატორად ვიყენებდით მეთილნარინჯს. საკვლევი წყლის ნიმუში იტიტრებოდა მარილმჟავას ტიტრანტი ხსნარით. ვითვლიდით ტიტრაციაზე დახარჯულ ტიტრანტების რაოდენობას. დახარჯული ტიტრანტის რაოდენობა ექვივალენტურია HCO_3^- -ის იონების რაოდენობისა წყაროს წყლებში [8]. შემდეგ ვახდენდით მათემატიკურ დამუშავებას.

ქლორიდ იონები განსაზღვრული იქნა დალექვითი – არგენტომეტრული მეთოდით. საანალიზო წყაროს წყლებს ვტიტრავდით ვერცხლის ნიტრატის ტიტრანტით, 1–2 წვეთი 10%-იანი კალიუმის ქრომატის თანაობისას, მოწითალო ფერის წარმოქმნამდე. საანალიზო ხსნარში არსებული ქლორიდ იონები ექვივალენტურია ტიტრაციაზე დახარჯული ტიტრანტის მოცულობისა [9].

იოდ იონები ისაზღვრებოდა რეზნიკოვის მეთოდით. საანალიზოდ აღებულ წყაროს წყლებს ვამჟავებდით გოგირდმჟავას ხსნარით და ვუმატებდით 20–25 წვეთ ახლად დამზადებულ ბრომიან წყალს. ჭარბი ბრომის მოსაცილებლად ვაცხელებდით კოლბას შიგთავსით ქვიშის აბაზანაზე. შემდეგ ვუმატებდით სალიცილის მჟავას სპირტხსნარს ბრომის კვალის მოსაცილებლად. ინდიკატორად ვიყენებდით 0,5%-იან სახამებელს, საკვლევ ხსნარს, ვუმატებდით კალიუმის იოდიდის წყალხსნარს და ვაყოვნებდით სიბნელეში და ვტიტრავდით მიკრობიურეტიდან ნატრიუმის თიონსულფატის ხსნარით. ვტიტრავდით გაუფერულებამდე [10].

ზესტაფონის რაიონის სოფელ მეორე სვირის წყაროს წყლებში Mg^{2+} , Ca^{+2} , SO_4^{-2} , HCO_3^- , Cl^- და I^- იონების განსაზღვრის ექსპერიმენტული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილ №1-ში.

ზესტაფონის რაიონის სოფელ მეორე სვირის წყაროების წყლები დაბალმინერალიზებულია (0,13–0,45 მგ/ლ), რის გამოც მათი ერაქცია თითქმის ნეიტრალურია (pH 5.73–6.5).

ჩვენ მიერ შესწავლილ ზესტაფონის რაიონის სოფელ მეორე სვირის მტკნარ წყლებში Mg^{2+} , Ca^{+2} , SO_4^{-2} , HCO_3^- , Cl^- და I^- იონების შემცველობა ცვალებადია.

მაგნიუმის იონებს ყველაზე დიდი რაოდენობით შეიცავს ბოჭორიშვილებისა და მთვარისას წყარო 11,21 მგ/ლ და 7,25 მგ/ლ. მცირე რაოდენობით მაგნიუმის იონებს შეიცავს ხიდაშლების და ლომინაშვილების წყარო 0,84 მგ/ლ და 0,92 მგ/ლ-ში.

ცხრილი 1. Mg^{2+} , Ca^{+2} , SO_4^{-2} , HCO_3^{-} , Cl^{-} და I^{-} იონების შემცველობა ზესტაფონის რაიონის სოფელ მეორე სვირის წყაროს წყლებში

N	წყაროს დასახელება	pH	მშრალი ნაშთი გ/ლ-ში	მგ/ლ-ში					მკგ/ლ-ში
				Mg^{2+}	Ca^{2+}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	Cl^{-}	I^{-}
1	ბოჭორიშვილების	6,21	0,15	11,21	3,23	0,2012	7,08	2,08	0,61
2	შაველას	6,11	0,34	6,84	6,80	0,2022	6,00	1,64	0,66
3	მთვარისას	6,15	0,13	7,25	7,21	0,1214	7,42	0,84	0,19
4	მთის	5,73	0,28	0,84	4,44	0,0411	4,63	0,46	0,15
5	ნოდარის	6,18	0,45	2,83	4,85	0,0819	5,64	2,32	0,35
6	ხიდაშლების	5,82	0,06	1,10	1,16	0,1624	1,08	0,43	1,65
7	ცხადაძეების	6,56	0,17	3,62	6,00	0,1645	2,46	0,75	0,42
8	ბრეგოულას	5,78	0,39	5,21	8,01	0,2801	7,37	3,64	1,42
9	ჯუღელების	5,97	0,16	6,80	7,64	0,2037	7,69	0,87	0,44
10	ლომინაშვილების	5,98	0,18	0,92	1,62	0,0828	1,68	0,90	0,93

კალციუმის იონებს დიდი რაოდენობით შეიცავს მთვარისასა და ჯუღელების წყარო შესაბამისად 7,21 მგ/ლ და 7,64 მგ/ლ-ში. კალციუმის იონს ყველაზე მცირე რაოდენობით შეიცავს ხიდაშლებისა და ლომინაშვილების წყარო 1,16 მგ/ლ და 1,62 მგ/ლ-ში.

სულფატ იონებს ყველაზე დიდი რაოდენობით შეიცავს ბრეგოულასა და ჯუღელების წყარო 0,2801 მგ/ლ და 0,2037 მგ/ლ-ში, ხოლო მთისა და ნოდარის წყარო სულფატ იონებს შეიცავს მცირე რაოდენობით 0,0411 მგ/ლ და 0,08 მგ/ლ-ში.

ჰიდროკარბონატ იონებს ყველაზე დიდი რაოდენობით შეიცავს მთვარისასა და ჯუღელების წყარო 7,42 მგ/ლ და 7,69 მგ/ლ-ში, მცირე რაოდენობით, ჰიდროკარბონატ იონებს შეიცავს ლომინაშვილებისა და ხიდაშლების წყარო 1,368 მგ/ლ და 1,08 მგ/ლ-ში.

ქლორიდ იონებს ყველაზე დიდი რაოდენობით შეიცავს ბრეგოულასა და ნოდარის წყაროს წყალი 3,64 მგ/ლ და 2,32 მგ/ლ-ში. ხოლო მცირე რაოდენობით ქლორიდ იონებს შეიცავს ხიდაშლებისა და მთის წყარო 0,43 მგ/ლ და 0,46 მგ/ლ-ში.

იოდიდ იონებს ყველაზე დიდი რაოდენობით შეიცავს ხიდაშლებისა და ბრეგოულას წყარო 1,65 მკგ/ლ და 1,42 მკგ/ლ-ში, ხოლო იოდიდ იონებს ყველაზე მცირე რაოდენობით შეიცავს მთვარისასა და მთის წყარო 0,19 მკგ/ლ და 0,15 მკგ/ლ-ში.

ამრიგად, ზესტაფონის რაიონის სოფელ მეორე სვირის წყაროების წყლებში პირველად იქნა განსაზღვრული Mg^{2+} , Ca^{+2} , SO_4^{-2} , HCO_3^{-} , Cl^{-} და I^{-} იონების შემცველობა ქიმიური მეთოდებით. ექსპერიმენტით დადგინდა, რომ ზემოთ დასახელებული იონების კონცენტრაცია პირდაპირ პროპორციულადაა დაკავშირებული წყლების pH-თან და უკუპროპორციულია მათი მინერალიზაციისა.

შესწავლილ წყლებში Mg^{2+} , Ca^{+2} , SO_4^{-2} , HCO_3^{-} , Cl^{-} და I^{-} იონების შემცველობა ნორმის ფარგლებშია და მისი გამოყენება სასმელად და სამეურნეო თვალსაზრისით მიზანშეწონილია..

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია [4,5]. თბილისი. 1988
2. ი. პრევეზენცევი, მტკნარი წყალსატევების ჰიდროქიმია, თბილისი., 1990.
3. ნ. კოშორიძე, ქ. მენაბდე, ფუნქციური ბიოქიმია. თბილისი., 2009.

4. მ. დევლინი, ბიოქიმია კლასიკური კოლერაციებით, თბილისი., 2008.
5. ა. ბოლქვაძე, ბიოქიმია, თბილისი., 1999.
6. ო. გაბრიჩიძე, ბ. არზიანი სამედიცინო ქიმია, თბილისი., 2003.
7. გ. სუპატაშვილი, რაოდენობითი ანალიზი, თბილისი., 1992.
8. Ю. Я. Харитонов, Аналитическая, Москва., 2005.
9. В.П. Василев, Аналитическая химия, Москва., 1989.
10. Д. А. Резников, Е.М. Муллаковская, И. Ю. Соколов., Методы анализа природных вод. Москва., 1970.

DETERMINATION OF Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- AND J^- IONS IN SPRING WATERS OF THE VILLAGE MEORE SVIRI, ZESTAPONI DISTRICT

Manuchar Kikalishvili, Salome Jugheli
Trilonometry, repeatability, gravimetric analysis
Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

SUMMARY

For the first time it was studied the content of Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- and J^- ions in spring waters of the village Meore Sviri, Zestaponi District. Relatively simple and rapid methods of chemical analysis, distinguished by high repeatability were implemented. Namely, the trilonometric method was applied for determination of Mg^{2+} and Ca^{2+} ions, gravimetric analysis for SO_4^{2-} , argentometry for HCO_3^- , acid-base titration for Cl^- , and Reznikov's method for J^- ions. As a result of the experiment it was established that the spring waters are characterized by low salinity (0,13 – 0,45 mg/l) and neutral pH (5,73 – 6,5). The concentration of abovementioned ions in the water samples were within the normal range.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- И J^- В РОДНИКОВЫХ ВОДАХ СЕЛА МЕОРЕ СВИРИ ЗЕСТАФОНСКОГО РАЙОНА

Манучар Кикалишвили, Саломе Джугели
Кутаисский Государственный Университет им. А. Церетели

РЕЗЮМЕ

Впервые было определено содержание ионов Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- и J^- в родниковых водах села Меоре Свири Зестафонского района. Были использованы относительно простые и быстрые химические методы, характеризующиеся высокой повторяемостью. Содержание ионов магния и кальция было определено трилонометрическим методом, SO_4^{2-} – методом гравиметрии, HCO_3^- – методом аргентометрии, Cl^- – методом ацидометрии, а ионы J^- – методом Резникова. На основе эксперимента установлено, что изучаемые родниковые воды характеризуются низкой минерализацией (0,13 – 0,45 мг/л) и вследствие этого, практически нейтральной реакцией (рН 5,73 – 6,5). Содержание вышеперечисленных ионов находится в пределах нормы.

სამმაგი შედგენილობის მქონე MoNbB კომპოზიციური ფხვნილის მიღების ტექნოლოგია იონური ნალღობებიდან

მარინე ხუციშვილი, სერგო გასვიანი, ცისანა გაბისონია, ნინო მაისურაძე

*ი.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
რ.აგლაძის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი*

მრავალმხრივი ექსპერიმენტის საფუძველზე, შესწავლილი იქნა სამმაგი კომპოზიციური ფხვნილის MoNbB ელექტროქიმიური სინთეზის ტექნოლოგია $KCl-KF-Na_2MoO_4 - Nb_2O_5 - B_2O_3$ იონური ნალღობიდან. სტაციონარული ელექტროლიზის პირობებში, პროცესის ძირითადი პარამეტრების გათვალისწინებით, მიღებული იქნა MoNbB კომპოზიციური ფხვნილი.

პრაქტიკული და ტექნოლოგიური გამოყენების თვალსაზრისით მეტად აქტუალურია სამმაგი შედგენილობის მქონე ძნელადღობადი ლითონების (Mo, Nb, Ta) შემცველი კომპოზიციური ფხვნილები: MoNbB; MoNbB₂ და სხვ.

კომპოზიციური მასალები ძირითადად გამოიყენებიან როგორც მალევირებელი საშუალება მაღალტემპერატურულ რეჟიმებზე მომუშავე სხვადასხვა მოწყობილობების დეტალების ლევირებისათვის, აგრეთვე როგორც ანტიკოროზიული საშუალება. შრომებში [1, 2] მოცემულია ბორის შემცველი სამმაგი ნაერთები: Mo₂FeB₄, Mo₂CoB₄, Mo₂CoB₂; Mo₂NiB და CrNiB₄ და შესწავლილია მხოლოდ აღნიშნულ ნაერთთა სტრუქტურა.

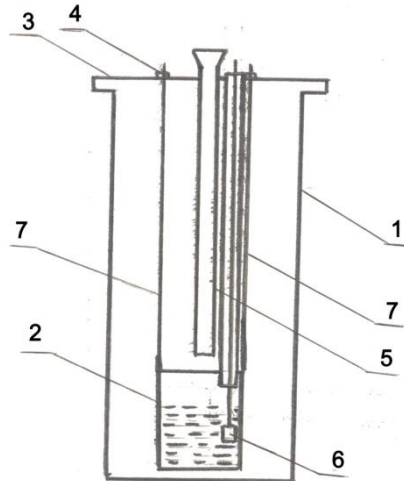
ჩვენს მიერ შესრულებული კვლევები ეხება MoNbB და MoNbB₂ ფხვნილთა მიღებას იონური ნალღობებიდან. შერჩეულ კომპონენტთა Mo, Nb, B-ის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების გათვალისწინებით და კინეტიკურ კვლევებზე დაყრდნობით, დაგადგინეთ KCl-KF ფონური ნალღობიდან მათი ერთობლივი ელექტროქიმიური აღდგენის შესაძლებლობა პოტენციოსტატიკურ რეჟიმში, რამაც საშუალება მოგვცა KCl-KF-Na₂MoO₄-Nb₂O₅-B₂O₃ ნალღობიდან განგვეხორციელებინა MoNbB-ის კომპოზიციური ფხვნილის სინთეზის ტექნოლოგიური მხარე [3].

ექსპერიმენტს ვატარებდით შახტური ტიპის ღუმელში, სტაციონარული ელექტროლიზის პირობებში, ისეთი ძირითადი პარამეტრების გათვალისწინებით, როგორცაა: ელექტროლიზის პროცესის ტემპერატურა, დენის სიმკვრივე, მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციები და ელექტროლიზის ხანგრძლივობა.

შახტური ტიპის ღუმელებში ჩადგმული გვექონდა მაღალტემპერატურული ელექტროქიმიური უჯრედი (სურ. 1). ელექტროლიზერში პროცესის ტემპერატურას ვცვლიდით 973-1023 K-ის ზღვრებში. დენის კათოდური სიმკვრივის D_{კათ.} მორეაგირე კომპონენტთა კონცენტრაციების, ელექტროლიზის ხანგრძლივობის τ_T სიდიდეთა ცვლილებით და მრავალჯერადი ექსპერიმენტების საფუძველზე დაგადგინეთ MoNbB და MoNbB₂-ის ფხვნილთა სინთეზის ტექნოლოგიის ოპტიმალური პარამეტრები (ცხ. 1).

გალვანოსტატიკური ელექტროლიზის შედეგად, კათოდზე გამოიყოფა მოლიბდენის, ნიობიუმის, ბორის წვრილდისპერსული ფხვნილი. მიღებული პროდუქტის შედგენილობის დადგენამდე, ვაშრობდით ფხვნილის გამოშრობას 100-120^oC ტემპერატურაზე საშრობ ღუმელში, რის შედეგადაც წვრილდისპერსულ ფხვნილს გადავცემდით საანალიზოდ. რენტგენოფაზური ანალიზის საფუძველზე იკვეთებოდა MoNbB სტრუქტურა.

მოლიბდენ-ნიობიუმ-ბორის კომპოზიციურ ფხვნილთა სინთეზი იონური ნალღობებიდან, ტექნოლოგიური თვალსაზრისით, არის ბევრად ხელსაყრელი სხვა მეთოდებთან შედარებით [3]. MoNbB და MoNbB₂-ის წვრილდისპერსული ფხვნილები გამოირჩევიან მდგრადი თერმო, ცვეთა და კოროზიამდეგობით.



სურ. 1. მაღალტემპერატურული ელექტროქიმიური უჯრედი:

1. ჭიქა; 2. მინა-გრაფიტის ტიგელი; 3. სასურავი; 4. საცობი; 5. ჩამტვირთავი მოწყობილობა;
6. მუშა ელექტროდი; 7. დენმიმყვანები

ცხრილი 1. MoNbB მიღების ოპტიმალური პარამეტრები

მაგალითი	პროცესის ჩატარების პირობები $\tau=1$ სთ			პროდუქტის ფაზური შემადგენლობა	ფხვნილის სვედრითი ზედაპირი მ ² /გრ	
	ელექტროლიტის შემადგენლობა მას %	ელექტროლიზის ტემპერატურა K	დენის სიმკვრივე ა/სმ ²			
1	KCl	40	973	1.0	MoNbB Nb, Mo	10.5
	KF	40				
	Nb ₂ O ₅	8.0				
	B ₂ O ₃	5.0				
	Na ₂ MoO ₄	7.0				
2	KCl	41	1023	0.5	MoNbB	11.5
	KF	41				
	Nb ₂ O ₅	6.0				
	B ₂ O ₃	7.0				
	Na ₂ MoO ₄	5.0				
3	KCl	42	993	0.5	MoNbB Mo	15.0
	KF	42				
	Nb ₂ O ₅	6.5				
	B ₂ O ₃	5.5				
	Na ₂ MoO ₄	4.0				
4	KCl	41.5	1023	1.5	MoNbB Nb	12.0
	KF	41.5				
	Nb ₂ O ₅	7.5				
	B ₂ O ₃	5.0				
	Na ₂ MoO ₄	4.5				
5	KCl	40.5	1023	1.0	MoNbB	-
	KF	40.5				
	Nb ₂ O ₅	6.5				
	B ₂ O ₃	5.5				
	Na ₂ MoO ₄	7.0				

კოროზიამდედგობაზე გამოცდას ვატარებდით NaCl-ის 20%-იან წყალხსნარში ხანგრძლივი დროით. ასევე სხვადასხვა pH-ის მქონე H₂SO₄-ის ხსნარში, 24 სთ-ის განმავლობაში ღია ატმოსფერულ პირობებში [4] ფხვნილები გამოვცადეთ თერმომდედგობაზე 200-500⁰C ტემპერატურულ ზღვრებში 24 200 სთ განმავლობაში. ვიზუალურმა დაკვირვებებმა გვიჩვენეს, რომ შემოთავაზებული ტექნოლოგიით, სინთეზირებული კომპოზიციური ფხვნილები MoNbB, MoNbB₂ არიან მდგრადი მავნე გარემო პირობების მიმართ და არ არიან მიდრეკილი კოროზიისადმი.

ამ ტექნოლოგიით მიღებული ფხვნილები გამოირჩევიან მაღალი მექანიკური სიმტკიცით, მდგრადი, გაუმჯობესებული კოროზიული მახასიათებლებით, რაც კიდევ უფრო ზრდის აღნიშნულ ფხვნილთა გამოყენების აუცილებლობას, როგორც მალეგირებელი საშუალება ფოლადებში და ასევე ლითონკონსტრუქციებში სხვადასხვა დეტალების ლევირებისათვის.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Васько А.Т., Ковач С.К., «Электрохимия тугоплавких металлов» Киев, техника, 1983 г. стр. 126-129.
2. Самсонов Г.В., Марковский Л.Я. Жигач А.Ф., Валяшко М.Г. «Бор, его соединения и сплавы». изд. Акад. Наук, Укр. 1960 г.
3. m. xuciSvili, s. gasviani da sxv. electroliti MoNbB kompoziciuri fxvnilis electqimiuri gziT miRebisaTvis. saq. resp. patenti GEU13174, 2006 w.
4. Uihig's Corrosion Handbook. Practical Corrosion Prediction Using Electrochemical Techniques. Second Ed. 2000.

TECHNOLOGY OF ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF MoNbB COMPOSITE POWDERS FROM IONIC MELTS

Marine Khutsishvili, Sergo Gasviani, Tsisana Gabisonia, Nino Maisuradze
*Rafiel Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry of
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University*

SUMMARY

On the basis of the many-sided experimental have been established possible Electrochemical synthesis of composite powders MoNbB, from KCl-KF-Na₂MoO₄-Nb₂O₅-B₂O₃ ionic melts. The main parameters of stationary electrolysis have been established, among which are: process temperature, current density, concentrations of reacting compounds. Composition of the products, prepared on the cathode, has been established by x-ray pattern analysis.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТРОЙНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ПОРОШКА MoNbB ИЗ ИОННЫХ РАСПЛАВОВ

М.Ш.Хуцишвили, С.Г.Гасвиани, Ц.Д.Габисония, Н.Г.Майсурадзе
*Институт неорганической химии и электрохимии им. Р.И. Агладзе
Тбилисского Государственного Университета им. И. Джавахишвили*

РЕЗЮМЕ

На основе многих экспериментов была изучена возможность электрохимического синтеза тройного композиционного порошка MoNbB из ионных расплавов, KCl-KF-Na₂MoO₄-Nb₂O₅-B₂O₃. В условиях стационарного электролиза и по усмотрению основных параметров процесса, был получен композиционный порошок состава MoNbB.

ნანომილაკოვანი TiO_2 კატალიზატორის სინთეზი

პაატა ნიკოლეიშვილი, რუსუდან კურტანიძე, ვალენტინა კვესელავა, გიგლა წურწუშია, გიორგი გორელიშვილი, ნანა ქოიავა

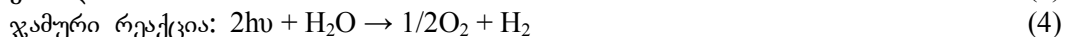
ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რაფინელ აგლადის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი

ელექტროქიმიური იმპულსური და მუდმივი დენის გამოყენებით ამონიუმის სულფატის, გლიცერინის და ეთილენგლიკოლის ელექტროლიტებში, რომლებშიც დანამატის სახით შეტანილი იყო ამონიუმის ფტორიდი, სხვადასხვა ძაბვაზე შესწავლილი და მიღებული იყო ნანოგანზომილების (150-250 ნმ) ძილაკოვანი სტრუქტურის მქონე ტიტანის დიოქსიდი.

ენერგისადმი მოთხოვნილების მუდმივი ზრდის და ამავე დროს წიაღისეული ენერგომატარებლების გამოფიტვის გამო, მსოფლიო იძულებულია გამძაფრებული ყურადღება მიაქციოს ალტერნატიული ენერგომომარაგების ტექნოლოგიების განვითარებას. განახლებადი ენერჯების წყაროებიდან პერსპექტიულია მზის ენერჯია მისი უსასრულობისა და გეოგრაფიულად შეუზღუდავი შესაძლებლობის გამო. მზე დედამიწაზე ასხივებს 100000 ტერავატ ენერჯიას, რომელიც დაახლოებით 10000-ჯერ მეტია, ვიდრე დედამიწაზე ადამიანების მიერ წარმოებული ენერჯია (13 ტერავატი). მზის ენერჯიის გამოსაყენებლად საჭიროა ფოტოელემენტი, რომელიც ყოველგვარი შუალედური საფეხურის გავლისა და საზიანო გვერდითი პროდუქტის წარმოქმნის გარეშე უშუალოდ მზის ენერჯიას ელექტრულ ენერჯიად გარდაქმნის. ფოტოელემენტების წარმოების სრულყოფილ დანერგვას ხელს უშლის მისი სიძვირე და მზის ენერჯიის გარდაქმნის დაბალი გამოსავალი. პირველი თაობის ფოტოელემენტებს სილიკონის საფუძველზე (მულტი კრისტალური სილიკონის სტრუქტურით) გააჩნიათ მზის ენერჯიის გარდაქმნის 30%-ზე მეტი ეფექტურობა, მაგრამ სილიციუმის წარმოება მეტად ძვირია, რის გამოც ეს ტექნოლოგია არაკონკურენტუნარიანია [1,2].

მეორე თაობის ფოტოელემენტების დასამზადებლად იყენებენ სპილენძ-ინდიუმ-გალიუმს სელენიდის საფუძველზე. მესამე თაობის ფოტოელემენტებს - ორგანულ ფოტოვოლტაიურ ელემენტებს შეუძლიათ წარმოქმნან ბევრად იაფი მზის ენერჯია. ასეთი ელემენტები დაფუძნებულია ელექტროგამტარ პოლიმერებზე.

ბოლო დროს ინტენსიურად ვითარდებიან ფოტოელემენტები გარდამავალი ელემენტების ოქსიდების საფუძველზე თხევად ელექტროლიტში. ფოტოელექტროქიმიური დენის წყარო ძირითადად შეიცავს ნახევრად გამტარული თვისებების მქონე ფოტოანოდს, მეტალურ კათოდს და მჟავა, ტუტე ან ნეიტრალური გარემოს მქონე ელექტროლიტს. ფოტოანოდი დასხივების შემდეგ იძლევა ელექტრონებს (e^-) და ხვრელებს (h^+), რის გამოც ანოდზე წარმოიქმნება ჟანგბადი, ხოლო კათოდზე გამოიყოფა წყალბადი:



ფოტოანოდურ მასალებიდან ერთ-ერთი პერსპექტიული კატალიზატორია ტიტანის დიოქსიდის (TiO_2) ნანონაწილაკები. სხვადასხვა მორფოლოგიის ნაწილაკებიდან TiO_2 -ის ნანომილაკები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია. TiO_2 თავისი ელექტრული, თერმული, სტრუქტურული, კოროზიული და ოპტიკური თვისებების გამო ფართოდ გამოიყენება ფოტოელემენტებში, ფოტოკატალიზში, ლითიუმის ელემენტებსა და სენსორებში. TiO_2 -ში ელექტრონებისა და ხვრელების გენერაციისთვის (რეაქცია 5) საჭიროა 3.2 ელექტრონვოლტი (eV) ენერჯია, ამიტომ ულტრაიისფერი გამოსხივების სპექტრში იგი ფოტოაქტიურია. მზის ხილული სპექტრის სხივებს გააჩნიათ 1.8-3.1 eV -მდე ენერჯია, მაგრამ TiO_2 -ის

სხვადასხვა ატომებით დოპირების შემთხვევაში იგი ფოტოკატიური ხდება მზის გამოსხივების ხილულ სპექტრშიც:



TiO₂-ის ნანომილაკების სინთეზი შესაძლებელია ჰიდროთერმული, სონოთერმული, ფიზიკური და ქიმიური აორთქლების და ელექტროქიმიური მეთოდების გამოყენებით. განსაკუთრებით საინტერესოა TiO₂ ნანომილაკების სინთეზი ელექტროქიმიური ანოდირების მეთოდით. ეს მეთოდი არის იაფი და ძალზედ მარტივი. პროცესის პოტენციალის, ელექტროლიტის შედგენილობის, pH-ის, წყლისა და ფთორის იონის შემცველობის ცვლელა გავლენას ახდენს TiO₂-ის ნანონაწილაკების მორფოლოგიაზე, მათ სიგრძეზე, დიამეტრზე, არქიტექტურასა და სხვა თვისებებზე [3].

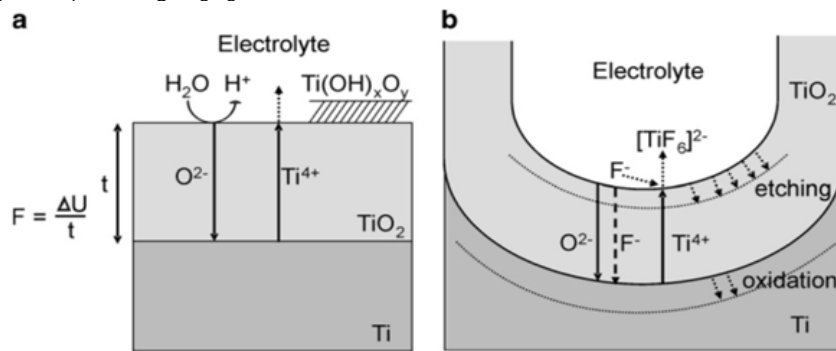
ავტორების [4-8] მიერ დადგენილი იყო, რომ წყალხსნარიან ელექტროლიტებში ნეიტრალური pH-ის დროს მიიღება გრძელი ზომის TiO₂ ნანომილაკები. მათ მიერ ასევე იქნა დადგენილი, რომ ორგანულ უწყლო გამხსნელებში მიიღება უფრო გლუვი არქიტექტურის მილაკები მაღალი მოწესრიგებულობის ხარისხით.

TiO₂-ის ნანომილაკები ძირითადად მიღებულია Ti-ის ფირფიტის ან ფოლგის ზედაპირზე. თერმული დამუშავების ანუ კრისტალიზაციის შემდეგ ტიტანის ფირფიტაზე არსებული ოქსიდური ფენა გარდაიქმნება ანატაზად, ხოლო თავად ტიტანი - რუტილის კრისტალურ სტრუქტურად.

არსებობს ტიტანის ანოდირების სამი ძირითადი ეტაპი: ტიტანის ოქსიდირება ელექტრულ ველში (რეაქცია 6), Ti-ის გახსნა ელექტროქიმიური პროცესის შედეგად და მიღებული TiO₂ და Ti-ის ქიმიური გახსნა F⁻ იონების საშუალებით ნანოზომის მილაკების წარმოქმნით (რეაქცია 7) [9]:



TiO₂-ის გახსნა F⁻ იონების საშუალებით ხორციელდება U ფორმის ხვრელების წარმოქმნით. ხვრელის ფსკერს გააჩნია მაღალი ელექტრული გამტარობა, ხოლო მისი კედლები, ოქსიდური ფენის გამო, პრაქტიკულად პასიურია. ხვრელის სიგრძე ანოდირების ხანგრძლივობასთან ერთად იზრდება. ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია ტიტანის ანოდირების დროს წარმოქმნილი ოქსიდური ფენის სტრუქტურა F⁻ იონების არსებობის პირობებში და მის გარეშე.



ნახ. 1. ტიტანის ანოდირებისას წარმოქმნილი ოქსიდური ფენის სტრუქტურა: ა) ფთორიდ იონების არსებობისას; ბ) ფთორიდ იონების გარეშე.

წყალხსნარებში ანოდირების პროცესს ატარებენ მუდმივ ძაბვაზე 1-30 ვ და 5-150 ვ ფარგლებში ორგანული გამხსნელების გამოყენებისას, რომლებშიც ფთორიდ იონის შემცველობა მერყეობდა 0.05÷0.5M ზღვრებში (0.1-1%). 0.05M-ზე ნაკლები კონცენტრაციისას [TiF₆]²⁻ თითქმის არ წარმოიქმნება, ამიტომ ტიტანის ოქსიდური ფენის დანაფარი მიიღება კომპაქტური, ხოლო 0.5M-ზე მეტი კონცენტრაციის შემთხვევაში წარმოქმნილი TiO₂ მთლიანად იხსნება და ადგილი აქვს Ti-ის ელექტროპოლირებას.

TiO₂ ნანომილაკების ელექტროქიმიური სინთეზისთვის ანოდად იყენებენ ტიტანის ფირფიტას, კათოდად - პლატინას ან ტიტანს; ელექტროლიტად - ორგანულ ნივთიერებებს (გლიცერინი, დიმეთილსულფოქსიდი, ეთანოლი და სხვა) ან არაორგანული მარილების და მჟავების წყალხსნარებს

(H_3PO_4 , HF, Na_2SO_4). ნებისმიერ შემთხვევაში ელექტროლიტი უნდა შეიცავდეს ფთორიდ იონს (NaF , NH_4F , HF).

ორგანულ გამხსნელებში F^- იონის გამოყენებას გააჩნია რიგი უპირატესობა. ავტორებმა [10] TiO_2 -ის ნანომილაკების მისაღებად გამოიყენეს დიმეთილსუფოქსიდისა და ეთილენგლიკოლის (1:1) ელექტროლიტი და მიიღეს 2,3 მკმ სიგრძის ნანომილაკები. ავტორებმა [4] გლიცერინის ელექტროლიტში მიიღეს 7 მკმ სიგრძის ნანომილაკები. ავტორებმა [11] ჩაატარეს ცდები ეთილენგლიკოლის ელექტროლიტის გამოყენებით, რომელშიც 1-3 მოც. % შეადგენდა წყლის შემცველობა და 0.1-0.5% NH_4F , Ti -ის ანოდირება მიმდენარეობდა 17 სთ-ის განმავლობაში 20, 40, 50, 60 და 65 ვ ძაბვაზე. შედეგებმა აჩვენა, რომ ძაბვის ზრდასთან ერთად იზრდებოდა TiO_2 -ის ნანომილაკების შიდა და გარე დიამეტრები და სიგრძე. ნანომილაკების ზრდის საშუალო სიჩქარე იყო 15 მკმ/სთ. დადგენილია ასევე წყლის შემცველობა, რომელიც არ უნდა აღემატებოდეს 5%. ასეთ პირობებში მიიღება მაღალი ხარისხის მასალა. ორგანულ გამხსნელებში მიიღება უფრო გლუვი და მოწესრიგებული TiO_2 -ის ნანომილაკები, რომლებიც მაღალი ფოტოკატალიზური აქტივობით გამოირჩევიან.

TiO_2 ნანომილაკების თერმულ დამუშავებას ახორციელებენ მისი ამორფული სტრუქტურის კრისტალურ ანატაზას ან რუტილში გარდასაქმნელად. TiO_2 ფოტოქიმიურად აქტიური ხდება $350^\circ C$ -ზე ზემოთ დამუშავების დროს. ავტორებმა [12] ჩაატარეს TiO_2 -ის თერმული დამუშავება 450, 600, 800 და $900^\circ C$ -ზე. მათი მონაცემებით $450^\circ C$ -ზე მიიღება სუფთა ანატაზას კრისტალური სტრუქტურა, $600^\circ C$ -ზე - ანატაზასა და რუტილის ნარევის კრისტალური სტრუქტურა, ხოლო $800^\circ C$ -ზე - მაქსიმალურად გაზრდილი ზომის ანატაზას კრისტალები. ნანომილაკების დიამეტრი ზეგავლენას ახდენს კრისტალურ სტრუქტურაზე, 30 ნმ დიამეტრზე ნაკლები ზომის მილაკების კრისტალიზაციისას მოსალოდნელია მიღებულ იქნას რუტილი, ხოლო 30 ნმ-ზე მეტი - ანატაზას კრისტალური სტრუქტურა [13].

TiO_2 -ის ნანომილაკების თვისებებზე ზემოქმედებას ახდენს ასევე გარემო, რომელშიც ხორციელდება კრისტალიზაცია. მაგალითად, ჰაერზე, აზოტსა და 5% წყალბად/აზოტში გამომწვარ დიოქსიდს გააჩნია ერთნაირი მორფოლოგია და ტოლი აკრძალული ენერგეტიკული ზონის სიგანე, მაგრამ განსხვავებული UV-აბსორბციის ფოტოდენის სიძვერე, რომელიც ჰაერზე გამომწვარისათვის შეადგენს 0.27 მა/სმ², ხოლო წყალბადში - 0.6 მა/სმ² (რადგან მეტია ზედაპირული დეფექტი) [14].

წარმოდგენილი სამუშაოს მიზანი იყო სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით ნანოგანზომილების ტიტანის დიოქსიდის მიღება შემდგომში მათი ელექტროქიმიური ქცევის და ფოტოელემენტებში ელექტროკატალიზური თვისებების შესასწავლად.

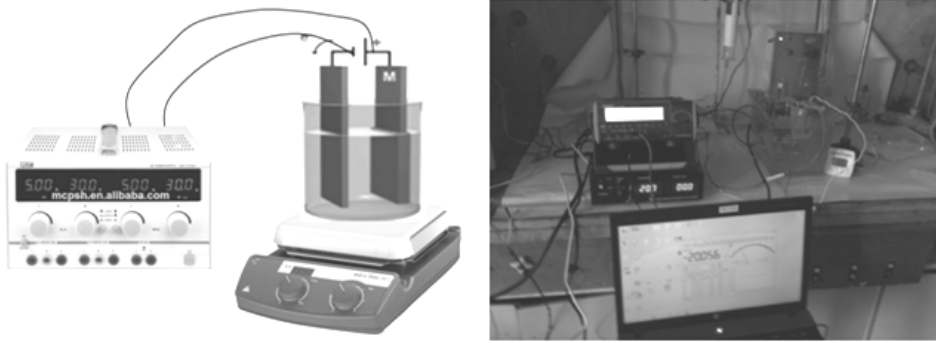
ექსპერიმენტული ნაწილი

ცდებში გამოყენებული იყო ქიმიურად სუფთა რეაგენტები: ეთილენგლიკოლი, გლიცერინი, NH_4F , $(NH_4)_2SO_4$, HF. წყალხსნარები დამზადებული იყო გამოხდილი წყლით. ანოდის ტიტანის ფირფიტა იყო პირველი ხარისხის, რომლის პოლირება ხდებოდა სილიკონის საცხით, სხვადასხვა ხარისხის ზუმფარათი და ქეჩით.

ტიტანის ანოდირებისათვის აღებული იყო სხვადასხვა ქიმიკატების მიმართ მდგრადი ორგანული მინა, კერძოდ, ფთორიდ იონის მიმართ. ორგანულ ფირფიტაზე დამაგრებული ტიტანის ანოდი და კათოდი ფიქსირებული იყო ქიმიურ ჭიქაზე. გამმართველიდან ანოდის სადენი შეერთებული იყო ტიტანთან, ხოლო ამპერმეტრის გავლით კათოდური სადენი - კათოდთან (სურ. 1).

ანოდირების პროცესის ჩასატარებლად გამოყენებული იყო მულტიმეტრი TENMA 72-1020, 60-ამპერიანი გამმართველის 50 ვ ძაბვის რეგულირების ფუნქციით; იმპულსური გამმართველი Singlent SDG, ულტრაბგერითი აბაზანა Rosh (40 კილოჰერცი ბგერის ტალღის სიხშირით), მუფელის ღუმელი $1100^\circ C$ ტემპერატურის ავტომატური რეგულირებით. ცდის ტემპერატურის შენარჩუნება ხდებოდა თერმოსტატის საშუალებით.

ტიტანის ფირფიტის მექანიკური პოლირება. ტიტანის 1 მმ სისქის ფირფიტის საწყისი ნიმუშის ზედაპირი დამუშავებული იყო 1000 ზომის ზუმფარათი ელექტროდისკოს საშუალებით. გარეცხვის შემდეგ ფირფიტა მუშავდებოდა 1500 ზომის ზუმფარათი და განმორებითი რეცხვის შემდეგ - 2500 ზომის ზუმფარათი. დამუშავების შემდეგ ტიტანის ფირფიტის პოლირება ნიმუშის ზედაპირის სარკისებრი სიპრიალის მიღების მიზნით გაგრძელებული იყო დისკოზე დამაგრებული პოლირების ღრუბლით სხვადასხვა ხარისხის საპრიალებელი სილიკონის საცხის გამოყენებით. სპირტით და შემდეგ გამოხდილი წყლით გარეცხვის შემდეგ ტიტანის ფირფიტას ვაშრობდით ჰაერის ნაკადში და ვჭრიდით 20×40 მმ ზომის ნაჭრებად ანოდირების ჩასატარებლად.

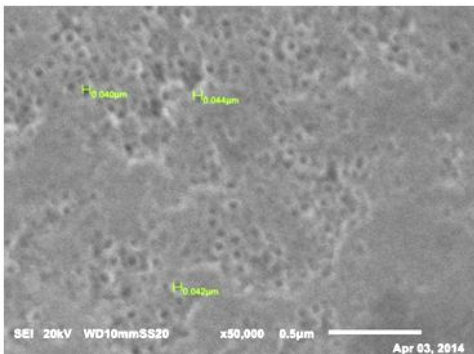


სურ. 1. ტიტანის ანოდირების ელექტროლიზური.

ტიტანის ფირფიტის ელექტროპოლირება. მექანიკური პოლირების შემდეგ ჩატარებული იყო ტიტანის ფირფიტის ელექტროქიმიური პოლირება, რომელსაც პოლირების გარდა აქვს ტიტანის ზედაპირის აქტივაციის ფუნქციაც. ელექტროქიმიური პოლირება ჩატარებული იყო შემდეგი შედგენლობის ელექტროლიტში (მოც. წილი): H_2SO_4 - 60%; HF - 20%; $HOCH_2CH(OH)CH_2OH$ (გლიცერინი) - 10%. ელექტროპოლირებას ვახორციელებდით 1-3 წთ განმავლობაში 30 ა/დმ² დენის სიმკვრივესა და 3-7 ვ ძაბვაზე. ამის შემდეგ ნიმუშს 15 წთ-ის განმავლობაში ვრეცხავდით სპირტში და გამოხდით წყალში ულტრაბგერით აღჭურვილ აბაზანაში. ტიტანის ფირფიტის გაშრობის შემდეგ ჩატარებული იყო ანოდირება.

ტიტანის ანოდირება $(NH_4)_2SO_4$ ელექტროლიტში. ტიტანის ანოდირება ჩატარებული იყო არაორგანულ გამხსნელში, კერძოდ, $(NH_4)_2SO_4$ წყალხსნარში ფთორიდ იონის დამატებით (NH_4F სახით). ამისათვის მომზადებული იყო 1M $(NH_4)_2SO_4$ ხსნარი, რომელშიც NH_4F კონცენტრაცია შეადგენდა 0.2M. რეაქტორი მოთავსებული იყო თერმოსტატში. ანოდირება მიმდინარეობდა 3 სთ-ის განმავლობაში 20 ვ ძაბვაზე 30°C ტემპერატურაზე, რის შემდეგ მიღებულ ნიმუშს ვრეცხავდით გამდინარე გამოხდილი წყლით, სპირტით და კვლავ გამოხდილი წყლით. გაშრობის შემდეგ ნიმუში გამოვწვით მუფელში 450°C, მოვათავსეთ გამოხდილ წყალში და 5 წთ-ის განმავლობაში გავაჩერეთ ულტრაბგერის ზემოქმედების ქვეშ. დამუშავების შემდეგ TiO_2 ნანომილაკების სტრუქტურის დასადგენად ელექტრული სკანირების მიკროსკოპით გადაღებული იყო ნიმუშის სურათი. სურ. 2-ზე ჩანს, რომ ანოდირების შედეგად მიღებულია დაახლოებით 40 ნმ დიამეტრის მქონე ნანომილაკები, მაგრამ ზედაპირი მთლიანად არ არის დაფარული მილაკებით და მილაკების სტრუქტურაც არ არის დახვეწილი.

ტიტანის ანოდირება ჩატარებული იყო აგრეთვე ორგანულ გამხსნელებში, კერძოდ, გლიცერინსა და ეთილენგლიკოლში.

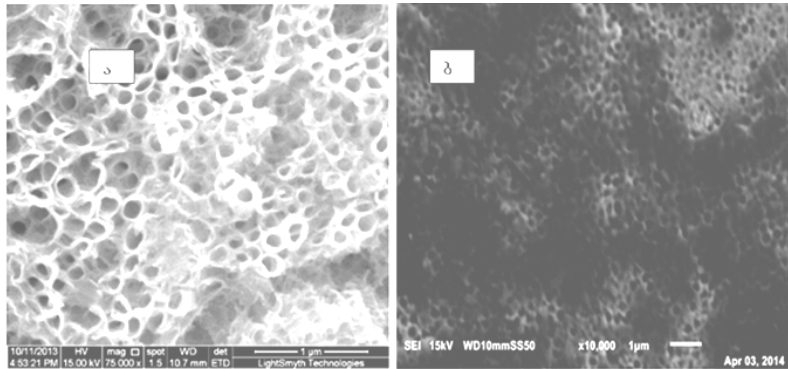


სურ. 2. TiO_2 ზედაპირის ელექტრონული სკანირების სურათი (ელექტროლიტი – 1 მოლი/ლ $(NH_4)_2SO_4$ + 0.2 მოლი/ლ NH_4F , ძაბვა – 20 ვ, ხანგრძლივობა – 3 სთ, ტემპერატურა 30°C).

ტიტანის ანოდირება გლიცერინის გამხსნელში. გლიცერინში ტიტანის ანოდირების ჩასატარებლად ხსნარი მომზადებული იყო შემდეგნაირად: 1.74 გ NH_4F მოთავსებული იყო ორგანული მინის აბაზანაში და მორევის პირობებში დამატებული იყო 3.5 მლ გამოხდილი წყალი. მარილის სრული გახსნის შემდეგ ხსნარში დამატებული იყო 70 მლ გლიცერინი. თერმოსტატის საშუალებით ხსნარის ტემპერატურა დაყვანილი იყო 30°C-მდე. ამის შემდეგ აბაზანაში ჩაკიდებული იყო ტიტანის ელექტროდები, რომლებიც წინასწარ დამუშავებული იყო ზემოთ აღწერილი მეთოდით. ანოდირება ჩატარებული იყო 3 სთ-ის განმავლობაში. გამოხდილი წყლით და სპირტით გარეცხვის შემდეგ მიღებული ნიმუში მოთავსებული იყო მუფელის ლუმელში და 3 სთ-ის განმავლობაში მიმდინარეობდა

მისი გამოწვა 450°C -ზე. მიღებული ნიმუშის სურათი გადაღებული იყო ელექტრონული სკანირების მიკროსკოპის საშუალებით (სურ. 3). სურათიდან ჩანს, რომ TiO_2 -ის ნანომილაკების დიამეტრი დაახლოებით ტოლია 250-300 ნმ-ს და მათ აქვთ ჩამოყალიბებული სტრუქტურა.

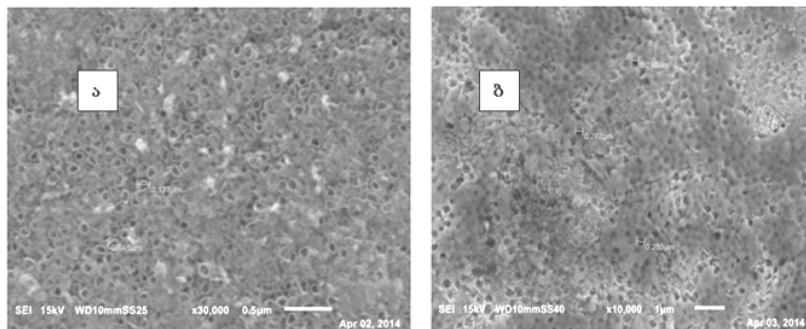
სურ. 3 ჩანს, რომ 20 ვ ძაბვაზე (ბ) მიღებულია შედარებით მცირე ზომის მილაკები (100-200 ნმ), მაგრამ მათ მიერ ზედაპირის დაფარვა უფრო მოწესრიგებულია.



სურ. 3. TiO_2 ზედაპირის ელექტრონული სკანირების სურათი (ელექტროლიტი – გლიცერინი, რომელშიც დამატებულია 0.67 მოლი/ლ NH_4F + 2.7 მოლი/ლ H_2O . ძაბვა - 50 ვ (ა) და 20 ვ (ბ), ხანგრძლივობა - 3 სთ, ტემპერატურა – 30°C).

TiO_2 ნანომილაკების მიღება ეთილენგლიკოლის გამხსნელში. ტიტანის ფირფიტა წინასწარ დამუშავებული იყო ზემოთ აღწერილი მეთოდით. ელექტროლიტის დასამზადებლად ქიმიურ ჭიქაში მოთავსებული იყო 0.35 გ NH_4F და 1 მლ წყალი მაგნიტური სარეველათი მუდმივი მორევის პირობებში მარილის სრულ გახსნამდე. შემდეგ, მორევის გაგრძელებით, ულუფების სახით ჭიქაში ჩამატებული იყო 50 მლ ეთილენგლიკოლი. ხსნარის მორევა მიმდინარეობდა 10 წთ-ის განმავლობაში. აბაზანაში ჩაკიდების შემდეგ ელექტროდებზე მოდებული იყო 20 ვ ძაბვა, ანოდირება გრძელდებოდა 3 სთ-ის განმავლობაში. მსგავს პირობებში იმპულსური დენის მიწოდებით კვლავ 20 ვ ძაბვაზე ჩატარებული იყო პარალელური ცდა. მიღებული ნიმუშების გამოწვა მიმდინარეობდა 450°C -ზე 3 სთ-ის განმავლობაში.

სურ. 4-ზე ნაჩვენებია ტიტანის დიოქსიდის ნანომილაკების ზედაპირის სკანირების ელექტრონული გამოსახულება. (ა) სურათზე ჩანს, რომ მილაკებს აქვთ ჩამოყალიბებული სტრუქტურა, გამოკვეთილია მილაკების კედლები, რომლის სისქე საშუალოდ შეადგენს 45 ნმ, ხოლო დიამეტრი - 150 ნმ. (ბ) სურათიდან ჩანს, რომ მუდმივი დენის პირობებში მილაკებს არ გააჩნიათ ჩამოყალიბებული კედლები, მათი დიამეტრი დაახლოებით შეადგენს 250 ნმ.



სურ. 4. TiO_2 ზედაპირის ელექტრონული სკანირების სურათი (ელექტროლიტი – ეთილენგლიკოლი, რომელშიც დამატებულია 0.2 მოლი/ლ NH_4F + 1 მოლი/ლ H_2O ; ხანგრძლივობა - 3 სთ, ტემპერატურა - 30°C ; (ა) - 20 ვ ძაბვა, იმპულსური დენი; (ბ) - 20 ვ ძაბვა, მუდმივი დენი.

აღნიშნული პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით № PG/19/6-440/13 (ხელშეკრულება № 52/20). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Grätzel M. J. of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. 2004,164(1-3), p. 3.
2. Kamat P. V. J. of Physical Chemistry. 2007, 111(7), p. 2834.
3. Roy P., Berger S. and Schmuki P. Angew. Chem. Int. Ed. 2011, 50, p. 2904.
4. Macak J. M., Sirotna K., Schmuki P. Electrochim. Acta. 2005, 50, p. 3679.
5. Macak J. M., Tsuchiya H., Schmuki P. Angew. Chem. 2005, 11, p. 2136.
6. Macak J. M., Tsuchiya H., Schmuki P. Angew. Chem. Int. Ed. 2005, 44, p. 2100.
7. Macak J. M., Tsuchiya H., Taveira L., Aldabergerova S., Schmuki P. Angew. Chem. 2005, 117, p. 7629.
8. Macak J. M., Tsuchiya H., Taveira L., Aldabergerova S., Schmuki P. Angew. Chem. Int. Ed. 2005, 44, p. 7463.
9. Mor G. K., Varghese O. K., Paulose M., Mukherjee N., Grimes C. A. J. Mater Res. 2003, 18, p. 2588.
10. Ruan C. M., Paulose M., Varghese O. K., Mor G. K., Grimes C. A. J. of Physical Chemistry B. 2005, 109, p. 15754.
11. Patsoura A., Kondarides D.I., Verykios X.E. Applied Catalysis B: Environmental. 2006, 64, p. 171.
12. Fang D., Luo Z. P., Huang K. L., Lagoudas D. C. Applied Surface Science, 2011, 257, p. 6451.
13. Bauer S., Pittrof A., Tsuchiya H., Schmuki P. Electrochemistry Communications. 2011, 13, p. 538.
14. Sang L. X., Zhang Z. Y., Ma C. F. Int. Journal of Hydrogen Energy. 2011, 36, p. 4732.

SYNTHESIS OF TiO₂ NANOTUBES

Paata Nikoleishvili, Rusudan Kurtanidze, Valentina Kveselava, Gigla Tsurtsumia,
Giorgi Gorelishvili, Nana Koiava

*Ivane Javakhishvili Tbilisi State University
Rafael Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry*

SUMMARY

Titanium dioxide (TiO₂) nanotubes were prepared by electrolytic anodization of titanium electrode. Ammonium sulfite, glycerol and ethylenglycol with sodium fluoride were used as electrolyte solutions. It was prepared and study influence of impulse current and dc current with variation of cell voltage at the titanium dioxide nanotubes size (150-250 nm) and morphology.

СИНТЕЗ TiO₂ НАНОСТРУКТУРНОГО КАТАЛИЗАТОРА

П.О.Николеишвили, Р.Р.Куртанидзе, В.М.Квеселава, Г.С.Цурцумия, Г.Г.Горелишвили,
Н.Ш.Коиава

*Институт неорганической химии и электрохимии им. Р.И. Агладзе
Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили*

РЕЗЮМЕ

Методом электрохимического анодирования с использованием импульсного и постоянного токов при различных напряжениях в электролитах сульфата аммония, глицерина и этиленгликоля с добавкой фторида аммония получен и изучен диоксид титана наноразмерной (150-250 нм) трубчатой структуры.

СИНТЕЗ ИНИФЕРТЕРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИАЛКИЛАКРИЛАТОВ С УЗКИМ МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ

Р.Ф.Фарзалиев, Ф.А.Насиров, С.Р.Рафиева, М.Х.Мамедов, Т.М.Тагиева, Н.Ф.Джанибеков

Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г.Мамедалиева НАН Азербайджана

e-mail: jnazil@mail.ru; j.nazil@yahoo.com

Проведен синтез серосодержащих органических соединений, имеющих в молекуле –S–S–группу в качестве потенциально возможных инициаторов (регуляторов роста цепи) для получения вязкостных присадок к моторным маслам, типа полиалкилакрилатов, методом радикальной полимеризации с вырожденной передачей цепи (Reversible Addition Fragmentation Chain Transfer – RAFT).

К современным моторным маслам предъявляются очень жесткие требования. Выпускаемые в промышленности базовые моторные масла не соответствуют этим требованиям, и поэтому необходимо создавать композиции, куда входят различные присадки и в том числе присадки, увеличивающие индекс вязкости масел. Эти присадки представляют собой полимерные материалы с очень узким молекулярно-массовым распределением (ММР).

Существуют различные методы получения этих соединений методом радикальной полимеризации. Часто используются два метода «живой» полимеризации – анионная полимеризация, где легче контролировать молекулярную структуру полимера, и методы контролируемой радикальной полимеризации, такие как полимеризация с переносом атома (ATRP), и метод обратного добавочно - фрагментационного переноса (RAFT).

Из этих процессов наиболее перспективным является RAFT, который широко исследуется в последние годы.

Для этих процессов разработан новый метод, включающий обратимое блокирование растущей полимерной цепи, с применением инициаторов [1,2].

В качестве инициаторов используются соединения, легко образующие радикалы, которые, присоединяясь к концевой группе полимера, блокируют дальнейшее продолжение цепи.

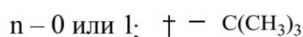
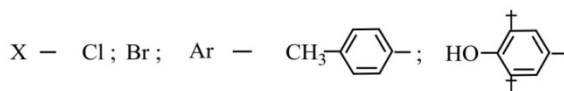
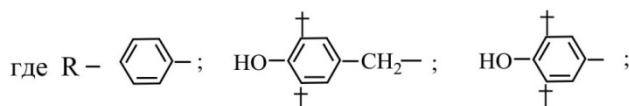
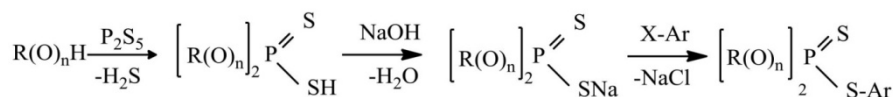
С этой целью широко исследован фенилазотриметил фенил, гексафенилэтан[3], а также производные дитиокарбаматов [4,5].

Эти соединения создают концевую дитио-блокировку на первой цепи, которая может передать цепь на любой активный центр и возобновить себя.

Как инициатор для RAFT полимеризации могут быть также использованы аналогичные дитио-соединения, например, дитиофосфаты, которые в зависимости от структуры вокруг –S–S– группы могут привести к образованию полимеров с разным ММР. Следовательно, необходимо тщательное исследование подобных инициаторов для получения полимера с заданной ММР.

С этой целью нами были синтезированы органические соединения на базе алкиларилдитиофосфатных (или фосфонатных) кислот и галоидалкилариллов.

Общая схема синтеза представлена ниже:



Весь процесс синтеза осуществляли в одном реакторе, снабженным мешалкой, линиями подачи сырья, отвода газообразных выделений и т.д.

Первоначально в реактор загружали фенол и толуол, раствор нагревали до 80⁰С и по порциям добавляли P₂S₅ в соотношении 4:1. Затем температуру поднимали до температуры кипения толуола (100-110⁰С) и проводили перемешивание в течение 4-6 часов. Для полного удаления выделившегося во время реакции фосфоросернения H₂S процесс проводили под небольшим вакуумом. После завершения реакции реактор охлаждали до комнатной температуры и на реакцию массу по каплям добавляли 10%-ный водный раствор NaOH. Из-за экзотермичности реакции реактор постоянно охлаждали до 30-35⁰С. К полученной натриевой соли дитиокислот по каплям добавляли толуольный раствор 4-хлортолуола или 4-бром-3,5-дитрет-бутилфенола, который предварительно синтезировали, согласно [6].

Процесс проводили при 70-90⁰С в течении 2-3 часов. По завершении реакции воду и толуол перегоняли под вакуумом. Полученные кристаллы сушили под вакуумом. При необходимости вещества перекристаллизовывали из бензольного раствора.

Физико-химические константы и аналитические данные дитиокислот и S-алкиларил-дитиосоединений представлены в табл.1

Таблица 1. Физико-химические и аналитические данные дитиокислот и S-алкиларилдитиофосфорных соединений

№ п.п	Соединения	Выход, % масс.	Тпл. °С	Элементный состав, %			
				P		S	
				найд.	вычис.	найд.	вычис.
1.		99,1	61-62	11.00	22.80	10.79	22.69
2.		97,3	вязкое веществ	5.71	5.45	11.13	11.51
3.		98,21	153-5	5.87	6.13	12.31	12.65
4.		97,6	134	7.81	8.33	16.89	17.20
5.		89,3	118-120	4.76	5.20	11.13	10.73
6.		95,01	147-9	4.37	4.04	7.52	7.29

Структура синтезированных S-алкилдитио-соединений была исследована методом ИКС на аппарате ИК-Фурье ALPHA (Bruker, Германия) на КВг. Основные спектральные данные соединений представлены в табл.2.

Таблица 2. ИК спектральные данные S – диарилдитио-соединений

Соединения	ν _{P=S}	ν _{P-S}	ν _{OH}	P-O-Ar	P-Ar	ν _{C(CH₃)₃}	ν _{CH}
Соед. 4	9916 893	721 688		1207			2871
Соед. 5	669	583	3746		1634	1188	2878
Соед. 6	658	571	3630	1230		1170	2878

Синтезированные соединения исследованы в качестве инициаторов при RAFT полимеризации с целью получения поли-2-этилгексил- и полибутилакрилатов с узким ММР, которые могут быть использованы как высокоиндексные присадки к моторным маслам. Были синтезированы

полибутилакрилаты с ММР – 1,45 и 1,35,а также поли-2-этилгексилакрилаты с ММР – 1,36, которые показали высокие результаты в качестве загущающих присадок к моторным маслам М – 8 [7].

Наличие экранированных гидроксильных групп в молекуле инифертеров также способствовало увеличению термостабильности моторного масла.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. G.Moad, J.Chiefari, V.K. Chondandetc. Polym. Ind. 2000, 49(9), p.993-1001.
2. E.Rizzardo, J.Chiefari,G.Moad and etc.Polym.Preper (Am.Chem.Soc., Div.Polym.Chem.)1999,40 (2), p. 342-343
3. K.Taranikkarasu, G.Radhadrishnan, J.Macromol.Sci.1999, vol.33, №4, 417 – 421
4. D.G.Hawthorne, G.Moad, E.Rizzardo and ets. Makromolekules, 2009, 32 (16), 5457-5459
5. R.T.A.Mayadunne, E.Rizzardo, Y.K.Chono and etc.Makromolekules, 2009,30(21), 6977 – 6980
6. В.В.Ершов, А.Г.Никифоров и др. Изв.АН СССР, ОХН, 1966, № 5, 928-930
7. Ф.А.Насиров, Р.Ф.Фарзалиев, Ф.М.Тагиева, С.Р.Рафиева, А.А.Джавадова, А.И.Ахмедов. Мир нефтепродуктов, №3, 2014 ,стр.25-27

SYNTHESIS OF INIFERTERS FOR OBTAIN POLYALKYLACRYLATES WITH NARROW MOLECULAR-WEIGHT DISTRIBUTION

R.F.Farzaliyev, F.A.Nasirov, S.R.Rafiyeva, M.Kh.Mamedov, T.M.Tagiyeva, N.F.Janibayov
Institute of Petrochemical Processes of Azerbaijan National Academy of Sciences

SUMMARY

The synthesis of sulfur-containing organic compounds having in the molecule -S-S- group as potentially possible iniferters (chain growth regulators in radical polymerization) for viscosity additives to engine oils, such polyalkylacrylates, by free radical polymerization with a degenerate chain transfer (Reversible Addition Fragmentation Chain Transfer - RAFT) has been realized.

ინიფერტების სინთეზი ვიწრო მოლეკულურ-მასური განაწილების მქონე პოლიალკილაკრილატების მისაღებად

რ.ფ.ფარზალიევი, ფ.ა.ნასიროვი, ს.რ.რაფიევა, მ.ხ.მამედოვი, ტ.მ.ტაგიევა, ნ.ფ.ჯანიბეკოვი
აზერბაიჯანის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ნავთობქიმიური პროცესების ინსტიტუტი

რეზიუმე

ძრავის ზეთების პოლიაკრილატების ტიპის ბლანტი დანამატების მისაღებად ჯაჭვის დეგენერაციული გადატანით მიმდინარე რადიკალური პოლიმერიზაციის მეთოდის გამოყენებით ჩატარებულია სინთეზი გოგირდშემცველი ორგანული ნაერთებისა, რომლებიც მოლეკულაში შეიცავენ -S-S- ჯგუფებს როგორც პოტენციურად შესაძლებელ ინფერტერებს (ჯაჭვის ზრდის რეგულატორებს).

ფენოლების ქანგვითი შეუღლების კვანტურ-ქიმიური ასპექტები

ანტონ ჩიქოვანი, ნათია ოჩხიკიძე, თეა მათითაიშვილი, ლუიზა თალაკვაძე, გიორგი ანთია, ზურაბ ფაჩულია*, ელიზბარ ელიზბარაშვილი

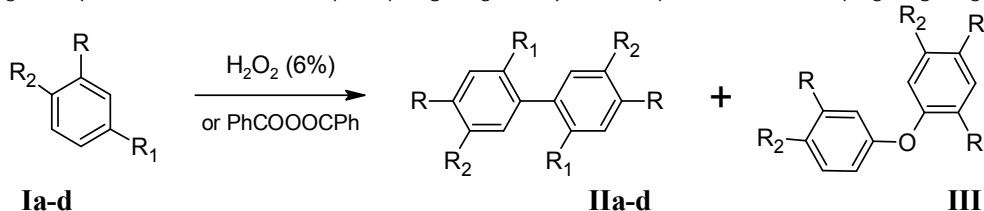
*საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი
* სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი*

სინთეზირებულია ბისფენოლები ჟანგვითი დიმერიზაციის მეთოდით რეზორცინის, 1,3-დიმეთოქსიბენზოლის, 1-ბრომ-2,4-დიჰიდროქსიბენზოლისა და 1-ბრომ-2,4-დიმეთოქსიბენზოლის გამოყენებით. ქიმიური ექსპერიმენტებითა და კვანტურ-ქიმიური გაანგარიშებებით ნაჩვენებია, რომ რეაქციის დომინანტ პროდუქტებს წარმოადგენენ პარა-პარა შეუღლებით მიღებული ნაერთები.

სტონისა და ვოტერსის მიერ აღკვლილი ალკილანაცვლებული ფენოქსილ რადიკალების შესწავლით ნაჩვენებია, რომ პარა პოზიციაში სპინური სიმკვრივე ორჯერ აღემატება ორთო-პოზიციაში ლოკალიზებულ ელექტრონულ სიმკვრივეს [1]. ფონტიერის მოლეკულური ორბიტალების თეორიის მიხედვით მიჩნეულია, რომ დელოკალიზებული რადიკალების შეუღლება მიმდინარეობს მაღალი სპინური სიმკვრივის სარეაქციო ცენტრების მონაწილეობით [2]. აქედან გამომდინარე, ორთო და პარა მდგომარეობაში ჩაუნაცვლებელი ფენოქსილ რადიკალებმა უპირატესად უნდა წარმოქმნან პარა-პარა შეუღლების პროდუქტები. აღნიშნული მოსაზრება დასტურდება 1,3-დიჰიდროქსი-5-მეთილბენზოლის კალიუმის ფეროციანიდით დაჟანგვის რეაქციით, რომლის დროსაც ძირითად პროდუქტს წარმოადგენს 2,2',4,4'-ტეტრაჰიდროქსი-6,6'-დიმეთილბიფენილი. საწყისი ნაერთის კვანტურ-ქიმიური გაანგარიშება აჩვენებს, რომ 4-მდებარეობაში სპინური სიმკვრივე 2-მდებარეობისას 14-ჯერ აღემატება [3]. ანალოგიურად, 2,6-დიმეთილფენოლი სხვადასხვა მეტალური დამჟანგველების ზემოქმედებით ძირითადად იძლევა პარა-პარა შეუღლების პროდუქტს და ორთო-ორთო-შეუღლების პროდუქტი მხოლოდ კვალის საით წარმოიქმნება. თუმცა პ-კრეზოლი სხვადასხვა მეტალებით წყალხსნარებში დაჟანგვისას უპირატესად წარმოქმნის პამერერის კეტონს (ორთო-პარა შეუღლების პროდუქტი), ვიდრე თეორიულად მოსალოდნელ 2,2'-დიჰიდროქსი-5,5'-დიმეთილბიფენილს (ორთო-ორთო შეუღლების პროდუქტი). ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ცხადი ხდება, რომ ფენოქსი რადიკალებში სპინურ განაწილებას უადრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს წარმოქმნილი პროდუქტების თანაფარდობაში.

ლიტერატურაში ერთეული შრომებია ცნობილი, რომელშიც აღწერილია ისეთი ფენოლების ჟანგვითი დიმერიზაციის რეაქციები, რომელთაც თავისუფალი აქვთ ორთო- და პარა-პოზიციები და შესაბამისად, რომელთაც შეეძლება ორთო-ორთო, ორთო-პარა და პარა-პარა C-C შეუღლება. დ. ამსტრონგსა და კ. კემერონის მიერ შესწავლილია ალკილფენოლები, კერძოდ 3,5-დიმეთილფენოლი [4].

წინამდებარე ნაშრომში ბისფენოლების ჟანგვითი დიმერიზაციის მეთოდით მიღებისათვის და მიმდინარე რეაქციების კვანტურ-ქიმიური მოდელირებისათვის შერჩეულია რეზორცინი (Ia), 1,3-დიმეთოქსიბენზოლი (Ib), 1-ბრომ-2,4-დიჰიდროქსიბენზოლი (Ic) და 1-ბრომ-2,4-დიმეთოქსიბენზოლი (Id).

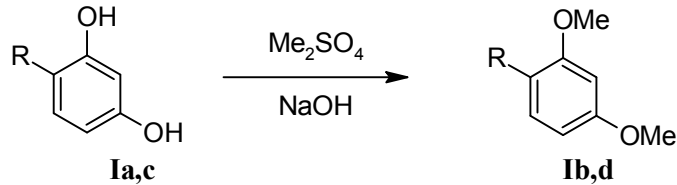


სადაც:

- a: R=OH R₁=OH, R₂=H
- b: R=OMe R₁=OMe, R₂=H
- c: R=OH R₁=OH, R₂=Br
- d: R=OMe R₁=OMe, R₂=Br

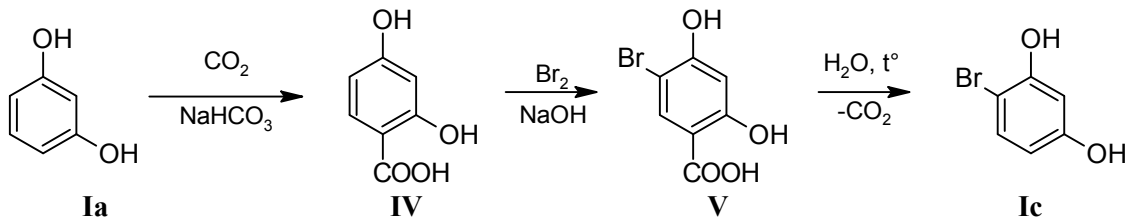
სქემა 1. ბისფენოლების სინთეზი ჟანგვითი დიმერიზაციით

რეზორცინი (Ia) ადებული იქნა კომერციულად ხელმისაწვდომი ნაერთის სახით, რომელიც ექსპერიმენტის წინ იქნა გადაკრისტალებით გასუფთავებული. 1,3-დიმეთოქსიბენზოლი (Ib) და 1-ბრომ-2,4-დიმეთოქსიბენზოლი (Id) სინთეზირებული იქნა რეზორცინიდან (Ia) და 1-ბრომ-2,4-დიჰიდროქსიბენზოლიდან (Ib) დიმეთილსულფატის მოქმედებით (იხ. სქემა 2) [5].



სქემა 2. მეთილირებული ფენოლების სინთეზი

თავის მხრივ, 1-ბრომ-2,4-დიჰიდროქსიბენზოლის სინთეზი განხორციელებულ იქნა რეზორცინის კარბოქსილირებით ტუტე არეში, მიღებული 2,4-დიჰიდროქსიბენზომაგას (IV) ბრომირებით შესაბამის ბრომ ნაწარმში (V) და ამ უკანასკნელის წყალხსნარის დეკარბოქსილირებით.



სქემა 3. 1-ბრომ-2,4-დიჰიდროქსიბენზოლის (Ic) სინთეზი რეზორცინიდან

საწყისი ნაერთები შერჩეულია პრინციპით, რომ მინიმუმამდე ყოფილიყო დაყვანილი ორთო-ორთო და ორთო-პარა შეუღლების პროდუქტების წარმოქმნა, რაც საშუალებას გვაძლევს შევადაროთ კონკურირებადი პარა-პარა და პარა-ო შეუღლების (III) პროდუქტების წარმოქმნის შესაძლებლობა.

ფენოლების ჟანგვით დიმერიზაციის რეაქციაში დამჟანგველად გამოყენებულია ორგანული და არაორგანული პეროქსიდები. ჟანგვითი დიმერიზაციის რეაქცია ჩატარებულია 50-80°C-ზე.

ჟანგვითი დიმერიზაციის რეაქცია მიმდინარეობს თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნით. ამიტომ რეაქციის პროდუქტები ფისოვანი სახით მიიღება, რომლიდანაც წარმოებს მიზნობრივი პროდუქტების გამოყოფა. ანსორციელებული ქიმიური ექსპერიმენტების შემთხვევაში დომინანტ პროდუქტს ყველა შემთხვევაში წარმოადგენდა პარა-პარა შეუღლების პროდუქტები (II a-d) და პარა-ო შეუღლების პროდუქტის გამოყოფა ინდივიდუალური სახით ვერ მოხერხდა.

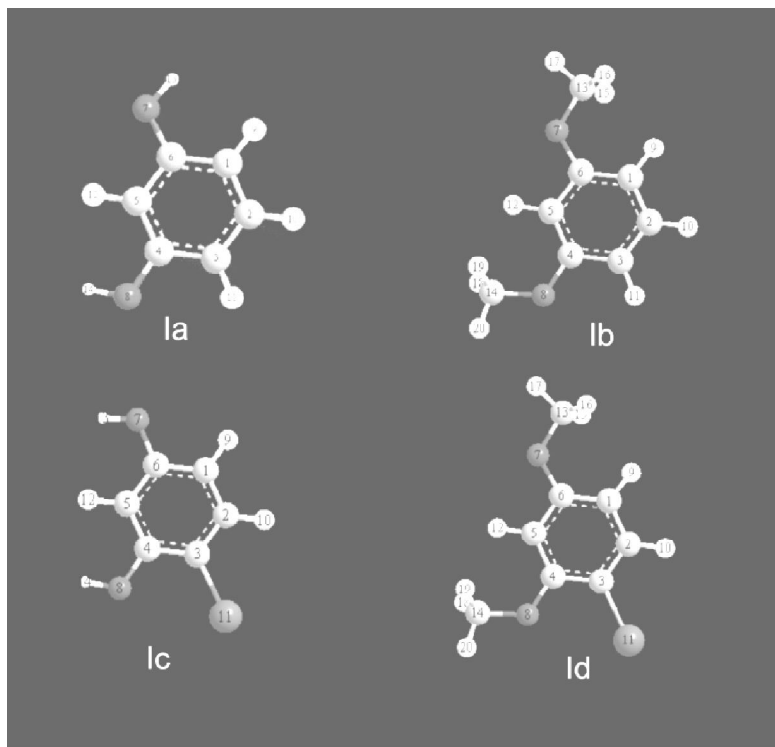
მოცემული ქიმიური ექსპერიმენტების სერიის შედეგების თეორიული ასპექტების გაანალიზებისათვის განხორციელებული იქნა კვანტურ-ქიმიური ანალიზი.

კვანტურ-ქიმიური გაანგარიშებები შესრულებულია პროგრამის GAMES-ის საშუალებით. პარამეტრიზაციის ფაილად ადებულია სტანდარტული 3-21G, ხოლო მეთოდად შერჩეულია HF მეთოდი. ელექტრონული სიმკვრივისა და წარმოქმნის სითბოს გაანგარიშების წინ ყველა სტრუქტურა ოპტიმიზირებული იქნა ჯერ MM2 (მოლეკულური მექანიკა), ხოლო შემდეგ HF მეთოდებით. მოლეკულაში ელექტრონული სიმკვრივის განაწილება მოცემულია ცხრილში 1, ხოლო წარმოქმნის სითბოთა რაოდენობა - ცხრილში 2. გეომეტრიულად ოპტიმიზირებული სტრუქტურები წარმოდგენილია სურ.1-ზე.

საწყის ნაერთებში ელექტრონული სიმკვრივის განაწილება აჩვენებს, რომ ყველაზე რეაქციისუნარიან ცენტრებს წარმოადგენენ C1, C3 და C5 (იხ. მოლეკულური დიაგრამები სურათი 1-ზე). ამასთან, Ia-ში შეუღლება უპირატესად მიმდინარეობს C3 ატომზე, მიუხედავად იმისა, რომ ორთო მდებარეობის ატომებზე უფრო დიდი უარყოფითი მუხტია ლოკალიზებული, რაც შეიძლება აიხსნას სივრცითი ფაქტორებით. თუმცა ეს სივრცითი ფაქტორები რომ დაძლევადა, ადასტურებს ჟანგვით დიმერიზაციის რეაქციაში პარა მდგომარეობა ბლოკირებული Ib და Id ნაერთების მონაწილეობა.

ცხრილი 1. მოლეკულებში ელექტრონული სიმკვრივის განაწილება.

ატომი	მუხტის სიმკვრივე	ატომი	მუხტის სიმკვრივე	ატომი	მუხტის სიმკვრივე	ატომი	მუხტის სიმკვრივე
1a		1c		1b		1d	
C(1)	-0.307008	C(1)	-0.268482	C(1)	-0.302944	C(1)	-0.298766
C(2)	-0.210003	C(2)	-0.15797	C(2)	-0.212664	C(2)	-0.159978
C(3)	-0.272398	C(3)	-0.456299	C(3)	-0.279195	C(3)	-0.46129
C(4)	0.401378	C(4)	0.478846	C(4)	0.431828	C(4)	0.512721
C(5)	-0.308199	C(5)	-0.335224	C(5)	-0.319021	C(5)	-0.316753
C(6)	0.398035	C(6)	0.40501	C(6)	0.428805	C(6)	0.43235
O(7)	-0.746925	O(7)	-0.744291	O(7)	-0.741501	O(7)	-0.738676
O(8)	-0.746412	O(8)	-0.731022	O(8)	-0.736379	O(8)	-0.726451
H(9)	0.230877	H(9)	0.270913	H(9)	0.239749	H(9)	0.248803
H(10)	0.25008	H(10)	0.273259	H(10)	0.245191	H(10)	0.268116
H(11)	0.262064	Br(11)	0.235396	H(11)	0.256953	Br(11)	0.225058
H(12)	0.25553	H(12)	0.230294	H(12)	0.263801	H(12)	0.271115
H(13)	0.396067	H(13)	0.397941	C(13)	-0.266119	C(13)	-0.271949
H(14)	0.396914	H(14)	0.401628	C(14)	-0.272737	C(14)	-0.275131
				H(15)	0.199286	H(15)	0.202323
				H(16)	0.199089	H(16)	0.202681
				H(17)	0.230734	H(17)	0.234802
				H(18)	0.201847	H(18)	0.205414
				H(19)	0.201655	H(19)	0.205301
				H(20)	0.231623	H(20)	0.24031



სურ. 1. გეომეტრიულად ოპტიმიზირებული მოლეკულების დიაგრამები

პარა-პარა შეუღლების უპირატესობაზე პარა-O შეუღლების რეაქციასთან შედარებით, ადასტურებს ქიმიური რეაქციების ენერგეტიკული გაანგარიშებაც. ცხრილში 2 მოცემულია შეუღლების

პროდუქტების წარმოქმნის სიბოლო მნიშვნელობები, საიდანაც გამოდინარეობს რომ პარა-პარა შეუღლების პროდუქტების წარმოქმნა ენერგეტიკულად უფრო ხელსაყრელია.

ცხრილი 2. მოლეკულების წარმოქმნის სიბოლო მნიშვნელობები

ნაერთი	წარმოქმნის სიბოლო, კკალ/მოლი
Ia	-237388.0671
Ib	-286097.8104
Ic	-1843481.9467
Id	-1892192.9575
Iia	-474019.5121
IIIa	-474026.5975
IIIb	-547082.7701

ექსპერიმენტული ნაწილი

2,4-დიჰიდროქსიბენზომჟავას სინთეზი (IV). ორველა კოლბაში, რომელიც აღჭურვილი იყო უკუმაცივრით, მოვათავსებულ იქნა 39.7 გ რეზორცინი, 166.4 გ NaHCO₃ და 400 მლ წყალი. სარეაქციო ნარევის აცხელებენ წყლის აბაზანაზე 4 საათის განმავლობაში ნალექის სრულად გახსნამდე. ერთგვაროვანი სარეაქციო ნარევის მიღების შემდეგ წყლის აბაზანა შეცვლილი იქნა ელექტროგამახურებლით და სარეაქციო ნარევი სუსტი დუღილის პირობებში გაცხელებული იქნა დამატებით 30 წუთს, რომლის დროსაც ნარევი გატარებული იქნა ნახშირორჟანგის ინტენსიური ნაკადი წვრილი ბუშტების სახით.

CO₂-ის გატარების შემდეგ ცხელ სარეაქციო ნარევი საწვეთი ძაბრით დამატებული იქნა 180 მლ კონც. HCl, ისე რომ მარილმჟავა ეწვეთებოდა კოლბის ფსკერზე (საწვეთ ძაბრს წვერზე მორგებულია რეზინის მილი, რომელიც ჩაშვებულია კოლბის ფსკერამდე). HCl-ის დამატების დროს ინტენსიურად გამოიყოფოდა CO₂. ტუტე არის მჟავა არეში გადასვლის შემდეგ სარეაქციო ნარევი იღებს ჯერ ვარდისფერ ფერს, ხოლო შემდეგ უფერულდება.

ხსნარის გაციებისას თეთრი ბრჭყვიალა ფიფქისებური კრისტალების გამოყოფა. სარეაქციო ნარევის აყოვნებენ მთელი დამით. გამოყოფილ ნალექს ფილტრავენ, ჩარეცხავენ მცირე რაოდენობის ცივი წლით და აშრობენ ვაკუუმ-კარადაში 30°C-ზე. ლღობის ტემპერატურა T_ღ-210-211.

5-ბრომ-2,4-დიჰიდროქსიბენზომჟავას (V) სინთეზი. მრგვალძირა სამყელა კოლბაში, რომელსაც აღჭურვილი იყო თერმომეტრით, უკუმაცივრით და მაგნიტური სარევით, მოვათავსე 29.28 გ 2,4-დიჰიდროქსიბენზომჟავა (IV), დავამატე 222 მლ ძმარმჟავა და შევათბე წყლის აბაზანაზე 45°C-მდე. 2,4-დიჰიდროქსიბენზომჟავას სრულად გაიხსნის შემდეგ სარეაქციო ნარევის ტემპერატურა მიყვანილ იქნა 35°C-მდე და საწვეთი ძაბრით წვეთწვეთობით დაუმატე წინასწარ მომზადებული 30.4 გ ბრომისა და 150 მლ ძმარმჟავას ნარევი. დამატების დროს ტემპერატურას ვინარჩუნებდი 30-35°C-ის შუალედში. ბრომის სრულად დამატების შემდეგ სარეაქციო ნარევი გაცხელებული იქნა დამატებით კიდევ 20 წთ, როს შემდეგაც იგი გადატანილი იქნა 3.2 ლ ცხელ წყალში. სარეაქციო ნარევის აცივებენ და აყოვნებენ 24 საათი. 2,4-დიოქსი-5-ბრომრეზორცინის მჟავას კრისტალებს ფილტრავენ, რეცხავენ წყლით ნეიტრალურ არემდე და აშრობენ ჰაერზე.

1-ბრომ-2,4-დიჰიდროქსიბენზოლის (Ic) სინთეზი. წინა ექსპერიმენტით მიღებული 2,4-დიოქსი-5-ბრომრეზორცინის მჟავას ათავსებენ 2 ლიტრიან მრგვალძირა კოლბაში, და ამატებენ 900 მლ წყალს. მიღებულ ნარევის ინტენსიურად აღულებენ 1 საათი, რის შემდეგაც სწრაფად ფილტრავენ ცხლად. ფილტრატს აცივებენ და აყოვნებენ 24 საათი. მიღებული თეთრი ფერის კრისტალებს ფილტრავენ და აშრობენ ჰაერზე.

მეთოქსინაერთების (Ib,d) სინთეზი. მრგვალძირა კოლბაში, რომელიც აღჭურვილია უკუმაცივრით, ათავსებენ 0.1 მოლ Ia ან Ic და ხსნიან მინიმალურ რაოდენობა 50%-იან ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში. მიღებულ ხსნარს ამატებენ 0.25 მოლ დიმეთილსულფატს და ენერგიულად ანჯღრევენ. სარეაქციო ნარევი ცხელდება. როდესაც სიბოლო გამოყოფა შეწყდება და ნარევის აყოვნებენ კიდევ 30

წუთს. პროდუქტს სარეაქციო ნარევიდან გამოყოფენ დიეთილეთერით ექსტრაქციით. ექსტრაქტიდან გამოხდინან ეთერის 90%, ხოლო კონცენტრირებული ხსნარი გადააქვთ ფაიფურის ჯამზე და აორთქლებენ ეთერის დარჩენილ რაოდენობას. მიიღება თეთრი ფერის კრისტალები.

ბისფენოლების (IIa-d) სინთეზი (ზოგადი მეთოდით).

მრგვალდირა სამყელა კოლბაში, რომელსაც მორგებული ჰქონდა თერმომეტრი და უკუმაცივარი მოთავსებული იქნა 0.1 მოლი Ia-d და 7 მლ 2 N NaOH -ის ხსნარი მუდმივი მორევის პირობებში. სარეაქციო ხსნარს აცხელებენ წყლის აბაზანაზე 50-55 °C-ზე და 30 წთ-ის განმავლობაში წვეთწვეთობით ამატებენ 6% -იან H₂O₂. პეროქსიდის დამატების შემდეგ გაცხელება აგრძელებენ კიდევ 20 წთ-ს. შემდეგ სარეაქციო ნარევის აცივებენ და შეამჟავებენ HCl-ით სუსტ მჟავა არემდე. გამოყოფილ კრისტალებს ფილტრავენ და აშრობენ ჰაერზე.

მაღლიერება. სამუშაო შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით (გრანტი FR/177/6-420/13)

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. T. G. Stone and W. A. Waters. Aryloxy-radicals. Part I. Electron spin resonance spectra of radicals from some substituted monohydric phenols. *J. Chem. SOC.*1964, 213.
2. I.Fleming, 'Frontier Orbitals and Organic Chemical Reactions,' Wiley, London, 1976, p. 195.
3. R. K. Haynes, H. Hess, and H. Musso. Die Oxidation von Orcin mit K₃[Fe(CN)₆] im Strömungsrohr. *Chem. Ber.*, 1974, 107, 3733
4. David R. Armstrong, Colin Cameron, Derek C. Nonhebel, and Peter G. Perkins Oxidative Coupling of Phenols. Density Factors on the Product 3,5-Dimethylphenol and Phenol Part 6.' A Study of the Role of Spin Composition in the Oxidations of 3,5-Dimethylphenol and Phenol. *J. Chem. Soc. Perkin trans. II*, 1983 563
5. Губен И. Методы органической химии. Москва, ОНТИ, 1934. Т. 3, вып. 1, с.182

QUANTUM-CHEMICAL ASPECTS OF OXIDATIVE COUPLING OF PHENOLS

Anton Chikovani, Natia Ochkhikidze, Tea Matitaishvili, Luiza Talakvadze, Giorgi Antia, Zurab Pachulia*,
Elizbar Elizbarashvili
Agricultural University of Georgia
* *Sokhumi State University*

SUMMARY

Four bisphenols have been synthesized by oxidative coupling reaction from 1,3-dihydroxybenzene, 1,3-dimethoxybenzene, 1-bromo-2,4-dihydroxybenzene and 1-bromo-2,4-dimethoxybenzene. It has been established by chemical experiment and quantum-chemical calculation, that the main reaction products are para-para coupling compounds.

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СОПРЯЖЕНИЯ ФЕНОЛОВ

А.Ф.Чиковани, Н.Т.Очхикидзе, Т.Р.Матитаишвили, Л.И.Талаквдзе, Г.Р.Анття,
З.В.Пачулия*, Э.Н.Элизбарашвили
Аграрный университет Грузии
**Сухумский государственный университет*

РЕЗЮМЕ

Синтезированы бисфенолы окислительным сочетанием на основе 1,3-дигидроксибензола, 1,3-диметоксикбензола, 1-бром-2,4-дигидроксибензола и 1-бром-2,4-диметоксикбензола. Химическим экспериментом и квантово-химическими расчетами показано, что основным продуктом реакции являются соединения пара-пара сочетания.

მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფიაში ზოგიერთი ძირაღური ბეტა-ბლოკატორის ენანტიომერების დაყოფა პოლისაქარიდული ტიპის ძირაღური სტაციონაღური ფაზებისა და მოძრავ ფაზად აცეტონიტრილის გამოყენებით. დადგენიღია ენანტიომერების ეღუიერების რიგის შებრუნების რამდენიმე საინტერესო შემთხვევა მოძრავი ფაზის დანამატის და სტაციონაღური ფაზის ბუნებიდან გამომდინარე.

ხათუნა გოგალაძე, ბეჟან ჭანკვეტაძე

ეღჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

წინამდებარე ნაშრომში აღწერიღია მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფიაში ზოგიერთი ძირაღური ბეტა-ბლოკატორის ენანტიომერების დაყოფა პოლისაქარიდული ტიპის ძირაღური სტაციონაღური ფაზებისა და მოძრავ ფაზად აცეტონიტრილის გამოყენებით. დადგენიღია ენანტიომერების ეღუიერების რიგის შებრუნების რამდენიმე საინტერესო შემთხვევა მოძრავი ფაზის დანამატის და სტაციონაღური ფაზის ბუნებიდან გამომდინარე.

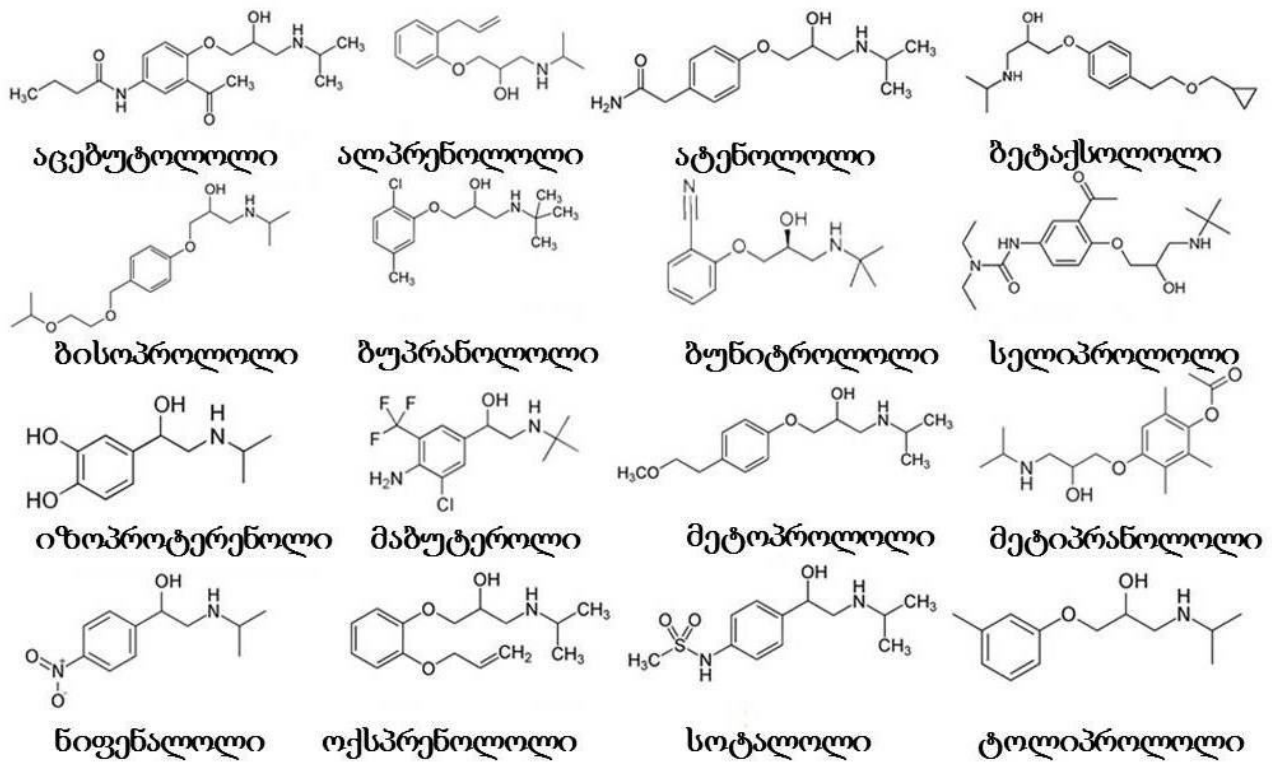
სამკურნალწამლო საშუალებების 50%-ზე მეტს ძირაღური ნივთიერებები წარმოადგენენ. 1992 წლიდან ამერიკის შეერთებული შტატების წამლისა და საკვები პროდუქტების სააგენტო (FDA), მედიკამენტების შეფასების ევროპული სააგენტო (EMA), ისევე როგორც რამდენიმე სხვა ქვეყნის შესაბამისი უწყება, მოითხოვს ძირაღურ სამკურნალწამლო საშუალებების კონტროლს მათი ენანტიომერული შედგენილობის შესწავლის მიზნით. ამ მოთხოვნების შესაბამისად, ახალი ძირაღური წამლის ორივე ენანტიომერი უნდა შემოწმდეს წამლის შემუშავებისა და პრეპარატის კლინიკურ გამოცდამდე. ბეტა-ბლოკატორები წარმოადგენენ ძირაღურ სამკურნალწამლო საშუალებებს. ისინი ძირითადად გამოიყენება გულის იშემიური დაავადებების სამკურნალოდ.

ენანტიომერების ანალიზური დაყოფის ძირითად მეთოდს წარმოადგენს მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფია ძირაღური სტაციონაღური ფაზების გამოყენებით. ეს უკანასკნელი მომზადებული არიან ძირაღური სელექტორების კოვალენტური ან არაკოვალენტური დამაგრებით მაღალი სისუფთავის მქონე სილიკატებზე. ლიტერატურაში აღწერიღია მრავალი დაბალმოლეკულური (მაგალითად, ამინომჟავების ნაწარმები, ქინინისა და ქინიდინის ნაწარმები და ა.შ.) და მაღალმოლეკულური (ძირაღური პოლიაკრილამიდები, პოლიმეთაკრილატები, პოლისაქარიდები და ა.შ.) ძირაღური სელექტორი. ძირაღური სელექტორების ამ ჯგუფიდან ენანტიომერების გამოცნობის განსაკუთრებით მაღალი უნარით ხასიათდება პოლისაქარიდული ძირაღური სელექტორები, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება როგორც ენანტიომერული ნარეგების ანალიზური, ასევე პრეპარატული დაყოფისათვის [1].

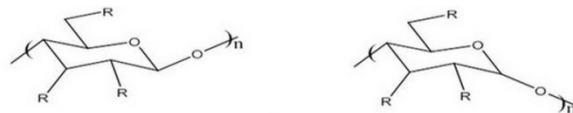
ნაშრომის ძირითად მიზანს წარმოადგენდა შეგვესწავლა ბეტა-ბლოკატორების ენანტიომერების დაყოფა და მოძრავი და სტაციონაღური ფაზების ბუნების გავლენა ენანტიომერების ეღუიერების რიგზე.

ექსპერიმენტი ტარდებოდა ფირმა Agilent Technologies-ის (ვალდბრონი, გერმანია) 1200 სერიის მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფზე, რომელიც აღჭურვიღია მრავალტალღური დეტექტორით. დეტექტირება ხდებოდა 220 ნმ ტალღის სიგრძეზე. მოძრავი ფაზის ნაკადის მოცულობითი სიჩქარე იყო 1მლ/წთ-ში. ექსპერიმენტისათვის გამოყენებული იყო 16 ბეტა-ბლოკატორი, რომელთა უმრავლესობა შეძენიღ იქნა კომპანია Sigma-Aldrich Chemie-დან (ტაუფვირხენი, გერმანია). ამ ნივთიერებების სტრუქტურები ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე.

კვლევებისათვის გამოყენებული იქნა ექვსი ძირაღური სვეტი პოლისაქარიდული ძირაღური სელექტორებით: Lux Cellulose-1, Lux Cellulose-2, Lux Cellulose-3, Lux Cellulose-4 და Lux Amylose-2, რომლებიც მოწოდებულია კომპანია Phenomenex-ის მიერ (ტორანსი, კალიფორნია, აშშ) და ამილოზას ტრის(3,5-დიმეთილფენილკარბამატი)-ის საფუძველზე მომზადებული ექსპერიმენტული სვეტი ADMPC, რომელიც მოწოდებულია კომპანია Enantiosep-ის მიერ (მიუნსტერი, გერმანია). ძირაღური სელექტორების სტრუქტურები ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე.



ნახ. 1 ნაშრომში გამოყენებული ნივთიერებების სტრუქტურული ფორმულები



ცელულულოზას ნაწარმები		ამილოზას ნაწარმები	
Cellulose-1		ADMPC	
Cellulose-2		Amylose-2	
Cellulose-3			
Cellulose-4			

ნახ. 2 ქირალური სელექტორების სტრუქტურა ნაშრომში გამოყენებულ სვეტებში

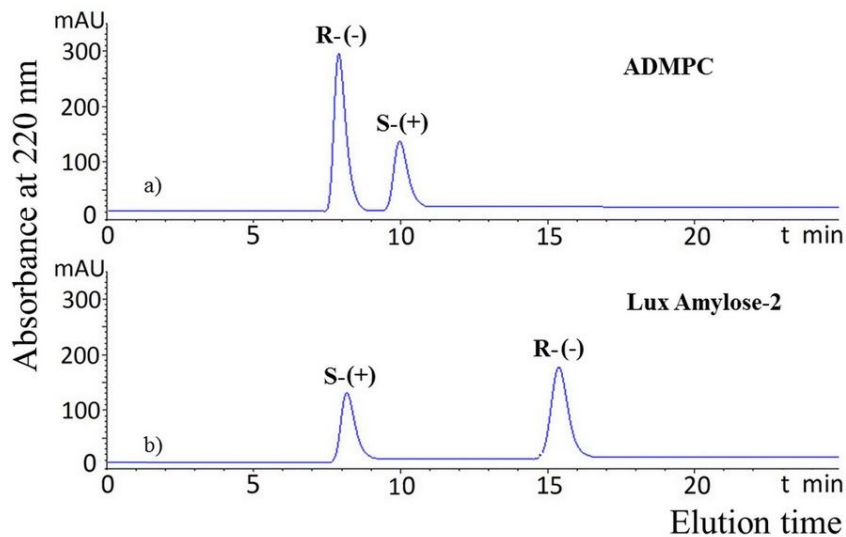
ჩატარდა 16 ქირალური ბეტა-ბლოკატორის სკრინინგი სხვადასხვა ქირალური სვეტისა და მოძრავი ფაზის გამოყენებით. დადგინდა, რომ ენანტიომერების დაყოფა უმჯობესდებოდა მოძრავ ფაზაზე არა მარტო ფუპე (დეითილამინი), არამედ მჟავა ბუნების (ჰიანჰველმჟავა) ცალკეული და ერთდროული დამატებისას.

იმის გამო, რომ ზოგიერთი ქირალური ბეტა-ბლოკატორი ენანტიომერულად სუფთა სახით არ წარმოადგენს კომერციულ პროდუქტს, ვახდენდით ენანტიომერულად სუფთა ფრაქციების შეგროვებას ქრომატოგრაფიის გამოყენებით. ეს ეტაპი აუცილებელია ქირალური ნივთიერებების ნიმუშების არარაცემული მონიშვნის მიზნით, რადგანაც ჩვენს კვლევებში არ გამოიყენებოდა ქიროოპტიკური (წრიული დიქროიზმის ან პოლარიმეტრული) დეტექტორი. ამ გამოკვლევების შედეგად დადგინდა ენანტიომერების ელუირების რიგის შებრუნების რამდენიმე შემთხვევა, რომლებიც წარმოდგენილია ქვემოთ.

ენანტიომერების ელუირების რიგის ცვლილება ქირალური სელექტორის ბუნების გავლენით.

სოტალოლის ენანტიომერების ელუირების რიგის შებრუნება მოხდა Lux Amylose-2-დან ADMPC ქრომატოგრაფიულ სვეტზე გადასვლისას ოთხ სხვადასხვა მოძრავ ფაზაში: აცეტონიტრილი, აცეტონიტრილი 0,1% (მოცულობით) დიეთილამინის ან მისი ექვიმოლური ჭიანჭველამჟავის დამატებისას, ისევე როგორც აცეტონიტრილზე ორივე ამ ნივთიერების ერთდროული დამატებისას.

ანალოგიური შემთხვევა დაფიქსირდა აცეუტოლოლის შემთხვევაში, როდესაც მოძრავ ფაზად გამოყენებული იქნა აცეტონიტრილი ფუძე ბუნების დანამატით (0,1 % დიეთილამინი), ხოლო ქირალურ სტაციონალურ ფაზებად Lux Amylose-2 და ADMPC (ნახ. 3).



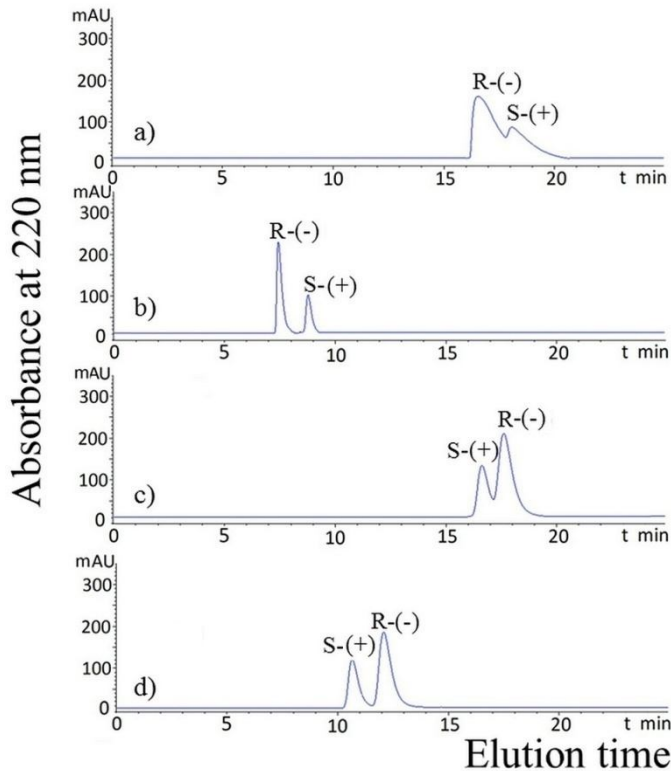
ნახ. 3. აცეუტოლოლის ენანტიომერების ელუირების რიგის ცვლილება ა) ADMPC და ბ) Lux Amylose-2 ქირალური სვეტების ალტერნატიული გამოყენებისას. მოძრავი ფაზა: აცეტონიტრილი 0,1% დიეთილამინის დანამატით

ენანტიომერების ელუირების რიგის მართვა ქირალურ ნივთიერებათა ენანტიოსელექტურ დაყოფებში საინტერესოა როგორც პრაქტიკული, ასევე თეორიული თვალსაზრისით. ამ საკითხის პრაქტიკულ ღირებულებას განაპირობებს ის ფაქტი, რომ ენანტიომერების არარაცემული ნარეგების ანალიზში (განსაკუთრებით ერთ-ერთი ენანტიომერის ძალიან დაბალი შემცველობის დროს) აუცილებელია დაბალი შემცველობის მქონე ენანტიომერი ელუირდებოდეს ძირითადი ენანტიომერის პიკის წინ. ანალოგიურად, ენანტიომერების პრეპარატიული დაყოფების დროს აუცილებელია სასურველი ენანტიომერი (ეუტომერი) ელუირდებოდეს არასასურველი ენანტიომერის (დისტომერი) წინ. გარდა ამისა, ენანტიომერების ელუირების რიგზე დაკვირვება და მისი მართვა სხვადასხვა ფაქტორების გავლენით იძლევა იმ არაკოვალენტური ძალების ბუნების გარკვევის შესაძლებლობას, რომლებიც მონაწილეობს საანალიზო ნივთიერებისა და ქირალური სელექტორის ურთიერთმოქმედებასა და ქირალურ გამოცნობაში.

ენანტიომერების ელუირების რიგის ცვლილების ზემოთ ხსენებული მაგალითები ქირალური სელექტორის ცვლილებით საინტერესოა, მაგრამ ის საჭიროებს მინიმუმ 2 ქირალური სვეტის გამოყენებას. ამ თვალსაზრისით უფრო მიმზიდველია ენანტიომერების ელუირების რიგის შებრუნება ერთი ქირალური სვეტისა და სხვადასხვა მოძრავი ფაზების გამოყენებით.

ენანტიომერების ელუირების რიგის ცვლილება მოძრავი ფაზის დანამატის ბუნების გავლენით.

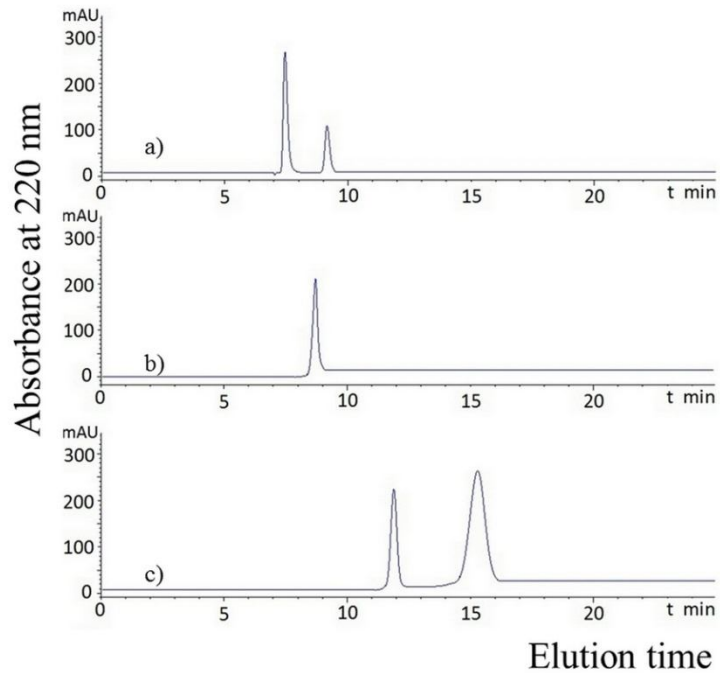
ატენოლოლის შემთხვევაში მოძრავ ფაზად აცეტონიტრილის გამოყენებისას ადგილი ჰქონდა ენანტიომერების მხოლოდ ნაწილობრივ დაყოფას, მაშინ როდესაც აცეტონიტრილზე 0,1% (მოცულობით) დიეთილამინის დამატების შედეგად მიღწეულ იქნა ენანტიომერების ფუძისეული დაყოფა. აცეტონიტრილის დანამატად დიეთილამინის ექვივალენტური რაოდენობით ჭიანჭველამჟავას გამოყენებისას მიღწეულ იქნა ენანტიომერების თითქმის ფუძისეული დაყოფა და ენანტიომერების ელუირების რიგი შებრუნდა წინა 2 შემთხვევასთან შედარებით, ხოლო ორივე დანამატის ერთდროული გამოყენებისას ენანტიომერების ელუირების რიგი შენარჩუნდა უკანასკნელი შემთხვევის მსგავსად, დაყოფის ხარისხი კი გაუმჯობესდა (ნახ. 4)



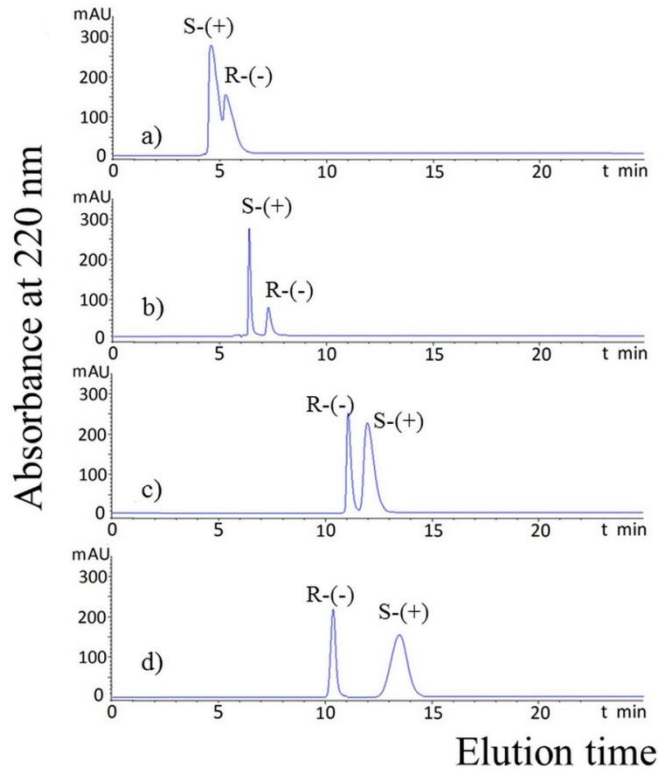
ნახ. 4 ატენოლოლის ენანტიომერების ელუირების რიგის ცვლილება. Lux Amylose-2 სვეტზე. მოძრავი ფაზა: ა) აცეტონიტრილი ბ) აცეტონიტრილი:0,1% დიეთილამინი; გ) აცეტონიტრილი:ექვიმოლური ჭიანჭველამჟავა; დ) აცეტონიტრილი:0,1% დიეთილამინი:ექვიმოლური ჭიანჭველამჟავა.

აცეტონიტრილთან კომბინაციაში ფუძე და მჟავა დანამატის ალტერნატიული გამოყენებისას ენანტიომერების ელუირების რიგი შებრუნდა აგრეთვე ტოლიპროლოლის შემთხვევაში ამილოზა-2 სვეტზე (ნახ. 5).

ზემოთ ხსენებულის მსგავსი შედეგები დადგინდა აგრეთვე Lux Amylose-2 სვეტზე სოტალოლის ენანტიომერებისათვის. მოძრავ ფაზად აცეტონიტრილის გამოყენებისას ადგილი ჰქონდა ენანტიომერების მხოლოდ ნაწილობრივ დაყოფას, მაშინ როდესაც აცეტონიტრილზე 0,1% (მოცულობით) დიეთილამინის დამატების შედეგად მიღწეული იქნა ენანტიომერების ფუძისეული დაყოფა. აცეტონიტრილის დანამატად დიეთილამინის ექვიმოლური რაოდენობით ჭიანჭველამჟავას გამოყენებისას მიღწეული იქნა ენანტიომერების თითქმის ფუძისეული დაყოფა და ენანტიომერების ელუირების რიგი შებრუნდა წინა ორ შემთხვევასთან შედარებით, ხოლო ორივე დანამატის ერთდროული გამოყენებისას ენანტიომერების ელუირების რიგი შენარჩუნდა უკანასკნელი შემთხვევის მსგავსად, დაყოფის ხარისხი კი გაუმჯობესდა (ნახ. 6)



ნახ. 5 ტოლიპროლოლის ენანტიომერების ელუირების რივის ცვლილება Lux Amylose-2 სვეტზე. მოძრავი ფაზა: ა) აცეტონიტრილი:0,1% დიეთილამინი; ბ) აცეტონიტრილი:0,1%დიეთილამინი:ექვიმოლური ჭიანჭველამჟავა. გ) აცეტონიტრილი:ექვიმოლური ჭიანჭველამჟავა.



ნახ. 6 სოტალოლის ენანტიომერების ელუირების რივის ცვლილება Lux Amylose-2 სვეტზე. მოძრავი ფაზა: ა) აცეტონიტრილი ბ) აცეტონიტრილი:0,1% დიეთილამინი; გ) აცეტონიტრილი:ექვიმოლური ჭიანჭველამჟავა; დ) აცეტონიტრილი:0,1% დიეთილამინი:ექვიმოლური ჭიანჭველამჟავა.

ენანტიომერების ელუირების რიგის შებრუნების შემთხვევები მოძრავი ფაზის ფუძე და მჟავა დანამატების ალტერნატიული გამოყენებით ქირალურ დაყოფებში იშვიათ შემთხვევას წარმოადგენს და მისი პირველი მაგალითი აღწერილი იქნა ჩვენი ჯგუფის გამოკვლევებში 2013 წელს [2].

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. B.Chankvetadze. Recent developments on polysaccharide-based chiral stationary phases for liquid-phase separation of enantiomers. J. Chromatogr. A, 1269, 26– 51, 2012.
2. L. Mosiashvili, L. Chankvetadze, T. Farkas, B. Chankvetadze. On the effect of basic and acidic additives on the separation of the enantiomers of some chiral beta-blockers with polysaccharide-based chiral selectors and polar organic mobile phases, J. Chromatogr. A, 1317, 167-174, 2013.

HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHIC SEPARATION OF SOME BETA-BLOCKER ENANTIOMERS ON POLYSACCHARIDE-BASED CHIRAL STATIONARY PHASES BY USING ACETONITRILE AS A MOBILE PHASE

Khatuna Gogaladze, Bezhan Chankvetadze

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

SUMMARY

In the present work high-performance liquid chromatographic separation of enantiomers of some chiral beta-blocker drugs was studied on polysaccharide-based chiral stationary phases by using acetonitrile as a mobile phase. Interesting examples of the enantiomer elution order reversal based on the nature of chiral selector and the additives to the mobile phase were observed.

РАЗДЕЛЕНИЕ ЭНАНТИОМЕРОВ НЕКОТОРЫХ ХИРАЛЬНЫХ БЕТА-БЛОКАТОРОВ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ НА ПОЛИСАХАРИДНЫХ ХИРАЛЬНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ФАЗАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЦЕТОНИТРИЛА В КАЧЕСТВЕ ПОДВИЖНОЙ ФАЗЫ

Х.Е.Гогаладзе, Б.Г.Чанкветадзе

Тбилисский Государственный Университет им. И. Джавахишвили

РЕЗЮМЕ

Изучено разделение энантиомеров некоторых хиральных бета-блокаторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с применением полисахаридных хиральных стационарных фаз и ацетонитрила в качестве подвижной фазы. Найдено несколько интересных примеров обращения ряда элюирования в зависимости от природы стационарной фазы и добавок к подвижной фазе.

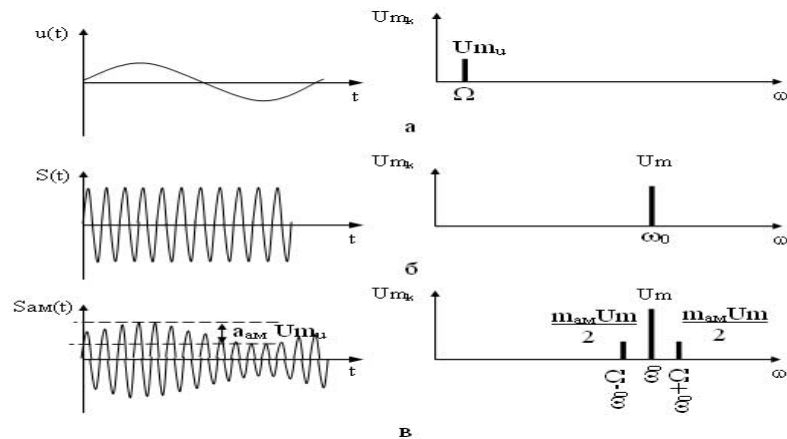
დიფრაქციული მისერის გავლენა მონოქრომატულ სინათლეზე

ალექსანდრ რჩეულიშვილი

ეანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი

განხილულია მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღის ამპლიტუდური მოდულაციის პროცესი. მოდულაციისათვის გამოიყენება ელექტრული სიგნალი, რომელიც წარმოადგენს მართკუთხა იმპულსების თანამიმდევრობას. ნაჩვენებია ამგვარად მოდულირებული ელექტრომაგნიტური სიგნალის სიხშირული სპექტრი. მიღებული შედეგები განზოგადებულია (გადატანილია) მონოქრომატული სინათლის შემთხვევისათვის. სინათლის მაღალსიხშირული ამპლიტუდური მოდულაციისათვის შემოთავაზებულია დიფრაქციული მესერის გამოყენება. ნაჩვენებია, რომ დიფრაქციული მესერი ზრდის სინათლის ცუგის იმპულსების რაოდენობას. ცუგის იმპულსების რაოდენობის ნაზრდი დამოკიდებულია მესერის ღრეჩობის რაოდენობაზე.

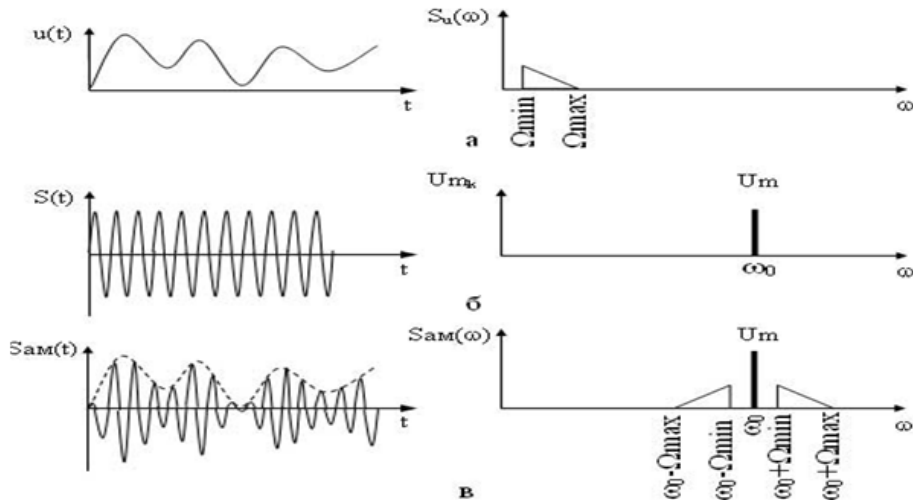
იმისათვის, რომ გადავცეთ ინფორმაცია მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღების (გადამტანი რადიო სიგნალის) მეშვეობით, ახდენენ გადამტანი სიგნალის მოდულაციას იმ სიგნალით, რომელიც შეიცავს გადამსაცემ ინფორმაციას (სასარგებლო სიგნალი). დაუშვათ გადამტანი რადიო სიგნალის სიხშირეა f_0 , ხოლო სასარგებლო სიგნალის სიხშირეა f ($f \ll f_0$). როდესაც ვახდენთ f_0 სიხშირის სიგნალის ამპლიტუდურ მოდულაციას f სიხშირის სინუსოიდალური ფორმის სიგნალით, მაშინ მიღებული რადიო სიგნალი (მოდულირებული), შეიცავს f_0 სიხშირის სიგნალთან ერთად დამატებით f_0+f და f_0-f სიხშირის სიგნალებს [1-3]. ეს სიგნალები სიმეტრიულად არიან განლაგებულნი f_0 სიხშირის სიგნალის მიმართ სიხშირულ ღერძზე. f_0+f და f_0-f სიხშირის სიგნალებს ეწოდებათ მოდულაციის ზედა და ქვედა გვერდითი სიხშირეები. ამ სიგნალების ამპლიტუდები ერთნაირია. მიღებული, მოდულირებული რადიო სიგნალის სპექტრი მოცემულია ნახ.1 - ზე.



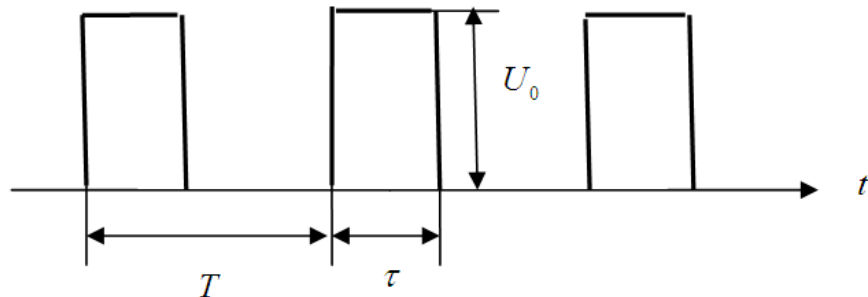
ნახ.1. დროითი და სპექტრალური დიაგრამები მამოდულირებელი (ა), გადამტანი (ბ) და ამპლიტუდურად მოდულირებული (B) სიგნალების.
 Ω -სასარგებლო სიგნალის (მამოდულირებელი) სიხშირე, ω - გადამტანი სიგნალის სიხშირე, U_m - ამპლიტუდა.

როგორც წესი, სასარგებლო სიგნალი, რომლითაც ვახდენთ გადამტანი სიგნალის ამპლიტუდურ მოდულაციას, რთული ფორმისაა (არ არის მონოსიხშირული). ვიცით, რომ სასარგებლო რადიო სიგნალი შესაძლებელია წარმოვადგინოთ სინუსოიდალური სიგნალების ჯამად (ფურიე გაშლა) [2,4]. სასარგებლო სიგნალში შემავალი, თვითეული სინუსოიდალური მდგენელი, სიხშირით f_n , ახდენს გადამტანი სიგნალის ამპლიტუდურ მოდულაციას. შესაბამისად მოდულირებულ სიგნალში ჩნდება ორი დამატებითი სიგნალი სიხშირეებით f_0+f_n და f_0-f_n . მოდულირებულ რადიო სიგნალში ჩნდება ორი დამატებითი სიგნალი

სასარგებლო სიგნალში შემავალი, თვითიული სინუსოიდალური მდგენელისათვის [3, 4]. სასარგებლო სიგნალში შემავალი მონოსინური სიგნალების მთლიანი სპექტრი Ω_{max} - Ω_{min} მოდულირებულ რადიო სიგნალში წარმოდგენილი იქნება გადამტანი სიგნალის სიხშირის სიმეტრიულად როგორც მაღალი, ასევე დაბალი სიხშირების მხარეს ნახ.2. რადიოტექნიკაში ხშირად გამოიყენება სიგნალი, რომელიც წარმოადგენს მართკუთხა ფორმის ელექტრული იმპულსების პერიოდული თანამიმდევრობას [1,4] სიხშირით $f=1/T= \omega/2\pi$. ნახ.3.

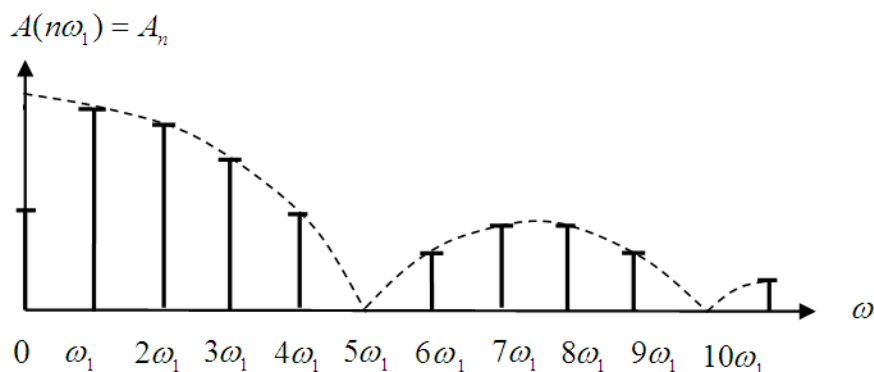


ნახ.2. სიგნალების დროითი და სპექტრალური დიაგრამები, როდესაც მამოდულირებელი სიგნალი რთული ფორმისაა (შემთხვევითია). a - მამოდულირებელი, ნ - გადამტანი და B - ამპლიტუდურად მოდულირებული სიგნალები



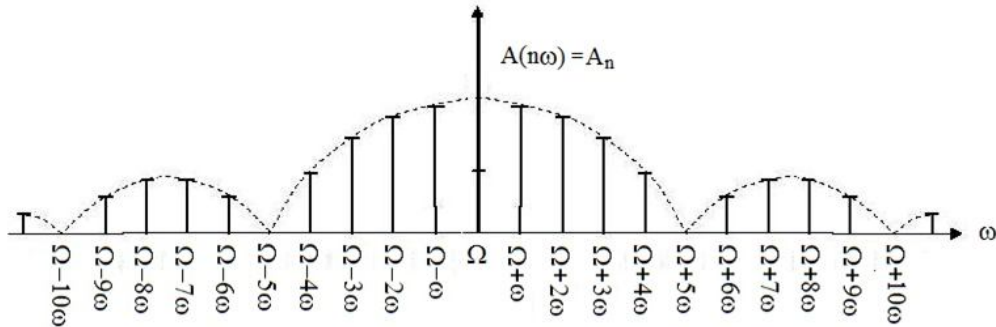
ნახ.3. მართკუთხა იმპულსების პერიოდული თანამიმდევრობა. T - იმპულსების თანამიმდევრობის პერიოდი, U_0 - იმპულსების ამპლიტუდა. τ - იმპულსების ხანგრძლივობა

ასეთი სიგნალის სპექტრი [4,5] შეიცავს ბევრ ჰარმონიკას (სინუსოიდალურ მდგენელს) ნახ. 4



ნახ. 4. ω სიხშირის მართკუთხა ფორმის ელექტრული იმპულსების პერიოდული თანამიმდევრობის სპექტრი. A - რხევების ამპლიტუდე

როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, აღნიშნული სიგნალის სპექტრი შეიცავს მდგენელებს სიხშირეებით ω , 3ω , 5ω , 7ω , ..., რომელთა ამპლიტუდები გარკვეული კანონზომიერებით მცირდება სიხშირის ზრდასთან ერთად. როდესაც სიხშირის გადამტანი სიგნალის ამპლიტუდურ მოდულაციას მოვახდენთ ω სიხშირის მართკუთხა ფორმის ელექტრული იმპულსების პერიოდული თანამიმდევრობით, მიღებული, მოდულირებული სიგნალის სპექტრი [4,5] იქნება ასეთი სახის ნახ. 5.



ნახ.5 მართკუთხა ფორმის ელექტრული იმპულსების პერიოდული თანამიმდევრობით მოდულირებული გადამტანი სიგნალის სპექტრი. Ω - გადამტანი სიგნალის სიხშირე, A - მონოსიხშირული მდგენელების რხევების ამპლიტუდა, ω - მამოდულირებელი იმპულსების სიხშირე

მოდულირებულ სიგნალში მამოდულირებელი სიგნალის ყველა სიხშირული მდგენელი ω , 3ω , 5ω , 7ω , ..., სიხშირეებით, სიხშირულ ღერძზე აისახება გადამტანი სიგნალის სიხშირის Ω სიმეტრიულად.

მსჯელობა სამართლიანია ელექტრომაგნიტური ტალღების ფართო სპექტრისათვის. იგი სამართლიანია აგრეთვე სინათლის სხივებისათვისაც, რომლებიც წარმოადგენენ აგრეთვე ელექტრომაგნიტური ტალღებს. ამ შემთხვევაში აქტუალური ხდება ტექნიკური საკითხი თუ როგორ მოვახდინოთ ამგვარი ელექტრომაგნიტური ტალღების მოდულაცია. საქმე იმაშია, რომ სინათლის ელექტრომაგნიტური ტალღების სიხშირე ძალიან მაღალია ($\sim 10^{15}$ ჰერცი). თუ მამოდულირებელი მართკუთხა იმპულსების სიხშირე შეადგენს $\sim 10^9$ ჰერცს (მოდულაცია კერის უჯრედის გამოყენებით), მაშინ წარმოქმნილი პირველი (გადამტანი სიხშირესთან ახლოს) სიხშირული მდგენელის ფარდობითი წანაცვლება ძირითადი (გადამტანი) სიგნალის სიხშირესთან შეადგენს -- 10^9 ჰერცი : 10^{15} ჰერცი = 10^{-6} .

ცხადია, რომ ძალიან ძნელია სიხშირის ასეთი მცირე ფარდობითი წანაცვლების დაფიქსირება (გაზომვა). გარდა ამისა აღნიშნული ტიპის მოდულაციის განხორციელება დაკავშირებულია გარკვეულ ტექნიკურ სიძნელეებთან, აგრეთვე მოდულაციის სიღრმე არ არის სრული.

სინათლის ელექტრომაგნიტური ტალღის მოდულაციისათვის ჩვენ შეგვიძლიან გამოვიყენოთ მეთოდი, რომელიც აღწერილია შრომაში [6]. აღნიშნული მეთოდი საშუალებას იძლევა, რომ მოდულაციის შედეგად სიხშირის ფარდობითი წანაცვლება მივიღოთ გაცილებით დიდი, ვიდრე ზემოთ მოყვანილი სიდიდე 10^{-6} . ეს ფაქტი საშუალებას გვაძლევს გავზომოთ წარმოქმნილი სიხშირული მდგენელების როგორც სიხშირეები, ასევე ინტენსიურობები (ამპლიტუდები).

აღნიშნული მიზნის მისაღწევად შესაძლებელია გამოვიყენოთ დიფრაქციული მესერი, რომლის წინ (ან შემდეგ) დაყენებულია ეკრანი ერთნაირი ზომის გამჭვირვალე და გაუმჭვირვალე ზოლებით, რომლებიც ენაცვლებიან ერთმანეთს. ზოლები პარალელურებია მესერის ღრეჩობის. ზოლების სიგრძე ტოლია ღრეჩობის სიგრძის, ხოლო სიგანე ისეთია, რომ მასში თავსდება ღრეჩობის გარკვეული რაოდენობა (მაგ. ~ 100 ღრეჩო).

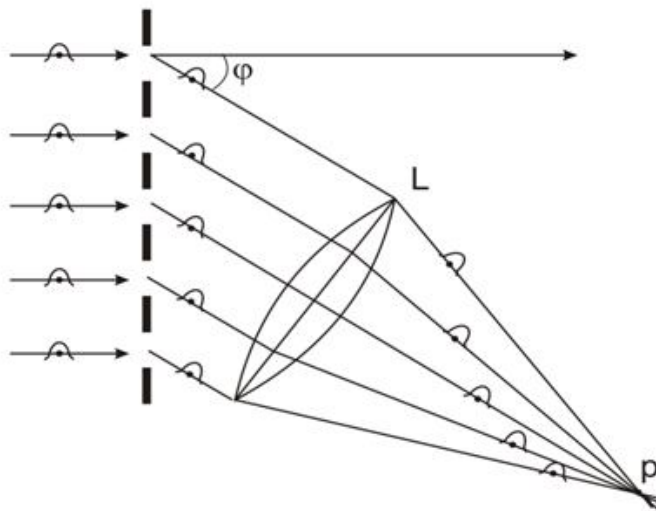
დაუშვათ მესერზე, მისი ზედაპირის პერპენდიკულარულად (სინათლის გავრცელების მიმართულება ემთხვევა მესერის მიმართ აღმართული ნორმალის მიმართულებას) ეცემა პარალელური სხივთა კონა (ბრტყელი ტალღა). ასეთ ტალღაში, იმ სიბრტყის ნებისმიერ წერტილში, რომელიც პერპენდიკულარულია სინათლის გავრცელების მიმართულებისა (ტალღის ფრონტი) ელექტრული ვექტორის (აგრეთვე მაგნიტურის) რხევები ხდება ერთ ფაზაში. შესაბამისად, მესერის ღრეჩობის ყველა წერტილის აგზნება ხდება ერთდროულად (სინქრონულად). სინათლე, რომელიც გადის მესერის ვიწრო ღრეჩოებში, განიცდის დიფრაქციას.

დიფრაქციის შედეგად სინათლე, რომელიც გაივლის თვითეულ ღრეჩოს, გავრცელდება ნებისმიერი კუთხით საწყისი მიმართულებიდან. მესერზე დაცემული პარალელური სხივთა კონა,

დიფრაქციის შემდეგ ავსებს მთელ სივრცეს თვითიური ღრეჩოს შემდეგ. სინათლის სხივები, რომლებიც ვრცელდებიან სხვა და სხვა ღრეჩოებიდან, განიცდიან ინტერფერენციას ერთმანეთთან. სინათლის გავრცელების ზოგიერთი მიმართულებით ღრეჩოებიდან გამომავალი სინათლის სხივები აქრობენ ერთმანეთს, ხოლო ზოგიერთი სხვა მიმართულებით – აძლიერებენ.

როდესაც ორი მეზობელი ღრეჩოდან გამოსულ სხივებს შორის სვლათა სხვაობა - Δ ტოლია სინათლის ტალღის სიგრძის λ , მაშინ სხივები აძლიერებენ ერთმანეთს. იმისათვის, რომ ყველა სხივი აძლიერებდეს ერთმანეთს, საჭიროა, რომ ღრეჩოდან გამოსულ სხივებს შორის სვლათა სხვაობა შეადგენდეს ტალღის სიგრძის მთელ რიცხვს $\Delta = m\lambda$ ($m=1, 2, 3, \dots$). როდესაც სხივებს შორის სვლათა სხვაობა შეადგენს ტალღის სიგრძის ნახევარს $\Delta = \lambda/2$, მაშინ მესერის ღრეჩოებიდან გავრცელებული სინათლის ტალღები აქრობენ ერთმანეთს და ამ მიმართულებით გვექნება λ ტალღის სიგრძის მქონე სინათლის მინიმუმი. ამ მიმართულებით აღნიშნული ტალღის სიგრძის სინათლე არ ვრცელდება.

დავუშვათ, რომ დიფრაქციულ მესერზე ეცემა ერთეულოვანი, მოკლე სინათლის იმპულსი (ბრტყელი ტალღა) მესერის ნორმალის მიმართულებით.



ნახ.6. დიფრაქციული მესერის გავლენა ერთეულოვან სინათლის იმპულსზე

ეს ნიშნავს, რომ მესერის ღრეჩოების ყველა წერტილი აიგზნება ერთდროულად. ჰიუგენს-ფრენელის პრინციპის მიხედვით, ეს წერტილები თვითონ ხდებიან ტალღების წყაროები, რომლებიც ვრცელდებიან მესერის შემდეგ. ღრეჩოებიდან აგზნებები ვრცელდებიან სხვადასხვა მხარეს, მათ შორის მიმართულებითაც ნორმალიდან φ კუთხით. φ კუთხით გავრცელებული აგზნებები შემკრები L ლინზის დახმარებით ხვდებიან P წერტილში (ფოტომიმღები). როგორც ნახ. 6 დან ჩანს, ცალკეული აგზნებები თვითიური ღრეჩოდან ხვდებიან P წერტილში სხვადასხვა დროს. ეს ფაქტი გამოწვეულია იმით, რომ, მესერის თვითიური ღრეჩო იმყოფება უფრო შორს P წერტილისგან ვიდრე მისგან უახლესი ღრეჩო, რომელიც იმყოფება მის ქვემოთ ნახაზზე. ორ უახლეს ღრეჩოსა და P წერტილს შორის მანძილების სხვაობა შეადგენს Δ . Δ მანძილს სინათლე გადის დროში $T = \Delta/c$, სადაც c – სინათლის სიჩქარეა.

ამგვარად P წერტილი მიიღებს შემოფოთებებს (სინათლის იმპულსებს) ერთი მეორის მიყოლებით, პერიოდულად, $T = \Delta/c$ დროის მონაკვეთის შემდეგ. დაგვიანების დრო T დამოკიდებულია φ მიმართულებაზე, ისე რომ თვითიური φ - სთვის იქნება თავისი ზემოქმედების პერიოდი T. ნებისმიერ P წერტილში მესერის ზემოქმედებას გააჩნია პერიოდული ხასიათი, მაშინ როდესაც მესერზე დაცემული იმპულსი იყო ერთეულოვანი. რაც მეტი ღრეჩოები გააჩნია მესერს, მით მეტ შემოფოთებებს მიიღებს P წერტილი და მით მეტია მასზე პერიოდული ზემოქმედების ხანგრძლივობა. თუ მესერს გააჩნია N რაოდენობის ღრეჩო, მაშინ P წერტილი მიიღებს N რაოდენობის შემოფოთებებს. ფურიეს თეორემის თანახმად, პერიოდული ზემოქმედება, რომლის პერიოდიცაა T შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს როგორც სინუსოიდალური რხევების ერთობლიობა (ჯამი), რომელთა პერიოდებია T, T/2, T/3... სინუსოიდალური რხევების ამპლიტუდები დამოკიდებულია პერიოდული ზემოქმედების ხასიათზე, რომელიც განისაზღვრება

პირველადი იმპულსის ფორმითა და ხანგრძლივობით და მესერის გამჭვირვალე და გაუმჭვირვალე ზოლების ზომების თანაფარდობით. პერიოდული ზემოქმედების ასეთი გაშლა (წარმოდგენა) სინუსოიდალურ რხევებად ნიშნავს, რომ P წერტილში მოვლენები ხდება ისე, თითქოს ამ წერტილში მოდიან (ხვდებიან) მონოქრომატული ტალღები, რომელთა ტალღის სიგრძეები შესაბამისად ტოლია $\lambda_1 = cT$; $\lambda_2 = cT/2$; $\lambda_3 = cT/3$.

ნათქვამიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ დიფრაქციული მესერიდან φ მიმართულებით, რომელიც აკმაყოფილებს 1) პირობას, ვრცელდებიან სინათლის ტალღები დაახლოებით სინუსოიდალური ფორმის. მიღებულ სინუსოიდალური ფორმის სინათლის ტალღას გააჩნია ცუგის გარკვეული სიგრძე და შეიცავს N რაოდენობის სრულ რხევას (N მაქსიმუმს და N მინიმუმს), სადაც N – მესერის ღრწოების რაოდენობაა. ეს ნიშნავს, რომ ერთეულოვანი სინათლის იმპულსის ზემოქმედებით მესერი აგზავნის სინათლის ტალღის ცუგს, რომელიც შეიცავს N რაოდენობის იმპულსებს. თვითეული ტალღა (თვითეული იმპულსი) ცუგში წარმოიქმნება შემფოთებებით ერთი ღრწოსაგან (მეორე იმპულსი – მეორე ღრწოსაგან). ამგვარად ერთეულოვანი სინათლის იმპულსისაგან მესერის საშუალებით მიიღება ტალღების ცუგი, რომელიც შეიცავს N რხევას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Шинаков Ю.С. Колодяжный Ю. М. Основы радиотехники. Москва, “Радио и связь”, 1983
2. Самойло К.А. (Под редакцией). Радиотехнические цепи и сигналы. Москва, “Радио и связь”, 1982
3. <http://conture.by/post/422>
4. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. Москва. “Радио и связь». 1986
5. William McC. Siebert. Circuits, Signals and Systems 2. The Massachusetts Institute of Technology. 1986
6. Rcheulishvili A. The influence of Diffraction Grating to the Analyzed Light Waves Train's Length. PROCEEDINGS OF THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, V 36, N1, 58-62, 2010

THE INFLUENCE OF DIFFRACTION GRATING ON MONOCHROMATIC LIGHT

Aleksandr Rcheulishvili

Institute of physics E. Andronikashvili

SUMMARY

High frequency electromagnetic wave amplitude modulation process is being discussed. Electrical signal which is sequence of right-angled impulses is used for modulation. Frequency spectrum of electromagnetic signal is shown. The results are generalized (transferred) for monochromatic light case. For modulation of high frequency amplitude of light, using the diffraction grating is suggested. It is shown that the diffraction grating increases the number of light train impulses. The quantity growth of strain impulses depends on the quantity of grating slit.

ВЛИЯНИЕ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ НА МОНОХРОМАТИЧЕСКИЙ СВЕТ

А. Рчеулишвили

Институт физики им. Э.Л. Андроликашвили

РЕЗЮМЕ

Рассмотрен процесс амплитудной модуляции высокочастотной электромагнитной волны. Для модуляции использован электрический сигнал, который представляет последовательность прямоугольных импульсов. Показан частотный спектр указанного, модулированного электрического сигнала. Полученные результаты обобщены (перенесены) на случай монохроматического света. Для высокочастотной амплитудной модуляции света предложено использование дифракционной решетки. Показано, что дифракционная решетка увеличивает число импульсов цугов света. Увеличение количества импульсов цуга зависит от количества штрихов решетки.

მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფიაში ზოგიერთი ძირაღური ბეტა-ბლოკატორის ენანტიომერული ნარევების დაცოფა ნორმალურ ფაზაში კოლისაქარიდული ტიპის ძირაღური სტაციონალური ფაზების გამოყენებით

ხათუნა გოგალაძე, ნინო ზაქაშვილი

ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ნაშრომში აღწერილია ზოგიერთი ქირაღური ბეტა-ბლოკატორის ენანტიომერების დაცოფა მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფიაში პოლისაქარიდული სტაციონალური ფაზების და ნორმალური მოძრავი ფაზების გამოყენებით. დადგენილია ენანტიომერების ელუირების რიგის შებრუნების რამდენიმე შემთხვევა, როგორც მოძრავი ფაზის, ასევე ქირაღური სელექტორის ბუნებიდან გამომდინარე.

დღეისათვის მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფია ენანტიომერული ნარევების დაცოფისა და ანალიზის ყველაზე მძლავრ მეთოდად არის აღიარებული. ამ მეთოდში გამოყენებული მრავალრიცხოვანი ქირაღური სელექტორებიდან, განსაკუთრებული უნივერსალობით პოლისაქარიდების ფენილკარბამატები და ეთერები გამოირჩევა [1]. ქირაღური სამკურნალწამლო საშუალებათა მნიშვნელოვანი ნაწილი მოითხოვს მათი ხარისხის კონტროლს, ამან განაპირობა ენანტიომერული ნარევების ანალიზური და პრეპარატული დაცოფის მეთოდების დამუშავების აქტუალობა.

ბეტა-ბლოკატორები წარმოადგენს სამკურნალწამლო საშუალებების საკმაოდ დიდ ჯგუფს. მათი დახმარებით ხდება გულის არითმიის და ჰიპერტენზიის რეგულირება. ისინი ნორადრენალინისა და ადრენალინის ანტაგონისტები არიან და შესაბამისად იწვევენ მათ ბლოკირებას ადამიანის ორგანიზმში. ამ ჯგუფის სამკურნალწამლო ნივთიერებებიდან უმრავლესობა ქირაღურ ნივთიერებებს წარმოადგენს. როგორც წესი, ქირაღური ბეტა-ბლოკატორების ენანტიომერები განსხვავებული ფარმაკოლოგიური მოქმედებით ხასიათდება. ბეტა-ბლოკატორების უმრავლესობისათვის S-ენანტიომერი 10-500-ჯერ უფრო აქტიურია R-ენანტიომერთან შედარებით [2]. აქედან გამომდინარე, აუცილებელია როგორც ამ ჯგუფის სამკურნალწამლო საშუალებათა ენანტიომერულად სუფთა ფორმით წარმოება, ასევე მათი ენანტიომერული სისუფთავის კონტროლი.

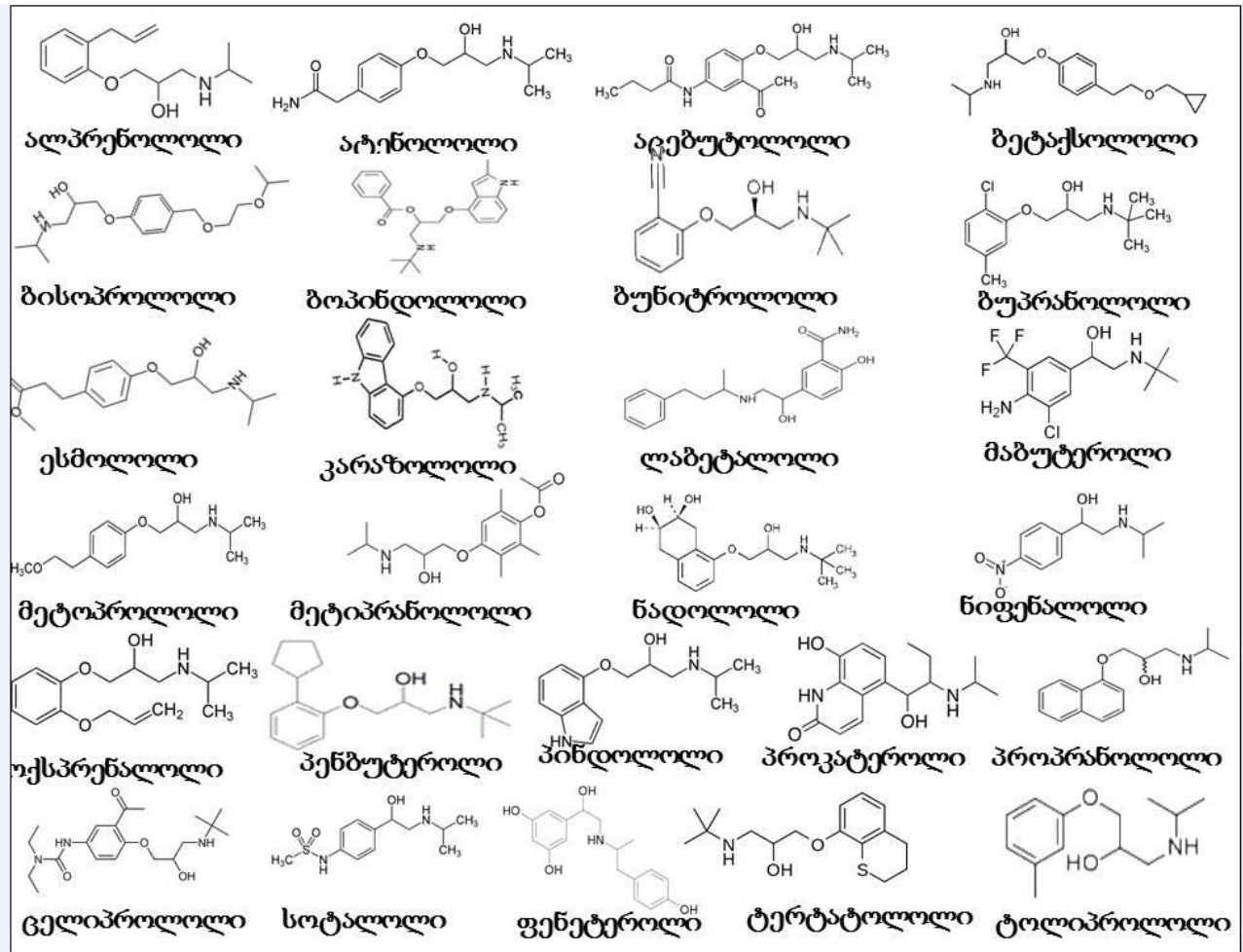
ნაშრომში მოცემულია ზოგიერთი ქირაღური ბეტა-ბლოკატორის ენანტიომერების ნარევების დაცოფა და ამ პროცესზე მოძრავი ფაზისა და ქირაღური სელექტორის ბუნების გავლენა, ენანტიომერების ელუირების რიგი და მისი ცვლილების პირობები.

კვლევებში გამოყენებული იყო 26 ბეტა-ბლოკატორი (ნახ.1): ალპრენოლოლი, ატენოლოლი, აცებუტოლოლი, ბეტაქსოლოლი, ბისოპროლოლი, ბოპინდოლოლი, ბუნიტროლოლი, ბუპრანოლოლი, ესმოლოლი, კარაზოლოლი, ლაბეტალოლი, მახუტეროლი, მეტოპროლოლი, მეტიპრანოლოლი, ნადოლოლი, ნიფენალოლი, ოქსპრენალოლი, პენბუტეროლი, პინდოლოლი, პროკატეროლი, პროპრანოლოლი, ცელიპროლოლი, სოტალოლი, ფენეტეროლი, ტერტატოლოლი, ტოლიპროლოლი. მათი უმრავლესობა შეძენილია Sigma-Aldrich-დან (Taufkirchen, Germany).

კვლევებისათვის გამოყენებული იქნა ექვსი ქირაღური სვეტი: Lux Cellulose-1, Lux Cellulose-2, Lux Cellulose-3, Lux Cellulose-4 და Lux Amylose-2, რომლებიც მოწოდებულია კომპანია Phenomenex-ის მიერ (ტორანსი, კალიფორნია, აშშ) და ამილოზას ტრის(3,5-დამეთილფენილკარბამატი)-ის საფუძველზე მომზადებული ექსპერიმენტული სვეტი (ADMPC), რომელიც მიღებულია კომპანია Enantiosep – ის მიერ (მიუნსტერი, გერმანია). ქირაღური სელექტორების სტრუქტურა ამ სვეტებში აღწერილია ჩვენს აღრინდელ ნაშრომში [3].

ექსპერიმენტი ტარდებოდა Agilent 1220 სერიის სითხურ ქრომატოგრაფზე, რომელიც აღჭურვილია ბინარული ტუმბოთი და ერთტალღიანი ულტრაიისფერ-ხილული დეტექტორით. დეტექტირება ხდებოდა 254 ნმ-ზე.

ბეტა-ბლოკატორები ფუძე ბუნების ნივთიერებები არიან. ქირაღურ ქრომატოგრაფიაში არსებული გამოცდილებიდან გამომდინარე, მათი დაცოფა უმჯობესია მოძრავ ფაზაში ფუძე დანამატის გამოყენებით [1,3], ამიტომ ელუენტის ძირითად დანამატად გამოვიყენეთ დიეთილამინი – (დეა).



ნახ. 1 ნაშრომში გამოყენებული ნივთიერებების სტრუქტურული ფორმულები

კვლევები მიმდინარეობდა ნორმალურ ფაზაში ნ-ჰექსანისა და იზოპროპანოლის ოთხი კომბინაციის (ნ-ჰექსანი/იზოპროპანოლი/დეა 50/50/0,1; ნ-ჰექსანი/იზოპროპანოლი/დეა 60/40/0,1; ნ-ჰექსანი/იზოპროპანოლი/დეა 80/20/0,1; ნ-ჰექსანი/იზოპროპანოლი/დეა 90/10/0,1;) და ნ-ჰექსანისა და ეთანოლის ხუთი კომბინაციის (ნ-ჰექსანი/ეთანოლი/დეა 50/50/0,1; ჰექსანი/ეთანოლი/დეა 60/40/0,1; ჰექსანი/ეთანოლი/დეა 80/20/0,1; ჰექსანი/ეთანოლი/დეა 90/10/0,1; ჰექსანი/ეთანოლი/ჰიანტეკელამუჟა 80/20/0,036) გამოყენებით.

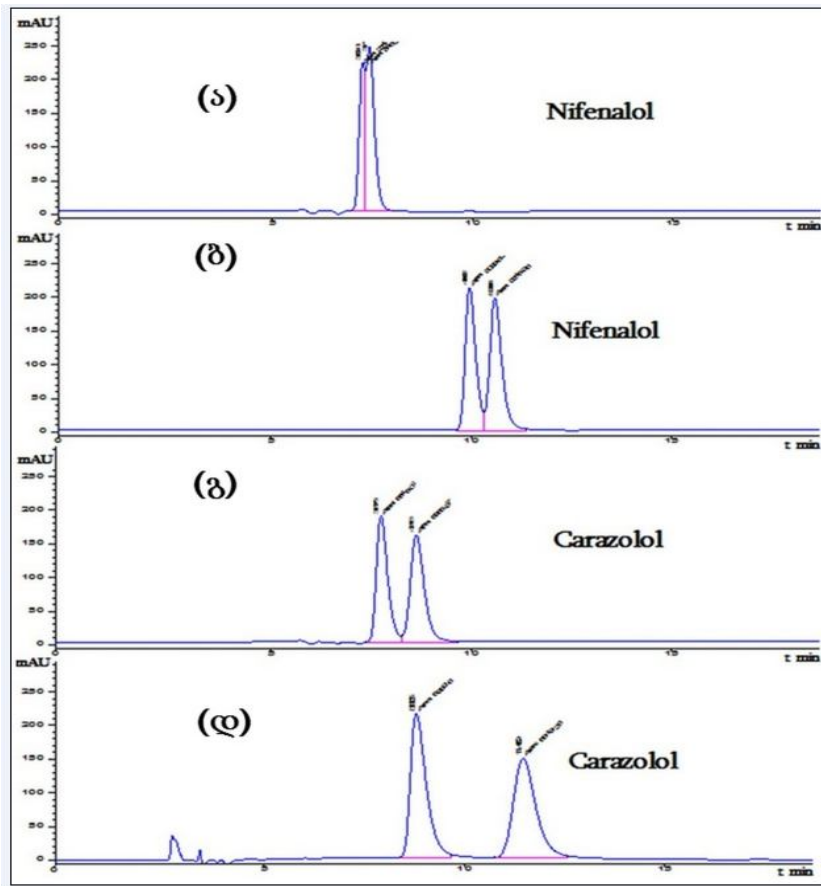
მოდრავი ფაზის გავლენა ენანტიომერების დაყოფაზე.

26 ქირალური ბეტა-ბლოკატორის სკრინინგისას მიღებულია შემდეგი ძირითადი შედეგები: ნორმალურ ფაზაში ნ-ჰექსანის გაზრდამ როგორც იზოპროპანოლთან, ასევე ეთანოლთან კომბინაციაში გააუმჯობესა ენანტიომერების დაყოფები, მაგრამ უმრავლეს შემთხვევაში გაიზარდა ანალიზის დროც. მაგალითისთვის კარაზოლოლისა და ნიფენალოლის ენანტიომერების დაყოფების ქრომატოგრამები ცელულოზა-2 სვეტზე წარმოდგენილია ნახ. 2-ზე.

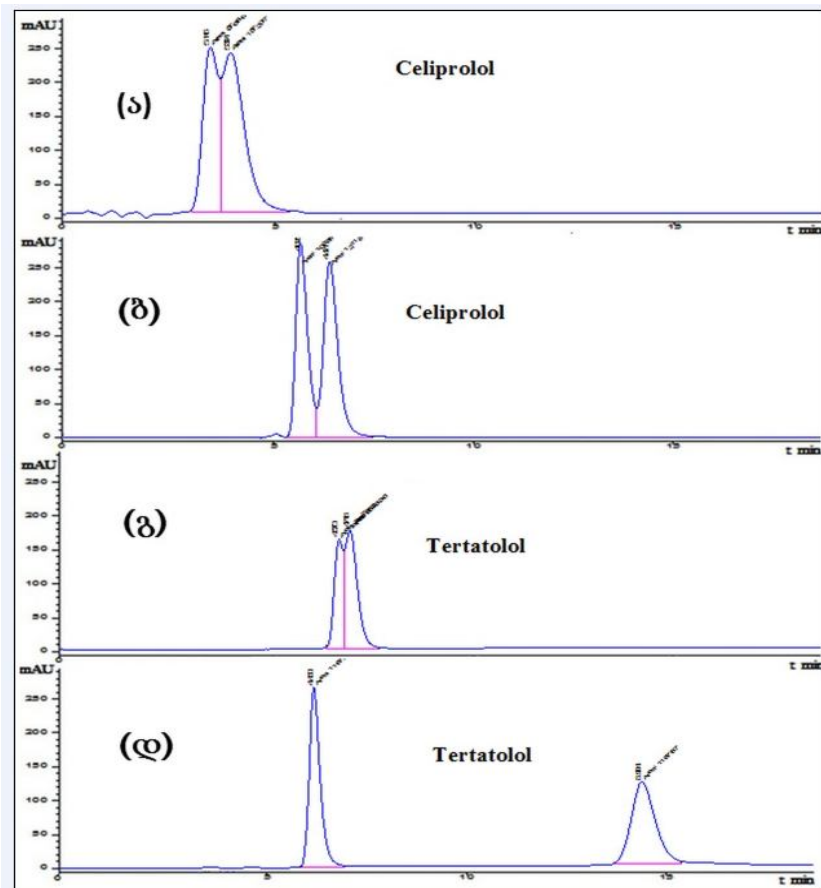
ქირალური სელექტორის ბუნების გავლენა ენანტიომერების დაყოფაზე.

ენანტიომერების დაყოფის სელექტივობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ქირალური სელექტორის ბუნებაზე. მაგალითისთვის ნახ.3-ზე წარმოდგენილია ცელიპროლოლისა და ტერტატოლოლის ენანტიომერების დაყოფის ქრომატოგრამები.

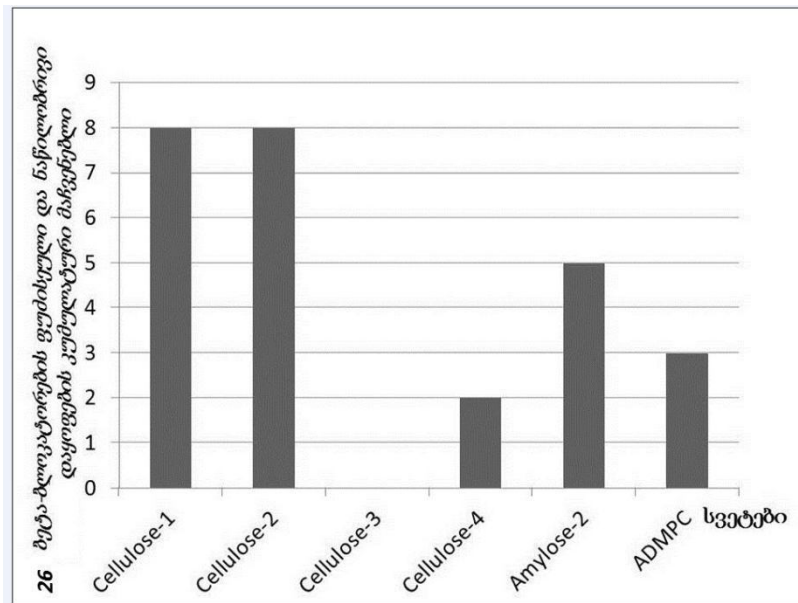
ექვს ქირალურ პოლისაქარიდულ სვეტზე 26 ქირალური ბეტა ბლოკატორის ენანტიომერების ნაწილობრივი და ფუძისეული დაყოფის შედეგები, როდესაც მოძრავ ფაზად გამოყენებული იქნა ნ-ჰექსანი/იზოპროპანოლი/დეა 80/20/0,1 წარმოდგენილია ნახ. 4ა-ზე, ხოლო როდესაც მოძრავი ფაზა იყო ნ-ჰექსანი/ეთანოლი/დეა 80/20/0,1 ნახ. 4ბ-ზე.



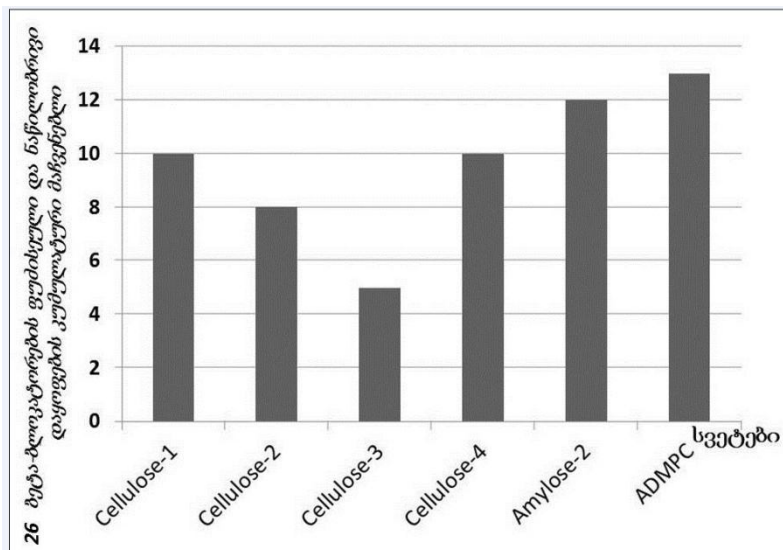
ნახ. 2 ნიფენალოლის (ა და ბ) და კარაზოლოლის (გ და დ) ენანტიომერების დაყოფა ცელულოზა-2 სვეტზე მოძრავ ფაზად ნ-ჰექსანი/იზოპროპანოლი/დეა 50/50/0,1 (ა და გ) ნ-ჰექსანი/იზოპროპანოლი/დეა 80/20/0,1(გ და დ) გამოყენებისას.



ნახ. 3 ცელიპროლოლის (ა და ბ) და ტერტატოლოლის (გ და დ) ენანტიომერების დაყოფა ცელულოზა-2 (ა და ბ) და ცელულოზა-1 სვეტებზე (გ და დ) მოძრავი ფაზად ნ-ჰექსანი/იზოპროპანოლი/დეა 50/50/0,1 გამოყენებისას.



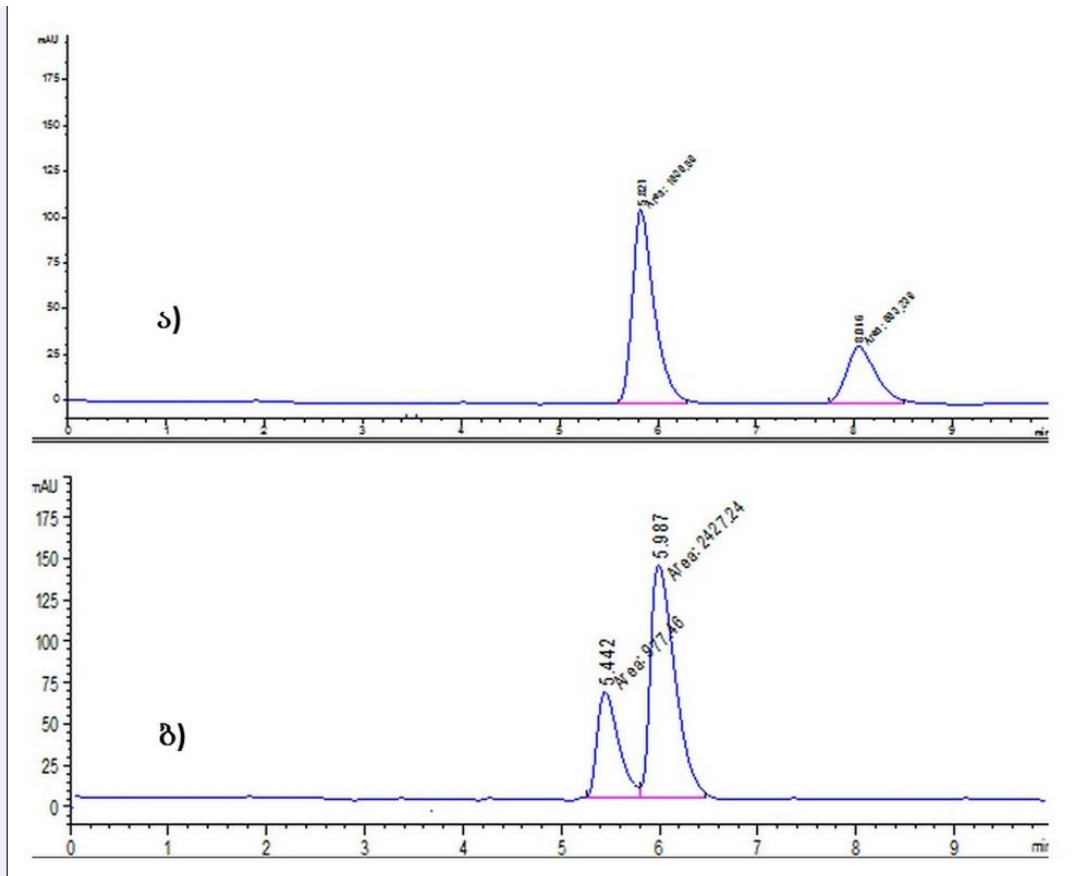
ნახ 4ა. 26 ბეტა-გლოკოზორის ფუძისეული და ნაწილობრივი დაყოფის კუმულატური მარკენებელი მოძრავი ფაზად ნ-ჰექსანი/იზოპრპანოლი/დეა 80/20/0,1 გამოყენებისას.



ნახ 4ბ. 26 ბეტა-გლოკოზორის ფუძისეული და ნაწილობრივი დაყოფის კუმულატური მარკენებელი მოძრავ ფაზად ნ-ჰექსანი/ეთანოლი/დეა 80/20/0,1 გამოყენებისას.

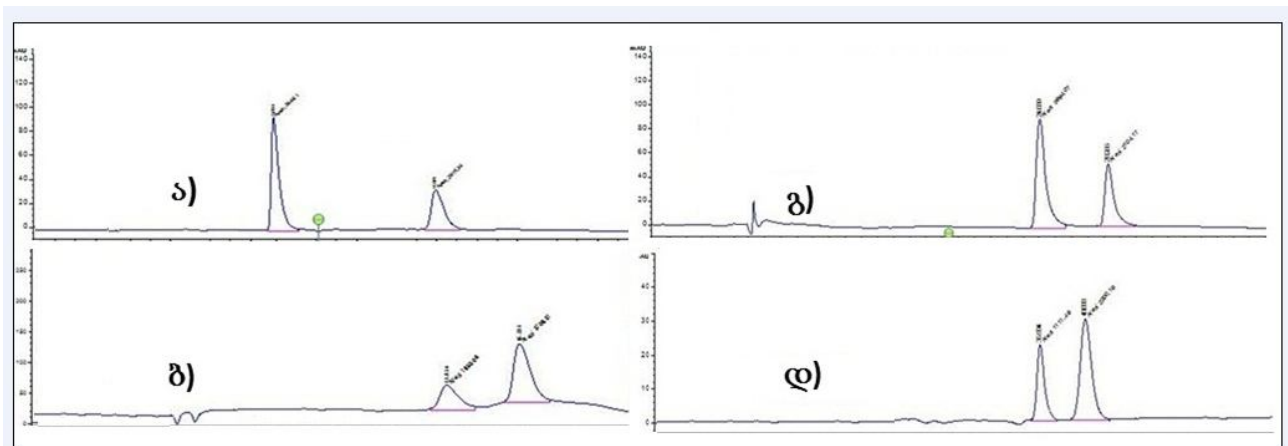
ენანტიომერების ელუირების რიგის ცვლილება ქირალური სელექტორის ბუნების გავლენით.

ენანტიომერების ელუირების რიგის დადგენის მიზნით კვლევების შემდეგ ეტაპზე გამოყენებული იყო ნიმუშები ენანტიომერების 2/1-თან თანაფარდობით. დადგენილი იქნა ენანტიომერების ელუირების რიგის შებრუნების რამდენიმე შემთხვევა: როდესაც მოძრავ ფაზად გამოყენებული იყო ნ-ჰექსანი/იზოპრპანოლი/დეა 80/20/0,1, ქირალური სელექტორის ბუნების მიხედვით ელუირების რიგი შებრუნდა აცებუტოლოლის, ბეტაქსოლოლის, ბოპინდოლოლის, ესმოლოლის, კარაზოლოლის, პენბუტოლოლის, სოტალოლის და ტერტატოლოლის ენანტიომერებისათვის. ნახ. 5-ზე მაგალითის სახით მოტანილია პროპრანოლოლის ენანტიომერების ელუირების რიგის შებრუნება ცელულოზა-1 და ცელულოზა-4 სვეტის ალტერნატიული გამოყენებისას.



ნახ.5 პროპრანოლის ენანტიომერების დაყოფა ცელულოზა-1 (ა) და ცელულოზა-4 (ბ) სვეტებზე მოძრავ ფაზად ნ-ჰექსანი/ეთანოლი/დეა 80/20/0,1

როდესაც მოძრავ ფაზად გამოვიყენეთ ნ-ჰექსანი/ეთანოლი/დეა 80/20/0,1 ქირალური სელექტორის ბუნების მიხედვით ელუირების რიგი შებრუნდა კარაზოლის, ნიფენალოლისა და ტერტატოლის ენანტიომერებისათვის. ტერტატოლის ენანტიომერების დაყოფა მოხდა ცელულოზა-1, ცელულოზა-4, ამილოზა-2-სა და ADMPC ქრომატოგრაფიულ სვეტზე. ელუირების რიგის შებრუნება ცელულოზა-4 სვეტზე ზემოთ ხსენებულ ყველა სხვა სვეტთან შედარებით მოხდა როდესაც მოძრავ ფაზაში გვქონდა ფუძე ბუნების დანამატი (ნ-ჰექსანი/ეთანოლი/დეა 80/20/0,1) (ნახ.ნა) ამ უკანასკნელის ანალოგიური შემთხვევა დაფიქსირდა მოძრავ ფაზაში მჟავა დანამატის დროს (ნ-ჰექსანი/ეთანოლი/ჭიანჭველამჟავა 80/20/0,036) ცელულოზა-1 სვეტიდან ცელულოზა-4 სვეტზე გადასვლისას ნახ. ნბ.



ნახ.6 ტერტატოლის ენანტიომერების დაყოფა ცელულოზა-1 და ცელულოზა-4 სვეტებზე მოძრავ ფაზად ნ-ჰექსანი/ეთანოლი/დეა 80/20/0,1 (ა და ბ) და ნ-ჰექსანი/ეთანოლი/ჭიანჭველამჟავა 80/20/0,036 (გ და დ).

ამგვარად, წინამდებარე ნაშრომში მოცემულია ზოგიერთი ქირალური ბეტა-ბლოკატორის ენანტიომერების დაყოფის წინასწარი პირობები პოლისაქარიდული ტიპის ქირალური სტაციონალური ფაზებისა და ნორმალურფაზიანი ელუენტების გამოყენებით. გარდა ამისა, შესწავლილია ენანტიომერების ელუირების რიგი და დადგენილია მისი შებრუნების რამდენიმე საინტერესო შემთხვევა. ენანტიომერების ელუირების რიგის შემდგომ კვლევას აქვს როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული მნიშვნელობა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. B. Chankvetadze. Recent developments on polysaccharide-based chiral stationary phases for liquid-phase separation of enantiomers, *J. Chromatogr. A*, 1269 (2012) 26.
2. J.Agustiana, A.H.Kamaruddina, S.Bhatiaa, Single enantiomeric beta-blockers – The existing technologies, *Proc. Biochem.*, 45 (2010) 1587–1604.
3. Kh.Gogaladze, L.Chankvetadze, M.Tsintsadze, T.Farkas, B.Chankvetadze. Effect of basic and acidic additives on the separation of some basic drug enantiomers on polysaccharide-based chiral columns with acetonitrile as mobile phase, *Chirality* (2015), DOI:10.1002/CHIR.22417.

HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHIC SEPARATION OF SOME BETA-BLOCKER ENANTIOMERS IN NORMAL PHASE BY USING OF POLYSACCHARIDE TYPE CHIRAL STATIONARY PHASES

Khatuna Gogaladze, Nino Zakashvili
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

SUMMARY

The paper describes separation of enantiomers of some chiral beta-blockers in high-performance liquid chromatography using of polysaccharide-based chiral stationary phases and normal-phase eluents. Some examples of enantiomer elution order reversal were observed based on the nature of a mobile phase, as well as chiral selector.

РАЗДЕЛЕНИЕ ЭНАНТИОМЕРОВ НЕКОТОРЫХ ХИРАЛЬНЫХ БЕТА-БЛОКАТОРОВ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ НА ПОЛИСАХАРИДНЫХ ХИРАЛЬНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ФАЗАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОРМАЛЬНОЙ ПОДВИЖНОЙ ФАЗЫ

Х.Е.Гогаладзе, Н.Б.Закашвили
Тбилисский Государственный Университет им. И. Джавахишвили

РЕЗЮМЕ

Изучено разделение энантиомеров некоторых хиральных бета-блокаторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с применением полисахаридных хиральных стационарных фаз и нормальной подвижной фазы. Найдено несколько интересных примеров обращения ряда элюирования зависимости от природы стационарной фазы и добавок к подвижной фазе.

PHAZE COMPOSITION, STRUCTURAL CHARACTERISTICS AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF $\text{LiMe}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ -TYPE COMPOUNDS ($\text{Me} = \text{Co}, \text{Cr}$), AS CATHODE MATERIALS FOR Li-ION BATTERIES

E.Kachibaia, R.Imnadze, T.Paikidze, D.Dzanashvili, T.Machaladze, E.Kvaratskhelia

R.Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, 11 Mindeli st., Tbilisi 0186, Georgia

Kachibaia@hotmail.com

Structuring process of $\text{LiMe}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ ($x = \text{Cr}, \text{Co}, 0 \leq x \leq 0,4$) – type compounds as LIA promising cathode materials was investigated. It was shown that by optimization of Li-Cr-Ni-Mn and Li-Co-Ni-Mn acetates eutectic mixtures calcination temperature it is possible to prepare phase pure nanosized samples with cubic structure. The elaborated compounds could be of interest as cathode materials for powerful lithium-ion accumulators.

Currently, lithium power sources (LPS) are used in a wide variety of stand-alone facilities [1]. LPS occupy one of the leading places among chemical power sources in the world. At the same time intensive work is underway worldwide on their farther improvement. Lithium-ion accumulators (LIA) have undeniable advantages due to the high activity of lithium, the lowest value of self-discharge and high enough safety. LIA exhibits high specific volumetric (up to 350 Wh/g) and mass energy (up to 150 Wh/g). Mentioned parameters are continuously improving. Lithium-ion accumulator batteries (LIB) are used in cameras, laptops, phones and other electronic devices, along with electric vehicles, etc. Many leading companies are working on LIB utilization in spacecrafts, as well as on their implementation as major source of energy for nonnuclear submarines. One of the basic requirements for the development of large-scale manufacturing of powerful energy-intensive LIB, in particular for their application in electric vehicles, is to reduce their price. Electrode materials represent a significant portion of LIB cost. It is known that cheaper and ecologically acceptable lithiated manganese oxides represent an alternative to widely used expensive cathode material - LiCoO_2 , capable to reversibly intercalate–deintercalate lithium ions. However their utilization in powerful LIB requires solving both technological and fundamental problems. Obtaining of nanostructured materials is of particular relevance for exploration of promising electrodes for LIA [2,3]. In recent years there is great interest towards nanostructure materials, since they show better electrochemical characteristics than corresponding microstructural compounds. In this case, the progress of lithium-ion technology is accompanied by the development of new electrode materials with higher energy storage capacity and rate of lithium diffusion, greater power density, long life, etc.

The purpose of the presented work was to investigate structuring process of $\text{LiCr}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ and $\text{LiCo}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ -type compounds - $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ derivatives - as LIA cathode materials, along with study of the phase composition and structure of the products of appropriate acetates eutectic mixtures interaction in the range of $T = 0 \div 1000^\circ\text{C}$. We have previously (under the framework of the Grant FR / 36 / 3-17-170- / 13) found that X-ray diffraction, X-ray phase, chemical and other analyses methods of products of ternary eutectic mixture (Li, Ni and Mn acetates) calcination at $200 \div 500^\circ\text{C}$ approve initial reactants decomposition with subsequent interacting of decomposition products and formation of phase-pure nanosized cubic spinel $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ [4].

In order to elaborate modified (Cr and Co doped) $\text{LiCr}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ and $\text{LiCo}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ samples thermal properties of chromium acetate - $\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ and cobalt acetate - $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ were studied, similarly to earlier studied $\text{Li}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ and $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ acetates [4]. Thermal properties of initial mixtures, composed for $\text{LiMe}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ ($x = \text{Cr}, \text{Co}, 0 \leq x \leq 0,4$) modified samples preparation were also investigated. Study of thermal properties was carried out using F.Paulik, I.Paulik and L.Erdei system derivatograph with simultaneous recording of the four curves: temperature (T) and weight (TG), as well as corresponding differential (DTA) and (DTG) curves. X-ray patterns of calcined initial reagents and their mixtures were obtained on DRON-3 device in the filtered copper radiation. The phase identification was carried out using ASTM diffractometric data. Particle size and morphology were calculated using transmission electron microscope Jeol 100SX (Japan).

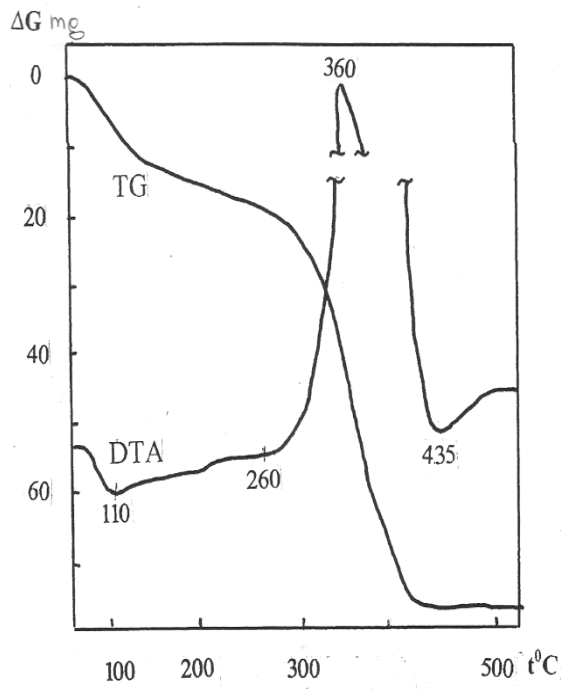


Fig.1. TG – DTA curves of Cr – acetate

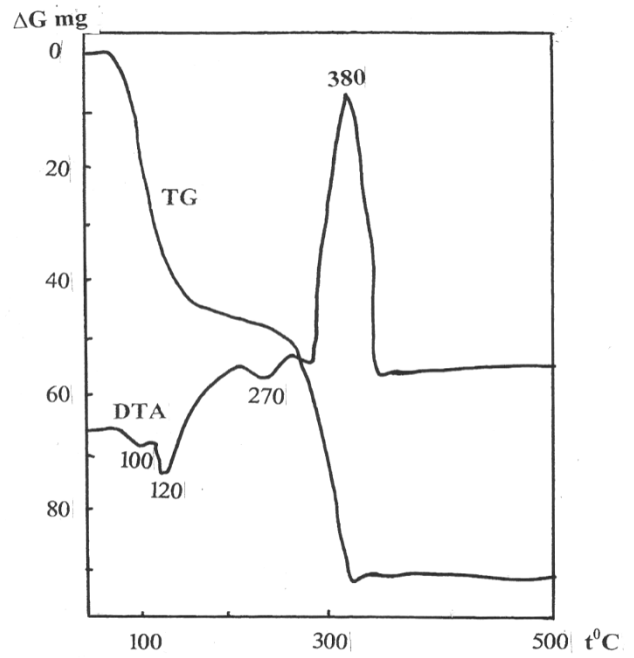


Fig.2. TG – DTA curves of Co – acetate

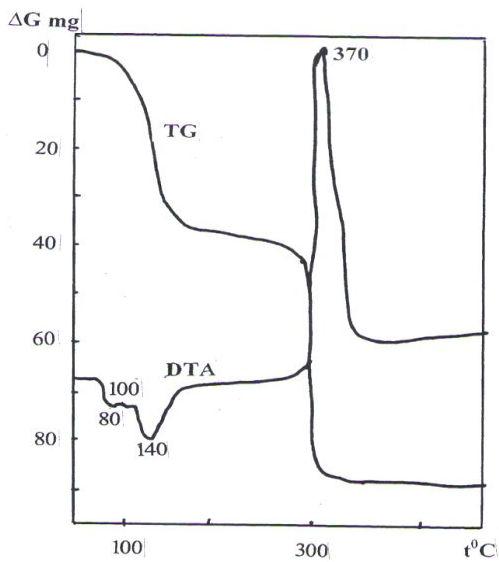


Fig.3. TG – DTA curves of Li, Cr, Ni and Mn mixture, composed for $\text{LiCr}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ samples preparation

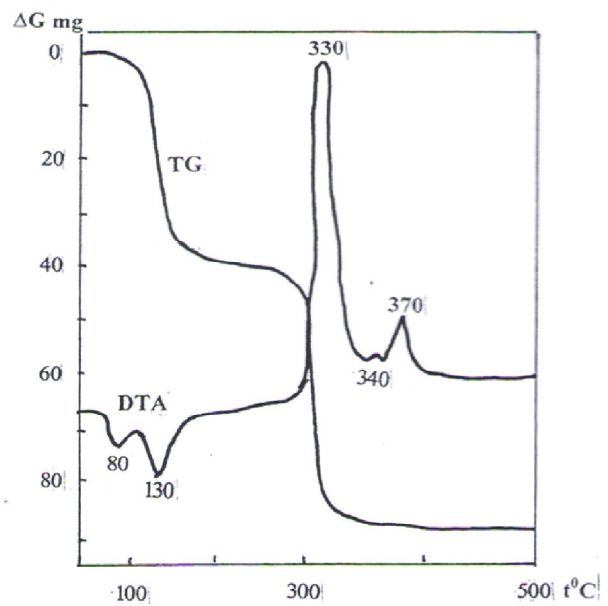


Fig.4. TG – DTA curves of Li, Co, Ni and Mn mixture, composed for $\text{LiCo}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ samples preparation

Diffraction characteristic of products obtained by calcination at 200–500° C of Cr and Co as well as mixture of appropriate (Li, Cr, Co, Ni, Mn) acetates composed for $\text{LiM}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_2$ (Me - Cr, Co, 0 < x ≤ 0.4) samples preparation

d _{exp}	Ni Cr(CH ₃ COO) ₂ ·2H ₂ O T=500°C, τ=2h		Ni2 Co(CH ₃ COO) ₂ ·4H ₂ O T=250°C, τ=2h		Ni3 Co(CH ₃ COO) ₂ ·4H ₂ O T=300°C, τ=2h		Ni4 Li _{0.5} Co _{0.5} Ni _{0.5} Mn _{1.5} O ₂ T=250°C, τ=2h		Ni5 Li _{0.5} Co _{0.5} Ni _{0.5} Mn _{1.5} O ₂ T=350°C, τ=2h		Ni6 Li _{0.5} Co _{0.5} Ni _{0.5} Mn _{1.5} O ₂ T=400°C, τ=2h		Ni7 Li _{0.5} Co _{0.5} Ni _{0.5} Mn _{1.5} O ₂ T=500°C, τ=2h		ASTM	
	d _{exp}	I/I ₀	d _{exp}	I/I ₀	d _{exp}	I/I ₀	d _{exp}	I/I ₀	d _{exp}	I/I ₀	d _{exp}	I/I ₀	d _{exp}	I/I ₀	d _{exp}	I/I ₀
-	-	-	-	-	-	-	4.74	17	4.71	70	4.67	90	4.72	69	4.72	100
-	-	-	-	-	-	-	4.18	13	-	-	-	-	-	-	-	-
3.67	31	-	-	-	-	-	3.87	13	-	-	-	-	-	-	-	-
3.62	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	3.43	6	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	3.07	19	-	-	-	-	-	-	-	-
2.69	70	-	-	-	36	-	2.88	20	-	-	-	-	-	-	-	-
2.66	70	-	-	-	-	-	2.75	27	-	-	-	-	-	-	-	-
2.49	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.47	76	-	-	-	-	-	2.48	100	-	-	2.48	100	2.45	100	2.47	90
-	-	-	-	-	-	-	2.43	100	2.45	84	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	6	-	2.37	21	2.37	33	2.34	17	2.36	17	2.37	5
2.20	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.17	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	2.07	47	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	19	-	2.04	56	2.04	100	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	1.88	8	1.87	17	1.86	13	1.86	13	1.88	100
1.81	37	-	-	-	-	-	1.77	9	-	-	-	-	-	-	-	10
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.67	100	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.57	-
-	-	-	-	-	24	-	1.64	24	1.57	31	1.56	34	1.57	25	1.57	50
-	-	-	-	-	23	-	1.42	23	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 1 (break-over)

№8 LiCo _{0.2} Ni _{0.3} Mn _{1.5} O ₄ T=500°C, t=2h		№9 LiCo _{0.4} Ni _{0.1} Mn _{1.5} O ₄ T=350°C, t=2h		№10 LiCo _{0.4} Ni _{0.1} Mn _{1.5} O ₄ T=500°C, t=2h		№11 LiCo _{0.2} Ni _{0.4} Mn _{1.5} O ₄ T=200°C, t=2h		№12 LiCo _{0.2} Ni _{0.3} Mn _{1.5} O ₄ T=200°C, t=2h		ASTM	
d _{av} ,n	I/I ₀	d _{av} ,n	I/I ₀	d _{av} ,n	I/I ₀	d _{av} ,n	I/I ₀	d _{av} ,n	I/I ₀	d _{av} ,n	I/I ₀
4.72	64	4.57	87	4.67	67	4.23	63	-	-	4.72	100
-	-	-	-	-	-	-	-	4.23	45	-	-
-	-	-	-	-	-	3.70	100	3.83	40	-	-
-	-	-	-	-	-	3.60	100	3.60	100	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	3.25	37	3.30	36	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	3.19	36	-	-
-	-	-	-	-	-	2.91	37	3.93	33	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	2.86	44	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	2.80	38	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	2.68	43	2.68	38	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	2.61	36	-	-
2.46	100	2.45	93	2.45	100	2.49	34	2.49	38	2.47	90
2.36	19	2.37	19	2.34	19	-	-	-	-	2.37	5
-	-	-	-	-	-	2.27	40	2.25	29	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	2.10	22	-	-
2.04	86	2.03	100	2.03	95	2.05	43	2.03	31	2.05	100
1.80	11	1.85	13	1.86	19	-	-	-	-	1.88	10
1.57	25	1.57	20	1.57	41	-	-	-	-	1.57	50

Fig 1-4 presents TG - DTA curves of starting reagents: Cr (Fig.1) and Co (Fig.2) acetates as well as $\text{LiCr}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (Fig.3) and $\text{LiCo}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ samples (Fig.4). Diffraction characteristics of the products, obtained by calcination at 200÷500°C of Cr and Co acetates, as well as mixtures of Li, Cr, Co, Ni and Mn acetates, composed for $\text{LiMe}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ ($0 < x \leq 0,4$) samples preparation, are summarized in Tables 1 and 2. Table 3 and 4 show diffraction characteristic of $\text{LiCr}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ ($0 < x \leq 0,4$) samples, synthesized by appropriate acetates mixture calcination in the range of $T = 350 \div 500^\circ\text{C}$ (Tabl.3) and at 700°C (Tabl.4). TG – DTA curves of Cr acetate (Fig.1) indicate dehydration ($20 \div 260^\circ\text{C}$) with partial decomposition of sample, followed with final decomposition – loss of organic ($260\div 435^\circ\text{C}$) and Cr_2O_3 formation, as evidenced by the diffraction characteristic of sample calcined at $T \sim 500^\circ\text{C}$ (Tabl.1, samp.1). Peaks on TG – DTA curves (Fig.2), recorded for cobalt acetate in the region of $50 \div 200^\circ\text{C}$, correspond to dehydration with partial decomposition. Diffraction characteristic of calcination products in the range of 250÷500°C verified formation of Co_3O_4 (Tabl.1, samp.2,3).

Table 2. Diffraction characteristics of $\text{LiCr}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ ($0 < x \leq 0.4$) samples, synthesized by initial reactants calcination at $T=350 - 500^\circ\text{C}$

№1 $\text{LiCr}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{O}_4$ $T = 350^\circ\text{C}$		№2 $\text{LiCr}_{0.2}\text{Ni}_{0.3}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T = 500^\circ\text{C}$		№3 $\text{LiCr}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T = 500^\circ\text{C}$		№4 $\text{LiCr}_{0.4}\text{Ni}_{0.1}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T = 500^\circ\text{C}$		ASTM-18-736 LiMn_2O_4	
$d_{\alpha n}$	I/I ₀	$d_{\alpha n}$	I/I ₀	$d_{\alpha n}$	I/I ₀	$d_{\alpha n}$	I/I ₀	$d_{\alpha n}$	I/I ₀
4.67	86	4.71	80	4.67	54	4.74	67	4.72	100
-	-	3.70	14	-	-	-	-	-	-
-	-	2.88	7	-	-	-	-	-	-
2.45	100	2.46	100	2.46	100	2.47	100	2.47	90
2.34	17	2.36	17	2.35	19	2.37	19	2.37	5
2.040	98	2.031	91	2.040	89	2.046	87	2.05	100
1.86	17	1.88	13	1.87	13	1.88	14	1.88	10
1.56	34	1.57	26	1.59	26	1.57	19	1.57	50
a=0.8124nm		a=0.8160nm		a=0.8160nm		a=0.8184nm		a=0.8240nm	

Endothermic effects at 80°C on TG - DTA curves of starting mixtures for $\text{LiCr}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (Fig. 2) and $\text{LiCo}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (Fig. 4) samples preparation can be interpreted as formation of eutectic solution of initial reagents. Endoeffects at 140 and 130°C correspond to dehydration. X-ray diffraction, X-ray phase analyses of samples, prepared at 200 – 350 – 500 - 700°C confirm decomposition of initial reagents eutectic solution, followed by interaction of decomposition products and formation of phase pure nanosized cubic spinel with lattice parameter $a = 0.8160 \div 0.8192\text{nm}$. For $\text{LiMe}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (Me - Cr, Co, $0 \leq x \leq 1$) samples, prepared by appropriate initial mixtures calcination, already at 200°C beginning of spinel structure formation is fixed. For samples synthesized at 350°C final formation of spinel structure takes place (Tabl.1 and 2). Samples, prepared at 500°C (Tabl.3) and 700°C (Tabl.4), represent phase pure cubic nanosized spinel with homogenous surface morphology (Fig.5).

Table 3. Diffraction characteristics of $\text{LiMe}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$, $0 \leq x \leq 0,4$ samples, synthesized at 700°C

№10 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$		№11 $\text{LiCr}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$		№12 $\text{LiCr}_{0.3}\text{Ni}_{0.2}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$		№13 $\text{LiCo}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$		№14 $\text{LiCo}_{0.3}\text{Ni}_{0.2}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$		ASTM-18-736 LiMn_2O_4	
$d_{\alpha n}$	I/I ₀	$d_{\alpha n}$	I/I ₀	$d_{\alpha n}$	I/I ₀	$d_{\alpha n}$	I/I ₀	$d_{\alpha n}$	I/I ₀	$d_{\alpha n}$	I/I ₀
4.68	57	4.68	64	4.67	80	4.68	72	4.68	58	4.72	100
2.88	6	-	-	-	-	-	-	2.88	9	-	-
2.47	100	2.47	100	2.46	100	2.45	100	2.46	100	2.47	90
2.36	19	2.36	18	2.35	18	2.35	18	2.35	14	2.37	5
2.037	94	2.049	100	2.042	84	2.035	86	2.048	72	2.05	100
1.87	14	1.88	12	1.87	13	1.88	13	1.88	7	1.88	10
1.57	26	1.57	24	1.57	22	1.57	27	1.58	27	1.57	50
a=0.8148nm		a=0.8196nm		a=0.8168nm		a=0.8140nm		a=0.8192nm		a=0.8240nm	

Our investigation of Cr and Co doped lithium – nickel – manganese spinel $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ crystallization process confirms that by Li-Cr-Ni-Mn and Li-Co-Ni-Mn eutectic mixtures calcination temperature optimization it is possible to prepare phase pure nanosized ($d \sim 10 \div 25\text{nm}$) $\text{LiCr}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ and $\text{LiCo}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ samples with cubic spinel structure. It can be assumed that multiple doping enhances stability of spinel during cycling and can promote improvement of LIA discharge capacity. Electrochemical testing of cathode material's samples in the range of 3.5 – 5.2 V demonstrated basic opportunity of their application in the 5V region of potentials.

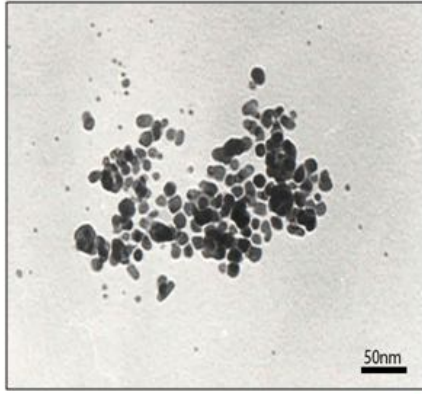


Fig.5. TEM image of $\text{LiCo}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$

Work was implemented under the framework of the Grant FR/36/3-170/13
 Developed compounds could be of interest as promising cathode materials for powerful energy-intensive lithium-ion batteries.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. А.М. Скундин. Ж. Электрохимическая Энергетика. 2001, Т.1, № 1-2, с. 5-15
2. Lai C.-H, Lu M.-V and Chen L.J. J.Mater. Chem. 2008, V.22, P.19
3. X.Huang, Z. Zeng and H.Zhang. Chem. Soc. Rev., 2013, V.42, P.1934
4. E.Kachibaia et al. Proceedings of Georgia National Academy of Sciences. 2014, V.40, № 2-3, P.149

$\text{LiMe}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (Me=Co, Cr) ტიპის ნაერთების, როგორც Li-იონური აკუმულატორების საკატიოდო მასალების, ფაზური შედგენილობა, სტრუქტურული თავისებურებები და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები

ეთერ ქაჩიბაია, რუფი იმნაძე, თამარ პაიკიძე, დალი ძანაშვილი, თენგიზ მაჩალაძე, ელენე კვარაცხელია

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რაფიელ აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი

რეზიუმე

შესწავლილია $\text{LiMe}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (Me=Cr, Co, $0 \leq x \leq 0,4$) ნიმუშების, როგორც ლითიუმ-იონური აკუმულატორების (ლია) პერსპექტიული საკათოდო მასალების, კრისტალიზაციის პროცესი. ჩატარებული კვლევების შედეგები ამტკიცებს, რომ Li, Cr, Ni და Mn, აგრეთვე, Li, Co, Ni და Mn აცეტატების ევთექტიკური ნარევიების გამოწვევის ტემპერატურის ოპტიმიზაციით შესაძლებელია ფაზურად-სუფთა ნაწილის $\text{LiMe}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (Me=Cr, Co)-ტიპის კუბური სტრუქტურის შპინელური ნიმუშების მიღება. ამასთან, უკვე 200°C -ზე ფიქსირდება სტრუქტურირების დასაწყისი, ხოლო 350°C -ზე ადგილი აქვს შპინელური სტრუქტურის საბოლოო ფორმირებას. 500°C -სა და 700°C -ზე მიღებული ნიმუშები

შეესაბამება ფაზურად-სუფთა ნანოზომის კუბურ შპინელს ($d \sim 10 \div 25$ ნმ). ლითიუმ-ნიკელ-მანგანუმიანი შპინელის ($\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$) ქრომიტა და კობალტით დოპირებამ შეიძლება ხელი შეუწყოს ციკლირების დროს შემუშავებული შპინელების სტაბილურობის გაზრდასა და ლია-ს განმუხტვითი ტევადობის გაუმჯობესებას, რაც პოტენციალების 5V უბანში მათი გამოყენების პრინციპულ შესაძლებლობაზე მიუთითებს. შემუშავებული ნიმუშები შეიძლება საინტერესო იყოს როგორც მძლავრი ენერგოტექვადი ლითიუმ-იონური ბატარეების საკათოდე მასალები.

ФАЗОВЫЙ СОСТАВ, СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ ТИПА $\text{LiMe}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (Me=Co, Cr) КАК КАТОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ Li-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Э.И. Качибая, Р.А.Имнадзе, Т.В.Паикидзе, Д.Дзанашвили, Т.Н.Мачаладзе, Е.Р.Кварацхелия

Институт Неорганической Химии и Электрохимии им. Р.Агладзе при Тбилиском Государственном Университете им. И.Джавახишвили

РЕЗЮМЕ

Изучен процесс кристаллизации образцов $\text{LiMe}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (Me - Cr, Co, $0 \leq x \leq 0,4$) как перспективных катодных материалов литий-ионных аккумуляторов (ЛИА). Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что оптимизацией температуры обжига эвтектических смесей ацетатов Li, Cr, Ni и Mn, а также Li, Co, Ni и Mn возможно получение фазово-чистых наноразмерных образцов типа $\text{LiMe}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (Me = Cr, Co), характеризующихся структурой кубической шпинели. При этом, уже при 200°C фиксируется начало структурирования, а при 350°C имеет место окончательное формирование шпинельной структуры. Образцы, полученные при 500°C и 700°C соответствуют фазово-чистой кубической наноразмерной шпинели ($d \sim 10 \div 25$ нм). Допирование хромом и кобальтом литий – никель – марганцевой шпинели $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ может способствовать повышению стабильности разработанных шпинелей при циклировании и улучшению разрядной емкости ЛИА, что указывает на принципиальную возможность их использования в 5В области потенциалов. Разработанные соединения могут представить интерес в качестве катодных материалов для мощных энергоемких литий-ионных батарей.

РАСЧЕТ ПРОЦЕССА СУШКИ МЫЛЬНОЙ ОСНОВЫ

М.Г.Сирадзе, И.Б.Гоксадзе, Н.Д.Рачвелишвили, Г.Р.Антя, О.Ш.Диогидзе*

*Грузинский технический университет
* Государственная Морская Академия г. Батуми*

Установлено соотношение, которое может быть использовано для расчетов и конструирования вакуум-сушильных камер применительно к сушке мыла, а также для автоматического регулирования процессов получения мыла с заданным влагосодержанием.

Обработка мыльной основы в вакуум-сушильных камерах является одним из важнейших этапов в производстве мыла. Экспериментальным исследованием статистики и динамики процессов применительно к автоматизации сушки мыл посвящено множество работ. Большой вклад в изучение тепло- и массообмена, протекающего при удалении влаги из мыльной основы, внесли М.П.Беспятов, П.В.Науменко, М.Н.Мучник и другие исследователи.

Однако, несмотря на многообразие факторов оценки, влияния параметров на процесс сушки мыл, в литературе не обнаружено теоретических или эмпирических формул, позволяющих увязать комплекс технологических параметров в единое целое.

Основными факторами, которые воздействуют на процесс, протекающий в вакуум-сушильной камере, являются влагосодержание мыльной основы (W_1 , %), и мыла, выходящего из пелотезы (W_2 , %), температура мыльной основы, поступающей на сушку (T , °C), толщина слоя мыла в зоне сушки (a , м) и давление в сушильной камере (p , кПа).

Толщина слоя мыла может быть определена из следующего соотношения:

$$a = \frac{G}{Sv}, \quad (1)$$

где G – производительность, м³/ч; S – полезная площадь, образуемая мыльной основой на стенках вакуум-сушильной камеры при распылении ее с помощью форсунок, м²; v – частота вращения ножа, срезающего подсушенную массу мыла, ч⁻¹.

На практике все указанные параметры регистрируются и заносятся в соответствующие журналы, что позволяет использовать большой статистический материал для обработки.

Учитывая зависимость влагосодержания мыла от перечисленных параметров, мы приняли следующую форму для обработки статистических данных. В координатах $y = W_1 - W_2$ и $x = \frac{T}{pa}$ построена соответствующая кривая, которая имеет форму экспоненты, приближающейся, но не достигающей значения U_{\max} .

В координатах $\frac{1}{y}$ и $\frac{1}{x}$ данные с достаточной точностью укладываются на прямую, имеющей вид $\frac{1}{W_1 - W_2} = K \frac{T}{pa} + B$, или после некоторых преобразований

$$W_2 = W_1 - \frac{T}{Kpa + BT}, \quad (2)$$

где K и B – постоянные величины.

С учетом (1) выражение (2) можно записать

$$W_2 = W_1 - \frac{T}{K \frac{pG}{Sv} + BT}. \quad (3)$$

В формуле (3) коэффициенты K и B определены экспериментально и соответственно равны $5,9 \times 10^3$ и $0,042$.

Полученное соотношение может быть использовано для расчетов и конструирования вакуум-сушильных камер применительно к сушке мыла, а также для автоматического регулирования процессов получения мыла с заданным влагосодержанием.

Примеры расчета.

Влагосодержание мыльной основы составляет $W_1=40\%$ (около 60% жирных кислот), температура мыла после темперировочной колонки $T=100^\circ\text{C}$, давление в вакуум-сушильной камере $p=3$ кПа на сушку подается $G = 2\text{ м}^3/\text{ч}$ мыльной основы, при двух работающих форсунках поверхность сушки составляет $S = 7,7 \text{ м}^2$, частота вращения скребка $\nu = 720\text{ч}^{-1}$. Определить конечное влагосодержание мыла W_2 .

$$W_2 = W_1 - \frac{T}{5,9 \cdot 10^3 \frac{pG}{S\nu} + 0,042 \cdot T} = 40 - \frac{100}{5,9 \cdot 10^3 \frac{3 \cdot 2}{7,7 \cdot 720} + 0,042 \cdot 100} = 30,5\% .$$

Рассчитать внутренние габариты цилиндрической части вакуум-сушильной камеры производительностью $6,6\text{ м}^3/\text{ч}$ по мыльной основе. Параметры мыльной основы, готового мыла, температуры, давления, частоты оборотов скребка взяты из первого примера.

Формулу (3) преобразуем относительно S

$$S = \frac{KpG}{\nu T \left(\frac{1}{W_1 - W_2} - B \right)} = \frac{5,9 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 6,6}{100 \cdot 720 \left(\frac{1}{40 - 30,5} - 0,042 \right)} = 27,93 \text{ м}^2 .$$

С учетом дальнобойности факела распыла 1,25 примем внутренний диаметр камеры $d=2,5$ м, тогда высота камеры равна

$$H = \frac{S}{\pi d} = \frac{27,93}{3,14 \cdot 2,5} = 3,56 \text{ м} .$$

საპნის შრობის შრობის პროცესის ანბარიშო

მანანა სირაძე, ირმა გოქსაძე, ნანა რაჭველიშვილი, გიორგი ანთია, ოთარ დიოგიძე*
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
 *ბათუმის სახელმწიფო საზღვაო აკადემია
რეზიუმე

დადგენილი თანაფარდობა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საპნის შრობის ვაკუუმ-საშრობი კამერის კონსტრუირებისა და ანგარიშისათვის, აგრეთვე მოცემული ტენშემცველობის საპნის მიღების პროცესის ავტომატური რეგულირებისათვის.

CALCULATION OF THE DRYING PROCESS OF SOAP BASES

M.Siradze, I.Goksadze, N.Rachvelishvili, G.Antia, O. Diogidze*

Georgian Technical University
 *Batumi State Maritime Academy

SUMMARY

The obtained relations can be used to design and calculate the vacuum-drying chamber of soap, as well as for automatic control of obtaining a certain moisture of soaps.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ СЛОЖНОЭФИРНЫХ ВОСКОВ

М.Г.Сирадзе, И.Гоксадзе, Н.Д.Рачвелишвили, Г.Р.Антia, О.Ш.Диогидзе*

Грузинский технический университет

**Государственная Морская Академия г. Батуми*

Установлено, что показатели синтетических и натуральных восков по основным характеристикам близки между собой.

Реологические свойства синтетических и натуральных восков хорошо коррелируют с их микроструктурой. Независимо от природы восков они образуют высокоструктурированные системы.

Целью работы было изучение возможности получить синтетические сложноэфирные воски на основе доступного сырья.

В качестве исходных продуктов использовали высокомолекулярные синтетические жирные кислоты различного фракционного состава, стеариновую кислоту и моноэтаноламиды СЖК фракции $C_{10} - C_{16}$.

Синтетический воск получали этерификацией высокомолекулярных жирных кислот гидроксилсодержащим соединением.

Образцы восков анализировали обычными методами, применяемыми для оценки свойств восков. Структуру сложноэфирных восков и компонентов для их изготовления изучали при помощи микроскопа ЭМ-5 с разрешающей способностью 20 А при прямом электроннооптическом увеличении 15 000х.

Результаты изучения свойств полученных восков приведены в таблице, где для сравнения показаны и характеристики натуральных восков.

Установлено, что свойства синтетических восков существенно зависят от длины углеводородного радикала (молекулярного веса) применяемых кислот, а также от степени их очистки. Увеличение длины углеводородного радикала кислот приводит к улучшению качественных характеристик восков. Аналогичное влияние на свойства синтетических восков оказывает дополнительная очистка СЖК от различных примесей – окси-, изокилот и других веществ.

Синтезируемый состав	Кислотное число, мг КОН/г	Эфирное число, мг КОН/г	Температура плавления, °С	Пенетрация (100г/5с). мм · 10 ⁻¹
СЖК фракции				
$C_{17} - C_{20}$	16,8	98	57	25
$C_{18} - C_{23}$	11	102	60	22
$C_{21} - C_{25}$	12	100	65	18
Очищенные СЖК фракции $C_{17} - C_{20}$	12	104	64	12
Стеариновая кислота	14	100	63	14
Пчелиный воск	20	71	63	12
Торфяной воск	37	83	70	4

Примечание: Во всех случаях гидроксилсодержащее соединение представляло собой моноэтаноламиды СЖК фракции $C_{10} - C_{16}$.

Сравнивая качественные показатели восков, полученных синтетическим путем, с показателями натуральных восков, можно отметить, что по основным характеристикам они близки между собой.

Реологические свойства синтетических и натуральных восков хорошо коррелируют с их микроструктурой. Независимо от природы восков они образуют высокоструктурированные системы. Такая склонность к упорядочению структуры подтверждает аналогичность эксплуатационных свойств этих восков.

სინთეზური რთულეთეროვანი ცვილის სტრუქტურა და თვისებები

მანანა სირაძე, ირმა გოქსაძე, ნანა რაჭვალაიშვილი, გიორგი ანთია, ოთარ დიოგიძე*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

*ბათუმის სახელმწიფო საზღვაო აკადემია

რეზიუმე

დადგენილია, რომ სინთეზური და ნატურალური ცვილის ძირითადი მაჩვენებლები ახლოსაა ერთმანეთთან. მათი რეოლოგიური თვისებები კარგად კორელირდებიან მათ მიკროსტრუქტურასთან. ცვილის ბუნებიდან დამოუკიდებლად ისინი წარმოქმნიან მაღალსტრუქტურულ სისტემებს.

STRUCTURE AND PROPERTIES OF SYNTHETIC ESTER WAX

M.Siradze, I.Goksadze, N.Rachvelishvili, G.Antia, O.Diogidze*

Georgian Technical University

**Batumi State Maritime Academy*

SUMMARY

It is established that the main parameters of synthetic and natural waxes are similar. The rheological properties of waxes are correlated with their microstructure. They form a highly structured system regardless of the nature of wax.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРОВ ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ НАПРЯЖЕННЫХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ СЕЛЕНИДА СВИНЦА

А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили¹, М.И.Енукашвили¹, З.Г.Ахвледиани^{1,2}, Л.П.Бычкова¹,
М.А.Дзаганя^{1,3}, В.П.Зломанов⁴

Национальная Академия Авиации Азербайджана, Баку

¹ *Тбилисский Государственный Университет им. Ив. Джавахишвили*

² *Институт физики им.Э.Андроникашвили, Тбилиси*

³ *Институт физической и органической химии им. П.Меликишвили, Тбилиси*

⁴ *Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова*

В работе предпринята попытка в рамках экспериментальных данных провести моделирование параметров энергетического спектра и рассеяния носителей заряда: уровня Ферми, ширины запрещенной зоны, подвижности носителей заряда и выявить их влияние на характер спектров оптического поглощения напряженных эпитаксиальных слоев селенида свинца (толщиной <200нм). Спектры поглощения построены по экспериментальным спектрам пропускания при последовательном определении коэффициентов отражения по амплитуде и поглощения (модель интерферометра Фабри–Перо). Анализ спрямления квадратов коэффициентов поглощения позволил выявить значение ширины запрещенной зоны в напряженных слоях, а также показал присутствие дополнительного поглощения между краем поглощения и возрастающим с длиной волны поглощением на свободных носителях. Оказалось, что в слоях с толщиной <200нм уровень дополнительного поглощения близок к его уровню в слоях толщиной ~1мкм. Это означает, что дополнительное поглощение не связано с возрастанием дефектности слоев с уменьшением их толщин, как это следует из понижения подвижности носителей заряда более чем на порядок при уменьшении толщины слоя от 1мкм до 180нм.

В связи с предложением о создании диэлектрического состояния в узкозонных полупроводниках $A^{IV}B^{VI}$ [1,2] и исследуемого смещения в напряженных слоях уровней примесей с переменной валентностью, ответственных за создание такого состояния, весьма важно детальное исследование энергетического спектра носителей заряда, особенно ширины запрещенной зоны.

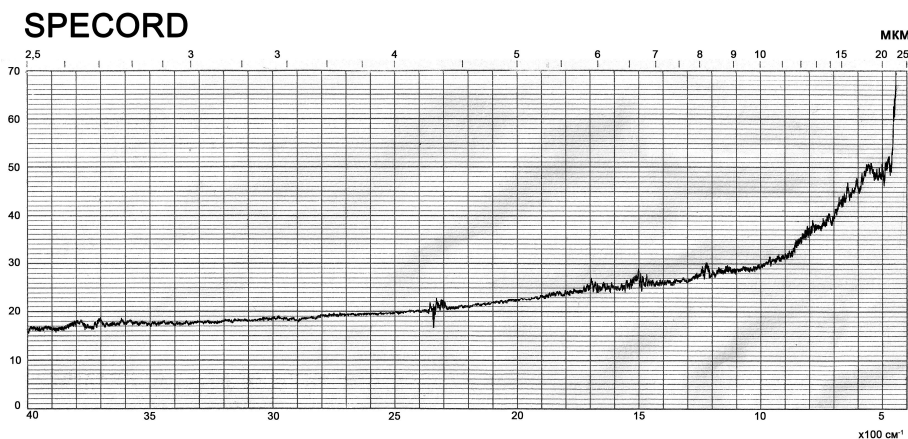


Рис. 1. Спектр оптического пропускания слоя SL-578 при T=300K

Интересен опыт ранних исследований спектров оптического поглощения: в работе [3] делался акцент на регистрации спектров пропускания (и по ним изучения спектров поглощения) на образцах разной толщины для перекрытия широкой области спектра. Главное в исследовании [4] – определение оптических параметров: N – показателя преломления, ϵ - диэлектрической постоянной для слоев селенида свинца с концентрацией носителей заряда $5 \cdot 10^{17}$ - $5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. В отличие от этих работ в [5] исследовалось оптическое пропускание поликристаллических слоев селенида свинца,

выращенных на стекле – определенные по спектрам поглощения ширины запрещенной зоны составляли 0,278 – 0,283эВ при изменении соответственно толщин слоев от 100 до 200нм.

Таблица 1. Данные по коэффициентам поглощения, их квадратам, квадратам их произведения на коэффициент $1/\gamma$ и энергию фотона $h\nu$ (при $\mu = 15\text{см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$, $E_F = 0,020\text{эВ}$, $E_g = 0,334\text{эВ}$)

$h\nu, \text{эВ}$	$\alpha, \text{см}^{-1}$	$\alpha_{\text{св.н.}}, \text{см}^{-1}$	$\alpha^* = \alpha - \alpha_{\text{св.н.}}, \text{см}^{-1}$	$\alpha^{*2} = (\alpha - \alpha_{\text{св.н.}})^2, \text{см}^{-2}$	$1/\gamma$	$\dot{\alpha}^2 = (\alpha^* 1/\gamma)^2, \text{см}^{-2}$	$(\dot{\alpha} \cdot h\nu)^2, \text{см}^{-2} \cdot \text{эВ}^2$
0.248	42322	43551	-1229	1.51E+06	9.17	1.27E+08	7.81E+06
0.261	39104	37823	1280	1.64E+06	7.68	9.66E+07	6.59E+06
0.276	33304	32714	590	3.48E+05	6.34	1.40E+07	1.06E+06
0.292	28571	28158	414	1.71E+05	5.16	4.55E+06	3.87E+05
0.310	25942	24098	1844	3.40E+06	4.14	5.82E+07	5.59E+06
0.335	22426	19994	2432	5.92E+06	3.13	5.78E+07	6.50E+06
0.347	21828	18364	3464	1.20E+07	2.76	9.17E+07	1.11E+07
0.353	22472	17592	4880	2.38E+07	2.60	1.62E+08	2.02E+07
0.360	23357	16853	6504	4.23E+07	2.46	2.55E+08	3.30E+07
0.366	23585	16195	7390	5.46E+07	2.32	2.95E+08	3.95E+07
0.378	24148	14991	9156	8.38E+07	2.09	3.68E+08	5.26E+07
0.381	24830	14708	10121	1.02E+08	2.04	4.27E+08	6.21E+07
0.397	27359	13448	13911	1.94E+08	1.82	6.41E+08	1.01E+08

При обработке спектров пропускания важно учитывать влияние оптических и электрических параметров, например, показателя преломления, подвижности и концентрации носителей заряда.

Таблица 2. Данные по коэффициентам поглощения, их квадратам, квадратам их произведения на коэффициент $1/\gamma$ и энергию фотона $h\nu$ (при $\mu = 60\text{см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$, $E_F = 0,020\text{эВ}$, $E_g = 0,334\text{эВ}$)

$h\nu, \text{эВ}$	$\alpha, \text{см}^{-1}$	$\alpha_{\text{св.н.}}, \text{см}^{-1}$	$\alpha^* = \alpha - \alpha_{\text{св.н.}}, \text{см}^{-1}$	$\alpha^{*2} = (\alpha - \alpha_{\text{св.н.}})^2, \text{см}^{-2}$	$1/\gamma$	$\dot{\alpha}^2 = (\alpha^* 1/\gamma)^2, \text{см}^{-2}$	$(\dot{\alpha} \cdot h\nu)^2, \text{см}^{-2} \cdot \text{эВ}^2$
0.248	42322	10888	31434	9.88E+08	9.17	8.31E+10	5.11E+09
0.261	39104	9456	29648	8.79E+08	7.68	5.18E+10	3.53E+09
0.276	33304	8179	25125	6.31E+08	6.34	2.54E+10	1.93E+09
0.292	28571	7039	21532	4.64E+08	5.16	1.23E+10	1.05E+09
0.310	25942	6025	19918	3.97E+08	4.14	6.79E+09	6.52E+08
0.335	22426	4999	17428	3.04E+08	3.13	2.97E+09	3.34E+08
0.347	21828	4591	17237	2.97E+08	2.76	2.27E+09	2.74E+08
0.353	22472	4398	18074	3.27E+08	2.60	2.22E+09	2.77E+08
0.360	23357	4213	19143	3.66E+08	2.46	2.21E+09	2.86E+08
0.366	23585	4049	19537	3.82E+08	2.32	2.06E+09	2.76E+08
0.378	24148	3748	20400	4.16E+08	2.09	1.83E+09	2.61E+08
0.381	24830	3677	21152	4.47E+08	2.04	1.87E+09	2.71E+08
0.397	27359	3362	23997	5.76E+08	1.82	1.91E+09	3.01E+08

Дисперсия показателя преломления определяется по интерференционным максимумам в спектре пропускания слоев толщиной $\sim 1\text{мкм}$ и следует подчеркнуть, что показатели преломления, в основном, привязаны к концентрации носителей заряда.

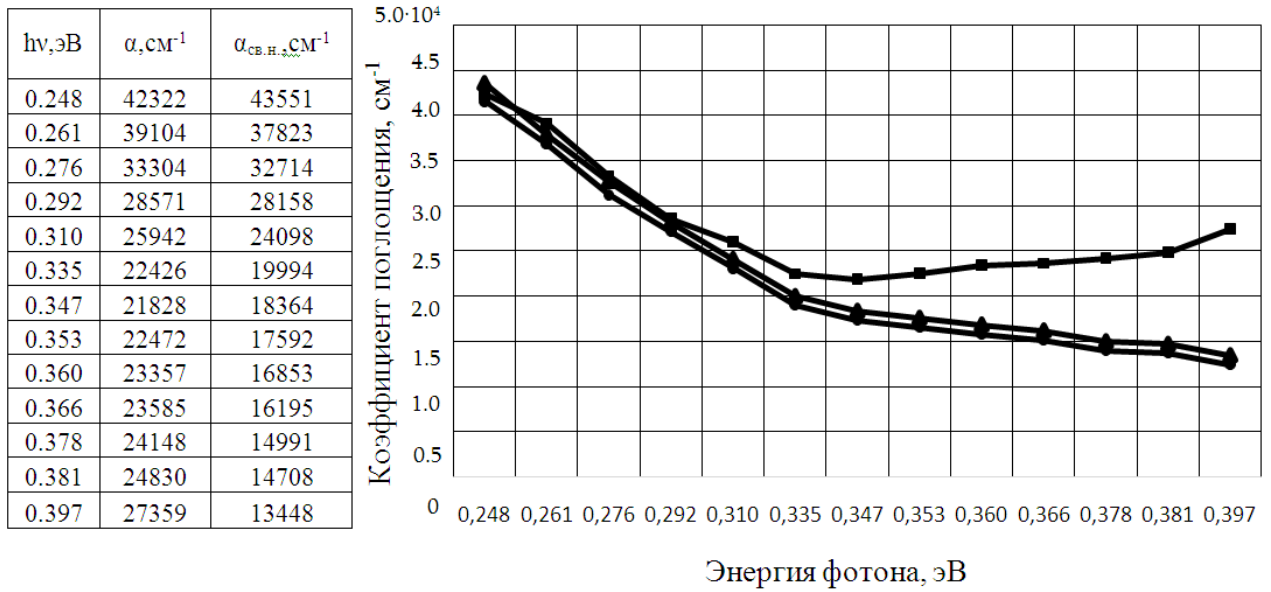


Рис. 2 а. Спектральная зависимость коэффициента поглощения α (■) и $\alpha_{\text{св.н.}}$ (▲) при $\mu = 15 \text{см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$, (●) соответствует $\alpha_{\text{св.н.}}$ при $\mu = 15,5 \text{см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$

Сама концентрация носителей в слоях определяется термодинамическими условиями технологического процесса их получения, но некоторые отклонения возникают из-за кинетики роста. В определенных пределах в эпитаксиальных слоях, особенно при уменьшении их толщины, колеблется подвижность носителей.

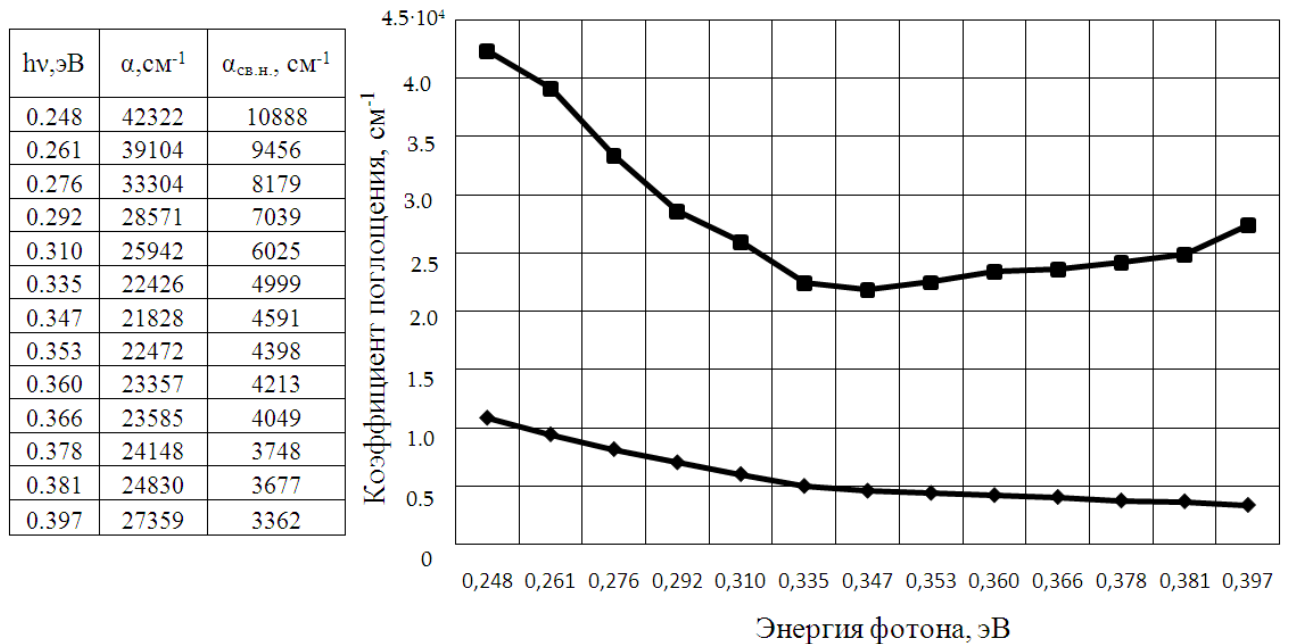


Рис. 2 б. Спектральная зависимость коэффициента поглощения α (■) и $\alpha_{\text{св.н.}}$ (◆) при $\mu = 60 \text{см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$,

В настоящей работе проведено моделирование подвижности носителей, как фактора, связанного с рассеянием носителей и заметно влияющего на поглощение свободными носителями. Наряду с этим моделируется коэффициент $1/\gamma$, учитывающий вырождение при высокой концентрации носителей и определяемый энергетическими параметрами: уровнем Ферми и шириной запрещенной зоны. Моделирование проводится в рамках экспериментальных данных и построенных спектров поглощения.

Таблица 3. Данные по разности коэффициентов поглощения $\alpha^* = \alpha - \alpha_{св.н.}$ при разных подвижностях носителей при энергии 0,381эВ

$\mu, \text{см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$	15	30	60
$\alpha^* = \alpha - \alpha_{св.н.}, \text{см}^{-1}$	10536	17445	21157

В качестве объекта исследования выбран слой селенида свинца СЛ-578, выращенный на подложке КСl (100) методом молекулярной эпитаксии с “горячей стенкой” [6]. Монокристаллический слой толщиной 180нм и с параметром решетки $a = 6,149 \text{ \AA}$ ($a_{\text{PbSe}} = 6,126 \text{ \AA}$) является напряженным с деформацией растяжения $\varepsilon = (a_{\text{сл.}} - a_{\text{PbSe}}) / a_{\text{PbSe}} = 0,0037$. Такая остаточная деформация есть результат частичной релаксации напряжений в слое толщиной 180нм. Спектр оптического пропускания тонкого слоя регистрировался на призмочно - решеточном дифрактометре “SPECORD – 751R” с использованием масок для калибровки шкалы пропускания [7].

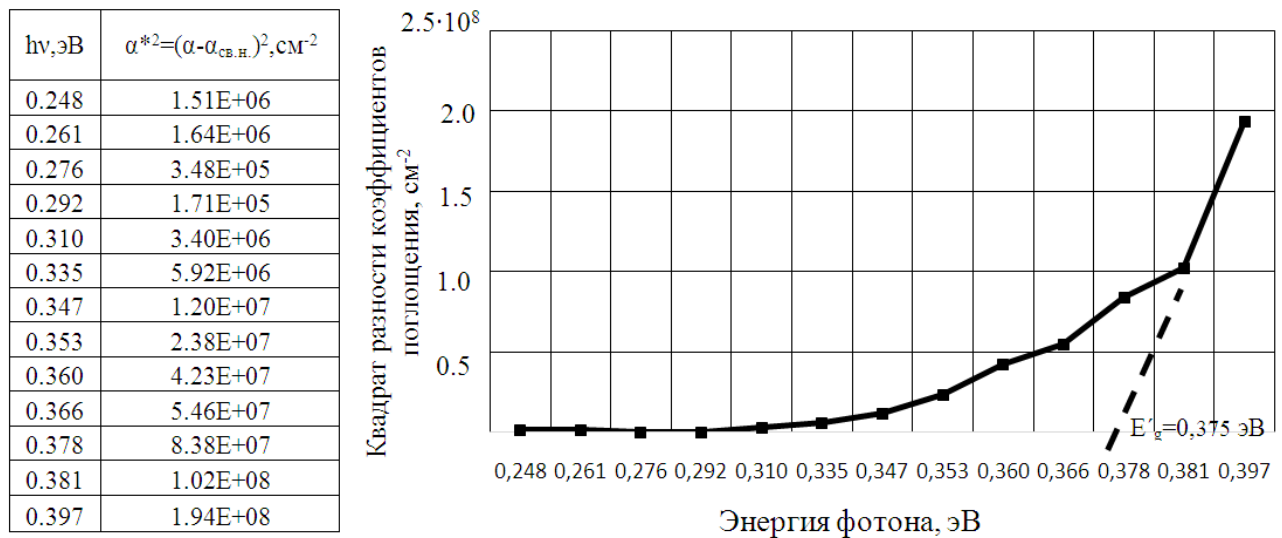


Рис.3а. Спектральная зависимость квадрата разности коэффициентов поглощения $\alpha^* = \alpha - \alpha_{св.н.}$, $\alpha_{св.н.}$ рассчитан при $\mu = 15 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$

На рис.1 приводится спектр оптического пропускания слоя СЛ-578 в интервале длин волн 2,5-25мкм при T=300К. В отличие от слоев толщиной ~1мкм в этом случае наблюдается монотонный слабый рост пропускания – для анализа представляет интерес участок 2,5-5 мкм. На длинноволновой границе этого участка поглощение на свободных носителях является доминирующим. Для определения поглощения α в этом диапазоне спектра выбрано тринадцать точек, и анализ проводился в рамках модели интерферометра Фабри-Перо [8].

Таблица 4. Данные по расчету коэффициента $1/\gamma$ при различных параметрах энергетического спектра

hν, эВ	$1/\gamma$									
	$E_F, \text{эВ}$ 0,015	$E_g, \text{эВ}$ 0,286	$E_F, \text{эВ}$ 0,020	$E_g, \text{эВ}$ 0,286	$E_F, \text{эВ}$ 0,030	$E_g, \text{эВ}$ 0,286	$E_F, \text{эВ}$ 0,020	$E_g, \text{эВ}$ 0,334	$E_F, \text{эВ}$ 0,030	$E_g, \text{эВ}$ 0,384
0,261	0,62		4,18		5,68		7,68		22,27	
0,335	1,84		2,01		2,49		3,13		7,77	
0,360	1,57		1,69		2,02		2,46		5,64	
0,381	1,41		1,5		1,73		2,04		4,32	

Показатели преломления N для соответствующих длин волн взяты из [9] и по ним в свою очередь рассчитывался коэффициент отражения по амплитуде. Пропускание T по всему спектру корректировалось из условия положительности разности $\alpha - \alpha_{св.н.}$, где α – определено из уравнения,

составленного по модели интерферометра Фабри-Перо, $\alpha_{св.н.}$ – поглощение на свободных носителях. При определении $\alpha_{св.н.}$ модельно рассматривались значения подвижностей носителей в диапазоне 15-60 см²/В·с, причем нижнее значение 15,5 см²/В·с получено путем приравнивания общего поглощения α к поглощению на свободных носителях $\alpha_{св.н.}$ при длине волны 5 мкм (0,248 эВ). Расчетные данные коэффициентов поглощения α и $\alpha_{св.н.}$ и их квадратов при подвижностях носителей 15 и 60 см²/В·с приведены в таблицах 1 и 2. Из таблиц следует, что при подвижности носителей 60 см²/В·с разность $\alpha - \alpha_{св.н.}$ превышает $2 \cdot 10^4$ см⁻¹ при энергии 0,381 эВ, когда коэффициент поглощения выходит на насыщение.

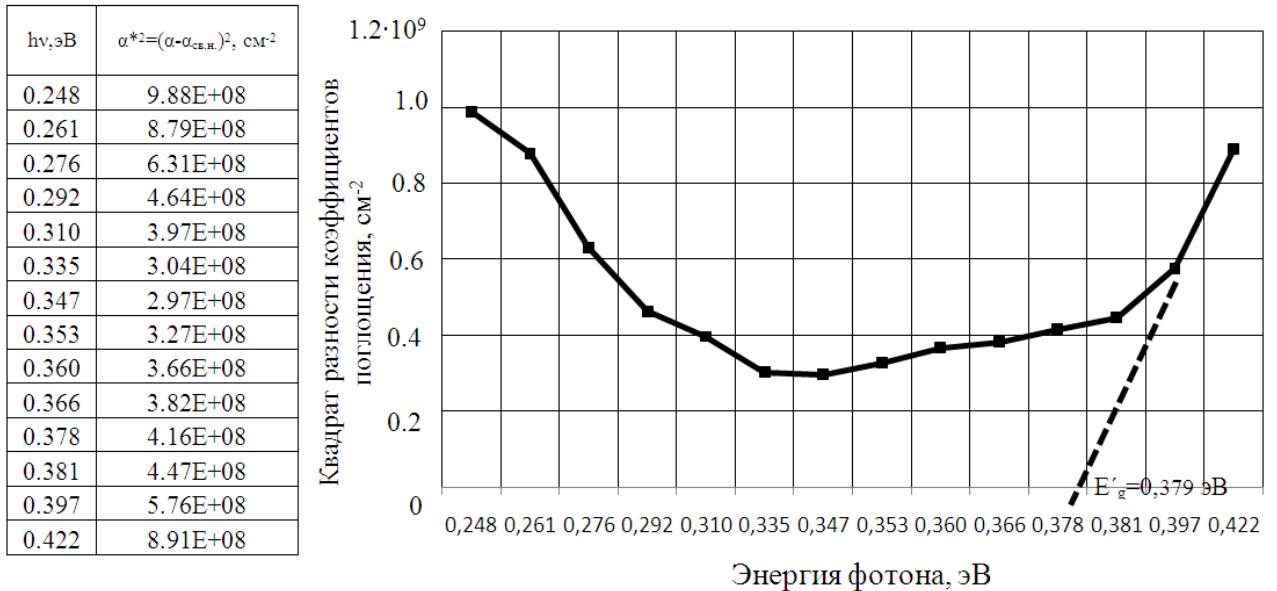


Рис. 36. Спектральная зависимость квадрата разности коэффициентов поглощения $\alpha^* = \alpha - \alpha_{св.н.}$, $\alpha_{св.н.}$ рассчитан при $\mu = 60 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$

В то же время для подвижности 15 см²/В·с при той же энергии эта величина на уровне $\sim 10^4$ см⁻¹, близком для измеренного в более толстом слое СЛ-592 [10]. Даже, если подвижность в этом слое будет увеличена в 3 раза до 1000 см²/В·с коэффициент поглощения не достигает уровня $2 \cdot 10^4$ см⁻¹. Это указывает на то, что пределы изменения подвижности с утоньшением слоев ограничены. В таблице 3 приведены значения $\alpha - \alpha_{св.н.}$ при энергии 0,381 эВ, соответствующие слоям с разной подвижностью, которые иллюстрируют рассмотренные случаи. Следует отметить, что при изменении подвижности на 0,5 см²/В·с коэффициент поглощения на свободных носителях меняется на $(0,5 \cdot 10^3)$ см⁻¹. Эта ситуация отражена на рис.2 а,б. В целом, эти данные вытекают из того, что коэффициент зона – зонного поглощения не зависит от толщины слоя, и может лишь слегка уменьшаться из-за смещения спектра с утоньшением слоев.

На рис.3 а,б представлены зависимости квадратов разности $\alpha - \alpha_{св.н.}$ от энергии фотона для слоев с разными подвижностями. Спрявление этих разностей дает близкие значения края поглощения E_g' в вырожденном случае 0,375 и 0,379 эВ. Для учета вырождения аналогично работе [11] вводится коэффициент γ :

$$\gamma = \{ 1 + \exp((1 + m_c / m_v) E_F - (h\nu - E_g)) / (1 + m_c / m_v) kT \}^{-1} \quad (1)$$

здесь m_c и m_v – эффективные массы электронов и дырок, E_F – уровень Ферми, E_g – ширина запрещенной зоны.

С учетом γ коэффициент поглощения в невырожденном случае $\alpha' = \alpha^* / \gamma$, где $\alpha^* = \alpha - \alpha_{св.н.}$.

Нетрудно заметить, что при энергии:

$$h\nu - E_g = (1 + m_c / m_v) E_F \quad (2)$$

величина $1/\gamma$ приближается к 2 и коэффициент поглощения в невырожденном случае α' при этой энергии возрастает ~ 2 раза по сравнению с коэффициентом α^* для вырожденного состояния. Важно, что при параболическом приближении, когда рассматриваемые уровни энергии $\sim E_F$ меньше ширины запрещенной зоны E_g и при равенстве эффективных масс $m_c \approx m_v$ спрявление $\alpha^{*2} = f(h\nu)$ позволит получить значения $E_g + 2 E_F$.

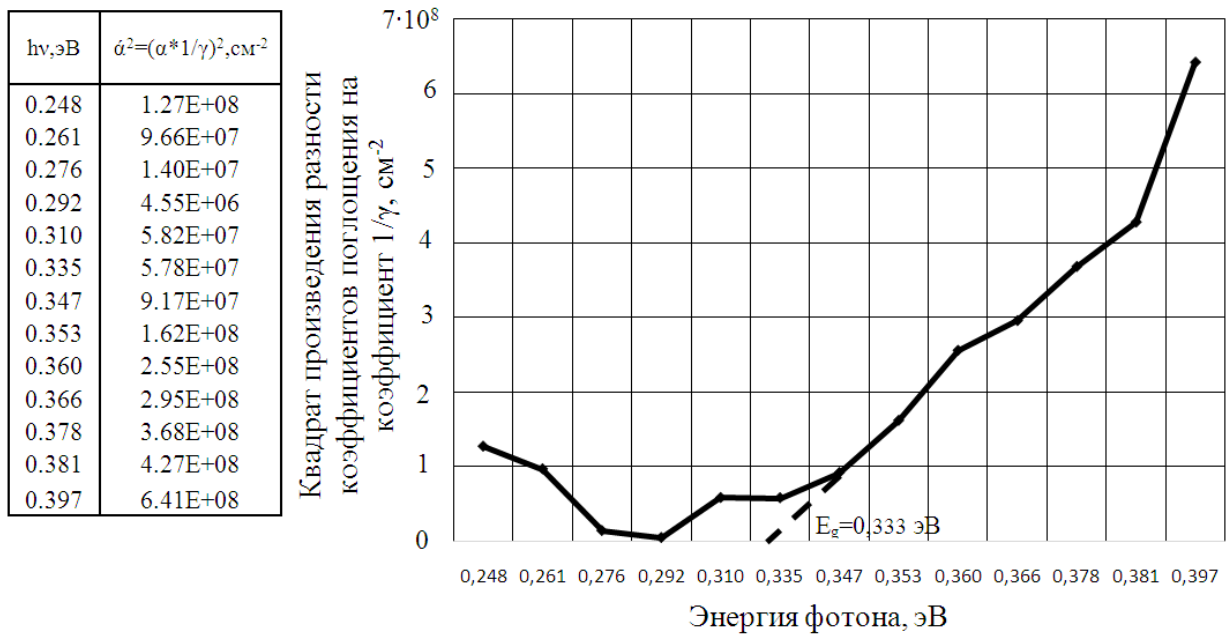


Рис.4. Спектральная зависимость квадрата произведения разности коэффициентов поглощения $\alpha^* = \alpha - \alpha_{\text{св.н.}}$ на коэффициент $1/\gamma$ ($\alpha_{\text{св.н.}}$ рассчитан при $\mu = 15 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ и γ при $E_F = 0.02 \text{ эВ}$ и $E_g = 0.334 \text{ эВ}$)

Значения уровня Ферми E_F рассматривались в пределах $0,015\text{--}0,030\text{эВ}$ при $T=300\text{К}$. Помимо недеформированного случая, когда $E_g=0.286\text{эВ}$ для значений E_g бралось и предварительно полученное в работе [12] – $0,334\text{эВ}$ для такого слоя, а также ожидаемое для еще более тонких слоев – $0,384\text{эВ}$. Результаты расчетов $1/\gamma$ собраны в таблице 4.

На рис.4 представлена зависимость:

$$(\alpha \cdot 1/\gamma)^2 = f(h\nu) \tag{3}$$

Спрямление этой зависимости дает значение $E_g = 0.333\text{эВ}$. Такое значение ширины запрещенной зоны приблизительно на $0,05\text{эВ}$ больше ее величины в ненапряженном слое $E_g=0.286\text{эВ}$. Тогда с учетом того, что $E_g + 2 E_F$ из рис.3а составляло $0,375\text{эВ}$, то $E_F \sim 0,20\text{эВ}$, близкое тому, что заложено в расчетах (таблица 4). Это подтверждается и анализом таблицы 4, когда при варьировании значений E_F и E_g , для частного случая их значений соответственно $0,020$ и $0,334\text{эВ}$ величина $1/\gamma$ близкая к 2, получена при $0,381\text{эВ}$. Из таблицы 4 видно также, что с одной стороны, при уменьшении уровня Ферми E_F ниже $0,020\text{эВ}$ и E_g ниже $0,334\text{эВ}$ $1/\gamma$, близкое к 2 получается при энергиях ниже $0,381\text{эВ}$ и, с другой стороны, при их возрастании такое значение $1/\gamma$ получается при энергиях выше $0,381\text{эВ}$. Естественно, особенно велико влияние ширины запрещенной зоны E_g , т.к. она изменяется значительно больше уровня Ферми E_F .

На рис.5 представлена зависимость:

$$[(\alpha - \alpha_{\text{св.н.}})1/\gamma \cdot h\nu]^2 = f(h\nu) \tag{4}$$

Ее спрямление дает значение $0,331\text{эВ}$. Близость значений E_g , определенных при двух видах спрямления объясняется тем, что они осуществляются в интервале энергий – $0,007\text{--}0,008\text{эВ}$.

Окончательный выбор участка спрямления на зависимости квадратов коэффициентов поглощения от энергии фотона зависит от того, насколько полученные результаты по уровню Ферми и ширине запрещенной зоны соответствуют концентрации носителей заряда в слоях $\sim 10^{19} \text{ см}^{-3}$ и их деформации.

Высокая концентрация носителей в селениде свинца приводит также к тому, что крутое возрастание квадрата зона-зонного поглощения, соответствующего дну зоны проводимости, начинается с уровня $>10^7 \text{ см}^{-2}$. Как видим из таблицы 1, когда за краем поглощения разность $\alpha^* = \alpha - \alpha_{\text{св.н.}}$ рассматривается без умножения на $1/\gamma$, ее значение достигает $\sim 2,5 \cdot 10^3 \text{ см}^{-1}$. Это соответствует уровню дополнительного поглощения в более толстом слое, толщиной $\sim 1 \text{ мкм}$ [10]. Отсюда следует также, что дополнительное поглощение не определяется центрами, вызывающими повышение степени дефектности слоев при их утоньшении. По-видимому, дополнительное

поглощение связано с виртуальными переходами между разными ветвями разрешенных зон, или «хвостами» в зонах.

Проведенное моделирование в рамках экспериментальных данных показывает, что несмотря на малую вероятность осуществления в нанослоях более высоких подвижностей, тем не менее проверка спрямления квадратов коэффициентов поглощения с такими подвижностями также не дает сильного отклонения в определяемых значениях E_g .

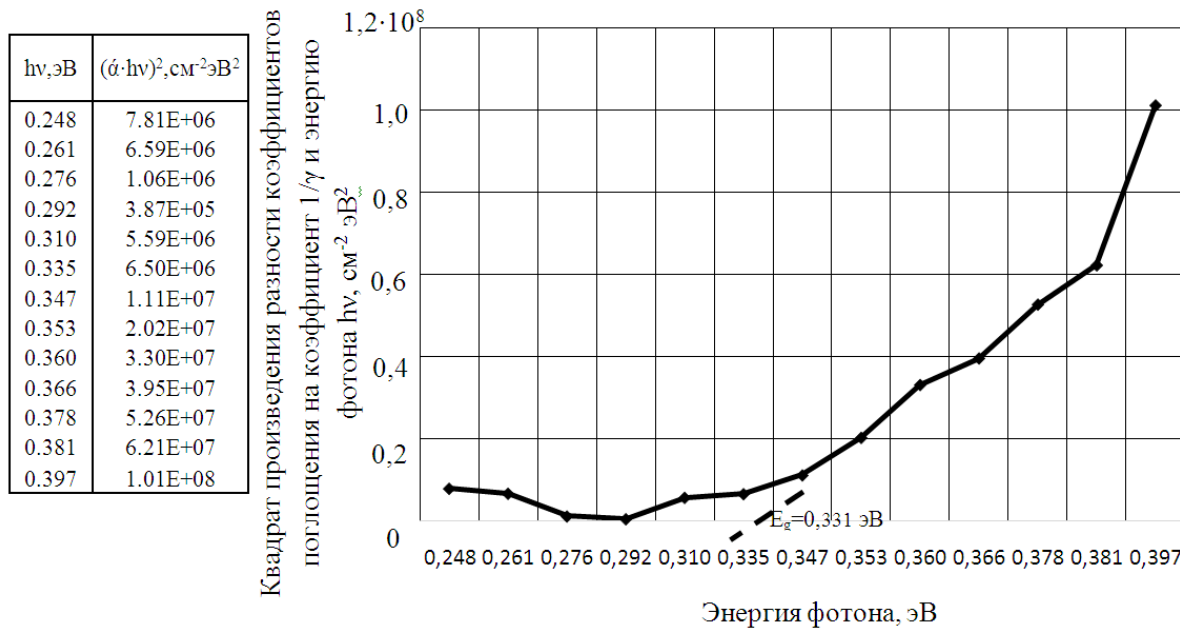


Рис.5. Спектральная зависимость квадрата произведения разности коэффициентов поглощения $\alpha^* = \alpha - \alpha_{\text{св.н.}}$ на коэффициент $1/\gamma$ и энергию фотона $h\nu$ ($\alpha_{\text{св.н.}}$ рассчитан при $\mu = 15 \text{ cm}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ и γ при $E_F = 0.02 \text{ eV}$ и $E_g = 0.334 \text{ eV}$)

Дополнительное поглощение в тонком слое толщиной 180нм выявляется на уровне, близком для слоя с толщиной ~1мкм и связывается с виртуальными переходами между разными ветвями разрешенных зон. Проведенный анализ позволил обозначить новые факторы при обработке спектров поглощения узкозонных полупроводников, которые целесообразно рассмотреть и в случае слоев с толщинами < 100нм .

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, M.I.Enukashvili, Z.G.Akhvlediani, L.P.Bychkova, V.P.Zlomanov. Modeling of the dielectric state in PbSnSe and PbSnTe nanolayers with high concentration of nonstoichiometric defects. Book of Abstracts of the 17th International Conference on Radiation Effects in Insulators, Helsinki, 2013 , PB-16 .
2. А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, М.И.Енукашвили, Л.П.Бычкова, М.А.Дзаганя, В.П.Зломанов. О формировании новых свойств в эпитаксиальных слоях и структурах полупроводников $A^{IV}B^{VI}$. Вестник Инженерной Академии Азербайджана, 2014, 1, 3 , 49-58 .
3. W.W.Scanlon. Intrinsic Optical Absorption and the Radiative Recombination Lifetime in PbS, Phys. Rev., 1958 , 109 , 1, 47-50 .
4. К.В.Вяткин, А.П.Шотов. Оптические свойства эпитаксиальных пленок PbSe. ФТП, 1980, 14, 7, 1331-1334 .
5. S.Prabakar, N.Suryanarayanan, K.Rajasekar, S.Srikanth. Lead selenide thin films from vacuum evaporation method-structural and optical properties . Chalcogenide Letters , 2009, 6, 5, 203-211 .
6. A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, Z.G.Akhvlediani, M.I.Enukashvili, R.G.Gulyaev, M.A.Dzagania. Variations of the parameters of PbSe nanolayers with change of their technology. IOP Conference Series : Materials Science and Engineering, 2015, 77, 012017.
7. A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, Z.G.Akhvlediani, M.I.Enukashvili, R.G.Gulyaev, V.P.Zlomanov. Unrelaxed State in Epitaxial Heterostructures Based on Lead Selenide . J.Modern Phys. , 2012 , 3 , 6 , 502-510 .
8. A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, Z.G.Akhvlediani, M.I.Enukashvili, L.P.Bychkova, M.A.Dzagania. Study of the Forbidden Gap Width of Strained Epitaxial Lead Selenide Layers. J.Mat.Sci. and Eng., 2012, A2(2), 142-150 .

9. Пашаев А.М., Даварашвили О.И., Енукашвили М.И., Бычкова Л.П., Зломанов В.П. Анализ спектров оптического пропускания эпитаксиальных слоев селенида свинца. Ученые Записки НАА Азербайджана, 2011, 13, 3, 3-12.
10. Пашаев А.М., Даварашвили О.И., Енукашвили М.И., Бычкова Л.П., М.А.Дзаганя, Зломанов В.П. Дополнительное поглощение в оптических спектрах эпитаксиальных слоев селенида свинца, Известия НАН Грузии, 2014, 40, 4, 285-292.
11. E.D.Palik, D.L.Mitchell, I.N.Zemel, Magneto-optical studies of the band structure of PbS. Phys. Rev., 1964, 135, 1A, A763- A778.
12. A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, M.I.Enukashvili, Z.G.Akhvlediani, L.P.Bychkova, V.P.Zlomanov. Investigation of the optical absorption spectra of thin epitaxial lead selenide layers approaching the nanoscale thickness. Nano Studies, 2014 (is published).

დაბაბუღლი ეპიტაქსიალური ფენების ოპტიკური შთანთქმის სამატრიკის მოდელირება

არიფ ფაშაევი, ომარ დავარაშვილი¹, მეგი ენუქაშვილი¹, ზაირა ახვლედიანი^{1,2}, ლარისა ბიჩკოვა¹,
მაია ძაგანია^{1,3}, ვლადიმირ ზლომანოვი⁴

აზერბაიჯანის ავიაციის ეროვნული აკადემია, ბაქო

¹ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

²ე.ანდრონიკაშვილის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტი, თბილისი

³პ.მელიქიშვილის სახელობის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, თბილისი

⁴მ.ლომონოსოვის სახელობის მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომში მცდელობაა ექსპერიმენტულ მონაცემებზე დაყრდნობით ენერგეტიკული სპექტრის და დენის გამტართა განხვევის პარამეტრების: ფერმის დონის, აკრძალული ზონის სიგანის და დენის გამტართა ძვრადობის მოდელირების და მათი გავლენის შესწავლა ოპტიკური შთანთქმის სპექტრების ხასიათზე (ფენის სისქით <200 ნმ). შთანთქმის სპექტრები აგებულია ექსპერიმენტული ტრანსმისიის სპექტრებზე დაყრდნობით და თანმიმდევრული განსაზღვრით არეკვლის ამპლიტუდით და შთანთქმის კოეფიციენტების განსაზღვრით (ფაბრი-პეროს ინტერფერომეტრის მოდელი). შთანთქმის კოეფიციენტების კვადრატების ექსტრაპოლაციის ანალიზმა შესაძლებელი გახდა გამოეკვინა დამატებულ ფენებში აკრძალული ზონის სიგანე და დამატებითი შთანთქმა კიდის შთანთქმასა და დენის გამტარებლებზე შთანთქმას შორის. აღმოჩნდა, რომ დამატებითი შთანთქმის დონე ≤200ნმ სისქის ფენებში უახლოვდება მის სიდიდეს ~1მკმ სისქის ფენებში. ეს ნიშნავს, რომ დამატებითი შთანთქმა ფენის სისქის შემცირებისას არ არის დამოკიდებული ფენების მზარდ დეფექტიანობაზე, როგორც ეს ვლინდება დენის გამტართა ძვრადობის შემცირებისას ერთი რიგით, როდესაც ფენის სისქე მცირდება 1მკმ-დან 180 ნმ-მდე.

MODELING OF THE OPTICAL ABSORPTION SPECTRA OF THE STRAINED EPITAXIAL LEAD SELENIDE LAYERS

A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili¹, M.I.Enukashvili¹, Z.G.Akhvlediani^{1,2}, L.P.Bychkova¹,
M.A.Dzagania^{1,3} and V.P.Zlomanov⁴

National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan

¹ Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

² E. Andronikashvili Institute of Physics, Tbilisi, Georgia

³ P. Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry, Tbilisi, Georgia

⁴ M. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

SUMMARY

In the work in the frame of the experimental data an attempt was made to model parameters of energy spectrum and scattering of current carriers: Fermi level, forbidden gap width, mobility of current carriers and reveal their influence on the character of the optical absorption spectra of the strained epitaxial lead selenide layers (with thickness <200nm). Absorption spectra were constructed on the base of the experimental transmission spectra by consecutive determination of the coefficients of reflection on the amplitude and absorption(model of the Fabry- Perot interferometer). The value of the forbidden gap width of the strained layers was established by analysis of the straightening of squared of the absorption coefficient. This analysis also showed, that additional absorption between the absorption edge and the absorption on free carriers is real fact. It was found, that additional absorption in the layers with thickness <200nm is closed to its level in the layers with thickness ~ 1μm. This showed, that additional absorption was not caused by centers of imperfections, when thickness decreased from 1μm to 180nm, but their influence was on the mobility – it decreased more than one order.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФОСФИДА ИНДИЯ, АРСЕНИДА ИНДИЯ И ИХ СПЛАВОВ ДО И ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ БЫСТРЫМИ НЕЙТРОНАМИ И ЭЛЕКТРОНАМИ

Б.В.Квирквелия^{1,2,3}, Н.П.Кекелидзе^{1,2,3}, Е.В.Хуцишвили¹, Д.Г.Кекелидзе³, Л.Д.Надирадзе²,
И.Р.Амбокадзе²

¹*Институт Металлургии и материаловедения имени Фердинанда Тавадзе*

²*Грузинский Технический Университет*

³*Тбилисский Государственный Университет имени Иванэ Джавахишвили.*

Модифицированным методом зонной плавки были выращены высококачественные кристаллы твердых растворов $\text{InP}_x\text{As}_{1-x}$ и их крайних компонентов. Гомогенность сплавов тщательно контролировалась микрорентгеноспектроскопическим анализом, а также электрическими и оптическими методами. Кристаллы легировались донорными и акцепторными примесями в широком концентрированном интервале ($1 \cdot 10^{16} \text{см}^{-3}$ – $2 \cdot 10^{19} \text{см}^{-3}$). Были измерены и проанализированы температурные зависимости электропроводности, концентрации и подвижности носителей заряда в образцах до и после облучения электронами с энергией 50MeV и 3MeV и большими потоками ($\Phi=2 \cdot 10^{18} \text{н/см}^2$) быстрых нейтронов. Были определены механизмы дефектообразования. Выявлена роль точечных и разупорядоченных областей в радиационных процессах. Установлены механизмы рассеяния носителей заряда на точечных дефектах и на разупорядоченных областях. Достигнуто хорошее согласие экспериментальных данных с теоретическими расчетами.

Ключевые слова: сплав, гомогенность, фосфор, мышьяк, кристалл, электроны, нейтроны, дефекты.

Введение

В актуальных для ортоэлектроники и микроэлектроники полупроводниковых твердых растворах InP – InAs , нами было открыто явление взаимной компенсации радиационных доноров и акцепторов, и на этой основе были созданы и исследованы радиационно-стойкие материалы [1,2], которые с большим успехом могут быть использованы в космосе, на ядерных реакторах, атомных электростанциях, ускорителях на Большом Адронном Коллайдере, а также на территориях Чернобыля и Фукусимы. Поэтому изучение процессов дефектообразования в отмеченных материалах является актуальным.

Облучение полупроводниковых кристаллов частицами высоких энергий приводит к созданию дефектов точечного типа и более крупных образований. Считается, что воздействие жесткого облучения большими дозами вызывает появление разупорядоченных областей, которые и определяют все физические свойства материала [3]. Однако, указанный процесс носит очень сложный характер и требует более детального исследования.

Выращивание кристаллов и эксперимент

Выращивание качественных сплавов системы InP – InAs требует преодоления значительных технологических трудностей, которые особенно возрастают для фосфидных соединений, вследствие существования очень высокого значения давления паров фосфора над расплавом. Проблему создаёт и наличие двух летучих и токсичных компонентов As и P. Отмеченное создает необходимость принятия специальных мер для исключения возможности улетучивания материалов и предотвращения опасности взрыва. Кроме того, выращивание характеризуется значительной длительностью, вызванной малыми скоростями диффузионных процессов. Система индий-фосфид-мышьяк имеет два химических соединения, фосфид индия и арсенид индия, а также непрерывный ряд твердых растворов (регулярных растворов) по квазибинарному разрезу фосфид индия – арсенид индия.

Нами была разработана, отличная от [4] разновидность метода горизонтальной зонной плавки, основанной на использовании трех разных зон. Соответствующая схема и характер распределения температур изображены на рис. 1

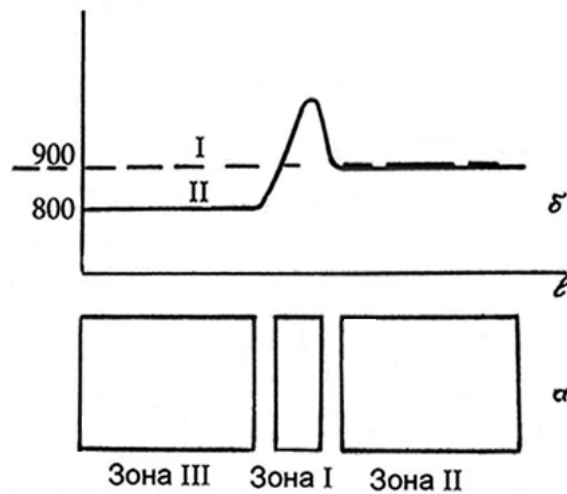


Рис. 1 а) схема печей для зонной плавки, б) характер распределения температуры

Были выращены высококачественные, гомогенные твердые растворы $\text{InP}_x\text{As}_{1-x}$ практически всех необходимых составов: $x=0,1; 0,2 \dots\dots 0,9$ с шагом $\Delta x=0,1$, включая и крайние компоненты InP и InAs . Было осуществлено легирование материалов донорными и акцепторными примесями (теллур, цинк), в широком концентрационном интервале ($1 \cdot 10^{16} \text{см}^{-3}$ - $2 \cdot 10^{19} \text{см}^{-3}$).

Важнейшая характеристика твердых растворов – гомогенность, тщательно контролировалась микрорентгеноспектральным анализом (рис.2) и четким выполнением закона Вегарда (рис.3),

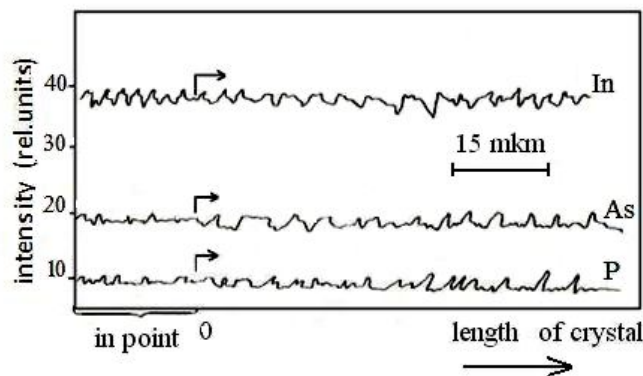


Рис.2 Микрорентгенограмма для сплава $\text{InP}_{0.4}\text{As}_{0.6}$

а также электрическим (зондовым) и оптическими методами. Показано, что соединения InP и InAs допускают полную взаимную смешиваемость для всех составов сплавов, что очень важно с точки зрения их широкого практического применения.

Были измерены температурные зависимости электропроводности концентрации и подвижности носителей кристаллов InP , InAs и $\text{InP}_x\text{As}_{1-x}$, до и после облучения быстрыми нейтронами потоком $\Phi=2 \cdot 10^{18} \text{н/см}^2$ и высокоэнергетическими электронами с энергией 50MeV , интегральными потоками от $\Phi=5 \cdot 10^{15} \text{эл.см}^{-2}$ до $6 \cdot 10^{17} \text{эл.см}^{-2}$, а также электронами с $E=3 \text{MeV}$, флюэнсом $\Phi=5 \cdot 10^{17} \text{эл.см}^{-2}$.

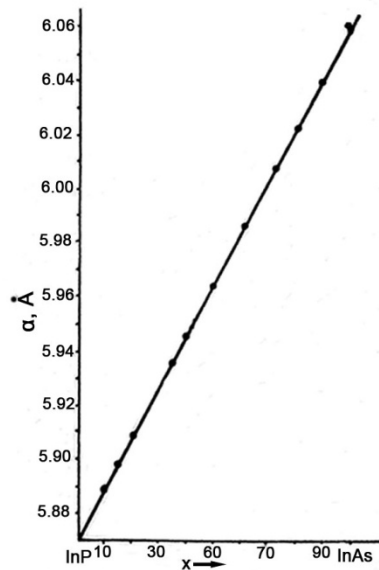


Рис.3 Изменение параметра решетки в зависимости от состава в системе InP-InAs

Результаты и обсуждение

Анализ полученных нами результатов позволяет заключить, что даже в жестко облученных материалах, подвергшихся воздействию огромного потока быстрых нейтронов ($\Phi=2 \cdot 10^{18} \text{ н/см}^2$), величина основного параметра полупроводников – концентрация носителей заряда, определяется радиационными дефектами точечного типа. В кристаллах InAs и близких к нему по составу сплавах, этими дефектами являются радиационные доноры, роль которых играют междоузельные атомы мышьяка, обладающие мелкими энергетическими уровнями. В соединениях InP и близких к нему по составу твердых растворах, облучение создает междоузельные атомы фосфора, которые являются радиационными акцепторами с глубокими энергетическими уровнями, захватывающими носителей обоих типов. Разупорядоченные области представляют собой скопление огромного числа точечных дефектов. Они – инертные образования, которые не могут играть роль доноров или акцепторов, но влияют на величину подвижности, носителей блокируя движение последних через кристалл.

Нами показано, что твердые растворы $\text{InP}_x\text{As}_{1-x}$ являются радиационно-стойкими по отношению к гамма облучению.

Кристаллы арсенида индия и близкие к нему по составу сплавы проявляют большую радиационную стойкость, чем InP и близкие к нему сплавы.

Исследуя радиационные свойства большого количества кристаллов InAs, InP и $\text{InP}_x\text{As}_{1-x}$, в которых концентрация легирующей примеси менялась в широких пределах от $1 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ до $2 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$, мы приходим к заключению, что в указанных соединениях не реализуется образование каких либо радиационных центров типа: примесь плюс радиационный дефект, который оказывает ощутимое влияние на свойства материалов. Заметим, что в облученном кремнии зафиксирован ряд подобных эффективных примесно-дефектных ассоциаций.

Вышеотмеченное подтверждается и оптическими измерениями. Результаты будут опубликованы отдельно.

Анализируя зависимость подвижности носителей заряда от температуры $U(T)$ в кристаллах InP, InAs и твердых растворах на их основе - $\text{InP}_x\text{As}_{1-x}$ до облучения, мы всегда, во всем температурном интервале и во всех материалах, получали очень хорошее согласие между экспериментальными результатами и теоретическими данными, выполненными на основе существующих теорий [5-8].

Показано, что основными механизмами рассеяния носителей заряда являются: рассеяние на оптических (полярных) колебаниях решетки, которые в несильно легированных образцах доминируют в области комнатных температур и ниже до $T \approx 100^\circ\text{K}$. При низких температурах всегда преобладает рассеяние на ионизованных центрах.

Акустические колебания никогда не играют ощутимую роль.

В твердых растворах $\text{InP}_x\text{As}_{1-x}$ наблюдается рассеяние на разупорядоченностях сплава. При этом наши расчеты показывают [9], что оно никогда не является доминирующим механизмом рассеяния. Отмеченное позволяет заключить, что на основе указанных твердых растворов можно создавать эффективные опто и микроэлектронные приборы.

Примечательно, что влияние рассеяния на разупорядоченностях сплава исчезает после жесткого облучения быстрыми нейтронами, но оно сохраняется в сплавах, облученных электронами с энергией 3 MeV.

На рис.4 представлена температурная зависимость $U(T)$ в кристаллах InP , облученных быстрыми нейтронами флюэнсом $\Phi=2\cdot 10^{18}\text{н/см}^2$.

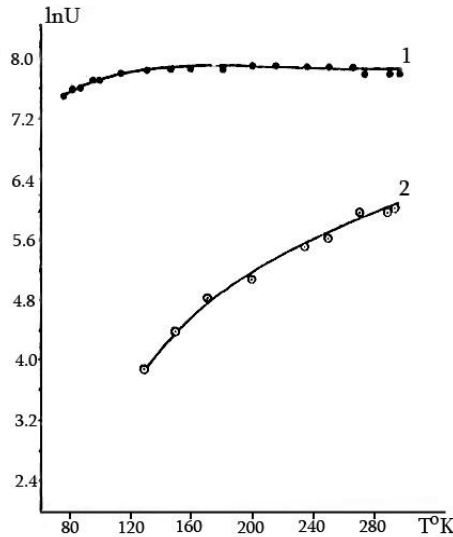


Рис.4 Температурные зависимости подвижности носителей тока в фосфиде индия ($n_0=2,3\cdot 10^{17}\text{см}^{-3}$) до и после облучения потоком быстрых нейтронов $\Phi=2\cdot 10^{18}\text{н/см}^2$: 1 -до облучения, 2- после облучения

Как видно из рисунка 4, в кристалле InP , кривая температурной зависимости подвижности электронов, проявляет резкий спад после облучения быстрыми нейтронами. Такое сильное изменение не удается объяснить с применением теории рассеяния на дефектах точечного типа. Нам удалось получить согласие теории с экспериментом на основе теории рассеяния на разупорядоченных областях [10-12].

Результаты представлены на рис. 5, где приведена температурная зависимость введенного облучением компонента подвижности (U_s) вычисленная с помощью соотношение

$$\frac{1}{U_s} = \frac{1}{U} - \frac{1}{U_0},$$

где U_0 подвижность до облучения, U -после облучения.

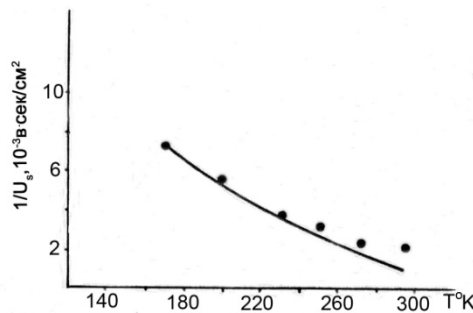


Рис.5 Температурная зависимость введенного облучением быстрыми нейтронами компонента подвижности в фосфиде индия ($n_0=2,3\cdot 10^{17}\text{см}^{-3}$): сплошная линия – теоретический расчет, точки – экспериментальные данные.

В твердых растворах, близких по составу к InP наблюдаются такие же результаты.

В кристаллах InP и близких к нему сплавах, облученных высокоэнергетическими электронами с $E=50\text{MeV}$, основным механизмом является рассеяние на разупорядоченных областях. Но в кристаллах, облученных низкоэнергетическими электронами с $E=3\text{MeV}$, поведение подвижности, в основном, удается описать на основе рассмотрения рассеяния на дефектах точечного типа, хотя для больших потоков также проявляется влияние разупорядоченных областей.

На рис.6 представлена температурная зависимость подвижности электронов в кристаллах InAs, облученных высокоэнергетическими электронами.

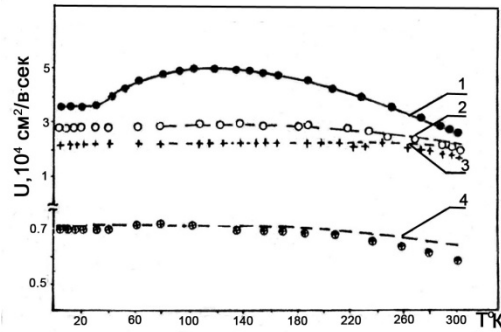


Рис.6 Температурные зависимости подвижности носителей тока в InAs с $n_0=2.8 \cdot 10^{16} \text{см}^{-3}$. 1-до облучения, 2- после облучения $\Phi=5 \cdot 10^{15} \text{эл/см}^2$, 3- $\Phi=1.25 \cdot 10^{16} \text{эл/см}^2$, 4- $\Phi=6.3 \cdot 10^{16} \text{эл/см}^2$. Точки-экспериментальные данные, пунктирные линии –теоретический расчет.

Выдно, что несмотря на высокую энергию бомбардирующих частиц и в отличие от InP, в кристаллах InAs, с исходной концентрацией электронов $n_0=2,8 \cdot 10^{16}$, облученных электронами до потоков $\Phi \leq 1.25 \cdot 10^{16} \text{эл/см}^2$, зависимость $U(T)$ во всем температурном интервале удаётся хорошо описать на основе теории рассеяния носителей на дефектах точечного типа. Однако, при флюенсе $\Phi=6.3 \cdot 10^{16} \text{эл/см}^2$ в области комнатных температур наблюдается небольшое, но уже ощутимое отклонение экспериментальных данных от теоретических. Проведённый количественный анализ показывает, что в указанных случаях необходим учет рассеяния на крупных дефектах.

В кристаллах арсенида индия и близких к нему по составу сплавах, облученных электронами с энергией $E=3\text{MeV}$ и потоком ($\Phi=5 \cdot 10^{17} \text{эл.см}^{-2}$), температурная зависимость подвижности электронов хорошо объясняется с применением теории на дефектах точечного типа.

На рис.7 представлены результаты измерения температурной зависимости подвижности электронов в кристалле InAs с исходной концентрацией носителей $n_0=3 \cdot 10^{16} \text{см}^{-3}$, до и после облучения потоком быстрых нейтронов $\Phi=2 \cdot 10^{18} \text{н/см}^2$.

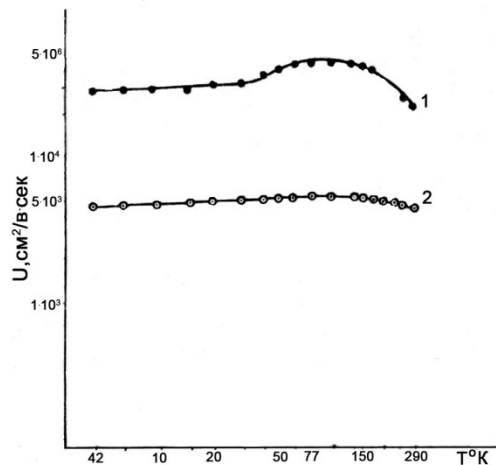


Рис.7 Температурная зависимость подвижности носителей тока в арсениде индия p-типа до и после облучения потоком быстрых нейтронов $\Phi=2 \cdot 10^{18} \text{н/см}^2$ ($n=3,0 \cdot 10^{16} \text{см}^{-3}$): 1-до облучения, 2-после облучения.

Анализ подобных кривых, полученных известным исследователем Болтакс [13], привел автора к заключению, что характер рассеяния носителей в InAs не меняется в результате облучения быстрыми нейтронами.

Отмеченное означает, что в арсениде индия якобы не должны образовываться разупорядоченные области. К подобному заключению может привести и простое, качественное сравнение рисунков 4 и 7.

Хорошо видно, что в отличие от InP в кристаллах арсенида индия не выявляется резкое изменение зависимости $U(T)$. В отмеченном аспекте интересны результаты наших исследований: нами показано, что кристаллическая решетка фосфида индия разрушается в результате жесткого облучения гораздо сильнее по сравнению с InAs. Последнее является следствием того, что масса атома фосфида в два раза меньше массы атома мышьяка.

Выполненный нами анализ позволяет заключить, что проявленное качественное сходство температурной зависимости подвижности носителей до и после жесткого облучения кристаллов InAs, является лишь кажущимся поведением и оно связано с проявлением (особенно при низких температурах) вырождения электронного газа, которое вызывает завуалирование, маскировку реальных процессов. В InP мы четко наблюдаем резкого изменения зависимость $U(T)$ из-за того, что в нем облучение вызывает уменьшение концентрации носителей, в отличие от InAs, в котором радиация вызывает увеличение концентрации электронов, и соответственно, поступление вырождения.

Количественный анализ показывает, что жесткое облучение InAs вызывает резкое уменьшение величины подвижности, например, в чистом кристалле подвижность падает от $\mu_0=22000\text{см}^2/\text{В.сек}$ до $\mu=408\text{см}^2/\text{В.сек}$ в результате облучения с $\Phi=2\cdot 10^{18}\text{н}/\text{см}^2$, что равносильно введению в кристалл эквивалентного количества ионизованных дефектов порядка $N_i\sim 10^{18} - 10^{19}\text{см}^{-3}$.

Интересно, что с помощью облучения потоком быстрых нейтронов с $\Phi=2\cdot 10^{18}\text{н}/\text{см}^2$, нам удалось выявить инверсию даже сильно легированного дырочного материала (с исходной концентрацией дырок $p_0=1,9\cdot 10^{19}\text{см}^{-3}$) в электронный, что демонстрируется рисунком 8а.

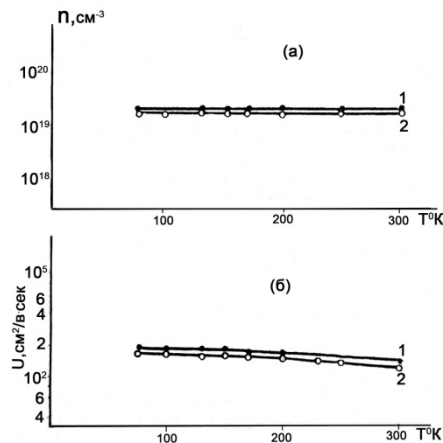


Рис.8 Температурные зависимости концентрации (а) и подвижности (б) носителей тока в арсениде индия р-типа ($p_0=1,9\cdot 10^{19}\text{см}^{-3}$) до и после облучения потоком быстрых нейтронов $\Phi=2\cdot 10^{18}\text{н}/\text{см}^2$: 1-до облучения, 2-после облучения.

Важно, что в сильно легированных кристаллах InAs (рис. 8б) обнаружено очень слабое изменение подвижности после жесткого облучения потоком быстрых нейтронов ($\Phi=2\cdot 10^{18}\text{н}/\text{см}^2$).

Для того, чтобы избежать эффекта вырождения и одновременно сохранить условие жесткого облучения нами был выращен р-материал, в котором исходная концентрация дырок ($p_0=2\cdot 10^{17}\text{см}^{-3}$) была подобрана таким образом, чтоб в результате облучения ($\Phi=2\cdot 10^{18}\text{н}/\text{см}^2$), конвертированный материал содержал низкую концентрацию электронов ($n=1,3\cdot 10^{16}\text{см}^{-3}$).

Указанным способом мы избежали наступления вырождения и удалось выявить резкое изменение зависимости $U(T)$. Выполненные теоретические расчеты показали, что в кристаллах InAs, облученных большим потоком быстрых нейтронов необходим учет рассеяния на крупных дефектах.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Nodar Kekelidze, Bela Kvirvelia, David Kekelidze, Vugar Aliyev, Elza Khutsishvili, George Kekelidze. The Phenomenon of Mutual Compensation of Radiation Donors and Acceptors and Creation of Radiation - resistant Materials. Journal of Electrical Engineering, V.2, Number 4, pp. 187-192 (2014)
2. N. Kekelidze, G. Kekelidze, D. Kekelidze, V. Aliyev. Investigation of $\text{InP}_x\text{As}_{1-x}$ solid solutions and creation of the radiation-resistant materials on their basis, AIP Conference Proceedings 1566, 101 doi: 10.1063/1.4848305 (2013)
3. Коноплева Р. Ф., Литвинов А. К., Ухин Н. А. Особенности радиационного повреждения полупроводников частицами высоких энергий, Москва, Атомиздат (1971)
4. В.З.Островская А.Я. Нашельский. Твёрдые растворы фосфид-арсенид индия, Гипермент. М., (1968)
5. А.И.Ансельм. Введение в теорию полупроводников, Москва, Наука (1978)
6. R. Mansfield, Impurity Scattering, Proc.Phys.Soc., Sect. B. 69, 76–82 B.Y.T. (1956)
7. Frank J. Blatt, Theory of mobility of electrons in solids, New-York (1957)
8. H.Brooks, Phys. Rev., 83, p.879 (1951)
9. H.Ehrenreich, J.Phys.Chem.Solids, 12,97(1959); 8,130 (1959)
10. Weisberg. J. Appl. Phys., 33, 1817 (1962)
11. McNichols, N.Berg. IEEE Trans, Nucl.Sc., NS-18, 6, 21 (1974).
12. Alexander Y Shik. Electronic properties of inhomogeneous semiconductors. Electro component Science Monographs, V.9. Gordon and Breach Publishers, London, pp.1-50 (1995)
13. Б.И. Болтакс, Э.П.Савин, сб. Радиационная физика неметаллических кристаллов. изд-во «Наука и техника», Минск (1970)

ინდიუმის ფოსფიდის, ინდიუმის არსენიდის და მათი შენადნების მიღება და ელექტრონული თვისებების გამოკვლევა, ჩქარი ნეიტრონებით და ელექტრონებით დასხივებამდე და დასხივების შემდეგ

ბელა კვირკველია^{1,2,3}, ნოდარ კეკელიძე^{1,2,3}, ელზა ხუციშვილი¹, ლავით კეკელიძე³, ლალი ნადირაძე², ირინა ამბოკაძე³

¹ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი

²საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

³ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

რეზიუმე

მოდიფიცირებული ზონური დნობის მეთოდის გამოყენებით გაზრდილ იქნა $\text{InP}_x\text{As}_{1-x}$ მყარი ხსნარებისა და მათი კომპონენტების კრისტალები. შენადნების ჰომოგენურობა მკაცრად კონტროლირდებოდა მიკრორენტგენოსკოპიული ანალიზით, აგრეთვე ელექტრონული და ოპტიკური მეთოდების საშუალებით. კრისტალების ლევირება ზორციელდებოდა დონორული და აქცეპტორული მინარევებით, ფართო კონცენტრაციულ ინტერვალში ($1 \cdot 10^{16} - 2 \cdot 10^{19}$) სმ⁻³. გაზომილ და გაანალიზებულ იქნა ნიმუშების სვედრითი ელექტროგამტარებლობის და მუხტის მატარებელთა კონცენტრაციისა და ძვრადობის ტემპერატურული დამოკიდებულებები კრისტალების ჩქარი ნეიტრონების დიდი დოზით ($\Phi = 2 \cdot 10^{18}$ ნ/სმ²) და აგრეთვე 50 MeV და 3 MeV ენერგიების მქონე ელექტრონებით დასხივებამდე და დასხივების შემდეგ განსაზღვრულ იქნა დეფექტოწარმოქმნის მექანიზმები. გამოვლინდა წერტილოვანი და მოუწესრიგებელი უბნების როლი რადიაციულ პროცესებში. დადგინდა იქნა მუხტის მატარებელთა გაბნევის მექანიზმები წერტილოვან დეფექტებზე და მოუწესრიგებელ არეებზე. მიღწეულია თანხვედრა ექსპერიმენტულ და თეორიულ გამოთვლებს შორის.

PREPARATION AND INVESTIGATION OF ELECTRICAL PROPERTIES OF INDIUM PHOSPHIDE, INDIUM ARSENIDE AND THEIR ALLOYS, BEFORE AND AFTER IRRADIATION WITH FAST NEUTRONS AND ELECTRONS

Bela Kvirkvelia^{1,2,3}, Nodar Kekelidze^{1,2,3}, Elza Khutsishvili¹, David Kekelidze³,
Lali Nadiradze², Irina Ambokadze³

¹ *Ferdinand Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science, Tbilisi 0160, Georgia*

² *Georgian Technical University, Tbilisi 0171, Georgia*

³ *Iv.Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi 0179, Georgia*

SUMMARY

The crystals of $\text{InP}_x\text{As}_{1-x}$ solid solutions and their components were prepared using of modified method of zone melting. The homogeneity of the alloys has been strictly controlled under micro X-ray spectroscopy analyze, as well as using of the electric and optic methods. The crystals' doping have been made through donor and acceptor impurities, in the wide concentration intervals ($1 \cdot 10^{16}$ - $2 \cdot 10^{19}$) cm^{-3} . The temperature dependence of electrical conductivity, concentration and charge carriers mobility have been measured and analyzed in the samples before and after irradiation with great fluence ($\Phi=2 \cdot 10^{18}$ n/cm²) of fast neutrons and - with 50MeV and 3MeV electrons. The mechanisms of defect formation have been identified. The role of point-type defects and disorder regions in the radiation processes has been revealed. The scattering mechanisms of charge carriers' on point defects and disordered areas have been identified. Coincidence between experimental data and theoretical calculations has been reached.

პოლიეთილენტერეფტალატის მექანოქიმიური დესტრუქციის შესწავლა

ავთანდილ ფორჩხიძე

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

შესწავლილია პოლიეთილენტერეფტალატის მექანოქიმიური დესტრუქცია მასზე ტუტეების ხსნარების და მექანიკური დაძაბულობის ერთდროული ზემოქმედების პირობებში. გარკვეულია აგრეთვე, როგორ გავლენას ახდენს დაძაბულობა პოლიმერული მასალის ზედაპირზე მიმდინარე დესტრუქციის კონსტანტაზე გავლენას დროს. ნაჩვენებია, რომ მექანიკური ზემოქმედება არ ახდენს გავლენას პოლიმერის ზედაპირზე მიმდინარე დესტრუქციის პროცესის კინეტიკურ პარამეტრებზე.

პოლიმერების დამუშავებისას აგრესიული არეებით, კერძოდ ტუტეებით, მათზე მექანიკური დაძაბულობის ერთდროული ზემოქმედებისას ადგილი აქვს რთულ ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესს, რომელიც მეტწილად პოლიმერის მექანოქიმიური დესტრუქციით მთავრდება [1-3].

პოლიმერის ნიმუში ტუტე გარემოში დამუშავების შემდეგ მუდმივად იმყოფებოდა დაძაბულობის ქვეშ, მიმდინარეობდა დეფორმაციის დროზე დამოკიდებულების ჩაწერა, ამასთანავე დაძაბულობა ექსპერიმენტიდან ექსპერიმენტამდე იზრდებოდა 10 მპა-ით. შედეგად განისაზღვრებოდა დაძაბულობა, რომლის დროს ადგილი ჰქონდა ნიმუშის სწრაფ (< 2წთ) დაშლას.

პოლიეთილენტერეფტალატის აპკების დამშლელი დატვირთვის დამოკიდებულება ტუტით დამუშავების დროის, ტემპერატურის და არეს თერმოდინამიკური პარამეტრებისგან მოცემულია ცხრილში

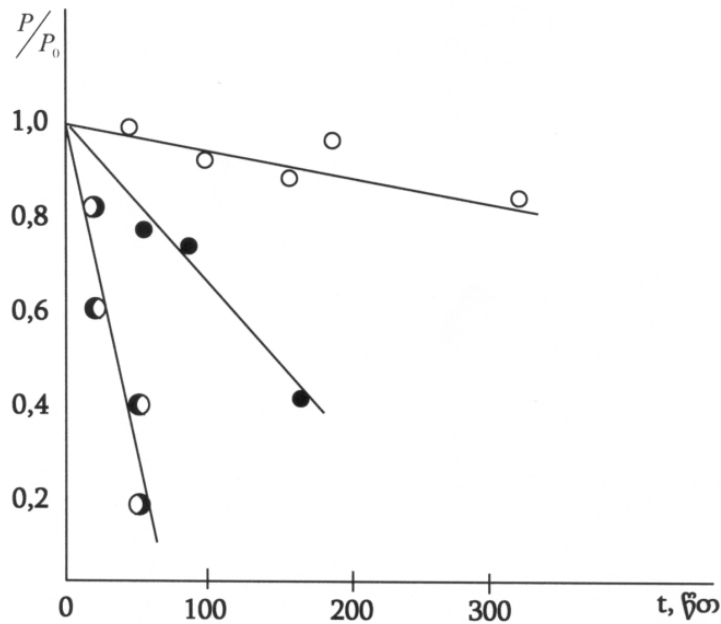
1. ამავე ცხრილში მოცემულია $\frac{\sigma^0}{\sigma_0^0}$ მნიშვნელობები, რომლებიც გამოთვლილია განტოლებით:

$$\frac{\sigma^0}{\sigma_0^0} = \frac{P}{P_0} \cdot \frac{1}{1 - \frac{A \exp(-\frac{E_0}{RT}) a_{H_2O} b_0 t}{\ell_0 \rho}}$$

ცხრილი 1. პოლიეთილენტერეფტალატის აპკების სიმტკიცის დამოკიდებულება NaOH-ის ხსნარით დამუშავების დროის ტემპერატურის და არეს თერმოდინამიკური პარამეტრებისგან

t, წთ	T, °C	b ₀ , (%)	α _{H2O}	$\frac{P}{P_0}$	$\frac{\sigma^0}{\sigma_0^0}$
60	95	1	0,93	1,00	1,00
		2		1,00	1,00
		4		0,93	0,97
		6		0,84	0,94
		8		0,74	0,92
		2,6(10)		0,62	0,91
		6,3 (15)		0,17	0,94
60	100	1,6		0,90	0,96
	110			0,38	1,02
	120			0,73	1,04
	130			0,36	0,93

σ-ს მნიშვნელობები პრაქტიკულად ერთნაირია და არაა დამოკიდებული აპკების ტუტეში დამუშავების დროსა და პირობებზე. დამშლელი დატვირთვის მნიშვნელობა მცირდება ტუტესთან კონტაქტის დროის შემცირებით ნახ.1.



ნახ. 1. პოლიეთილენტერეფტალატის აკეების სიმტკიცის ცვლილებების დამოკიდებულება NaOH – ის ხსნარებში დამუშავების დროისაგან:

○1) T=70 °C, 5% NaOH; ●2) T=100 °C, 5% NaOH;

○3) T=100 °C, 5% NaOH.

დესტრუქციის მიმდინარეობისას პოლიმერული აკეების ზედაპირი ხდება ხორკლიანი და წარმოიქმნება მცირე სიდიდის უსწორმასწორო უბნები სიღრმით 1 მკმ. ასეთი ხორკლიანობის გავლენა პოლიმერების ზედაპირზე ან არის უმნიშვნელო, ან იცვლება იგივე კანონის მიხედვით, როგორც პოლიმერული აკეების სიმტკიცე არახორკლიანი ზედაპირით.

[1]–ში ნაჩვენებია იყო, რომ მიკროსკოპიული დეფექტები სიღრმით 5 მკმ–მდე პრაქტიკულად არ ახდენდნენ გავლენას ორიენტირებული პოლიკაპროამიდის სიმტკიცეზე, ასე, რომ ჩვენს მიერ მიღებული შედეგი არ წარმოადგენს მოულოდნელობას.

პოლიმერული მასალების ხანმედეგობის და სიმტკიცის განსაზღვრისას ერთდროულად ფიქსირდებოდა ქიმიური დესტრუქციის სიჩქარე. უპირველეს ყოვლისა გასარკვევი იყო, ქიმიური დესტრუქცია მიმდინარეობს პოლიმერის მხოლოდ ზედაპირზე თუ ნიშუშის გაჭიმვისას ტუტე სორბირებული იქნება პოლიმერის მიერ, რაც გამოიწვევს ქიმიურად არამდგრადი კავშირების გაწყვეტას პოლიმერული ნაკეთობის რომელიმე სარეაქციო ზონაში.

ტუტე გარემოში პოლიმერული მასალის დაშლის შემდეგ პოლიეთილენტერეფტალატის მოლეკულური მასის განსაზღვრისათვის სპეციალურად ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ მოლეკულური მასა პრაქტიკულად არ მცირდება. ამგვარად, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ დესტრუქციის რეაქციის მიმდინარეობის მიუხედავად რომელიმე რეაქციულ ზონაში, პოლიმერული აკის უმეტეს ნაწილში ადგილი არ აქვს ქიმიური კავშირების გაწყვეტას.

საინტერესო იყო აგრეთვე, როგორ გავლენას ახდენს დაძაბულობა პოლიმერული მასალის ზედაპირზე მიმდინარე დესტრუქციის სიჩქარის კონსტანტაზე გაჭიმვის დროს. ექსპერიმენტები ტარდებოდა შემდეგნაირად. დასაწყისში დესტრუქციის გამოკვლევა მიმდინარეობდა მექანიკური დაძაბულობის გარეშე, შემდეგ ნიშუში იმყოფებოდა გაჭიმულ მდგომარეობაში და დესტრუქციის სიჩქარე განისაზღვრებოდა მუდმივი დაძაბულობის პირობებში. დესტრუქციის სიჩქარის გამოთვლილი კონსტანტები მოცემულია ცხრილში 2.

ცხრილი 2. დესტრუქციის სიჩქარის კონსტანტები

КОН, % მასის მიხედვით	T, °C	σ, მპა	K _s , გ/სმ ² .წთ
2,2	25	-	6,3 · 10 ⁻⁹
2,2	25	100	6,1 · 10 ⁻⁹
8,2	25	-	2,5 · 10 ⁻⁸
8,2	25	100	2,7 · 10 ⁻⁸
8,2	66	-	8,6 · 10 ⁻⁷
8,2	66	100	8,3 · 10 ⁻⁷

მე-2 ცხრილში მოტანილი მონაცემები აჩვენებენ, რომ K_s-ის მნიშვნელობები პრაქტიკულად ერთნაირია მექანიკური დაძაბულობის ყოფნის და არყოფნის დროს. მაშასადამე მექანიკური ზემოქმედება არ ახდენს გავლენას პოლიმერის ზედაპირზე მიმდინარე დესტრუქციის პროცესის კინეტიკურ პარამეტრებზე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Берштейн В.А. и др. Дефектность поверхностного слоя и прочность ориентированного полиамида. Высокомолек. соед. 1978. Т.А. 20. с. 579.
2. Корсуков В.Е. и др. Долговечность полимеров при малых нагрузках. Физика твердого тела. 1979. т.21. с. 35.
3. Журков С.И., Корсуков В.Е. Атомный механизм разрушения полимеров под нагрузкой. Физика твердого тела. 1979. ч. 15. с. 271.

THE STUDYING OF THE POLYETHYLENTEREPTELAT'S DESTRUCTION

Avtandil Porchkhidze
A.Tsereteli State University

SUMMARY

Is studied the polyethylentereptalat's mechanical-chemical destruction both on alkaline solutoions and mechanical tension's simultaneus influencial conditions. Is clear, how the tension destruction constant stretching. Is showed that mechanical impact doesn't influence on destruction process of kinetic parameters on the polyethylen's surface.

ИЗУЧЕНИЕ ХЕМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

А. Порчхидзе
Государственный университет Акакия Церетели

РЕЗЮМЕ

Изучена хемомеханическая деструкция полиэтилентерефталата в условиях одновременного воздействия растворами щелочей и механического напряжения. Исследована как влияет напряжение на константу деструкции протекающей с поверхности полимера при растяжении. Показано, что механическое поле не влияет на кинетические параметры процесса деструкции, происходящего на поверхности полимера.

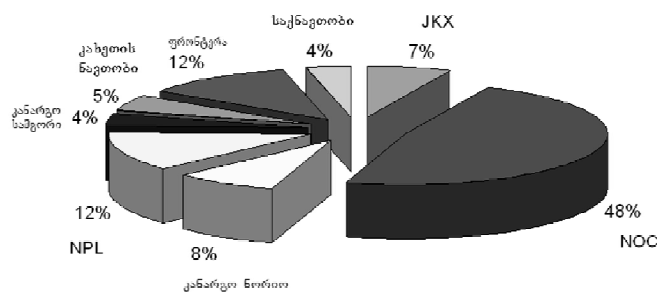
ნორიოს ახალი ჭაბურღილების ნავთობების შესწავლა

ნათელა ხეცურიანი, ესმა უშარაული, ქეთევან გოდერძიშვილი, ელზა თოფურია, მადლენა ჩხაიძე

თსუ, პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

შესწავლილია ნორიოს ახალი ჭაბურღილების ნავთობების გეოქიმიური მახასიათებლები. მათი შედარებით ნორიოს ადრე შესწავლილი სხვა ჭაბურღილების ნავთობების მახასიათებლებთან ნაჩვენებია, რომ ახალი ნავთობები მკვეთრად განსხვავდებიან ძველი ნავთობებისგან დაბალმდულარე ფრაქციების მაღალი გამოსავლით და ფისოვან-ასფალტენური ნაერთების დაბალი შემცველობით. დანარჩენი მახასიათებლებით ისინი ემსგავსებიან ერთმანეთს და წარმოადგენენ დაბალპარაფინულ, მცირეგოვირდიან ნაფტენო-არომატული ტიპის ნავთობებს.

ქვეყნის ეკონომიკურ სიძლიერეს მის ტერიტორიაზე არსებული წიაღისეულის მარაგები განსაზღვრავს, თუმცა ეკონომიკის მთავარ ენერგომატარებელ რესურსს მაინც ნავთობი და გაზი წარმოადგენს. საქართველოში ნავთობის საბადოების აღმოჩენა და მოხმარება XIX საუკუნეში დაიწყო, მაგრამ მისი რეგულარული ძიება და მოპოვება XX საუკუნის 30-იან წლებს უკავშირდება და ახლაც გრძელდება. დღეისათვის საქართველოს ტერიტორია სალიცენზიო ბლოკებადაა დაყოფილი, სადაც ნავთობის ძიებასა და მოპოვებას საერთაშორისო ტენდერებით შერჩეული ინვესტორი კომპანიები ახორციელებენ. მათ სახელმწიფოსთან პროლუქციის წილობრივი განაწილების ხელშეკრულება აქვთ გაფორმებული და საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაცია (ანუ ნავთობის ეროვნული კომპანია) უწევს პარტნიორობას ოპერაციების დაგეგმვაში და აწარმოებს ინვესტორი კომპანიების საქმიანობის მონიტორინგს და კონტროლს. ამჟამად საქართველოში ნავთობის მომპოვებელი საქმიანობით ხუთი კომპანიაა დაკავებული: “ბლექ ოილ ენდ გეზი”, “ჯინდალ ოილ პეტროლეუმ (ჯორჯია) ლიმიტედი”, “ფრონტერა რისორსიზ ჯორჯია”, “ჯორჯია ოილ ენდ გეზი” და “ვიპი ჯორჯია”, ხოლო დანარჩენი შვიდი ინვესტორი კომპანია- “სტრეიტ ოილ ენდ გეზი”, “ელენილტო”, “ნავთობის საერთაშორისო კონსორციუმი”, “მარექსინი”, “სტრეტ(აჭარა)”, “ტრანს ატლანტიკი”. “საქართველოს ნავთობის კონსორციუმი” აწარმოებს მხოლოდ ნავთობის ძებნა-ძიებით სამუშაოებს. სურათზე 1 წარმოდგენილია საქართველოში ამჟამად მოქმედი კომპანიების მიერ ნავთობის მოპოვების სქემა [1].



წარმოდგენილი სამუშაოს მიზანს ნორიოს ახალი ჭაბურღილების ნავთობების კვლევა წარმოადგენდა. აღნიშნული საბადო კახეთის ქედის სამხრეთ წინამთასთან მდებარეობს, თბილისიდან 30-35 კმ-ის დაშორებით, ჩრდილოეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით. ამ საბადოდან 15-30 კმ-ზე გადის თბილისი-ბაქოს სარკინიგზო მაგისტრალი და შესაბამისად ბაქო-სუფსის ნავთობის მილსადენი. ნორიოს საბადო განლაგებულია ნორიო-საცხენისის ანტიკლინის ჩრდილოეთ ფრთაში, შედგება მაიკოპისა და შუა და ზედა მიოცენის ნალექებისაგან. საბადოს მდებარეობა ნაჩვენებია 1 სურათზე.



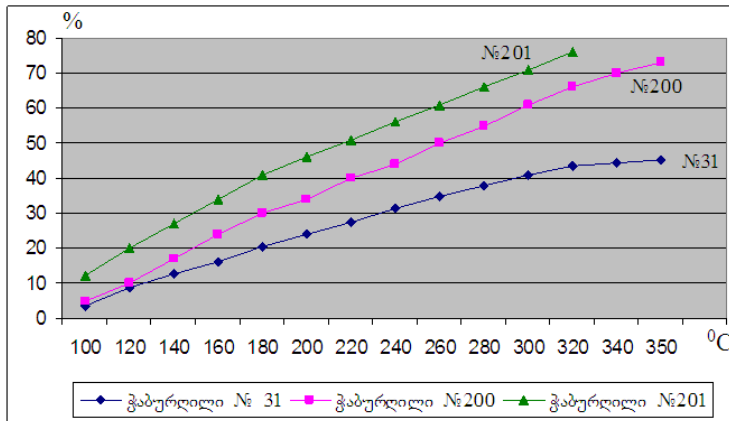
ნორის საბადოს ადგილმდებარეობა

ნორის საბადოების გაბურღვა XX საუკუნის 30-იან წლებში, ხოლო ნავთობის შესწავლა 40-იან წლებში დაიწყო და გარკვეული შუალედებით დღემდე გრძელდება. ნორის საბადო ადგილობრივი მნიშვნელობის საბადოებს მიეკუთვნება. სხვადასხვა ჭაბურღილების და შერეული ნავთობების კვლევამ აჩვენა [2], რომ სიმკვრივის მიხედვით ნორიში გვხვდება როგორც მსუბუქი ($<0,84$), ისე საშუალო ($0,84-0,88$) და მძიმე ($0,88-0,99$) ნავთობები, რაც ნაწილობრივ დასტურდება ცხრილში 1 მოყვანილი მასალებით, რომელშიც წარმოდგენილია როგორც ძველი (№ 31) [3], ისე ახალი ჭაბურღილების (200, 201) ნავთობების კვლევის შედეგები.

ცხრილი 1. ნორის ნავთობების ფიზიკურ-მასხასიათებლები

მასხასიათებლები	ჭაბურღილი №200	ბურღილი №201	ბურღილი №31
სიმკვრივე 20 ⁰ C-ზე, კგ/მ ³	823,5	801,9	892,4
სიმკვრივე 15 ⁰ C-ზე, კგ/მ ³	847,4	820,0	895,6
ხვედრითი წონა, ⁰ API	35,4	41,55	26,5
კინემატიკური სიბლანტე 20 ⁰ C, სსტ	1,42	1,32	6,0
გაყინვის ტემპერატურა, ⁰ C	-65	-72	-50
ნაცრიანობა, %	0,009	0,0075	0,032
თანაფარდობა V/Ni	< 1	< 1	< 1
მჟავიანობა მგ KOH 1კ ნავთობზე	2,1	1,52	3,0
მჟაური რიცხვი	0,98	0,068	1,60
ასფალტენები, %	0,33	0,328	1,22
ფისები, %	2,2	0,95	8,58
კოქსვადობა, %	0,730	0,580	3,93
მექანიკური მინარევები, %	0,11	0,078	0,26
წყალი, %	0,03	0,03	-
პარაფინები, %	0,34	0,28	0,82
გოგირდი, %	0,065	0,056	0,23
მერკაპტანული გოგირდი, %	0,0015	-	-
მარილების შემცველობა, %	0,6	0,5	-
ნათელი ფრაქციების გამოსავალი, %			
200 ⁰ C - მდე	34	46	17,74
350 ⁰ C - მდე	73	76	53,05

ნორიოს ნავთობების გამოხდის მრუდები გრაფიკულად ასახულია ნახაზზე 3.



ნახაზი 3. ნორიოს ნავთობის გამოხდის მრუდები

შესწავლილია ნორიოს ახალი ჭაბურღილების ნავთობების გეოქიმიური მახასიათებლები და შედარებულია ადრე შესწავლილ ნორიოს სხვადასხვა ჭაბურღილების ნავთობების მახასიათებლებთან. ცხრილში 2 წარმოდგენილია კვლევის შედეგები.

ცხრილი 2. ნორიოს საბადოს ჭაბურღილების გეოქიმიური მახასიათებლები

ჭაბურღილის №	პერფორაციის სიღრმე, მ	სიმკვრივე, კგ/მ ³	სიბლანტე	შემცველობა, %				ტემპერატურა, °C	
				ნაცრიანობა,	ფისები	აასფალტენები	გოგირდის	გაყინვის	აფეთქების
5	515-519	904,6	3,35	0,020	16,0	4,2	0,06	-18	-8
7	333-382	849,3	1,35	0,018	2,5	2,0	0,15	-18	-8
10	344-362	838,8	2,42	0,019	8,96	3,06	0,18	-25	-10
13	360-366	903,5	2,89	0,03	8,4	3,8	0,12	-20	+17
15	598-601	829,1	1,15	0,018	14,0	2,8	0,14	-38	-9
19	432-434	880,1	1,93	0,05	7,8	3,45	0,011	-28	-9
22	786	885,1	2,01	0,055	8,15	3,08	0,015	-30	+13
23	828-837	875,4	1,87	0,052	8,62	3,095	0,016	-32	-9
30	463-468	0,8306	1,21	0,048	6,88	2,76	0,0139	-20	+13
37	1150-1164	928,4	3,68	0,020	17,0	3,2	0,15	-18	-6
36	1400	924,1	3,28	0,020	18,0	3,05	0,15	-20	-5
31	1055-1184	892,4	2,98	0,019	15,9	2,4	0,2	-20	-9
57	1074	925,1	3,06	0,029	18,5	2,64	0,2	-18	-8
61	1114-1135	896,2	2,78	0,058	15,4	1,8	0,2	-22	-9
200	1200	823,5	3,24	0,061	2,2	0,33	0,18	-23	-15
201	840	801,9	3,00	0,008	0,95	0,328	0,15	-27	-18

ძველი ნავთობები ფისოვან ნავთობებს მიეკუთვნებიან, ვინაიდან მათში ფისების რაოდენობა 20-ზე მაღალია და ხასიათდებიან პარაფინების და გოგირდის მცირე შემცველობით. მსუბუქი ფრაქციების გამოსავლის მიხედვით ძველი ნავთობები მსუბუქი ფრაქციების საშუალო შემცველობის მქონე ნავთობები [2]. ქიმიური ბუნების მიხედვით ნორიოს ნავთობები ძირითადად ნაფტენო-არომატული ტიპის ნავთობებს მიეკუთვნება. ამ მხრივ გამოირჩევა 31-ე ჭაბურღილის ნავთობი, რომელშიც არომატული ნახშირწყალბადები განსაკუთრებით დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი, რის გამოც ამ ნავთობის საფუძველზე განხორციელდა ლითონთა დეფექტოსკოპიისათვის საჭირო ლუმინოფორის “ნორიოლის” წარმოება [4]. ნორიოს ახალი ჭაბურღილების (№№ 200 და 201) ნავთობების შესწავლამ აჩვენა, რომ ძველი ჭაბურღილების ნავთობებისგან განსხვავებით, ისინი დაბალი სიმკვრივით და დაბალმდულარე

ფრაქციების მაღალი გამოსავლით მსუბუქ ნავთობებს მიეკუთვნებიან. ძალიან დაბალია აგრეთვე ამ ნავთობებში ფისების, ასფალტენების, პარაფინების და გოგირდის შემცველობა და ძველი ნავთობების მსგავსად დაბალპარაფინულ და დაბალგოგირდიან ნავთობებს წარმოადგენენ.

საკვლევ ობიექტებში მიკროელემენტების განაწილების კვლევამ აჩვენა, რომ ნორიოს ნავთობების ახალი ჭაბურღილების ნავთობში დაფიქსირებულია საქართველოს ნავთობებისათვის ცნობილი ყველა ელემენტი (ცხრილი 3) და თანაფარდობაც $V/Ni < 1$, რაც საერთოდ საქართველოს მესამეული ნავთობებისათვისაა დამახასიათებელი.

ცხრილი 3. ნორიოს ნავთობებში მიკროელემენტების რაოდენობრივი შემცველობა

ჭაბურღილი	მიკროელემენტების რაოდენობრივი შემცველობა, %													V/Ni
	V	Fe	Ni	Cr	Co	Mo	Cu	Pb	Sn	Zn	Sr	Ba	Ti	
27	0,15	10,7	0,6	0,02	0,02	კვ.	0,26	0,02	0,012	0,6	0,2	0,45	0,17	0,26
31	0,20	7,5	10	0,10	0,03	0,005	0,14	0,02	0,008	0,4	1,0	0,40	0,25	0,40
36	0,26	11,7	0,9	0,25	0,05	0,002	0,25	-	0,02	0,55	0,25	0,45	0,25	0,29
57	0,40	9,0	1,0	0,02	0,04	0,007	0,24	0,02	0,011	0,3	1,4	1,0	0,22	0,66
61	0,18	8,6	2,0	0,027	0,035	0,006	0,16	0,026	0,017	0,30	0,40	0,30	0,23	0,09
200+ 201	0,26	7,8	0,8	0,03	0,035	0,006	0,16	0,02	0,012	0,45	1,1	0,88	0,18	0,25

ამრიგად, ნორიოს ახალი ჭაბურღილების ნავთობების კვლევით ნაჩვენებია, რომ ნორიოს ახალი ჭაბურღილების ნავთობები გეოქიმიური მახასიათებლებით და გოგირდის და პარაფინების მცირე შემცველობით ემსგავსებიან ძველ ნავთობებს, მაგრამ მკვეთრად განსხვავდებიან მათგან მსუბუქი ფრაქციების მაღალი გამოსავლით და ფისოვან-ასფალტენური ნაერთების დაბალი შემცველობით.

ლიტერატურა — REFERENCES— ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.gogc.ge/ge/oil-production>
2. Меликадзе Л.Д., Камладзе Т., Бекаури Н.Г. Труды института химии им. П.Г. Меликишвили, т. X, изд-ство АН ГССР, Тбилиси, 1951, с. 25–39.
3. Гвенцадзе Э.П., Бусел П.П. Известия АН ГССР, сер. Химическая, Тбилиси, 1978, т.4, № 1, с. 66–75.
4. Авт.свид. Меликадзе Л.Д., Занес Б.К., Манджгаладзе И.Г. Проявитель дефектов в люминесцентной и цветной дефектоскопии, № 212599. Открытия, изобретения, товарные знаки. 1968, №9, с.99

INVESTIGATION OF CRUDE OILS FROM NEW WELLS OF NORIO

Natela Khetsuriani, Esma Usharauli, Ketevan Goderzishvili, Elza Topuria, Madlena Chkhaidze
TSU, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry

SUMMARY

The geochemical characteristics of new wells of Norio crude oil had been studied. Comparing these characteristics with characteristics of Norio crude oils from the other previously studied wells had shown that new oils are quite different from the old ones by high yield of low-boiling fractions and low content of tar-asphaltenic compounds. Their other characteristics are the same. So they belong to naphthene-aromatic type oils with low paraffin and low sulfur content.

ИЗУЧЕНИЕ НЕФТЕЙ ИЗ НОВЫХ СКВАЖИН НОРИО

Н.Т.Хецуриани, Э.А.Ушараули, К.Г.Годердзишвили, Э.Н.Топурия, М.Н.Чхаидзе
ТГУ, Институт физической и органической химии им. Пётре Меликишвили

РЕЗЮМЕ

Изучены геохимические характеристики новых скважин норийской нефти. Их сравнением с характеристиками изученных ранее нефтей из других скважин месторождения Норий показано, что новые нефти резко отличаются от старых нефтей высоким выходом низкокипящих фракций и низким содержанием смолисто-асфальтеновых соединений. Остальные характеристики этих нефтей похожи. Таким образом, эти нефти являются низкопарафинистыми, малосернистыми нефтями, нафтеноароматического типа.

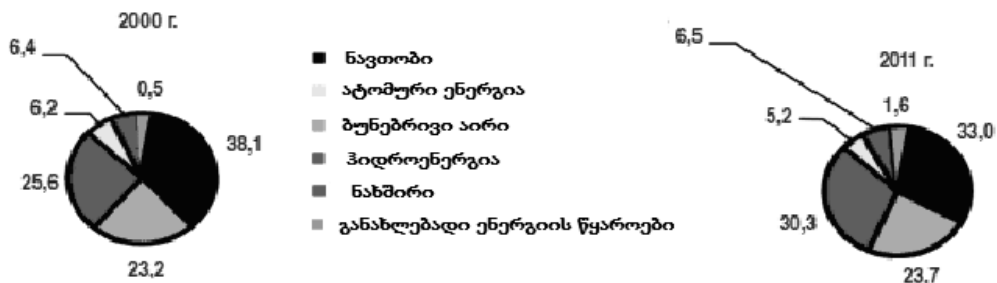
ნავთობისა და გაზის როლი მსოფლიო ენერგეტიკაში 2013 წლისთვის

ნათელა ხეცურიანი, ესმა უშარაული, ირინე მჭედლიშვილი, გოჩა შავგულიძე, თამარ შატაკიშვილი, ვლადიმერ ციციშვილი

თსუ, პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

შრომაში წარმოდგენილი მასალა ეხება მსოფლიო ენერგეტიკულ ბაზარზე შექმნილ მდგომარეობას 2013 წლისთვის და 2010-2012 წლებში ამ სფეროში განვითარებულ მოვლენებს. განხილულია მსოფლიო ენერგეტიკული ბაზრის ძირითადი მაჩვენებლები – გეოპოლიტიკური ფაქტორების გავლენა, ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენება, ენერგორესურსების გლობალური წარმოება და ა.შ.

ენერგეტიკული დანიშნულების წიაღისეული რესურსიდან გამოყენების მხრივ ნავთობი ყველაზე უფრო უნივერსალურია. მისი ფაქტორი განუზომლად დიდია ქვეყნის ეკონომიური განვითარებისთვის. ინდუსტრიული გიგანტების მშენებლობა, სოფლის მეურნეობის მექანიზაცია, საავიაციო და საავტომობილო მრეწველობის განვითარება, ქიმიური მრეწველობა, მოსახლეობის მატერიალური და კულტურული კეთილდღეობა, ქვეყნის სამხედრო ძლიერება და უსაფრთხოება და ა.შ, წარმოუდგენელია ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გამოყენების გარეშე. მსოფლიო ეკონომიკაში ნავთობი დღესაც რჩება მთავარ ენერგომატარებელ რესურსად, რომელიც უზრუნველყოს მსოფლიო მოთხოვნების 1/3-ს. ნახშირების მსოფლიო მარაგების მოცულობა იგივე დარჩა, თუმცა მათი მოხმარების გათვლილი პერიოდი შემცირდა 112 წლამდე, აღნიშნული ენერგომატარებლის მსოფლიო წლიური ხარჯვის გაზრდის გამო. ტრადიციული საწვავის მსოფლიო ენერგომომხმარების სტრუქტურა და დინამიკა 2000-2011 წლებში წარმოდგენილია ნახაზზე 1 და ცხრილში 1 [1].



ნახ. 1 ტრადიციული საწვავის მსოფლიო ენერგომომხმარების სტრუქტურა 2000-2011 წლებში.

ცხრილი 1. ენერგორესურსების მოხმარების მსოფლიო სტრუქტურა და დინამიკა

ტრადიციული ენერგორესურსები	წლები				წლიური ზრდის საშუალო ტემპები, %		
	2000	2005	2010	2011	2000-2005წწ.	2005-2010წწ.	2010-2011წწ.
ენერგომომხმარება მლნ ტ	9382	10755	11978	12275	2,9	2,3	2,5
ნავთობი	3572	3902	4032	4059	1,8	0,7	0,7
გაზი	2176	2498	2843	2906	3,0	2,8	2,3
ნახშირი	2400	2982	3532	3724	4,9	3,7	5,4
ატომური ენერჯია	584	625	626	599	1,4	0	-4,3
ჰიდროენერჯია	599	622	779	792	2,1	3,5	1,7
განახლებადი ენერჯია ²⁾	51	84	166	195	12,9	19,5	17,5

ენერგორესურსების მოხმარებისა და წარმოების მასშტაბებით მსოფლიოში სამი უდიდესი სახელმწიფო გამოირჩევა – ჩინეთი, ამერიკის შეერთებული შტატები (აშშ) და რუსეთი, აგრეთვე გაერთიანებული ევროპა, რომელიც ევროკავშირის ჩარჩოებში თავის ენერგეტიკულ პოლიტიკას შეთანხმების გზით განსაზღვრავს.

ჩინეთის ეკონომიკამ ბოლო ათწლეულში ორნახევარჯერ გაზარდა ენერგეტიკული რესურსების გამოქუთავება და მოხმარება. 2005 წლის ენერგორესურსების წარმოებით მან მსოფლიო ლიდერის სახელი დაიმკვიდრა. ამ მოვლენებმა აჩვენა, რომ ჩინეთის განვითარების ეროვნულმა მოდელმა დაადასტურა თავისი სიცოცხლისუნარიანობა, შეათავსა რა მცირე ბიზნესის მოქნილობის უპირატესობა სახელმწიფო სექტორის ძლიერებასთან. ჩინეთში 10 წლის განმავლობაში 3,5-ჯერ გაიზარდა ნახშირის მოპოვება და მსოფლიო მოცულობის 49,5%-ს მიაღწია. ასევე 3-ჯერ გაიზარდა ჰიდროელექტროენერჯის გამოქუთავება და ამ მხრივ ბევრად გაუსწრო ბრაზილიას, აშშ-ს და კანადას. საგულისხმოა, რომ ენერჯის განახლებადი წყაროების მაღალტექნოლოგიურ წარმოებაში დაბანდებული კაპიტალის მხრივ, ჩინეთი შევიდა ლიდერების სამეულში აშშ-ს და გერმანიის შემდეგ (მსოფლიო წარმოების 1/10). ჩინეთში გათვალისწინებულია ენერჯის განახლებადი წყაროების წილის გაზრდა 11,4%-მდე, იგეგმება აგრეთვე რამდენიმე ათეული ჰიდროელექტროსადგურის ექსპლოატაცია ჯამური სიმძლავრით 120 გიგაბატი, ქარის დანადგარების 70 გიგაბატი და მზის ბატარეების 51 გიგაბატი [2].

ამერიკის შეერთებული შტატები წლების განმავლობაში პირველადი ენერჯის მასშტაბური და შედარებით სტაბილური მომხმარებელი იყო. ახალი ეროვნული რესურსების (გაზი) აქტიური ათვისების წყალობით, უკანასკნელი 5 წლის განმავლობაში ქვეყნის თვითუზრუნველყოფა გაიზარდა 11%-ით, ხოლო მოთხოვნები ენერჯის შიგა წყაროებზე 720მლნ ტონიდან 460 მლნ ტონამდე შემცირდა. ქვეყნის მთავრობას მომავალშიც დაგეგმილი აქვს წიაღისეული საწვავის იმპორტის შემცირება.

მსოფლიოში ენერგორესურსების მწარმოებელი, მომხმარებელი და ექსპორტიორი მესამე ქვეყანა რუსეთი იყო. გასული საუკუნის 90-იანი წლებიდან დაიწყო ექსპორტის გაზრდა და ბოლო 10 წლის განმავლობაში, ნავთობის, გაზის და ქვანახშირის საწვავის ექსპორტის მიხედვით, ყველაზე მსხვილი მიმწოდებელი გახდა.

“British Petroleum” –ის მონაცემებით პირველადი ენერჯის გლობალური მოხმარება 2011-2012 წლებში გაიზარდა დაახლოებით 2,5%-ით წელიწადში. ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაზრდის მიზნით მსოფლიოში მიმდინარეობდა ფართო მასშტაბის სამუშაოები ენერჯის არაგანახლებადი წყაროების სფეროში. ამ ძალისხმევის შედეგად მოხდა მძიმე ნავთობის დიდი მარაგების დაფიქსირება კანადის ქვიშრობებში და ვენესუელის წიაღში. გაჩნდა მონაცემები სხვა საბადოების შესახებაც. აღნიშნული ნედლეულის მარაგების რაოდენობის გაზრდამ განაპირობა ნავთობის გლობალური მარაგების არსებითი ზრდა (234მლრდ ტ 2012წ.), რამაც საშუალება მისცა სპეციალისტებს კორექტივები შეეტანათ ნავთობით მსოფლიო ეკონომიკის უზრუნველყოფის ხანგრძლივობაში. 2012 წლის მონაცემების მიხედვით ეს პერიოდი გაიზარდა 54 წლამდე. გარდა ამისა, თურქმენეთში, ჩინეთში და ირანში ბუნებრივი აირის და აშშ ფიქლების გაზის ზრდამ აირის მსოფლიო მარაგები 2012 წლისთვის 202 ტრლ მ³ გაზარდა. მათი მოხმარების ნავარაუდები ვადები გაზარდა 59 წლიდან 64 წლამდე.

გრძელდებოდა გაზრდა აგრეთვე მსოფლიო ენერგობალანსის ხარჯვით ნაწილში ნახშირის წილის ზრდა მისი მოპოვების ხარჯზე [3].

მინერალური ენერგეტიკული ნედლეულის მომწოდებლებიდან მსოფლიო ლიდერად რჩება ახლო აღმოსავლეთის რეგიონი, რომლის წილი მსოფლიო მარაგებში 2011 წელს 48% ნავთობი და 36% გაზი შეადგენდა. აირის მსოფლიო მარაგების 28% მოდის “სამხრეთ ფარს”-ის საბადოზე, რომელიც ირანის და ყატარის ტერიტორიაზე მდებარეობს.

2013 წლისათვის მსოფლიო ეკონომიკაში ნავთობი ისევ რჩებოდა მთავარ ენერგო-მატარებელ რესურსად, რომელიც უზრუნველყოფდა უპირველეს ყოვლისა ტრანსპორტის სექტორს. 21-ე საუკუნეში ნავთობის მსოფლიო მოპოვება მცირე ტემპით იზრდებოდა (წელიწადში <1%-ზე). მეორე ათწლეულში მოპოვების სფეროში ნავარაუდებია ტექნოლოგიური სირთულის და ნავთობპროდუქტების ფინანსური ხარჯების ზრდა.

გაზის წარმოება 2000 წლიდან წელიწადში 2-3%-ით იზრდებოდა, მაგრამ 2011 წელს გაზის ბაზარზე სერიოზული გარდაქმნები მოხდა, რამაც გლობალური ხასიათი მიიღო. გაიზარდა გაზის მსოფლიო წარმოება ძირითადად მოპოვების და ამ ნედლეულის არატრადიციული საბადოების დაქუთავების მკვეთრი (ფიქლების გაზი) გაზრდის ხარჯზე. მნიშვნელოვანია, რომ გაზის მოპოვების გაზრდამ გამოაცოცხლა გაზის ბაზის ინტეგრაცია მილსადენებით ტრანსპორტირებასთან და გააფართოვა

გათხევადებული ბუნებრივი გაზის სექტორი და მისი კონტინენტაშორისი ვაჭრობა. საერთაშორისო ვაჭრობაში 2011 წელს გაზის წილი გაიზარდა 34,7%-ით, ასევე 29 ქვეყანაში აშენდა გათხევადებული ბუნებრივი გაზის ტერმინალები. ცხრილებში 2 და 3 წარმოდგენილია ნავთობის, ნავთობპროდუქტების და გაზის საერთაშორისო მიწოდება 2007-2011წწ.

ცხრილი 2. ნავთობის და ნავთობპროდუქტების საერთაშორისო მიწოდება 2007-2011წწ.

	2007წ.			2011წ.		
	ნავთობი	ნავთობპრო- დუქტები	სულ	ნავთობი	ნავთობპრო- დუქტები	სულ
ექსპორტი	1984	717	2701	1895	791	2686
აშშ	6	63	69	1	122	123
კანადა	93	28	121	112	27	139
მექსიკა	91	7	98	68	6	74
ცენტრალური და სამხრეთ ამერიკა	115	60	175	139	47	186
ევროპა	29	81	110	13	86	99
ყოფილი სსრკ	317	94	411	319	109	428
ახლო და შუა აღმოსავლეთი	860	116	976	879	100	979
ჩრდილოეთი აფრიკა	136	29	165	72	23	95
აღმოსავლეთ აფრიკა	243	6	249	224	7	231
ჩინეთი	4	16	20	2	30	32
ინდოეთი				0	42	42
სინგაპური	1	68	69	1	87	88
სხვა ქვეყნები	44	96	140	34	83	117
იმპორტი	1984	717	2701	1895	791	2686
აშშ	502	170	672	445	115	560
კანადა	49	18	67	27	13	40
ცენტრალური და სამხრეთ ამერიკა	42	37	79	19	63	82
ევროპა	542	147	689	464	132	596
ჩინეთი	163	40	203	253	75	328
ინდოეთი				170	8	178
იაპონია	205	44	249	117	45	222
სინგაპური	51	62	113	55	98	153
სხვა ქვეყნები	358	121	479	224	133	357

2011 წელს მნიშვნელოვანი ცვლილებები მოხდა ბირთვულ ენერგეტიკაში იაპონიის “ფუკუსიმა” ატომურ ელექტროსადგურზე მომხდარი კატასტროფის შედეგად. მან გავლენა იქონია მრავალი სახელმწიფოს ენერგეტიკის ეროვნულ პოლიტიკაზე. გამკაცრდა შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტები იაპონიის ატომური სადგურებისათვის. 2010 წლის ბოლოსთვის ეროვნული ატომური ელექტროსადგურების დატვირთვა შემცირდა 68%-ით, ხოლო 2011 წლის ბოლოსთვის 38%-მდე. 2012 წლის აპრილში იაპონიის 24 რეაქტორიდან 2 დაიკეტა პროფილაქტიკისთვის. ატომური გენერაციის სადგურების შემცირების გამო გაიზარდა გათხევადებული ბუნებრივი აირის იმპორტი (78,5 მლნ.ტ.) აღნიშნული კატასტროფის გათვალისწინებით გერმანიამ 2011 წლის მარტიდან 17-დან 7 ატომური რეაქტორი გათიშა და გადაწყვეტილება მიიღო 2022 წლისთვის დარჩენილი რეაქტორების თანდათანობით გაჩერების შესახებ. 2011 წელს გერმანიაში ატომური ენერჯის გამოუმუშავება შემცირდა 23%-ით, იაპონიაში 44%-ით, მთელს მსოფლიოში 4,3 %-ით [4].

ბოლო წლებში მსოფლიოში სხვა მასშტაბურ ავარიებსაც ჰქონდა ადგილი. პლატფორმა “Deepwater Horizon”-ის ცნობილ კატასტროფას მექსიკის ყურეში (2010წ.), მოყვა არა მარტო

წყალქვეშა ბურღვის აკრძალვა ამ რეგიონში ერთი წლით (ძრავალი პლატფორმის მიერ სამხრეთ ამერიკის და აფრიკის აკვატორიების დატოვება), არამედ ეკოლოგიური მოთხოვნების გამკაცრება და ახალი ტექნოლოგიების დამუშავება პროდუქტის გაჟონვის აღსაკვეთად.

ცხრილი 3. გაზის საერთაშორისო მიწოდება 2007-2011წწ.

	2007წ.			2011წ.		
	მილ-სადენით	გათხვეადე-ბული აირი	სულ	მილ-სადენით	გათხვეადე-ბული აირი	სულ
ექსპორტი	550	228	778	695	331	1025
ნორვეგია	86	0	148	207	4	97
რუსეთი	148	0	148	93	4	97
კანადა	107	0	86	88	0	86
კატარი	1	38	107	19	103	122
ალჟირი	34	25	39	34	17	51
პოლანდია	50	0	59	50	0	50
ინდონეზია	5	28	50	9	29	38
მაღაიზია	2	30	33	0	33	33
აშშ	22	1	23	41	2	43
ავსტრალია	0	20	20	0	26	26
ტრინიდადი და ტობაგო	0	18	18	0	19	19
იმპორტი	550	228	776	695	331	1026
აშშ	109	22	131	88	10	98
გერმანია	84	0	84	84	0	84
იაპონია	0	89	89	0	107	107
იტალია	72	2	74	61	9	70
საფრანგეთი	34	13	47	22	15	47
დიდი ბრიტანეთი	28	1	29	28	25	53
ესპანეთი	11	24	35	13	24	37
კორეა	0	34	34	0	49	49
თურქეთი	31	6	37	36	6	42
რუსეთი	0	0	0	30	0	30
უკრაინა	0	0	0	41	0	41
ბელგია	19	3	22	23	7	30
კანადა	13	0	13	27	3	30
ჩინეთი	-	-	-	14	17	31
ირანი	-	-	-	9	0	9
ნიგერია	-	-	-	35	0	35
თურქმენეთი	-	-	-	35	0	35
ყაზახეთი	-	-	-	12	0	12
ომანი	-	-	-	0	11	11
არაბეთის გაერთიანებული საემიროები	-	-	-	0	8	8
ევკვატე	-	-	-	0	9	9
ლიბია	-	-	-	2	0	2

2012 წლის მარტში, ჩრდილოეთის ზღვაში, პლატფორმა “Engin”(Total) –ზე მოხდა გაზის კიდევ ერთი მასშტაბური გაჟონვა, რომელსაც შეეძლო დიდ აკვატორიაში ეკოსისტემის კოლაპსი. სასწრაფოდ მოხდა პლატფორმის მომსახურე პერსონალის (238 ადამიანი) ევაკუაცია. ევაკუირებულ იქნა ორი

მეზობელი პლატფორმის ეკიპაჟი. ავარიის ადგილი ბრიტანეთის მთავრობამ გაუცხოების ზონად გამოაცხადა, იგი დაიხურა ზღვისა და საჰაერო ტრანსპორტისათვის.

აღსანიშნავია, რომ ზღვის საბადოები ამჟამად უზრუნველყოფს ნავთობის მსოფლიო მოპოვების 35%-ს, თუმცა რუსეთში მხოლოდ 3% მოიპოვება ზღვიდან (სახალინი და კასპიის ზღვის ჩრდილოეთი) რუსეთის პოტენციალური ღრმა წყალქვეშა საბადოები მოდის აქტივულ ზონაზე და მათი ათვისება დიდ სირთულეს წარმოადგენს.

ისიც უნდა აღინიშნოს რომ 2012 წლის ოქტომბერში ურავან “სენდ“-ის აქტივობამ აშშ-ში ნგრევა და ზოგიერთი ნავთობგადამამუშავებელი წარმოების დროებითი გაჩერება გამოიწვია, რამაც თავის მხრივ ბენზინზე ფასის მომატებას შეუწყო ხელი.

გასულ წლებში მსოფლიო ენერგეტიკაზე გეოპოლიტიკურმა ფაქტორებმაც მოახდინეს გავლენა. არაბულ ქვეყანაში პოლიტიკურმა მღელვარებამ გამოიწვია ლიბანის მთავრობის დამხობა და ეროვნული ნავთობის მოპოვების 3-ჯერ შემცირება. სირიაში ანალოგიური შემცირება 13%-ით მოხდა, ნავთობის სექტორში ეგვიპტეშიც პრობლემები გაჩნდა. ნავთობის მსოფლიო ბაზარზე გავითარებული დაძაბულობა გაამძაფრა ორმუხის სრუტის დახურვის საშიშროებამ, რომლითაც ნავთობის საერთაშორისო ნაკადის 40% გადაადგილდებოდა. დასავლეთის სახელმწიფოები ენერგეტიკულ გეოპოლიტიკას სხვადასხვა ფორმით ახორციელებდნენ. ბირთვული ენერგეტიკის შეზღუდვისთვის აშშ და ევროკავშირმა 2011 წლის ბოლოს მიიღო კანონი ირანის ნავთობის ემბარგოს შესახებ. ანალოგიური შეზღუდვები შეეხო იაპონიას, კორეის რესპუბლიკას და ინდოეთსაც. 2012 წლის ბოლოს კი ევროკავშირის კომპანიებმა დაზღვევა შეუწყვიტეს ირანიდან გამავალ ნავთობის ტანკერებს. ირანის ნავთობის 60%-ს აზიის ქვეყნები ითვისებენ, ხოლო 18% მიდიოდა ევროპაში [2].

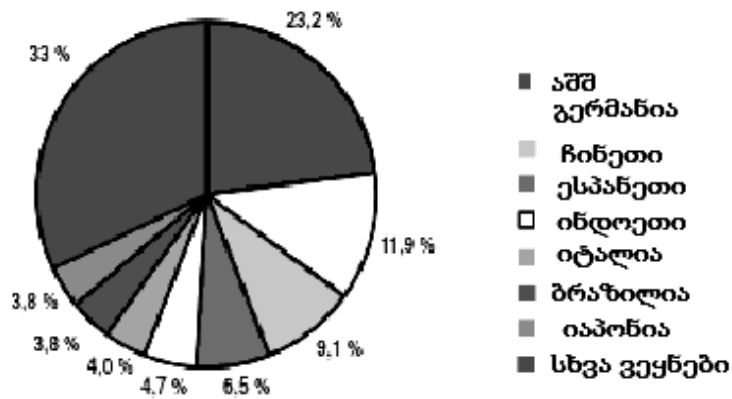
ამ სიტუაციით ისარგებლეს საუდის არაბეთმა, არაბეთის გაერთიანებულმა ემირატებმა, კუვეითმა და ერაყმა, ნავთობის მოპოვება ზღვრულ ნორმამდე გაზარდეს და ბაზარზე წარმოქმნილი ნიშები აითვისეს. ამრიგად ირანის ნავთობის ყიდვის აკრძალვას სხვა ქვეყნების ამუშავება მოყვა.

რაც შეეხება რუსეთს, რომელსაც ნავთობისა და გაზის მოპოვების მხრივ მსოფლიოში პირველი ადგილი ეკავა 2011 წელს მეორე ადგილზე გადაინაცვლა, ხოლო პირელი ადგილი საუდის არაბეთმა დაიკავა (13,2%), გაზზე კი აშშ-მ რომელმაც ფიქლებიდან დაიწყო გაზის წარმოება.

ბუნებრივი ენერგორესურსების გამოყენებასთან ერთად, მსოფლიოში თანდათან დიდ მნიშვნელობას იძენს ქარის, მზის, გეოთერმალური და სხვა სახის ეწ ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენება. ამ სფეროში მიღწეულმა ტექნიკურმა პროგრესმა განაპირობა “მწვანე ენერჯის” წარმოების მაღალი ტემპების განვითარება (წელიწადში 17-19%), თუმცა საწყისი მაღალი მოცულობის კაპიტადაბანდების გამო კომერციული ენერგომომარაგების მხოლოდ 2%-ს უზრუნველყოფს და თავმოყრილია ძირითადად აშშ-ში, გერმანიაში, ჩინეთში და ესპანეთში.

“ენერჯის განახლებადი წყაროების” გამოყენება ასრულებს ლოკომოტივის როლს მსოფლიო ეკონომიკისა და ენერგეტიკის მაღალტექნოლოგიურ განვითარებაში; ხელს უწყობს ეროვნული ეკონომიკის განვითარებას და წარმოადგენს კაპიტადაბანდების მაღალშემოსავლიან საშუალებას; სტიმულს აძლევს ახალი, მაღალკვალიფიციური ადგილების შექმნას; ამცირებს მავნე ნივთიერებებით გარემოს დაბინძურებას; მიმართულია ეროვნული ენერგოსაფრთხოების გაზრდისაკენ; დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ტრადიციული ენერგეტიკული ბაზრებისა და გავლენის სფეროების გადანაწილებასაც. ნახაზზე 2 სქემატურად გამოსახულია განახლებადი ენერჯის წყაროების გლობალური წარმოება [3].

ამრიგად ენერჯის განახლებადი წყაროების სფეროს განვითარებით, სუფთა გენერაციის გაზრდით და წარმოების სხვადასხვა დარგებში ინოვაციის დანერგვით, მოწინავე ქვეყნებში გადაწყდება მთელი რიგი ინოვაციური საკითხები: ნახშირწყალბადებზე მოთხოვნების შემცირება, ენერჯის ეფექტურობის ამაღლება, ტექნოლოგიების ექსპორტი და სამეცნიერო - ტექნიკური პროგრესით კონომიკის შემდგომი ზრდა.



ნახაზი 2. ენერჯის განახლებადი წყაროების გლობალური წარმოება %

ლიტერატურა — REFERENCES — ЛИТЕРАТУРА

1. “BP Statistical Review of World Energy, June 2012”, [Electronic resource] URL: www.bp.com/assets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_report_2012.pdf (addressing date: November 5, 2012).
2. Матвеев И., Иванов А. Мировая энергетика на рубеже второго десятилетия нынешнего века // Energy Fresh. 2011. Сентябрь. С. 37 – 48.
3. Matveev. “Di-coupling” effect & renewable energy // Energy Fresh. 2012. March. Pp. 44 – 49.
4. Митрова Т., Кулагин В. Японский урок // ТЭК. Стратегии развития. 2011. №2. С. 26 – 30.

ROLE OF PETROLEUM AND GAS IN GLOBAL ENERGETICS BY 2013

Natela Khetsuriani, Esma Usharauli, Irine Mchedlishvili, Gocha Shavgulize,
Tamar Shatakishvili, Vladimer Tsitsishvili
TSU, Petre Melikishvili Institute of Physical and organic chemistry

SUMMARY

The presented material concerns the situation in the global energy market by 2013 and phenomena that have developed in this sphere in 2010-2012. The main parameters of the global energy market - the impact of geopolitical factors, the use of reproducible energy sources, global production of energy, etc. are reviewed.

РОЛЬ НЕФТИ И ГАЗА ВО ВСЕМИРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ К 2013 ГОДУ

Н.Т.Хецуриани, Е.А.Ушараули, И.Дж.Мchedlishvili, Г.Г.Шавгулидзе,
Т.Н.Шатакишвили, В.Г.Цицишвили
Институт физической и органической химии П.Г.Меликишвили

РЕЗЮМЕ

Представленный материал касается ситуации на мировом энергетическом рынке к 2013 году и явлений, развившихся в этой области в 2010-2012 годы. Рассмотрены основные показатели мирового энергетического рынка – влияние геополитических факторов, использование воспроизводимых источников энергии, глобальное производство энергоресурсов и т.д.

სამკურნალო ტალახ “ახტალის” შემცველი დისპერსული სისტემების შესაძლო სტაბილიზაციის საკითხისათვის

პ.იავეჩი, ლ.ჭურაძე, მ.კახეთელიძე, მ.გაბელაია

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის იოველ ქუთათელაძის ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტი

ნაშრომში გამოკვლეულია სამკურნალო ტალახ “ახტალის” შემცველი სისტემების სტაბილიზაციის საკითხი. შემუშავებული სისტემა, რომელიც შედგება ფუძისგან, რომელიც, თავის მხრივ, შეიცავს ემულგატორებს და წარმოადგენს ემულსიის ტიპს- ზეთი, წყალი, და მყარი ფაზა – ახტალის სამკურნალო ტალახი (წყალი – კრისტალური სტრუქტურის მარილები – ორგანული ფაზა) ფაქტიურად არის შერეული ტიპის ემულსია, რომელიც მოიცავს როგორც ემულსიურ, ისე სუსპენზიურ ნაწილს. მსგავსი სისტემები არ გამოირჩევა მაღალი სტაბილურობით, მით უმეტეს, რომ აუცილებელია იმ ნაწილის ემულგირებაც, რომელიც წარმოადგენს მყარ ფაზას.

ამასთან დაკავშირებით, განვიხილოთ შესაძლო თეორიული წინაპირობები [1], რომლებიც ფაზათა გამყოფ საზღვარზე თავისუფალი ზედაპირული ენერჯიის ჭარბი მარაგის არსებობის გამო, ფაქტიურად სამმაგი სისტემის ზეთი – წყალი – მყარი ფაზა, სტაბილურობის მიღწევის საშუალებას იძლევა. ემულსიები წარმოადგენს თერმოდინამიკურად არამდგრად სისტემებს. მდგრადი კონცენტრული ემულსიის მისაღებად საჭირო ხდება განსაზღვრული ტიპის ემულგატორების დამატება, რომლებიც ეწინააღმდეგებიან დისპერგირებული სითხის წვეთების ერთმანეთთან შერწყმას, ე.ი. ბუნებრივი ან შედარებით დიდი მოლეკულური მასის მქონე ორგანული ნაერთები, რომელთაც შესწევთ უნარი ემულსიის ორივე ფაზის საზღვარზე შეამცირონ ზედაპირული დაჭიმულობა. ფაზათა საზღვარზე ადსორბირებისას ამცირებენ ზედაპირულ დაჭიმულობას და რაც მთავარია, შემოგარსავენ დისპერგირებული ნივთიერების წვეთებს და ამით ქმნიან დამცავ აკვს. ეს უკანასკნელი, ფლობს რა განსაზღვრულ მექანიკურ სიმტკიცეს, წინააღმდეგობას უწევს მსხვილი ნაწილაკების წარმოქმნას და წვეთების ერთმანეთთან შერწყმას, რაც განაპირობებს ემულსიის მდგრადობას. ზოგადად, ფაზათშორისი ფენა შედგება ერთი მოლეკულური რივისგან, რომელიც თავისი პოლარული ნაწილით მიმართული არის წყლისკენ, ხოლო არაპოლარული ნაწილით – ზეთისკენ. პოლარული ჯგუფები და ნახშირწყალბადოვანი რადიკალები სოლვატირებენ ერთდროულად წყლიანი და ზეთოვანი ფაზებით. ასეთი ადსორბციულ-სოლვატური ფენა ხასიათდება მექანიკური სიმტკიცით. ემულსიის ამა თუ იმ ტიპის წარმოქმნაზე (ზეთი წყალში ან წყალი ზეთში) ემულგატორის მოქმედება აიხსნება იმით, რომ რაც მეტია ზედაპირული დაჭიმულობა, მით მეტი იქნება მოცემული ზედაპირის შემცირებისკენ სწრაფვა. რადგან შემოგარსველი ზედაპირი მეტია, ვიდრე შემოგარსული, ნათელია, რომ, თანაბარ პირობებში, ბუმბუკებში მოგროვდება ის სითხე, რომელიც ცუდად ხსნის და სუსტად ურთიერთქმედებს ემულგატორთან. ზოგადად, ჰიდროფილური ემულგატორი ხელს უწყობს პირდაპირი ემულსიის სტაბილიზაციას, ხოლო ჰიდროფობური ემულგატორი – უკუემულსიის სტაბილიზაციას.

ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით, მექანიკური დისპერგირების პირველ სტადიას წარმოადგენს დისპერგირებული სითხის მსხვილი წვეთების გაშლა, ამასთან, ისინი ღებულობენ ცილინდრის მსგავს ფორმას. მეორე სტადიაზე თხევადი ცილინდრი (ცნობილი ზომებით) ხდება არამდგრადი და იშლება არათანაბარი ზომის წვეთებად. მესამე სტადიაზე წვეთების ნაწილი დისპერგირების პროცესის მიმდინარეობისას გაწელების და მათი თვითნებური დაყოფის შედეგად. კოალესცირებს უფრო დიდი წვეთების არამდგრად, კრიტიკული სიგრძის მქონე ცილინდრებად. ამავე დროს, მცირე ზომის წვეთების ნაწილი სტაბილიზდება სისტემაში არსებული

ემულგატორით. კონცენტრულ და მაღალკონცენტრულ ემულსიებში წვეთების მაღალი დისპერსიულობის ზღვრად, როგორც დადგენილია ითვლება 1 მკ რივის ზომის წვეთები [2].

ემულსიების სტაბილურობის მაკონტროლებელ პარამეტრს წარმოადგენს შინაგან ფაზაში დისპერსიული წვეთების მოძრაობის უნარი. ისინი არ განშრეველება მათი სრული უმოძრაობისას. სტოქსის კანონის [3] მიხედვით:

$$v=2r^2 \times g \times \Delta\rho / 9\mu$$

სადაც, r – წვეთის რადიუსი;

$\Delta\rho$ – ზეთოვანი და წყლიანი ფაზების სიმკვრივეების სხვაობა;

g – გრავიტაციული მუდმივა;

μ – დისპერსიული არის სიბლანტე.

წვეთების მოძრაობის უნარი მცირდება მათი ზომის შემცირებით ან გარემომცველი არის სიბლანტის გაზრდით. ეს ზეთოვანი ფაზის დისპერგირების ხარისხის გასაზრდელად ზედაპირული დაჭიმულობის შემცირების მეორე ფაქტორია,

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ემულსიების სტაბილიზაცია შესაძლებელია: გაყოფის საზღვარზე ფაზათაშორისი დაჭიმულობის შემცირებით, სისტემაში მყარი სხეული – სითხე ფაზათა შორის საზღვარზე ნივთიერებების აგრეგაციითა და სტრუქტურირებით. ემულსიის სტაბილიზაციისათვის გამოიყენება სხვადასხვა რეცეპტურული და ტექნოლოგიური გადაწყვეტა. ერთ-ერთი შესაძლო გადაწყვეტაა ემულგირება ფაზათა ტემპერატურული გარდაქმნით. ჩვენ შემთხვევაში ემულგატორად გამოიყენებულია ემულსიური ცვილი.

სითხოვან-კრისტალური ორმაგი ფენა ფორმირდება შედარებით მაღალ ტემპერატურაზე, ჩვენ შემთხვევაში 50-70⁰C გრადუსზე ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების მიერ დიდი მიცელები იშლება და ხდება სითხოვან-კრისტალური ფაზის ფორმირება, შედარებით დაბალი ზედაპირული დაჭიმულობის დროს უწყვეტად ზეთოვან ფაზასთან წარმოიქმნება უკუემულსია სისტემაში მყარი სხეული – სითხე. ფაზათაშორისი დაჭიმულობა მინიმალური ჰომოგენიზაციის ჩასატარებლად ხდება რაც შეიძლება მაღალი სიბლანტის პირობებში, რამდენადაც ამ დროს იზრდება წანაცვლების დაძაბულობა და მიიღწევა დისპერსიულობის უფრო მაღალი ხარისხი. მაღალთა სხვადასხვა ფორმებისათვის ფუძეების მოსამზადებლად გამოიყენება ფუძისა და ემულგატორების მაქსიმალურად შესაძლო კონცენტრაციები. მზა თხელ ემულსიას აციებენ 20-25⁰C ტემპერატურამდე და აუცილებლობის შემთხვევაში განაზავებენ ნარჩენი წყლიანი ფაზით.

განვიხილოთ ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ემულსიების ტიპსა და მდგრადობაზე. ესენია ემულგატორის ტიპი, ზეთის ტიპი, ფაზათა თანაფარდობა, დანამატების რაოდენობა და კონსისტენცია, გელწარმოქმნელის რაოდენობა, ემულგირების ტემპერატურა, ჰომოგენიზაციის ინტენსივობა. ჩვენ შემთხვევაში სისტემა იძენს ტოლერანტობას ელექტროლიტების მიმართ ახტალის სამკურნალო ტალახში არსებული მარილების განსაზღვრული ხარისხით იონიზაციის გამო. ამიტომ ზეთების პოლარობის ცვლილებამ შეიძლება მიგვიყვანოს ემულსიის სიბლანტის მხოლოდ მცირე ცვლილებამდე, ამასთან, არ მოახდინოს უარყოფითი გავლენა სტრუქტურის სტაბილურობაზე. მაღალთა ფუძე ემულგატორთან ერთად ხელს უწყობს კანზე თხელი, მდგრადი აპკის ფორმირებას, რომელიც მას ანიჭებს სიგლუვეს და ელასტიურობას.

სუსპენზიები, როგორც დისპერსიული სისტემები, აგრეთვე ხასიათდებიან თერმოდინამიკური არამდგრადობით [4,5], რაც დაკავშირებულია დისპერსიული ფაზის დიდ ზედაპირთან და თავისუფალი ზედაპირული ენერჯის მაღალ დონესთან. თერმოდინამიკური არამდგრადობა წარმოადგენს სუსპენზიების ბუნებრივ მდგომარეობას, ამიტომ სუსპენზიების, ისევე, როგორც ემულსიების სტაბილურობის ცნება, აღნიშნავს მხოლოდ მათი მდგომარეობის მახასიათებლების განსაზღვრულ ხარისხს. ზემოთ აღნიშნული წარმოდგენები ემულსიების მდგრადობის შესახებ, ძირითადად, მისაღებია სუსპენზიებისათვისაც. ფიზიკური თვალსაზრისით

ემულსიებისა და სუსპენზიების ანომალური თვისებები განპირობებულია ნარევის მოცულობის ერთეულში არსებული მცირე მყარი ნაწილაკების საერთო ზედაპირით. რამდენადაც მცირე ნაწილაკების ზედაპირი წარმოადგენს ფაზათა გამყოფ ზედაპირს, ამდენად, ამ ზედაპირის განსაკუთრებული თერმოდინამიკური თვისებების ძალისხმევით თხევად დისპერსიულ არეში ამ ზედაპირის მახლობლად წარმოიქმნება ფენა, ე.წ. სოლვატური გარსი, რომელშიც თვით დისპერსიული არე ხასიათდება მის ჩვეულებრივ მახასიათებლებთან შედარებით ანომალური თვისებებით. გამხსნელის სოლვატური გარსი ხელს უშლის ნაწილაკების დაახლოებას, რაც წარმოადგენს აგრეგატული მდგომარეობის ერთ-ერთ ფაქტორს. ენტროპიული ფაქტორი ხელს უწყობს დისპერსიული ფაზის ნაწილაკების თანაბარ განაწილებას დისპერსიული არის მოცულობაში. ეს იწვევს იმას, რომ არ ხდება დისპერსიული ფაზის ნაწილაკების ერთმანეთთან შეწყობა და ნარჩუნდება დისპერსიულობის განსაზღვრული ხარისხი. ყურადსაღებია ასევე დისპერსიული ფაზის სელიმენტაციური (კინეტიკური) მდგრადობა სიმძიმის ძალის მიმართ, ე.ი. დისპერსიული ფაზის ნაწილაკების დისპერსიული არის მოცულობაში თანაბარი განაწილების უნარის შენარჩუნება. უნდა გავითვალისწინოთ, რომ მოცემულ შემთხვევაში დისპერსიული ფაზის ნაწილაკების დიდი ხვედრითი ზედაპირი ფლობს ჭარბ თავისუფალ ენერგიას, რაც ხელს უწყობს თერმოდინამიკურ არამდგრადობას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს დისპერსიული ფაზის ნაწილაკების ზომების თანდათანობითი გადიდება და მათი აგრეგაცია.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე ნათელია, რომ, შესაძლებელია სამი შემთხვევა:

1. დისპერსიული ფაზის მოცულობაში თანაბრად განაწილებულია მცირე ზომის ნაწილაკები.
2. მსხვილი ნაწილაკები – ამ შემთხვევაში სიმძიმის ძალის ველში მიმდინარეობს მათი დალექვა.
3. ნაწილაკები ჭურჭლის მოცულობაში განაწილებულია არათანაბრად – სელიმენტაციურ-დიფუზიური წონასწორობა.

გარდა ამისა, როცა საქმე გვაქვს დისპერსიული ფაზის ნივთიერებასა და დისპერსიული არის წყლიან-ზეთოვან სითხეს შორის ურთიერთქმედებასთან, უნდა გავითვალისწინოთ ლიოფილურობისა და ლიოფობურობის ცნება, მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ამ ტიპის ლიოფილური დისპერსიული სისტემები განსხვავდებიან მათი ნაწილაკების ურთიერთქმედებით არესთან, რომელსაც ახასიათებს თავისთავადი დისპერგირება და თერმოდინამიკური მდგრადობა.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით, განსაკუთრებით აღსანიშნავია როგორც ემულსიების, ისე სუსპენზიების თერმოდინამიკური სტაბილურობის ასამაღლებლად გამოყენებულ იქნას შემდეგი მეთოდები:

1. დისპერსიული ფაზის შერჩევა, რომელსაც ახასიათებს განსაზღვრული სიბლანტე, სიმკვრივე, რომელიც ტოლია ან მიახლოებულია მყარი დისპერსიული ფაზის სიმკვრივესთან.
2. ნაწილაკების ზომის შემცირება, თავისუფალი ზედაპირული ენერგიის შემცირება მყარი ნივთიერების უფრო წვრილ ნაწილაკებად დანაწევრების ხარჯზე.
3. ემულგატორის სახეობისა და კონცენტრაციის შერჩევა რომელსაც მყარი ნაწილაკების ზედაპირზე აღსორბირების, ფაზათა გამყოფ საზღვარზე მონომოლეკულური ფენის და, შესაბამისად, ჰიდრატული გარსის წარმოქმნის, ფაზათა გამყოფ საზღვარზე ზედაპირული დაჭიმულობის ძალების შემცირების უნარი შესწევს.

ეს შესაძლოა მიღწეულ იქნას ფუძის სიმკვრივის გაზრდით მისი კომპონენტების კონცენტრაციისა და ემულგატორის კონცენტრაციის გაზრდის ხარჯზე, მაღალ ტემპერატურაზე ფუძისა და ახტალის ტალახის ემულგირება, ფუძეში ზეთის რაოდენობის გაზრდა „ახტალის ტალახის“ მყარი ნაწილაკების მაქსიმალური დანაწევრება,

ბოლო ვარიანტის ტექნოლოგიური განხორციელება ნაკლებადაა შესაძლებელი, რადგან საჭირო ხდება დამატებითი აპარატურის გამოყენება. სევე, როგორც ჩანს, ზოგიერთი

საექსპერიმენტო მონაცემების მიხედვით, ირღვევა წყალ-მარილოვანი ბალანსი და შესაძლოა, მოხდეს ნაწილაკების კოაგულაცია. ფუძის მაღალი სიმკვრივის მიღწევა შესაძლებელი გახდა მასში დისტირიბუიციონული მონოგლიცერიდების, ემულგატორის და ზეთის კონცენტრაციის 3-4ჯერ გაზრდით. ჩვენი მონაცემებით უფრო მიზანშეწონილია ემულგატორად გამოყენებული იქნეს ემულსიური ცვილი. ამ შემთხვევაში ფუძის სიმკვრივე საკმაოდ ახლოს არის ახტალის ტალახის სიმკვრივესთან. პროცესის თერმოდინამიკის თავისებურებების გათვალისწინებით ფუძის ზეთთან და ახტალის ტალახთან ემულგაციის აუცილებელი ტემპერატურის სიდიდე შეისწავლებოდა 40-80°C ტემპერატურის ფარგლებში. მიღებული მონაცემების მიხედვით ოპტიმალურად უნდა ჩათვალოს 70-80°C ტემპერატურა. სტაბილიზაციის ეფექტის გაზრდა შესაძლებელია ნარევი ზეთის რაოდენობის გაზრდით. ამასთან, ექსპერიმენტების მონაცემების მიხედვით, ახტალის ტალახში არსებული მარილების საკმაოდ მაღალი დისოციაციის ხარისხის მაჩვენებლის გამო, ზეთის სახეობის (ზეითუნის ზეთი, მზესუმზირის ზეთი, აბუსალათინის ზეთი, ყურძნის ზეთი, ქაცვის ზეთი) შეცვლა არ ახდენს მნიშვნელოვან გავლენას მიღებული ემულსიის სტაბილურობაზე.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. Избранные труды. Москва, Наука, 1979. - 384 с.
2. Мухтарова С. Э. Дисперсность и агрегативная устойчивость косметических эмульсий, стабилизированных стеаратными мылами. Автореферат дисс.... канд. хим. наук 2003, Москва, 28с.
3. www.femto.com.ua/articles/part_2/3898.html
4. Жуков А. Н., Заваровская Л. И., Чернобережский Ю. М., Влияние способа приготовления и состава водно-этанольных суспензий аморфного кремнезема на их агрегативную устойчивость и кинетику коагуляции. Коллоид. журн., 2006, Т. 68, С. 612.
5. Zhukov A., Zavarovskaya L., Chernoberezhski Yu. Effect of composition of water-ethanol solutions on the kinetics of coagulation of amorphous silica suspensions. / Book of abstracts of XVII-th European Chemistry at Interfaces Conference, Loughborough University, United Kingdom, 2005, P. 16.

ON THE PROBLEM OF THE POSSIBILITY OF STABILIZATION DISPERSED SYSTEMS CONTAINING MEDICINAL MUD AKHTALA

P. Yavich, L. Churadze, M. Kakhetelidze, M. Gabelaia

Tbilisi State Medical University I. Kutateladze Institute of Pharmacochemistry

SUMMARY

We have studied the problem of stabilization of disperse systems containing medicinal mud Akhtala. In fact occurs the simultaneous presence of two types of disperse systems, emulsion and suspension having a low enough thermodynamic stability. On the grounds of literature data and own research, the variants of stabilization of such a system are suggested.

К ВОПРОСУ ВОЗМОЖНОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ СОДЕРЖАЩИХ ЛЕКАРСТВЕННУЮ ГРЯЗЬ АХТАЛА

П.А.Явич, Л.И.Чурадзе, М.Б.Кахетелидзе, М.А.Габелая

Институт фармакохимии Иовелла Кутателадзе Тбилисского Государственного Медицинского Университета

РЕЗЮМЕ

Рассмотрен вопрос стабилизации многофазных дисперсных систем, содержащих лекарственную грязь Ахтала. Фактически имеет место наличие одновременно двух типов дисперсных систем, как эмульсии, так и суспензии, обладающих достаточно низкой термодинамической стабильностью. На основании, как анализа литературных данных, так и собственных исследований, предложены варианты стабилизации подобной системы.

РОД *CRIMUM* L., ИНТРОДУКЦИРОВАННЫЙ В ГРУЗИИ ИСТОЧНИК ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ АЛКАЛОИДОВ

Л. Г. Кинцурашвили

Институт фармакохимии Иовелла Кутателадзе

Тбилисского Государственного Медицинского Университета

Изучен алкалоидный состав видов *Crinum*, интродуцированных в Грузии на побережье черного моря в окрестности г. Кобулеги. Установили, что в фазе цветения содержание общей суммы алкалоидов в надземных частях *Crinum moorei* Hook составляет 0,18%, в луковицах 0,26%, выход общей суммы алкалоидов из надземной части *Crinum alooga* составляет 0,15%, из луковиц-0,2%, а в *Crinum giganteum* L.- общая сумма алкалоидов в надземных органах растения составляет 0,25%, в луковицах 0,32%. Изучением динамики накопления суммы алкалоидов и галантамина в луковицах исследуемых видов по фазам вегетации установили, что сбор луковиц растений целесообразно проводить в фазе конца вегетации, когда содержание галантамина в видах *Crinum* колеблется в пределах 0,05-0,09%. Виды *Crinum*, интродуцированные в Грузии, являются перспективными растениями по содержанию фармакологически активных алкалоидов, характерных для сем. *Amaryllidaceae*: ликорина, галантамина, тацеттина, галантина и гемантамина.

Семейство *Amaryllidaceae* – богатый источник получения фармакологически активных оснований группы галантамина и ликорина, известных антихолинэстеразным и отхаркивающим действиями [1].

Помимо видов, произрастающих в природе, к этому семейству относятся и интродуцированные растения, в том числе виды *Crinum* [2].

Исследованы три вида *Crinum*, интродуцированных на побережье Черного моря

Crinum moorei Hook, *Crinum alooga* L., *Crinum giganteum* L., собранные в 2013 году в фазе цветения [3].

Сумму алкалоидов получали классическим способом – экстракцией органическим растворителем с предварительным подщелачиванием. Индивидуальные алкалоиды выделяли разделением суммы методом колоночной хроматографией на силикагеле (L 100/160 μ), элюацией хлороформом и смесью хлороформ-метанола.

Качественный анализ суммы и индивидуальных веществ проводили хроматографированием в тонком слое (ТСХ) на пластинках силикагеля LS 5/40 μ в системах растворителей: хлороформ-метанол – 25% аммиак (86:14:1) (I), хлороформ-метанол (6:1) (II), хлороформ- этилацетат- метанол (2:2:1) (III), Детекцию осуществляли реактивом Драгендорфа и в парах йода [4].

Количественное содержание галантамина в растительном материале определяли по разработанной нами ранее хроматоспектрофотометрической методике [5].

Идентификацию выделенных алкалоидов проводили на основании изучения физико-химических свойств, спектральных характеристик и сравнением с истинными образцами референт-свидетелей.

Температуру плавления определяли на блоке Кофлера, УФ-спектр снимали на приборе СФ-26, ИК-спектр-в хлороформе на приборе UR-20.

В *Crinum moorei* Hook-содержание общей суммы алкалоидов в фазе цветения в надземных частях растения составляет 0,18%, в луковицах 0,26%. Выделены и идентифицированы алкалоиды: ликорин, галантамин, галантин, тацеттин, деметилгомоликорин [6,7].

В *Crinum alooga* L. – выход общей суммы алкалоидов из надземных органов растения составляет 0,14%, из луковиц 0,20%. Выделены и идентифицированы основания: ликорин, галантамин, галантин, тацеттин, гемантамин [7].

В *Crinum giganteum* L. - общая сумма алкалоидов в надземных органах растения составляет 0,25%, в луковицах 0,32%. Выделены и идентифицированы основания: ликорин, галантамин, тацеттин [7].

Изучением динамики накопления суммы алкалоидов и галантамина в луковицах исследуемых видов по фазам вегетации установили, что в луковицах растений максимальное содержание суммы и галантамина приходится на фазу конца вегетации (таблица 1).

Таблица 1. Динамика накопления алкалоидов в луковичах видов Crinum L.

Фаза вегетации	Содержание суммы алкалоидов, пересчете на воздушно-сухое сырье, %			Содержание галантамина, пересчете на воздушно-сухое сырье, %		
	Crinum moorei Hook-	Crinum aloora L.	Crinum giganteum L.-	Crinum moorei Hook-	Crinum aloora L.	Crinum giganteum L.-
начало	0,09	0,05	0,10	0,02	0,01	0,02
бутонизация	0,16	0,13	0,17	0,03	0,02	0,03
цветение	0,26	0,20	0,32	0,05	0,04	0,06
плодоношение	0,34	0,25	0,40	0,06	0,05	0,08
конец	0,35	0,26	0,45	0,07	0,05	0,09

Сбор луковиц этих растений рекомендуется проводить в фазе конца вегетации.

В результате проведенных исследований можно заключить, что виды Crinum, интродуцированные в Грузию, являются перспективными растениями по содержанию фармакологически активных алкалоидов изохинолинового ряда, характерных для сем. Amaryllidaceae: ликорина, галантамина, тацетина, галантина и гемантамина.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. М.Д.Машковский. Лекарственные средства. Москва. “Новая волна.”2005. с.199.
2. З.Т.Артюшенко. Амариллисовые СССР. Ленинград ю “Наука” 1970
3. Определитель растений Грузии. т. 2. Тбилиси. “Мецниერება”. 1969.с.324.
4. Л.Г.Кинцурашвили. Алкалоиды Galanthus latifolius Rupr.. произрастающего в Грузии. *Изучение биологически активных соединений из растительного и минерального сырья Грузии.* Сборник научных трудов института фармакохимии,Тбилиси, Министерство Образования и Науки Грузии, выпуск1(17), 2009. с.12-15
5. Л.Г.Кинцурашвили, В.Ю.Вачнадзе. Хроматоспектрофотометрический метод количественного анализа галантамина в Galanthus Woronowii A. Los. *Известия Академии наук Грузии. сер. химическая.* Т.30. №1-2.2004.с.163-165.
6. В.П.Захаров, Н.И.Либизов, Х.А.Асланов. Лекарственные вещества из растений и способы их производства. Ташкент. “Фан” Узбекистан. 1980.с.134-135.
7. Юкусов С.Ю. Алкалоиды. Ташкент. “Фан” Ук.СССР.1981. 360с.

საქართველოში ინტროდუცირებული გვარი- Crinum L.- ფარმაკოლოგიურად აქტიური ალკალოიდების წყარო
 ლალი კინცურაშვილი
 თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის იოველ ქუთათელაძის ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტი

შესწავლილია საქართველოში შავი ზღვის სანაპიროზე ინტროდუცირებული Crinum-გვარის სახეობები: Crinum moorei Hook, Crinum aloora L., Crinum giganteum L. ალკალოიდების შემცველობაზე. დადგენილია, რომ ყვავილობის ფაზაში Crinum moorei Hook-ის მიწისზედა ნაწილები შეიცავს ალკალოიდების ჯამს - 0,18%-ს, ბოლქვები - 0,26%-ს, Crinum aloora-ს მიწისზედა ნაწილები - 0,15% ბოლქვები - 0,2%, ხოლო Crinum giganteum L. მიწისზედა ნაწილები - 0,25%-ს, ბოლქვები - 0,32%., გალანტამინის შემცველობა Crinum-ის სახეობების ბოლქვებში მერყეობს-0,05%-0,09% ფარგლებში. Crinum-გვარის აღნიშნული სახეობებიდან გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია ფარმაკოლოგიურად აქტიური ალკალოიდები: ლიკორინი, გალანტამინი, ტაცეტინი, გალანტინი, გემანტამინი.

CRINUM L., INTRODUCED IN GEORGIA - THE SOURCE OF PHARMACOLOGICALLY ACTIVE ALKALOIDS

Lali Kintsurashvili
 Tbilisi State Medical University I.Kutateladze Institute of Pharmacochimistry

SUMMARY

It has been studied species of Crinum: Crinum moorei Hook, Crinum aloora L., Crinum giganteum L. introduced on the shore of Black sea in Georgia for the alkaloid composition. It has been determined that Crinum moorei Hook, picked in the phase of fruiting, contains the amount of alkaloids in the overground part 0.18 %, in the bulbs – 0.26 %. Crinum aloora L. contains the amount of alkaloids in the overground part 0.15 %, in the bulbs – 0.2 %. Crinum giganteum L. contains the amount of alkaloids in the overground part 0.25 %, in the bulbs – 0.32 %. Containing of galantamine in the bulbs of species of Crinum is about 0.05 %-0.09 %. Pharmacologically active alkaloids: licorine, galantamine, tacetine, galantine, gemantamine have been isolated and identified from these species of Crinum.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ *Astragalus bungeanus* Boriss И *Astragalus kadshorensis* Bunge ФЛОРЫ ГРУЗИИ

З.З.Апакидзе, М.Г.Сутиашвили, Дж.Н.Анели, М.Г.Моисцрапишвили, С.Пиаченте*,
М.Масуло*, М.Д.Алания

Институт фармакохимии им. И. Г. Кутателадзе Тбилисского Государственного Медицинского
Университета, ул. П. Сарадживили 36, 0159, Тбилиси

*Университет Салерно, Департамент медицинских и фармацевтических наук, Италия

Представители рода *Astragalus* L. с древних времен применяются в традиционной медицине многих народов, при различных заболеваниях, как диуретические, тонизирующие, против лейкемии, нефрита, диабета, опухолей [1-4]; некоторые представители этого рода применяются и в официальной медицине [5].

Предварительным химическим исследованием отдельных видов астрагала, установлено что они в значительном количестве содержат флавоноиды и циклоартаны. По спектру биологически активных соединений большим сходством отличались виды секции *Onobrychium* Boriss. и *Stipulati* Boriss., особенно *A. bungeanus* Boriss. и *A. kadshorensis* Bunge. [5-7].

В лаборатории биологических исследований института фармакохимии им. И.Г. Кутателадзе проведен анализ на специфическую активность очищенного от липофильных веществ экстракта *A. bungeanus*. Установлено, что очищенный экстракт надземных частей растения при разведении 1:100 000 стимулирует кроветворение у животных при лейкопениях, вызванных лучевыми поражениями или медикаментозной интоксикацией. Согласно фармакологическим исследованиям субстанция может быть рекомендована для создания лечебного препарата [8].

Ограниченные сырьевые запасы *A. bungeanus*, малая изученность состава активных компонентов поставили перед нами задачу изучить химический состав и морфолого-анатомические признаки *A. bungeanus* и *A. kadshorensis* с целью выяснения строения действующих веществ и решения вопроса о возможности применения *A. kadshorensis* в качестве лекарственного сырья для получения биологически активной субстанции.

Сравнительным морфолого-анатомическим анализом листьев обеих видов установлено, что жилкование, количество жилок, вид опушения идентичны; они рознятся только по густоте опушенности. Листья *A. bungeanus* опушены более густо что можно объяснить тем, что растение произрастает в каменистых местностях с более сухим и жарким климатом. Отличия были объяснены влиянием экологических факторов [7].

Сравнительным химическим изучением анализируемых видов была также установлена их большая фармако-ботаническая близость. Выяснилось, что оба вида имеют идентичный состав аминокислот (по 8 компонентов), оксикумаринов (по 2 компонента), антоциановых пигментов (по 2 веществ), флавоноидов (более 10- соединений), циклоартанов (не менее 25 веществ) [9].

Для расширения сырьевой базы и выявления веществ ответственных за биологическую активность большое значение приобретает дальнейшее изучение химического состава этих видов.

Ранее из надземных частей *A. bungeanus* и *A. kadshorensis* в отдельности были выделены и идентифицированы флавоноидные гликозиды космосиин, астрагалин, трифолин, изокверцитрин [5], апигенин и циклокантозид Е [10];

Настоящее сообщение является частью химического изучения некоторых веществ изучаемых видов.

Продолжая изучение *A. bungeanus* и *A. kadshorensis*, из цветков получена сумма антоцианов. Очистку суммы проводилось по методу [11]. Разделением этой суммы выделили 2 антоциана, со значениями R_f 0.15 (вещество 1,1') и 0.26 (вещество 2,2') в системе БУВ (4:1:2). Структура этих соединений была установлена путем перевода их в соответствующие флавоны.

Вещество 1 (1')* (* -ом отмечено вещества выделенные из *A. kadshorensis*) – после окисления в среде кислорода дает продукт – состава $C_{12}H_{20}O_{10}$, с т.пл. 240-242⁰С. Уф-спектр (λ_{max} , этанол, нм): 267, 335 нм; кислотой гидролизуется на агликон, идентичным апигенину, а в углеводной части обнаруживается D-глюкоза. На Б/Х вещество проявляется на уровне космосиина [5]. В

результате антоциановый гликозид идентифицирован как апигенидин (геснеридин)-7-0-β-D-гликозид [12].

Вещество 2 (2') при окислении переходит в гликозид состава $C_{21}H_{20}O_{11}$ с т.пл. 258-259⁰С; Уф-спектр (λ_{\max} , этанол, нм): 268, 353; кислотным гидролизом дает лютеолин и D-глюкозу; на Б/Х проявляется на уровне цинарозида [13]. Следовательно, гликозид 2 охарактеризован как лютеолидин 7-0-β-D-глюкопиранозид [14].

В результате, вещества выделенные из цветков *A. bungeanus* и *A. kadshorensis* оказались взаимноидентичными.

В дальнейшем была проведена оценка количественного содержания антоцианов в цветках *A. bungeanus* методом спектрофотометрии, приведенной в фармакопее Российской Федерации XI издания [15].

Расчет проведен по формуле:

$$X = \frac{D.250.100}{453.m(100-W)}$$

где, D - оптическая плотность испытуемого раствора;

453 - удельный показатель поглощения цианидин - 3,5-диглюкозида в 1% растворе хлористоводородной кислоты;

m - масса сырья в граммах;

w - потеря в массе при высушивании сырья в процентах.

Содержание антоцианидинов в цветках *A. bungeanus* составляет не менее 0.15% ± 0.05.

Продолжая изучение компонентов липофильной фракций этих видов из хлороформного извлечения спирто-водного экстракта надземных частей, после сгущения и соответствующей очистки на колонке силикагеля, были изолированы вещества 3 (3') и 4 (4'), которые отнесены к оксикумаринам.

Вещество 3 (3') представляет собой безцветные игольчатые кристаллы, растворимые в этаноле, ацетоне, хлороформе, нерастворимо в этиловом эфире, т.пл. 195-199⁰С (из водного спирта); состава $C_{10}H_8O_4$; М.м - 192.10; Уф-спектр (λ_{\max} , этанол, нм): 309, 256, 383. ИК- спектр (ν_{\max} , КВг, см⁻¹): 1735 (C=O), 2990 (CH₃O), 1620 (C=C) ароматическое кольцо.

В результате анализа полученных данных и сравнения их с достоверным образцом скополетина вещество это охарактеризовано как 6-метокси-7-гидрокси-кумарин, т.е. скополетин [16].

Вещество 4 (4') представляет собой безцветные игольчатые кристаллы, растворимые в водном спирте, в спирте; состава - $C_{16}H_{18}O_9$; т.пл.218-221⁰С; имеет зеленовато-голубую флюоресценцию. ИК-спектр (ν_{\max} , КВг, см⁻¹): 1732 (C=O), 2990 (CH₃O), 1620 (C=C), 3200-3350 (ОН).

Вещество 4 гидролизуеться 2% серной кислотой на агликон с т.пл. 196-198⁰С, который идентичен скополетину; в углеводной части гидролизата обнаруживается D-глюкоза, на Б/Х это соединение проявляется на уровне достоверного образца скополина [16].

На основании полученных данных вещество 4 охарактеризовано как скополетин -7-0-β- D-глюкопиранозид или скополин.

Из хлороформного экстракта корней *A. bungeanus* и *A. kadshorensis*, после отгонки экстрагента, пересоединением водного остатка из горячего метанола, фильтрацией и отгонки спирта из фильтрата, получен густой экстракт, содержащий полярные циклоартановые соединения. Выход - 0.3%. Колоночным хроматографированием этой суммы в системе хлороформ-метанол (10:1), с возрастающей концентрацией метанола, получены фракции содержащие по 2 и 3 соединений.

Из метанольной фракции выделено вещество 6 (6') отнесенное к циклоартанам [2].

Вещество 6 (6') (I, рис.1, схема) - игольчатые кристаллы растворимые в смеси спирт-хлороформ (1:1), нерастворимые в воде, спирте, хлороформе; состава $C_{37}H_{60}O_{10}$; М 634 (масс-спектрометрический); т.пл. 224-226⁰С (из хлороформ-метанола, 1:1). ИК-спектр (ν_{\max} , КВг, см⁻¹): 3048 (CH₂-циклоартанового кольца), 3400 (ОН), 1755, 1245 (- эфирная группа).

В ЯМР ¹Н спектре вещества I обнаруживаются сигналы при 0.39 и 0.45 м.д. (J 4Гц) относящиеся к двум протонам циклопропанового кольца, 7 метильных групп в области 0.89—1,52 м.д. и 4.68 м.д. (J 8Гц) аномерного протона в углеводной части. При 1.97 м.д. проявляется сигнал одной ацетильной группы. По данным ЯМР ¹Н спектра сигналы протонов совпадают с сигналами

ЯМР ^1H спектра циклогалегинозида А (I). Данные спектрального анализа подтверждается изучением продуктов химического превращения.

Гидролиз I –ого разведенным раствором серной кислоты, приводит к образованию генина(II) с т.пл. 194-196 $^{\circ}\text{C}$, идентичному циклогалегигенину [17]; в углеводной части Б/Х анализом обнаружена D-ксилоза.

Вещество I 5% раствором щелочи омыляется с образованием продукта (III), с т.пл. 250-252 $^{\circ}\text{C}$, идентичного циклогалегинозиду В, ранее выделенного из *A. galegiformis* L. [17].

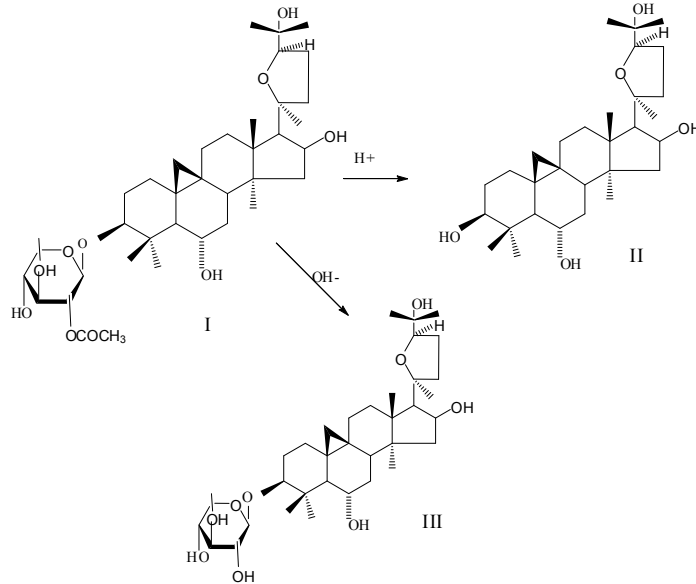


Рис.1. Схема химического превращения циклогалегинозида А

Следовательно, соединение I (6,6') является 20S,24R – эпоксициклоартан- 3 β ,6 α ,16 β , 25-тетраол-3-О- β -D-(2'-О-ацетил)-ксилопиранозидом (циклогалегинозид А) впервые выделенное из *A. bungeanus* и *A. kadshorensis*.

Проведено определение количественного содержания флавоноидов в сырье *A. bungeanus* и в биологически активной субстанции хромато-спектрофотометрическим методом, на приборе СФ-26. Количество флавоноидов вычисляли по калибровочному графику робинин-стандарта [18] рис. 2.

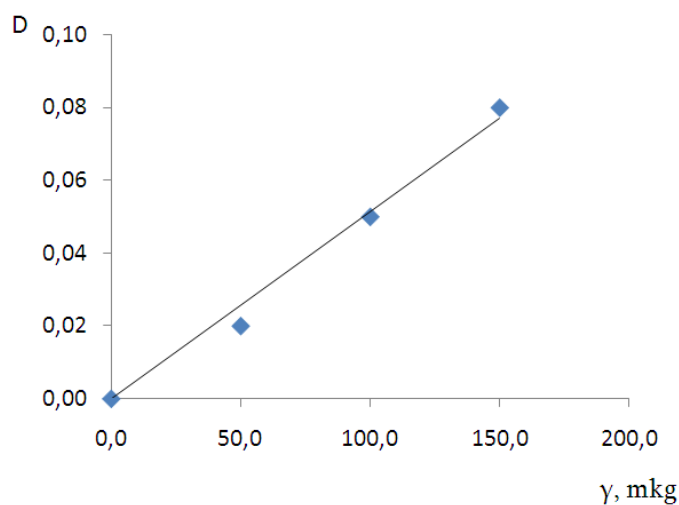


Рис.2 Калибровочный график робинин-стандарта

Количество флавоноидов рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{0.66 \cdot d \cdot V_1 \cdot 100}{\delta \cdot V_2 (100 - b)}$$

где, 0.66 поправочный коэффициент по калибровочному графику робинина-стандарта.

d- количество флавоноидов в граммах.

V₁– объем приготовленного раствора;

V₂ – объем р-ра, нанесенного на хроматограмной бумаге;

δ - навеска сырья в граммах;

b – потеря в массе при высушивании.

Содержание флавоноидов в надземных частях *A. bungeanus* Boriss. составляет в среднем 0,60 %, в персчете на абсолютно сухое сырье.

Количество флавоноидов в активной субстанции составляет в среднем 2%. Выход субстанции (густого экстракта) 10-12 %.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. C. SevimLi-Gür, J. Onbařilar, P.Atila, R. Genř, N. Ćakar, J. Deliloglu-Gürhan, E. Bedir. *In vitro* growth stimulatory and *in vivo* wound healing studies on cycloartane-type saponins of *Astragalus* genus. J. Ethnopharmacol., 2011,134, 844-850.
2. Р.П.Мамедова, М.И.Исаев. Тритерпеноиды растений *Astragalus*. Химия природ. соедин., 2004, 4, 257.
3. W. Tang, G. Eisenbrand. In Chinese Drugs of Plant Origin. Springer. Verlag, Berlin, 1992, 191-197.
4. J. Horo, E. Bedir, M. Masullo, S. Piacente, Özgökçe Alankuř-Galiřkan. Saponins from *Astragalus hareftae* (NAB.)SIRY. Phytochem., 2012, 84, 147-153.
5. М.Д. Алания, Э.П. Кемертелидзе, Н.Ф. Комиссаренко. Флавоноиды некоторых видов *Astragalus* L. флоры Грузии, Тбилиси, Мецниереба, 2002, 152с.
6. Флора СССР,1949,т.12.
7. М.Д.Алания, Дж. Н. Анели.Химический анализ некоторых видов астрагала флоры Грузии. Актуальные вопросы биологии и медицины, сер. биологическая, 1988,213-219.
8. А.С. 1367195 (СССР), А 61 К 35/78. Способ получения средства, стимулирующего лейкопоз /М.Д.Алания, Э.П.Кемертелидзе, М.Г, Моисцрапишвили, М.Д.Гедеванишвили, И.С.Сихарулидзе, 17.09.1987.
9. З.З. Апакидзе, М.Д. Алания, А. Дж. Бакуридзе. Исследование отдельных частей эндемичного растения Грузии *Astragalus bungeanus* Boriss. на содержание веществ различных химических классов. Изучение биологический активных соединений из растительного и минерального сырья Грузии. Сборник научных трудов, 2009, выпуск I (17), 26-29.
10. М.Д.Алания, Н.Ш.Кавтарадзе, С.Лавои, А.Пишете, В.В.Мшвилдадзе, З.З.Апакидзе. Химический состав *Astragalus bungeanus* Boriss. Изучение биологический активных соединений из растительного и минерального сырья Грузии. Сборник научных трудов, 2010, выпуск 2(17),10-13.
11. Пат. РФ № 2302423, 2007.Способ выделения биологически активных антоцианов: заяв. 2005,117999/04 / А.В. Птицын, Э.И. Мухтаров, А.П. Каплун, С.Э. Мухтарова; заявл. 06.10.2005; опубл. 2007.07.10
12. I.G.Sweeny, G.A.Iacobucci, Synthesis of Anthocyanidins – I. The oxidative generation of Flavylum cations using benzoquinones. Tetrahedron, 1977, v.33 (22), 2923-2926.
13. К.Г. Шалашвили, Э.П.Кемертелидзе. Флавоноиды из *Trifolium hybridum* и *T. ambiguum* Химия природ. соедин., 1974, 5, 666.
14. I.G. Sweeny, G.A. Iacobucci. Anthocyanidins – III. Total synthesis of apigenidin and luteolidin chlorids. Tetrahedron, 1981, v.37 (8), 1481-1483.
15. Фармакопея СССР, 1990, т. II, 238.
16. М.Б. Сичинава, К.З. Мчедлидзе, М.В. Чурадзе, М.Д. Алания, Дж.Н. Анели. Химический состав и микроструктурные особенности надземных и подземных вегетативных органов стальника полевого – *Ononis arvensis* L., произрастающего в Грузии. Georgian Medical News, 2014, N6 (231), 88-94.

17. М.Д. Алания, М.И. Исаев, Э.П. Кемертелидзе, Н.К. Абубакиров, М.Б. Горовиц, Н.Д. Абдуллаев. Тритерпеновые гликозиды *Astragalus* и их генины XVI. Циклогалегинозиды А и В из *Astragalus galegiformis*. Химия природ. соедин., 1984, 4, 477-479.
18. Т.Г. Сагарейшвили, М.Д. Алания, Э.П. Кемертелидзе. Способ получения высокочистого робинина, Р 5341, 30.04.1999.

საქართველოს ფლორის *Astragalus bungeanus* Boriss და *Astragalus kadshorensis* Bunge შედარებითი ქიმიური ანალიზი

ზურაბ აფაქიძე, მარინა სუთიაშვილი, ჯემალ ანელი, მარიამ მოისწრაფიშვილი, სონია პიაჩენტე*, მილენა მასულო*, მერი ალანია

აიპ თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის იოველ ქუთათელაძის ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტი, პ.სარაჯიშვილის ქ. 36, 0159, თბილისი

*სალერნოს უნივერსიტეტი, სამედიცინო და ფარმაცევტული მეცნიერების დეპარტამენტი, იტალია

რეზიუმე

ჩატარებულია *Astragalus bungeanus* Boriss და *Astragalus kadshorensis* Bunge-ს შედარებითი ქიმიური ანალიზი. ორივე ობიექტიდან გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია 12 ინდივიდი (6 განსხვავებული სატრუქტურით). ყვავილებიდან გამოყოფილია ანთოციანური გლიკოზიდები - აპიგენინ-7- β -D-გლუკოზიდი და ლუტეოლიდინ-7- β -D-გლუკოზიდი; მიწისზედა ნაწილებიდან - ოქსიკუმარინები - სკოპოლეტინი და სკოპოლინი; ფესვებიდან იზოლირებულია ციკლოარტანული გლიკოზიდი ციკლოგალეგინოზიდი A. ნივთიერებათა აღნაგობა დადგენილია ინდივიდების და მათი გარდაქმნის პროდუქტების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების და სპექტრული (უი, იწ და ბმრ ^1H) მონაცემების შესწავლით. *Astragalus bungeanus* Boriss.-ის ყვავილებში განსაზღვრულია ანთოციანების რაოდენობა - არანაკლებ 0.15%, მიწისზედა ნაწილებში ფლავონოიდების შემცველობა - 0.60%, ბიოლოგიურად აქტიურ სუბსტანციაში - 2%.

COMPARATIVE CHEMICAL ANALYSIS OF *Astragalus bungeanus* Boriss AND *Astragalus kadshorensis* Bunge FROM GEORGIAN FLORA

Zurab Apakidze, Marina Sutiashvili, Jemal Aneli, Mariam Moistsrapishvili, Sonia Piacente*, Milena Masullo*, Meri Alania

Tbilisi State Medical University, I.Kutateladze Institute of Pharmacochimistry, P.Sarajishvili st. 36, 0159, Tbilisi

* University of Salerno, Department of BioMedical and Pharmaceutical Science, Giovanni Paolo II st., 132, 84084 Fisciano SA

SUMMARY

The comparative analysis of *Astragalus bungeanus* Boriss. and *Astragalus kadshorensis* Bunge. was carried out. 12 individual compounds (with 6 various structures) were isolated and identified from both plants. There were isolated: anthocyanin glycosides – apigenidin-7-O- β -D-glucoside and luteolidin-7-O- β -D-glucoside from flowers; oxycoumarins – scopoletin and scopolin from overground parts. Cycloartan glycoside – cyclogaleginoside A was isolated from the rhizomes. The structures of isolated compounds were established by studying of physical and chemical properties of isolated compounds and their chemical transformation derivatives, also by measuring of spectral (UV, IR, NMR) data. The quantitative content of anthocyanins was determined in flowers of *Astragalus bungeanus* Boriss. and is not less than 0.15 %. The content of flavonoids is 0.6 % in overground parts and 2 % in the biologically active substance.

ფოსფოროვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმების ბავლენა წითელმიწა ნიადაგში მოძრავი ფოსფორის შემცველობაზე

ნინო კიკნაძე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საქართველოს გააჩნია ჩაის პროდუქციაზე ქვეყნის მოთხოვნილების დაკმაყოფილების, ჩაის ექსპორტ-იმპორტში დეფიციტის აღმოფხვრისა და წარმოების ოპტიმალური მასშტაბით განვითარების რეალური პოტენციალი, ბაზრის კონიუქტურის გათვალისწინებით. მეჩაიეობის დარგის რეაბილიტაციის ერთ-ერთი ეფექტური ღონისძიებაა კონკრეტულ ნიადაგობრივ-კლიმატურ პირობებში სასუქების ფორმების სწორი შერჩევა, იგი დამოკიდებულია მცენარის თავისებურებაზე, ნიადაგის თვისებებზე, აგროტექნიკურ ღონისძიებებზე, რაც უზრუნველყოფს ჩაის მოსავლიანობის და პროდუქციის ხარისხის ამაღლებას. ჩვენს მიერ შესწავლებოდა ფოსფოროვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმების გავლენა წითელმიწა ნიადაგში მოძრავი ფოსფორის შემცველობაზე, მათში ფოსფატების ბოლო შეტანიდან 24 წლის შემდეგ. 1990 წლის შემდეგ, ფოსფატების შეუტანლობამ ნიადაგში გამოიწვია მათი რაოდენობის კლება და 1998 წელს შეადგინა 20,5-45,0 მგ/100გ P_2O_5 ნიადაგზე. მიუხედავად ამისა, მოძრავი ფოსფორის შემცველობის მიხედვით ნიადაგები მინც საშუალო და ამაღლებული უზრუნველყოფის მდგომარეობაშია. ფოსფატების ფორმებს შორის გამოირჩევა ფტორმოცილებული ფოსფორისა და ორმაგი სუპერფოსფატის შეტანის ვარიანტები. 2014 წლის გამოკვლევებით კი, წითელმიწა ნიადაგები აშკარად განიცდიან მოძრავი ფოსფორის დეფიციტს, ფოსფორით უზრუნველყოფა სუსტია და შეადგენს 10,3-15,0მგ/100გ ნიადაგზე. ნიადაგები საჭიროებენ ფოსფოროვანი სასუქების შეტანას P_2O_5 120-150 კგ/ჰა ღოზით.

მინერალური სასუქების საჭირო ასორტიმენტით სოფლის მეურნეობის უზრუნველყოფისათვის, აუცილებელია მათი სახეებისა და ფორმების აგროქიმიური და ეკონომიკური ეფექტიანობის შესწავლა სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის, კონკრეტულ ნიადაგობრივ-კლიმატურ პირობებში. სასუქების ფორმების სწორი შერჩევა დამოკიდებულია მცენარის თავისებურებაზე, ნიადაგის თვისებებზე, აგროტექნიკურ ღონისძიებებზე და სხვა პირობებზე. ეს უზრუნველყოფს მოსავლიანობის ამაღლებას, ხანგრძლივ შემდეგქმედებას და პროდუქციის ხარისხის ამაღლებას [1, 2, 3].

დასავლეთ საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკების ნიადაგები ხასიათდებიან ფოსფორმჟავას შთანთქმის მაღალი უნარით, რაც განპირობებულია მათში ერთნახევარი ჟანგულების (Al_2O_3 , Fe_2O_3) ამფოტერული კოლოიდების არსებობით, რომელთაც ბაზოიდური თვისებები ახასიათებთ. ამიტომ, დიდი მნიშვნელობა აქვს ფოსფორიანი სასუქების ისეთი ფორმების გამოვლენას და შერჩევას, რომელთა ფოსფორმჟავა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში იქნება შენარჩუნებული შესათვისებელ ფორმაში და უზრუნველყოფს მცენარის ნორმალურ განვითარებას და ვეგეტაციას [4]. წითელმიწების მაღალი მჟავიანობა სავსებით საკმარისია წყალში ძნელადხსნადი კონცენტრირებული ფოსფატების გახსნისათვის, რომელთა შემადგენლობაში შემავალი ფოსფორი შესათვისებელი ხდება მცენარისათვის [5, 6].

საქართველოს გააჩნია ქვეყნის მოთხოვნილების დაკმაყოფილების რეალური პოტენციალი ჩაის ექსპორტ-იმპორტის დეფიციტის აღმოფხვრისა და წარმოების (თავდაპირველად თუნდაც 2-3ათასი ჰა) განვითარების თვალსაზრისით. ასეთ პირობებში სავსებით შესაძლებელი იქნება ჩაის ბუჩქის მოვლა-მოყვანისა და ნიადაგის განოყიერების მეცნიერულად დასაბუთებული სისტემის შემუშავება-დანერგვა, გამოვლინდება წარმოების ეფექტიანობის შემაფერხებელი ფაქტორები და შემუშავდება რეკომენდაციები მათი აღმოფხვრისათვის, რათა გაკეთდეს შესაბამისი დასკვნები და მოხდეს მიღებული შედეგების განზოგადება [7].

ფოსფორიანი სასუქების სხვადასხვა ფორმების ფორმების ეფექტურობა ჩაის პლანტაციებში წითელმიწა ნიადაგზე ისწავლებოდა 1954 წლიდან გ.ნ.ურუშაძის მიერ, ანასეულში, №74 საცდელ ნაკვეთზე. პლანტაცია გაშენებულია 1950 წლის გაზაფხულზე ჩაის თესლით, ჯიში “კიმინი”. ცდის დაყენების წელს შეტანილი იყო 100 კგ/ჰა ამონიუმის სულფატის სახით და K120 კგ/ჰა KCl-ის სახით. მინდვრის ცდა დაყენებული იქნა შემდეგი სქემით:

1. N₅ K₁ – ფონი
2. ფონი + მარტივი სუპერფოსფატი (P₁₅ 18% P₂O₅)
3. ფონი + ორმაგი სუპერფოსფატი (P₁₅ 44,6% P₂O₅)
4. ფონი + ფოსფატწიდა “აზოვსტალი” (P₁₅ 12,0% P₂O₅)
5. ფონი + ფტორმოცილებული ფოსფატი (P₁₅ 30,0% P₂O₅).

ფოსფორიანი სასუქების აღნიშნული ფორმების გამოცდა ხდებოდა პერიოდულად—4 წელში ერთხელ, ორი დოზით: 150 და 300 კგ/ჰა. აზოტი შეიტანებოდა ამონიუმის სულფატის სახით—200 კგ/ჰა. კალიუმიანი სასუქები კალიუმის ქლორიდის სახით—120 კგ/ჰა დოზით. აღნიშნულ საცდელ ნაკვეთზე, მიწის ცდის სქემის მიხედვით, სასუქები შეტანილია 1990 წლამდე, ხოლო მას შემდეგ არ შეტანილა. ყოფილ №74 საცდელ ნაკვეთზე, ვარიანტების მიხედვით აღებულ ნიადაგის ნიმუშებში, ჩვენს მიერ განისაზღვრა მოძრავი ფოსფატების შემცველობა ონიანის მეთოდით 1984-1986, 1990, 1998 და 2014 წლებში. შედეგები მოტანილია 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1. მოძრავი ფოსფორის შემცველობაზე წითელმიწა ნიადაგში ფოსფორიანი სასუქების სხვადასხვა ფორმების შეტანის ფონზე

№	ვარიანტი	სიღრმე, სმ	მოძრავი P ₂ O ₅ , მგ/100გ ნიადაგზე (0,1M H ₂ SO ₄)			
			1984-1986 წწ. საშ.	1990 წელი	1998 წელი	2014 წელი
1	NK -ფონი	0-15	20,5	17,0	13,2	7,3
		15-30	8,5	7,5	6,4	3,5
		30-45	7,5	7,0	5,0	1,6
2	ფონი + P ₁₅ 150	0-15	45,5	47,0	25,0	11,4
		15-30	18,5	19,0	17,5	9,2
		30-45	14,3	14,5	12,2	7,3
3	ფონი + P ₁₅ 300	0-15	70,0	75,0	39,5	14,8
		15-30	35,5	37,0	26,0	11,5
		30-45	18,5	19,0	18,0	9,2
4	ფონი + P ₁₅ 150	0-15	50,0	53,0	30,5	13,0
		15-30	46,8	47,5	26,0	10,7
		30-45	22,5	23,0	22,0	8,8
5	ფონი + P ₁₅ 300	0-15	82,5	87,0	43,0	14,8
		15-30	31,1	33,0	31,0	13,5
		30-45	24,0	25,0	25,0	11,4
6	ფონი + P ₁₅ 150	0-15	42,0	44,0	20,5	10,3
		15-30	34,0	35,0	14,0	7,5
		30-45	26,5	27,0	10,0	5,8
7	ფონი + P ₁₅ 300	0-15	77,0	80,5	28,0	12,9
		15-30	47,3	48,5	18,0	8,6
		30-45	31,0	32,0	11,0	7,5
8	ფონი + P ₁₅ 150	0-15	47,3	49,0	38,0	15,0
		15-30	47,5	48,0	28,0	12,5
		30-45	34,0	35,0	21,6	10,4
9	ფონი + P ₁₅ 300	0-15	99,0	103,0	45,0	15,0
		15-30	75,7	77,0	36,0	14,2
		30-45	36,6	37,0	26,4	12,3

მოძრავი ფოსფორის შემცველობის 1984-1986 წწ. საშუალო მონაცემები უჩვენებენ, რომ მოძრავი ფოსფორის რაოდენობა NK-ფონთან შედარებით გაზრდილია ყველა ვარიანტზე თითქმის 2-2,5-ჯერ—ფოსფატების ერთმაგი დოზის შემთხვევაში და 3,5-4,5-ჯერ—ორმაგი დოზის გამოყენებისას. გან-

საკუთრებით გამოირჩევა ორმაგი სუპერფოსფატისა და ფტორმოცილებული ფოსფატის შეტანის ვარიანტები, დანარჩენ ფორმებს შორის არსებითი სხვაობა არ არის. ყველა ვარიანტზე, მოძრავი ფოსფორის შემცველობის მიხედვით, წითელმიწები ოპტიმალური და მაღალი უზრუნველყოფის მდგომარეობაშია [1]. 1984-1986 წლებში, ფონის ვარიანტზე მოძრავი P₂O₅-ის შემცველობა 0-15 სმ სიღრმის ფენაში 20,5 მგ-ია, 1990 წელს—17, ხოლო 1998 წელს—13,2 მგ/100გ ნიადაგზე.

1990 წელსაც დაფიქსირდა ორმაგი სუპერფოსფატისა და ფტორმოცილებული ფოსფატის ერთგვარი უპირატესობა სხვა ფორმებთან შედარებით, წითელმიწა ნიადაგის მოძრავი ფოსფორით უზრუნველყოფის თვალსაზრისით. 1986 წლის შემდეგ, 4 წლის განმავლობაში მხოლოდ ერთხელ იქნა შეტანილი ნიადაგში ფოსფორიანი სასუქების ყველა გამოსაცდელი ფორმა ცდის სქემის მიხედვით, რამაც განაპირობა 1990 წელს აღნიშნულ ვარიანტებზე ნიადაგში მოძრავი P₂O₅-ის მატება, ნიადაგები მაღალი და ძლიერ მაღალი უზრუნველყოფის მდგომარეობაშია—მოძრავი ფოსფორის კონცენტრაცია შეადგენს 44,0-103,0 მგ/100გ.

1990 წლის შემდეგ, სასუქების უქონლობის გამო, ცდის ვარიანტებზე ფოსფატების შეტანა შეწყდა, რის გამოც მოძრავი ფოსფორის რაოდენობამ თანდათან იკლო და 1998 წელს შესაბამისად შეადგინა 20,5-45,0 მგ/100გ ნიადაგზე, ანუ 1990 წელთან შედარებით, მოხდა ამ მაჩვენებლის კლება 2,1-2,3-ჯერ. მიუხედავად აღნიშნული კლებისა, მოძრავი ფოსფორის შემცველობის მიხედვით, ყველა ვარიანტზე ნიადაგი საშუალო ან ამაღლებული უზრუნველყოფის ფარგლებშია. ეს მოვლენა აიხსნება, პირველ რიგში, წითელმიწებზე ფოსფატების ხანგრძლივი შემდეგქმედების უნარით და, მეორე რიგში, ჩაის პლანტაციების რიგთაშორისების (1,25მ) ძლიერ შემჭიდროებით, მცენარის განვითარებასთან დაკავშირებით, რის გამოც სასუქების შეტანა წარმოებდა ვიწრო (25-30 სმ) ზოლში, რომელზეც ხდებოდა ნიადაგის ნიმუშების აღება. 1998 წელსაც დაფიქსირდა ორმაგი სუპერფოსფატის და ფტორგამოცლილი ფოსფატის უპირატესობა, განსაკუთრებით მათი ორმაგი დოზების შეტანის ვარიანტებზე (შესაბამისად—43,0-45,0 მგ/100გ).

2014 წელს აღებული ნიმუშების ანალიზმა გამოავლინა, რომ სასუქების ბოლო შეტანიდან 24 წლის შემდეგ, ნიადაგები იმყოფება მოძრავი ფოსფორით სუსტი უზრუნველყოფის მდგომარეობაში. 0-15 სმ ფენაში მათი შემცველობა მერყეობს 11,4-15 მგ/100გ ფარგლებში. ფონის ვარიანტზე მოძრავი P₂O₅-ის შემცველობა ძლიერ სუსტია—7,3 მგ/100გ. 1998 წელთან შედარებით, მოძრავი ფოსფორის შემცველობა ნიადაგებში შემცირდა საშუალოდ 2,2-3-ჯერ. ამრიგად, წითელმიწა ნიადაგები აშკარად განიცდიან მოძრავი ფოსფორის დეფიციტს და საჭიროებენ ფოსფოროვანი სასუქების შეტანას P₂O₅ 120-150 კგ/ჰა დოზით, მათი ნაყოფიერების დონის შემდგომი ამაღლების მიზნით.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. ო.ონიანი. ნიადაგის ქიმიური ანალიზი. –თბილისი: გამომცემლობა “განათლება”, 1975. გვ. 287-324.
2. Путкарадзе Ш. А. Урожайность чайных плантаций в связи с эффективностью последействия концентрированных и термических фосфатов // Субтропические культуры. 1972. № 4. С.32-36.
3. Берадзе М.З. Эффективность новых и перспективных форм сложных удобрений на чайных плантациях и превращение их в краснозёмной почве: Автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. – Москва, 1983. – 16 с.
4. Жмакин М. Всё об удобрении. Издательство: РИПОЛ классик. 2011. -240с.
5. Hernando V., Pardo M. Effect of fertilization and development of plants on the forms of inorganic phosphorus in soils // Agrochimia. 1975. V.19, №3/4. P.201-210.
6. Гринев Л.В. Подвижные соединения фосфорной кислоты и их динамика на чернозёмах обыкновенных Северного Казахстана // Известия Оренбургского Государственного аграрного университета. Выпуск №32-1, том 4. 2011. С.42-44.
7. http://chaidrink.blogspot.com/p/blog-page_2595.html ჩაი და მისი ადგილი საქართველოში.

INFLUENCE OF PHOSPHOROUS FERTILIZERS ON CONSISTENCY OF MOVABLE PHOSPHORUS IN RED SOILS

Nino Kiknadze

Batumi Shota Rustaveli State University

SUMMARY

Georgia via considering market conjuncture has real potential to solve the problem of tea products deficit on Georgian market and development of production of tea products with optimal scales. Selecting proper forms of fertilizers in certain climatic area is one of the methods of rehabilitation of tea-growing; such selection depends on plant peculiarities, specifications of soil, agro-technical measures which provides tea producing and production quality enhancement. Influence of phosphorous fertilizers on consistency of movable phosphorus in red soils was studied under the present study after 24 years since phosphates were put in red soils. Lack of phosphates in red soils since 1990 caused decrease of their quantity in soils and their consistency in land equaled to 20,5-45,0 Mg/100g P₂O₅ in 1998, but despite this soils conditions are normal and improved. Among forms of phosphates putting phosphorus free from fluorine and double superphosphates are the best alternatives. According to the studies in 2014 red soils are experiencing lack of movable phosphates, feeding soils with phosphorus is poor and it equals to 10,3-15,0Mg/100g per soil. Soils require phosphorus fertilizers with the following dosages P₂O₅ 120-150 kg/ha.

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ФОРМ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В КРАСНОЗЁМНОЙ ПОЧВЫ

Н.О.Кикнадзе

Батумский Государственный университет Шота Руставели

РЕЗЮМЕ

Грузия обладает реальным потенциалом удовлетворения потребности Страны на чайную продукцию, на ликвидирование дефицита в экспорт-импорте чая и на развитие его производства оптимальным масштабом, учитывая конъюктуру рынка. Одним из эффективных мероприятий реабилитации чайной отрасли является в конкретных почвенно-климатических условиях правильный выбор форм удобрений, который зависит от особенностей растения, свойства почвы, агротехнических мероприятий и обеспечивает повышение урожайности и качества продукции чая. Нами изучалось влияние разных форм фосфорных удобрений на содержание подвижного фосфора в краснозёмной почве, через 24 года после последнего внесения в них фосфатов. Прекращение внесения фосфорных удобрений вызвало уменьшение содержания подвижного фосфора в почве, которое в 1998 году составило 20,5-45,0 мг/100г почвы. Несмотря на это, по содержанию подвижного фосфора, почвы находятся в состоянии среднего и повышенного обеспечения. Среди форм фосфатов выделяется варианты внесения обесфторенного фосфора и двойного суперфосфата. Исследованиями 2014 года установлено, что краснозёмные почвы явно страдают дефицитом подвижного фосфора, обеспеченность фосфором слабая и составляет 10,3-15,0 мг/100г. Почвы требуют внесения фосфорных удобрений в дозе 120-150 кг/га.

ფოსფოროვანი სასუქების შემდგომი ნიადაგის ფართობის მართვაში ნიადგის ქიმიურ შემადგენლობაზე

ნინო კიკნაძე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

დღეისათვის ჩვენი მოსახლეობის მოთხოვნილება მზა ჩაის ძვირფას პროდუქტზე ძირითადად იმპორტული პროდუქციით კმაყოფილდება, რაც სამამულო ჩაის დეფიციტზე მეტყველებს. ჩაის წილი ქართულ ბაზარზე მხოლოდ 20%-ს შეადგენს. ფოსფორიანი სასუქების სისტემატური გამოყენება წითელმიწა ნიადაგებზე უზრუნველყოფს ფოსფორის მარაგის შექმნას ნიადაგში, რომელიც გარკვეული პერიოდით აკმაყოფილებს მცენარის მოთხოვნილებას ხსნად ფოსფატებზე. ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა მარტივი სუპერფოსფატის სხვადასხვა დოზების პერიოდულად შეტანის გავლენა წითელმიწა ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე, რათა შეგვეფასებინა მათი ამჟამინდელი მდგომარეობა მას შემდეგ, რაც ნიადაგები 23 წელია აღარ ნოციერდება მინერალური (NPK) სასუქებით. დადგინდა, რომ ნიადაგების ნაყოფიერების დონე დაბალია, ისინი განიცდიან საკვები ელემენტების (N, P, K, Ca, Mg), შიშხილს, ღარიბი არიან ჰუმუსით და საერთო აზოტით. ეს გამოწვეულია მეცნიერულად დასაბუთებული აგროტექნიკური ღონისძიებების არარსებობით ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში. წითელმიწა ნიადაგები საჭიროებენ ორგანული და მინერალური სასუქების ოპტიმალური დოზებითა და ფორმებით შეთანაწყობით გამოყენებას, მათი ნაყოფიერების დონის შემდგომი ამაღლებისა და ხარისხიანი ჩაის ფოთლის მოსავლის მიღებისათვის.

ფოსფორიანი სასუქების სისტემატური გამოყენება უზრუნველყოფს ნელმოქმედი, მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელი ფოსფორის მარაგის შექმნას ნიადაგში. როდესაც აღნიშნული მარაგი საკმარისად მნიშვნელოვან სიდიდეს მიაღწევს, ფოსფატებით მცენარის მომარაგების სისწრაფე ფაქტიურად ისეთივე რჩება, როგორც ამას ადგილი აქვს მნიშვნელოვნად მცირე რაოდენობის ფოსფატების ახლად შეტანით, რომლებიც სწრაფად მოიხმარება მცენარის მიერ. ფოსფორიანი სასუქების გამოყენების აღნიშნული სისტემა, რომელიც ფართოდ იქნა შესწავლილი და წარმოებაში გამოცდილი გერმანიაში, ლიტერატურაში ცნობილია სახელწოდებით სასუქების პერიოდული შეტანა [1, 2, 3].

დასავლეთ საქართველოს წითელმიწა ფოსფორიანი სასუქების პერიოდულად შეტანის შესასწავლად გამოკვლევები დაწყებული იყო ჯერ კიდევ 30-იან წლებში ანასეულში. რავალიცხოვანი გამოკვლევებით დადგინდა, რომ წითელმიწა ნიადაგზე სუპერფოსფატის გადიდებული დოზების პერიოდული შეტანა – 2 წელში ერთხელ 240 კგ/ჰა და 4 წელში ერთხელ 480 კგ/ჰა ისეთივე ეფექტს იძლევა ჩაის ფოთლის მოსავლიანობის, შესათვისებელი ფოსფორის შემცველობის, P_2O_5 –ის გამოყენების კოეფიციენტის მიხედვით, როგორც მცირე დოზების–120 კგ/ჰა ყოველწლიური შეტანა. აღნიშნულმა შესაძლებელი გახადა რეკომენდირებული ხანგრძლივად განოციერებული ჩაის პლანტაციების დატოვება შემდეგქმედებაზე [4, 5, 6, 7]. დღეისათვის ჩვენი მოსახლეობის მოთხოვნილება მზა ჩაის ძვირფას პროდუქტზე ძირითადად იმპორტული პროდუქციით კმაყოფილდება, რაც სამამულო ჩაის დეფიციტზე მეტყველებს. ქართული კომპანიებიდან საცალო ქსელში–გურიელი, სამაია, მარნეული და ტყებულის ჩაი ღირებობენ. ჩაის წილი ქართულ ბაზარზე მხოლოდ 20%-ს შეადგენს [8].

ჩაის პლანტაციით დაკავებულ ხანგრძლივად განოციერებულ წითელმიწა ნიადაგში, ჩვენს მიერ ისწავლებოდა ფოსფორიანი სასუქების პერიოდულად შეტანის გავლენა ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე. გამოკვლევები ტარდებოდა ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის ინსტიტუტის ყოფილ საცდელ ნაკვეთზე 69^ბ (ანასეული, ოზურგეთი). მინდვრის ცდა 69^ბ სუპერფოსფატის დოზების შეტანის პერიოდულობის დასადგენად, დაყენებულია გ.ნ.ურუშაძის მიერ 1940 წლიდან. ნაკვეთზე ჩაის პლანტაცია გაშენებულია 1931 წელს, ჩაის ჯიში–ადგილობრივი პოპულაცია, ცდის სქემა მოყვანილია ცხრილებში. სულ 1940–1998წწ. პერიოდში შეტანილი იყო P_2O_5 : მე-3 ვარიანტზე–5400 კგ/ჰა, მე-4 ვარიანტზე–5520 კგ/ჰა, მე-5 ვარიანტზე–4800 კგ/ჰა. აზოტიანი სასუქების სახით, შეიტანებოდა ამონიუმის სულფატი ყოველწლიურად დოზით N300 კგ/ჰა, კალიუმის სასუქების სახით, 50% კალიუმის ქლორიდი დოზით 200 კგ/ჰა, პერიოდულად 2 წელში ერთხელ. მინდვრის ცდის სქემის მიხედვით სასუქები შეტანილი იყო 1991 წლის ჩათვლით, ხოლო მას შემდეგ ვარიანტებზე სასუქების შეტანა შეწყდა.

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა წითელმიწა ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრა ჩვენი ბოლო გამოკვლევებიდან 17 წლის შემდეგ, როცა ნიადაგი აღარ ნოციერდებოდა მინერალური სასუქებით, რათა შეგვეფასებია ნიადაგის ამჟამინდელი მდგომარეობა ძირითადი საკვები ელემენტების (NPK) უზრუნველყოფის თვალსაზრისით. ამ მიზნით, ყოფილი საცდელი ნაკვეთიდან ჩვენს მიერ აღებული იქნა ნიადაგის ნიმუშები, განისაზღვრა აგროქიმიური მაჩვენებლები აპრობირებული მეთოდიკების მიხედვით და შედარებულ იქნა 1998 წლის მონაცემებთან [9]. 1998 წლის შედეგები წარმოდგენილია 1-ლ ცხრილში. გაცვლითი მჟავიანობის სიდიდე განოციერებულ ვარიანტებზე (3-4-5 ვარიანტები) 0-15 სმ ფენაში, ფონთან შედარებით, შემცირდა. ეს განპირობებულია გაცვლით ალუმინსა და ფოსფორმჟავას იონებს შორის რეაქციით, რომლის შედეგად წარმოიქმნება ალუმინის ფოსფატები, რომლებიც იწვევენ გაცვლითი მჟავიანობის შემცირებას. გამოთქმული მოსაზრება დასტურდება მოძრავი ფოსფორის შემცველობისა და გაცვლითი მჟავიანობის მაჩვენებლების ურთიერთშედარებით ნიადაგის ჰორიზონტების მიხედვით, კერძოდ, მოძრავი P_2O_5 -ის კლასთან ერთად, 0-15 სმ ფენიდან ქვედა სიღრმეებში გადასვლისას, გაცვლითი მჟავიანობა იზრდება. pH წყლისა და მარილის სუსპენზიაში მჟავა. ჰიდროლიზური მჟავიანობის მაქსიმალური მაჩვენებლები დაფიქსირდა P120 ყოველწლიური შეტანისა და P240 2 წელში ერთხელ შეტანის ვარიანტებზე (შესაბამისად 22,0-20,0მგ-ეკვ/100გ ნიადაგზე). გაცვლითი K_2O -ს შემცველობა განოციერებულ ვარიანტებზე 44,0-47,0 მგ/100გ-მდე მერყეობს. კალციუმის და მაგნიუმის მაღალი შემცველობაა მე-3, 4 და 5 ვარიანტებზე. ჰუმუსი და საერთო აზოტი მაქსიმუმს აღწევს P120 კვ/ჰა ყოველწლიურად შეტანის ვარიანტზე (შესაბამისად 7,1 და 0,37%).

1991 წლიდან, ფოსფოროვანი სასუქების შეტანა შეწყდა, მაგრამ ჩაის ფესვთა სისტემის განვითარების მთელ სიღრმეში (0-45სმ), ადრე განოციერებულ ვარიანტებზე მაინც მაღალია მოძრავი ფოსფორის შემცველობა (76,0-82,0-72,4 მგ/100გ ნიადაგზე). ეს კიდევ ერთხელ ადასტურებს წითელმიწა ნიადაგში ფოსფორის ნაერთების ხანგრძლივი შემდეგქმედების უნარზე, როდესაც გროვდება შესათვისებელი ფოსფორის ისეთი რაოდენობა, რომლის დროსაც სასუქების ახლად შეტანა, შემდეგქმედებასთან შედარებით, რამდენიმე წლის განმავლობაში ეფექტს არ იძლევა.

ჩვენს მიერ წითელმიწა ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები კიდევ ერთხელ განისაზღვრა 2014 წელს, ე.ი. ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების სასუქების ბოლო შეტანიდან (1991წ.) 23 წლის, ხოლო აზოტოვანი სასუქების ბოლო შეტანიდან (1998წ.) 16 წლის შემდეგ. კვლევის შედეგები წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში. როგორც მონაცემებიდან ჩანს, ნიადაგების pH წყლისა და KCl-ის სუსპენზიაში კიდევ უფრო შემცირებულია, 1998 წლის მონაცემებთან შედარებით. განსაკუთრებით მჟავა წითელმიწები უსასუქო და ფონის ვარიანტებზე, რომლებზეც pH KCl-ის სუსპენზიაში შეადგენს შესაბამისად 2,8-2,5-ს. აღინიშნება გაცვლითი და ჰიდროლიზური მჟავიანობების მატება მე-3-4-5 ვარიანტებზე, 1998 წელთან შედარებით, რაც ნიადაგების ალუმინის ფოსფატებით გაღარიბების მაჩვენებელია. ამ გარემოებას ადასტურებს მოძრავი ფოსფორით უზრუნველყოფის “სუსტი” და “საშუალო” დონე საკვლევ ნიადაგებში.

მოძრავი P_2O_5 -ის კონცენტრაცია აღნიშნულ ვარიანტებზე 2,9-3,15-ჯერ შემცირებულია 1998 წელთან შედარებით. მსგავსი კანონზომიერება დაფიქსირდა ნიადაგებში გაცვლითი კალიუმის შემცველობის მიხედვითაც. ნიადაგები საკმაოდ გაღარიბებულია მცენარისათვის ძვირფასი საკვები ელემენტებით-კალციუმითა და მაგნიუმით, რომელთა რაოდენობა 1998 წელთან შედარებით შემცირებულია: Ca-ის-1,5-1,7-ჯერ და Mg-ის-1,3-1,9-ჯერ. ნიადაგები განიცდიან ჰუმუსის და საერთო აზოტის ნაკლებობას, რაც ადასტურებს მათი ნაყოფიერების დაბალ ხარისხს.

ამრიგად, წითელმიწა ნიადაგების ქიმიური შედგენილობის ანალიზმა გამოავლინა, რომ ისინი საკმაოდ გამოფიტულია და მათი ნაყოფიერების დონე დაბალია, რაც გამოწვეულია მეცნიერულად დასაბუთებული აგროტექნიკური ღონისძიებების არარსებობით ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში. მიღებული მონაცემები ცხადყოფენ, რომ წითელმიწა ნიადაგები საჭიროებენ ორგანული და მინერალური სასუქების ოპტიმალური დოზებითა და ფორმებით შეთანწყობით გამოყენებას, მათი ნაყოფიერების დონის შემდგომი ამაღლებისათვის.

ცხრილი 1. სუპერფოსფატის დოზების პერიოდულად შეტანის გავლენა წითელმიწა ნიადაგის ზოგერთ აბრეკოშიურ მარცენებელზე. 1998 წელი

№	ვარიანტი	სიღრ- მე, სმ	pH		მეკანიონობა, მგ/კგ. 100გ ნიადაგზე		მოძრავი ფორმები, მგ/100გ ნიადაგზე				კუმუ- სი, %	აბო- ტი, %
			H ₂ O	KCl	ბა(კმ) დითი	კიდრო- დობურნი	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		
1	უსასუქო	0-15	4,9	3,9	6,0	11,2	11,0	17,0	26,0	11,0	5,5	0,28
		15-30	4,4	3,6	6,0	9,6	3,8	16,5	15,0	8,0	5,2	0,26
		30-45	4,4	3,3	6,2	6,2	2,5	16,0	12,0	4,0	3,2	0,17
2	NK - ფონი	0-15	4,7	3,7	7,7	18,5	9,2	35,0	28,5	14,0	5,9	0,29
		15-30	4,4	3,5	10,7	15,0	3,4	34,0	14,0	6,0	5,6	0,27
		30-45	4,1	3,2	10,8	13,0	2,0	32,0	13,0	5,0	3,0	0,16
3	ფონი +P ₂ O ₅ 120 კგ/ჰა ყოველწლიური შეტანა	0-15	5,2	4,3	5,0	22,0	76,0	37,0	81,0	23,0	7,1	0,37
		15-30	4,8	3,5	7,5	17,0	69,0	34,0	46,0	14,0	5,6	0,28
		30-45	4,4	3,5	8,5	12,0	58,0	31,0	29,0	10,0	5,4	0,27
4	ფონი +P ₂ O ₅ 240 კგ/ჰა 2 წელში ერთხელ	0-15	5,1	4,2	6,8	20,0	82,0	34,0	76,0	20,0	5,5	0,28
		15-30	4,7	4,1	9,5	14,0	78,5	32,0	35,0	18,0	3,8	0,19
		30-45	4,6	3,8	9,3	14,0	62,0	32,0	34,0	13,0	3,3	0,16
5	ფონი +P ₂ O ₅ 480 კგ/ჰა 4 წელში ერთხელ	0-15	5,1	4,0	5,0	19,0	72,4	36,0	74,0	22,0	5,3	0,27
		15-30	4,3	3,5	10,9	13,6	65,2	34,0	56,0	15,0	3,3	0,17
		30-45	4,2	3,4	11,0	13,0	54,0	30,0	48,0	11,0	3,0	0,15

ცხრილი 2. სუპერფოსფატის დოზების პერიოდულად შეტანის გავლენა წითელმაწა ნიადაგის ხოციერთ აგროქიმიურ მარეგნებელზე, 2014 წელი

№	გარინატი	სიღრმე, სმ	pH		მეკიანობა, მგ/მმ. 100გ ნიადაგზე		მოძრავი ფორმები, მგ/100გ ნიადაგზე				პუმპისი, %	აზოტი, %
			H ₂ O	KCl	ბაგმ-დითი	პიდრო-დოზური	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		
1	უსასუქო	0-15	3,8	2,8	4,4	13,2	7,0	7,0	15,2	8,2	3,2	0,16
		15-30	3,4	2,4	6,0	10,5	2,8	6,5	7,8	3,5	2,6	0,13
		30-45	3,2	2,3	6,2	7,8	1,5	3,2	6,5	2,8	2,2	0,12
2	NK – ფონი	0-15	3,6	2,5	5,2	20,7	5,0	8,0	17,5	10,4	3,9	0,19
		15-30	3,3	2,2	7,6	17,4	1,6	6,5	9,7	4,0	2,8	0,14
		30-45	3,1	2,0	8,8	16,0	1,0	6,0	8,4	3,2	2,5	0,13
3	ფონი +P ₂ O ₅ 120 კგ/ჰა ქოგელწილსური შეტანა	0-15	4,2	3,7	6,8	25,0	25,2	12,6	54,2	12,5	4,8	0,25
		15-30	3,9	2,9	7,5	20,1	20,2	10,0	34,0	8,6	3,8	0,19
		30-45	3,7	2,6	8,1	14,7	17,5	8,8	22,6	6,4	3,5	0,17
4	ფონი +P ₂ O ₅ 240 კგ/ჰა 2 წელში ერთხელ	0-15	4,0	3,5	7,7	24,1	28,0	11,4	50,5	12,0	3,5	0,18
		15-30	3,7	3,0	10,5	17,6	22,0	9,8	28,0	8,0	2,8	0,14
		30-45	3,4	2,9	11,3	16,7	18,4	7,2	20,3	5,8	2,3	0,13
5	ფონი +P ₂ O ₅ 480 კგ/ჰა 4 წელში ერთხელ	0-15	4,1	3,2	7,6	23,5	23,0	12,0	47,5	11,5	3,2	0,16
		15-30	3,5	2,8	10,9	17,0	19,5	10,5	26,4	7,2	2,5	0,13
		30-45	3,2	2,5	11,8	14,1	15,0	8,3	19,5	5,0	2,0	0,11

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. Barrow N.J. Understanding phosphate reaction with soil // Proc. 3d Intern. Congr. Phosphorus Comprands. Bruxelles, 1983/ P/1-27.
2. Эберт Д., Штрюбинг Х. Периодическое применение фосфорных и калийных удобрений // Междунар. с.-х. журн. 1965. №2. С.97-100.
3. Ansorge H. Moglichkeiten der Vorratsdungung mit phosphorsaure und Kali // Akad. Landwirtsch. – Berlin, 1967. №76. S.37-46.
4. Урушадзе Г.Н. Основные итоги опытных работ ВНИИЧиСК по химизации чайных плантаций Западной Грузии//Бюлл. ВНИИ чая и субтроп. культур. 1954. №4. С.3-47.
5. Дугашвили П.С. Эффективность фосфорных удобрений на длительно удобряемых чайных плантациях // Бюлл. ВНИИ чая и субтроп. культур. 1955. №4. С.3-21.
6. Ониани О.Г. Фосфатный режим кислых почв и применение фосфорных удобрений на чайных плантациях Грузии. – Тбилиси: Мецниереба, 1974. С.276-298.
7. Джонстон А.Е., Сайерс Дж.К. Новый подход к оценке эффективности использования фосфора из удобрений в сельском хозяйстве // «Питание растений». Вестник Международного института питания растений. №4, 2013. С.5-9.
8. <http://www.bpi.ge/კვლევა>: ჩაის ბაზარი საქართველოში-ექსპორტი, იმპორტი, ლიდერები. I. ოთხშაბათი, 04 იანვარი, 2012.
9. Агрохимические методы исследования почв. – Москва: Издательство «Наука», 1975. С.47-191.

FURTHER-ACTION INFLUENCE OF PHOSPHOROUS FERTILIZERS ON CHEMICAL CONSISTENCY OF RED SOILS

Nino Kiknadze

Batumi Shota Rustaveli State University

SUMMARY

At present demand of local population on finished product of tea mostly is satisfied by imported tea products which indicate on deficit of native tea in country. Share of tea is only 20% on Georgian market. Regular usage of phosphorous fertilizers on red soils creates phosphorus reserve under soil which satisfies request of plants on dissoluble phosphates during certain period. The influence of regular putting of various dosages of simple superphosphates in red soils and its agrochemical specifications were studied to identify their present conditions as soils have not been fertilized with mineral fertilizers (NPK) for 23 years now. According to the study fertilization level of soils is poor, soils are experiencing hunger of nutrition elements (N, P, K, Ca, Mg); the soils are characterized by poor quantity of humus and general nitrogen. The mentioned conditions are caused by long-term lack of scientifically justified agro-technical measures. Red soils require usage of organic and mineral fertilizers with optimal dosages and forms in succession for the purpose of increasing their productivity level and producing effective tea leaves.

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРАСНОЗЁМНОЙ ПОЧВЫ

Н.О.Кикнадзе

Батумский Государственный университет Шота Руставели

РЕЗЮМЕ

На сегодня потребность населения нашей Страны на ценный готовый продукт чая в основном удовлетворяется импортной продукцией, что говорит о дефиците отечественного чая. Доля чая на грузинском рынке составляет всего лишь 20%. Систематическое применение фосфорных удобрений на краснозёмных почвах обеспечивает создание запаса фосфора, который на определённый период обеспечивает потребность растения на растворимые фосфаты. Нами было изучено влияние периодического внесения разных доз простого суперфосфата на агрохимические показатели краснозёмных почв, для оценки их настоящего состояния, после того, как на этих почвах уже 23 года не вносятся минеральные (NPK) удобрения. Установлено, что уровень плодородия почв низкая, они страдают дефицитом питательных элементов (N, P, K, Ca, Mg), обеднены гумусом и общим азотом. Это обусловлено отсутствием научно обоснованных агротехнических мероприятий в течение длительного периода. Требуется координированное применение оптимальных доз и форм органических и минеральных удобрений, для дальнейшего повышения уровня плодородия почв и получения урожая качественного чайного листа.

სპილენძის და მანგანუმის აკუმულაცია ხორბალში (Triticum) და ქერში (Hordeum)

ალექსანდრე რჩეულიშვილი, ეთერ გინტური, ოლია რჩეულიშვილი, ლელა ტულუში, ნინო რჩეულიშვილი, ეთერ ლელაღუტაშვილი

*ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
ელეფთერ ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი*

შესწავლილი იქნა Cu და Mn აკუმულაციის უნარი ხორბლისა და ქერის ორგანოების (ფესვები, ღეროები, ფოთლები) მიერ მცენარის ზრდის პროცესში, როდესაც ნიადაგში შეტანილი იქნა სპილენძი. ნაჩვენებია, რომ ზრდის დინამიკაში სპილენძის და მანგანუმის აკუმულაცია ძირითადად ხდება ხორბლის და ქერის ფესვებში. ხორბლის შემთხვევაში ზრდის პროცესში მანგანუმის შემცველობის შემცირება ხდება ფესვებში, ხოლო ფოთლებში იზრდება.

ბიოსფეროში მძიმე მეტალების ანტროპოგენული გაბნევა იწვევს გარემოს დაბინძურებას. მეტალების ჭარბი რაოდენობა უარყოფითად მოქმედებს ცოცხალ ორგანიზმებზე. როგორც ცნობილია, სპილენძი და მანგანუმი აუცილებელია მცენარეული ორგანიზმების ცხოველქმედებისათვის.

სპილენძი ხელს უწყობს ქლოროფილის სტაბილურობას და მას დაზიანებისაგან იცავს. წყალში ხსნადი სპილენძის აკუმულაცია მცენარის მიერ ძირითადად განპირობებულია მოცემულ ადგილას მცენარისათვის არსებული სასიცოცხლო პირობებით [1,2]. ნიადაგში სპილენძი ითვლება სუსტი მიგრაციის მქონე ელემენტად. დღეისათვის ძირითად პრობლემას წარმოადგენს სპილენძის უკმარისობა ნიადაგში. მისი დეფიციტის ძირითადი ნიშნებია: ზრდის შენელება და შემდეგ უკვე რეპროდუქციული ორგანოების ფორმირების შეწყვეტა, ცარიელი თავთავების წარმოქმნა. სპილენძის დეფიციტისადმი ზოგიერთ სხვა მცენარის მსგავსად განსაკუთრებით მგრძობიარეა ხორბალი და ქერი.

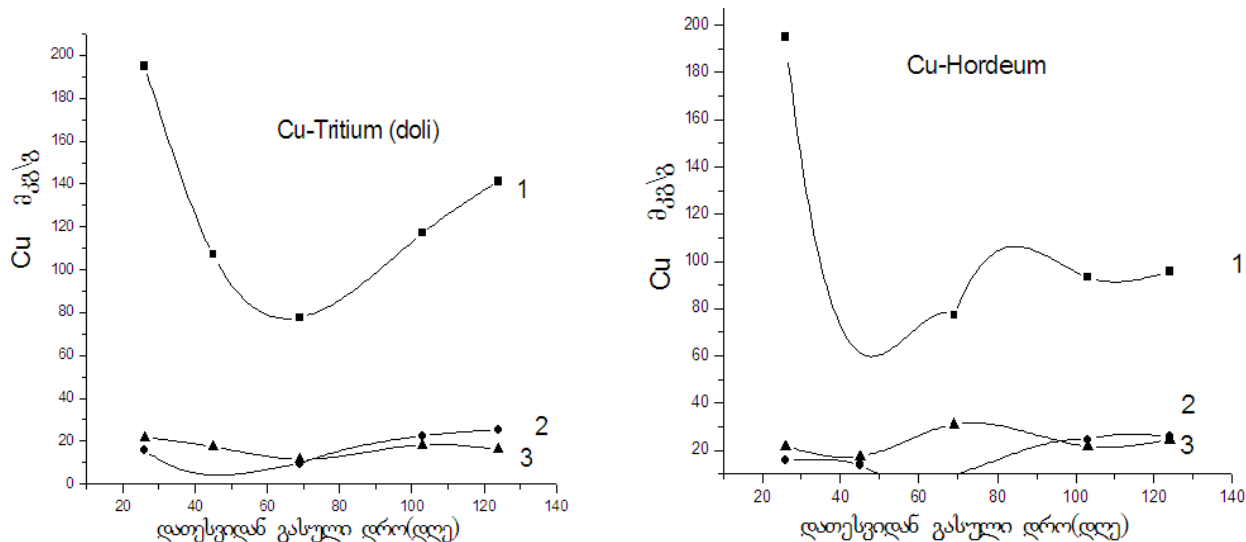
მანგანუმი მისი ცვალებადი ვალენტობის შედეგად, მონაწილეობას ღებულობს ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში. დადგენილია, რომ მანგანუმი ზრდის ხორბლის მარცვლის ცილოვან შემადგენლობას. იგი სუსტად გადაადგილდება მცენარის ორგანოებს შორის, რაც დაკავშირებულია მის არც თუ მაღალ მობილურობასთან. როგორც გამოკვლევები აჩვენებს, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მარცვლები სხვადასხვა პირობებში დიდად განსხვავდებიან ქიმიური ელემენტების შემცველობის მიხედვით [4-6].

მოცემული სამუშაოს მიზანია ერთი მხრივ, ნიადაგში შეტანილი სპილენძის აკუმულაციის შესწავლა ამ გარემოში გაზრდილი ხორბლისა და ქერის ცალკეულ ორგანოებში, ხოლო მეორე მხრივ, ნიადაგში ბუნებრივად არსებული მანგანუმის აკუმულაციის შესწავლა ასევე ხორბლისა და ქერის ცალკეულ ორგანოებში.

კვლევის ობიექტად აღებული იქნა ხორბალი (Triticum) და ქერი (Hordeum), რომელიც იზრდებოდა შავმიწიან ნიადაგზე. ნიადაგი ირწყვებოდა პერიოდულად. გაზრდილ მცენარეებს ვილებდით ნიადაგიდან 30 დღიანი ინტერვალით. ამოღებულ მცენარეებს ვრეცხავდით დისტილირებული წყლით და ვახდენდით მათ დანაწევრებას ცალკეულ ორგანოებად (ფესვი, ღერო, ფოთლოვანი). მიღებულ ნიმუშებს ვაშრობდით, მექანიკური საფქვავის საშუალებით ვახდენდით ნიმუშების დაქუცმაცებას, ვწონდით და ვათავსებდით სინჯარებში. ნიმუშების დანაცრების მიზნით სინჯარებში ვამატებდით კონცენტრირებულ აზოტმჟავას და ვაცხელებდით ჰომოგენური ხსნარის მიღებამდე. ჰომოგენიზირებულ ნიმუშებს ვაზავებდით ბიდისტილატით 10მლ მოცულობამდე. მეტალის შემცველობის ანალიზი განხორციელდა ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრის „Analyst-800“ (Perkin Elmer) გამოყენებით. სპილენძის და მანგანუმის ეტალონური ხსნარები დამზადებული იყო „Perkin Elmer“-ის ფირმის ეტალონური დედა ხსნარებისაგან, რომელთა კონცენტრაცია შეადგენდა 1მგ/ლ. ნიადაგში შესატანად გამოყენებულ იქნა სპილენძის მარილი: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (5.1გ/ლ). ნიადაგში, რომელშიც შეტანილი იქნა სპილენძი, მანამდე შეიცავდა 1.4მგ/კგ სპილენძს.

ნახ.1-ზე ნაჩვენებია სპილენძის შემცველობა ხორბალსა და ქერში დათესვიდან გარკვეული დროის შემდეგ მის ცალკეულ ორგანოებში (ფესვებში, ღეროებში, ფოთლებში). როგორც ნახაზიდან ჩანს,

ხორბლის შემთხვევაში, დათესვიდან მთელი დროის განმავლობაში სპილენძი უმეტესად კონცენტრირებულია ფესვებში, დათესვიდან 69-ე, 103-ე და 124-ე დღეს ფოთლებში და ღეროებში სპილენძის კონცენტრაცია დაახლოებით ერთნაირია და თითქმის 10-ჯერ ნაკლებია ფესვებში აკუმულირებული სპილენძის კონცენტრაციაზე. ანალოგიური სურათია ქერის შემთხვევაშიც.



ნახ.1. სპილენძის შემცველობა ხორბლისა და ქერის ცალკეულ ორგანოებში ზრდის პროცესში (1 - ფესვი, 2 - ღერო, 3 - ფოთოლი)

მოცემული კვლევის ფარგლებში აღმოჩნდა, რომ ფესვთა სისტემა, ღერო და ფოთლები შეითვისებენ გარკვეული რაოდენობით მეტალთა იონებს. სპილენძი ხორბალსა და ქერში მცენარის ზრდის მთელი პროცესის განმავლობაში ძირითადად აკუმულირდება ფესვებში. მანგანუმის შემთხვევაში ექსპერიმენტი ჩატარდა ბუნებრივ პირობებში, სპილენძისაგან განსხვავებით ნიადაგში მისი შეტანის გარეშე. როგორც ცხრილიდან (1) ჩანს, დათესვიდან 26-ე დღეს ქერში მისი რაოდენობა მაქსიმალურია ფესვებში. ეს ტენდენცია შენარჩუნებულია ქერის ზრდის მთელი დროის განმავლობაში. თუმცა დათესვიდან 45-ე, 69-ე და 103-ე დღეს უკვე მისი შემცველობა ფესვებში უმნიშვნელოდ აღემატება ღეროსა და ფოთოლში მის შემცველობას. დათესვიდან 124-ე დღეს ფესვებში მანგანუმის შემცველობა დაახლოებით 3-ჯერ აღემატება ფოთოლსა და ღეროში მის შემცველობას.

რაც შეეხება მანგანუმის შემცველობას, რომელსაც მცენარე იღებს ნიადაგიდან ხორბლის ზრდის მთელი დროის განმავლობაში (ცხრილი 2), ფესვებში მისი შემცველობა აღემატება ღეროსა და ფოთოლში მის შემცველობას, თუ არ ჩავთვლით დათესვიდან 124-ე დღეს, როდესაც ფოთლებში მანგანუმის შემცველობა ჭარბობს მის შემცველობას ფესვებში.

ზოგადი ტენდენცია კი ასეთია: ხორბლის ზრდისას ფესვებში დაიკვირება Mn რაოდენობის შემცირების ტენდენცია და ფოთლებში მისი აკუმულაციის ზრდა.

ჩატარებული ექსპერიმენტებიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ სპილენძი, მიუხედავად იმისა, რომ როგორც ქერის, ასევე ხორბლის შემთხვევაში ძირითადად აკუმულირდება ფესვებში, უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარის მდგომარეობაზე. კერძოდ, დაკვირვებებმა აჩვენა, რომ შეიცვალა ზრდის სიმაღლე, ფესვთა სიგრძე, ფოთლის ზედაპირის ფართობი. 10-ჯერ ნაკლები კონცენტრაციის სპილენძის აკუმულირება ფოთლებში ფესვებთან შედარებით საკმარისი აღმოჩნდა, რომ ფოთლების მწვანე შეფერილობა შეცვლილიყო მოყვითალო-ყავისფერით.

ცხრილი 1. Mn-ის შემცველობა ქერში (მკგ/გ)

მცენარის ორგანოები	დათესვიდან 26-ე დღე	დათესვიდან 45-ე დღე	დათესვიდან 69-ე დღე	დათესვიდან 103-ე დღე	დათესვიდან 124-ე დღე
ფესვი	290	329.84	145.37	144.78	329
ღერო	51.39	90.19	112.27	125	105.26
ფოთოლი	68.42	145.42	116.55	140.77	100.29

ცხრილი 2. Mn-ის შემცველობა ხორბალში (დოლი) (მკგ/გ)

მცენარის ორგანოები	დათესვიდან 26-ე დღე	დათესვიდან 45-ე დღე	დათესვიდან 69-ე დღე	დათესვიდან 103-ე დღე	დათესვიდან 124-ე დღე
ფესვი	465	147	145.24	126.15	95.64
ღერო	58.3	78	92	84.58	82.41
ფოთოლი	50.42	61.95	100	90	134.97

სამუშაო შესრულებული იქნა გრანტის
SRNSF 09/14 – STCU 5635 ფარგლებში.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. Merry R.N., Tiller K.G., and Alston A.M. Accumulation of copper, lead, and arsenic in some Australian Orchard soils// Australian Journal Soil Res. 1983, 21, 549-561.
2. Peder Lombnes and Bal Ram Singh, Varietal tolerance to Zinc deficiency in wheat and barley grown in chelatorbuffered nutrient solution and its effect on uptake of Cu, Fe, and Mn, Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2003, 166(1), 76-83.
3. Zekeriya Akman, Effects of Plant Growth Regulators on Nutrient Content of Young Wheat and Barley Plants under Saline Conditions, Journal of Animal and Veterinary Advances, 2009, 8(10), 2018-2021.
4. Fathi, G.H., M. Enayat Gholi Zadeh, Effect of fertilizers with trace elements of Zn, Fe and Cu on growth and grain yield of barley in Khoozestan climate. Scientific journal of farm plant physiology, Islamic Azad University Ahvaz Branch, 1st year, 2010a, 1, 53-67.
5. Fathi, G.H., M. Enayat Gholi Zadeh, morphological trait response and biologic performance of barley to trace elements (Fe, Zn, Cu) in Khoozestan. National Conference of Water, Soil, Plant Science & Agricultural Machinery in IAU Dezful Branch, 2010b, 384-390.
6. Balali, M.R. and M.J. Malakouti, Effects of different methods of micronutrient application on the uptake of nutrients in wheat grains in 10 provinces. Iranian Journal of Soil and Water Sciences, Soil & Water Res. Ins.-Iranian Soc. of Soil Sci., Tehran, 2002., 15(2), 1-11.

ACCUMULATION OF Cu AND Mn BY WHEAT (TRITICUM) AND BARLEY (HORDEUM)

Alexander Rcheulishvili, Eteri Ginturi, Olya Rcheulishvili, Lela Tugushi, Nino Rcheulishvili,
Eteri Gelagutashvili

*Elefter Andronikashvili Institute of Physics
of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University*

SUMMARY

The effect of Cu and Mn by wheat (Triticum) and barley (Hordeum) and their components in the process of growth were studied, when in soil was introduced Cu. Cu and Mn accumulation in general were observed in roots during the growth of wheat and barley. Only for wheat during the growth were observed decrease of Mn content in roots and increase in leaves.

АККУМУЛЯЦИЯ Cu И Mn ПШЕНИЦЕЙ И ЯЧМЕНОМ

А.Н.Рчеулишвили, Э.Н.Гинтури, О.А.Рчеулишвили, Л.С.Тугуши, Н.А.Рчеулишвили,
Э.С.Гелагуташвили

*Институт физики им. Э.Л.Андроникашвили
Тбилисского государственного Университета им. И. Джавახишвили*

РЕЗЮМЕ

Изучены способности аккумуляции пшеницей, ячменём и их компонентами (корни, листья и др.) Cu и Mn в динамике роста, при внесении в почву элемента Cu. Показано, что в динамике роста пшеницы и ячменя ионы Cu и Mn, в основном накапливаются в корнях. В случае пшеницы наблюдается уменьшение содержания Mn в корнях и увеличение в листьях в процессе роста.

**ჩამდინარე წყლებში ფენოლისა და მისი წარმოებულების მინერალიზაცია
ელექტრო-ფენტონის და ფოტო-ელექტრო-ფენტონის მეთოდებით**

გიორგი გორელიშვილი, პაატა ნიკოლეიშვილი, გიგლა წურწუშია, ვალენტინა კვესელავა, ნანა ქოიავა, ია მამაგულიშვილი

*ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
რაფიელ აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი*

ფენოლური ნაერთებით დაბინძურებული წყლის გაწმენდა განხორციელებულია ჟანგვის დახვეწილი პროცესებით (Advanced Oxidation Processes - AOPs): ელექტრო-ფენტონით (EF) და ფოტო-ელექტრო-ფენტონით (PEF). პირველ შემთხვევაში ძირითადი დამჟანგველი - ჰიდროქსილის რადიკალი ($\cdot\text{OH}$) მიღებულია მემბრანული ფილტრ-პრესული ტიპის ელექტროლიზერში გაზ-დიფუზიურ ელექტროდზე O_2 -ის 2-ელექტრონიანი აღდგენით წარმოქმნილ H_2O_2 -ზე Fe^{2+} -ის დამატებით და მეორე შემთხვევაში $\cdot\text{OH}$ მიღებულია კომბინირებული - EF-ისა და ულტრაიისფერი დასხივების მეთოდით (ტალღის სიგრძე $\lambda = 253$ ნმ, 8 ვტ). ორგანული ნაერთების დეგრადაციის ანალიზური კონტროლი განხორციელებულია ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილების მეთოდით (Chemical Oxygen Demand – COD). დადგენილია PEF-ის უპირატესობა EF-თან შედარებით. 100 მგ/ლ ორგანული ნაერთებით დაბინძურებული კათოლიტის 60 წთ-ანი PEF მეთოდით დამუშავების შემდეგ გაწმენდის ხარისხმა (COD-ის მიხედვით) ფენოლისთვის შეადგინა 97%, 3-ნიტროფენოლისთვის 95.7%, მ-ამინოფენოლისთვის 96.7%; ელექტროენერჯის ხარჯი 1 მ³ წყლის გასაწმენდად - 2.5 კვტსთ.

წყალი დედამიწაზე ერთ-ერთი ძირითადი ბუნებრივი რესურსია, რომლის ეფექტური მართვა ძალზე მნიშვნელოვანია ნორმალური საცხოვრებელი პირობების უზრუნველყოფის, მრეწველობის და სოფლის მეურნეობის მაღალ დონეზე ფუნქციონირების და ეკოსისტემების დაცვისათვის.

დედამიწაზე წყლის მიმოქცევას ახლავს ერთ-ერთი კრიტიკული ეტაპი, როგორცაა ჩამდინარე წყლების წარმოშობა და მათი დაბრუნება ბუნებრივ ციკლში.

დაბინძურებული ჩამდინარე წყლების შემადგენლობა მრავალფეროვანია, იგი დამოკიდებულია სხვადასხვა წარმოების ტექნოლოგიურ პროცესზე, რეაგენტების და/ან პროდუქტების ქიმიურ შედგენილობაზე, თვისებებზე, ყოფაცხოვრებაში ადამიანის მოქმედებაზე, სოფლის მეურნეობის ობიექტებზე განვითარებული პროცესების ხასიათზე.

ჩამდინარე წყლების დამაბინძურებლებს შორის განსაკუთრებული ადგილი უკავია ორგანულ ნივთიერებებს, რომლებიც ფართოდ არის გავრცელებული და გარემოზე მკვეთრად გამოხატული უარყოფითი გავლენა აქვთ. მათ შორის ბევრს ახასიათებს კანცეროგენული, მუტაგენური და სხვა საშიში თვისებები. ასეთი ნაერთების ტიპური წარმომადგენელია ფენოლი ($\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH}$) და მისი წარმოებულები. მსოფლიოში ფენოლის წარმოება შეადგენს ~7 მილ. ტ/წელ-ში [1].

ჩამდინარე წყლების გაწმენდა ორგანული დამაბინძურებლებისგან. ჩამდინარე წყლების გაწმენდა ორგანული ნაერთებისგან ოზონირებით, ბიოქიმიურად, თერმული დამუშავებით, ბიოლოგიური მეთოდით და სხვა ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების გამოყენებით ხშირად არაეფექტურია [2,3], რამაც განაპირობა უფრო სრულყოფილი ალტერნატიული პროცესების ძიება.

ჟანგვითი პროცესებიდან ჩამდინარე წყლების არასასურველი ორგანული მინარევებისგან გასაწმენდად განსაკუთრებით საინტერესო და პერსპექტიულია პროცესები $\cdot\text{OH}$ რადიკალების წარმოქმნით. აღნიშნულის განხორციელება შესაძლებელია ე.წ. ჟანგვის დახვეწილი პროცესების (Advanced Oxidation Processes-AOPs) გამოყენებით [4,5].

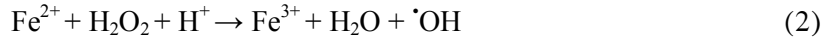
ჟანგვის დახვეწილი პროცესები (AOPs). AOPs-ბი წარმოადგენენ პროცესებს, რომლებშიც დამჟანგველ აგენტად დომინირებს ჰიდროქსილის რადიკალი ($\cdot\text{OH}$). წყალში მისი სიციცხლის ხანგრძლივობა გრძელდება რამდენიმე ნანოწამს. ძლიერი დამჟანგველის თვისებების (სტანდარტული ჟანგვითი პოტენციალი $E^0(\cdot\text{OH}) = 2.8$ ვ) გამო $\cdot\text{OH}$ რადიკალები ჟანგავენ ორგანული ნაერთების უმრავლესობას სრულ მინერალიზაციამდე CO_2 და H_2O წარმოქმნით [6].

AOPs-ის განხორციელება ხდება ქიმიური, ფოტოქიმიური და/ან ელექტროქიმიური რეაქციებით ულტრაბერის, ოზონის, ულტრაიისფერი გამოსხივების გამოყენებით, რომლებიც ვითარდებიან კატალიზური მექანიზმით და უზრუნველყოფენ სარეაქციო არეში დამაზარებლების წარმოქმნას.

ქიმიური AOPs-დან ყველაზე გავრცელებულია ე.წ. ფენტონის მეთოდი, რომლის საშუალებით (Fe^{2+}/H_2O_2) -ის ნარევის (ფენტონის რეაგენტი) გამოყენებით მიმდინარეობს ე.წ. ფენტონის რეაქცია OH^- -ის წარმოქმნით [7];



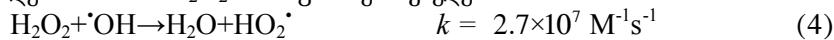
მევაა არეში:



პროცესი ეფექტურია pH 2.8-3.2 ზღვრებში, ამ დროს კატალიზატორი (Fe^{2+}) კვლავ აღდგება ე.წ. „ფენტონის მსგავსი“ რეაქციით (2) [7,8]:



ჰიდროქსილის რადიკალთან შედარებით $HO_2\cdot$ ხასიათდება ნაკლები ანგევიითი უნარით [9]. მისი წარმოქმნა აგრეთვე ხდება $\cdot OH$ -ის H_2O_2 -თან ურთიერთქმედებით:



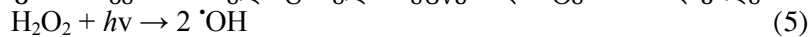
H_2O_2 -ის დაშლა ძირითად ხდება რეაქციებით (3, 4), რომელთაც ფენტონის რეაქციის თანაურ პარაზიტულ რეაქციებად მოიხსენიებენ [10].

$\cdot OH$ -ის არსებობა დადასტურებულია სპექტროსკოპული მეთოდებით. რეაქციების სინქარეთა კონსტანტების სიდიდეები განსაზღვრულია იმპულსური რადიოლიზის საშუალებით [11].

ელექტრო-ფენტონის (EF) და ფოტო-ელექტრო-ფენტონის (PEF) პროცესები. ცნობილია მრავალი ელექტროქიმიური ანგევის დახვეწილი პროცესი (EAOP) [5]. მათ შორის: ა) ელექტრო-ფენტონის (EF) პროცესი, რომლის დროს კათოდზე მიიღება H_2O_2 , ხოლო დასამუშავებელ წყალს ემატება კატალიზატორი $(Fe^{2+}$ და/ან $Fe^{3+})$ და ბ) ფოტო-ელექტრო-ფენტონის (PEF) პროცესი, რომლის განსახორციელებლად დამატებით გამოიყენება ულტრაიისფერი (UV) გამოსხივება.

EF-ის პროცესის ეფექტურობა დამოკიდებულია ელექტროლის ბუნებაზე, ელექტროლიტში ან გაზ-დიფუზიურ კათოდზე O_2 -ის მიწოდების ინტენსივობაზე, ხსნარის მორევის და/ან გაღინების სინქარეზე, ტემპერატურაზე, pH, კათოდურ პოტენციალსა და კატალიზატორის და დამაბინძურებლის კონცენტრაციებზე.

ავტორებმა [12] EF-ის პროცესში გამოიყენეს UVA ($\lambda = 315-400$ ნმ), UVB ($\lambda = 285-315$ ნმ) და UVC ($\lambda < 285$ ნმ) გამოსხივება, რომელმაც ხელი შეუწყო დამატებით რადიკალების წარმოქმნას:



ფენტონის რეაქცია (1)-ით წარმოქმნილი Fe^{3+} -ის ფოტოლიზის შედეგადაც მიიღება $\cdot OH$ და რეგენირებული Fe^{2+} [13]:



UV გამოსხივება ხელს უწყობს ზოგიერთი შუალედური ორგანული პროდუქტების და/ან $Fe(III)$ -თან მათი კომპლექსების ფოტოდეგრადაციას [14,15].

წარმოდგენილი სამუშაოს მიზანია ფენოლური ნაერთებით დაბინძურებული წყლის გაწმენდა გაზ-დიფუზიური კათოდის მქონე ფილტრ-პრესული ტიპის კათიონიტურ მემბრანის ელექტროლიზერში ელექტრო-ფენტონისა (EF) და ფოტო-ელექტრო-ფენტონის (PEF) მეთოდების გამოყენებით.

ექსპერიმენტული ნაწილი

გამოყენებული რეაქტივები და მასალები. მოდელური ხსნარების დასამზადებლად გამოყენებული იყო დისტილირებული წყალი და ქიმიურად სუფთა კვალიფიკაციის რეაქტივები - Na_2SO_4 , $Fe_2SO_4 \cdot 7H_2O$, H_2SO_4 , $NaOH$, $KMnO_4$, HCl , C_6H_5OH , $C_6H_4OHNO_2$, $C_6H_4OHNH_2$, $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$. ხსნარის არის კონტროლი ხორციელდებოდა pH-მეტრით (Milwaukee pH 55). მუდმივი დენის წყაროდ გამოყენებული იყო გამართველი ProDigital 3010D (ჩინეთი) ციფრული გამზომი ხელსაწყოებით (ვოლტმეტრი, ამპერმეტრი). H_2O_2 -ის ელექტროსინთეზის დროს, EF-ისა და PEF-ის პროცესებში, ანოდებად გამოყენებული იყო DSA-ს (Dimensionally Stable Anode) ტიპის $TiO_2-RuO_2-IrO_2$ ელექტროდები, კათოდებად - კომერციულად ხელმისაწვდომი GDE Back Pearls 2000 (USA) და ჩვენ მიერ აქტივირებული ნახშირბადის მურისა და შემკვრელისაგან (პოლიტეტრაფტორეთილენი - PTFE) დამზადებული

ელექტროდი. PEF-ის პროცესებში ულტრაიისფერი გამოსხივების წყაროდ აღებული იყო UVC ნათურა (8 W, $\lambda = 253$ ნმ, ჩინეთი).

ქიმიური ანალიზი და საანგარიშო ფორმულები. H_2O_2 -ის კონცენტრაციის განსაზღვრისთვის გამოყენებული იყო პერმანგანატული ტიტრაციის სტანდარტული მეთოდი:

$$C(H_2O_2) = \frac{0.0017 \times K \times V_{KMnO_4} \times 1000}{V} \quad (\text{გ/ლ}) \quad (8)$$

სადაც, 0.0017 - წყალბადის პეროქსიდის ტიტრი; K - 0.1N $KMnO_4$ -ის შესწორების კოეფიციენტი; V - აღებული სინჯის მოცულობა, მლ.

ელექტროგენერირებული H_2O_2 -ის დენითი გამოსავალი გაანგარიშებული იყო შემდეგი ფორმულით:

$$\eta(H_2O_2) = \frac{m_{pract.}}{m_{teor.}} \times 100(\%) \quad (9)$$

სადაც, m_{pract} და m_{teor} შესაბამისად პრაქტიკულად და თეორიულად მიღებული H_2O_2 -ის მასებია.

ხსნარების გაწმენდის ხარისხის კონტროლისთვის გამოყენებული იყო ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილების (Chemical Oxygen Demand, COD) განსაზღვრის მეთოდი:

$$COD = (COD)_t \cdot 100 / COD_0 (\%) \quad (10)$$

სადაც, $(\Delta COD)_t$ ელექტროლიზის t დროის მანძილზე შესაბამისი სიდიდის ცვლილებაა, ხოლო COD_0 – COD -ის საწყისი მნიშვნელობა.

პროცესის ენერგოტეკვალობა განისაზღვრებოდა შემდეგი ფორმულით [16]:

$$W = E_{cell} I t / (\Delta COD)_t V_s \quad (\text{კვტს/გ}) \quad (11)$$

სადაც, E_{cell} ელექტროლიზერზე საშუალო ძაბვაა (ვ), t - ელექტროლიზის ხანგრძლივობა (სთ), ხოლო $(\Delta COD)_t$ არის COD -ის ცვლილება t დროში.

COD -ის განსაზღვრის დროს ხდებოდა მოდელური ხსნარების დასამზადებლად გამოყენებული გამოხდილი წყლის ე.წ. ფონური სინჯის დამუშავება. ანალიზის პროცედურა გულისხმობდა: 500 მლ მრგვალიძირიან კოლბაში 100 მლ დისტილირებული წყლის, 10 მლ კონცენტრირებული H_2SO_4 -ის, საკვლევი ნიმუშის (2 მლ) და 10 ან 20 მლ 0.025N $KMnO_4$ ხსნარის (დამჟანგველი) დუღილს (30 წთ); აქროლადი ორგანული ნაერთების ციკლში დასაბრუნებლად კოლბას უკეთდებოდა უკუმაცივარი. დუღილის დასრულების შემდეგ კოლბაში ემატებოდა აღებული $KMnO_4$ -ის ტოლი მოცულობის 0.025N მჟაუნმჟავას ხსნარი და მორევის შემდეგ ცხლად იტიტრებოდა 0.025N $KMnO_4$ ხსნარით მკრთალი ვარდისფერი შეფერილობის წარმოქმნამდე. COD იანგარიშებოდა:

$$COD_{Mn} = \frac{(V_1 - V_0) \times K \times 0.01 \times 8 \times 1000}{V} = \frac{(V_1 - V_0) \times K \times 80}{V} \quad (\text{მგ/ლ}) \quad (12)$$

სადაც V_1 და V_0 შესაბამისად საკვლევი და ფონური სინჯების გატიტრებაზე დახარჯული 0.025N $KMnO_4$ -ის მოცულობებია, მლ; K - 0.025N $KMnO_4$ -ის ხსნარის შესწორების კოეფიციენტი; V - აღებული სინჯის მოცულობა, მლ.

ფოტოსპექტრომეტრული მეთოდით COD -ის სიდიდის დასადგენად გამოყენებული იყო HACH DR/4000V-ის ტიპის ხელსაწყო (სურ. 1).

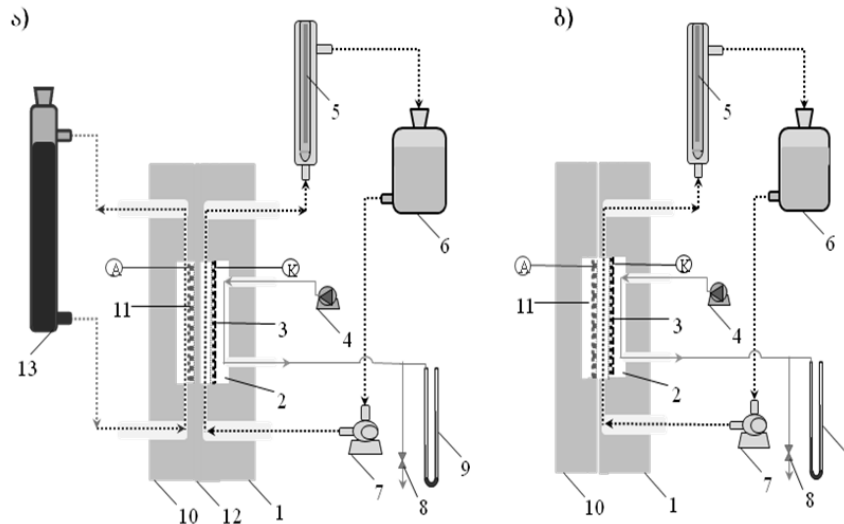


სურ. 1. COD -ის განსაზღვრისთვის გამოყენებული ფოტოსპექტრომეტრი HACH DR/4000V.

ელექტროქიმიური რეაქტორები და მოწყობილობები. ფენოლით, პ-ნიტროფენოლით და მ-ამინოფენოლით დაბინძურებული მოდელოური ხსნარების EF-ის და PEF-ის მეთოდებით დამუშავებისთვის გამოყენებული იყო MK-40 მემბრანით გაყოფილი და/ან უმემბრანო ელექტროლიზერები, რომლებშიც GDE კათოდებზე ჰაერის ჟანგბადის 2-ელექტრონიანი აღდგენით წარმოიქმნებოდა H₂O₂ (13):



ელექტროლიტების საცირკულაციოდ გამოყენებული იყო ცენტრიდანული ტუმბოები. საერთო დანადგარის სქემა ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე. მემბრანული ელექტროლიზერის (ნახ. 1ა) გამოყენებისას ანოლიტის ცირკულაცია შესაძლებელი იყო ანოდზე გამოყოფილი ჟანგბადის გამოყენებითაც, ე.წ. ერლიფტის პრინციპით.

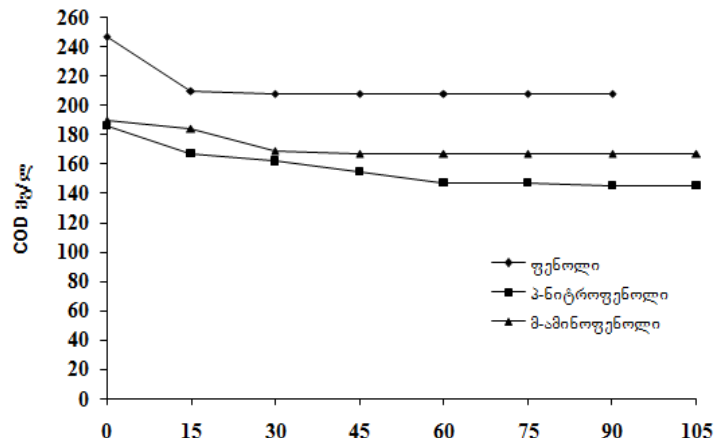


ნახ. 1. EF-ის და PEF-ის მეთოდებში გამოყენებული ელექტროქიმიური რეაქტორები - MK-40 მემბრანით გაყოფილი (ა) და გაუყოფილი (ბ) დანადგარების საერთო სქემა: 1 - კათოდის ჩარჩო; 2 - აირის კამერა; 3 - გაზ-დიფუზიური ელექტროდი; 4 - კომპრესორი; 5 - ულტრაიისფერი გამოსხივების ნათურა; 6 - ავზი; 7 - ტუმბო; 8 - აირის წნევის სარეგულირებელი ვენტილი; 9 - წყლის მანომეტრი; 10 - ანოდის ჩარჩო; 11 - DSA ანოდი; 12 - კათიონსელექტიური მემბრანა; 13 - ანოლიტის ავზი.

EF-ის შემთხვევაში გამოყენებული იყო UV გამოსხივების ნათურა (8 ვტ), რომელიც თავსდებოდა ხსნარის საცირკულაციო კონტურში განთავსებული კონსტრუქციის (მილი-მილში) შიდა მილში. ხსნარი მოძრაობდა მილებს შორის.

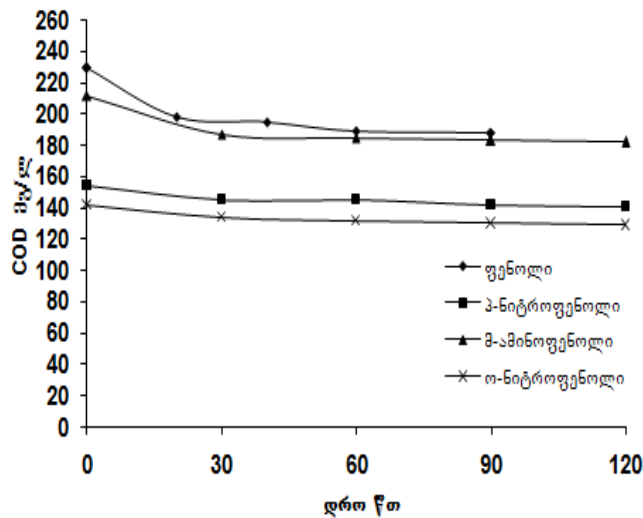
ფენოლის, პ-ნიტროფენოლის და მ-ამინოფენოლის ანოდური ჟანგვა. EF-ის და PEF-ის პროცესებში ფენოლის, პ-ნიტროფენოლის და მ-ამინოფენოლის ანოდური ჟანგვის შესაძლებლობის დადგენის მიზნით ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო კათიონსელექტიური (MK-40) მემბრანით გაყოფილია ტიპის ელექტროქიმიურ უჯრედში, ანოდად გამოყენებული იყო 2 სმ² ბადისებური ფორმის DSA (Ti-RuO₂-IrO₂) ელექტროდი, ანოლიტად - 300 მლ 1 მოლ/ლ H₂SO₄ + 100 მგ/ლ ორგანული ნაერთი. ელექტროლიტების ცირკულაცია ხდებოდა ტუმბოებით (750 მლ/წთ), t = 20÷25⁰C, I = 200 მა. შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე.

მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ ფენოლის და მ-ამინოფენოლის შემცველ ხსნარებში 15 და 30 წთ-ის განმავლობაში COD შესაბამისად უმნიშვნელოდ მცირდება. პ-ნიტროფენოლის შემთხვევაში COD-ის შემცირება გრძელდება 60 წთ-ს. ფენოლის, მ-ამინოფენოლის და პ-ნიტროფენოლის მინერალიზაციის ხარისხი COD-ის მიხედვით შესაბამისად შეადგენდა 15.78%, 23.68% და 12.1%.



ნახ. 2. MK-40 მემბრანით გაყოფილი ელექტროლიზერის ანოლიტში ფენოლური ნაერთების მინერალიზაციის პროცესში COD-ის ცვლილება დროში.

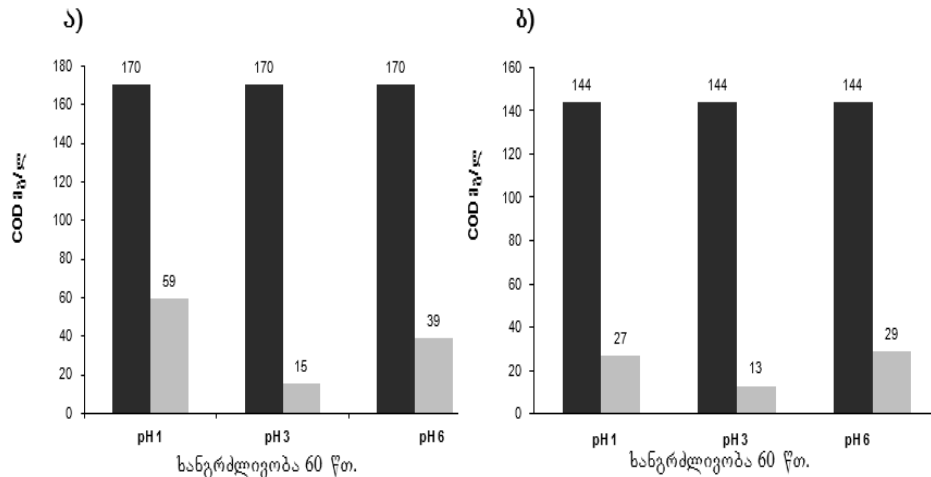
მინერალიზაცია ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედებით. UV გამოსხივების ზემოქმედება ფენოლის, პ-ნიტროფენოლის, ო-ნიტროფენოლის და მ-ამინოფენოლის მინერალიზაციის პროცესზე შესწავლილი იყო 300 მლ ხსნარებში, რომლებიც შეიცავდნენ 0.5 მოლ/ლ Na_2SO_4 , H_2SO_4 და 100 მგ/ლ ფენოლშემცველ ნაერთს ($\text{pH } 3$, $t = 20\text{-}25^\circ\text{C}$). ცირკულაცია ხდებოდა ტუმბოს საშუალებით (750 მლ/წთ). ცდის ხანგრძლივობა შეადგენდა 2 სთ. მიღებული შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 3-ზე. ოთხივე ხსნარზე UV დასხივების ზემოქმედება COD-ის სიდიდის ცვლილების მიხედვით პრაქტიკულად უმნიშვნელოა.



ნახ. 3. ფენოლური ნაერთების შემცველ ხსნარებში ($\text{pH } 3$) UV ($\lambda = 253 \text{ ნმ}$) დასხივების ზემოქმედებით COD-ის ცვლილება დროში.

pH-ის გავლენა ელექტროფენტონის პროცესზე. ფენტონის რეაქცია (1)-ში Fe^{2+} -ის კატალიზური მოქმედება დამოკიდებულია ხსნარის pH-ზე. შესწავლილი იქნა EF-ით მ-ამინოფენოლის და პ-ნიტროფენოლით დაბინძურებული მოდელური ხსნარების გაწმენდის პროცესი MK-40 მემბრანით გაყოფილ ფილტრ-პრესულ უჯრედში. ორივე შემთხვევაში აღებული იყო 300 მლ კათოლიტი შემდეგი შემადგენლობის: 0.5 მოლ/ლ Na_2SO_4 + 2 მმოლ/ლ Fe^{2+} + 100 მგ/ლ ორგანული ნაერთი. პროცესი ჩატარებული იყო 20°C ტემპერატურაზე, 0,05 ა/სმ² კათოდური დენის სიმკვრივეზე, pH 1-6, ხსნარების ცირკულაციის სიჩქარე შეადგენდა 750 მლ/წთ. პროცესი გრძელდებოდა 1 სთ-ის განმავლობაში. როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს (ნახ. 4), ორივე ხსნარის შემთხვევაში მინერალიზაციის პროცესი

გაცილებით ეფექტურად მიმდინარეობს pH 3-ზე. მიღებული შედეგი ეთანადება ლიტერატურულ მონაცემებს, სადაც მითითებულია EF-ის ოპტიმალური პირობა pH 2.8-3,0 [17,18].



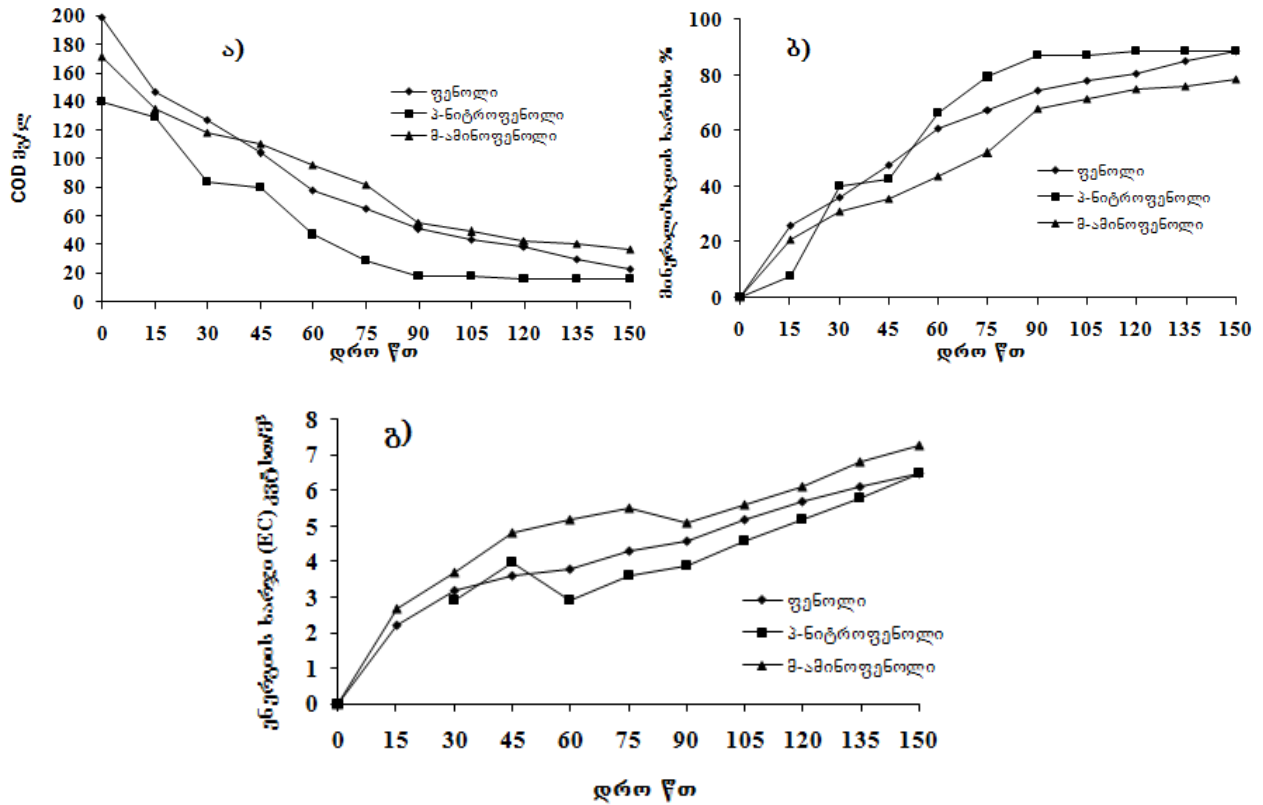
ნახ. 4. EF-ის პროცესზე ხსნარის pH-ის გავლენა: ა) მ-ამინოფენოლი, ბ) პ-ნიტროფენილი.

ფენოლის და მისი წარმოებულების მინერალიზაცია EF-ის პროცესის გამოყენებით. ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო ფილტრ-პრესულ ელექტროქიმიურ უჯრედში, რომელშიც კათოდური და ანოდური არეები განცალკევებული იყო MK-40 მემბრანით. 300 მლ კათოლიტის (0.5 მოლი/ლ $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 0.5$ მმოლი/ლ $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{SO}_4 + 100$ მგ/ლ ორგანული ნაერთი, pH 3, $t = 20^\circ\text{C}$) ცირკულაცია (750 მლ/წთ) ხორციელდებოდა ცენტრიდანული ტუმბოს გამოყენებით. გაზ-დიფუზიური კათოდი დაფენილი იყო Ni-ის ბადის დენმიმყვანზე, რომელსაც მიეწოდებოდა ჰაერი (O_2) 0.015-0.02 მპა წნეებით. ანოდი წარმოადგენდა ბადისებრ DSA ($\text{Ti-RuO}_2\text{-IrO}_2$) ელექტროდს. 2.5 სთ ელექტროლიზის ($i_p = 0.05$ ა/სმ²) შემდეგ კათოლიტში არ დაფიქსირდა Fe^{2+} -ის არსებობა (თვისებითი ანალიზი), რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მისი რეგენერაცია არ მოხდა. გაზ-დიფუზიური ელექტროდის ზედაპირზე ვიზუალურად შეინიშნებოდა რკინის(III) ჰიდროქსიდის შემცველი ნალექი. ექსპერიმენტის შედეგები მოცემულია ნახ. 5-ზე.

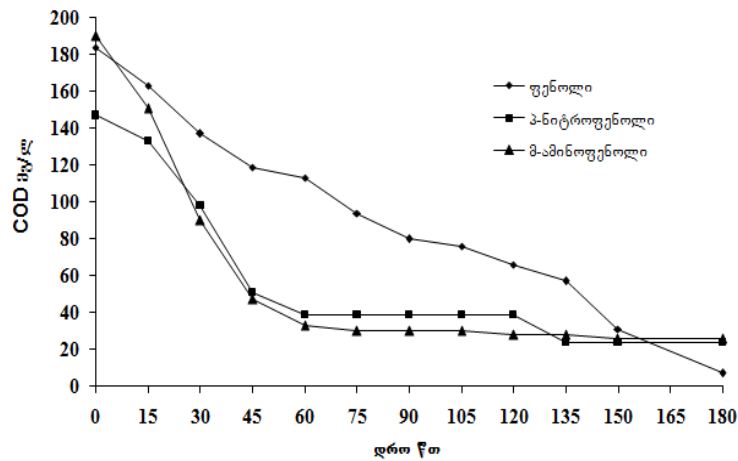
ფენოლის და მისი წარმოებულების მინერალიზაცია PEF-ის პროცესით გაყოფელ და მემბრანით გაყოფელ ელექტროლიზერებში. საწყის ეტაპზე კათოლიტის გაწმენდა ფენოლური ნაერთებისაგან ჩატარებული იყო გაყოფელ ფილტრ-პრესული ტიპის ელექტროქიმიურ უჯრედში, რომელშიც ელექტროდებზე გამოყენებული იყო ზემოთ აღნიშნული კათოდი და ანოდი. ელექტროდებს შორის სივრცეში (4 მმ) 750 მლ/წთ სიჩქარით ცირკულირებდა 300 მლ (0.5M $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 1$ მმოლი/ლ $\text{Fe}^{2+} + 100$ მგ/ლ ორგანული ნაერთი + H_2SO_4) ხსნარი pH 3-ით და $20\text{-}25^\circ\text{C}$ ტემპერატურაზე. პროცესი ჩატარებული იყო UV გამოსხივებით. გაწმენდის შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 6-ზე.

როგორც მიღებული მონაცემებიდან ჩანს, პ-ნიტროფენოლის და მ-ამინოფენოლის შემთხვევაში მიღებულია გაწმენდის მსგავსი შედეგი - 60 და 180 წთ-ში მინერალიზაცია შესაბამისად შეადგინა 82.31% და 86.3%. ფენოლის შემთხვევაში მინერალიზაცია მიმდინარეობდა მდორედ და კათოლიტის 180 წთ-ის დამუშავებისას შეადგინა 96.2%. პროცესის დაბალი სიჩქარე გამოწვეული იყო კათოდზე მიღებული ერთ-ერთი მთავარი რეაგენტის - H_2O_2 -ის კონცენტრაციის შემცირებით ანოდზე დაშლის შედეგად.

მომდევნო ეტაპზე PEF-ის პროცესი განხორციელებული იყო ნახ. 1ა-ზე ნაჩვენებ ელექტროლიზერში, რომელშიც კათოდური და ანოდური არეები განცალკევებული იყო კათიონსელექტიური მემბრანით, რის შედეგად შესაძლებელი გახდა H_2O_2 -ის ანოდური ჟანგვის არიდება. კათოლიტი ცირკულირებდა ცენტრიდანული ტუმბოს საშუალებით, ხოლო ანოლიტი (300 მლ, 1M H_2SO_4) - ანოდზე წარმოქმნილი ჟანგბადის საშუალებით (ე.წ. ერლიფტის პრინციპი). ექსპერიმენტის პირობები და გასაწმენდი ხსნარების შედეგები წინა ცდის ანალოგიური იყო.

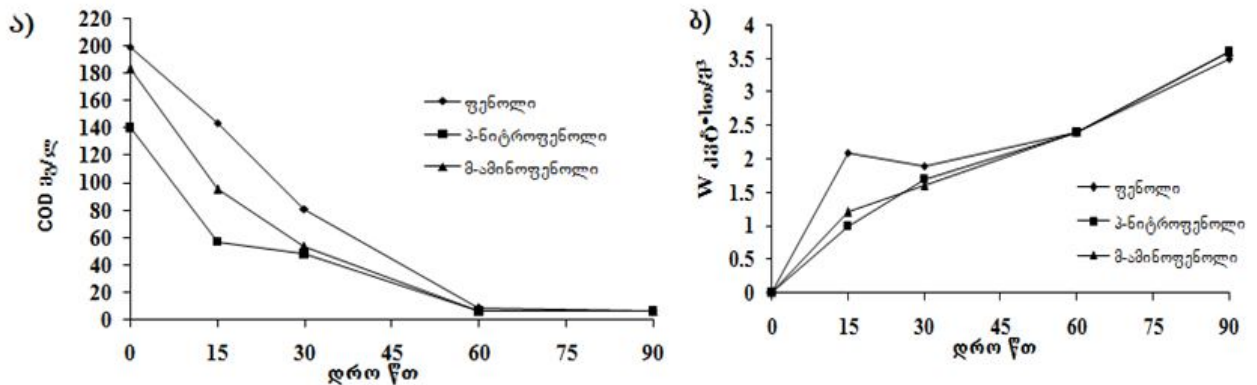


ნახ. 5. EF-ის პროცესის დროს COD-ის (ა), მინერალიზაციის ხარისხის (ბ) და ენერჯის ხარჯის (გ) ცვლილება დროში (pH 3, t = 20°C, I = 200 მა).



ნახ. 6. COD-ის დამოკიდებულება დროზე გაუყოფელ ელექტროლიზერში მინერალიზაციის პროცესში. ცდის პირობები: ელექტროლიტის მოცულობა - 300 მლ, ელექტროლიტის შედგენილობა - 0.5მოლი/ლ Na₂SO₄ + 1მმოლი/ლ Fe²⁺ + 100 მგ/ლ ორგანული ნაერთი, UV (λ = 253 ნმ) დასხივება, pH 3, ტემპერატურა - 20-25°C.

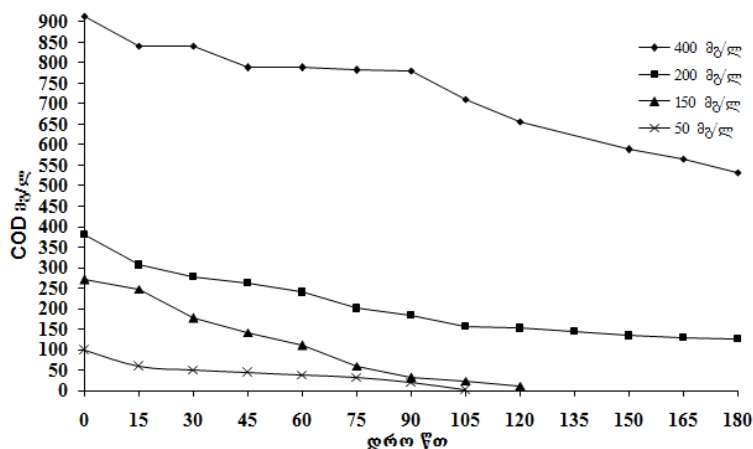
ელექტროლიზის დაწყებიდან ~5 წთ-ში შეინიშნებოდა კათოლიტის გამუქება, მომდევნო ეტაპზე დაფიქსირებული იყო შეფერილობის გაღიაება, ხოლო ცდის ბოლოს მიღებული იყო ფაქტიურად გამჭვირვალე ხსნარი. აღნიშნული მოვლენა უკავშირდება აღებული ორგანული ნაერთების ჟანგვის შუალედური პროდუქტების წარმოქმნას. აღსანიშნავია, რომ ნამუშევარი გაზ-დიფუზიური ელექტროლის ზედაპირზე, განსხვავებით EF-ის პროცესისგან, არ შეინიშნებოდა Fe(III)-ის შემცველი ნალექი, რაც მიუთითებს Fe²⁺-ის რეგენერაციაზე UV გამოსხივების ზემოქმედებით (რეაქცია7). მიღებული შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 7-ზე.



ნახ. 7. COD-ის დამოკიდებულება დროზე მემბრანით გაყოფილ ელექტროლიზერში მინერალიზაციის პროცესში. ცდის პირობები: ელექტროლიტის მოცულობა - 300 მლ, ელექტროლიტის შედგენილობა - 0.5მოლი/ლ Na_2SO_4 + 1მმოლი/ლ Fe^{2+} + 100 მგ/ლ ორგანული ნაერთი, pH 3, ტემპერატურა - 20-25°C.

მემბრანით გაყოფილ ელექტროლიზერში ჩატარებული პროცესი სამივე ნაერთის შემთხვევაში აღმოჩნდა ეფექტური: 60 წთ-ში COD-ის შემცირების ხარისხი შეადგინა ფენოლისთვის 97%, პ-ნიტროფენოლისთვის 95.7%, მ-ამინოფენოლისთვის 96.7%.

ფენოლის კონცენტრაციის გავლენა PEF-ის პროცესზე. ფენოლის კონცენტრაციის გავლენა PEF-ის მეთოდით ხსნარების დამუშავებაზე შესწავლილია მემბრანულ (MK-40) ფილტრ-პრესულ ელექტროლიზერში, გაზ-დიფუზიური კათოდის, DSA ანოდის, UV გამოსხივების (8 W, $\lambda = 253$ ნმ) გამოყენებით. კათოლიტი (0.5M Na_2SO_4 + 0.1მმოლ/ლ Fe^{2+} + H_2SO_4 , pH 3) შეიცავდა ფენოლს, რომლის კონცენტრაცია იცვლებოდა 50-400 მგ/ლ ფარგლებში (ფენოლის კონცენტრაციის ზედა ზღვარი, როგორც წესი, არ შეესაბამება რეალურ ჩამდინარე წყლებში გამაბინძურებლის კონცენტრაციას, ასეთი შემცველობის ხსნარები გამოყენებული იყო მხოლოდ პროცესის პოტენციალის შესაფასებლად). 200 მგ/ლ ფენოლის შემცველობის ხსნარში პროცესის დაწყებიდან ~10 წთ-ში გამჭვირვალე ელექტროლიტი შავდებოდა, ხდებოდა გაუმჭვირვალე, ხოლო 90 წთ-ის შემდეგ დებულობდა შედარებით ღია შეფერილობას. უფრო დაბალი კონცენტრაციების (50 და 150 მგ/ლ) შემთხვევაში, პროცესის დაწყებიდან 90-120 წთ-ში ხსნარის შეფერილობა იცვლებოდა შემდეგი თანმიმდევრობით: უფერო - მოყვითალო - ყანგისფერი - მუქი ყავისფერი - ყვითელი - მოყვითალო - უფერო. ფერთა ასეთი ცვლილება დროში დაკავშირებულია ხსნარში ყანგის შუალედური პროდუქტების წარმოქმნასთან. მინერალიზაციის პროცესში მიღებული შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 8-ზე.



ნახ. 8. PEF მეთოდით წყლის გაწმენდის პროცესში ფენოლის კონცენტრაციის გავლენა COD -ის ცვლილებაზე დროში.

მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია გაკეთდეს შემდეგი დასკვნა: EF-ის და PEF-ის მეთოდების საშუალებით ლოკალურად ელექტროგენერირებული H_2O_2 -ის გამოყენებით შესაძლებელია ფენოლის და ზოგიერთი მისი წარმოებული შემცველი ჩამდინარე წყლის გაწმენდა-გაუსუნბოვნება. ასევე დადგინდა მემბრანულ ელექტროლიზერში ფენოლის, პ-ნიტროფენოლის, მ-ამინოფენოლის შემცველი მოდელური ხსნარების (pH 3) გაწმენდის პროცესებში GDE-ის და UVC ($\lambda = 253$ ნმ) გამოსხივების გამოყენებით განხორციელებული PEF-ის მეთოდის უპირატესობა EF-თან შედარებით.

სამუშაო შესრულებულია
შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ
დაფინანსებული პროექტის (PG/14/9-210/13) ფარგლებში.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Phenol>. 2014.
2. *А.С. Роздин, В.П. Алексеев, А.Н. Линьков*. Основные промышленные установки для очистки сточных вод / Экология и промышленность России. 1997, № 5, с. 17-20.
3. *Е.М. Блинов, Л.Ф. Комарова, П.А. Кривошеев*. Определение свойств углерододержащих сорбентов с целью оптимизации водоочистки. / Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. 2001, № 1, с.12-15.
4. *W. H. Glaze, J. W. Kang, D. H. Chapin*. Ozone Sci. Eng. 1987, 9, p. 335.
5. *E. Brillas, C. Arias, P. L. Cabot, F. Centellas, J. A. Garrido, R. M. Rodríguez*. Port. Electrochim. Acta. 2006, 24, p. 159.
6. *J. Bard, R. Parsons, J. Jordan*. Standard Potentials in Aqueous Solutions. Marcel Dekker Inc.: New York, USA. 1985.
7. *F. Haber, J. Weiss*. Naturwissenschaften. 1932, 51, p. 948.
8. *Y. Sun, J. Pignatello*. J. Environ. Sci. Technol. 1993, 27, p. 304.
9. *B. H. J. Bielski, D. E. Cabelli, R. L. Arudi, A. B. Ross*. J. Phys. Chem. Ref. Data. 1985, 14, p. 1041.
10. *Z. Stuglik, Z. P. Zagorski*. Radiat. Phys. Chem. 1981, 17, p. 229.
11. *C. Walling*. Acc. Chem. Res. 1998, 31, p. 155.
12. *R. G. Zepp, B. C. Faust, J. Hoigné*. Environ. Sci. Technol. 1992, 26, p. 313.
13. *S. Parsons*. Advanced Oxidation Processes for Water and Wastewater Treatment. IWA Publishing: London, UK, 2004.
14. *S. Oller, J.A. Malato, W. Sánchez-Pérez, M. I. Gernjak, A. L. Maldonado, C. Pérez-Estrada, C. Pulgarin*. Catal.Today. 2007, 122, p. 150.
15. *J. Pignatello*. J. Environ. Sci. Technol. 1992, 26, p. 944.
16. *C. Flox, P. L. Cabot, F. Centellas, J. A. Garrido, R. M. Rodríguez, C. Arias, E Brillas*. Appl. Catal. B- Environ. 2007, 75, p. 17.
17. *H. J. Fenton*. J. Chem. Soc. 1894, 65, p. 899.
18. *W. Manchot*. Liebigs Ann. Chem. 1901, 314, p. 177.

MINERALIZATION OF PHENOL AND PHENOLIC COMPOUNDS IN WASTEWATER BY MEANS OF ELECTRO-FENTON AND PHOTO-ELECTRO-FENTON PROCESSES

Giorgi Gorelishvili, Paata Nikoleishvili, Gigla Tsurtsunia, Valentina Kveselava, Nana Koiava, Ia Mamagulishvili

*Rafael Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry
of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University*

SUMMARY

The work purpose was to remove phenolic compounds from wastewaters, by using advanced oxidation (AOPs) processes. Oxidation and mineralization of phenol compounds existing in water solution were executed by influencing of hydroxyl ($\cdot\text{OH}$) radicals which were obtained in electro-fenton (EF) and photo-electro-fenton (PEF) processes, and electro-generation of necessary H_2O_2 was executed by recovering of oxygen (O_2) by using membrane cell. As the cathode: there was used gas-diffusion electrode - GDE (Black Pearls 2000, BASF, Co. USA), for separate cathode and anode sections there was used cationic-selective membrane (MK-40, Russia). During photo-electro-fenton process as an ultraviolet light source, a lamp UVC, 8W, $\lambda = 253 \text{ nm}$ was used.

Control of the process of mineralization the phenolic compounds was executed by analytical methods of determinations of values of chemical oxygen demand – COD.

It was ascertained that PEF processes were more advantageous than EF processes. By according PEF method, during the processing within 60 min the reduction degrees of COD of the 100 mg/L of starting content, were: for phenol - 97%, for p-nitrophenol - 95.7%, for m-aminophenol - 96.7%. Power consumption for processing of 1 m^3 of wastewater – 2.5 kWh.

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ФЕНОЛА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ В СТОЧНЫХ ВОДАХ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРО-ФЕНТОНА И ФОТО-ЭЛЕКТРО-ФЕНТОНА

Г.Г.Горелишвили, П.О.Николеишвили, Г.С.Цурцумия, В.М.Квеселава, Н.Ш. Коиава, И.Н.Мамагулишвили

*Институт неорганической химии и электрохимии им. Р.И. Агладзе
Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили*

РЕЗЮМЕ

В электролизере фильтр-прессного типа, разделенного мембраной МК-40, осуществлена очистка воды, загрязненной фенольными соединениями, методом усовершенствованных окислительных процессов (Advanced Oxidation Processes - AOPs): электро-Фентона (EF) и фото-электро-Фентона (PEF). Основной окислитель – гидроксил радикал ($\cdot\text{OH}$) при использовании EF получен добавлением Fe^{2+} в раствор H_2O_2 , генерированного на газ-диффузионном электроде 2-электронным восстановлением кислорода. При использовании PEF $\cdot\text{OH}$ получен комбинированным методом - EF с добавлением ультрафиолетового облучения (длина волны $\lambda = 253 \text{ nm}$, 8 Вт). Аналитический контроль деградации органических соединений проводился методом химической потребности кислорода (Chemical Oxygen Demand – COD).

Установлено преимущество PEF перед методом EF. При использовании метода PEF за 60 мин обработки католита, загрязненного 100 мг/л фенолсодержащими веществами, степень очистки (по COD) составила для фенола 97%, для п-нитрофенола 95.7%, для м-аминофенола 96.7%. Расход электроэнергии при очистке 1 m^3 воды составил 2.5 кВт ч.

სამთო-ბამამდიდრებელი წარმოების სპილენძის ნარჩენების ზეგავლენა ბარემოზე

ნელი ყალბეგაშვილი, დალი იოსელიანი, გულნარა ბალარჯიშვილი, ლია სამხარაძე, ირმა მიქაძე, ავთანდილ დოლიძე

*ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი*

მზარდმა ანთროპოგენურმა ზემოქმედებამ ბუნებაზე, სხვადასხვა საწარმოების სიმრავლემ გართულა გარემოს უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. დაიწყო საერთაშორისო ინტენსიური აქტივობა გარემოს ეკოლოგიური პრობლემების მოსაგვარებლად ჰაერის, ნიადაგის და წყლის დაბინძურების შემცირების მიზნით. სამრეწველო ნარჩენებით გარემოს დაბინძურება და ამ პროცესის განეიტრალება სადღეისოდ გლობალური მასშტაბის ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემაა.

სამთო-მომპოვებელ და სამთო-გადამამუშავებელ საწარმოებს ყოველთვის თან ახლავს ნარჩენები. უნდა აღინიშნოს, რომ მე-20 საუკუნის მეორე ნახევრამდე სამთო წარმოების ნარჩენები არ განიხილებოდა, როგორც მნიშვნელოვანი პრობლემა. სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების ზრდასთან ერთად სწრაფად დაიწყო ნარჩენების რაოდენობის ზრდა, თანაც გაცილებით სწრაფად, ვიდრე პროდუქციის გამოსავალმა. მსოფლიოში წარმოებული მინერალური ნედლეულის საერთო რაოდენობა დაახლოებით 1000 მლრდ ტონას შეადგენს წელიწადში და ამ რაოდენობიდან მხოლოდ 30-40% გამოიყენება [1]. მაგალითად, კოლის ნახევარკუნძულზე ყოველ წელს დაახლოებით ასეული მილიონობით ტონა სამთო-გადამამუშავებელი წარმოებების კუდები და სხვა ნარჩენები წარმოიქმნება. მხოლოდ 2012 წელს მურმანსკის ოლქში 235,8 მილიონი ტონა სამთო-მომპოვებელი საწარმოს ნარჩენია აღრიცხული. ასეთ ნარჩენებთან გამკლავების ერთ-ერთი მეთოდი მისი ხელახლა გადაამუშავებაა, რაც მხოლოდ 8-10%-ს აღწევს. მაგალითად, ოქროს, ურანის და იშვიათი მეტალების ამოღებას ძველი ნარჩენებიდან (ნაყარებიდან) მე-20 საუკუნის 60-იანი წლებიდან აწარმოებენ.

მინერალური ნედლეულის მოპოვებისას უპირატესობა ღია კარიერულ წესს ენიჭება, რაც ძირითადად მიწის ზედაპირთან მდნის მცირე სიმაღლეზე განლაგებით და ეკონომიკური რენტაბელობით არის განპირობებული. ერთ-ერთ ასეთ საბადოს საქართველოში ბოლნისის რაიონში მოქმედი სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატი მიეკუთვნება, რომელიც მდნის მოპოვებას ღია კარიერული წესით აწარმოებს. კომბინატთან ყველაზე ახლოს დაბა კაზრეთია განლაგებული. რაიონში განვითარებულია სოფლის მეურნეობა - მებაღეობა, მებოსტნეობა, მევენახეობა. კარგადაა განვითარებული საირიგაციო სისტემები. კარიერს დასავლეთიდან ჩამოედის მდინარე მაშავერა, თავისი შენაერთით - კაზრეთულათი, ხოლო აღმოსავლეთიდან კი მდინარე ფოლადაური. ეს მდინარეები ფაქტობრივად შემოსაზღვრავენ კარიერს. შემდგომში ეს მდინარეები მტკვარში ჩაედინებიან. რაიონის ძირითადი სავარგულები განლაგებულია აღნიშნული მდინარეების ხეობების გასწვრივ. ასევე, ამ მდინარეების ალუვიურ ნალექებში გაბურღილია მრავალი ჭაბურღილი, რომელთა მეშვეობით სოფლები მარაგდება სასმელი წყლით.

როგორც მდ. კაზრეთულა, ასევე მდ. მაშავერა სპილენძით და კადმიუმით ძლიერ ტექნოგენურ დატვირთვას განიცდიან. მდ. კაზრეთულას მახლობლად საკმაოდ მაღალია სპილენძის, თუთიისა და კადმიუმის კონცენტრაციები.

სპილენძის იონების შემცველობის მატება მდნეულის საბადოს ერთ-ერთი უმთავრესი სამრეწველო მინერალის, ქალკობირიტის დაშლის შედეგია [2]. თუთია კი მდნეულის საბადოში მინერალ სფარელიტის სახით გვხვდება. მინერალ სფარელიტში გვხვდება აგრეთვე კადმიუმი იზომორფული მინარეების სახით. თუთიის მსგავსად ეს ელემენტი დაჟანგვის შედეგად გადადის კადმიუმის სულფატის ხსნად ფორმაში, თუმცა თუთიასთან შედარებით ადვილად განიცდის ჰიდროლიზს, რის გამოც მისი მიგრაცია გრუნტის წყლებით უფრო შეზღუდულია.

აღსანიშნავია, რომ როგორც მდ. კაზრეთულას, ასევე მდ. მაშავერას შემთხვევაში მძიმე ლითონების (მათ შორის სპილენძის) ძირითადი მასა იმყოფება ფსკერულ ნალექებში, სადაც სპილენძის შემცველობა ზოგჯერ ექსტრემალურად მაღალ კონცენტრაციებსაც აღწევს.

მანუელის საწარმოს ნელეულს წარმოადგენს სპილენძის კოლჩედანური მადანი ქიმიური შემადგენლობით: სპილენძი 0,92%, გოგირდი 3-4%, სილიციუმის ოქსიდი 67,2%, ალუმინის ოქსიდი 1,5-2%, რკინა 2,8% [3].

სპილენძის მადნის მოპოვება წარმოებს სამთო სამუშაოების მალაროზე ბურღვა-აფეთქებითი მეთოდით. კარიერიდან ამოღებული მადანი შემდგომი გადამუშავებისათვის გადაიზიდება გამამდიდრებელ კომბინატში, ხოლო ფუჭი ქანები - სპეციალურ საყრდენებზე (საწარმოს დღეისათვის 4 საყრდენი აქვს საერთო ფართობით 239,7 ჰა). მადნიდან სპილენძის ამოღება ხდება ფლოტაციის მეთოდით. შესქელების, დალექვის, ფილტრაციის და გამრობის ტექნოლოგიური პროცესების გავლის შემდეგ მიიღება მზა სპილენძის კონცენტრატი, ხოლო ნარჩენი კუდები საწარმოდან მიღების საშუალებით გადაიტუმბება სპეციალურ საყარზე - კუდსაცავზე. პროექტის მიხედვით საწარმოს სიმძლავრე 1360 ათასი ტონაა წელიწადში; საწარმო მუშაობს უწყვეტი რეჟიმით. რადგანაც კარიერი, კუდსაცავები და ფუჭი ქანის საყრდენები მდებარეობენ მდინარეების მაშვერას და ფოლადაურის წყალგამყოფზე, ხოლო დაბინძურების წყაროები განლაგებულია მდინარეებზე უფრო მაღლა, ეს უკანასკნელი წარმოადგენენ მიწისქვეშა წყლების დრენაჟის ობიექტებს. მდ. კაზრეთულა, რომელიც მაშვერას შენაკადია, კუდსაცავების ქვეშ მიედინება და გაჯერებულია მადნის ელემენტებით. ის ფაქტიურად კარიერული და საყარქვეშა მჟავე წყლების ნაკადს წარმოადგენს. საყრდენებიდან გამოსული ნაწრეტი და სანიაღვრე წყალი მდ. კაზრეთულაში ჩაედინება. საყრდენიდან და კარიერიდან ამოქაჩული წყლის ნაკადი იკრიბება და გადამუშავდება საწარმო „ეკოლოგის“ მიერ. კარიერიდან ამოქაჩული წყალი გამოირჩევა მაღალი მჟავიანობით და მეტალების მაღალი შემცველობით. საწარმო ფლობს საკმაო ინფორმაციას არსებული მდგომარეობის შესახებ, რომელიც ფიქსირდება და ხელმისაწვდომია ყველა დაინტერესებული მხარისათვის, ამასთან, ბოლო წლებში შეკეთდა და განახლდა საწარმოო და ტექნოლოგიური კვანძები (მილსადენები, რეზერვუარები, სატუმბი საშუალებები), მაგრამ მჟავე წყლის დაჭერა სრულად მაინც ვერ ხერხდება. სალექარის კედლებიდან მუდმივად ჟონავს მძიმე ლითონებით გაჯერებული წყალი, რომელიც “200მ-ის დაშორებით ჩაედინება კაზრეთულაში. საფრთხეს წარმოადგენს ასევე შესაძლო დარტყმითი და ავარიული ჩაშვებები.

ქართველი და გერმანელი სპეციალისტების მიერ ერთობლივად ჩატარებულ კვლევებზე დაყრდნობით შეიძლება ითქვას, რომ Cu, Zn, Cd და SO_4^{2-} -ის ჯამური შემცველობები მდ. კაზრეთულაში ბევრად აღემატება ზედაპირული წყლებისთვის დადგენილ ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს [4].

ფირმა „გამამ“ განსაზღვრა მდ. კაზრეთულაში სპილენძის კონცენტრაცია, რომელმაც შეადგინა 286 მგ/ლ, როდესაც დასაშვები ნორმა შეადგენს 1 მგ/ლ-ს. ზოგიერთ ადგილას მდ. კაზრეთულასა და მაშვერაში დაბინძურება ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციას (ზდკ) 50 და 100-ჯერ აღემატება. მაგ., კარიერიდან ჩამონადენ წყალში ჩდ შეადგენს 3,8 მგ/ლ-ს, რაც 2000-ჯერ მეტია ზდკ-ზე (0,002 მგ/ლ) [5]. კარიერისა და ქარხნის მიმდებარე ტერიტორიაზე საერთო ჯამში 18 ელემენტის კონცენტრაცია აღემატება ზდკ-ს.

ჯერ კიდევ 1997 წლის მაის-ივლისში ფონდი „მეცნიერება და განათლება სიცოცხლისათვის“ მიერ ამერიკული ორგანიზაცია „ISAR-Georgia“-ს ფინანსური დახმარებით ჩატარდა მანუელის სამთო-მოპოვებელი კომპლექსის მიმდებარე ტერიტორიების (ნიადაგებისა და ბუნებრივი წყლების) გამოკვლევა მათში ტოქსიკური მეტალების შემცველობა-განაწილების დადგენის მიზნით. მონაცემებმა აჩვენა, რომ მდ. კაზრეთულას და იმ სასოფლო-სამეურნეო ნიადაგების ნიმუშებში, რომელთა სარწყავადაც ეს მდინარე გამოიყენება, მძიმე მეტალების შემცველობა მნიშვნელოვნად აჭარბებდა ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს და რეგიონის ეკოლოგიური მდგომარეობა შეფასდა როგორც „საგანგაშო“. ამდენად, მდ. კაზრეთულასა და მდ. მაშვერაში შეიქმნა ცოცხალი ორგანიზმების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის გაუსაძლისი პირობები.

მდინარეების მაშვერას და კაზრეთულას დეტალური კვლევები ჩატარდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომელთა მიერ [6]. გამოკვლეული იქნა ნიადაგისა და წყლის სინჯები ატომურ-აღსორბციული მეთოდების გამოყენებით. განისაზღვრა 10 ქიმიური ელემენტის: Li, Cu, Zn, Cd, Pb, Mn, Fe, Co, Ni, Sr შემცველობა. ამ კვლევებით დადგინდა, რომ როგორც კარიერთან, ასევე მისგან მოცილებით, 40 კმ-ზე მდ. მაშვერას გასწვრივ, დაბინძურება აჭარბებდა მსოფლიო ჰიდროგრაფიული ქსელისათვის მიღებულ მძიმე მეტალების დასაშვებ გასაშუალოებულ მნიშვნელობებს. ავტორების მიერ შესწავლილი იქნა აგრეთვე ფონური მნიშვნელობებიც, ანუ მდ. მაშვერაში მძიმე ლითონების კონცენტრაციები მის შეერთებამდე მდ. კაზრეთულასთან და ნაჩვენებია, რომ მდინარეებში ელემენტთა კონცენტრაციები კარიერიდან დაშორების მიხედვით უმნიშვნელოდ მცირდება კარიერიდან დაახლოებით 3

კმ-ის მანძილზე. ამის შემდგომ ადგილი აქვს კონცენტრაციების მკვეთრ კლებას. თუმცა მძიმე მეტალების ნორმაზე მაღალი მნიშვნელობები აღინიშნებოდა 40 კმ-ის შემდეგაც მდ. ხრამში, სადაც მათი რაოდენობა აჭარბებდა მსოფლიო მასშტაბის გასაშუალოებულ სიდიდეს: სპილენძი - 54,3-ჯერ, Mn - 43-ჯერ, Zn - 27-ჯერ, Fe - 2,3-ჯერ. აღსანიშნავია, რომ მდ. მაშავერასა და ხრამის წყლებით უხვად ირწყვება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები.

დადგენილი იქნა აგრეთვე ელემენტების მიგრაციის უნარის თანმიმდევრობა $Mn > Zn > Cu > Fe$.

ჰიდროქიმიურ კვლევებზე დაყრდნობით გაშუქებულია კარიერიდან მთელი ბოლნისის რაიონის მძიმე მეტალებით დაბინძურების შედეგ-მიზეზობრივი კავშირი [7].

მდ. მაშავერას წყლის საანალიზო სინჯებში, მიმდებარე ტერიტორიების ნიადაგებში და მოცემულ ადგილში მოყვანილ სხვადასხვა ტიპის პროდუქტებში (ბოსტნეული, 79 სახეობის მარცვლეული, ხილი და სხვ.) დაფიქსირებული ზოგიერთი მძიმე მეტალის (Fe, Zn, Cu, Mn, Pb, Cd და სხვ.) მაღალი შემცველობები ქმნიან იმის რეალურ საშიშროებას, რომ ამ ტოქსიკური ელემენტების მოძრავი ფორმები მოხვდეს ადამიანის ორგანიზმში.

მეცნიერული კვლევებით დადგენილია, რომ მძიმე მეტალების სისტემატური მოხვედრა ადამიანის ორგანიზმში განსაკუთრებით საშიფათოა ჯანმრთელობისათვის, რადგან ისინი ხასიათდებიან ისეთი ბიოლოგიური თავისებურებებით, როგორცაა: ორგანიზმში კუმულაციის უნარი, მუტაგენური, კანცეროგენული, ემბრიოტოქსიკური თვისებები. მძიმე მეტალების ტოქსიკურ ზემოქმედებას განსაკუთრებით სერიოზული ხასიათი აქვს ბავშვებსა და ორსულ ქალებში. მთელი რიგი გამოკვლევებით დადასტურებულია მიკროელემენტების მნიშვნელოვანი როლი ე.წ. „თანდაყოლილი სიმანჯვეების“ ჩამოყალიბებაში. იაპონელი მეცნიერების გამოკვლევებში ხაზგასმითაა აღნიშნული, რომ Cd, Mn, Cu, Zn და Fe კომბინირებული ზემოქმედება მძიმედ აზიანებდა ნაყოფს და პრაქტიკულად არ ვნებდა დედის ორგანიზმს; Cd მთლიანად გადადიოდა პლაცენტაში და გროვდებოდა ნაყოფის თითქმის ყველა შესწავლილ ქსოვილში. აღმოჩენილია სპილენძის ანომალური შემცველობა მცენარეებსა და ნიადაგში სადნობი ქარხნიდან 8 კმ დაშორებით [8].

სპილენძის დიდი რაოდენობით დაგროვება ადამიანში იწვევს ვილსონის დაავადებას, რაც გულისხმობს სპილენძის ჭარბ დაგროვებას ტვინის ქსოვილში, კანში, ღვიძლში, კუჭქვეშა ჯირკვალში, თვალებში, თირკმელებში. ის აზიანებს ღვიძლს და ნერვულ სისტემას და ხშირად ფატალურ შედეგს იწვევს [8].

მოსახლეობაზე მძიმე მეტალების უარყოფითი გავლენის დასადგენად 1999-2001 წლებში ჩატარებული იქნა გამოკვლევები ბოლნისის რაიონის სოფლებში. გამოკვლევა ჩატარდა 1450 ადამიანს [9]. შედეგებმა აჩვენა, რომ ფონურთან შედარებით რაიონის მოსახლეობის თმაში მაღალი იყო Cd, Zn და Pb შემცველობა. დაავადების სტრუქტურაში წამყვანი ადგილი ეკავა სისხლის მიმოქცევის - 56,5%, სუნთქვის ორგანოების - 27%, შარდსასქესო სისტემების - 30,3% დაავადებებს. აღინიშნებოდა აგრეთვე ფარისებრი ჯირკვლის პათოლოგიათა გავრცელების სიხშირე. არტერიული ჰიპერტენზიის გავრცელება მოზრდილ მოსახლეობაში შეადგენდა 30,4%-ს.

ამდენად, ცალსახად იკვეთება ადამიანის ჯანმრთელობაზე მადნეულის პოლიმეტალური კომბინატის ეკოლოგიურად გაუმართავი ექსპლუატაციის გავლენის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირი.

გაეროს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტრომ მადნეულის კომბინატს დაუწესა დამაბინძურებლების მაქსიმალურად დასაშვები მნიშვნელობები კონკრეტული მონიტორინგის ერთეულებისათვის: „მაშავერა 500“ (მდ. მაშავერაზე 500 მ დინების მიმართულებით კაზრეთულას შესართავთან) და კაზრეთულაზე, ცხრილი 1.

2010 წლის მონაცემებით სამინისტროს მიერ „მაშავერა 500“-ის მონიტორინგი ბოლოს განხორციელებული იქნა 2006 წელს ორჯერ [10].

ზემოთ აღნიშნული მონაცემების დეტალური ანალიზი ცხადყოფს, თუ რამდენადაა დაბინძურებული გარემო ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად ბუნებრივ ეკოლოგიურ ფონთან შედარებით. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ უკიდურესად არასახარბიელო მონაცემების ფონზე შეიმჩნევა ცალკეულ სინჯებში მეტალების მინიმალური, ბუნებრივ ფონთან ერთგვარად დაახლოებული შემცველობა [3]. მაგრამ ასეთი შემთხვევები გამონაკლისია და ეკოლოგიური კუთხით საერთო ნეგატიურ მდგომარეობაზე ნაკლებად მოქმედებს.

მდგომარეობა არ იცვლება არც გარემოს დამზოგავი ტექნოლოგიების გამოყენების მხრივ; მკვეთრი პოზიტიური გაუმჯობესება არ არის მოსალოდნელი, ამიტომ უკეთესია კომბინატის გარეთ, მდინარე მაშავერას ჩადინებაში მოეწყოს მსოფლიო პრაქტიკაში აპრობირებული ხელოვნური გეოქიმიური ბარიერები, რათა მოხდეს სალექარ-საცავებიდან გამოსული მძიმე მეტალებით დაბინძურებული წყლის გასუფთავება

(სორბციული და სხვა მეთოდებით) ადგილობრივი მინერალური ნედლეულის გამოყენებით. ასეთი მიდგომა ეკონომიურადაც ხელმისაწვდომია და ხასიათდება მაღალი ეფექტურობით.

ცხრილი 1. ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები მონიტორინგის წერტილში „მაშავერა 500“

მონიტორინგის წერტილი	პარამეტრი	ზღვ (მგ/ლ)	
		2001-2005	2005-2006
„მაშავერა 500“	Cu	1,0	1,0
	Zn	1,0	1,0
	Fe	0,3	1,5
	SO ₄ ²⁻	500	500
კაზრეთულა	Cu	2,0	1,0
	Zn	1,85	1,0
	Fe	0,47	0,3
	SO ₄ ²⁻	983	500

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. *Алгебраистова Н.К., Кондратьева А.А.* Технология обогащения руд цветных металлов, Электронный ресурс. Конспект лекций – Красноярск, ИПК СФ, 2009, 283с.
2. *ბაქრაძე ე., კუჭავა გ., არაბიძე მ., ბუაჩიძე ნ., შუბლაძე ე.* მდ. მაშავერას და ფოლადაურის თანამედროვე გეოქიმიური დახასიათება მასზე ანთროპოგენული დატვირთვის გათვალისწინებით. საქ. საინჟინრო სიახლენი, 2012, №3, ტ. 63, გვ. 86-90.
3. *ბაქრაძე ე.* მდ. მაშავერას და მდ. ფოლადაურის წყალშემკრები აუზების გეოეკოლოგიური მონიტორინგი, დისერტაცია, თბილისი, 2014წ., 155.
4. *მინდორაშვილი ა.* გარემოს ობიექტების ხარისხობრივი მდგომარეობა საქართველოში და მასთან დაკავშირებული ზოგიერთი პრობლემა. მდ. კაზრეთულა და მაშავერა. ბიულეტენი №100, 2006, გვ. 27-34.
5. *მელიქაძე გ.* საქართველოს ტერიტორიაზე მიწისქვეშა წყლების მონიტორინგი და სივრცულ-დროითი მოდელირება ეკოლოგიური და სეისმური პრობლემის გადაწყვეტის მიზნით. დისერტაცია, 2006წ., გვ. 182.
6. *ზვიადაძე უ., ლომინაძე ი., ცომაია ზ., კალანდაძე დ.* კაზრეთის რეგიონის ჰიდროგრაფიულ ქსელში მძიმე ტოქსიკური ლითონების განაწილების საკითხისათვის. „მეცნიერება და ტექნიკა“, №1-3, 2000.
7. *კალანდაძე დ.* მადნეულის სპილენძ-კოლჩედანიანი საბადოს კარიერული წესით დამუშავების ზეგავლენა ბოლნისის მადნიანი რაიონის ჰიდროეკოლოგიურ მდგომარეობაზე. დისერტაცია, 2004წ. გვ. 162.
8. *M.I. Abdullah, L.G. Royle, and A.W. Norris.* Nature, 235:158 (1979).
9. *K. Nakaidze, D. Virsaladze, O. Gogiberidze, D. Tsereteli, G. Dvali.* Impact of heavy metals on the thyroid gland. The first national conference / National program on environment and health. Collection works. 2001:281-283.
10. *გუგუშვილი თ., წიკლაური ნ.* სახელმძღვანელო ოქროს მოპოვების ზემოქმედების ქვეშ მყოფი მოსახლეობისათვის, მწვანე ალტერნატივა, თბილისი, 2010წ.

EFFECT OF COPPER-BEARING WASTE OF MINING AND CONCENTRATING PRODUCTION ON THE ENVIRONMENT

Neli Kalabegashvili, Dali Ioseliani, Gulnara Balarjishvili, Lia Samkharadze, Irma Mikadze, Avtandil Dolidze

Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry at Iv. Javakhishvili Tbilisi State University

SUMMARY

Extraction of copper-bearing mineral raw materials at Madneuli mining and concentrating mill is carried out by open-pit method and due to this fact local natural resources and soils experience strong technogenic (man-made) impact. The basic mass of heavy metals (copper, zinc, cadmium) is located in bottom sediments, content of copper in which sometimes reaches extremely high concentrations. Increase in concentration (densification) of heavy metals is registered in food products, which are growing at contaminated soils. Evidences of negative impact of increased copper concentration on human's health are well known for a long time but there are no expectations of dramatic improvement of technologies applied at the mill. The most prospective is an installation of artificial geochemical barriers tested and approved in the world practice at Mashavera River (along the current after the mill, up to junction with Mtkvari River). Sorptive part of geochemical barriers will be made with the use of local mineral raw materials that will make possible the improvement of purification efficiency along with keeping of economic profitability and will drastically reduce negative load on the environment.

ВЛИЯНИЕ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Н.Г.Калабегашвили, Д.К.Иоселиани, Г.И.Баларджишвили, Л.О.Самхарадзе, И.И.Микадзе, А.В.Долидзе

Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили . Институт физической и органической химии им. П.Г. Меликишвили

РЕЗЮМЕ

В Маднеульском горно-обогатительном комбинате добыча медьсодержащего минерального сырья проводится открытым карьерным способом, вследствие чего местные природные ресурсы и почва подвергаются сильному техногенному воздействию. Основная масса тяжелых металлов (медь, цинк, кадмий) находится в донных отложениях, в которых содержание меди иногда достигает экстремально высоких концентраций. Повышение концентраций тяжелых металлов зафиксировано в продуктах питания, которые произрастают на загрязненных почвах. Факты негативного влияния повышенной концентрации меди на здоровье человека давно известны, но резкое улучшение применяемых в комбинате технологий не ожидается. Наиболее перспективным является устройство на р. Машавера (по течению после комбината до слияния с р. Мтквари) апробированных в мировой практике искусственных геохимических барьеров. Сорбционная часть геохимических барьеров будет изготовлена с применением местного минерального сырья, что позволит при сохранении экономической рентабельности повысить эффективность очистки и резко уменьшит негативную нагрузку на окружающую среду.

პლასტმასის ნარჩენების მორაღი გადაშუშავება სასარგებლო პროდუქტებად

ნინო ქარქაშაძე, ნანა წეროძე, ქეთევან ებრაღიძე, ირმა მიქაძე, როზა კუბლაშვილი*

თსუ პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი
*ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

იაპონელი, ბრიტანელი და მსოფლიოს სხვა მეცნიერთა მიერ განხილულია პლასტმასის ნარჩენებითა და ძველი ავტოსაბურავებით განპირობებული ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრის მეთოდები. აღნიშნული პრობლემა მწვავედ დგას საქართველოშიც. ამიტომ აუცილებელია ნარჩენების გადაშუშავების ზემოთ აღნიშნული ტექნოლოგიების დანერგვა და ინტენსიური სამეცნიერო კვლევა არსებული ტექნოლოგიების გაუმჯობესების მიზნით.

ცხოვრების თანამედროვე წესი თითქმის წარმოუდგენელია პლასტმასების გამოყენების გარეშე. მაგალითად, გასული საუკუნის 80-იანი წლების მონაცემებით ერთ სულ მოსახლეზე პლასტმასების წლიური გამოყენება გერმანიაში შეადგენდა 44 კგ, შვედეთში 38კგ, აშშ-ში 35კგ, ხოლო აშშ-ში გაყიდული პლასტმასის ბოთლების რაოდენობამ, რომელიც 1997 წელს 3,3 ბილიონს შეადგენდა, 2002 წელს 15 ბილიონს მიაღწია. მიუხედავად ასეთი მასშტაბებისა, პლასტმასების წარმოება ყოველწლიურად სისტემატურად იზრდება. შესაბამისად იზრდება აგრეთვე პლასტმასის ნარჩენების რაოდენობაც, რაც გარემოს გატუჭყიანების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია.

იაპონელი მკვლევარების მიხედვით, [1] პლასტმასის ნარჩენების გამოყენება შეიძლება კოქსის ნაცვლად ფოლადის წარმოებაში, სადაც პლასტმასის დაშლის შედეგად წარმოქმნილი გაზები გამოიყენება რკინის ნადნობისათვის საჭირო თერმული წყაროს სახით, ხოლო მური და ნამწვი - ნახშირბადის წყაროს სახით. აღსანიშნავია, რომ პოლიეთილენი მხოლოდ 15% წყალბადს შეიცავს, ხოლო მისი 85% ნახშირბადზე მოდის, რითაც ის მაღალხარისხოვან ქვანახშირს ემსგავსება.

აღმოჩნდა, რომ ბრძმედში პლასტმასის წვის პროცესი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ნაწილაკების ზომაზე. პლასტმასის მსხვილი ნაწილაკები, წვრილ ნაწილაკებთან შედარებით, ხასიათდება წვისა და გაზწარმოქმნის უფრო მაღალი უნარით, ხოლო პლასტმასის ნამწვი და ნახშირორჟანგის წარმოქმნის სიჩქარე უფრო მაღალია, ვიდრე ქვანახშირის ფხვნილიდან მიღებული ნამწვი და ნახშირორჟანგის წარმოქმნის სიჩქარე. ეს მონაცემები ცხადყოფს, რომ პლასტმასის მსხვილი ნაწილაკები შეიძლება წარმატებით გამოვიყენოთ ბრძმედულ პროცესში აღმდგენელი აგენტის სახით [2-3].

პლასტმასის ნარჩენების გადაშუშავების ერთ-ერთ ძირითად მიმართულებას წარმოადგენს პლასტმასის აირად პროდუქტებად დაშლის პროცესი. თუმცა, როგორც კანადის პლასტმასების წარმოების ასოციაციასთან არსებული გარემოს დაცვისა და პლასტმასების წარმოების საბჭო მიუთითებს, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ისეთ პროექტებს, რომლებიც ითვალისწინებს პლასტმასების ნარჩენების წვის დროს ე.წ. “სათბურის გაზების” ემისიის მინიმუმამდე დაყვანას. გარდა ამისა, ზოგიერთი პოლიმერული ნარჩენის წვისას წარმოიქმნება ტოქსიკური გაზები, როგორცაა ქლორწყალბადი, აზოტის ოქსიდები, ამიაკი, ციანის ნაერთები და სხვ. ამიტომ ასეთი ნარჩენების გადაშუშავებისას უნდა იყოს გათვალისწინებული ამ ნაერთების შებოჭვა და გამოირიცხოს გარემოს დაბინძურება.

პლასტმასის ნარჩენების ძირითადი ტიპებიდან, უპირველეს ყოვლისა აღსანიშნავია პლასტმასის ბოთლები და ავტოსაბურავები. ამერიკის პლასტმასების საბჭოს [American Plastics Council (APC)] მონაცემებით, პლასტმასების ბოთლებისა და მსგავსი ნაკეთობების შეგროვება-გადაშუშავების პროცესი შემდეგ ეტაპებს მოიცავს: ნარჩენებს აგროვებენ, შემდეგ ხდება მათი გადარჩევა (მექანიკურად ან ხელით). გადარჩეულ პლასტმასებს ახასიათებენ პლასტმასის ტიპის მიხედვით და გზავნიან გადამამუშავებულ საწარმოში, სადაც ამ მასალას ატარებენ ვიბრაციულ სივრცეში ნაგვისა და ტალახის მოსაცილებლად, შემდეგ პლასტმასის ნარჩენებს რეცხავენ და აქუცმაცებენ წვრილ ნაწილაკებად; შემდეგ, სიმკვრივეში სხვაობიდან გამომდინარე, სალოტაციო რეზერვუარში კიდევ ამორებენ მინარევებს; შემდეგ ნაწილაკებს

აშრობენ, ადნობენ, ფილტრავენ და აყალიბებენ გრანულების სახით. მიღებულ გრანულებს გზავნიან დამამზადებელ საწარმოებში, სადაც ამ გრანულებისაგან ამზადებენ პლასტმასის ახალ ნაკეთობებს. აშშ-ში 1997 წლის გადაამუშავებული პლასტმასის ნარჩენების დაახლოებით ნახევარს შეადგენდა პოლიეთილენტერეფთალატი და მალალი წნევის პოლიეთილენის ბოთლები. 2003 წელს პოლიეთილენტერეფთალატისაგან დამზადებული, უალკოჰოლო სასმელებისათვის გათვალისწინებული ბოთლების ახალ ბოთლებად გადაამუშავებამ დაახლოებით 25% შეადგინა, ხოლო მალალი სიმკვრივის პოლიეთილენისაგან დამზადებული რძისა და წყლის ნარჩენი ბოთლების დაახლოებით 32%-ია.

APC-ის მონაცემებით, მოთხოვნილება პლასტმასის გადაამუშავებულ ნარჩენებზე, როგორცაა პოლიეთილენტერეფთალატი და მალალი სიმკვრივის პოლიეთილენი, აშშ-ის ბევრ რეგიონში საკმაოდ მალალი და სტაბილურია. კერძოდ, პლასტმასის ნარჩენებიდან აღდგენილ პოლიეთილენტერეფთალატს იყენებენ ხალიჩებისა და სხვადასხვა ქსოვილებისათვის საჭირო ბოჭკოს დასამზადებლად, ხოლო მალალი წნევის პოლიეთილენს – ბოთლების დასამზადებლად. ძალზე პერსპექტიულია ასეთი პოლიეთილენტერეფთალატის გამოყენება გოფირებული ქაღალდის და სხვა ბუნებრივი ბოჭკოს დამცავი ფენის სახით.

ბრიტანეთის პლასტმასების ფედერაციის (BPF) [BPF s Online Directory – www.bpf.co.uk/directory/] მონაცემებით, დიდ ბრიტანეთში 2003 წელს პოლიეთილენის ფირისაგან დამზადებული შესაფუთი მასალის ნარჩენების აღდგენა წლიურად შეადგენდა 50000 ტონაზე მეტს. დიდ ბრიტანეთში ინტენსიურად აღადგენენ აგრეთვე პოლიპროპილენის, პოლივინილქლორიდის, პოლისტიროლის, აკრილონიტრილ-ბუტადიენის და სტიროლის თანაპოლიმერის ნარჩენებს.

ძალზე მნიშვნელოვანია პოლიმერიზაციული პოლიმერების (პოლიეთილენტერეფთალატი, პოლიეთილენი, პოლიპროპილენი, პოლისტიროლი და ა. შ.) შესაბამისად დახარისხება, ვინაიდან მათი შემდგომი დამუშავება დამოკიდებულია ამ პროცესზე. მაგალითად, პოლიეთილენ-ტერეფთალატი მეორადი გადაამუშავებისას არ საჭიროებს პლასტიფიკატორების დამატებას; მაგრამ, თუ პოლიეთილენტერეფთალატი ნარევის სახით შეიცავს პოლივინილქლორიდს, მაშინ, ამ უკანასკნელის თერმული დაშლის შედეგად წარმოიქმნება ქლორწყალბადი, რომელიც იწვევს პოლიმერის ინტენსიურ დესტრუქციას, რაც გააუარესებს ამ გზით მიღებული აღდგენილი პოლიეთილენტერეფთალატის ხარისხს. მალალი სიმკვრივის პოლიეთილენის ნარჩენების გადაამუშავებისას, აღდგენილი პროდუქტის ხარისხის შესანარჩუნებლად უნდა ვერიდოთ მასში დაბალმოლეკულური პოლიეთილენის შერევას და ა.შ.

პლასტმასის ნარჩენი პარკების გადაამუშავების საინტერესო პროექტი შეიმუშავეს ბანგალორის (ინდოეთი) უნივერსიტეტის საგზაო ტრანსპორტის ცენტრში [4-5]. ეს პროექტი ითვალისწინებს პლასტმასის ნარჩენი პარკების გამოყენებას ბიტუმოვან კომპოზიციებში დანამატების სახით. აღსანიშნავია, რომ პირველად ეს იდეა წამოაყენეს 1993 წელს [6], სადაც დასაბუთებული იყო, რომ პლასტმასის ნარჩენების დამატება გზის ასფალტის საფარში შეამცირებს სიცხეში ასფალტის დენადობას და დაბალ ტემპერატურაზე - ასფალტის ზედაპირის დასკლმას. ექსპერიმენტულად ნაჩვენები იქნა, რომ პოლიპროპილენისა და დაბალი სიმკვრივის პოლიეთილენის ნარჩენების აღდგენის შედეგად მიღებული გრანულების შეტანა ასფალტის (ბიტუმის) კომპოზიციებში, სუფთა ასფალტთან (ბიტუმთან) შედარებით, მნიშვნელოვნად ზრდის გზის ასფალტის საფარის გამძლეობას. პლასტმასის შემცველ ასეთ კომპოზიციას პლასტიფიკატს უწოდებენ [7,8]. პრაქტიკულად, პლასტმასის ნარჩენების აღდგენის შედეგად მიღებულ მასალას 1-12% რაოდენობით ურევენ გაცხელებულ ბიტუმს. ამის შედეგად მიღებული მოდიფიცირებული კომპოზიციის დარბილების ტემპერატურა და დენადობა მცირდება დამატებული პოლიმერის რაოდენობის პროპორციულად; კერძოდ, წონით 12% პლასტმასის დამატების შემთხვევაში, კომპოზიციის დარბილების ტემპერატურა 8%-ით მცირდება.

ნარჩენი ავტოსაბურავების პრობლემა ასევე ძალზე აქტუალურია. აშშ-ის გარემოს დაცვის სააგენტოს მონაცემებით, 1990 წელს გადაგდებულ იქნა 240 მილიონი, ხოლო საწყობებში დაგროვდა 3 ბილიონი ძველი საბურავი [9]. ძველი ავტოსაბურავების უტილიზაციის ერთ-ერთი ვარიანტია მათი საწვავად გამოყენება. აღსანიშნავია, რომ დიდი ბრიტანეთი პირველი იყო, რომელმაც ძველი ავტოსაბურავები გამოიყენა ვულკერპემპტონის თბოელექტროსადგურში საწვავის სახით და ეს ელექტროსადგური 25 ათას საცხოვრებელ სახლს დღემდე უზრუნველყოფს ელექტროენერგიით. უნდა აღინიშნოს, რომ ავტოსაბურავების წვა საჭიროებს განსაკუთრებულ რეგულირებად პირობებს, ვინაიდან ამ დროს გამოყოფილი აირები (მათ შორის მიკრომტვერი) შეიცავს პოლიციკლურ ნახშირწყალბადებს, CO, SO₂ და HCl. 1 ტონა საბურავების დაწვისას გამოიყოფა 270 კგ მური (ჭვარტლი) და 450 კგ ტოქსიკური გაზები.

ძველი ავტოსაბურავების დაქუცმაცების შედეგად მიღებულ მასას იყენებენ აგრეთვე სხვადასხვა კომპოზიციებში შემავსებლების სახით. საბურავების დაქუცმაცება საკმაოდ რთული პროცესია, ვინაიდან საბურავი სხვადასხვა კომპონენტებს (მეტალს, ბოჭკოს) შეიცავს. რაც უფრო მაღალია დაქუცმაცების ხარისხი, მით უფრო მაღალხარისხოვანია მიღებული ფხვნილი. მაგრამ, დაქუცმაცების არსებული ტექნიკური საშუალებებიდან გამომდინარე, 0,5 მმ და უფრო ნაკლები ზომის ნაწილაკების მიღება ეკონომიურად უკვე არარენტაბელურია. ავტოსაბურავების დასაქუცმაცებლად სხვადასხვა ტექნიკას იყენებენ. მათ შორის უპირატესობა ეძლევა ე. წ. კრიოგენულ დაქუცმაცებას ანუ დაქუცმაცებას გაყინვით. ასეთი ტექნოლოგია გამოყენებულია საბურავების გადამუშავების სხვადასხვა სტეპში, რომელიც შემუშავებულია ფირმის INTEC მიერ, როგორც აღვნიშნეთ, მიღებული რეზინის ფხვნილს ძირითადად იყენებენ სხვადასხვა კომპოზიციებში შემავსებლის სახით. თუმცა შესაძლებელია ამ მასალის სხვაგვარი გამოყენებაც. მაგალითად შეიძლება დავასახელოთ მერდოკის უნივერსიტეტის საიტზე [10] გამოქვეყნებული ინფორმაცია იმის შესახებ, რომ ჯერ კიდევ 80-იან წლებში ტარდებოდა ექსპერიმენტები ასეთი ფხვნილის გამოსაყენებლად ზღვაში ჩაღვრილი ნავთობის შესაბოჭავად [11-13]. გადამუშავების პროცესის მიზანია გადამუშავების საბოლოო პროდუქტის - პლასტმასის გრანულატის ან კაუჩუკის ფხვნილის - მიღება. ეს საბოლოო პროდუქტი მრეწველობაში მრავალმხრივ გამოყენებას პოულობს. როგორც აღვნიშნეთ, პოლიმერული გრანულატის ძირითადი გამოყენების სფეროა მათი ხელახალი გადამუშავება ბოთლების და მსგავსი ტარის სახით. გარდა ამისა, გრანულატისაგან მზადდება პოლიმერული ფირები. ამ სახით გადამუშავდება დაბალი წნევის პოლიეთილენი, მაღალი წნევის პოლიეთილენი, პოლიპროპილენი, პოლიეთილენტერეფთალატი, პოლისტიროლი, პოლიამიდი. პოლიმერული გრანულატი და კაუჩუკის ფხვნილი გამოიყენება აგრეთვე სამშენებლო მასალების წარმოებაშიც, როგორცაა კომპოზიციური სამშენებლო მასალები რეზინის ფხვნილისა და პოლიმერული ნარჩენების საფუძველზე. ეს მასალები წარმატებით ანაცვლებს რადიაციული ზემოქმედებისა და აგრესიული არეებისადმი მდგრად, ძვირადღირებულ ბეტონს.

დაბალი და მაღალი წნევის პოლიეთილენის, პოლიპროპილენის და პოლიეთილენტერეფთალატის სამრეწველო ნარჩენები გამოიყენება ისეთი მასალების წარმოებაში, როგორცაა კრამიტი, ტროტუარის ფილები, კედლის ბლოკები, დეკორაციული აგური, აბრაზივები, ასაწყობი მილები და ა.შ. მაგალითად, პოლიეთილენის ნარჩენებს აქუცმაცებენ შნეკურ ან როტორულ დამაქუცმაცებელში. ბურთულიან წისქვილში ფქვავენ შემავსებელს, როგორცაა ნახერხი, მინა, ხრეში, აგურის ნამტვრევები, სამშენებლო ნაგავი. პოლიმერისა და შემავსებლის შესაბამისი წონა-მოცულობით ნარევეს ათავსებენ ცივ შემრევში, სადაც უმატებენ აგრეთვე მინერალურ საღებავებს. მიღებული ნარევი გადააქვთ ცხელ შემრევში, სადაც ის ჰომოგენიზირდება გარკვეული ტექნოლოგიური თვისებების მქონე ჰომოგენური მასის სახით. მზა ცხელ ნარევეს ათავსებენ საწნეს ფორმაში და წნეხავენ ჰიდრავლიკური წნეხით, რის შემდეგ ნაკეთობა რეგულირებადი რეჟიმით ცივდება და მზა პროდუქციის საწყობში გადადის. როგორც ცნობილია, ავტოსაბურავის კარკასი, ჩვეულებრივ, შედგება სპეციალური რეზინით დაფარული ქსოვილის რამოდენიმე ფენისაგან (კორდი). საბურავის მუშა ნაწილი, პროტექტორი, მზადდება დაღარული რეზინის სქელი ფენისაგან. საბურავის კიდეები გათვალისწინებულია დასამაგრებლად და ფოლადის მავთულს შეიცავს. ავტოსაბურავების ნარჩენებს გადამუშავების მიზნით აჭრიან ბორტებს და დანარჩენ ნაწილს აქუცმაცებენ 100-250მმ ნაჭრებად. უხეში დაქუცმაცების შემდეგ, ხდება უფრო წვრილად დაქუცმაცება. მიღებული ფქვილი გადის ორ-ბადიან (ზედა ბადე 3-5 მმ, ქვედა ბადე 1 მმ) ვიბროსაცერში; ზედა საცერში რჩება ქსოვილის ბოჭკოვანი ნარჩენები, ხოლო რეზინის ფხვნილი, ქვევით ჩამოვარდნის დროს, გადის მაგნიტურ სეპარატორში, სადაც მას სცილდება ლითონის ნაწილაკები (თუ საბურავი დამზადებული იყო ლითონის კორდის საფუძველზე).

რეზინაში გოგირდის შემცველობის მიხედვით, განასხვავებენ სამი სახის რეზინს: რბილ რეზინს (2-8% გოგირდი), ნახევრადმკვრივ რეზინს (12-20% გოგირდი) და მკვრივ რეზინს ანუ ებონიტს (25-30% გოგირდი), რეზინის რეგენერაციის პროცესის ძირითადი ეტაპი დეველკანიზაციაა, როდესაც მექანიკური, თერმული და ქიმიური ჟანგვის პროცესის შედეგად, ვულკანიზირებული რეზინი პლასტიკურ პროდუქტად გარდაიქმნება. ვულკანიზატის ფხვნილის დეველკანიზაცია ხდება ვერტიკალურ ავტოკლავებში, წყლის არეში, ჭარბი თხევადი ფაზის თანაობისას, დაახლოებით 180C⁰-ზე, 6-8 საათის განმავლობაში.

უკასკნელ წლებში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა საბურავების წვის პროდუქტების გამოყენებას ტექნოლოგიურ პროცესებში.

დასასრულს უნდა აღინიშნოს, რომ პლასტმასის ნარჩენებითა და ძველი ავტოსაბურავებით განპირობებული ეკოლოგიური პრობლემა ასევე მწვავედ დგას საქართველოშიც. ამიტომ, აუცილებელია ნარჩენების გადამუშავების ზემოთ აღნიშნული ტექნოლოგიების დანერგვა და ინტენსიური სამეცნიერო კვლევა არსებული ტექნოლოგიების გაუმჯობესების მიმართულებით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. I.Naruse, T. Kameshima, H. Omori.-Application of waste plastics to electric furnaces for steel making as thermal and carbon sources. – Transactions of the Wessex Institute, 26 February 2008;
2. Asanuma M., Ariyama T., Sato M., Murai R., Nonaka T., Okochi I., Tsukui H., Nemoto K. – Development of waste plastics injection process in blast furnace. ISIJ Int., Vol. 40 (2000) No. 3, pp. 244-251;
3. Bruce G. Chem. Week. 1997. V.159. N15, p.32.
4. Prof. C.E.G. Justo. Utilization of waste plastic begs in bituminous mix for improved performance of roads. Centre for Transportation Engineering, Bangalore University, India;
5. Heya R; Okada H; Ogawa Y; Toguchi H; Int. J. Pharm; 72 199-205 (1991);
6. Flinn L. “Recycled plastic finds home in asphalt binder” – Journal, Roads and Bridges, March 1993;
7. Zoorob S.E., Suparna L.B. “Laboratory design and investigation of proportion of bituminous composite containing waste recycled plastics aggregate replacement (Plastiphalt)” CIB Symposium – Construction and Environment Theory into Practice. Sao Paulo, Brazil November, 2000;
8. Zoorob S.E. “Laboratory design and performance of improved bituminous composites utilizing plastics packaging waste.” Conference on Technology Watch and Innovation in Construction Industry. Belgium. Building Research Institute, Brussels April, 2000;
9. U. S. Environmental Protection Agency et al, Scrap tire Technology and Markets Noyes Data Corporation, NJ 1993;
10. Mod. Plast. Int. 1996 v26 N3, p.86;
11. Sinclair R. G. J. Macromol Sci, A. 1996. V33, N5, p.703(3) Schlicht. Kunststoffe. 1998. 88. N6, S.888-890;
12. Фомин В. А. Гузеев В.В. Пластические массы. 2001 №2. С.42-46.
13. Mista S.K. vallapil S. P, Roy 1; Boccaccini A.R; 2006, Biomacromolecules, 7(8), 2249-58.

SECONDARY PROCESSING OF PLASTIC WASTES IN USEFUL PRODUCTS

Nino Karkashadze, Nana Tserodze, Ketevan Ebralidze, Irma Mikadze, Roza Kublashvili*

TSU Petre Melikishvili Physical and Organic Chemistry/

**Ivane Javakhishvili Tbilisi State University*

SUMMARY

Methods of the solution of environmental problems, the caused plastic and chemical wastes from tires of old cars it is discussed by Japanese, British and other scientists worldwide. This problem is most actual in Georgia. Therefore it is necessary to acquire new methods of technology of processing and intensive scientific researches for improvement of the existing technologies.

ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПЛАСТМАСОВЫХ ОТХОДОВ В ПОЛЕЗНЫЕ ПРОДУКТЫ

Н.Г.Каркашадзе, Н.П.Церодзе, К.Г.Эбралидзе, И.И. Микадзе, Р.И. Кублашвили*

ТГУ Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили

** Тбилисский Государственный Университет им. Ив.Джавахишвили*

РЕЗЮМЕ

Методы решения экологических проблем, вызванных пластмассовыми и химическими отходами от покрышек старых автомобилей, обсуждаются японскими, британскими и другими учеными во всем мире. Эта проблема довольно актуальна и в Грузии. Поэтому, нужно усвоить новые методы технологии обработки и интенсивные научные исследования в целях улучшения существующих технологий.

ბოსტნეულში ნიტრატ-ნიტრიტის ტრანსფორმაციის მექანიზმზე მოქმედი ფაქტორების შესწავლა

გიორგი ანდრიაძე, ევგენია შენგელია, ლერი გვასალია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

დაჭრილი მწვანილეულის და ზოგიერთი ბოსნეულის (კომბოსტო, პომიდორი, ძველი კარტოფილი) ჰაერზე გარკვეული დროით დაყოვნებისას ჟანგბადის გავლენით მიმდინარეობს ნიტრატ-ნიტრიტების შემცველობის ზრდა. ბოსტნეულში ნიტრატ-ნიტრიტის კონცენტრაციის მნიშვნელოვანი შემცირება შესაძლებელია მათი ოთახის ტემპერატურაზე 40 წუთის განმავლობაში თავდასხურულ ჭურჭელში მოთავსებით.

ნიტრატები წარმოადგენენ ბუნებაში აზოტის გლობალური წრებრუნვის ძირითად კომპონენტებს, ამიტომ ისინი გარემოში ყველგან გვხვდება.

ადამიანის ორგანიზმში ნიტრატები ძირითადად ბოსტნეულის და სასმელი წყლის საშუალებით ხვდება [1]. ოპტიმალური რაოდენობით მოხმარებისას ნიტრატები არ აზიანებენ ადამიანის ჯანმრთელობას. მათი დიდი რაოდენობა კი იწვევს მწვავე და ქრონიკულ მოწამვლას. ქრონიკული მოწამვლისას მიმდინარეობს ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციის ცვლილებები და გულის დაავადებების განვითარება. მწვავე მოწამვლისას სისხლში მიმდინარეობს ჰემოგლობინის მეტაჰმოგლობინად გარდაქმნა, მას არ შესწევს ჟანგბადის გადატანის უნარი, რაც იწვევს ჰიპოქსიის განვითარებას [1,2].

გაცილებით მეტ საშიშროებას იწვევენ ნიტრატების მეტაბოლიტები – ნიტრიტები და ნიტროზონაერთები, რომელთა უმეტესობას ღრმა ტოქსიკოლოგიური ეფექტი გააჩნია. მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის მონაცემებით ნიტრატების მიღების დღიური ნორმა ადამიანის წონის ყოველ კილოგრამზე განისაზღვრება 5 მილიგრამის ოდენობით.

ბოსტნეულს ნიტრატების სხვადასხვა რაოდენობით დაგროვების უნარი გააჩნია, მათ შორის ყველაზე მეტად: მწვანილეულს, ჭარხალს, კომბოსტოს, სტაფილოს, კიტრს და ა.შ.

სხვადასხვა ბოსტნეულში ნიტრატების შემცველობა განსხვავებულია და იცვლება 1-დან 10000 მგ/კგ ზღვრებში [3]. ნიტრატების განსაკუთრებულად მაღალი შემცველობით გამოირჩევა სასათბურე პირობებში მოყვანილი ბოსტნეული.

ნიტრატების შემცველობა ბოსტნეულში მკვეთრად იცვლება მათი კულინარული დამუშავებისას.

ცალკეული კვლევების საფუძველზე შემუშავებულია რეკომენდაციები [4], რომელთა გათვალისწინებით ნიტრატების კონცენტრაციების შემცირება შესაძლებელია ბოსტნეულის კულინარული დამუშავებით. ზოგიერთ ნაშრომში კი, სადაც მწვანილეულის, როგორც სასარგებლო, ისე მავნე თვისებებზეა საუბარი, რეკომენდირებულია ისეთი კერძების, რომელშიც ცოცხალი მწვანილეულია გამოყენებული, საკვებად დამზადებისთანავე მიღება, რადგან 15–20 წუთის შემდეგ ნიტრატებით მდიდარი მწვანილეულის ჰაერზე გაჩერების დროს მიმდინარეობს მათი გარდაქმნა ტოქსიკურ ნიტრიტებად.

ნაშრომში [5], რომელიც მიზნად ისახავდა დაჭრილ მწვანილეულში ნიტრატ-ნიტრიტის შემცველობის დროში ცვლილების დინამიკის შესწავლას ნაჩვენებია, რომ დაჭრილი მწვანილეულის ჰაერზე დაყოვნებით დაახლოებით ორი საათის განმავლობაში, მიმდინარეობს არა მხოლოდ ნიტრიტების, არამედ ნიტრატების კონცენტრაციის მნიშვნელოვანი ზრდაც, ამდენად დროის ამ ინტერვალში დაჭრილ მწვანილეულში ნიტრატების დენიტრიფიკაციის პროცესი არ მიმდინარეობს ლიტერატურაში აღწერილი მექანიზმის თანახმად – ნიტრატების შემცირება ნიტრიტებად აღდგენის ხარჯზე. დენიტრიფიკაციის პროცესი აღნიშნული მექანიზმით დაჭრილ მწვანილეულში იწყება მხოლოდ გარკვეული დროის (დაახლოებით ორი საათის) შემდეგ, რის შედეგადაც ხდება ნიტრატების შემცირება და ნიტრიტების კონცენტრაციის ზრდა.

წინამდებარე კვლევის მიზანს წარმოადგენდა კულინარულად დამუშავებულ (დაჭრილ) ბოსტნეულში ნიტრატ-ნიტრიტის ტრანსფორმაციის მექანიზმის და მასზე მოქმედი ფაქტორების შესწავლა. ნიტრატ-ნიტრიტის ბოსტნეულში შემცველობა ისაზღვრებოდა ISO-სტანდარტის მიხედვით [6].

შესწავლილია ნიტრატ-ნიტრიტების შემცველობის დროში ცვლილების დინამიკა ღია გრუნტის ახალ და შენახულ გახეილ სტაფილოში, ჭარხალში, კომბოსტოში, კარტოფილში, პომიდორში, ოხრახუშში და ქინძში. მიღებული შედეგების თანახმად გახეილ სტაფილოში, ჭარხალში და ახალ კარტოფილში ჰაერზე დაყოვნებისას მიმდინარეობს დენიტრიფიკაციის პროცესები, ნიტრატების კონცენტრაციის შემცირებით და ნიტრიტების კონცენტრაციის ზრდით, ხოლო როგორც შენახულ ისე ახალ გახეილ კომბოსტოში, შენახულ კარტოფილში, პომიდორში, დაჭრილ ოხრახუშსა და ქინძში აღინიშნება ნიტრატ-ნიტრიტების კონცენტრაციის ზრდა. გამოკვლეულ ბოსტნეულში ნიტრატ-ნიტრიტების საწყისი შემცველობა და მათი შემცველობა დაჭრილ მდგომარეობაში ჰაერზე 20 წუთით დაყოვნების შემდეგ მოცემულია ცხრილში 1.

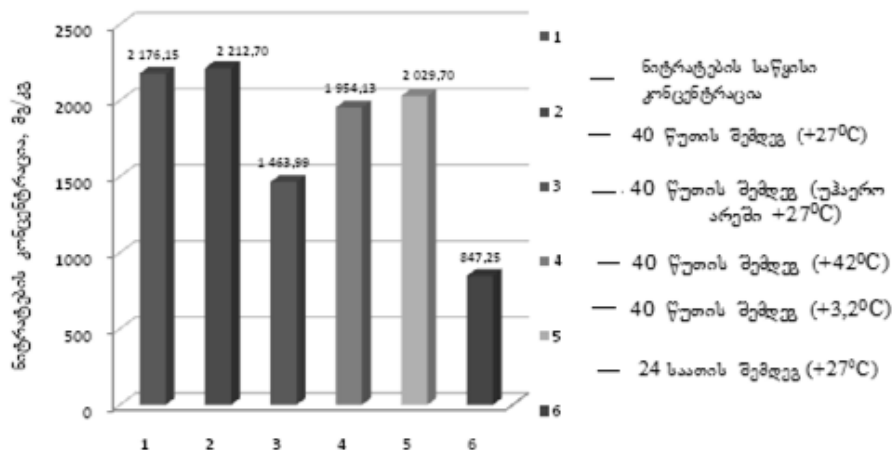
ცხრილი 1. გახეილ შენახულ და ახალ ბოსტნეულში ნიტრატ-ნიტრიტების საწყისი შემცველობა და მათი შემცველობა ჰაერზე 20 წუთით დაყოვნების შემდეგ

სინჯის დასახელება		ნიტრატ-ნიტრიტების კონცენტრაცია მგ/კგ		ნიტრატ-ნიტრიტების კონცენტრაცია 20 წთ შემდეგ მგ/კგ	
		NO ₃	NO ₂	NO ₃	NO ₂
სტაფილო	ახალი	179,8	4,05	152,70	3,55
	შენახული	9,14	6,40	2,57	3,44
ჭარხალი	შენახული	733,92	19,88	655,45	25,8
კომბოსტო	ახალი	545,43	5,86	601,13	3,65
	შენახული	117,64	5,46	195,57	5,63
კარტოფილი	ახალი	390	15,71	175,9	19,8
	შენახული	546,29	13,65	585,3	11,8
პომიდორი		38,08	0,26	40,5	0,53
ოხრახუში		1055	6,25	1428	21,56

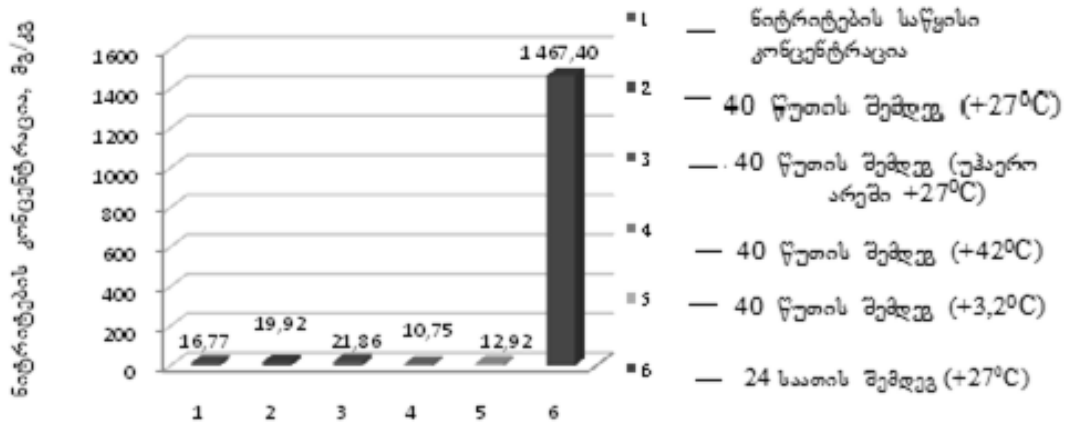
შესწავლილია დაჭრილ ოხრახუშსა და ქინძში ნიტრატ-ნიტრიტების შემცველობის ცვლილების დინამიკაზე სხვადასხვა ფაქტორების (ტემპერატურა, ჟანგბადისა და დაყოვნების დროის) გავლენა.

ნიტრატ-ნიტრიტების ცვლილების დინამიკაზე ჟანგბადის ზემოქმედების გავლენის შესწავლის მიზნით ჩატარებულია დაკვირვება 40 წუთის განმავლობაში თავლია და ჰერმეტიკულად დახურულ ჭურჭელში მოთავსებული დაჭრილი ოხრახუშისა და ქინძის ნიმუშზე.

ნიტრატ-ნიტრიტების ცვლილების დინამიკაზე ტემპერატურის ზეგავლენის შესწავლის მიზნით იგივე ოხრახუშისა და ქინძის დაჭრილი ნიმუშები ინახებოდა თერმოსტატში 40 წუთის განმავლობაში, (+42⁰)C და (+62⁰)C და მაცივარში (+3,2⁰)C-ს და (+1,8⁰)C-ს ტემპერატურის პირობებში. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში 2 და ასახულია სურათებზე 1 და 2.



სურ.1. დაჭრილ ქინძში ნიტრატების შემცველობაზე სხვადასხვა პირობების გავლენა.



სურ. 2. დაჭრილ ქინძში ნიტრიტების შემცველობაზე სხვადასხვა პირობების გავლენა.

როგორც ცხრილი 2-დან და სურ. 1,2-დან ჩანს, ჟანგბადის ზეგავლენით (ნიმუში თავლია ჭურჭელში), როგორც დაჭრილი ქინძის ისე ოხრახუმის ნიმუშში მიმდინარეობს ნიტრატ-ნიტრიტის კონცენტრაციის ზრდა, ხოლო ჟანგბადის ნაკლებობისას (თავდახურულ ჭურჭელში) – დენიტრიფიკაციის პროცესი ნიტრატების კონცენტრაციის მნიშვნელოვანი შემცირებით და ნიტრიტების კონცენტრაციის ზრდით. იგივე პროცესი, მხოლოდ ნაკლები ინტენსივობით აღინიშნება მაცივარში შენახულ და თერმოსტატში გამობარ ნიმუშებში, სადაც ცხადია, ასევე იქნებოდა ჟანგბადის ნაკლებობა.

ცხრილი 2. დაჭრილ ქინძსა და ოხრახუმში ნიტრატ-ნიტრიტის შემცველობის ცვლილების დინამიკაზე სხვადასხვა პირობების გავლენა

სინჯის დასახელ.	ექსპერიმენტის პირობები	NO ₃ ⁻ მგ/კგ	NO ₂ ⁻ მგ/კგ
ქინძი ოხრახუმში	შაწყისი კონცენტრაცია	2176,15 833,6	16,77 72,8
ქინძი ოხრახუმში	+27°C, თავლია ჭურჭ. 40წუთ. შემდეგ	2212,70 956,42	19,91 99,17
ქინძი ოხრახუმში	+27°C, თავლია ჭურჭ. 40წუთ. შემდეგ	1463,99 498,77	21,88 88,77
ქინძი ოხრახუმში	+42°C-40წუთ. შემდეგ	1954,13	10,75
ქინძი ოხრახუმში	+62°C-40წუთ. შემდეგ	567,34	38,64
ქინძი ოხრახუმში	+3,2°C-40წუთ. შემდეგ	2029,70	12,92
ქინძი ოხრახუმში	+1,8°C-40წუთ. შემდეგ	480,64	63,33
ქინძი	+27°C 24 საათის შემდეგ	847,25	1467,40

თავლია ჭურჭელში ნიტრატების კონცენტრაციის ზრდის სავარაუდო მიზეზად მიგვაჩნია მათი შემადგენელი ორგანული ნივთიერებების ჟანგვითი პროცესები, რომლის შედეგად შესაძლებელია შემდეგი თანამდე პროცესების განვითარება. დაჭრილი მწვანილეულის შემადგენელი ორგანული ნივთიერებების ჟანგვისას მიმდინარეობს ფერმენტების (ნიტრობაქტერიების) გააქტიურება, რომლებიც ახორციელებენ ნიტრატების ნიტრიტებად ინტენსიურ აღდგენას, რაც იწვევს ნიტრიტების კონცენტრაციის მნიშვნელოვან ზრდას. პარალელურად მწვანილეულის შემადგენელი ცხიმების ცხიმოვანი მჟავები ჰაერზე დაყოვნებისას განიცდიან დაჟანგვას ჟანგბადთან ურთიერთქმედებით, ამ დროს უჯერი მჟავების ორმაგი ბმების ადგილას წარმოქმნება ზეჟანგები [7], რომლებიც თავის მხრივ ჟანგავენ წარმოქმნილ ნიტრიტების ნაწილს და გადაჰყავთ ისინი ნიტრატებში. ამ ვარაუდით ნიტრატების ზრდის დინამიკა მწვანილეულში უნდა გავრძელდეს უჯერი ნაერთების სრულ ამოწურვამდე. ის, რომ 24 საათის შემდეგ მწვანილეულის ნიმუშებში ნიტრატ-ნიტრიტის კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად შემცირებულია და მათი ურთიერთგარდაქმნა მიმდინარეობდა ლიტერატურაში აღწერილი მექანიზმით, მეტყველებს იმაზე, რომ

ორგანული ნივთიერებების ჟანგვითი პროცესები მოცემულ ნიმუშებში დამთავრებული იყო გაცილებით ადრე.

ჩატარებული კვლევის შედეგების თანახმად, დაჭრილ მწვანეებში და ზოგიერთ ბოსტნეულში (კომბოსტო, პომიდორი, ძველი კარტოფილი) ჰაერზე გარკვეული დროით დაყოვნებისას ჟანგბადის გავლენით მიმდინარეობს ნიტრატ-ნიტრიტების შემცველობის ზრდა. ბოსტნეულში ნიტრატ-ნიტრიტის კონცენტრაციის მნიშვნელოვანი შემცირება შესაძლებელია მათი ოთახის ტემპერატურაზე 40 წუთის განმავლობაში თავდასურულ ჭურჭელში მოთავსებით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. H.Kosaka, K.Imaizumi, K.Imai, I.Tyuma. Stoichiometry of the reaction of oxyhemoglobin with nitrite. *Biochim. Biophys. Acta.* 1979,p., 184-188.
2. M.Doyle, J.Herman, R.Dykstra. Autocatalytic oxidation of hemoglobin induced by nitrite: activation and chemical inhibition. *J. Free Radicals Biol. Med.* 1, 1985,p.,145-154.
3. L.Pickston, J.Smith, M.Todd. Nitrate and nitrite levels in fruit and vegetables in New Zealand, *Food Technology in New Zealand*,1980, p.,11-17.
4. С. Петровская. Пути снижения нитратов в овощах М. 1988, с., 42-46.
5. გ. ანდრიაძე, ე. მჩხვიანი, ე. შენგელია, ლ. გვასალია. ნიტრატ-ნიტრიტის შემცველობის ცვლილება მწვანეებში კულინარული დამუშავებისას, მეცნიერება და ტექნოლოგიები, 2014, №1 (715), გვ 109-113.
6. ГОСТ 29270-95 Методы определения нитратов. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Издание официальное, Минск, 1997.
7. Б.Тютюников, Химия жиров, Москва, 1966, 632с.

STUDYING THE FACTORS THAT INFLUENCE A MECHANISM OF NITRATE-NITRITE NITROGEN TRANSFORMATION IN VEGETABLES

Giorgi Andriadze, Evgenia Shengelia, Leri Gvasalia
Georgian Technical University

SUMMARY

By keeping chopped vegetables open for some time under the influence of oxygen, there grows the process of nitrate-nitrite nitrogen concentration. Considerable reduction of nitrate-nitrite nitrogen concentration in chopped greens and vegetables is achieved by keeping it for 40 minutes in hermetically sealed container.

ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА МЕХАНИЗМ ТРАНСФОРМАЦИИ НИТРИТ-НИТРАТНОГО АЗОТА В ОВОЩАХ

Г.Т.Андриадзе, Е.Г.Шенгелия, Л.И.Гвасалия
Грузинский технический университет

РЕЗЮМЕ

При хранении на воздухе кулинарно обработанных овощей (измельченные, тертые) в течении некоторого времени под воздействием кислорода воздуха наблюдается процесс роста концентрации нитрат-нитритного азота. Значительное уменьшение содержания нитрат-нитритного азота в измельченной зелени и овощах достигается при их хранении в течении сорока минут в герметически закрытой посуде.

PROCESSING OF THE TECHNOLOGY OF DRESSING OF COPPER- GOLD ORE

Ekaterine Ukleba, Nino Shekriladze, Nestan Gegia, Marlen Mchedlishvili*

Ivane Javakhishvili Tbilisi state university Caucasian Alexander Tvalchrelidze Institute of Mineral Resources

*Georgian Technical University

Results of research of enrichment technology of the oxidized copper-gold ore are presented in the article. In the presented test was determined that the content in the ore of gold and copper is 1.0 – 1.2 g/t and 0.56-0.6 %. In this ore, from minerals of copper, only malachite is floated and the copper connected with a silicate phase remains in tails. Therefore enrichment of such ores by method of flotation is inexpedient. More than 97 % of initial copper are presented of minerals soluble in sulfuric acid. Proceeding from it, the hydrometallurgical method of enrichment with use of sulfuric acid was chosen. The factors influencing quality of extraction of copper: expenditure and concentration of solvent, time of leaching, coarseness of material, $s : l$ relationship, temperature are presented in article.

Depending on the content of the oxidized minerals and forms of sulfides, copper ores are divided into the oxidation, the mixed and the primary chalcopyrite-bornite. Depending on the type of ore the methods of processing can be flotation, hydrometallurgy or their combination.

To the present days flotation remains the dominant method of dressing of copper ores and is irreplaceable for processing of complex sulfide ores. For oxidized and mixed ores, the hydrometallurgical, i.e. chemical method of dressing or its combination with flotation is successfully used. Technical ways which solve these processes are various: the underground, i.e. local leaching, dense and vat leaching. Chemical mechanisms of all these processes, of copper ores leaching, are identical.

Latest achievements in the technology of extraction - electrolysis and the low capital and operational expenditures make the methods of leaching gradually taking a leading place in copper manufacture.

The purpose of the presented work was the investigation of the technology of the primary processing of oxidized copper-gold ores using the method of chemical dressing.

For studying the technological properties of ore the test was carried out on the solubility in sulfuric acid.

Only 53% of copper has passed from ore to the solution of sodium cyanide. This indicates that insoluble copper is connected with aluminosilicate and silicate phase. The minerals of such types float with difficulty or not at all, that is why extraction of copper is 3-4% lower than extraction into cyanic drawing.

The ability of natural flotation of ore has been studied in order to state fitness of flotation method for its enrichment. The results of the experiment are presented in Table 1.

Only 24% of copper has the ability of natural flotation (Table 1). Visually only malachite floats and copper connected with silicate phase remains in tails, from where 76% are extracted. Copper contents in tails is 0,5 %, while initial ore contains 0,6-0,62 %.

In the concentrates 37% of gold is extracted, while 63% remains in tails. Therefore, the natural flotation of copper-gold ores is low and ore dressing by this method is not advisable.

Ore contains copper minerals in large quantities (98-99%) which are dissolved well in sulfuric acid. Therefore, for ore processing the method of hydrometallurgy was selected, in this case sulfuric acid is applied as a solvent.

The experiments were carried out on the samples of 1 kg mass in open and closed mixers.

The factors acting on the process of copper dissolution: expenditure and concentration of solvent, time of leaching, coarseness of material, $s : l$ relationship, temperature were studied.

Concentration and expenditure of sulfuric acid depends on mineral composition of ore. For example, malachite, azurite, bornite and atacamite are readily soluble. Copper connected with silicates, phosphates, etc. lixiviate slowly and incompletely.

Table 1. The experimental results of natural flotation of ore

Product designation	Yield, %	Content of the components		Extraction of the components, %	
		Cu, %	Au, g/t	Cu	Au
I fraction	2.0	2.2	18.5	7.10	26.43
II fraction	1.9	2.4	5.4	7.35	7.33
III fraction	1.3	3.8	2.8	7.97	4.59
IV fraction	0.8	2.0	3.2	2.58	1.82
I-IV fractions	6.0	2.58	9.37	25.0	40.17
Tails	94.0	0.47	0.89	75.0	59.83
On the balance	100.0	0.62	1.4	100.0	100.0
According to the chemical analysis		0.6	1.2		

The dependence of sulfuric acid concentrations on copper extractions in the solution is given in Fig. 1. Optimum concentration of sulfuric acid for the maximum extraction of copper from ore must be taken as 10%. During one hour more than 80% of copper is lixiviated, the concentration of solution is 2.5 g/l of copper. In the process of circulation of this solution the concentration of the dissolved copper increases and this, in its part, simplifies the extraction – electrolysis or extraction-electrolysis - of copper from the solution.

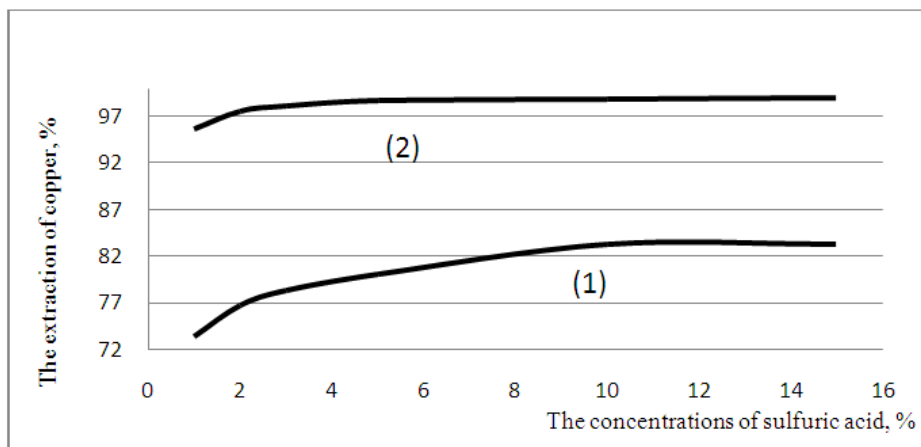


Fig. 1. The dependence of copper extraction in the solution on sulfuric acid concentrations:
1) $t = 25-28^{\circ}\text{C}$, 2) $t = 35-38^{\circ}\text{C}$

The duration of lixiviation process depends on the variety of copper minerals and concentrations of acid. The higher the concentration of acid, the sooner it is spent. In this case not only copper, but also the minerals of other elements are dissolved, all this increases the expenditure of acid.

Proceeding from the above mentioned, for the establishment of time of leaching the experiments with use of 5, 10 and 15% sulfuric acid were carried out. The results are given in Fig. 2.

As it is seen from Fig. 2, the speed of leaching with use of 10% and 15% solvent are close and during 4 hours 90 % of copper passes from ore into solution.

As to the action of coarseness on the process of leaching, because of limited choice of samples, the experiments were carried out on -3 + 0 mm and -1 + 0 mm dimension of material. The reaction rate and the quality of copper extraction is almost 10% more in the case of coarseness of -1 + 0 mm than of coarseness of -3 + 0 mm (Fig.3).

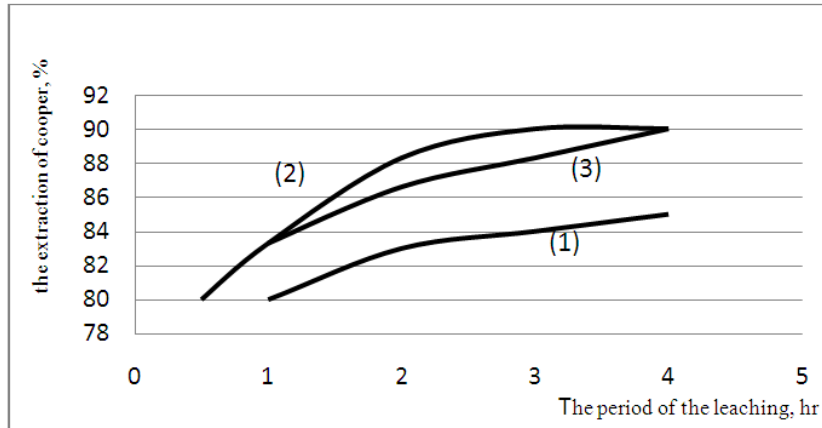


Fig. 2. The dependence of copper extraction on the period of leaching:
 1) Sulfuric acid concentrations – 5%, 2) Sulfuric acid concentrations – 10%,
 3) Sulfuric acid concentrations– 15%

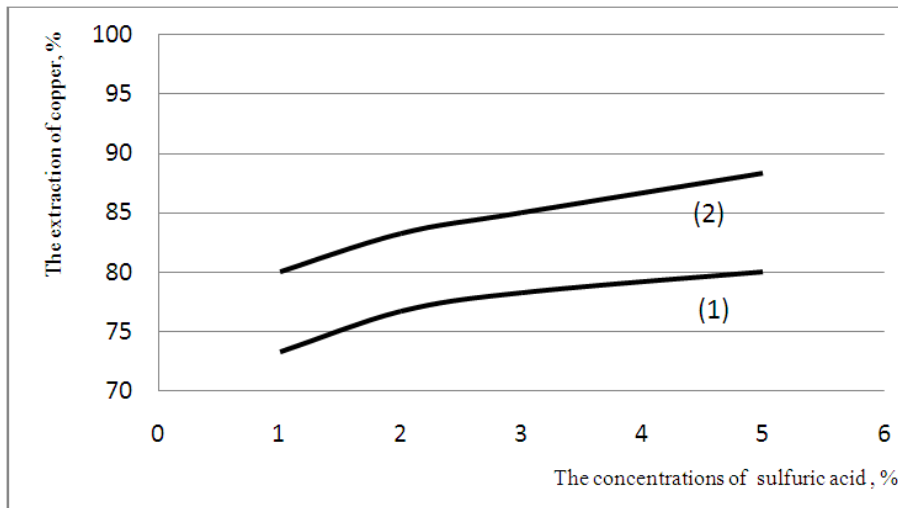


Fig. 3. The dependence of different coarseness ore lixiviation on solvent concentrations:
 1) Material coarseness -3 + 0 mm, 2) Material coarseness -1 + 0 mm

Temperature is an important parameter for the process of leaching (Fig.1.). If we compare the experimental results carried out, using 10% of sulfuric acid and 1 hour leaching, on different temperatures (25 - 28⁰C and 35 - 38⁰C), we will see that copper extraction into solution exceeds 98%, which actually equals even theoretical results, i.e., results obtained by chemical-phase analysis.

This indicates that at usual temperature the same value can be achieved after increasing the time of leaching.

Furthermore, the results of experiments conducted in the open and closed mixers were compared. In open mixer 83.3% of copper has passed to solution of 5% sulfuric acid, during one hour, on 28-30⁰C temperature, while in closed mixer, in the same conditions, only -80%. The same occurs with high concentration solutions. For example, the solution of 10% sulfuric acid, for the hour, in open mixer dissolves 85%, and in the closed - 83% copper.

Thus, as the results have proved the primary processing of copper-gold ores using hydrometallurgical method allows to extract more than 90% copper from copper-gold ores.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. S. I. Mitrofanov. Combined methods of processing the oxidized and mixed copper ores. Publishing house "NEDRA", Moscow, 1970. . P. 494
2. S.I. Polkin, E.B.Adams. Enrichment of colored and rare metal ores. Publishing house "NEDRA", Moscow, 1975. . P. 464
3. S.I.Polkin, E.B.Adams. Enrichment of nonferrous metal ores. Publishing house "NEDRA", Moscow, 1983. P. 400
4. S.I.Polkin,. Enrichment ores and scatterings of rare and noble metals . Publishing house "NEDRA", Moscow, 1987. P. 432

სპილენძ-ოქროს შემცველი მადნების გამდიდრების ტექნოლოგიის დამუშავება

ეკატერინე უკლება, ნინო შეყრილაძე, ნესტან გეგია, მარლენ მჭედლიშვილი*

*თსუ ალ. თვალჭრელიძის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

სტატიაში წარმოდგენილია სპილენძ-ოქროს შემცველი ოქსიდური მადნების გამდიდრების ტექნოლოგიის კვლევის შედეგები. წარმოდგენილ სინჯში სპილენძის შემცველობა 0.6 %-ია, ხოლო ოქროსი 1.2 გ/ტ. აღნიშნულ მადანში სპილენძის მინერალებიდან ფლოტირებს მხოლოდ მალაქიტი, ხოლო სილიკატურ ფაზასთან დაკავშირებული სპილენძი კულში რჩება. ამიტომ ასეთი მადნების გამდიდრება ფლოტაციური მეთოდი მიზანშეწონილი არ არის. საწყისი სპილენძის 97 %-ზე მეტი წარმოდგენილია გოგირდმჟავაში ხსნადი ფორმით. აქედან გამომდინარე შერჩეულია გამდიდრების ჰიდრომეტალურული მეთოდი გოგირდმჟავას გამოყენებით. სტატიაში წარმოდგენილია მასალის დაფქვის სიმსხოს, გოგირდმჟავას კონცენტრაციის, მყარის და თხევადის თანაფარდობის, ხსნარის ტემპერატურის, დროის ზეგავლენა სპილენძის გამოტუტვის ხარისხზე.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНО-ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

Э.Н.Уклеба, Н.Ш.Шекриладзе, Н.А.Гегия, М. Мchedlishvili*

*ТГУ Кавказский институт минерального сырья имени А. Твалчрелидзе
Государственный технический университет

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследования технологии обогащения окисленных медно-золотосодержащих руд. В представленной пробе содержание меди 0,6 %, а золота 1,2 г/т. В данной руде из минералов меди флотируется только малахит, а медь, связанная с силикатной фазой остаётся в хвостах. Поэтому обогащение таких руд методом флотации нецелесообразно. Более 97 % - ов исходной меди представлено, минералами, растворимыми в серной кислоте. Исходя из этого, был выбран гидрометаллургический метод обогащения с использованием серной кислоты. В статье представлены факторы влияющие на качество извлечения меди: крупность измельчения материала, концентрация серной кислоты, соотношение т : ж, температура раствора и время выщелачивания.

**ცემენტის კლინიკურის სილიკატური მოდულის რეზულირების
შესაძლებლობების კვლევა ადგილობრივი მშენებელი მასალის
ბაზოფიციტით**

ელენე შაფაქიძე, იოსებ გეჯაძე, მარინე ნადირაშვილი, ვერა მაისურაძე, გურამ
ნადარეიშვილი, მურად ტყემალაძე

*ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
კავკასიის ალექსანდრე თვალჭრელიძის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტი*

ლაბორატორიულ პირობებში გამოკვლეულია ბოლნისი-დმანისის ადგილმდებარეობის მჟავე ვულკანური ქანების გამოყენებით ცემენტის კლინიკურის ნედლეულის კაზში თიხის ნაწილობრივი ჩანაცვლების შესაძლებლობა, რაც სილიკატური მოდულის აწევის საშუალებას იძლევა 1.7-დან 2.3-მდე. ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ სილიკატური მოდულის მომატება არ იწვევს კლინიკურის შეცხობის ტემპერატურის გაზრდას, რაც სავარაუდოდ განპირობებულია მჟავე ვულკანური ქანების მაღალი რეაქციისუნარიანობით: ვულკანური მინისა და მზა სილიკატების შემცველობით. მიღებული ცემენტები გამოიჩინებენ მაღალი მექანიკური სიმტკიცით გამყარების 3 თვის შემდეგ, მაღალი ხანმდეგობით და კოროზიული მედეგობით.

სამშენებლო ინდუსტრია წარმოადგენს საქართველოს ეკონომიკის ერთ-ერთ მთავარ და წამყვან დარგს, რომელშიც პორტლანდცემენტის წარმოებას უდიდესი წილი უდევს. გამოდინარე ზემოთაღნიშნულიდან, პორტლანდცემენტის ხარისხზე და თვითღირებულებაზე ბევრად არის დამოკიდებული ამ დარგის ეფექტურობა. სწორედ ხარისხი და თვითღირებულება განსაზღვრავს ცემენტის კონკურენტუნარიანობას როგორც შიდა, ასევე საგარეო ბაზარზე.

პორტლანდცემენტის ხარისხი ძირითადად ხასიათდება მისი მარკიანობით და ხანმდეგობით, ასევე რიგი თვისებებით, რომელთაგან მნიშვნელოვანია მედეგობა აგრესიული გარემოს (გრუნტისა და ზღვის წყლების) მიმართ.

პორტლანდცემენტის ეს თვისებები განისაზღვრება მისი მთავარი შემადგენელი ნაწილის - კლინიკურის ქიმიური და მინერალოგიური შემადგენლობებით, რასაც, თავის მხრივ, განაპირობებს ის ნედლეული, რომლისგანაც ეს კლინიკური იწარმოება.

ცემენტის კლინიკურის მისაღებად გამოიყენება კარბონატული (კირქვები) და თიხური კომპონენტები, რომელსაც მაღლობელი კომპონენტის სახით რკინის ოქსიდის შემცველი მასალები (ძირითადად მეტალურგიული წარმოების ნარჩენები) ემატება.

როგორც ცნობილია, კლინიკური ხასიათდება გაჯერების კოეფიციენტის (KH), სილიკატური (n) და თიხამიწივანი (p) მოდულების მიხედვით, რაც მის ქიმიურ და მინერალოგიურ შემადგენლობებს განსაზღვრავს [1].

ადგილობრივი ცემენტების გაჯერების კოეფიციენტი საშუალოდ 0.90 - 0.91-ის, თიხამიწივანი მოდული - 1.2 - 1.4-ის, ხოლო სილიკატური - 1.7 - 1.9 -ის ფარგლებში მერყეობს, თუმცა სასურველია, რომ ეს უკანასკნელი 2-ზე მეტი მნიშვნელობისა იყოს, ვინაიდან მაღალი სილიკატური მოდული განაპირობებს ცემენტის ისეთ მნიშვნელოვან თვისებებს, როგორცაა მისი მექანიკური სიმტკიცე გვიანდელ ასაკში (3 - 6 თვე), ანუ ხანმდეგობას და მედეგობას აგრესიული გარემოს მიმართ, ანუ კოროზიამდეგობას.

ეს შეუძლებელია ადგილობრივი თიხების გამოყენების შემთხვევაში, ვინაიდან თვით ეს თიხები დაბალი სილიკატური მოდულით ხასიათდებიან, ხოლო მათ საფუძველზე მიღებულ კლინიკურებში სილიკატური მოდული $n = 1.7 - 1.9$ -ზე მეტ მნიშვნელობას ვერ აღწევს.

სილიკატური მოდულის გაზრდის მიზნით ცემენტის ქარხნებში, რიგ შემთხვევაში, ნედლეულის კაზში შეყავთ კვარცის ქვიშა, თუმცა ასეთი კაზში ძნელადლობადია, რაც კლინიკურის გამოწვაზე ენერგეტიკულ დანახარჯებს სავარაუდოდ ზრდის, ეს გზა კი არარენტაბელურია, ვინაიდან ცემენტის თვითღირებულებაზე უარყოფითად მოქმედებს.

ცემენტის კლინკერის სილიკატური მოდულის გაზრდა შესაძლებელია ნედლეულის კაზში ახალი ბუნებრივი არადეფიციტური კომპონენტის შეყვანით, როგორცაა საქართველოში ფართოდ გავრცელებული მჟავე ვულკანური ქანები, კერძოდ, რიოლიტები, იგნიმბრიტები კვარცაღულარიანი მეტსომატიტები, ტრაქირიოლიტები და ა.შ. მჟავე ვულკანური ქანების სილიკატური მოდული $n = 3.0-4.0$ ფარგლებშია, ამიტომ ნედლეულის კაზში მათი ჩართვით შეიძლება კლინკერის სილიკატური მოდულის რეგულირება სასურველ ფარგლებში. გარდა ამისა მზა ალუმოსილიკატების არსებობა კაზის გამოწვისას საწვავის ხარჯის ეკონომიის საწინდარი გახდება.

წინა წლებში ჩვენს მიერ ჩატარდა ლაბორატორიული კვლევები [2 - 5], სადაც დავით-გარეჯის ბარიტ-პოლიმეტალური საბადოს გადამხურავი ქანები - კვარც-აღულარიანი მეტსომატიტები (კამ) გამოყენებული იქნა ცემენტის ნედლეულის კაზის შემადგენელ კომპონენტად თიხური კომპონენტის ნაწილობრივ ჩანაცვლებით. შედეგად შესაძლებელი გახდა კლინკერის გამოწვის ტემპერატურის დაწვევა $50 - 70^{\circ}\text{C}$ -ით და ცემენტის, როგორც ადრეულ (3 დღ.-დ.), ასევე სამარკო (28 დღ.-დ.) სიმტკიცის მომატება ტრადიციულ ნედლეულზე დამზადებულ კლინკერებთან შედარებით. ამ შემთხვევაში გადამწვევტი როლი დაეკისრა კამ-ის შემადგენლობაში BaSO_4 -ის არსებობას, რომელიც მინერალიზატორის, მამოდიფიცირებელი და მალეგირებელი დანამატის როლს ასრულებს, თუმცა სხვა ტიპის მჟავე ვულკანური ქანებიც შეიძლება გარკვეული ეფექტის მატარებლებიც გახდნენ.

ქანების საძიებლად შერჩეული იქნა ტერიტორია, რომელიც ძირითადად მოიცავს ბოლნისის მდინარე რაიონს, რომლის გეოლოგიურ აგებულებაში, ერთ-ერთ ძირითად როლს ვულკანოგენურ-დანალექი სერია ასრულებს. ყურადღებას იპყრობს ე.წ. „მაშავერას წყება“. ესაა მძლავრი, რიოლითური და დაციტური შედგენილობის ვულკანოკლასტური ქანების: იგნიმბრიტების, პემზის და ფერფლის ტუფების მრავალჯერადი მორიგეობით აგებული წყება.

დაციტური შედგენილობის პიროკლასტური ქანები ასევე ფართოდაა გავრცელებული

რეგიონის კიდურ დასავლეთ ნაწილში - საქართველო-სომხეთის სასაზღვრო ზოლის სიახლოვეში სოფ. გუგუთის მიდამოებში.

რაც შეეხება ვულკანურ ფერფლს, რეგიონში ამ ტიპის წარმონაქმნების ორი გამოვლინებაა ცნობილი: პირველი - მდ. ალგეთის ხეობის მარჯვენა ფერდზე, სოფ. გოლთეთი-მაწვეანის ზოლში, ხოლო მეორე გამოვლინება მდებარეობს დმანისის რაიონის სოფ. ქარიანის მიდამოებში.

დასახული მიზნისთვის, ჩვენს მიერ შერჩეული იქნა სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოში (ბოლნისის და დმანისის რაიონებში) ფართოდ გავრცელებული რიოლითური, რიოდაციტური და დაციტური შედგენილობის პიროკლასტური ქანები - იგნიმბრიტები, პემზის და ფერფლის ტუფები და ვულკანური ფერფლის გამოსავლები, რომლებიც ხასიათდებიან SiO_2 -ის მაღალი შემცველობით, შეიცავენ გარკვეული რაოდენობით ვულკანურ მინას, რომელიც, თავის მხრივ, მაღალი რეაქტიულობის ხასიათდება, შეიცავენ მზა ალუმოსილიკატებს, განსხვავებით კვარცის ქვიშისგან, და სავარაუდოდ, არ გამოიწვევენ კლინკერის შეცხობის ტემპერატურის აწევას.

ცხრილში 1 მოყვანილია ჩვენს მიერ შერჩეული საკვლევი ქანების ქიმიური შემადგენლობები.

ცხრილი 1. ბოლნისი-დმანისის რაიონის ზოგიერთი მჟავე ვულკანური ქანების ქიმიური შემადგენლობები

ქანის დასახელება	ოქსიდების შემცველობა, %								
	ტენიანობა	ხ.დ.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	CaO	MgO	R_2O
იგნიმბრიტი (კაზრეთი)	0.62	1.40	73.30	12.60	2.60	0	0.86	1.70	6.00
იგნიმბრიტი (მუშეყანი)	1.30	3.30	70.60	12.30	1.52	0.47	2.20	0.40	7.5
იგნიმბრიტი (დავით-გარეჯი)	2.40	3.70	70.70	11.90	1.30	0	2.20	1.10	6.1
ტუფი ფერფლის (ქარიანი)	1.76	3.37	69.50	14.60	1.62	0.17	1.20	0.94	5.90
ტუფი შემცხვარი (არაქელი)	0.35	2.20	75.90	11.9	2.80	0.20	0.28	0	5.70
ტუფი ფერფლის (ქარიანი)	0.80	2.10	75.10	11.90	2.74	0.70	0.34	0	5.70

ცემენტის ნედლეულის კაზმების შესადგენად გამოყენებული იქნა დედოფლიწყაროს კირქვა, გარდაბნის თიხა და რკინის ნამწვი. შესადარებლად შედგენილ იქნა საკონტროლო კაზმი - №1, რომელიც მხოლოდ ტრადიციული ნედლეულის საფუძველზე იქნა დამზადებული.

ცხრილში 2 მოყვანილია ნედლეული კომპონენტების ქიმიური შემადგენლობები.

ცხრილი 2. ნედლეული კომპონენტების ქიმიური შემადგენლობები

კომპონენტის დასახელება	ოქსიდების შემცველობა, %							
	ხ.დ.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O
დედოფლისწყაროს კირქვა	43.2	0.32	0.03	0.34	55.4	0.23	0.37	0.08
გარდაბნის თიხა	10.5	52.31	17.14	6.55	6.6	3.0	1.65	1.72
რკინის ნამწვი	0	14.81	5.45	74.49	2.27	1.53	0.56	0.00

განგარიშების შემდეგ ლაბორატორიულ პირობებში დამზადდა ნედლეულის კაზმები, რომელთა ნივთიერი შემადგენლობა წარმოდგენილია ცხრილში 3, ხოლო ნედლეულის კაზმების და კლინკერების თეორიული ქიმიური შემადგენლობები - ცხრილში 4.

ცხრილი 3. ნედლეულის კაზმების ნივთიერი შემადგენლობები

კაზმის №	ნედლეული კომპონენტის შემცველობა, მას. %			
	კირქვა	თიხა	რკინის ნამწვი	ვულკანური ქანი
1	73.35	24.51	2.14	—
2	75.98	11.90	1.94	10.18 იგნიმბრიტი (კაზრეთი)
3	75.65	11.58	2.10	10.68 იგნიმბრიტი (მუშევანი)
4	75.66	12.12	2.09	10.13 იგნიმბრიტი (დავით-გარეჯი)
5	76.47	7.04	2.41	14.01 ტუფი ფერფლის (ქარიანი)
6	75.91	13.22	1.85	9.02 ტუფი შემცხვარი (არაქელი)
7	75.87	13.09	1.86	9.17 ტუფი ფერფლის (კაზრეთი)

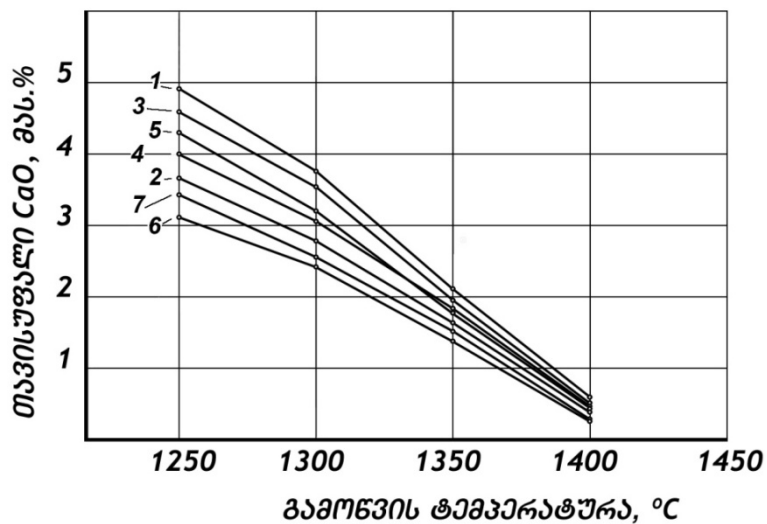
ნედლეულის კაზმები დაიფქვა სველი მეთოდით ლაბორატორიულ ბურთულებიან წისქვილში. მიღებული შლამები გამოშრა საშრობ კარადაში 100 - 120 °C ტემპერატურაზე. გამომშრალი მასიდან დაიწნება IXIX4 სმ ზომის პრიზმები, რომლებიც გამოიწვა მაღალტემპერატურულ კარბორუნდის გამახურებლებიან ლუმელში. გამოწვის საერთო ხანგრძლივობამ შეადგინა 4.5 სთ., 1250 - 1400°C-ზე დაყოვნებით 1 სთ.

გამოწვის პროცესის ხარისხის დასადგენად კლინკერებში განისაზღვრა თავისუფალი CaO-ს შემცველობა.

ნახ.1-ზე წარმოდგენილია კლინკერებში თავისუფალი CaO-ს შემცველობის დამოკიდებულება გამოწვის ტემპერატურაზე.

ცხრილი 4. ნედლეულის კაზმების / კლინკერების თეორიული ქიმიური შემადგენლობები

№	ს.დ.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	KH	n	p
1	34.28	13.45	4.36	3.47	42.32	0.94	0.69	0.48	0.9	1.7	1.26
	–	20.46	6.64	5.28	64.40	1.43	1.05	0.73			
2	34.24	14.37	3.48	2.77	42.94	0.65	0.67	0.89	0.9	2.3	1.26
		21.84	5.29	4.21	65.30	0.99	1.01	1.35			
3	34.27	14.31	3.47	2.76	42.79	0.79	0.53	1.08	0.9	2.3	1.26
		21.78	5.28	4.20	65.10	1.21	0.80	1.64			
4	34.36	14.31	3.47	2.76	42.78	0.80	0.61	0.91	0.9	2.3	1.26
		21.80	5.28	4.21	65.18	1.22	0.93	1.38			
5	34.28	14.36	3.48	2.77	42.93	0.60	0.55	1.04	0.9	2.3	1.26
		21.85	5.30	4.21	65.31	0.91	0.84	1.58			
6	34.40	14.39	3.49	2.77	43.00	0.63	0.51	0.81	0.9	2.3	1.26
		21.93	5.32	4.23	65.56	0.96	0.78	1.23			
7	34.36	14.39	3.49	2.78	43.02	0.63	0.51	0.82	0.9	2.3	1.26
		21.93	5.31	4.23	65.55	0.96	0.77	1.25			



ნახ.1 კლინკერებში თავისუფალი CaO-ს შემცველობის დამოკიდებულება გამოწვის ტემპერატურაზე.

ექსპერიმენტებმა ცხადყო, რომ ყველა კლინკერის შეცხობის პროცესი სრულდება 1400°C-ზე, მიუხედავად იმისა, რომ კლინკერები №№2-7 უფრო მაღალი სილიკატური მოდულით გამოირჩევიან, ვიდრე კლინკერი № 1.

საკონტროლო კლინკერის თეორიული მინერალოგიური შემადგენლობაა:

$$C_3S = 55 \% ; C_2S = 18 \% ; C_3A = 9 \% ; C_4AF = 16 \% .$$

ხოლო ვულკანური ქანების დანამატით მიღებული კლინკერების მინერალოგიური შემადგენლობებია:

$$C_3S = 58 \% ; C_2S = 19 \% ; C_3A = 7 \% ; C_4AF = 12 \% .$$

როგორც ნათლად ჩანს, საკვლევი ქანების დამატებამ ნედლეულის კაზმში და თიხის ნაწილობრივად შეცვლამ გამოიწვია სილიკატური მინერალების: C₃S-ის და C₂S-ის მომატება, რაც სილიკატური მოდულის გაზრდის შედეგია, რასაც ალუმინატური და ალუმოფერიტული (მაღლობელი) მინერალების შემცირება მოყვა. ოღონდაც ამას არ გამოუწვევია კლინკერის გამოწვის ტემპერატურის მომატება, რაც სავარაუდოდ, ვულკანური ქანების მაღალი რეაქციისუნარიანობით აიხსნება.

გადრა ზემოთხსენებულისა, ცნობილია, რომ ცემენტის კოროზიული მედეგობა დამოკიდებულია კლინკერში ალუმინატური მინერალების შემცველობაზე. რაც მეტია C₃A-ს შემცველობა, მით ნაკლებად

უძლებს ცემენტი და მისგან დამზადებული ბეტონი აგრესიულ გარემოს. საცდელ კლინკერებში C_3A -ს შემცველობა ნაკლებია, ვიდრე საკონტროლოში, რაც განაპირობებს პირველის მედეგობას აგრესიული გარემოს მიმართ.

სილიკატური მინერალების ფარდობითი წილის გაზრდამ კლინკერებში უნდა უზრუნველყოს ამ კლინკერების საფუძველზე მიღებული ცემენტების მაღალი მექანიკური სიმტკიცე საკონტროლო კლინკერთან შედარებით გამყარების შედარებით გვიანდელ ასაკში (3 თვის შემდეგ) და რაც შემდგომი ექსპერიმენტების შედეგად დადასტურდა.

ცემენტების მექანიკური სიმტკიცის განსაზღვრის მიზნით სინთეზირებული კლინკერები დაიფქვა ლაბორატორიულ ბურთულეებთან წისქვილში 5 მას.% ორწყლიანი თაბაშირის დამატებით. მიღებული ცემენტებისგან დამზადდა ნორმალური კონსისტენციის ცომები და დაყალიბდა $2 \times 2 \times 2$ სმ ზომის კუბები. 24 სთ. განმავლობაში კუბები მყარდებოდა ჰიდრაულიკურსაკეტიან კამერაში, ხოლო შემდეგ - წყალში $18 - 20^\circ C$ ტემპერატურის პირობებში გამოცდის მომენტამდე. ცემენტების კუმშვაზე სიმტკიცის ზღვარი გამოიცადა 10 ტ სიმძლავრის ჰიდრაულიკურ წნეხზე. გამოცდების შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 5.

ცხრილი 5. ცემენტების ფიზიკურ-მექანიკური გამოცდების შედეგები

№	ნორმალური სისქის ცომი, %	შეკვრის ვადები, სთ. - წთ.		სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, მგა		
		დასაწყისი	დასასრული	3 დღ.-დ.	28 დღ.-დ.	3 თვე
1	27.5	1 - 50	3 - 30	45	75	120
2	27.0	2 - 10	3 - 40	40	72	145
3	26.5	2 - 20	3 - 50	35	70	150
4	27.5	2 - 10	3 - 45	38	73	140
5	27.5	2 - 25	3 - 25	42	70	135
6	26.5	2 - 20	3 - 25	35	77	160
7	27.0	2 - 30	3 - 55	42	71	155

ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე შეიძლება გამოითქვას ვარაუდი ბოლნისი-დმანისის ადგილმდებარეობის მჟავე ვულკანური ქანების გამოყენების შესაძლებლობაზე კლინკერის ნედლეული კომპონენტის სახით თიხის ნაწილობრივი ჩანაცვლების გზით, რაც იწვევს კლინკერის სილიკატური მოდულის აწევას. ამის შედეგად შესაძლებელი ხდება ცემენტის მექანიკური სიმტკიცის გაზრდა გამყარების გვიანდელ ასაკში (3 თვე), ამავე დროს სილიკატური მინერალების გაზრდა კლინკერში არ იწვევს მისი შეცხოების ტემპერატურის ზრდას, და შესაბამისად სათბობის ხარჯის მომატებას. ეს განპირობებულია მჟავე ვულკანური ქანების მაღალი რეაქტიუუნარიანობით: ვულკანური მინისა და მზა სილიკატების არსებობით.

გარდა ამისა, საცდელი კლინკერებისგან დამზადებული ცემენტები და ბეტონები აგრესიული გარემოს (გრუნტისა და ზღვის წყლების) მიმართ უფრო მედეგი იქნებიან, ვიდრე ტრადიციულ ნედლეულზე დამზადებული ცემენტები და ბეტონები, C_3A -ის შედარებით დაბალი შემცველობის გამო.

ამრიგად მჟავე ვულკანური ქანების შეყვანით კლინკერის ნედლეულის კაზმში შესაძლებელია ამ უკანასკნელის სილიკატური მოდულის რეგულირება, რაც გაზრდის ცემენტების და ბეტონების ხანმედეგობას და კოროზიამედეგობას და უარყოფითად არ მოქმედებს მათ თვითღირებულებაზე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Дуда В. Цемент. Стройиздат. Москва, 1981, 232 стр.
2. Шапакидзе Е.В., Надарейшвили Г.Ш., Майсурадзе В.Н., Надирашвили М.Р., Ткемаладзе М.В. Перспективы использования вскрышных пород баритовой руды Давид Гареджского месторождения в производстве цемента. kmni-s saiubileo SromaTa krebuli, Tbilisi, 2009, gv. 412-415.

3. E.Shapakidze, V.Maisuradze, M.Nadirashvili, O.Melkadze, S.Kavtaradze, M.Tkemaladze. Investigation Of The Possibility Of Barium Containing Clinker Production Using Volcanic Rocks. 1ST International Conference for Students and Young Scientists on Materials Processing Science, Tbilisi, 2010. WWW/ECERS-1ICSYS.GE
4. ე. შაფაქიძე, ვ.ნადარეიშვილი, რ. კვატაშიძე, ვ. მაისურაძე, მ. ნადირაშვილი, ი.გეჯაძე, მ. ტყემალაძე. ადგილობრივი ვულკანური ქანების კომპლექსური გამოყენების პერსპექტივები მინის და სამშენებლო მასალების წარმოებაში. „სამთო ჟურნალი“, თბილისი, 2012, №1(28), გვ. 88-92.
5. მ. ტყემალაძე, ე. შაფაქიძე. დავით-გარეჯის ბარიტ-პოლიმეტალური საბადოს გადამსურავი ქანები - არატრადიციული ნედლეული მინის და ცემენტის ადგილობრივი წარმოებისათვის. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია, თბილისი, 2014, ტ.39, №3-4, გვ.243-247.

RESEARCH OF POSSIBILITY OF REGULATION OF SILICA MODUL OF THE CEMENT CLINKER WITH USE OF LOCAL SOUR VOLCANIC ROCKS

Elene Shapakidze, Ioseb Gejadze, Marine Nadirashvili, Vera Maisuradze, Guram Nadareishvili, Murad Tkemaladze

*Ivane Javakhishvili Tbilisi State University
Caucasian Alexander Tvalchrelidze Institute of Mineral Resources*

SUMMARY

The possibility of X-ray structural analysis for determination of chemical composition of metallurgical Si and silicon pulled from its melt has been established. In laboratory conditions possibility of partial replacement of clay in a cement raw mixes is investigated by sour volcanic rocks of the Bolnisi-Dmanisy deposit that gives the chance to increase silica modul of a clinker from 1.7 to 2.3. It is experimentally positioned, that the increase in silica modul does not cause a rise of temperature of sintering of a clinker, that, possibly, is defined by high reactivity of sour volcanic rocks: the maintenance of volcanic glass and ready aluminosilicates. The received cements are characterised by high mechanical strength through 3 monthly concreting, high working life and corrosion stability.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ СИЛИКАТНОГО МОДУЛЯ ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ КИСЛЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД

Е.В.Шапакидзе, И.В.Геджадзе, М.Р.Надирашвили, В.Н.Майсурадзе, Г.Ш.Надарейшвили, М.В.Ткемаладзе

*Тбилисский Государственный Университет им. Иванэ Джавахишвили
Кавказский Институт Минерального Сырья им. Александра Твалчрелидзе*

РЕЗЮМЕ

В лабораторных условиях исследована возможность частичной замены глины в цементной сырьевой смеси кислыми вулканическими породами Болниси-Дманисского месторождения, что дает возможность увеличить силикатный модуль клинкера от 1.7 до 2.3. Экспериментами установлено, что увеличение силикатного модуля не вызывает повышение температуры спекания клинкера, что, вероятно, определяется высокой реакционной способностью кислых вулканических пород: содержанием вулканического стекла и готовых алюмосиликатов. Полученные цементы характеризуются высокой механической прочностью через 3 месячного твердения, высокой долговечностью и коррозионной стойкостью.

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН**

К.К.Хачатурян, Н.А.Гегия, Г.Ш.Энукидзе, Е.Н.Уклеба

ЮЛПП ТГУ Кавказский институт минерального сырья им.А.Твалчредидзе

Среди глинистых образований особое место занимают бентонитовые глины, обладающие многими ценными специфическими свойствами. В природном виде они почти всегда содержат другие типы глин и засорены посторонними неглинистыми включениями (в виде гипса, кальцита, пирита и др.), а также растворенными в воде солями щелочных и щелочноземельных металлов [1].

Бентонитовые глины состоят, в основном, из глинистых минералов монтморилло-нитового состава, которые имеют слоистую структуру. В процессе адсорбции полярных веществ решетка монтмориллонита (в зависимости от рода обменных катионов, электронной и геометрической структуры адсорбата) расширяется на 3-12 Å и в межпакетное пространство внедряется один или несколько молекулярных слоев адсорбируемого вещества. Проникновением в это свободное пространство молекул воды и объясняется одно из важнейших свойств бентонитов – их чрезвычайно сильная набухаемость в воде, т.е. способность поглощать воду и значительно увеличиваться в объеме. Примечательно, что степень внутрикристаллического разбухания монтмориллонита в присутствии воды значительна для натриевых форм и в меньшей степени проявляется у кальциевых форм [1-3].

Следует отметить, что на территории Грузии сосредоточены значительные запасы бентонитовых глин [4]; большинство месторождений представлены щелочноземельными бентонитами, в то время как щелочные бентониты имеют ограниченное распространение.

Щелочноземельные бентониты, как правило, уступают по качеству щелочным бентонитам и в естественном состоянии малопригодны к использованию в ряде отраслей промышленности. В настоящее время особенно не хватает высококачественных бентонитовых глин для черной металлургии, литейного производства, приготовления глинистых буровых растворов [5]. Поэтому вопрос преобразования щелочноземельных бентонитов путем их облагораживания реагентами в щелочные формы с присущими им свойствами является весьма актуальным.

Целью проведенного исследования являлось улучшение некоторых технологических параметров некачественных щелочноземельных бентонитов путем их модифицирования различными химическими добавками, установление оптимальной комбинации этих добавок и их оптимального соотношения.

В данной работе объектами изучения были бентонитовые глины Грузии из месторождений Паравани и Мтиспири. Для сравнения исследованы также бентониты месторождений: Вайоминг (США), Греции, Цихисубани – асканглина и аскангель (Грузия). В качестве модифицирующих веществ использованы химические реагенты: Na_2CO_3 , MgO и CaO ; оценивали, в основном, технологический параметр – набухаемость.

Выбор вайомингских бентонитов обусловлен тем, что это – исключительно пластичные, сильно набухающие в воде глинистые образования, которые за рубежом являются эталоном щелочных набухающих тонкодисперсных бентонитов [1].

По данным рентгенофазового анализа бентониты месторождений Паравани и Мтиспири, а также – асканглина, представлены Ca-Na-монтмориллонитом; в качестве примесей здесь присутствуют слюда, Ca-Na-полевой шпат, CaCO_3 и SiO_2 . В аскангеле основной фазой является Na-монтмориллонит, а в качестве примесей присутствуют α -кристобалит, слюда, полевой шпат и кальцит; образцы 1 и 2 (Вайоминг) представлены Na-монтмориллонитом, а образец 3 и греческий бентонит – Ca-Na-монтмориллонитом. Химический состав бентонитов приведен в табл.1.

Предварительно были определены: коэффициент набухания ($K_{\text{наб}}$), коллоидальность и бентонитовое число исследуемых образцов и объектов сравнения в природном виде. Полученные данные (табл.2) показывают, что щелочноземельные бентониты месторождений Паравани и Мтиспири, как и следовало ожидать, значительно уступают объектам сравнения; они имеют очень низкий коэффициент набухания и низкое бентонитовое число (для качественных бентонитовых глин

оно должно составлять ~ 80), а их коллоидальность – лишь незначительно (в 1,6-2,5 раз) превосходит допустимый нижний предел (10-90%) этого показателя.

Таблица 1. Химический состав бентонитов

Оксидные компоненты, (% вес.)	Мтиспири 1	Вайоминг 1	Вайоминг 2	Вайоминг 3	Асканглина	Аскангель
SiO ₂	53,27	57,10	57,80	57,60	53,54	52,20
Al ₂ O ₃	16,60	19,70	19,70	20,30	17,50	18,10
Fe ₂ O ₃	2,72	3,56	3,23	3,10	2,69	3,17
FeO	-	-	0,48	0,66	0,47	-
TiO ₂	0,42	0,12	0,13	0,12	0,25	0,35
MnO	-	0,01	0,01	0,01	0,08	0,21
P ₂ O ₅	-	0,13	0,11	0,14	0,09	0,03
CaO	1,91	1,30	1,00	0,90	1,81	1,50
MgO	3,27	2,94	2,30	1,90	5,38	4,00
Na ₂ O	0,50	1,60	1,66	1,84	2,00	1,80
K ₂ O	0,30	0,50	0,40	0,46	0,40	1,70
SO ₃	0,49	-	0,32	0,30	-	-
Влага	11,32	7,90	7,38	7,78	10,52	11,50
П.п.п.	8,20	5,54	5,54	5,04	5,68	6,00

Таблица 2. Технологические параметры бентонитов

Образцы бентонитов	Коэффициент набухания, см ³ /2г	Коллоидальность, %	Бентонитовое число
Паравани	4,0	20,0	20
Мтиспири 1	5,0	25,0	26
Мтиспири 2	3,5	16,0	16
Вайоминг 1	48,5	100,0	100
Вайоминг 2	23,5	80,0	99
Вайоминг 3	24,0	96,0	99
Греция	5,5	34,0	56
Асканглина	1,5	23,3	8
Аскангель	49,0	100,0	100

Из щелочноземельных бентонитов, как известно [1], можно искусственно приготовить щелочные формы, обрабатывая их соответствующими солями. Наиболее простым и быстрым способом замещения катионов диффузного слоя на натрий является замещение при помощи натриевых солей, анионы которых образуют в воде труднорастворимые соли с катионами вытесняемых элементов, главным образом, кальция и магния; такими солями являются Na₄P₂O₇, Na₃PO₄, Na₂CO₃ и др.

Следует отметить, что Na₂CO₃ способствует дезагрегации глины, распаду ее комочков на отдельные частицы, что приводит к увеличению вязкости глинистого раствора и предельного напряжения сдвигу, уменьшая его водоотдачу. Обработку кальцинированной содой нередко применяют в практике использования бентонитов, когда требуется повысить дисперсность, гидрофильность и некоторые другие показатели [6].

Нами на первом этапе исследования было изучено как изменяется набухаемость бентонитовых глин при индивидуальном воздействии химических реагентов, а для оценки эффективности их влияния опыты проводились и на высококачественных бентонитах, но весьма ограничено. Количество добавляемого реагента Na₂CO₃ изменялось в пределах 0,05-0,25 г; MgO –

0,05-0,4 გ; а CaO – составляло 0,1 г . Как видно из полученных данных, приведенных в табл.3, через 24 часа стояния лучшие результаты получены при добавлении Na_2CO_3 , причем значительное улучшение набухаемости, по сравнению с природными формами (табл.2), наблюдалось на образце Мтиспири 1, где при добавлении 0,25 г Na_2CO_3 коэффициент набухания возрастает ~ в 10 раз; его значение оказалось на уровне вайомингского образца 1 и даже превосходит образцы 2 и 3 соответственно на 35 и 10%. Увеличение этого показателя имело место и на образцах Паравани и Мтиспири 2 – соответственно в 4 и 5,4 раза при добавлении 0,2 г Na_2CO_3 . Хороший результат был получен на Мтиспири 2 при добавлении 0,15 г Na_2CO_3 , но только через 93 часа стояния; коэффициент набухания при этом увеличился ~ в 8 раз.

Таблица 3. Влияние индивидуальных компонентов на величину коэффициента набухания, ($\text{cm}^3/2 \text{ г}$)

Образцы бентонитов	Добавляемые реагенты, г								
	Na_2CO_3					MgO			CaO
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,05	0,1	0,4	0,1
Паравани	6,5	8,5	14,0	16,5	16,0	4,0	5,5	5,0	4,0
Мтиспири 1	4,5	5,0	7,0	39,5	49,5	6,5	7,5	7,0	5,5
Мтиспири 2	6,8	11,0	16,0	19,0	18,5	5,0	4,0	5,0	4,0
Вайоминг 1	49,0	50,0	-	-	49,5	49,0	-	-	15,5
Вайоминг 2	40,0	49,0	-	-	32,0	33,0	-	-	6,3
Вайоминг 3	48,5	46,0	-	-	44,5	46,0	-	-	9,0
Греция	5,0	48,8	-	-	-	8,5	9,0	-	5,5
Асканглина	-	2,0	-	-	-	-	2,0	-	2,5
Аскангель	-	13,5	-	-	-	-	4,0	-	10,0

Добавление MgO в количестве 0,05-0,1 г повышает $K_{\text{наб}}$ лишь очень незначительно (в 1,4-1,5 раз), а добавление CaO не оказывает практически никакого влияния.

Добавление CaO к вайомингским образцам приводит к снижению коэффициента набухания ~ в 3-4 раза; для греческого образца значение не меняется; в случае аскангеля оно уменьшается ~ в 5 раз и только для асканглины наблюдается очень незначительное (~ в 1,7 раз) увеличение. Добавление MgO не оказывает заметного влияния, лишь у аскангеля $K_{\text{наб}}$ снижается ~ в 12 раз. Добавление Na_2CO_3 оказалось наиболее эффективным для греческого образца, где коэффициент набухания увеличился ~ в 9 раз и поднялся до уровня вайомингских образцов. Свообразно повел себя аскангель: через 24 часа стояния его $K_{\text{наб}}$ снизился ~ в 3,6 раз, но через 72 часа этот показатель сильно изменился, стал значительно выше и даже приравнялся к значению для исходного образца. Выдерживание аскангеля без помешивания в течение 21 суток от начала эксперимента привело к сравнительно незначительному снижению коэффициента набухания (~ на 9 %), а через 38 суток – всего на 13 %.

Итак, изучение индивидуального воздействия химических реагентов на исследуемые образцы показало, что наиболее эффективным реагентом является Na_2CO_3 , а лучшие результаты получены на образце Мтиспири 1 при добавлении 0,25 г этого реагента.

На следующем этапе исследования было изучено как изменяется набухаемость бентонитов при совместном воздействии комбинаций химических реагентов Na_2CO_3 и MgO, где количество Na_2CO_3 изменялось в пределах 0,05-0,25 г, а содержание MgO составляло 0,05 и 0,1 г. В одной серии экспериментов в комбинацию реагентов добавляли различное количество Na_2CO_3 и постоянное количество MgO, а в другой серии опытов, наоборот, постоянное количество Na_2CO_3 при различном содержании MgO. Полученные результаты представлены в табл.4.

Следует отметить, что каждая из составленных 7 комбинаций реагентов способствует улучшению набухаемости бентонитов, но не в одинаковой степени, в зависимости от количественного соотношения в ней Na_2CO_3 и MgO, а также – в зависимости от самого образца; поэтому влияние комбинаций реагентов будет рассматриваться в отдельности для каждого образца. В большинстве экспериментов имело место образование хлопьевидного объемистого коллоидного раствора.

Таблица 4. Влияние комбинации компонентов на величину коэффициента набухания, (см³/2 г)

Добавляемые реагенты, г		Образцы бентонитов						
		Паравани		Мтис-пири 1	Мтис-пири 2	Вайо-минг 1	Вайо-минг 2	Вайо-минг 3
		Через:						
Na ₂ CO ₃	MgO	24 часа	48 час.					
0,05	0,05	9,3	16,0	5,5	8,5	49,0	44,0	46,0
0,1	0,05	15,0	22,5	4,0	10,5	49,5	45,0	44,0
0,05	0,1	9,0	12,0	32,5	6,8	47,5	33,0	41,0
0,15	0,05	18,0	36,5	50,0	14,5	43,5	33,0	35,0
0,2	0,05	18,5	43,5	50,0	18,5	46,0	33,5	34,0
0,25	0,05	18,5	30,0	49,0	17,5	45,5	43,5	41,5
0,25	0,1	16,0	29,0	48,0	17,5	39,5	30,0	32,0

Так, при добавлении к образцу Паравани разных комбинаций коэффициент набухания повышается, по сравнению с природной формой, в 2,3-4,6 раза – через 24 часа и в 3-11 раз – через 48 час. стояния; оптимальной оказалась комбинация 0,2г Na₂CO₃ и 0,05г MgO, при которой полученное через 24 часа значение K_{наб.}, равное 18,5, уже через 48 час. составляет 43,5. Примечательно и то, что через 24 часа после добавления комбинации 0,1г Na₂CO₃+0,05г MgO коэффициент набухания, равный 15, через 8 суток стояния значительно повышается и составляет 48.

Для образца Мтиспири 1, наряду с улучшением набухающей способности (K_{наб.} возрастает в 6,5-10 раз), имеет место и незначительное ухудшение, но только единожды. Отчетливое набухание на этом образце наблюдается, в основном, через 72 часа от начала эксперимента, а в самом начале – через 24 часа образуется густой коллоидный раствор без хлопьев. Высокие показатели здесь получены при добавлении четырех комбинаций: максимальное набухание проявляется через 24 часа после добавления комбинации реагентов 0,25г Na₂CO₃+0,1г MgO (K_{наб.}= 48); через 48 час. – после добавления 0,05г Na₂CO₃+0,1г MgO (K_{наб.}= 49; имеет место самое хорошее для данного образца набухание) и через 72 часа – после добавления 0,2г Na₂CO₃+0,05г MgO (K_{наб.}=48,5). Следует отметить, что там, где имело место ухудшение набухания (при добавлении 0,1г Na₂CO₃+0,05г MgO), через 6 суток образовался густой коллоидный раствор, который через 27 суток перешел в затвердевшее состояние.

Образец Мтиспири 2 характеризуется, по сравнению с образцами Паравани и Мтиспири 1, более низкой набухающей способностью; его K_{наб.} через 24 часа увеличивается по сравнению с природной формой в 1,9-5,3 раза, а через 48 час. – в 2,3-6,1 раз. Комбинация реагентов 0,2г Na₂CO₃+0,05г MgO, как и для образца Паравани, оказалась оптимальной; после ее добавления через 24 часа K_{наб.}=18,5, а через 48 час. этот параметр увеличивается, но очень незначительно (~ на 14%) и составляет K_{наб.}=21,5. Почти такое же значение (K_{наб.}=23,5) получено через 8 суток после добавления 0,1г Na₂CO₃+0,05г MgO.

Вайомигский образец 1, как натриевый бентонит, уже в природном виде проявляет высокую набухаемость (K_{наб.}=48,5; при этом имеет место образование коллоидного раствора без хлопьев). Добавление комбинаций реагентов почти не сказывается на коэффициенте набухания, значение которого, по сравнению с природной формой, очень незначительно как увеличивается (на 1-2 %), так и уменьшается (в основном, на 5-9 %). Максимальное набухание (K_{наб.}=49,5) получено при добавлении 0,1г Na₂CO₃+0,05г MgO, причем отчетливое набухание здесь проявляется только через 12 суток стояния.

Вайомигские образцы 2 и 3, которые в природном виде проявляют практически одинаковую набухаемость (K_{наб.}=23,5 и 24,0 соответственно), и после добавления всех составленных комбинаций реагентов отличаются друг от друга лишь очень незначительно, проявляя при этом высокую набухающую способность. Для обоих этих образцов через 24 часа наблюдается увеличение коэффициента набухания в 1,3-1,9 раз, а через 48 час. этот показатель во всех экспериментах снижается. Оптимальной комбинацией реагентов для образца 2 через 24 часа оказалась 0,1г Na₂CO₃+0,05г MgO (K_{наб.}=45,0), а для образца 3 - 0,05г Na₂CO₃+0,05г MgO (K_{наб.}=46,0). Хорошие результаты получены также на обоих образцах при добавлении 0,25г Na₂CO₃+0,05г MgO (K_{наб.}=43,5 и 41,5 соответственно).

Набухаемость греческого бентонита при добавлении комбинации реагентов $0,2\text{г Na}_2\text{CO}_3+0,05\text{г MgO}$ значительно улучшается (~ в 8,5 раз) по сравнению с природной формой; через 24 часа $K_{\text{наб.}}=46,5$, а через 48 час. - $K_{\text{наб.}}=32,5$.

Асканглина, как и ожидалось, практически не проявляет набухающую способность.

При добавлении к аскангелю двух из составленных комбинаций реагентов коэффициент набухания через 24 часа снижается в 1,3 раза, но уже через 48 час. этот показатель повышается до значения, полученного в природном виде. Максимальные результаты наблюдаются через 48 час. при добавлении $0,05\text{г Na}_2\text{CO}_3+0,1\text{г MgO}$ ($K_{\text{наб.}}=49,0$), а также - при добавлении $0,2\text{г Na}_2\text{CO}_3+0,05\text{г MgO}$ ($K_{\text{наб.}}=47,0$), т.е. получены те же показатели, что и на исходном аскангеле.

Рисунок 1, на котором показаны водные суспензии исследованных бентонитов, демонстрирует их набухающую способность после добавления комбинации химических реагентов $0,2\text{г Na}_2\text{CO}_3+0,05\text{г MgO}$, а также свидетельствует о преимуществе образца Мтиспири 1 даже через 30 суток стояния.



Рис.1. Набухающая способность бентонитов: 1 – греческий бентонит (через 3 суток); 2 – асканглина (через сутки); 3 – аскангель (через сутки); 4 – Мтиспири 1 (через 30 суток).

Таким образом, полученные результаты проведенных исследований (табл.3 и 4) свидетельствуют о том, что совместное использование химических реагентов Na_2CO_3 и MgO в их комбинациях оказывается значительно более эффективным, чем использование каждого из них в отдельности. Для образцов бентонитов Паравани и Мтиспири 1 при добавлении оптимальной для них комбинации оказалось возможным повысить их набухающую способность и довести до уровня вайомингского образца 1; по этому параметру они даже несколько превосходят вайомингские образцы 2 и 3.

В заключение следует отметить, что модифицирование некачественных щелочноземельных бентонитов определенными комбинациями химических реагентов позволяет значительно повысить их очень важный технологический показатель – набухаемость, благодаря которому они могут найти широкое применение на практике, в частности, на предприятиях черной металлургии, в литейном производстве, для приготовления глинистых буровых растворов и др.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Мерабишвили М.С. Бентонитовые глины. Тб.: Мецниереба, 1979, 310 с.
2. Тарасевич Ю.И., Овчаренко Ф.Д. Адсорбция на глинистых минералах. Киев: Наукова думка, 1975, 352 с.
3. Овчаренко Ф.Д. Гидрофильность глин и глинистых минералов. Киев: Изд-во АН УССР, 1961, 292 с.
4. Твалчрелидзе А.Г. Полезные ископаемые и минеральная ресурсная база Грузии. М.: Издательский дом “Руда и Металлы”, 2006, 320 с.

5. Обзор рынка бентонитовой глины и глинопорошка в СНГ. М., 2010, 191 с.
6. Максимович Н.А. Практическое руководство по применению глинистых растворов в разведочном бурении. М.: Госуд. научно-техн. изд-во литер. по геологии и охране недр, 1954, 62 с.

ბენტონიტური თიხების ზოგიერთი ტექნოლოგიური პარამეტრის კვლევა

კარინე ხაჩატურიანი, ნესტან გეგია, გულნაზი ენუქიძე, ეკატერინე უკლება

სსიპ თსუ კავკასიის ა.თვალჭრელიძის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტი

რეზიუმე

გამოკვლეულია საქართველოს სხვადასხვა საბადოს ბენტონიტური თიხების ზოგიერთი ტექნოლოგიური პარამეტრი. შესადარებლად შესწავლილი იქნა ვაიომინგის (ა.შ.შ.), საბერძნეთის და ციხისუბნის ბენტონიტური თიხები. დადგენილია, რომ ბენტონიტების მოდიფიცირება სხვადასხვა ქიმიური რეაგენტების კომბინაციებით საგრძნობლად აუმჯობესებს მათი გაჯირჯვებადობის ხარისხს. განსაზღვრულია ქიმიური რეაგენტების (Na_2CO_3 და MgO) ოპტიმალური კომბინაცია და მათი ოპტიმალური თანაფარდობა.

RESEARCH OF SOME TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF BENTONITE CLAYS

Karine Khachaturian, Nestan Gegia, Gulnazi Enukhidze, Ekaterine Ukleba

LEPL TSU Alexander Tvalchrelidze Caucasus Institute of Mineral Resources

SUMMARY

Some technological parameters of bentonite clays of Georgia from Paravani and Mtispiri's fields, and also for comparison – bentonite clays are investigated fields Wyoming (USA), Greece and Tsikhisubani (Georgia). It is established that modifying of bentonites various combinations of chemical additives leads to considerable improvement of their bulking-up ability. Optimum combinations of chemical reagents (Na_2CO_3 and MgO) and their optimum ratio are defined.

ПОЛУЧЕНИЕ СМЕСИ БОРА И КАРБИДА БОРА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГЕ

Т.А.Бацикадзе, Д.Л.Габуня, В.М.Габуня*, Т.Г.Гигиташвили, О.А.Цагарейшвили,
Л.С.Чхартишвили

*Институт металлургии и материаловедения им. Ф.Н.Тавадзе
Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили*

В качестве исходных материалов использовался углерод, B_2O_3 и H_3BO_3 . Электроды готовили из углерода и бора раздельно, или их смеси. Фазовый состав определяли на всех этапах электродуговой обработки. Установлена возможность, получения бора, карбида бора и их смеси в зависимости от условий электродуговой обработки. Показано, что при правильном подборе компонентов, их соотношения в шихте или в суспензии и параметров электродугового разряда, возможно получение бора, карбида бора и их смеси для использования различного функционального назначения.

Возросший интерес к нанокристаллическим материалам, обладающим благоприятным сочетанием уникальных физических и химических свойств, стимулирует усилия ученых и технологов, изучающих вопросы получения нанокристаллических порошков на основе бора. Для получения дисперсных материалов, композиций или смесей, все больше используется электрическая дуга. Обладая гибкой возможностью регулирования своих параметров, она позволяет сосредоточить большую тепловую мощность в ограниченном пространстве и получать высокие температуры-- 2000-6000°C в столбе электрической дуги.

Использование электрической дуги находит применение для получения наноструктурных веществ [1], предварительной обработки порошков с целью их активации [2], для снижения температуры спекания [3] и т.п. Процессы, протекающие при этом, определяются плавлением, испарением и химическим взаимодействием компонентов смеси, кристаллизацией, структурными изменениями, деформацией в условиях значительных термических напряжении из-за больших температурных градиентов. Обработка веществ в электрической дуге не только способствует их локальному нагреву, испарению и диспергированию, но и создает условия для получения наночастиц.

Способность изотопов бора, обладающих нейтронопоглощающими (^{10}B) и нейтронопрозрачными (^{11}B) характеристиками, делают его весьма перспективным материалом для использования в электронной, атомной и авиакосмической промышленности. С учетом малого удельного веса бора, борсодержащие изделия и покрытия при сохранении уровня нейтронопоглощающих свойств, могут успешно применяться для обеспечения индивидуальной защиты обслуживающего персонала от нейтронных источников облучения, например медицинского персонала.

Несмотря на многочисленность используемых методов получения бора и карбида бора, в том числе промышленного назначения, процессу их получения в электрической дуге уделялось недостаточное внимание. Хотя справедливости ради следует отметить, что кристаллы бора и карбида бора впервые были получены Вейнтраубом [4] именно в электрической дуге. При этом, как уже отмечалось выше, электрическая дуга, обеспечивая локальный высокотемпературный нагрев материала, может создавать условия диспергации вещества и получения наночастиц. Простота и доступность такого энергетического воздействия, возможность подбора компонентов и их соотношения в смеси, среды проведения процесса и регулирования электрических параметров воздействия послужили толчком для проведения данной работы. В частности, нас интересовала возможность получения смеси $B+B_4C$ в одном технологическом цикле получения.

В качестве исходных материалов для получения смеси бора и карбида бора в электрической дуге использовали углерод, оксид бора, борную кислоту. В качестве электродов применяли углерод ((графитовые стержни диаметром 9 мм и длиной до 200 мм), бор, медь, а также комбинированные - бор- и углеродсодержащие материалы. Процесс электродуговой обработки проводили на воздухе в водных растворах оксида бора, борной кислоты и углеродсодержащих смесей компонентов.

Подбирая соответствующие исходные материалы, их соотношение, материал электродов и время электродуговой обработки, регулированием мощности электрической дуги получали продукты электродуговой обработки различного фазового состава и соотношения компонентов. При необходимости удаления бора или углерода использовали контролируемое окисление продуктов обработки и их промывку в дистиллированной воде. Для наблюдения внешнего вида и формы частиц порошков на экране компьютера использовали микроскоп МБС-3 и цифровую приставку DC.5000 фирмы EVROMEX. Фазовый состав продуктов получения и обработки определяли рентгенографическим методом на установке ДРОН-4. Электронографическое исследование проводили на электронном микроскопе УЭМВ-100К.

На начальном этапе эксперименты проводили на установке STERN WM 180/NVD, позволявшей регулировать ток дуги до 180 амп. В качестве среды использовали 50% водный раствор борной кислоты H_3BO_3 , который помещали в железный сосуд. Электрическую дугу зажигали с помощью погруженных в жидкость графитовых электродов. Следует отметить что, в массе образовавшего спека и порошка были замечены частицы размером до 0,2 мм и длиной до 5 мм - похожие на т.н. «усы».

Микроскопические наблюдения показали наличие в порошке отдельных частиц размером порядка 2,0 мм, а также и конгломератов (рис. 1). Рентгенографические исследования подтвердили, что образовавшая масса и порошок в основном представляет собой графит. Однако на рентгенограмме видны и другие линии, хотя их идентификация затруднена (рис.2).

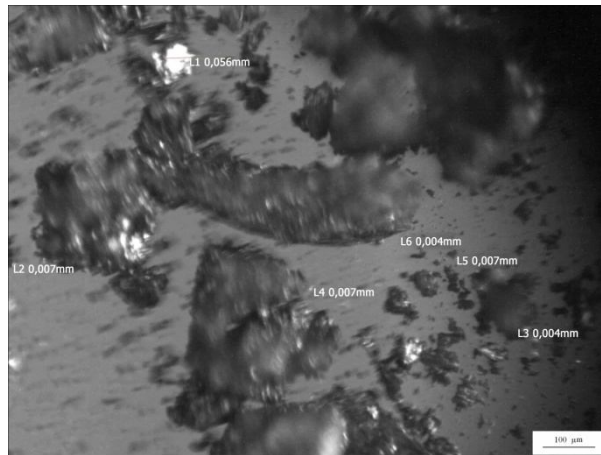


Рис.1 Микрофотография продуктов обработки в электрической дуге

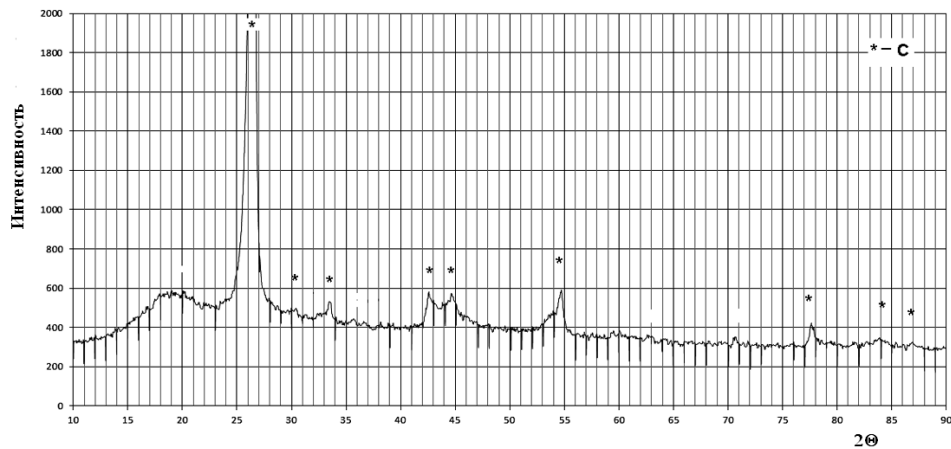


Рис.2 Дифрактограмма продуктов обработки в электрической дуге (графитовый электрод)

При использовании в таком же растворе неохлаждаемых медных электродов, образовавший порошок содержал медь и оксид меди. Линии других веществ на рентгенограмме не наблюдались (рис.3). По-видимому, в обоих рассмотренных случаях имеет место расход используемых электродов,

хотя при использовании графитовых электродов не исключено образование бора или карбида бора, идентификацию которых рентгенографически не удалось.

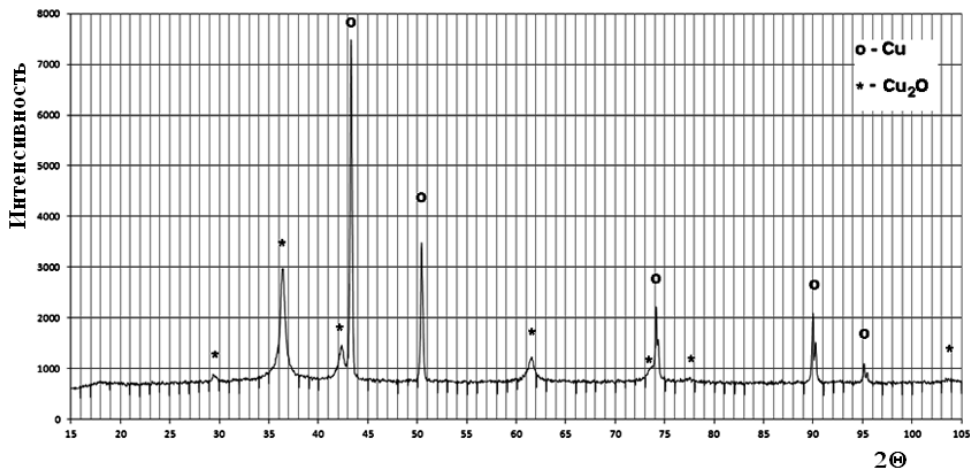


Рис.3 Дифрактограмма продуктов обработки в электрической дуге (медный электрод)

На следующем этапе экспериментов электрическую дугу зажигали в графитовом тигле с использованием установки ВДУ-506. Она позволяла регулировать ток дуги до 500 амп. В качестве шихты применяли смесь оксида бора (50,0%) с порошком графита идентичного с тиглем химического состава. Образовавшийся после дуговой обработки спек представлял собой расплавленный оксид бора и другие компоненты, полученные в процессе горения дуги (рис 4).

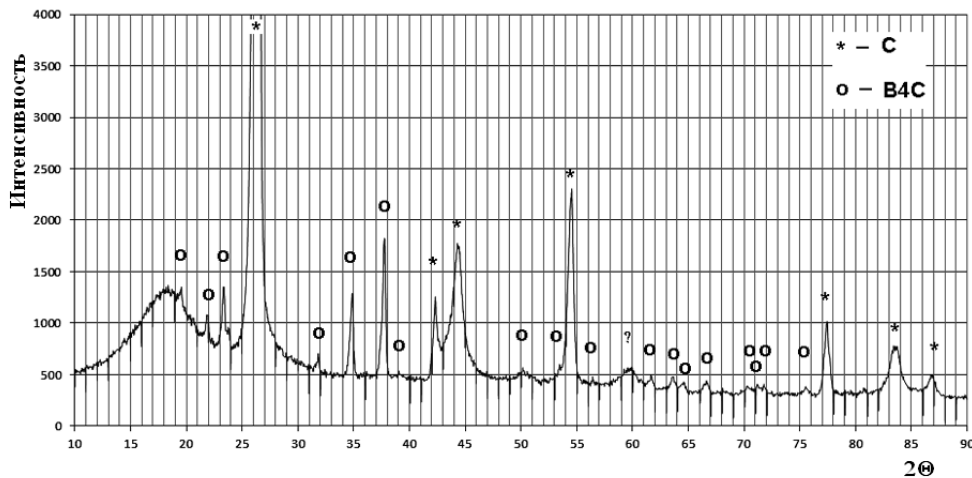


Рис.4 Дифрактограмма продуктов обработки в электрической дуге (графитовый электрод)

После промывки спека дистиллированной водой, в образовавшемся порошке зафиксированы линии карбида бора B_4C (рис.5), что было подтверждено методом дифракции электронов (рис. 6). Анализ рентгенограмм допускает также и наличие бора в аморфном (или нанокристаллическом) состоянии.

Промытый порошок был отожжен на воздухе при $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ в продолжении 1 часа и при $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течении 1 часа. При этих температурах возможно селективное удаление бора (или карбида бора). На рентгенограмме такого порошка наблюдались линии, характерные для оксида бора. Это подтверждает мысль, что образовавшийся в дуге бор окисляется и является причиной появления линии оксида бора. Хотя это не исключает возможность распада образовавшего карбида бора и возникновение оксида бора, линии которого и наблюдаются на рентгенограмме.

Следует заметить, что замена оксида бора борной кислотой (как более дешевого продукта) не дает существенных изменений в результатах экспериментов.

Установлена возможность получения бора, карбида бора и их смеси или композиции в одном технологическом цикле, зависящая от условия электродуговой обработки. С учетом возможности

подбора компонентов процесса, их соотношения в смеси (или суспензии), среды и электрических параметров процесса, электродуговой способ получения бора, карбида бора и их смеси является интересным для получения борсодержащих материалов различного функционального назначения.

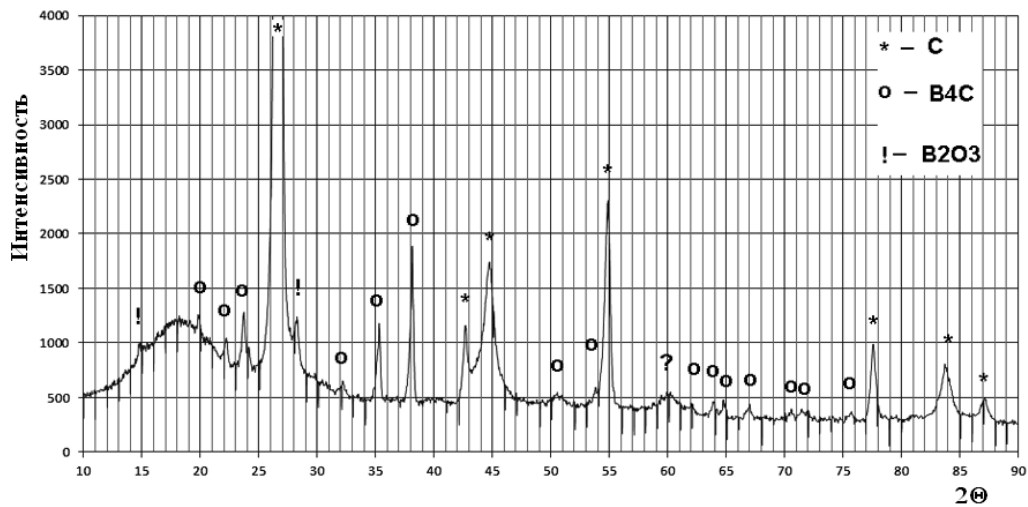


Рис.5 Дифрактограмма продуктов обработки в электрической дуге (графитовый электрод)

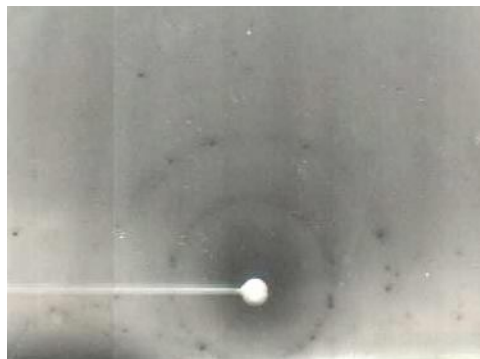


Рис.6 Электроннодифракционная картина порошка карбида бора

Полученные результаты – их можно считать предварительными – весьма обнадеживают. Они свидетельствуют о перспективности электродуговых методов получения бора и боруглеродсодержащих композиций. Благодаря широким технологическим возможностям варьирования условий получения, электродуговой синтез таких материалов может явится одним из самых производительных и наиболее используемых методов для получения борсодержащих материалов различного функционального назначения. В частности, это касается и создания новых материалов для защиты от нейтронного облучения.

Знание специфических особенностей электрической дуги и факторов,обеспечивающих выявление закономерностей направленного воздействия на материал, позволит разработать новые подходы для решения задач по прогнозированию и созданию функциональных борсодержащих материалов нового поколения. Поиск оптимальных режимов обработки для получения борсодержащих материалов, обладающих необходимыми служебными характеристиками и свойствами, будет продолжен.

*Авторы выражают благодарность
А.Т.Авалиани и Н.Э. Шарикадзе
за содействие в работе.*

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Р.А.Андриевский. Успехи химии. Микро и наноразмерный В₄С: структура и свойства, т.81, №6, 2012, ст.549-559.
2. Н.В.Суслов, Э.Л.Дрейзин. Порошковая металлургия. Получение монодисперсных металлических порошков в импульсной электрической дуге.1990, №12,ст.1-5.
3. О.П.Хасанов, Э.С.Двилис, А.О.Хасанов, З.Г.Бикбаева, В.В.Полисадова, В.М.Соколов, А.А.Качаев, Я.В.Валова. Определение оптимальных режимов изготовления высокоплотной керамики из порошка карбида бора методами спекания в плазме искрового заряда. Известия Томского политехнического университета.2012, т.320, №2, ст.58-62.
4. Г.В.Самсонов, Л.Я.Марковский, А.Ф.Жигач, М.Г.Валяшко. Бор, его соединения и сплавы. Изд-во АН УССР, Киев. 1960,(ст.40), 590с.

ბორის და ბორის კარბიდის ნარევის მიღება ელექტრულ რკალში

თამაზ ბაციკაძე, დომენტი გაბუნია, ვახტანგ გაბუნია*, თეიმურაზ გიგითაშვილი, ოთარ ცაგარეიშვილი, ლევან ჩხარტიშვილი

*ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი*

რეზიუმე

საწყის მასალებად გამოყენებული იყო ნახშირბადი, B₂O₃ и H₃BO₃. ელექტროდები მზადდებოდა ნახშირბადისა და ბორისაგან ცალცალკე, აგრეთვე მათი ნარევისაგან. ფაზური შემადგენლობა განისაზღვრებოდა ელექტრორკალური დამუშავების ყველა ეტაპზე. დადგენილი იქნა ელექტრორკალური დამუშავების პირობებისაგან დამოკიდებულებით ბორის, ბორის კარბიდისა და მათი ნარევის მიღების შესაძლებლობა. ნაჩვენებია, რომ კომპონენტების სწორი შერჩევის, კაზმში ან სუსპენზიაში მათი თანაფარდობის და რკალური განმუხტვის პროცესის ელექტრული პარამეტრების შერჩევით შესაძლებელია ბორის, ბორის კარბიდის და მათი ნარევის შემცველი სხვადასხვა ფუნქციონალური დანიშნულების მასალების მიღება.

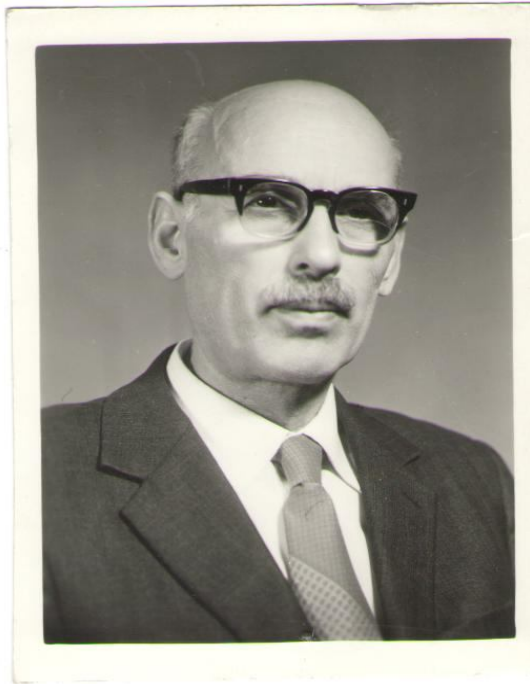
PREPARATION OF MIXTURES OF BORON AND BORON CARBIDE IN ARC

T.A.Batsikadze, D.L.Gabunia, V.M.Gabunia*, T.G.Gigitashvili, O.A.Tsagareishvili, L.S.Chkhartishvili
*Ferdinand Tavazde Institute of Metallurgy and Materials Science, Tbilisi, Georgia
Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry*

SUMMARY

The starting materials used for electric treatment are C, B₂O₃ and H₃BO₃. Electrodes were made of C and B, and also combined carbon and boron-containing materials. Phase composition of products determined at all steps of the arc-processing. In summary, it is found the possibility of obtaining boron, boron carbide, mixtures or composition thereof, depending on the conditions of electric processing. It is shown that with the proper selection of components, their ratios in the charge or suspension, and process electrical parameters the arc-discharge method of production of boron, boron carbide or their mixtures would be attractive for various boron-containing functional materials as well.

ვახტანგ ბაჭრინდაშვილის ხსოვნას



7 აპრილს 96 წელი შეუსრულდებოდა გამოჩენილ ქართველ მეცნიერს ქიმიის ტექნოლოგიასა და მეტალურგიაში, საქართველოს მეცნიერების დამსახურებულ მოღვაწეს, დამსახურებულ გამომგონებელს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორს ბ-ნ ვახტანგ გაფრინდაშვილს. სულ ორი თვის წინ წავიდა ის ამ ქვეყნიდან და ნათელი კვალი დატოვა ჩვენს ხსოვნაში. მისთვის, როგორც ჭეშმარიტი ინტელიგენტისთვის დამახასიათებელი იყო საოცარი მოკრძალება, კეთილშობილება და სათნოება.

ვახტანგ გაფრინდაშვილი დაიბადა 1919 წლის 7 აპრილს ქალაქ ჭიათურაში ინტელიგენტისა და მეცენატის ოჯახში. საქართველოს გასაბჭოების შემდეგ მათი ოჯახის წევრები განიცდიდნენ რეპრესიას და ბ-ნ ვახტანგსაც ბევრი ჭირ-ვარამის გადატანა მოუხდა.

საქართველოს ინდუსტრიული ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ ბ-ნ ვახტანგს სამამულო ომმა მოუსწრო და იგი ჩაღვა სამშობლოს დამცველთა რიგებში.

მას ჩააბარეს ქიმიური საფრთხის წინააღმდეგ მებრძოლთა დანაყოფი. ბრძოლის დროს დაიჭრა და მკურნალობდა პოლონეთის ერთ-ერთ ჰოსპიტალში.

სამამულო ომის დამთავრების შემდეგ 1945 წლის ბოლოს ვახტანგ გაფრინდაშვილმა დაიწყო მუშაობა ახლად გახსნილ მეტალისა და სამთო საქმის ინსტიტუტში, რომელსაც ხელმძღვანელობდა აკადემიკოსი რაფიელ აგლაძე. იმ პერიოდისთვის აქტუალური გახდა საქართველოს წიაღისეული სიმდიდრის ათვისება და ბ-ნ ვახტანგს, როგორც უკვე ასპირანტს, დაევალა, რომ შეესწავლა მთიანი რაჭის ზოფხითოს საბადოს ოქროშემცველი ანთიმონის მადნების კომპლექსური გადამუშავების შესაძლებლობა და მოეძია გზები სასარგებლო კომპონენტების ამოსადებად. სწორედ ამ პრობლემის გადაჭრას მიუძღვნა თავისი საკანდიდატო დისერტაცია. ინსტიტუტი, რომელშიც ბ-ნი ვახტანგი მუშაობდა, შემდეგ საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის შემადგენლობაში შევიდა.

ბ-ნი ვახტანგის ინიციატივით ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა იშვიათი ელემენტებისა და მათი ნერთების ტექნოლოგიის ლაბორატორია, რომლის სამეცნიერო პროფილის დადგენასა და თანამედროვე ხელსაწყო-დანადგარებით აღჭურვას, თანამედროვე კვლევითი მეთოდების ათვისებასა და პრაქტიკაში დანერგვას დიდი ძალა და ენერჯია მოახმარა. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს მისი ხელმძღვანელობით ჩატარებული სამუშაოები რესპუბლიკის რთული შედგენილობის წიაღისეული ნედლეულის კომპლექსური გადამუშავების ეფექტურ ტექნოლოგიურ სქემათა ძიების დარგში.

ამ გომოკვლევათა შედეგად ბ-ნი ვახტანგის მიერ დასაბუთებულია და განვითარებული მინერალური ნედლეულის კომპლექსური გამოყენების ახალი მიმართულება, კერძოდ, ფერადი ლითონების სულფიდური მადნების ერთობლივი გადამუშავება მანგანუმისა და მაგნიუმის ოქსიდურ და კარბონატულ ნედლეულთან. აღნიშნულ კვლევათა საფუძველზე დამუშავდა რთული ნედლეულის ტექნოლოგიური გადამუშავების რამდენიმე ახალი, ეკონომიურად მომგებიანი მეთოდი, წარმოებაში ახალი და ბალანს მიღმა ნედლეულის ჩაბმა, რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის პერსპექტივების გაფართოებისა და გარემოს გაჭუჭყიანების თავიდან აცილების პრობლემების გადაწყვეტა. ამ მიმართულებით შესრულებული გამოკვლევებიდან ფრიად საყურადღებოა: მადნეულის სპილენძის სულფიდური მადნების კონცენტრატების ავტოკლავური გადამუშავების კეკების უტილიზაცია სპილენძის, ოქროსა და ვერცხლის ამოღების გათვალისწინებით; წარმოების ჩამდინარე წყლების დარიშხანისაგან გაწმენდა, სოდის და ტიტან-მაგნიუმის წარმოებების ჩამდინარე წყლების უტილიზაცია, მადნეულის კარიერული წყლების გაწმენდა და სხვა.

ბოლო წლებში ბ-ნ ვახტანგს მიღებული აქვს აქტიური მონაწილეობა მანუელის საბადოს სხვადასხვა მანქანიდან და მათი ნარჩენებიდან ოქროსა და ვერცხლის ამოღების ტექნოლოგიების დამუშავებაში.

მას გამოქვეყნებული აქვს 250-ზე მეტი მეცნიერული ნაშრომი, 50-მდე საავტორო მოწმობა და პატენტი, სამი მონოგრაფია. მათგან ორი დაჯილდოვებულია დემენდელევის რესპუბლიკური საზოგადოების პირველი პრემიით.

დიდა ბ-ნი ვახტანგის დამსახურება ახალგაზრდა თაობის აღზრდის, რესპუბლიკაში სამეცნიერო კადრების მომზადების საქმეში. მისი ხელმძღვანელობით მომზადებულია 25-ზე მეტი მეცნიერებათა კანდიდატი და ორი მეცნიერებათა დოქტორი.

ბ-ნი ვახტანგი ქიმიურ საზოგადოებაში ყოველთვის სარგებლობდა ღრმად ერუდირებული, მცოდნე და ინიციატივიანი სწავლული მკვლევარის ავტორიტეტით. იგი წლების განმავლობაში სათავეში ედგა არაორგანული ქიმიისა და ტექნოლოგიის საერთო საინსტიტუტო სემინარს. წლების განმავლობაში იყო ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის, ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიის ინსტიტუტის და რაფიელ აგლაძის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტის ხარისხების მიმნიჭებელი სპეციალიზირებული საბჭოს წევრი, აგრეთვე სხვადასხვა ტექნიკური საბჭოების და კომისიების წევრი.

იგი დაჯილდოვებულია სამამულო ომში გამარჯვების პირველი ხარისხის ორდენით და საბრძოლო მედლებით. 2013 წელს პრეზიდენტის მიერ დაჯილდოვდა ღირსების ორდენით.

მეცნიერულ შემოქმედებით მოღვაწეობასთან ერთად არ შეიძლება არ აღინიშნოს ბ-ნი ვახტანგის კეთილშობილური პიროვნული თვისებები, რის გამოც დიდი პატივისცემით სიყვარულით და სითბოთი სარგებლობდა ინსტიტუტის კოლექტივში, სამეცნიერო საზოგადოებაში და ახლობლებში. მან შექმნა ბრწყინვალე ოჯახი ღირსეულ მეუღლესთან ერთად, იყო მოსიყვარულე და ყურადღებიანი მამა და ბაბუა.

რაფიელ აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტის დირექცია, ადგილობრივი მინერალური ნედლეულის ქიმიური გადამამუშავების ლაბორატორიის თანამშრომლები და ინსტიტუტის მთელი კოლექტივი დიდი პატივისცემით, მოწიწებით, სიყვარულით და სითბოთი ვისვენებთ ბ-ნ ვახტანგს.

IN MEMORY OF VAKHTANG GAPRINDASHVILI

The board of Raphiel Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, the laboratory of treatment of Raw materials of Georgia, whole staff of the Institute remember with great respect, love and honor well known and Honored Georgian scientist in Chemical Technology and Metallurgy, Honored Inventor, Doctor of Technical Sciences, Professor Vakhtang Gaprindashvili, who would be 96 years old on 7th of April 2015.

В ПАМЯТЬ О ВАХТАНГЕ ГАПРИНДАШВИЛИ

Дирекция Института неорганической химии и электрохимии им. Р. Агладзе, сотрудники лаборатории переработки минерального сырья Грузии и весь коллектив института с уважением и большой теплотой вспоминают недавно ушедшего из жизни выдающегося ученого в области химической технологии и металлургии, заслуженного деятеля грузинской науки, заслуженного изобретателя, кавалера Ордена Чести, ветерана второй мировой войны, доктора технических наук, профессора Вахтанга Николаевича Гаприндашвили, которому 7 апреля 2015 года исполнилось бы 96 лет.

ინფორმაცია ავტორებისათვის

ჟურნალი “საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია” აქვეყნებს სტატიებს ქიმიური მეცნიერების დარგში ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე; მიმოხილვებისა და ინფორმაციული ხასიათის მასალების წარმოდგენა შესაძლებელია სარედაქციო კოლეგიასთან შეთანხმებით. გამოსაქვეყნებელი მასალის მოცულობა, ფორმატი და მისი წარმოდგენის სხვა პირობები შეთანხმებული უნდა იყოს პასუხისმგებელ მდივანთან, ავტორებმა ტექსტი უნდა წარმოადგინონ ელექტრონულ ფორმაში, Microsoft Word ფაილის (*.doc ან *.rtf) სახით, ნახაზები და სურათები – შავ-თეთრი გრაფიკული (*.bmp, *.dib, *.jpg, *.gif და სხვ.) ფაილების სახით. სამეცნიერო სტატიების ავტორების დასახმარებლად რედაქციის მიერ გათვალისწინებულია როგორც სტანდარტული ელექტრონული ფორმატები სამივე ენაზე, ისე სხვა ტექნიკური მომსახურება. Chemical Abstracts-სა (ინგლისურ ენაზე) და საქართველოს რეფერატულ ჟურნალში (ქართულ და ინგლისურ ენებზე) სტატიის რეფერირებისათვის ავტორი ვალდებულია გაითვალისწინოს შინაარსობრივი რეზიუმეების მომზადება ორივე ენაზე.

სარედაქციო კოლეგიასთან შეთანხმებული საფასური უნდა იყოს გადარიცხული სსიპ საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ანგარიშზე, მიმღები ბანკი – სახელმწიფო ზაზინა, მიმღების დასახელება – ზაზინის ერთიანი ანგარიში, ბანკის კოდი – TRESGE22, მიმღების სახაზინო კოდი – 708777499, დანიშნულება – ჟურნალ “მაცნე” ქიმიის სერიაში სტატიის გამოქვეყნების ჰონორარი. აუცილებელია მიეთითოს ავტორის გვარი ვინც იხდის თანხას.

INFORMATION for AUTHORS

The journal “**Proceedings of the Georgian National Academy of Sciences. Chemical series**” is publishing articles in a field of chemical sciences in Georgian, English, and Russian, reviews and informational/advertising materials may be submitted after consultations with the Editorial Board. Volume, format, and other details of contribution are to be discussed with the Executive Secretary; Authors submit texts of articles in a form of Microsoft Word files (*.doc or *.rtf), figures and pictures – as monochrome (*.bmp, *.dib) or black/white (*.jpg, *.gif, etc.) files. To help Authors of scientific articles, standard Georgian, English, and Russian formats are provided as well as other technical service and support. For references of the article in the Chemical Abstracts (in English) and in the Georgian Abstracts Journal (in Georgian and in English) authors are obliged to foresight substantial summaries in both languages.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал "Известия Национальной Академии наук Грузии. Серия химическая" публикует статьи и краткие сообщения в области химических наук на грузинском, английском и русском языках; обзорные статьи и материалы информационного характера публикуются по предварительному согласованию с редакционной коллегией. Объем, формат и условия представления материала для публикации следует согласовать с ответственным секретарем; авторы должны представить тексты в виде файлов Microsoft Word (*.doc или *.rtf), а рисунки, чертежи и фотоснимки – в виде черно-белых графических (*.bmp, *.dib, *.jpg, *.gif и др.) файлов. Для оказания помощи авторам научных статей, редакция предусматривает стандартные электронные формы на всех трех языках, а также другую техническую поддержку. Для реферирования статьи в Chemical Abstracts (на английском языке) и Грузинском реферативном журнале (на английском и грузинском языках) авторам следует предусмотреть содержательные резюме на обоих языках.