

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
2016 № 2	Volume 42
	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
2016 № 2	Volume 42
	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 **42 № 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

2016

სარედაქციო კოლეგია

ი.ჟორდანია, ი.რუჟილო (პოლონეთი), 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

E.Kemertelidze, I.Jordania, Jan K.Różyło (Poland), Sh.Samsoniya, 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.Ebralidze
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, Э.П.Кемертелидзе, Я.К.Ружи́ло (Польша), Ш.А.Самсония, 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
ანალიზური ქიმია

მ.გ.სირაძე, ი.გ.ბერძენიშვილი, ნ.ს.ნეფარიძე, ვ.ბ.თვალთაშვილი, ო.შ.დიოგძე. 126
ფოსფოლიპიდების ხარისხობრივი იდენტიფიკაცია თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის მეთოდით*

არაორგანული ქიმია

კ.რუხაია, მ.ჩიქოვანი. ნატრიუმის ტეტრათიონათიონატის(V) ჰიდროქსიმიური აღდგენა 127
ალუმინით ტუტე (NaOH) გარემოში

ა.დ.ჩუბინიძე, ნ.ო.ენდელაძე, ნ.ლ.ბრეგაძე. კალიუმის ფსევდოჰიდროაცეტატის ზოგიერთი 130
ქიმიური გარდაქმნის შესწავლა

ფიზიკური ქიმია

ვ.ციციშვილი, ნ.დოლაბერიძე, მ.ალელიშვილი, მ.ნიჟარაძე, ნ.მირძველი. LTA ტიპის 137
ცეოლითური მასალების სინთეზი*

ჯ.კერესელიძე, მ.ქვარაია, გ.მიკუჩაძე. ზოგიერთ ქიმიურ და ბიოქიმიურ რეაქციებში 141
პროტონის გადატანის ახალი მექანიზმები*

ლ.ნ.კვიციანი, ლ.ა.კატენკო, თ.ნ.კორძაბია, ვ.გ.ციციშვილი, ნ.ა.კახიძე. A ტიპის 148
სინთეზური ცეოლითის იონმიომცვლითი ფორმების მიღება, სტრუქტურა და მათი ადსორბციის უნარი*

ო.ტყეშელაშვილი, ი.ნახუცრიშვილი, გ.კახნიაშვილი. ხენჯის ზრდა კუბური კინეტიკური 152
კანონით სარეაქციო ზედაპირის შემცირების თანხლებით*

გ.კახნიაშვილი, რ.თხინვალი, ი.ნახუცრიშვილი. ნახშირბადის მონოოქსიდის 155
კატალიზური ჟანგვის თავისებურებები*

მ.გ.სირაძე, ი.გ.ბერძენიშვილი, ნ.ს.ნეფარიძე, ვ.ბ.თვალთაშვილი, ო.შ.დიოგძე. 159
ფოსფოლიპიდების თხელფენოვანი თხევადი ქრომატოგრაფია*

მათემატიკური ქიმია

მ.გვერდწითელი. რეაქციის სინქარის მუდმივების მათემატიკურ-ქიმიური გამოკვლევა გაზურ 161
და თხევად ფაზებში

კომპლექსნერთთა ქიმია

ნ.ლეიშვილი, ხ.ბარბაქაძე, მ.თათარიშვილი, ნ.ჰნატრუკი, ი.ჩენი, ვ.ბროსტოუ. ახალი 166
ანტიმიკრობული დამცავი საფრების მიღება და თვისებები*

ფარმაცოქიმია

ქ.შალაშვილი, ნ.ქავთარაძე, მ.სუთიაშვილი, მ.ალანია. იზოფლავონოიდები საქართველოს 171
ფლორის პარკოსანთა (*Fabaceae*) ოჯახის ზოგიერთი მცენარიდან*

მ.სიჭინავა, მ.სუთიაშვილი, მ.ალანია. საქართველოში გავრცელებული *ONONISARVENISIS* 174
L.-ის მიწისზედა ნაწილების ფლავონოლოები*

მ.გაბელაია, თ.ცინცაძე, მ.კახეთელიძე, პ.იავიჩი. კბილის მშრალი ელექსირი* 178

აგრარული ქიმია

რ.თუშურაშვილი, ც.ბასილაძე, ვ.შანიძე, მ.მამარდაშვილი, ნ.კვიციანი, გ.ხიდეშელი, 179
გ.მაცაბერიძე. ოზონის გამოყენება მალეფუჭებადი ხილ-ბოსტნეულისა და ციტრუსების შენახვისათვის

ლ.ცხევაძე, ა.დოლიძე, ო.ლომთაძე, დ.კაკაშვილი, ნ.შალვაშვილი. ატმის ფოთლის 181
სიხუჭუჭის საწინააღმდეგო ახალი ფოსფატური ფუნგიციდი

* რეზიუმე

ნ.კუტალაძე, ზ.მიქელაძე, თ.გოგოლიშვილი. ფერმერულ მეურნეობებში ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების მიზნით რეკომენდაციების შემუშავება მინერალური და ორგანული სასუქების ოპტიმალური ნორმებისა და ფორმების გამოყენებით	184
გარემოს ქიმია	
ი.ბაზაძე, მ.გუგეშიძე, ჯ.გუგეშიძე, ი.გელეიშვილი. ვერცხლისწყლის ნაერთების გავლენა გარემოსა და ცოცხალ ორგანიზმებზე	186
ქიმიური ეკოლოგია	
ა.დოლიძე, ი.მიქაძე, თ.უჩანეიშვილი, ნ.ქავთარაძე, ლ.დოლიძე, ნ.ნონიკაშვილი. ბიომასიდან საწვავის მიღების თანამედროვე ტექნოლოგიების შერჩევა საქართველოს რეალიების გათვალისწინებით	189
ა.დოლიძე, ი.მიქაძე, ნ.ქავთარაძე, ნ.ნონიკაშვილი, ლ.დოლიძე, ქ.კორძაია. მეგაპოლისის ატმოსფერული დაბინძურების ძირითადი წყაროები და შემცირების რეკომენდაციების შემუშავება	194
ი.მიქაძე, ლ.სამხარაძე, ნ.ყალაბეგაშვილი, გ.ბალარჯიშვილი, დ.იოსელიანი, ნ.ნონიკაშვილი, ა.დოლიძე. მძიმე მეტალებით დაბინძურებული ნიადაგის და წყლის გასუფთავების კომპლექსური მეთოდები	199
ი.მიქაძე, ლ.სამხარაძე, ნ.ყალაბეგაშვილი, დ.იოსელიანი, გ.ბალარჯიშვილი, ა.დოლიძე. მძიმე მეტალებით დაბინძურებული ნიადაგის და წყლის ფიტორემედიაცია	202
ქიმიური ტექნოლოგია	
ე.შაფაქიძე, მ.ნადირაშვილი, ვ.მაისურაძე, ი.გეჯაძე, ე.ხუჭუა, თ.პეტრიაშვილი. ახალი სახის მჭიდების - გეოპოლიმერების მიღების შესაძლებლობის კვლევა ბრძმედის ნაყარი წილის და ბუნებრივი ქანის საფუძველზე	206
ნ.ლუარსაბიშვილი, ე.გოზალიშვილი, გ.ჯაფარიძე. აზოტშემცველი ქრომ-მანგანუმიანი ფოლადის კოროზიული მდგრადობა	212
თ.ჩახუნაშვილი, თ.როყვა, ზ.ვაწაძე, მ.დადუნაშვილი, ჟ.ქებაძე, შ.მახათაძე, ნ.ბუთლიაშვილი. თანამედროვე საკონსტრუქციო მასალების კოროზიული გამოცდები მანგანუმის სულფატის შემჟავებულ ხსნარში და მათ ბაზაზე მანგანუმის დიოქსიდისა და წყალბადის მისაღები მსხვილლაბორატორიული ელექტროლიზერის დამუშავება, დამზადება და გამოცდა	218
რუს.გიგაური, ნ.ლეკიშვილი, ზ.ბარბაქაძე, ვ.ტრაპაიძე, შ.ჯაფარიძე, ე.ცხაკაია, თ.მარსაგიაშვილი. საქართველოს ბუნებრივი და მეორადი რესურსები ტექნიკური პროგრესის სამსახურში*	228
ლ.ბაღათურია, ბ.ფურცელაძე, ნ.ბარნოვი, მ.სვანიძე, მ.გველესიანი. პირითული და მანგანუმის ოქსიდური კონცენტრატების კომპლექსური გადამუშავების ძირითადი ასპექტები*	230
ქიმიის ისტორია	
ქ.კერესელიძე, შ.სამსონია, დ.ტულუში, რ.ჩავუნავა. წიგნი სააქიმოდში დაცული ცნობები ქიმიური ნაერთების შესახებ	231
კონფერენცია ურეკში	236
ინფორმაცია ავტორებისათვის	237

* რეზიუმე

 CONTENTS
ANALITICAL CHEMISTRY

- M.Siradze, I.Berdzenishvili, N.Neparidze, V.Tvaliashvili, O.Diogidze.* Qualitative Identification of Phospholipids by the Method of Thin-Layer Chromatography* 126

INORGANIC CHEMISTRY

- K.Rukhaia, M.Chikovani.* Hydrochemical Reduction of Sodium Tetrathioantimonate (V) by Aluminum in Alkaline Medium (NaOH)* 129
- A.D.Chubinidze, N.O.Endeladze, N.L.Bregadze.* The Study of Chemical Transformation of Potassium Pseudohydroacetate* 132

PHYSICAL CHEMISTRY

- V.Tsitsishvili, N.Dolaberidze, M.Alelishvili, M.Nijaradze, N.Mirdzveli.* Synthesis of LTA Zeolite Materials 133
- J.Kereselidze, M.Kvaraia, G.Mikuchadze.* New Mechanisms of a Proton Transfer in Some Chemical and Biochemical Reactions* 141
- L.N.Kvitkovski, L.A.Katrenko, T.N.Kordzakhia, V.G.Tsitsishvili, N.A.Kakhidze.* Obtaining Ion Exchange Forms of Synthetic Zeolite Type A, Structure and Adsorption Capabilities* 149
- O.Tkeshelashvili, I.Nakhutsrishvili, G.Kakhniashvili.* Growth of Scale to the Cubic Kinetic Law Accompanied by Reduction of Reaction Surface* 152
- G.Kakhniashvili, R.Tkhinvaleli, I.Nakhutsrishvili.* The Peculiarities of Oxidation of Carbon Monoxide* 155
- M.Siradze, I.Berdzenishvili, N.Neparidze, V.Tvaliashvili, O.Diogidze.* Thin-Layer Liquid Chromatography of Phospholipids* 159

MATHEMATICAL CHEMISTRY

- M.Gverdsiteli.* Mathematical-Chemical Investigation of the Rate Constants of the Chemical Reactions in Gaseous and Liquid Phases* 161

CHEMISTRY OF COORDINATION COMPOUNDS

- N.Lekishvili, Kh.Barbakadze, M.Tatarishvili, N.Hnatchuk, I Kang Chen, W.Brostow.* Obtaining and Characterization of Novel Antibacterial Hybrid Coatings 162

PHARMACOCHEMISTRY

- K.Shalashvili, N.Kavtaradze, M.Sutiashvili, M.Alania.* Isoflavonoids of Some Plants of Family *Fabaceae* from Georgian Flora* 172
- M.Sichinava, M.Sutiashvili, M.Alania.* Flavonols from Overground Parts of *Ononis Arvensis* L. Widespread in Georgia* 174
- M.A.Gabeliaia, T.G.Tsintsadze, M.B.Kahetelidze, P.A.Yavich.* Dry Elixir for Tooth* 178

AGRARIAN CHEMISTRY

- R.Tushurashvili, Ts.Basiladze, G.Shanidze, M.Mamardashvili, N.Kvirkvelia, G.Khidesheli, V.Matsaberidze.* Use of Ozone for Storage of Perishable Fruit and Vegetable Products and Citruses* 180
- L.Tskhvedadze, A.Dolidze, O.Lomtadze, D.Kakashvili, N.Shalvashvili.* A New Phosphatefungicide against Leaf Curl of Peach* 183
- N. Kutaladze, Z.Mikeladze, T.Gogolishvili.* Development of Recommendations for Optimal Norms and Forms of Mineral and Organic Fertilizers to Improve Soil Fertility on Farms* 185

 * Summary

ENVIRONMENTAL CHEMISTRY

- I.Bazgadze, M.Gugeshidze, J.Gugeshidze, I.Geleshvili.* Effect of Metal Hg on Environment and Living Organisms* 91

CHEMICAL ECOLOGY

- A.Dolidze, I.Mikadze, T.Uchaneishvili, N.Kavtaradze, L.Dolidze, N.Nonikashvili.* Selection of Modern Technologies of Obtaining Fuel from Biomass Considering Realities of Georgia* 193
- A.Dolidze, I.Mikadze, N.Kavtaradze, N.Nonikashvili, L.Dolidze, K.Kordzakhia.* The Main Sources of Atmospheric Pollution of the Megapolis and Development of Recommendations for its Reducing* 198
- I.Mikadze, L.Samkharadze, N.Kalabegashvili, G.Balarjishvili, D.Ioseliani, N.Nonikashvili, A.Dolidze.* Complex Methods of Soil and Water Purification, Contaminated with Heavy Metals* 201
- I.Mikadze, L.Samkharadze, N.Kalabegashvili, D.Ioseliani, G.Balarjishvili, A.Dolidze.* Phytoremediation of Soil and Water Contaminated with Heavy Metals* 205

CHEMICAL TECHNOLOGY

- E.Shapakidze, M.Nadirashvili, V.Maisuradze, I.Gejadze, E.Xuchua, T.Petriashvili.* Study of Possibility of Reception of the New Types Binding Materials – Geopolymers on The Basis of the Dump Slag and Volcanic Rock* 211
- N.Luarsabishvili, E.Gozalishvili, G.Djaparidze.* Corrosion Resistance of Nitrogen-Containing Chromium-Manganese Steel* 217
- T.A.Chakhunashvili, T.V.Rokva, Z.Sh.Vatsadze, M.T.Dadunashvili, Zh.M.Kebadze, Sh.M.Makhatadze, N.I.Butliashvili.* Corrosion Tests of Modern Construction Materials in Acidated Solution of Manganese Sulfate and Elaboration, Preparation and Testing of Large-Scale Electrolyser for Getting the Manganese Dioxide and Hydrogen on their Basis* 223
- Rus.Gigauri, N.Lekishvili, Kh.Barbakadze, V.Trapaidze, Sh.Japaridze, E.Tskhakaia, T.Marsagishvili.* Georgian Natural and Secondary Resources in Service of Technical Progress 224
- L.Bagaturia, B.Purtseladze, N.Barnovi, M.Svanidze, M.Gvelesiani.* The Main Aspects of Complex Processing of Pyrite and Manganese Oxide Concentrates* 230

HYSTORY OF CHEMISTRY

- K.Kereselidze, Sh.Samsonia, D.Tugushi, R.Chagunava.* Stored Chemical Compositions in “The Medical Book”* 235

- CONFERENCE in UREKI** 236
- INFORMATION for AUTHORS** 237

* Summary

СОДЕРЖАНИЕ

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М.Г.Сирадзе, И.Г.Бердзенишвили, Н.С.Непаридзе, В.Б.Твалиашвили, О.Ш.Диогидзе.* 125
Качественная идентификация фосфолипидов методом тонкослойной хроматографии

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- К.Рухая, М.Чиковани.* 129
Гидрохимическое восстановление тетрагидрооксидантата (V) натрия алюминием в щелочной (NaOH) среде*
- А.Д.Чубинидзе, Н.О.Енделадзе, Н.Л.Брегадзе.* 132
Изучение некоторых термических превращений псевдогидроацетата калия*

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В.Г.Цицишвили, Н.М.Долаберидзе, М.В.Алелишвили, М.О.Нижарадзе, Н.А.Мирдзвели.* 137
Синтетический цеолитных материалов типа LTA*
- Дж.Кереселидзе, М.Квараия, Г.Микучадзе.* 138
Новые механизмы переноса протона в некоторых химических и биохимических реакциях (Перспективы фемтохимии)
- Л.Н.Квитковский, Л.А.Катренко, Т.Н.Кордзахия, В.Г.Цицишвили, Н.А.Кахидзе.* 142
Получение ионообменных форм синтетических цеолитов типа А, строение и их адсорбционные возможности
- О.Ткешелашвили, И.Нахуцишвили, Г.Кахниашвили.* 150
Рост окалины по кубическому кинетическому закону, сопровождающийся уменьшением реакционной поверхности
- Г.Н.Кахниашвили, Р.Г.Тхинвалели, И.Г.Нахуцишвили.* 153
Особенности каталитического окисления монооксида углерода
- М.Г.Сирадзе, И.Г.Бердзенишвили, Н.С.Непаридзе, В.Б.Твалиашвили, О.Ш.Диогидзе.* 156
Тонкослойная жидкостная хроматография фосфолипидов

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М.И.Гвердцители.* 161
Математико-химическое исследование констант скоростей химических реакций в газовой и в жидкой фазе*

ХИМИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

- Н.Г.Лекишвили, Х.А.Барбакадзе, М.Татаршвили, Н.Гнатчук, Иканг Чен, В.Бростоу.* 166
Получение и свойства новых гибридных антимикробных защитных покрытий*

ФАРМАКОХИМИЯ

- К.Г.Шалашвили, Н.Ш.Кавтарадзе, М.Г.Сутиашвили, М.Д.Алания.* 167
Изофлавоноиды из некоторых растений семейства *Fabaceae* флоры Грузии
- М.Б.Сичинава, М.Г. Сутиашвили, М.Д.Алания.* 173
Флавонолы надземных частей *ONONISARVENSIS* L., произрастающей в Грузии
- М.А.Габелая, Т.Г.Цинцадзе, М.Б.Кахетелидзе, П.А.Явич.* 175
Сухие зубные эликсирсы

АГРОХИМИЯ

- Р.Г.Тушурашвили, Ц.М.Басиладзе, Г.В.Шанидзе, М.И.Мамардашвили, Н.М.Квирквелия, Г.И.Хидешели, В.Г.Мацаберидзе.* 180
Применение озона для хранения скоропортящейся плодоовощной продукции и цитрусов*

* Резюме

<i>Л.П.Цхведадзе, А.В.Долидзе, О.Г.Ломтадзе, Д.М.Какашвили, Н.И.Шалвашили.</i> Новый фосфатный фунгицид против курчавости листьев персика*	183
<i>Н.Куталадзе, З.Микеладзе, Т.Гоголишвили.</i> Разработка рекомендаций оптимальных норм и форм минеральных и органических удобрений в целях повышения плодородия почвы фермерских хозяйств*	185
<u>ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</u>	
<i>И.П.Базгадзе, М.К.Гугешидзе, Д.Е.Гугешидзе, И.Т.Гелеишвили.</i> Воздействие металлической ртути на окружающую среду и живые организмы*	188
<u>ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ</u>	
<i>А.В.Долидзе, И.И.Микадзе, Т.Г.Учанеишвили, Н.А.Кавтарадзе, Л.А.Долидзе, Н.У.Ноникашвили.</i> Подбор современных технологий получения топлива из биомассы с учетом реалий Грузии*	193
<i>А.В.Долидзе, И.И.Микадзе, Н.А.Кавтарадзе, Н.У.Ноникашвили, Л.А.Долидзе, К.Т.Кордзахия.</i> Основные источники загрязнения атмосферы мегаполиса и разработка рекомендаций для его снижения*	198
<i>И.И.Микадзе, Л.О.Самхарадзе, Н.Г.Калабегашвили, Г.И.Баларджишвили, Д.К.Иоселиани, Н.У.Ноникашвили, А.В.Долидзе.</i> Комплексные методы очистки почвы и воды, загрязненных тяжелыми металлами*	201
<i>И.И.Микадзе, Л.О.Самхарадзе, Н.Г.Калабегашвили, Д.К.Иоселиани, Г.И.Баларджишвили, А.В.Долидзе.</i> Фиторемедиация почвы и воды, загрязненных тяжелыми металлами*	205
<u>ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ</u>	
<i>Е.В.Шапакидзе, М.Р.Надирашвили, В.Н.Майсурадзе, И.В.Геджадзе, Е.Хучуа, Т.Петриашвили.</i> Изучение возможности получения нового вида вяжущих – геополимеров на основе отвального шлака и вулканической горной породы*	211
<i>Н.Н.Луарсабишвили, Э.И.Гозалишвили, Г.А.Джапаридзе.</i> Коррозионная стойкость азотсодержащей хромо-марганцевой стали*	217
<i>Т.А.Чахунашвили, Т.В.Роква, З.Ш.Вацадзе, М.Т.Дадунашвили, Ж.М.Кебадзе, Ш.М.Махатадзе, Н.И.Бутлиашвили.</i> коррозионные испытания современных конструкционных материалов в подкисленном растворе сульфата марганца и разработка, изготовление и испытание крупнолабораторного электролизера для получения диоксида марганца и водорода на их базе*	223
<i>Рус.Г.Гигаури, Н.Г.Лекишвили, Х.А.Барбакадзе, В.З.Трапаидзе, Ш.Джапаридзе, Е.Цхакая, Т.Марсагишвили.</i> Природные и вторичные ресурсы Грузии на службу технического прогресса*	228
<i>Л.В.Багатурия, Б.Х.Пурцеладзе, Н.В.Барнова, М.И.Сванидзе, М.К.Гвелесиани.</i> Основные аспекты комплексной переработки пиритных и оксидных марганцевых концентратов	229
<u>ИСТОРИЯ ХИМИИ</u>	
<i>К.Р.Кереселидзе, Ш.А.Самсония, Д.С.Тугуши, Р.В.Чагунава.</i> Сохраненные сведения о химических соединениях в “Книге Медицинской”*	235
КОНФЕРЕНЦИЯ в УРЕКИ	236
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ	237

* Резюме

**КАЧЕСТВЕННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФОСФОЛИПИДОВ МЕТОДОМ
ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ**

М.Г.Сирадзе, И.Г.Бердзенишвили, Н.С.Непаридзе, В.Б.Твалиашвили, О.Ш.Диогидзе*

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

В разработанной методике качественной идентификации фосфолипидов наиболее универсальным проявителем фосфолипидов является спиртовой раствор фосфорномолибденовой кислоты, т.к., являясь неспецифическим реагентом, он позволяет обнаружить все их типы. Кроме того, этот проявитель обеспечивает высокую контрастность пятен и фона пластинки, что немаловажно для дальнейшей обработки пластин в количественном анализе.

Фосфорсодержащие вещества являются ценной группой веществ входящих в химический состав масличных семян. Все фосфорсодержащие вещества масличных семян подразделяются на соединения липидного и нелипидного характера [2, 3].

Типичными реагентами, используемыми для обнаружения фосфолипидов (ФЛ) методом тонкослойной хроматографии, являются фосфорномолибденовая кислота (ФМК), нингидрин, родамин Ж и реагент Драгендорфа. Все детектирующие растворы готовятся непосредственно перед употреблением.

ФМК является неспецифическим проявителем. Для анализа используется 5%-ный раствор ФМК в этаноле. Сухую хроматограмму обрабатывают раствором ФМК и помещают на 10-15 мин в нагретый термостат. На желто-зеленом фоне проявляются темно-синие пятна ФЛ (рис. 1).

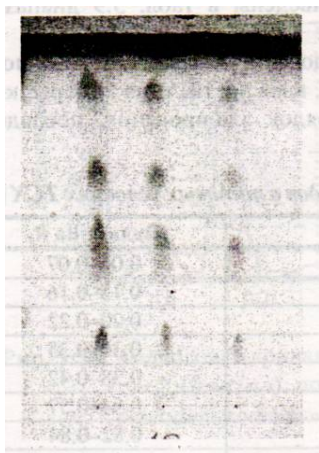


Рис. 1. Обнаружение фосфолипидов с помощью ФМК

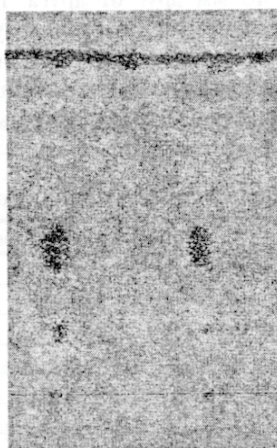


Рис. 2. Обнаружение холинсодержащих фосфолипидов с использованием реактива Драгендорфа

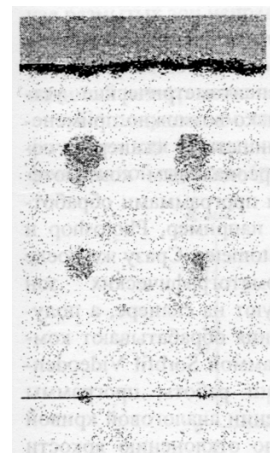


Рис. 3. Проявление аминоксодержащих фосфолипидов раствором нингидрина

Родамин 6Ж также является неспецифическим проявителем. Хроматограмму обрабатывают 0,0012%-ным водным раствором реагента и во влажном состоянии просматривают в УФ свете (366 нм). На пластине отмечают флуоресцирующие пятна фосфолипидов: кислые фосфолипиды имеют розовую или оранжевую окраску, а нейтральные фосфолипиды – голубую или фиолетовую. Реагент Драгендорфа используется для обнаружения фосфатидилхолина и лизофосфатидилхолина. Приготовление растворов: раствор А состоит из 1,7 г основного нитрата висмута, который растворяют в 100 мл 20%-ной уксусной кислоты. Раствор В: 40 г йодистого калия растворяют в 100 мл дистиллированной воды. Для приготовления реактива смешивают 20 мл раствора А с 5 мл

раствора В и добавляют 70 мл дистиллированной воды. На хроматограмме оранжевого цвета видны зоны холинсодержащих липидов, окрашенные в красный цвет (рис. 2).

Нингидрин используется для обнаружения фосфолипидов, имеющих в своем составе аминогруппу (фосфатидилсерин и фосфатидилэтаноламин). Для этого хроматограмму обрабатывают 1%-ным раствором нингидрина в ацетоне. Фиолетово-розовые пятна фосфатидилсерина и фосфатидилэтаноламина проявляются без нагревания (рис. 3).

Наиболее универсальным проявителем фосфолипидов является спиртовой раствор фосфорномолибденовой кислоты, т.к., являясь неспецифическим реагентом, он позволяет обнаружить все их типы. Кроме того, этот проявитель обеспечивает высокую контрастность пятен и фона пластинки, что немаловажно для дальнейшей обработки пластин в количественном анализе.

Типовыми пластинами для анализа фосфолипидов, рекомендуемыми в [1], являются пластины марки "СОРБФИЛ"; элюент: хлороформ – метанол–вода (65 : 25: 4); объем наносимой пробы 10 мкл (растворенной в хлороформе до концентрации 1%). Пробы наносят на расстоянии не менее 15 мм друг от друга. В таблице приведены диапазоны удерживания ФЛ в выбранных условиях.

Следует помнить, что величина R_f достаточно лабильна, она может меняться в зависимости от температуры, влажности, типа камеры, качества пластины, но относительный порядок элюирования, последовательность сохраняется.

Параметры удерживания фосфолипидов в типовых условиях ТСХ

Группа фосфолипидов	Величина R_f
Лизофосфатидилхолины	0,06–0,07
Фосфатидилинозитолы	0,15–0,16
Фосфатидилхолины	0,20–0,22
Фосфатидилсерины	0,30–0,33
Фосфатидилэтаноламины	0,38–0,42
Фосфатидилглицерины	0,54–0,57
Фосфатидные кислоты	0,82–0,84
Нейтральные липиды	0,94–0,96

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Лабораторный практикум по химии жиров / Н.С.Арутюнян, Е.П.Корнена, Е.В.Мартовщюк и др. – СПб.: ГИОРД, 2004. с. 264.
2. Н.С.Арутюнян, Е.П.Корнена. Фосфолипиды растительных масел. М.: Агропромиздат, 1986. с. 255.
3. В.Ф.Селеменев, О.Б.Рудаков, В.М.Болотов и др. Физико-химические основы фракционирования фосфолипидов семян подсолнечника. Хранение и переработка сельхозсырья. 2000, №12, с. 66-70.

ფოსფოლიპიდების ხარისხობრივი იდენტიფიკაცია თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის მეთოდით

მ.გ.სირაძე, ი.გ.ბერძენიშვილი, ნ.ს.ნეპარიძე, ვ.ბ.თვალაიშვილი, ო.შ.დიოგიძე*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

*ბათუმის სახელმწიფო საზღვაო აკადემია

რეზიუმე

ფოსფოლიპიდების ხარისხობრივი იდენტიფიკაციის შემუშავებულ მეთოდიკაში ფოსფოლიპიდებს ყველაზე უნივერსალურად ავლენს ფოსფომოლიბდენის მჟავას სპირტიანი ხსნარი, ვინაიდან იგი წარმოადგენს არასპეციფიკურ რეაგენტს და იძლევა ფოსფოლიპიდების ყველა ტიპის გამოვლენის შესაძლებლობას. გარდა ამისა, ეს რეაგენტი უზრუნველყოფს ლაქებისა და ფირფიტის ფონის მაღალ კონსტრასტულობას, რაც ხარისხობრივი ანალიზის დროს საკმაოდ მნიშვნელოვანია ფირფიტების მომდევნო დამუშავებისათვის.

QUALITATIVE IDENTIFICATION OF PHOSPHOLIPIDS BY THE METHOD OF THIN-LAYER CHROMATOGRAPHY

M.Siradze, I.Berdzenishvili, N.Neparidze, V.Tvaliashvili, O.Diogidze*

Georgian Technical University

*Batumi State Maritime Academy

SUMMARY

Alcohol solution of phosphomolybdic acid is the most universal developer of phospholipids according to developed technique of qualitative identification of phospholipids, since this solution as a non-specific reagent makes possible the detection of all their types. Besides, this developer provides high contrast of spots and plate background that is very important for further treatment of plates during quantitative analysis.

არაორგანული ქიმია

ნატრიუმის ტეტრათიონათიომონატი(V) ჰიდროქსიდური ალდენა ალუმინით ტუტე (NaOH) ბარემოში

კახა რუხაია, მანუჩარ ჩიქოვანი

კავკასიის გარემოსდაცვითი არასამთავრობო ორგანიზაციების ქსელი (CENN)
ქუთაისის აკაკი წერეთლის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

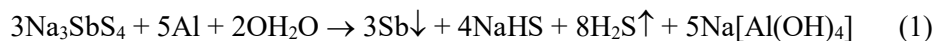
დამუშავებულია მწკვე ნატრის გარემოში ნატრიუმის ტეტრათიონათიომონატი(V) კონცენტრირებულ წყალხსნარსა და ალუმინის ურთიერთქმედებით ელემენტური სურმის მიღების ახალი მეთოდი. ნაჩვენებია, რომ ჰიდროქსიდური გარდაქმნის შედეგად მიიღება ელემენტური სურმა საკმაოდ მაღალი გამოსავლიანობითა და სისუფთავით.

სურმისათვის, როგორც პნიქტოგენების ერთ-ერთი წარმომადგენლისათვის, დამახასიათებელია ჟანგვის ხარისხები -3 -დან $+5$ -მდე [1]. ბუნებრივია, სურმის (-3 ჟანგვის ხარისხით) ნაერთების მიღება შესაძლებელია სურმის (III,V) ნაერთებიდან და, პირიქით, როგორც დაჟანგვის, ისე აღდგენის ერთ-ერთ შუალედურ პროდუქტს ელემენტური სურმა წარმოადგენს, ე. ი. სურმა-მარტივი ნივთიერების სახით [2]. ასე რომ, ყველაფერი ეს დამოკიდებულია, გარდა სურმის გამოსავალ ნაწარმებზე, მეორე კომპონენტის ქიმიური ქცევის მახასიათებლებზე, ასე ვთქვათ, მის ჟანგვა-აღდგენით შესაძლებლობაზე.

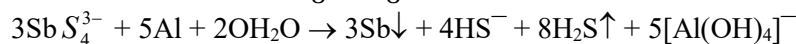
ზემოთქმულის გათვალისწინებით, ყურადღება გავამახვილეთ ისეთ აქტიურ აღმდგენელზე, როგორცაა ალუმინი. ეს უკანასკნელი ბორთან შედარებით ხასიათდება დიდი აღმდგენელი უნარით, რაც იმით აიხსნება, რომ ბორიდან ალუმინზე გადასვლისას იზრდება მისი ატომური რადიუსი ($0,091$ -დან $0,143$ ნმ-მდე) და ამავდროულად ჩნდება ატომგულის მაკრანირებელი ერთი შუალედური რვაელექტრონიანი შრე. ყოველივე ამას მიყვარებთ გარე ელექტრონების კავშირის შესუსტებასთან და უკანასკნელის იონიზაციის ენერგიის შემცირებასთან ($5,99$ ევ.) [3, გვ.609] ალუმინის ატომში. აქვე აღსანიშნავია, რომ ელემენტური ალუმინის ზედაპირი დაფარულია ოქსიდის თხელი ფენით, რომელიც მას იცავს შემდგომი დაჟანგვისაგან. მაგრამ გამოსავალი აქაც არსებობს ცნობილი მეთოდის გამოყენებით. თუ მასზე ტუტის წყალხსნარით ვიმოქმედებთ, ოქსიდის ფენა (ნაწილობრივ-ჰიდროქსიდის) გაიხსნება და შედეგად წარმოიქმნება ალუმინატი. აი, სწორედ ამითაა განპირობებული მისი მკვეთრად გამოსატუტი აღმდგენელი თვისება როგორც ტუტე, ასევე მჟავა გარემოში.

ყოველივე ზემოთქმულის გათვალისწინებით მოცემულ სამუშაოში ჩვენ შევეცადეთ შეგვეწავლა ჩვენს მიერ ადრე შემუშავებული მეთოდით [4,5] სინთეზირებული ნატრიუმის ტეტრათიონათიომონატი(V) ალუმინით ჰიდროქსიდური ალდგენის შესაძლებლობა.

ერთის მხრივ, ტეტრათიონათიომონატი(V)-იონის მჟანგავი შესაძლებლობისა და, მეორეს მხრივ, ელემენტური ალუმინის აღმდგენი უნარის გათვალისწინებით მოველოდით, რომ მივიღებდით სურმას მარტივი ნივთიერების სახით თანახმად ტოლობისა:



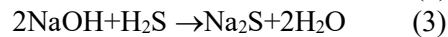
ანუ იონური სახით:



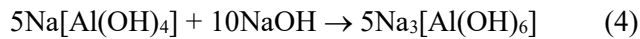
დასახული მიზნის მისაღწევად მორეაგირე ნივთიერებები ავიღეთ მოტანილი სტეკიომეტრით, ხოლო ცდა წარვმართეთ წყალხსნარში ოთახის ტემპერატურაზე. აღმოჩნდა, რომ ალუმინის ღეროს (ან მარცვლოვანი, მარკით „ა.ა.ა.“, TY6-09-3742-74) განსაზღვრული მასა ნატრიუმის ტეტრათიონათიომონატი(V) კონცენტრირებულ ხსნარში ნამდვილად აღადგენს სურმას, რაც ვიზუალურადაც შეინიშნება—ალუმინის მყარი ფაზა სწრაფად იფარება სურმის შავი აფსკით. და ამით მთავრდება მთელი ჟანგვა-აღდგენითი რეაქცია,—ალუმინი მთლიანად კარგავს რეაქციის უნარიანობას მას შემდეგ, რაც მას გადაეკვრება ელემენტური სურმის თხელი აფსკი. ჩვენი ყველა მცდელობა (აღნიშნული აფსკის გაქრობა ღეროს ამაღვამირებით, სარეაქციო მასის ტემპერატურის აწევით

დულილამდე, ნატრიუმის ტეტრათიონათიონატის(V) უფრო განზავებული სხნარის გამოყენებით და ა.შ.)—გაგვეზარდა მიზნობრივი პროდუქტის (Sb) გამოსავლიანობა—აღმოჩნდა წარუმატებელი. თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ რეაქციის მიმდინარეობისას დედასხნარის pH არსებითად მცირდება, როგორც ეს (1) რეაქციიდან ჩანს. რომ შეგვეზარჩუნებინა სარეაქციო მასისთვის საწყისი არე ($\text{pH} \geq 10$), უკანასკნელს მცირე ულუფებით ვამატებდით 10 N მწვავე ნატრის სხნარს. და როცა არე მივიღოდა $\text{pH} = 12$ -მდე (ინდიკატორი—უნივერსალური ქაღალდი), დაიწყო ელემენტური სურმის შავი ფხვნილის სახით გამოყოფის ინტენსიური რეაქცია, რომელიც თანდათან ილექება ჭურჭლის ფსკერზე. ამის პარალელურად დაიწყო გაზის გამოყოფაც, რომელიც შედგება წყალბადისა და გოგირდწყალბადისაგან.

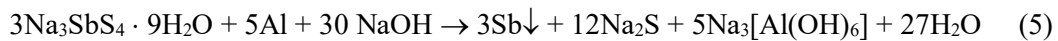
რომ გამოვრიცხოთ გოგირდწყალბადის წარმოქმნა და შესაბამისად გამოყოფაც, საჭიროა სარეაქციო მასას დავამატოთ მწვავე ნატრი ისეთი რაოდენობით, რომ რეაქცია წარიმართოს სრული სულფიდების წარმოქმნით:



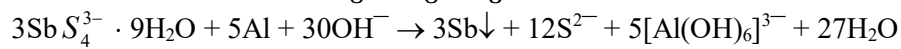
ცხადია, ტუტის გარკვეული ნაწილი დაიხარჯება ჰექსაჰიდროქსოალუმინატის(III) მისაღებად [6]:



ზემომოტანილი (1–4) ტოლობების შეჯამებით მივიღებთ ნატრიუმის ტეტრა-თიონათიონატის(V) ნონაჰიდრატისა და ნატრიუმის ტუტის წყალხსნარში ალუმინის გახსნის საბოლოო ტოლობას:



ანუ იონური ფორმით:



მოტანილი ტოლობებიდან ჩანს, რომ ტუტე, ძირითადად, იხარჯება ნატრიუმის ტეტრათიონათიონატის(V) აღდგენის პროდუქტების გარდაქმნაზე. დიდი მნიშვნელობა აქვს იმასაც, რომ ალუმინის დაჟანგვის პროდუქტები (რომელიც მას გარს ეკვრის თხელი აფსკის სახით) ოქსო— და ჰიდროქსონაერთები ძლიერ ტუტე გარემოში გადადიან სხნად ფორმაში, რითაც იძლევიან შესანიშნავ პირობას იმისა, რომ სურმის(V) აღდგენით მიღებულ იქნას მიზნობრივი პროდუქტი (ელემენტური სურმა) მაღალი გამოსავლიანობით.

როგორც დავრწმუნდით, სურმის(III,V) ქალკოგენწარმოების ჰიდროქსიდური ქცევა დიდად არის დამოკიდებული არა მხოლოდ გამოსავალი ნივთიერებების შედგენილობაზე, არამედ (და აშკარად გამოიკვეთა) მეორე მორიგაზე ნაერთზე, ამ უკანასკნელის უანგვა—აღდგენით თვისებაზე. სახელდობრ, სურმის(III) ქალკოგენიდები აქტიური დამჟანგავების მოქმედებით ადვილად გადადიან დაჟანგვის უმაღლესი ხარისხის შესატყვის ნაერთებში და, პირიქით, ასევე აქტიური აღმდგენლების მოქმედებით (როგორც მჟავა, ისე ტუტეგარემოში) სურმის(V) ნაერთები ადვილად აღდგებიან არსებობის ელემენტურ ფორმამდე და უფრო ღრმადაც კი—სტიბინამდე.

დაყენებული ამოცანის ტექნიკური გადაწყვეტის უკეთ გაგების მიზნით მოგვეყავს კონკრეტული მაგალითები.

ცდა 1. 50 მლ-იანი მიხეხილსაცობიანი ერლენმეიერის კოლბაში მოვათავსეთ 5,0 გ ნატრიუმის ტეტრათიონათიონატ(V)—ის ნონაჰიდრატი და 15 მლ გამოხდილი წყალი. სხნარს დავამატეთ 10,4 მლ 10 N მწვავე ნატრის სხნარი და 0,47 გ ალუმინის გრანულები. ოთახის ტემპერატურაზე ოთხსაათიანი მორევის შემდეგ აღმდგენი (Al) მნიშვნელოვნად გაიხსნა (ვიზუალურად). სარეაქციო მასა დავტოვეთ მთელი ღამე (თავდახურულად), მეორე დღეს კოლბის შიგთავსი გავფილტრეთ ინერტული აირის (Ar) გარემოში, ჯერ ჩავრეცხეთ კალიუმის ტუტით (რადგანაც სურმა(III,V)—ის ოქსიდები თითქმის არ იხსნება მწვავე ნატრში), შემდეგ—დისტილირებული წყლით და სპირტით. ნალექი გავაშრეთ ვაკუუმ-ექსიკატორში ფოსფორის პენტაოქსიდზე მუდმივი მასის მიღებამდე. მივიღეთ 1,16 გ ელემენტური სურმა, რაც თეორიულის 92,1%-ია, ხოლო მასში ძირითადი ნივთიერების შემცველობა 93,7%-ს აღწევს.

ცდა 2. ზემოაღწერილ პირობებში 10,0 გ აკუმპ4·9 2 , 20,8 მლ 10 N მწვავე ნატრისა და 0,95 გ ალუმინიდან მივიღეთ 2,38 გ სურმა ძირითადი მასის 94,8% შემცველობითა და მიზნობრივი პროდუქტის 94,3% გამოსავლიანობით.

ასეთივე შედეგები მიიღება სხვა ცდების დროსაც, ამიტომ მათი აღწერისაგან შეგნებულად თავს ვიკავებთ. თუმცა აღსანიშნავია, რომ მიზნობრივი პროდუქტის გამოსავლიანობა არ იზრდება ალმდგენის (Al) მასური წილის გაზრდის დროსაც კი, – ყველა შემთხვევაში მერყეობს 92–95%-ის საზღვრებში.

სურმა განსაზღვრულ იქნა ევინსის მეთოდით [7].

ამრიგად, დამუშავებულია მწვავე ნატრის გარემოში ნატრიუმის ტეტრათიოანტიმონატის(V) კონცენტრირებულ წყალხსნარსა და ალუმინის ურთიერთქმედებით ელემენტური სურმის მიღების ახალი ხერხი.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Неорганическая химия. Н. С. Ахметов. М.: Высшая школа, 1975.
2. Окислительные состояния элементов и их потенциалы в водных растворах. Перевод с английского. В. Латимер., М.: Изд. иностранной лит-ры, 1954, 396 С.
3. Общая химия, Н. Л. Глинка. 1983.
4. К. Дж. Рухая, М. И. Кикалишвили Р. Д. Гигаური. Продукты гидрохимического взаимодействия пентасульфида дисурьмы с едком натром. Хим. Журн. Грузии, 3(4), 305-307 (2003) С. 305-307.
5. Р.Д. Гигаური, К. Дж. Рухая, М. И. Кикалишвили, М. А. Гахутишвили, Н. З. Робакидзе. О продуктах окисления оксида сурьмы(III) элементарной серой в щелочной среде. Известия А Н Грузии, серия химическая, 2003 т. 29, №3-4 С. 305-309.
6. Неорганическая химия. Н. С. Ахметов. М.: Высшая школа, 1975.
7. Синтетические методы в области металлоорганических соединений мышьяка. Р. Х. Фрейдлина. М.-Л.: Изд. АН. СССР, 1945, С. 164.

HYDROCHEMICAL REDUCTION OF SODIUM TETRATHYOANTIMONATE (V) BY ALUMINUM IN ALKALINE MEDIUM (NaOH)

Kakha Rukhaia, Manuchar Chikovani
Caucasus Environmental NGO Network
Kutaisi A. Tsereteli State University

SUMMARY

A new method of obtaining elemental antimony has been developed by reacting concentrated aqueous solution of sodium tetrathyoantimonate (V) and aluminum in caustic soda media. It was shown that as a result of hydro-chemical conversion elemental antimony of significant yield and relatively high purity could be obtained.

ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТЕТРАТИОАНТОМОНАТА (V) НАТРИЯ АЛЮМИНИЕМ В ЩЕЛОЧНОЙ (NaOH) СРЕДЕ

Каха Рухая, Манучар Чиковани
Кавказская Сеть НПО по Защите Окружающей Среды (CENN)
Кутаисский Государственный Университет им. А. Церетели

РЕЗЮМЕ

Разработан новый метод получения элементарной сурьмы путем взаимодействия концентрированного водного раствора тетратиоантимоната натрия и алюминия в среде едкого натра. Показано, что в результате гидрохимического преобразования наблюдается значительный выход элементарной сурьмы довольно высокой чистоты.

არაორგანული ქიმია

კალიუმის ფსევდოჰიდროაცეტატის ზოგიერთი ქიმიური ბარდაქმნის შესწავლა

ა.დ.ჩუბინიძე, ნ.ო.ენდელაძე, ნ.ლ.ბრეგაძე

ქუთაისის აკაკი წერეთლის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

შესწავლილია კალიუმის ფსევდოჰიდროაცეტატის $H_2(CH_3COO)_3$ თერმული გარდაქმნები $30-195^{\circ}C$ -ის ტემპერატურულ ინტერვალში (გახურების სიჩქარით $5-12$ გრად/წთ). დადგენილია, რომ ნაერთის დაშლა მიმდინარეობს ორ საფეხურად ენდოთერმული ეფექტით: პირველ საფეხურზე ხდება გამოსავალი ნივთიერებიდან ერთი მოლეკულა ძმარმჟავას ჩამოცილება მონოსოლვატის წარმოქმნით. თერმოგრაფიკული გამოკვლევების საფუძველზე ფორმალური კინეტიკის მეთოდების გამოყენებით ჩატარებულია შესაბამისი პარამეტრების გამოთვლები.

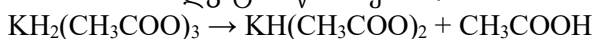
კალიუმის ფსევდოჰიდროაცეტატი – $KH_2(CH_3COO)_3$ ამ ტიპის მჟავა მარილების იმ იშვიათ წარმომადგენლებს მიეკუთვნება, რომელთა სტრუქტურაში დაფიქსირებულია აცეტატური მჟავური ფრაგმენტების სტრუქტურული გაერთიანება – ტრიმერი.

წინამდებარე სამუშაოში შესწავლილია კალიუმის ფსევდოჰიდროაცეტატის თერმული გარდაქმნა და გამოთქმულია ზოგიერთი მოსაზრება მიღებული შედეგების შესაბამისი სტრუქტურული კვლევის მონაცემებთან შედარების თვალსაზრისით.

კალიუმის ფსევდოჰიდროაცეტატის – $KH_2(CH_3COO)_3$ სინთეზირება მოვახდინეთ კალიუმის კარბონატისა და ცინულოვანი ძმარმჟავას ურთიერთქმედებით, როდესაც ეს უკანასკნელი აღებული იყო ჭარბად. სინთეზირებული კრისტალების ქიმიურ ანალიზს ვატარებდით წონითი მეთოდით ტეტრაფენილბორატული კომპლექსის ფორმში (კალიუმისათვის); აცეტატ-იონს ვტიტრავდით მწვავე ნატრის ხსნარით; სტანდარტული პროცედურის დაცვით ვიყენებდით კათიონიტ „KY-2“-ს. საკვლევი შენაერთში ნაპოვნია (მასური%) $K=17,6\%$; $CH_3COO^- - 81,7\%$.

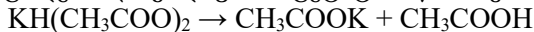
გამოთვლილია შესაბამისად: $K=17,9\%$; $CH_3COO^- - 82,1\%$.

კალიუმის ფსევდოჰიდროაცეტატი თერმულად არამდგრადია; ტემპერატურულ ინტერვალში: $30-115^{\circ}C$ მისი გახურებისას (სურ.1) $KH_2(CH_3COO)_3$ იშლება ენდოთერმული ეფექტით და $25,3\%$ მასის დანაკარგით, რასაც პასუხობს გამოსავალი ნივთიერებიდან ძმარმჟავას ერთი მოლეკულის ჩამოცილება შესაბამისი მონოსოლვატის წარმოქმნით:



(მასისთეორიულიდანაკარგიშეადგენს $27,5\%$).

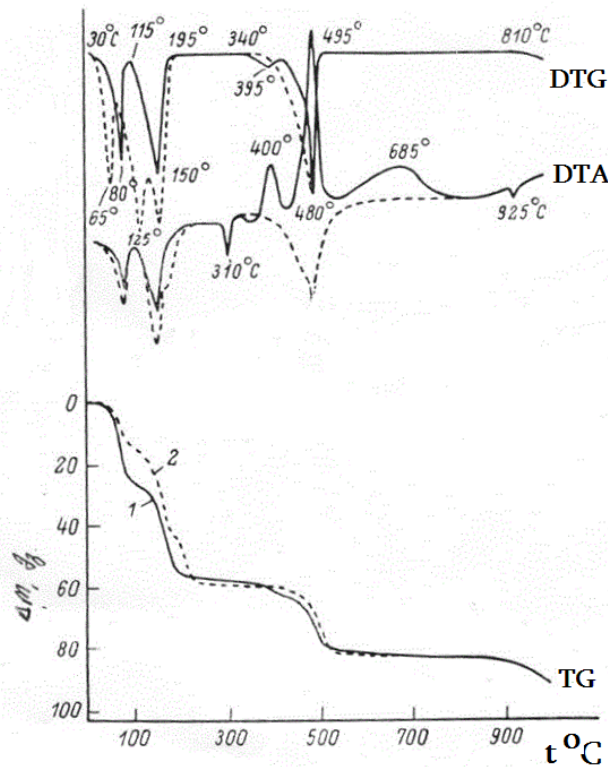
ფსევდოჰიდროაცეტატი, რომელსაც პირობითად შეიძლება ვუწოდოთ კალიუმის აცეტატის მონოსოლვატი, თერმულად ასევე არამდგრადია; მისი გახურებისას ტემპერატურულ ინტერვალში $115-195^{\circ}C$, ნაერთი იშლება ენდოთერმული ეფექტით. პროცესის მაქსიმალური სიჩქარე შეიმჩნევა $150^{\circ}C$, მასის დანაკარგი შეადგენს $27,2\%$, რასაც შეესაბამება ძმარმჟავას კიდევ ერთი მოლეკულის ჩამოცილება და კალიუმის აცეტატის წარმოქმნა (თეორიული დანაკარგი $27,5\%$):



აღვნიშნავთ, რომ იმ შემთხვევაში, როდესაც ნიმუშები ცხელდებოდნენ 10 გრადუსი/წუთზე უფრო მეტი სიჩქარით $H_2(CH_3COO)_3$ -ის დაშლა ტემპერატურულ ინტერვალში: $30-195^{\circ}C$, მიმდინარეობს არა ორ, არამედ სამ საფეხურად, რაც შესაძლებელია დაკავშირებული იყოს პროცესის დინამიურობის შეცვლის გამო დაშლის პროცესის გართულებასთან.

კალიუმის აცეტატე თერმულად მდგრადია $340^{\circ}C$ -მდე. ტემპერატურულ ინტერვალში $340-495^{\circ}C$ ნაერთი იშლება ორ საფეხურად, რასაც შეჯამებულად პასუხობს $13,1\%$ მასის დანაკარგი ეგზოთერმული ეფექტით 400 და $485^{\circ}C$ -ზე. ჭარბობიქმნება კალიუმის კარბონატი. ამ უკანასკნელი პროცესის საფეხურებრივი ხასიათი აიხსნება როგორც ჩანს, შუალედურ სტადიაზე კალიუმის ოქსალატის წარმოქმნით. ამასთან, CH_3COOK -ის თერმოდესტრუქციის პროდუქტები გაჭუჭყიანებულია თავისუფალი ნახშირბადით. ამდენად, ეგზოთერმული ეფექტი $685^{\circ}C$ -ზე შეიძლება აიხსნას ნახშირბადის დაჟანგვით. ინერტული გაზის არეში კალიუმის აცეტატის

კარბონატამდე დაშლის პროცესმა გადაწია უფრო მაღალ ტემპერატურულ არეში – ამასთან, მხოლოდ ენდოთერმული ეფექტით.



სურ. 1. $\text{KH}_2(\text{CH}_3\text{COO})_3$ -ის თერმოგრაფიკაჰაჰა ჰაერზე (1) და აზოტის ატმოსფეროში (2) 1000°C -დე გაზურებისას

თერმოგრაფიმეტრიული გამოკვლევების საფუძველზე და ფორმალური კინეტიკის მეთოდების გამოყენებით [1] გამოთვლილია აქტივაციის ენერგია, ენთალპია, და სიჩქარის მუდმივა კალიუმის ფსევდოპიროაცეტატის თერმული დაშლის ყველა საფეხურისათვის (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. აქტივაციის ენერგია, ენთალპია H და სიჩქარის მუდმივა k კალიუმის ფსევდოპიროაცეტატის თერმული გარდაქმნის ყველა საფეხურისათვის

კინეტიკური სტადია	ტემპერატურა $^\circ\text{C}$	E კკალ/მოლი	ΔH კკალ/მოლი	k
$\text{K}_2\text{H}_2(\text{CH}_3\text{COO})_3 \rightarrow \text{KH}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	30-115	17,1	12,3	$2,77 \cdot 10^{13} \exp(-8606/T)$
$\text{KH}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOK}$	115-195	21,5	15,4	$10,5 \cdot 10^{13} \exp(-10820/T)$
$\text{CH}_3\text{COOK} \rightarrow \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$	340-415	39,5	26,9	$76,8 \cdot 10^{13} \exp(-19879/T)$
$\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3$	415-495	63,8	45,2	$26,1 \cdot 10^{13} \exp(-32102/T)$
$\text{CH}_3\text{COOK} \xrightarrow{\text{N}_2} \text{K}_2\text{CO}_3$	370-505	27,3	23,7	$24,8 \cdot 10^{13} \exp(-13739/T)$

$\text{KH}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2$ -ის თერმული გარდაქმნის პროცესი შედარებით გამოსავალი ნაერთის - $\text{KH}_2(\text{CH}_3\text{COO})_3$ ანალოგიურ გარდაქმნასთან, ხასიათდება აქტივაციის ენერგიისა და ენთალპიის დიდი სიდიდით, რაც დაკავშირებულია მონოსოლვატის შედარებით მაღალ თერმულ მდგრადობასთან.

თერმოგრაფიმეტრიული გამოკვლევები ტარდებოდა დერივატოგრაფზე „MOM“ ჰაერზე და აზოტის ატმოსფეროში. გასაშრობად გამოყენებული იყო სილიკატული და კონცენტრირებული გოგირდმჟავა. გაზურების სიჩქარე შეადგენდა 5-12 გრად/წთ, ტემპერატურის გაზომვის სიზუსტე 5°C . შედარების ეტალონი – ალუმინის ოქსიდი. ნიმუშის წონაკი შეადგენდა 80-150 მგ-ს.

დასკვნები

კალიუმის ფსევდოჰიდროაცეტატის - $\text{KH}_2(\text{CH}_3\text{COO})_3$ თერმული გარდაქმნა შედარებით მრავალ პროდუქტიულია, ვიდრე ადრე შესწავლილი [2] ნატრიუმის და ბარიუმის ფსევდოჰიდროაცეტატების ანალოგიური პროცესი. ამასთან, მითითებული ფსევდოჰიდროაცეტატის დაშლა დაკავშირებულია მონოსოლვატის წარმოქმნასთან, რაც შესაბამისობაში ტრიმერული შემადგენლობის ნაერთის სტრუქტურულ თავისებურებასთან, რამდენადაც სათანადო კრისტალურ სტრუქტურაში დაფიქსირებულია ფრაგმენტი: $[\text{H}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Б.М. Нирша, А.А. Факеев, Г. Р. Аллахвердов, ЖНХ, 24,298,1979.
2. ა.დ.ჩუბინიძე, ნ.ო.ენდელაძე, ნ.ლ.ბრეგაძე. ზოგიერთი მეტალის ფსევდოჰიდროფორმიატის თერმული გარდაქმნები და სტრუქტურული გამოკვლევების შედეგების კორელაცია. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია, 2015, ტ. 41, №1-2, გვ. 16-18.

THE STUDY OF CHEMICAL TRANSFORMATION OF POTASSIUM PSEUDOHYDROACETATE

A.D.Chubinidze, N.O.Endeladze, N.L.Bregadze
Akaki Tsereteli Kutaisi State University

SUMMARY

Thermal transformations of potassium pseudohydroacetate of $\text{KH}_2(\text{CH}_3\text{COO})_3$ have been studied for temperatures 30 – 195°C under heating velocity of 5-12°C/min. It is established that decomposition of compound is endothermal two-stage reaction – at the first stage a molecule of acetic moves away from initial substance and monosulphate is obtained. Based on thermogravimetric investigations and using methods of formal kinetics, corresponding parameters are calculated.

ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕРМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ПСЕВДОГИДРОАЦЕТАТА КАЛИЯ

А.Д.Чубинидзе, Н.О.Енделадзе, Н.Л.Брегадзе
Кутаисский Государственный Университет им. А. Церетели

РЕЗЮМЕ

Изучены термические превращения псевдогидроацетата калия $\text{KH}_2(\text{CH}_3\text{COO})_3$ в интервале температур 30-115°C при скорости нагрева 5-12 град/мин. Установлено, что разложения соединения протекает в две ступени с отщеплением уксусной кислоты и образованием моносолевата. По данным термогравиметрического исследования и с использованием методов формальной кинетики, рассчитаны соответствующие параметры.

PHYSICAL CHEMISTRY

SYNTHESIS OF LTA ZEOLITE MATERIALS

V.Tsitsishvili, N.Dolaberidze, M.Alelishvili, M.Nijaradze, N.Mirdzveli

*Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry
of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, 0186, 31 Politkovskaia str., Tbilisi, Georgia*

The synthesis of **LTA** zeolite materials by hydrothermal transformation of natural Georgian clinoptilolite-heulandite treated by HCl water solution and suspended in NaOH solution was investigated. Products were characterized by SEM-EDS, XRD, and FTIR analyses. Investigation demonstrated that synthesis of zeolite materials with high aluminum content is possible in two steps: hydrothermal crystallization of natural zeolite firstly to the sodalite structure with Si/Al=1, followed by re-crystallization of sodalite in the NaA zeolite; morphology of crystallites generally depends on conditions of crystallization.

Introduction

Synthetic zeolite A or Linde Type A (UPAC chemical formula $[\text{Na}_{12}(\text{H}_2\text{O})_{27}]_8[\text{Al}_{12}\text{Si}_{12}\text{O}_{48}]_8$ -LTA [1]) firstly prepared in 1956, for a number of years is used as a builder in detergent powders and tablets for water softening by exchanging the Ca^{2+} ions for Na^+ ions. According to the last version the HERA Zeolite A risk assessment [2], “*the use of zeolite A in detergent products does not pose a risk to the environment*”. The investigations into the ecological and toxicological behavior of zeolite A were conducted with the cubic microcrystals having an optimized particle shape (rounded corners and edges) and an average particle diameter of 3.5 μm ; trace impurities consist of Fe_2O_3 and amorphous aluminosilicates.

The annual consumption of zeolites in the European detergent market is relatively constant at a level of 650,000 tons; synthetic zeolites are manufactured from SiO_2 - and Al_2O_3 -containing substances, NaOH is used as a source of exchanging ions. Developed before the year 2004 methods of the zeolite A preparation are listed in [1], but the publication of the new methods appear annually, so as to develop a simple and relatively cheap means of obtaining zeolite A remains valid today.

Experimental

Preparation of synthetic zeolite material was carried out using Georgian natural clinoptilolite-heulandite-containing rock from the Rkoni plot of Tedzami deposit [3] having chemical composition $(\text{Na}_{3.3}\text{K}_{1.15}\text{Ca}_{0.75}\text{Mg}_{0.25}[\text{Me}]_{0.55})(\text{Al}_{7.0}\text{Si}_{29.3}\text{O}_{72})\cdot 22.5\text{H}_2\text{O}$ (Me = Cu, Zn, Ba, Sc according to EDS data), characterized by X-ray diffraction pattern, IR spectrum, water adsorption capacity and thermal analysis data, and belonging to the Na,K,Ca,Mg-form of the HEU (UPAC chemical formula $[\text{Ca}_4(\text{H}_2\text{O})_{24}[\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}]]$) type natural zeolites.

Processing of raw in target material includes following steps:

Treatment of raw material & preparation of suspension. Clinoptilolite-heulandite-containing rock powder was treated at room temperature by 20% HCl water solution under stirring, washed by water before the complete disappearance of Cl^- ions, and dried in oven at 100-105°C; water suspension of treated material was prepared with the solid to liquid ratio of 1 : 3.

Gel formation. Prepared suspension was treated at room temperature by 10% NaOH water solution, solid to liquid ratio of 1 : 6, gel homogenization takes 30 minutes, details are given in [4]. General characteristics of target zeolitic material are in strong dependence on the chemical composition ($k\text{Na}_2\text{O}:\text{mSiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3:\text{nH}_2\text{O}$) of gel prepared for aging and crystallization: the $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratio determines the type of microporous structure to be produced, and application of sodium hydroxide gives possibility to prepare nearly monocationic sodium forms; water content generally is rather high to ensure suitable physical properties (viscosity, etc.) for crystallization process, but water molecules are compulsory units to built zeolite structure and play a significant role.

Gel aging. Generally the process of gel aging at room temperature and without application of seed crystals takes several days, details are described in [5].

Crystallization. Crystallization of aged gel was carried out in the Teflon flasks at different temperatures up to 110°C, duration of the process – up to 90 hours; at the first stage the sodalite (**SOD**) structure is produced, and after its re-crystallization the target structure is obtained: **HEU** → **SOD** → **LTA**. Both temperature and duration affect to crystalline sizes – low temperature prolonged synthesis gives high

quality large crystals, high temperature fast crystallization is a way to produce “nano-zeolites” and their fibrous aggregates.

Separation and cleaning. Separation of produced crystalline material was carried out by filtration of mother solution, solid material was cleaned by water until pH 8.0-8.5, and dried at 90-100°C.

Chemical composition of prepared samples (Table 1) was determined by elemental analyses carried out using a Spectromom 381L plasma spectrometer and a Perkin-Elmer 300 atomic absorption spectrometer, as well as by energy dispersive X-ray (EDS) analysis. X-ray powder diffraction patterns were obtained from a DRON-4 diffractometer, employing the Cu-K α line and scanning at 1° per minute, FTIR spectra in the wavenumber range 4000-400 cm $^{-1}$ were recorded on the Perkin-Elmer FTIR spectrometer (version 10.4.2) using the KBr pellet technique for sample preparation, SEM images were obtained by using Jeol JSM6510LV scanning electron microscope (parameters are given on figures) equipped with Oxford Instruments X-Max 20 analyzer for EDS. Water adsorption capacity was measured under static conditions (p/p $_s$ =0.40, 20°C).

Table 1. Chemical composition of prepared materials compared with UPAC chemical formula

Sample	Chemical composition	UPAC chemical formula
Synthetic sodalite	(Na $_{4.5}$ K $_{0.6}$ Ca $_{0.25}$ Mg $_{0.1}$)(Al $_{5.8}$ Si $_{6.4}$ O $_{24}$)5.92H $_2$ O	[Na $_8$ Cl $_2$] [Al $_6$ Si $_6$ O $_{24}$]- SOD
Synthetic NaA	(Na $_{10.2}$ K $_{0.4}$ Ca $_{0.1}$ Mg $_{0.3}$)(Al $_{11.4}$ Si $_{12.0}$ O $_{48}$)24.3H $_2$ O	[Na $_{12}$ (H $_2$ O) $_{27}$] $_8$ [Al $_{12}$ Si $_{12}$ O $_{48}$] $_8$ - LTA

Results & discussion

Chemical composition of prepared materials is in a good accordance with corresponding chemical formula with the exception of small “lack” of the Al atoms in the frame; prepared materials are nearly pure Na-forms, in several EDS spectra traces of Cu and Zn have been observed, Ba and Sc are removed in full.

X-Ray Diffraction. XRD patterns of LTA samples have been compared (fig. 1, table 1) with calculated ones taken from the IZA database of zeolite structures [6].

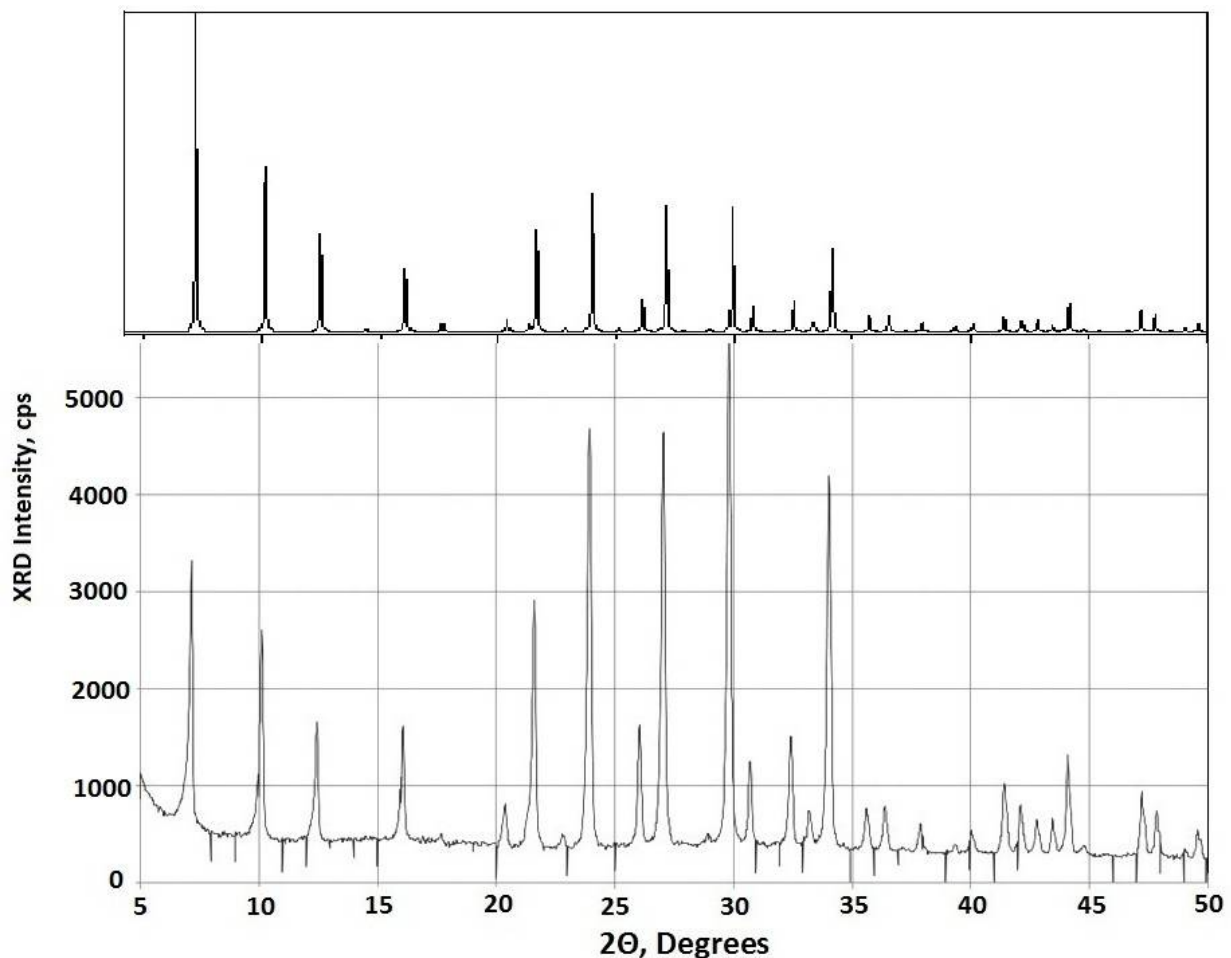


Fig. 1. LTA XRD patterns

Table 2. LTA calculated XRD pattern (peaks over $0.09I_{\max}$) compared with experimental

hkl	Calculated			Experimental	
	2 Θ , degree	d, Å	I, % I_{\max}	2 Θ , degree	I, % I_{\max}
200	7.178	12.3050	100.00	7.2	100
220	10.158	8.7009	51.31	10.1	78
222	12.449	7.1043	31.82	12.4	44
420	16.093	5.5030	20.30	16.2	42
600	21.648	4.1017	10.62	21.1	18
442			22.78	21.8	93
622	23.965	3.7101	44.34	24.0	1.56
640	26.089	3.4128	10.11	26.0	42
642	27.092	3.2886	41.01	26.9	1.50
820	29.915	2.9844	19.92	29.9	1.93
644			19.70		
840	32.315	2.7515	9.34	32.9	45
664	34.149	2.6234	27.06	34.2	1.20

Experimental XRD pattern has the same peculiarities mentioned in [7,8]: high intensity peaks at $2\Theta = 7^\circ$ and 10° , as well as at $2\Theta = 24, 27, 30,$ and 34° . With the molar ratio Si/Al nearly equal to one, kaolin is considered as an ideal raw material for preparing NaA zeolite [9 and references therein], but LTA materials prepared from natural kaoline contain quartz (strong peak at $2\Theta = 26.63^\circ$) and the SOD type zeolite (characteristic peaks at $2\Theta = 14.14^\circ$ (0.53), 24.62° (1.00), 31.96° (0.98), and 35.1° (0.78)) as impurities, not observed in XRD patterns of samples obtained by re-crystallization of SOD produced from HEU. No improvement in crystallinity like noted in [9] for high-silica zeolite A sample treated for five minutes with 12.5% NaOH solution at room temperature has been observed.

Developed zeolitic crystal microporous structure in synthesized samples has been confirmed also by comparatively high averaged value of (7.60 mmole/g) of water adsorption capacity under static conditions at the “plateau” pressure.

FTIR. Assignment of the main bands in mid infrared was made according to [10] distinguishing external and internal asymmetrical (ν_{asym}) and symmetrical (ν_{sym}) stretch vibrations of the TO_4 tetrahedra (T = Si or Al), results are given in the table 3.

Table 3. Peak positions in infrared spectra of LTA and their assignment

Measured peak position in cm^{-1}		Assignment
3467	Broad	Asymmetric stretching of OH group
1510 – 1260	Peaks & Shoulders	Bending vibration of bridging –OH–O–
1190	Shoulder	Internal ν_{asym}
1008	Broad	External ν_{asym}
750	Shoulder	External ν_{sym}
704	Shoulder	Internal ν_{sym}
663		
552		Double ring vibration
465		T-O bend vibration

SEM images show crystalline morphology of obtained samples, for the sodium form NaA (figure 2) they testify the possibility of obtaining both micrometric (average diameter 2 μm) and nanoscale crystallites depending on the crystallization rate and other parameters; selection of conditions makes possible to prepare samples from fairly narrow distribution of the crystallite sizes.

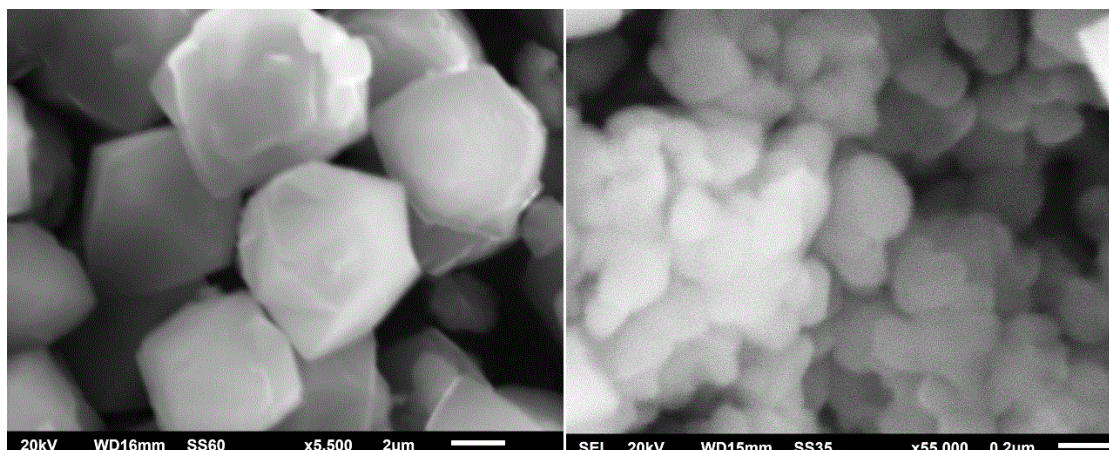


Fig. 2. NaA micro (left) and nano (right) crystals

The proposed method is based on the use of natural silica-alumina raw materials and inexpensive reagents (HCl, NaOH), it is characterized by the relative rapidity and low energy expenditures.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Ch.Baerlocher, L.B.McCucker, D.H.Olson. Atlas of Zeolite Framework Types. Sixth revised Edition, 2007, p. 218-219.
2. Human & Environmental Risk Assessment on ingredients of European households cleaning products. Zeolite A. Version 3.0. January, 2004.
3. V.Tsitsishvili, N.Dolaberidze, M.Alelishvili, G.Tsintskaladze, G.Sturua, D.Chipashvili, M.Nijaradze, N.Khazaradze. Adsorption and Thermal Properties of Zeolitic Rocks from Newly Investigated Deposit Plots in Georgia. Georgian Eng. News, 1998, No 2(6), p. 61-65.
4. V.Tsitsishvili, N.Dolaberidze, N.Mirdzveli, M.Alelishvili, N.Nijaradze, M.Suladze. Chemical Preparation of Nano-Sized Zeolite Materials. Study of Pre-Crystallization Processes. Proc. Georgian Nat. Acad. Sci., chem. ser., 2009, v. 35, No 2, p.197-200.
5. N.M.Dolaberidze, V.G.Tsitsishvili, N.A.Mirdzveli, M.O.Nijaradze, M.V.Alelishvili. Hydrothermal transformation of clinoptilolite to obtain fine-dispersed zeolite materials. In "Actual Problems of Adsorption Theory, Porosity and Selectivity", Materials of 2nd All-Russian Conference with International Participation, Moscow, 2015, p. 91.
6. Database of Zeolite Structures of the International Zeolite Association (<http://www.iza-structure.org/>)
7. A.Shoumkova, V.Stoyanova. SEM-EDX and XRD characterization of zeolite NaA, synthesized from rice husk and aluminium scrap by different procedures for preparation of the initial hydrogel. Journal of Porous Materials, 2013, v. 20, No 1, p. 249-255.
8. M.Gougazeh, J.-Ch.Buhl. Synthesis and characterization of zeolite A by hydrothermal transformation of natural Jordanian kaolin. Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences, 2014, v. 15, p. 35-42.
9. G.T.Kokotailo, C.A.Fyfe. Zeolite structure analysis with powder X-ray diffraction and solid-state NMR techniques. The Rigaku Journal, 1995, v. 12, No 1, p. 3-10.
10. E.M.Flanigen, H.Khatami, H.A.Seymenski. Characterization of zeolitic materials by IR spectroscopy. Adv. Chemistry Series, 101 (Editors E.M.Flanigen, L.B.Sand), American Chemical Society, Washington, 1971, p. 201-228.

LTA ტიპის ცეოლითური მასალების სინთეზი

ვ.ციციშვილი, ნ.დოლაბერიძე, მ.ალელიშვილი, მ.ნიჟარაძე, ნ.მირძველი
*ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
 პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი
 საქართველო, თბილისი 0186, ა.პოლიტკოვსკაიას ქ. 31*

რეზიუმე

შესწავლილია LTA ტიპის ცეოლითური მასალების სინთეზის პროცესები საქართველოს ბუნებრივი ჰეილანდიტ-კლინოპტილოლიტის ჰიდროთერმული გარდაქმნის გზით, მისი წინასწარი მჟავური დამუშავებისა და ტუტე ხსნარში სუსპენდირების შემდეგ. მიღებული პროდუქტები დახასიათებულია მასკანირებელი ელექტრონილი მიკროსკოპიის, რენტგენული დიფრაქტომეტრიისა და ფურიე-ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდით. ნაჩვენებია, რომ ალუმინის მაღალი შემცველობის ცეოლითური მასალების დასამზადებლად საჭიროა ჯერ Si/Al=1 მქონე სოდალიტის მიღება, რომელს შემდგომ უნდა გადაკრისტალდეს მიზნობრივი პროდუქტის მიღებით; კრისტალიტების მორფოლოგია და ზომები ძირითადად განისაზღვრება კრისტალიზაციის პირობებით.

СИНТЕЗ ЦЕОЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ТИПА LTA

В.Г.Цицишвили, Н.М.Долаберидзе, М.В.Алелишвили, М.О.Нижарадзе, Н.А.Мирдзвели
*Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили Тбилисского государственного
 университета им. И.Джавახишвили, 0186, ул. А.Политковской 31, Тбилиси, Грузия*

РЕЗЮМЕ

Исследован синтез цеолитных материалов типа LTA путем гидротермального превращения грузинского природного клиноптилолит-гейландита, обработанного соляной кислотой и суспендированного в щелочном растворе. Полученные продукты охарактеризованы методами сканирующей электронной микроскопии, рентгеновской диффрактометрии и Фурье-ИК-спектрального анализа. Показано, что для приготовления цеолитов типа А со сравнительно высоким содержанием алюминия сперва требуется получение содалитовой структуры с Si/Al=1, которая затем перекристаллизуется в целевой продукт; морфология и размеры кристаллитов в основном определяются условиями кристаллизации.

НОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕНОСА ПРОТОНА В НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЯХ

(Перспективы фемтохимии)

Дж.Кереселидзе, М.Квараия*, Г.Микучадзе

Тбилисский государственный университет имени И. Джавахишвили

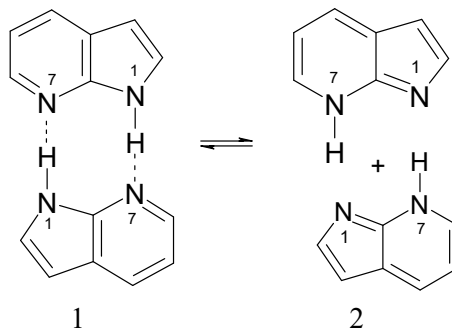
*Сухумский государственный университет

Описаны новые модели переноса протона в некоторых химических и биохимических реакциях. На основании квантово-химических расчётов энергетических, структурных и электронных характеристик методом теории функционала плотности (ТФП) предложены циклически-димерные, циклически-пентамерные и стекинговые механизмы переноса протона в исследуемых молекулярных системах,

Перенос протона является одной из важнейших стадий химических и биохимических реакций. В частности, таутомерные превращения органических соединений, мутационные процессы в ДНК, а также образование пептидной связи управляются переносом протонов между реагирующими соединениями. Количественное описание этих процессов зависит от установления механизмов переноса протона, что часто связано с структурными трудностями, преодоление которых возможно такими современными физическими методами, как молекулярная спектроскопия, молекулярная механика, квантовая химия и фемтохимия. Это последняя, за создание которой Ахмед Зевайл был удостоен Нобелевской премии 1999 года, является уникальным методом региоселективного возбуждения сложных органических молекул, с целью осуществления целенаправленного органического синтеза. Для наглядности можно привести работу Зевайла, которая касается 1Н-7Н переносу протона в димере 7-азаиндола [1], а также обзорную статью русских авторов [2]. Известно, что период колебания N-H группы

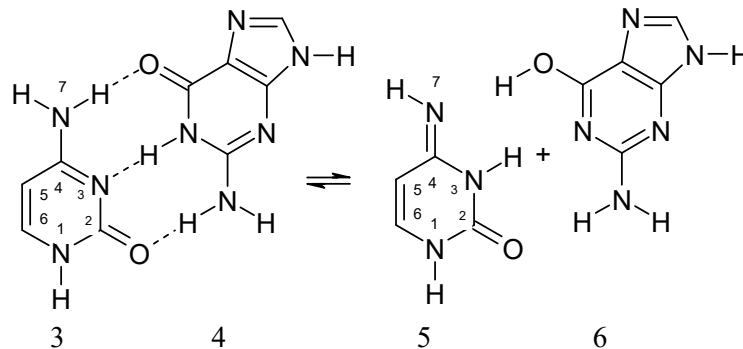
$$\tau_{\text{NH}} = \lambda/c = 3000 \text{ нм} / 3 \cdot 10^8 \text{ м/сек} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ м} / 3 \cdot 10^8 \text{ м/сек} = 10^{-14} \text{ сек} = 10 \cdot 10^{-15} \text{ сек} = 10 \text{ фсек} \\ (\text{1 фемто} = 10^{-15}),$$

где 3000 нм есть длина волны полосы поглощения в инфракрасном спектре валентного колебания N-H группы (волновое число = 3300 см^{-1}). Следовательно, N-H группа одно колебание совершает за 10 фемтосекунд. Зевайлу удалось эту фантастически малую величину промежутки времени измерить экспериментально [2]. Он использовал процесс возбуждения и зондирования N-H группы. Кванты, частота которых равняется частоте валентного колебания N-H группы вызывают её возбуждение, в результате чего в инфракрасном спектре появляется соответствующая полоса поглощения (3300 см^{-1}). За этот промежуток времени N-H группа возвращается на энергетическом уровне основного состояния и процесс повторяется. Смысл зондирования состоит в том, что до возвращения молекулярной системы на уровне основного состояния на неё падают кванты, которые от предыдущего отстают на половину фазы их колебания и вызывают зондирование (разрыв) химической связи, не давая возвращаться в основном состоянии.



Разделение одного кванта на возбуждающие и зондирующие составляющие Зевайлу удалось с использованием явлений интерференции и когерентности поглощенного излучения [2]. Открытие Зевайлом фемтосекундные процессы стало началом нового направления естественной науки -

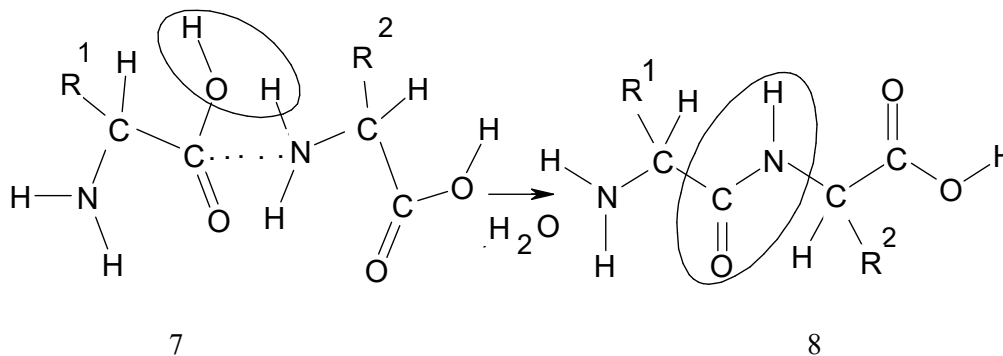
ფემტოქიმია. რეგიოსელექტიურმა აღგზნებამ და ზონდირებამ ფემტოსეკუნდური კვანთებით შეიძლება მიზანმიმართულად რეალიზდეს პრაქტიკულად ნებისმიერი ქიმიური და ბიოქიმიური სინთეზი. კერძოდ, დიმერულ აზაინდოლში 1H-7H-ს შორის მოლეკულარული პროტონის ტრანსფერი რეალიზდეს ფემტოსეკუნდური ზონდირებით. ადრეულ ნაშრომებში აღნიშნული იყო, რომ პროტონის ტრანსფერი კეტო-ენოლურ ტაუტომერულ გარდაქმნის დროს შეიძლება რეალიზდეს ინტრამოლეკულარული მექანიზმით [3,4]. აცეტოფენონისა და გიდრაზონის შემთხვევაში ინფრარკონი სპექტრომეტრიისა და კვანთოვი ქიმია ჩვენმა ჯგუფმა აჩვენა პროტონის ტრანსფერის შესაძლებლობა ინტრამოლეკულარული მექანიზმით [5,6]. ეს მექანიზმი რეალიზდეს ასევე პროტონის ტრანსფერის დროს 2-პირიდონში, ენოლური ფორმის წარმოქმნის დროს [7,8]. უფრო გვიან ციკლიკური-დიმერული მექანიზმი გამოიყენა 1H-7H-ს შორის პროტონის ტრანსფერის რეალიზებისთვის 7-აზაინდოლში [9] და პირიმიდინული წარმოადებისთვის [10]. ბუნებრივი მაგალითი ციკლიკური-დიმერული მექანიზმისაა პროტონების ტრანსფერი კომპლემენტარული ნუკლეოტიდული ფუძეების დნკ-ში. პროტონების ტრანსფერის დროს ციტოზინი (3) და გუანინი (4) შეიძლება შექმნიდეს იმინური (5) და ენოლური (6) რარე ტაუტომერები. ეს პროცესი შეიძლება გამოიწვიოს რარე მუტაციის წარმოქმნა ანუ ერთი მონონუკლეოტიდული რგოლის წარმოქმნა. ლევიდინის თანახმად მუტაციის სიხშირე უნდა განისაზღვრდეს რარე ტაუტომერული ფორმების კონცენტრაციების წარმოქმნის მიხედვით [11]. თუმცა რარე ტაუტომერული ფორმების კონცენტრაციების განსაზღვრა რთულია ექსპერიმენტული მეთოდებით. ამიტომ ჩვენმა ჯგუფმა შეიმუშავა ლაქამ-ლაქტიმური $K_T(LL)$ და ამინ-იმინური $K_T(AI)$ ბალანსის კონსტანტების განსაზღვრა [12], სადა K_T გამოხატულია რიგის რეაქციების და წარმოქმნილი ბმების, მონაწილეობის პროცესში პროტონების ტრანსფერის.



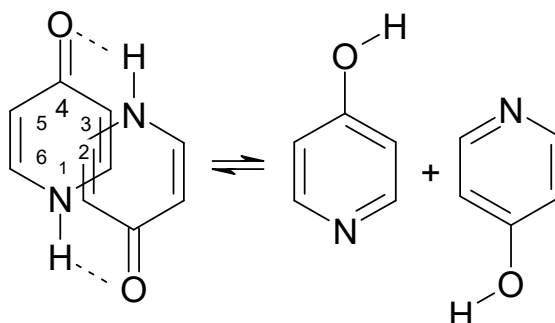
$$v_m = K_T(LL)K_T(AI)$$

$$K_T = \frac{P_{NH}(1)P_{NH}(2)[P_{CO}(1)P_{CN}(2) - P_{CO}(2)P_{CN}(1)]}{P_{CN}(1)P_{CN}(2)[P_{NH}(1)P_{OH}(2) - P_{NH}(2)P_{OH}(1)]}$$

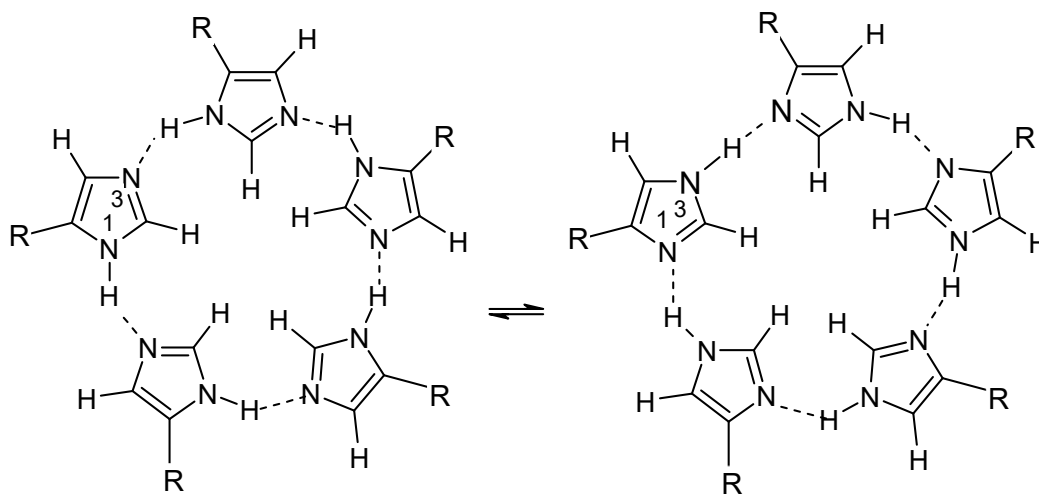
პროტონის ტრანსფერი ორ აμιнокისლოტას შორის მნიშვნელოვან როლს თამაშობს პეპტიდური ბმის წარმოქმნის დროს. კვანთო-ქიმიური მეთოდით ფუნქციონალური სიმკვრივის თეორია (ტფთ) [13] ჩვენმა ჯგუფმა აღწერა ინდუქციური და სტერიკური გავლენის როლი რ-ჯგუფის პროტონის ტრანსფერის პროცესში. კერძოდ, აჩვენდა, რომ პეპტიდური ბმის წარმოქმნის მიხედვით რ-ჯგუფის მნიშვნელობა მცირდება და რ-ჯგუფის სიგრძე CO და NH ბმების (P_{CO} და P_{NH}; R_{CO} და R_{NH}), და ასევე მცირდება აქტივაციის ენერჯია (ΔE[#]) [14].



Известно, в 4-пиридоне имеет место перенос протона в пара-положение, однако механизм этого процесса не был установлен. Нами была построена одностадийная стекингвая модель 1Н-4Н переноса протона в 4-пиридоне [15].



Для количественного описания этого процесса с помощью квантово-химического метода теории функционала плотности (ТФП) энергии активации (ΔE^\ddagger), энергия реакции (ΔE) и аутомерной константы равновесия (K_T) была рассчитана. Результаты расчетов показали, что значения энергетических и кинетических характеристик, с точки зрения химических реакций, изменяется в разумных пределах, что позволяет сделать вывод в пользу компетентности предлагаемого стекингвого механизма 1Н-4Н переноса протона в производных пиридина. Это новый одноступенчатый синхронный и уникальный механизм 1Н-4Н переноса протона.



1Н-3Н перенос протона в имидазоле часто встречается как в химических, так и биохимических реакциях. Были предложены внутри- и межмолекулярные механизмы этих процессов [12]. Мы предлагаем циклически-пентамерный механизм для 1Н-3Н передачи протонов в производных имидазола [16]. Энергия активации (ΔE^\ddagger) и энергия реакции (ΔE) переноса протона, а также порядки связей (P_{NH}) и ($P_{N \dots H}$) были вычислены методом теории функций плотности (DFT). Показано, что перенос протона энергетически более выгодно в нитроимидазола. Это можно объяснить высоким электроакцепторным свойством нитрогруппы, которая расябляет N-H связь и способствует переносу протона к соседнему атому азота через водородную связь. Значения ΔE^\ddagger и ΔE с точки зрения химических превращений изменяются в довольно разумных пределах, что говорит о компетенции предлагаемого циклически - пентамерной модели. Это новый неионные и олигомерные циклическая модель, где 1Н-3Н перенос протона осуществляется в одну стадию.

Перенос протонов в предложенных моделях, аналогично 7-азаиндола, могут быть реализованы инфракрасным облучением фемтосекундной частоты.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. A.Douhal, S.K. Kim, A. Zevail, Nature (London) 1995, 378, 260.
2. О.М. Саркисов, С.Я. Уманский, Успехи химии, 2001, 70, 515.
3. W.J. Bouma, D. Poppinger, L. Radom, J. Am. Chem. Soc., 1997, 99, 6443.
4. J. Andres, L.R. Domingo, M.T. Picher, V.S. Safont, Int. J. Quent. Chem, 1998, 66, 9.
5. Дж.А. Кереселидзе, Ж. Физ. Химии, 1998, 72, 144.
6. J.A. Kereselidze, Chem. Heter. Chem., 1999, 35, 666.
7. J.A. Kereselidze, and T.Sh. Zarqua, Chem. Heter. Chem., 2000, 10, 1161.
8. I.Alkorta, and J. Elguero, J. Org. Chem., 2002, 67, 1515.
9. J.A. Kereselidze, Z.V. Pachulia, T.Sh. Zarqua, Chem.Heter.Chem., 2006, 42, 918.
10. J.A. Kereselidze, Z.V. Pachulia, T.Sh. Zarqua, Chem. Heter. Chem., 2009, 6, 680.
11. P. Löwdin, Adv. Quant. Chem., 1976, 2, 213.
12. Дж. Кереселидзе, Т.Ш. Заркуа, Т.Дж. Кикалишвили, Э.Дж. Чургулия, М.С. Макаридзе. Успехи химии, 2002, 71, 1120.
13. Kohn W, Becke A, Parr R. J. Phys. Chem. 1996, 100, 12974.
14. J. Kereselidze, M. Kvaraia, G. Mikuchadze, Comput. Mol. Biosci., 2014, 4, 35.
15. J. Kereselidze, M. Kvaraia, and G. Mikuchadze, J. Phys. Theor. Chem., 2015, 12, 277.
16. Kereselidze J., Kvaraia M. and Mikuchadze G. Res. J. Chem. Sci., 2015, 5, 1.

ზოგიერთ ქიმიურ და ბიოქიმიურ რეაქციებში პროტონის გადატანის ახალი მექანიზმები

ჯუმბერ კერესელიძე, მარინე კვარაია*, გიორგი მიკუჩაძე
ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
*სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

რეზიუმე

აღწერილია ზოგიერთ ქიმიურ და ბიოქიმიურ რეაქციებში პროტონის გადატანის ახალი მოდელები. ენერგეტიკული, სტრუქტურული და ელექტრონული მახასიათებლების კვანტურ-ქიმიური გამოთვლების საფუძველზე შემოთავაზებულია ზოგიერთ მოლეკულურ სისტემებში პროტონის გადატანის ციკლურ-დიმერული, ციკლურ-პენტამერული და სტეკინგური მექანიზმები.

**NEW MECHANISMS OF A PROTON TRANSFER
IN SOME CHEMICAL AND BIOCHEMICAL REACTIONS**

Jumber Kereselidze, Marine Kvaraia*, Giorgi Mikuchadze

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

**Suchumi State University*

SUMMARY

The new model of proton transfer in some chemical and biochemical reactions was described. On the basis of quantum-chemical calculations of energetic, structural and electronic characteristics cyclic-dimeric, cyclic-pentameric and stacking mechanisms of proton transfer in studied molecular systems have been suggested.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ПОЛУЧЕНИЕ ИОНООБМЕННЫХ ФОРМ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ ТИПА А,
СТРОЕНИЕ И ИХ АДСОРБЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Л.Н.Квитковский, Л.А.Катренко, Т.Н.Кордзахия*, В.Г.Цицишвили*, Н.А.Кахидзе**

Национальный университет «Львовская нанотехнология», ул. Степана Бандеры 12, 79013, Львов,
Украина, E-mail: kwitkowskyj@gmail.com; lubowkatrenkoma@gmail.com

*Тбилисский государственный университет им. Ив.Джавахишвили; Институт физической и
органической химии им. П.Г.Меликишвили, ул.Политковской 31, 0186 Тбилиси, Грузия, E-mail:
tkordzaxia@rambler.ru; v.tsitsishvili@gmail.com

**Кутаисский государственный университет им.Акаки Церетели, ул. Тамар Мефе 59, 4600,
Кутаиси, Грузия, E-mail: nino.kakhidze@gmail.com

Изучено равновесие ионного обмена в цеолите NaA катиона Na^+ на катионы Li^+ , K^+ , Ca^{++} и K^+ на Ca^{++} , определены коэффициенты пропорциональности. Используя их в однократном режиме, получены образцы частично замещенных ионообменных форм в кратном отношении к катионам, приписанным к району проходных окон. Рентгеноструктурным методом определены параметры решеток термографическим методом – термическая стойкость. Установлено, что калий практически не влияет на параметр решетки (увеличивает на 0.1%) и увеличивает на 155 К температуру начала экзотермического пика. Методом шупа, используя одноатомные инертные газы, в динамическом режиме определены размеры проходных окон. Замена Na^+ на Li^+ уменьшает размер проходного окна от 0,464 нм до 0,400 нм; Na^+ на K^+ до 0,304 нм; Na^+ на 25% Ca^{++} до 0,544 нм. При этом дискретности замены ионообменных катионов нет, все они энергетически одинаковы. Большинство характеристик ионообменных форм цеолита А не укладывается в принятую модель элементарной ячейки. Повидимому, ионообменный катион является составной частью алюминиевокислородного тетраэдра и формирует основную структурную единицу, из которой строится кристаллическая структура синтетического цеолита. Уточнение места расположения ионообменного катиона очень важно при разработке разных каталитических систем, что позволит распределить каталитически активный металлический элемент по объему и поверхности до молекулы оксида или даже иона. Изучена адсорбция инертных газов и показано, что при приближении кинетического размера молекул до размера проходного окна резко возрастает емкость и понижается скорость заполнения адсорбционного объема. Проведено определение кинетического диаметра нешароподобных газов в зависимости от температуры и сравнение их с кинетическими диаметрами, полученными из вязкости или коэффициента диффузии. Показано, что они значительно отличаются: для метана примерно на 0,05 нм, этана на 0,15 нм, этилена на 0,13 нм и ацетилен на 0,14 нм.

В 1925 году Вейгелем и Штайнгофом было обнаружено, что минерал шабазит способен поглощать вещества только малых размеров. В природе минералы семейства цеолитовых встречаются редко к тому же в смеси с другими минералами. Поэтому данное сообщение не вызвало должного внимания. Баррер предположил, что адсорбенты цеолитового типа могут найти широкое применение в промышленности тогда, когда будет разработан метод их искусственного получения [1]. В пятидесятых годах появился ряд сообщений о синтезе и свойствах нового вида адсорбентов – кристаллических алюмосиликатов, впоследствии названных молекулярными ситами. Выпуск промышленной партии синтетических цеолитов фирмой Линде (США) и патентное описание технологии их получения появилось в 1959 году [2]. Примерно в то же время И.Е. Неймарком в ИФХ АН УССР было опубликовано сообщение о более простом методе синтеза цеолитов [3]. После этого в научной общественности разразился настоящий цеолитовый бум и при отделении ХН АН СССР была организована Координирующая комиссия по цеолитам [4] под руководством акад. М.М. Дубинина. В мае 1961 года было созвано широкое совещание представителей тех организаций, которые занимались синтезом, изучением строения и адсорбционных свойств цеолитов. После всестороннего обсуждения была предложена пространственная модель элементарной ячейки кубической формы кристаллов синтетических цеолитов типа А и X [4]. Исходным элементом для построения такой сложной структуры выступают алюминиевокислородные (AlO_4) и кремниевокислородные (SiO_4) тетраэдры. Минимальное число тетраэдров (три) образует кольцо, а затем восемь таких колец объединяется в

объемную структуру шароподобной формы – кубооктаэдр, внутри которого имеется шарообразное пространство диаметром 0,66 нм и объемом 0,15 нм³. Кубооктаэдр выступает как основная структурная единица многих типов синтетических цеолитов. Так как алюминий трехвалентный, то его тетраэдр имеет некомпенсированную отрицательную валентность. Для ее компенсации автоматически используется ион натрия, который присутствует в реакционном растворе при синтезе цеолитов.

Кубооктаэдры объединяются в пространственную структуру, тип которой зависит от соотношения в них ионов Al³⁺ и Si⁴⁺. Элементарная ячейка простейшего структурного типа А состоит из одного кубооктаэдра 12Na₁₂Al₁₂Si₄₈O₉₆, фактически это 8 восьмушек октаэдра, расположенных в вершинах куба, объединенных кислородными мостиками. При этом образуется пространство, называемое большой полостью, которое соединяется с такими же пространствами смежных элементарных ячеек через 6 проходных окон размером 0,42 нм. Диаметр большой полости равен 1,14 нм, а объем 0,77 нм³. В данной модели ионы Na⁺ располагающиеся в области проходных окон, являются подвижными и могут быть заменены другими одно- и двухвалентными катионами. Размер обменного катиона определяет размер проходного окна. Таких катионов в окне четыре.

Первые эксперименты по получению образцов цеолита типа А разных ионообменных форм показали не соответствие данных эксперимента предлагаемой модели элементарной ячейки. Так, при замене иона натрия с диаметром 0,1012 нм на ион калия диаметром 0,1341 нм, размер проходного окна уменьшается с 0,420 нм до 0,305 нм. Вместе с тем, при замене иона натрия на ион лития с размером 0,757 нм проходное окно должно было бы увеличиться, а оно уменьшилось до 0,400 нм.

При использовании цеолитов для разделения многокомпонентных систем, для осушки, очистки и др. достаточно знать размер проходного окна. Но для создания новых образцов цеолитов с нужными свойствами и, в особенности, когда цеолиты используются в различных процессах как катализаторы или носители в каталитических системах, местоположение ионообменного катиона в элементарной ячейке, а особенно в кубооктаэдре, имеет особое значение. Кубооктаэдр является основной структурной единицей в цеолитах других типов, таких как X, Y, L и др.

Проведено исследование, с целью выяснения соответствия свойств принятой модели элементарной ячейки цеолита типа А. Сначала необходимо было выяснить наличие стабильного равновесия между ионообменными катионами в цеолите и равновесном растворе [5]. Было замечено, что такое равновесие существует, но на него влияет ряд факторов, таких как pH раствора, общая концентрация раствора, температура. При замене Na⁺ на Li⁺ в цеолите NaA наблюдается некоторый оптимальный режим.

Количественное равновесие между составом равновесного раствора и ионообменными катионами в цеолите позволяет получить образцы с заранее заданной степенью ионного обмена. Таким образом были получены образцы частично замещенных ионообменных форм в кратном отношении к катионам, имеющимся в районе проходного окна в соответствии с принятой пространственной моделью элементарной ячейки. Рентгеноструктурный анализ полученных ионообменных форм цеолита типа А показал, что они имеют кубическую форму элементарной ячейки с параметрами решетки 1,2278 + - 0,0008 нм (ребро куба). При замене иона натрия на литий с размером иона на 20 % меньше, чем у натрия, параметр решетки уменьшается примерно на 2,1%. Тогда как замена иона натрия на калий, у которого размер иона на 32% больше, чем у натрия, параметр решетки увеличивается всего на 0,1%. Замена натрия на кальций не меняет параметр решетки, но при замене калия на кальций - наблюдается некоторое его увеличение (0,5%).

Термографический анализ полученных ионообменных форм цеолитов типа А выявил ряд особенностей. Цеолит NaA имеет один экзотермический эффект с началом при 1073 К. При замене натрия на литий, появляются три экзотермических эффекта. При увеличении степени обмена первый экзотермический эффект увеличивается от 1077 К и 1153 К, второй - уменьшается до 1040 К, а третий практически не меняется. При замене иона натрия на ион калия обнаружен один экзотермический эффект, который увеличивается от 1073 К до 1173 К. При замене же натрия на кальций появляется эндотермический эффект при температуре 893 К, который с увеличением степени замещения уменьшается до 823 К. Кроме того наблюдаются два близко расположенных экзотермических эффекта.

На полученных по разработанной методике частично и полностью замещенных формах цеолита типа А определены размеры проходных окон в кинетическом режиме рис.1. [6]. Анализ

данных исследований показал, что зависимость свойств образцов цеолитов в зависимости от природы и размера ионообменного катиона разнонаправлена и не всегда согласуется с принятой моделью элементарной ячейки цеолита типа А. Если роль ионообменного катиона состоит в компенсации отрицательной валентности кислорода в алюминиевокислородных тетраэдрах, тогда наблюдаемые факты указывают на неточности принятой модели. Очень показательное несоответствие – это размер проходного окна (рис.1). Так для NaA – 0,464 нм, LiA – 0,400 нм, KA – 0,304 нм.

Кроме того, емкость по воде цеолита типа NaA, обжато при 2; 4 и 8 тысячах МПа в прессе для синтеза алмазов, уменьшается на 10-20%, не изменив характера изотермы (изотермы по воде определены в лаборатории академика НАН Грузии Т.Г.Андроникашвили Института физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили г. Тбилиси – ИФОХ НАН Грузии). Тогда как многовалентный катион при комнатной температуре может разрушить кристаллическую решетку цеолита.

Следовательно, так называемый ионообменный катион не может быть в роли окончного элемента в звене алюминиевокислородного тетраэдра и размещается в районе проходного окна или блуждает внутри большой полости. Если принять, что основным строительным элементом синтетических цеолитов типа А, X, Y, L и других подобных типов выступает кубооктаэдр, построенный из кремниевокислородных и алюминиевокислородных тетраэдров, тогда место ионообменного катиона четко определенное и находится в структуре алюминиевокислородного тетраэдра на паритетных условиях в виде двойного оксидов подобно двойным солям. Такое состояние, так называемого алюминиевокислородного тетраэдра в зависимости от размера и природы ионообменного катиона, меняет форму кубооктаэдра, способ и место их объединения в кристаллическую решетку элементарной ячейки.

Изменения размера проходного окна в зависимости от степени замены ионообменного катиона натрия на катион лития, эффекта кратности не обнаружено. Все катионы в элементарной ячейке энергетически равноценны, идет статистическое замещение в соответствии с законом равновесия. На рис.1 эта зависимость представляется кривой, слегка выгнутой S-подобной формы, приближающейся к прямой.

Для подтверждения такого вывода, в лаборатории акад. Т.Г.Андроникашвили ИФОХ НАН Грузии были получены частично замещенные ионообменные формы цеолита NaA многократной обработкой образца синтетического цеолита NaA раствором хлоридов K, Li и Ag. Для них были определены размеры проходных окон (табл.1, рис.1).

Как следует из рис.1 характер зависимости размера проходного окна от степени замещения Na^+ на Li^+ в цеолите NaA представлен практически прямой, которая расположена симбатно к зависимости для образцов полученных кратным замещением. Полученные данные подтверждают надежность способа равновесного получения частично замещенных образцов цеолита типа А и, если основным звеном в других типах цеолитов (X, Y, L) является кубооктаэдр, то и их тоже. Динамический метод щупов для определения размера проходного окна, в котором используются преимущественно одноатомные инертные газы (Ne, Ar и др.) или другие шароподобного строения молекулы (CH_4 , CF_4) является надежным и удобным.

Ионообменный катион является неотъемлемой частью основного структурного блока, (кубооктаэдра) из которого построены элементарные кристаллические решетки синтетических цеолитов указанных структурных типов. Связь их в таком блоке слабее остальных ионов и поэтому они способны к замене. Сила такой связи зависит от размера и природы катиона. Такую силу можно назвать термином «сродство», который часто применяется. Количественной оценкой такого сродства является коэффициент равновесия в системе ионного обмена. Чем меньше коэффициент равновесия, тем меньше происходит изменений в конструкции кубооктаэдра и больше вероятность сохранения кристаллической структуры цеолита. Поэтому целесообразно в отдельных случаях проводить поэтапный ионообменный процесс. Допустим, в начале ион Na^+ меняется на K^+ , а затем 2K^+ меняется на Ca^{++} и так далее до получения требуемого ионзамещенного образца, на каждой стадии выдерживая оптимальные условия. Такой способ ионного обмена позволит получать целую палитру образцов цеолитов типа А с широким набором по размерам проходных окон.

Таблица 1. Температуры начала сорбции (Т,К) и отвечающие им размеры кинетических диаметров (d_a , нм) проходных окон образцов цеолитов.

Цеолит	Ar		Kr		d_a^{cp}
	T	d_a	T	d_a	
NaA	102	0,46	177	0,459	0,460
0,12Li0,88NaA	113	0,450	193	0,451	0,450
0,30Li0,70NaA	116	0,448	198	0,445	0,447
0,42Li0,58NaA	136	0,431	226	0,429	0,430
0,66Li0,34NaA	169	0,410	283	0,413	0,411
0,82Li0,18NaA	179	0,400	335	0,398	0,400
0,89Li0,11NaA	192	0,395	339	0,396	0,395
0,15K0,85NaA	295	0,364			0,364
0,45Ag0,55NaA			177	0,460	0,460
0,85Ag0,15NaA			175	0,461	0,461

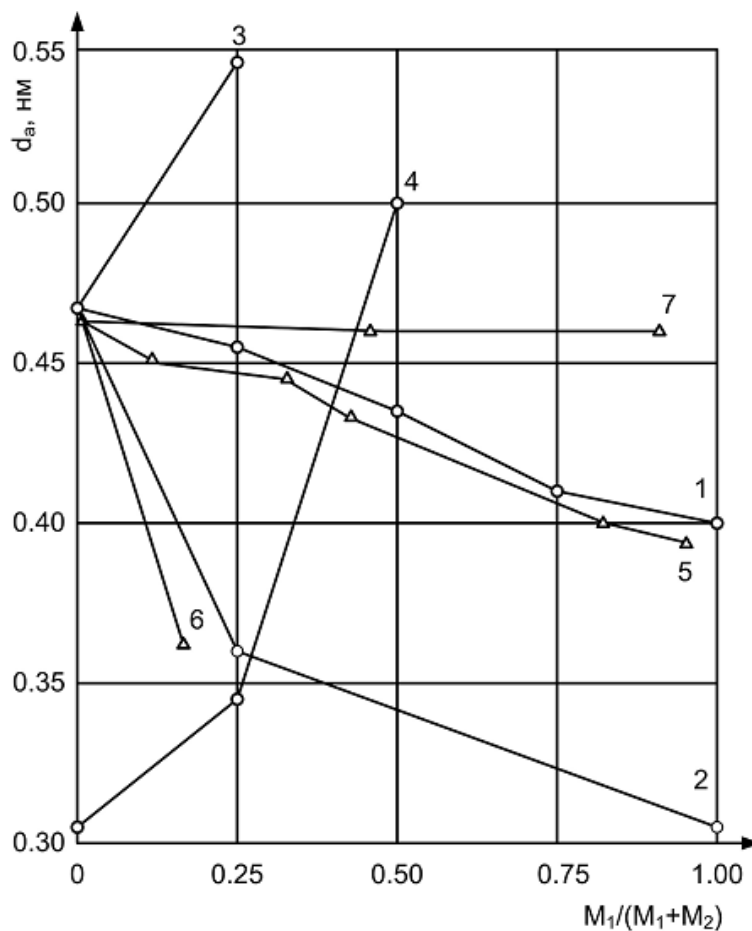


Рис.1. Зависимость размера проходного окна от степени замещения иона Na^+ на другие катионы: 1 – литий; 2 – калий; 3 – кальций; 4 – калий на кальций; 5 – натрий на литий; 6 – калий; 7 – серебро. О - образцы, полученные кратным способом замещения, Δ - образцы, полученные многократной обработкой цеолита раствором катиона

Для определения минимального кинетического размера молекул, отличающегося от шаровидной формы, полученный набор цеолитов с различным размером проходных окон может служить шаблоном. На образцах с известными размерами пор, используя их в качестве шаблона определяли температуры начала сорбции разных газов и для этой температуры подсчитывали средний кинетический диаметр молекулы по формулам, полученным из коэффициента диффузии или вязкости (табл. 2).

Данные таблицы показывают, что для не шароподобных молекул разница между минимальным и средним кинетическим размером зависит от строения молекул. Так для азота она очень мала, для кислорода она равна 0, 015 нм, метана – 0,05, этана – 0,15, этилена – 0,13, ацетилену – 0,14 нм.

Адсорбция – явление многофакторное, существует множество теоретических и аналитических способов её описания. Наилучшей и наиболее удобной для технологических расчетов оказалась теория объемного заполнения микропор Поляни. На её основе М.М.Дубининым и Л.В.Радушкевичем разработано термическое уравнение адсорбции для адсорбентов первого структурного типа, применимое к описанию адсорбции на синтетических цеолитах [4]. Основными коэффициентами являются: предельный объем адсорбционного пространства (W_0), константа, характеризующая пористую систему адсорбента (B) и коэффициент аффинности (β), характеризующий подобие адсорбата к адсорбату принятого за стандарт. Для подобных веществ (углеводородов, спиртов) он равен P/P_0 (отношение паров).

Таблица 2. Температуры начала сорбции (T , К) газов образцами цеолитов с калиброванными окнами (d_a , нм) и отвечающие им размеры молекул (d_k , нм), определенные из коэффициента вязкости или диффузии

Цеолит	d_a	N ₂		O ₂		CH ₄		C ₂ H ₆		C ₂ H ₄		C ₂ H ₂		CF ₄	C ₂ H ₃ F	C ₂ H ₂ F ₂
		T	d_k	T	d_k	T	d_k	T	d_k	T	d_k	T	d_k	T	T	T
NaA-265	0,464	9,7	0,465			115	0,507							343		197
0,25Li0,75NaA	0,453	108	0,452			131	0,498									269
0,75K0,50NaA	0,436	133	0,431	101	0,451	147	0,483	195	0,587	179	0,559					273
0,75Li0,25NaA	0,411	153	0,418	113	0,438	173	0,463	209	0,576	203	0,540					
LiA	0,400	177	0,406	141	0,415	197	0,450	217	0,570	211	0,535					
0,25K0,75NaA	0,360	309	0,373			312	0,410	278		238	0,519	220	0,513		223	
0,50K0,50NaA	0,340							336		318	0,486	313	0,475		315	
0,25Ca0,75NaA	0,544													226		
0,25Ca0,75KA	0,348															
0,50Ca0,50KA	0,500													323		
NaA	0,460	103	0,458			118	0,513									
0,12Li0,88NaA	0,450	111	0,449			136	0,488									
0,30Li0,70NaA	0,447	115	0,445			141	0,488									
0,42Li0,58NaA	0,430	143	0,424	97	0,457	146	0,484								195	
0,66Li0,34NaA	0,411	163	0,413	108	0,444										194	
0,82Li0,18NaA	0,400	185	0,403												193	
0,89Li0,11NaA	0,395	187	0,402	145	0,412											
0,15K0,85NaA	0,364					302	0,412									
0,45Ag0,55NaA	0,460					123	0,507									
0,85Ag0,15NaA	0,461	187				121	0,505									

Адсорбция инертных газов. Адсорбционную способность ионообменных форм цеолитов типа А оценивали по величине адсорбции неона и аргона при 195 К в нсм³/г (из изобар адсорбции). Однако, эта температура для инертных газов не является показательной, так как при температуре ниже 170 К начинается резкое увеличение адсорбции особенно тогда, когда кинетический диаметр приближается к кинетическому диаметру проходного окна. В районе этих температур изобары построены в координатах линейной формы имеют излом, повидимому, происходит изменение способа упаковки одноатомных молекул в объеме адсорбционной полости.

При определении скорости заполнения адсорбционного пространства цеолита 0,50LiNaA с размером проходного окна 0,436 нм криптоном, в диапазоне температур 273-248 К энергия активации равна 25,3 кДж/моль. а в районе 248-233 К – 32,2 кДж/моль. При адсорбции ксенона на образце 0,50CaKA с размером проходного окна 0,500 нм в диапазоне температур 293-273 К энергия активации равна 67,5 кДж/моль.

Адсорбция углеводородных газов. Синтетические цеолиты типа А представляют группу полярных адсорбентов со специфической пористой системой. Они к некоторым органическим соединениям будут проявлять молекулярно-ситовой эффект и некоторую полярную составляющую взаимодействия с поверхностью больших полостей, если её можно назвать поверхностью. Количественную оценку выше указанных факторов на адсорбцию проводили по основным константам термического уравнения адсорбции Дубинина и Радушкевича. В качестве адсорбентов взяты ионообменные формы цеолитов типа А с размером проходного окна от 0,400 нм до 0,544 нм,

ადსორბატები - простейшие углеводородные газы с кратными С – С связями: этан, этилен, ацетилен и фтористый винилиден. Изотермы определяли хроматографически, а изобары по величине адсорбции при разных температурах и постоянном давлении. Полученные данные были представлены графически в координатах термического уравнения адсорбции (W_0 , B , β).

Экспериментальные точки удовлетворительно укладываются на прямую. Из графика определяли основные константы (W_0 , B , β) приняв за стандарт этан (табл. 3).

Как следует из табл.3, при коэффициенте аффинности равному единице, для этана структурная константа (B) одинакова для всех образцов цеолитов, но предельный адсорбционный объем меняется пропорционально увеличению размера проходного окна. Имея величину структурной константы (B) возможно определить для других адсорбатов значения предельных адсорбционных объемов и коэффициенты аффинности, значения которых представлены в табл.3. Как следует из таблицы четкой зависимости величины адсорбции от размера проходного окна не наблюдается. Следовательно размер проходного окна не определяет величину адсорбции, повидимому, имеются какие то другие факторы, которые формируют энергетическое поле в пористой структуре цеолита и влияют на упаковку адсорбируемых молекул.

Таблица 3. Константы W_0 , B , β , полученные из изотерм и изобар адсорбции

Адсорбат	Этан		Этилен		Ацетилен		Фтористый винилиден	
	$\beta=P/P_0$		$\beta=P/P_0$		$\beta=P/P_0$		$\beta=P/P_0$	
	1,000		0,902		0,806		0,979	
Цеолит	$W_0, \text{м}^3/\text{г}$	$B, \text{град}^{-2}$	$W_0 \text{см}^3/\text{г}$	β	$W_0 \text{см}^3/\text{г}$	β	$W_0 \text{см}^3/\text{г}$	β
LiA	0,134	3,11	0,115	1,00	0,021	-	0,018	1,26
NaA	0,274	3,11	0,270	1,26	0,152	1,58	0,054	1,50
0,75CaKA	0,244	3,11	0,103	1,60	0,061	2,38	0,078	0,90
0,75CaNaA	0,262	3,11	0,302	1,21	0,071	2,28	0,138	1,22
CaA	0,300	3,11	0,316	1,30	0,142	1,58	0,286	2,48

Выводы

1. Если принять, что формирование кристаллической структуры синтетических цеолитов начинается с образования алюминиевокислородных и кремниевокислородных тетраэдров то, так называемый, ионообменный катион, входит в состав алюминиевокислородного тетраэдра на паритетных условиях в виде двойного оксида.

2. В зависимости от ионообменного катиона, форма проходного окна может меняться от круглой до эллиптической.

3. Адсорбционная емкость синтетического цеолита и селективность резко возрастают, когда минимальный кинетический размер молекулы приближается к размеру проходного окна, но при этом резко меняется скорость заполнения адсорбционного объема.

4. Используя последовательно многоплановый ионный обмен между разными катионами можно получить набор адсорбентов, у которых монотонно меняется размер проходного окна. Используя их в качестве шаблонов возможно определить минимальные кинетические размеры веществ, которые могут быть разделены в паровой фазе.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. R.M. Barrer. Ann.Reports on Progress Chem. 41, 31, 1944.
2. E.L. Labine. Chem. Engng., 66, 16, 1959.
3. И.Е. Неймарк, М.А. Пионтковская, А.Е. Лукаш. Колл. журн. XXII, 2, 251, 1960.
4. Сборник трудов «Синтетические целиты», под редакцией акад. М.М. Дубинина и д.х.н. В.В. Серпинского, Изд.АН СССР, М. С.3-6 и 86-90, 1962.
5. Л.Н. Квитковский и др. Модификация цеолита NaX. Труды ИФОХ им. П.Г. Меликашвили АН Грузии, 2015, с.45-47.
6. 6. Е.Т. Астахова и др. Влияние природы ионообменного катиона на размер проходного окна в цеолите типа А. Труды ИФОХ им. П.Г. Меликашвили АН Грузии, 2015, с.48-51.

A ტიპის სინთეზური ცეოლითის იონმიმოცვლითი ფორმების მიღება, სტრუქტურა და მათი ადსორბციის უნარი

ლ.ნ.კვიტკოვსკი, ლ.ა.კატრენკო, თ.ნ.კორძახია*, ვ.გ.ციციშვილი*, ნ.ა.კახიძე**
 ნაციონალური უნივერსიტეტი „ლვოვის პოლიტექნიკა“, სტეფან ბანდერის ქ.12, 79013, ლვოვი, უკრაინა,
 E-mail: kwitkowskyj@gmail.com; lubowkatrenkoma@gmail.com

*ივ.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი; პ.მელიქიშვილის ფიზიკური და
 ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, ა.პოლიტკოვსკაიას 31, 0186, თბილისი, საქართველო, E-mail:
 tkordzaxia@rambler.ru; v.tsitsishvili@gmail.com

**აკაკი წერეთლის ქუთაისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, თამარ მეფის 59, 4600, ქუთაისი,
 საქართველო, E-mail: nino.kakhidze@gmail.com

რეზიუმე

შესწავლილია NaA ცეოლითში იონმიმოცვლითი წონასწორობა კატიონ Na^+ კატიონებზე Li^+ , K^+ , Ca^{++} -ზე და K^+ -ის Ca^{++} -ზე ჩანაცვლებისას, განსაზღვრულია პროპორციულობის კოეფიციენტები. მათი გამოყენებით, ერთჯერადი ჩანაცვლების რეჟიმში მიღებულია შემოსასვლელი ფანჯრების სიახლოვეს მდებარე კატიონებით ნაწილობრივ ჩანაცვლებული იონმიმოცვლითი ფორმები. რენტგენული სტრუქტურული ანალიზის მეთოდით განსაზღვრულია კრისტალური მესრის პარამეტრები, ხოლო თერმული გრავიმეტრიის მეთოდით - თერმული მდგრადობა. დადგენილია, რომ კრისტალური მესრის პარამეტრზე კალიუმი პრაქტიკულად არ მოქმედებს (ზრდის 0.1%-ით), მაგრამ ეგზოთერმული პიკის დაწყების ტემპერატურას ზრდის 155 K-ით. ზონდირების მეთოდით, ინერტული აირების გამოყენებით, დინამიკურ რეჟიმში განსაზღვრულია შემოსასვლელი ფანჯრების ზომები. ლითიუმით ნატრიუმის ჩანაცვლება ამცირებს შემოსასვლელი ფანჯრის ზომას 0,464 ნმ-დან 0,400 ნმ-მდე; კალიუმით ნატრიუმის ჩანაცვლებისას კი 0,304 ნმ-მდე; ხოლო 25% Ca^{++} -ით - ზრდის 0,544 ნმ-მდე. ამასთანავე, იონმიმოცვლითი კატიონების ჩანაცვლების დისკრეტულობას ადგილი არა აქვს, ყველა კატიონი ენერგეტიკულად ერთნაირია. A ცეოლითის იონმიმოცვლითი ფორმების მახასიათებლების უმრავლესობა ელემენტალური უჯრედის მიღებულ მოდელს არ შეესაბამება. როგორც ჩანს, იონმიმოცვლითი კატიონი AlO_4 -ის ტეტრაედრის შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს და აყალიბებს ძირითად სტრუქტურულ ერთეულს, რისგანაც სინთეზური ცეოლითის კრისტალური სტრუქტურა შენდება. იონმიმოცვლითი კატიონის ადგილმდებარეობის დაზუსტება ძალზე მნიშვნელოვანია სხვადასხვა კატალიზური სისტემების შემუშავების დროს, რაც ოქსიდის მოლეკულისა ან იონის დონეზე კატალიზურად აქტიური მეტალური ელემენტის მოცულობაში და ზედაპირზე განაწილების საშუალებას იძლევა. შესწავლილია ინერტული აირების ადსორბცია და დადგენილია, რომ გასასვლელი ფანჯრების ზომამდე მოლეკულების კინეტიკური ზომის მიახლოების პირობებში მკვეთრად იზრდება ტევადობა და მცირდება ადსორბციული მოცულობის შევსების სიჩქარე. ჩატარებულია არასფერული აირების კინეტიკური დიამეტრების განსაზღვრა ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით, და მათი შედარება სიბლანტისა და დიფუზიის კოეფიციენტიდან მიღებულ სიდიდეებთან. ნაჩვენებია მათი მნიშვნელოვანი განსხვავება: მეთანის შემთხვევაში დაახლოებით 0.05 ნმ-ით, ეთანის - 0.15 ნმ, ეთილენის - 0.13 ნმ, აცეტილენის - 0.14 ნმ.

OBTAINING ION EXCHANGE FORMS OF SYNTHETIC ZEOLITE TYPE A, STRUCTURE AND ADSORPTION CAPABILITIES

L.N.Kvitkovski, L.A.Katrenko, T.N.Kordzakhia*, V.G.Tsitsishvili*, N.A.Kakhidze**
Lviv Polytechnic National University, 12 Stepan Bandera st., 79013, Lviv, Ukraine, E-mail:
kvitkovskyj@gmail.com; lubowkatrenkoma@gmail.com

**I.Javakhishvili Tbilisi State University; Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry, 31 Politkovskaya str., 0186, Tbilisi, Georgia, E-mail: tkordzaxia@rambler.ru;*
v.tsitsishvili@gmail.com

***Akaki Tsereteli State University, 59 Tamar Mefe st., 4600, Kutaisi, Georgia, E-mail:*
nino.kakhidze@gmail.com

SUMMARY

The equilibrium of ion exchange of Na^+ by Li^+ , K^+ , Ca^{++} and K^+ by Ca^{++} on the zeolite NaA have been studied and the proportionality coefficients are determined. When using them in a single operation, we have obtained the examples of partially substituted ion exchange forms in relation to cations that are in the walk-through window area. Lattice parameters have been determined using the X-ray diffraction method. The thermographic method has been used to determine thermal resistance. We have found that potassium does not affect the lattice parameter (increase of 0.1%) and increases the onset temperature of exothermic peak to 155 K. Using the method of probe, we have dynamically determined by the size of walk-through windows using monatomic inert gases. Replacing Na^+ by Li^+ has reduced the size of the passage window from 0.464 nm to 0.400 nm; Na^+ by K^+ up to 0,304 nm; Na^+ by 25% Ca^{++} to 0.544 nm. In addition, there is no discreteness by replacing ion exchangeable cations; they are all comparable when it comes to energy. Most of the characteristics of ion-exchanged forms of zeolite A does not fit into the accepted model of the unit cell. Apparently, the cation ion exchange is an integral part of aluminium-oxygen tetraedr and forms the basic structural unit that is used to construct synthetic zeolite crystal system. Refinement of the location of the ion exchange cation is important in the development of different catalyst systems, which will allow to distribute catalytically active metal element within the size and surface to oxide molecule or even ion. By studying the adsorption of inert gases it has been shown that when the kinetic molecular size approaches the size of the window passage capacity dramatically increases and the rate of filling of the adsorption capacity decreases. The kinetic diameter not like a ball of gases has been studied in relation to the temperature and compared with the kinetic diameters obtained from viscosity or the diffusion coefficient. It has been shown that they differ considerably: for methane approximately by 0.05 nm, ethane by to 0.15 nm, ethylene by 0.13 nm and acetylene by 0.14 nm.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

РОСТ ОКАЛИНЫ ПО КУБИЧЕСКОМУ КИНЕТИЧЕСКОМУ ЗАКОНУ,
СОПРОВОЖДАЮЩИЙСЯ УМЕНЬШЕНИЕМ РЕАКЦИОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Омар Ткешелашვილი, Ираклий Нахуцришვილი, Георгий Кахниашვილი

*Институт кибернетики им.В.Чавчанидзе Грузинского технического университета,
Грузия, 0186, Тбилиси, ул.С.Эули, 5*

Рост окалины на поверхности металла или сплава, сопровождающийся уменьшением реакционной поверхности, исследовано для процессов с параболическим механизмом окалинообразования [1-3]. При оксидировании, хлорировании и т.п. металла или сплава нередко реализуется и кубический механизм [4, 5]. При таком механизме увеличение массы образца дается "простым" кубическим законом $m^3 = k_c t$, где m - указанное увеличение на единицу поверхности, k_c - константа скорости процесса, t - время. В случае сопровождения этого процесса вторичным процессом уменьшения реакционной поверхности, по аналогии с концепцией Эванса для параболического механизма окалинообразования [1] можно написать:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{k_c}{3m^2} e^{-km}, \quad (1)$$

где k - коэффициент уменьшения реакционной поверхности. Решением ур.(1) с начальным условием $t = 0, m = 0$ является неявное выражение

$$t = \frac{6}{k^3 k_c} (e^{km} - 1) + \frac{3me^{km}}{kk_c} \left(m - \frac{2}{k}\right). \quad (2)$$

Функция этого выражения при заданных величинах параметров k_c и k однозначна; при этом скорость увеличения массы в начале координат бесконечна (см. ур.(1). Графически - касательная к кривой увеличения массы в указанной точке будет совпадать с осью ординат). Вследствие всего этого использование ур.(2) для описания конкретных экспериментальных данных может привести к более или менее удовлетворительному соответствию. Для устранения возможного несоответствия экспериментальных и расчетных данных следует ввести дополнительный параметр процесса - прямолинейную константу $k_r = \frac{dm}{dt} \Big|_{t=0, m=0} (*)$ по аналогии с процессом параболического роста окалины с одновременным уменьшением реакционной поверхности [3]. При таком подходе вместо ур.(1) будем иметь:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{k_c/3}{m^2 + k_c/3k_r} e^{-km}. \quad (3)$$

Решением ур.(3) с начальным условием $t = 0, m = 0$ является

$$t = \frac{6}{k^3 k_c} (e^{km} - 1) + \frac{3me^{km}}{kk_c} \left(m - \frac{2}{k}\right) + \frac{1}{kk_r} (e^{km} - 1). \quad (4)$$

Видно, что при $k_r \rightarrow \infty$ ур.(3) и (4) переходят соответственно в ур.(1) и (2). На рисунке представлены графики, построенные по ур.(4) для разных значений параметра k_r . Их разная крутизна дает возможность оптимально приблизить расчетные данные к конкретной экспериментальной кинетической зависимости увеличения массы образца.

В настоящее время исследуется возможность применения рассмотренных уравнений для описания формальной кинетики некоторых гетерогенных процессов, сопровождающихся уменьшением реакционной поверхности.

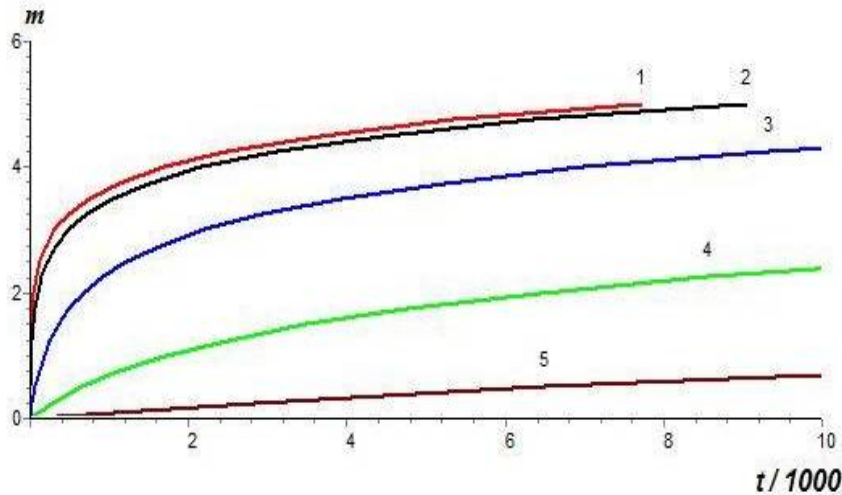


Рис.1 Построенные по ур.(4) кинетические кривые при $k_r = 1$ (1); 10^{-1} (2); 10^{-2} (3); 10^{-3} (4) и 10^{-4} (5). Кривая, построенная по ур.(2) ($k_r = \infty$) в используемом масштабе практически совпадает с кривой 1. ($k = k_c = 1$.)

Подстрочное примечание: (*)Для введения этой константы вместо “простого” кубического закона использовано уравнение $\frac{m^3}{k_c} + \frac{m}{k_r} = t$.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. U.R.Evans. The Corrosion and Oxidation of Metals. London, E.Arnold LTD, 1960, 272.
2. F.N.Tavadze, O.I.Mikadze, N.P.Keshelava, B.P.Bulia. High-temperature corrosion of low-alloyed chromium. Oxidation Metals, 1986, 25, 5/6, 335-349.
3. О.И.Микадзе, И.Г.Нахуцришвили, Н.И.Майсурадзе, Г.О.Микадзе. Развитие кинетической модели Эванса для описания высокотемпературного окисления жаростойких сплавов хрома. Металлофизика и Новейшие Технологии, 2012, 34, 11, 1547-1551.
4. J.Zhang, N.Li, Y.Chen. Dynamics of high-temperature oxidation accompanied by scale removal and implications for technological applications. Nuclear Materials, 2005, 342, 1/3, 1-7.
5. И.Г.Нахуцришвили. Рост окалины по степенному закону третьего порядка с одновременной сублимацией. Известия АН Грузии, сер. Химическая, 2006, 32, 3/4, 445-447.

ხენჯის ზრდა კუბური კინეტიკური კანონით სარეაქციო ზედაპირის შემცირების თანხლებით

ომარ ტყეშელაშვილი, ირაკლი ნახუცრიშვილი, გიორგი კახნიაშვილი
*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვ.ჭავჭავანიძის სახ. კიბერნეტიკის
ინსტიტუტი, საქართველო, 0186, თბილისი, ს.ეულის 5*

რეზიუმე

გამოყვანილია ხენჯის ზრდის ფორმალური კინეტიკური განტოლებები კუბური კანონის მიხედვით, როცა ზრდას თან ახლავს სარეაქციო ზედაპირის შემცირება. განხილულია მათი ანალოგია ხენჯის პარაბოლური კანონით ზრდის განტოლებებთან.

GROWTH OF SCALE TO THE CUBIC KINETIC LAW ACCOMPANIED BY REDUCTION OF REACTION SURFACE

Omar Tkeshelashvili, Irakli Nakhutsrishvili, Giorgi Kakhniashvili
*V.Chavchanidze Institute of Cybernetics of Georgian Technical University,
5 S.Euli str., Tbilisi, 0186, Georgia*

SUMMARY

Being derived the formal kinetic equations of the growth of scale – according to the cubic law, which accompanied by reduction of reaction surface. Being considered the analogy with equations of the growth of scale to the parabolic law.

ОСОБЕННОСТИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ
МОНООКСИДА УГЛЕРОДА

Г.Н.Кахниашвили, Р.Г.Тхинвалели, И.Г.Нахуцришвили

*Институт кибернетики им. В. Чавчанидзе Грузинского технического университета,
Грузия, 0186, Тбилиси, ул.С.Эули, 5.*

Окислению монооксида углерода на оксидных катализаторах посвящено большое количество работ. Легирование этих катализаторов благородными металлами платиновой группы (Ru, Pd, Pt) существенно увеличивает их активность в процессе указанного окисления [1-5]. Этот эффект обусловлен активацией СО или изменением состояния кислорода на поверхности катализатора. Настоящая работа посвящена выявлению кинетических закономерностей окисления СО при использовании в качестве катализаторов палладиевой черни (Pd/c) и оксида алюминия с добавлением 0.1 и 0.04 масс.% палладия (0.1Pd/Al₂O₃ и 0.04Pd/Al₂O₃). Исходные давления СО и О₂ составляли P(CO)=0.13-1.33 и P(O₂)=2.67-16.00 кПа. Реакцию изучали в области температур 70-210°C.

Оксид алюминия при рассматриваемых температурах не обладает заметной каталитической активностью в реакции окисления СО [6]. Однако, нанесение даже небольшого количества палладия на данный оксид резко меняет его каталитические свойства. Полученный катализатор показал высокую активность в реакции окисления СО уже при 70°C.

На рис.1 представлены кинетические зависимости окисления СО при P(O₂)/P(CO)=6.7. А на рис.2 показано изменение скорости процесса в аррениусовских координатах (по этим зависимостям определялись значения соответствующих энергий активации). Результаты кинетических измерений собраны в таблице 1. Эти данные показывают, что добавление палладия дает существенный неаддитивный эффект увеличения активности оксидного катализатора.

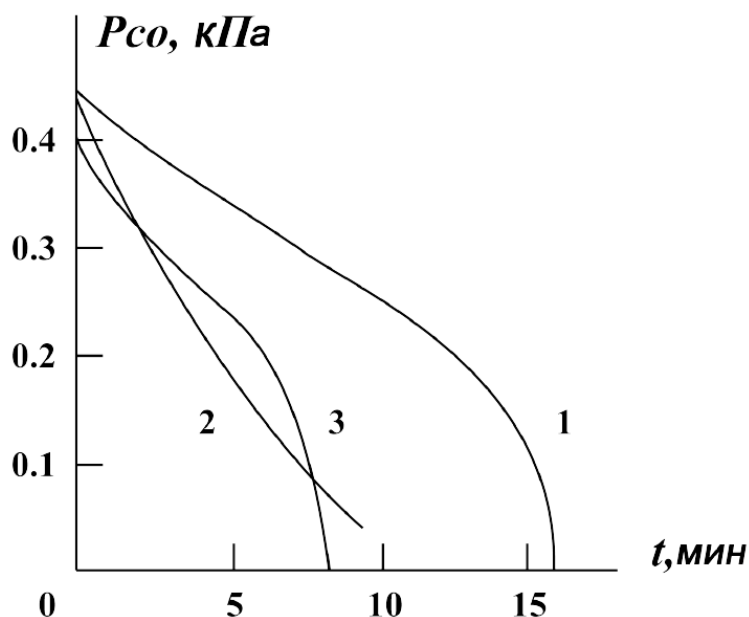


Рис.1. Кинетика окисления СО при P(O₂)/P(CO)=6.7: 1 - 0.1Pd/Al₂O₃, 150°C, 2 - 0.04Pd/Al₂O₃, 150°C, 3 - Pd/c, 110°C.

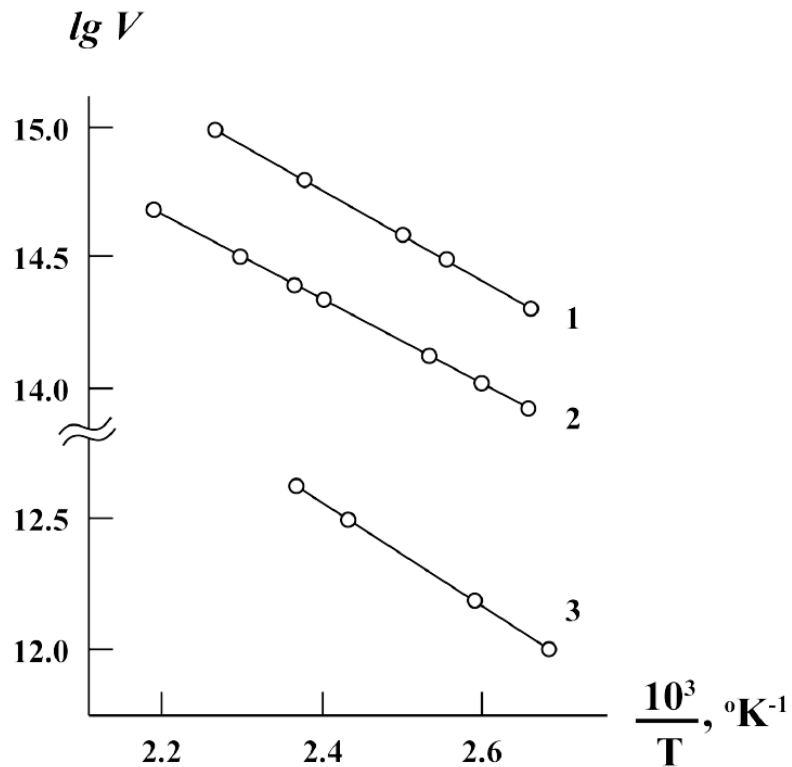


Рис.2. Температурные зависимости скорости окисления CO: 1 - 0.1Pd/Al₂O₃, 2 - 0.04Pd/Al₂O₃, 3 - Pd/c.

Таблица 1. Кинетические характеристики реакции окисления CO при 100°C, P(O₂)/P(CO)=6.7 и P(CO)=0.4 кПа.

Образец	удельная поверхность (Pd), м ² г ⁻¹	скорость реакции (V), молекул · см ⁻² с ⁻¹	энергия активации в области 70-185°C, кДж/моль	порядок реакции (n)	
				по CO	по O ₂
0.1Pd/Al ₂ O ₃	30	1.0·10 ¹⁴	29.2	0.2 5	0
0.04Pd/Al ₂ O ₃	140	2.8·10 ¹⁴	29.6	0.2	0.8
Pd/c	3.3	1.0·10 ¹²	40.0	1	---

Было также исследовано влияние отношения давлений кислорода и монооксида углерода на активность катализатора. Для 0.04Pd/Al₂O₃ при постоянной температуре (150°C) отношение P(O₂)/P(CO) меняли в пределах 6.7-40.0. Эксперименты показали, что при указанном отношении в пределах 6.7-20 скорость реакции не зависит от давления кислорода. При P(O₂)/P(CO)=20-40 и P(CO)=const скорость реакции увеличивался скачком более чем на порядок (табл.2). При переходе из области “низкой” в область “высокой” активности существенно изменялся порядок реакции (n) как по кислороду, так и по монооксиду углерода. Так, для исследуемого образца значение n по O₂ падало от 0.8 к нулевому; а по CO оно увеличивалось от примерно нулевого до первого.

Таблица 2. Активность катализатора 0.04Pd/Al₂O₃ в реакции окисления CO при 150°C.

давление CO, кПа	давление O ₂ , кПа	P(O ₂)/P(CO), отн. ед.	порядок реакции (n) по CO после скачка	скорость реакции (V), молекул·см ⁻² ·с ⁻¹	
				до скачка	после скачка
0.4	2.67	6.7	1	1.4·10 ¹⁷	5·10 ¹⁸
0.4	8	20	1	4.6·10 ¹⁷	5.6·10 ¹⁸

Представленные результаты показывают, что добавления палладия к оксидным катализаторам дает существенное увеличение каталитической активности и меняет механизм реакции окисления CO в зависимости от соотношения парциальных давлений монооксида углерода и кислорода.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. A.R.Derk, G.M.Moore, S.Sharma. Top. Catalys., 2014, 57, 1, 118.
2. A.J.McCue, A.M.Shephard, J.A.Anderson. Catalys. Sci. Techn., 2015, 5, 2880.
3. U.G.Singh, J.Li et al. J. Catalys., 2007, 249, 2, 349.
4. N.Murata, T.Suzuki et al. Phys. Chem. – Chem. Phys., 2013, 15, 17938.
5. W.Sun, K.Qiao et al. ACS Comb. Sci., 2016, 18, 4, 195.
6. Т.Д.Чукин. Строение оксида алюминия и катализаторов обессеривания. 2010, М.: Принта, 288.

ნახშირბადის მონოოქსიდის კატალიზური ჟანგვის თავისებურებები

გიორგი კახნიაშვილი, რაფიელ თხინვალი, ირაკლი ნახუტრიაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვ.ჭავჭავანიძის სახელობის კიბერნეტიკის
ინსტიტუტი, საქართველო, 0186, თბილისი, ს.ეულის 5

რეზიუმე

გამოკვლეულია პალადიუმის გავლენა ალუმინის ოქსიდის კატალიზურ თვისებებზე ნახშირბადის მონოოქსიდის ჟანგვის პროცესში. ნაჩვენებია, რომ Pd-ის მცირე დანამატით (0.04-0.1 მას.%) ლეგირება იწვევს Al₂O₃-ის კატალიზური აქტივობის მნიშვნელოვან ზრდას.

THE PECULIARITIES OF OXIDATION OF CARBON MONOXIDE

Giorgi Kakhniashvili, Rafiel Tkhinvaleli, Irakli Nakhutsrishvili
V.Chavchanidze Institute of Cybernetics of Georgian Technical University,
5 S.Euli str., Tbilisi, 0186, Georgia

SUMMARY

Was investigated the palladium influence of above of the alumina catalytic properties in the process of the oxidation of carbon monoxide. The show that the small addition (0.04-0.1 mass.%) of the Pd alloying is colling of Al₂O₃ catalytic activity the important grow.

ТОНКОСЛОЙНАЯ ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ФОСФОЛИПИДОВ

М.Г.Сирадзе, И.Г.Бердзенишвили, Н.С.Непаридзе, В.Б.Твалиашвили, О.Ш.Диогидзе*

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

В методе ТСХ фосфолипидов установлено, что многие вещества не обнаруживаются в видимой области, и для их определения невидимые зоны проявляют опрыскиванием пластины ТСХ специальными реагентами. Для обнаружения пятен можно использовать УФ излучение или термическую деструкцию веществ. Количественный анализ осуществляют либо непосредственно на хроматограмме (на слое сорбента), либо зону вещества извлекают из тонкого слоя пластины, затем переводят в раствор или другую форму пробы, удобную для анализа тем или иным методом. Предпочтение отдается анализу *in situ*, т.е. непосредственно на пластине. Визуально оценивается размер пятна (площадь) или проводится инструментальное измерение интенсивности поглощения электромагнитного излучения при сканировании хроматографической пластинки денситометром. В результате регистрируется хроматограмма, которая имеет форму, аналогичную для инструментальных видов жидкостной хроматографии.

Фосфолипиды являются важнейшими фосфорсодержащими соединениями липидного характера, входящими в состав растительных тканей. Для определения фосфолипидов в настоящее время применяют химические и колориметрические методы, тонкослойную хроматографию, электрофорез и т.д. [1-5].

В методе ТСХ неподвижная фаза тонким слоем (100 – 300 мкм) наносится на стеклянную, металлическую или пластмассовую пластинки. В качестве сорбента чаще всего используют силикагель, оксид алюминия, кизельгур, полиамиды. На линию старта (1,5 – 2 см от края пластинки) очень малым пятном наносятся анализируемая смесь и стандартные вещества. Для этого используют капилляры, микропипетки или микрошприцы. Затем пластинку в герметичной камере погружают в растворитель, который выполняет роль подвижной фазы. Под действием капиллярных сил растворитель движется вдоль слоя сорбента до финиша и с разной скоростью переносит компоненты смеси, что приводит к их разделению.

Принцип разделения такой же, как в других видах хроматографии, – неодинаковое средство разделяемых органических веществ к подвижной жидкой фазе и стационарному сорбенту. После достижения элюентом линии финиша пластинку высушивают и проводят идентификацию компонентов. Разделенные компоненты на пластинке или полоске бумаги образуют отдельные зоны (пятна). Многие вещества не обнаруживаются в видимой области, и для их определения невидимые зоны проявляют опрыскиванием пластины ТСХ специальными реагентами [6]. Для обнаружения пятен можно использовать УФ излучение или термическую деструкцию веществ.

Для получения информации о качественном и количественном составе анализируемой смеси можно использовать различные методы детектирования – как химические, так и физические. Выделив вещество из сорбирующего слоя пластинки тем или иным способом, его можно подвергнуть идентификации методами ИК-, ЯМР- или масс-спектрометрии. Пластинки ТСХ выполняют роль носителя, с которого химическая или физическая информация может быть считана в любом месте и в любое удобное время. Отсюда следует, что селективность (избирательность) метода ТСХ складывается из селективности процесса разделения и специфичности детектирования, взятых вместе. Это преимущество присуще только ТСХ.

Важной характеристикой степени разделения определяемых соединений в ТСХ является величины $R_f = x/y$ – отношение расстояния от центра пятна на пластинке до линии старта (x) к расстоянию (y), пройденному растворителем от линии старта до финиша. Величина R_f является характеристикой природы определяемого соединения и зависит от сорбента и растворителя, используемых для разделения (рис. 1).

Для надежности идентификации веществ при определении R_f часто используют “свидетели”. Для этого на пластинке вместе с разделяемой смесью веществ хроматографируют стандартные вещества (“свидетели”, метчики).

Правильный выбор сорбента и подвижной фазы определяет эффективность (полноту) разделения. Подбор хроматографической системы обуславливается природной анализируемой смеси. Например, насыщенные углеводороды сорбируются в очень малой степени и поэтому движутся в сорбенте с более высокой скоростью. Ненасыщенные углеводороды сорбируются тем сильнее, чем больше в них содержится двойных связей. Для их разделения следует использовать наиболее активные сорбенты и малополярные растворители.

Для органических веществ, содержащих разные функциональные группы, адсорбционное средство повышается в следующем ряду: алканы, алкены, арены, простые эфиры, сложные эфиры, кетоны, альдегиды, спирты, амиды, диолы, карбоновые кислоты, полифункциональные соединения. Это приводит к тому, что на слоях силикагеля или окиси алюминия при применении в качестве растворителя, например, бензола, простые или сложные эфиры располагаются в верхней части хроматограммы, кетоны и альдегиды – примерно в середине, спирты – ближе к линии старта, а кислоты остаются на старте. Отличия от указанного порядка могут быть связаны с сильной разницей в молекулярной массе или в структуре углеродного скелета.

Таким образом, идентификацию веществ (качественный анализ) проводят в первую очередь по равенству значений R_f анализируемого вещества и стандарта (“свидетеля”), а также по цветной реакции, присущей искомому компоненту.

Если на хроматограмме образуются окрашенные зоны, то это значительно упрощает ее обработку. Невидимые хроматограммы проявляют (находят зоны разделенных веществ) химическими и физическими способами. При химическом способе пленку опрыскивают раствором или держат в парах взаимодействующего с компонентами анализируемой смеси реагента. Эти реактивы разделяют на два типа: 1) реактивы общего назначения, позволяющие обнаружить большое число соединений различных классов; 2) специфичные реактивы, позволяющие обнаружить соединения определенного класса или с определенной функциональной группой.

К реагентам общего назначения относятся концентрированная серная кислота, раствор бихромата калия в концентрированной серной кислоте, 1%-ный спиртовой раствор иода, фосфорномолибденовая кислота, родамин. Примеры специфичных реагентов-проявителей для обнаружения различных классов органических соединений приведены в [6].

При физическом способе проявления зон пластинку облучают УФ лучами. Сорбент обычно содержит флуоресцентные индикаторы (силикаты цинка, сульфиды цинка или кадмия, вольфраматы щелочноземельных металлов), и пластина при облучении светится бледно-голубым или зеленоватым светом. Пластины с флуоресцентными индикаторами (люминофорами) $\lambda = 254$ и 365 нм выпускают многие фирмы. Если на пластинке есть вещества, способные поглощать УФ излучение (ароматические и содержащие сопряженные $C=C$ связи вещества), то происходит ингибирование флуоресценции. Поэтому на ярком фоне пластинок появляются темные зоны, соответствующие определяемому соединению.

Количественный анализ осуществляют либо непосредственно на хроматограмме (на слое сорбента), либо зону вещества извлекают из тонкого слоя пластины, затем переводят в раствор или другую форму пробы, удобную для анализа тем или иным методом. Предпочтение отдается анализу *in situ*, т.е. непосредственно на пластине. Визуально оценивается размер пятна (площадь) или проводится инструментальное измерение интенсивности поглощения электромагнитного излучения при сканировании хроматографической пластинки денситометром. В результате регистрируется хроматограмма, которая имеет форму, аналогичную для инструментальных видов жидкостной хроматографии.

Многие фирмы выпускают оборудование для оптического сканирования тонкослойных хроматограмм. Например фирма “Opton” выпускает универсальную сканирующую установку, на которой можно работать в проходящем, отраженном свете, измерять флуоресценцию, гашение флуоресценции. Все операции автоматизированы. Фирма “Shimadzu” выпускает сканирующие устройства с двухволновым сканированием в интервале 200-800 нм, с использованием однолучевой системы с переменной и постоянной длиной волны, двухлучевой системы и флуориметра. Двухлучевая система позволяет количественно определять какой-либо компонент в хроматографическом пятне, в котором присутствует еще одно вещество. Фирма “Camag” выпускает

сканеры, позволяющие измерять поглощение, флуоресценцию, гашение флуоресценции в различных вариантах ТСХ. Приборы для количественной ТСХ выпускают также фирмы “Ленхром” и “Сорбполимер”. Например, видеоденситометр Сорбфил, выпускаемый последней фирмой, предназначенный для расчета параметров и количественной оценки в ТСХ, отличается простотой конструкции, умеренной ценой, достаточно высокой точностью результатов (погрешность 3–10%) и ориентирован на малобюджетную лабораторию.

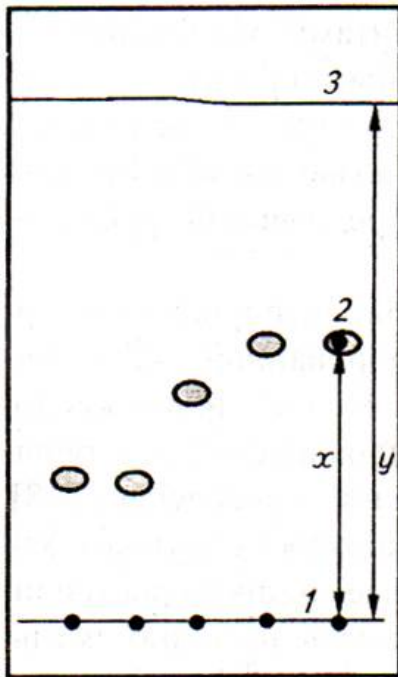


Рис. 1. Определение R_f на тонкослойной хроматограмме: 1 – линия старта; 2 – пятно; 3 – фронт растворителя

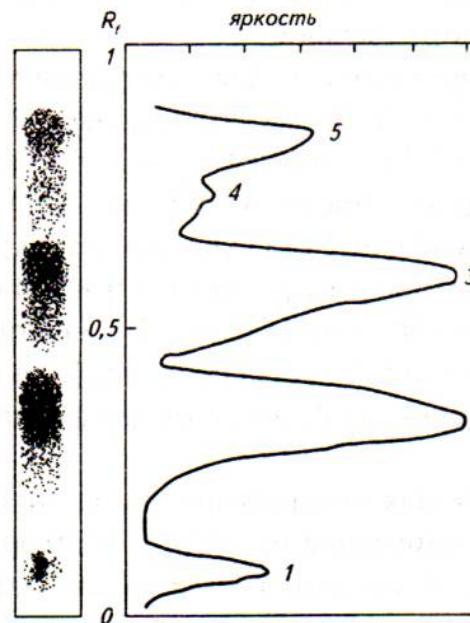


Рис. 2. Результат обработки трека тонкослойной хроматограммы: сглаженная по 9 точкам хроматографическая функция с 5 пиками: $R_{f1} = 0,04$; $R_{f2} = 0,32$; $R_{f3} = 0,61$; $R_{f4} = 0,77$; $R_{f5} = 0,89$.

На рисунке 2 приведен пример преобразования отсканированного изображения пятен тонкослойной хроматограммы в хроматографическую функцию с пиками. Денситометр не требует изменения существующих методик ТСХ и может рассчитывать любую хроматографию, видимую в дневном или ультрафиолетовом свете с длинами волн 365 и 254 нм. В его состав входят осветительная камера (дневной свет, ультрафиолетовый), спектр излучения 254 и 365 нм, цветная видеокамера, блок ввода видеоизображения, компьютер и программа ценки и расчета параметров хроматографии, работающая в операционной системе Windows. Видеосистемы в значительной мере вытеснили обычную фотографию как средство регистрации и архивирования различных объектов, в том числе и ТСХ. Использование компьютерных технологий позволило осуществлять не только сохранение записанных изображений, но и выполнение расчетов хроматограммы на базе цифрового видеоизображения хроматограммы. Отличительными чертами денситометрии с использованием видеотехнологий являются: высокая скорость расчетов, низкая стоимость расходных материалов, сохранение хроматограммы в электронном виде, что позволяет ее копировать и использовать для расчетов в любое время, на любом компьютере, снабженном соответствующей программой. Для целей количественного анализа тонкослойных пятен пригодно даже типовое программное обеспечение по обработке изображений, полученных с помощью стандартного планшетного сканера.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

4. Лабораторный практикум по химии жиров / Н.С.Арутюнян, Е.П.Корнена, Е.В.Мартовщюк и др. – СПб.: ГИОРД, 2004. с. 264.
5. Крусъ Г. Н., Шалигина А. М., Волокитина З. В. Методы исследования молока и молочных продуктов – М.: Колос, 2000. – с. 368.
6. Н. С. Арутюнян, Е. П. Корнена. Фосфолипиды растительных масел. М.: Агропромиздат, 1986. – с. 255.
7. Электрофорез фосфолипидной добавки / О. Б. Рудаков, К. К. Полянский и др. // Молочная промышленность. – 2003. – №2. – с. 48.
8. Количественная тонкослойная хроматография фосфолипидов / О. Б. Рудаков, В. В. Хрипушин, Е. Ф. Сафонова, Т. А. Железная // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2002. – №2. – с. 209-212.
7. Спутник хроматографиста. Методы жидкостной хроматографии / О. Б. Рудаков, И. А. Востров, С. В. Федоров и др. – Воронеж: Водолей, 2004. – с. 528.

ფოსფოლიპიდების თხელფენოვანი თხევადი ქრომატოგრაფია

მ.გ.სირაძე, ი.გ.ბერძენიშვილი, ნ.ს.ნეპარიძე, ვ.ბ.თვალაშვილი, ო.შ.დიოგიძე*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

*ბათუმის სახელმწიფო საზღვაო აკადემია

რეზიუმე

ფოსფოლიპიდების თქ – ის მეთოდით დადგენილია, რომ ბევრი ნივთიერება არ ვლინდება ხილულ არეში და მათი განსაზღვრისათვის უხილავ ზონებს ამქვავებენ თქ ფირფიტის შესხურებით სპეციალური რეაგენტებით. ლაქების აღმოსაჩენად შეიძლება უი გამოსხივების ან ნივთიერებათა თერმული დესტრუქციის გამოყენება. რაოდენობრივ ანალიზს ახორციელებენ ან უშუალოდ ქრომატოგრამაზე (სორბენტის შრეზე) ან კიდევ ხდება ნივთიერების ზონის ამოღება ფირფიტის თხელი შრიდან, შემდეგ კი გადაყავთ ხსნარში ან სინჯის სხვა ფორმაში, რომელიც მოხერხებულია ამა თუ იმ მეთოდით ანალიზის ჩასატარებლად. უპირატესობა ენიჭება in-situ, ე.ი. უშუალოდ ფირფიტაზე ჩატარებულ ანალიზს. ვიზუალურად ფასდება ლაქის ზომა (ფართობი) ან ტარდება ელექტრომაგნიტური გამოსხივების შთანთქმის ინტენსივობის გაზომვა ქრომატოგრაფიული ფირფიტის სკანირებით (დენსიტომეტრის მეშვეობით). შედეგად რეგისტრირდება ქრომატოგრამა, რომელსაც აქვს თხევადი ქრომატოგრაფიის ინსტრუმენტული სახეობების ანალოგიური ფორმა.

THIN-LAYER LIQUID CHROMATOGRAPHY OF PHOSPHOLIPIDS

M.Siradze, I.Berdzenishvili, N.Neparidze, V.Tvaliashvili, O.Diogidze*

Georgian Technical University

*Batumi State Maritime Academy

SUMMARY

It is established by the phospholipids TLC method that many substances are not discoverable in the visible area and for their detection invisible zones are developed via TLC plates spraying by special reagents. For spot identification is possible to use UV radiation or thermal destruction of substances. Qualitative analysis is carried out either directly on chromatogram (at sorbent layer), or substance zone is extracted from thin layer of the plate, afterwards takes place their transfer to solution or other form of sample, which is convenient for analysis by one or another method. Advantage is given to in-situ analysis, i.e. directly at the plate. Spot size (area) is assessed visually or takes place instrumental measurement of intensity of electromagnetic absorption during scanning of chromatographic plate using densitometer. As a result is registered a chromatogram, which has a form similar to instrumental types of liquid chromatography.

მათემატიკური ქიმია

რეაქციის სიჩქარის მუდმივების მათემატიკურ-ქიმიური გამოკვლევა გაზურ და თხევად ფაზებში

მიხეილ გვერდწითელი

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ჩატარებულია გაზურ და თხევად ფაზებში მიმდინარე რეაქციის სიჩქარის მუდმივების მათემატიკურ-ქიმიური გამოკვლევა. აგებულია ორი კორელაციური განტოლება. კორელაციები დამაკმაყოფილებელია

ქიმია – ქიმიური რეაქციების ოპტიმალურად მართვის ხელოვნებაა. ამიტომაც, რომ ქიმიის დომინანტური პრობლემაა ქიმიური რეაქციების მექანიზმების შესწავლა. მ მიზანს ემსახურება კლასიკური და თანამედროვე კინეტიკა, ფიზიკური-ორგანული ქიმია, კვანტური კინეტიკა და ა.შ. [1-5].

მათემატიკური ქიმია თანამედროვე თეორიული ქიმიის ერთ-ერთი შედარებით ახალი დარგია. ისი სტრატეგიული ამოცანაა მოლეკულებისა და მათი გარდაქმნების შესწავლა უმაღლესი მათემატიკის ფუნდამენტური კატეგორიების (ჯგუფები, გრაფები, მატრიცები და ა.შ.) საშუალებით [6,7]. ამ მიზნით მათემატიკურ ქიმიაში ხშირად გამოიყენება ტოპოლოგიური ინდექსები (მოლეკულური დისკრიპტორები). დღეისათვის არსებობს ხუთ ათეულზე მეტი ტოპოლოგიური ინდექსი, მათ შორის ხუთი ჩვენს მიერაა შექმნილი. იმიური კინეტიკის პრობლემების შესასწავლად განსაკუთრებით ეფექტური აღმოჩნდა ანბ და ქვაზი-ანბ მატრიცების ბაზაზე აგებული ორი ტოპოლოგიური ინდექსი – $I_g(\Delta_{ანბ})$ და $I_g(\Delta_{ქვაზი})$ [8]. მოკლედ აღვწეროთ ეს ტოპოლოგიური ინდექსები.

ანბ-მატრიცის დიაგონალური ელემენტებია მოლეკულაში შემავალი ქიმიური ელემენტების ატომური ნორმები, არადიაგონალური ელემენტებია – ქიმიური ბმების ჯერადობები. ნებისმიერი XYV მოლეკულის შესაბამის ანბ-მატრიცას გააჩნია ფორმა:

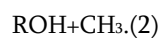
$$\begin{vmatrix} Z_x \Delta_{xy} \Delta_{xv} \\ \Delta_{xy} Z_y \Delta_{yv} \\ \Delta_{xv} \Delta_{yv} Z_v \end{vmatrix}$$

სადაც Z_x , Z_y და Z_v , X, Y და V ქიმიური ელემენტების ატომური ნორმებია; Δ_{xy} , Δ_{xv} და Δ_{yv} , X---Y, X---V და Y---V ქიმიური ბმების ჯერადობებია.

ფორმალურად ქვაზი-ანბ-მატრიცასაც ანბ-ს ფორმა გააჩნია, ოღონდ დიაგონალური ელემენტები ტოლია მოლეკულის ცალკეულ სტრუქტურულ ფრაგმენტში შემავალი ქიმიური ელემენტების ატომური ნორმების ჯამისა, არადიაგონალური ელემენტები – ბმათა ჯერადობებია ამ სტრუქტურულ ფრაგმენტებს შორის. ამგვარად ანბ-მატრიცა იგება არა თვით მოლეკულის, არამედ მისი სტრუქტურული მოდელის საფუძველზე, ეს მიდგომა მნიშვნელოვნად ამარტივებს გამოთვლებს და საშუალებას იძლევა მოდელი შეირჩეს კონკრეტული ამოცანის ქიმიური შინაარსის გათვალისწინებით (რაც მათემატიკურ ქიმიაში ნოვატორული მიდგომაა).

სწორედ ანბ და ქვაზი-ანბ მატრიცების დეტერმინანტების მნიშვნელობების ათობითი ლოგარითმები $I_g(\Delta_{ანბ})$ და $I_g(\Delta_{ქვაზი})$ წარმოადგენენ ტოპოლოგიურ ინდექსებს.

ნაშრომში [9] მოცემულია ჯაჭვის ზრდის შემდეგი პროცესი:



სადაც: R=CH₃, C₂H₅, C₃H₇.

და სიჩქარის მუდმივები გაზურ და თხევად ფაზაში (25°C-ზე) $I_{g_{გაზ}}$ და $I_{g_{თხ}}$. ცხრილში მოყვანილი შესაბამისი სპირტებისათვის $I_g(\Delta_{ქვაზი})$ მნიშვნელობები, $I_{g_{გაზ}}$ და $I_{g_{თხ}}$.

ცხრილი. Iგ ($\Delta_{\text{ჰაბ}}$), Iგ_{გაზ.}, Iგ_{კობ.} (2) პროცესისათვის

პროცესი	Iგ($\Delta_{\text{ჰაბ}}$)	Iგ _{გაზ.}	Iგ _{კობ.}
CH ₃ . + CH ₃ OH	1,90	1,70	2,34
CH ₃ . + C ₂ H ₅ OH	2,18	2,14	2,77
CH ₃ . + C ₃ H ₇ OH	2,35	2,65	3,53

კომპიუტერის გამოყენებით აგებულია ორი კორელაციური განტოლება

$$\lg k_{\text{გაზ.}} = 2,11X \lg(\Delta_{\text{ჰაბ}}) - 2,31 \quad (3)$$

$$\lg k_{\text{კობ.}} = 2,64 \lg(\Delta_{\text{ჰაბ}}) - 2,68 \quad (4)$$

აღმოჩნდა, რომ კორელაციის r კოეფიციენტი, შესაბამისად, ტოლია: 0,986; 0,984. ასე, რომ, ჯაფეს კრიტერიუმებით [5], კორელაციები დამაკმაყოფილებელია.

ამგვარად განხილული მიდგომის გამოყენება შესაძლებელია როგორც გაზურ, ისევე თხევად ფაზაში მიმდინარე პროცესების კინეტიკური სპეციფიკის ანალიზისათვის.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. С. Бенсон . Основы химической кинетики. Москва, „Мир“, 1964.
2. К. Лейдлер. Кинетика органических реакции. Москва, „Мир“, 1966.
3. С. Глестон, К. Лейдлер, Г. Эйринг. Теория абсолютных скоростей реакции. Москва, ИЛ, 1964.
4. Р.Р. Догондзе, А.М. Кузнецов. Итоги науки и техники. физическая химия, Кинетика, Москва, ВИНТИ, 1973, т. 2.
5. მ. გვერდციტიელი. ფიზიკური ორგანული ქიმიის რჩეული თავები. თბილისი, თუ გამომც., 1982, გ. 19.
6. I.Gastaiyer, T. Engel. Chemoinformatics. London, Willey-VCH, 2003.
7. M. Gverdtsiteli, G. Gamziani, I. Gverdtsiteli. The Contiguity Matrices of Molecular Graphs and their Modifications, Tbilisi, TU – press, 1996.
8. Н.Н. Сидамонидзе, К.Т. Купатадзе, М.И. Гвердцитители. Теоретическое исследование корреляции „структура-свойства“ в рамках метода ПНС -, квази - ПНС – и ЭП – матриц. Прикладная физика, 2003, # 6. сс. 36-39.
9. Е.Т. Денисов. Кинетика гомогенных химических реакции. Москва, „Высшая школа“, 1978, с.91.

MATHEMATICAL-CHEMICAL INVESTIGATION OF THE RATE CONSTANTS OF THE CHEMICAL REACTIONS IN GASEOUS AND LIQUID PHASES

Mikheil Gverdtsiteli

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

SUMMARY

Mathematical-chemical investigation of the rate constants of the chemical reactions in gaseous and liquid phases was carried out. Two correlation equations were constructed. The correlations are satisfactory.

МАТЕМАТИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТАНТ СКОРОСТЕЙ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В ГАЗОВОЙ И В ЖИДКОЙ ФАЗЕ

М.И.Гвердцитители

Тбилисский государственный университет им.Ив.Джавахишвили

РЕЗЮМЕ

Проведено математико-химическое исследование констант скоростей химических реакции в газовой и жидкой фазе. Построены два корреляционных уравнения. Корреляции удовлетворительны.

CHEMISTRY OF COORDINATIONAL COMPOUNDS

OBTAINING AND CHARACTERIZATION
OF NOVEL ANTIBACTERIAL HYBRID COATINGSN.Lekishvili^{*a}, Kh.Barbakadze^{*a***}, M.Tatarishvili^{*}, N.Hnatchuk^{**},
Ikang Chen^{**}, W.Brostow^{**}**Iv. Javakhishvili Tbilisi State University:**^a Institute of Inorganic-Organic Hybrid Compounds and Nontraditional Materials;
Faculty of Exact and Natural Sciences;**^bRafiel Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry;****Laboratory of Advanced Polymers & Optimized Materials (LAPOM), Department of Materials
Science and Engineering and Department of Physics, University of North Texas, USA*

The novel inorganic-organic antimicrobial hybrid coatings for protection of cultural heritage and museum exhibits based on bioactive heterometal coordination compounds of biogenic elements and ligands containing metallocene and carbocyclic asymmetric fragment simultaneously have been created. As a matrices have been chosen various hetero- and carbochain polymers - polyurethane, polyepoxy and fluorine containing copolymers. The industrial functional silicon-organic oligomers have been selected as modifiers of the obtained composites.

By TGA and DTA analyses the main thermo-physical and operational characteristics of the obtained materials have been studied. By using of differential scanning calorimetric (DSC) method have been established that glass transitions temperatures for all tested coatings are above 45-50°C. It has been shown that the modification of polymeric matrices with silicon-organic oligomers causes decrease of glass transition temperatures to some extent. Some operational characteristics (isothermal aging on air, photochemical stability, water absorption ability) of elaborated hybrid coatings have been studied.

Keywords: antimicrobial, matrix, hybrid, coating, thermo-physical properties, use.

Experimental

Thermogravimetric analysis (TGA) was carried out by using of MOM apparatus, Q1500D, Budapest. 100 mg of each dried sample was heated over the temperature range from +30 to +700°C at the heating rate of 10°C/min. For Differential scanning calorimetric measurements were used DSC 200 apparatus from Netzsch, Selb, Germany. Samples of about 10 mg were enclosed in aluminum DSC capsules. All tests were conducted under dry nitrogen in the temperature range from -100°C up to +300°C at a heating rate of 5°C/min.

Introduction

The aggressive microorganisms and viruses have adverse effects on the environment and human together with three global dangers for humanity: an energy crisis, food crisis and ecological disasters [1]. The growing population of various aggressive microorganisms stimulates a series of biocorrosive processes that affects many fields of industries and techniques. At present the intensive development of technique and industry makes actual the creation of multifunctional composite materials with antimicrobial properties by various purposes. Hybrid inorganic-organic materials comprises bioactive compounds and polymeric matrices as main components and will play a major role in the development of advanced functional materials that synergistically combine and enhance their best properties [2]. The potential application fields of such hybrids can include speciality coatings, membranes, sensors, drug delivery systems, biomaterials, catalysts etc.

General Results

In order to create novel inorganic-organic hybrids with specific combinations of properties, stable towards biocorrosion we proposed in perspective the elaboration of non-traditional materials by combining different molecular building blocks in various ratios by controlling their mutual arrangement. As a bioactive components were used heterometal coordination compounds of some biogenic elements and ligands containing bis(η^5 -cyclopentadienyl)iron (ferrocene) and polyfunctional asymmetric fragment simultaneously³ (Fig. 1); These compounds with high probability must display completely new potential of action, typical for combined structures, the ability of suppressing of action of various aggressive microorganisms in condition of long-term consumption.

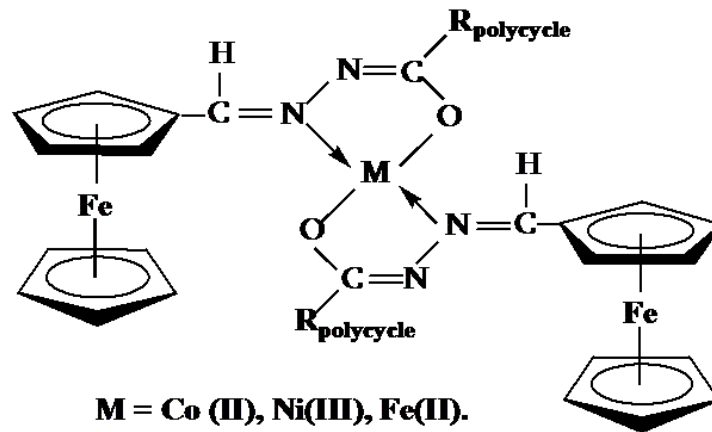


Figure 1. The general structure of bioactive heterometal coordination compounds

The use of silicon-organic oligomers with side functional groups as modifiers, characterized with a good compatibility to various hetero- and carbochain matrices (polyurethane, polyepoxy, fluorine containing copolymers etc.). That allows us to develop principally new generation of multifunctional antimicrobial coatings with good thermal stability, hydrophobicity and mechanical properties and gives new opportunities for expansion of their application areas. The optimal ratio of polymers, modifiers and bioactive components were determined.

The work temperature interval of the obtained composites was established by investigation of thermo-physical properties. TGA results of PU matrices and hybrids based on them show that up to 200°C they are quite stable and weight loss not exceeds 5-6 wt%. Intensive destruction of all samples takes place above 300-350°C where their total weight loss consists more than 45 wt%; the fluorine-containing composites are more thermostable than composites based on epoxy or polyurethane matrices, - their weight loss starts above 230-240°C, intensive destruction process - above 370-400°C with total weight loss of 30-35% (Fig. 2).

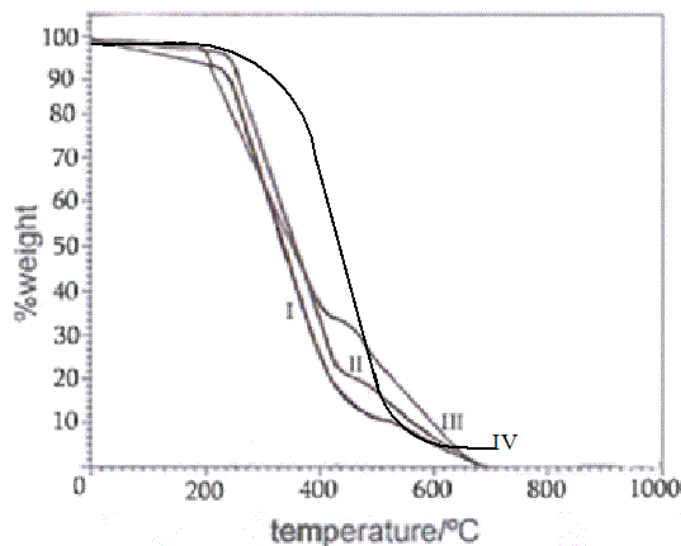
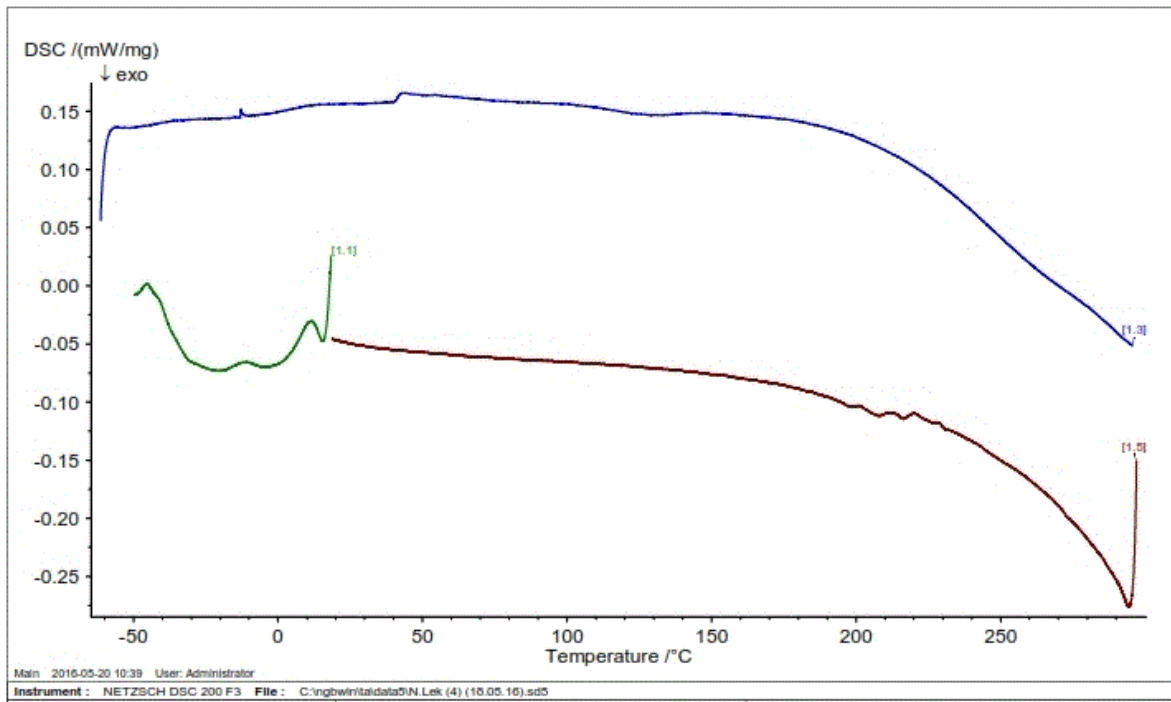
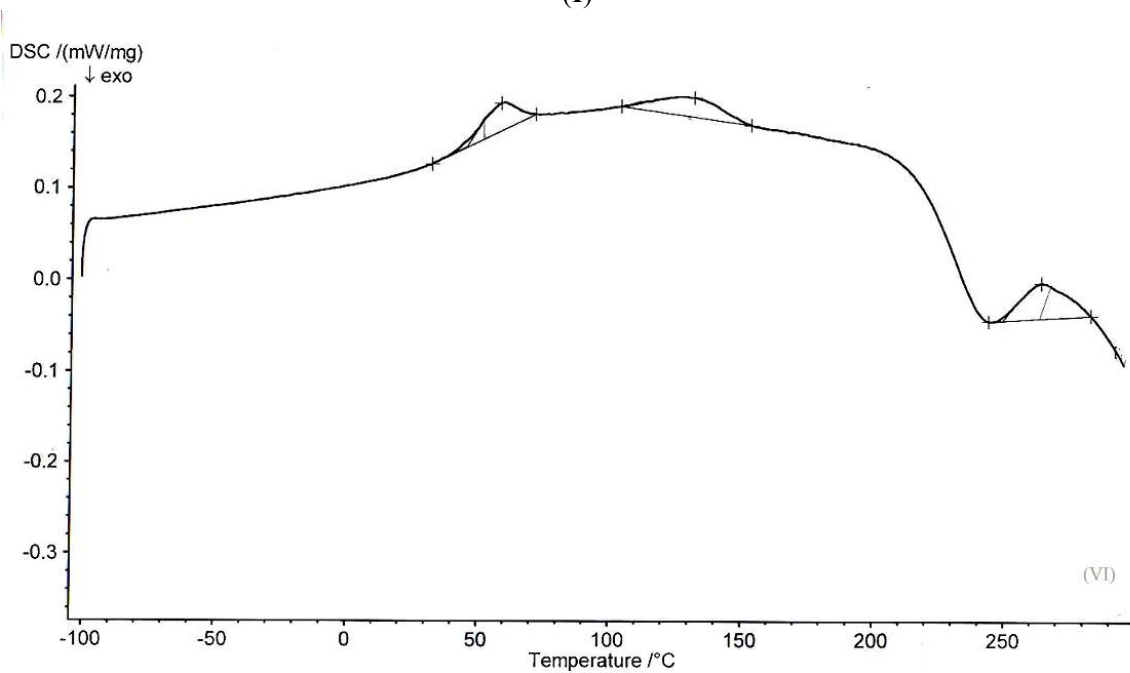


Figure 2. Curves of TGA of the created coatings based on bioactive compound III (Fig. 1): neat (I) and modified (II) PU-matrix; Polyepoxy matrix (III) and fluorine-containing copolymer matrix (IV)

Differential scanning calorimetric (DSC) method were used to locate the phase and glass transitions. The analyses of DSC curves (Fig. 3) show that endothermic picks correspond to the glass transition temperatures of the tested samples (T_g). All obtained coatings have glass transition regions above +50°C.



(I)



(II)

Figure 3. Typical DSC curves of the created coatings based on: I. Fluorine containing copolymer matrix based on $F_{12}MA$; II. Polyepoxy (ED-20) matrix

The modification of chosen matrices with silicon-organic oligomers causes shift of the peak position of the glass transition to the lower temperatures compared to non-modified polymer matrices. Developed composites are amorphous substances at room temperature (which is the working temperature for using of the antibacterial coatings). This is very important because crystallization can worsen their optical properties.

Isothermal aging on $40^{\circ}C$ in air, photo stability and water absorption ability of elaborated hybrid coatings have been studied. In these conditions the mentioned above properties did not worse.

The studies of main operational characteristics show that the obtained hybrid coatings:

- are characterized by a good adhesion on surfaces of various synthetic and natural materials;
- do not violate wholeness of samples during hardening and exploiting of the coating composites;
- almost do not change the color during their long-time aging (40°C in the air);
- do not produce harmful gases during exploitation, are relatively cheap and available.

By preliminary investigation it was established, that the obtained antimicrobial inorganic-organic hybrid materials may be used for effective protection of cultural heritage and museum exhibits from the action of various aggressive microorganisms. At the same time it will also provide improving of ecologically and epidemiologically dangerous situation in the environment provoked by the growth and settling of detrimental microorganisms on surfaces of various materials.

Conclusions

Based on various bioactive compounds, containing bis(η^5 -cyclopentadienyl)iron (ferrocene), polyfunctional organic fragment and some of transition metals simultaneously and various non-modified or modified polymeric matrices (PU, Polyepoxy, fluorine-containing copolymer) with silicon-organic oligomers the photo-, thermal aging and moisture resistant antimicrobial inorganic-organic hybrid multifunctional materials, stable towards the action of various aggressive microorganisms have been created.

The main thermophysical and operational properties of the obtained composites have been studied by TGA and DSC analyses methods.

It has been shown that the proper combination of the structure, bioactivity, ratio of basic components of antimicrobial composites and materials could improve their mechanical, thermal and operational properties. The potential application spheres of obtained bioactive coatings have been established.

***Acknowledgment:** authors would like to thank the Shota Rustaveli National Science Foundation (RNSF) of Georgia for financial support one of us (Dr. Kh. Barbakadze).*

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. 41st IUPAC World Chemistry Congress. Chemistry of the Protection of Health, Natural Environment and Cultural Heritages. Program and abstracts. Turin (Italy), August 5-11, 2007.
2. Sh. Joshi, A. D. Manikpuri, D. Khare, P. V. Khadikar. Synthesis and Structural Characterisation of the Mannich Bases of 5-Uridohydantoin as Potential Antibacterial Agents. *Oxidation Communications*, 2009, 3, 714-723.
3. P. Gomez-Romero, C. Sanchez. *Funct. Hybrid Materials*, Wiley-VCH, Weinheim, 2006.
4. Kh. Barbakadze, G. Lekishvili, N. Lekishvili. Novel ferrocene derivatives with polycyclic spatial groups: synthesis, study and application. *Asian. J. Chem.*, 2014, 26, 5, 1315-1317.
5. T. A. Travinskaia, E. A. Mishuk, L. N. Perepelitisina, Yu. V. Savyelev. Obtaining and Properties of Biodegradable Materials Based on Ionomer Polyurethane and Polysaccharide. *Polym J.*, 2010, 32, 66.
6. N. Lekishvili, Kh. Barbakadze, W. Brostow, N. Hnatchuk, Zachary Hoyt. Tribology of Novel Antibiocorrosion Coatings. *Materials Research Innovations*. 2015, 19, 3, 227-232.
7. Advanced biologically active polyfunctional compounds and composites for health, cultural heritage and environmental protection. Eds: N. Lekishvili, G. Zaikov, B. Howell. Nova Science Publishers, Inc. New York. 2010.

ახალი ანტიმიკრობული დამცავი საფრების მიღება და თვისებებინ.ლექიშვილი^{*ა}, ხ.ბარბაქაძე^{*აა**}, მ.თათარიშვილი^{*}, ნ.ჰნატჩუკი^{**}, ი.ჩენი^{**}, ვ.ბროსტოუ^{**}^{*ივ.} ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი;^აარაორგანულ-ორგანული ჰიბრიდული ნაერთების და არატრადიციული მასალების ს/კ ინსტიტუტი, ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი;^ბრაფიელ აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ს/კ ინსტიტუტი^{**}ავანგარდული პოლიმერების და ოპტიმიზირებული მასალების ლაბორატორია, ნორდ ტეხასის უნივერსიტეტი, მასალათმეცნიერების და ტექნოლოგიის და ფიზიკის დეპარტამენტი, აშშ**რეზიუმე**

ბიოგენური ელემენტებისა და კარბოციკლური ასიმეტრული ფრაგმენტისა და ფეროცენის ერთდროულად შემცველი ლიგანდების ბიოაქტიური ჰეტერომეტალური კოორდინაციული ნაერთების ბაზაზე შექმნილ იქნა ახალი არაორგანულ-ორგანული ანტიმიკრობული ჰიბრიდული დამცავი საფრები კულტურული მემკვიდრეობისა და სამუზეუმო ექსპონატების დასაცავად. მატრიცებად შერჩეულ იქნა სხვადასხვა ჰეტერო- და კარბოჯაჭვური პოლიმერი – პოლიურეთანი, პოლიეპოქსიდი, ფთორშემცველი თანაპოლიმერები. მოდიფიკატორებად გამოყენებულ იქნა სამრეწველო ფუნქციური პოლიორგანოსილოქსანები. თვა და დთა მეთოდებით შესწავლილ იქნა მიღებული მასალების ძირითადი თერმოდინამიკური თვისებები. დიფერენციულ-მასკანირებელი კალორიმეტრიის (დმკ) დახმარებით დადგენილ იქნა, რომ ტესტირებული საფრების გამინების ტემპერატურა აღემატება 45-50⁰C-ს. ნაჩვენებია იქნა, რომ სილიციუმორგანული ოლიგომერებით პოლიმერული მატრიცების მოდიფიკაცია გარკვეული ხარისხით ამცირებს გამინების ტემპერატურას, მაგრამ აუმჯობესებს მათ ელასტიურობას. განსაზღვრულ იქნა მიღებული საფრების ზოგიერთი არსებითი საექსპლუატაციო მახასიათებელი (ჰარზე იზოთერმული დაბერება, შუქმედეგობა და წყალშთანთქმის უნარი).

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА НОВЫХ ГИБРИДНЫХ АНТИМИКРОБНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙН.Г.Лекишвили^{*а}, Х.А.Барбакадзе^{*аа**}, М.Татаршвили^{*}, Н.Гнатчук^{**}, Иканг Чен^{**}, В.Бростоу^{**}^{*Тбилисский Государственный Университет им. Ив. Джавахишвили:}^а Факультет точных и естественных наук, институт орнано-неорганических гибридных соединений и нетрадиционных материалов, департамент химии;^бИнститут неорганической химии и Электрохимии им. Рафиел Агладзе;^{**}Лаборатория авангардных полимеров и оптимизированных материалов (LAPOM), Отдел материаловедения и инженерии и отдел физики, Университета Северного Техаса, США**РЕЗЮМЕ**

На основе биологически активных гетерометаллических координационных соединений, биогенных элементов и лигандов, содержащих металлоцен и карбоциклический асимметрический фрагмент, были созданы новые орнано-неорганические противомикробные гибридные покрытия для защиты культурных наследств и музейных экспонатов. В качестве матрицы были выбраны различные гетеро- и карбоцепные полимеры - полиуретан, полиэпоксид и фторсодержащие сополимеры. В качестве модификаторов полученных композитов были применены промышленные функциональные кремнийорганические олигомеры. Методами ТГА и ДТА были изучены основные теплофизические свойства полученных материалов. С помощью дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) было установлено, что температуры стеклования для всех тестируемых покрытий выше 45-50⁰C. Было показано, что модификация полимерных матриц кремний-органическими олигомерами приводит к снижению температуры стеклования до некоторой степени, но улучшают их эластические свойства. Были определены некоторые существенные эксплуатационные характеристики полученных покрытий (изотермическое старение на воздухе, светостойкость и водопоглощение).

Статья посвящена юбилею академика Э.П.Кемертелидзе

ИЗОФЛАВОНОИДЫ ИЗ НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *Fabaceae* ФЛОРЫ ГРУЗИИ

К.Г.Шалашвили, Н.Ш.Кавтарадзе, М.Г.Сутиашвили, М.Д.Алания

*Институт фармакохимии им. И.Г. Кутателадзе Тбилисского государственного медицинского университета
01596 ул. П. Сараджиишвили 36, Тбилиси, Грузия*

Среди растительных вторичных метаболитов особое место занимают флавоноиды, в том числе изофлавоноиды.

При изучении растений флоры Грузии на содержание изофлавоноидов перспективными оказались представители родов *Trifolium*, *Pueraria*, *Ononis* и *Astragalus* семейства *Fabaceae*. Многие виды из этих родов издавна применяются в народной медицине [1]. Так, например, клеверы используются как отхаркивающие, болеутоляющие, противовоспалительные средства, очистители крови, при экземах, псориазе и других хронических заболеваний в народной медицине Китая, Азии, Европы и США. Клеверы как богатый источник изофлавоноидов привлекли внимание современных ученых; в настоящее время подтверждено их эстрогенная активность и назначаются при менопаузах, не оказывая при этом токсического действия [2-4].

Виды рода *Pueraria*, помимо флавонолов [5], содержат изофлавоновые гликозиды пуерарин и даидзин, присутствием которых, по всей вероятности, обусловлены кардиоваскулярная, цереброваскулярная и противодиабетическая активности. Применяется также при остеопорозе и паркинсонизме [6-8].

Широкий спектр активных компонентов рода *Ononis* обуславливает многообразие фармакологической активности. Однако, в ряде случаев ведущая роль, очевидно, принадлежит комплексу фенольных соединений. В традиционной древнеевропейской медицине виды *Ononis* применялись как диуретическое и камнерастворяющее средства. В настоящее время в медицине корни стальника – *Ononis arvensis* используются в качестве противогеморроидального средства [9, 10].

На основе обширных исследований химического состава и высокой физиологической активности, отдельные виды астрагалов стали официальным сырьем в целях получения лекарственных препаратов, используемых при лечении различных заболеваний. Так, например, отвар *Astragalus dasyanthus* Pall. успешно применяется при сердечно-сосудистых заболеваниях, индивидуальный флавоноидный триозид – робинин, получаемый из *Astragalus falcatus* Lam., является субстанцией антиуремического препарата «Фларонин»; биологически активные пищевые добавки из *Astragalus membranaceus* Bunge. и *A. mongholicus* Bunge. используются как иммуномодуляторы, стимулирующие лейко- и эритропоэз [11].

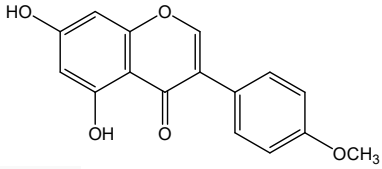
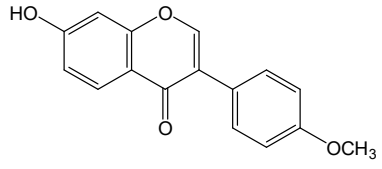
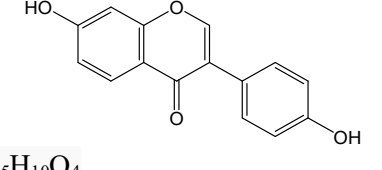
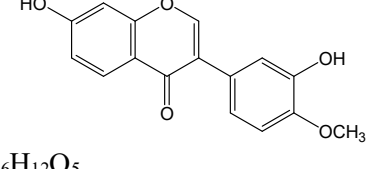
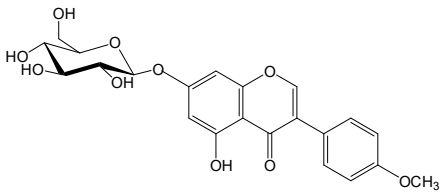
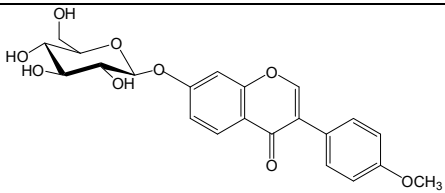
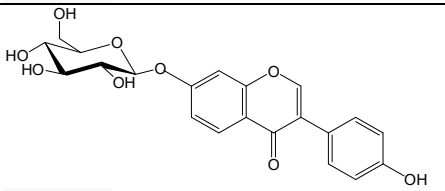
В статье приводятся результаты химического и фармакологического испытания некоторых представителей родов *Trifolium*, *Pueraria*, *Ononis* и *Astragalus*.

Глубокому химическому изучению были подтверждены следующие виды: *Trifolium hybridum* L., *T. pratense* L., *T. diffusum* Ehrh., *T. repens* L., *T. canescens* Willd., *Pueraria hirsuta* Matsum., *Ononis arvensis* L., *Astragalus microcephalus* Willd.

Экстракцию растительного материала проводили классическим методом. Из очищенного хлороформом от липофильных веществ водно-спиртовых экстрактов сырья, нам удалось разделить гидрофобные и гидрофильные вещества методом жидкость-жидкостной экстракции. После ступенчатого отделения отдельных фракций, остаток высушивали и получали суммы фенольных соединений. Выделение индивидуальных компонентов осуществляли колоночным хроматографированием на сорбенте полиамида, сефадекса LH-20 и силикагеля [11].

В результате из 8 растений были изолированы 45 соединений из группы изофлавонов, флавонов, флавонолов, многоатомных тритерпеновых спиртов и аминокислот. Из них 21 соединение оказалось изофлавонами: производные биоханина-А, формонетина, даидзейна и каликозина (табл. 1); в гликозидах которых углеводная часть представлена D-глюкозой.

Таблица 1. Выделенные изофлавоноиды из рода *Trifolium* L., *Pueraria* L., *Ononis* L. и *Astragalus* L.

N	Выделенные изофлавоноиды	Структурные формулы выделенных изофлавоноидов	Т. пл., °C	Растительный источник
Изофлавоновые агликоны				
1	Биоханин-А	 $C_{16}H_{12}O_5$	214-215	<i>Trifolium hybridum</i> L. <i>Trifolium pratense</i> L. <i>Trifolium diffusum</i> Ehrh. [13]
2	Формонетин	 $C_{16}H_{12}O_4$	255-257	<i>Trifolium hybridum</i> L. <i>Trifolium pratense</i> L. <i>Trifolium canescens</i> Willd. <i>Trifolium repens</i> L. [13]
3	Даидзеин	 $C_{15}H_{10}O_4$	320-322	<i>Trifolium repens</i> L. [13] <i>Pueraria hirsuta</i> Matsum. [5,13] <i>Ononis arvensis</i> L. [14]
4	Каликозин	 $C_{16}H_{12}O_5$	230-232	<i>Astragalus microcephalus</i> Willd. [12]
Изофлавоновые гликозиды				
5	Биоханин-А-7-О- β-D-глюкопира- нозид	 $C_{22}H_{22}O_{10}$	208-209	<i>Trifolium hybridum</i> L. <i>Trifolium pratense</i> L. <i>Trifolium diffusum</i> Ehrh. <i>Trifolium canescens</i> Willd. <i>Trifolium repens</i> L. [13]
6	Ононин	 $C_{22}H_{22}O_9$	210-212	<i>Ononis arvensis</i> L. [14] <i>Trifolium hybridum</i> L. <i>Trifolium pratense</i> L. [13]
7	Даидзин	 $C_{21}H_{20}O_9$	216-218	<i>Pueraria hirsuta</i> Matsum. [5, 13] <i>Ononis arvensis</i> L. [14] <i>Trifolium hybridum</i> L. [13]

Результаты химического исследования выше перечисленных видов в очередной раз доказывает генетическое родство отдельных родов сем. *Fabaceae*, проявляющееся в биосинтезировании родственных изофлавоноидов [15, 16].

Качественную идентификацию выделенных веществ проводили используя специфические цветные реакции предложенные для изофлавонов [17], химическим превращением (пример химического превращения ононина, выделенного из *Trifolium hybridum* L. приведен на рисунке 1); а также данными спектрального анализа (ИК-, УФ-, ЯМР ^1H и ^{13}C спектроскопии и их корреляционные методы, масс-спектроскопия).

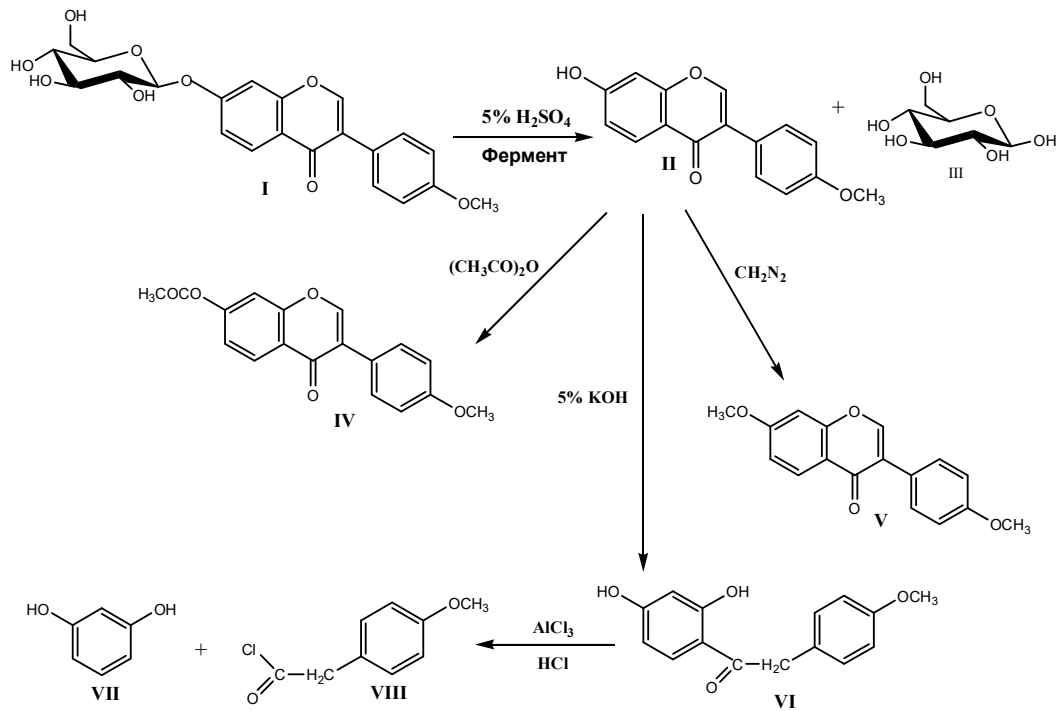


Рис. 1 Химическое превращение ононина

I – ононин; II – формонетин; III – глюкопираноза; IV – моноацетат формонетина; V – диметилый эфир формонетина; VI - 2,4-дигидрокси-4'-метоксидезокси-бензоин; VII – резорцин; VIII – хлорангидрид п-метоксифенилуксусной кислоты.

В таблице 2 приведены данные ^1H и ^{13}C ЯМР ононина.

Так как проанализированные растения оказались носителями физиологически активных изофлавонов в последующем были проведены биологические и фармакологические испытания суммарных субстанций, содержащих изофлавоноиды.

Сумма фенольных соединений из клевера шведского - *Trifolium hybridum* L. в состав которого входят биоханин-А, биоханин-А-7-О-β-D-глюкопиранозид, популлин, формонетин, кверцетин и изокверцитрин обладает гонадотропинстимулирующим эффектом, оказывает влияние на переднюю долю гипофиза и обуславливает избыточное выделение гонадотропинов, под действием которых происходит усиление эстрогенной функции яичников и, как следствие, развивается пролонгированная течка [13].

Экстракт листьев пуэрарии - *Pueraria hirsuta* обладает существенным гипозотемическим действием, проявляющееся в понижении содержания мочевины, остаточного азота и креатинина в крови как у интактных, так и у животных с хронической почечной недостаточностью, сопровождающейся гиперазотемией [18]. Растение предложено как дополнительное сырье для получения субстанции препарата «Фларонин» [5].

Таблица 2. Данные ^1H и ^{13}C ЯМР (400 MHz, CD_3OD , δ м.д., J / Гц) ононина и его агликона

Атомы	Формонonetин		Ононин	
	δ_{H}	δ_{C}	δ_{H}	δ_{C}
2	8.06, s	150.81	8.15, s	153.8
3	-	124.87	-	124.8
4	-	177.60	-	176.8
5	8.08, d (J 8.7)	128.10	8.13, d (J 8.8)	127.2
6	7.42, dd (J 8.7; 2.3)	116.01	7.16, d (J 2.3)	115.9
7	-	163.71	-	162.58
8	6.92, d (J 2.3)	102.92	7.43, d (J 2.4)	103.9
9	-	159.0	-	158.45
10	-	117.73	-	119.80
1'	-	125.16	-	125.10
2', 6'	7.55, d (J 8.9)	129.0	7.45, d (J 8.9)	130.77
3', 5'	6.96, d (J 8.9)	114.45	6.82, d (J 8.9)	113.90
4'	-	160.27	-	160.10
4'-OCH ₃	3.82, s	55.61	3.82, s	55.62
1''	-		5.6, d (J 7.6)	101.86
2''	-		3.54, m	73.87
3''	-		3.52, m	77.48
4''	-		3.49, m	70.48
5''	-		3.56, m	78.34
6'' A	-		3.35, dd (J 12.0; 8.0)	61.93
6'' B	-		3.48, dd (J 12.0; 2.2)	

Очищенная фракция фенольных соединений из стальника - *Ononis arvensis*, в эксперименте *in vivo* обладает выраженным диуретическим действием. Сумма экстрактивных веществ корней стальника полевого, в состав которого входят формонетин, дайдзеин, дайдзин, ононин и многоатомный спирт α -оноцерин, рекомендуется для создания лечебного препарата в виде капсул.

Выделенные физиологически активные вещества и суммарные субстанции обуславливают целесообразность дальнейшего поиска и выявления новых видов растений в семействе *Fabaceae* содержащих изофлавоноиды и другие классы флавоноидов.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Hydrangeaceae* – *Haloragaceae*, Л., «Наука», 1987, 328с.
2. Коллер Р. Растительные вещества, специфически действующие на половую систему животных. *Сельское хозяйство за рубежом, Животноводство*, 1953, 10, 88-94.
3. Казаков А.Л. Химические исследования флавоноидов клевера, синтез изофлавонов и их биологическая активность. *Автореферат дисс. канд. хим. наук*. Ростов-на Дону, 1978, 24с.
4. Chaudhary N., Tripathi S. A review on chemical and biological activity of *Trifolium pratense*. *Pharmatutor*, 2014, 2, 3, 93-101.
5. Чкадуа Н. Ф., Алания М.Д., Кемертелидзе Э.П. Флавоноидные гликозиды листьев *Pueraria hirsuta*. *Химия природ. соедин.*, 1996, 6, 945-946.
6. Zhou Y.X., Zhang H., Peng C. Puerarin: a review of pharmacological effects. *Phytotherapy research*, 2014, 28, 7, 961-975.
7. Wong R., Rabie B. Effect of puerarin on bone formation. *Osteoarthritis and Cartilage*, 2007, 15, 894-899.

8. Malaivijitnond S., Tungmunnithum D., Gittarasanee S., Kawin K., Limjunyawong N. Puerarin exhibits weak estrogenic activity in female rats. *Fitoterapia*, 2010, **81**, 6, 569–576.
9. Тулайкин А.И., Бахтина С.М. Диуретическая и анальгезирующая активность извлечений из наземной части *Ononis arvensis* (Fabaceae). *Растит. ресурсы*, 2006, 42, 1, 120-127.
10. Тулайкин А.И., Яковлев Г.П. Разнообразие фенольных соединений рода *Ononis* (Fabaceae). *Растит. ресурсы*, 2007, 43, 3, 140-161.
11. Алания М.Д., Кемертелидзе Э.П., Комиссаренко Н.Ф. Флавоноиды некоторых видов *Astragalus* L. флоры Грузии, 2002, «Мецниереба», 151 с.
12. Кавтарадзе Н.Ш., Алания М.Д., Мшвилдадзе В.Д., Схиртладзе А.В., Serge Lavoie, Andre Pichette. Флавоноиды *Astragalus microcephalus* Willd. *Химия природ. соедин.*, 2010, 6, 827-828.
13. Кемертелидзе Э.П., Алания М.Д., Шалашвили К.Г., Сагаришвили Т.Г., Кавтарадзе Н.Ш. Оригинальные лекарственные препараты флавоноидоносных растений Грузии, 2016, Тбилиси, 120 с.
14. Сичинава М.Б., Сутиашвили М.Г., V. Mahiou – Leddet, E. Olivier. Химические компоненты наземных частей *Ononis arvensis* флоры Грузии. *Изв. Национальной АН Грузии, сер. химическая*, 2014, 40, 1, 68-70.
15. Шалашвили К. Г., Алания М.Д. Распространение некоторых химических соединений в роде *Trifolium* флоры Грузии. *Изв. АН ГССР*, 1986, 4, 251-257.
16. Алания М.Д., Анели Дж.Н. Химический анализ некоторых видов рода астрагала флоры Грузии. *Изв. АН ГССР, сер. Биол.*, 1988, 213-219.
17. Казаков А.Л., Хиля В.П., Межерицкий В.В., Литкей Ю. Природные и модифицированные изофлавоноиды. 1985, изд-во Ростовского университета, 180 с.
18. Кемертелидзе Э.П., Сыров В.Н., Алания М.Д., Кавтарадзе Н.Ш., Хушбактова З.А. Химический состав и фармакологическая активность листьев *Pueraria hirsuta* L., произрастающей в Грузии. *Хим. фарм. журнал*, 2008, 42, 6, 28-31.

იზოფლავონოიდები საქართველოს ფლორის პარკოსანთა (Fabaceae) ოჯახის ზოგიერთი მცენარეიდან

ქ.შალაშვილი, ნ.ქავთარაძე, მ.სუთიაშვილი, მ.ალანია
 თსსუ ი. ქუთათელაძის ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტი
 პ. სარაჯიშვილის ქ. 36, 0159, თბილისი, საქართველო

რეზიუმე

შესწავლილია საქართველოში გავრცელებული სახეობების *Trifolium hybridum* L., *T. pratense* L., *T. diffusum* Ehrh., *T. repens* L., *T. canescens* Willd., *Pueraria hirsuta* Matsum., *Ononis arvensis* L., *Astragalus microcephalus* Willd. ზოგიერთი ქიმიური კომპონენტი. გამოყოფილი და დახასიათებულია 45 ნივთიერება იზოფლავონების, ფლავონების, ფლავონოლების და ამინომჟავების ჯგუფიდან. მათგან 21 ნაერთი აღმოჩნდა იზოფლავონი, რომლებიც წარმოადგენენ როგორც აგლიკონებს, ისე გლიკოზიდებს: ბიოხანინი-А, ფორმონონეტინი, დაიდზინი, კალიკონინი, ბიოხანინი-А-7-О-β-D-გლუკოპირანოზიდი, ონონინი, დაიდზინი.

ნივთიერებათა სტრუქტურები დადგენილია მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების საფუძველზე, ასევე ქიმიური გარდაქმნის პროდუქტების დახასიათებით და თანამედროვე სპექტრული ანალიზის მეთოდებით - იწ-, უი-, ¹H-, ¹³C-ბმრ, კორელაციური სპექტროსკოპიით და მას-სპექტრომეტრიით.

პარკოსანთა ოჯახის სხვადასხვა გვარის გენეტიკურ ნათესაობას კიდევ ერთხელ ადასტურებს მცენარეთა ქიმიური შესწავლის შედეგები, ვინაიდან ყველა მათგანი ასინთეზებს იზოფლავონოიდებს.

შესწავლილია ზოგიერთი სახეობიდან მიღებული იზოფლავონოიდების შემცველი ჯამური ფარმაკოლოგიური პრეპარატის ბიოლოგიური აქტივობა.

Trifolium hybridum L.-დან მიღებულ ფენოლური ნაერთების ჯამს, რომელიც შეიცავს ბიოხანინ-A-ს, ფორმონეტინს, ბიოხანინი-A-7-O-β-D-გლუკოპირანოზიდს, პოპულნინს, კვერცეტინს და იზოკვერცეტინს, აღმოაჩნდა გონადოტროპინმასტიმულირებელი მოქმედება.

Pueraria hirsuta Matsum.-ის ფოთლებისგან მიღებულ ექსტრაქტს გააჩნია ჰიპოაზოტემიური ეფექტი, რომელიც გამოიხატება ინტაქტური და თირკმლის ქრონიკული უკმარისობით დაავადებული ცხოველების სისხლში შარდოვანას, ნარჩენი აზოტის და კრეატინინის შემცველობის დაქვეითებით.

Ononis arvensis L.-ის ფენოლური ნაერთების გასუფთავებულმა ფრაქციამ *in vivo* ექსპერიმენტში გამოავლინა დიურეზული მოქმედება.

გამოყოფილი ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები და მათი შემცველი სუბსტანციების მრავალფეროვანი ბიოლოგიური ეფექტები მიზანშეწონილს ხდის უფრო ღრმად იქნეს შესწავლილი ეს მცენარეები და გამოვლინდეს ახალი პერსპექტიული სახეობები.

ISOFLAVONOIDS OF SOME PLANTS OF FAMILY *FABACEAE* FROM GEORGIAN FLORA

Ketevan Shalashvli, Nana Kavtaradze, Marina Sutiashvili, Meri Alania
Tbilisi State Medical University, I. Kutateladze Institute of Pharmacochimistry
36, P. Sarajishvili st. 0159, Tbilisi, Georgia

SUMMARY

The chemical components of some widespread in Georgia species - *Trifolium hybridum* L., *T. pratense* L., *T. diffusum* Ehrh., *T. repens* L., *T. canescens* Willd., *Pueraria hirsuta* Matsum., *Ononis arvensis* L., *Astragalus microcephalus* Willd. were studied. Forty five compounds belonging to the groups of isoflavonoids, flavons, flavonols, amino acids, were isolated and identified. Among them 21 substances proved to be isoflavons. They were presented as aglycons as well as glycosides: biochanin-A, formononetin, daidzein, calycosin, biochanin-7-O-β-D-glucopyranoside, ononin, daidzin.

The structures of compounds were established on the basis of their physical-chemical properties, by chemical transformation and by spectral analysis: IR, UV, ¹H and ¹³C NMR, two-dimensional correlation spectroscopy, mass-spectroscopy.

All the investigated plants synthesize isoflavonoids. This fact another times proves the genetical kinship of various genes of the family *Fabaceae*.

The biological activity of pharmacological preparations obtained from some species were studied.

The fraction of phenolic compounds from *Trifolium hybridum* L., containing biochanin-A, formononetin, biochanin-7-O-β-D-glucopyranoside, populnin, quercetin and isoquercitrin showed gonadotropin stimulating activity.

The extract from the leaves of *Pueraria hirsuta* Matsum. has hypoazotemic effect; the level of creatinine, urine and residual nitrogen reduces in blood of intact animals and in animals with acute renal failure.

The purified fraction from *Ononis arvensis* L. containing the sum of phenolic compounds showed diuretic effect *in vivo* experiment.

Isolated physiologically active compounds and determined diverse biological effects encourage to study deeper abovementioned plants, also to detect the new prospective species inside of the family *Fabaceae*.

ФЛАВОНОЛЫ НАДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ *ONONISARVENSIS* L.,
ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ГРУЗИИ

М.Б.Сичинава, М.Г. Сутиашвили, М.Д.Алания

*Институт фармакохимии им. И.Г. Кутателадзе Тбилисского государственного медицинского университета**01596 ул. П. Сарадживили 36, Тбилиси, Грузия*

С применением современных методов исследования растительного сырья из надземных частей *Ononisarvensis* L. изолированы фенольные соединения: кверцетин, кемпферол, гиперин, мирицетин и хлорогеновая кислота. Структура выделенных соединений установлена на основании изучения физико-химических свойств, продуктов химического превращения и данных ИК, УФ, ^1H ЯМР спектроскопии.

Род *Ononis*L.(сем.*Leguminosae*), является источником различных биологически активных веществ - фенольных, терпеновых и стероидных соединений, углеводов, циклитолов, птерокарпанов, изофлавонов и флавонолов [1]. Мы ранее сообщали о результатах изучения изофлавонов надземных частей *Ononisarvensis*L., флоры Грузии [2]. Продолжив изучение других компонентов надземной части из этилацетатного извлечения водно-спиртового экстракта выделили соединения 1-5.

Структуру изолированных соединений установили по физико-химическими константами и данными ИК, УФ, ^1H ЯМР спектроскопии. Соединения 1-4 дают положительную цианидиновую реакцию поBryant [3]. Следовательно, они атнесены к группе флавонолов.

Вещество 1 представляет собой желтые игольчатые кристаллы, растворимые в этаноле, ацетоне; нерастворимые - в воде. Т.пл.274-276 $^{\circ}\text{C}$ (70 $^{\circ}$ спирт); состав $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_6$; УФ-спектр, EtOH, λ_{max} , нм: 250 пл, 270, 360; ИК спектр, KBr, ν_{max} , cm^{-1} : 3410, 3300 (-OH), 1640 (C=O), 1560, 1585 (C=C)ароматическое кольцо. ^1H ЯМР (CCl_4)м.д.: 8.00(2H, $d, J = 8\text{Гц}$, 2', 6'), 6.95 (2H, $d, J = 8\text{Гц}$, 3', 5'), 6.50 (1H, $d, J = 2\text{Гц}$, 8), 6.25 (1H, $d, J = 2\text{Гц}$, 6). Продукты щелочного расщепления аналогичны с таковыми кемпферола. По данным ИК, УФ, ПМР спектроскопии веществ 1 отождествлен с кемпферолом[4-6].

Вещество 2: желтые игольчатые кристаллы, растворимые в этаноле, ацетоне; нерастворимые в воде. Т.пл.303-306 $^{\circ}\text{C}$ (70 $^{\circ}$ спирт); состав $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_7$; УФ-спектр, EtOH, λ_{max} , нм: 310, 255, 385; ИК спектр, KBr, ν_{max} , cm^{-1} : 3385, 3350 (-OH), 1663, 1612 (C=O), 1570, 1565 (C=C) ароматическое кольцо. ^1H ЯМР ($\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$), м.д.: 7.66 (2H, $d, J = 2\text{Гц}$, 2'), 7.55 (1H, $d, J = 2\text{Гц}$, 6'), 6.89 (1H, $d, J = 8.4\text{Гц}$, 5'), 6.40 (1H, $d, J = 2\text{Гц}$, 8), 6.18 (1H, $d, J = 2\text{Гц}$, 6).Щелочное расщепление приводит к флороглюцину и протокатеховой кислоте. На основании анализа полученных данных вещество 2 охарактеризовано как 5,7,3',4'-тетрагидроксифлавоноли или кверцетин[4,5,7].

Вещество 3: бледно-желтого цвета игольчатые кристаллы, растворимые в этаноле, ацетоне; плохо - в воде. Т.пл.231-233 $^{\circ}\text{C}$; состав $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{11}$; УФ-спектр, EtOH, λ_{max} , нм: 259, 298 пл., 360; ИК спектр, KBr, ν_{max} , cm^{-1} : 3400-3250 (-OH), 1620, 1615 (C=O), 1520, 1470 (C=C) ароматическое кольцо. ^1H ЯМР ($\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$), м.д.: 7.85 (2H, $d, J = 2\text{Гц}$, 2', 6'), 7.40, 6.90 (2H, $d, J = 2.5\text{Гц}$, 3', 5'), 6.45 (1H, $d, J = 2\text{Гц}$, 8), 6.12 (1H, $d, J = 2\text{Гц}$, 6), 5.74 (1H, $m, J = 7\text{Гц}$, 1''). Вещество 3 кислотным гидролизом расщепляется, образует агликон (выход 62%) идентичный кверцетину. В углеводной части гликозида найдена D-галактоза. Сравнением вещества 3 с достоверным образцом гиперина депрессии т.пл. не дает и на б/х проявляется на уровне гиперина [8]. Исходя из полученных результатов флавоноид 3 охарактеризован как кверцетин-3-0- β -D-галактопиранозид или гиперин [7-9].

Вещество 4: бледно-желтого цвета игольчатые кристаллы, растворимые в этаноле, диметилсульфоксиде; практически нерастворим в хлороформе и эфирах, плохо - в воде. Т.пл.349-352 $^{\circ}\text{C}$; состав $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_8$; УФ-спектр, EtOH, λ_{max} , нм: 257, 365; ИК спектр, вазелин, ν_{max} , cm^{-1} : 3500-3100 (-OH), 1660, 1615 (C=O), 1610, 1520 (C=C) ароматическое кольцо. ^1H ЯМР (CD_3OD), м.д.: 7.30 (2H, $s, 2', 6'$), 6.36, (1H, $d, J = 1.8\text{Гц}$, 8), 6.14 (1H, $d, J = 1.8\text{Гц}$, 6). В системе растворителей проявляется на уровне достоверного мирицетина [10]. На основании анализа полученных данных вещество 4 охарактеризовно как 3,5,7,3',4',5'-гексагидрокси-флавонол или мирицетин [1,10].

Вещество 5: бесцветные кристаллы, растворимые в этаноле, метаноле, этилацетате, нерастворим в хлороформе и бензоле. На хроматограмме при облучении УФ лучами флуоресцирует голубым цветом; с 1% раствором FeCl₃, окрашивается в сине-зеленный цвет и проявляется на уровне аутентичного образца хлорогеновой кислоты. Т.пл.202-205⁰C; состав C₁₆H₁₇O₉; УФ-спектр, EtOH, λ_{max}, нм: 245, 298нм., 325. Вещество 5 идентифицировано как 3-О-коффеил-хинная или хлорогеновая кислота[11].

Все вещества из *Ononis arvensis* L., произрастающего в Грузии, выделены и идентифицированы впервые.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. А.И. Тулайкин, Г.П. Яковлев. Разнообразие фенольных соединения рода *Ononis* (*Fabaceae*). Обзор. *Растит.ресурсы*, 2007, т.43, №3, с.140-160.
2. М.Б. Сичинава, М.Г. Сутиашвили, М.Д. Алалия, В. Май-Леддет, Э. Оливье. Химические компоненты надземных частей *Ononis arvensis* флоры Грузии. *Известия национальной академии наук Грузии, серия химическая*, 2014, т.40, №1, с.68-70.
3. E.F.Bryant. A note on the differentiation between Flavonoid glycosides and their aglycones. *J.Amer. Pharm. Ass. Sci.*, 1950, v.39, № 8, p.480-482.
4. М.Д. Алалия. Спектральный анализ флавоноидов и циклоартанов, Тбилиси, “*Копи*”, 2005, 208 с. (На грузинском языке).
5. М.Д. Алалия, Н.Ф. Комиссаренко, Э.П. Кемертелидзе. Флавоноиды *Astragalus falcatus*. *Сообщения АН ГССР*, 1972, т. 68, № 2, с.357-360.
6. Ковалев В.М. Флавоноиды Травы вовчуга полевого, *Фармацевтический журнал*, 1975, № 2, с. 93.
7. М.Д. Алалия. Успехи химии вторичных метаболитов (флавоноидов и циклоартанов) астрагалов флоры Грузии. Тбилиси, “*Самшобло*”, 2016, 394 с.
8. E.Wollenweber, M. Dorr, D. Rivera, J.N. Roitman, Exterally accumulated flavonoids in three Mediterranean *Ononis species*, *Z. Naturforsch.*, 2003, v. 58, № 11-12, p. 771-775.
9. М.Д. Алалия. Фенольные соединения *Astragalus brachycarpus*. *Химия природных соединений*, 1976, №6, с.813.
10. Т.Г.Сагарейшвили. М.Д.Алалия. Фенольные соединения *Cercisiliquastrum*, *C. canadensis* и *Fraxinus ornus*. *Известия академии наук ГССР, серия химическая*, 1990, т. 16, № 2, с.155-156.
11. Т.Г.Сагарейшвили, М.Д.Алалия. Фенольные соединения некоторых интродуцированных растений в Грузии. В кн.: Материалы II съезда фармацевтов Грузии, Тбилиси, “*Мецниереба*”, 1987, с. 282-284.

საქართველოში გავრცელებული ONONIS ARVENSIS L.-ის მიწისზედა ნაწილების ფლავონოლები

მ.სიჭინავა, მ.სუთიაშვილი, მ.ალანია

თსუ ი. ქუთათელაძის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტი, პ. სარაჯიშვილის ქ. 36, 0159, თბილისი, საქართველო

რეზიუმე

ჩატარებულია საქართველოში გავრცელებული მინდვრის ფშნის ეკალის – *Ononis arvensis*-ის მიწისზედა ნაწილების ფლავონოიდური ნაერთების შესწავლა. გამოყოფილია და იდენტიფიცირებულია 4 ფლავონოლი – კემპფეროლი, კვერცეტინი, ჰიპერინი, მირიცეტინი და 1 ფენოლმჟავა – ქლოროგენის მჟავა. ნივთიერებათა სტრუქტურები დადგენილია ფიზიკურ-ქიმიური კონსტანტებით, ქიმიური გარდაქმნებით და იწ, უი, ¹H ბმრ სპექტროსკოპიით. აღნიშნული ნივთიერებები საქართველოს ფლორის *Ononis arvensis*-დან გამოყოფილი და დახასიათებულია პირველად.

FLAVONOLS FROM OVERGROUND PARTS OF *ONONIS ARVENSIS* L. WIDESPREAD IN GEORGIA

M.Sichinava, M.Sutiashvili, M.Alania

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

SUMMARY

Study of flavonoid compounds of overground parts of *Ononis arvensis* (Leguminosae) was carried out. Four individual flavonols – kaempferol, quercetin, hyperin, miricetin and 1 phenolcarboxylic acid – chlorogenic acid were isolated and identified. The structures of isolated substances were established by their physical and chemical properties, by chemical transformation and by IR, UV, ¹H NMR spectral data. The abovementioned compounds were isolated and characterized for the first time from *Ononis arvensis*L. widespread in Georgian flora.

СУХИЕ ЗУБНЫЕ ЭЛИКСИРЫ

М.А.Габелая, Т.Г.Цинцадзе, М.Б.Кахетелидзе*, П.А.Явич*

*Грузинский технический университет***Институт фармакохимии им. И.Г. Кутателадзе Тбилисского государственного медицинского университета*

Рассмотрен вопрос создания рецептуры сухого зубного эликсира. Наряду с традиционными компонентами были использованы вещества, позволяющие не только вскрывать гнойный абсцесс в ротовой полости, но и способствовать заживлению, уменьшению болевого синдрома и чувства дискомфорта.

Среди наиболее распространенных заболеваний человека часто встречаются заболевания органов полости рта, от состояния которых зависит здоровье всего организма. Одной из причин таких заболеваний является несоблюдение правил гигиены.

Для гигиенического ухода и профилактики заболеваний полости рта наряду с зубными пастами и порошками используются и зубные эликсиры. В отличие от зубных паст, зубные эликсиры не содержат абразивных и полирующих веществ и фактически являются дополнительным средством гигиены. Применение зубных эликсиров не только способствует соблюдению правил гигиены полости рта, но и даёт возможность изменения вида флоры ротовой полости, удаляя бактериальную, вызывающую различные воспалительные процессы. Эликсиры можно подразделить на гигиенические, лечебно-профилактические и лечебные в зависимости от типа добавок, введенных в их состав.

Гигиенические эликсиры предназначены для дополнительного очищения и устранения неприятного запаха изо рта с помощью специальных компонентов.

Лечебно- профилактические зубные эликсиры, благодаря особо подобранному составу, как минеральных, так и растительных компонентов, способствуют превенции ряда заболеваний органов полости рта.

Особую группу составляют лечебные эликсиры, действие которых направлено на конкретные заболевания полости рта, зубов и десён. К ним относятся, например, - «Sensitive», "Lacalut2», Listerin. Однако эффективность их действия напрямую зависит от длительности применения.

Более перспективны, на наш взгляд, зубные эликсиры, способные предотвратить или ликвидировать заболевание всего за несколько полосканий. Следует отметить, что в течение многих лет при наличии воспалительных процессов в ротовой полости для полосканий используют раствор смеси соли и пищевой соды $\text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$. Определенная величина показателя рН способствует более быстрому вскрытию и рассасыванию гнойных процессов.

В последнее время подобные эликсиры появились на рынке в виде сухих порошков, которые необходимо разводить водой непосредственно перед применением из-за возможного гидролиза входящих в их состав солей [1]. По этой причине, например, использование йода и его солей в относительно низкой концентрации в растворах зубных эликсиров, несмотря на возможный высокий терапевтический эффект, практически неприемлемо. То же самое относится и к целому ряду других солей. Сухие эликсиры и высококонцентрированные растворы отдельных солей необходимо разводить определенным количеством воды перед употреблением, иначе они теряют свои лечебные свойства. Раствор набирают в рот, держат там не менее 45 секунд, а потом удаляют. Так повторяется несколько раз. После этого нельзя есть и пить в течение получаса, необходимо, чтобы остатки полоскания оставались во рту как можно дольше. Такие порошки-ополаскиватели используются при обострении гнойных заболеваний (абсцессов) и не рекомендованы для ежедневного профилактического употребления [2].

Фактически, разведённый сухой эликсир является гипертоническим раствором. Существенным недостатком средств этого вида является неприятный вкус раствора при использовании, наличие в их составе лишь двух основных компонентов, что позволяет проявляться лишь эффекту удаления гноя и эскудата. После их применения часто больной испытывает состояние дискомфорта - боль и раздражение [3]. На наш взгляд, более целесообразно вводить в состав сухих зубных эликсиров и другие компоненты, способствующие снижению боли и началу ранозаживления. Необходимо

подавить действие определенного вида микробной флоры полости рта, возникающей в случае гнойных процессов [4]. Этому способствует введение в состав рецептуры сухих эликсиров-ополаскивателей йодсодержащих соединений и других компонентов, обладающих антисептической и антимикробной активностью. Необходимость удерживания подобного полоскания на поверхности зубов и слизистой оболочки рта в течении определённого времени подразумевает достаточно высокую величину поверхностного натяжения, динамической и относительной вязкости вышеупомянутого раствора [5].

Исходя из вышеприведенного, была разработана рецептура состава, так называемого сухого эликсира-ополаскивателя, содержащая следующие компоненты (г/л):

1.	NaCl	22,5
2.	KCl	4,5
3.	NaHCO ₃	27,0
4.	Борная к-та	1,0
5.	Бура	2,4
6.	Трилон Б	1,0
7.	NaKMЦ	1,0
8.	KJ	3,0
9.	Сухой экстракт алоэ	1,1

Присутствие NaCl обусловлено тем, что водный раствор хлорида натрия в подобной концентрации образует гипертонический раствор, влияющий на осмотическое давление и способствующий отделению гноя. Наряду с вышесказанным, KCl нормализует кислотно-щелочной баланс, активизирует ряд цитоплазматических ферментов, регулирует осмотическое давление внутри клеток, синтез белка, транспортировку аминокислот, проведение нервных импульсов. Хлорид калия является основным внутриклеточным ионом, в то время как хлорид натрия – главным внеклеточным. Взаимодействие этих двух ионов играет важную роль в поддержании изотонии клеток [6].

Натрия гидрокарбонат (NaHCO₃) является антисептиком и противогрибковым соединением, а также способствует доведению pH раствора до желаемой величины. Борная кислота (H₃BO₃) – антисептическое средство, обладающее обеззараживающим и антифунгицидным действием, восстанавливает естественный баланс бактерий и нормализует микрофлору в ротовой полости [7].

Бура (Na₂B₄O₇) - с давних времён употребляется в медицине при различных воспалительных процессах кожи и слизистой оболочки, так как обладает стягивающими, антисептическими свойствами, задерживая некроз тканей; а также является эмульгатором и консервантом. Иодид калия (KJ) вызывает реактивную гипермию слизистой оболочки, усиливает функцию мерцательного эпителия, тем самым способствуя вскрытию гнойного очага, но, наряду с этим, является антисептическим, антибактериальным, антифунгицидным средством. Его присутствие крайне важно для начала процесса успокоения реакции вскрытого абсцесса [8].

Трилон Б (C₁₀H₁₄N₂Na₂O₈) является консервантом, антиоксидантом, повышает стабильность системы. Являясь хелатором (образуя нетоксичные комплексы с ионами металлов, легко выводимые из организма) предотвращает разрушение активных веществ этими ионами. Убирает отложения солей на поверхности зубов. Способствует очищению от зубного камня [9].

Натриваемая соль карбоксиметилцеллюлозы (NaKMЦ) используется в качестве загустителя, пластификатора, ресорбента, главная особенность которого заключается в формировании более вязкого, раствора. Это свойство способствует увеличению длительности присутствия и лучшей обволакиваемости эликсиром-ополаскивателем ротовой полости [10].

Сухой экстракт алоэ – комбинированный препарат растительного происхождения, оказывает антисептическое, общетонизирующее действие, улучшает клеточный метаболизм, трофику и регенерацию тканей, повышает устойчивость слизистых оболочек к действию повреждающих агентов. Антрахинон эмодин, содержащийся в нём, приводит к инактивации вирусов Herpes simplex первого и второго типов, Varicella roster и др. Полисахариды, содержащиеся в экстракте в сочетании с микроэлементами обладают иммуномодулирующими свойствами, что способствует улучшению характера раневой поверхности с частичным уменьшением ощущения дискомфорта и болевого синдрома [11].

При растворении сухого эликсира-ополаскивателя, полученного согласно рецептуре, в 100 мл дистиллированной воды образуется коричнево-жёлтый раствор, горьковато-солёного вкуса, обладающий достаточно высоким гипертоническим эффектом. Для придания лучших вкусовых качеств в состав сухого эликсира добавлено 0,01г ванили.

Для выбора раствора с оптимальным значением pH было опробовано пять вариантов рецептуры сухого эликсира с различной концентрацией натрия гидрокарбоната (NaHCO_3). Замеры производились на приборе марки «pH-100 Аналитика». Полученные результаты приведены на рисунке 1.

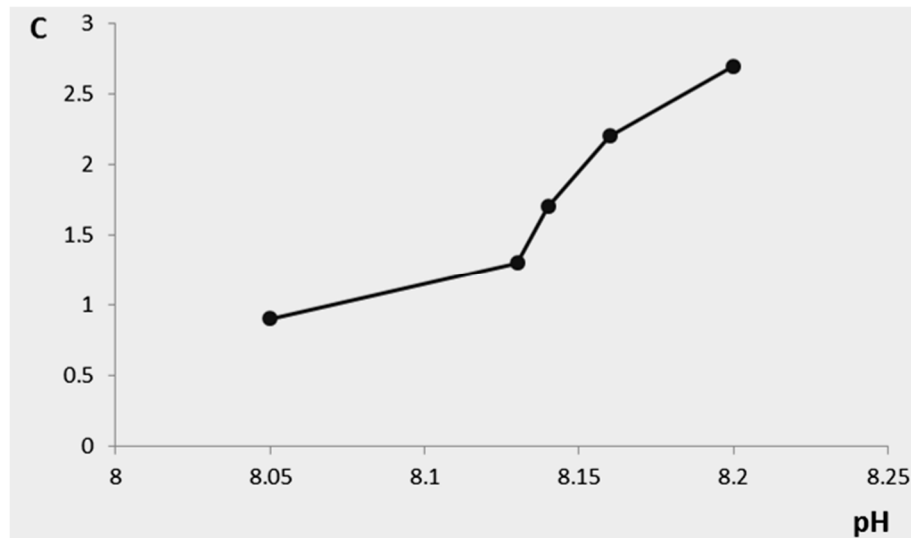


Рис.1. Зависимость pH раствора от концентрации натрия гидрокарбоната (NaHCO_3) в рецептуре сухого зубного эликсира.

Физико-химические свойства разработанной рецептуры зубного ополаскивателя представлены в таблице 1.

Таблица 1. Расчетные величины разработанной рецептуры сухого зубного ополаскивателя

Наименование компонента	Концентрация используемых компонентов в г/100мл в изотонических растворах	Концентрация использованных компонентов в г/100мл при получении гипертонического раствора	Относительная сравнительная величина коэффициента гипертоничности	Величина осмотического давления(P) мПа
NaCl	0,91	2,25	2,7	2,96
KCl	1,16	0,45	0,34	0,37
NaHCO ₃	1,31	2,70	1,57	1,72
H ₃ BO ₃	1,63	0,10	0,04	0,04
Na ₂ B ₄ O ₇	3,15	0,24	0,03	0,03
KJ	2,59	0,30	0,05	0,06
C ₁₀ H ₁₄ N ₂ Na ₂ O ₈ (трилон Б)	8,86	0,10	0,001	0,001
				EP=5,181

Как видно из вышеуказанной таблицы, гипертонический эффект создается за счет применения хлористого натрия (NaCl), хлористого калия (KCl) и бикарбоната натрия (NaHCO₃). Применение борной кислоты (H₃BO₃), буры (Na₂B₄O₇), йодида калия (KJ) и трилона Б (C₁₀H₁₄N₂Na₂O₈) в малых концентрациях способствует увеличению антисептических и антибактериальных свойств раствора,

существенно не влияя на гипертонический эффект. Суммарное осмотическое давление полученного раствора сухого зубного эликсира равно 5,181 мПа, что указывает на высокую эффективность данного раствора в процессе вскрытия гнойника и удаления гноя [5].

Судя по литературным данным, использование в подобных концентрациях NaCl, NaHCO₃ и KCl способствует созданию поверхностного натяжения в размере порядка 70 дин/см. Динамическая вязкость за счет использования NaCl и NaHCO₃ составляет 0,4 – 0,5 сПз даже при температуре раствора 40 – 50°C. Относительная вязкость находится в пределах 0,99 – 1,02 ВУ (градусы условной вязкости)[12]. Эти данные, с учетом добавления NaKMЦ, дают основание говорить о достаточно хорошем обвалакивающем эффекте потенциального препарата при его использовании в виде раствора.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. www.pravda.ru Код доступа: /stomatology/prophylaxis/17-05-2004/47238-teet0/
2. www.kosmetika.potrebitel.ru Код доступа: ?golink=2502/pgs/66.htm
3. Елинов Н.П., Громова Э.Г. Современные лекарственные препараты. Справочник с рецептурой. Питер, 2000. С. 550-553. 34.
4. Марченко В.Г., Кравчук С.А. Современные проблемы и перспективы развития аптечного и промышленного производства инфузионных растворов в Украине./ Провизор. 2002. №5. – С. 3-7. 6.
5. Орловская Н.Ф. «Изотонические и физиологические растворы». НфаУ. Кафедра технологии лекарств. Киев 2011г.
6. Ленский А.С. «Введение в биеорорганическую и биофизическую химию». Москва. Высшая школа 1989г. стр.256
7. www.femininesite.ru Код доступа: krasota-i-zdorove/bornaya-kislota-svoystva.html
8. www.magicaltouch.ru Код доступа: bura-tetraborat-natriya-50-g/
9. www.pgs52.ru Код доступа: trilon-b
10. www.is-it-good.info Код доступа: dobavki/e4xx/e466-karboksimetiltsellyuloza.html
11. www.analogi-lekarstv.ru Код доступа: ?s=Aloje+jekstrakt+suhoj
12. Справочник химика, т.3., Государственное научно-техническое издательство химической литературы, Москва 1962г, стр.715, 716, 720, 726 -727.

კბილის მშრალი ელიქსირი

მარგარიტა გაბელაია, თამარ ცინცაძე, მზია კახეთელიძე*, პავლე იავიჩი*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

*თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის იოველ ქუთათელაძის ფარმაკოქიმიის

ინსტიტუტი

რეზიუმე

წინამდებარე სტატიაში განხილულია კბილების მშრალი ელიქსირის გაუმჯობესებული რეცეპტურის შემუშავების საკითხი. ტრადიციულ კომპონენტებთან ერთად გამოყენებული იქნება ნივთიერებები, რომლებიც არა მხოლოდ ხელს უწყობს პირის ღრუში დაჩირქებული აბსცესის გახსნას, არამედ თანმიმდევრულად, შეძლებისდაგვარად, ხელს უწყობს შეხორცებას და ხსნის ტკივილისა და დისკომფორტის გრძნობას.

DRY ELIXIR FOR TOOTH

M.A.Gabelaia, T.G.Tsintsadze, M.B.Kahetelidze*, P.A.Yavich*

Georgian Technical University

*I.Kutateladze Institute of Pharmacochimistry of Tbilisi State Medical University

SUMMARY

This article considers development of improved receipt of dry elixir for tooth. Together with traditional components substances are used that allow not only to open festering abscess in the mouth, but also successively, to the extent possible, to heal and relieve pain and sense of discomfort.

აგრარული ქიმია

ოზონის გამოყენება მაღეფუჭებადი ხილ-ბოსტნეულისა და ციტრუსების შენახვისათვის

რიმზეტ თუშურაშვილი, ციური ბასილაძე, გენრიეტა შანიძე, მანანა მამარდაშვილი, ნინო კვიციანი, გივი ხიდეშელი, ვაჟა მაცაბერიძე

ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. რაფიელ აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი.

შესწავლილია ოზონ-ჰაერის ნაკადის გავლენა მანდარინის შენახვის ვადის გახანგრძლივებაზე. სხვა ცნობილ მეთოდებთან შედარებით ოზონი არ ახდენს მანვე ზემოქმედებას საკვებ პროდუქტებზე და არ იწვევს მისი კვებითი ღირებულების ცვლილებას. დადგენილია, რომ ყოველდღიური დამუშავებისას, ოზონ-ჰაერის ნაკადით მანდარინის შენახვის ვადის გახანგრძლივება შესაძლებელია სამ თვემდე.

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში საკვები პროდუქტების განსაკუთრებით კი მაღეფუჭებადი ხილ-ბოსტნეულის შენახვის ვადის გახანგრძლივება ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს. ანალოგიურ პრობლემას წარმოადგენს საქართველოსთვის ციტრუსების, მათ შორის მანდარინის, შენახვა-გადამუშავების ვადის გახანგრძლივება, რადგან აქ მოსავლის აღების სეზონი გრძელდება 1-1,5 თვის განმავლობაში. პრობლემის გადასაწყვეტად ხშირად გამოიყენება სამაცივრო დანადგარები (სადაც ნელეულს საშუალოდ ინახავენ 40-50 დღე, შემდგომი შენახვა უარყოფითად მოქმედებს ნაყოფისა და შესაბამისად წარმოებული პროდუქციის ხარისხზე [1]) და ქიმიკატები, როგორცაა: ქლორი, გოგირდის ანჰიდრიდი, ფუნგიციდები, დიფენილამინი და სხვა [2]. ამასთან ქიმიური საშუალებების გამოყენებისას დადებით მოქმედებას თან ახლავს ნეგატიური შედეგებიც, რაც გამოიხატება ნიადაგში შხამქიმიკატების დაგროვებაში, გარემოს და თვით პროდუქტების დაბინძურებაში. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ სეზონის გასვლის შემდეგ, პროდუქტის ღირებულება 2-3 ჯერ იზრდება [3].

ამჟამად განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ახალი, ეკოლოგიურად უსაფრთხო ტექნოლოგიების შერჩევას, რომლებიც უზრუნველყოფენ პროდუქტის შენახვის ვადის გახანგრძლივებას. ერთ-ერთ ასეთ ეფექტურ მეთოდს მიეკუთვნება ოზონის გამოყენება [4].

დადგენილია, რომ ოზონი არ ახდენს არავითარ მანვე ზემოქმედებას საკვებ პროდუქტებზე და არ იწვევს მისი კვებითი ღირებულების ცვლილებას, ამასთან პროდუქტი ინარჩუნებს ნაზ არომატს. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ოზონი მოქმედებს პროდუქტის მხოლოდ ზედაპირზე როგორც ანტისეპტიკი, თვითონ კი სწრაფად იშლება და გადადის უსაფრთხო ჟანგბადში.

ჭარმოდგენილ სამუშაოში მანდარინის შენახვის ვადის გასახანგრძლივებლად გამოყენებული იქნა ლაბორატორიაში დამზადებული ორი სხვადასხვა წარმადობის ოზონატორი და პროდუქტის სასტერილიზაციო კამერა.

ექსპერიმენტის ჩასატარებლად გარკვეული რაოდენობის მანდარინი (10 ცალი) თავსდებოდა სასტერილიზაციო კამერაში (№1), რომელშიც ტარდებოდა ოზონ-ჰაერის ნარევის ნაკადი (სურათი 1). ექსპოზიციის დრო იცვლებოდა 20-დან 60 წუთამდე. 20-30წთ ექსპოზიციის შემთხვევაში ოზონატორის წარმადობა შეადგენდა 1გ/სთ, ხოლო 60წთ ექსპოზიციისას ოზონატორის წარმადობა 2-2,5 გ/სთ.



სურ.1



სურ.2

პარალელურად შედარებისათვის იგივე რაოდენობის მანდარინი (10ცალი) მოთავსებული იქნა საკონტროლო კამერა – კონტეინერ №2-ში.

ექსპერიმენტი ტარდებოდა 8 თებერვლიდან 19 მაისამდე. პირველ ეტაპზე მანდარინი ოზონ-ჰაერის ნაკადით დამუშავებული იქნა 10 დღის განმავლობაში (დღე-გამოშვებით, დღეში 20 წთ-ის ხანგრძლივობით). ამ პერიოდში 10 ცალი მანდარინიდან №1 კამერაში დაზიანდა 2 ცალი (20%), საკონტროლოში კი დაზიანდა 1 ცალი (10%). მიღებულმა შედეგებმა აჩვენა, რომ საჭირო გახდა ოზონირების ექსპოზიციის დროის გაზრდა.

კვლევის მეორე ეტაპზე ოზონ-ჰაერის ნაკადით დღეში 30 წუთიანი დამუშავების შემდეგ იგივე პერიოდში (10 დღე, დღე-გამოშვებით) ორივე კამერაში დაზიანდა მხოლოდ თითო ცალი მანდარინი. იგივე შედეგი მიღებულია დღეში 60 წუთიანი დამუშავების პირობებში. მიღებულმა შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ოზონის რაოდენობის ზრდა დადებითად მოქმედებს შენახვის პროცესზე. ამის გათვალისწინებით ლაბორატორიაში დამზადდა ორჯერ მეტი წარმადობის ოზონატორი.

მესამე ეტაპზე ახალი ოზონატორით მიღებული ოზონ-ჰაერის ნაკადით დღეში 60 წუთიანი დამუშავებით იგივე პერიოდში (10 დღე) სურათი მკვეთრად შეიცვალა-ოზონირების კამერაში (№1) დაზიანდა 1 ცალი მანდარინი, მაშინ როცა საკონტროლოში (№2) დაზიანდა 4 ცალი.

კვლევის მეოთხე ეტაპზე ოზონ-ჰაერის ნაკადის დღეში 60 წუთიანი გატარების შემთხვევაში (ყოველდღე)-32 დღის განმავლობაში №1 კამერაში არცერთი მანდარინი არ დაზიანებულა, დარჩენილი საღი მანდარინების რაოდენობა შეადგენს 40% (სურათი 2), მაშინ როცა №2 კამერაში ყველა დარჩენილი მანდარინი დაზიანდა.

მეხუთე ეტაპზე ოზონირების პროცესი შეჩერდა და დაკვირვება გრძელდებოდა 19 დღის განმავლობაში. დადგინდა, რომ ოზონირების შეწყვეტის შემდეგ დარჩენილმა საღმა მანდარინებმა 3 კვირა შეინარჩუნა პირვანდელი მდგომარეობა.

ამრიგად, წარმოდგენილ ნაშრომში მიღებული შედეგების საფუძველზე დადგინდა, რომ ოზონ-ჰაერის ნაკადით (ყოველდღე) დამუშავებისას 60 წუთის განმავლობაში მანდარინის შენახვა შეიძლება გახანგრძლივდეს 3 თვემდე, ხოლო ოზონირების შეწყვეტის შემდეგ საღ მდგომარეობას კიდევ ინარჩუნებს დამატებით 3 კვირის განმავლობაში.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. Кочеткова А.Р. Технология консервирования тропических и субтропических фруктов и Овощей. Киев-Одеса. «Высшая школа», 1989, с. 352.
2. КаснянчуВ.Д., АнистасенкоВ.А. Безотходная технология переработки плодово-ягодного сырья. Пищевая промышленность, 1978, №2, с. 44-45.
3. ხათუნა ჭანუყვაძე. ლიმონის პერსპექტიულ-სამრეწველო ჯიშების ნაყოფების ქიმიური და ტექნოლოგიური თავისებურებანი. დისერტაცია, ქუთაისი, 2006, გვ. 71.
4. ГукалинаТ.В., КоваленкоТ.В., БуроваТ.Е. Влияние периодического действия озона на некоторые компоненты химического состава картофеля.//Совершенствование методов холодильного консервирования пищевых продуктов. Л.: ЛТИХП, 1983, с.36-41.

USE OF OZONE FOR STORAGE OF PERISHABLE FRUIT AND VEGETABLE PRODUCTS AND CITRUSES

R.Tushurashvili, Ts.Basiladze, G.Shanidze, M.Mamardashvili, N.Kvirkvelia, G.Khidesheli, V.Matsaberidze
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Rafiel Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry

SUMMARY

Influence of a stream of ozone-air mix on tangerines for the purpose of increase in term of their storage is studied. In comparison with other known methods ozone doesn't influence change of food qualities of products at storage. It is established that daily processing of tangerines a stream of ozone-air mix it is possible to achieve increase in period of storage about three months.

ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СКОРОПОРТЯЩЕЙСЯ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ И ЦИТРУСОВ

Р.Г.Тушурашвили, Ц.М.Басиладзе, Г.В.Шанидзе, М.И.Мамардашвили, Н.М.Квирквелия, Г.И.Хидешели, В.Г.Мацаберидзе

Тбилисский Государственный Университет им. Ив.Джавахишвили, Институт неорганической химии и электрохимии им.Р.Агладзе

РЕЗЮМЕ

Изучено влияние потока озонно-воздушной смеси на мандарины с целью увеличения срока их хранения. По сравнению с другими известными методами, озон не влияет на изменения пищевых качеств продуктов при их хранении. Установлено, что ежедневной обработкой мандаринов потоком озонно-воздушной смесью, можно добиться увеличения срока их хранения до трех месяцев.

აგრარული ქიმია

ატმის ფოთლის სინთეზის საწინააღმდეგო ახალი ფოსფატური ფუნდები

ლუდმილა ცხვედაძე, ავთანდილ ღოლიძე*, ომარ ლომთაძე*, დავით კაკაშვილი, ნუნუ შალვაშვილი*
საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის მებაღების, მევენახეობის და მეღვინეობის ინსტიტუტი
*თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის
ინსტიტუტი

მიღებულია თუთიის ჰიდრო და დიჰიდრიფოსფატების ხსნადი ფირმები, რომლის საფუძველზეც შემუშავდა ფუნგიციდური თვისების პრეპარატი. ფოთლის სინთეზით დაავადებული ატმის საცდელი ხეების შემუშავებული ფოსფატური პრეპარატით დამუშავება მნიშვნელოვნად ამცირებს მათში დაავადების განვითარებასა და გავრცელებას. მომავალში ლითონის ხსნადი ფოსფატების საფუძველზე მომზადებული ფუნგიციდური პრეპარატებით შეიძლება ჩანაცვლდეს ეკოლოგიურად მნიშვნელოვნად სასიფათო ფუნგიციდი შაბიამანი.

კურკოვანი კულტურები, ისევე როგორც ხეხილის ყველა სახეობა, განსაკუთრებით ზიანდება მათთვის სპეციფიკური მავნებელ-დაავადებებით, რომლებიც აფერხებენ მცენარეების ზრდა-განვითარებას, ამცირებენ მოსავალს და აუარესებს მის ხარისხს. ატმის კულტურის შემთხვევაში ასეთი დაავადებაა ფოთლის სინთეზი. ატმის ფოთლის სინთეზი საქართველოს თითქმის ყველა რეგიონშია გავრცელებულია, სადაც კი ატამი ხარობს [1]. ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით და დაავადების დინამიკაზე ჩვენი დაკვირვებით, დაავადების გამოჩენა და მისი შემდგომი განვითარება მთლიანად კლიმატურ პირობებზეა დამოკიდებულია. კერძოდ, დაავადება ინტენსიურად ვითარდება გახანგრძლივებული გრილი და ხშირწვიმიანი გაზაფხულის პირობებში.

სინთეზით ავადდება ძირითადად ატმის, ფოთლები, ყლორტები, კვირტები და იშვიათად ნაყოფი. ატმის ფოთლის სინთეზით მიყენებული ზარალი ძალიან დიდია. ძლიერი ფოთლების დაავადება ვლინდება გაზაფხულზე (მაისის თვეში). დაავადება თავიდანვე ფოთლის დახუჭუჭით იწყება ანუ ფოთლის ფირფიტა იბურცება, სქელდება, ხუჭუჭდება, უხეში და ადვილად მტვრევადი ხდება. ძლიერ დაზიანებული ფოთლები ხმება და ცვივა. ნაადრევად გაცვენილი ფოთლების ადგილას მცენარეს მეორედ უხდება შეფოთვლა, რაც მიმდინარეობს მომავალი წლის კვირტების და დაგროვილ მკვებავი ნივთიერების ხარჯზე. ამდენად სინთეზი უარყოფითად მოქმედებს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე და მოსავალზე. ახალი ტოტი კარგად ვერ ვითარდება და ზამთრის პერიოდში იყინება. ყვავილობის პროცესში მცენარის დაავადება იწვევს ყვავილის ხმობას და ცვენას, ხოლო გადარჩენილი ყვავილებიდან ვითარდება დეფორმირებული ნაყოფი. დაავადებული ფოთლები მოწითალო, ზოგი კი ღია მწვანე ფერს ღებულობს. დაავადებული ფოთლის ზედაპირზე ქვედა და ზედა მხარეზე ვითარდება სოკოს ნაყოფიანობა – სქელი მოთეთრო-მოყავისფრო, ხოლო შემდეგ მონაცრისფრო ფიფქის სახით, რომელიც შედგება გამრავლების ორგანოების - სკოსპორებისაგან [2,3].

დაავადების გამომწვევია სოკო *Taphrina deformans* (Berk.) Tui ატმის დაავადებულ ნაწილებში იწვევს ღრმა პათოანატომიურ (უჯრედის ჰიპერპლაზია და ჰიპერტროფია) ცვლილებებს, რომელიც დაავადებულ ნაწილების გარეგანი ნიშნებითაც თვალსაჩინოა. მისი მიცელიუმი, როგორც ყველა პარაზიტი სოკოების შემთხვევაში, ენდოფიტურია; ცხოვრობს დაავადებული მცენარის ქსოვილში და იწვევენ დაავადებული ორგანოების (ფოთლები, ყლორტები) სხვადასხვა სახის დეფორმაციას. მიცელიუმი სუსტადაა განვითარებული, როგორც ეს ყველა ობლიგატური პარაზიტისთვისაა დამახასიათებელი და ადვილად ვრცელდება მცენარის ქსოვილში. დაავადებული მცენარის ტაფრინას გვარის სოკოებისათვის დამახასიათებელი 2 სახის მიცელიუმი: ერთწლიანი და მრავალწლიანი. ერთწლიანი მიცელიუმით სოკო იწვევს ფოთლების ადგილობრივი ხასიათის დაზიანებას და წარმოშობს ცალკეულ გასიებულ დახუჭუჭებულ ლაქებს ან სქელ ბუშტებს. მრავალწლიანი მიცელიუმი ვითარდება დაავადებულ ქსოვილში, ზამთრობს კვირტებში და წლიდან წლამდე იწვევს მცენარის ახალ-ახალ დაავადებას [4].

ჩვეულებრივ, სინთეზის საწინააღმდეგოდ შემოდგომაზე, ფოთოლცვენის დასაწყისში, ხდება დაავადებული მცენარეების შეწამვლა 3%-ანი ბორდოს ნარევით, ხოლო გაზაფხულზე, კვირტების დაბერვამდე, რეკომენდირებულია ორი დამუშავების ჩატარება (4-5 დღის ინტერვალით) ბორდოს ნარევის 1%-ანი ხსნარით.

ორთოფოსფორმჟავას წყალში ხსნადი მარილი - ნატრიუმის ჰიდროფოსფატი (Na_2HPO_4) გამოიყენება, როგორც ფუნგიციდი, ხილ-კენკროვანი მცენარეების სოკოვანი დაავადების - ჭრაქის წინააღმდეგ, მაგრამ

შაბამანთან შედარებით ნაკლებად ეფექტურია. ნატრიუმის მაგივრად უფრო მაღალი ფუნგიციდური აქტივობის კათიონის - თუთიის შემცველობის შემთხვევაში, მოსალოდნელია ფოსფატების ფუნგიციდური ეფექტურობის გაუმჯობესება. ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვანია მიღებული მარილების წყალში ხსნადი ფორმების მიღება.

კვლევები ჩატარდა თუთიის წყალში ხსნადი მარილების (ჰიდრო- და დიჰიდრო ფოსფატების) მიღების ოპტიმალური პირობების დასადგენად, მორეაგირე კომპონენტების (ორთოფოსფორმჟავა, თუთიის ჟანგი) სარეაქციო არეში შემცველობისა და არის ტემპერატურისგან დამოკიდებულებით.

ატმის ფოთლების სიხუჭუჭის წინააღმდეგ გამოიყენა თუთიის მონო- და დიჰიდროფოსფატების შემცველი კომპოზიცია, რომლის მიღებისას მორეაგირე კომპონენტების კონცენტრაცია სარეაქციო არეში იყო:

- ფოსფორმჟავა 40-50 % (მას.) P_2O_5 -ზე გადათვლით
- თუთიის ოქსიდის შემცველობა 10-15 % (მას.),
- სარეაქციო არის ტემპერატურა იყო - $25^{\circ}C$

მიღებული პრეპარატი საველე პირობებში გამოიყენა მარტის თვეში, გორის რაიონის სოფ. სკრის საცდელ ნაკვეთში, ატმის ჯიმ "კრიმჩაკი"-ზე. შემუშავებული პრეპარატით საცდელი ხეების წამლობა სოკოვანი დაავადების მოზამთრე სტადიის წინააღმდეგ ჩატარდა კვირტების დაბერვისას, 2%-იანი ხსნარით, ხოლო შემდეგ - ყვავილობის დამთავრებისთანავე, 1%-იანი ხსნარით. ეტალონად გამოყენებულ იქნა შესაბამისად ბორდოს ნარევის 3% და 1%-იანი ხსნარებით დამუშავებული ხეები, საკონტროლოდ - ნატრიუმის ჰიდროფოსფატის 2% და 1%-იანი ხსნარებით დამუშავებული ხეები და შეუსხურებები (ფუნგიციდით დაუმუშავებელი) ხეები.

მაისის თვეში ჩატარდა აღრიცხვები ატამზე ფოთლის სიხუჭუჭის გავრცელების დასადგენად ვარიანტების მიხედვით. აღრიცხვებოდა ატმის ყოველი მეხუთე ხე. დაავადების გავრცელების გაანგარიშება ხდებოდა ფორმულით:

$$X = \frac{n \cdot 100}{c}$$

სადაც X - დაავადების გავრცელება პროცენტებში; n - დაავადებულ მცენარეთა რაოდენობა;

c - აღრიცხულ მცენარეთა საერთო რაოდენობა.

ფოთლების სიხუჭუჭით დაავადების სიძლიერის ანუ ინტენსივობის შეფასება ხდებოდა 4 ბალიან სკალით:

- 0 ბალი - ფოთლებზე ლაქები ერთეული სახით;
- 1 ბალი - ფოთლის დაავადებული ფართი 25%-ზე ნაკლები;
- 2 ბალი - ფოთლის დაავადებული ფართი 25%-ზე მეტი;
- 3 ბალი - დაავადებულია ფოთლის ფირფიტის ნახევარზე მეტი.

ცალკეული მცენარის ოთხივე მხრიდან აღრიცხვებოდა 100-100 ფოთოლი (25 ფოთოლი თითოეული მხრიდან) და მათზე ტარდებოდა დაკვირვება. დაავადების ინტენსიობის გამოთვლა წარმოებდა ფორმულით:

$$R = \frac{\sum r \times b \times 100}{n \times c}$$

სადაც R - დაავადების ინტენსიობის კოეფიციენტი პროცენტებში,

b - დაავადებული ფოთლის ჯამი გამრავლებული შესაბამის ბალზე,

n - ფოთლების საერთო რაოდენობა, c - მცენარეების საერთო რაოდენობა.

ბიოლოგიური ეფექტურობის (B) განსაზღვრისათვის გამოიყენებოდა ფორმულა:

$$B = \frac{(Pk - Pc) \times 100}{Pk}$$

სადაც B - ბიოლოგიური ეფექტურობა, Pk - დაავადების გავრცელება საკონტროლო ვარიანტზე;

Pc - დაავადების გავრცელება საცდელ ვარიანტზე

ატმის ფოთლის სიხუჭუჭის საწინააღმდეგო ფოსფატურ პრეპარატის გამოცდის შედეგები მოტანილია ცხრილში 1. ცხრილის მონაცემებით, გამოცდილი ფოსფატური პრეპარატი ბიოლოგიური ეფექტურობით ჩამორჩება ბორდოს ნარევის, მაგრამ მნიშვნელოვნად აღემატება ნატრიუმის ჰიდროფოსფატის ეფექტურობას. თუ მხედველობაში მივიღებთ ფოსფატური პრეპარატის ზემოქმედების შედეგად მცენარეში დაავადების გავრცელებისა და განვითარების ინტენსივობის მნიშვნელობან შემცირებას, ასევე შაბამანთან შედარებით თუთიის ჰიდრო- და დიჰიდრო ფოსფატების ძალიან დაბალ ტოქსიკურობას [5], შემუშავებული ფუნგიციდური პრეპარატი წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნას ატმის სიხუჭუჭის წინააღმდეგ საბძოლველად.

ცხრილი 1. შექმნილი ფოსფატური პრეპარატის ბორდოს ნარევიან შედარებით ეფექტურობა

ცდის ვარიანტები, გამოყენებული ფუნგიციდი, შესწურების ფაზა	ფუნგიციდის კონცენტრაცია	დაავადების გავრცელება %	დაავადების განვითარების ინტენსიობა %	ბიოლოგიური ეფექტურობა %
საცდელი ფოსფატური პრეპარატი კვირტების დაბერვამდე ყვავილობის შემდეგ	2 1	9,2	4,4	87,7%
ბორდოს ნარევი კვირტების დაბერვამდე ყვავილობის შემდეგ	3 1	2,1	1,6	97,2%
ნატრიუმის ჰიდროფოსფატის ხსნარი კვირტების დაბერვამდე ყვავილობის შემდეგ	2 1	37,4	27,9	68,7
შეუსწურებელი ხეები		75,3	56,3	

ჩატარებული კვლევების შედეგად დაბუთდა ლითონების ფოსფატების ხსნადი ფორმების მიღების მეთოდი, რისი გამოყენებითაც ასევე შესაძლებელია სხვა მაღალი ფუნგიციდური აქტივობის ლითონების წყალში ხსნადი მარილების (ჰიდრო- და დიჰიდრო ფოსფატების) მიღება და შესაბამისად უფრო მაღალი ეფექტურობის ფუნგიციდური თვისების კომპოზიციის მომზადება.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. ლ. ყანჩაველი სასოფლო-სამეურნეო ფიტოპათოლოგია. თბილისი, გამომცემლობა "განთიადი", 1987, 599 გვ.
2. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология. М. "Агропромиздат" 1989, 480 с.
3. 3.. Стивен Бредли Защита растений. М."Кладезь-Букс" 2003, с. 61
4. Каратыгин И.В. Порядки Тафриновые, Протомициевые, Экзобазидиевые, Микростромациевые. СПб.: «Наука», 2002. С. 44—45.
5. ლომთაძე ო., ებრაღიძე ქ., ლომთაძე ნ., ბალხამიშვილი გ. ახალი ეფექტური ფუნგიციდური პრეპარატი. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია "თანამედროვე ტექნოლოგიები და გამოყენებითი დიზაინი". ქუთაისი, 2011, გვ. 135-137

A NEW PHOSPHATE FUNGICIDE AGAINST LEAF CURL OF PEACH

Ludmila Tskhvedadze*, Avtandil Dolidze, Omar Lomtadze, David Kakashvili*, Nunu Shalvashvili

Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Tbilisi State University

**Institute of Horticulture, Viticulture and Oenology of Georgian Agrarian University*

SUMMARY

Were obtained soluble forms of zinc hydro and dihydrophosphate, on based which cooked product with fungicidal properties. After processing with received drug peach trees who are infected with leaf curl, is significantly reduced (compared to control trees) development and spread of the disease. In the future, with the preparations on the basis of a soluble metal phosphates optionally substituted with more environmentally hazardous fungicide the copper sulfate

НОВЫЙ ФОСФАТНЫЙ ФУНГИЦИД ПРОТИВ КУРЧАВОСТИ ЛИСТЬЕВ ПЕРСИКА

Л.П.Цхведадзе*, А.В.Долидзе, О.Г.Ломтадзе, Д.М.Какашвили*, Н.И.Шалвашвили

Тбилисский Государственный университет им. И. Джавахишвили, Институт физической и органической химии им. П. Меликишвили

**Грузинский аграрный университет, институт садоводства, виноградарства и виноделия*

РЕЗЮМЕ

Получены растворимые формы гидро и дигидрофосфатов цинка, на основе которых разработан препарат с фунгицидными свойствами. Обработка разработанным препаратом персиковых деревьев, зараженных курчавостью листьев, значительно уменьшает (по сравнению с контрольными деревьями) развитие и распространение заболевания. В дальнейшем фунгицидными препаратами на основе растворимых фосфатов металлов возможно замещение экологически более опасного фунгицида медного купороса.

აგრარული ქიმია

**ფერმერულ მეურნეობებში ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების მიზნით
რეკომენდაციების შემუშავება მინერალური და ორგანული სასუქების ოპტიმალური
ნორმებისა და ფორმების გამოყენებით**

ნ.კუტალაძე, ზ.მიქელაძე, თ.გოგოლიშვილი

*ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარული და მემბრანული
ტექნოლოგიების სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი*

ავტორების მიერ ჩატარებული აგროქიმიური კვლევების საფუძველზე რეგიონში არსებულ 300 ფერმერს მიეცა რეკომენდაცია მინერალური და ორგანული სასუქების ოპტიმალური ფორმებისა და ნორმების გამოყენების თაობაზე. ოთხ კოოპერატივში (ხუცუბანი, ხალა, ჭარნალი, მასაურა) ჩატარებულია 2000-მდე დასახელების ანალიზი. ანალიზებიდან გამომდინარე ოთხივე კოოპერატივის ციტრუსების ქვეშ არსებული ნიადაგები მჟავა და მასიურად მოითხოვს მოკირიანებას, ნიადაგები განიცდიან საერთო აზოტის ნაკლებობას, საშუალოდ ჰუმუსიანია, ხოლო ფოსფორით და კალიუმით უზრუნველყოფილია.

სამამულო მეცნიერების მიერ წინა ათი წლის განმავლობაში ჩატარებული ფართო მასშტაბით სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოების შედეგად დადგენილი იქნა ციტრუსოვანთა ბაღებში ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების აგრო ტექნოლოგიები, რომელთა გათვალისწინებით ხდებოდა ნიადაგის დამუშავების მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენების ოპტიმალური ფორმებისა და ნორმების გაანგარიშება, მცენარეთა სხვადასხვა ჯიშების, ასაკისა და მოსავლიანობის მიხედვით, მოსავლის რაოდენობისა და ხარისხობრივი მაჩვენებლების გათვალისწინებით [1,2]. მიუხედავად აღნიშნულისა ქვეყანაში მიმდინარე პოლიტიკურ და სოციალურ-ეკონომიურმა ცვლილებებმა, ძირეულად შეცვალა ადრე დამკვიდრებული სისტემები, რამაც აუცილებელი გახდა ციტრუსების წარმოებისა და გადამუშავების ტექნოლოგიების გადახედვა და კარდინალური ცვლილებების განხორციელება/3/ ამ მიზნით, ჩვენს მიერ წლების მანძილზე განხორციელებულმა სამეცნიერო კვლევითმა სამუშაოებმა მიგვიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ ძირეულად გადასახედია ციტრუსოვანთა წარმოება რეალიზაციის ორგანიზაციული და გადამუშავების ტექნოლოგიები [3,4] ქობულეთის (ს. ხუცუბანი 100 ფერმერი), ხელვაჩაურის (მასაურა - 50, ხალა - 50, ჭარნალი - 100) მოქმედ სასოფლო სამეურნეო კოოპერატივებში ოჯახურ და ფერმერულ მეურნეობებში. წინა წლების წინ ჩვენს მიერ ნიადაგის ნაყოფიერების დადგენისა და რეკომენდაციების შემუშავების მიზნით ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შესწავლილი იქნა დაგეგმილი ღონისძიებათა გატარების ორგანიზაციის ეფექტურობა და შესაძლო პოზიტიური შედეგები [4].

მეცნიერთა ჯგუფის მიერ აღებული იქნა ნიადაგის ნიმუშები დასახელებულ კოოპერატივებში ფერმერულ ნაკვეთებზე (სულ 300 ფერმერი) და ნიადაგის სათანადო გამოკვლევები: pH- წყალში და KCl-ში, შესათვისებელი ფოსფორი და კალიუმი ონიანის მეთოდით [2], სულ 2000 დასახელების ანალიზი. ანალიტიკური მასალები აჩვენებს, რომ ფერმერთა საკუთრებაში არსებული ციტრუსოვანთა ბაღების ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლები ვერ აკმაყოფილებს მოთხოვნებს [4] (ცხრილი 1).

ნიმუშები აღებულია 0-40 სმ სიღრმეზე, სავარგულზე გაშენებულია ციტრუსების სრულფასოვანი ბაღი, ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქები, შეიტანება ნიადაგის გადაბარვის წინ ყოველწლიურად, აზოტისანი სასუქები შეიტანება ნორმის 40% ადრე გაზაფხულზე ყვავილობის დაწყების წინ, ხოლო 60%გამონასკვის შემდეგ. დეფეკაციური ტალახი და დაფქვილი კირი სრული ნორმით ადრე გაზაფხულზე გადაბარვის წინ 4 წელიწადში ერთხელ [3].

ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ თითქმის ყველა კოოპერატივის ფერმერთა ნაკვეთებზე აღებულ ნიადაგების ნიმუშებში: ნიადაგები მჟავა(3,5-4,7), მოითხოვს მოკირიანებას. საერთო აზოტით ნიადაგი ღარიბია (0,2-1,3), საერთო ჰუმუსი საშუალოზე მეტია, ხოლო რაც შეეხება შესათვისებელ ფოსფორსა და კალიუმს ნიადაგი დაკმაყოფილებულია და ამ ეტაპზე ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქების შეტანას არ საჭიროებს.

ცხრილი 1. სასოფლო-სამეურნეო კოოპერატივების საკუთრებაში არსებული ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლები და რეკომენდაციები

N	კოოპერატივები	აგროქიმიური მაჩვენებლები					რეკომენდაციები					
		აქტიური მჟავიანობა	საერთო აზოტი, %	შესათვისებელი ფოსფორი, მგ/100გ	საერთო ჰუმუსი %	შესათვისებელი კალიუმი, მგ/100გ	ამონიუმის გვარჯილა კგ/ჰა	მარტივი სუპერფოსფატი, კგ/ჰა	კალიუმის მარილი 40%-კგ/ჰა	დეფექტური ტალახი ტ/ჰა	დაფქვილი კირი ტ/ჰა	ნაკლები ტ/ჰა
1	ქობულეთი ს. ხუცუბანი	4,4	0,2	50	3,7	55	240	166	არსაჭიროებს	30	15	30
2	ხელვაჩაური მასაური	3,5	1,3	55	6,0	44	200	160		20	10	20
3.	ჭარნალი	4,7	0,2	60	3,5	43	240	100		18	10	30
4	ხალა	4,5	0,2	61	4,5	48	240	100		25	15	30

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენს მიერ ჩატარებული აგროქიმიური კვლევების საფუძველზე, რეგიონში არსებულ 300 ფერმერზე მეტს მიეცა რეკომენდაცია, მინერალური და ორგანული სასუქების ოპტიმალური ფორმებისა და ნორმების გამოყენების თაობაზე. ამავე დროულად 2014 წელს სოფლის მეურნეობის სამინისტრომ შემოიტანა 10000 ტონაზე მეტი დეფექციური ტალახი ნიადაგის არის რეაქციის pH-ის გასანეიტრალებლად. აღნიშნული ღონისძიებების შედეგად საგრძნობლად გაუმჯობესდა ფერმერების ბაღების მოსავლიანობა და ნაყოფების ხარისხობრივი მაჩვენებლები. ფერმერებს გაუჩნდათ სურვილი, ნიადაგის აგროქიმიური კვლევების განხორციელებისა და რეკომენდაციების მინერალური და სხვადასხვა ბიო სასუქების გამოყენების თაობაზე .რაც დასტურდება მრავალი ფერმერის მიმართებით ინსტიტუტის შესაბამის სტრუქტურებისადმი [4].

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. ჩხაიძე გ. სუბტროპიკული კულტურები - თბილისი, 1996, გვ.531.
2. ონიანი ო.გ. მარგველაშვილი გ. ნ. ნიადაგის ქიმიური ანალიზი - თბილისი: „განათლება“, 1975, გვ. 287,828, 316.
3. ფალავანდიშვილი შ. აჭარის წითელმიწა ნიადაგები და მათი საწარმოო გამოყენება, ბათუმი, 1987.
4. შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარული და მემზრანული ტექნოლოგიის სამეცნიერო ინსტიტუტის შრომები. 2016, გვ.3-4.

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR OPTIMAL NORMS AND FORMS OF MINERAL AND ORGANIC FERTILIZERS TO IMPROVE SOIL FERTILITY ON FARMS

N. Kutaladze, Z.Mikeladze, T.Gogolishvili

*Shota Rustaveli Batumi State University***SUMMARY**

Recommendations for optimal norms and forms of mineral and organic fertilizers have been given to 300 farmers in the region to improve soil fertility. In four cooperatives (Khutsubani, Khala, Tcharnali, Masauri) it was held up to 2000 different of analyses, according to which the ground under the citrus crops is acidic and require liming; soils lack total nitrogen, have an average content of humus, the amount of potassium and phosphorus is normal.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ОПТИМАЛЬНЫХ НОРМ И ФОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Н.Куталадзе, З.Микеладзе, Т.Гоголишвили

*Батумский Государственный университет им. Шота Руставели***РЕЗЮМЕ**

На основании проведенных агрохимических исследований тремстам фермерам в регионе даны рекомендации оптимальных форм и норм минеральных и органических удобрений. В четырех кооперативах (Хуцубани, Хала, Чарнали, Масаура) проведено до 2000 различных анализов, согласно которым почва под цитрусовыми культурами кислая и требует известкования; почвы испытывают недостаток общего азота, содержание гумуса среднее, а фосфор и калий в достатке.

გარემოს ქიმია

ვერცხლისწყლის ნაერთების ბაგვინა ბარემოსა და ცოცხალ ორგანიზმებში

ი.ბაზლაძე, მ.გუგუშიძე, ვ.გუგუშიძე, ი.გელეიშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

განხილულია ლითონური ვერცხლისწყლის და მისი ნაერთების გავლენა გარემოსა და ცოცხალ ორგანიზმებზე. ადამიანის ორგანიზმში Hg-ის ბიოტრანსფორმაციის მექანიზმი.

ვერცხლისწყალი პერიოდული სისტემის მეორე ჯგუფის d ელემენტია, მყარ მდგომარეობაში, ~390°C-ზე ჭვდება. ნაერთებში ავლენს +1 და +2 დაჟანგულობის ხარისხს. მაღალ ტემპერატურაზე მშრალი ჰაერით დაჟანგვისას წარმოიქმნება ვერცხლისწყლის ჟანგი HgO. პროცესი ჩქარდება ტენის, Sn, Pb-ის და სხვა ლითონების თანაობისას. Hg-ს აქვს ლითონებში გახსნის უნარი, წარმოიქმნება თხევადი ან მყარი შენადნობები -ამალგამები, მათ წარმოქმნის უნარი აქვს Na, K, Au, Ag, Zn, C, Pb, Cu-თან. თუთიის ქვეჯგუფის ელემენტებიდან Hg ქიმიური თვალსაზრისით ნაკლებად აქტიურია. იგი გაბნეულ ელემენტებს მიეკუთვნება და ძირითადად სულფიდური მადნებითაა წარმოდგენილი. მცირე რაოდენობით თვითნაბადი სახითაცაა. Hg-ის კლარკი კი დედამიწის ქერქში $1 \times 10^{-6}\%$ -ია. ატმოსფერო შეიცავს 1×10^{-9} Hg-ს. ვერცხლისწყალს ახასიათებს წყლის მიგრაციაში ჩართვის მაღალი ინტენსივობა. Hg-ს დიდი რაოდენობით აკუმულირებს ხმელეთისა და წყლის წაბლა წყალმცენარეები. წყლის არედან Hg-ის ხსნადი ფორმები ფსკერულ დანალექებში გადადის. ვერცხლისწყალი ნიადაგში მყარად ფიქსირდება, წარმოქმნის რა კომპლექსნაერთებს ჰუმინურ მჟავებთან. ვერცხლისწყალი და მისი ნაერთები გამოიყენება: ტექნიკაში, ქიმიურ მრეწველობაში, მედიცინაში, ფარმაციაში, საკონტროლო მშობი ხელსაწყოების, თერმომეტრების, მანომეტრების და სხვათა დასამზადებლად. Hg(II)O (წითელი და ყვითელი ფორმა) შედის კანის სნეულებათა სამკურნალო პრეპარატებისა და თვალის მალამოების შემადგენლობაში. იგი შედის იმ საღებავების შემადგენლობაში, რომლებიც გამოიყენება წყალქვეშა ნაგებობებისა და გემების ფსკერის შესაღებლად. Hg-ის ნაერთები იხმარება თესლეულის შესაწამლად და ცხოველების კანის დაავადებების სამკურნალო საშუალებებში შედის. Hg₂Cl₂- კალომელი გამოიყენება, როგორც მნიშვნელოვანი ფუნგიციდი (სოკოვანი დაავადების საწინააღმდეგოდ). Hg(II)-ის შემცველი ბევრი ორგანული ნაერთი გამოიყენება, როგორც პესტიციდი. ვერცხლისწყალი მცირე რაოდენობით ადამიანის ორგანიზმის ბუნებრივი შემადგენელია.

ცხოველებში ვერცხლისწყლით მოწამვლის სურათია, პირობითი რეფლექსების მოშლა. ფუნქციონალური, ბიოქიმიური და იმუნური ძვრები აღენიშნებათ; კურდღლებს, კატებს 0.01 – 0.04 მგ/მ³-სას. ადამიანის Hg-ით ქრონიკული მოწამვლისას ზიანდება ც.ნ.ს. 0.2-1.3მგ/მ³ კონცენტრაციისას ვითარება მერკურიალიზში. გულის რიტმის დარღვევა, ხელების, ენის, ქუთუთოების კანკალი, რომელიც სხეულის კანკალში გადადის. ვერცხლისწყლის მარილებით მოწამვლისას სასიკვდილო დოზაა 0.2-0.3გრ ლითონურ ვერცხლისწყალზე გადაანგარიშებით. არაორგანულ ნაერთებთან შედარებით Hg-ის შემცველი ორგანული ნაერთები უფრო მეტად ტოქსიკურია.

ცხრილი 1. მიკროელემენტ Hg-ის შემცველობა ადამიანის ორგანიზმის ზოგიერთ ორგანოში

მიკროელემენტი	მიკროელემენტის შემცველობა მას%						
	ღვიძლი	თირკმლები	ელენტა	ფილტვები	გულმკერდის კუნთი	ჩონჩხის კუნთი	თავის ტვინი
Hg	0.002	0.002	---	---	---	0.002	0.002

ადამიანის ორგანიზმში Hg ხვდება საკვებით 0.2მგ/კგ რაოდენობით, დღე-ღამეში. ძირითადად ზღვის პროდუქტებით, თევზით, ბრინჯით Hg ტოქსიკურობა დამოკიდებულია იმ ქიმიურ ფორმაზე, რომლითაც იგი ადამიანის ორგანიზმში ხვდება. ორთქლის მდგომარეობაში ელემენტარული Hg კარგად რეზორბირდება რესპირატორული ტრაქტით. სისხლში ხვდება ~80% და სწრაფად იჟანგება Hg⁺². ლითონური Hg მისი ლიპოფილურობის გამო ადვილად აღწევს ქსოვილებში, სანამ მისი დაჟანგვა მოხდება, ელემენტალური Hg ასწრებს სისხლიდან შეაღწიოს თავის ტვინში. ჰემატოენცეფალიტური

ბარიერის გადალახვით. ეს პროცესი იმდენად სწრაფად ხდება, რომ ელემენტარული Hg-ის ~97% ვერ ასწრებს დაჟანგვას, ტვინში ხდება ელემენტარული Hg-ის დაჟანგვა Hg^{+2} -მდე რომელსაც აქვს ჰემატოენციფალიტური ბარიერის გადალახვის უნარი და შესაბამისად დიდხანს რჩება იქ ე. ი. ლითონური Hg თანდათანობით გარდაიქმნება არაორგანულ ნაერთებად. ჭუჭყიშოვრებში არ არის აღმოჩენილი ლითონური Hg-ის იონურ ფორმაში და ორგანულ ნაერთებში გადასვლის მექანიზმი. ადამიანში Hg-ის ორთქლის მოხვედრისას მეთილვერცხლისწყლის აღმოჩენაა შესაძლებელი. სავარაუდოა, რომ ნაწლავებში არაორგანული Hg მეთილირებას განიცდის ნაწლავების ბაქტერიებით და ამ სახით ბრუნდება სისხლში, Hg-ის არაორგანული ნაერთები, რადგან მათ არ ახასიათებთ ლიპოფილურობა ცუდად გადალახავენ რა ჰემატოენციფალიტურ ბარიერს, გროვდებიან ლვიძლში, თირკმლებში და ნაკლები რაოდენობით თავის ტვინში: როდესაც ორგანიზმში Hg-ის არაორგანული ნაერთები დიდი რაოდენობით ხვდებიან Hg-ის სხვადასხვა ფორმას აქვთ განსხვავებული განაწილების უნარი პლაზმასა და სისხლის ერითროციტებს შორის. ასეთი განაწილების ცოდნით შესაძლებელია Hg-ით მოწამვლის შესახებ მსჯელობა. ელემენტარულ ფორმაში Hg-ის განაწილების კანონზომიერება ასეთია: მისი არაორგანული ნაერთების ორგანიზმებში მოხვედრისას თირკმლებში Hg-ის კონცენტრაცია უფრო მაღალია ვიდრე თავის ტვინში. Hg-ის თანაფარდობა (ერითროციტებში), პლაზმაში: Hg-კონცენტრაციასთან <1-ზე. სისხლში მოხვედრილი მეთილ Hg თანაბრად ნაწილდება ორგანიზმში. იგი გადალახავს ჰემატოენციფალიტურ ბარიერს და მისი კონცენტრაცია ტვინში მეტია, ვიდრე თირკმლებში. მეთილHg-ით მოწამვლისას ერითროციტებში ტყვია 20-ჯერ მეტია ვიდრე სისხლის პლაზმაში. ჯანმრთელობის დაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციის ექსპერტების დასკვნით მეთილHg-ის განაწილება ხასიათდება:

1) ერითროციტების კონცენტრაციასთან შედარებით სისხლში Hg-ის მაღალი კონცენტრაციაა.

2) ჰემატოენციფალიტურ და პლაცენტარულ ბარიერში ადვილი განვლადობა შედარებით სხვა ნაერთებთან.

3) თირკმლებში ნაკლები რაოდენობით დაგროვება სხვა ნაერთებთან შედარებით. ორგანიზმში მოხვედრილი Hg-ის ქიმიური ფორმების განსაზღვრისათვის ხდება ტვინსა და თირკმლების ქსოვილებში Hg-ის კონცენტრაციის შედარება, ასევე ერითროციტების და სისხლის პლაზმაში pH-ის მნიშვნელობების შედარება.

ცხრილი 2. Hg-ის ქიმიური ფორმის ირიბი განსაზღვრა

Hg-ის ქიმიური ფორმა	კონცენტრაციების შეფარდება ტვინი, თირკმელი	ერითროციტები: პლაზმა კონცენტრაციების შეფარდება
Hg	სხვადასხვა: >1 ან <1 ან =1	>1 ან =1 მაგრამ <10
Hg^{+2}	<<<1	=1 ან <1
ლითონური Hg	>1	>10 ან =10

Hg-ის სხვადასხვა ქიმიური ფორმების განაწილება ქსოვილებში და ბიოლოგიურ ხსნარებში რთულია. რადგან ორგანიზმებში Hg განუწყვეტლივ განიცდის ბიოტრანსფორმაციას. ორგანიზმებში ხანგრძლივი დაყოვნებისას. მიუხედავად Hg-ის პირველადი ფორმისა, Hg-ის ძირითადი მასა გადადის არაორგანულ ნაერთებში. ბიოტრანსფორმაციის პროცესი განიცდის სხვადასხვა ფაქტორების გავლენას. მაგ. ალკოჰოლი ორგანულ ნაერთებში შემავალი Hg-ის დაჟანგვას თრგუნავს და ამცირებს ტვინში მის შეფერხებას.

ორგანიზმში Hg-ის ბიოტრანსფორმაცია. Hg-ის მეტაბოლიტური გარდაქმნა გულისხმობს: ლითონური Hg-ის დაჟანგვას Hg^{+2} -მდე და მის აღგენას Hg^0 -ად. არაორგანული Hg-ის მეთილირება და მისი გარდაქმნა Hg^{+2} -ად. ელემენტარული Hg სისხლში იჟანგება Hg^{+2} . ერითროციტებში ძირითადი ფერმენტი რომელიც ახდენს Hg-ის დაჟანგვას კატალიზით. Hg^{+2} -ის გარდაქმნა ხდება ტვინის ქსოვილებში. Hg^{+2} ადამიანის ორგანიზმში აღდგება Hg^{+} ან Hg^0 ფორმამდე. ორგანიზმის ქსოვილებში დამეთილირების პროცესზე დამოკიდებული მეთილHg-ის მეტაბოლიზმი. სხვადასხვა ქსოვილში დამეთილირების სიჩქარე განსხვავებულია. ცხოველებში დაფიქსირებულია არაორგანული ვერცხლისწყლის ხანმოკლე ტრანსფორმაცია, ლვიძლში Hg-ის 20%, თირკმელში 50%, ნაღველში 30-83% ტვინში 25%. ადამიანებში Hg-ით მწვავე მოწამვლები იშვიათია. ქრონიკული მოწამვლისას

ფიქსირდება ემოციური არამდგრადობა, გაღიზიანებადობა, შრომის უნარის დაქვეითება, თავის ტკივილი, კიდურების კანკალი, მოწამვლისას დამახასიათებელია მოლურჯო - შავი ფერის არმია ღრძილებზე. Hg-ის შემცველი ორგანული ნაერთებით მოწამვლისას ერთდროულად ზიანდება ც.ნ.ს. და გულსისხლძარღვთა სისტემა, კუჭი, ღვიძლი, თირკმლები. დიაგნოსტიკური მნიშვნელობა აქვს Hg-ის განსაზღვრას ბიოსუბსტრატებში. სისხლში Hg-ის შემცველობის ზედა ზღვარია 5მკგ%

ცხრილი 3. ჰიგიენური ნორმატივები

ნივთიერება	სამუშაო ფონი ატმოსფეროზ ღკ	ატმოსფერული ჰაერი ზდკ. მგ/მ ³ დღე-ღამე	წყლის		ნიადაგი. ზდკ. მგ/კგ	საშიშროების კლასი
			ზდკ.მგ/ლ	თევზსაჭერი ზდკ		
ლითონური Hg	0.01	0.0003	0.0005	0.80	2.1	1
Hg(I) და (II) აცეტატი	0.2/0.5	0.0003	-----	-----	-----	1
Hg(II)ბრომიდი	0.2/0.5	-----	-----	0.001	-----	1
Hg(II)იოდიდი	0.2/0.5	0.0003	-----	0.001	-----	1
Hg(II)ნიტრატი	0.2/0.5	0.0003	-----	-----	-----	1
Hg(II)ოქსიდი	0.2/0.5	0.0003	-----	-----	-----	1
Hg(II)სულფატი	0.2/0.5	-----	-----	0.001	-----	1
Hg(II)ქლორიდი	0.2/0.5	0.0003	-----	-----	-----	1

Hg-ის ზ.დ.კ საკვებ პროდუქტებში, მგ/კგ: თევზი – 0.5; ხორცი – 0.03; ბოსტნეული – 0.02; წვენები – 0.05; პური, მარცვლეული, ხილი – 0.01; რძის პროდუქტები – 0.005.

ლითონური Hg-ის ზ.დ.კ ჰაერში 0.00001მგ/მ³. Hg-ის სხვადასხვა ნაერთებისათვის ზ.დ.კ-ს მნიშვნელობები სხვადასხვაა. ქლორორგანული ნაერთებისთვის ეთილმერკურქლორიდი C₂H₅HgCl, ეთილმერკურფოსფატი(C₂ H₅Hg)₃PO₄ –0.000005მგ/ლ (Hg-ზე გადათვლით).

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. ი ბაზღაძე. ქიმიური ნაერთების გავლენა ბიოსფეროსა და ცოცხალ ორგანიზმებზე. თბილისი სტუ 2015წ გ. 183
2. მ. მჭედლიშვილი.სასამართლო- ქიმიური ექსპერტიზის საფუძვლები თბილისი, სტუ 2009წ გ. 228
3. А. Н. Бондаренко, А, А, Калиева, Биогеохимическийвоздействие металла Hg на окружающую среду и на живом организме
4. А. А.Байдман. Вредные химические вещества,„Химия.“ 1998 с, 160-169.

EFFECT OF METAL Hg ON ENVIRONMENT AND LIVING ORGANISMS

I.Bazgadze, M.Gugeshidze, J.Gugeshidze, I.Geleshvili
Georgian Technical University

SUMMARY

The article refers to the role of the element Hg and lead in tissues of living organisms and toxic effect on them.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РТУТИ
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ**
И.П.Базгадзе, М.К.Гугешидзе, Д.Е.Гугешидзе, И.Т.Гелеишвили
Грузинский технический университет

РЕЗЮМЕ

Рассмотрена роль ртути в тканях живых организмов и её токсическое воздействие на них.

ქიმიური ეკოლოგია

ბიომასიდან საწვავის მიღების თანამედროვე ტექნოლოგიების შიშვით
საქართველოს რეალიზების გათვალისწინებით

ავთანდილ დოლიძე, ირმა მიქაძე, თეიმურაზ უჩანეიშვილი,
ნინო ქავთარაძე, ლიპარიტ დოლიძე, ნინო ნონიკაშვილი
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

ბიოსაწვავების წილის თანდათანობითი გაზრდა წარმოადგენს ევროკავშირისა და სხვა განვითარებული ქვეყნების პრიორიტეტს. პირველი თაობის ბიოსაწვავებისგან განსხვავებით, რომელიც მზადდებოდა საკვები მცენარეებიდან, მოწოდებულია მეორე თაობის ბიოსაწვავის წარმოების დაწყება გარკვეული სახეობის სარეველებისაგან აუთვისებელი ნაკლებადნაყოფიერი ნიადაგების გამოყენებით. ბიოსაწვავების ძირითადი ნაკლია მისი არამდგრადობა (ჩვეულებრივ, 3 თვემდე), თუმცა პიროლიზური მეთოდით მიღების შემთხვევაში ბიოლიზელის მდგრადობა არ ჩამოუვარდება ნავთობური დიზელის მასხასიათებლებს. სწრაფი პიროლიზისათვის აუცილებელია ბიომასის წინასწარი დაწვრილმანება < 1 მმ და მიღება თხევადი პროდუქტი მაღალი გამოსავლით, ასევე მნიშვნელოვანია ტემპერატურის კონტროლი (500°C ორთქლის ფაზაში). პიროლიზის ორთქლის რეაქტორში დაყოვნება არ უნდა აღემატებოდეს 1 სეკუნდს, აუცილებელია სწრაფი გაცივება.

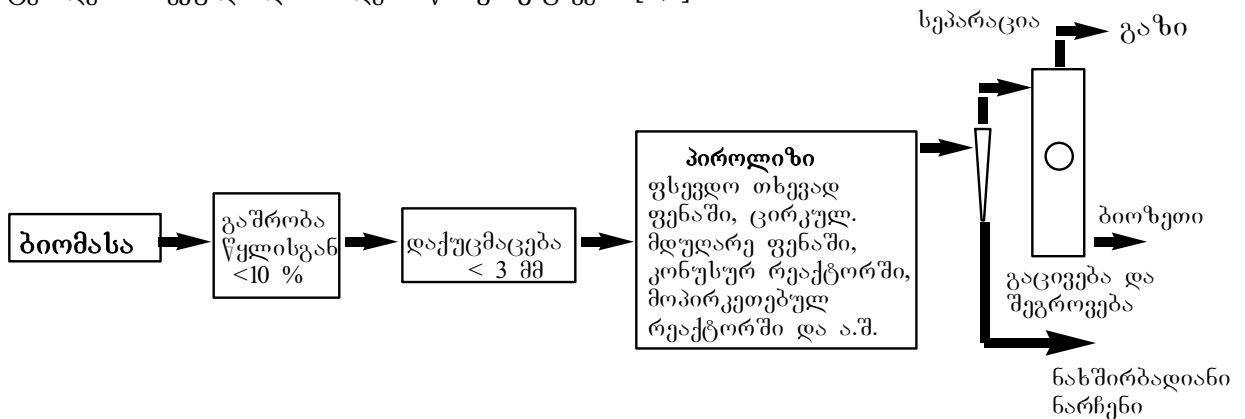
მსოფლიო პრაქტიკაში გასული საუკუნის 70-იანი წლებიდან მიმდინარეობს სამუშაოები ეკოლოგიურად ნაკლებად საშიშვლო ბიოსაწვავების მიღების ტექნოლოგიების შემუშავებისა და დამზადების დარგში. მსოფლიოში ტრანსპორტის გამონაბოლქვი დღემდე ატმოსფეროს დაბინძურების ერთერთი ძირითადი წყაროა და მავნე გაფრქვევების მინიმიზაცია გლობალურ პრობლემას წარმოადგენს. ბიოსაწვავების გამოყენება იძლევა მავნე ნივთიერების გამოფრქვევის შემცირების შესაძლებლობას 80%-ზე მეტად. მსოფლიოს განვითარებული ქვეყნების დიდი ძალისხმევით მიუხედავად, ბიოსაწვავების გამოყენება სხვადასხვა მიზეზების გამო შეადგენს მთლიანი მოხმარებული საწვავის მხოლოდ 5–15%-ს.

ბიოსაწვავების წილის თანდათანობითი გაზრდა წარმოადგენს ევროკავშირისა და სხვა განვითარებული ქვეყნების პრიორიტეტს. პირველი თაობის ბიოსაწვავებისგან განსხვავებით, რომელიც მზადდებოდა საკვები მცენარეებიდან, მოწოდებულია მეორე თაობის ბიოსაწვავის წარმოების დაწყება გარკვეული სახეობის სარეველებისაგან აუთვისებელი ნაკლებადნაყოფიერი ნიადაგების გამოყენებით. ევროკავშირში დამუშავებული ტექნოლოგია შესაძლებლობას იძლევა მივიღოთ არასაკვები მცენარეული ნედლეულიდან ბიოსაწვავების მასალა, ხოლო ნარჩენებისაგან მზადდება კომბსაკვები და სასუქი. ამდენად, მთლიანობაში შემოთავაზებული ტექნოლოგია უნარჩუნო, სასოფლო-სამეურნეო ბრუნვაში შემოაქვს ნაკლებნაყოფიერი აუთვისებელი ფართობები, იზრდება ადგილობრივი მოსახლეობის დასაქმების დონეც, ხოლო დიზელის საწვავი, კომბსაკვები და სასუქი გამოიყენება ისევ სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის [1-3].

დიდი მნიშვნელობა აქვს ბიომასის გადამუშავების მეთოდების შერჩევას. მიკრობიოლოგიური შტამების გამოყენება ეფექტურია, მაგრამ ნატიფი და შედარებით ხანგრძლივი ტექნოლოგიაა. ამასთან ერთად საჭიროებს ეთერიფიკაციისათვის მეთილის სპირტის შემოტანას, რომელიც ტოქსიკურია და გართულებულია მისი იმპორტი, თან საკმაოდ ძვირია. უპირატესობა უნდა მიენიჭოს ე.წ. სწრაფი პიროლიზის მეთოდს, რომელიც მოკლე დროში უზრუნველყოფს ბიონედლეულის გათხევადებას, რის გამოც ადვილი და იაფია ტრანსპორტირება, შენახვა და გამოყენება. გერმანიის ენერგეტიკული სააგენტოს (Deutsche Energie – Agentur GmbH) აზრით, სადღეისოდ არსებული ტექნოლოგიებით შესაძლებელია ბიომასის პიროლიზური საწვავებით გერმანიის საავტომობილო საწვავზე მოთხოვნის 20%-ის დაფარვა, თვითღირებულება კი გერმანიისათვის შეადგენს 0,8 ევროს ლიტრზე. თუმცა ძალზე დამოკიდებულია ადგილობრივ პირობებში ბიომასის მოყვანის თავისებურებებზე, კერძოდ, საქართველოს ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში შესაძლებელია წელიწადში რამოდენიმე მოსავლის მიღება მაღალი ცხიმოვნების შენარჩუნებით, რაც მნიშვნელოვნად იმოქმედებს თვითღირებულებაზე. დიდ ბრიტანეთში 2007 წლიდან მოქმედებს აღწარმოებადი საწვავების სააგენტო, რომლის გაანგარიშებით უკეთესია ბიოსაწვავის წილის თანდათანობითი გაზრდა, კერძოდ 0,5% წელიწადში.

ბიოსაწვავების ძირითადი ნაკლია მისი არამდგრადობა (ჩვეულებრივ, 3 თვემდე), თუმცა პიროლიზური მეთოდით მიღების შემთხვევაში მეწარმეთა განცხადებით მათ მიერ მიღებული ბიოდიზელის მდგრადობა არ ჩამოუვარდება ნავთობური დიზელის მახასიათებლებს. რამოდენიმე ათეული წლის განმავლობაში საქართველოს საავტომობილო საწვავის ბაზაზე ლიდერობდა ბენზინი, ხოლო დიზელის საწვავი ყოველთვის შედარებით მცირე რაოდენობით გამოიყენებოდა. ამჟამად, რამოდენიმე წელია დიზელის საწვავის იმპორტმა და შესაბამისად, მოხმარებამ გადააჭარბა ბენზინის გამოყენებულ რაოდენობას და ეს ტენდენცია საკმაოდ მნიშვნელოვანია. დიზელის საწვავის მზარდ მოხმარებას უკავშირებენ სატვირთო და საამშენებლო ტრანსპორტის პარკის განახლებას, როდესაც სულ უფრო მეტად გამოიყენება დიდი ტვირთმზიდავები, ასევე გარკვეულწილად ხდება იმ მსუბუქი ავტომობილების, განსაკუთრებით კი ჯიპების რაოდენობის ზრდა, რომლებიც მოიხმარენ დიზელის საწვავს. სტატისტიკური მონაცემებით საქართველოში დიზელის საწვავი იმპორტირდება წელიწადში 400–450 ათასი ტონა, ხოლო ბენზინი 370–400 ათას ტონამდე, ასევე ნავთი 52 000 ტონამდე. წარმოდგენილი წინადადება საქართველოში ბიოსაწვავების წარმოების შესახებ მოლიანად იქნება ორიენტირებული ქვეყნის შიდა სამომხმარებლო ბაზრის უკეთ დაკმაყოფილებისათვის. ამასთან ერთად, ბიოდიზელის გამოყენების ეკოლოგიური მახასიათებლები შედარებით პოზიტიურია და ხელს უწყობს გარემოს დაბინძურების მინიმიზაციის პროცესს. ასეთი საწვავების ნედლეული მზადდება ადგილობრივ პირობებში და არ არის დამოკიდებული იმპორტზე, ამ პროდუქციის დამზადება და მოხმარებაც ხელს შეუწყობს ეკონომიკურ დამოუკიდებლობას.

ბიომასის საწვავად გარდასაქმნელად ყველაზე პერსპექტიულია რეგულირებადი თერმული დაშლის პროცესი. პიროლიზის ვარიანტებია: ნელი (გახურების სიჩქარე $\ll 10^{\circ}\text{C}/\text{სთ}$, ტემპერატურა 400–600 $^{\circ}\text{C}$, ნაწილაკების ზომა 5–50მმ, საბოლოო პროდუქტი – ნახშირბადის ნარჩენი, გაზი, ნავთობი); სწრაფი (გახურების სიჩქარე $\ll 10\text{--}2000^{\circ}\text{C}/\text{სთ}$, ტემპერატურა 500–650 $^{\circ}\text{C}$, ნაწილაკების ზომა $< 1\text{მმ}$, საბოლოო პროდუქტი – 75% ზეთი, 12% ნახშირბადის ნარჩენი, 13% გაზი) და ფლემ–პიროლიზი (გახურების სიჩქარე $\ll 10000^{\circ}\text{C}/\text{სთ}$, ტემპერატურა 650–1000 $^{\circ}\text{C}$, ნაწილაკების ზომა $< 0,2\text{მმ}$, საბოლოო პროდუქტი–ბიოზეთი, გაზი). პრაქტიკულად იყენებენ სწრაფ პიროლიზს, რომლის განხორციელებისათვის აუცილებელია ბიომასის წინასწარი დაწვრილმანება $< 1\text{მმ}$. ამ შემთხვევაში სწრაფად მიიღება თხევადი პროდუქტი მაღალი გამოსავლით, ასევე მნიშვნელოვანია ტემპერატურის კონტროლი (500 $^{\circ}\text{C}$ ორთქლის ფაზაში). პიროლიზის ორთქლის რეაქტორში დაყოვნება არ უნდა აღემატებოდეს 1 სეკუნდს და მოხდეს სწრაფი გაცივება [4,5].



სწრაფი პიროლიზის ტექნოლოგიური სქემა

ფლემ–პიროლიზი თხოულობს უფრო მაღალ ტემპერატურას და მიღებული სითხე არ შეიძლება იქნას უშუალოდ გამოყენებული ძრავის საწვავად, მითუმეტეს თუ პროდუქტს აქვს მაღალი მჟავიანობა.

მეორე თაობის ბიოსაწვავის მისაღებად პიროლიზის ტექნოლოგია უზრუნველყოფს ბიოსაწვავის მიღებას ისეთი ბიომასიდან, რომელიც უშუალოდ არ შეიძლება იქნას გამოყენებული საკვები პროდუქტების დამზადების დროს. ასეთი ბიომასა შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას მხოლოდ ბიოსაწვავის მიღებისათვის. ის როგორც წესი, შეიცავს ცილებისა და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების დაბალ კონცენტრაციას და არ არის გამოსაყენებელი საკვებად. პიროლიზის პროდუქტებიდან მიღებული გაზი შეიძლება გამოყენებულ იქნას პიროლიზის პროცესის ხელშესაწყობად. ამ გაზის თბოუნარიანობა 13–15 მჯ/კგ, რაც 2–ჯერ ნაკლებია ბუნებრივი გაზის თბოუნარიანობაზე, ასე

რომ, პიროლიზის დროს წარმოქმნილი გაზი სასარგებლო პროდუქტია. თუ პიროლიზის გაზები სწრაფად გაცივდება, მიიღება მუქი ყავისფერი სითხე – ბიოზეთი, რომელიც წარმოადგენს მე-2 თაობის ბიოსაწვავების დამზადების წყაროს. ბიოზეთის თბუნარიანობა ჩვეულებრივ 20–მჯ/კგ–ია, რაც 2–ჯერ ნაკლებია ბენზინზე (44 მჯ/კგ) და დიზელზე (42 მჯ/კგ). დადგენილია, რომ ეს ზეთი გადამუშავების გარეშე შეიძლება პირდაპირ გამოვიყენოთ სამრეწველო საწვავებად.

სწრაფი პიროლიზის ბიოსაწვავის მიღების მოწყობილობა მზადდება ევროპის მრავალი ფირმის მიერ. საინტერესოა Bio Oil Exploitation NV ფირმის (ბელგია) სწრაფი პიროლიზის მოწყობილობა წარმადობით 2 ტ/სთ, რომელიც ღირს 2 მლნ ევრო. გერმანული ფირმებიდან ყურადღებას იპყრობს Lurgi, Primozone, BDI-BioEnergy International AG და ბევრი სხვა. აღსანიშნავია, რომ ავსტრიაშიც იგივე ფირმები საქმიანობენ.

ევროპის ქვეყნებში (საფრანგეთი, გერმანია, ბელგია, შვედეთი, ნიდერლანდები) იგი გამოიყენება სხვადასხვა მიზნებისათვის. ზეთის წარმოების თანამდე პროდუქტები გამოიყენება მეცხოველეობაში მცენარეული საკვების მისაღებად, ხოლო ღეროებიდან მზადდება ფუნჯები და შესაფუთი მასალები. *Camelina Sativa* მოსავლიანობა გაცილებით მეტია რაფსის მოსავლიანობაზე. მას თესლის მაღალი მოსავლიანობა აქვს (2,5ტ/ჰა), დიდი მოცულობით შეიცავს აწრობად ზეთებს (36–40%) და ცილებს (25–30%). ბიოდიზელის მისაღებად *Camelina Sativa* ძალზედ პერსპექტიულია იმის გამო, რომ დიდი რაოდენობით შეიცავს გრძელჯაჭვიან ცხიმის მჟავებს (ჯამურად 17–24%), რომლებიც ხასიათდებიან წვის მაღალი ტემპერატურით.

გერმანიაში ენერგეტიკული მცენარეებისათვის გამოიყენება 295 000 ჰა (18% აღწარმოებადი რესურსების ფართობიდან, რომელიც შეადგენს 1 561 000 ჰა, რაც თავის მხრივ მთლიანი ფართობის 0,8%-ია). პიროლიზის პროდუქტების შემადგენლობაში წარმოდგენილია რამდენიმე ასეული ქიმიური ნივთიერება. სულ უფრო მეტი ყურადღება ექცევა როგორც ინდივიდუალურ, ასევე ჯგუფური ქიმიური ნაერთების გამოყოფას პიროლიზის პროდუქტებიდან. შესაძლოა ასეთი პროდუქტების გამოყოფა უფრო ხელსაყრელი გახდეს მცირე კონცენტრაციების დროსაც. ამ შემთხვევაში საჭიროა ინტეგრალური მიდგომა.

სწრაფი პიროლიზის მეთოდის გაუმჯობესებაზე მუშაობს სხვადასხვა ქვეყნის ორგანიზაციები. ამასთან ერთად აღსანიშნავია, რომ ევროკომისია აფინანსებს პიროლიზური ქსელის საშუალებს Pyrolysis Network (PyNe), რომელიც აერთიანებს 15 ევროპულ ქვეყანას (ასევე აშშ და კანადა) სწრაფი პიროლიზის კვლევების დარგში. გამოიციმა რეგულარულად საკუთარი ჟურნალი, რაც ხელს უწყობს წვერი ქვეყნების გამოცდილების გაზიარებას.

სწრაფი პიროლიზი შესაძლებლობას იძლევა ბიომასა გარდაიქმნას სითხედ, რომელიც შედარებით ადვილად და იაფად ტრანსპორტირდება (ასევე მოხდეს მისი შენახვა და გამოყენება) ვიდრე თვითონ ბიომასა. პიროლიზის პროცესი ენერგეტიკულად თვითდაკმაყოფილებადია, რადგან აირადი და მყარი პროდუქტების გამოყენება იძლევა სითბოს, რაც აუცილებელია თვითონ პროცესისა და ბიომასის გასაშრობად.

სწრაფი პიროლიზის პროცესს თან ახლავს ტექნიკური პრობლემებიც:

- ნედლეულის გაშრობა, რაც საკმაოდ რთულია;
- ბიომასის ნაწილაკების ზომა. ის უნდა იყოს საკმაოდ მცირე რაც ძვირია;
- წინასწარი დამუშავება. პროდუქტების გამოსავლის ასამაღლებლად გამოიყენება მჟავური გარეცხვა;
- რეაქტორის საუკეთესო კონსტრუქცია ჯერაც არ არის დადგენილი;
- გაზურების ხერხი: ეს განისაზღვრება რეაქტორების კონსტრუქციით;
- თბოგადაცემა. მყარი სხეული – მყარი სხეულის კონტაქტის გამოყენება, რაც უფრო ეფექტურია;
- რეაქტორის ტემპერატურა. ყველაზე მაღალი თხევადი ნაწილისა არის 500-520°C-ზე;
- ნახშირის ნივთიერების გამოყოფა: რაღაც რაოდენობა ასეთი ნივთიერებებისა ციკლონის მეშვეობით გადადის სითხეში და მისი გამოყოფა საკმაოდ ძნელია;
- სითხის შეგროვება. ჩვეულებრივ გამოიყენება ჩაქრობისა და გაცივებული თხევადი პროდუქტის კონტაქტი და საჭიროა დანადგარის ხელსაყრელი კონსტრუქცია.

სწრაფი პიროლიზის ტექნოლოგიები შეიძლება კლასიფიცირდეს შემდეგნაირად: პიროლიზი ძლუღარე ფენაში, აბლაციური პიროლიზი, პიროლიზი ცირკულაციით, პიროლიზი 2 რეაქტორში და

პიროლიზი ნაკადში. ყველაზე კარგი კომერციული შედეგები მიღებულია 2 რეაქტორიან მდულარე ფენის დანადგარებზე. საინტერესოა აბლაციური ფირფიტებიანი რეაქტორის გამოყენება. ამჟამად იგი ინტენსიური კვლევის საგანია.

აბლაციურ პიროლიზს შედარებით სხვა სახეობთან აქვს ორი თავისებურება: ბიომასის ნაწილაკებს შორის მაღალი მოძრაობის სიჩქარე რეაქციების გახურებულ ზედაპირთან და ნაწილაკებთან მაღალი წნევა, რასაც მივყავართ აბლაციის მაღალ სიჩქარესთან. აბლაციის ეფექტი მიიღწევა 4 ასიმეტრიულად განლაგებული ნიჩბის დახმარებით, რომლებიც მოძრაობენ 200 ბრუნი/წუთში სიჩქარით. ამ ბრუნვადი ნიჩბების გამოყენება საკმაოდ ეფექტურია აბლაციის მისაღწევად. ამჟამინდელი რეაქტორები შედგება მბრუნავი კონუსისგან, რომლის შიგნით მოთავსებულია უძრავი კონუსი. სწრაფი პიროლიზის პროცესი მიმდინარეობს კონუსებს შორის არსებულ სივრცეში. კონუსის ქვედა ნაწილი მოთავსებულია მდულარე ფენაში, რომელიც ფორმირებულია ქვიშის ნაწილაკებისა და აზოტის ნაკადით. რიგ შემთხვევაში კონუსის ქვედა ნაწილში არის დიდი ნახვრეტები, რომლის მეშვეობითაც ქვიშის ნაწილაკები შეიწოვება კონუსში გაიშვიათების გამო, რომელიც წარმოიქმნება ბრუნვისას.

უნდა აღინიშნოს, რომ ეს არის ერთი აღწერილი ვარიანტი, თუმცა მიმდინარეობს საკმაოდ ფართო მასშტაბის სამეცნიერო კვლევითი და გამოყენებითი სამუშაოები უკეთესი კონსტრუქციის რეაქტორების შესაქმნელად. საკმარისია აღინიშნოს, რომ ბოლო 3 წელიწადში გამოქვეყნდა 200-მდე სტატია, მაგრამ ჯერაც არ არის მიღებული კომერციულად გამოყენებადი მონაცემები [6].

ამდენად, ბევრ ქვეყნებში გრძელდება სასურსათო მარცვლეული კულტურების (სიმინდი), შაქრის ლერწმის გამოყენება ბიოდიზელის და ეთანოლის მისაღებად, მაგრამ სამომავლოდ ხანგრძლივი პერიოდისთვის არ შეიძლება იყოს სიცოცხლისუნარიანი [7,8]. ამიტომ მიმდინარეობს ფართო კვლევები, რათა ბიომასიდან მიღებული იქნას წყალბადი, ასევე არის სხვა ვერსიებიც. არსებული ვარიანტები ჯერჯერობით არ არის ეკონომიკურად მისაღები [9-10]. ამჟამად, მაინც ძირითადი ხერხი არის პიროლიზის პროცესების გამოყენება [11]. თუმცა უკვე საკმაოდ ბევრი დანადგარია ამოქმედებული, მაინც ჯერაც დამოკიდებული არიან ნელე ნავთობის ფასზე, ბიომასის ღირებულებაზე, ადგილობრივ ხარჯებზე და სხვ. თანამედროვე სწრაფი პიროლიზის ტექნოლოგია განიხილება, როგორც ინტეგრირებული პროცესი თხევადი საწვავის მისაღებად [12], მაგრამ პრობლემები ჯერ კიდევ ბევრია.

უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოშიც შესაძლებელია ლაბორატორიულ დონეზე შეიქმნას სწრაფი პიროლიზის რეაქციების მოდელური კონსტრუქციები ინოვაციური მიდგომების გამოყენებით, რისთვისაც საჭირო დაფინანსება ჯერაც არ გამოინახა. ბიომასიდან სითხის მიღების გაზრდა 75%-ზე მაღლა ხელს შეუწყობს ბიოსაწვავის მიღების რენტაბელობის ამაღლებას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. S. Friedrich. A world Wide Review of the Commercial Production of Biodiesel – Institute for Technology and Nachhaltiges Produce Management – Vien, 2004;
2. Biofuels coming online : international biofuel use expands: Fast Worldwide, USDA Fas, July, 2006;
3. Biofuels 2002: GLocal Market Survey. Case studies and Forecasts, Multi-client Study, HOUston, TX, October, 2006, 405p;
4. Chiaromonti D., Oasmaa A. Solantausta Y. Power generation using fast pyrolysis liquids from biomass, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, 11(2007) 1056-1086;
5. Bridgwater, A. V. Fast Pyrolysis of Biomass: A Handbook; **CRL** Press:Newbury, UK, 2005;
6. M. I. Jahirul, M. G. Rasul, A. A. Chowdhury, N. Ashwath. Biofuels Production through Biomass Pyrolysis - Technological Review, Energies 2012, 5, 4952-5001;
7. Lora, E.S.; Andrade, R.V. Biomass as energy source in Brazil. Renew. Sustain. Energy Rev. 2009, 13, 777–788;
8. Demirbas, M.F.; Balat, M.; Balat, H. Potential contribution of biomass to the sustainable energy development. Energy Convers. Manag. 2009, 50, 1746–1760;
9. Yu, S.; Tao, J. Simulation-based life cycle assessment of energy efficiency of biomass-based ethanol fuel from different feedstocks in China. Energy 2009, 34, 476–484;

10. Saxena, R.C.; Adhikari, D.K.; Goyal, H.B. Biomass-based energy fuel through biochemical routes. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2009, 13, 167–178;
11. Hill, J. Environmental costs and benefits of transportation biofuel production from food- and lignocelluloses-based energy crops. *Agron. Sustain. Devel.* 2007, 27, 1–12;
12. Bridgwater, A.V. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. *Biomass Bioenergy* 2012, 38, 68–94.

SELECTION OF MODERN TECHNOLOGIES OF OBTAINING FUEL FROM BIOMASS CONSIDERING REALITIES OF GEORGIA

A.Dolidze, I.Mikadze, T.Uchaneishvili, N.Kavtaradze, L.Dolidze, N.Nonikashvili
*Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry
at Iv. Javakhishvili Tbilisi State University*

SUMMARY

Continuous increase of a share of biofuel is a priority of the European Union and other developed countries. Unlike biofuel of the first generation derived from food plants, beginning of production of the second generation biofuels from certain weed species using uncultivated, less fertile soils is suggested. The main shortcoming of biofuels is its instability (up to 3 months) though in case of application of methods of pyrolysis, stability of the biodiesel doesn't concede to characteristics of the fuel diesel. For a fast pyrolysis preliminary crushing (<1 mm) of the biomass is necessary, liquid product is obtained in a high yield, the temperature control is also important (500 ° C in the vapor phase). Staying of biomass in a steam phase shouldn't exceed 1 sec. and further fast cooling is necessary.

ПОДБОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВА ИЗ БИОМАССЫ С УЧЕТОМ РЕАЛИЙ ГРУЗИИ

А.В.Долидзе, И.И.Микадзе, Т.Г.Учанеишвили, Н.А.Кавтарадзе, Л.А.Долидзе, Н.У.Ноникашвили
*Институт физической и органической химии им. П.Г. Меликишвили
Тбилисского государственного университета им. Ив. Джавахишвили*

РЕЗЮМЕ

Постоянное повышение доли биотоплива является приоритетом Евросоюза и других развитых стран. В отличие от биотоплива первого поколения, получаемого из пищевых растений, предлагается начать производство биогорючего второго поколения из определённых видов сорняков с использованием неосвоенных, менее плодородных почв. Основным недостатком биотоплива является его неустойчивость (до 3 месяцев), хотя в случае применения пиролизного метода устойчивость полученного биодизеля не уступает по характеристикам нефтяному дизельному топливу. Для быстрого пиролиза необходимо предварительное измельчение биомассы (<1 мм) и жидкий продукт получают с высоким выходом, также важно контролировать температуру (500°C в паровой фазе). Пребывание биомассы в паровой фазе не должно превышать 1 сек и необходимо последующее быстрое охлаждение.

ქიმიური ეკოლოგია

მეგაპოლისის ატმოსფერული დაბინძურების ძირითადი წყაროები და შემცირების რეკომენდაციების შემუშავება

ავთანდილ დოლიძე, ირმა მიქაძე, ნინო ქავთარაძე, ნინო ნონიკაშვილი,
ლიპარიტ დოლიძე, ქეთევან კორძაძია

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

ატმოსფეროს დაბინძურება ნეგატიურად მოქმედებს ნიადაგსა და ცოცხალ ორგანიზმებზე. მრეწველობისა და ტრანსპორტის სწრაფმა განვითარებამ ისე გაზარდა გამონაბოლქვის მოცულობა და ტოქსიურობა, რომ ატმოსფეროში ბუნებრივი გაბნევა ვეღარ უზრუნველყოფს მისაღები კონცენტრაციის დონეს. ყველაზე ინტენსიურად ატმოსფეროს დაბინძურება ხდება მეგაპოლისებსა და მსხვილ ქალაქებში. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაში ავტოტრანსპორტის წილი ჩვეულებრივ შეადგენს 40-55%, ზოგ შემთხვევაში კი ავტოტრანსპორტით გამოწვეული დაბინძურება აღწევს 90%-ზე მეტს. საქართველოს სტატისტიკის სააგენტოს ვერსიით თბილისში ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვებით ატმოსფერული დაბინძურება 94%-ს შეადგენს. ქალაქის ავტოტრანსპორტის მავნე გამონაბოლქვის შესამცირებლად შემუშავებულია აუცილებელი ღონისძიებების რეკომენდაციები.

ატმოსფერული ჰაერი წარმოადგენს გაზებისა და აეროზოლების ნარევეს, რომელიც სიცოცხლის უზრუნველყოფის ყველაზე მნიშვნელოვანი ბუნებრივი წყაროა. დედამიწის ზედაპირთან ატმოსფეროს დაბინძურება ადამიანისა და გარემოს ზემოქმედების მუდმივმოქმედი ფაქტორია. იგი აქტიურად ურთიერთქმედებს ბიოსფეროს, ჰიდროსფეროსა და ლითოსფეროს კომპონენტებთან. ატმოსფერო ძირითადად ზემოქმედებს ნალექების - წვიმისა და თოვლის, ასევე ნაწილობრივ ნისლის სახით. აქედან გამომდინარე, ზედაპირული და გრუნტის წყლების ქიმიური შემადგენლობა დამოკიდებულია ატმოსფეროს მდგომარეობაზე. ატმოსფეროს დაბინძურება ნეგატიურად მოქმედებს ნიადაგსა და მცენარეებზე, ირღვევა ფოტოსინთეზის პროცესი, რაც ანელებს ზრდას და იწვევს მცენარის დაღუპვას. მჟავურ ატმოსფერულ ნალექებს განიხილავენ როგორც მთის ქანების გამოფიტვისა და გრუნტის ხარისხის დაქვეითების მიზეზს, ასევე იგი აზიანებს დედამიწის ზედაპირზე არსებულ ობიექტებს, მათ შორის კულტურულ ძეგლებსა და კავშირგაბმულობას. ატმოსფერული დაბინძურება იწვევს ფილტვის, ყელისა და კანის კიბოს, ცენტრალური ნერვული სისტემის აშლილობას, ალერგიულ და რესპირატორულ დაავადებებს, დეფექტებს ახალშობილებში და მთელ რიგ სხვა დაავადებებს.

ურბანიზაციის და ინდუსტრიალიზაციის პროცესების სწრაფი ტემპებით განვითარების პარალელურად მთელ მსოფლიოში გაიზარდა ენერგეტიკული სიმძლავრეების და წარმოებული პროდუქციის რაოდენობა, რამაც ურბანულ ცენტრებში გამოიწვია მრავალი გარემოსდაცვითი, მათ შორის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების პრობლემა. მსოფლიოს მსხვილ ქალაქებში მავნე ნივთიერებათა კონცენტრაციები, რომლებიც მნიშვნელოვნად აჭარბებს დასაშვებ ნორმებს სერიოზული რისკის ქვეშ აყენებს მოსახლეობის ჯანმრთელობას [1-3].

დაბინძურების ბუნებრივი წყაროებია: ვულკანური ამოფრქვევა, მტვრიანი ქარიშხლები, ტყის ხანძრები, კოსმოსური წარმოშობის მტვერი, ზღვის მარილის ნაწილაკები, მცენარეული, ცხოველური და მიკრობიოლოგიური წარმოშობის პროდუქტები. ასეთი დაბინძურება განიხილება, როგორც ფონური, რომელიც დროთა განმავლობაში მცირედ იცვლება [4].

ანთროპოგენული, ანუ ადამიანის სამეურნეო საქმიანობით განპირობებული დაბინძურების წყაროებია: წიაღისეული საწვავის (ქვანახშირი, ნავთობი და სხვ) დაწვა, რომელსაც თან ერთვის 5 მილიარდი ტონა ნახშირორჟანგის გამოყოფა წელიწადში; თბოსადგურების მუშაობა, სადაც მაღალტემპირდანი ქვანახშირის დაწვის შედეგად მიღებული გოგირდის ორჟანგი წარმოქმნის მჟავე წვიმებს; საწარმოო საქმიანობა, რის შედეგადაც ხდება ჰაერში შეწონილი ნაწილაკების და სხვადასხვა გაზების გამოფრქვევა; საწვავის დაწვა ქვაბებში, რომლებიც წარმოქმნის სმოგის გამომწვევ აზოტის ოქსიდებს; მაღალენერგეტიკული დანადგარების სავენტილაციო ამოფრქვევები [5].

ყველაზე ინტენსიურად ატმოსფერო ბინძურდება მეგაპოლისებსა და მსხვილ ქალაქებში, სატრანსპორტო საშუალებების, საქვაბუების, თბოსადგურების დიდი რაოდენობის გამო. ისინი მუშაობენ

ბენზინზე, დიზელზე, ქვანახშირზე, მაზუთზე, ბუნებრივ აირზე. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაში ავტოტრანსპორტის წილი ჩვეულებრივ შეადგენს 40-55%, ზოგ შემთხვევაში კი ქალაქებში ამ ავტოტრანსპორტით გამოწვეული დაბინძურება აღწევს 90%-ზე მეტს. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მონაცემებით თბილისში ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვებით ატმოსფერული დაბინძურება 94%-ს შეადგენს [6].

სადღეისოდ, დედამიწისპირა ატმოსფეროში მრავალი ათეული ათასი ტონა დამაბინძურებელი ნივთიერებაა გაფანტული. მრეწველობისა და სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ზრდასთან ერთად წარმოიქმნება ახალი ქიმიური ნივთიერებები, მათ შორის მაღალტოქსიკურებიც. გარდა მრავალტონაჟიანი აზოტის, გოგირდის, ნახშირბადის ოქსიდებისა, მტკვერისა და ჭვარტლისა, გამოჩნდნენ რთული ორგანული, ქლორორგანული და ნიტრონაერთები, ტექნოგენური რადიონუკლიდები, ვირუსები და მიკრობები. ყველაზე სახიფათოა ჰაერში გავრცელებული დიოქსინ-ფურანები, ბენზაპირენი, ფენოლები, ფორმალდეჰიდი, გოგირდნახშირბადი და ა.შ. [7].

პროგნოზული წარმომობის ძირითადი მავნე მინარევებია:

1. CO – ნახშირბადის (II) ოქსიდი, რომელიც მიიღება არასრული წვის დროს (მხუთავი გაზი). იგი აქტიურად ურთიერთქმედებს ატმოსფეროს სხვადასხვა კომპონენტებთან. CO უკავშირდება სისხლის ჰემოგლობინს, რომელიც ჩვეულებრივ შედის რეაქციაში ჟანგბადთან, ამიტომ ხდება სისხლის ჰემოგლობინის ბლოკირება ნახშირბადის (II) ოქსიდით და შეიძლება ადამიანი დაიღუპოს ჟანგბადის უკმარისობით;
2. SO₂ – გოგირდოვანი ანჰიდრიდი. გორგირდშემცველი წიაღისეული საწვავის წვისას მასში არსებული გოგირდი იჟანგება და გარდაიქმნება გოგირდის დიოქსიდად. იგი იწვევს ნიადაგისა და წყლების მჟავიანობის გაზრდას, უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობასა და ბუნებრივ გარემოზე;
3. SO₃ – გოგირდის ანჰიდრიდი. საბოლოო პროდუქტს ატმოსფეროში გარდაქმნის შედეგად წარმოადგენს გოგირდმჟავას აეროზოლი ან მისი ხსნარი წვიმის წყალში, რომელიც შეამჟავებს ნიადაგს და აზიანებს სასუნთქ ორგანოებს;
4. გოგირდწყალბადი (H₂S) და გოგირდნახშირბადი (CS₂) ატმოსფეროში ნელ-ნელა იჟანგებიან გოგირდის ანჰიდრიდამდე;
5. აზოტის ოქსიდები, ძირითადად NO და NO₂ (N₂O₄), მაღალტოქსიკურია;
6. ფტორის ნაერთები – ისინი ატმოსფეროშია ნატრიუმის ფტორიდის NaF და კალციუმის ფტორიდის CaF სახით, აქვთ ტოქსიკური ეფექტი;
7. ქლორის ნაერთები ატმოსფეროშია ქლორის მოლეკულის და მარილმჟავას ორთქლის სახით.

ატმოსფეროს აეროზოლური დაბინძურება. აეროზოლები შეწონილი ნაწილაკებია და ატმოსფეროს ყოველწლიურად ასეულობით მილიონი ტონა მყარი და თხევადნაწილაკებიანი აეროზოლები ემატება. აეროზოლებს შეუძლიათ ჰაერის ტემპერატურა საშუალოდ შეამცირონ დედამიწის ზედაპირზე 0.1-0.3°C-ით. აეროზოლების წარმოქმნის მრავალფეროვანი წყაროებია: თბოსადგურები, ცემენტის და სხვა ქარხნები, ნარჩენების დაწვა, ნაგავსაყრელები, აფეთქების საშუალები, საამშენებლო მასალების წარმოება და სხვ.

მჟავე წვიმები. ყველა ნალექს აქვს მჟავიანობა, მაგალითად, წვიმის წყლის საშუალო მჟავიანობა არის pH=5-6. ამ მაჩვენებელზე დაბალი pH ანუ მაღალი მჟავიანობა განაპირობებს მჟავე წვიმებს. ატმოსფეროში მოხვედრილი SO₂, ასევე აზოტის ოქსიდები (NO_x) გარდაიქმნიებიან წყალთან ერთად მჟავა ხსნარებში, რომლებიც ამცირებენ წვიმის pH მნიშვნელობას. მჟავე წვიმები ძირითადად განვითარებული მრეწველობის ადგილებშია. მჟავე წვიმები უარყოფითად ზემოქმედებენ წყალსატევებზე, რადგან სიმჟავის მომატების გამო იღუპება ფლორა და ფაუნა. წყალმცენარეები იზრდებიან pH 7-9.2 შორის. მჟავიანობის მომატება სპობს მცენარეებს. pH 6-ზე იღუპება მტკნარი წყლის კიბორჩხალები,

ხოლო pH 5.5-ის დროს კი ილუპება სიღრმის ბაქტერიები, რომლებიც შლიან ორგანულ ნივთიერებებს და ფოთლებს, რის შედეგადაც სიღრმეში გროვდება ნაგავი, შემდეგ ილუპება პლანქტონი. როდესაც pH მნიშვნელობა აღწევს 4.5 ილუპება თევზები, ასევე ბაყაყები და მწერების უმრავლესობა. უნდა აღინიშნოს, რომ ნაგვის დაგროვებასთან ერთად მჟავიანობის გაზრდით გამოიყოფა მთელი რიგი მეტალები და მავნე ნივთიერებები. მჟავე წვიმები ძალზე აზიანებენ ტყეებს, განსაკუთრებით წიწვოვანს. აღარ წარმოებს მათი ბუნებრივი აღდგენა. ასევე მჟავე წყლები აჩანაგებენ სოფლის მეურნეობას.

სმოგი. სამრეწველო ცენტრებსა და ქალაქებში ატმოსფერულ ჰაერში მიმდინარე გაზების ნარევის რთული ქიმიური რეაქციების შედეგად (ძირითადად აზოტის ოქსიდები და ნახშირწყალბადები, რომლებიც არიან საავტომობილო ტრანსპორტის გამონაბოლქვში) მზის სინათლის ზემოქმედებით წარმოიქმნებიან სხვადასხვა ნივთიერებები, მომწამლავი ნისლი, რომელსაც დაერქვა სმოგი. მის წარმოქმნას ხელს უწყობს მეტეოროლოგიური პირობები: უქარობა და უწვიმობა, ასევე ტემპერატურული ინვერსია. სმოგი მოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე. სმოგის სახეობებია: ლონდონური ტიპის ნესტიანი სმოგი, ალიასკის ტიპის ყინულოვანი სმოგი, რადიაციული სმოგი, ლოს-ანჯელესის ტიპის შშრალი სმოგი, ფოტოქიმიური სმოგი. ამ უკანასკნელის დროს წარმოიქმნება ბევრი ოზონი. სმოგის შექმნაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მეთანი (CH₄), ასევე ოზონი (O₃). მსხვილ ქალაქებში სმოგის დროს ხდება ოზონის შემცველობის მკვეთრი, 10-ჯერ და მეტით ზრდა, რაც ნეგატიურად მოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

სათბურის ეფექტი მიეკუთვნება გლობალური ეკოლოგიური კრიზისის გამოვლინებას. ატმოსფეროში იზრდება CO₂-ის, მეთანის და სხვა სათბურის გაზების კონცენტრაცია. ამ დროს ირღვევა ატმოსფეროში არსებული რაციონალური ბალანსი. სათბურის გაზები ატმოსფეროში წარმოქმნიან ეკრანს, რომელიც აჩერებს ინფრაწითელ სხივებს, შედეგად ხდება ატმოსფეროს ქვედა ფენის გახურება. ყველაზე მნიშვნელოვანი ბუნებრივი სათბურის გაზებია წყლის ორთქლი და CO₂. CO₂ ბუნებრივი და ხელოვნური გზით ხვდება ატმოსფეროში და განაპირობებს სათბურის ეფექტს. ცნობილია, რომ CO₂-ის არ არსებობის შემთხვევაში ატმოსფეროს ტემპერატურა დედამიწის ზედაპირზე იქნება 7°C-ით მცირე, რაც ძალზე მძიმე პირობებს შექმნის ცხოველებისა და მცენარეების სიცოცხლისათვის. CO₂-ის გამოყოფა სულ უფრო იზრდება საწვავის დაწვის, ასევე ტყეებისა და სტეპების ხანძრების გამო, ამასთან ერთად CO₂-ის შთანთქმა ატმოსფეროდან ტყის მცენარეებით და მსოფლიო ოკეანის ფიტოპლანქტონით შემცირდა ტყეების ფართობების შემცირებისა და ფიტოპლანქტონის დაღუპვის გამო. შედეგად, CO₂-ის გამოყოფამ გადაამეტა მცენარეების მიერ მის მოხმარებას. CO₂-ის ბუნებრივი მატება ატმოსფეროში 3.5 მილიარდ ტონას შეადგენს წელიწადში. ატმოსფეროში მისი შემცველობის გაზრდა აძლიერებს სათბურის ეფექტს, რადგან CO₂ კარგად ატარებს მზის გრძელტალღოვან სხივებს დედამიწის ზედაპირისაკენ და აბრუნებს მოკლეტალღიან გამოსხივებას. ამიტომ, რაც მეტია CO₂ ატმოსფეროში, მით უფრო ნაკლებად გაფანტავს დედამიწა სითბოს და იზრდება დედამიწის ზედაპირზე საშუალო ტემპერატურა. სითბური ეფექტის შექმნაში მონაწილეობენ შემდეგი გაზები: ნახშირბადის დიოქსიდი - ზემოქმედება გლობალურ დათბობაზე 55%, ფრენონი 24%, მეთანი CH₄ 15%, აზოტის ოქსიდი N₂O 6%. მეცნიერებმა გამოთვალეს, რომ თუ შენარჩუნდება სათბურის გაზების მატება ატმოსფეროში, დაახლოებით 30 წლის შემდეგ საშუალო წლიური ტემპერატურა აიწევს 1°C-ით, რაც ძალზე მაღალი მნიშვნელობაა.

საავტომობილო ტრანსპორტის გამონაბოლქვი. მეგაპოლისში ყველა წყაროზე მეტად ატმოსფეროს ჰაერს აბინძურებს ავტოტრანსპორტი. საშუალოდ ყოველ მესამე მოქალაქეს აქვს ავტომობილი, უკანასკნელ ათწლეულში თბილისში აღინიშნება ინდივიდუალური საავტომობილო ტრანსპორტის რაოდენობის მკვეთრი ზრდა, რაც ასევე უკავშირდება დამაბინძურებელი ნივთიერებების მოცულობის მკვეთრ გაზრდას. უნდა აღინიშნოს, რომ ავტოტრანსპორტიდან ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება ძირითადად განპირობებულია ამორტიზებული საავტომობილო პარკის, გაუმართავი მანქანების არსებობით და დაბალი ხარისხის საწვავის მოხმარებით.

მნიშვნელოვან გავლენას ავტოტრანსპორტის მიერ გამონაბოლქვ მავნე მინარეგების რაოდენობაზე ახდენს ტრანსპორტის ცვეთა და წლოვანება. სახელმწიფო და ინდივიდუალური ავტოტრანსპორტის ნახევარზე მეტი ექსპლუატაციაშია 8-ზე მეტი წლის განმავლობაში, რაც უდაოდ მოქმედებს ატმოსფეროს დაბინძურებაზე. ბუნებრივია ამაზე გავლენას ახდენს ავტოძრავების კონსტრუქციული

არასრულყოფილება, ასევე ავტოსარემონტო ბაზის სისუსტე, ხელოსნების დაბალი კვალიფიკაცია. ჩვეულებრივ, ქალაქებში ატმოსფერული დაბინძურება მაღალია, ხშირი შუქნიშნებისა და ავტოტრანსპორტის მაღალი კონცენტრაციის პირობებში ქალაქის ცენტრში ზოგჯერ დაბინძურება ათჯერ და მეტად იზრდება. ამას ემატება მიწისზედა და მიწისქვეშა გადასასვლელების არასაკმარისი რაოდენობა, ქვეითმოსიარულეთა და მძღოლების დაბალი საგზაო კულტურა.

ყოველივე აღნიშნულიდან გამომდინარე ქალაქის ავტოტრანსპორტის მავნე გამონაბოლქვის შესამცირებლად აუცილებელია:

1. ავტოსაგზაო მშენებლობის განვითარება და მოძრაობის რაციონალური მართვა – ეს რთულია, მაგრამ შესაძლებელია;
2. ავტოსაწარმოების, ავტოგასამართი სადგურების, ტექნიკური მომსახურე სადგურების (ავტოსერვისის) ეკოლოგიური მდგომარეობის შემოწმება არანაკლებ წელიწადში 2-ჯერ, მიზანშეწონილია ევროპული გამოცდილების საფუძველზე შემუშავდეს ბენზინგასამართი სადგურის ტიპობრივი პროექტები ადგილობრივი კლიმატური პირობების გათვალისწინებით; ასევე ავტოსერვისების თანამედროვე ტიპობრივი პროექტის შემუშავება, მინიმალურად აუცილებელი დანადგარების ნომენკლატურით;
3. ავტოტრანსპორტის ეკოლოგიური მდგომარეობის შემოწმება წელიწადში 2-ჯერ;
4. განსაკუთრებული ყურადღება მიექცეს საქალაქო ტრანსპორტს, რომელიც ჩვეულებრივ მუშაობს შედარებით დაბალხარისხიან საწვავზე და ხშირად ექპლუატაციაშია დადგენილ დროზე მეტი ხნის განმავლობაში;
5. სისტემური შემოწმება უნდა უტარდებოდეს ავტოტრანსპორტს გამონაბოლქვის ტოქსიკურობასა და კვამლიანობაზე. ნორმაზე მეტად დაბინძურებული ავტოტრანსპორტის რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს მთლიანი ავტოპარკის 5-10 %;
6. ეკოზედამხედველობის ორგანიზაცია ცენტრალურ ავტომაგისტრალზე, სადაც გარკვეულ მანძილზე განლაგებულ პუნქტებში შესაძლებელია იქნება ეკოლოგიურად “საეჭვო მანქანების” შემოწმება;
7. ხელსაყრელია გაზურ საწვავზე გადასვლა, რათა გაიზარდოს ასეთი მანქანების წილი 20%-მდე მაინც;
8. საცხოვრებელი ბინების მშენებლობის გადატანა ეკოლოგიურად უსაფრთხო გარეუბნებში, ცენტრში უმეტესად საქმიანი აქტივობის განვითარება.

აღნიშნული ღონისძიებების ეფექტურობა აპრობირებულია მთელ რივ განვითარებულ ქვეყნებში და ამ მხრივ ჩვენი ქვეყნების ორგანიზაციები უნდა გააქტიურდნენ.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛІТЕРАТУРА

1. Molina M. J., Molina L.T. Megacities and Atmospheric Pollution. J. of the Air & Waste Manage. Assoc; 2004, 54, 644-680;
2. Konovalov I. B., Beekmann M., Kuznetsova I. N., Glazkova A. A., Vasilieva A. V., Zaripov R. B.. Estimation of the influence that natural fires have on air pollution in the region of Moscow megalopolis based on the combined use of chemical transport model and measurement data. Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics, 2011, 47, 4, 457-467;
3. Sources of Air Pollution. <http://www.nature.nps.gov/air/AQBasics/sources.cfm>;
4. Particulate matter from natural sources and related reporting under the EU Air Quality Directive in 2008 and 2009. European Environment Agency. EEA Technical report No 10/2012;
5. Beychok M. Anthropogenic and natural air pollution emissions, 2011, <http://www.eoearth.org/>;

6. Богдановский Г.А. Химическая экология. М.Ж Изд.МГУ, 1994, 274;
7. Беспмятов Г.П., Кротов Ю.А, Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. Л.: Химия, 1985, 528.

THE MAIN SOURCES OF ATMOSPHERIC POLLUTION OF THE MEGAPOLIS AND DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR ITS REDUCING

A.Dolidze, I.Mikadze, N.Kavtaradze, N.Nonikashvili, L.Dolidze, K.Kordzakhia
*Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry
at Iv. Javakhishvili Tbilisi State University*

SUMMARY

Pollution of the atmosphere negatively influences the soil and live organisms. Rapid and wide development of industry and transport caused an increase in the volume and toxicity of the emissions into the atmosphere, therefore the natural scattering is unable to provide an acceptable level of concentration. The most intensive pollution of the atmosphere is in megalopolises and in big cities. In air pollution the share of transport facilities as usual is 40-55%, and in some cases, pollution caused by means of transport exceeds 90%. According to data of Statistical Agency of Georgia, In Tbilisi the share of automobile exhausts in the general pollution of the atmosphere is 94%. Necessary recommendations for reduction of harmful emissions of city transport are elaborated.

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ МЕГАПОЛИСА И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ЕГО СНИЖЕНИЯ

А.В.Долидзе, И.И.Микадзе, Н.А.Кавтарадзе, Н.У.Ноникашвили, Л.А.Долидзе, К.Т.Кордзахия
*Институт физической и органической химии им. П.Г. Меликишвили
Тбилисского государственного университета им. Ив. Джавахишвили*

РЕЗЮМЕ

Загрязнение атмосферы отрицательно влияет на почву и живые организмы. Быстрое и широкое развитие промышленности и транспорта вызвало увеличение объема и токсичности выбросов в атмосферу, поэтому природное рассеяние не в состоянии обеспечить приемлемый уровень концентрации. Наиболее интенсивно загрязнение атмосферы в мегаполисах и в больших городах. В загрязнение атмосферы доля транспортных средств как правило составляет 40-55%, а в некоторых случаях загрязнение вызванное автотранспортом превышает 90%. По данным статистического агентства Грузии доля автомобильных выхлопов в Тбилиси, в общем загрязнении атмосферы составляет 94%. Разработаны необходимые рекомендации для уменьшения вредных выбросов городского транспорта.

ქიმიური მკოლოზია

მძიმე მეტალბით დაბინძურებული ნიადაგის და წყლის გასუფთავების კომპლექსური მეთოდები

ირმა მიქაძე, ლია სამხარაძე, ნელი ყალაბეგაშვილი, გულნარა ბალარჯიშვილი, დალი იოსელიანი, ნინო ნონიკაშვილი, ავთანდილ დოლიძე

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

მდნეულში არსებულ ნარჩენებში ძირითადად წარმოდგენილია დარიშხანი, კადმიუმი, სპილენძი, ქრომი, თუთია, ტყვია, ვერცხლისწყალი და სხვ. ისინი დიდი ხნით რჩებიან ეკოსისტემებში და აქვთ დაგროვების უნარი. მძიმე მეტალების გასუფთავების მეთოდებიდან ძირითადად გამოიყენება საიმედოდ გამოცდილი მეთოდები: დაბინძურებული ნიადაგის ფიზიკური მოცილება, ადგილზე შებოჭვა და ფიტორემედიაცია. საქართველოს პირობებისათვის ღირებულებისა და გასუფთავების დროის მიხედვით ეფექტურია ადგილზე ფიქსაცია, რა დროსაც გამოიყენება ადგილობრივი ბუნებრივი ნელეული და მის საფუძველზე დამზადებული პრეპარატები.

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში მოიპოვება მძიმე მეტალები, რომლებიც გამოიყენება სხვადასხვა საწარმოო პროცესებში. ამჟამად მრეწველობამ მიაღწია ისეთ მასშტაბებს, როცა წარმოქმნილი ნარჩენები აღარ ექვემდებარება გარემოში ბუნებრივი გზით უტილიზაციას. აღნიშნული ნარჩენები აბინძურებენ ნიადაგის ზედაპირს და გრუნტის წყლებს, არ განიცდიან დეგრადაციას, აკუმულირდებიან მიკროორგანიზმებისა და მცენარეების მასაში. აქედან ხვდებიან ადამიანთა და ცხოველთა ორგანიზმში და უარყოფითად მოქმედებენ სასიცოცხლო ფუნქციებზე [1].

მძიმე მეტალებით გარემოს დაბინძურება გლობალური პრობლემაა [2]. ზოგიერთი მძიმე მეტალი მცირე რაოდენობით სასიცოცხლოდ აუცილებელიცაა ადამიანის ჯანმრთელობისათვის, მაგალითად, სპილენძი, ქრომი, თუთია. თუმცა, მათი ზედმეტი დოზა ძლიერ ტოქსიკურია [3]. მდნეულის არსებულ ნარჩენებში ძირითადად წარმოდგენილია დარიშხანი, კადმიუმი, ქრომი, სპილენძი, თუთია, ვერცხლისწყალი, ტყვია და სხვ. ადამიანისთვის ლეტალური დოზის მიხედვით განსაკუთრებით საშიშია დარიშხანი, ტყვია, ვერცხლისწყალი და კადმიუმი. ეს მეტალები თუთიასთან ერთად მიეკუთვნება სახიფათო ნივთიერებების I კლასს, ხოლო სპილენძი – II კლასს. დაბინძურებულ წყალშიც აღმოჩენილია იგივე მძიმე მეტალები. მძიმე მეტალები დიდი ხნით რჩებიან ეკოსისტემებში, რადგან არ განიცდიან დეგრადაციას და აქვთ ბიოლოგიურ ჯაჭვში დაგროვების უნარი [4]. მათი მაღალი კონცენტრაციით დაბინძურებული სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო წყლის გამოყენება დამანგრეველია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის [5].

მსოფლიოში სულ უფრო მატულობს კვლევები მძიმე მეტალებისაგან ნიადაგისა და წყლის გასუფთავების მეთოდებისა და ტექნოლოგიების ეფექტური მოდელების შესაქმნელად. ბოლო პერიოდში უპირატესობა ენიჭება ეკოსისტემების შესაძლებლობების გამოყენებით გარემოს დამზოგავი ინოვაციური მეთოდების მოდელების შემუშავებასა და განხორციელებას. აშშ-ში შექმნილია სახიფათო ნივთიერებების კვლევის 5 რეგიონული ცენტრი გეოგრაფიული, ნიადაგურ-კლიმატური პირობების გათვალისწინებით. ამ ცენტრებში ხდება გამოცდილი და სარწმუნო ტექნოლოგიების ტრანსფერი და კადრების მომზადება, რაც მიმართულია სახიფათო ნივთიერებების ოპტიმალურ მართვაზე. ამავე დროს მიმდინარეობს თანამშრომლობა და ინტეგრირება სხვადასხვა სამეცნიერო პროგრამებთან, ასევე სპეციალისტებთან და საქმიან წრეებთან სახიფათო ნივთიერებების მართვის პრაქტიკული პრობლემების გადასაწყვეტად. ამ ცენტრების მიერ რეკომენდებულია მძიმე მეტალების ნარჩენებისაგან გასუფთავების 3 მეთოდი: ექსკავაცია (დაბინძურებული ნიადაგის ფიზიკური მოცილება), ადგილზე შებოჭვა (in situ ფიქსაცია) და ფიტორემედიაცია.

დაბინძურებული ნიადაგის ფიზიკური მოცილება და გადატანა სხვა ადგილას დროებითი ღონისძიებაა და საბოლოოდ მაინც საჭირო ხდება ახალ ადგილზე გასუფთავება [6].

In situ ფიქსაცია გულისხმობს დაბინძურების ადგილზე დატოვებას და დამუშავებას, რათა აღმოფხვრას ნეგატიური ზემოქმედება ადამიანსა და გარემოზე [7]. ამ მეთოდის უპირატესობაა მძიმე მეტალების ფიქსაცია იმავე ადგილზე გადატანის გარეშე, როდესაც შესაძლებელია წარმოიქმნას სასარგებლო მინერალები. ამავე დროს მძიმე მეტალების ნარჩენები ნიადაგში გარემოსათვის ნაკლებად სახიფათო ფორმითაა წარმოდგენილი. მსოფლიო პრაქტიკაში მძიმე მეტალების ფიქსაციისათვის იყენებენ ფოროვან სასუქებს. მათი დამატებით წარმოიქმნება უხსნადი მინერალები. აქედან გამომდინარე, აღარ ხდება ნარჩენების გახსნა წყალში და, შესაბამისად, მათი მოხვედრა მდინარეების, გრუნტის წყლებში და აქედან ადამიანის სასიცოცხლო ციკლში. მძიმე მეტალების იონების იმობილიზაციას ახდენენ მყარი ნივთიერებებით. სინთეზური და ბუნებრივი ფილტრატები საკმაოდ ეფექტურად ახდენენ მძიმე მეტალების იონების იმობილიზაციას, თუმცა, ამასთან

ერთად, მაღალი ღირებულებისა და იწვევს ბუნებრივი რესურსების არაგანახლებად ხარჯვას. მკვლევარები ეძებენ ახალ იმობილიზატორებს, რომლებიც შეზღუდავენ მძიმე მეტალების მოძრაობას. ამ მხრივ შემოთავაზებულია მეტალის ოქსიდების, პიროქსიდების და სულფიდების გამოყენება. ძალზე ძნელია ისეთი ნივთიერების ან მასალის შერჩევა, რომელიც ერთნაირად ეფექტურად იმოქმედებს სხვადასხვა მძიმე მეტალზე. აქედან გამომდინარე, სულ უფრო ინტენსიურად ხდება ახალი შემოკვავი მასალების ძიება. დაბინძურებული ნიადაგის რემედიაციის მიზნით გამოიყენეს ტორფისაგან გამოყოფილი და რკინის იონებით მოდიფიცირებული ჰუმინური მჟავები და მაგნიუმიანი ფოსფატები, რომლებიც მიიღება ჩამდინარე წყლების ამონიუმის იონებისაგან ტექნოლოგიური გაწმენდის შედეგად [8]. წარმოდგენილი ფიქსატორები მაღალი ეფექტით აღსორბირებენ მძიმე მეტალების იონებს, არ არიან ტოქსიკური და არ წარმოადგენენ ნიადაგისათვის ბალასტს. ზოგ შემთხვევაში მათი მოქმედების ეფექტი ძლიერდება ერთობლივი გამოყენების შედეგად. ნიადაგის გასუფთავებისათვის ერთ-ერთი მეთოდით მოწოდებულია თხევად ფრაქციაში მძიმე მეტალების მჟავური გამოტუტვა გოგირდოვანი მჟავით. შემდეგ ხდება გამოლექვა, ფილტრაცია და სხვადასხვა მიკრობული პროცესები [9]. ზოგ შემთხვევაში წყლის რეკულტივაციისათვის იყენებენ დალექვას, იონმიმოცვლას და უკუოსმოსს. დალექვას იყენებენ წყლიდან მძიმე მეტალების მოცილებისათვის ხსნადი ნაერთის უხსნად ფორმაში გადაყვანისათვის, შემდგომ მიმდინარეობს ფილტრაცია. ეს პროცესები ხორციელდება ქიმიური დამლექავებით (კოაგულანტებით). ძირითადად დალექვა ხდება ნატრიუმის ტუტისა და კირის დამატებით. ეს მეთოდი არ არის სრულყოფილი, რადგან არ ხდება ჰიდროქსიდის მთლიანი მოცილება. ადგილობრივი პირობების მიხედვით დამლექავებად გამოიყენება მრავალი სხვა ნივთიერებაც. ყოველ კერძო შემთხვევაში უნდა შეირჩეს შესაბამისი დამლექავი. ქიმიური დალექვის მეთოდი შედარებით იაფია და შეიძლება განხორციელდეს pH-ის მარტივი რეგულირებით. თუმცა ამ პროცესის დროს წარმოიქმნება დიდი რაოდენობით შლამი, რომლის უტილიზაციისათვის საჭიროა დამატებითი ხარჯი. იონური მიმოცვლის დროს ჩამდინარე წყლებიდან დამაბინძურებელი მეტალის იონი იცვლება ანალოგიურ დამუხტულ იონზე, რომელიც მიმაგრებულია უმოძრაო მყარ ნაწილაკზე. მსგავსი ნაწილაკებია ბუნებრივი არაორგანული ცეოლითები ან ორგანული სინთეზური ფისები.

უკუოსმოსი მემბრანული პროცესია, რომელიც მოქმედებს როგორც მოლეკულური ფილტრი. თუმცა, ამავე დროს, აღნიშნავენ ასეთი მემბრანების სიძვირეს და თვითონ პროცესის ჩატარების მაღალ ღირებულებას.

მძიმე მეტალებისაგან ნიადაგისა და წყლის გასუფთავებისათვის საზოგადოებრივად უფრო მისაღებია და რეკომენდებულია ბიორემედიაციის მეთოდი [10]. ამ შემთხვევაში მავნე ნივთიერებების მოცილებისა და ნეიტრალიზაციისათვის გამოიყენება ბიოლოგიური აგენტები (მცენარეები, სოკოები, ბაქტერიები). დაბინძურებულ ნიადაგზე მცენარეთა ზრდამ (ფიტორემედიაცია) შეიძლება შეამციროს მძიმე მეტალებით დაბინძურება. ფიტორემედიაციის უპირატესობაა შედარებით დაბალი ფასი, მაგრამ მნიშვნელოვანი ნაკლია განხორციელების ხანგრძლივი დრო. უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგჯერ დათესილი მცენარეების მიერ ხდება ფიტოსტაბილიზაცია (ნივთიერებები გადადის ნაკლებ მოძრავ ფორმაში). მცენარე ფესვებით ზღუდავს სახიფათო ნივთიერებების მოძრაობას, შთანთქმავს ან აღსორბირებს ფესვებზე [11]. მცენარის ზრდაზე მძიმე მეტალების დიდმა კონცენტრაციამ შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს. ფიტორემედიაციის უპირატესობაა ეკონომიურობა და ესთეტიურობა, თუმცა ნაკლოვანებაა მცენარის დამოკიდებულება გარემო პირობებზე, მცენარეში დაგროვილი ნივთიერებების გამოთავისუფლების და დაგროვების რისკი. თუმცა, ამასთან ერთად, სახიფათო ნივთიერებები შეიძლება დაგროვდეს ხეებში, რომელსაც ადამიანი იყენებს შემისათვის, გასათობად. ხსნადი დამაბინძურებლების გამოყოფის გამო შეიძლება ზიანი მიადგეს გარემოს [14]. ფიტორემედიაცია უფრო ეკონომიურია და აქვს ნაკლები გვერდითი მოვლენები, ვიდრე ფიზიკურ და ქიმიურ მეთოდებს. ამ მეთოდმა მიიღო მაღალი შეფასება როგორც სამეცნიერო, ასევე პრაქტიკულ წრეებში. თუმცა, ამასთან ერთად, არსებობს პრობლემებიც, განსაკუთრებით განხორციელების ხანგრძლივი პერიოდის გამო.

საერთაშორისო დონეზე მძიმე მეტალებით დაბინძურებული ადგილების გასუფთავება პრიორიტეტული პრობლემაა და მიმდინარეობს ინტენსიური კვლევები ახალი ინოვაციური ტექნოლოგიების შემუშავებისათვის, რათა გამოინახოს ადგილობრივ პირობებზე მორგებული კომპლექსური, ხელმისაწვდომი ღირებულების, ეკოლოგიურად უსაფრთხო მოდელი. საქართველოში მძიმე მეტალებით სამრეწველო დაბინძურების 2 ობიექტია: დარიშხანის (ურავი, ცანა) და სპილენძის (მადნეული). ჩვენი აზრით, დარიშხანის საბითონა გამამდიდრებელი ნარჩენების (80000 ტონამდე) გადამუშავებისათვის აუცილებელია მსოფლიო პრაქტიკაში რეკომენდებული *in situ* ფიქსაციის მეთოდის გამოყენება, შებოჭილი ნარჩენების ჰიდროლიზირებულ მძიმე ბეტონისაგან დამზადებულ სამარხში განთავსება, ხოლო სპილენძის გადამუშავებით დაბინძურებული წყლების და ნიადაგების გასასუფთავებლად ადგილობრივი ნედლეულისაგან დამზადებული გეოქიმიური ბარიერების გამოყენება, ასევე *in situ* ფიქსაციის და ფიტორემედიაციის ელემენტების დამატებით. მიმდინარეობს ექსპერიმენტები რეალურ საცდელ ნიმუშებზე, რათა შემუშავდეს ამ მძიმე მეტალებით

ლაბინტურებული ადგილების გასუფთავება გარემოს დამზოგავი მეთოდებით. სარწმუნო შედეგების საფუძველზე დამუშავდება ტექნოლოგიური რეგლამენტები გარემოსდაცვითი სტანდარტების გათვალისწინებით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Schnoor, I. Phytoremediation, Ground Water Remediation Technologies Analysis Center Technology Evaluation Report TE-98-0,1, 1997, 37.
2. G.U. Chibuike and S.C. Obiora. Heavy Metal Polluted Soils Effect on Plants and Bioremediation Methods. Applied and Environmental Soil Science, 2014, 12 pages.
3. S.P. McGrath and F. Zhao. "Phytoextraction of metals and metalloids from contaminated soils". Current opinion in Biotechnology, vol. 14, no. 3, 2003, pp. 277-282.
4. A.P.G.C. Marques, R.S. Oliveira, A.O.S.S. Ranquel, and P.M.L. Castro. "Application of manure and compost to contaminated soils and its effect on zinc accumulation by Solanum nigrum inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi", Environmental pollution, vol. 151, no. 3, 2008, pp. 608-620.
5. A.J.M. Baker, R.R. Brooks. Terrestrial Higher Plants which Hyperaccumulate Metallic Elements – A Review of the IR Distribution, Ecology and phytochemistry. Biorecovery, 1988, vol. 1, pp. 81-126.
6. C. Garbisu and I. Alkorta. "Basic concepts on heavy metal soil bioremediation". The European Journal of Mineral Processing and Environmental Protection, vol. 3, no. 1, 2003, pp. 58-66.
7. Y. Chen, X. Li, and Z. Shen. "Leaching and uptake of heavy metals by ten different species of plants during an EDTA-assisted phytoextraction process". Chemosphere, vol. 57, no. 3, 2004, pp. 187-196.
8. Rhizofiltration: The use of plants to remove heavy metals from aqueous streams. V. Dushenkov, P.B.A. Nanda Kumar, Harry Motto, and I. Raskin. Environmental Science and Technology, vol. 29, 1995, pp. 1239-1245.
9. R.D. Reeves and A.J.M. Baker. "Metal-accumulating plants", in phytoremediation of toxic metals; Using plants to clean up the environment, I. Raskin and B.D. Ensley, Eds., Wiley, New-York, NY, USA, 2000, pp. 193-229.
10. Брюзгина Ангелина Леонидовна, Фиторемедиация, как способ очистки почв, загрязненных Cu, Ni, Zn. г. Красноярск, кафедра орг. и анал. химии СФУ. 2011, с. 56-59.
11. M. Lambert, B.A. Leven, and R.R. Green. New Methods of Cleaning Up Heavy Metal in Soils and Water. Environmental Science and Technology Briefs for Citizens.
12. Akpor O.B. and Muchie M. Remediation of heavy metals in drinking water and waste water treatment systems: Processes and applications. International journal of the physical sciences, vol. 5(12), 2010, pp. 1807-1817.

COMPLEX METHODS OF SOIL AND WATER PURIFICATION, CONTAMINATED WITH HEAVY METALS

I.Mikadze, L.Samkharadze, N.Kalabegashvili, G.Balarjishvili, D.Ioseliani, N.Nonikashvili, A.Dolidze

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University

Petre Melikishvili Institute of Physical and Inorganic Chemistry

SUMMARY

In residues available in the deposits are basically represented arsenic, cadmium, copper, chromium, zinc, lead, quick silver etc. They remain for a long time in ecological systems and are characterized by accumulation properties. Among heavy metals purification methods are basically used reliable and proven methods: physical removal of contaminated soil, in situ binding and phytoremediation. Under Georgian conditions, proceeding from purification cost and time, is effective in situ fixation, during which are used local natural raw materials and preparations made on its basis.

КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПОЧВЫ И ВОДЫ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

И.И.Микадзе, Л.О.Самхарадзе, Н.Г.Калабегашвили, Г.И.Баларджишвили, Д.К.Иоселиани,

Н.У.Ноникашвили, А.В.Долидзе

Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили,

Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили

РЕЗЮМЕ

В отходах, находящихся в рудниках, в основном представлены мышьяк, кадмий, медь, хром, цинк, свинец, ртуть и др. Они на долгое время остаются в экосистемах и обладают свойством накопления. Из методов очистки тяжелых металлов в основном используются надежно испытанные методы: физическое удаление загрязненной почвы, связывание на месте и фиторемедиация. В условиях Грузии, исходя из стоимости и времени очистки, эффективна фиксация на месте, во время которой используется местное природное сырье и препараты, приготовленные на его основе.

ქიმიური მკოლოზია

მძიმე მეტალებით დაბინძურებული ნიადაგის და წყლის ფიტორემედიაცია

ირმა მიქაძე, ლია სამხარაძე, ნელი ყალაბეგაშვილი, დალი იოსელიანი,
გულნარა ბალარჯიშვილი, ავთანდილ დოლიძე

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

მძიმე მეტალებით დაბინძურებული ნიადაგის და წყლის გასუფთავებისთვის საზოგადოებრივად უფრო მისაღები და რეკომენდებულია ბიორემედიაციის მეთოდი, როცა მავნე ნივთიერებების მოცილება და ნეიტრალიზაცია ხდება ბიოლოგიური აგენტებით. დღეისათვის შესწავლილია 400-ზე მეტი მცენარე, ბაქტერიები და სოკოები, რომელთაც შეუძლიათ ბიორემედიაციის პროცესში მონაწილეობის მიღება. მიმდინარეობს კვლევები რეალურ საცდელ ნიმუშებზე, რათა მოძიებული იქნას უფრო ეფექტური ბიოლოგიური აგენტები.

მძიმე მეტალების მოპოვებამ და მრეწველობის განვითარებამ გამოიწვია ნიადაგის და წყლის დაბინძურება მძიმე მეტალებით. საკითხის აქტუალურობიდან გამომდინარე, მსოფლიოში სულ უფრო მატულობს კვლევები, რათა შეიმუშაონ და დახვეწონ მეთოდები და ტექნოლოგიები ნიადაგის და წყლის გასუფთავებისათვის [1].

რეკომენდებულია მძიმე მეტალების ნარჩენებისგან გასუფთავების 3 მეთოდი: ექსკავაცია, ადგილზე სტაბილიზაცია და ფიტორემედიაცია. ამ მეთოდებიდან ყველას გააჩნია როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი მხარეები, თუმცა საზოგადოებრივად უფრო მისაღები და რეკომენდებულია ბიორემედიაციის მეთოდი, როცა მავნე ნივთიერებების მოცილება და ნეიტრალიზაცია ხდება ბიოლოგიური აგენტებით (მცენარეები, ბაქტერიები, სოკოები). ფიტორემედიაციის პრინციპია მცენარეებით გარემოზე სხვადასხვა მეთოდით ზემოქმედება [2].

დაბინძურებულ ნიადაგზე მცენარეთა ზრდამ შეიძლება შეაკავოს ან შეამციროს მძიმე მეტალებით დაბინძურება. ექსკავაციასთან და სტაბილიზაციასთან შედარებით მისი უპირატესობაა დაბალი ფასი, ნაკლია – ხანგრძლივი დრო [3]. ეს მეთოდი ეკონომიური და მისაღებია საზოგადოებისათვის, ნაკლები ზიანი ადგება გარემოს. ფიტოსტაბილიზაციისთვის გამოყენებულ მცენარეებს უნდა ჰქონდეთ მკვირივი ფესვთა სისტემა, ნიადაგთან და საველე პირობებთან ადაპტაციის უნარი, შეეძლოთ სწრაფი ზრდა და გამრავლება, ჰქონდეთ დიდი სიცოცხლის ხანგრძლივობა [4]. რემედიაციის გავრცელებული ფორმაა ფიტოექსტრაქცია. მცენარის ორგანიზმში ხდება ტოქსიკური ნივთიერებების დაგროვება, მწვანე მცენარეებს გარემოდან გამოაქვთ მძიმე მეტალები აკუმულირებას ახდენენ თავიანთ ქსოვილებში. შემდეგ ამ მცენარეებს აგროვებენ, წვავენ და ახდენენ ფერფლის უტილიზაციას. ფიტორემედიაცია მას შემდეგ გახდა ეფექტური და ეკონომიურად მომგებიანი გაწმენდის მეთოდი, რაც აღმოაჩინეს ჰიპერაკუმულატორი მცენარეები ანუ ისეთი მცენარეები, რომლებიც თავის ქსოვილებში 10-ჯერ უფრო მეტი რაოდენობის მძიმე მეტალებს აგროვებს, ვიდრე ჩვეულებრივი მცენარეები [5]. ფიტორემედიაციას მწვანე რეკულტივაციასაც უწოდებენ. ამ ფენომენის ბიოლოგიური მნიშვნელობა ბოლომდე არ არის ამოხსნილი. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ტოქსიკური ელემენტების მაღალი შემცველობა იცავს მცენარეს მავნებლებისაგან და ისინი უფრო მდგრადები ხდებიან დაავადებების მიმართ.

ჰიპერაკუმულატორი მცენარეების გამოყენება ნიადაგის და წყლის რემედიაციისთვის შემოთავაზებული იყო გასული საუკუნის 80-იან წლებში. თუმცა პრაქტიკაში მათი გამოყენება ცოტა მოგვიანებით დაიწყო [6].

ამ მცენარეების ბიომასა იყო მცირე და არ იყო შემუშავებული მათი მიღების ტექნოლოგია. მდოგვის ერთ-ერთი სახეობა, ინდური მდოგვი ეფექტური აღმოჩნდა ტყვიის, თუთიის და ნიკელისთვის. ტყვია გროვდება სიმინდში და ველურ ამბროზიაში. მძიმე მეტალების მცენარეში მოხვედრას ასტიმულირებენ ხელატები [7], მაგ: ეთილენდიამინტეტრამმარმჟავა, რომელიც ნიადაგში მეტალებთან წარმოქმნის მდგრად, მაგრამ ხსნად კომპლექსნაერთებს. ზოგი მცენარის ფესვებს, მაგ: ლობიოს, ასევე

სხვა ორლებნიანებს, შეუძლია რკინის ნაკლებობის დროს გაზარდონ ნიადაგის მჟავიანობა, რის შედეგადაც მათი ნაერთები გადადის ხსნად მდგომარეობაში [8].

ზოგიერთ მცენარეზე მოცემულია ცნობები, რომელთაც აქვთ უნარი მოახდინონ მძიმე მეტალების დიდი რაოდენობით აკუმულირება და შესაბამისად გამოყენებული იქნან აღდგენით სამუშაოებში [9].

ფიტოექსტრაქციის მეთოდების შეზღუდვის ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზია ჰიპერაკუმულატორი მცენარეების შესაძლო გამოყენება კვების ჯაჭვში. თუმცა brassicaceae-ს მრავალი სახეობა, რომელიც მძიმე მეტალების ჰიპერაკუმულატორი მცენარეებია, თიოციანიდების დიდი შემცველობის გამო მიუღებელია პირუტყვებისთვის. ეს ამცირებს კვების ჯაჭვში მათ შესაძლო მოხვედრას. ჰიპერაკუმულატორი მცენარეების მოძიების მიზნით ჩატარდა ექსპერიმენტი ყვავილოვანი კულტურის მცენარეზე - პეტუნია, ხელოვნურად დაბინძურებულ (Cu, Zn და Ni) ნიადაგზე 21-დღიანი ექსპერიმენტის დროს 5-ჯერ შემცირდა Cu და Ni-ის შემცველობა, ხოლო Zn მცირედ იქნა შემცირებული [10].

პიბრიდული ალვით შესაძლებელია საბრძოლო ნაერთების ტროტილის (ტრინიტროტოლუოლი), ნიტრატების და პესტიციდების მოცილება [11].

ცხრილი 1. ტყვიის დაგროვება სხვადასხვა მცენარის ფესვებში

საერთო სახელწოდება	სამეცნიერო დასახელება	ტყვია ფესვებში (mg/g DW±SE)
Indian mustard	Brassica juncea (L.) Czern	136±6
Sunflower	Melianthus annuus L.	140±5
wild cabbage	Brassica oleracea L.	134±15
Tobacco	Nicotiana tabacum L.	132±6
Spinach	Spinacia oleracea L.	95±25
Monocotyledonous Crops		
ერთლებნიანი კულტურები		
Rye	Secale cereal L.	104±8
Sorghum	Sorghum bicolor (L.) Moench	88±7
Corn	Zea mays L.	75±13
Cool Season Grasses		
ცივი სეზონის ბალახები		
colonial bent grass	Agrostis tenuis Sibth	169±11
Kentucky bluegrass	Poa pratensis L.	165±16
creeping bent grass	Agrostis palustris Muds	146±3
weeping love grass	Eragrostis curvula (Schrad.) Nees	142±12
perennial rye grass	Lolium perenne L.	134±3
hard fescue	Festuca ovina L. var duriuscula (L.) Koch	125±7
sheep fescue	Festuca ovina L.	111±11
rough bluegrass	Poa trivialis L.	100±7
creeping red fescue	Festuca rubra L.	86±4
tall fescue	Festuca arundinacea Scheb	85±3
orchardgrass	Dactylis glomerata L.	60±15
თბილი სეზონის ბალახები		
centipede grass	Eromochloa ophiuroides (Murno) Mack	124±13
buffalo grass	Buchloe dactyloides (Nutt.) Engelm	118±3
switch grass	Panicum virgatum L.	116±5
coastal panic grass	Panicum amarum P.G. Palmer	109±9
Bermudgrass	Cynodon dactylon (L.) Pers.	90±7
Japanese Jawgrass	Zoysia Japonica Steud.	56±2
filter paper control		2±0

ფესვებში ტყვიის დაგროვება გაზომეს 3 დღის შემდეგ (exposure to 300 mgO + Pb/L ±SE) მძიმე მეტალებისგან გაწმენდის კიდევ ერთი მეთოდია რიზოფიტორაცია (ფესვებიდან ხდება წყლის და ქიმიური ელემენტების შეწოვა, რომლებიც სასიცოცხლოდ აუცილებელია მცენარისთვის) [8].

მას ზრდიან წყალში ან ჰიდროპონიკის მეთოდით (მცენარეთა გაზრდა ხელოვნურ გარემოში, უნიდავოდ – წყალში გახსნილი მარილების სისტემატურად მიწოდებით). შემდეგ მცენარე გადააქვთ დაბინძურებულ წყალში. მავნე ნივთიერება ადსორბირდება ფესვებზე ან შთაინთქმება ფესვებით. ამისთვის შესაფერისი აღმოჩნდა მზესუმზირის ზოგიერთი სახეობა, რომლებსაც ზრდიან სპეციალურ ფილტრაციულ სისტემაში. ისინი წყლიდან აქტიურად შთანთქავენ მავნე ნივთიერებებს. ჩერნობილში, IV რეაქტორთან ახლოს, პატარა წყალსაცავში გაშვებულ მზესუმზირას ტივებში მოხდა დიდი რაოდენობით მავნე ნივთიერებების დაგროვება. განსაზღვრულია 400-ზე მეტი სახეობის მცენარე, რომელთაც აქვთ პოტენციალი, რომ მოახდინონ წყლის რესურსების რემედიაცია.

დღეისათვის შესწავლილი და გაანალიზებულია მრავალი ტიპის ბიოსორბენტი, მათ შორის ბაქტერიები (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*), სოკოები (*Aspergillus*, *Rhizopus* და *Penicillium*), წითელი, წაბლა და მწვანე მაკრო და მიკრო წყალმცენარეები, გვიმრები [12].

ფიტორემედიაცია უფრო ეკონომიურია და აქვს ნაკლები გვერდითი მოვლენები, ვიდრე ფიზიკურ და ქიმიურ მეთოდებს. კვლევებმა აჩვენა, რომ *Brassicajuncea*, *Salsola kali*, *Prosopis*-ჰიდროპონიკ მცენარეებს შეუძლიათ დიდი რაოდენობით ტოქსიკური ნივთიერებების შთანთქმა. ეს ჯიშები დატესტეს საპილოტე კვლევებში.

კვლევებმა დაადგინა, რომ ფიტოექსტრაციის მეთოდი შეიძლება გამოყენებული იყოს კეთილშობილი მეტალების (ოქრო, ვერცხლი, პლატინა, პალადიუმი) ამოსაღებად, რაც მიუთითებს ფიტორემედიაციის ტექნოლოგიის მაღალ შესაძლებლობებზე.

ნიადაგიდან და წყლიდან მძიმე მეტალების მოცილება არის საერთაშორისო დონის პრობლემა. დღესდღეობით მსოფლიოში დაწესებულია მკაცრი რეგულაციები საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო წყლების სისუფთავეზე. ცნობილი ტექნოლოგიებიდან თითოეულს გააჩნია რა უამრავი უპირატესობა და ნაკლოვანება, საჭიროა მოვიძიოთ ახალი მეთოდები და ტექნოლოგიები. ჩატარდეს კვლევები მძიმე მეტალების რემედიაციის ახალ-ახალი მეთოდების მოძიებისთვის, რათა მიღებული იქნას უსაფრთხო და ეკონომიური ვარიანტი.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Akpor O.B. and Muchie M. Remediation of heavy metals in drinking water and waste water treatment systems: Processes and applications. International journal of the physical sciences, vol. 5(12), 2010, pp. 1807-1817.
2. Schnoor, I. Phytoremediation, Ground Water Remediation Technologies Analysis Center Technology Evaluation Report TE-98-0,1, 1997, 37.
3. Raymond A. Wuana and Felix E. Okieimen. Heavy Metals in Contaminated Soils; A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation. International Scholarly Research Notices, 23.08.2011.
4. Dushenkov, V. and Roskin. "Phytoremediation a new green revolution in ecology". Chemistry and Life (11-12), 1999, 48-49.
5. A.J.M. Baker, R.R. Brooks. Terrestrial Higher Plants which Hyperaccumulate Metallic Elements – A Review of the IR Distribution, Ecology and phytochemistry. Biorecovery, 1988, vol. 1, pp. 81-126.
6. M. Lambert, B.A. Leven, and R.R. Green. New Methods of Cleaning Up Heavy Metal in Soils and Water. Environmental Science and Technology Briefs for Citizens. 2008, pp. 44-48.
7. G.U. Chibuike and S.C. Obiora. Heavy Metal Polluted Soils Effect on Plants and Bioremediation Methods. Applied and Environmental Soil Science, 2014, 12 pages.
8. Портнова Анна Владимировна (диссертация). Ремедиация почвы, загрязненной тяжелыми металлами, с помощью мелиорантов-стабилизаторов. 2011, с. 32-35.
9. Macus G. Theodore. Method of removing heavy metals in soils and water. Patent US 20120208261 A1. 2012, Aug. 16.
10. C. Garbisu and I. Alkorta. "Bioremediation: principles and future". Journal of Clean Technology, Environmental Toxicology and Occupational Medicine, vol. 6, no. 6, 1997, pp. 351-366.
11. S.P. McGrath and F. Zhao. "Phytoextraction of metals and metalloids from contaminated soils". Current opinion in Biotechnology, vol. 14, no. 3, 2003, pp. 277-282.

12. C.D. Jadia and M.H. Fulekar, "Phytotoxicity and remediation of heavy metals by fibrous root grass (Sorghum)", *Journal of Applied Biosciences*, vol. 10, 2008, pp. 491-499.
13. A.P.G.C. Marques, A.O.S.S. Rangel, and P.M.L. Castro, "Remediation of heavy metal contaminated soils: Phytoremediation as a Potentially promising clean-up technology" – *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 39, 2009, pp. 622-654.

PHYTOREMEDIATION OF SOIL AND WATER CONTAMINATED WITH HEAVY METALS

I.Mikadze, L.Samkharadze, N.Kalabegashvili, D.Ioseliani, G.Balarjishvili, A.Dolidze
Iv. Javakhishvili Tbilisi State University
Petre Melikishvili Institute of Physical and Inorganic Chemistry

SUMMARY

Bioremediation method is more acceptable in the social context and is recommended for purification of soil and water contaminated with heavy metals, when a removal and neutralization of harmful substances is implemented by biological agents. Today there are studied more than 400 plants, bacteria and fungi, which can take part in bioremediation process. Studies are conducted on real pilot specimen in order to find out more efficient biological agents.

ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВЫ И ВОДЫ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

И.И.Микадзе, Л.О.Самхарадзе, Н.Г.Калабегашвили, Д.К.Иоселиани, Г.И.Баларджишвили,
А.В.Долидзе
Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили,
Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили

РЕЗЮМЕ

Метод биоремедиации более приемлем в общественном плане и рекомендован для очистки почвы и воды, загрязненных тяжелыми металлами, когда удаление и нейтрализация вредных веществ осуществляется биологическими агентами. На сегодняшний день изучено более 400 растений, бактерий и грибов, которые могут принять участие в процессе биоремедиации. Ведутся исследования на реальных опытных образцах, чтобы найти более эффективные биологические агенты.

ქიმიური ტექნოლოგია

ახალი სახის მჭიდების - გეოპოლიმერების მიღების შესაძლებლობის კვლევა
ბრძმედის ნაყარი წილის და ბუნებრივი ქანის საფუძველზე

ელენე შაფაქიძე, მარინე ნადირაშვილი, ვერა მაისურაძე,
იოსებ გევაძე, ევგენი ხუჭუა, თამარ პეტრიაშვილი

*ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
კავკასიის ალექსანდრე თვალჭრელიძის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტი*

განხილულია უკლინკერო მჭიდების წარმოების უპირატესობები ეკოლოგიური და ეკონომიკური თვალსაზრისით. წინამდებარე სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს ბრძმედის ნაყარი წილის და ვულკანური ქანის - ტრაქიტის საფუძველზე ახალი სახის გეოპოლიმერული მჭიდების მიღების შესაძლებლობის კვლევა, რისთვისაც ჩატარებულია გამოყენებული ნედლი მასალების მექანიკური და თერმული აქტივაცია. შესწავლილია ნაყარი წილისა და ტრაქიტის თერმული გარდაქმნები და მინერალწარმოქმნის პროცესები გახურებისას. ლაბორატორიულ პირობებში მიღებულია გეოპოლიმერული მჭიდები გამყარების სხვადასხვა რეჟიმის პირობებში.

ბოლო რამოდენიმე წელია მსოფლიოს მეცნიერ-მკვლევარების დიდ ინტერესს იწვევს გეოპოლიმერული მჭიდების მიღების ტექნოლოგიების შემუშავება, რომლებიც, სავარაუდოდ, პორტლანდცემენტის ალტერნატივად შეიძლება მოგვევლინონ მას შემდეგ, რაც დაძლეული იქნება რიგი ტექნიკური პრობლემებისა, რაც დაკავშირებულია გეოპოლიმერების სამრეწველო წარმოებასთან.

ეკონომიკური და ეკოლოგიური თვალსაზრისით გეოპოლიმერების წარმოება ეფექტურია, ერთის მხრივ, იმის გამო, რომ წარმოების ნარჩენების (მეტალურგიული წილების, წანატაცი ნაცრების) უტილიზაციის საშუალებას იძლევა, ხოლო მეორეს მხრივ, გეოპოლიმერების წარმოებისას 80 %-ით მცირდება გამოყოფილი სათბურის აირების რაოდენობა პორტლანდცემენტის წარმოებასთან შედარებით. აღსანიშნავია, რომ ადამიანის ტექნიკური მოღვაწეობის შედეგად ატმოსფეროში CO₂-ის გამოყოფის მიხედვით ცემენტის წარმოების წილი 5 %-ს შეადგენს. ამ მონაცემით ცემენტის წარმოება მე-3 ადგილზეა ტრანსპორტისა და ენერჯეტიკის დარგების შემდეგ [1].

ენერგოდამზოგავი ტექნოლოგიების ძიების პროცესში სპეციალისტები ცდილობდნენ ჩაენაცვლებინათ პორტლანდცემენტი ისეთი იაფი მჭიდა მასალით, რომელიც არ საჭიროებდა მაღალტემპერატურულ (1400-1450°C) გამოწვას და მიიღებოდა სამრეწველო ნარჩენების ბაზაზე. ასეთი მჭიდა - წიდატუტე ცემენტის სახით გამოიგონა ფრანგმა მეცნიერმა ემილ ლანგინმა მე-19 საუკუნის ბოლოს. ხოლო წიდატუტე მჭიდების კვლევა და თეორიული საფუძვლების შესწავლა დაიწყო ვ. დ. გლუხოვსკის მიერ 1958 წ. კიევის საინჟინრო-სამშენებლო ინსტიტუტში [2]. შედეგად შეიქმნა წიდატუტე მჭიდების წარმოების ტექნოლოგია, რომელიც ზოგიერთი პარამეტრით მნიშვნელოვნად აჭარბებს პორტლანდცემენტისას, ხოლო ენერგოდანახარჯები პორტლანდცემენტის წარმოებისას მნიშვნელოვნად მეტია წიდატუტე მჭიდების წარმოების ხარჯებთან შედარებით, სადაც ერთადერთ ენერგოტევად პროცესს წილების დაფქვა წარმოადგენს.

წიდატუტე მჭიდების და მათგან წარმოებული ბეტონების სპეციფიკური თვისებებია:

- მაღალი მექანიკური სიმტკიცე და მედეგობა ცვეთისადმი;
- წყალ- და ატმოსფერული მედეგობა;
- წყალ- და ჰაერგაუმტარობა;
- დაბალი სითბოგამოყოფა გამყარების პროცესში;
- მაღალი ხურვალმედეგობა და ა.შ.

წიდატუტე მჭიდებზე დამზადებული ბეტონებისთვის არ არის აუცილებელი ბეტონის შემავსებლის - ქვიშის გასუფთავება თიხური და მტვრისებრი მინარევებისგან, როგორც ეს პორტლანდცემენტის ბეტონებისთვის არის საჭირო. თიხური მინარევები წიდატუტე ბეტონებში ქიმიურად ურთიერთქმედებენ ტუტესთან და წარმოქმნიან უხსნად, ძლიერ მჭიდა თვისებების მქონე ტუტეალუმოსილიკატებს, ხოლო მტვრისებრი მინარევები ახდენენ ბეტონის ნარევის არმირებას და სიმტკიცეს მატებენ მას.

უარყოფით თვისებებად შეიძლება ჩაითვალოს მაღალი მარილგამოლექვა და დაბალი ბზარმედეგობა.

ამ პარამეტრების დარეგულირება მოხდა მას შემდეგ, როდესაც შეიქმნა გეოპოლიმერული მჭიდები, რომლის მამამთავრად ითვლება ფრანგი მეცნიერი ჟოზეფ დავილოვიცი [3]. გეოპოლიმერული მჭიდა არის მასალა პოლიმერული სტრუქტურით თერმულად აქტივირებული კაოლინების და მინდვრისშპატური საითო ქანების, ასევე წილების, ნაცრების და სხვა სამრეწველო ნარჩენების საფუძველზე.

გეოპოლიმერული მჭიდას მიღების პრინციპი ემყარება ალუმოსილიკატური მდგენელის (მთის ქანების) აქტივაციას ტუტემშემცველი კომპონენტის (ნატრიუმის ან კალიუმის ტუტე, ტუტემეტალთა კარბონატები ან სილიკატები) მეშვეობით. ტუტე გარემოში ადგილი აქვს ალუმოსილიკატური კომპონენტის ფრაგმენტაციას. ამის შედეგად წარმოიქმნება ალუმინატური და დაბალფუძიანი სილიკატური ანიონები, რომელთაგანაც SiO-O-Al-O-Si კავშირების წარმოქმნის ხარჯზე ყალიბდება სამგანზომილებიანი პოლიმერული კარკასი (ალუმოსილიკატური ჰიდროგელი). მის შემადგენლობაში აღწევნ ტუტე კათიონები, რომლებიც კაჟმიწა-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრებს შორის AlO_4 -ის ჩანერგვისას წარმოშობილი უარყოფითი მუხტის კამპენსირებას ახდენენ. ამის შედეგად, ტუტე კათიონები მჭიდროდ ებმებიან ალუმოსილიკატურ კარკასში და მასალა იძენს მაღალ წყალმდეგობას და მედეგობას გამოტუტვისადმი.

რაც უფრო აქტიურია ალუმოსილიკატური კომპონენტი, მით მაღალი სიმტკიცის გეოპოლიმერული მასალა მიიღება. კერძოდ, როდესაც ალუმოსილიკატური კომპონენტი წარმოდგენილია მეტაკაოლინის – $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ სახით (მიიღება თიხური მინერალის – კაოლინიტის გამოწვის შედეგად $500\text{-}800^\circ\text{C}$ -ზე), უფრო აქტიურად ხდება სილიკატური და ალუმინატური იონების გადასვლა ტუტე ხსნარში. ამ მხრივ, წილები და წანატაცი ნაცრები ჩამორჩებიან მეტაკაოლინს. ავტორები [4] აღნიშნავენ, რომ მეტაკაოლინის ტუტე აქტივაციით მიღებული გეოპოლიმერი წარმოადგენს ერთგვაროვან სრულყოფილ გელს, მაშინ, როდესაც წილის ან წანატაცი ნაცრისგან მიღებული გეოპოლიმერის მიკროსტრუქტურა გამოირჩევა ნაკლები ერთგვაროვნებით და შედგება რეაქციაში არშესული ნაწილაკებისგან, რომლებიც ალუმოსილიკატური გელით არიან შეცემენტებული.

ჟდავილოვიცი თვლის, რომ საწყისი ნედლეულის ტემპერატურული აქტივაცია აჩქარებს ბუნებრივი ცეოლიტების მსგავსი მტკიცე პოლიმერული სტრუქტურის ჩამოყალიბებას [5].

გეოპოლიმერული მასალების ერთ-ერთი ნაირსახეობაა მჭიდები, მიღებული წმინდადდაფქული ვულკანური ქანების და გრანულირებული წილების საფუძველზე, რომელთაც ემატება ნატრიუმის ან კალიუმის ჰიდროქსიდების ან სილიკატების ხსნარები [6]. ამ მჭიდებს გააჩნიათ უნარი გამყარდნ როგორც თბო-ტენიანი დამუშავების შედეგად, ასევე ნორმალურ პირობებში. ვულკანური ქანების შემადგენლობაში შედის სხვადასხვა თვისებების მქონე მინერალები: კვარცი, მინდვრის შპატები, პიროქსენები, ქარსები, ამფიბოლები, ოლივინი და ა.შ. ზოგიერთი ამ მინერალებიდან იხსნება ტუტე არეში და წარმოქმნის პოლიმერულ პოლისილიკატურ სტრუქტურებს.

იმისთვის რომ მივიღოთ მაღალი ხარისხის გეოპოლიმერული მჭიდა, საჭიროა ალუმოსილიკატური კომპონენტი (ვულკანური ქანები, გრანულირებული წილები) აქტიურ ფორმაში გადავიყვანოთ.

საქართველოში გრანულირებული წილების მარაგი დიდი ხნის ამოწურულია. რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის წილის საყრდენებში შემორჩენილია მხოლოდ ნაყარი წილების საკმაოდ დიდი რაოდენობა (რამოდენიმე მლნ. ტონა), რომელიც ჰიდრაულიკურად დაბალაქტიურ მასალას წარმოადგენს.

წინამდებარე საბუშაოს მიზანს წარმოადგენს საქართველოში ამჟამად არსებული ნაყარი წილების და ვულკანური ქანის - ტრაქიტის საფუძველზე ახალი სახის უკლინკერო - გეოპოლიმერული მჭიდების მიღების შესაძლებლობის კვლევა. ამ მიზნის მიღწევა შეუძლებელია ნაყარი წილების გააქტიურების გარეშე. აქტივაცია ემყარება ამ მასალისთვის გარკვეულ სტრუქტურული არასტაბილურობის მინიჭებაში, რისთვისაც რამოდენიმე მექანიზმი არსებობს. ესენია: მექანიკური, ტემპერატურული და ქიმიურ აქტივაცია.

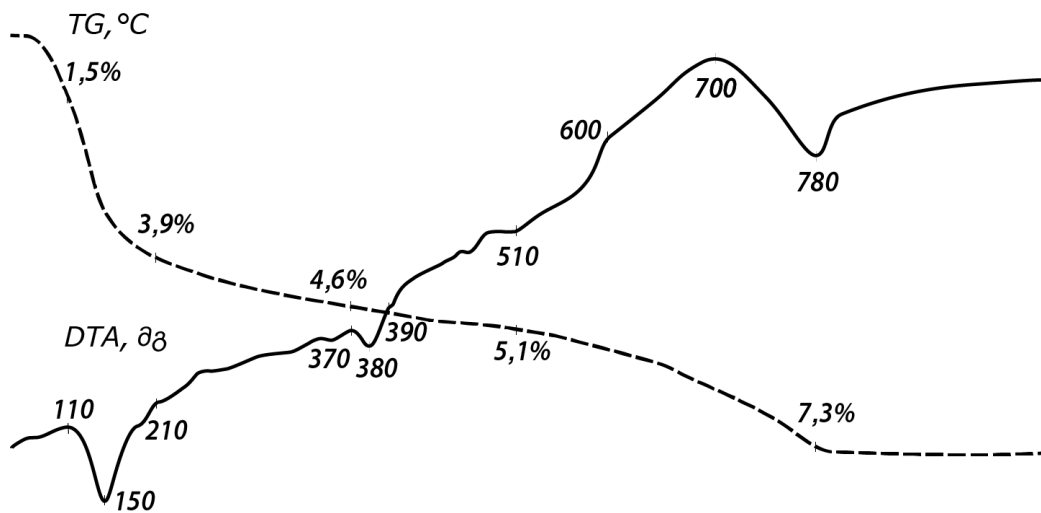
1. ტემპერატურული აქტივაცია: ნედლეული მასალების გახურება ისეთი რეჟიმით, რომ მოვახდინოთ კრისტალური სტრუქტურის ამორფიზაცია, რომელიც უფრო რეაქციისუნარიანია;

2. მექანიკური აქტივაცია: წმინდად დაფქვა ($5000 - 6000 \text{ სმ}^2/\text{გ}$ ხვედრითი ზედაპირით), განაპირობებს არა მხოლოდ დასამუშავებელი მასალის მექანიკურ დაწვრილმანებას, არამედ ნაწილაკების სტრუქტურის შეცვლას, რაც დაფქვის კამერაში ენერჯის მაღალი კონცენტრაციით განისაზღვრება. მექანიკური აქტივაციის შედეგად იცვლება ნივთიერების კრისტალური მესერი, რასაც თან სდევს მისი პოტენციური და ზედაპირული ენერჯების გაზრდა, რომელიც მის დეფორმირებულ მოცულობაში აკუმულირდება [7];

3. წილების ქიმიური აქტივაცია, როგორც ცნობილია, მიმდინარეობს ტუტის ან სულფატების ხსნარების ზემოქმედების შედეგად. გეოპოლიმერულ კომპოზიციაში ტუტე კომპონენტი თავისთავად იგულისხმება, ამიტომ აქტივაციის ეს ფორმა სახეზეა.

ვულკანური ქანის სახით გამოყენებული იქნა ციხისუბნის (ოზურგეთის რ-ნი) ტრაქიტი, რომელიც წარმოადგენს ასკანის ბენტონიტური თიხების საბადოს გადამხურავ ქანს, რომელიც მოპოვებითი სამუშაოების წარმოებისას მოხსნილია და დასაწყობებული მასივების სახით და, შესაბამისად, ნაყარი წილის მსაგავსად, ტექნოგენურ ნაჩენებს წარმოადგენს.

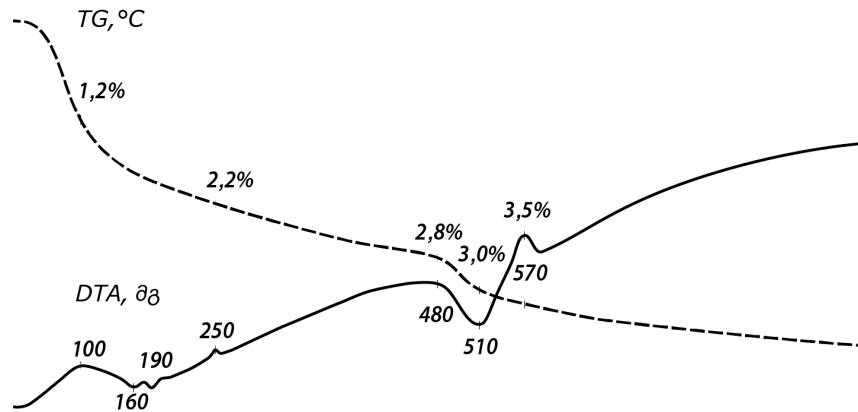
წილისა და ტრაქიტის ტემპერატურული გარდაქმნების შესასწავლად ჩატარდა მათი თერმოგრაფიკული ანალიზები უნგრული წარმოების Q-1500D მარკის დერევატოგრაფზე. გაზურების სიჩქარე $10^{\circ}\text{C}/\text{წთ}$. ეტალონური ნივთიერება – Al_2O_3 . ექსპერიმენტის მეთოდიკა და ხელსაწყო მუშაობის პრინციპი მოცემულია [8].



ნახ.1. ნაყარი წილის (ნ.წ.) გაზურების მრუდები $20-1000^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურულ ინტერვალში

ნაყარი წილის თერმულ მრუდზე (ნახ. 1) 110 -დან 210°C -მდე ტემპერატურულ ინტერვალში ადგილი აქვს მექანიკურად ბმული და აღსორბციულად მიერთებული წყლის აორთქლებას, რაც ენდოთერმული პროცესია (წონის დანაკარგი 3.9% -ია). ენდოთერმული პიკები 380°C და 510°C ტემპერატურებზე, სავარაუდოდ, ნაყარი წილის კრისტალური სტრუქტურის ნაწილობრივ ამორფიზაციას უკავშირდება. საკმაოდ დიდი ეგზოთერმული ეფექტი 600 -დან 780°C -მდე (მაქსიმუმი 700°C -ზე) ამორფული სტრუქტურის (მინისებური ფაზის) გადაკრისტალეზაზე მიუთითებს. ამ ინტერვალში წონის დანაკარგი მაქსიმალურია - 7.3% . ავტორების [9] აზრით ამ ეგზოთერმული მონაკვეთის ფართის მიხედვით შეიძლება განვსაზღვროთ წიდაში არაკრისტალური - მინისებური ფაზის შემცველობა. კიდევ ერთი ენდოთერმული უბანი გააჩნია წიდას 780°C -ზე, რაც დაკავშირებული უნდა იყოს Fe_3O_4 -ის წარმოქმნასთან [10].

ტრაქიტის თერმულ მრუდზე (ნახ.2) ენდოთერმული ეფექტები 160 და 190°C -ზე დაკავშირებულია მექანიკურად ბმული და შრეებსშორისი წყლის (ბენტონიტური თიხების ნარჩენი) დაკარგვასთან (წონის დანაკარგი 2.2% -ს შეადგენს). პატარა ეგზოთერმული პიკი 480°C -ზე, სავარაუდოდ, მცირე რაოდენობით არსებული ორვალენტური რკინის (Fe^{2+}) სამვალენტურად (Fe^{3+}) დაჟანგვას უკავშირდება. ამას მოყვება ენდოთერმული ეფექტი 500 -დან 550°C -მდე ტემპერატურულ ინტერვალში, სადაც, სავარაუდოდ, მინდვრის შპატის (მიკროკლინის) კრისტალური მესერის ნაწილობრივ ამორფიზაცია ხდება (წონის დანაკარგი მაქსიმალურს - 3.5% აღწევს), ხოლო ეგზოთერმული ეფექტი 570°C -ზე, შესაძლოა ამორფიზირებული მინდვრისშპატური მინერალის რეკრისტალიზაციას შეესაბამება [11].



ნახ.2. ტრაქიტის (ტრ.) გახურების მრუდები 20-1000 °C ტემპერატურულ ინტერვალში

როგორც საკვლევი მასალების DTA მრუდებიდან ჩანს, წილის გახურების პროცესში აქტიური (ენდოთერმული) უბნებია 350°C-დან 600°C-მდე, ხოლო ტრაქიტის შემთხვევაში 480°C-დან 570°C-მდე ტემპერატურულ ინტერვალში, როდესაც, ადგილი აქვს ქიმიურად ბმული წყლის გამოყოფას, რასაც მოყვება მინერალების კრისტალური მესერის ნაწილობრივი ამორფიზაცია.

ამრიგად, ორივე მასალისთვის აქტიური უბნები 480 - 570°C ტემპერატურების ინტერვალშია. ამ უბანე ორივე მასალა ყველაზე რეაქციუნარიანია, ვინაიდან კრისტალური ფაზა მინიმალურია.

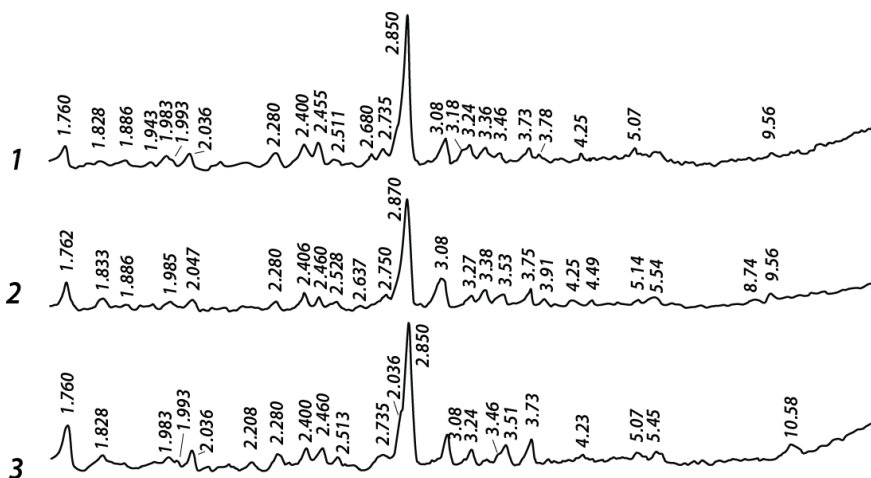
ამ ჰიპოთეზის გასამყარებლად ჩავატარეთ საკვლევი მასალების: ნაყარი წილის და ტრაქიტის თერმული დამუშავება 550 და 800°C-ზე, მაქსიმალურ ტემპერატურაზე 30 წთ. დაყოვნებით და შემდგომი სწრაფი გაცივებით, რათა შეგვენარჩუნებინა აქტიური ფაზა. საწყისი და თერმოდამუშავებული მასალები შესწავლილი იქნა რენტგენოფაზური ანალიზის მეთოდით.

რენტგენოფაზური ანალიზი ტარდებოდა რენტგენულ დიფრაქტომეტრზე „ДРОН-1.5“. A-Cu + C (გრაფიტის მონოქრომატორი). გადაღების რეჟიმი: U = 35Kv; J = 20 mA.

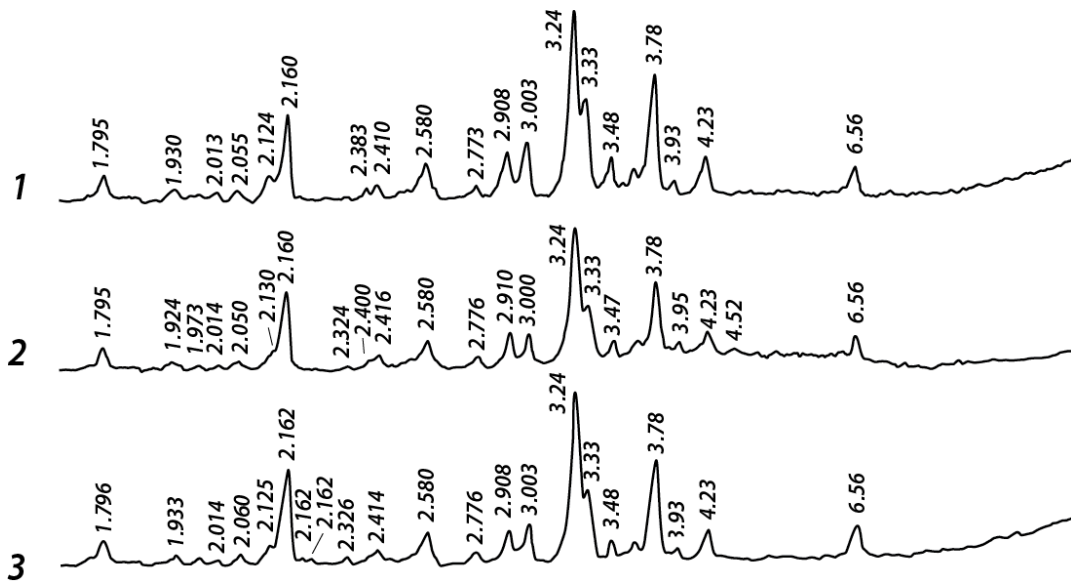
როგორც რენტგენოფაზურმა ანალიზებმა აჩვენა (ნახ.3), ნაყარი წილა ძირითადად წარმოადგენილია მინერალი მელილიტის სახით - 2.85-2.87, 2.455-2.60, 1.760-1.762 Å.

მელილიტი ბრძმედის წილის ძირითადი შემადგენელი მინერალია, რომლიც წარმოადგენს გელენიტისა (2CaO • Al₂O₃ • SiO₂) და ოკერმანიტის (2CaO • MgO • 2SiO₂) უწყვეტ მყარ ხსნარს.

ამავე დროს უნდა აღინიშნოს, რომ 550°C-ზე დამუშავებულ წილაში მელილიტის დიფრაქციული მაქსიმუმების რიცხვითი მნიშვნელობები განსხვავდება დაუმუშავებული და 800 °C-ზე დამუშავებული წილის იგივე მინერალის დიფრაქციული მაქსიმუმების მნიშვნელობებისგან (ნახ. 3), რაც იმაზე მეტყველებს, რომ 550°C-ზე დამუშავებულ წილაში მინერალის კრისტალური მესერი გარკვეულ გარდაქმნებს განიცდის.



ნახ. 3. ნაყარი წილის (ნ.წ.) რენტგენოგრამები: 1 - დაუმუშავებული, 2 - თერმოდამუშავებული 550°C-ზე, 3 - თერმოდამუშავებული 800 °C-ზე



ნახ. 4. ტრაქიტის (ტრ.) რენტგენოგრამები: 1 - დაუმუშავებელი, 2 - თერმოდამუშავებული 550⁰C-ზე, 3 - თერმოდამუშავებული 800⁰C-ზე

გეოპოლიმერული მჭიდების დასამზადებლად შედგენილი იქნა შემდეგი კომპოზიციები:

- №1. ნ.წ. (დაუმუშ.) - 50 %
ტრ. (დაუმუშ.) - 50 %
- №2. ნ.წ. (550⁰C) - 50 %
ტრ. (550⁰C) - 50 %
- №3. ნ.წ. (800⁰C) - 50 %
ტრ. (800⁰C) - 50 %

(შენიშვნა: ნ.წ. - ნაყარი წიდა, ტრ. - ტრაქიტი).

მასალები იფქვებოდა ლაბორატორიულ ბურთულებიან წისქვილში 1 სთ. განმავლობაში. მიღებულ ნარევს ემატებოდა 10 %-იანი NaOH - 7 %-ის ოდენობით დაფქული მასალების საერთო მასიდან. განისაზღვრა ცომის ნორმალური სისქის კონსისტენცია.

დაყალიბდა 2 X 2 X 2 სმ ზომის ნიმუშები, რომელთა ნაწილი ინახებოდა ჰაერზე +18⁰C ტემპერატურაზე, ნაწილი წყალში და ნაწილი ჰაერ-ტენიან გარემოში +18⁰C ტემპერატურაზე. ნიმუშები გამოიცადა 5 ტ სიმძლავრის ჰიდრაულიკურ წნეხზე დაყალიბებიდან 28 დღე-ღამის შემდეგ (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. გეოპოლიმერული მჭიდების ფიზიკურ-მექანიკური ტესტირების შედეგები

№	ხვედრითი ზედაპირი, სმ ² /გ	ცომის ნორმალური სისქის კონსისტენცია, %	სიმტკიცე კუმშვაზე გამყარების პირობების მიხედვით, კგ/ სმ ²		
			ჰაერზე	წყალში	ჰაერ-ტენიანი გარემო
1	9250	33	50	35	40
2	8650	36	95	70	65
3	7700	36	80	60	76

როგორც ცხრილი 1-ის მონაცემებიდან ჩანს, მიღებული მჭიდებიდან სიმტკიცის უკეთესი მაჩვენებლები, გამყარების პირობების მიუხედავად, გააჩნია №2 მჭიდას, რომელიც შედგება 550⁰C ტემპერატურაზე დამუშავებული ნაყარი წილისა და ტრაქიტისგან. ამავე დროს, ყველა მჭიდა უკეთეს

შედგეს იძლევა ჰაერზე გამყარების პირობებში, შემდეგ ჰაერ-ტენიან გარემოში და ბოლოს, წყალში გამყარებისას.

ჩატარებული ექსპერიმენტები ეს არის საწყისი სასინჯი ეტაპი შემდგომი კვლევებისათვის, რათა გამოვავლინოთ და დავხვეწოთ ახალი მჭიდების - გეოპოლიმერების შემადგენლობები და მიღების ტექნოლოგიები ადგილობრივი არადეფიციტური და იაფი ნედლეულის საფუძველზე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Корнеев В. И., Брыков А. С. Перспективы развития общестроительных вяжущих веществ. Геополимеры и их отличительные особенности. Ж. Цемент и его применение. Март-апрель, Москва, 2010, стр. 51-55.
2. Глуховский В.Д., Пахомов В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны. - К.: Будивельник, 1978. 184 с.
3. Davidovits, J. Chemistry of Geopolymeric Systems Terminology. Geopolymer 1999. – Saint - Quentin, France, 1999. P. 9-40.
4. Lecomte I., Henrist C, Liegeois M. and oth. Micro-structural comparison between geopolymers, alkali-activated slag cement and Portland cement. J.Eur.Cer.Soc. V 26. 2006. p.789-3097.
5. Davidovits J. Soft Mineralogy and Geopolymers // In proceeding of Geopolymer 88 International Conference, the Université de Technologie, Compiègne, France. 1988. p. 49 – 56.
6. Ерошкина Н. А., Коровкин М. О., Сурков А. Н., Оценка магматических горных пород в качестве сырья для получения геополимерных вяжущих. Молодой ученый. №20. Пенза, 2014. с. 120-123.
7. Сулименко Л.М., Шалуненко Н.И., Урханова Л.А. Механохимическая активация вяжущих композиций. Изв. вузов. Строительство. № 11. Москва, 1995. С. 63 – 683.
8. თ. მაჩალაძე. თერმული ანალიზი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი, 2006. 92 გვ.
9. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. В двух томах. Том II// Р.Кельнер, Ж.-М Мерме, М. Отто, Г. М. Видмер. М.: Мир. 2004.
10. Схвитаридзе Р.Е., Сарухანიшвили А.В., Долидзе О.В., Долидзе Г.О. Практика использования отвального доменного шлака в качестве минеральной добавки в производстве цемента. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები. №4 (458). თბილისი, 2005. გვ. 114-120.
11. Логвиненко Н. В., Сергеева Э. И. Методы определения осадочных пород. Учебное пособие для вузов. изд-во Недра. Ленинград, 1986. 240 с.

STUDY OF POSSIBILITY OF RECEPTION OF THE NEW TYPES BINDING MATERIALS – GEOPOLYMERS ON THE BASIS OF THE DUMP SLAG AND VOLCANIC ROCK

E.Shapakidze, M.Nadirashvili, V.Maisuradze, I.Gejadze, E.Xuchua, T.Petriashvili

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

Caucasian Alexander Tvalchrelidze Institute of Mineral Resources

SUMMARY

Advantages of production of binders without clinker with ecological and economic point of view are observed. The purpose of the given work is studying of possibility of receiving the new types of binders - geopolymers on the basis of dump slag and volcanic rock - trachyte, for what mechanical and thermal activation of the used raw materials was carried out. Thermal transformations of a dump slag and trachyte, and also mineralogenesis processes are studied at heat. The geopolymeric binders at various modes are in vitro received.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО ВИДА ВЯЖУЩИХ - ГЕОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ОТВАЛЬНОГО ШЛАКА И ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

Е.В.Шапакидзе, М.Р.Надирашвили, В.Н.Майсурадзе, И.В.Геджадзе, Е.Хучуа, Т.Петриашвили

Тбилисский Государственный Университет им. Иванэ Джавахишвили

Кавказский Институт Минерального Сырья им. Александра Твалчрелидзе

РЕЗЮМЕ

Рассмотрены преимущества производства безклинкерных вяжущих с экологической и экономической точки зрения. Целью данной работы является изучение возможности получения новых видов вяжущих – геополимеров на основе отвального доменного шлака и вулканической горной породы – трахита, для чего проводилась механическая и термическая активация использованных сырьевых материалов. Изучены термические превращения отвального шлака и трахита, а также процессы минералообразования при нагреве. В лабораторных условиях получены геополимерные вяжущие при различных режимах твердения.

ქიმიური ტექნოლოგია

აზოტშემცველი ქრომ-მანგანუმიანი ფოლადის კოროზიული მდგრადობა

ნოდარ ლუარსაბიშვილი, ეთერ გოზალიშვილი, გიორგი ჯაფარიძე
სსიპ - ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი

აზოტის გაზრდილი წნევის ქვეშ ელექტროწილური გადადნობით მიღებულია აზოტშემცველი რთულადლევირებული Cr-Mn-იანი ფოლადი. შესწავლილია ფუძე და ახალი აზოტშემცველი ფოლადების მიკროსტრუქტურები. ახალი ფოლადი 3%-იანი NaCl-ის წყალხსნარში მიეკუთვნება კოროზიამდე ფოლადებს. ლოკალური სახის კოროზიისადმი მიდრეკილების ელექტროქიმიური პროგნოზირების მეთოდის მიხედვით აზოტშემცველი ფოლადი კოროზიამდეგია, რაც დადასტურებულია ხანგრძლივი გრავიმეტრიული ატმოსფერული კოროზიული გამოცდებით.

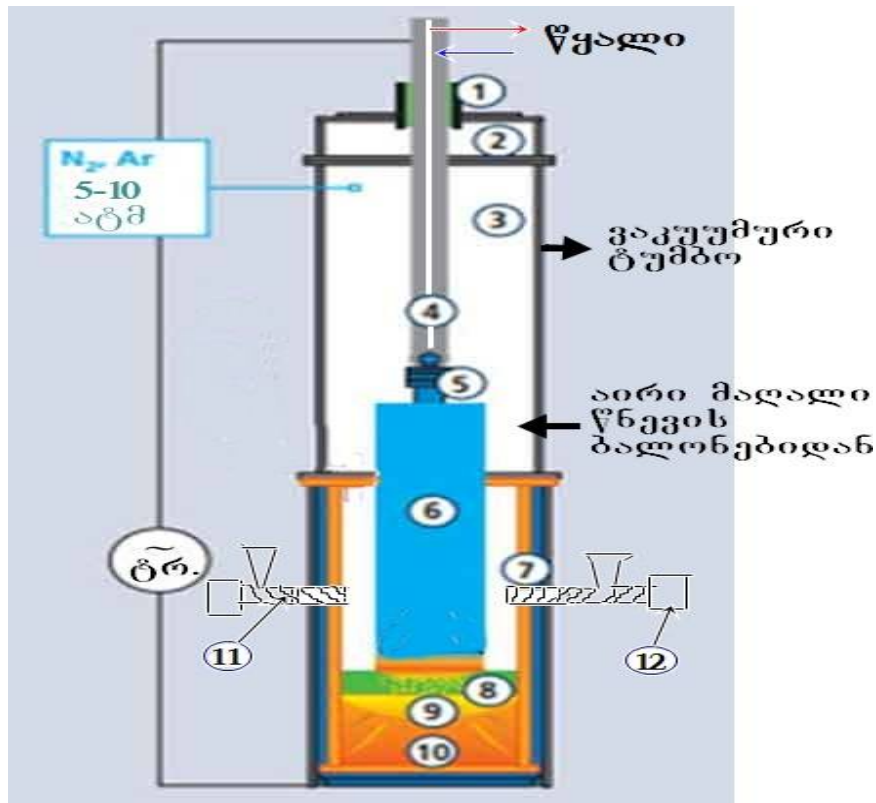
უკანასკნელ წლებში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა აზოტის გაზრდილი შემცველობის მქონე ფოლადების მიღებას და კვლევას, რადგან ასეთ შენადნობებში შესაძლებელია პლასტიკურობის დანაკარგის გარეშე სიმტკიცის, კოროზიამდეგობის, მხურვალსიმტკიცის და აუსტენიტის სტაბილურობის გაზრდა, როგორც ტემპერატურის, ასევე ძაბვების ან პლასტიკური დეფორმაციის ზეგავლენით. ამასთან, აზოტი აფერხებს ინტერმეტალური ფაზების წარმოქმნას. აზოტის საშუალო და მაღალი შემცველობის პირობებში შესაძლებელია მარტენსიტული, აუსტენიტური და დუპლექს-შენადნობთა ახალი კლასების მიღება. ასეთი ფოლადების გამოყენების არეალი დიდია, მაგალითად უჟანგავი სამედიცინო ინსტრუმენტების, ბურთულა-საკისრების, ქიმიური და ნავთობტექნოლოგიის, ზღვის წყალში, კოროზიულად აქტიურ არეებში და მაღალ ტემპერატურებზე მომუშავე კონსტრუქციებისათვის, ელექტროტექნიკაში არამაგნიტური დეტალებისათვის და სხვ.

მაღალაზოტიანი ფოლადების მიღება პრობლემატურია, რადგან აზოტის ხსნადობა ლითონში ძლიერ მცირდება თხევადი მდგომარეობიდან კრისტალიზაციის დროს. უკანასკნელ წლებში მსოფლიოში დიდია ინტერესი აზოტისა და დამცავი აირების წნევის ქვეშ ელექტროწილური გადადნობის ტექნოლოგიისადმი მიძღვნილი კვლევითი სამუშაოებისადმი. ამ პროცესის ზოგადი უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ მიიღება ხარისხიანი ერთგვაროვანი სხმული მცირე კრისტალური სეგრეგაციით, გოგირდის და არალითონური ჩანართების მინიმალური დონით, ჟანგბადისადმი მიდრეკილი მალევირებული ელემენტების ნაკლები დანაკარგებით. მიღებულ ნაშაღში არ არის წყალბადი და რაც მთავარია, აიროვანი აზოტის გამოყენება მისი დაბალი ფასის გამო, აზოტშემცველ ლეგატურებთან შედარებით, მნიშვნელოვნად ამცირებს ფოლადის თვითღირებულებას.

ინსტიტუტში დამუშავებულია აზოტის გაზრდილი წნევის ქვეშ ელექტროწილური გადადნობით აზოტშემცველი რთულადლევირებული 1.5-2კგ მასის მქონე შენადნობების მიღება [1]. ექსპერიმენტში გამოყენებულია ელექტროწილური გადადნობის A-550 მარკის დანადგარი, 140 კვტ სიმძლავრით, 3000 ამპ მაქსიმალური დენის ძალით, სპილენძის კრისტალიზატორით, რომლის შიგა დიამეტრი 60 მმ-ია, ხოლო სიმაღლე 200 მმ. დნობებში გამოყენებული იყო შემდეგი ქიმიური შედგენილობის წილა: 70% CaF₂, 15% Al₂O₃, 15% CaO.

სურ. 1-ზე მოცემულია ჩვენს მიერ კონსტრუირებული მოდერნიზებული ელექტროწილური გადადნობის დანადგარის გაზრდილი წნევის კამერის სქემა. კოროზიულ მახასიათებლებზე აზოტის გავლენის შესასწავლად გამოყენებული იყო ინსტიტუტში დამუშავებული დაბალნაწიბრადიანი ქრომ-მანგანუმიანი ფოლადი (ცხრ. 1, ფუძე), რომელიც დანერგილი იქნა ნატრიუმის სულფიდის წარმოებაში. ელექტროწილური დნობისათვის ამ ფოლადისაგან დამზადდა გადასადნობი ელექტროდი. 8 ატმ. წნევის ქვეშ აზოტის არეში გადადნობის შედეგად მიღებულ იქნა შენადნობი ქიმიური შედგენილობით (ცხრ. 1, ახალი).

მიღებული სხმული არის საღი, მოცულობაში ფორების გარეშე, კარგი ზედაპირით და აზოტის შემცველობით. ყოველივე ეს ადასტურებს, რომ ინსტიტუტში შექმნილ დანადგარზე აზოტის გაზრდილი წნევის პირობებში შესაძლებელია ფოლადების აიროვანი აზოტით ლევირება. გადასადნობი ელექტროდისათვის გამოყენებული ფოლადის ფურცლის და მიღებული სხმულის მიკროსტრუქტურული კვლევისათვის მექანიკურად პოლირებული ზედაპირი მოწამლული იყო აზოტმჟავას ჰიდროქლორიდით (1მოლი HNO₃+3მოლი HCl).



სურ. 1. ელექტროწილური გადანობის გაზრდილი წნევის კამერის სქემა

1 – აირის წნევის დამჭერი, 2 – კამერის გაცევაბადი თავსახური, 3 – აირის წნევის ქვეშე მყოფი სივრცე, 4 – ელექტროდის დამჭერი და დამწოლი ლილვი, 5 – დამაკავშირებელი, 6 – ელექტროდი, 7 – კრისტალიზატორი, 8 – წიდა, 9 – თხევადი ლითონი, 10 – ნამზადი, 11 და 12 – ფუნქციონალური მიმწოდებელი შნეკური მოწყობილობები, ~ტრ. – ელექტროკვება.

სტანდარტული მეთოდების გამოყენებით [2,3] შესწავლილი იყო ცხრ.1-ში მოცემული Cr-Mn-იანი ფოლადების კოროზიული ქცევა აერირებულ 3%-იან NaCl-ის წყალხსნარში ოთახის ტემპერატურაზე. განსაზღვრული იყო კოროზიის სიჩქარეები გრავიმეტრულად და პოტენციოდინამიკური მრუდების ტაფელის დახრებით. ასევე ჩატარებული იყო ციკლური პოტენციოდინამიკური სკანირება ლოკალური კოროზიის პროგნოზირებისთვის [4].

ცხრილი 1. ფოლადის ნიმუშების ქიმიური შედგენილობა, მას.%

ნიმუში	შედგენილობა						
	Fe	C	Si	Cr	Mn	Ni	N
ფუძე	ბალანსი	0,06	0,9	24	14	0,1	-
ახალი	ბალანსი	0,09	0,9	21,4	11,8	0,1	0,28

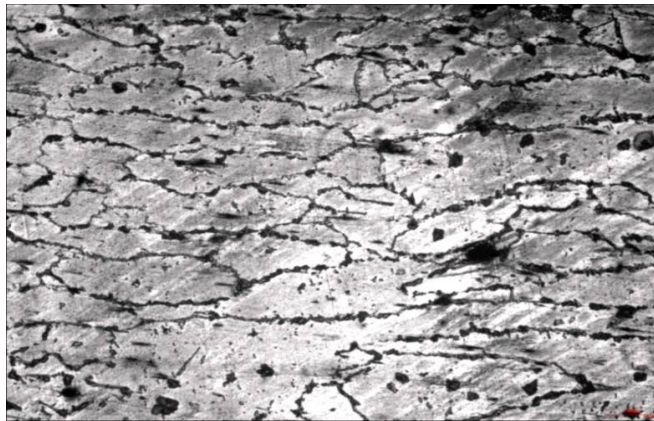
ამ მიზნით გამოსაცდელი ფოლადის ნიმუშებიდან, რომელთა ქიმიური შედგენილობა მოცემულია ცხრ. 1-ში, დამზადებული იყო სტანდარტული ელექტროდები [4] ელექტრულად იზოლირებული გვერდითი ზედაპირით. ატმოსფერული გრავიმეტრული გამოცდებისთვის დამზადებული იყო ხუთი ცილინდრული ფორმის ნიმუში ~ 15 სმ² ზედაპირის ფართობით და ~ 12 გ მასით. მათი გამოცდის ხანგრძლივობამ შეადგინა 3000 სთ, აქედან 20% ულტრაიისფერი დასხივების პირობებში მიმდინარეობდა ~20°C ტემპერატურაზე, ნიმუშების პერიოდული დანამკით 3%-იანი NaCl-ის წყალხსნარით.

კოროზიის სიჩქარის დასადგენად ტაფელის დახრების საშუალებით გამოყენებული იყო 0,1 და 0,4 მგ/წმ-ის სიჩქარით გადაღებული კათოდურ-ანოდური პოტენციოდინამიკური მრუდები -250 ≤ E_{კორ.} ≤ 250 მვ ინტერვალში. ასევე შესწავლილი იყო ფოლადების ანოდური პოტენციოდინამიკური ქცევა

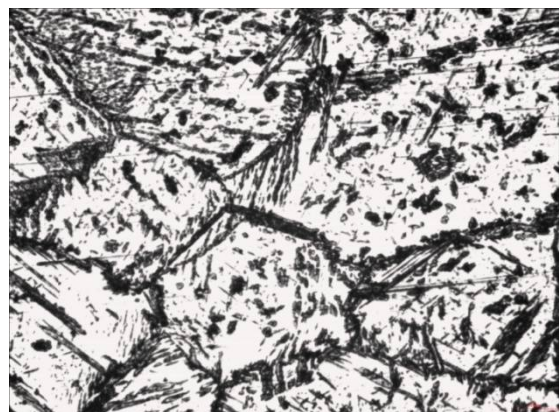
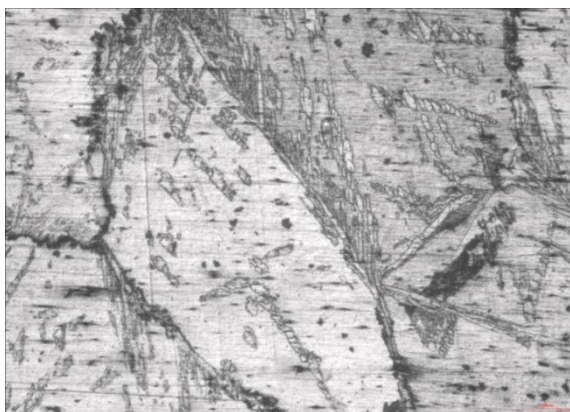
წონასწორულიდან 0,5 ვ-მდე პოტენციალთა დიაპაზონში. პოტენციალები მოცემულია ქლორ-ვერცხლის ელექტროდის მიმართ. კოროზიის სინქარის გადასათვლელად კოროზიის დენის მნიშვნელობიდან (მკა/სმ^2) სიღრმით მაჩვენებელზე (მმ/წელი) გამოყენებული იყო სპეციალური პროგრამა [5].

კოროზიის ლოკალური სახეების რისკების პროგნოზირება მოვახდინეთ პოტენციოდინამიკური ციკლური სკანირების მეთოდიკით [3,4]. ფოლადის ელექტროდი, რომლის მუშა ზედაპირი არ აღემატებოდა 2 სმ^2 -ს, თავსდებოდა გამოსაცდელ ხსნარში. 24 სთ-იანი დაყოვნების შემდეგ დამყარებული კოროზიის პოტენციალიდან $0,4 \text{ მვ/წმ}$ სინქარით ხდებოდა პოლარიზაციული მრუდების გადაღება დადებითი მიმართულებით და შემდეგ უკუსვლით, ანოდურიდან კათოდურ უბანში. ორივე მიმართულებით შერჩეული იყო ზღვრული პოტენციალის ისეთი მნიშვნელობა, რომ ამ დროს მიღწეული მაქსიმალური დენის სიმკვრივე, ზედაპირის ძლიერი ცვლილების თავიდან ასაცილებლად, არ აღემატებოდა 10^{-4} ა/სმ^2 . თითოეული მრუდის სკანირება ხდებოდა ორჯერ, ცუდი აღწარმოების შემთხვევაში - სამჯერ.

მოწამვლის შემდეგ ფუძე ფოლადის მიკროსტრუქტურის შესწავლით გამოვლინდა მაღალტემპერატურული დეფორმაციით გამოწვეული წაგრძელებული მარცვლის საზღვრები (სურ.2). მეტი გადიდებისას მარცვლის საზღვრებზე შეიმჩნევა უფრო ღია ფერის გამონაყოფები - სავარაუდოდ სიგმა ფაზა. მიღებული სხმულის მიკროსტრუქტურა საწყის მდგომარეობაში და 550°C ტემპერატურაზე 7 სთ-იანი მოწვის შემდეგ წარმოდგენილია სურ.3-ზე (შესაბამისად ა და ბ).



სურ. 2. ფუძე ფოლადის მიკროფოტოგრაფია (X 100)



სურ. 3. სხმულის მიკროსტრუქტურა: ა – საწყის მდგომარეობაში, ბ – 550°C -ზე 7 სთ-იანი მოწვის შემდეგ (X 100)

მისი მიკროსტრუქტურა საკმაოდ მსხვილმარცვლოვანია (სურ.3 ა). მცირე გადიდებისას ჩანს სვეტისებური კრისტალები, რომლებიც დაახლოებით 60° -იანი კუთხით არიან დახრილები სხმულის ზედაპირიდან ცენტრისაკენ კრისტალიზაციის ფრონტის მიმართულებით. 550°C -ზე 7 სთ-იანი მოწვის

შემდეგ მიკროსტრუქტურაში (სურ.3, ბ) მკვეთრად გამოიკვეთა მარცვლის საზღვრები და მარცვლის შიდა სხვადასხვა ზომის გამონაყოფები ქრომის ნიტრიდების და კარბონიტრიდების სახით.

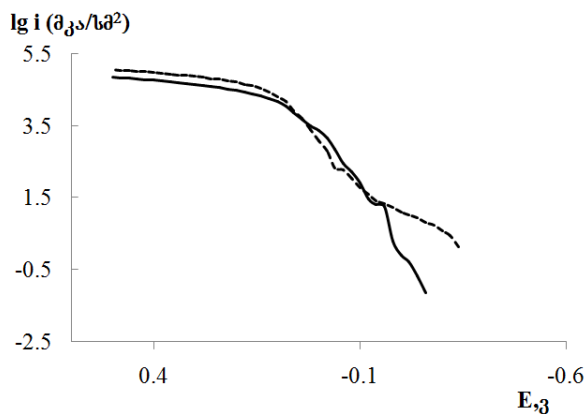
ფოლადების კოროზიის პოტენციალების მნიშვნელობები 3%-იანი NaCl-ის წყალხსნარში დაყოვნების ხანგრძლივობის მიხედვით იცვლება დიაპაზონში -0,28-დან -0,40 ვ-მდე. ამასთანავე, 120 სთ-ის შემდეგ ორივე ფოლადის კოროზიის პოტენციალთა მნიშვნელობები უახლოვდება ერთმანეთს და შეადგენს -0,380 ვ-ს, რაც სავარაუდოდ გამოწვეულია პასივაციური ფურჩის ერთნაირი ბუნებით.

აზოტიანი ფოლადის ანოდური პოტენციოდინამიკური ქცევის შესწავლამ 3%-იან NaCl-ის ხსნარში აჩვენა, რომ ამ არეში ფოლადი წარმოადგენს პასივირებად სისტემას კოროზიის პოტენციალიდან -0,11 ვ-მდე, თუმცა ფუძესთან შედარებით მაღალი გახსნის დენით. ამის შემდეგ ხდება დენის სიმკვრივეთა დაახლოვება (სურ.4). აზოტიანი ფოლადისგან განსხვავებით ფუძე ფოლადის პოტენციოდინამიკურ მრუდზე შეიმჩნევა გარკვეული აქტიური გახსნის უბანი, რომელიც აღარ ფიქსირდება 0,1 მგ/წმ სიჩქარით გადაღებულ მრუდებზე. მიუხედავად იმისა, რომ სკანირების სხვადასხვა სიჩქარისას მრუდის ფორმა შენარჩუნებულია, იცვლება პარამეტრები, რის გამოც რიცხვითი მნიშვნელობების მოტანა საფუძველს მოკლებულია. ფუძე ფოლადის და აზოტიანი ფოლადის შედგენილობებს შორის არსებობს გარკვეული განსხვავება (ცხრ.1), რაც არ იძლევა ცალსახა დასკვნების გაკეთების საშუალებას აზოტის გავლენის შესახებ.

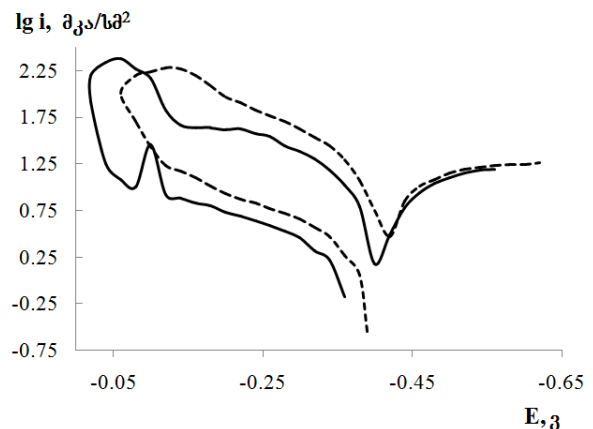
პოტენციოდინამიკურმა სკანირებამ წონასწორული პოტენციალიდან 0,80 ვ-მდე არ გამოავლინა კოროზიულ-ელექტროქიმიური ქცევის არავითარი ცვლილება. დიდი განსხვავება პიტიზის წარმოქმნის და კოროზიის პოტენციალებს შორის, ისევე, როგორც კოროზიის პოტენციალის დროში უარყოფითი მნიშვნელობებისკენ გადანაცვლება არ იძლევა პიტიზური კოროზიის შესაძლებლობის შესახებ საბოლოო დასკვნის გაკეთების საშუალებას.

ლოკალური კოროზიის ელექტროქიმიური პროგნოზირებისთვის ციკლური პოტენციოდინამიკური სკანირებით ხსნარში ელექტროდის 24 სთ-იანი დაყოვნების შემდეგ გადაღებული პოტენციოდინამიკური მრუდები წარმოდგენილია სურ.5-ზე. ანოდური უბნის ფორმა ძირითადად შენარჩუნებულია, თუმცა მრუდები ხსნარში ელექტროდის დაყოვნების გამო გადანაცვლებულია პოტენციალების ელექტროუარყოფითი და დენების შედარებით მაღალი მნიშვნელობის მიმართულებით. პოლარიზაციული სკანირების პარამეტრები, რომელთა ურთიერთმიმართების საფუძველზე ხდება ლოკალური კოროზიის პროგნოზირება, წარმოდგენილია ცხრ.2 -ში.

ორივე ფოლადის კოროზიის პოტენციალების მნიშვნელობები მდებარეობენ რეპასივაციის და პიტიზის წარმოქმნის პოტენციალების მნიშვნელობათა შორის. ასეთი განლაგება ამ ორი პარამეტრის სიახლოვის შემთხვევაში შესაძლოა დაკავშირებული იყოს ლოკალური კოროზიის რისკთან, თუმცა რეპასივაციის პოტენციალის პიტიზის წარმოქმნის პოტენციალთან შედარებით ~250 მვ-ით უფრო ელექტროუარყოფითი მნიშვნელობა გამორიცხავს სკანირების სიჩქარის გავლენით რეპასივაციის პოტენციალის მნიშვნელოვან ადგილმონაცვლებას [5]. მრუდებისთვის დამახასიათებელი დადებითი პისტერეზისი აგრეთვე მიუთითებს მედეგობაზე ლოკალური კოროზიის მიმართ.



სურ. 4. Cr-Mn-იანი ფოლადების პოტენციოდინამიკური მრუდები 3%-იან NaCl-ის ხსნარში (0,4 მგ/წმ) აზოტით (---) და მის გარეშე (—)



სურ. 5. Cr-Mn-იანი ფოლადების ციკლური პოტენციოდინამიკური მრუდები 3%-იან NaCl-ის ხსნარში

პოლარიზაციული სკანირების პარამეტრების მნიშვნელობები გვიჩვენებს, რომ შენადნობები ძალიან ადვილად განიცდიან პასივაციას. მრუდის ასეთი ხასიათი ასოცირდება ლოკალური კოროზიისადმი მდგრადობასთან. აზოტიან ფოლადს არ ახასიათებს აქტიურ-პასიური გადასვლა, ხოლო ფუძისთვის დამახასიათებელი პიკი მდებარეობს კოროზიის პოტენციალიდან 90 მვ-ით უფრო ელექტროუარყოფითი მიმართულებით, რის გამოც ნაკლებად მოახდენს გავლენას ფუძე ფოლადის მედეგობაზე ლოკალური კოროზიისადმი.

ცხრილი 2. Cr-Mn-იანი ფოლადების პოლარიზაციული სკანირების პარამეტრები

№	პარამეტრები	მნიშვნელობა	
		ფუძე	ხალი
1	კოროზიის პოტენციალი	-0,376	-0,380
2	რეპასივაციის პოტენციალი	-0,410	-0,390
3	პიტინგის წარმოქმნის პოტენციალი	-0,120	-0,120
4	ანოდ.-კათ. გადასვლის პოტენც.-უკუსვლით მრუდზე	-0,380	-0,390
5	პისტერეზისი	დადებითი	დადებითი
6	აქტიურ-პასიური გადასვლა	არ აქვს	ქვს

ამგვარად, ხსნარში 24 სთ-იანი დაყოვნების შემდეგ გადაღებულმა პოტენციოდინამიკური მრუდის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ფოლადი ადვილად პასიურდება და არ არის მიდრეკილი კოროზიის ლოკალური სახეებისადმი, როგორცაა პიტინგური, ღრეჩოვანი, წყლულოვანი და ა.შ. ეს შედეგი სრულ შესაბამისობაშია ლიტერატურულ მონაცემებთან, რომელთა მიხედვით აზოტი ამცირებს პიტინგურ კოროზიას და ზრდის კოროზიული დაღლილობის ზღვარს [6,7].

პოტენციოდინამიკური მრუდებიდან ტაფელის დახრების გამოყენებით განსაზღვრული იქნა კოროზიის დენის სიმკვრივეები (მა/სმ^2) და შემდეგ გადათვლილი იქნა კოროზიის სიჩქარეთა მნიშვნელობებზე (მმ/წელი). გამოყენებული იყო, როგორც კათოდური, ასევე ანოდური და კათოდურ-ანოდური მრუდები, კოროზიის დენების და სიჩქარეების მნიშვნელობები Cr-Mn-იანი ფოლადისთვის (ახალი) წარმოდგენილია ცხრ.3-ში.

ცხრილი 3. Cr-Mn-იანი ფოლადის კოროზიის სიჩქარეთა მნიშვნელობები 3%-იანი NaCl-ის ხსნარში

№	1	2	3	4	5	6	7	8
$i, \text{მა/სმ}^2$	0,0013	0,0013	0,0039	0,0008	0,0015	0,0013	0,0004	0,0003
$k, \text{მმ/წელი}$	0,0146	0,0146	0,0439	0,0094	0,0175	0,0146	0,0049	0,0035
$K \text{ სა.მმ/წელი}$	0,015±0,008							

კოროზიის შეფასების ათბალიანი სისტემის მიხედვით ფოლადი განეკუთვნება კოროზიამდე ფოლადებს [8]. მიკროსკოპიული დათვალიერებით გამოცდების შემდეგ ნიმუშების ზედაპირი არ იყო დაზიანებული.

დაჩქარებული მეთოდით მიღებული დასკვნა დადასტურდა ატმოსფერულ პირობებში ხანგრძლივი გამოცდებით, როდესაც 3%-იანი ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარის პერიოდული დასხურების და ულტრაიისფერი დასხივების პირობებში ახალი ფოლადის კოროზიის სიჩქარემ შეადგინა $0,0061 \pm 0,0012$ მმ/წელი. ახალი ფოლადის კოროზიამდეგობის კლასი ატმოსფერულ პირობებში გამოცდის შედეგად რჩება ზღვრებში 0,01-დან 0,05 მმ/წელი - კოროზიამდე ფოლადი [8].

ტაფელის დახრების მიხედვით მიღებულმა კოროზიის სიჩქარეებმა ფუძე ფოლადისთვის შეადგინა $0,0001 \pm 7,06E-05$ მმ/წელი. შეფასების ათბალიანი სისტემით ის სრულიად კოროზიამდეგია.

ასეთი განსხვავება კოროზიამდეგობაში შეუძლებელია აიხსნას მხოლოდ ქრომის შედარებით მაღალი შემცველობით ($24\text{Cr}14\text{Mn}$) აზოტიან ფოლადთან შედარებით ($21\text{Cr}12\text{Mn}$). მნიშვნელოვანი როლი ეკისრება ნიტრიდების წარმოქმნას, რაც ზოგიერთი ლიტერატურული მონაცემებით განაპირობებს ქრომის მატრიცის გაღარიბებას [9] და მაპასივებელი ფენის ნაკლებ სიმტკიცეს. ზოგიერთი ავტორი უარყოფს ქრომის მატრიცის გაღარიბებას ფოლადში აზოტის გაცილებით დიდი რაოდენობის (~1%) შემცველობისასაც კი [10]. უფრო მეტად სავარაუდოა ქრომის ნიტრიდებით და კარბონიტრიდებით გამოწვეული მაპასივებელი ფენის არაერთგვაროვნება და მისი გავლენით კოროზიის სიჩქარის ზრდა.

დამუშავებულია აზოტის გაზრდილი წნევის ქვეშ ელექტროწიდური გადაღობით აზოტშემცველი რთულადლევირებული 1,5-2,0 კგ მასის მქონე შენადნობების მიღების მეთოდი. მიღებულია აზოტის შემცველი Cr-Mn-იანი ფერიტული კლასის ფოლადი, რომელიც 3% NaCl-ის წყალხსნარში მიეკუთვნება კოროზიამდე ფოლადებს. ფუძე ფოლადი ხასიათდება აქტიური გახსნის უბნით, რაც არ ახასიათებს აზოტის შემცველ ფოლადს. ლოკალური სახის კოროზიისადმი მიდრეკილების ელექტროქიმიური პროგნოზირების მეთოდის მიხედვით, აზოტშემცველი ფოლადი არ არის მიდრეკილი ლოკალური კოროზიისადმი, რაც დადასტურებულია ხანგრძლივი გრავიმეტრული ატმოსფერული კოროზიული გამოცდებით.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. N.Luarsabishvili, G.Djaparidze, V.Badzoshvili. Obtaining nickel-free steels with nitrogen. International Conference "Innovative Technologies in Metallurgy and Materials Science", 16-18 July, 2015, Tbilisi, Georgia. Book of Abstracts. pp. 109-110.
2. ASTM Standards: Metal Corrosion. Wear and Erosion. ASTM, v.03.02, August 2014.
3. 3.Ulhigh's Corrosion Handbook. Practical Corrosion Prediction Using Electrochemical Techniques. Second Ed., 2000,1302 p.
4. 4.D.C.Silverman. Developing and Applying Technologies – Practical Corrosion Prediction. Corrosion, Vol. 64, No. 8, 2008, pp. 627-640.
5. <http://www.corrosionsource.com/Corrosion-Rate-calculator>
6. C. R. Clayton and K. G. Martin, "Evidence of Anodic Segregation of Nitrogen in High Nitrogen Stainless Steels and Its Influence on Passivity," HNS-88, Proceedings of the International Conference, 1989, pp.256-268.
7. E. Truman, "Effects of Nitrogen Alloying on Corrosion Behavior of High Alloy Steels, HNS-88, Proceedings of the International Conference, 1989, pp.225-239.
8. Коррозионная стойкость материалов. Прогнозирование и диагностика процессов коррозии. Изд. ТГТУ • Тамбов. 2003, 78 ст.
9. E. U. Lee, R. Taylor. High nitrogen stainless steel. Technical report NAWCADPAX/TR-2011/162, Naval air warfare center aircraft division. Patuxent river, Maryland, 2011, 36 p.
10. Roman Ritzenhoff and André Hahn(2012). Corrosion Resistance of High Nitrogen Steels. Corrosion Resistance. Dr. Shih(Ed.), ISBN: 978-953-51-0467-4, In Tech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/corrosion-resistance/corrosion-resistance-of-high-nitrogen-steels>

CORROSION RESISTANCE OF NITROGEN-CONTAINING CHROMIUM-MANGANESE STEEL

N.Luarsabishvili, E.Gozalishvili, G.Djaparidze
LEPL - Ferdinand Tavadze Institute of Metallurgy and Material Science

SUMMARY

The multiple alloyed nitrogen- containing Cr-Mn steel was obtained under heightened pressure of nitrogen by means of electroslag remelting. The microstructures the basic and new nitrogen- containing steels have been studied. The new steel in 3% NaCl aqueous solution belongs to corrosion resistant steels. According to an electrochemical method of predicting the propensity to local types of corrosion, nitrogen- containing steel is corrosion-resistant, which was confirmed by long term gravimetric atmospheric corrosion tests.

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ АЗОТСОДЕРЖАЩЕЙ ХРОМО-МАРГАНЦЕВОЙ СТАЛИ

Н.Н.Луарсабишвили, Э.И.Гозалишвили, Г.А.Джапаридзе
ЮЛПП - Институт металлургии и материаловедения им. Фердинанда Тавадзе

РЕЗЮМЕ

Получена сложнoleгированная азотосодержащая Cr-Mn сталь электрошлаковой переплавкой под повышенным давлением азота. Изучены микроструктуры основной и новой азотсодержащих сталей. Новая сталь в водном растворе 3%-го NaCl принадлежит к коррозионностойким сталям. Согласно электрохимическому методу прогнозирования склонности стали к локальным видам коррозии, азотосодержащая сталь является коррозионностойкой, что подтверждено долговременными гравиметрическими атмосферными коррозионными испытаниями.

ქიმიური ტექნოლოგია

**თანამედროვე საკონსტრუქციო მასალების კოროზიული გამოცდები
მანგანუმის სულფატის შემთავებულ ხსნარში და მათ ბაზაზე მანგანუმის
დიოქსიდისა და წყალბადის მისაღები მსხვილლაბორატორიული
ელექტროლიზების დამუშავება, დამზადება და გამოცდა**

თემურ ჩახუნაშვილი, თეიმურაზ როყვა, ზინაიდა ვაწაძე, მერაბ დაღუნაშვილი,
ჟიული ქებაძე, შოთა მახათაძე, ნანული ბუთლიაშვილი

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

მანგანუმის სულფატის შემთავებულ ხსნარებში და მათ აირორთქლნარევში ელექტროლიზის მსვლელობის დროს მაღალ ტემპერატურაზე (95°C) შესწავლილია თანამედროვე საკონსტრუქციო მასალების – ტიტანისა და სხვა სპეციალური შენადნობების, აგრეთვე ზოგიერთი ნახშირბადოვანი და პოლიმერული მასალის კოროზიული თვისებები. მიღებული შედეგების გათვალისწინებით დამუშავებულია და დამზადებულია მანგანუმის დიოქსიდისა და წყალბადის მისაღები აბაზანის ძირითადი კვანძები. დადგენილია ელექტროლიზის პროცესის ძირითადი ტექნოლოგიური პარამეტრები.

ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის (ემდ) წარმოების ტექნოლოგიაში დიდი მნიშვნელობა აქვს თანამედროვე საკონსტრუქციო მასალების გამოყენებას, როგორცაა ტიტანი და მისი შენადნობები, უჟანგავი და სპეციალური ფოლადები, ნახშირბადოვანი და პოლიმერული მასალები. ისინი მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავენ გამოყენებული ტექნოლოგიური მოწყობილობის მუშაობის უნარიანობას, რაც, პირველ რიგში, დამოკიდებულია მათ მექანიკურ სიმტკიცეზე, ცვეთადეგობაზე, კოროზიულ მდგრადობაზე. ყოველივე ეს პირდაპირ გავლენას ახდენს მიღებული პროდუქტის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე და თვითღირებულებაზე.

ემდ-ის ტექნოლოგიაში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გამოყენებული მასალების კოროზიული მდგრადობა, რადგან ტექნოლოგიური პროცესები ტარდება მაღალ ტემპერატურაზე და აგრესიულ გარემოში, კერძოდ, მანგანუმის დიოქსიდის ელექტროგამოლექვის პროცესი მიმდინარეობს წყალხსნარებისათვის მაქსიმალურ – 95-98°C ტემპერატურაზე მანგანუმის სულფატის შემთავებულ ხსნარებში – 20-50 გ/ლ გოგირდმჟავის თანაობისას.

რაც შეეხება ახალი კონსტრუქციის დახურულ აბაზანას [1], ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი სირთულე მისი კონსტრუირების, დამზადებისა და ექსპლუატაციის დროს მდგომარეობს იმაში, რომ დახურული აბაზანის ზედა, ხსნარისაგან თავისუფალ ნაწილში – მუშა ხსნარის ზედაპირსა და სახურავს შორის არსებულ სივრცეში ელექტროლიზის მსვლელობის დროს ხსნარის მაღალ ტემპერატურაზე წარმოიქმნება აირორთქლნარევი, რომელიც შედეგად გოგირდმჟავის, მანგანუმის სულფატის, წყალბადის, პარაფინისა და წყლის ორთქლისაგან, და რომელიც კოროზიულად აგრესიულია. ამ აირორთქლნარევის კოროზიული ზემოქმედების ქვეშ იმყოფება ანოდებისა და კათოდების ზედა ნაწილი, მათი დენმიმყვანები, სამაგრი დეტალები, აბაზანის სახურავის შიგა ზედაპირი, აბაზანის ჰერმეტიზაციის კონსტრუქციის ელემენტები.

ქვემოთ მოცემულია ემდ-ის ტექნოლოგიაში გამოყენებული და პერსპექტიული საკონსტრუქციო მასალების ჩვენს მიერ ჩატარებული კოროზიული გამოცდების შედეგები. კოროზიული გამოცდები ტარდებოდა მასური (წონითი) მეთოდით. მომზადებული ნიმუშები წინასწარ მუშავდებოდა მექანიკურად მათი ზედაპირი გასუფთავების მიზნით, უტარდებოდა გაუცხიძოვნება – ირეცხებოდა გამრეცხი საშუალებით, შრებოდა მუდმივ მასამდე მიყვანით და ისაზღვრებოდა მათი საბოლოო მასა ანალიზურ სასწორზე. მზა ნიმუშები კოროზიული გამოცდებისათვის თავსდებოდა ორ სხვადასხვა გარემოში: 1) მუშა ელექტროლიტი – მანგანუმის სულფატის გოგირდმჟავით შემთავებული ხსნარი; 2) დახურული აბაზანის ხსნარის ზედა სივრცე ელექტროლიზის მსვლელობის დროს.

გამოცდების დამთავრების შემდეგ კოროზიის პროდუქტების მოსაცილებლად ნიმუშები ირეცხებოდა ონკანის წყლის ძლიერი ჭავლით, შრებოდა მუდმივ მასამდე მიყვანით და ისაზღვრებოდა მათი საბოლოო მასა.

მასათა სხვაობის მიხედვით ხდებოდა კოროზიის სიჩქარის გამოთვლა (განზომილება გ/მ²·სთ).

საკონსტრუქციო მასალების მანგანუმის სულფატის შემჟავებულ ხსნარებში (მუშა ელექტროლიტი) კოროზიული გამოცდის მიზანს წარმოადგენდა მათი ელექტროლიზური აბაზანის ისეთ კვანძებსა და დეტალებში გამოყენების შესაძლებლობის დადგენა, რომლებსაც უშუალო კონტაქტი აქვთ ხსნართან. ასეთი კვანძები და დეტალებია ანოდები და კათოდები, აბაზანის კორპუსი, სამაგრი დეტალები.

ცხრილი 1. საკონსტრუქციო მასალების კოროზიული გამოცდები მანგანუმის სულფატის შემჟავებულ ხსნარებში უდნო მდგომარეობაში. ხსნარის შემადგენლობა 124,1 გ/ლ MnSO₄ + 29,7 გ/ლ H₂SO₄. ტემპერატურა 95°C, კოროზიული გამოცდის ხანგრძლივობა – 20 საათი

რიგ. №	საკონსტრუქციო მასალის დასახელება	მასა ცდის წინ, გ	მასა ცდის შემდეგ, გ	სხვაობა მასაში (კლება ან მატება)	ნიმუშის ზედაპირის ფართობი, სმ ²	კოროზიის სიჩქარე, გ/მ ² ·სთ
1	ტყვია	16,652	16,636	-0,016	1,8	4,44
2	სპეც. ფოლადი ЭИ-943	13,192	13,1875	-,0045	1,625	1,38
3	Ti-MnO ₂	19,673	19,621	-0,052	4,534	5,763
4	ტიტან-პალადიუმი	3,1365	3,1365	0	0,77	0
5	ტიტან-მოლიბდენი	2,941	2,939	-0,002	5,10	0,19
6	სპილენძი	7,699	7,678	-0,021	0,986	10,64
7	ტექნიკური ტიტანი	2,047	2,047	0	0,304	0
8	ნიკელი	0,600	0,6905	+0,0905	0,22	205,68
9	გრაფიტი ღეროვანი	10,068	10,0545	-0,0135	5,652	1,19
10	პიროლიზებული მინა – ტექსტოლიტი მომინანქრებული	12,6535	11,5065	-1,147	6,48	88,5
11	გრაფიტი მცირენაცრიანი	8,976	8,873	-0,105	5,4	9,53
12	პიროლიზებული მინა – ტექსტოლიტი	5,8535	5,6915	-0,162	3,78	21,42
13	კაპრონი	7,106	6,122	-0,984	5,966	82,4
14	ტეფლონი	7,237	7,237	0	3,42	0
15	პოლიპროპილენი (რუსეთი)	5,0025	5,012	-0,0095	6,144	0,77
16	პოლიპროპილენი (ჩეხეთი, თეთრი)	4,861	4,865	+0,004	6,09	0,32
17	ეპონიტი	6,9325	6,9555	+0,023	6,279	1,83
18	ტექსტოლიტი	3,833	3,7665	-0,0665	3,51	9,47
19	გეტინაქსი	5,151	5,196	+0,045	4,025	5,59
20	პოლიეთილენი	1,825	1,8215	-0,0035	2,072	0,84
21	ვინიპლასტი	3,7655	3,787	+0,0215	3,06	3,51
22	პოლიპროპილენი (ჩეხეთი, ლურჯი)	1,910	1,9105	+0,0005	2,17	0,11

როგორც ცხრილიდან 1 ჩანს, ლითონური მასალებიდან ყველაზე მაღალი კოროზიული მდგრადობა აქვს ტიტანის შენადნობებს პალადიუმთან და მოლიბდენთან, აგრეთვე ტექნიკურ ტიტანს BT1-0-ს. გამოდინარე კარგი ტექნოლოგიური თვისებებიდან და შედარებითი სიიაფიდან უპირატესობას ვანიჭებთ ტექნიკურ ტიტანს, რომლისგანაც მზადდება ანოდები, – ელექტროდები, რომლებზედაც ელექტროლიზის მსვლელობის დროს გამოილექება მიზნობრივი პროდუქტი – ემდ. აქვე აღვნიშნავთ, რომ ანოდური პოლარიზაციის დროს ტიტანის ზედაპირზე წარმოიქმნება სტეკიომეტრულთან მიახლოებული ტიტანის დიოქსიდის ფენა, რომელიც ანოდის კოროზიულ მდგრადობას კიდევ უფრო ზრდის [2]. ამიტომ არის, რომ უკანასკნელ 20 წელიწადში ტიტანმა საბოლოოდ დაიმკვიდრა საუკეთესო საანოდე მასალის სახელი ემდ-ის მისაღებად სამრეწველო მასშტაბში.

რაც შეეხება ნახშირბადოვან მასალებს, ყველაზე ნაკლები მასის ცვლილება გამოამჟღავნა ღეროვანმა გრაფიტმა, რომელიც გამოიყენება დენიმყვანად პირველად დენის ქიმიურ წყაროებში. შემდეგ მოდის მცირენაცრიანი გრაფიტი, რომელიც ღეროვან გრაფიტთან შედარებით მასის მეტი ცვლილება გვიჩვენა, მაგრამ მცირენაცრიან გრაფიტს რიგი უპირატესობებისა გააჩნია სხვა ანალოგიურ მასალებთან შედარებით (გაზრდილი მექანიკური სიმტკიცე, მინარევების მცირე შემცველობა, მექანიკურად დამუშავების შესაძლებლობა, დიდი ზომის ელექტროდების (სიგრძე 1,5 მ და მეტი) დამზადების გამოცდილება). ზემოაღნიშნული ფაქტორების გათვალისწინებით მცირენაცრიანი გრაფიტის გამოყენება კათოდად ემდ-ის წარმოებაში ტექნიკურ-ეკონომიკურად გამართლებულია.

პოლიმერული მასალების კოროზიულმა გამოცდამ, როგორც მოსალოდნელი იყო, გვიჩვენა ტეფლონის (პოლიტეტრაფტორეთილენი, ფტოროპლასტი) ყველაზე მაღალი კოროზიული მდგრადობა ჩვენს საკვლევ ხსნარებში. ამ მასალის ერთადერთი სერიოზული ნაკლია მაღალი ფასი. ტეფლონის შემდეგ მაღალი კოროზიული მდგრადობა აჩვენა პოლიპროპილენმა. მისი სხვა დადებითი თვისებების გათვალისწინებით ის ემდ-ის მისაღები აბაზანის კორპუსის ყველაზე საუკეთესო მასალად შეიძლება ჩაითვალოს.

ჩვენს მიერ შერჩეული საკონსტრუქციო მასალების გამოცდამ მანგანუმის სულფატის შემჟავებული ხსნარის ატმოსფეროში დახურულ აბაზანაში ელექტროლიზის ჩატარების დროს ძირითადად მასალების კოროზიის იგივე კანონზომიერები აჩვენა, რაც საკვლევი ნიმუშების უშუალოდ მუშა ხსნარში მოთავსებამ (ცხრილი 2).

ცხრილი 2. კოროზიული გამოცდები მუშა ელექტროლიტის აირორთქლნარევის ატმოსფეროში ელექტროლიზის მსვლელობის დროს. ელექტროლიზის პირობები: ხსნარის საწყისი შემადგენლობა – 124,1 გ/ლ $MnSO_4$ + 29,7 გ/ლ H_2SO_4 . ტემპერატურა 95°C, $i_a = 10$ მა/სმ², $I = 1,15$ ა, ცდების ჯამური ხანგრძლივობა – 15 საათი

რიგ. №	შაკონსტრუქციო მასალის დასახელება	მასა ცდის წინ, გ	მასა ცდის შემდეგ, გ	სხვაობა მასაში (კლება ან მატება)	ნიმუშის ზედაპირის ფართობი, S, სმ ²	კოროზიის სიჩქარე, გ/მ ² · სთ
1	ტყვია	15,170	15,1625	-0,0075	1,38	3,623
2	სპეც. ფოლადი ЭИ-943	8,995	8,9965	+0,0015	1,04	0,926
3	Ti-MnO ₂	19,673	19,652	-0,021	4,534	0,000003
4	ტიტან-პალადიუმი	2,982	2,982	0	0,735	0
5	ტიტან-მოლიბდენი	3,2945	3,2950	+0,0005	0,54	0,617
6	სპილენძი	7,631	7,6265	-0,0045	0,96	3,125
7	ტექნიკური ტიტანი	1,857	1,856	-0,001	0,256	0,056
8	იკელი	0,631	0,6305	-0,0005	0,176	1,894
9	გრაფიტი ღეროვანი	9,8125	10,1405	+0,328	5,338	40,964
10	პიროლიზებული მინა – ტექსტოლიტი მომინანქრებული	13,9385	14,508	+0,5695	6,48	0,009
11	გრაფიტი მცირენაცრიანი	9,133	9,566	+0,433	4,25	67,922
12	პიროლიზებული მინა – ტექსტოლიტი	5,8535	5,867	+0,0135	3,2	2,813
13	აპრონი	7,484	7,076	-0,408	4,251	63,985
14	თეფლონი	7,8355	7,840	+0,0045	4,275	0,701
15	პოლიპროპილენი (რუსეთი)	4,657	4,692	+0,035	4,5	5,072
16	პოლიპროპილენი (ჩეხეთი, თეთრი)	4,481	4,535	+0,054	5,32	6,767
17	ბონიტე	6,9325	6,962	+0,0295	6,279	3,138
18	თექსტოლიტი	3,9565	4,083	+0,1265	3,645	23,137
19	ეტინაქსი	5,241	5,232	-0,009	4,14	1,449
20	პოლიეთილენი	1,824	1,295	-0,529	1,998	176,51
21	Vინიპლასტი	2,790	2,7925	+0,0025	2,208	0,755
22	პოლიპროპილენი (ჩეხეთი, ლურჯი)	1,9675	2,0155	+0,048	2,1	15,238

დახურულ აბაზანაში ელექტროლიზის დროს მუშა ხსნარიდან მაღალ ტემპერატურაზე გამოყოფილი ქაიროთქლნარევი პირველ რიგში შეხებაში იმყოფება ანოდებისა და კათოდების დენმიმცვანებთან, სახურავის შიგა ზედაპირთან, სამაგრ დეტალებთან (ჭანჭიკები და ქანჩები), გრაფიტის კათოდების უღელაკებთან.

სხვადასხვა ფაქტორების გათვალისწინებით (ელექტროგამტარობა, თბოგამტარობა, კოროზიული მდგრადობა, მექანიკური თვისებები, ფასი და სხვა) ჩვენ ანოდებისა და კათოდების დენმიმცვანად ავირჩიეთ სპილენძი, რომელსაც ყველაზე მაღალი ელექტრო და თბოგამტარობა გააჩნია, ადვილად მუშავდება მექანიკურად და მისაღები კოროზიული მდგრადობა აქვს ელექტროლიტის აიროთქლნარევის ატმოსფეროში.

გრაფიტის კათოდების უღელაკების მასალად კოროზიული გამოცდების გათვალისწინებით ავირჩიეთ მაღალღებრივული ფოლადი, რომელსაც კოროზიულ მდგრადობასთან ერთად კარგი მექანიკური თვისებები ახასიათებს.

სამაგრი დეტალების დასამზადებლად (კათოდების უღელაკებისა და ანოდებისა და კათოდების დენმიმცვანების ჭანჭიკები, ქანჩები და შუასაღებები) მიზანშეწონილია ტეფლონის გამოყენება, რომელსაც მაღალი კოროზიული მდგრადობა და საკმარისი მექანიკური სიმტკიცე ახასიათებს აგრესიულ გარემოში მაღალ ტემპერატურაზე.

საკონსტრუქციო მასალების კოროზიული გამოცდების ჩატარებისას მიღებული მონაცემების და სამეცნიერო გრანტის პირველ პერიოდში ჩატარებული პოლარიზაციული გაზომვებისა და ელექტროლიზის შედეგების საფუძველზე [1], აგრეთვე ჩვენი გამოცდილებისა და ადრე ჩატარებული კვლევების გათვალისწინებით [3] დამუშავებული იქნა ემდ-ის მისაღები დახურული კონსტრუქციის მსხვილლაბორატორიული აბაზანის ცალკეული კვანძებისა და დეტალების კონსტრუქციები, რომლებმაც ერთობლიობაში საშუალება მოგვცა შეგვეშეგვემთხებინა მთელი აბაზანის კონსტრუქცია.

აბაზანის კორპუსისა და სახურავის დასამზადებლად საბოლოო არჩევანი გავაკეთეთ საკონსტრუქციო პოლიპროპილენზე, რომელსაც, როგორც ზემოთ აღწერილმა კოროზიულმა გამოცდებმა დაგვანახა, აქვს მაღალი კოროზიული მდგრადობა და მექანიკური სიმტკიცე მანგანუმის სულფატის შემჟავებულ ხსნარებში, შეუძლია ხანგრძლივად მახასიათებლების გაუარესების გარეშე იმუშაოს $\sim 100^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე, აქვს საკმარისი დრეკადობა და ტექნოლოგიურია მექანიკური და თერმული დამუშავების დროს.

ემდ-ის მისაღები მსხვილლაბორატორიული დახურული აბაზანის ძირითადი კვანძებია: ანოდი, კათოდი, აბაზანის კორპუსი და მისი ქიმიური დაცვა, სახურავი, ხსნარის გაცხელების სისტემა, თბოიზოლაცია, აბაზანაში ხსნარის შეყვანისა და გამოყვანის სისტემა, ჰერმეტიზაციის კვანძი, საკონტროლო-გამზომი ხელსაწყოები.

მსხვილლაბორატორიული 70 ლიტრიანი აბაზანის ცალკეული კვანძების დამუშავებისა და მთლიანად აბაზანის დაპროექტების შემდეგ ჩატარდა აბაზანის დამუშავებისა და გამოცდის სამუშაოები, რომლებიც მოიცავდა შემდეგ ოპერაციებს:

1) 10 მმ სისქის საკონსტრუქციო პოლიპროპილენისაგან (მწარმოებელი ჩეხეთის რესპუბლიკა) დამზადდა აბაზანის კორპუსისა და სახურავი დეტალები;

2) სპეციალური კონსტრუქციის შესაღებელი აპარატის საშუალებით პოლიპროპილენისავე შესაღებელი ელექტროლის გამოყენებით დამზადდა აბაზანის კორპუსი და სახურავი. მეტი საიმედოობისათვის შეღებების ნაკერების ფორმირება ხდებოდა შესაღებელი წიბოების ორივე მხარეს;

3) შეღებების შემდეგ აბაზანის კორპუსი და სახურავი გამოიცადა გაჟონვაზე წყალსადენის წყლით, რომელმაც აჩვენა შეღებების ნაკერების წესიერობა;

4) შესრულდა აბაზანის ჰერმეტიზაციის სამუშაოები, რისთვისაც წინასწარ შემუშავდა ჰერმეტიზაციის მეთოდი, რომელიც ხასიათდება კონსტრუქციის სიმარტივით, არ მოითხოვს დიდ დანახარჯებს და საკმარისად საიმედოა;

5) არგონის ატმოსფეროში შეღებდა ბრტყელი ტიტანის ანოდი;

6) დამზადდა კათოდი მცირენაცრიანი გრაფიტის ბაზაზე;

7) დამზადდა საელექტროლიზე ხსნარის გაცხელების სისტემა აბაზანიდან გამოტანილი თბომცვლელის ბაზაზე;

- 8) აბაზანას გაუკეთდა თბოიზოლაცია ფოლგირებული მინაბამბის გამოყენებით;
- 9) ელექტროლიზის კვანძი დაკომპლექტდა ელექტრული გამმართველით და საჭირო საკონტროლო გამზომი ხელსაწყოებით;
- 10) აბაზანაში ხსნარის შეყვანა ხდებოდა სახურავში ჩამონტაჟებული ვერტიკალური მილით, რომელიც აბაზანაში ფსკერამდე იყო ჩაშვებული. ხსნარი გამოიყვანებოდა Γ-ს მაგვარი მილით, რომელიც უზრუნველყოფდა გამდინარი პარაფინის დანაკარგის თავიდან აცილებას.

მსხვილლაბორატორიული აბაზანის გამოცდის შედეგად მიღებულია ელექტროლიზის პროცესის შემდეგი ძირითადი ტექნოლოგიური მაჩვენებლები, რომლებიც წარმოადგენენ საწყის მონაცემებს გამსხვილებული მასშტაბის საცხელ-სადემონსტრაციო და საცდელ-სამრეწველო აბაზანების კონსტრუქციის დასამუშავებლად და დასაპროექტებლად:

- | | |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1) ანოდის მასალა | მექანიკურად და თერმულად გააქტივებული ტექნიკური ტიტანი |
| 2) ანოდის კონსტრუქცია | გაგზავნილია განაცხადი დასაპატენტებლად |
| 3) კათოდის მასალა | მცირენაცრიანი გრაფიტი ფირფიტების სახით |
| 4) კათოდის კონსტრუქცია | გაგზავნილია განაცხადი დასაპატენტებლად |
| 5) საელექტროლიზე ხსნარის შემადგენლობა | 100-110 გ/ლ $MnSO_4$ + 20-25 გ/ლ H_2SO_4 |
| 6) ხსნარის ტემპერატურა | 95-98°C |
| 7) ანოდური დენის სიმკვრივე | 60-100 ამპერი/მ ² |
| 8) კათოდური დენის სიმკვრივე | 150-200 ამპერი/მ ² |
| 9) მკვებავი ხსნარის კონცენტრაცია | 140-150 გ/ლ $MnSO_4$ |
| 10) ძაბვა აბაზანაზე | 2,3-2,6 ვ |
| 11) ანოდური დენით გამოსავალი | 98-100% |
| 12) კათოდური დენით გამოსავალი | 100% |
| 13) ელექტროენერგიის ხარჯი ელექტროლიზზე | 2-2,2 კვტ.სთ/კგ ემდ |
| 14) ჭარბი წნევა აბაზანის სახურავის ქვეშ | წყლის სვეტის 50-70 მმ |
| 15) ტემპერატურა თერმოიზოლაციის ზედაპირზე | <35°C |

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით (გამოყენებითი კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტების 2014 წლის კონკურსის გამარჯვებული პროექტი. შიფრი AR/121/3-170/14).

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. თემურ ჩახუნაშვილი, თეიმურაზ როყვა, ჟიული ქებაძე, მერაბ დადუნაშვილი, ზინაიდა ვაწაძე, შოთა მახათაძე, ნანული ბუთლიაშვილი. დახურული ელექტროლიზური აბაზანის დამუშავება მანგანუმის დიოქსიდისა და წყალბადის ერთდროული მიღებით. საქ. მეცნ. აკად. მაცნე, ქიმიის სერია, ტ. 41, 2015წ., №4, გვ. 339-343.
2. Т.А. Чахунашвили. Исследования по применению титана в качестве анодного материала при получении электролитической двуокиси марганца для химических источников тока. Кандидатская диссертация, Москва, 1973.
3. თ. ჩახუნაშვილი, თ. როყვა, მ. დადუნაშვილი, ჟ. ქებაძე, ც. გაგნიძე, ვ. მოსიძე. მანგანუმის დიოქსიდისა და წყალბადის ერთობლივი მიღება ელექტროლიზით. რ. აგლამის დაბადების 100 წლისთავისადმი მიძღვნილი ეროვნული კონფერენცია გამოყენებით ქიმიაში, თეზისები. თბილისი, 2011წ., გვ. 89-91

CORROSION TESTS OF MODERN CONSTRUCTION MATERIALS IN ACIDATED SOLUTION OF MANGANESE SULFATE AND ELABORATION, PREPARATION AND TESTING OF LARGE-SCALE ELECTROLYSER FOR GETTING THE MANGANESE DIOXIDE AND HYDROGEN ON THEIR BASIS

T.A.Chakhunashvili, T.V.Rokva, Z.Sh.Vatsadze, M.T.Dadunashvili, Zh.M.Kebadze,
Sh.M.Makhatadze, N.I.Butliashvili
Iv. Javakhishvili Tbilisi State University
R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry

SUMMARY

Corrosion properties of modern construction materials (titan and other alloys, carbonaceous and polymer materials) are studied in acidated solutions of manganese sulfate and in their steam-gas mixtures during electrolysis at high temperature (95°C). Taking into account obtained results are elaborated basic assemblies of electrolysis bath for getting the manganese dioxide and hydrogen. Key engineering parameters of electrolysis are established.

КОРРОЗИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОДКИСЛЕННОМ РАСТВОРЕ СУЛЬФАТА МАРГАНЦА И РАЗРАБОТКА, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИСПЫТАНИЕ КРУПНОЛАБОРАТОРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДИОКСИДА МАРГАНЦА И ВОДОРОДА НА ИХ БАЗЕ

Т.А. Чахунашвили, Т.В. Роква, З.Ш. Вацадзе, М.Т. Дадунашвили, Ж.М. Кебадзе, Ш.М. Махатадзе,
Н.И. Бутлиашвили
Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили
Институт неорганической химии и электрохимии им. Р. Агладзе

РЕЗЮМЕ

В подкисленных растворах сульфата марганца и в их парогазовой смеси в процессе электролиза при высокой температуре (95°C) изучены коррозионные свойства современных конструкционных материалов (титановые и другие сплавы, углеродистые и полимерные материалы). С учетом полученных результатов разработаны основные узлы электролизной ванны для получения диоксида марганца и водорода. Установлены основные технологические параметры процесса электролиза.

CHEMICAL TECHNOLOGY

GEORGIAN NATURAL AND SECONDARY RESOURCES
IN SERVICE OF TECHNICAL PROGRESS

Rus.Gigauri*^{a,b}, N.Lekishvili*^b, Kh.Barbakadze*^b, V.Trapaidze*^c, Sh.Japaridze*^a, E.Tskhakaia*^a,
T.Marsagishvili*^a

**Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, 1 Ilia Chavchavadze Ave., 0179 Tbilisi, Georgia:*

*^aRafiel Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry
Faculty of Exact and Natural Sciences:*

^bInstitute of Inorganic-Organic Hybrid Compounds and Non-traditional Materials

Department of Chemistry;

^cDepartment of Geography

The Laboratory technologies of the obtaining of manganese and arsenic from natural and secondary resources of Georgian region have been elaborated. The compounds and materials with specific properties based on arsenic were created. The method of isolation of H₂S from Black sea underwater layers has been elaborated. The advanced hydrogen fuel element has been manufactured.

Georgia is rich in significant mineral resources – barite, petroleum, natural gas, manganese, arsenic, copper, gold, mercury, medicinal mineral waters, Black Sea reserves of hydrogen sulfide etc.

In spite of this fact, on the modern stage of society development, under conditions of ever-growing deficit of main strategic mineral and organic raw materials (metals, coal, natural gas, petroleum) on our planet, increasingly actual becomes searching for ways of targeted use of secondary resources [1] and accumulated wastes and creation the base of cheap raw materials resources. These are not only additional technical-economical reserve for any inter-country but encourage solving a number of ecological problems too.

There are appropriated two tendencies of our researches:

- Use of natural resources and secondary raw materials in order to obtain various compounds and materials with specific properties;
- Development of advanced and economically feasible technologies based on these resources.

In this paper is considered:

- Isolation of strategic metals - manganese and arsenic from natural resources and secondary raw materials; obtaining compounds with specific properties based on arsenic and their use for preparation of ecologically safe hybrid materials [2];
- Isolation of hydrogen sulfide from Black Sea underwater layers (depth) and creation advanced products and materials based on it.

A great importance in the investigation of the geochemical regularity of element migration in the Earth crust, reservoirs and soil is given to the transformation by microorganisms of manganese and ferrous alloys/compounds. In this respect, special role is played by heterotrophs being revealed by their rapid development on different substrates and ability to change pH and Eh of the environment, produce organic acids, ammonia etc.

The objective of our study (Dr. Rus. Gigauri) was the Chiatura manganese deposit of Georgia and its tailings. At present 47 % of the Chiatura deposit is represented by poor ores of different type, its tailings being in the form of slime or dust [1].

The application of the available recovering technology, consisting in the treatment of ores and tailings with the concentrated sulfuric acid, is connected with great difficulties:

1. The employed concentrated sulfuric acid is rather costly and it is can not but tell on the final product's cost;
2. In terms of ecology, the presence of both liquid and solid production waste (tailings) is completely inadmissible. Such outdated technology is the main reason that the plants production waste accounts for thousand of tones.

The advantage of the elaborated method is that the production is waste-free, environmentally sound and the final product's cost is low.

For the purpose of reducing the length of the process of manganese recovery from poor ores and tailings and making it low-cost the strain *thiobacillus ferrooxidans* and pyrite concentrate (Fe^{2+} - 57.2 %, S - 46.2 %) were used as the energy source/nutrient medium. The process is combined – *thiobacillus ferrooxidans* oxidizes pyrite producing $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (pH - 2.5). Concurrently, a bacterial metabolite – oxalic acid is being produced. The obtained products are considered to be strong reductants of manganese dioxide and solvents of manganese sulfate carbonate.

The study of process surrounding effects demonstrated that the process efficiently proceeded in vats under conditions of good airflow supply; the ore thickness – 0.15 mm; pH – 2.5; m/t = 1:5; culture titer – 10^8 - 10^9 c/ml. The Fe^{2+} oxidation process is especially active under aeration conditions (Fig. 1).

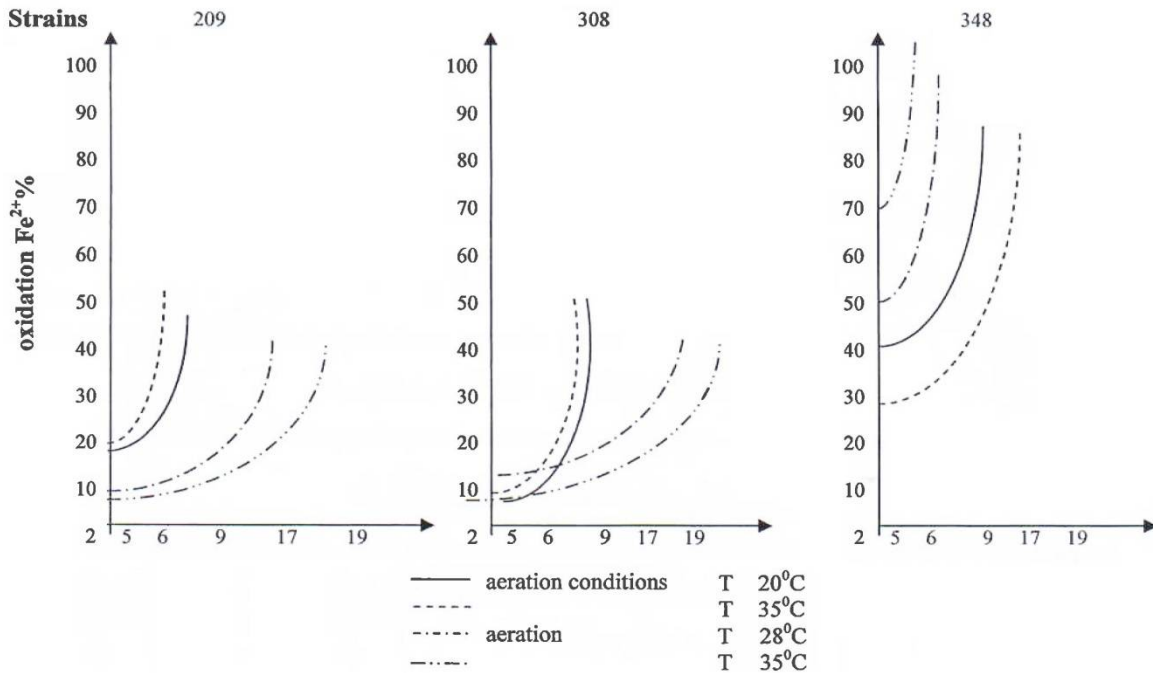


Figure 1. Growth dynamics of *thiobacillus ferrooxidans* and Fe^{2+} oxidation intensity (25-35°C)
1 – strains; 2 – Fe^{2+} oxidation; 3 – without aeration; 4 – with aeration

One of the principal factors of bacterial growth and its acidity function intensification is the bacterial resistance to the sulfuric acid and heavy metal concentration in the solution.

It was established that the strain 348, 341 - *thiobacillus ferrooxidans* is easily adapted to 20-25 g/l H_2SO_4 in the solution, while in the course of study of their physiological properties they were found to excrete oxalic acid in the solution (this was established chemically as well), which is of much importance for manganese (IV) recovery.

To ensure maximum proximity to the industrial process, tests were carried out in the Zestafoni plant shop. 50 kg slime and 20 kg pyrite were used. The slime content of Mn was 13.5 %, of which 7.5 % were MnO_2 , 4.7 % - MnCO_3 and 0.07 % - P. The slime and pyrite mixture was added with the iron-free nutrient medium 9K and the *T. ferrooxidans* strain 348, at a growing rate. Under conditions of a 3-day continuous agitation, the solution composition was as follows: 12.2 g/l – Mn; 168 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. The tests demonstrated that the solutions could be used to recover metallic manganese with 99.83 % purity and 14 % yield. All the above were proved by a spectral analysis method.

Thus, method of bacterial leaching from poor balanced ores, tailings and slimes were developed that makes it possible to recover the manganese raw material at the expense of internal resources of the production.

Layered character is the main peculiarity for Black sea. In particular, the surficial layer with 120-160 m thickness is less salty and accordingly is rather light comparatively to water mass that is situated under it. This difference is so sharp that water interchange between these layers almost not occurs. The huge accumulative reserves of hydrogen sulfide in the depth of Black sea are conditioned by this fact (in seabed 11-14 ml/l) [3].

Table. Manganese leaching process from manganese ores using of *thiobacillus ferrooxidans* strain

Ore Types	Mn content in starting ore	Mn content in solution, g/l		Mn content in solid, g/l		Recovered Mn, %	
		Test	specimen	Test	specimen	test	specimen
Carbonate ore	14.75	12.3	3.4	2.45	11.3	83.6	23.3
Carbonate tailings	11.8	9.9	2.9	1.9	8.9	83.9	24.6
Slime	13.62	11.8	3.6	1.8	10.1	86.6	26.2

The interesting results are obtained (Prof. T. Marsagishvili, PhD E. Tskhakaia) [3] in terms of use of hydrogen sulfide for creation of alternative fuel element. This gives additional incentive not only to rapid upsurge of economy for country but besides is created the new, ecologically pure source of energy which will take the place of petroleum fuel on the traditional market.

Consequently of appropriate calculations and researches was established that it is possible annually obtain supposedly 100 billion kilowatt/hour electric energy and 70 ton pure sulfur by means of reprocessing of hydrogen sulfide. The significant fact is that hydrogen sulfide can be used as fuel-energetic purposes, in petrochemical syntheses and in production of mineral fertilizers.

The laboratory models of fuel element based on mentioned above raw materials was created (Prof. T. Marsagishvili, PhD E. Tskhakaia) [3]. Experimentally were chosen cheap electrode material, stable toward H_2S and its oxidation (wt. %): Fe – 70; Cr – 17.55; Ni – 9.5; Mn – 1.61; Ti – 0.41 and with a little quantity - V, Nb, Mo, Cu). Besides electrode function, this material carries out catalyst role too. The each current process on specific electrode of fuel element was studied in condition of supply of H_2S solution in various speed and concentration (300 ml/hrs or 500 ml/hrs). The density of current (I , mA/cm²) and capacity (P , ml watt) required for process, quantities of energy and voltage by visible area of given electrode was calculated during the experiment. Figure 2 gives diagram of dependence of arising voltage on density of current.

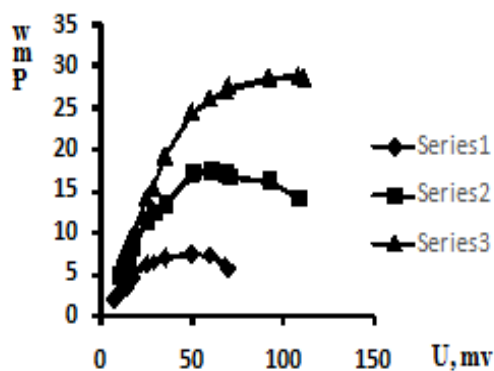


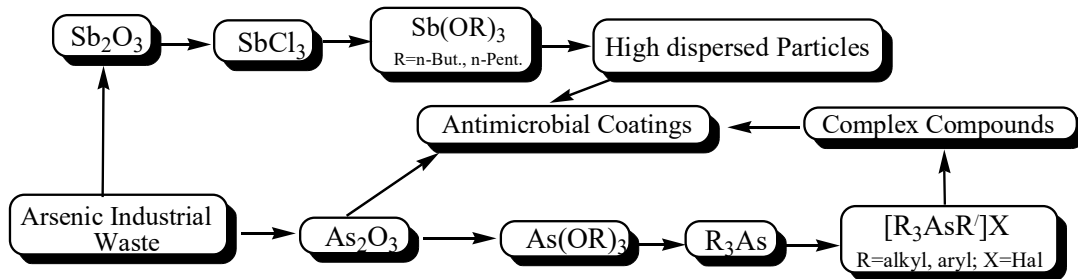
Figure 2. Dependence of arising voltage (on model of fuel element) on density of current electrode: metallic multicomponent electrode-catalyst; conc. (H_2S): 1 - 50 mg/L; 2 - 150 mg/L; 3 – 220 mg/L; speed of solution supply: 300 ml/hrs

Anionic membrane (Ralex-AM-PP) with period of use - 320 hours was chosen. Formation of electromotive force in catalytic oxidation (with oxygen) of hydrogen sulfide and their further use in the form of hydrogen for production of non-carbon energy by using of above mentioned electrode and membrane were established. This possibly will solve the greatest ecological problem of megalopolis and first of all in terms of air pool contamination.

Interesting researches were carried out (Prof. N. Lekishvili, PhD Kh. Barbakadze) for protection of human, environment and rich cultural inheritance existing in region (museum exhibits, archaeological patterns etc.) [4]. The category of hybrid compounds with specific properties containing in molecule metal-complexes and spatial polycyclic asymmetric fragments or arsenic obtained by transformation of industrial waste were obtained. They must show the completely new potential of action with high probability characterized for combined structures, the stable ability to suppress action of various aggressive microorganisms. The laboratory technologies for obtaining sub-micro and nano-particles of antimony and

non-volatile, stable and low toxic coordination compounds suitable as bioactive components of antimicrobial composites are under processing.

The real perspective has the use of arsenic-organic hybrid compounds because of accessibility of corresponding initial compounds obtained by transformation of accumulated industrial waste in region. One of the versions of such transformation is given on Scheme 1.



Scheme 1.

New bioactive compounds and mechanically steady antimicrobial/fungicide coatings (Fig. 3) stable towards isothermal aging and complex action of moisture, air oxygen, carbon dioxide, UV and visible light based on them using of local secondary recourses were created. These composites are targeted for long-term protection of museum exhibits and various natural and synthetic materials from non-controlled biodegradation [5].

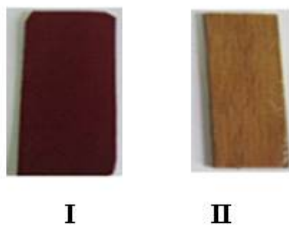


Figure 3. Antimicrobial coatings based on inorganic-organic bioactive compounds obtained by transformation of the arsenic industrial secondary resources: I – lead, II – wood

The developed research tendency was carried on through the following steps:

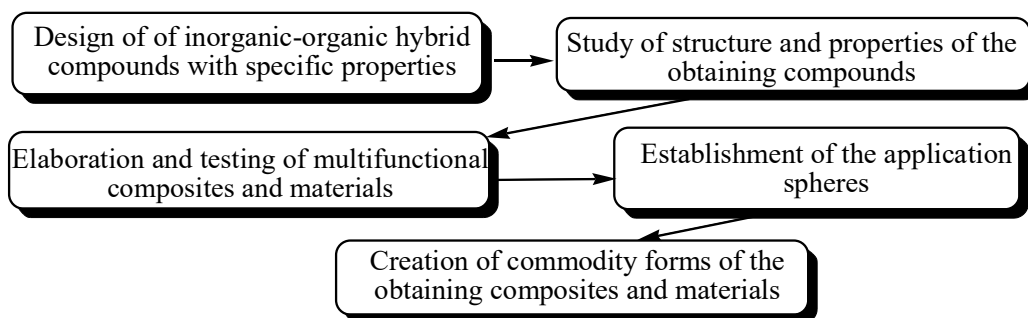


Figure 4.

Creation of mentioned above type of coatings will protect human and environment from the action of aggressive microorganisms, herewith will provide long-term durability of these materials and will reserve great enough material resources.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. V.G. Rtskhiladze. Scientific principles and ecologically pure technologies for extraction of arsenic, Diss.Doct.Chem. Sci. Moscow, 2006, 407 p.
2. W. Brostow, M. Gakhutishvili, Rus. Gigauri, Sh. Japaridze and N. Lekishvili. Chem. Eng. Journal (USA) 2010, 159, 24-26;
3. E. Tskhakaia. PhD Thesis, TSU, Tbilisi, 2015.

4. N. Lekishvili, M. Rusia, Rus. Gigauri, L. Arabuli, Kh. Barbakadze, I. Didbaridze, M. Samkharadze. Arsenic and stibium advanced compounds with specific properties. Tbilisi, "Universali", 2014.
5. 5. Lekishvili, Kh. Barbakadze, Rus. Gigauri, N. Kokiashvili. Advanced Composites and Materials Based on Natural and Secondary Resources of Caucasus Region and Novel Hybrid Bioactive Compounds. Oxid. Commun. (Intern. J., EU), 39, 2, 2016 (Accepted for publ.).

საქართველოს ბუნებრივი და მეორადი რესურსები ტექნიკური პროგრესის სამსახურში

რუს.გიგაური^{*ა,ბ}, ნ.ლექიშვილი^{*ბ}, ხ.ბარბაკაძე^{*ბ}, ვ.ტრაპაიძე^{*ბ}, შ.ჯაფარიძე^{*ა}, ე.ცხაკაია^{*ა}, თ.მარსაგიშვილი^{*ა}

** ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
 ა რაფიელ აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი;
 ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი;
 ბ არაორგანულ-ორგანული ჰიბრიდული ნაერთების და არატრადიციული მასალების
 ინსტიტუტი; ქიმიის დეპარტამენტი;
 ბელოგრაფიის დეპარტამენტი*

რეზიუმე

ზოგიერთი ბუნებრივი რესურსიდან და მეორადი ნედლეულიდან შემუშავებულია დარიშხანის და მანგანუმის მიღების ლაბორატორიული ტექნოლოგიები. მიღებულია სპეციფიკური თვისებების მქონე დარიშხანის ნაერთები და მასალები. შემუშავებულია შავი ზღვის წყალქვეშა (ღრმა) ფენებიდან გოგირდწყალბადის მიღების ხერხი. შექმნილია წყალბადის ახალი საწვავი ელემენტი.

ПРИРОДНЫЕ И ВТОРИЧНЫЕ РЕСУРСЫ ГРУЗИИ НА СЛУЖБУ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Рус.Г.Гигаური^{*а, б}, Н.Г.Лекишвили^{*б}, Х.А.Барбакадзе^{*б}, В.З.Трапаидзе^{*с}, Ш.Джапаридзе^{*а}, Е.Цхакая^{*а}, Т.Марсагишвили^{*а}

**Тбилисский государственный Университет им. Ив. Джавахишвили
 а Институт неорганической химии и Электрохимии им. Рафиел Агладзе
 Факультет точных и естественных наук;*

*б Институт органо-неорганических гибридных соединений и нетрадиционных материалов,
 Департамент химии;
 с Департамент Географии*

РЕЗЮМЕ

Были разработаны лабораторные технологии получения марганца и мышьяка из природных и вторичных ресурсов Грузии. Получены соединения и материалы со специфическими свойствами на основе мышьяка. Разработан способ выделения сероводорода из черноморских подводных (глубоких) слоев. Создан новый водородный горючий элемент.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПИРИТНЫХ И
ОКСИДНЫХ МАРГАНЦЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Л.В.Багатурия, Б.Х.Пурцеладзе, Н.В.Барнова, М.И.Сванидзе, М.К.Гвелесиани

Тбилисский Государственный университет

Институт неорганической химии и электрохимии им. Р.И.Агладзе

Показана эффективность совместной переработки пиритного и оксидного марганцевого концентратов с точки зрения экологии. Сульфидная сера, присутствующая в шихте, частично переходит в шлам в виде элементарной серы, частично – в раствор в виде серной кислоты и следовательно, исключено загрязнение окружающей среды.

Анализируя те незначительные данные, которые имеются в технической литературе о возможности применения пирита в обогащении марганцевого сырья, ученые пришли к выводу о целесообразности опробования пиритных концентратов в процессе совместной гидрометаллургической переработки марганцевого сырья Чиатурского месторождения.

Использование пиритного концентрата в процессе гидрометаллургического обогащения бедного марганцевого сырья расширяет область применения пирита и имеет большое значение для комплексного освоения пиритных концентратов и обогащения бедных руд марганца [1,2].

Способы переработки марганцевых руд, заключающиеся в восстановительном обжиге с различными восстановителями и с последующим выщелачиванием кислотами создают необходимость проведения процесса высокотемпературного восстановительного обжига.

Нами предложена технология совместной гидрометаллургической переработки марганцевого и пиритного концентратов [3,4]. Способ осуществляется следующим образом: пиритный концентрат (содержащий в %: Fe - 38,25; S - 41; MgO - 0,96; CaO - 4,81) и марганцевый концентрат (состав основных компонентов в %: \sum Mn - 32,5; CaO - 5,75; MgO - 1,58; Fe₂O₃ - 1,96) смешивали в соотношении 1:2, смесь измельчали в вибромельнице в течение 60 мин, измельченную шихту выщелачивали 10%-ным раствором серной кислоты в течение 3 часов при 95-100⁰С. Степень извлечения марганца и железа составляет соответственно 99,1 и 83,1 %.

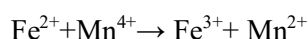
Целью данной работы является выяснить, не происходит ли эмиссия серы в окружающей среде в виде сернистого газа (SO₂). Как известно, основным компонентом пирита, помимо железа, является сера, содержащаяся в сульфидном виде.

Проведенные наблюдения указывают, что газовая фаза из суспензии не выделяется.

Анализ осадка (Fe - 2,16; Mn - следы; S_{своб.} - 5,01), полученного после сернокислотного выщелачивания молотой смеси пиритного и окисленного марганцевого концентратов показал, что количество серы в нем незначительно, оно не соответствует количеству сульфидной серы.

Часть сульфидной серы переходит в осадок в виде свободной серы [4], остальная же часть способствует образованию серной кислоты. Этот вывод основан на расчетах: несмотря на то, что серная кислота, добавляемая на молотую смесь, расходуется на получение сульфатов железа, марганца и примесей, его количество в растворе не уменьшается, а наоборот – растет (состав раствора после сернокислотного выщелачивания совместно молотой смеси пиритного и окисленного марганцевого концентратов в г/л: Fe-1,33; Mn - 4,64; H₂SO₄ своб.- 29,7).

Если учитывать, что основным окислителем при выщелачивании молотой смеси пиритного и оксидного марганцевого концентратов служит Fe³⁺-ион, образующийся в результате внутриреакторного окисления железа диоксидом марганца:



вышеизложенную суть можно выразить уравнением реакции:



Таким образом, применение метода механохимической обработки дало возможность исключить вредные газовыделения. Часть сульфидной серы переходит в осадок в виде элементарной серы, а бóльшая часть сульфидной серы способствует возникновению сульфат-иона.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Гаприндашвили В., Зедгенидзе И., Церетели А. Сульфатизирующий обжиг марганцевых шламов и флотоконцентратов. Сб. Марганец, 1(8), Тбилиси, 1969, с. 34-38.
2. Гаприндашвили В., Берикашвили И., Церетели А. О совместном обжиге марганцевого сырья и пирита. Сб. Марганец, 2(27), Тбилиси, 1971, с.18-20.
3. ბაღათურია ლ., ბარნოვი ნ., გაფრინდაშვილი ვ., გველესიანი მ. და სხვ. მადნეულის პირიტული კონცენტრატის და ჭიათურის მანგანუმის ოქსიდური კონცენტრატის ერთობლივი ჰიდრომეტალურგიული გადამუშავება. საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, ტ. 8, №3, 2008, გვ.293-294.
4. Gaprindashvili V., Bagaturia L., Chagelishvili R., Gogichadze L. Joint chemical processing of Pyrite and manganese oxidized concentrates.- Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 159, №1, 1999, p.107-109.

THE MAIN ASPECTS OF COMPLEX PROCESSING OF PYRITE AND MANGANEZE OXIDE CONCENTRATES

Lamzira Bagaturia, Boris Purtseladze, Nana Barnovi, Makvala Svanidze, Marina Gvelesiani
*Rafiel Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry
I. Javakhishvili Tbilisi State University*

SUMMARY

The paper shows the efficiency in the environmental sense, the joint processing of pyrite and manganese oxide concentrates. Sulfur, containing in the mixture, partially passes into the silt in the form elementary sulfur, partially - in solution in the form of sulfuric acid, and accordingly, eliminates the pollution of the atmosphere by sulfur dioxide.

პირიტული და მანგანუმის ოქსიდური კონცენტრატების კომპლექსური გადამუშავების ძირითადი ასპექტები

ლამზირა ბაღათურია, ბორის ფურცელაძე, ნანა ბარნოვი, მაყვალა სვანიძე, მარინა გველესიანი
*ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
რაფიელ აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი*

რეზიუმე

ნაშრომში ნაჩვენებია პირიტული და მანგანუმის ოქსიდური კონცენტრატების ერთობლივი გადამუშავების ეფექტურობა ეკოლოგიური თვალსაზრისით. კაზმში არსებული გოგირდი ნაწილობრივ გადადის შლამში ელემენტური გოგირდის სახით, ნაწილობრივ – ხსნარში გოგირდმჟავას სახით, და შესაბამისად, გამოირიცხა გოგირდოვანი აირით ატმოსფეროს დაბინძურება.

წიგნი სააქიმოში ღაცული ცნობები ქიმიური ნაერთების შესახებ

ქეთევან კერესელიძე, შოთა სამსონია, დავით ტულუში, რაულ ჩაგუნავა

თბილისის ივ. ჯავახიშვილის სახ. სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სტატია ეძღვნება ქიმიურ ნაერთებს, რომლებიც „წიგნი სააქიმოში“ მკურნალობის წესებთან ერთად არის აღწერილი. მოცემული სტატია მიზნად ისახავს წიგნი მოცემული ტერმინების დაზუსტებას. თავის დროზე იმ ნაერთთა იდენტიფიცირება ვერ მოხერხდა. აღნიშნული ხარვეზები განაპირობა იმ გარემოებამ, რომ ჯერ კიდევ არ იყო ცნობილი აღმოსავლელი ქიმიკოსის არ-რაზის შრომები, რომელსაც წიგნის ავტორი ფართოდ იყენებს. ჩვენს მიერ აღნიშნული ქიმიკოსის შრომებზე დაყრდნობით უკვე ზუსტად არის იდენტიფიცირებული ტექსტში მოხსენებული ნაერთები. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ძველი ქართული სამედიცინო ძეგლების „უსწორო კარაბადინის“, ზაზა ფანასკერტელ-ციციშვილის „სამკურნალო წიგნი-კარაბადინის“ და დავითის (დაუთხანის) „იადიგარ დაუდის“ შესწავლის საფუძველზე ნაჩვენებია XIII ს. დასაწყისში სამედიცინო ქიმიის საკმაოდ მაღალი დონე.

ძველი ქართული სამედიცინო-ფარმაცევტული ლიტერატურის ერთ-ერთი თვალსაჩინო ძეგლი - არაბულიდან თარგმნილი ხოჯაყოფილის „წიგნი სააქიმოში“ გარკვეულ ინტერესს იწვევს ქიმიური თვალსაზრისითაც, ვინაიდან ის სამკურნალო მიზნებით გამოყენებული ქიმიური ნაერთების მრავალრიცხოვნებით გამოირჩევა. ეს მრავალრიცხოვნება აღმოსავლური წარმომავლობის ნაშრომისათვის საერთოდ არის დამახასიათებელი, მით უმეტეს რომ „წიგნი სააქიმოში“ ძალზე ხშირად არის გამოყენებული „მუჰამედ ზაქარიას ძე“-ს მასალები. ამ სახელით „წიგნი სააქიმოში“ მოიხსენება მუჰამედ იბნ ზაქარია არ-რაზი (865-925 წწ.), რომელიც არა მარტო შუა საუკუნეების გამოჩენილი ექიმი, არამედ ასევე სახელგანთქმული ქიმიკოსი იყო. მან მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა აღმოსავლური ქიმიის განვითარების საქმეში და თავისი ქიმიური ნაშრომები („საიდუმლოებათა წიგნი“, „საიდუმლოებათა საიდუმლოების წიგნი“ და სხვ.) საგრძნობლად აამაღლა ამ დარგის სამეცნიერო ლიტერატურის დონე [1-2]. მან პირველმა ქიმიის ისტორიაში შეიმუშავა ნივთიერებათა კლასიფიკაციის სქემა, რომელიც XVIII საუკუნეებამდე ამ სახის ერთადერთ სქემას წარმოადგენდა [2]. აღსანიშნავია, რომ ამ სქემაში დასახელებული ქიმიური ნაერთების უმეტესი ნაწილი „წიგნი სააქიმოში“ რეცეპტებშია მოხსენებული.

„წიგნი სააქიმოში“ კრიტიკული გამოცემა ჯერ კიდევ 1936 წელს განახორციელა ქართული კულტურის გამოჩენილმა მოღვაწემ ლ. კოტეტიშვილმა. გამოცემა დღესაც სამაგიდო წიგნად რჩება ქართველი მედიკოსებისათვის და მედიცინის ისტორიკოსებისთვის. არანაკლებ საინტერესოა ეს გამოცემა ქიმიის ისტორიკოსებისთვისაც, ვინაიდან სხვა ძველქართულ სამედიცინო-ფარმაცევტულ ძეგლებთან ერთად (ქანანელის „სწორო კარაბადინი“, ზაზა ფანასკერტელ-ციციშვილის „სამკურნალო წიგნი-კარაბადინი“ და სხვ.) ის ერთადერთ წყაროდ რჩება, რომლის საშუალებითაც ძველი ქიმიური პრაქტიკის ამსახველმა მასალებმა ჩვენამდე მოაღწიეს. საკუთრივ ქიმიური შინაარსის ძველი ქართული ძეგლების ჩვენამდე მოუღწევლობის პირობებში, „წიგნი სააქიმოში“ და სხვა სამედიცინო-სამკურნალო ნაშრომებს ქიმიური თვალსაზრისითაც ერთადერთი პირველწყაროს მნიშვნელობა ენიჭება.

ჩვენი სტატია „წიგნი სააქიმოში“ მოხსენებულ იმ ქიმიურ ნაერთებს ეძღვნება, რომელთა იდენტიფიცირებაც გამოცემაში ვერ მოხერხდა. აღნიშნული ხარვეზი კი განპირობებული იყო იმ გარემოებით, რომ 1936 წლისთვის ჯერ კიდევ არ იყო ფართოდ ცნობილი არ-რაზის შრომები. ამიტომ ქართველი გამომცემელი მოკლებული იყო მათი საშუალებით ქართულ ტექსტში მოხსენებული ნაერთების ზუსტი იდენტიფიცირების შესაძლებლობას. დღეს, როდესაც ი. რუსკას, უ. კარიმოვის და სხვა გამოცემების საშუალებით არ-რაზის ქიმიური ნაშრომები უკვე კარგად არის ცნობილი, მათი საშუალებით ნაერთთა იდენტიფიცირებაში დაშვებული ხარვეზების გამოსწორება უკვე არ არის ძნელი.

ჩვენი სტატია სწორედ არ-რაზის მონაცემებზე დაყრდნობით, აღნიშნული ხარვეზის გამოსწორებას ისახავს მიზნად, შესაბამისად, სათითაოდ განვიხილავთ „წიგნი სააქიმოში“ მოხსენებული და იდენტიფიცირების თვალსაზრისით საეჭვო ქიმიურ ნაერთს, თითოეული მათგანისთვის იმ განმარტების დართვის, რომელიც გამოცემის ტექსტისადმი დართულ ლექსიკონში არის მოცემული.

განსახილველ ნაერთებზე ზოგადი წარმოდგენის შექმნის მიზნით, ჯერ მოკლედ უნდა შევხებით არ-რაზის ქიმიურ ნაერთთა საკლასიფიკაციო სქემას. ამ სქემის თანახმად ყველა ნივთიერება იყოფა სამ ძირითად კლასად: „მიწოვან“ ანუ მინერალურ, მცენარულ და ცხოველურ ნივთიერებებად. მინერალური „მიწოვანი“ ნივთიერებები თავის მხრივ შეადგენენ 6 ჯგუფს. 1. „სულელებს“, ე.ი. ტემპერატურის ზემოქმედებით აქროლად ნივთიერებებს, 2. „სხეულებს“, ე.ი. მეტალებს, 3. ქვებს, 4. აჯასპებს, 5. ბორაკებს და 6. მარილებს. ცალკე ჯგუფად გამოყოფს არ-რაზი წარმოებულ ნივთიერებებს, რომელიც ორ ქვეჯგუფად არის წარმოდგენილი „სხეულების“ (მეტალების) და „არასხეულების“ (არამეტალების) სახით.

მცენარულ ნივთიერებებზე არ-რაზი ყურდღებას არ ამახვილებს, იგი მხოლოდ აღნიშნავს, რომ მათგან საუკეთესო მოსახმარი არის უნარი. რაც შეეხება ცხოველურ ნივთიერებებს ის ასახელებს: თმებს, თავის ქალას, ტვინს, ნაღველს, სისხლს, შრატს, კვერცხს, ნიჟარას და რქებს [1].

„წიგნი სააქიმოში“ არ-რაზის კლასიფიკაციაში შემავალი ნივთიერებებიდან თითქმის ყველა არის მოხსენებული რამდენიმეს გარდა. ამასთან ერთად ის შეიცავს ფრაგმენტს, რომელიც ამ კლასიფიკაციით საწყის ნაწილს წარმოადგენს და ნივთიერებების 3 ძირითად კლასად დაყოფას ეხება: „რადცა სოფელსა შიგან არს, სამთაგან არს და ამ სამთაგან კიდე არა არს: ანუ არს სულიერნი, ანუ არს მზრდელნი, რომელსა ჰქვიან არაბულად ნბათი ანუ არს მადანი- მთანი, რომლისაგან გამოვა სპილენძი, რკინაჲ, თუალნი და ყუელასთანა სხვაჲ“ [4].

ციტირებული ფრაგმენტის თანახმად სამყაროში („სოფელსა შიგან“) არსებული ყველა ნივთიერება 3 კლასად იყოფა და ამ სამში გაერთიანებულის გარდა სხვა არაფერი არსებობს. „სამთაგან არს და ამ სამთაგან კიდე არა არს“ კლასების რიცხვში დასახელებულია „სულიერნი“ ანუ ცხოველური, „მზრდელნი“ ანუ მცენარეული და „მადანი“ ანუ მინერალური ნივთიერებები. მინერალურ ნივთიერებებს არ-რაზი თუ „მიწოვან“ ნივთიერებებად მოიხსენებს, ეს უკანასკნელი ხოჯა ყოფილს „ მადნით“ , ე.ი. მადნეულის ცნებების გამომხატველი ტერმინით აქვს შეცვლილი. მადნეულის აღმნიშვნელ ტერმინთან ერთად აქ ყურადღებას იქცევს ამ მადნეულის განსაზღვრება, რომელიც დამატების სახით ჩაურთავს ხოჯა ყოფილს არ-რაზის ტექსტში. აღნიშნული განსაზღვრების თანახმად სამთო საბადოების მნიშვნელობით მოხსენებულ მთებში („მთანი“) მოიპოვება მეტალები („სპილენძი“, „რკინაჲ“), მინერალები („თუალნი“) და ყველა სხვა მათი მსგავსი წიაღისეული („ყუელასთანა სხვაჲ“).

ქართულად თარგმნილ სამედიცინო-ფარმაცევტულ ნაშრომში არ-რაზის საკლასიფიკაციო სქემის თუნდაც უმნიშვნელო ნაწილის ციტირება თავისთავად საყურადღებო ფაქტს წარმოადგენს. არანაკლებ საყურადღებოა „მადნის“ ხოჯა ყოფილისეული განსაზღვრაც, რომელიც ქართულ ენაზე ერთ-ერთ ყველაზე ადრეულ განსაზღვრებას წარმოადგენს. საბუნებისმეტყველო-ტექნიკური სფეროდან აქვე საჭიროდ ჩავთვალეთ მოგვეტანა ამ განსაზღვრებაში მოხსენებული „მადნის“ განმარტება, ვინაიდან ის „წიგნი სააქიმოში“ გამოცემის ლექსიკონში შეტანილი არ არის. აღნიშნული განმარტება ასეთი სახით უნდა წარმოვადგინოთ: “მადანი - მადნეული, სასარგებლო წიაღისეული“. ამის შემდეგ კი გადავდივართ იმ ტერმინების განხილვაზე, რომელთა მნიშვნელობაც დაზუსტებას მოითხოვს (ჯერ ამა თუ იმ ტერმინისათვის მოცემული გვაქვს თვით ლექსიკონში აღნიშნული მათი განმარტების ტექსტი სათანადო გვერდის მითითებით და შემდეგ განვიხილავთ ამ ტერმინს ახალი განმარტების ჩამოყალიბებით.)

„იყლემია-ვარაყი“ [3]. ზოგადი ცნების შემცველ იყლემიასთან ერთად ლექსიკონში განმარტებულია მისი კერძო სახეობებიც. კერძოდ, „ვერცხლის იყლემია“ და „ოქროს იყლემია“ წარმოდგენილია როგორც ვერცხლის და ოქროს ვარაყები [3]. სინამდვილეში „იყლემია“ „წიდას“ ნიშნავს. არ-რაზის თანახმად „იყლემია არის ის, რაც მყარდება ქაფის ან ნალექის სახით სხვადასხვა მეტალის დნობისას, (როგორცაა ოქრო, ვერცხლი, სპილენძი), მათ ზედაპირზე ან მათ ფსკერზე. ამბობენ, მეტალების ნაყარი (ან წიდა) არის იყლემია, ე.ი. ოქროს წიდა-ოქროს იყლემია, ვერცხლის წიდა - ვერცხლის იყლემია, სპილენძის წიდა - სპილენძის იყლემია“ [2]. აღსანიშნავია, რომ განმარტების გარდა არ-რაზის ოქროს და ვერცხლის იყლემიები შეტანილი აქვს ნივთიერებათა კლასიფიკაციაში, წარმოებულ ნივთიერებათა ჯგუფის არამეტალების ქვეჯგუფში [2].

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ზაზა ფანასკერტელი - ციციშვილიც (XV ს. მიწურული) „იყლეშიას“ ანუ მისი ტერმინოლოგიით „აკლიმს“ ასევე „წიდასთან“ აიგივებდა. თავის „სამკურნალო წიგნი - კარაბადინის“ მის მიერ შედგენილ ლექსიკონში, ეს იგივეობა მან ოქროს იყლეშიის კერძო მაგალითზე აჩვენა: „აკლიმი-ოქროს წიდას ჰქვიან“ [5]. ასე რომ, „იყლეშია“ ზოგადად და კერძო შემთხვევებისათვის ასე უნდა იყოს განმარტებული: „იყლეშია - წიდა“, „ოქროს იყლეშია-ოქროს წიდა“ და „ვერცხლის იყლეშია - ვერცხლის წიდა“.

„ომნანი მწვანე-როშნაჲ, კალაქვა, Kali Carbonici“ [3]. აქ „მწვანე ომნანი“ გაიგივებულია „როშნაჲსთან“, ორივე კი „კალაქვასთან“ (Kali Carbonici). „ომნანი“ – „როშნაჲს“ იგივეობას ეჭვქვეშ აყენებს ის გარემოება, რომ ნაშრომში ეს „როშნაჲ“ სისტემატურად გამოიყენება თვალთან დაკავშირებით [3], მაშინ როდესაც ამ დანიშნულებით „ომნანი“ ერთხელაც არ სახელდება. „ომნანი“ რომ არც „კალაქვა“ არის, ეს ნათლად ჩანს ზაზა ფანასკერტელ-ციციშვილის ერთ-ერთი რეცეპტიდან, რომელშიც წამლის დასამზადებლად ერთდროულად გამოიყენებოდა „კალიას ქვაც“ (და არა მცდარი „კალაქვა“) და ომნანიც [4]. ამიტომაც ლექსიკონისეული გაიგივება არ შეიძლება სწორად იქნას მიჩნეული.

სინამდვილეში, როგორც ეს არ-რაზის საკვალიფიკაციო სქემის განხილვისას აღინიშნა, ომნანი (არ-რაზის ტერმინოლოგიით „უმნანი“) მცენარეს წარმოადგენს და ის ერთადერთი ნივთიერებაა, რომელსაც კლასიფიკაციით მას ავტორი მცენარეთა კლასს აკუთვნებს. ამ ომნანისაგან, მხოლოდ მისი გარკვეული გადამუშავების შემდეგ მიიღება მცენარეული წარმომავლობის სოდა (Na_2CO_3) და არა ლექსიკონში მითითებული „კალაქვა“, ანუ კალიუმის კარბონატი, ე.ი. K_2CO_3 (ომნანის დაწვით მიღებულ ნაცარს წყლით ამუშავებდნენ, რის შედეგადაც წარმოქმნილ ხსნარს ფილტრავდნენ და ფილტრატის ამოორთქლის შედეგად იღებდნენ სოდის მყარ ნალექს). სწორედ ამ მყარ ნალექს უნდა გულისხმობდეს არ-რაზის „საიდუმლოებათა წიგნის“ ერთ-ერთ ნუსხაში მოხსენებული „უმნანის ქვა“ („usnan sangi“), რომლისგანაც განსხვავებული მცენარეული „უმნანი“ ხშირად მოიხსენება როგორც „მწვანე უმნანი“ [2]. ყოველივე ამის გათვალისწინებით, ომნანის ახალ განსაზღვრებას შემდეგი სახე ექნება: „ომნანი მწვანე- სოდის შემცველი მცენარე.“

„ნატრონი-ნატრუნი... ნატრონი-გვარჯილა (გორჯილა), Nitre, Селитра“ [3]. სინამდვილეში, ნატრუნი „წიგნი სააქიმოჲში“ ეწოდება მინერალური წარმომავლობის ბუნებრივ სოდას ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) რომელიც მარილოვანი ტბებიდან მოიპოვება. ამ ნატრუნს არ-რაზი თავის ნივთიერებათა საკლასიფიკაციო სქემაში ბორაკების ქვეჯგუფს აკუთვნებს. ვინაიდან ის და ბორაკი ერთმანეთის შემცვლელად გამოიყენებიან პურის ცხობის საქმეში [2].

„ბავრუკი - Amilum tritici, სახამებელი, კრახმალი“ [3]. ბავრუკის ამ განმარტების გარდა ლექსიკონში განსაზღვრულია „პურის ბავრუკიც“: „ბავრუკი პურისა - სახამებელი პურისა“ [3]. სინამდვილეში „ბავრუკი“ „ბორაკს“ აღნიშნავს და ის ნატრიუმის ტეტრაბორატს ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) შეესაბამება. იგივე ნაერთს წარმოადგენს „პურის ბავრუკიც“, რომელსაც ინტენსიურად იყენებდნენ პურის ცხობაში. მცხოვრებლები გამოცხობის წინ პურის ზედაპირს ბორაკის ხსნარით ასველებდნენ, რაც გამოცხობის შემდეგ ზედაპირს ბრწყინვალეობას ანიჭებდა [2]. ასეთივე ეფექტი ჰქონდა პურის ცხობაში გამოყენებულ სოდასაც, რის გამოც არ-რაზიმ, როგორც ეს ზემოთ აღვნიშნეთ, ის ბორაკების ქვეჯგუფში შეიტანა. ყოველივე ამის გათვალისწინებით, ბორაკთან დაკავშირებულ განმარტებებს ასეთი სახე უნდა ჰქონდეს: „ბავრუკი-ბორაკი, ნატრიუმის ტეტრაბორატი“, „ბავრუკი პურისა - პურის ბორაკი.“

„დაკლული ვერცხლისწყალი... Hydrargirum Vivum“ [3]. ფაქტობრივად იგივე განმარტება არის მოცემული ჩვეულებრივი ვერცხლისწყლისათვისაც, რომელიც ასევე „ცოცხალ ვერცხლისწყლად“ („Hydrargirum Vivum“) არის წარმოდგენილი: „ვერცხლისწყალი - სინდიყი, „Hydrargirum Vivum“ [3]. „დაკლული ვერცხლისწყალი“ ადმოსავლურ და ქართულ სამედიცინო- ფარმაცევტულ ლიტერატურაში საკმაოდ ხშირად გვხვდება (მაგ. „უსწორო კარაბადინში“ (XI ს.) ეს ნაერთი მოხსენებულია ფორმით „ვერცხლისწყალი მოკლული“ ან „ვერცხლისწყალი მამკვდარი“ [6] და ის როგორც ეტყობა ჩვეულებრივი ანუ „ცოცხალი“ ვერცხლისწყლისგან განსხვავებული უნდა იყოს.

არ-რაზი თავის ნაშრომში იყენებს როგორც ტერმინს-„ცოცხალი ვერცხლისწყალი“, ისე „მოკლულ ვერცხლისწყალს“, რომელიც პირველისაგან იმით განსხვავდება, რომ ის უძრავ მდგომარეობაში მოჰყავთ მისი შაბთან, მარილთან, ძმართან ან ცხიმთან გაქნის შედეგად [3]. ასე რომ გალესვის შედეგად მიღებული პროდუქტი შეიძლება ასე განვმარტოთ: „დაკლული ვერცხლისწყალი-სხვადასხვა ნაერთებთან ერთობლივი გალესვის საშუალებით მყარ მდგომარეობაში გადაყვანილი ვერცხლისწყალი“.

„არ ჯასპი მწვანე-მწვანე შაბიამანი“ [3] და „არჯასპი თეთრი-თეთრი შაბიამანი“ [3]. ლექსიკონის თანახმად ორივე სახის აჯასპი თითქოს შაბიამანს (ე.ი. სპილენძის სულფატს) უნდა წარმოადგენდეს. არ-რაზის მონაცემების გათვალისწინებით მწვანე აჯასპი რკინის სულფატია ($FeSO_4$), ხოლო თეთრი აჯასპი ალუმინის სულფატი ($Al_2(SO_4)_3$) [2]. აქედან გამომდინარე, განმარტება ასეთია: „არჯასპი მწვანე-რკინის სულფატი, $FeSO_4$ “, და „არჯასპი თეთრი-ალუმინის სულფატი $Al_2(SO_4)_3$ “.

„მარილი ნავთი - უცნობია“ [3]. არ-რაზის თანახმად „მარილი ნავთი“ მსხვილ და მყარ ნატეხებს წარმოადგენს და ამ გაუმჭვირვალე ნატეხებს ნავთის სუნი ასდით. თანამედროვე მკვლევარების აზრით, ეს ნაერთი ნავთობით უნდა იყოს გაჟღენთილი, რის გამოც მათ შავი ფერი აქვს. ნატეხების გახურებისა და ნავთობის აქროლების შედეგად ისინი თეთრ ფერს იძენენ [2]. ასე რომ ეს ნაერთი ასე უნდა იყოს განმარტებული: „მარილი ნავთი- ნავთით გაჟღენთილი სუფრის მარილი.“

„წიგნი სააქიმოდში“ რამდენჯერმე არის მოხსენებული ტერმინი „ჟანგი“, რომელიც გამოცემის ლექსიკონში არ მოხვდა. ვინაიდან ნაშრომში ამ ტერმინის მოხსენიებით მისი ქართულ ენაზე გამოყენების ერთ-ერთ ადრეულ შემთხვევასთან გვაქვს საქმე, ის ჩვენი აზრით, შეტანილი უნდა ყოფილიყო ლექსიკონში, რადგან ნაშრომში ეს ჟანგი ორი მნიშვნელობით არის მოცემული (ერთ შემთხვევაში ის აღნიშნავს არასასურველ ნადებს, რომლითაც იფარება მყარი საგნის ზედაპირი, მეორე შემთხვევაში კი მეტალის ჟანგს), ამიტომ მის განმარტებას ასე წარმოვადგენთ: ჟანგი-მყარი სხეულის ზედაპირის არასასურველი ნადები, მეტალის ოქსიდი).

„თუთია-Zincum Sulfuricum“ [3], ლექსიკონში მოცემული განმარტების თანახმად თუთია ცინკის სულფატს ($ZnSO_4$) წარმოადგენს. სინამდვილეში, „თუთიის“ სახელწოდებით წინათ ცნობილი იყო გალმეი, ცინკის კარბონატი ($ZnCO_3$), რომელსაც ხშირად იყენებდნენ თვალის სამკურნალოდ. არ-რაზიმ თავის საკლასიფიკაციო სქემაში თუთია ქვების ჯგუფში შეიყვანა. ის ასახელებს ამ ნაერთის რამდენიმე სახეობას (მწვანეს, ქირმანულ ინდურს, კასპიურ და ა. შ), რომელთაგან ერთ-ერთი-ჰინდოური თუთიაა“ „წიგნი სააქიმოდშიც“ არის მოხსენებული [3]. „თუთიის“ ახლებური განმარტება იქნება: „თუთია-გალმეი, $ZnCO_3$ “.

ამრიგად, ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შესაძლებელი ხდება „წიგნი სააქიმოდში“ რეცეპტებში მოხსენებული საკმაოდ მრავალრიცხოვანი ქიმიური ნაერთების ჭეშმარიტი მნიშვნელობის დადგენა, რაც არ-რაზის ქიმიურ ნაშრომთა მონაცემების გამოყენებით განხორციელდა. აღმოჩნდა, რომ ქართულ ენაზე თარგმნილი „წიგნი სააქიმოდ“, როგორც აღმოსავლური სამედიცინო-ფარმაცევტული ლიტერატურის ტიპური ნიმუში, აღნიშნულ ქიმიურ ნაერთებს ქიმიურ მეთოდებთან ერთად ფართოდ იყენებს თავის რეცეპტებში. ეს გარემოება კი უდავოდ საყურადღებოა მედიცინის ისტორიის თვალსაზრისით, ვინაიდან დამაჯერებლად გვიჩვენებს აღმოსავლური მედიცინისა და ტექნოქიმიური პრაქტიკის მჭიდრო კავშირს. ამასთან დაკავშირებით გარკვეული სარგებლობის მოტანა შეუძლია განხილული ქიმიური ნაერთების ჭეშმარიტი მნიშვნელობის დადგენასაც, ვინაიდან მათი საშუალებით შესაძლებელი ხდება ნაშრომის ტექსტის სწორად წაკითხვა.

ჩატარებული კვლევის საფუძველზე შეიძლება ის დასკვნაც გამოვიტანოთ, რომ „წიგნი სააქიმოდში“ ქიმიური ნაერთების სისტემატური მოხსენებით ის შეიძლება იმ პირველწყაროდ ჩაითვალოს, რომელშიც ქიმიის ისტორიის ქართველი სპეციალისტებისთვის საყურადღებო მასალებია შემორჩენილი ძველქართული ტექნოქიმიური პრაქტიკიდან.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛІТЕРАТУРА

1. Rusca J., Al-Räzis Buch Geheimnis der Geheimnisse mit Einleitung und Erläuterungen in deutscher Übersetzung von J. Rusca. Quellen und stadien zur Geschichte der Naturwissen-schaften und der medizine, Bd.6, Berlin, 1937, p. 34-35
2. У.Н.Каримов, Неизвестные сочинения Ар-Рази ‘Книга тайна тайн’ Ташкент, 1957, с. 61-63,192, 137, 131, 132, 192, 131, 132, 142, 61, 143, 130
3. წიგნი სააქიმოდ, ტექსტი გამოსცა ლ. კოტეტიშვილმა, ტფილისი, 1936, გვ. 313, 321, 97,104, 107, 320, 303, 307, 309, 155, 301, 316, 312, 132, 109, 111
4. ზაზა ფანასკერტელ-ციციშვილი, სამკურნალო წიგნი კარაბადინი, ტ. II, ტექსტი გამოსცა პროფ. მ. შენგელიამ, თბ., 1988, გვ. 12,626

5. ზაზა ფანასკერტელი-ციციშვილი, სამკურნალო-წიგნი კარაბადინი, ტ. I, ტექსტი გამოსცა პროფ. მ.შენგელიამ, თბ. 1986, გვ. 254
1. ქანანელი, უსწორო კარაბადინი, ტექსტი გამოსცა ლ. კოტეტიშვილმა, თბ. 1940, გვ. 262,387,382.

STORED CHEMICAL COMPOSITIONS IN “THE MEDICAL BOOK”

K.Kereselidze, Sh.Samsonia, D.Tugushi, R.Chagunava

Iv. Javakhishvili Tbilisi state University

SUMMARY

The article is devoted to the chemical compounds, which are described in "The Medical Book". This article aims to the terms used in the book. At the time, when the book was released, some of the substances could not be identified. This has led to gaps in fact, that there was still not known of the famous chemist AR-Razi's works, which the author uses extensively in his book. Based on the works of above mentioned chemist, we have been accurately identified compounds mentioned in the text. Meanwhile, it should also be noted that at the beginning of XIII century in old Georgian monuments - "Incomparable Karabadini", "Healing Book-Karabadini" Zaza Panaskerteli-Tsitsishvili and "Yadigar Daudi" David (Dautkhani) are shown a high level of medical chemistry in Georgia.

СОХРАНЕННЫЕ СВЕДЕНИЯ О ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ В “КНИГЕ МЕДИЦИНСКОЙ”

К.Р.Кереселидзе, Ш.А.Самсония, Д.С.Тугуши, Р.В.Чагунава

Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена химическим соединениям, которые описаны в "Книге Медицинской" вместе с методами лечения. Эта статья посвящается уточнению химических терминов, используемых в книге. На момент выхода книги некоторые вещества не могли быть идентифицированы, так как не были широко известны работы известного химика АР-Рази, которого автор широко использует. На основе работ известного химика были достаточно четко определены соединения, упомянутые в тексте. Следует также отметить, что на основе исследования старых грузинских памятников – "Несравненный Карабадин", "Медицинская Книга-Карабадин" Зазы Панаскертели-Цицишвили и "Ядигар Дауд" Дэвид (Даудхан) показан высокий уровень медицинской химии в начале XIII века.



2016 წლის 21-23 სექტემბერს ურეკში, საქართველო, ჩატარდება საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „თანამედროვე კვლევები და მათი გამოყენების პერსპექტივები ქიმიაში, ქიმიურ ტექნოლოგიასა და მომიჯნავე დარგებში“, მიძღვნილი რ. აგლადის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტის 60 წლის იუბილეს

კონფერენციის პროგრამაში გათვალისწინებულია შემდეგი პლენარული მოხსენებები:

International Scientific Conference
“Modern Researches and Prospects of their Use in Chemistry, Chemical Engineering and Related Fields”
September 21-23, 2016, Ureki, Georgia
The conference is dedicated to the 60th anniversary of R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry

Following plenary lectures are included in the conference program:

21-23 сентября 2016 года в Уреки, Грузия, состоится международная научная конференция «Современные исследования и перспективы их применения в химии, химической технологии и смежных областях», посвященная 60th-летию Института неорганической химии и электрохимии им. Р. Агладзе.

В программе конференции предусмотрены следующие пленарные доклады:

- V. Beschkov**, Institute of Chemical Engineering, Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria
BIOWASTE AND HYDROGEN SULFIDE – PERSPECTIVE RENEWABLE FUELS
- V. Tsitsishvili**, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia
NEW GENERATION ZEOLITIC ADSORBERS
- K. Dossumov**, Center of Physical and Chemical Methods of Research and Analysis al-FarabyKazNU, Kazakhstan
CONVERSION OF METHANE OVER THE OXIDE CATALYSTS
- T. Agladze**, Georgian Technical University, Georgia
NOVEL TECHNOLOGY PLATFORM FOR SYNTHESIS OF MULTIFUNCTIONAL HYBRID NANOCOMPOSITES
- N. Vazilcsin**, University Politehnica Timisoara, Romania
ENHANCEMENT OF CATHODIC HYDROGEN EVOLUTION REACTION USING PROTON CARRIERS
- G. A. Tsirlina**, Moscow State University, Russia
PLATINUM FREE ELECTROCATALYSTS BASED ON MANGANESE OXIDES FOR ELECTROCHEMICAL DEVICES
- S. A. Kirillov**, Joint Department of Electrochemical Energy Systems, Ukraine
HIGH-RATE LITHIUM-ION BATTERIES: RECENT ADVANCES
- T. Marsagishvili**, R. Agladze Institute of Inorganic chemistry and Electrochemistry, Georgia
SOME ASPECTS OF MODELING OF PHOTOCATALYSIS PROCESS

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 (Sylfaen ან LitNusx ქართული Times New Roman და ინგლისური და რუსული ტექსტებისათვის), Microsoft Word ფაილის (*.doc ან *.docx) 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 საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ანგარიშზე “ლიბერთი” ბანკში № GE80LB0121115150495000, საიდენტიფიკაციო კოდი 203851536.

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 (font Times New Roman for English and Russian, Sylfaen for Georgian) of articles in a form of Microsoft Word files (*.doc or *.docx), figures and pictures – as monochrome 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.

Agreed with the Editorial Board publishing expenses are to be paid at the Liberty Bank on the account of the Georgian National Academy of Sciences No GE80LB0121115150495000, identification code 203851536.

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 (фонт Times New Roman для русского и английского, Sylfaen или LitNusx для грузинского языков) в виде файлов Microsoft Word (*.doc или *.docx), а рисунки, чертежи и фотоснимки – в виде черно-белых графических (*.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.

Оплата расходов по публикации производится перечислением согласованной с коллегией суммы на счёт Национальной Академии наук Грузии в банке «Либерти» № GE80LB0121115150495000, идентификационный код 203851536.