

ISSN 1512-0325

საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაციის ჟურნალი
JOURNAL OF THE GEORGIAN CERAMISTS' ASSOCIATION



kerami ka **CERAMICS**

სამეცნიერო-ტექნიკური და საარმოო ილუსტრაციები,
რეგისტრაციები, რეფერირებადი ჟურნალი

Vol. 18. 2(36).2016

სარედაქციო კოლეგია:

ი. ბერძენიშვილი, მ. ბიბილაშვილი, გ. გაფრინდაშვილი (მთ. რედ. მოადგილე), ლ. გვასალია, ა. გრიგოლიშვილი, ელ. ელიზბარაშვილი, დ. ერისთავი, ლ. თოფურია, რ. თურმანიძე, მ. კეკელიძე, ზ. კოვზირიძე (მთ. რედაქტორი), ნ. კუციავა, მ. მაისურაძე, რ. მამალაძე (მთ. რედ. მოად.), ზ. მესტირიშვილი, მ. მუჯირი, ნ. ნიჟარაძე (პასუხისმგებელი მდივანი), დ. ნოზაძე, მ. ოქროსაშვილი, ა. სარუხანიშვილი (მთ. რედ. მოად.), გ. ტაბატაძე, რ. ქაცარავა, ე. შაფაქიძე, ჯ. შენგელია, რ. ხუროძე, თ. ჭეიშვილი, დ. ჯინჭარაძე

EDITORIAL BOARD:

I. Berdzenishvili, M. Bibilashvili, T. Cheishvili, E. Elizbarashvili, D. Eristavi, G. Gaprindashvili (vice-editor-in-chief), A. Grigolishvili, L. Gvasalia, D. Jincharadze, R. Katsarava, M. Kekelidze, R. Khurodze, Z. Kovziridze (editor-in-chief), N. Kuciava, M. Maisuradze, R. Mamaladze (vice-editor-in-chief), Z. Mestvirishvili, M. Mujiri, N. Nizharadze (executive secretary), D. Nozadze, M. Okrosashvili, A. Sarukhanishvili (vice-editor-in-chief), E. Shapakidze, J. Shengelia, G. Tabatadze, L. Topuria, R. Turmanidze

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. Бердзенишвили, М. Бибилашвили, Г. Гаприндашвили (заместитель главного редактора), Л. Гвасалиа, А. Григолишвили, Д. Джинчарадзе, Р. Кацарава, М. Кекелидзе, З. Ковзиридзе (главный редактор), Н. Куцава, М. Маисурадзе, Р. Мамаладзе (заместитель главного редактора), З. Мествиришвили, М. Муджири, Н. Нижарадзе (ответственный секретарь), Д. Нозадзе, М. Окросашвили, А. Саруханишвили (заместитель главного редактора), Г. Табатадзе, Л. Топуриа, Р. Турманидзе, Е. Шапакидзе, Дж. Шенгелия, Р. Хуродзе, Т. Чеишвили, Э. Элизбарашвили, Д. Эристави

შურნალში „კერამიკა“
გამოქვეყნებული სტატიების
პირითადი თემატიკა

ყველა სახის მიწის,
კერამიკის, კერამიკული და
პოლიმერული კომპოზიტების,
ფეხბურთის მასალების,
ჭიმვის და მიწისძვრის,
სხვადასხვა,
მიწისძვრის ბაზის,
მჭიდვ მასალების, ცემენტის და სხვა
არარეზინული,
ქვედაფენის,
ახალი და ტრადიციული მასალის
სფეროში
ჩატარებული სამეცნიერო კვლევები,
მათი მიღების ტექნიკა და
ტექნოლოგია, ნანოტექნოლოგია და
ნანოქიმიკა
პოლიმერული ბიომასალები
ბიომედიცინა
ორგანულ ნივთიერებათა
ტექნოლოგია
მეტალურგია
მასალათმცოდნეობა
კომპოზიციური მასალები და
ლანთანოიდები
არარეზინული და ორგანული
სინთეზი
ნანომასალებისა და კომპოზიტების
მიღების ელექტროქიმიური
ტექნოლოგიები
თერმოქიმიკა, პინეტიკა და
კატალიზი

შურნალში აგრეთვე
შესაძლებელია განთავსდეს
სტატიები შემდეგ საკითხებზე:

- ✓ ახალი ტექნიკა, მონაცემების
სანარმოთა და წარმოების ტექნიკური
გადაიარაღება.
- ✓ სანედლეულო ბაზის განვითარება,
ნედლეულის რაციონალური
გამოყენება, მათ შორის ადგილობრივი
წარმოების წარჩენების.
- ✓ რესურს- და ენერგოდამზოგველი
ტექნოლოგიები. გარემოს დაცვა.
- ✓ სანარმოთა სამეურნეო მოღვაწეობა
საბაზრო პირობებში, ეკონომიკა,
მარკეტინგი.
- ✓ საქარხნო გამოცდილება.
- ✓ ინფორმაცია, რეკლამა.

გამოქვეყნების სფეროები

- ენერგეტიკა
- მშენებლობა
- სახალხო მოხმარების საგნები
- ქიმია და ქიმიური ტექნოლოგია
- მასალათმცოდნეობა
- მეტალურგია
- ელექტრონიკა და ელექტროტექნიკა
- მედიცინა
- ოპტიკა
- სხვა სფეროები
- გარემოს დაცვა

[http:// www.ceramics.gtu.ge](http://www.ceramics.gtu.ge)

სკოლის მოსწავლეები სილიკატების ტექნოლოგიის მიმართულებაზე

ა.წ. მე-4 კვარტალში გაფორმდა ხელშეკრულება, ერთი მხრივ, სსიპ საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის სოფელ მანავის საჯარო სკოლასა (წარმომადგენელი სკოლის დირექტორი ლეილა ყორღანაშვილი) და, მეორე მხრივ, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის სილიკატების ტექნოლოგიის მიმართულებას (პროფ. გ. გაფრინდაშვილი) შორის.

ხელშეკრულების საგანია საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს „ზოგადი განათლების ხელშეწყობის პროგრამების“ „სასკოლო ინიციატივების წახალისების ქვეპროგრამის“ ფარგლებში აღნიშნული სკოლის პროექტი: „კერამიკული ნაკეთობების (ქვევრები) და სამშენებლო აგურის დასამზადებლად საჭირო თიხის მასალების კვლევა“ და ლექცია-სემინარების ჩატარება მოსწავლეთა ჯგუფისათვის (CPV:80430000).

მოსწავლეთა ჯგუფის მიერ მოპოვებულ იქნა თიხის სინჯები მანავსა და ანთოკში, სადაც ოდითგანვე მოიპოვებდნენ თიხებს და მეთუნეობის უძველეს დარგს მისდევდნენ. ამჟამად ეს ყველაფერი მოშლილია და საგარეჯოში მხოლოდ ერთი აგურის ქარხანა მუშაობს, ისიც მხოლოდ შეკვეთების შემთხვევაში. 2013 წელს იუნესკოს მიერ კერამიკულ ქვევრს და ქვევრის ღვინოს კაცობრიობის არამატერიალური კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლის სტატუსი აქვს მინიჭებული. სოფლის მცხოვრებთა გადმოცემით, მანავსა და ანთოკში მოპოვებული თიხებით, მეთუნის ოსტატობით და ცოდნით მზადდებოდა ქვევრები, რომლებშიც უმაღლესი ხარისხის გამორჩეული ღვინის დაყენება იყო შესაძლებელი. ეხლა ეს დარგი და მეთუნის ოსტატობაც დავიწყებულია.

სილიკატების ტექნოლოგიის მიმართულებაზე ჩვენი კონსულტაციით და მეთვალყურეობით მოსწავლეებმა ჩაატარეს მოპოვებული თიხების სრული ტექნოლოგიური გამოკვლევა.

კვლევის შედეგები და დასკვნები, ასევე 2015–2016 წწ. გამოცემული ჩვენი მონოგრაფიები გადაეცით საჯარო სკოლის მოსწავლეებს.

ჩატარდა სამი ლექცია:

- კახეთის რეგიონის თიხების გამოყენების პერსპექტივები სხვადასხვა დარგში;
- კერამიკა XXI საუკუნეში;
- მხატვრული მინანქრის წარმოების ჩვენი მეთოდები.

სილიკატების ტექნოლოგიის
მიმართულების პროფესორი
გურამ გაფრინდაშვილი

p.s. რამდენიმე საჯარო სკოლა გეთხოვს ანალოგიური ხელშეკრულების გაფორმებას.



პროფესორი გურამ გაფრინდაშვილი და სოფელ მანაგის საჯარო სკოლის ქიმის
მასწავლებელი მაია დიდებულიძე მოსწავლეებთან ერთად

შაპ 615.838.7:551.352.4

საქართველოს სამკურნალო "მშრალი" ტალახებიდან ორგანული ნივთიერებების ბამოსაყოფად ოპტიმალური მეთოდის შემუშავება

ნ. ბოკუჩავა, ნ. დევედარიანი, ლ. ებანოიძე, დ. ჯინჭარაძე

ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69

E-mail: d.jincharadze@gtu.ge

რეზიუმე: მიზანი. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა იმის დადგენა, თუ რომელი ექსტრაგენტის ან ექსტრაგენტების კომბინაციის გამოყენებით არის შესაძლებელი საქართველოს "მშრალი" ტალახებიდან ორგანულ ნივთიერებათა მაქსიმალური გამოყოფა. **მეთოდი.** სოქსლეტის ექსტრაქტორის მეშვეობით ჩატარდა ექსპერიმენტების სერია ორგანულ ნივთიერებათა ექსტრაქციის მიზნით. ექსტრაქციის ხარისხი შეფასდა ექსტრაქტების ამოშრობის და შემდგომი გრავიმეტრიული ანალიზის საფუძველზე. **შედეგები.** დაგეგმილმა და შესრულებულმა სისტემატურმა კვლევამ გამოავლინა ექსტრაგენტთა ოპტიმალური კომბინაცია, რომელთა გამოყენების შედეგად ექსტრაქციის ხარისხი მაღალი იყო. **დასკვნა.** პელოიდების შედგენილობაში არსებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების (ბან), ჰუმინური ნივთიერებების, უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავების ექსტრაგირების მიზნით ოპტიმალურია ექსტრაგენტებად აცეტონისა და ქლოროფორმის თანამიმდევრული გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი თიხა; ტალახი; პელოიდი; ვულკანური; ლამოვანი; ექსტრაქცია; გრავიმეტრია.

1. შესავალი

ბოლო წლები გამოირჩევა ნატურალური ტალახების (პელოიდების) სამკურნალო დანიშნულებით გამოყენების გაზრდილი ინტერესით, რაც აიხსნება, ერთი მხრივ, საზოგადოების მკვეთრი შემობრუნებით ეკოლოგიურად სუფთა, ბუნებრივი წარმოშობის პროდუქტებისადმი და, მეორე მხრივ, სამკურნალო ტალახების მინერალურ-ორგანული შედგენილობის უნიკალური

თანაფარდობით, რაც მათ ძვირად ღირებული მედიკამენტების ალტერნატივად ხდის.

2. ძირითადი ნაწილი

საქართველოში დღეისათვის სამკურნალო-პროფილაქტიკური მიზნით გამოიყენება ახტალის ვულკანური და კუმისის ტბის ლამოვანი პელოიდები. მათი ქიმიური შედგენილობის და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების დეტალური შესწავლა ხდება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეცნიერთა ჯგუფის მიერ [1,5]. კვლევისას გამოიყენებოდა ჩატარდა როგორც ნატურალურ ("სველ"), ასევე ბუნებრივად და ხელოვნურად გამშრალ ("მშრალ") ტალახებზე.

ჩატარებული კვლევის მიზანი იყო დადგენა, ინარჩუნებს თუ არა "მშრალი" ტალახი იმ მინერალურ-ორგანულ შედგენილობას და ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს, რომელიც "სველი" პელოიდების შემთხვევაში განაპირობებს მათ სამკურნალო-პროფილაქტიკურ თვისებებს [2,3,4]. მოცემულ კვლევაში აქცენტი გაკეთდა "მშრალ" ტალახებში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების (ბან), ჰუმინური ნივთიერებების, უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობის დადგენაზე.

დასახული მიზნის მისაღწევად დაიგეგმა კვლევის სამი ეტაპი:

1. "მშრალი" ტალახიდან ზემოსხენებულ ნივთიერებათა სრული ექსტრაგირება და ამისათვის ოპტიმალური ექსტრაგენტის (ექსტრაგენტების კომბინაციის) შერჩევა;

2. ექსტრაქტის რაოდენობითი ანალიზი გრავიმეტრიული (მშრალი ნაშთის ჯამური წილის დადგენა), ლუმინესცენციური და სპექტროფოტომეტრიული (ცალკეულ კომპონენტთა წილის დადგენა) მეთოდებით.

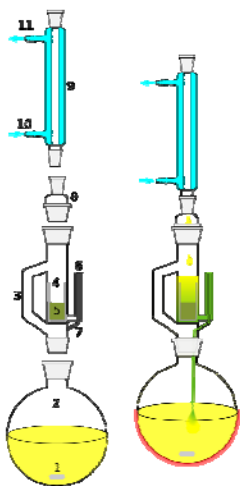
3. "სველი" ტალახების გამოშრობის შედეგად დარჩენილ აქტიურ ნივთიერებათა კონცენტრაციის და, შესაბამისად, მათი სამკურნალო-პროფილაქტიკური პოტენციალის შენარჩუნების შესახებ დასკვნის გამოტანა [5].

პირველ ეტაპზე ჩატარდა ექსპერიმენტების რამდენიმე სერია, რათა საკვლევი ობიექტის მიმართ დადგენილიყო ოპტიმალური ექსტრაგენტი (ექსტრაგენტების კომბინაცია), რომელიც უზრუნველყოფდა "მშრალი" პელიდებიდან ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების (ბან), ჰუმინური ნივთიერებების, უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავების მაქსიმალურ დესორბციას შემდგომი რაოდენობითი ანალიზის ჩასატარებლად [2,4].

კვლევის ფარგლებში ექსტრაგენტებად შე-

ირჩა პენტანი (1), მეთილენქლორიდი (2), დიმეთილსულფოქსიდი (3), ქლოროფორმი (4), აცეტონი (5), წყალი (6), ეთანოლი (7) როგორც ინდივიდუალურად, ასევე მათი კომბინაციები ორი ან სამი თანამიმდევრული ექსტრაგირების შემთხვევაში [1,6].

კვლევის სიზუსტის უზრუნველსაყოფად და აქროლადი ორგანული ნივთიერებების დანაკარგის მინიმიზაციის მიზნით ექსტრაქციის ექსპერიმენტების ჩასატარებლად გადაწყდა სოქსლეტის უნიფიცირებული ექსტრაქტორის გამოყენება (ნახ.). ექსტრაგირების დასაჩქარებლად სოქსლეტის ექსტრაქტორი მოათავსეთ მაგნიტურ სარეზუხე. ექსტრაქცია მიმდინარეობდა 20°C ტემპერატურაზე [2,4].



სოქსლეტის ექსტრაქტორი

ექსტრაქცია აღნიშნული მეთოდით სამ სერიად ჩატარდა, სულ 63 ექსპერიმენტი:

1. მხოლოდ ერთი, კონკრეტული ექსტრაგენტით (სულ 7 ექსპერიმენტი);
2. ყველა შესაძლო კომბინაცია ორი კონკრეტული ექსტრაგენტის თანამიმდევრული გამოყენებით (სულ 21 ექსპერიმენტი);
3. ყველა შესაძლო კომბინაცია სამი კონკრეტული ექსტრაგენტის თანამიმდევრული გამოყენებით (სულ 35 ექსპერიმენტი).

თითოეული ექსპერიმენტი სამჯერ ჩატარდა, მიღებული ექსტრაქტები ერთმანეთს ერეოდა და ხდებოდა მათი გრავიმეტრიული ანალიზი.

პირველი და მეორე სერიების შედეგად მიღებული ექსტრაქტების გრავიმეტრიული მეთოდით ანალიზის შემდეგ ამ ორ სერიას შორის დაფიქსირდა მშრალი ნაშთის ჯამური წილის მნიშვნელოვანი (24–69%) განსხვავება. ამიტომ, გადაწყდა ექსპერიმენტთა მე-3 სერიის ჩატარება, სამი კონკრეტული ექსტრაგენტის თანამიმდევრული გამოყენებით. მე-2 და მე-3 სერიებს შორის მონაცემთა

სსგაობამ საშუალოდ 1,34% შეადგინა, შესაბამისად თანამიმდევრულად გამოყენებული ექსტრაგენტების რაოდენობის შემდგომი გაზრდა აღარ ჩაითვალა მიზანშეწონილად.

შემდგომი რაოდენობითი ანალიზისთვის შენახულ იქნა ექსპერიმენტთა მე-2 სერიის 21 ნიმუში.

ექსტრაქციის ექსპერიმენტის აღწერა

მაგნიტურ სარევეზე დამონტაჟებულ სამიდიენტურ სოქსლეთის ექსტრაქტორის 50,0 მლ მოცულობის მილესილთავიან კოლბებში მოათავსეს თითო მაგნიტური მიკროწკირი, თითო კოლბაში – პელოიდის 1გ წონაკი, 20,0 მლ ექსტრაგენტი, სარევეები ჩართეს მინიმალურ სიჩქარეზე და ექსტრაქცია განახორციელეს 30 წუთის განმავლობაში. სარევეები გამორთეს, დააყოვნეს 10 წუთი, რათა მოხდეს შეწონილი ნაწილაკების დაღეკვა, ექსტრაქტები გადაიტანეს წინასწარ მონიშნულ 750,0–1000,0 მლ ტევადობის ჭურჭელში. სამივე კოლბაში, სადაც პელოიდის ნიმუში იყო დარჩენილი, თავიდან ჩაასხეს 20–20 მლ იგივე ექსტრაგენტი და ზემოაღწერილი ციკლი გაიმეორეს. ვულკანური ტალახებიდან ექსტრაქციის შემთხვევაში ოპტიმალურია ციკლის 5-ჯერ გამეორება, ხოლო ლამოვანის შემთხვევაში საკმარისია 3-ჯერ. პირველი ექსტრაგენტით აღნიშნული პროცედურის დასრულების შემდეგ სამივე კოლბაში ჩაასხეს მეორე ექსტრაგენტის 20–20 მლ და ანალოგიურად გაგრძელდეს ექსტრაქციის პროცესი. მეორე ექსტრაგენტის შემთხვევაშიც ციკლების რაოდენობა იგივეა, რაც პირველის შემთხვევაში [1,6-11].

გრავიმეტრიული ანალიზის ექსპერიმენტის აღწერა

ექსტრაგენტთა კონკრეტული კომბინაციის გამოყენებით სამივე პარალელური ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული ექსტრაქტი მოათავსეს წინასწარ აწონილ ($X_1, \text{გ}$) მინის ჯამში და მოახდინეს ექსტრაგენტების აორთქლება 20°C ტემპურატურაზე. პროცესის დასაჩქარებლად შესაძლებელია ოთახის ტემპერატურის აირის ჭავლის გამოყენება [3]. ექსტრაგენტების სრული აორთქლების და მინის ჯამის მუდმივი წონის ($X_2, \text{გ}$)

მიღწევის შემდეგ გამოთვალეს ექსტრაგირებული მშრალი ნაშთის ჯამური წილი (გ): $X = X_2 - X_1$.

აღსანიშნავია, რომ კვლევის ამ ეტაპზე ცალკეული კომპონენტების რაოდენობითი ანალიზი არ ჩატარებულა, რადგან კონკრეტული ეტაპის დანიშნულება ექსტრაგენტების ოპტიმალური კომბინაციის გამოვლენა იყო.

3. დასკვნა

ჩატარებული ექსტრაქციის ექსპერიმენტებმა და შემდგომ მათი გრავიმეტრიული ანალიზის შედეგებმა გამოავლინა ექსტრაგენტების კომბინაცია, რომლის გამოყენების შედეგად განხორციელდა პელოიდებიდან ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების (ბან), ჰუმინური ნივთიერებების, უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავების ექსტრაქციის მაღალი ხარისხი. კერძოდ, ექსტრაქციისთვის ოპტიმალური აღმოჩნდა აცეტონ-ქლოროფორმის კომბინაციის გამოყენება.

ლიტერატურა

1. Бокучава Н.В. Лечебные грязи Грузии. ГТУ, Тбилиси, 2009.- 150 с.
2. Страдомская А.Г., Павленко Л.Ф. Методика систематического группового определения нефтепродуктов в природных водах.- В кн.: Методы анализа объектов окружающей среды. М.: Наука, 1983, с. 182-183.
3. Бокучава Н.В., Эбаноидзе Л.О., Джинчарадзе Д.Г. Изучение возможности применения “сухой” сопочной грязи для лечебно-профилактических целей // საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, ტ. 9, №4, 2009, გვ. 336-338.
4. Коренман Я.М. Экстракция в анализе органических веществ. М.: Химия, 1977.- 200 с.
5. ნ. ბოკუჩავა, ლ. ებანოიძე. ”მშრალი” სამკურნალო ტალახის (პელოიდი) ორგანულ ნივთიერებათა ქიმიური შედგენილობა // საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი ”ინტელექტუალი”, №17, 2011, გვ. 107-111.
6. Бахман В.И., Овсянникова К.А., Водковская А.Д. Методика анализа лечебных грязей (пелоидов). М.: Наука, 1965, с. 5-107.
7. Бокучава Н.В., Страдомская А.Г. Групповой и компонентный состав органических веществ сопочных и иловых пелоидов Грузии // Тезисы докладов

- совещания по проблеме “Гидрогеологические аспекты формирования и охраны минеральных вод Украины”. Киев, 1986.
8. Казьмин В.Д. Лечение глиной, песком, гязями. Ростов-на-Дону: Феникс, 2005, с. 106-208.
9. <https://en.wikipedia.org/wiki/Mud>
10. https://ru.wikipedia.org/wiki/Лечебные_гязи
11. Корзунова А. Целебная глина и лечебные гязи. М.: Эксмо, 2004, с. 3-63.
-

UDC 615.838.7:551.352.4

DEVELOPMENT OF OPTIMAL METHOD FOR EXTRACTION OF ORGANIC SUBSTANCES FROM MEDICINAL "DRY" CLAYS OF GEORGIA

N. Bokuchava, N. Devdariani, L. Ebanoidze, D. Jincharadze

Resume: Goal. To determine which extractants, or their combination are optimal for extraction of organic compounds from “dry” peloids of Georgia. **Method.** For extraction of organic compounds was used Soxhlet extractor. To determine and compare extraction rate gravimetric method of analysis was used. **Results.** Scheduled and performed systematic research reveals optimal combination of extractants, by which maximal rate of extraction was reached. **Conclusion.** Sequential use of acetone and chloroform for extraction of biologically active substances (BAS), humic substances (HS), long-chain fatty acids (LCFA) from peloids is giving optimal results.

Key words: natural clay; dirt; peloids; volcanic; oozy; gravimetric; extraction.

УДК 615.838.7:551.352.4

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ЭКСТРАКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ “СУХИХ” ЛЕЧЕБНЫХ ГЯЗЕЙ ГРУЗИИ

Бокучава Н.В., Девдариани Н.Г., Эбаноидзе Л.О., Джинчарадзе Д.Г.

Резюме: Цель: выявление экстрагентов или их комбинации для максимального выделения органических веществ из “сухих” гязей Грузии. **Методы:** экстрактор Сокслета был использован при проведении серии экспериментов для выделения органических веществ. Оценка качества осуществлялась на основе гравиметрического метода анализа сухого остатка после выпаривания экстрагента. **Результаты:** запланированное и проведенное систематическое исследование выявило оптимальную комбинацию экстрагентов, при использовании которых степень экстракции была максимальна. **Заключение:** последовательное использование ацетона и хлороформа является оптимальным для экстракции биологически активных веществ, гуминовых веществ, высших жирных кислот из пелоидов.

Ключевые слова: природная глина; гязь; пелоид; вулканическая; илистая; экстракция; гравиметрия.

შპს 666.2

შედგენილობის გავლენა ბორატული ფუძის სპილენძისა და მანგანუმის ოქსიდების შემცველი მინამასალების ელექტროტვისებებზე

თ. ჭეიშვილი, ნ. ჩიჯავაძე

ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69

E-mail: t. cheishvili@gtu.ge

რეზიუმე: მიზანი. სტაბილური ელექტრომახასიათებლის მქონე მასალების მისაღებად შესწავლილ იქნა ორი d ელემენტის ოქსიდის შემცველი მინამასალები მაღალტემპერატურული საზომი უჯრედისა და ტერაომეტრების გამოყენებით. **მეთოდი.** $\text{Cu}_2\text{O}-\text{MnO}-\text{B}_2\text{O}_3$ და $\text{CuO}-\text{MnO}-\text{B}_2\text{O}_3$ სისტემებში განისაზღვრა 1100°C -ზე სინთეზით მიღებული მინამასალების ელექტროტექნიკური მახასიათებლები. **შედეგი.** დადგინდა, რომ 50 და 40 მოლ. % მინის წარმოქმნელის (B_2O_3) შემცველობისას, ისეთი ელექტროტექნიკური მახასიათებლების, როგორცაა მოცულობითი კუთრი ელექტროწინაღობის (Igr_v), ელექტროგამტარობის აქტივაციის ენერჯისა (ΔE_a) და წინაღობის ტემპერატურული კოეფიციენტის ($\Delta\alpha_T$) მნიშვნელობები, დამოკიდებულია მინამასალაში წარმოდგენილი სპილენძის იონის სახესა და კონცენტრაციაზე. **დასკვნა.** მანგანუმის ოქსიდის ჩანაცვლება სპილენძის ოქსიდით განსაზღვრავს Igr_v , ΔE_a და $\Delta\alpha_T$ -ს სიდიდეთა კლებას, მაგრამ ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში მათი სტაბილურობა მიიღწევა Cu_2O -ს შემცველ მინამასალებში, როდესაც $\text{Cu}_2\text{O}/\text{MnO}$ ფარდობა 1,5-ზე მეტია.

საკვანძო სიტყვები: მინამასალა; სპილენძის ოქსიდები; მანგანუმის ოქსიდი; ბორის ანიდრიდი; ელექტროწინაღობა; აქტივაციის ენერჯია; წინაღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი.

1. შესავალი

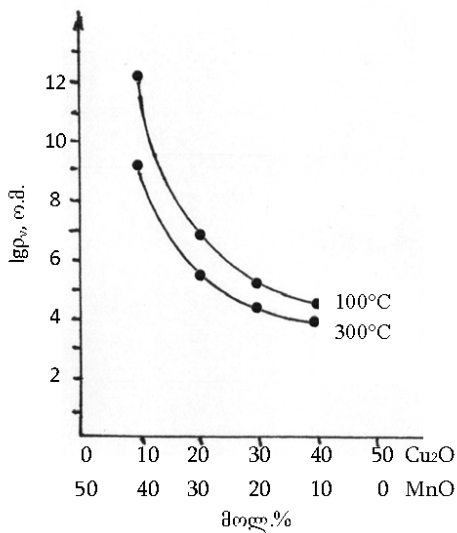
ელექტროტექნიკური დანიშნულების მასალების მრავალი სახეობიდან [1,2] მიღების ტექნო-

ლოგიათა მრავალფეროვნებით და სიმარტივით გამოირჩევა ამორფული ბუნების მასალები, მათ შორის მინამასალები [3,4]. ელექტროტექნიკური დანიშნულების მინამასალებიდან განსაკუთრებული ადგილი უკავია ტუტეარშემცველ შედგენილობებს, რომლებიც ნაკლებად ავლენს მიდრეკილებას არასასურველი პოლარიზაციისადმი, მაგრამ, როდესაც საკითხი ეხება სპეციფიკური თვისებების მატარებელი (მაგ., ნახევარგამტარული) მინამასალების მიღებას, ხშირად მიმართავენ პოლივალენტური ელემენტების შემცველი ნაერთების მიზნობრივ შეყვანას მინამასალებში [5]. ასეთ მასალათა შორის შეიძლება გამოიყოს სპილენძისა და მანგანუმის ოქსიდების შემცველი კომპოზიტები, რომელთა სილიკატური და ბორატული ფუძის კომპოზიციებში შეყვანით გამოიკეთა მათი ელექტრომახასიათებლების თავისებურება [6,7]. სპილენძისა და მანგანუმის ოქსიდების შემცველი ბორატული მინების შესწავლა ჩვენ მიერ მიზნობრივად ჩატარებულ კვლევებშიც განხორციელდა. კერძოდ, $\text{Cu}_2\text{O}(\text{CuO})-\text{MnO}-\text{B}_2\text{O}_3$ კომპოზიციებში შესწავლილ იქნა მინის წარმოქმნა და გარკვეული შედგენილობისათვის „წინაღობა-ტემპერატურა“ მახასიათებელი მრუდების მოხსნა, საიდანაც გამოიკვეთა დაბალი აქტივაციის ენერჯისა და წინაღობის ტემპერატურული კოეფიციენტის მქონე მინამასალების მიღების შესაძლებლობა [8,9]. აღნიშნულიდან გამომდინარე, შესწავლილ იქნა $\text{Cu}_2\text{O}-\text{MnO}-\text{B}_2\text{O}_3$ და $\text{CuO}-\text{MnO}-\text{B}_2\text{O}_3$ სისტემებში სინთეზირებული მინამასალების ელექტრომახასიათებლებზე მათი ქიმიური შედგენილობის გავლენა და ამავედროულად ოპტიმალური ელექტრომახასიათებლების მქონე მინამასალების შედგენილობათა პროგნოზირება.

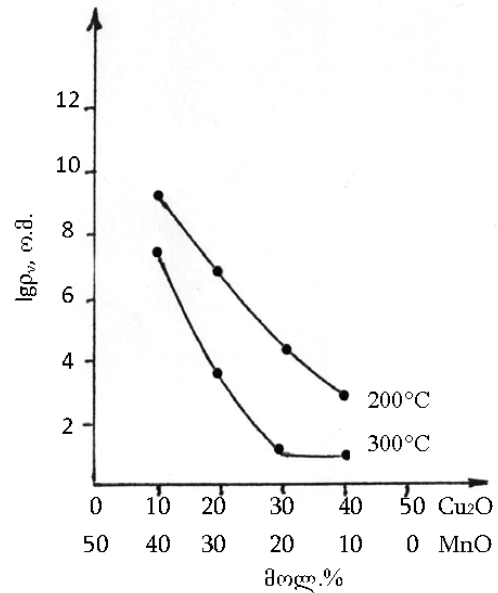
2. ძირითადი ნაწილი

საკვლევ ობიექტად შეირჩა $\text{Cu}_2\text{O}(\text{CuO})\text{-MnO-B}_2\text{O}_3$ სისტემების ის სერიები, რომლებშიც წარმოდგენილი კომპოზიციები მინის წარმოქმნისადმი მიდრეკილებას ავლენს და შედგენილობასთან მიმართებაში სასურველი ელექტრომახასიათებლების მქონე მინამასალების მიღების შესაძლებლობის წინაპირობას ქმნის. საწყის ეტაპზე შედარებითი კვლევა განხორციელდა 1100°C -ზე სინთეზირებულ შემდეგ ორ სერიაში წარმოდგენილ შედგენილობათა მიმართებაში: $(50-x)\text{MnO}\cdot x\text{Cu}_2\text{O}\cdot 50\text{B}_2\text{O}_3$ და $(50-x)\text{MnO}\cdot x\text{CuO}\cdot 50\text{B}_2\text{O}_3$, რომლებშიც კლასიკური მინის წარმოქმნელის – B_2O_3 -ს რაოდენობა უცვლელია ($\% \text{B}_2\text{O}_3$ 50 მოლ.%),

მაგრამ ხდება $\text{Cu}_2\text{O}\rightleftharpoons\text{MnO}$ და $\text{CuO}\rightleftharpoons\text{MnO}$ ურთიერთანაცვლება 0–50 მოლ.% საზღვრებში. ორივე სერიის საცდელ ნიმუშთა ელექტროწინალობა განისაზღვრა ფართო ტემპერატურული ინტერვალისათვის ($20\text{--}300^\circ\text{C}$), მაგრამ შედარებითი ანალიზი განხორციელდა 100 , 200 და 300°C -ზე აღებული ანათვლების გამოყენებით, რადგან ზოგიერთი შედგენილობის ელექტროწინალობა 20°C -ზე აღემატებოდა ელექტროწინალობის საზომი ხელსაწყოს (ტერაომეტრები: E6-3 და E6-13) შესაძლებლობებს. ორივე საკვლევი სერიის მინამასალების ელექტროწინალობათა ცვლა შედგენილობასთან მიმართებაში წარმოდგენილია 1-ელ და მე-2 ნახაზებზე Cu_2O და CuO -ს შემცველი სისტემისათვის.



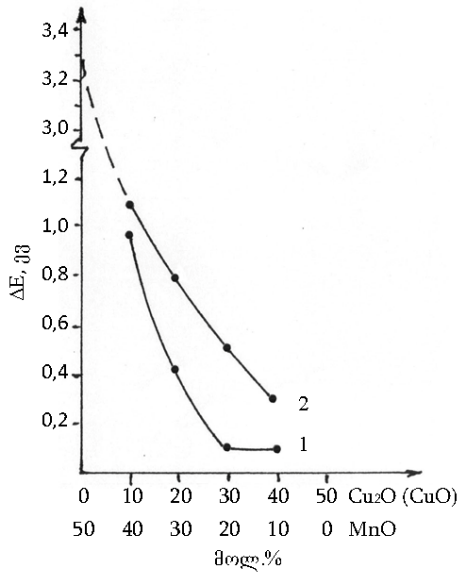
ნახ. 1. შედგენილობის გავლენა $(50-x)\text{MnO}\cdot x\text{Cu}_2\text{O}\cdot 50\text{B}_2\text{O}_3$ სერიის მინამასალების ელექტროწინალობაზე



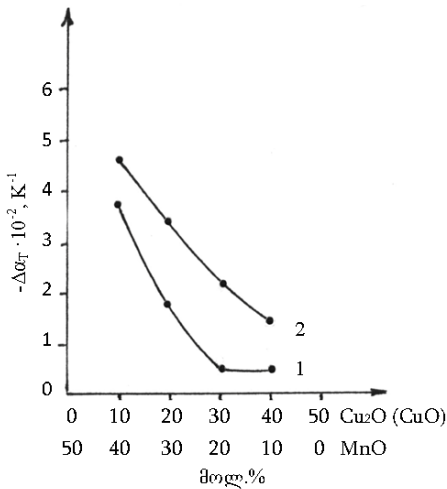
ნახ. 2. შედგენილობის გავლენა $(50-x)\text{MnO}\cdot x\text{CuO}\cdot 50\text{B}_2\text{O}_3$ სერიის მინამასალების ელექტროწინალობაზე

ორივე სერიის მინამასალებისათვის ფიქსირდება მსგავსი ტენდენციები – MnO -ს ჩანაცვლება სპილენძის ოქსიდებით ამცირებს მინამასალების ელექტროწინალობათა სიდიდეებს, მაგრამ არსებობს თავისებურება, რომელიც იკვეთება „ $\lg \rho_v$ – შედგენილობა“ მრუდების სახით და მათი მდგომარეობით კოორდინატთა სიბრტყეზე. სპილენძის (I) ოქსიდის შემცველი მინამასალებისათვის, როდესაც MnO -ს ჩანაცვლება Cu_2O , დამახასიათებელია წინალობათა მკვეთრი კლება და ამ შემთხვევაში Cu_2O -ს კონცენტრაციითა ზრდას-

თან ერთად $\lg \rho_v$ -ს სიდიდეები მონოტონურად იკლებს (ნახ. 1). სხვა სურათი გვაქვს $\text{CuO}\rightleftharpoons\text{MnO}$ ჩანაცვლების შემთხვევაში, როდესაც CuO -ს კონცენტრაციის ზრდას თან ახლავს $\lg \rho_v$ -ს სიდიდეთა შემცირება, მაგრამ პარამეტრების ურთიერთდამოკიდებულება სწორხაზოვანია (ნახ. 2). ამავდროს, Cu_2O -ს შემცველი მინამასალები უფრო დაბალ ელექტროწინალობას ავლენს, ვიდრე იდენტური შედგენილობის ის მინამასალები, რომლებშიც სპილენძი CuO -ს სახითაა წარმოდგენილი.



ნახ. 3. $\text{Cu}_2\text{O}(\text{CuO})\text{-MnO-B}_2\text{O}_3$ სისტემების მინამასალების შედგენილობის გავლენა ელექტროგამტარობის აქტივაციის ენერჯიაზე
შენიშვნა: 1 – Cu_2O ; 2 – CuO



ნახ. 4. $\text{Cu}_2\text{O}(\text{CuO})\text{-MnO-B}_2\text{O}_3$ სისტემების მინამასალების შედგენილობის გავლენა წინააღობის ტემპერატურულ კოეფიციენტზე
შენიშვნა: 1 – Cu_2O ; 2 – CuO

„ელექტროწინააღობა-შედგენილობა“ დამოკიდებულია შესწავლით მიღებულ შედეგებთან მსგავსება იკვეთება ისეთ ორ ელექტრომასხაითაა ბელთან მიმართებაში, როგორცაა ელექტროგამტარობის აქტივაციის ენერჯია (ΔE) და ელექტროწინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი ($\Delta\alpha_T$). გრაფიკული მასალა, რომელიც წარმოდგენილია მე-3-4 ნახაზებზე გვიჩვენებს, რომ მანგანუმის ოქსიდის სპილენძის ოქსიდით ჩანაცვლება მკვეთრად ამცირებს ΔE და $\Delta\alpha_T$ -ს მნიშვნელობებს, რაც ჩანაცვლების ($\text{Cu}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MnO}$; $\text{CuO} \rightleftharpoons \text{MnO}$) მთელ დიაპაზონში გამოვლინდა. აღსანიშნავია, რომ სპილენძის ოქსიდითა სახეობიდან გამომდინარე, ΔE -ს სიდიდეთა მკვეთრი სხვაობა ფიქსირდება იმ შედგენილობებში, რომლებიც 20 მოლ.%-ზე მეტ სპილენძის ოქსიდებს შეიცავს. ორივე მასხაითაა პარამეტრების დასტაბილურება შეიმჩნევა შედგენილობებისათვის, რომლებიც Cu_2O -ს შეიცავს 30-40 მოლ.% ოდენობით და $\Delta E=0,1$ ევ, ხოლო $-\Delta\alpha_T=0,5 \cdot 10^{-2} \text{ K}^{-1}$ მნიშვნელობებს აღწევს.

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე, გამოიკვეთა Cu_2O -ს შემცველი მინამასალების უპირატესობა – ისინი უფრო დაბალი ელექტროწინააღობით, აქტივაციის ენერჯიით და წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტით ხასიათდება, ვიდრე ეს CuO -ს შემცველ მასალებს ახასიათებს.

სტაბილური ელექტრომასხაითააღობების მატარებელი შედგენილობების გამოსავლენად ჩატარდა ანალიზი $\text{Cu}_2\text{O}/\text{MnO}$ ფარდობის გამოსავლენად ელექტრომასხაითააღობის შესაძლო ცვლასთან მიმართებაში, რაც წარმოდგენილია ცხრილის სახით.

$\text{Cu}_2\text{O}(\text{CuO})\text{-MnO-B}_2\text{O}_3$ სისტემის მინამასალებში $\text{Cu}_2\text{O}/\text{MnO}$ ფარდობის გავლენა ელექტრომასხაითააღობელ პარამეტრებზე

მინამასალების ინდექსი	ქიმიური შედგენილობა, მოლ.%			ფარდობა $\text{Cu}_2\text{O}/\text{MnO}$	მასხაითააღობელი პარამეტრები		
	Cu_2O	MnO	B_2O_3		$\lg\rho_v(300^\circ\text{C})$ ო.მ.	ΔE , ევ	$-\Delta\alpha_T \cdot 10^{-2}, \text{K}^{-1}$
PMB-145	10	40	50	0,25	9,1	0,86	3,7
PMB-235	20	30	50	0,66	5,1	0,43	1,8
PMB-334	30	30	40	1,0	4,9	0,11	0,5
PMB-325	30	20	50	1,5	4,8	0,11	0,5
PMB-424	40	20	40	2,0	4,6	0,11	0,5
PMB-415	40	10	50	4,0	4,5	0,11	0,5
PMB-514	50	10	40	5,0	4,4	0,11	0,5

$\text{Cu}_2\text{O}(\text{CuO})\text{-MnO-B}_2\text{O}_3$ ორი სერიის მინების შესწავლით (40 და 50 მოლ.% B_2O_3 -ს შემცველობით) გამოიკვეთა ის აუცილებელი პირობა, რომელიც უზრუნველყოფს სტაბილური ელექტროპარამეტრების მატარებელი შედგენილობების მიღებას. ცხრილში წარმოდგენილი მასალიდან, რომელიც $\lg\rho$, ΔE , $\Delta\alpha_T$ სიდიდეთა შედგენილობასთან დამოკიდებულების ანალიზის ჩატარების შესაძლებლობას იძლევა, შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ სტაბილური ელექტრომასხასიათებლებით გამოირჩევა შედგენილობები, რომლებშიც $\text{Cu}_2\text{O}/\text{MnO}$ ფარდობა 1,5-დან 5-მდე ზღვრებშია წარმოდგენილი.

3. დასკვნა

სპილენძი და მანგანუმშემცველი სამკომპონენტური ორი ოქსიდური სისტემის ($\text{Cu}_2\text{O-MnO-B}_2\text{O}_3$ და $\text{CuO-MnO-B}_2\text{O}_3$) 1100°C -ზე სინთეზით მიღებული მინამასალების ელექტროწინააღმდეგობათა ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში ($20\text{-}300^\circ\text{C}$) შესწავლით და ორი ძირითადი ელექტრომასხასიათებლის (ელექტროგამტარობის აქტივაციის ენერგია და ელექტროწინააღმდეგობის ტემპერატურული კოეფიციენტი) გამოთვლით დადგინდა:

– ელექტროწინააღმდეგობათა კლებას ძირითადად განსაზღვრავს მასალა, რომელიც შედგენილობაში შეყვანილ იქნა სპილენძის ოქსიდი და ნაკლებადაა დამოკიდებული მინის წარმოქმნის რაოდენობაზე;

– სპილენძის ოქსიდის ორივე ნაირსახეობათა შეყვანა (მანგანუმის ოქსიდის ხარჯზე) შედგენილობაში იწვევს მასალათა ელექტროგამტარობის ზრდას, მაგრამ Cu_2O -ს გამოყენების შემთხვევაში თვისების ცვლილების ეფექტი 2-ჯერ უფრო ძლიერია;

– სპილენძის (I) ოქსიდის და მანგანუმის (II) შემცველ შედგენილობაში შესაძლებელია დაბალიანი რეზისტორული მასალების მიღება, რომლებიც ხასიათდება ნახევარგამტარებისათვის დამახასიათებელი ელექტროწინააღმდეგობით ($\lg\rho_{20^\circ\text{C}}=5\div 7$ ომ), ელექტროგამტარობის აქტივაციის

ენერგიის ($\Delta E=0,11$ ევ) და წინააღმდეგობის ტემპერატურული კოეფიციენტის ($\Delta\alpha_T = -0,5\cdot 10^{-2} \text{ K}^{-1}$) დაბალი მნიშვნელობებით;

– შედგენილობათა ელექტროპარამეტრების სტაბილურობა ვლინდება სპილენძის (I) ოქსიდის შემცველ მანგანუმბორატულ კომპოზიციებში, როდესაც $\text{Cu}_2\text{O}/\text{MnO}$ ფარდობა 1,5–5,0 ზღვრებშია წარმოდგენილი.

ლიტერატურა

1. Справочник по электротехническим материалам/Под редакцией Ю.В. Корицкого, В.В. Пасынкова, Б.М. Тареева, Т. 3, Л.: Энергоиздат, 1988. – 728с.
2. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. Изд. 2-е, М.: Высш. школа, 1990. - 423с.
3. Роус Б. Стекло в электронике. М.: Радио, 1989. – 355с.
4. Химическая технология стекла и ситаллов/ Под редакцией Н.М. Павлушкина. М.: Стройиздат, 1983. -432с.
5. Аппен А.А. Химия стекла. Л.: Химия, 1974. -352с.
6. Файнберг Е.А., Пановкина В.И. Исследование электрофизических свойств марганец- и медьсодержащих стекол с электропроводящими окисленными слоями// Неорг. материалы, 1967, т. III, №11, с. 2123-2125.
7. Гаприндашвили Х.И., Мясников Н.А. К электропроводности стекол системы $\text{CdO-CuO-B}_2\text{O}_3$ // GEN, №2, 2002, с. 96-98.
8. ნ. ჩიჯავაძე, თ. ჭეიშვილი. მანგანუმის და სპილენძის ოქსიდების შემცველი ამორფულ-კრისტალური მატრიციანი მასალების შესწავლა და გამოყენების პერსპექტივები // სტუი-ს შრომები, №4(498), 2015, გვ. 50-54.
9. Чешвили Т., Чиджавадзе Н. Особенности термического расширения и электросопротивления стекломатериалов в системе $\text{Cu}_2\text{O-MnO-B}_2\text{O}_3$ // Керамика, т. 18, 1(35), 2016, с. 55-59.

UDC 666.2

EFFECT OF COMPOSITION ON ELECTRIC PROPERTIES OF GLASS MATERIALS ON BORATE BASIS WITH CONTENT OF COPPER AND MANGANESE OXIDES

Cheishvili T.Sh., Chijavadze N.G.

Resume: Goal. Glass materials containing oxides of two d-elements were studied. **Method.** Using high-temperature measuring cell and teraohmmeters with the purpose of obtaining the materials having stable electrotechnical characteristics. Electrotechnical characteristics of glass materials obtained through synthesis at 1100°C in $\text{Cu}_2\text{O-MnO-B}_2\text{O}_3$ and $\text{CuO-MnO-B}_2\text{O}_3$ systems are determined. **Rezalt.** It is established that in case of 50 and 40 molar % of glass former (B_2O_3) the values of electric indices, such as specific volume resistivity (Igr_v), energy of conductivity activation (ΔE) and temperature resistance coefficient ($\Delta\alpha_T$) are depended on the type of copper ion and its concentration in glass material. **Conclusion.** Substitution of manganese oxide by copper oxides leads to reduction of values of Igr_v , ΔE and $\Delta\alpha_T$, but their stability within wide temperature range is reached in glass materials, when $\text{Cu}_2\text{O/MnO}$ ratio is more than 1,5.

Key words: glass material, copper oxides, manganese oxide, boric anhydride, electric resistivity, activation energy, temperature resistance coefficient.

УДК 666.2

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕКЛОМАТЕРИАЛОВ НА БОРАТНОЙ ОСНОВЕ С СОДЕРЖАНИЕМ ОКСИДОВ МЕДИ И МАРГАНЦА

Чеишвили Т.Ш., Чиджавадзе Н.Г.

Резюме. Цель: получение материалов, имеющих стабильные электротехнические характеристики, с использованием высокотемпературной измерительной ячейки и тераомметров; для этого были изучены стекломатериалы, содержащие оксиды двух d-элементов. **Метод:** определены электротехнические характеристики стекломатериалов, полученных синтезом при 1100°C, в системах $\text{Cu}_2\text{O-MnO-B}_2\text{O}_3$ и $\text{CuO-MnO-B}_2\text{O}_3$. **Итог:** установлено, что при содержании 50 и 40 мол.% стеклообразователя (B_2O_3) значения таких электропоказателей, как удельное объемное сопротивление (Igr_v), энергия активации проводимости (ΔE) и температурный коэффициент сопротивления ($\Delta\alpha_T$) находятся в зависимости от вида иона меди и его концентрации в стекломатериале. **Вывод:** замещение оксида марганца на оксиды меди приводит к снижению значений Igr_v , ΔE и $\Delta\alpha_T$, но их стабильность в широком интервале температур достигается в стекломатериалах, когда соотношение $\text{Cu}_2\text{O/MnO}$ больше 1,5.

Ключевые слова: стекломатериал; оксиды меди; оксид марганца; борный ангидрид; электросопротивление, энергия активации; температурный коэффициент сопротивления.

Cu(II), Co(II) 3d მეტალბის-აცეტატური კომპლექსნაერთების სინთეზი, მათი რენტგენოფლოუორესცენციული და რენტგენოფაზური კვლევა

***რ. ჯაფარიძე; *თ. წიგწივაძე; **ნ. ფოფორაძე; *ჟ. პეტრიაშვილი; *ნ. ჩიგოვიძე; *რ. კლდიაშვილი**
ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69
*ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა კვლევის სამეცნიერო ცენტრი
**გემოლოგიისა და მინერალურ ნივთიერებათა კვლევის, დიაგნოსტიკისა და გადამუშავების რესპუბლიკური ცენტრი

E-mail: rusudan-japaridze@yahoo.com

რეზიუმე: მიზანი. Cu(II), Co(II) 3d მეტალბის აცეტატური კომპლექსნაერთების სინთეზი ფართო სპექტრის მქონე სოკოს საწინააღმდეგო, ანტიბაქტერიული თვისებების მქონე მედიკამენტ კლოტრიმაზოლთან. **მეთოდი.** ჩატარებული ექსპერიმენტისას მიღებული კომპლექსების, მათი საწყის მეტალთა აცეტატისა და კლოტრიმაზოლის ნიმუშების ქიმიური შედგენილობის დადგენის მიზნით რენტგენოფლოუორესცენციული და აქსიალურინდუქციური პლასმის მეთოდებით ჩატარდა გამოკვლევები. **შედეგი.** კვლევის პროცესში შემუშავდა ამ შედგენილობის ნიმუშების შესაბამისი მეთოდიკა და ანალიზის სისწორის შესადარებლად გამოყენებულ იქნა მიახლოებული შედგენილობის მსგავსი სტანდარტული ნიმუშები. **დასკვნა.** ჩატარებულმა სინთეზურმა სამუშაოებმა აჩვენა, რომ მეტალთა (კობალტი (II), სპილენძი(II)) შესაბამისი მარილების – აცეტატისა და კლოტრიმაზოლის ეთანოლ წყალხსნარებში, მარილის და ლიგანდის სხვადასხვა თანაფარდობის მიუხედავად, ყოველთვის წარმოიქმნება კომპლექსნაერთები, რომლებიც მეტალის ერთ იონზე კლოტრიმაზოლის ერთ მოლეკულას შეიცავს.

საკვანძო სიტყვები: აცეტატი; აცეტატური კომპლექსნაერთები; კლოტრიმაზოლი; რენტგენოფაზური და რენტგენოფლოუორესცენციული ანალიზის მეთოდები.

1. შესავალი

ზოგიერთი ბიომეტალის (სპილენძი (II), თუთია, რკინა (II), მანგანუმი (II) და სხვა) ატომებს, რომლებიც მიეკუთვნება სიცოცხლისთვის აუცილებელ მიკროელემენტებს, შედის რა მრავალი ფერმენტის, ვიტამინის, ჰორმონის და სხვა აქტიური ცენტრების შედგენილობაში, უზრუნველყოფს ფიზიოლოგიური პროცესების ფუნქციონირებისა და რეგულირების უნარი ცოცხალ ორგანიზმში.

ვირუსსაწინააღმდეგო ქიმიოთერაპიის წარმატებათა გასაღები ბიოაქტიურ ბიოკომპლექსნაერთთა სწორად შერჩევაში მდგომარეობს, რომლებსაც შეეძლება მოლეკულურ დონეზე შერჩევით დათრგუნოს ვირუსსპეციფიკური პროცესები დასნებოვნებულ უჯრედებში ისე, რომ შეძლებისდაგვარად არ შეეხოს ჯანსაღ უჯრედთა მეტაბოლიზმს. ასეთი სპეციფიკური თვისებების მქონე ბიოკომპლექსნაერთების გამოყენების მიზანია ვირუსთა აქტიურობის ინაქტივაცია ან მინიმუმამდე შემცირება.

ჩვენ მიერ სინთეზირებულია ფართო სპექტრის მქონე სოკოს საწინააღმდეგო, ანტიბაქტერიული თვისებების მედიკამენტის–კლოტრიმაზოლის ბიოკოორდინაციული ნაერთები ბიომეტალბებთან (Co(II); Ni(II); Zn; Cu(II) ; Ni(II)). იმასთან დაკავშირებით, რომ თითოეულ ამ ბიოკოორდინაციულ ნაერთში ერთმანეთთან შერწყმულია სხვადასხვა აქტიურობის ელემენტთა ატომები (აზოტი, ჟანგბადი, გოგირდი, ბიომეტალბები), მათ უდავოდ ძალუძთ გააძლიერონ ერთმანეთი და მთლიანობაში სინთეზირებული კომპლექსნაერთები.

2. ძირითადი ნაწილი

Co(II) და Cu(II) მეტალების მარილთა აცეტატების წყალხსნარებს დავამატეთ კლოტრიმაზოლის სპირტხსნარი მოლური თანაფარდობით 1:1. შესაბამისი ხსნარები ერთმანეთს შევურიეთ მაგნიტური სარევიტ და გავაცხელეთ წყლის აბაზანაზე დაახლოებით 3–4 საათი, 70°C-ზე. ხსნარების წყალბადური მაჩვენებლის მნიშვნელობა ექსპერიმენტის ფარგლებში არ შეცვლილა და დაახლოებით 6–7 შეადგენდა (სუსტი მუავურ-ნეიტრალური არე). კრისტალების სახით გამოყოფილი კომპლექსნაერთები გავაცალკევეთ ხსნარებისგან

და გავრეცხეთ ეთანოლის წყალხსნარით, გავაშრეთ ჰაერზე.

საილენძის აცეტატური კომპლექსის ნიმუშში, რენტგენოფლოუორესცენციული ანალიზით, Cu-ის შემცველობა 12,74% შეადგენს.

კობალტის აცეტატური კომპლექსის ნიმუშში, რენტგენოფლოუორესცენციული ანალიზით, Co-ის შემცველობა 11,23% შეადგენს.

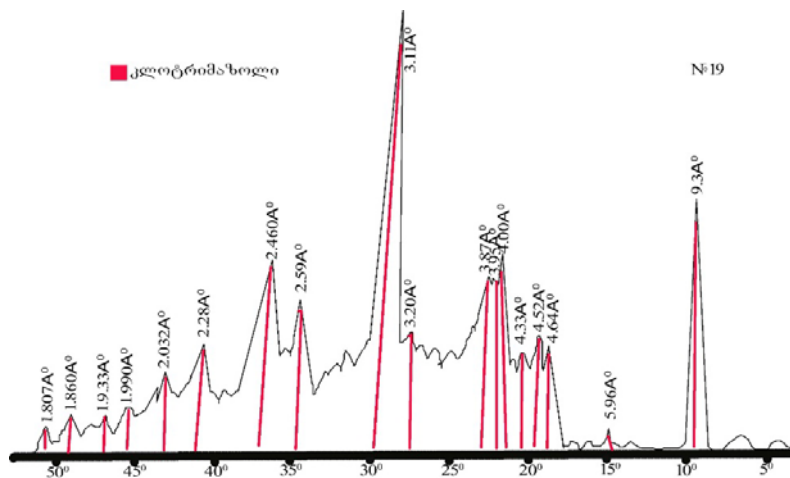
მიღებული კომპლექსნაერთების ზოგიერთი ფიზიკური თვისებები და მათში მეტალის მასური წილი მოცემულია ცხრილში

ცხრილი 1

№	კომპლექსნაერთის ქიმიური ფორმულა	ფერი	აგრეგატ. მდგომარეობა	ლღ. t	მოლური მასა	მეტალი, %		ხსნადობა	
						თეორ.	პრაქ.	დიმეთილ-ფორმამიდში	წყალში
1	Co(HCOO) ₂ (Clotri)	ღია ვარდისფერი	მყარი	189-192	521,87	11,23	10,37	+	-
2	Mn(HCOO) ₂ (Clotri)	თეთრი	მყარი	200-202	526,76	12,74	11,21	+	-

რენტგენოფაზური ანალიზის შედეგებით მიღებული სიბრტყითი მანძილების (da/n) საფუძველზე შესწავლილ ნიმუშებში დადგინდა არსებული ცალკეული დამოუკიდებელი კრისტალური ფაზები.

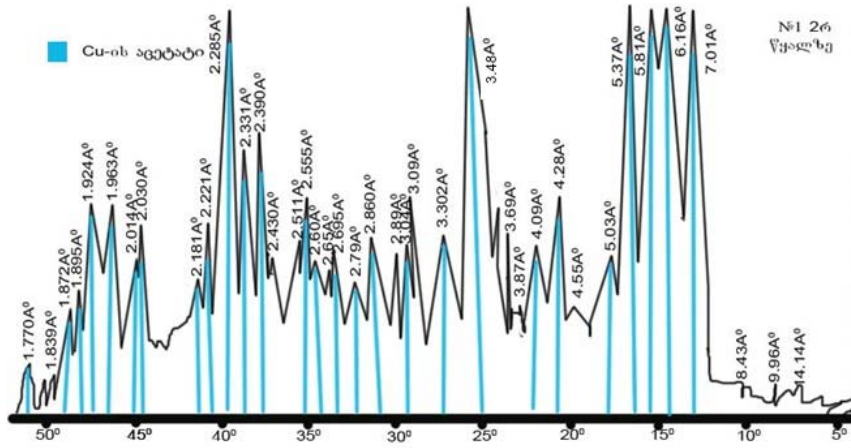
კლოტრიმაზოლის რენტგენოგრამაზე (სურ.1) თვალნათლივ ფიქსირდება მხოლოდ კლოტრიმაზოლის კრისტალური სტრუქტურის შესაბამისი სიბრტყითი მანძილები (da/n 9,3A, 5,96A, 4,64A, 4,52A, 4,00A, 3,87A, 3,20A, 3,11A, 2,59A, 2,46A).



სურ. 1. კლოტრიმაზოლის რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამა

სპილენძის აცეტატის რენტგენოგრამაზე კი (წყალზე გადაღებული) თვალნათლივ ფიქსირდება (სურ.2) სხვადასხვა ინტენსიურობის კრისტალური სტრუქტურის შესაბამისი სიბრტყითი მან-

ძილები (da/n 7.01A, 6.16A, 5,81A, 5,37A, 3,30A, 3,09A, 2,55A, 2,28A, 2,30A და სხვა), რომლებიც მთლიანად შეესაბამება სპილენძის აცეტატის კრისტალური სტრუქტურის ფაზებს.

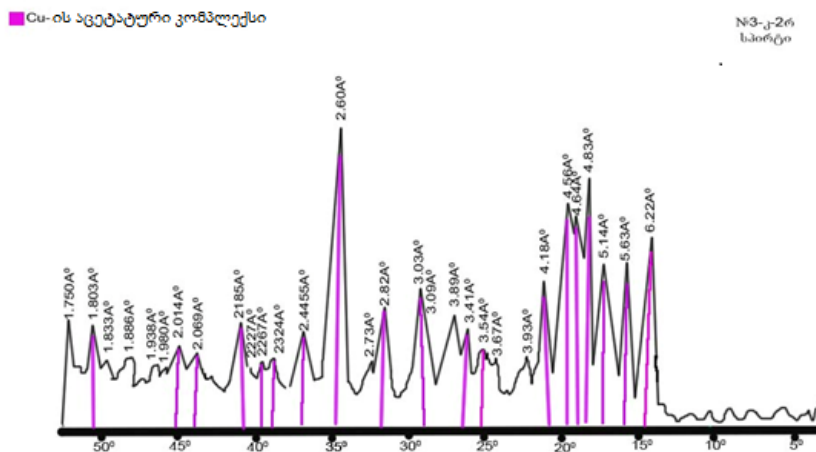


სურ. 2. Cu-ის აცეტატის რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამა (წყალზე გადაღებული)

ექსპერიმენტულად მიღებული Cu-ის აცეტატური კომპლექსის ნიმუშის (კ-2-რ) რენტგენოფაზური (სურ. 3) ანალიზის რენტგენოგრამაზე (სპირტში დამუშავებული) თვალნათლივ ფიქსირდება მხოლოდ Cu-ის აცეტატური კომპლექსის (da/n 6.22A, 5,63A, 5,14A, 4,83A, 3,89A, 3,31A, 3,03A, 2,18A, 1,80A,

1,75A) კრისტალური ფაზები. ამ შემთხვევაში სპილენძის აცეტატი სპირტში გაიხსნა და რენტგენოგრამაზე აღარ ფიქსირდება.

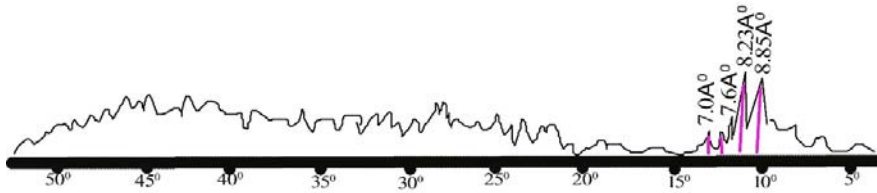
Cu-ის აცეტატური კომპლექსის ნიმუშში კლოტრიმზოლის დამოუკიდებელი სტრუქტურული ფაზა არ ფიქსირდება.



სურ. 3. Cu-ის აცეტატური კომპლექსის რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამა (წყალზე გადაღებული)

კობალტის აცეტატის რენტგენოგრამაზე (სურ. 4) ფიქსირდება რამდენიმე პიკი (da/n 8,85A, 8,23A,

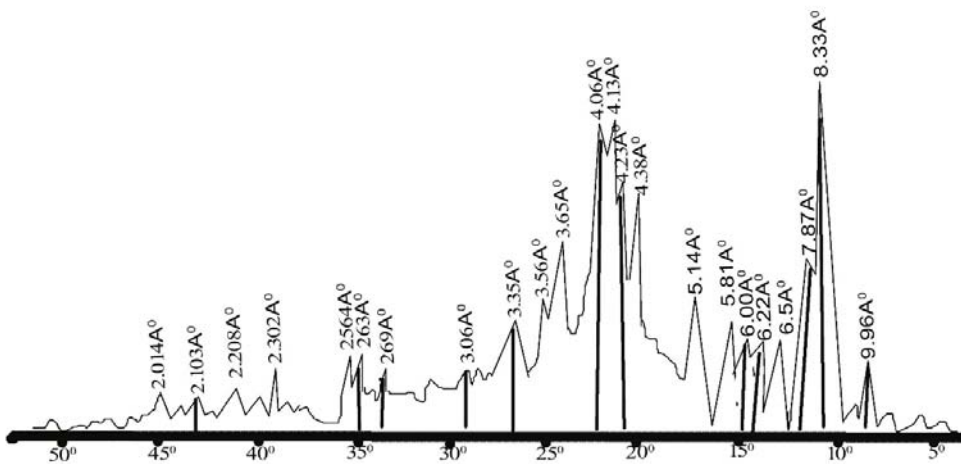
7,67A, 7,0A, 2,71A), რომლებიც შეესაბამება მხოლოდ კობალტის აცეტატის კრისტალურ ფაზას.



სურ. 4. კობალტის აცეტატის რენტგენოგრამა

ექსპერიმენტულად მიღებული კობალტის აცეტატური კომპლექსის ნიმუშის რენტგენოგრაფიული (სურ.5) ანალიზის რენტგენოგრამაზე თვალნათლივ ფიქსირდება მხოლოდ Co-ის კომპლექსის (da/n 9,95A,8,33A, 7,87A, 4,38A, 4,13A, 4,07A, 3,65A და სხვა) კრისტალური ფაზა. ექსპერიმენტულად მიღებულ კობალტის აცეტატური კომპლექსის ნი-

მუშში კობალტის აცეტატისა და კლოტრიმაზოლის დამოუკიდებელი სტრუქტურული ფაზები არ ფიქსირდება. Co-ის აცეტატური კომპლექსის ნიმუშში კლოტრიმაზოლის დამოუკიდებელი სტრუქტურული ფაზის არარსებობა აიხსნება ექსპერიმენტში Co-ის მონაწილეობისას აცეტატის კომპლექსის სტრუქტურის წარმოქმნით.



სურ. 5. Co-ის აცეტატური კომპლექსის რენტგენოგრაფიული ანალიზის რენტგენოგრამა

რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამების სიბრტყითი მანძილი (d) და ინტენსიურობა (I/I₀) მოცემულია ცხრილში.

ცხრილი 2

დასახელება №	Cu-აცეტიტი		Cu-აცეტიტური კომპლექსი		Co-აცეტიტი		Co-აცეტიტური კომპლექსი	
	I/I ₀	d _{hkl} , Å	I/I ₀	d _{hkl} , Å	I/I ₀	d _{hkl} , Å	I/I ₀	d _{hkl} , Å
1	9	8,85	1	15,7	7	8,85	2	9,96
2	9	8,23	9	10,56	8	8,23	10	8,33
3	1	7,6	4	8,07	4	7,6	4	7,87
4	9	7,01	10	7,78	3	7,01	3	6,5
5	10	3,70	8	7,01	3	3,70	2	6,22
6	4	2,45	2	6,63	2	2,45	2	6,00
7	2	4,55	5	6,22			3	5,81
8	5	4,28	4	6,11			3	5,14
9	4	4,09	3	5,86			5	4,38
10	2	3,87	2	5,14			5	4,23
11	5	3,69	8	4,58			7	4,13
12	10	3,48	6	4,52			7	4,06
13	4	3,30	3	4,18			5	3,65
14	5	3,09	5	4,09			4	3,35
15	4	3,04	2	3,56			1	3,06
16	4	2,86	2	3,47			1	2,69
17	4	2,69	2	2,90			1	2,63
18	5	2,55	2	2,74			2	2,56
19	8	2,39					2	2,30
20	7	2,31					1	2,20
21	10	2,28					1	2,10
22	5	2,21					1	2,01
23	5	2,03						
24	7	1,96						
25	6	1,92						

3. დასკვნა

კვლევის საფუძველზე ცალსახად განისაზღვრა კომპლექსის მიღების ექსპერიმენტული პირობები და მახასიათებლები.

ლიტერატურა

1. თ. წიგწივაძე, რ. კლდიაშვილი, ნ. ჩიგოგიძე, რ. სხილაძე, გ. სულაქველიძე. ბიოკოორდინაციული ნაერთების შედგენილობა, აღნაგობა, თვისებები და მათი როლი არატრადიციული სამკურნალო საშუალებების, ბიოლოგიურად

- აქტიური დანამატებისა და კვების პროდუქტების შემუშავებაში. მონოგრაფია, თბილისი, 2009, გვ.171.
2. თ. წიგწივაძე, ნ. ჩიგოგიძე, რ. კლდიაშვილი, რ. სხილაძე, გ. სულაქველიძე. ბიოაქტიური კომპლექსნაერთები ახალ ტექნოლოგიებში. მონოგრაფია, 2011.- გვ. 255.
 3. Chigogidze N.Sh., Petriashvili J.D., Japaridze R.J. „SEARCHING AND SYNTHESIS OF NEW CHELATING DERIVATIVES OF THE THIOUREA AS ANTITUMOR REMIDIES“. 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON PHARMACEUTICAL SCIENCES. „Looking towards the future, honoring the past“. 2015, Tbilisi, Georgia, Pg.102-103.
 3. ნ. ჩიგოგიძე, რ. ჯაფარიძე. ახალი, პერსპექტიული ნაერთების სინთეზი ონკოდაავადებათა ქიმიოთერაპიისთვის. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია, ფუნქციური დანიშნულების კვების პროდუქტების წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიები. ქუთაისი, 2015, გვ. 426.
 4. Чигогидзе Н.Ш., Цивцивадзе Т.И., Надирадзе И.Ш., Клдиашвили Р.Ш., Петриашвили Ж.Д., Джапаридзе Р.Дж. ПРОТИВООПУХОЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ Cu^{2+} С КЛОТРИМАЗОЛОМ КАК СЛЕДСТВИЕ ФОРМИРОВАНИЯ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ ПЕНТАКООРДИНАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ. Georgian Engineering News. №.1 (ვოლ. 77), 2016.
 5. ნ. ჩიგოგიძე, თ. წიგწივაძე, ი. ნადირაძე, ჟ. პეტრიშვილი, რ. ჯაფარიძე. სპეციფიკური კონფორმაციული სტრუქტურის გავლენა კლოტრიმაზოლის ბიოკომპლექსთა ციტოტოქსიკური აქტიურობის გაძლიერებაში. თბილისი: საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №. 2 (ვოლ.78), 2016. გვ. 112-119.
 6. Рентгенометрический определитель минералов / В.И. Михеев. Э.П. Сальдау, II том. Ленинград: Ленинградское отделение. «Недра», 1965.
 7. Рентгенофлуоресцентный анализ. Москва: Металлургия, 1985.- 254 стр.

UDC 543

SYNTHESIS OF ACETATE COMPLEX COMPOUNDS OF 3d METALS CU(II), CO(II), RADIOFLUORESCENT AND RADIOGENOPHASIC EXAMINATION OF THEM **R.J. Japaridze; T.I. Tsivtsivadze; N.G. Poporadze; Zh.D. PetriaSvili;** **N.Sh. Chigogidze; R.Sh. Kldiashvili**

Resume: Goal. synthesis of acetate complex compounds of 3d metals Cu(II)-ის, Co(II) with wide-range antifungal medication Clotrimazol. **Method.** the complexes, their starting metals acetates and Clotrimazol samples received after experiments were examined with radiofluorescent and axial inductive plasma methods for determination of chemical content. **Results.** for such content samples during study corresponding method was developed, for comparison of correctness of analysis similar samples with approximate content were used. **Conclusion.** basing on study properties and experiment conditions for receiving complexes were determined. Conducted joint works showed that in water solutions of metal (Co, Cu) corresponding salt acetates and Clotrimazol despite different ratio of salt and ligand complex compounds, containing on molecule on each ion of metal, are usually received.

Key words: acetate; acetate complex compounds; Clotrimazol; radiophasic and radiofluorescent analysis methods.

УДК 543

СИНТЕЗ АЦЕТАТНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ 3d МЕТАЛЛОВ - CU(II), CO(II). ИХ РЕНТГЕНОФЛЮОРЕСЦЕНТНОЕ И РЕНТГЕНОФАЗОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Джапаридзе Р.Дж., Цивцивадзе Т.И., Попорадзе Н.Г., Петриашвили Ж.Д., Чигогидзе Н.Ш., Клдиашвили Р.Ш.

Резюме: **Цель:** синтез ацетатных комплексных соединений 3d металлов - Cu(II), Co(II) с имеющим широкий спектр противогрибковых, антибактериальных свойств медикаментом Клотримазол. **Метод:** методами рентгенофлуоресцентной и аксиальной индуктивной плазмы, с целью установления химического состава, проведено исследование образцов, полученных экспериментом, комплексов и их исходных металлов, ацетата и Клотримазола. **Итог:** в процессе исследования была разработана методика, соответствующая для образцов этого состава, и для сравнения правильности анализа были использованы подобные стандартные образцы приближенного состава. **Вывод:** на основании исследования однозначно определились условия и характеристики экспериментов получения комплексов. Проведенные синтезные работы показали, что несмотря на различные соотношения соли и лиганда в водных растворах этанола Клотримазола и ацетатов соответствующих солей металлов (кобальт, медь), всегда образуются комплексные соединения, которые содержат одну молекулу Клотримазола на один ион металла.

Ключевые слова: ацетаты; ацетатные комплексные соединения; Клотримазол; методы рентгенофазного и рентгенофлуоресцентного анализа.

შპს 666.946.6

ადგილობრივი ნედლეულის ბაზაზე გამომწვარი და გამოუწვავი ცეცხლგამძლე ნაკეთობების მიღება

ზ. კოვზირიძე, ნ. ნიუარაძე, მ. ბალახაშვილი, გ. ტაბატაძე, მ. მჭედლაძე

ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69

E-mail: kowsiri@gtu.edu.ge

რეზიუმე: მიზანი. ადგილობრივი ნედლეულის ბაზაზე გამომწვარი და გამოუწვავი ნაკეთობების მიღების ტექნოლოგიის დამუშავება. **მეთოდი.** ჩატარებულია კვლევა რენტგენოსტრუქტურული და ელექტრონული მიკროსკოპიის მეთოდებით. **შედეგი.** ადგილობრივი ნედლეულის ბაზაზე მიღებულია გამომწვარი და გამოუწვავი ცეცხლგამძლე ნაკეთობები მაღალი ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებებით. **დასკვნა.** მიღებულია გამომწვარი და გამოუწვავი ცეცხლგამძლე ნაკეთობები შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ცემენტის გამოსაწვავი მბრუნავი ღუმლების და მეტალურგიული თბური დანადგარების მაღალტემპერატურული ზონების ამონაგისათვის.

საკვანძო სიტყვები: დოლომიტი; სერპენტინიტი; კლინკერი; ცეცხლგამძლე ნაკეთობა; გამომწვარი და გამოუწვავი ნაკეთობები; რენტგენოსტრუქტურული და ელექტრონულ-მიკროსკოპული ანალიზის მეთოდები.

1. შესავალი

ტექნიკის თანამედროვე დარგების განვითარებამ მეტალურგიული პროცესების ინტენსიფიკაციის აუცილებლობა გამოიწვია, რამაც მოითხოვა სხვადასხვა დანიშნულების თბური აგრეგატების გავრცელების საჭიროება, რის გამოც მრავალ განვითარებულ ქვეყანაში მრეწველობის მნიშვნელოვანი დარგი ცეცხლგამძლე მასალების წარმოება გახდა.

ცეცხლგამძლე მასალები ნაკეთობებია, რომლებიც მზადდება მინერალური ნედლეულის ბაზაზე და ინარჩუნებს თავის თვისებებს მაღალი

ტემპერატურის მოქმედების პირობებში. გამოიყენება კონსტრუქციული და დამცავი მასალების სახით.

ცეცხლგამძლე მასალების მისაღებად გამოიყენება სხვადასხვა ტექნოლოგია და პროცესი. უმეტესად ის ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს ნედლეულის შემადგენელი კომპონენტების დაწვრილმანებას, კაჟის მომზადებას, შემდეგ საჭირო ზომებისა და ფორმის ნაკეთობის დაყალიბებას გარკვეული წნევით და საბოლოოდ თერმულ დამუშავებას გარკვეულ ტემპერატურაზე მისი მექანიკური გამკვრივების (შეცხობის) მიზნით [1 -9].

მიღებული ნაკეთობების საექსპლუატაციო თვისებები განისაზღვრება ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური და მექანიკური თვისებების კომპლექსით. ძირითადი თვისება ცეცხლგამძლეობაა, ნაკეთობის უნარი წინააღმდეგობა გაუწიოს გაუღებლად მაღალი ტემპერატურის მოქმედებას. განასხვავებენ მასალებს ცეცხლგამძლეობის მიხედვით:

– ცეცხლგამძლე მასალები (ცეცხლგამძლეობა 1580–1770⁰C),

– მაღალცეცხლგამძლე (1770–2000⁰C),

– უმაღლესი ცეცხლგამძლეობის (>2000⁰C).

ფორმირებული ცეცხლგამძლე ნაკეთობები შეიძლება იყოს გამომწვარი ან გამოუწვავი, მათ განასხვავებენ თერმული დამუშავების ხარისხის (ხასიათის) მიხედვით.

გამომწვარი ცეცხლგამძლე ნაკეთობები გამოწვის ტემპერატურაზე იღებს სასურველ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს (ფორიანობა, სიმტკიცე, ცეცხლგამძლეობა, თერმული მედეგობა, დეფორმაციის დაწყების ტემპერატურა, მდგრადობა, აგრესიული გარემოს ზემოქმედების მიმართ და სხვა). გამოუწვავი ცეცხლგამძლეები ნაკეთობე

ბია ცეცხლგამძლე მასალებისა და შემკვრელებისაგან, რომლებიც სასურველ თვისებებს იძენს შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე გამოწვისას.

გამოუწვავი ცეცხლგამძლეები სიმტკიცის მიხედვით ჩამორჩება გამომწვარი ნაკეთობებისას, მაგრამ თერმული მედეგობით აღემატება გამომწვარი ცეცხლგამძლეების თერმულ მედეგობას [10–12].

გამოწვისას (შეცხოებისას) ნაკეთობები განიცდის გარკვეული სიდიდის ჩაჯდომას, რომელიც ამ სახის მასალებისათვის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია. ამიტომ, გამოუწვავი ნაკეთობების მიღებისას ჩაჯდომის სიდიდისა და სიმტკიცის განსაზღვრა მნიშვნელოვანია. თუ აღნიშნული სიდიდეები დასაშვებ ნორმებში იქნება ნებისმიერ ტემპერატურაზე ნაკეთობების თერმული დამუშავებისას, ეკონომიკური თვალსაზრისით მიზანშეწონილია ასეთი ნაკეთობების წარმოება.

გამოუწვავი ნაკეთობების გამოყენებისას გამოწვის ტემპერატურის ზემოთ ისინი იკრებენ სიმტკიცეს და სხვა თვისებებს, მხოლოდ ჩაჯდომის სიდიდის მაჩვენებელი უნდა იყოს უმნიშვნელო, რომ არ გამოიწვიოს წყობის დაზიანება. ამიტომ, ექსპერიმენტის ჩატარებისას ყურადღება უნდა გავამახვილოთ ორ ძირითად მაჩვენებელზე: 1. სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას და 2. ჩაჯდომა.

სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას დასაშვებია იყოს ისეთი სიდიდის, რომ ნაკეთობამ გაუძლოს

მექანიკურ ზემოქმედებას წყობაში მუშაობის დროს. ჩაჯდომა, როგორც აღვნიშნეთ, უნდა იყოს უმნიშვნელო და არ იცვლებოდეს ნაკეთობის სამუშაო ტემპერატურამდე და მუშაობის პირობებში.

2. ძირითადი ნაწილი

ჩვენი მიზანია დოლომიტ-სერპენტინიტის კლინკერის ბაზაზე გამომწვარი და გამოუწვავი ნაკეთობების მიღების ტექნოლოგიის დამუშავება.

გამომწვარი ნაკეთობების მისაღებად ნიმუშები შემდეგნაირად მომზადდა: კლინკერი ჯერ დავამსხვრიეთ ყბებიან მსხვრევანაში და დავფქვით ბურთულებიან წისქვილში. გარკვეული თანაფარდობით აღებული (ცხრილი 1) კომპონენტები კარგად ავურიეთ, შემდეგ დავაყალიბეთ d-15 მმ, h-20 მმ ზომის ცილინდრული ფორმის ნიმუშები, დავაალიბება მოხდა დაწნეხის ნახევრად მშრალი მეთოდით. წნევა 100 მპა-ს შეადგენდა. შემკვრელის სახით გამოვიყენეთ MgSO₄ 20%-იანი ხსნარი და შესადარებლად წყალი.

მზა ნიმუშები ერთი დღე-ღამე დავტოვეთ ჰაერზე, შემდეგ გამოვაშრეთ თერმოსტატში 110 °C და გამოვწვიეთ სილიტის ღუმელში 1450 °C -ზე. ბოლო ტემპერატურაზე დაყოფნება ერთი საათი იყო.

ნარევის შედგენილობა და გამომწვარი ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლები წარმოდგენილია 1-ელ ცხრილში.

ცხრილი 1

ნარევის შედგენილობა და გამომწვარი ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლები

ნიმუშის ინდექსი	ნარევის შედგენილობა, მას %				გამოწვის ტემპერატურა, T°C	ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები			
	აბანოს საბადოს დოლომიტის კლინკერი	სკურის საბადოს დოლომიტის კლინკერი	შემკვრელები			სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, მმპა	სიმკვრივე, ρგ/სმ ³	ღია ფორიანობა, Π%	ცმცხლგამძლეობა, °C
			MgSO ₄ -ის ხსნარი	წყალი					
დ1	100	–	–	8	1450	93,7	2,49	24	>1770
დ2	–	100	–	8	1450	148,7	2,64	20	>1770
დ3	–	100	8	–	1450	165,0	2,86	16,2	>1770

როგორც 1-ელი ცხრილიდან ჩანს, სკურისა და აბანოს დოლომიტების ბაზაზე მიღებული კლინკერის გამოყენებისას მიღებული ნიმუშების ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები ერთმანეთისაგან განსხვავდება. სკურის დოლომიტზე მიღებული ნიმუშების სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას თითქმის 2-ჯერ აღემატება აბანოს დოლომიტის მაჩვენებელს (ცხრილი 1). დ3 ნიმუშები, რომლებიც მომზადდა MgSO₄-ის 20%-იანი ხსნარის, როგორც შემკვრელის, დამატებით 10%-ის ოდენობით, სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას 165 მპა-ს შეადგენს. წყლის, როგორც შემკვრელის, გამო-

ყენების შემთხვევაში ეს მაჩვენებელი 148,7 მპა-ია. ფორიანობა 16,2% უფრო ნაკლებია დ2-ის მონაცემებთან შედარებით. ყველა შედგენილობის ნიმუშის ცეცხლგამძლეობა 1770°C აღემატება.

ამრიგად, უკეთესი შედეგებია მიღებული სკურის საბადოს დოლომიტის გამოყენების შემთხვევაში. ოპტიმალურად შეიძლება ჩაითვალოს დაწნეხის წნევა 100 მპა, შემკვრელი შეიძლება იყოს მაგნიუმის სულფატის ხსნარი და წყალი, რადგან ამ უკანასკნელის გამოყენების შემთხვევაში მიღებულია დამაკმაყოფილებელი შედეგები.

ცხრილი 2

21436-75 სტანდარტის “მაღალცეცხლგამძლე ნაკეთობები ცემენტის მბრუნავი ღუმლების ამონაგისათვის” მონაცემები (პერიკლაზქრომიტული ცეცხლგამძლე მასალისათვის)

მარკა	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას, არანაკლებ σ, მპა	მოჩვენებითი სიმკვრივე, ρ, გ/სმ ³	ღია ფორიანობა, არაუმეტეს Π, %	დეფორმაციის დაწყების ტემპერატურა, არანაკლები °C,	თერმული მედეგობა (1300°C წყალი), თბოცვლა
ПХЦ	30	2,95	23	1520	8

ამრიგად, 1450°C-ზე გამომწვარი ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლები საკმაოდ მაღალია მის შესაბამის სტანდარტის მონაცემებთან შედარებით.

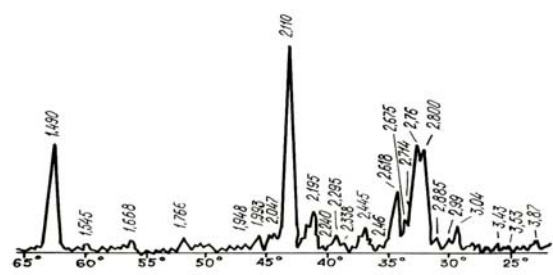
დ2 ნიმუშების (ცხრილი 1) ფაზური შედგენილობის დასადგენად ჩავატარეთ ანალიზი რენტგენოსტრუქტურული და ელექტრონული მიკროსკოპიის მეთოდებით.

რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი ჩატარდა რენტგენის ДРОИ-3 აპარატზე. რენტგენოგრამა გადაღებულია 22,5–65⁰ კუთხის ინტერვალში, 2⁰ სინქარით წუთში. ნიმუშის რენტგენოგრამა წარმოდგენილია 1-ელ ნახაზზე.

როგორც მიღებული კომპოზიტის რენტგენოგრამიდან ჩანს (ნახ.1), იგი იგივე მინერალებს შეიცავს, როგორც დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერი.

ელექტრონულ მიკროსკოპული კვლევა ჩატარდა JEOL ფირმის ელექტრონულ-რასტრული

(მასკანირებული) მიკროსკოპით, YSM 65 OLW საშუალებით.



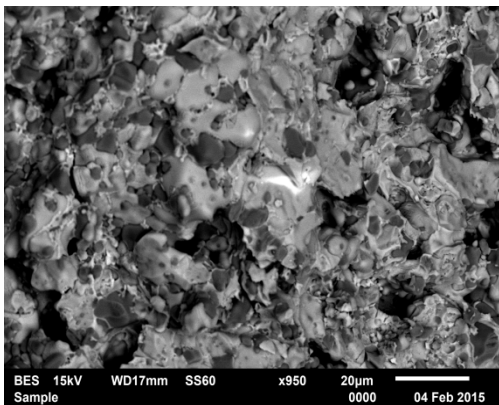
ნახ.1. დ2 დოლომიტ-სერპენტინიტური კომპოზიტის რენტგენოგრამა

მეთოდი ეფუძნება არეკლილი ელექტრონების ასახვას. არეკლილი ელექტრონების საშუალებით კომპოზიტის ფაზური ანალიზისათვის ნიმუში გავტყვით ზედაპირის პარალელურად. აუცილებელია ტეხი იყოს ახალი მიღებული. შე-

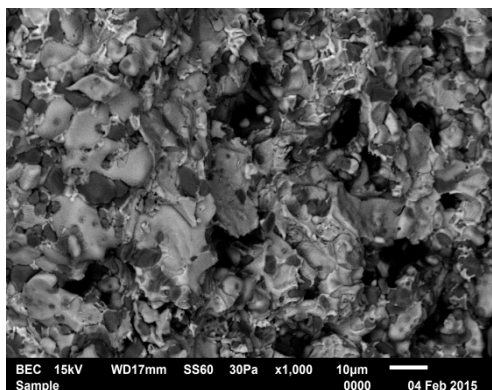
დეგი წარმოდგენილია მე-2 ნახაზზე, X950 და X1000 გადიდებისას.

მე-2 ნახაზზე გამოკვეთილია ორი ფერის მიწერალების არსებობა, რაც ადასტურებს რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მონაცემებს.

კომპოზიტის გამომწვარი დ2 ნიმუშის ელექტრონული მიკროსკოპის ნახაზზე (ნახ.2) ნაჩვენებია კარგად შემცხვარი ნიმუშის ზედაპირი, რომელზეც გამოკვეთილია ჩამოყალიბებული იმ ძირითადი ფაზების კრისტალები, რომლებსაც შეიცავს კლინკერი, კერძოდ: პერიკლაზი და ალიტი, თუმცა ძალიან მცირე რაოდენობით შეიმჩნევა ბელიტის ჩანართებიც. შუალედური ნივთიერებები – სამკალციუმიანი ალუმინატი C_3A , ორკალციუმიანი ფერიტი C_2F და ოთხკალციუმიანი ალუმინფერიტი კომპოზიტში განაწილებულია არათანაბრად.



ა) X950



ბ) X1000

ნახ. 2. დოლომიტ-სერპენტინიტური დ2 კომპოზიტის ელექტრონულ-მიკროსკოპული სურათები სხვადასხვა გადიდებისას: ა) X950, ბ) X1000

ალიტი წარმოდგენილია არასწორი ფორმის ერთმანეთთან შეზრდილი კრისტალებით. ადგილებში არის მსხვილი აბის ფორმის კრისტალების სახით, რომელიც გადაჭრელებულია პერიკლაზით. იგი მასში ჩართულია წერტილების სახით, ისეთი უბნებიცაა, სადაც პერიკლაზის მარცვლები განაწილებულია ალიტის კრისტალებს შორის. შუალედური ნივთიერება განაწილებულია ამ მიწერალებს შორის, მაგრამ ხშირად არათანაბრად.

გამოუწვავი ნაკეთობების მისაღებად ჩავატარეთ ექსპერიმენტი სკურის საბადოს დოლომიტზე დამზადებული კლინკერის გამოყენებით. ნიმუშები მოვამზადეთ ზემოაღნიშნული მეთოდით (ნიმუშების ზომა, დაყალიბების წნევა, შრობისა და გამოწვის პირობებით) გამოწვის სხვადასხვა ტემპერატურაზე – 1300, 1200 და 1100°C. მზა ნიმუშები გამოვცადეთ შესაბამისი სტანდარტული მეთოდებით. გამოუწვავი ნაკეთობების მისაღები ნარევის შედგენილობა და მიღებული ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლები წარმოდგენილია მე-3 ცხრილში.

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ როგორც მოსალოდნელი იყო, გამოწვის ტემპერატურის შემცირებით ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლის ყველა მონაცემი გაუარესებულია: კუმშვისას სიმტკიცის ზღვარი და სიმკვრივე შემცირდა, ხოლო ფორიანობა მნიშვნელოვნად გაიზარდა. უკეთესი შედეგებია მიღებული $MgSO_4$ -ის 20%-იანი ხსნარის გამოყენების შემთხვევაში. ჩაჯდომის სიდიდე ყველა ტემპერატურაზე იმდენად უმნიშვნელოა, რომ ცხრილში მისი მონაცემების შეტანა არ გახდა საჭირო. ამ მაჩვენებლების შედარებისას სახელმწიფო 13998-80 სტანდარტის “მაღალცეცხლგამძლე პერიკლაზქრომიტული და ქრომიტოპერიკლაზური გამოუწვავი ნაკეთობების” მოთხოვნებთან (ცხრილი 4) ანალოგიური ცეცხლგამძლე გამოუწვავი მასალების სათვის ყველა მაჩვენებელი აკმაყოფილებს სტანდარტის მონაცემებს 1200 და 1300°C-ის შემთხვევაში, დანარჩენი შედარებით ნაკლებად.

ნარევის შედგენილობა და გამოუწვავი ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლები

N	ნარევის შემდგენილობა მას. %			გამოწვის ტემპერატურა, T ⁰ C	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას, σ, მპა	მოხვენებითი სიმკვრივე, ρ, გ/სმ ³	ღია ფორიანობა, Π, %	ცეცხლგამძლეობა, °C	თერმული მდგრადობა (1300°C წყალი), თბოცვლა	დეფორმაციის დაწყების ტემპერატურა, °C
	დოლომიტ-სერპენტინიტის კლინკერი	შემკვრელის სახეობა და რაოდენობა								
		წყა-ლი	MgSO ₄							
დგ1	100	-	8	1300	38,5	2,19	19	1770	8	1400
დგ2	100	8	-	1300	27,8	2,20	20	1770	8	1400
დგ3	100	-	8	1200	36,0	2,14	21	1770	7	1400
დგ4	100	8	-	1200	26,8	2,15	20	1770	7	1400
დგ5	100	-	8	1100	19,8	2,03	31	1770	7	1330
დგ6	100	8	-	1100	20,2	2,09	32	1770	7	1350

13998-80 სტანდარტის “მაღალცეცხლგამძლე პერიკლაზქრომიტული და ქრომიტოპერიკლაზური გამოუწვავი ნაკეთობების” მონაცემები

სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას, σ, მპა	მოხვენებითი სიმკვრივე, ρ, გ/სმ ³	ღია ფორიანობა, Π %	დეფორმაციის დაწყების ტემპერატურა, °C
27,5	2,95	20	1400

შემდეგი ექსპერიმენტი ჩატარდა გამოუწვავი ცეცხლგამძლეების მისაღებად კაზში ნახშირბადშემცველი დანამატის სახით 10 % გრაფიტის ნანოფხვნილის დამატებისას. წინა შედეგების გათვალისწინებით ნიმუშები მივიღეთ 1200 და 1300⁰C-ზე თერმული დამუშავებით.

მე-5 ცხრილის მონაცემებით 1200 და 1300⁰C-ზე მიღებული ნიმუშების ყველა მაჩვენებელი აღემატება სტანდარტით 13998-80 გათვალისწინებულ მოთხოვნებს ანალოგიური ცეცხლგამძლეებისათვის (ცხრილი 4) და უკეთესი შედეგებია მიღებული გრაფიტის ნანოფხვნილის დამატებისას.

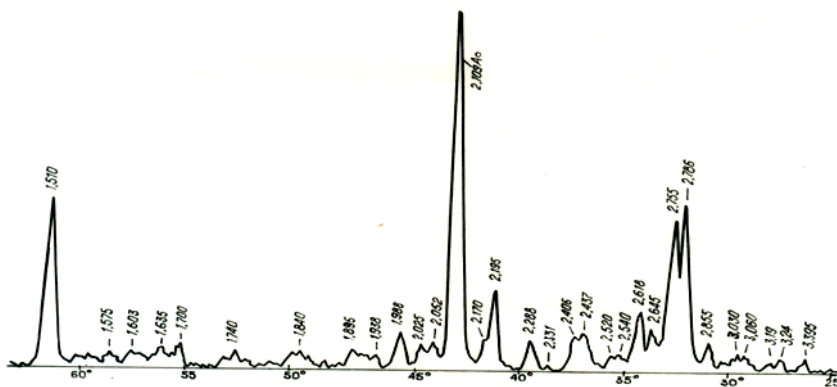
გრაფიტის ნანოფხენილის დამატებით მიღებული ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლები

N	ნარევის შედგენილობა მას %				გამოწვის ტემპერატურა T ⁰ C	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას, თმპა	მოჩვენებითი სიმკვრივე, ρ გ/სმ ³	ღია ფორიანობა, Π %	ცმცხლტამბლეობა, °C	თერმული მედეობა (1300°C წყალი)	დეფორმაციის დაწყების ტემპერატურა, °C
	დოლომიტ-სერპენტინიტის კლინკერი	გრაფიტის ნანოფხენილი	შემკვრელის სახეობა და რაოდენობა								
			წყალი	MgSO ₄							
ღგ7	90	10	-	8	1300	40,8	2,21	18,8	1770	8	1400
ღგ8	90	10	8	-	1300	38,2	2,34	18,0	1770	8	1460
ღგ9	90	10	-	8	1200	27,6	2,10	19,7	1770	7	1400
ღგ10	90	10	8	-	1200	27,4	2,18	19,0	1770	7	1390

შედარებით უკეთესი შედეგებია მიღებული შემკვრელის სახით MgSO₄-ის ხსნარის გამოყენებისას.

გამოწვევა მასალების ფაზური შედგენილობის გასაგებად ჩავატარეთ რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი 1400⁰C-ზე გამომწვარი დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის გამოყენებით დამზადებული ნიმუშებისათვის.

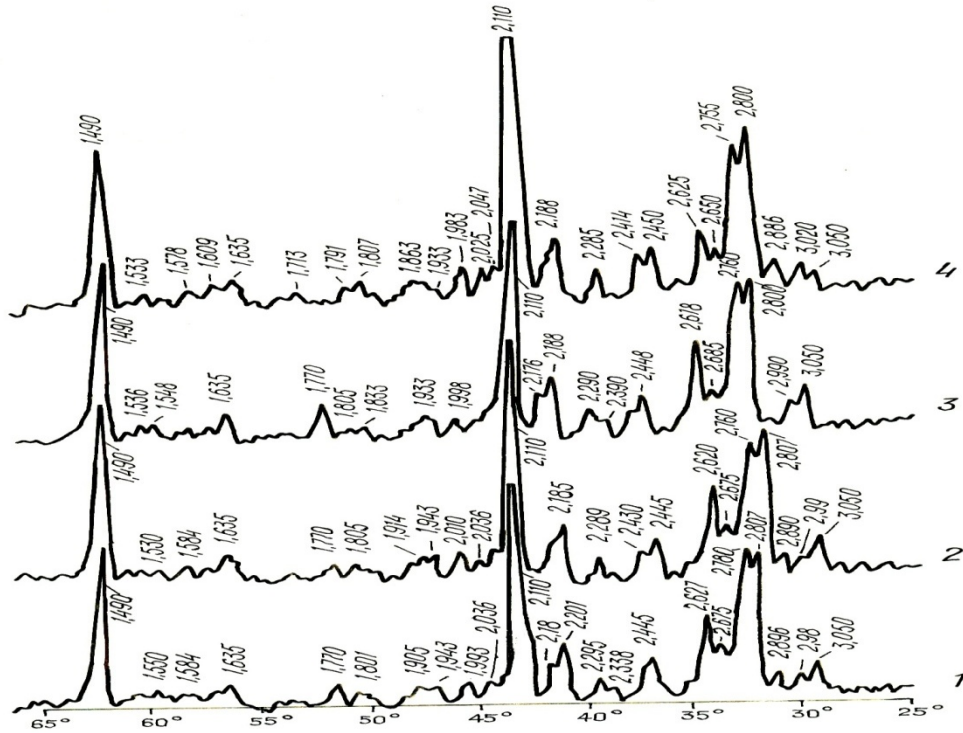
რული ანალიზი 1400⁰C-ზე გამომწვარი დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის გამოყენებით დამზადებული ნიმუშებისათვის.



ნახ. 3. დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის რენტგენოგრამა

მე-3 ნახაზზე მოცემულია კლინკერის რენტგენოგრამა, ხოლო მე-4 ნახ-ზე – ამავე კლინკერზე დამზადებული ნიმუშების რენტგენოგრამები დოლომიტ-სერპენტინიტის – 4/1 და 3/1-ის თანაფარდობით მიღებული კლინკერის გამო-

ყენებით 1100, 1200, 1300°C-ზე გამომწვარი ნიმუშებისათვის. როგორც რენტგენოგრამიდან ჩანს, ყველა რენტგენოგრამა თითქმის ერთნაირია და კლინკერის დამახასიათებელ პერიკლაზსა და ალიტს შეიცავს.



ნახ. 4. 4/1 თანაფარდობით მიღებული კლინკერის 1-1100, 2-1200, 3-1300 და 3/1-ის 4- 1300°C-ზე გამომწვარი ნიმუშებისათვის რენტგენოგრამები

3. დასკვნა

მიღებული მონაცემების გაანალიზებით შესაძლებელია შემდეგი დასკვნის გაკეთება. 1450°C-ზე გამომწვარი ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლები საკმაოდ მაღალია მისი შესაბამისი სტანდარტის მონაცემებთან შედარებით. რაც შეეხება გამოუწვავი ნიმუშების შედეგებს, 1100°C-ზე მიიღება არადამაკმაყოფილებელი შედეგები; 1200 და 1300°C-ზე მიღებული ნიმუშებისათვის კი – დამაკმაყოფილებელია. ეკონომიკური და ტექნიკური პირობების გათვალისწინებით საწარმოო პირობებში ეს მეტად მნიშვნელოვანია.

ლიტერატურა

1. Ильина Н.В., Сохацкая Г.А., Захареньков В.К., Кулыгин И.П. Футеровка вращающихся печей цементной промышленности. М.: Стройиздат, 1967.
2. Справочник по производству цемента. М.: Госстройиздат, 1963.
3. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. Высшая школа, 1980.
4. Савченко Ю.И. Разработка технологии доломитовых обожженных огнеупоров для футеровки вращающихся печей цементной промышленности // Сб. рефератов НИР и ОКР, 1983.
5. А.с. 937396 (СССР). Сырьевая смесь для получения вяжущего / Мчедлов-Петросян О.П., Заалишвили Г.Г., Мелкадзе О.Ф., Попиашвили Ш.В. Бюлл.изобр.,1980, № 43.

6. Мчедлов-Петросян О.П., Гогичева Х.И. Доломитовые водоустойчивые изделия // Огнеупоры, 1949, № 3.
7. Кутателадзе К.С., Зедгинидзе Е.Н. Бзыбский доломит - сырье для производства доломитового кирпича // Сообщения АН ГССР, 1956, т.17, № 2.
8. Келин Ю.И., Ножницкий Ю.А., Зиновьев С.Н. М. Огнеупоры, 1991, №5, с.35.
9. Стрелов К.К., Кашеев И.Д. Технология огнеупоров. М.: Металлургия, 1988.- 528 с.
10. А.с. № 2203247 С 04 В 35/14. Способ изготовления безобжиговых огнеупорных изделий, применяемых в металлургической промышленности. [Текст] / А.Н. Погорелов, В.П. Скориков. БИ № 12, 2003.
11. Бессмертный Н.П. Огнеупоры повышенной термической стойкости. [Текст] / Н.П. Бессмертный, С.Ю. Гоберис и др. - В кн.: Бесцементные огнеупоры на основе природного и техногенного сырья. М.: Стройиздат, 1988. Вып. 36, с. 90 - 92.
12. Арбузова Т.Б. Проектирование жаростойких материалов повышенной долговечности. [Текст] // Сборник материалов Международной технической конференции. / Т.Б. Арбузова, А.И. Хлыстов. // Долговечность стройматериалов и конструкций. Саранск: МГУ им. Огарева, 1995, с. 61 - 62.

UDC 666.946.6

SINTERED AND NON-SINTERED REFRACTORY OBJECTS ON THE BASE OF LOCAL RAW MATERIAL

Z.Kovziridze, N.Nijaradze, M.Balakhashvili, G.Tabatadze, M.Mshvildadze

Resume: Goal. Development of technology for obtaining sintered and non-sintered objects on the base of local raw material. **Method.** Study has been performed by X-ray diffraction and electronic microscopy methods. **Results.** Sintered and non-sintered refractory objects of high physical-and-technical properties have been obtained on the base of local raw material. **Conclusion.** The obtained sintered and non-sintered refractory objects can be used for high-temperature zone bedding in cement sintering rotating furnaces (kilns) and metallurgical thermal aggregates.

Key words: dolomite; serpentinite; clinker; refractory object; sintered and non-sintered objects; X-ray diffraction and electronic microscope analysis methods.

УДК 666.946.6

ПОЛУЧЕНИЕ ОБЖИГОВЫХ И БЕЗОБЖИГОВЫХ ОГНЕУПОРНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

Ковзиридзе З.Д., Нижарадзе Н.С., Балахашвили М.И., Табатадзе Г.С., Мшвилдадзе М.Д.

Резюме. Цель: разработка технологии получения обжиговых и безобжиговых огнеупорных изделий на основе местного сырья. **Метод:** исследование проведено методами рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии. **Результаты:** на основе местного сырья получены обжиговые и безобжиговые огнеупорные изделия с высокими физико-техническими показателями свойств. **Выводы:** для футеровки цементнообжиговых печей и металлургических тепловых агрегатов возможно применение полученных обжиговых и безобжиговых огнеупорных изделий.

Ключевые слова: доломит; серпентинит; клинкер; огнеупорное изделие; обжиговые и безобжиговые изделия; методы анализа рентгеноструктурной и электронной микроскопии.

ზ. კოვზირიძე*, ნ. ნიჟარაძე, გ. ტაბატაძე

*ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69

E-mail: kowsiri@gtu.edu.ge

რეზიუმე: მიზანი. ტიტანის კარბიდისა და რკინა-ნიკელის ლითონური შემთავსირებლის ბაზაზე მაღალი სიმტკიცის კომპოზიტის მიღება. **მეთოდი.** კომპოზიტი მიღებულია დაწნეხით და შემდგომი შეცხობით ვაკუუმდუმელში 1450°C-ზე, 10-3პა წნევისას. ფაზური ანალიზი ჩატარებულია რენტგენის აპარატზე DRON-3, მიკროსტრუქტურა – ელექტრონულ მიკროსკოპზე NANOLAB -7, მიკროსისალე – MUCKE მარკის მიკროსისალის საზომზე, სიმტკიცის ზღვარი ღუნვისას გამგლეჯ აპარატზე R-100. **შედეგი.** მიღებული კომპოზიტის ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლებია: $\sigma_{\infty}=1600-1800$ მპა, $\sigma_{1000^{\circ}\text{C}}=550$ მპა HV=14 გპა; HV_{1000°C}=2,3 გპა. **დასკვნა.** ტიტანის კარბიდის რკინა-ნიკელის ლითონური შემთავსირებლით მიღებული კომპოზიტის გამოყენება შესაძლებელია როგორც მჭრელი მასალა, მისგან შეიძლება დამზადდეს ფილიერები მავთულებისა და მილების საგლინავად. კომპოზიტს აქვს მაღალი სიმტკიცე ღუნვისას, მაღალი სისალე – HRA 89–90 და მაღალი დარტყმითი სიბლანტე – 25 კჯოული/მ², სიმკვრივე – 5,46 გ/სმ³, რაც იმის თქმის საშუალებას გვაძლევს, რომ ეს კომპოზიტი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჯავშანტექნიკაში.

საკვანძო სიტყვები: ლითონკერამიკული; კომპოზიტი; მჭრელი მასალა; მიკროსისალე; ფილიერა; ჯავშანტექნიკა.

1. შესავალი

ამოცანები ტექნიკის მთავარი დარგების დონის ასამაღლებლად ახალი მასალების შექმნის აუცილებლობასაც მოითხოვს, რომელთა შორის

ლითონკერამიკული კომპოზიციური მასალები ერთ-ერთ მნიშვნელოვან როლს ასრულებს.

მათ აქვთ თვისებები, რომელიც დამახასიათებელია როგორც კერამიკისათვის (სისალე, მაღალი ცვეთამდედობა, მაღალი ლღობის ტემპერატურა), ისე ლითონისათვის (მაღალი სიმტკიცე, სითბოგამტარობა, ელექტროგამტარობა, მდგრადობა დარტყმითი დატვირთვის მიმართ). კომპოზიციური მასალები ლითონური მატრიცით ფართოდ გამოიყენება როგორც კონსტრუქციული და ლითონდამამუშავებელი მასალა ცვეთის პირობებში მომუშავე კვანძებში, ჯავშანტექნიკაში და სხვა.

ლითონკერამიკული მასალების ძირითადი მოცულობა დღემდე ვოლფრამის ბაზაზე იწარმოება, რომლის მარაგი თანდათან იწურება. ამასთან დაკავშირებით, მეცნიერების წინაშე დგას პრობლემა, შექმნან ახალი კომპოზიციური მასალები ვოლფრამის გარეშე ან შეამცირონ მისი შემცველობა მინიმუმამდე და შეინარჩუნონ ის ფიზიკურ-მექანიკური და საექსპლუატაციო თვისებები, რაც ვოლფრამის ბაზაზე მიღებულ კომპოზიტებს აქვს [1-6]. ამ პრობლემის გადასაჭრელად როგორც მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში, ასევე საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტშიც ხორციელდება კვლევები, რომელსაც საფუძველი აკადემიკოსმა თ. ლოლაძემ ჩაუყარა [7-16]. თ. ლოლაძეს საკმაო წვლილი მიუძღვის ლითონების ჭრით დამუშავების თეორიის განვითარებაში [7-11].

2. ძირითადი ნაწილი

სუფთა ნიკელის ან კობალტით შეცემენტებული ტიტანის კარბიდის ბაზაზე მიღებული მასალების თვისება მნიშვნელოვნად უმჯობესდება ლითონის შემთავსირებელში ან კარბიდის ფაზაში მაღეგირებელი დანამატის შეყვანით.

მაღეგრებელი დანამატები სხვადასხვანაირად მოქმედებს, ზოგიერთი აუმჯობესებს კარბიდული შემადგენლის ან ლითონური შემადგენლის თვისებას, ზოგი მნიშვნელოვნად მოქმედებს ფაზათშორისი საზღვრის აღნაგობაზე, უმთავრესად კი კომპოზიტის თვისებას ცვლის მისი სტრუქტურის ცვლილებით.

მოცემულ ნაშრომში შესწავლილია რკინის დანამატის გავლენა TiC-Ni სისტემის კერამიკებზე 20–25მას.% ლითონური შემკვრელის საერთო შემ-

ცველობისას. ექსპერიმენტები ჩატარეთ შემდეგი შედგენილობის კომპოზიტებზე (ცხრილი 1).

შერჩეული შედგენილობის ნარევი დაიფქვა ვიბროწისქვილში 4–5 გ/მ² დაფქვის სიწმინდემდე, პლასტიფიცირებისა და გრანულირების შემდეგ ცივად დაიწნეხა და შეცხვა ვაკუუმღუმელში 1350–1450°C ტემპერატურაზე 50⁰-ის ინტერვალით, 10³ატმ ნარჩენი წნევის პირობებში. გამოწვის შემდეგ მოხდა ნიმუშების ვიზუალური შემოწმება,

ცხრილი 1

კომპოზიტების შედგენილობა, მას.%

კომპოზიტის დასახელება	კომპონენტები		
	ტიტანის კარბიდი	ნიკელი	რკინა
TiCNi15Fe5	80	15	5
TiCNi10Fe10	80	10	10
TiCNi5Fe15	80	5	15
TiCNi20Fe5	75	20	5
TiCNi15Fe10	75	15	20
TiCNi10Fe15	75	10	15

გაიზომა ჩაჯდომა, წყალშთანთქმა, სიმკვრივე და მექანიკური თვისებები. მე-2 ცხრილში წარმოდგენილია 1400°C ტემპერატურაზე შემცხვარი ნიმუშების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევის შედეგები.

მიკროსტრუქტურის ჩამოყალიბებაზე შეცხობის ტემპერატურის გავლენის შესწავლამ გვაჩვენა, რომ კომპოზიტში რკინის შეყვანით შეცხობის ოპტიმალური ტემპერატურა რამდენადმე მცირდება, ვიდრე TiC-Ni კომპოზიტებისთვის იგივე რაოდენობის ლითონური ფაზის შემცველობისას. ეს

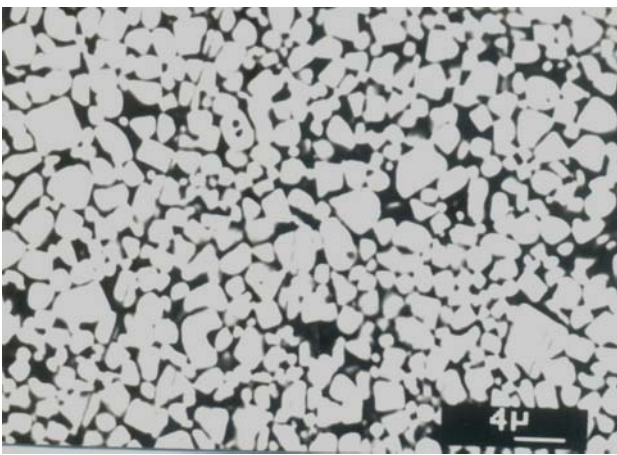
შეიძლება ავხსნათ TiC-Fe ევტექტიკის შედარებით დაბალი ლღობის ტემპერატურით [12].

საკვლევი კომპოზიტების მიკროსტრუქტურის ჩამოყალიბება იწყება ნიმუშების 1100°C ტემპერატურის ზემოთ შეცხობისას. შეცხობის პროცესი ინტენსიურად მიმდინარეობს 1300°C ზემოთ, თხევადი ფაზის გაჩენის შემდეგ. შეცხობის ოპტიმალური ტემპერატურისას მიკროსტრუქტურა თითქმის ფორების გარეშეა, საკმაოდ წვრილმარცვლოვანია (სურ.1), ლითონურ ფაზაში თანაბრად არის განაწილებული კარბიდის მარცვლები.

1400°C ტემპერატურაზე შემცხვარი ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებები

კომპოზიციის დასახელება	სიმკვრივე ρ , გ/სმ ³	წყალ-შთანთქმა W, %	სიმტკიცე ღუნვისას $\sigma_{ღუნ.მპა}$	სისაღე HRA	დარტყმითი სიბლანტე a , კჯ/მ ²	დრეკადობის მოდული E, გპა
TiCNi15Fe5	5,36	0.8	1400-1500	89.0	22	38
TiCNi10Fe10	5,40	0.8	1400-1500	89.5	22	35
TiCNi5Fe15	5,40	0.8	1450-1550	90.0	24	34
TiCNi20Fe5	5,47	0.9	1500-1600	88.0	24	35
TiCNi15Fe10	5,50	0.5	1550-1600	89.0	24	36
TiCNi10Fe15	5,46	0.9	1600-1800	89.0	25	35

მარცვლებს მომრგვალებული ფორმა აქვს. კარბიდის მარცვლების ძირითად ნაწილს (90%-მდე) წარმოადგენს 1,5–2,5მკმ ზომის მარცვლები თითქმის ყველა შედგენილობისათვის.



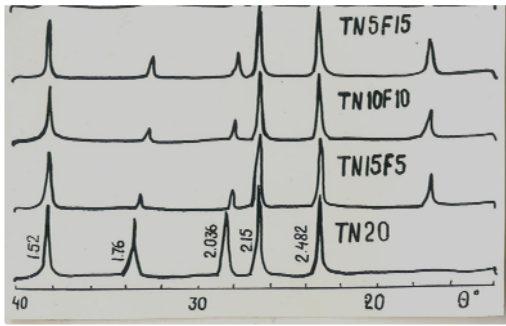
სურ. 1. TiCNiFe კომპოზიტების მიკროსტრუქტურა 25% ლითონშემაკავშირებლის შემცველობით

შემცხვარი ნიმუშების რენტგენოფაზურმა ანალიზმა აჩვენა, რომ რკინის შეყვანისას ნიკელისთვის დამახასიათებელი დიფრაქციული მაქსიმუმები გადანაცვლებულია მცირე კუთხეებისკენ (სურ. 2), რაც რკინა-ნიკელის მყარი ხსნარის წარმოქმნაზე მიუთითებს. პიკების გადანაცვლება მით მეტია, რაც მეტია კომპოზიტში რკინის შემცვე-

ლობა. TiC-Ni-Fe სამმაგი სისტემის [12] TiC-Fe პოლითერმული ჭრილის ანალიზიდან ჩანს, რომ ტიტანის კარბიდში რკინის ხსნადობა და ტიტანის კარბიდისა – რკინაში ძალიან უმნიშვნელოა. ნიკელთან რკინა მყარ ხსნარს წარმოქმნის [13].

მეტალოგრაფიული და რენტგენოფაზური ანალიზის შედეგების შეჯერებით დადგინდა, რომ საკვლევი კომპოზიტები შედგება ორი, კარბიდული და ლითონური ფაზისაგან.

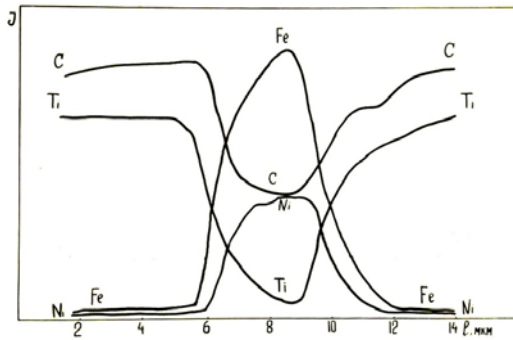
ტიტანის კარბიდის ურთიერთდამოკიდებულება ნიკელსა და რკინასთან შევისწავლეთ მიკრორენტგენოსპექტრული ანალიზის მეთოდით, MS-46 Cameca ფორმის მიკროანალიზატორზე აპარატი საკვლევ ნიმუშში ქიმიური ელემენტების განაწილებაზე დაკვირვების საშუალებას იძლევა. მისი მგრძობიარობის ზღვარი 10^{-14} გრამია [14]. რადგან აპარატის გარჩევადობის უნარი 1 მკმ-ს არ აღემატება, კომპოზიტში კი კარბიდის მარცვლების მაქსიმალური სიდიდე – 3 მკმ, იგი არ იძლევა კარბიდის მარცვლებში მეტალის შეღწევის სიღრმეზე დაკვირვების საშუალებას, ამიტომ გამოკვლევა ჩავატარეთ მოდეულურ შენადნობზე კარბიდის მსხვილი მარცვლებით (30–40 მკმ). გამოკვლევისთვის ნიმუშები მომზადდა ცნობილი მეთოდით [15].



სურ.2. 1400°C ტემპერატურაზე შემცხვარი TiC-Ni და TiC-Ni-Fe სისტემის კომპოზიტების რენტგენოგრაფიული მრუდები 20% ლითონური შემთავშირებით

კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ ტიტანის კარბიდი ნაწილობრივ იხსნება ნიკელ-რკინის ლითონურ ნაღობში. მარცვლები წარმოადგენს სუფთა ტიტანის კარბიდს გახსნილი ნიკელისა და რკინის

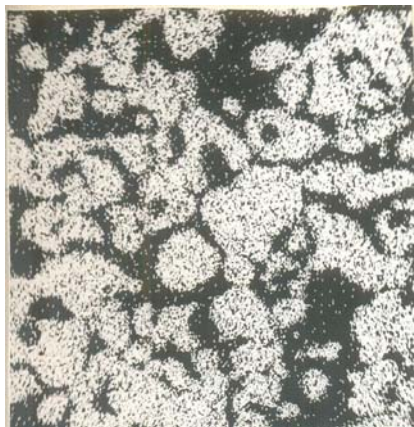
ძალიან მცირე კონცენტრაციით (სურ. 3). კარბიდის მარცვლების საზღვართან რკინის ატომებიდან გამოსხივების ინტენსიურობა მატრიცასთან შედარებით მკვეთრად ეცემა; ანალოგიურია ნიკელის შემთხვევაშიც. რკინა-ნიკელის ნაღობი კარგად ასველებს კარბიდის მარცვლებს, რის შედეგადაც იზრდება ფაზათშორისი კავშირის სიმტკიცე, მიიღწევა შემცხვარი ნიმუშების მაღალი სიმკვრივე და სიმტკიცე (ცხრილი 2). ამ ჯგუფის კომპოზიტების სიმტკიცის მნიშვნელობები თითოეული შედგენილობისთვის საკმაოდ მაღალია, მაგრამ აღსანიშნავია კომპოზიტი 25% ლითონ-შემთავშირებით – TiCNi10Fe15, რომლის სიმტკიცის ზღვარი ღუნვისას 1600–1800 მპას აღწევს და აქვს საკმაოდ მაღალი სისალე – 89 HRA.



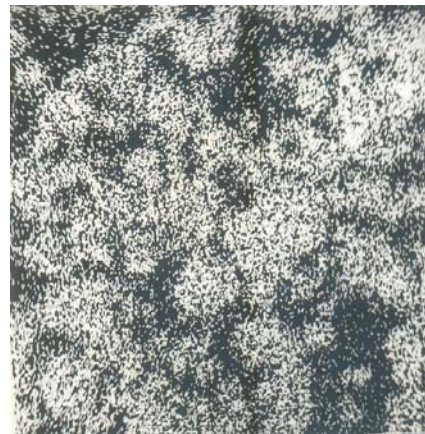
1) TiCNiFe კომპოზიტის შემადგენელი ქიმიური ელემენტების იონიზაციის მრუდები



2) ელექტრონული სურათი



3) ტიტანის განაწილება



4) ნახშირბადის განაწილება



5) რკინის განაწილება



6) ნიკელის განაწილება

სურ.3. TiCNiFe შედგენილობის კომპოზიტის მიკრორენტგენოსპექტრული ანალიზი

კომპოზიციური მასალების დასახასიათებლად მნიშვნელოვანი პარამეტრებია სისაღე, სიმტკიცის მაჩვენებელი კუმშვისა და ღუნვისას და ამ სიდიდეების შენარჩუნება მაღალი ტემპერატურის პირობებში, ამიტომ ისინი გაიზომა როგორც ოთახის, ასევე მაღალ ტემპერატურებზე.

ოთახის ტემპერატურაზე სისაღე გაიზომა როკველისა (ცხრილი 2) და ვიკერსის მეთოდებით. შედარების მიზნით პარალელურად გაიზომა სტანდარტული შენადნობების – BK8 (WC92-Co8%) და KNT20 (TiCN80-(Ni,Mo)20%), მახასიათებლებიც. მიკროსისაღე გაიზომა კლასტალის (გერმანია) ტექნიკური უნივერსიტეტის კერამიკის კათედრაზე.

ოთახის ტემპერატურაზე მიკროსისაღის გაზომვის შედეგები წარმოდგენილია მე-3 ცხრილში და მე-3 სურათზე (4, 5).

ცხრილი 3

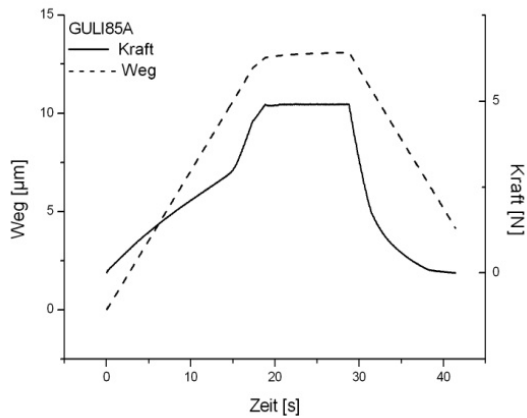
საკვლევი და სტანდარტული კომპოზიტების მექანიკური თვისებები ოთახის ტემპერატურაზე

კომპოზიტის დასახელება	სიმკიცე ღუნვისას, ძღ,მპა	HRA	HV, გპა 5N დატვირთვისას	HV, გპა 15N დატვირთვისას	HV, გპა 50N დატვირთვისას
TiC (Ni20,Fe5)	1650-1800	88-89	18-19	14-15	15-16
BK8	1400-1500	89-90	10-11	11-12	11-12
KNT20	1300-1400	89-90	15-16	16-17	14-15

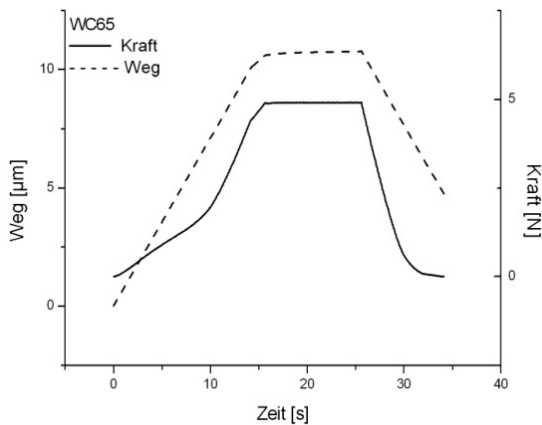
როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, სწორხაზოვანი დამოკიდებულება მიკროსისაღესა და დატვირთვის სიდიდეს შორის ერთმნიშვნელოვნად არ დაფიქსირდა. გარკვეული გადახრები განპირობებულია სხვადასხვა ფაქტორით, რომლებიც გავლენას ახდენს სისაღის რიცხვით მნიშვნელობაზე – მასალის არაერთგვაროვნება, მარცვლების ზომები, გაზომვის ცდომილება და სხვა [16-18].

მიკროსისაღის გაზომვის დროს დატვირთვისას და დატვირთვის მოხსნის შემდეგ ინდენტორის მიერ გავლილ გზათა შედარებით ვცადეთ

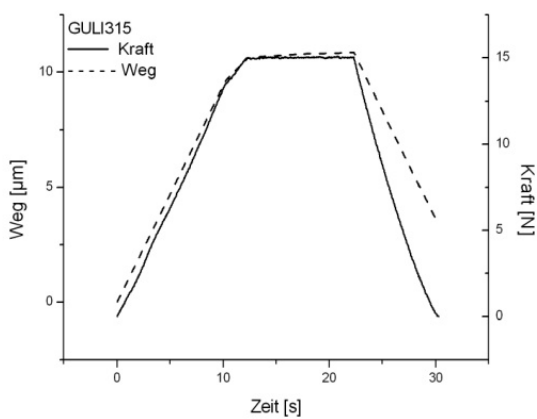
დაგვეხასიათებინა დრეკადი დეფორმაციის სიდიდე, რაც რიცხობრივად მათი სხვაობის პროცენტით გამოვთვალეთ. აღმოჩნდა, რომ სტანდარტული შენადნობებისათვის ის იცვლებოდა 22–38%-ის ფარგლებში, ხოლო საკვლევი კომპოზიტის შემთხვევაში დაახლოებით იგივე აღმოჩნდა – 31% დაბალი დატვირთვის შემთხვევაში, ხოლო მაღალი დატვირთვისას საკვლევი და უგოლფრამო კომპოზიტებს არ ახასიათებს დრეკადი დეფორმაცია (სურ. 4 და სურ. 5).



ა)

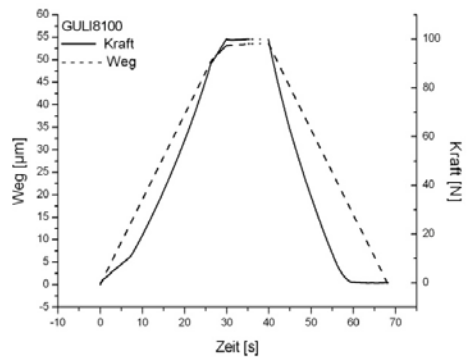


ბ)

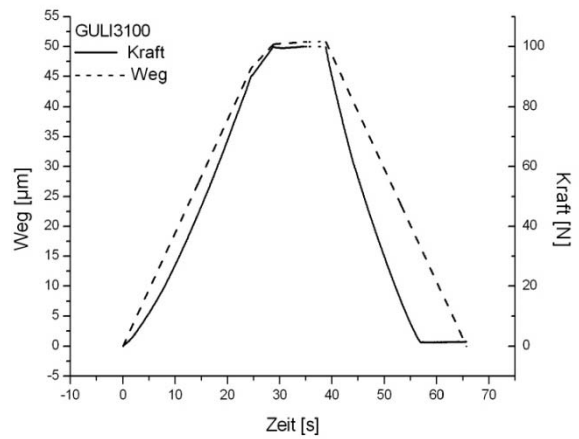


გ)

სურ.4. მიკროსისალისა და ინდენტორის მიერ გავლილი გზის გრაფიკები 5N-15N დატვირთვისას. ა) საკვლევი TiC (Ni20,Fe5) კომპოზიტის, ბ) BK8 და გ) KNT20 შენადნობებისთვის





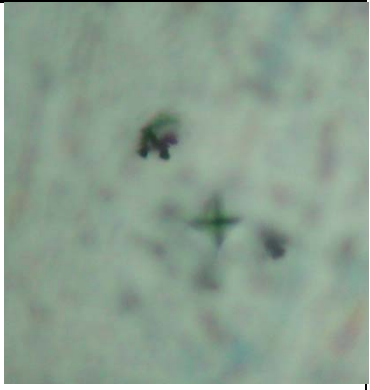
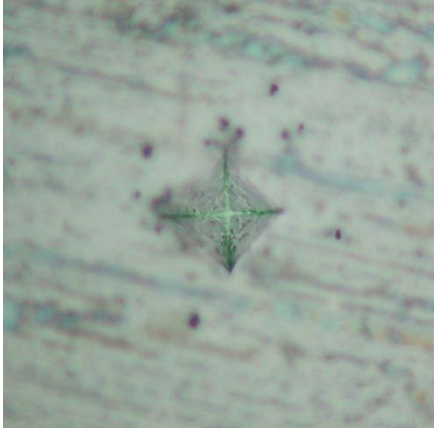
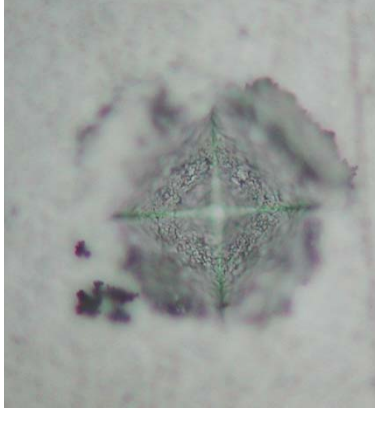


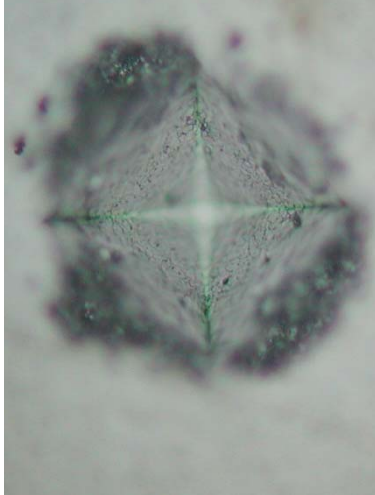
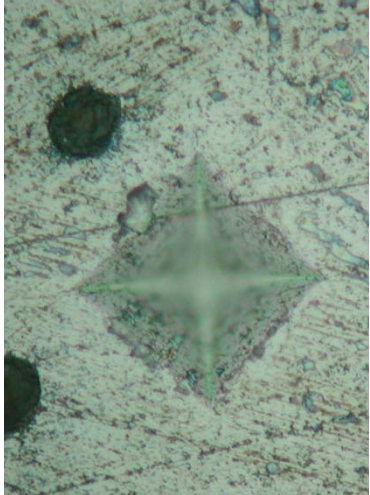
ა)



ბ)

სურ.5. მიკროსისალისა და ინდენტორის მიერ გავლილი გზის გრაფიკები 100N დატვირთვისას ა) საკვლევი TiC (Ni20,Fe5) კომპოზიტის და ბ) KNT20 შენადნობებისთვის

ინდენტორის ანაბეჭდებზე დაკვირვებამ გვიჩვენა (სურ. 6), რომ საკვლევი კომპოზიტისა და უვოლფრამო კომპოზიტის საზღვრები მეტ-ნაკლებად მკვეთრია ყველა დატვირთვის შემთხვევაში, სტანდარტული BK8-ის შემთხვევაში კი რღვევა 15N დატვირთვის შემდეგ ფიქსირდება, ხოლო KNT20 შენადნობის შემთხვევაში, რომელიც 20% ნიკელ-მოლიბდენის ლითონურ შემადგენლობას შეიცავს, ანაბეჭდის საზღვრების რღვევა უფრო მეტი – 50N დატვირთვისას ფიქსირდება.

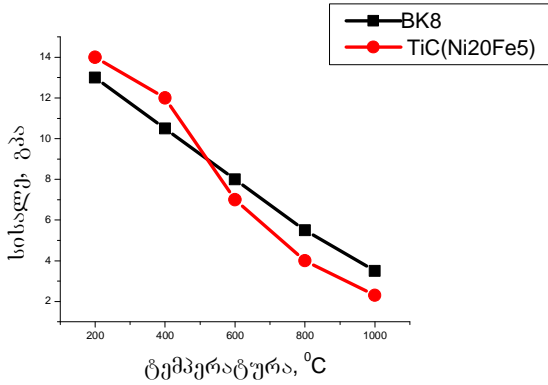
N	კომპოზიტის დასახელება		
	TiC (Ni20,Fe5)	BK8	KNT20
5			
15			
50			

სურ 6. ინდენტორის ანაბეჭდების სურათები 5, 15, 50 N დატვირთვისას

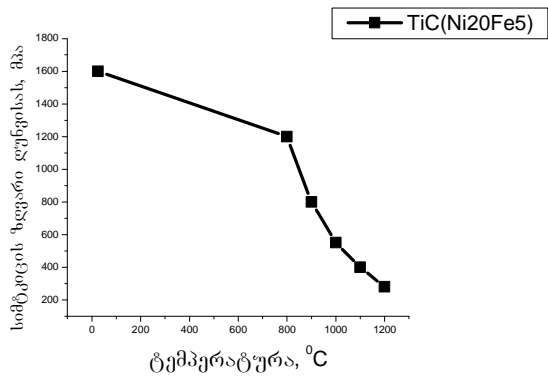
როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, საკვლევე კომპოზიტებს მექანიკური თვისებების მაღალი მაჩვენებლები აქვს ოთახის ტემპერატურის პირობებში, ამ მაჩვენებლებს ისინი საკმაოდ მაღალ ტემპერატურამდე ინარჩუნებენ (სურ.7). როგორც სურათიდან ჩანს, საკვლევე კომპოზიტისა და

ვოლფრამის ბაზაზე მიღებული სტანდარტული შენადნობის სისაღეების მრუდები 500°C ტემპერატურაზე კვეთს ერთმანეთს. ეს გასაგებიცაა, რადგან საკვლევე კომპოზიტი მეტი რაოდენობით შეიცავს ლითონურ ფაზას, მიუხედავად ამისა, მისი სისაღე 1000°C -ზე 2,3 გპა-ს შეადგენს.

რაც შეეხება სიმტკიცის ზღვარს ღუნვისას, იგი 800°C 1200 მპა-ს ტოლია, 1000°C-ზე კი – 550მპა (სურ. 8), რაც საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია.

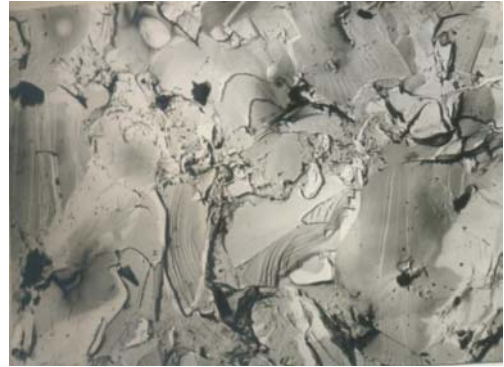


სურ. 7. საკვლევი და სტანდარტული კომპოზიტების სისაღის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების მრუდები



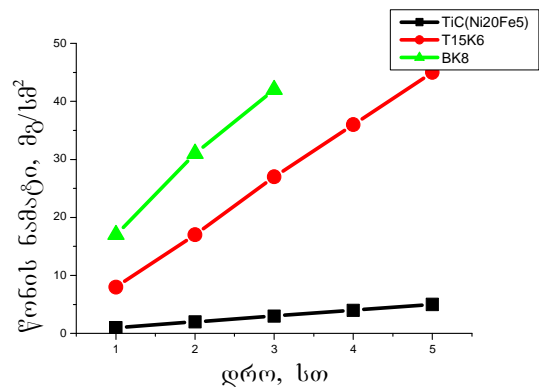
სურ.8. TiC (Ni20,Fe5) კომპოზიტის სიმტკიცის ზღვრის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების მრუდი

ჩატარებულ იქნა საკვლევი კომპოზიტის ნიმუშების ტეხის ელექტრონულ-მიკროსკოპული კვლევა ოთახის ტემპერატურაზე, ღუნვაზე სიმტკიცის ზღვრის გამოცდის შემდეგ (სურ.9). სურათიდან ჩანს, რომ რღვევა ხდება როგორც მარცვალთშორისი, ისე ტრანსკრისტალიტური მექანიზმით.



სურ. 9. კომპოზიტის ტეხის ელექტრონულ-მიკროსკოპული სურათი, X 5000

ამ ჯგუფის კომპოზიტების უანგვის მიმართ მდგრადობა ბევრად მეტია, ვიდრე ვოლფრამის კარბიდის ბაზაზე მიღებული შენადნობებისა. წონის ნამატი 900°C ტემპერატურაზე 7 საათის განმავლობაში დამუანგავ არეში გახურებისას TiC (Ni20, Fe5) (Ni20, Fe5) კომპოზიტის შემთხვევაში მხოლოდ 9,6 მგ/სმ² შეადგენს. მე-10 სურზე მოცემულია საკვლევი და სტანდარტული კომპოზიტების უანგვის კინეტიკური მრუდები 800°C ტემპერატურაზე სხვადასხვა დროის ხანგრძლივობით გახურებისას. როგორც სურათიდან ჩანს, საკვლევი კომპოზიტის მდგრადობა უანგვის მიმართ ბევრად აღემატება სტანდარტული შენადნობების მდგრადობას იგივე პირობებში, 4 საათისა და მეტი დაყოვნებისას ამ უკანასკნელთა წონის ნამატმა გადააჭარბა 50მგ/სმ² და გრაფიკზე აღარ მოთავსდა.



სურ.10. საკვლევი და სტანდარტული კომპოზიტების უანგვის კინეტიკური მრუდები 800°C ტემპერატურაზე

საკვლევი კომპოზიტის მექანიკური თვისებების მანევრებლებიდან გამომდინარე ნიმუშები მომზადდა მჭრელი თვისებების გამოსაცდელად. ნახშირბადოვანი ფოლადის ფრეზისას საკვლევი კომპოზიტის მედეგობა 1,5 – 1,8 -ჯერ აღემატებოდა T15K6 ცნობილი მარკის ფრეზების მედეგობას.

ასევე კარგი შედეგი აჩვენა საკვლევი კომპოზიტის ფირფიტებით აღჭურვილმა საჭრისებმა ფერადი ლითონების ჭრით დამუშავებისას.

3. დასკვნა

წინასწარი შედეგების მიხედვით ტიტანის კარბიდის რკინა-ნიკელის ლითონური შემადგენლობით მიღებული კომპოზიტის გამოყენება შესაძლებელია, როგორც მჭრელი მასალა. მისგან შეიძლება დამზადდეს ფილიერები მავთულებისა და მილების საგლინავად. კომპოზიტს აქვს მაღალი სიმტკიცე ღუნვისას – 1600–1800მპა, მაღალი სისალე – HRA 89-90 და მაღალი დარტყმითი სიბლანტე – 25 კჯ/უღლი/მ², არცთუ მაღალი სიმკვრივე – 5,46 გ/სმ³, რაც იმის თქმის საშუალებას გვაძლევს, რომ ეს კომპოზიტი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჯავშანტექნიკაშიც.

ლიტერატურა

1. Шлишевский Б.Е., Ларина Т.В. Безвольфрамовые твердые сплавы и перспектива их использования в оптической отрасли приборостроения // ИНТЕР-ЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ, выпуск №1. Том 4. 2007, с. 1-7.
2. Грубый С.В. Повышение эффективности токарной обработки сталей резцами из безвольфрамовых твердых сплавов. Автореферат диссертации. Москва, 1984.-32с.
3. Зубков Н.Н. Инструментальные материалы для изготовления лезвийных инструментов // НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ: Электронное научно-техническое издание, выпуск №05, 2013, с.75-97.
4. Верещака А.С., Кушнер В.С. Резание материалов. М.: Высшая Школа, 2009. -539с.
5. Smith, G.T. Industrial Metrology – Surfaces and Roundness. Springer Verlag, 2002. 336p.
6. Smith G. Cutting Tool Technology: Industrial Handbook - Springer-Verlag, 2008.-559p.

7. Loladze T.N., Totchiev F.G., Tkemaladze G.N. Some Features of Brittle Failure of Cutting Tools in: Proc. J the International M.T.O.R. Conference. Sweden, 1980. P.p.297-303.
8. Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. М.: Машиностроение, 1982.-320с.
9. Лоладзе Т.Н. Основные направления развития обработки материалов резанием // Вестник машиностроения, 1980, №11, с.40-41.
10. Миканадзе А.И. Режущие свойства и применение маловольфрамовых сплавов с высокотемпературной связкой. Автореферат кандидатской диссертации. Тбилиси, Грузинский политехнический институт, 1983.- 30с.
11. Лоладзе Т.Н. Научные основы создания эффективных инструментальных материалов на примере сплавов Т и ТП// Тезисы докладов Всесоюзного научного симпозиума: “Проблемы создания и внедрения высокопроизводительного режущего инструмента с пониженным содержанием вольфрама”. Тбилиси, 1977, с.57-69.
12. Еременко В.И. Многокомпонентные системы титана. Киев: Наукова Думка, 1976.-265 с.
13. Эллиот Р.П. Структуры двойных сплавов. Москва: Металлургия, 1970.- 456 с.
14. Бирко Л.С. Рентгеновский микроанализ с помощью электронного зонда. Москва: Металлургия, 1966.- 134 с.
15. Третьяков В.И. Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов. Москва: Металлургия, 1976.- 535 с.
16. Федосов С.А., Пешек Л. Определение механических свойств материалов микроидентификацией. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004. 98 с.
17. Головин Ю.И. Наноидентификация и его возможности. М.: Машиностроение, 2009.-312 с.
18. Матюнин В.М. Оперативная диагностика механических свойств конструкционных материалов. М.: Издательский дом МЭИ, 2006.- 214 с.
1. Шлишевский Б.Е., Ларина Т.В. Безвольфрамовые твердые сплавы и перспектива их использования в оптической отрасли приборостроения // ИНТЕР-ЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ, выпуск №1. Том 4. 2007, с. 1-7.
2. Грубый С.В. Повышение эффективности токарной обработки сталей резцами из безвольфрамовых твердых сплавов, Автореферат диссертации. Москва, 1984.-32с.

3. Зубков Н.Н. Инструментальные материалы для изготовления лезвийных инструментов // НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ: Электронное научно-техническое издание, выпуск №05, 2013, с.75-97.
4. Верещака А.С., Кушнер В.С. Резание материалов. М.: Высшая Школа, 2009. -539с.
5. Smith, G.T. Industrial Metrology – Surfaces and Roundness. Springer Verlag, 2002. 336p.
6. Smith G. Cutting Tool Technology: Industrial Handbook - Springer-Verlag, 2008.-559p.
7. Loladze T.N., Totchiev F.G., Tkemaladze G.N. Some Features of Brittle Failure of Cutting Tools in: Proc. J the International M.T.O.R. Conference. Sweden, 1980. P.p.297-303.
8. Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. М.: Машиностроение, 1982.-320с.
9. Лоладзе Т.Н. Основные направления развития обработки материалов резанием // Вестник Машиностроения, 1980, №11, с.40-41.
10. Миканадзе А.И. Режущие свойства и применение маловольфрамовых сплавов с высокотемпературной связкой. Автореферат кандидатской диссертации. Тбилиси, Грузинский политехнический институт, 1983.- 30с.
11. Лоладзе Т.Н. Научные основы создания эффективных инструментальных материалов на примере сплавов Т и ТП// Тезисы докладов Всесоюзного научного симпозиума: “Проблемы создания и внедрения высокопроизводительного режущего инструмента с пониженным содержанием вольфрама”. Тбилиси, 1977, с.57-69.
12. Еременко В.И. Многокомпонентные системы титана. Киев: Наукова Думка, 1976.-265 с.
13. Эллиот Р.П. Структуры двойных сплавов. Москва: Metallurgia, 1970.- 456 с.
14. Бирко Л.С. Рентгеновский микроанализ с помощью электронного зонда. Москва: Metallurgia, 1966.- 134 с.
15. Третьяков В.И. Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов. Москва: Metallurgia, 1976.- 535 с.
16. Федосов С.А., Пешек Л. Определение механических свойств материалов микроидентификацией. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004.- 98 с.
17. Головин Ю.И. Наноидентификация и его возможности. М.: Машиностроение, 2009.-312 с.
18. Матюнин В.М. Оперативная диагностика механических свойств конструкционных материалов. М.: Издательский дом МЭИ, 2006.- 214 с.

UDC 621.9.02

HIGHLY HARD WOLFRAM VOID COMPOSITE IN THE TiC-Ni-Fe SYSTEM

Z.Kovziridze*, N.Nizharadaze, G.Tabatadze

Resume: Goal. Obtaining of a composite of high hardness on the base of titanium carbide and iron-nickel metal binder; **Method.** The composite was obtained by compaction and further sintering in vacuum furnace, at 14500C and 10-3Pa pressure. Phase analysis was performed on X-ray apparatus DRON-3, microstructure - by electron microscope NANOLAB-7, micro hardness - on MUCKE mark micro-hardness meter, hardness limit at bending – on rupture apparatus R-100. **Result.** Physical-mechanical properties of the obtained composite are: $\sigma_b = 1600-1800$ MPa, $\sigma_{b10000C} = 550$ MPa HV=14 GPa; HV10000C 2,3 GPa. **Conclusion.** The composite obtained on the base of titanium carbide and iron-nickel metal binder can be used as cutting material; it can be used for making filliers to be used in rolling the wires and pipes. The composite is characterized by high hardness at bending- HRA 89-90 and high shock viscosity 25 kJoule /m², density - 5,46 g/cm³, which enables us to state that this composite can be used in armored technology.

Key words: metal-ceramics, composite, cutting material, micro-hardness, fillier, armored technology.

УДК 621.9.02

БЕЗВОЛЬФРАМОВЫЙ КОМПОЗИТ ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТИ В СИСТЕМЕ TiC-Ni-Fe

Ковзиридзе З.Д., Нижарадзе Н.С., Табатадзе Г.С.

Резюме. **Цель:** получение композита высокой прочности на основе карбида титана и железо-никелевого связующего сплава. **Метод:** композит получен прессованием и последующим спеканием в вакуум печи при температуре 1450°C , давлении 10^{-3} МПа. Фазовый анализ проведен на рентгеновском аппарате ДРОН-3, микроструктура изучена на электронном микроскопе NANOLAB-7, микротвердость - на аппарате марки MUCKE, предел прочности определили на разрывном аппарате R-100. **Результат:** физико-технические показатели полученного композита: $\sigma_{\text{изг.}}$ =1600-1800 МПа, $\sigma_{\text{изг.}}^{1000^{\circ}\text{C}}$ =550 МПа HV=14 ГПа; HV $_{1000^{\circ}\text{C}}$ 2,3 ГПа. **Вывод:** композит, полученный на основе карбида титана с использованием железо-никелевого связующего сплава, можно использовать как режущий материал. Из него можно изготовить фильера, для вытягивания проволок и труб. Композит имеет высокий предел прочности при изгибе, высокую твердость – HRA 89-90 и ударную вязкость -25 КДж./м², плотность составляет 5,45 г/см³, что дает возможность рекомендовать полученный композит для использования его в бронетехнике.

Ключевые слова: металл-керамический; композит; режущий материал; микротвердость; фильера; бронетехника.

შპს 66.098

ახალი ტრიაზოლ- და დიბენზოთიოფენდიოქსილუმინიტივილი ტეტრაციკლური კონდენსირებული სისტემები

მ. მაისურაძე, ე. კალანდია, ნ. გახოციძე, მ. მათნაძე, გ. ფალავანდიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავა 69

E-mail: m_maisuradze@gtu.ge

რეზიუმე: მიზანი. ორი ახალი დიაზოლ- და დიბენზოთიოფენდიოქსიდის შემცველი კონდენსირებული ტეტრაციკლური ჰეტეროციკლური სისტემის სინთეზი. მეთოდი. საწყის ნაერთად აღებულია დიბენზოთიოფენი და თანამიმდევრული "მიშენების" გზით ანელირებულია ტრიაზოლის ბირთვი. შედეგები. მიღებულია ორი ახალი ტეტრაციკლური სისტემა: 3H-ტრიაზოლო[4,5-b]დიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი და 3H-ტრიაზოლო [4,5-a] დიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი. დასკვნა. ორივე დასინთეზებული ნაერთი არის საწყისი მრავალრიცხოვანი წარმოებულების მისაღებად, მოსალოდნელი ბიოლოგიური აქტიურობით.

საკვანძო სიტყვები: დიბენზოთიოფენდიოქსიდი; იმიდაზოლი; ტეტრაციკლური სისტემები.

1. შესავალი

ინფექციური პროცესების გამომწვევ პათოგენურ და პირობითად პათოგენურ მიკროორგანიზმების შტამების უზარმაზარ რაოდენობას ახასიათებს როგორც გენეტიკური, ასევე შექმნილი რეზისტენტობა, ამიტომ მიკრობების საწინააღმდეგო პრეპარატები პეროიდულად იცვლება. ახალი სამკურნალო საშუალებების შექმნისათვის მნიშვნელოვანია ცნობილი, ფიზიოლოგიურად აქტიური მოლეკულის ქიმიური მოდიფიკაცია, რომელიც ასევე გულისხმობს ბიოლოგიური აქტიურობის მქონე მოლეკულების ერთ მოლეკულაში გაერთიანებას, რასაც ხშირად მიყვავართ ბიოლოგიური აქტიურობის ინტენსიურობის და/ან სპექტრის ცვლილებასთან.

ახალი სამკურნალო საშუალებების ძიების ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულებაა ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების სინთეზი ჰეტეროციკლური ნაერთების ბაზაზე. სტრატეგია მდგომარეობს ბიოლოგიურად აქტიური ჰეტეროციკლების: იმიდაზოლისა დიბენზოთიოფენის ერთ მოლეკულაში გაერთიანებით, მათ ბაზაზე სხვადასხვა ფარმაკოლოგიური ჩამნაცვლებლების შეყვანით წარმოებულების მისაღებაში, ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების შესწავლაში.

სამედიცინო პრაქტიკაში იმიდაზოლშემცველი ნაერთები გამოიყენება, როგორც ფართო სპექტრის სამკურნალო საშუალებები. იმიდაზოლის ნაერთებს აქვს შემდეგი ბიოლოგიური აქტიურობა:

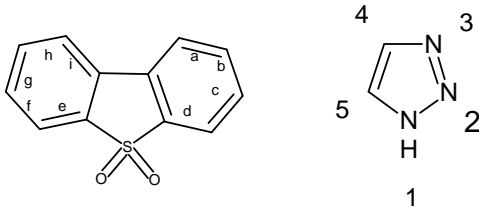
- სოკოს საწინააღმდეგო და ანტიბაქტერიული;
- ანთების საწინააღმდეგო და ტკივილგამაყუჩებელი;
- ტუბერკულოზის საწინააღმდეგო;
- ანტიდეპრესანტული;
- სიმსივნის საწინააღმდეგო;
- ანტილეიშმანიური.

იმიდაზოლის პრეპარატებიდან მიკონაზოლი, ეკონაზოლი, კეტოკონაზოლი, დაბალი ტოქსიკურობის და ფართო ანტიმიკრობული სპექტრის გამო, მოიცავს მიცელიუმის სოკოებს და გრამდადებით ბაქტერიებს, გამოიყენება სოკოვანი დაავადებების საწინააღმდეგოდ [1-5].

ასევე მრავალმხრივი აქტიურობით ხასიათდება თიოფენი და ბენზოთიოფენი. ისინი გამოიყენება როგორც საშენი მასალა სინთეზურ სამკურნალო ქიმიში. ბენზოთიოფენის ნაწარმების სხვა ციკლურ სისტემებთან კომბინაცია გამოიყენება, როგორც ალერგიის საწინააღმდეგო, ტკივილგამაყუჩებელი, ანთების საწინააღმდეგო, თვალის ჰიპერტენზიული საშუალება [6-9].

2. ძირითადი ნაწილი

ჩვენს ადრეულ შრომებში [10-14] მოცემულია ტეტრაციკლური ნაერთების სინთეზი დიბენზოთიოფენის, დიბენზოფურანის, ტრიაზოლის და იმიდაზოლის ბაზაზე. მოცემული სტატია გულისხმობს ერთ მოლეკულაში ისეთი ბიოლოგიურად აქტიური ფრაგმენტების გაერთიანებას, როგორებიცაა იმიდაზოლი და დიბენზოთიოფენდიოქსიდი. აღნიშნული ჰეტეროციკლური ფრაგმენტების ორიგინალური შერწყმით მოსალოდნელია ბიოლოგიური აქტიურობების ინტენსიურობის და/ან მიმართულებების ცვლილება. მათ ნაწარმებს შორის მოიძიება არაერთი ნაერთი, რომელიც წამლის სახით წარმოდგენილია ბაზარზე.

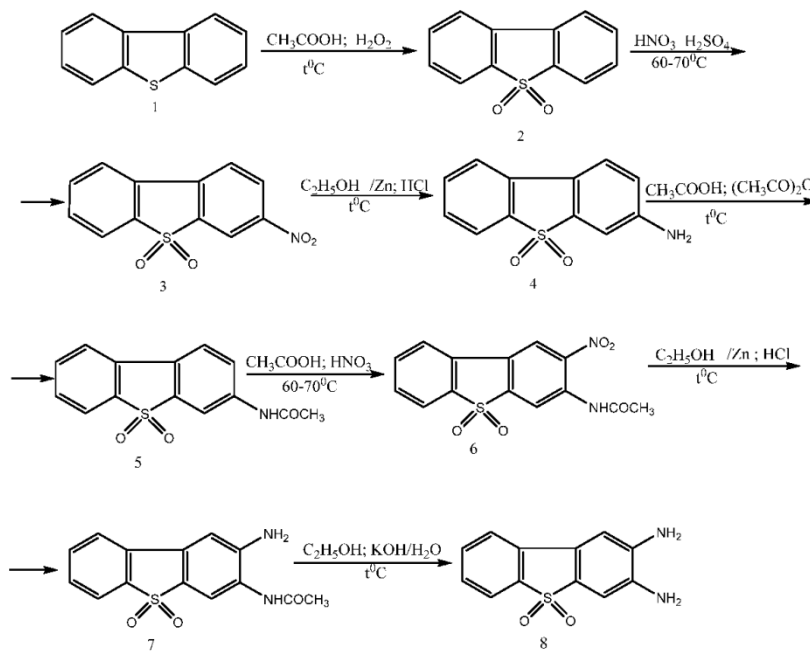


ტეტრაციკლური ნაერთების მისაღებად საჭიროა ო-დიაზინების მიღება. დიაზინებში ამინოჯგუფების კონფიგურაციაზე დამოკიდებულია იმიდაზოლის ციკლების ანელირების ადგილი. ჩვენი

მიზანია 1,2- და 2,3-დიაზინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდის მიღება.

ორივე შემთხვევაში საწყის ნაერთად აღებული იქნა დიბენზოთიოფენი (1) (სქემა 1). 2,3-დიაზინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდის მისაღებად, ნაერთის (1) დაჟანგვით, წყალბადის ზეჟანგის საშუალებით მიღებულ იქნა დიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (2) [11]. ნაერთ (2)-ის ნიტრირებით აზოტმუჟავაში გოგირდმუჟავას თანხლებით მიიღება 3-ნიტროდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (3) [11]. მიღებული ნაერთის (3) აღდგენით, მარილმუჟავაში თუთიის მტვრის მეშვეობით, მიიღება 3-ამინოდიბენზოთიოფენი (4). ნაერთის (4) აცილირებით ძმარმუჟავა ანჰიდრიდის მეშვეობით, ძმარმუჟავას არეში ვლებულობით 3-აცილამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდს (5), ხოლო მისი ნიტრირებით (კვლავ მანიტრირებელი ნარევის მეშვეობით: აზოტმუჟავა/გოგირდმუჟავა) მიიღება 2-ნიტრო,3-აცილამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (6) რომლის აღდგენით მარილმუჟავაში თუთიის მტვრის თანახობისას მიიღება 2-ამინო, 3-აცილამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (7). ნაერთის (7) ჰიდროლიზით მიიღება 2,3-დიაზინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (8) (სქემა 1).

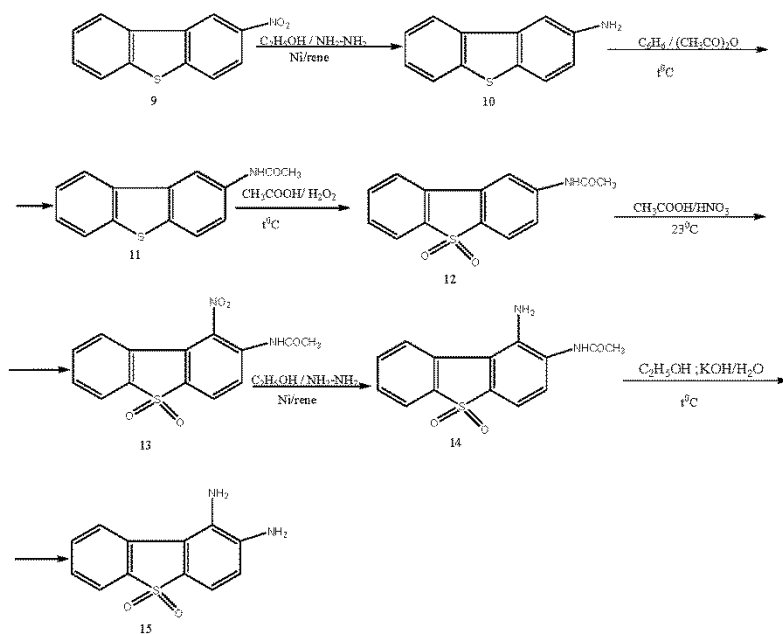
სქემა 1



1,2-დამონდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი შემდეგი სქემით მიიღება: საწყის ნაერთად აღებულ იქნა დიბენზოთიოფენი (1). მისი ნიტრირებით მანიტრირებელი აგენტის (აზოტმუაჟა: გოგირდმუაჟა) მეშვეობით მიიღება 2-ნიტროდიბენზოთიოფენი (9), რომლის აღდგენით ჰიდრაზინჰიდრატისა და ნიკელ/რენის მეშვეობით ეთანოლის არეში მიიღება 2-ამინოდიბენზოთიოფენი (10). ნაერთის (9) აცილირებით, ძმარმუაჟა ანჰიდრიდის მეშვეობით, ბენზოლის არეში მიიღება 2-აცილამინოდიბენზოთიოფენი (11), რომლის წყალბადის ზეჟანგით დაჟან-

გვით ძმარმუაჟას არეში მიიღება 2-აცილამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (12). ნაერთის (11) ნიტრირებით, მზოლავი აზოტმუაჟას მეშვეობით, ძმარმუაჟას არეში მიიღება 1-ნიტრო, 2-აცილამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (13), რომლის აღდგენით ჰიდრაზინჰიდრატისა და ნიკელ/რენის მეშვეობით ეთანოლის არეში მიიღება 1-ამინო, 2-აცილამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (14). ნაერთის (13) ნატრიუმის ტუტით ჰიდროლიზით ეთანოლში მიიღება 1,2-დამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (15) (სქემა 2).

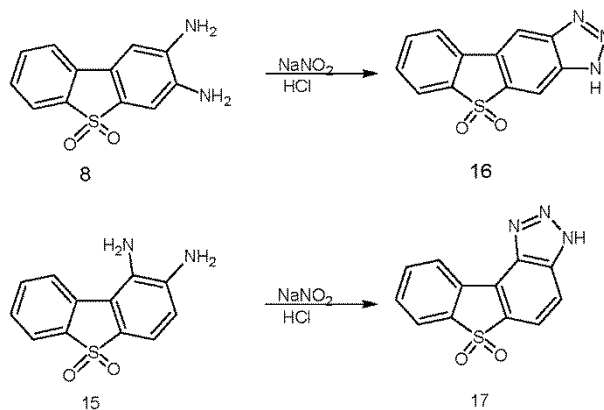
სქემა 2



იზომერული ტეტრაციკლური სისტემები (15) ნიტრირებისა და მარილმუაჟას მოქმედების შედეგად (16) მიღებულია დამინებიდან (8),(15) ნატრიუმის

ნიტრიტისა და მარილმუაჟას მოქმედების შედეგად (17) მიღებულია დამინებიდან (8),(15) ნატრიუმის

სქემა 3



მიღებული ორიგინალური ნაერთების სტრუქტურები დადასტურებულია ინფრაწითელი და მას-სპექტროსკოპიის და ელემენტური ანალიზის მეშვეობით. მიღებული შედეგები ადასტურებს სინთეზირებული ნაერთების აღნაგობას.

ექსპერიმენტული ნაწილი

ინფრაწითელი სპექტრები ჩაწერილ იქნა ფურის გარდამქმნელი ინფრაწითელი მიკროსკოპით „Varian FT-IR 610/660-IR“; ქრომატო-მას-სპექტრომეტრი Clarus 500-MS; აირმატარებელი ჰელიუმი – 1მლ/წთ; კაპილარული კვარცის სვეტი – 30მX0,25მმ; ფაზა – DB-5MS; ინექტორის ტემპერატურა – 250°C; ანალიზის პირობა – 100°C–2წთ. სიჩქარე – 150C/წთ; -28000; 20წთ. ღვლის ტემპერატურა გაზომილია აპარატზე “Mel-Temp 3.0”.

დიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (2) – 18,4გ დიბენზოთიოფენს (1) ხსნიან 100 მლ ყინულიან ძმარმჟავაში და აცხელებენ. დუდილისა და მორევის პირობებში წვეთწვეთობით ამატებენ 30მლ წყალბადის ზეჟანგს. წყალბადის ზეჟანგის დამატებისას გამოილექება თეთრი ფერის კრისტალები. სარეაქციო არეს დუდილისა და მორევის პირობებში აყოვნებენ 1სთ, რის შემდეგაც კვლავ ამატებენ 10მლ წყალბადის ზეჟანგს და ადუღებენ 30წთ. ნარევეს აყოვნებენ 24სთ. ფილტრავენ, რეცხავენ წყლით ნეიტრალურ არემდე და აშრობენ. კონტროლი – ქლოროფორმი: ეთილაცეტატი – 3:1. თეთრი ნემსისებრი კრისტალები. M=216; C₁₂H₈O₂; გამოსავლიანობა: 95,3%. T_{ლ.ტ.}=231°C, ლიტ. T_{მ.პ.}=232–233°C [15].

3-ნიტროდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (3) – 11,4გ (0,05მოლი) დიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდს ხსნიან 40 მლ კონც. გოგირდმჟავაში. წვეთწვეთობით ამატებენ 34,2მლ მბოლავ აზოტმჟავას (d=1,5). ტემპერატურას 15–20 წუთის განმავლობაში ინარჩუნებენ 60–70 °C-ზე. აცივებენ და ასხამენ ყინულიან წყალში. ყვითელ ნალექს ფილტრავენ, რეცხავენ წყლით, აშრობენ და აკრისტალებენ აცეტონში. ფილტრზე რჩება 3-ნიტროდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი(3). მიიღება 13გ 3-ნიტროდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდის (3) ყვითელი კრისტალები; M=261; ქიმიური ფორმულა C₁₂H₇NO₄S; გამოსავლიანობა – 94%; T_{ლ.}=

264°C; ლიტ. T_{ლ.}=265–266°C; [16]. კონტროლი–ქლოროფორმი: ეთილაცეტატი 3:1.

3-ამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (4) – 12,2გ (0,04მოლი) 3-ნიტროდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდს (3) ხსნიან 481მლ 96%-იან ეთილის სპირტში და ამატებენ 70 მლ 31%-იან მარილმჟავას. დუდილისა და მორევის პირობებში უღუფებად ამატებენ 23,5გ თუთიის მტვერს. ყვითელი შეფერილობის სარეაქციო არე თანდათან გამჭვივრადე წითელი ფერის ხდება. რეაქცია მიმდინარეობს 40–45წთ. სარეაქციო არეს ფილტრავენ. ფილტრატს ამატებენ წყალს. გამოიყოფა წითელი ფერის ნალექი, ნალექს ფილტრავენ, ნარინჯისფერ ფილტრატს ამუშავებენ ნატრიუმის ტუტის 40%-იანი ხსნარით. წარმოქმნილ ნალექს ფილტრავენ, ფილტრატიდან ამინს ექსტრაგირებენ ეთილაცეტატით. აცილებენ გამხსნელს, აშრობენ ოთახის ტემპერატურაზე. აკრისტალებენ 96%-იან ეთილის სპირტში. გაშრობის შემდეგ მიიღება 9,5გ ყვითელ-მომწვანო ფერის კრისტალები. კონტროლი – ქლოროფორმი: გამოსავლიანობა – 88,7% M=231; C₁₂H₉NO₂S; T_{ლ.}=256–258°C ლიტ. T_{ლ.}=259–260°C [16].

3-აცეტამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (5) – 1,1გ (0,004მოლი) 3-ამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდს(4) ამატებენ 68,75მლ ყინულიან ძმარმჟავას, მორევის პირობებში ადუღებენ. ამატებენ წვეთწვეთობით 1მლ ძმარმჟავაანჰიდრიდს, თანდათან გამოვარდება ჩალისფერ-ყვითელი შეფერილობის კრისტალები. მორევისა და დუდილის პირობებში აყოვნებენ 30წთ. ცხლად ფილტრავენ და რეცხავენ ნეიტრალურ რეაქციაამდე. აშრობენ ოთახის ტემპერატურაზე. აკრისტალებენ 96%-იან ეთანოლში. კონტროლი – ეთილაცეტატი: ეთერი 3:1. გამოსავლიანობა: 14გ, 95,2%; T_{ლ.ტ.}=317–319°C. M=273. გამოთვლილია C₁₄H₁₁NO₃S; C- 61.52; H- 4.06; N- 5.12; S- 11.73%. ნაპოვნია: C- 61.48; H- 4.08; N- 5.15; S- 11.72%. IR (KBr) ν_{max} (cm⁻¹): 3440 (NH); 3245 (CH₃); 1704 (C=O); 1550(CN); 1157(SO₂). m/z: 273.05 (100.0%), 274.05 (16.2%), 275.04 (4.5%), 275.05 (1.9%).

2-ნიტრო-3-აცეტამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (6) – 2გ(0,007მოლი) 3-აცილამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდს(5) ხსნიან 39 მლ ყინულიან ძმარმჟავაში და წვეთწვეთობით ამატებენ 6,3 მლ

აზოტმჟავას ($d=1.5$) და 2 მლ კონც. გოგირდმჟავას. რეაქციას ატარებენ $60-70^{\circ}\text{C}$ -ზე. ლიმონისფერ-ყვითელ კრისტალებს ფილტრავენ შოტის ფილტრზე და რეცხავენ წყლით ნეიტრალურ რეაქციაში. აშრობენ. აკრისტალებენ 96%-იან ეთანოლში. კონტროლი-ქლოროფორმი: ეთილაცეტატი 1:1. გამოსავლიანობა: 1.8გ, 78.3%; $T_{m.p.}=292-293^{\circ}\text{C}$. $M=318$. გამოთვლილია $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_5\text{S}$; C- 52.83; H- 3.17; N- 8.80; S- 10.07 %. ნაპოვნია: C- 52.80; H- 3.14; N- 8.84; S- 10.10 %. IR (KBr) ν_{\max} (cm^{-1}): 3440 (NH); 3245 (CH_3); 1700 (C=O); 1535(CN); 1532 (NO_2); 1140(SO_2). m/z: 318.03 (100.0%), 319.03 (16.7%), 320.03 (4.8%), 320.04 (2.1%).

2-ამინო-3-აცეტამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (7) – 1,1გ(0.99მოლი) 2-ნიტრო-3-ამინოაცილდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდს(6) ამატებენ 75 მლ 96%-იან ეთანოლს და 8,8 მლ 31%-იან მარილმჟავას და დუდილისას 3,6გ თუთიის მტვერს ულუფებ. სინთეზი მიმდინარეობს ნაერთის (4) მიღების მეთოდის მსგავსად. ეთერში გადაკრისტალების შემდეგ დებულობენ მუქი ყვითელი ფერის კრისტალებს. კონტროლი – ქლოროფორმი: ეთილაცეტატი: ეთერი 1:3:1; გამოსავლიანობა: 0.8 გ, 80%, $T_{\text{ლ.ტ.}}=264-265^{\circ}\text{C}$. $M=288$. გამოთვლილია $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_3\text{S}$; C- 58.32; H-4.20; N- 9.72; S-11.12 %. ნაპოვნია: - 58.30; H-4.24; N- 9.69; S-11.10 %. IR (KBr) ν_{\max} (cm^{-1}): 3440 (NH); 3300 (NH_2); 3240 (CH_3); 1700 (C=O); 1530(CN); 1150(SO_2). m/z: 288.06 (100.0%), 289.06 (16.2%), 290.05 (4.5%), 290.06 (1.9%).

2,3-დიამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (8) – 0,8გ (0,002მოლი), 2-ამინო-3-აცილდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდს (7) ამატებენ 20 მლ 96%-იან ეთანოლს და 20მლ წყალში გახსნილ 5გ KOH -ს. მორევისა და დუდილის პირობებში აყვებენ 30წთ. გამოლექილ კრისტალებს ცხლად ფილტრავენ, რეცხავენ წყლით ნეიტრალურ რეაქციაში. აშრობენ. მიიღება მურა ყვითელი ფერის კრისტალები. კონტროლი – ბენზოლი: ეთილაცეტატი 3:1; გამოსავლიანობა: 0.46 გ, 78%; $M=246$. $T_{\text{ლ.ტ.}}=243-246^{\circ}\text{C}$ M 246. გამოთვლილია $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$; C- 58.52; H-4.09; N,-11.37; S- 13.02 %. ნაპოვნია: C- 58.50; H-4.12; N,-11.33; S- 13.06 %. IR (KBr) ν_{\max} (cm^{-1}):

3400, 3300 (NH_2); 1150(SO_2). m/z: 246.05 (100.0%), 247.05 (14.0%), 248.04 (4.5%), 248.05 (1.4%).

2-ნიტროდიბენზოთიოფენი (9), 2-ამინოდიბენზოთიოფენი (10), 2-აცეტამინოდიბენზოთიოფენი (11) მიღებულია [11] მეთოდის მიხედვით.

2-აცეტამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (12) – 6გ (0,024მოლი) 2-აცილდიბენზოთიოფენს (11) ამატებენ 24 მლ ყინ. ძმარმჟავას, დუდილისა და მორევის პირობებში ამატებენ 10 მლ 33%-იან წყალბადის ზეჟანგს. რეაქცია მიმდინარეობს ნაერთი (2)-ის ანალოგიურად. სპირტში გადაკრისტალების შემდეგ მიიღება თეთრი ფერის კრისტალები. ქლოროფორმი: ეთილაცეტატი -3:1; გამოსავლიანობა: 5 გ, 73.6%; $T_{\text{ლ.ტ.}}=272-274^{\circ}\text{C}$. M 273; გამოთვლილია $\text{C}_{14}\text{H}_{11}\text{NO}_3\text{S}$; C- 61.52; H-4.06; N-5.12; S- 11.73; %. ნაპოვნია: C- 52.80; H-3.20; N- 8.85; S- 10.00 %. IR (KBr) ν_{\max} (cm^{-1}): 3445 (NH); 3235 (CH_3); 1700 (C=O); 1555(CN); 1157(SO_2). m/z: 273.05 (100.0%), 274.05 (16.2%), 275.04 (4.5%), 275.05 (1.9%);

1-ნიტრო-2-აცეტამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი(13) – 5გ (0,018მოლი) 2-ამინოაცილდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდს (12) ხსნიან 100 მლ ყინ. ძმარმჟავაში, წვეთწვეთობით ამატებენ 16 მლ აზოტმჟავას ($d=1.5$). რეაქცია მიმდინარეობს 23 C-ზე 40 წთ-ის განმავლობაში. ლიმონისფერ-ყვითელ კრისტალებს ამუშავებენ ნართის (6) ანალოგიურად. აკრისტალებენ 96%-იან ეთანოლში. კონტროლი-ქლოროფორმი:

ეთილაცეტატი 1:1; გამოსავლიანობა: 72,7%. $T_{\text{ლ.ტ.}}=256-258^{\circ}\text{C}$. M 318; გამოთვლილია $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_5\text{S}$; C- 52.83; H-, 3.17; N- 8.80; S- 10.07 %. ნაპოვნია: C- 52.80; H-3.20; N- 8.85; S- 10.00 %. IR (KBr) ν_{\max} (cm^{-1}): 3445 (NH); 3250 (CH_3); 1710 (C=O); 1540 (CN); 1530 (NO_2); 1145 (SO_2). m/z: 318.03 (100.0%), 319.03 (16.7%), 320.03 (4.8%), 320.04 (2.1%).

1-ამინო-2-აცეტამინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (14)–სამყელა კოლბაში, რომელიც აღჭურვილია მექანიკური სარევიოთ, უკუმაცივრითა და საწვეთური ძაბრით ათავსებენ 4გ (0.012მოლი) 1-ნიტრო-2-ამინოაცილდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდს (13) და 142 მლ 96%-იან ეთანოლს. ნარევის მუდმივი მორევის და დუდილის პირობებში მცირე ულუფებით უმატებენ რენეს/Ni კატალიზატორს. პარალელ-

ღურად წვეთწვეთობით უმატებენ 6 მლ ჰიდრა-
ზინჰიდრატს. სარეაქციო მასა გამჭვირვალე სახეს
იღებს. ნარევის აღულებენ კიდევ 2 საათი, შემდეგ
ფილტრავენ და ფილტრატს აცივებენ. გაცივების
შემდეგ ილეკება მოთეთრო-იასამნისფერი
კრისტალები, რომელსაც ფილტრავენ და რეც-
ხავენ ნეიტრალურ არემდე. კონტროლი – ბენზო-
ლი: ეთილაცეტატი 3:1. მიიღება მოთეთრო-იასამ-
ნისფერი კრისტალები. გამოსავლიანობა: 2.7გ, 75%;
T_{ლტ.}=282–283°C. M 288.32; გამოთვლილია
C₁₄H₁₂N₂O₃S; C- 58.32; H- 4.20; N- 9.72; S- 11.12%.
ნაპოვნია: C- 58.22; H- 4.25; N- 9.70; S- 11.15%. IR
(KBr) ν_{max}(სმ⁻¹): 3445 (NH); 3310 (NH₂); 3240 (CH₃); 1710
(C=O); 1530(CN); 1155(SO₂). m/z: 288.06 (100.0%),
289.06 (16.2%), 290.05 (4.5%), 290.06 (1.9%).

**1,2-დიაზინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი (15) –
0,8გ(0,002მოლი)** – ამინო-2-აცილამინოდიბენზო-
თიოფენ-5,5-დიოქსიდს (14) ამატებენ 20მლ 96%-იან
ეთანოლს და 20 მლ წყალში გახსნილ 5გ KOH -ს.
მორევისა და დუდილის პირობებში აყვებენ
30წთ. გამოლექილ კრისტალებს ცხლად ფილტ-
რავენ, რეცხავენ წყლით ნეიტრალურ რეაქციამდე.
აშრობენ. მიიღება ღია ყვითელი კრისტალები.
კონტროლი – ბენზოლი: ეთილაცეტატი 3:1; გამო-
სავლიანობა: 0,46 გ, 74%; T_{ლტ.}=297°C. M 246.28;
ნაპოვნია C₁₂H₁₀N₂O₂S; C- 58.52; H- 4.09; N,- 11.37; S-
13.02 %. გამოთვლილია: C- 58.50; H- 4.13; N,- 11.34; S-
13.00 %. IR (KBr) ν_{max}(სმ⁻¹): 3400- 3300 (NH₂); 1150(SO₂).
m/z: 246.05 (100.0%), 247.05 (14.0%), 248.04 (4.5%),
248.05 (1.4%).

**ტრიაზოლებშემცველი ციკლების მიღება (ზო-
გადი მეთოდი)**

სამყელა კოლბაში, რომელიც აღჭურვილია
საწვეთური ძაბრითა და უკუმაცივრით, ათავსებენ
0,2 გ (0,0007 მოლი) დიაზინს, ამატებენ 0,36 მლ
31%-იან მარილმჟავასა (HCl) და 4 მლ წყლის ნა-
რევს. ნივთიერება მარილმჟავაში არ იხსნება,
ჯირჯვდება. ცივი წყლით გაცივებისა და მორევის
პირობებში ამატებენ 0,1 გ ნატრიუმის ნიტრიტს
(NaNO₂) გახსნილს 0,5 მლ წყალში. ნიტრიტის
მიმატების დაწყებისთანავე ნარევი ღებულბს მუქ
შეფერილობას, დაახლოებით 10 წუთის შემდეგ
შეფერილობა გალიავდა. ნიტრიტის დამატებიდან

კიდევ 10 წუთი ცივი მდგომარეობაში მიმდინარე-
ობს მორევა, შემდეგ დაახლოებით 30 წუთი ნა-
რევი თბება. ნარევი იფილტრება ცივად. ირეცხება
წყლით ნეიტრალურ არემდე. მიღებული კრისტა-
ლები გადაკრისტალდება ძმარმჟავაში და
ირეცხება ამიაკის წყალხსნარით, შემდეგ წყლით
ნეიტრალურ რეაქციამდე.

**3H-ტრიაზოლო[4, 5-b]დიბენზოთიოფენ-5,5-დი-
ოქსიდი (16)**

გამოსავლიანობა: 0,165 გ, 79%; ნარინჯისფერი
კრისტალები. T_{ლტ.}=203–205°C. M257; ნაპოვნია
C₁₂H₇N₃O₂S; C- 56.02; H- 2.74; N,- 16.33; S- 12.46 %.
გამოთვლილია: C- 56.12; H- 2.78; N,- 16.25; S- 12.44 %.
IR (KBr) ν_{max} (სმ⁻¹): 3400- 3300 (NH₂); 1150(SO₂). m/z:
246.05 (100.0%), 247.05 (14.0%), 248.04 (4.5%), 248.05
(1.4%).

**3H-ტრიაზოლო[4,5- a]დიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქ-
სიდი (17)**

გამოსავლიანობა: 0,46გ. 74%; ღიმონისფერი
კრისტალები. T_{ლტ.}=313–315°C. M257; ნაპოვნია
C₁₂H₇N₃O₂S; C- 56.02; H- 2.74; N,- 16.33; S- 12.46 %.
გამოთვლილია: C- 56.10; H- 2.77; N,- 16.24; S- 12.42 %.
IR (KBr) ν_{max} (სმ⁻¹): 3400- 3300 (NH₂); 1150(SO₂). m/z:
246.05 (100.0%), 247.05 (14.0%), 248.04 (4.5%), 248.05
(1.4%).

3. დასკვნა

დიბენზოთიოფენიდან თანამიმდევრული გარ-
დაქმნების შედეგად მიღებულია 1,2- და 2,3-დია-
ზინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდები, საიდანაც
ნატრიუმის ნიტრიტისა და მარილმჟავას ურთი-
ერთქმედებით მიღებულია 3H-ტრიაზოლო [4,5-ბ]
დიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი და 3H-ტრიაზოლო
[4,5-ა]დიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი. მიღებული ნა-
ერთები ფუძემდებლური ციკლებია, რომელთა ბა-
ზაზე შეიძლება მრავალრიცხოვანი წარმოებულე-
ბის მიღება, მოსალოდნელი ბიოლოგიური აქ-
ტიურობით.

ლიტერატურა

- 1. Subramaniyan Arulmurugan, Helen P. Kavitha, Samiyap-
pan Sathishkumar and Rajaram Arulmozhi, Biologically

- Active Benzimidazole Derivatives, *Mini-Reviews in Organic Chemistry*, 12(2): 178-195.
2. Kaushik Chanda, Sreerama Rajasekhar, Barnali Maiti and Balamurali MM, *Synthesis and Medicinal Applications of Benzimidazoles: An Overview*, *Current Organic Synthesis*, Volume 13 (E-pub ahead of print) Volume 13, 6 Issues, 2016]
 3. [S. Khabnadideh, Z. Rezaei, A. Khalafi-Nezhad, K. Pakshir, A. Roosta and Z Baratzadeh, *Design and Synthesis of Imidazole and Benzimidazole Derivatives as Antifungal Agents*, *Anti-Infective Agents*, 7(3):215-218.2009]
 4. [Emre e Montes, Fatih Yilmaz, Fatih Saban Beris, Olcay Bekircan and Bahittin Kahveci. *Microwave-Assisted Synthesis of Some New Benzimidazole Derivatives with their Antimicrobial Activity*, *Current Microwave Chemistry*, 2(1): 32-39.2015]
 5. {Leyla Yurttas, Yusuf Ozkay, Hulya Karaca, Yagmur Tunali and Zafer Asim Kaplanckli, *Synthesis and Antimicrobial Evaluation of Some 2,5-Disubstituted Benzimidazole Derivatives*, *Letters in Drug Design & Discovery*, 10(6): 486-491. 2013};
 6. M. Avkiran, M. S. Marber, Na(+)/H(+) exchange inhibitors for cardioprotective therapy: progress, problems and prospects. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002, 39, 747.
 7. M. Karmazyn, X. T. Gan, R. A. Humphreys, H. Yoshida, K. Kusumoto, *Circ. The Myocardial Na⁺-H⁺ Exchange Structure, Regulation, and Its Role in Heart Disease Res.* 1999, 85, 777.
 8. A. J. Bridges, A. Lee, E. C. Maduakor, C. E. Schwartz, *The synthesis of three 4-substitutedbenzo[b]thiophene-2-carboxamides as potent and selective inhibitors of urokinase*; *Tetrahedron Lett.* 1992, 33, 7499.
 9. S. Lee, H. Lee, K. Yang Yi, B. Ho Lee, S. Yoo, K. Leec N. Sook; *Chob4-Substituted (benzo[b]thiophene-2-carbonyl) guanidines as novel Na⁺/H⁺ exchanger isoform-1 (NHE-1) inhibitors*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 15 (2005) 2998–3001.
 10. .M.Maisuradze, G. Ugulava, N. Bolkvadze, G. Phalavandishvili, N. Gaxokidze, M.Matnadze. *Some New Derivatives of 3H-Benzo (b)Furobenzotriazole*. *Journal of Chemistry and Chemical Engineering. USA* Vol.7, No. 7, 621-625 2013
 11. 7.M.Maisuradze,TKhoshtaria, N. Gaxokidze, L. Kurkovskaia. *Synthesis of benzo[b]thieno[3,2-e]benzimidazoles, first representatives of a new heterocyclic system*. *Chemistry of Heterocyclic Compounds. Vol. 44,(8), pp 1024-1026, 2008;*
 12. 8.M.Maisuradze, G.Ugulava. *The Triazole and Thiophene Containing New Heterocyclic Systems*. *Journal of Chemistry and Chemical Engineering. USA. Vol.6, No. 4, p 378-383 2012;*
 13. 9.M.G.Maisuradze, V. O. Ananiashvili, N. Z. Gaxokidze, M. M. Matnadze *Some novel derivatives of 3H-benzo[b]thiophen[3,2-e]benzimidazole*. *Chemistry of Heterocyclic Compounds. Vol. 48, No. 12, p.1801-1804, 2013;*
 14. 10.M.G.Maisuradze, V. O. Ananiashvili, N. Z. Gaxokidze, M. M. Matnadze, S. P. Tsqvitaia. *Synthesis of novel heterocyclic systems, benzo[b]furobenzimidazoles*. *Chemistry of Heterocyclic Compounds, Vol. 48, No. 7, p 1125-1126, 2012;*
 15. H.Gilman, D.L. Esway. *The Oxidation of DibenzoThiofene and Phenoxathiin with Hydrogen Peroxide*. *J. Am/ Chem. Soc. v 74, N14, p 2021-2025. 1952*
 16. H. Gillman, A.L. Jacoby, H.A. Pacevitte. *Realative reactivities og organometallic compounds. seleqtive metalations of dibenzothiophene*. *J.Org. Chemistry. V.3. N1. p.p. 120-124. 1938.*

UDC 543

NOVEL TRIAZOLE AND DIBENZOTHIOPHENEDIOXIDE CONTAINING TETRACYCLIC CONDENSED SYSTEMS

M. Maisuradze*, G. Phalavadishvili, N. Gakhokidze, M. Matnadze, E. Kalandia

Resume: Goal. The aim of the current work is to create new heterocyclic tetracyclic condensed systems which combine dibenzothiophen and triazole into one molecule. **Method.** Dibenzothiophen was taken as an initial combination and in the way of „attachment” it annihilated the triazole nucleus. **Results.** New tetracyclic systems were produced: 3H-triazolo[4,5-b]dibenzothiophene-5,5-dioxide and 3H-triazolo[4,5-a]dibenzothiophene-5,5-dioxide. Their spectral characteristics are studied. **Conclusion.** The above mentioned pentacyclic compounds, in turn, represent predecessors for the synthesis of numerous derivatives with the expected biological activities.

Key words: acetate; acetate complex compounds; Clotrimazol; radiophasic and radiofluorescent analysis methods.

УДК 543

НОВЫЕ ТРИАЗОЛ- И ДИБЕНЗОТИОФЕНДИОКСИДСОДЕРЖАЩИЕ ТЕТРАЦИКЛИЧЕСКИЕ КОНДЕНСИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ

Маисурадзе М.Г., Каландия Е.Дж., Гахокидзе Н.З., Матнадзе М.М., Палавандишвили Г.А.

Резюме: Цель: синтезировать две новые триазоло- и дибензотиофендиоксид-содержащие тетрациклические гетероциклические конденсированные системы. **Метод:** в качестве исходного соединения взят дибензотиофен-5,5 диоксид и в результате последовательных преобразований получены новые вещества. **Результаты:** получены 3-триазоло [4,5-β] дибензотиофен-5,5-диоксид и 3-триазоло[4,5-α] дибензотиофен-5,5-диоксид. Изучены спектральные характеристики синтезированных веществ. **Заключение:** полученные соединения представляют начальные вещества для синтеза многочисленных производных с ожидаемой биологической активностью.

Ключевые слова: ацетаты; ацетатные комплексные соединения; Клотримазол; методы рентгенофазного и рентгенофлуоресцентного анализа.

UDC 66.098

NOVEL DIAZOLE/TRIAZOLE AND DIBENZOTHIOPHENEDIOXIDE CONTAINING PENTACYCLIC SYSTEMS WITH PROMISING BIOLOGICAL ACTIVITIES

M. Maisuradze*, G. Phalavadishvili, N. Gakhokidze, M. Matnadze, El. Kalandia

Department of chemical and biological technology, Georgian Technical University, 69. M. Kostava str. 0175, Tbilisi, Georgia

E-mail: m_maisuradze@gtu.ge

Resume: Goal. The aim of the current work is to create new heterocyclic pentacyclic condensed systems which combine benzothiophen and benzimidazole/triazole into one molecule. **Method.** Dibenzothiophen was taken as an initial combination and in the way of „attachment” it annihilated the imidazole and triazolam nucleus. **Results.** As a result, two new pentacyclic systems were produced: 3H-, 9H- diimidazole [4,5-c][5,4-f] Dibenzothiophene-5,5-dioxide and 3H-, 9H- ditriazole[4,5-c][5,4-f] dibenzothiophene-5,5-dioxide. Their spectral characteristics are studied. **Conclusion.** The above mention pentacyclic compounds, in turn, represent predecessors for the synthesis of numerous derivatives with the expected biological activities.

Key words: Dibenzothiophenedioxide, Imidazole, Benzotriazole, Pentacyclic systems.

INTRODUCTION

The world medical practice confirms that the microorganisms and viruses are becoming more and more dangerous to humans. It is impossible to create a vaccine against all infectious diseases. The pathogenic and conditionally pathogenic strains of bacteria causing the infection processes are characterized by a large number of genetic resistance as well as residence in adverse conditions. These genetic monsters represent the products of selection in there or those massively used of antimicrobial and antiviral drugs. Therefore the antimicrobial drugs are periodically changing.

Therefore the synthesis of new compounds and their antimicrobial and antiviral activities has study become very important.

The synthesis of the biologically active compounds on the base of heterocyclic compounds is one of the main direction in the search of new drugs. Substances containing heterocyclic fragments quantitatively ranks first in the arsenal of drugs (60% - over). For the creation of new drug is very important chemical modification of a known physiologically active molecule, which also means combination of two or more pharmacologically active molecules in one molecule that can promote increasing of biological activity of the new molecule and expanding the spectrum of its pharmacological action. This article the integration in a single molecule of biologically active fragments, such as benzimidazole/benzotriazole and benzothiophene. Each of these compounds is characterized by a high biological, especially antiviral and antifungal activity [1-5].

RESULTS AND DISCUSSION

In our latest works basing of benzimidazole/benzotriazole and thiophenes tetracyclic systems were successfully integrated [6-10]. Synthesized compounds displayed high antimicrobial activity in the initial researches. In the current work, we aimed to create pentacyclic system, where two imidazole/triazolam nucleus would be annihilated with the tricycled system of thiophene. (**Figur 1**).

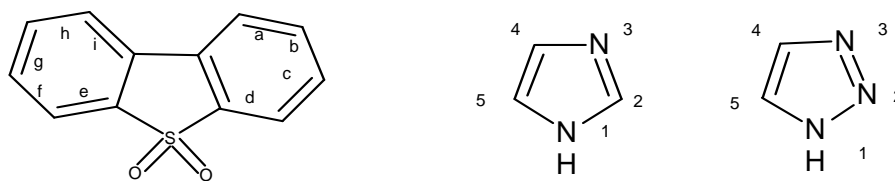


Figure 1.

As an initial compound 3,7-aminodibenzothiophene-5,5-dioxide (1) were taken and after benzoylation – 3,7-dibenzoylamino-dibenzothiophene-5,5-dioxide (2) was received [11]. After compound (2) nitration was received 4,6-dinitro-3,7-dibenzoylamino-dibenzothiophene-5,5-dioxide (3)[12]. The received compound (3) with restoring in hydrochloric acid using zinc 4,6-diamino-3,7-dibenzoylamino-dibenzothiophene-5,5-dioxide was received (4). With compound (4)hydrolyzing we receive 3,4,6, 7-tetra-aminodi-benzo-tiophene (5). (Figure 2). The received tetraamine is the initial compound of

imidazole and triazolam for further attachment. Imidazole including pentacyclic system 3H-, 9H- diimidazole[4,5-c][5,4-f]dibenzo-thiophene-5,5-dioxyde (6) was obtained from tetraamines by condensation with formic acid at the presence of a catalytic amount of hydrochloric acid at the modified Phillips reaction conditions. Triazole including Pentacycled system 3H-, 9H-di-thiazole[4,5-c][5,4-f]dibenzothiophene-5,5-dioxide (7) was obtained by reaction of hydrochloric acid and sodium nitrite with diamines. (Figure 3)

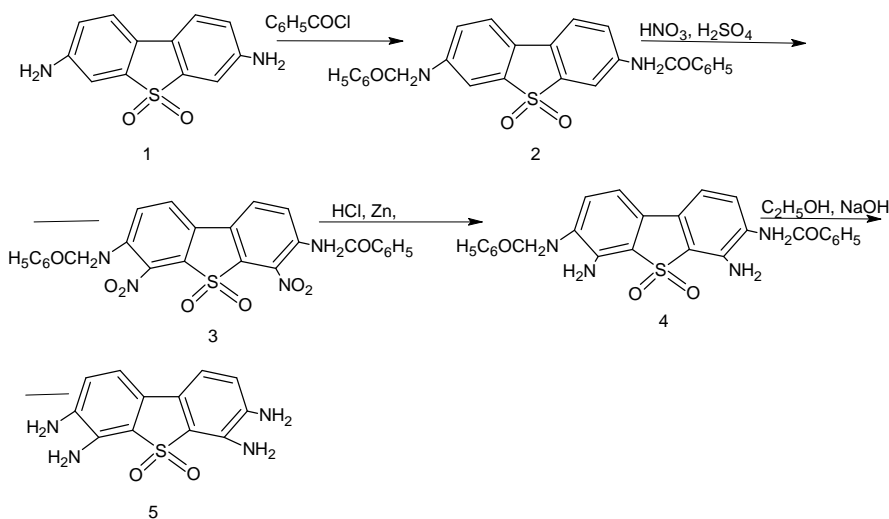


Figure 2

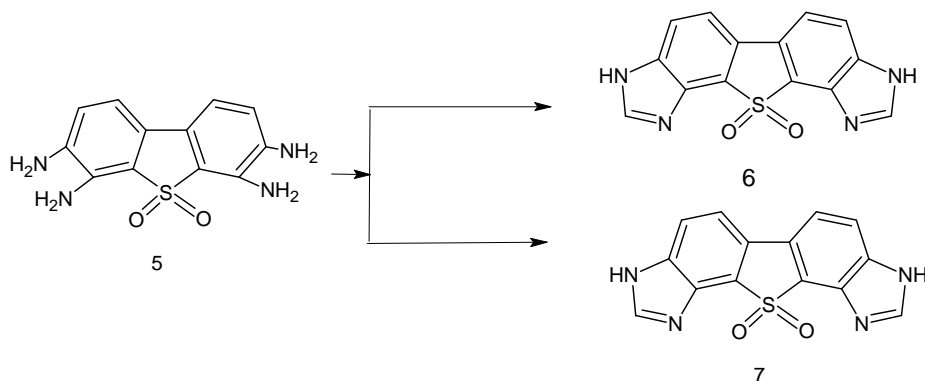


Figure 3

Received original compounds were explored using IR and UV 1H-PMR and mass-spectroscopy. The obtained result proves the synthesized compound structure.

Experiment

IR spectra were recorded on spectrum meter "Thermo Nicolet" Avatar 370. ¹H NMR spectra were recorded on spectrometer Bruker WM-400 (400 MHz) in DMSO-d₆, TMS internal standard. Elemental analysis was performed on the analyzer HP-165B CHN. Melting point is defined on the apparatus "Mel-Temp 3.0" control of the reaction and purity of the products was carried out on the plates. MS spectra were recorded with a Jeol the MS route JMS-600 H.

3,7-Dibenzoilaminodibenzothiophene-5,5-dioxide

(2). 1,1g. (0,004moles) 3,7-diaminodibenzothiophene-5,5-dioxide (5) [12] is added 68,75ml(0,3moles) into benzene, then boiled and stirred. The boiling substance is dissolved. They add into drops 0,75ml(0,03moles) benzoilchlorid, eventually beige yellow crystals will be thrown out. Stirring and boiling is deleted it for 30minutes. They filter and wash with water. They dry it at room temperature. Control – Ethyl acetate: Ether 3:1. After crystallization from ethanol T_{m.p.}=323-325°C. Yields: 1,4gr. 95%; yellow crystals. M=330; Anal. Calc. For. C₁₆H₁₄N₂O₄S; Found: C- 58.04; H- 4.61; N- 8.48; S- 9.71%. IR (KBr) $\bar{\nu}_{\max}$ (cm⁻¹): 3440 (NH); 3245 (CH₃); 1704 (C=O); 1550(CN); 1157(SO₂). ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆) (ppm): 2.09 (3H, s, J = 2.09, COCH₃-2¹, 6¹), 8.08 (1H, s, J_{9,1} = 8.13, J_{7,8} = 8.13, J_{8,5} = 0.91, J_{9,3} = 0.91, H-8,9), 8.17(1H, s, J_{1,3} = 2.33, J_{7,5} = 2.33, J_{1,9} = 8.13, J_{7,5} = 2.23, H-1,7), 8.44(1H, s, J_{3,1} = 2.33, J_{5,7} = 2.33, J_{3,9} = 0.91, J_{5,8} = 0.90, H-3,5), 9.89(1H, bs, NH-2¹, 6¹). m/z: 330.07 (100.0%), 331.07 (18.4%), 332.06 (4.5%), 332.07 (2.5%)

4,6-dinitro-3,7dibenzoilaminodibenzo-thiophene-

5,5-dioxide (3). 2.1g (0,006moles) 3,7-dibenzoilaminodibenzo-thiophene-5,5-dioxide is placed in three-neck flask, That is equipped with: Stirring appliance, drop funnel and thermometer. They add 32ml (0,7moles) ice Acetic acid. In stirring conditions they add the compound of sulfur acid and nitric acid (1,57ml H₂SO₄, d=1.84 and 5.1ml HNO₃; d=1.5), After adding the compound of the

solution is mixed at 60-70°C temperature for 15 minutes. The reaction mass is moved into glacial glass. Reddish crystals precipitates. The precipitation is filtrated, and washed. They are dried and crystallize into the ethylacetate. Control - cholochrome: ethyl acetate:ether 1:2:1. Yields: 2,5g. 97%; Reddish crystals. T_{m.p.}=330-331°C. Anal. Calc. For. C₁₆H₁₂N₄O₈S. C- 45.72; H- 2.88; N- 13.33; S- 7.63%. Found: C- 45.92; H- 2.67; N- 13.25; S- 7.47%. IR (KBr) $\bar{\nu}_{\max}$ (cm⁻¹): 3440 (NH); 3245 (CH₃); 1700 (C=O); 1535(CN); 1532 (NO₂); 1140(SO₂). ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆) (ppm): 2.11 (3H, s, J = 2.09, COCH₃-2¹, COCH₃-6¹), 8.64 (1H, s, J_{3,9} = 0.71, J_{5,8} = 0.71, H-3,5), 9.02(1H, d, J_{9,3} = 0.71, J_{8,5} = 0.71, H-8,9), 10.41(1H, bs, NH-2¹, 6¹). m/z: 420.04 (100.0%), 421.04 (18.5%), 422.03 (4.5%), 422.04 (3.5%), 421.03 (1.5%)

4,6-diamine-3,7diabenzoilaminodibenzo-thiophene-

5,5-dioxide (4) is received similarly as 3,7-diaminodibenzothiophene-5,5-dioxide (5). Yields: 1,2g . 40%; T_{m.p.}=303-306°C. M276. Anal. Calc. For. C₁₆H₁₆N₄O₄S . C- 52.16; H- 4.38; N- 20.28; S- 11.60%. Found: C- 52.25; H- 4.22; N- 20.31; S- 11.50%. IR (KBr) $\bar{\nu}_{\max}$ (cm⁻¹): 3440 (NH); 3300 (NH₂); 3240 (CH₃); 1700 (C=O); 1530(CN); 1150(SO₂). ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆) (ppm): 2.01 (3H, s, J₃ = 2.09, COCH₃-2¹, -COCH₃-6¹), 6.29 (1H, s, NH-2¹, 6¹), 6.43 (2H, s, NH-1,7). 7.87(1H, d, J_{3,9} = 0.72, J_{5,8} = 0.72, H-3,5), 8.10(1H, d, J_{9,3} = 0.72, J_{8,5} = 0.72, H-8,9). m/z: 276.07 (100.0%), 277.07 (15.5%), 278.06 (4.5%), 278.07 (1.5%)

3,4,6,7-tetraaminodibenzothiophenes-5,5-dioxide

(5)– 0,6gr (0,002moles) 2,8-diamino-3,7diaminoacyl-dibenzothiophenes-5,5-dioxide (8) is added into 20ml ethanol and 20 ml dissolved in water 5g KOH. Stirring and boiling conditions they delay for 30minutes. Violet crystals are filtrated. They wash with water until neutral reaction and dry. It is crystallized in ethyl acetate M=276; Control- Benzol:Ether 3:1; Yields: 0.38g 42%; violet crystals. T_{m.p.}=225-227°C. M276. Anal. Calc. For. C₁₂H₁₂N₂O₂S; C- 52.16; H- 4.38; N- 20.28; S- 11.60%. Found: C- 52.41; H- 4.42; N- 20.18; S- 11.52%. IR (KBr) $\bar{\nu}_{\max}$ (cm⁻¹): 3400, 3300 (NH₂); 1150(SO₂). ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆) (ppm): 4.87 (2H, d, NH₂-2,3,6,7), 7.08 (1H, d, J_{3,9} = 0.71, J_{5,8,10} = 0.71, H-3,5), 7.66 (1H, d, J₈

$J_{5,9} = 0.71$, $J_{9,3} = 0.71$, H-8,9). m/z : 276.07 (100.0%), 277.07 (15.5%), 278.06 (4.5%), 278.07 (1.5%)

3H-, 9H- Diimidazole [4,5-c],[5,4-f]-dibenzothiophene-5,5-dioxide (6)

In a three-necked flask which is equipped with dropping funnel and reflux condenser, tetraamine (9) (0.2 g, 0.0001 mol) is contained, and then Formic acid 1 ml (0.04 moles) and 1 ml of hydrochloric acid (31%) and 4 ml water are added.

Suspension is boiled during 30 minutes. By adding H₂O and the suspension of ammonium hydroxide –till the ammonia odor. Formed crystals are filtered and washed until neutral reaction. They are dried at room temperature and crystalize into acetone. Brown crystals appear. Control- Ethyl acetate :Hexane :Ether 5:1:3. Yields: 0.15g. 70%; Brown crystals. $T_{m.p.} = 299-301^{\circ}\text{C}$. $M = 296$. Anal. Calc. For. C₁₄H₈N₄O₂S. C- 56.75; H- 2.72; N- 18.91; S- 10.82%. Found: C- 56.66; H- 2.62; N- 19.00; S- 10.65%. IR (KBr) $\bar{\nu}_{\text{max}}$ (cm⁻¹): 3430, 3400 (NH); 1150(SO₂). ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) (ppm): 8.10 (1H, d, $J_{10,8} = 0.06$, $J_{10,6} = 0.91$, $J_{11,4} = 0.91$, $J_{11,2} = 0.06$, H-10,11), 8.42 (1H, d, $J_{4,11} = 0.91$, $J_{6,10} = 0.91$, H-4,6), 8.53 (1H, d, $J_{2,11} = 0.06$, $J_{8,10} = 0.06$, H-2,8), 12.20 (1H, bs, NH-3, NH-7). m/z : 296.04 (100.0%), 297.04 (16.1%), 298.03 (4.5%), 298.04 (1.8%), 297.03 (1.5%)

3H-, 9H- ditriazol[4,5-c][5,4-f] dibenzothiophene - 5,5-dioxide (7)

In a three-necked flask which is equipped with dropping funnel and reflux condenser, tetraamine (9) (0.2 g, 0.0001 mol) is contained, and then 0.36 ml of hydrochloric acid (31%) and 4 ml water are added. The substance is not solid and added into the hydrochloric acid, it is only bulked up. With cooled by cold water and during the rotated addition, the solution of 0.1 g sodium nitrite (NaNO₂) is in 0.5 ml water. After the addition of nitrite, the color of mixture turned into brown. Approximately after 10 minutes, the color became even lighter. Then the mixture was heated for 30 minutes and then was filtered and washed with cold water. The product was subjected to be recrystallized from acetic acid and was washed with ammonia liquor. The use of Silufol UV-254 is to Control ether:hexane:ethyl acetate to be 5:1:3. Yields: 0.168g. 78%; Brown crystals.

$T_{m.p.} = 286-287^{\circ}\text{C}$. $M = 298$; Anal. Calc. For C₁₂H₆N₆O₂S. C- 48.32; H- 2.03; N- 28.17; S- 10.75%. Found: C- 48.25; H- 2.23; N- 28.11; S- 10.62%. IR (KBr) $\bar{\nu}_{\text{max}}$ (cm⁻¹): 3420, 3390 (NH); 1150(SO₂). ¹H PMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) (ppm): 8.57 (1H, d, $J_{6,10} = 0.91$; $J_{4,11} = 0.91$ H-10,11), 8.80 (1H, d, $J_{6,10} = 0.91$, $J_{4,11} = 0.91$, H-4,6), 11.82 (1H, bs, NH₃, NH-7). m/z : 298.03 (100.0%), 299.03 (13.9%), 300.02 (4.6%), 299.02 (2.2%), 300.03 (1.6%).

CONCLUSION

In the conclusion, dibenzothiophene-5,5 dioxide after consistent transformation 2,3,7,8-tetraamin-dibenzothiophene- 5,5 dioxide was received that is the initial compound.

In Philips modified reaction conditions, also with Sodium nitrate and hydrochloride acid influence pentacyclic heterocyclic condensed systems were received 3H-, 9H-diimidazo [4,5-c][5,4-f]dibenzothiophene-5,5-dioxide and 3H-, 9H- ditriazol [4,5-c][5,4-f]dibenzo-thiophene-5,5-dioxide. The above mention pentacyclic compounds, in turn, represent predecessors for the synthesis of numerous derivatives with the expected biological activities.

REFERENCES

1. Subramaniyan Arulmurugan, Helen P. Kavitha, Samiyappan Sathishkumar and Rajaram Arulmozhi, Biologically Active Benzimidazole Derivatives, Mini-Reviews in Organic Chemistry, 12(2): 178-195.
2. Kaushik Chanda, Sreerama Rajasekhar, Barnali Maiti and Balamurali MM, Synthesis and Medicinal Applications of Benzimidazoles: An Overview, Current Organic Synthesis, Volume 13 (E-pub ahead of print) **Volume 13, 6 Issues, 2016**
3. [S. Khabnadideh, Z. Rezaei, A. Khalafi-Nezhad, K. Pakshir, A. Roosta and Z Baratzadeh, Design and Synthesis of Imidazole and Benzimidazole Derivatives as Antifungal Agents, Anti-Infective Agents, 7(3):215-218.2009]
4. [Emre e Menten, Fatih Yilmaz, Fatih Saban Beris, Olcay Bekircan and Bahittin Kahveci. Microwave-Assisted Synthesis of Some New Benzimidazole Derivatives with

- their Antimicrobial Activity, Current Microwave Chemistry, 2(1): 32-39.2015]
5. {Leyla Yurttas, Yusuf Ozkay, Hulya Karaca, Yagmur Tunali and Zafer Asim Kaplanckli, Synthesis and Antimicrobial Evaluation of Some 2,5-Disubstituted Benzimidazole Derivatives, Letters in Drug Design & Discovery, 10(6): 486-491. 2013};
 6. M.Maisuradze, G. Ugulava, N. Bolkvadze, G. Phalavandishvili, N. Gaxokidze, M.Matnadze. Some New Derivatives of 3H-Benzo (b)Furobenzotriazole. Journal of Chemistry and Chemical Engineering. USA Vol.7, No. 7, 621-625 2013
 7. M.Maisuradze, TKhoshtaria, N. Gaxokidze, L.Kurkovskaia. Synthesis of benzo[b]thieno[3,2-e]benzimidazoles, first representatives of a new heterocyclic system. Chemistry of Heterocyclic Compounds. Vol. 44,(8), pp 1024-1026, 2008;
 8. M.Maisuradze, G.Ugulava. The Triazole and Thiophene Containing New Heterocyclic Systems. Journal of Chemistry and Chemical Engineering. USA. Vol.6, No. 4, p 378-383 2012;
 9. M.G.Maisuradze, V. O. Ananiashvili, N. Z. Gaxokidze, M. M. Matnadze Some novel derivatives of 3H-benzo[b]thiophen[3,2-e]benzimidazole. Chemistry of Heterocyclic Compounds. Vol. 48, No. 12, p.1801-1804, 2013;
 10. M.G.Maisuradze, V. O. Ananiashvili, N. Z. Gaxokidze, M. M. Matnadze, S. P. Tsqvitaia. Synthesis of novel heterocyclic systems, benzo[b]furobenzimidazoles. Chemistry of Heterocyclic Compounds, Vol. 48, No. 7, p 1125-1126, 2012;
 11. H.Gilman, D.L. Esway. The Oxidation of DibenzoThiofene and Phenoxathiin with Hydrogen Peroxide. J. Am/ Chem. Soc. v 74, N14, p 2021-2025. 1952.
 12. N.M.Gullinane, C.G. Davies, G.I. Davies. Substitution Derivatives of Difenilebsulfide and Difenilensulfone. J. Chem. soc. p. 1435-1437.1936.

შპს 66.098

ახალი დიაზოლ/ტრიაზოლ- და დიბენზოთიოფენდიოქსიდის შემცველი პენტაციკლური სისტემები მოსალოდნელი ბიოლოგიური აქტიურობით

მ. მაისურაძე, ე. კალანდია, ნ. გახოკიძე, მ. მათნაძე, გ. ფალავანდიშვილი

რეზიუმე: მიზანი. ახალი პენტაციკლური ჰეტეროციკლური კონდენსირებული სისტემების სინთეზი ტრიაზოლისიმიდაზოლისა და დიბენზოთიოფენდიოქსიდის ბაზაზე. **მეთოდი.** საწყის ნაერთად აღებულია 3,7-დიაზინოდიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი და თანამიმდევრული გარდაქმნების შედეგად მიღებულია ახალი ნაერთები. **შედეგი.** დასინთეზებულია 3H-, 9H-დიმიდაზოლო [4,5-c][5,4-f] დიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი და 3-,9-დიტრიაზოლო[4,5-c][5,4-f] დიბენზოთიოფენ-5,5-დიოქსიდი. შესწავლილია დასინთეზებული ნაერთების სპექტრული მახასიათებლები. **დასკვნა.** ორივე დასინთეზებული ნაერთი არის საწყისი მრავალრიცხოვანი წარმოებულების მისაღებად, მოსალოდნელი ბიოლოგიური აქტიურობით.

საკვანძო სიტყვები: დიბენზოთიოფენდიოქსიდი; იმიდაზოლი; ტრიაზოლი; პენტაციკლური სისტემები.

УДК 66.098

**НОВЫЕ ДИАЗОЛ/ТРИАЗОЛ- И ДИБЕНЗОТИОФЕНДИОКСИДСОДЕРЖАЩИЕ
ПЕНТАЦИКЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ С ОЖИДАЕМОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ**

Маисурадзе М.Г., Каландия Е.Дж., Гахокидзе Н.З., Матнадзе М.М., Палавандишвили Г.А.

Резюме. Цель: синтезировать новые пентациклические гетероциклические конденсированные системы на базе триазол/имидазола и дибензотиофедиоксида. **Метод:** в качестве начального соединения взят 3,7-диамонидибензотиофен-5,5 диоксид и в результате последовательных преобразований получены новые вещества. **Результаты:** получены: 3Н-, 9Н- диимидазола [4,5-с][5,4-f] дибензотиофен-5,5-диоксид и 3Н-, 9Н- дитриазоло[4,5-с][5,4-f] дибензотиофен -5,5-диоксид. Изучены спектральные характеристики синтезированных веществ. **Заключение:** Полученные соединения представляют начальные вещества для синтеза многочисленных производных с ожидаемой биологической активностью.

Ключевые слова: дибензотиофендиоксид; имидазол; триазол; пентациклические системы.

შპს 663.4(035)

ფერმენტების თვისებების შესწავლა და მათი გამოყენება ძირის უმცველი ბაცი ფერის ლუდის ტექნოლოგიურ პროცესში

მ. ძეგონსკაია, გ. მაისურაძე

ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69

E-mail: anastasia01258@gmail.com

რეზიუმე: მიზანი. სამუშაოს მიზანია ეგზოფერმენტების თვისებების შესწავლა და მათი გამოყენება ბაცი ფერის ლუდის მოხარშვის პროცესში გაულოჯებელი მასალების დამატებისას. **მეთოდი.** ლუდის მოხარშვის პროცესი ჩატარდა ინფუზიური მეთოდით. **შედეგები.** შესწავლილია ეგზოფერმენტების მოქმედება ბადაგის კონცენტრაციაზე, ტემპერატურაზე, pH და სხვა. განხილულია მათი თერმოსტაბილურობა. ეგზოფერმენტების გამოყენებით მიღებული ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მიღებული ლუდი თავისი თვისებებით არ ჩამოუვარდება კლასიკური ლუდის თვისებებს და ზოგიერთი პარამეტრით გაუმჯობესებულია. **დასკვნა.** ეგზოფერმენტების გამოყენებისას გაულოჯებელი მასალების დამატებით მიიღება ბაცი ფერის მაღალი ხარისხის ლუდი, რომელიც ზოგიერთი პარამეტრით აღემატება კლასიკური ლუდის პარამეტრებს. გაულოჯებელი მასალების დამატება და ეგზოგენური ფერმენტების გამოყენება საშუალებას იძლევა შევიმუშაოთ რესურსდამზოვი ტექნოლოგიური სქემა.

საკვანძო სიტყვები: ეგზოგენური ფერმენტები; pH ; თერმოსტაბილურობა; გაულოჯებელი მასალები; ქერი; ტემპერატურა; ალაო; ლუდი.

1. შესავალი

ალაო ძვირად ღირებულ ნედლეულია, ამიტომ ფერმენტაციის გზით ფერმენტების კომერციულად მიღება შესაძლებელი გახდა გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან. ლუდისა და ფერმენტების მწარმოებლებმა დაიწყეს ფიქრი, რო-

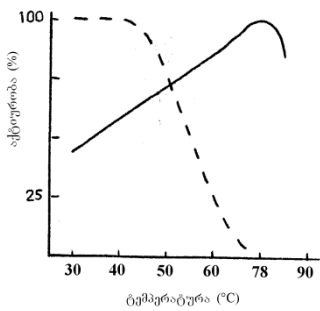
გორ შეეცვალათ ალაო გაულოჯებელი ნედლეულით ეგზოგენური ფერმენტების გამოყენებით.

ფერმენტები ბუნებრივი კატალიზატორებია, რომლებიც გაბნეულია ცოცხალ მატერიაში, სადაც კატალიზს უკეთებენ ყველა სასიცოცხლო ბიოქიმიურ პროცესს, ისინი მიიღება მცენარეული, ცხოველური ან მიკრობიოლოგიური წყაროებიდან. ალაოს ფერმენტი მცენარეული წარმოშობისაა. ფერმენტები პროტეინებია. ისინი გამოიყენება კატალიზატორული ბუნების ან აქტიურობის გამო. ფერმენტების აქტიურობა დამოკიდებულია შემდეგ ფაქტორებზე [1-5]:

- ფერმენტის კონცენტრაციაზე;
- სუბსტრატის კონცენტრაციაზე (რეაქციის კომპონენტებზე);
- ტემპერატურაზე;
- pH -ზე;
- ინჰიბიტორების არსებობაზე.

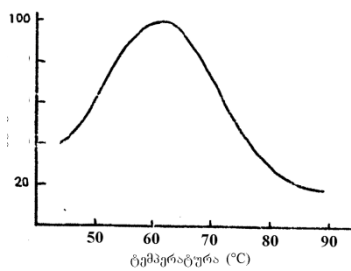
2. ძირითადი ნაწილი

ტემპერატურა. ქიმიური რეაქციის სინქარე იზრდება ტემპერატურის მატებასთან ერთად. იგივე ხდება ფერმენტული რეაქციის დროს. თუ ფერმენტული რეაქციის სინქარეს ან აქტიურობას გაზომავთ ტემპერატურის მუდმივი მატებისას, შევამჩნევთ, რომ გარკვეულ ტემპერატურაზე აქტიურობა კლებას იწყებს იმის ნაცვლად, რომ გაიზარდოს (სურ. 1-2). აქტიურობის კლების მიზეზია ფერმენტის ცილის თბური დენატურაცია. თუ ტემპერატურა ისევ გაიზრდება, ფერმენტი ინაქტივირდება. ეს პროცესი შეუქცევია, ამიტომ ფერმენტების ან პროცესის მიმდინარეობის არჩევისას აუცილებელია ამ ურთიერთდამოკიდებულების განსაზღვრა [6,7].



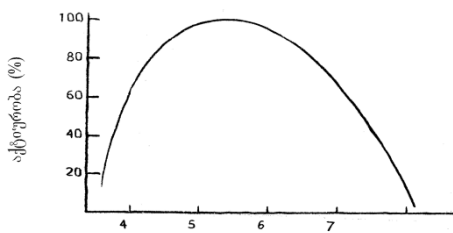
სურ. 1. ტემპერატურის გავლენა ბაქტერიულ და ალას ამილაზაზე

-- ალას ამილაზა
— ბაქტერიული ამილაზა

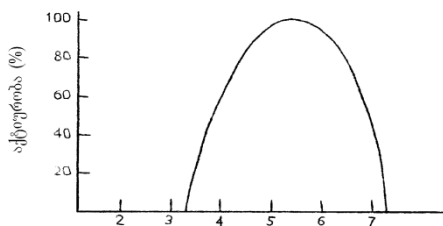


სურ. 2. ტემპერატურის გავლენა ამილაზის აქტიურობაზე

pH. ტემპერატურის მსგავსად არსებობს გარკვეული დიაპაზონი, სადაც ფერმენტები ყველაზე უკეთ მუშაობს (სურ. 3, 4). ოპტიმალური *pH*-ია 5.4.



სურ. 3. *pH*-ის გავლენა ამილაზის აქტიურობაზე



სურ. 4. *pH*-ის გავლენა ალას ამილაზის აქტიურობაზე

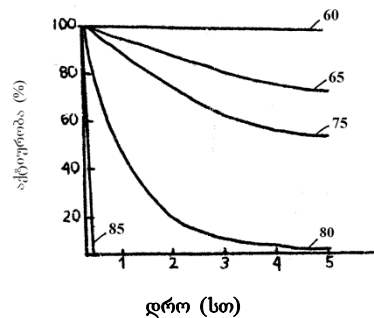
უნდა აღინიშნოს, რომ მართალია ფერმენტებს აქვს როგორც ტემპერატურული, ასევე *pH*-ის ოპტიმალური მნიშვნელობები, სადაც ავლენს აქტიურობას, მაგრამ ფერმენტებს შეუძლია იმუშაოს ოპტიმალურზე უფრო დაბალ პირობებში (რეაქციის დრო, გამოყენებული დოზები).

სტაბილურობა. ფერმენტების სტაბილურობა არის მისი უნარი, შეინარჩუნოს აქტიურობა რეაქციის გარკვეულ პირობებში. ფერმენტების სტაბილურობა დიდი თუ მცირე დოზით იმაზევეა დამოკიდებული, რაზეც მათი აქტიურობა (სურ. 5, 6). უნდა აღინიშნოს, რომ სუბსტრატი ჩვეულებრივ სტაბილიზებას უწევს ფერმენტს და ასე გარკვეული იონები ფერმენტის სტაბილიზებაზე ზემოქმედებს. ამის კარგი მაგალითია კალციუმის იონების სტაბილიზებადი მოქმედება ბაქტერიულ ამილაზაზე.

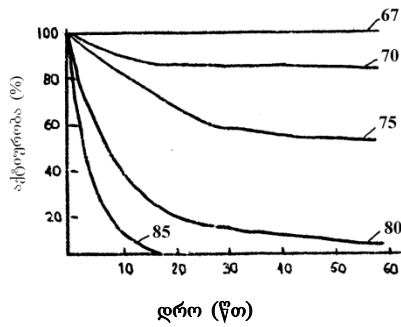
ფერმენტები გამოიყენება შედარებით მცირე ოდენობით, ჩვეულებრივ 0,5-დან 10 კგ-მდე 500ტ ალას ხარშვაზე, უკეთესი განაწილებისთვის შესაძლებელია ქვაბში ან სამადურლოში რეკომენდებულია ფერმენტების გარკვეული დოზა გაიხსნას 10–20ლ ცივ წყალში (წყლის ტემპერატურა 20–25°C). გახსნილი ფერმენტი მაშინვე უნდა იქნეს გამოყენებული. ხსნარი არ შეიძლება დავაყოფინოთ 1–2 სთ-ზე მეტ ხანს.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, გაულოჯებელი ნედლეული, როგორც ალტერნატიული წყარო, ფართოდ გამოიყენება პრაქტიკაში.

თუ გამოიყენება დანამატები, რომლებსაც უშუალოდ შეუძლია დადგლება, როგორც შაქარი ან გლუკოზურ-მალტოზური სიროფები, ემატება ბადაგის დუდილისას.



სურ. 5. ტემპერატურის გავლენა ამილაზის სტაბილურობაზე



სურ. 6. დიაზიმის სტაბილურობა სხვადასხვა ტემპერატურისას

სახამებელ შემცველი დანამატები უნდა იყოს და მუშავდეს, რომ სახამებელი იყოს კლეისტერიზებული. კლეისტერიზაციის პროცესი აუცილებელია გასათხევადებლად, რათა შევამციროთ სიბლანტე და სახამებელი გავხადოთ ხელმისაწვდომი ალაოს ჰიდროლიზებული ფერმენტების მოქმედებისათვის.

თუ სახამებელი არ არის საკმარისად ჰიდროლიზებული შელესვის დროს, მაშინ იქმნება საშიშროება, რომ მოხდეს სახამებლის რეგრესია გაცივებისას და სახამებლის გახლეჩა არ მოხდება, რაც შემდგომში იმოქმედებს ბადაგის და შემდეგში ლუდის ფილტრაციასზე.

გაულოჯებელი მასალები, რომელთა სახამებელს აქვს დაბალი კლეისტერიზაციის ტემპერატურა (ქერი და ხორბალი), შეიძლება შეიღესოს ალაოსთან ერთად, სადაც მიიღწევა საკმაოდ მაღალი ტემპერატურა ქერისა და ხორბლის კლეისტერიზაციისთვის [8, 9].

თუმცა სხვა გაულოჯებელი დანამატებისას, როგორცაა სიმინდი, ბრინჯი ან სორგო, რომელთა სახამებელს აქვს კლეისტერიზაციის მაღალი ტემპერატურა, აუცილებელია ცალკე გათხევადება pH-ზე ზემოთ, ჩვეულებრივ იყენებენ 100°C.

ლუდის ხარშვისას მცირე რაოდენობის ალაოს შემთხვევაში ქერი ძალიან კარგი საშუალებაა, როგორც დამატებითი ნედლეული ქერის ალაოს შესაცვლელად, რადგან მას ახასიათებს ბევრი კარგი თვისება, როგორც ალაოს მსგავს ნედლეულს:

- შეიცავს ამილაზას და პეპტიდაზას;

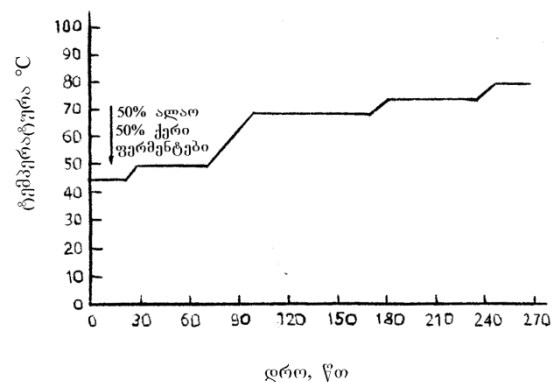
- შეიძლება დაემატოს შემდეგ ქვაბში, რადგან ქერის სახამებელს ახასიათებს კლეისტერიზაციის დაბალი ტემპერატურა;
- აქვს გარსი (ქერცლი), რომელიც უზრუნველყოფს ფილტრაციის ხელშეწყობას.

შესაძლებელია ალაოს ნახევარი შეიცვალოს ნაღერლით, მაგალითად, 30% სიმინდის ღერლილი და 70% ალაო შეიცვალოს 30% სიმინდის ღერლილით, 35% ქერით და 35% ალაოთი და შესაძლებელია ჩვეულებრივ ვაწარმოოთ მაღალი ხარისხის ლუდი, მაგრამ ამასთან წარმოიქმნება ეგზოგენური ფერმენტების გამოყენების აუცილებლობა [8-11].

ქერით და ეგზოგენური ფერმენტებით ლუდის ხარშვას აქვს შემდეგი უპირატესობები:

- ფერმენტების დოზირება შეიძლება იყოს დაზუსტებული შესაღეს ქვაბში საჭირო აქტიურობისთვის;
- შეკვების მიმართ ნაკლები დამოკიდებულება ალაოს ფასსა და ხარისხსზე;
- უფრო დაბალი სიბლანტის მიღება, რაც ხელს უწყობს ბადაგის და შემდგომ ლუდის ფილტრაციის გაადვილებას;
- დანაკარგების შემცირების შესაძლებლობას.

I-ელ-მე-3 ცხრილში მოცემულია ალაოს 50%-ით შეცვლის შედეგები, ხოლო მე-7 სურათზე ალაოს შელესვის გრაფიკი.



სურ. 7. შელესვის გრაფიკი

კვლევები ჩატარებულ იქნა ორ ვარიანტად: I ვარიანტი ამილექსის დამატებით, ხოლო II ვარიანტი დიაზიმის დამატებით.

შელესვის პროცესის ტექნიკური მახასიათებლები

მახასიათებლები	კლასიკური	ვარიანტი	
		ამილექსი I	დიაზიმი II
1. pH შელესვისას	5,50	5,50	5,50
2. დაშაქრების დრო, წთ	10–15	10–15	10–15
3. ბადაგის ფილტრაციის დრო, წთ	210	177	204
4. ფილტრაციის სიჩქარე ლ/მ ² /წთ	13,4	15,6	12,8
5. გამოსავალი, %	68,8	72,4	75,3

როგორც კვლევებმა აჩვენა (ცხრილი 1), დაშაქრების დრო კლასიკურთან შედარებით ხანგრძლივობით არ განსხვავდება და 10–15 წთ-ის ფარგლებშია.

I ვარიანტში ბადაგის გაფილტვრის სიჩქარე თითქმის იდენტურია კლასიკურთან შედარებით,

ხოლო II ვარიანტში აქვს უფრო დიდი სიჩქარე, ვიდრე კლასიკურს.

ექსტრაქტის გამოსავალი ორივე ვარიანტში უფრო დიდია, ვიდრე კლასიკურში (ცხრ. 1).

ბადაგის ხარისხის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

მახასიათებლები	კლასიკური	ვარიანტი	
		I	II
1. ექსტრაქტულობა, %	9,35	9,18	9,15
2. pH	5,25	5,35	5,40
3. ფერი, EBC ერთეული	17	17	17
4. სიბლანტე, მპა.წმ	1,72	1,69	1,65
5. ბეტა-გლუკანი, მგ/ლ	587	170	335
6. გახსნილი აზოტი, მგ/ლ	825	956	938
7. ალფამინური აზოტი, მგ/ლ	139	149	142
8. Zn ⁺ , მგ/ლ	0,22	0,21	0,23

როგორც კვლევებმა აჩვენა, ბადაგში – კლასიკურშიც და I და II ვარიანტშიც ექსტრაქტულობა თითქმის ერთნაირია. pH-ის მნიშვნელობა გაზრდილია ორივე ვარიანტში კლასიკურთან შედარებით. სიბლანტეებიც თითქმის ერთნაირია, ბეტა-

გლუკანის შემცველობა შედარებით ნაკლებია ორივე ვარიანტში, ვიდრე კლასიკურში, გახსნილი აზოტის რაოდენობაც ორივე ვარიანტში უფრო დიდია, ვიდრე კლასიკურ ვარიანტში (ცხრ. 2).

მე-3 ცხრილში მოცემულია ლუდის ანალიზი.

ლუდის ანალიზი

მახასიათებლები	კლასიკური	ვარიანტი	
		I	II
1. საწყისი ბადაგის ექსტრაქტულობა, % მას	9,30	9,14	9,08
2. მოხვენებითი ექსტრაქტი, % მას	2,21	2,11	1,95
3. ალკოჰოლი, % მას	2,91	2,89	2,95
4. დადუღების მოხვენებითი ხარისხი, %	76,4	77,3	79,1
5. დადუღების ხარისხის საწყისი და საბოლოო სხვაობა	6,2	0,4	0,4
6. pH	4,4	4,5	4,5
7. ფერი, EBC ერთეული	14	13	13
8. სიბლანტე, მპა.წმ	1,65	1,61	1,61
9. ბეტა-გლუკანი, მგ/ლ	210	62	159
10. ქაფის სტაბილურობა, როსის და კლარკის	130	136	136
11. ვიცინალური დიკეტონები, მგ/ლ	0,10	0,09	0,09
12. ეთერები, მგ/ლ	22,4	22,1	20,3
13. უმაღლესი სპირტები, მგ/ლ	75	79	78

3. დასკვნა

როგორც ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა (ცხრილი 3), 50% ქერის დამატებით და ეგზოფერმენტების გამოყენებით მიღებული ლუდი თითქმის ყველა პარამეტრით შეესაბამება კლასიკურ ლუდს და ზოგიერთი მაჩვენებლით აღემატება კიდევ რაც საშუალებას იძლევა წარმატებით იქნეს გამოყენებული ლუდის მიღების პროცესში ქერი და ეგზოფერმენტული პრეპარატები, კერძოდ ამილექსი და დიაზიმი, რომლებიც სრულფასოვნად ცვლის ალაოს ამილაზას.

ლიტერატურა

1. Лхотский А. Ферменты в пивоварении. М.: Пищевая промышленность, 1975.- 157с.
2. ა. თარხნიშვილი. კვების პროდუქტების ზოგადი ტექნოლოგია, თბილისი: მეცნიერება, 1982.-355 ბმ.
3. Кунце В. Технология солода и пива // Перев. с немецкого. Санкт-Петербург: Профессия, 2001.- 910 с.
4. მ. ძეკონსკაია, გ. მაისურაძე. ალაოს დადერღვის ხარისხის გავლენა ლუდის ტექნოლოგიურ პარამეტრებზე // საქართველოს ქიმიური ჟურნალი. თბილისი, 2015, ტ. 15, №2, გვ. 115–117.
5. Ермолова Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия. Санкт-Петербург: Профессия, 2004.- 536 с.
6. Калуюнц К.А. и Ко. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. М.: Колос, 1992.- 347 с.
7. მ. ძეკონსკაია, გ. მაისურაძე. ბაცი ფერის ლუდის წარმოებისას შეღვსვის პროცესის განხილვა და გამოკვლევა // საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია ფუნქციური დანიშნულების კვების პროდუქტების წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიები. ქუთაისი, 2015, გვ. 370–373.
8. Оганисянин В., Зайцева А. Ячмень в пивоварении // Индустрия напитков. 2003, №1, с. 40.
9. Поляков В.А. Биотехнология переработки зернового сырья в производстве солода, пива, алкогольных и

безалкогольных напитков. М.: Пищепромиздат, 2002.- 176с.

11. Елисеев М.Н. Цвет солода и товарное качество пива // Пищевая промышленность, 1991.- 387 с.

10. Нарцисс Л. Технология солода / перевод с немецкого под ред. А.М. Калашниковой. М.: Пищевая промышленность, 1980.- 523с.

UDC 663.4(035)

STUDY THE PROPERTIES OF ENZYMES AND USE THEM FOR PRODUCTION OF LIGHT BEER, WITH ADDITION OF NON-FERMENTED BARLEY

M. Dzekonskaia, G. Maisuradze

Resume: Goal. Study the properties of enzymes and use them for the production of light beer, with addition of non-fermented materials. **Result.** Have been studied exo enzymes catalytic activity dependence on wort concentration, pH, temperature and so on. Derived also thermo tolerant of exo enzymes.

Results. Beer analysis of consequences appears, that beer properties no less than classic beer one. Some of properties are the best at new beer. **Conclusion.** Addition of exo enzymes and use non-fermented barley during the beer production have been receive high quality light beer. Some parameters of beer preferred the classic one. To use non-fermented materials and add exo enzymes during manufacture may be done new technology line of beer production. It will be possible to decrease the main feedstock.

Key words: Exo enzymes; pH; thermo tolerant; non-fermented materials; barley; temperature; malt beer.

УДК 663.4(035)

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ФЕРМЕНТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ СВЕТЛОГО ПИВА С ДОБАВЛЕНИЕМ НЕСОЛОЖЕННОГО ЯЧМЕНЯ

Дзеконская М.Л., Майсурадзе Г.Б.

Резюме. Цель: изучение свойств ферментов и их применение в производстве светлого пива, с добавлением несоложенного материала. **Метод:** процесс пивоварения проводили инфузионным методом. **Выводы:** изучены свойства экзоферментных препаратов в зависимости от концентрации сусле, температуры и pH, и так далее. Изучена термостабильность этих ферментных препаратов. Анализируя данные, выявлено, что пиво, полученное с добавлением экзоферментных препаратов, ничуть не хуже классического пива без всяких добавок. Можно сказать, что по некоторым параметрам пиво с применяемыми экзогенными ферментными препаратами даже лучше классического пива. **Заключение:** в производстве светлого пива с несоложенным материалом и экзогенными ферментными препаратами получено, что некоторые параметры пива превосходят параметры классического пива. Применение несоложенного материала и экзогенных ферментных препаратов дало возможность создать новую технологическую схему с экономией ресурсов.

Ключевые слова: экзогенные ферментные препараты; pH; термостабильность; несоложенные материалы; ячмень; температура; солод; пиво.

შ. ცხადაძე¹, ნ. კუპატაძე², რ. გაფრინდაშვილი¹, დ. ტულუში², რ. ქაცარავა^{1,2}

¹ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69

²ქიმიისა და მოლეკულური ინჟინერიის ინსტიტუტი, საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი, კახა ბენდუქიძის საუნივერსიტეტო კამპუსი, საქართველო, 0159, თბილისი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი 240

E-mail: E-tskhadadzesh@gmail.com

რეზიუმე: მიზანი. სამუშაოს მიზანია ვერცხლის ნანონაწილაკების შემცველი ანტიბაქტერიული პრეპარატების მიღება ენერჯის იაფი წყაროს–დღის სინათლის გამოყენებით. **მეთოდი.** ვერცხლის ნანონაწილაკები მივიღეთ ვერცხლის ნიტრატის ფოტოქიმიური (დღის სინათლით დასხივებით) აღდგენით ეთანოლის არეში, ნაწილაკების სტაბილიზატორად გამოყენებულია პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონი. **შედეგი.** მიღებულია ანტიბაქტერიული ნანოვერცხლის შემცველი კომპოზიცია პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონის ბაზაზე. ენერჯის წყაროდ–დღის სინათლეს. აღსანიშნავია, რომ დღის სინათლით ვერცხლის ნანონაწილაკების მიღება პირველად მოხდა. მიღებული ნანოსუპერნია დახასიათებულია ელექტრონული სპექტრომეტრით – ვერცხლის ნანონაწილაკების პლაზმონის შთანთქმით. **დასკვნა.** დამუშავებულია ერთსაფეხურიანი, იაფი და მარტივი ფოტოქიმიური აღდგენის მეთოდი დღის სინათლის გამოყენებით, რომელიც საშუალებას იძლევა დავასინთეზოთ სასურველი ზომის (≤ 10 ნმ) ვერცხლის ნანონაწილაკები, რომლებსაც ექნება პრაქტიკული გამოყენების მაღალი პოტენციალი ბაქტერიციდული პრეპარატების სახით.

საკვანძო სიტყვები: ნანოვერცხლი; ფოტოქიმიური აღდგენა; დღის სინათლე; ეთანოლი; პოლივინილპიროლიდონი.

1. შესავალი

პათოგენური ბაქტერიების ახალი შტამები, რომლებიც მდგრადია პრაქტიკულად ყველა ანტიბიოტიკის მიმართ, თანამედროვე მედიცინის ერთ-ერთი ყველაზე პრობლემური საკითხია. ამიტომ, ინფექციის საწინააღმდეგო ალტერნატიული საშუალებების მოკვლევა და განვითარება თანამედროვე ფარმაციისა და ბიომედიცინის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი გამოწვევაა.

ბაქტერიები ადვილად კოლონიზდება ქსოვილებისა და ქირურგიული ინსტრუმენტების, იმპლანტების, ორთოპედიული ნაკეთობების, კათეტერების და ა.შ. ზედაპირზე, რაც იწვევს ე.წ. ბიოფილმის (Biofilm) წარმოქმნას. ბიოფილმი უთხელესი აფსკია, რომელსაც ბაქტერიული კომუნები ქირურგიული ინსტრუმენტების ზედაპირზე წარმოქმნის ჩადგმიდან რამდენიმე საათში. ინსტრუმენტები და ნაკეთობების ორგანიზმში მოხვედრის/იმპლანტაციის შემთხვევაში ბიოფილმი ხდება ინფექციის ბუდე – იგი პერიოდულად იშლება და ქმნის ინფიცირების ახალ კერას. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ბაქტერიების წინააღმდეგ ბრძოლა და ბიოაფსკის პრევენცია ძალიან მნიშვნელოვანია თანამედროვე მედიცინაში. მედიცინის გარდა, პათოგენური და არასასურველი ბიოქიმიური პროცესების გამომწვევ ბაქტერიებთან ბრძოლა ასევე მნიშვნელოვანია სხვა დარგებშიც. ვერცხლის ნანონაწილაკები გამოიყენება ბიოლოგიასა და კვებით მრეწველობაში, მეღვინეობაში, ფარმაციაში, შესაფუთ მასალებში.

ეფექტურ ანტიბაქტერიულ პრეპარატთა ჩამონათვალში ერთ-ერთი ყველაზე პერსპექტიულია ვერცხლის ნანონაწილაკები. დადგენილია, რომ ვერცხლის ნანონაწილაკები ანტიმიკრობულად

აქტიურია ლაზობისა და პათოგენური მიკროორგანიზმების, სოკოებისა და ვირუსების 650 შტამის მიმართ [1,2], ამასთან ეს აქტიურობა ვლინდება ძალზე დაბალი კონცენტრაციებისას (10 ppm) [3,4]. ვერცხლის ნანონაწილაკების ანტიმიკრობული აქტიურობის ფართო სპექტრი დაკავშირებულია მათ მრავალფეროვან და ოლიგოდინამიკურ ანტიმიკრობულ მექანიზმთან [5].

მრავალი ავტორის მიერ ვერცხლის ნანონაწილაკები აღიარებულია, როგორც არსებულია შორის ყველაზე ეფექტური ანტიმიკრობული აგენტი ანტიბიოტიკარეზისტენტული ბაქტერიული შტამების მიმართ. დადგენილია, ასევე ვერცხლის ნანონაწილაკებისა და გარკვეული ანტიბიოტიკების სინერგიული ეფექტი, რომელიც აძლიერებს ანტიბიოტიკების აქტიურობას მიკრობული შტამების მიმართ [6,7].

სპეციფიკური ანტიბაქტერიული თვისებების მქონე მდგრადი და ბიოშეთავსებადი ვერცხლის ნანონაწილაკების მიღება უმნიშვნელოვანესი ტექნოლოგიური პროცესია. ვერცხლის ნანონაწილაკები ფიზიოლოგიურ არეში განიცდის მნიშვნელოვან ცვლილებას, როგორცაა, მაგალითად, აგრეგაცია და ზედაპირის ინაქტივაცია, რაც მნიშვნელოვნად ასუსტებს მათ ანტიბაქტერიულ ეფექტურობას. მხედველობაშია მისაღები აგრეთვე ის გარემოებაც, რომ ვერცხლის ნანონაწილაკები ამჟღავნებს ციტოტოქსიკურობას, რაც ზღუდავს მათ გამოყენებას ბიომედიცინაში. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია ვერცხლის ნანონაწილაკების როგორც სტაბილიზაცია, ასევე მათი ციტოტოქსიკურობის შემცირება და, შესაბამისად, ბიოშეთავსების გაუმჯობესება. ამიტომ ლოგიკურია, რომ დღეისათვის დიდი ძალისხმევაა გადატანილი ვერცხლის ნანონაწილაკების შერწყმაზე ზედაპირულად აქტიურ ნივთიერებებსა და პოლიმერებთან [8]. ამგვარი შერწყმის შედეგად მიიღება მდგრადი, სინერგიული ანტიბაქტერიული ნანოკომპოზიტი ახალი, მოდიფიცირებული თვისებებით, რაც მიუწვდომელია ცალკე აღებული კომპონენტისათვის.

უმეტესწილად ნანონაწილაკების მისაღებად იყენებენ სამკომპონენტიან სისტემას, რომელიც მოიცავს ვერცხლის მარილებს, აღმდგენ აგენტებს და სტაბილიზატორებს. ყველაზე ხშირად იყენებენ ვერცხლის ნიტრატს. ვერცხლის იონი (Ag^+)

ვერცხლის ნეიტრალურ ნაწილაკებში (Ag^0) გადაჰყავთ ქიმიური მეთოდით, რისთვისაც იყენებენ სხვადასხვა აღმდგენს: $NaBH_4$, ფორამიდი, დიმეთილფორამიდი, ეთანოლი, ტრიეთანოლამინი, ჰიდრაზინი და სხვა [9]. ქიმიურ აღმდგენას ხშირად აწარმოებენ წყალხსნარებში მასტაბილიზებული აგენტების (იხ. ქვემოთ) გამოყენების გარეშე [10]. ქიმიური მეთოდი მარტივია და ეფექტური, მაგრამ აღმდგენი აგენტების უმეტესობის ბიოლოგიური ტოქსიკურობა და გარემოზე დამაზიანებელი ზემოქმედება პრობლემად რჩება. ამ თვალსაზრისით პერსპექტიული აღმდგენი აგენტია ეთანოლი. ბოლო წლებში პოპულარული ხდება ასევე ბუნებრივი (ძირითადად მცენარეული) წარმოშობის აღმდგენი აგენტები [11].

აღნიშნულ პრობლემათა ჭრილში სულ უფრო მეტ პოპულარობას იძენს აღმდგენის ფიზიკური მეთოდები, როგორებიცაა γ -გამოსხივება, ულტრაიისფერი გამოსხივება, მიკროტალღური და ულტრაბგერითი დამუშავება, ლაზერული გამოსხივება, ელექტროქიმიური მეთოდი და სხვა [9,10,12,13]. მაგრამ ფიზიკური მეთოდების გამოყენება დაკავშირებულია საკმაოდ ძვირად ღირებული აპარატურის გამოყენებასთან, რაც მათი ნაკლია.

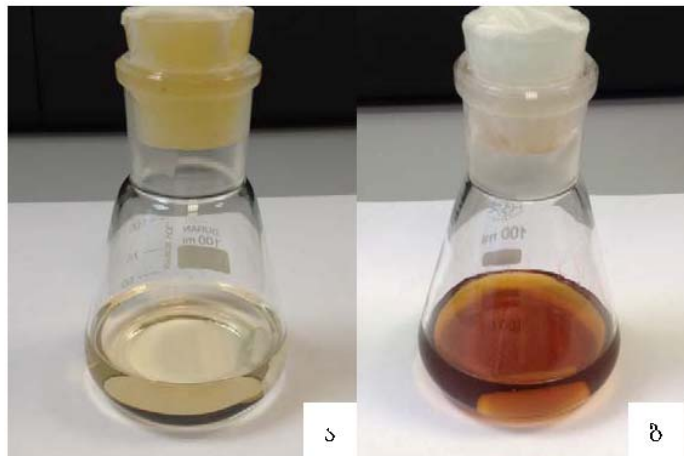
როგორც აღვნიშნეთ, ვერცხლის ნანონაწილაკების მიღებისას აუცილებელია მასტაბილიზებული აგენტების გამოყენება, რათა თავიდან ავიცილით მათი აგრეგირება. შემოთავაზებული და გამოცდილია მრავალი მასტაბილიზებული აგენტი, როგორებიცაა გრძელჯაჭვიანი ალიფატური მჟავები (სტეარინის, პალმიტინის, ლაურილის) და ამინები (ლაურილამინი), ასევე ბუნებრივი და სინთეზური წარმოშობის პოლიმერები – სახამებელი და კარბოქსიმეთილირებული სახამებელი, ჰეპარინი, ქიტოზანი და კარბოქსიმეთილირებული ქიტოზანი, პოლივინილის სპირტი, პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონი [14-21]. ამ მიზნით გამოყენებულ პოლიმერებს შორის ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური მასტაბილიზებული აგენტია პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონი (PVP), რომელიც ამავდროულად ხასიათდება მაღალი ბიოშეთავსებით (გამოიყენება სისხლის პლაზმის შემცველად [22]), ფირწარმოქმნის უნარით და ხსნადობით ეთანოლში. პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონი ეფექტურად გამოიყენეს, მასტაბილიზებული აგენტის სახით, ვერცხლის ნანონაწილაკების მი-

სადგებისას ვერცხლის ნიტრატის აღდგენით ეთანოლის ხსნარში, ენერჯის წყარო – მიკროტალღური გამოსხივება [23,24]. ამ პროცესის ნაკლია ის, რომ მოითხოვს საკმაოდ ძვირად ღირებულ მიკროტალღურ დანადგარს და გარკვეული სიფრთხილის დაცვას, რათა აირიდონ ეთანოლის აღულება და ამოშრობა.

2. ძირითადი ნაწილი

სამუშაოს მიზანია ვერცხლის ნანონაწილაკების მიღება ვერცხლის ნიტრატის სპირტსხნარში მასტაბილიზებულ აგენტად პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონის გამოყენებით, მარტივი და იაფი მეთოდით – ფოტოქიმიური აღდგენით დღის შუკით (სპექტრის ხილული ნაწილით) დასხი-

ვებისას, ლიტერატურაში აღწერილია ფოტოქიმიური აღდგენა ულტრაიისფერი დასხივებით. მაგრამ ეს მეთოდი მოითხოვს ულტრაიისფერი გამოსხივების სპეციალურ წყაროს. ჩვენ მიერ შერჩეული მეთოდი საყურადღებოა თავისი სიიაფითა და სიმარტივით. ვერცხლის ნანონაწილაკები მივიღეთ პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონისა (1,0 გ, მოლ. მასა \approx 40 000, Sigma-Aldrich) და ვერცხლის ნიტრატის (0,1 გ) სპირტსხნარის (40,0 მლ) დღის სინათლით დასხივებით, რისთვისაც აღნიშნული ხსნარი დავდგით ფანჯრის რაფაზე. ამ შემთხვევაში ფანჯრის მინამ შეასრულა შუქფილტრის როლი, რამეთუ იგი ატარებს მხოლოდ სპექტრის ხილულ ნაწილს და არ ატარებს მოკლეტალღიან ულტრაიისფერ გამოსხივებას.

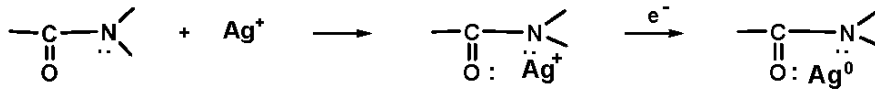


ნახ. 1. PVP/AgNO₃-ის საკვლევი ხსნარი ეთანოლში დასხივებამდე (ა) და დასხივებიდან 24 სთ-ის შემდეგ (ბ)

აღდგენის პროცესსა და ვერცხლის ნანონაწილაკების წარმოქმნაზე მეტყველებს ის გარემოება, რომ საწყისი უფერული ხსნარი, ხილული სხივების გავლენით, იფერება ყავისფრად (ნახ. 1). შევნიშნავთ, რომ სიიაფისა და სიმარტივის გარდა, შემოთავაზებული მეთოდი არის ეკოლოგიურად დამზოგველი, ვინაიდან არ მოითხოვს ვერცხლის

იონის (Ag⁺) ატომურ ვერცხლამდე (Ag⁰) აღსადგენად სპეციალური რეაგენტების (ხშირად ტოქსიკური) გამოყენებას – ამ ფუნქციას ასრულებს ეთილის სპირტის მოლეკულები. Ag⁺-იონების აღდგენის პროცესი ეთანოლის ხსნარში მიმდინარეობს 1-ლი სქემის შესაბამისად¹:

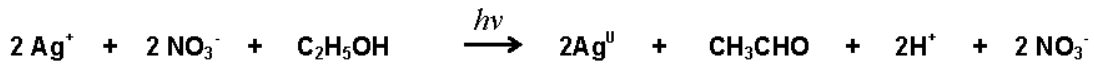
¹შევნიშნავთ, რომ მასტაბილიზებელი დანამატის – პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონის გარეშე AgNO₃-ის ფოტოქიმიური აღდგენის პროცესი ეთანოლში არ მიმდინარეობს.



სქემა 1. ვერცხლის იონის აღდგენა ატომურ ვერცხლამდე ეთანოლის ხსნარში

მას შემდეგ, რაც ვერცხლის ატომები წარმოიქმნება, ხდება მათი გაერთიანება (ზრდა) ნანონაწილაკების ჩამოყალიბებამდე. დადგენილია [25], რომ როდესაც ნაწილაკების დიამეტრი 50 ნმ-ს ქვემოთაა, ამიდის ჯგუფი (აზოტის ატომი) ურთიერთქმედებს ვერცხლთან და ქმნის დამცავ

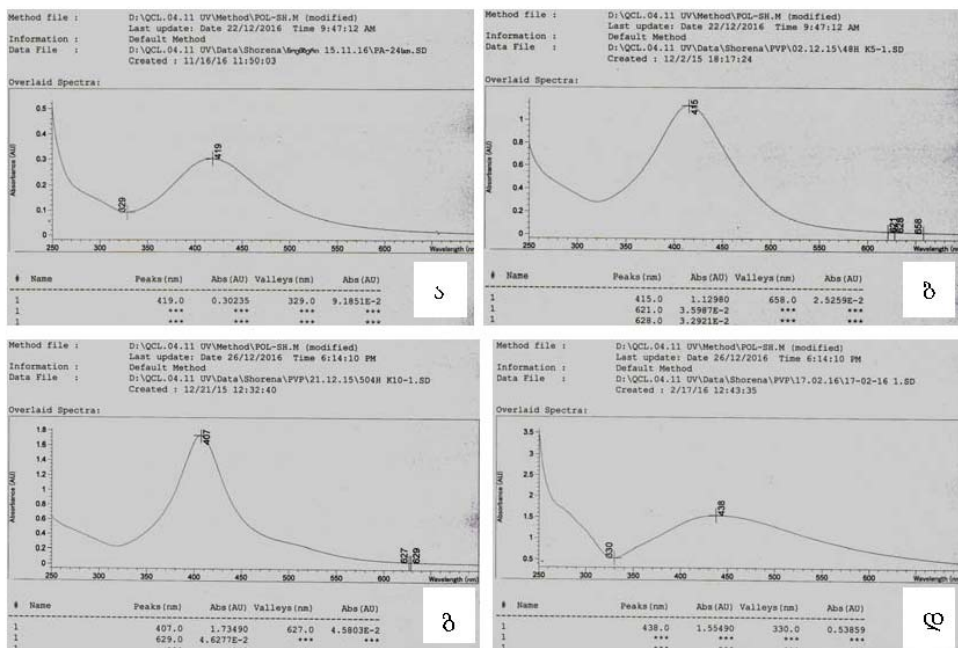
გარსს, რითაც ხელს უშლის ნაწილაკების აგლომერაციას (შეწებებას). კომპლექსის წარმოქმნა პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონსა და ვერცხლის იონს შორის აღწერილია მე-2 სქემაზე, სადაც ჩანს ამიდური ბმის მასტაბილიზებული ფუნქცია.



სქემა 2. კომპლექსწარმოქმნა პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონსა და ვერცხლის ატომს შორის

მოვახდინეთ მიღებული ნანოსუპენზიის კვლევა ულტრაიისფერი სპექტროსკოპიის გამოყენებით (Agilent 8453 UV-visible Spectroscopy System). ცნობილია, რომ ვერცხლის ნანონაწილაკი წარმოადგენს პლაზმონს და აქვს შთანთქმის მაქსიმუმი ელექტრონულ სპექტრში, დაახლოებით 400–460 ნმ დიაპაზონში, ნანონაწილაკის ზომაზე

დამოკიდებულებით [23,24,26]. ამასთან დადგენილია, რომ, რაც უფრო ახლოსაა შთანთქმის მაქსიმუმი 400 ნმ-თან და რაც ვიწროა შთანთქმის პიკის ნახევარსიმაღლე, მით უფრო მცირეა ნაწილაკის ზომა. 10 ნმ ან ქვემოთ ზომის ვერცხლის ნანონაწილაკების შთანთქმის მაქსიმუმი მდებარეობს 400–420 ნმ-ის დიაპაზონში.

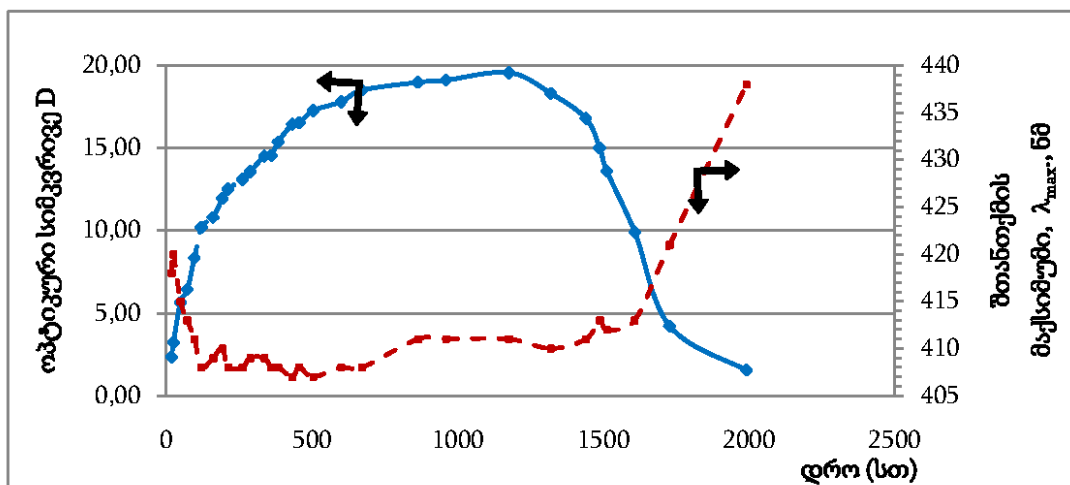


ნახ. 2. ვერცხლის ნანონაწილაკების უი-სპექტრი სინათლეზე დაყოვნებიდან 24,0 სთ-ის (ა), 48,0 სთ-ის (ბ), 500,0 სთ-ის (გ) და 2000,0 სთ-ის შემდეგ (დ)

ჩვენ მიერ მიღებული ვერცხლის ნანონაწილაკების ელექტრონული შთანთქმის სპექტრები მოყვანილია მე-2 ნახ-ზე, საიდანაც ჩანს, რომ ნაწილაკების პლაზმონის შთანთქმის მაქსიმუმი (λ_{max}) ვარირებს 407–438 ნმ ზღვრებში, შთანთქმის პიკის ნახევარსიმაღლე კი საკმაოდ ვიწროა განსაკუთრებით 48 და 500 სთ-ის შემდეგ, (ბ და გ). ეს მიუთითებს იმაზე, რომ მიღებული ნაწილაკების ზომები სასურველ დიაპაზონშია – ≤ 10 ნმ.

შევისწავლეთ ვერცხლის ნანონაწილაკების ოპტიკური პარამეტრების ცვლილება დროში. შევნიშნავეთ, რომ სისტემა მრავალჯერ გადიოდა სინათლე-სიბნელის (ვტოვებით დამით სიბნელეში) ციკლს. მიღებული შედეგები – ნანოსუსპენზიის ოპტიკური სიმკვრივის და შთანთქმის მაქსიმუმის ცვლილება დროში წარმოდგენილია მე-3 ნახ-ზე; ოპტიკური სიმკვრივე განუხრელად

იზრდება 1300 სთ-ის განმავლობაში, ამასთან 500–600 სთ-იდან 1300 სთ-მდე ოპტიკური სიმკვრივე იცვლება მცირედ, რაც მიუთითებს, რომ ვერცხლის ნიტრატი პრაქტიკულად სრულად შევიდა რეაქციაში¹. რაც შეეხება პლაზმონის შთანთქმის მაქსიმუმს (λ_{max}), იგი მცირდება პირველი 500 სთ-ის განმავლობაში $\approx 407-409$ ნმ-მდე, შემდეგ კი უმნიშვნელოდ იცვლება, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ნანონაწილაკების ზომები დროში განიცდის მცირე ცვლილებას. 1500–1600 საათიდან დაწყებული შთანთქმის მაქსიმუმი იზრდება და 2000 სთ-ისთვის 438 ნმ-ს აღწევს. თითქმის ამავედროულად იწყება ნანოსუსპენზიის ოპტიკური სიმკვრივის მკვეთრი შემცირება. ყოველივე ეს მიუთითებს ნაწილაკების აგრეგაციასა და დამსხვილებაზე. ჭურჭლის ფსკერზე წარმოქმნილი შავი ნალექი ამ მოსაზრებას ადასტურებს.



ნახ. 3. PVP/AgNO₃-ის ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის და ტალღის სიგრძის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი

¹ ოპტიკური სიმკვრივის განსზღვრისას, საჭიროების შემთხვევაში, მიღებულ ნანოსუსპენზიას ვანზავებით 5–10-ჯერ ისე, რომ ხელსაწყოს ჩვენება ყოფილიყო 2 ოპტიკურ ერთეულზე ნაკლები.

3. დასკვნა

შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ სისტემა ეთანოლ-ვერცხლის ნიტრატი-პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონის ხილული შუქით დასხივებით შესაძლებელია სასურველი ზომის (≤ 10 ნმ) ვერცხლის ნანონაწილაკების მიღება. ამასთან, მიღებული ნანოსუსპენზია გამოირჩევა მდგრადობით – პრაქტიკულად არ იცვლის პარამეტრებს 1300–1400 სთ-ის (თითქმის 2 თვის) განმავლობაში ოთახის ტემპერატურაზე, რაც პერსპექტულს ხდის მის გამოყენებას მედიცინაში, კვებით მრეწველობაში, მეღვინეობაში და ა.შ.

მიღებული ნანოსუსპენზიების დასხმით გლუვ, ჰიდროფობურ ზედაპირზე და სპირტის აორთქლებით დავამზადეთ ვერცხლის ნანონაწილაკების შემცველი პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონის ნანობიოკომპოზიტური ფირები, რომლებიც *in vitro* ბაქტერიციდული აქტიურობის შესასწავლად გამოიყენება.

ლიტერატურა

1. Morones JR, Elechiguerra JL, Camacho A, et al. The bactericidal effect of silver nanoparticles. *Journal of Nanotechnology*, 2005;16(10):2346.
2. Ahmad MB, Lim JJ, Shameli K, Ibrahim NA, Tay MY, Chieng BW. Antibacterial activity of silver bionanocomposites synthesized by chemical reduction route. *Chemistry Central Journal*, 2012;6(1):101.
3. Baker C, Pradhan A, Pakstis L, Pochan DJ, Shah SI. Synthesis and antibacterial properties of silver nanoparticles. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 2005; 5(2):244-249.
4. Hsueh YH, Lin KS, Ke WJ, et al. The antimicrobial properties of silver nanoparticles in *Bacillus subtilis* are mediated by released Ag⁺ ions. *Journal of PLOS One*, 2015 ;10(12):e0144306.
5. Agnihotri S, Mukherji S, Mukherji S. Size-controlled silver nanoparticles synthesized over the range 5–100 nm using the same protocol and their antibacterial efficacy. *Journal of RSC Adv.*, 2014;4(8):3974-3983.
6. Fayaz AM, Balaji K, Girilal M, Yadav R, Kalaichelvan PT, Venketesan R. Biogenic synthesis of silver nanoparticles and their synergistic effect with antibiotics: a study

against gram-positive and gram-negative bacteria. *Journal of Nanomedicine*, 2010;6(1):103-109.

7. Shahverdi AR, Fakhimi A, Shahverdi HR, Minaian S. Synthesis and effect of silver nanoparticles on the antibacterial activity of different antibiotics against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Journal of Nanomedicine*, 2007;3(2):168-171.
8. Potara M, Jakab E, Damert A, Popescu O, Canpean V, Astilean S. Synergistic antibacterial activity of chitosan-silver nanocomposites on *Staphylococcus aureus*. *Journal of Nanotechnology*, 2011, 22, 135101,9.
9. Yoksan, R. and S. Chirachanchai, Silver nanoparticles dispersing in chitosan solution: Preparation by γ -ray irradiation and their antimicrobial activities. *Journal of Materials Chemistry and Physics*, 2009. 115(1): p. 296-302.
10. Roldán M. V., Pellegrini N., and Sanctis O., Electrochemical Method for Ag-PEG Nanoparticles Synthesis. *Journal of Nanoparticles*. 2013, Article ID 524150, 7 pages.
11. L Wen et al., Symbiosis Theory-Directed Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Application in Infected Wound Healing. *International Journal of Nanomedicine*, 2016 ,11, 2757-2767.
12. Jiang H., Moon K., Zhang Z. et al., Variable Frequency Microwave Synthesis of Silver Nanoparticles. *Journal of Nanoparticle Research*, 2006, 8, 117-124.
13. Zamiri R., Zakaria A., Ahangar H.A., Darroudi M., Zamiri G., Rizwan Z., and Drummen G. The effect of laser repetition rate on the LASIS synthesis of biocompatible silver nanoparticles in aqueous starch solution *International Journal of Nanomedicine*, 2013;8, 233-244.
14. Tudorachi N., Synthesis of antimicrobial polymer composition and *in vitro* drugs release study *e-Polymers*, 2008, Paper No. 131.
15. Zhang Z, Zhang L, Wang S, et al. A convenient route to polyacrylonitrile/silver nanoparticle composite by simultaneous polymerization-reduction approach. *Polymer*, 2001;42:8315-8318.
16. Morones JR, Elechiguerra JL, Camacho A, Holt K, Kouri JB, Ramírez JT, Yacaman MJ. *Journal of Nanotechnology*, 2005, 16(10), 2346-2356.
17. Wei D., Sun W., Qian W. Ye Y., Ma X., The synthesis of chitosan-based silver nanoparticles and their antibac-

- terial activity. *Journal of Carbohydrate Research*, 344, 2375–2382 (2009).
18. Filippo E., Serra A., Manno D., Poly(vinyl alcohol) capped silver nanoparticles as localized surface plasmon resonance-based hydrogen peroxide sensor. *Journal of Chemical Science Direct* 2009, Volume 138, 625-630.
 19. Hettiarachchi, M.A. & Wickramarachchi, P.A.S.R., Synthesis of chitosan stabilized silver nanoparticles using gamma ray irradiation and characterization. *Journal of Science of the University of Kelaniya Sri Lanka*. 6, 2011, pp.65-75.
 20. Wang B., Zhuang X., Deng W., Cheng B., Microwave-Assisted Synthesis of Silver Nanoparticles in Alkaline Carboxymethyl Chitosan Solution. *Engineering*, 2, 387-390 (2010). doi:10.4236/eng.2010.25050
 21. Lei Z., Fan Y., Preparation of silver nanocomposites stabilized by an amphiphilic block copolymer under ultrasonic irradiation. *Materials Letters* 60, 2006, 2256-2260.
 22. Thrower W.R., Campbell H., Plasmosan: a synthetic substitute for plasma, *The Lancet*, 1951, 257 (6664), 1096-1099.
 23. Kildeby N. L., Andersen O. Z., Røge R.E., P3 Project, Institute for Physics and Nanotechnology - Aalborg University 2005-2006, 87p.
 24. He R., Qian X., Yin J., Zhu Z., Preparation of polychrome silver nanoparticles in different solvents. *J. Mater. Chem.*, 2002, 12, 3783–3786.
 25. Elechiguerra J. L., Burt J. L., Morones J. R., Camacho-Bragado A., Xiaoxia Gao, Lara H. H. and Yacaman M.J., Interaction of silver nanoparticles with HIV-1. *J. of Nanobiotechnology*, 2005, 1-10
 26. Mlalila N.G., Swai H.S., Hilonga A., et al., Antimicrobial dependence of silver nanoparticles on surface plasmon resonance bands against *Escherichia coli*. *Nanotechnology, Science and Applications*, 2017,10, 1-9.

UDC 66.08

PREPARATION OF SILVER NANOPARTICLES BY SIMPLE PHOTOCHEMICAL METHOD

Sh. Tskhadadze, N. Kupatadze, R. Gaprindashvili, D. Tugushi, R. Katsarava

Resume: Goal. The aim of the work is developing antibacterial agents containing silver nanoparticles by applying a cheap source of energy - daylight irradiation. **Method.** The silver nanoparticles are fabricated by photochemical (applying daylight irradiation) reduction of silver nitrate in ethanol solution using poly-N-vinylpyrrolidone as particles stabilizer. **Results.** Antibacterial composition containing the nanosilver has been obtained on the basis of poly-N-vinylpyrrolidone using daylight as a source of energy. To our knowledge this is the first attempt of fabricating the silver nanoparticles using daylight. The obtained nanosuspension was characterized by UV-Vis spectroscopy by the absorption of the nanosilver plasmon in the region 400-420 nm. **Conclusion.** Cheap and simple one step method of photochemical reduction was elaborated using daylight irradiation. The method allows to synthesize silver nanoparticles with desired size (≤ 10 nm), which have a high potential for practical applications as a bactericidal agent.

Key words: nanosilver; photochemical reduction; daylight; ethanol; poly-N-vinylpyrrolidone.

УДК 66.08

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ПРОСТЫМ ФОТОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Цхададзе Ш., Купатадзе Н., Гаприндашвили Р., Тугуши Д., Кацарава Р.

Резюме: **Цель:** получение антибактериального препарата, содержащего наночастицы серебра, путем применения дешевого источника энергии - дневного света. **Метод:** наночастицы серебра получали восстановлением нитрата серебра облучением дневным светом в среде этанола, применяя поли-N-винилпирролидон в качестве стабилизатора наночастиц. **Результаты:** получена композиция, содержащая антибактериальное наносеребро на базе поли-N-винилпирролидона, применив в качестве источника энергии дневной свет источником энергии. Необходимо отметить, что впервые осуществлено получение наночастиц дневным светом. Указанный метод получения наносеребра описан впервые. Полученная наносuspension охарактеризована электронной спектроскопией – поглощением плазмоном наносеребра в области 400-420 нм. **Заключение:** разработан одноступенчатый, простой метод фотохимического восстановления нитрата серебра до наночастиц серебра путем применения в качестве источника энергии дневного света. Метод дает возможность получать наночастицы серебра желаемых размеров (≤ 10 нм), которые обладают высоким потенциалом практического применения в виде бактериоцидных препаратов.

Ключевые слова: наносеребро; фотохимическое восстановление; дневной свет; этанол; поли-N-винилпирролидон.

შპს 800.29

ჭიათურის მხატვრობიანი მანგანუმის მადნისა და ნატრიუმის ქლორიდის ერთობლივი გამოწვის პროცესი

ა. გოგიბერიძე, ზ. სიმონიშვილი, ვ. ქინქლაძე

ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69

E-mail: a.gogiberidze@gtu.ge

რეზიუმე: მიზანი. მხატვრობიანი მანგანუმის მადნისა და ბუნებრივი ნატრიუმის ქლორიდის ერთობლივი გამოწვა სხვადასხვა ტემპერატურაზე ნატრიუმის ქლორიდის როგორც მადეფოსფორირებელი რეაგენტის გამოყენების შესაძლებლობა დაბალფოსფორიანი მანგანუმის კონცენტრატის მისაღებად. მეთოდი. გამოყენებულია პიროტექნიკა ნატრიუმის ქლორიდისა და მანგანუმის მადნის ერთობლივი გამოწვისათვის. შედეგი. ბუნებრივი ნატრიუმის ქლორიდისა და მხატვრობიანი მანგანუმის ერთობლივი გამოწვის შედეგად მივიღეთ დაბალფოსფორიანი მანგანუმის კონცენტრატი. ფოსფორის ამოღების ხარისხი 18 – 80% შეადგენს. დასკვნა. მიღე-

ბული მანგანუმის კონცენტრატი ვარგისია მეტალურგიულ ტექნოლოგიაში სტანდარტული ლითონის მისაღებად.

საკვანძო სიტყვები: ნატრიუმის ქლორიდი; ჭიათურის მხატვრობიანი მადანი; კოქსი.

1. შესავალი პრობლემის აქტუალობა და კვლევის სიახლე. მხატვრობიანი მანგანუმის მადნისა და ნატრიუმის ქლორიდის ერთობლივი გამოწვის პროცესის შესწავლის მიზნით გამოყენებულ იქნა მანგანუმის მადანი, რომლის ქიმიური ანალიზი მოცემულია 1-ელ ცხრილში.

ცხრილი 1

მხატვრობიანი მანგანუმის მადნის ქიმიური ანალიზის შედეგები

ქიმიური ელემენტები და ნაერთები	Mn	MnO ₂	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	P	P/Mn 10 ⁴
მადანში შემცველობის მასა %	240	31,8	28,2	3,13	4,67	4,47	1,5	0,16	66,7

2. ძირითადი ნაწილი

ჭიათურის საბადოს III და IV ხარისხის დაჯანგული (მხატვრობიანი) მადნებიდან დაბალფოსფორიანი მანგანუმის კონცენტრატის მიღება საკმაოდ რთული პროცესია [1]. როგორც ქიმიური ანალიზი გვიჩვენებს, მადანში ფოსფორის შემცველობა მცირდება (ცხრ.1), რომელიც დიდ პრობლემებს ქმნის მეტალურგიულ პროცესში [2, 3].

ამ მადნების დეფოსფორირების მიზნით გამოიყენება ბუნებრივი ნატრიუმის ქლორიდი. როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ნატრიუმის ქლორიდის ფარდობა მანგანუმის მადანთან იცვლება 0,1±0,8 ინტერვალში; კაზმი გაეახურეთ 200-დან ±1300⁰C-მდე. ფოსფორის ამოღების ხარისხი მანგანუმის კონცენტრატში მაქსიმალურია 1200⁰C-ზე. ტემპერატურის შემდგომი გაზრდით ფოსფორის ამოღების ხარისხი უარესდება.

კაზმს, რომელიც შედგებოდა მანგანუმის მადნისაგან ან ნატრიუმის ქლორიდისაგან, დავამატეთ აღმდგენი კოქსის სახით (ცხრილი 3) და გავახურეთ $400 \pm 1200^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის ინტერვალში. ამ ეტაპზე ნატრიუმის ქლორიდის ფარდობა მანგანუმის მადანთან 0,1 შეადგენდა, ხოლო აღმდგენის (კოქსი) ფარდობა მანგანუმის მადანთან 0,1-დან 2,0-მდე შეიცვალა. როგორც

ცხრილიდან ჩანს, აღმდგენის დანამატის გაზრდით ფოსფორის ამოღების ხარისხი უარესდება. როდესაც ნატრიუმის ქლორიდის ფარდობა მანგანუმის მადანთან 0,1N უდრის, მაშინ კოქსის ფარდობა მანგანუმის მადანთან $0,4 \pm 0,8$ იქნება. დადებითი შედეგები მიიღება 1200°C -ზე. ამ დროს ფოსფორის ამოღების ხარისხი 61–62%-ია.

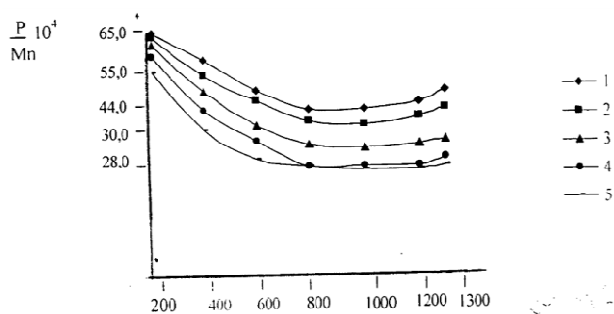
ცხრილი 2

P:Mn დამოკიდებულება კაზმის გამოწვის ტემპერატურასა და რეაგენტის NaCl რაოდენობაზე

N	დანამატის ფარდობა მადანთან NaCl/ მანგ.მადანი	გამოწვის ტემპერ. $^{\circ}\text{C}$	Mn	MnO_2	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	P	$P/Mn \cdot 10^4$
1	0,1	200		-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,2	-	25,72	16,68	39,60	2,08	1,50	3,48	5,95	0,16	62,20
3	0,4	-	24,68	15,49	40,80	1,48	1,70	3,99	5,10	0,16	64,82
4	0,8	-	25,48	17,6	40,40	1,79	1,50	5,67	5,10	0,14	54,94
5	0,1	400	24,99	17,16	41,80	1,79	1,20	5,54	5,10	0,14	56,02
6	0,2	-	24,0	18,70	38,24	1,90	1,00	7,00	4,54	0,22	91,66
7	0,4	-	25,70	16,20	40,10	1,90	1,00	7,17	5,20	0,19	73,93
8	0,8	-	26,09	16,20	41,10	1,90	1,00	7,11	4,94	0,17	65,16
9	0,1	600	24,88	15,4	42,64	1,90	1,20	7,50	5,40	0,14	76,36
10	0,2	-	26,40	16,20	42,60	1,58	1,00	7,20	5,20	0,14	53,03
11	0,4	-	27,00	15,0	41,20	2,40	1,50	7,80	5,40	0,14	51,85
12	0,8	-	28,72	17,37	40,10	2,40	1,80	6,70	6,57	0,14	48,74
13	0,1	800	27,93	18,9	40,20	3,90	2,0	6,88	6,85	0,14	50,12
14	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	0,8	-	28,40	16,90	39,90	1,20	0,90	5,84	7,61	0,12	42,2
17	0,1	1000	26,74	15,91	45,60	2,16	1,61	7,52	5,82	0,098	36,64
18	0,2	-	25,01	14,95	43,00	1,54	1,50	7,40	5,08	0,995	37,98
19	0,4	-	27,14	15,16	40,40	3,30	1,0	6,58	6,00	0,158	58,11
20	0,8	-	24,50	16,92	42,00	0,54	1,90	7,40	4,82	-	-
21	0,1	1200	45,0	16,90	40,01	6,27	1,40	7,47	4,18	0,148	32,88
22	0,2	-	46,17	-	-	-	-	-	-	0,147	31,8
23	0,4	-	45,2	-	-	-	-	-	-	0,135	29,86
24	0,4	-	46,13	-	-	-	-	-	-	0,138	29,92
25	0,4	1300	46,2	-	-	-	-	-	-	0,155	34,29
26	0,4	-	44,1	-	-	-	-	-	-	0,155	34,83

P:Mn დამოკიდებულება კაზმის გახურების ტემპერატურასა და ამლგენის რაოდენობაზე NaCl თანაობისას

N	დანამატი		გამოწვის ტემპერ.	მ ა ნ გ ა ნ უ მ ი ს კ ო ნ ც ე ნ ტ რ ა ტ ი								
	NaCl/Mn მაღ.	კოქსი/Mn მაღ.		Mn	MnO ₂	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P	P/Mn 10 ⁴
1	0,1	0,1	400	32,47	38,91	13,66	5,13	2,20	1,04	4,31	0,13	40,0
2	„	0,2	„	31,48	39,19	12,80	4,53	0,80	1,21	2,58	0,13	41,0
3	„	0,4	„	11,80	28,96	13,12	4,22	0,80	1,88	3,45	0,12	100,0
4	„	0,8	„	22,38	18,54	8,43	4,53	2,30	1,37	3,45	0,11	49,0
5	„	1,6	„	15,80	29,47	7,9	3,62	2,00	1,42	2,58	0,06	40,0
6	„	2,0	„	14,51	15,02	7,04	3,02	2,00	1,37	3,45	0,06	41,0
7	0,1	0,1	600	42,00	38,00	13,60	6,80	1,50	2,80	4,40	0,14	33,0
8	„	0,2	„	36,40	-	13,90	4,64	1,50	1,04	2,47	0,13	36,0
9	„	0,4	„	34,00	26,00	13,40	6,40	1,50	2,80	4,40	0,14	41,00
10	„	0,8	„	29,68	14,08	9,02	2,16	1,80	1,46	2,47	0,16	45,00
11	„	1,6	„	15,99	9,36	7,88	3,09	1,10	1,12	3,09	0,10	65,00
12	„	2,0	„	27,40	6,60	17,40	3,96	1,20	4,20	4,40	0,18	65,7
13	0,1	0,1	800	49,00	20,00	18,20	6,10	1,20	3,36	4,40	0,185	37,7
14	„	0,2	„	45,87	27,830	16,0	6,71	1,50	4,20	4,36	0,18	39,0
15	„	0,4	„	36,65	14,81	13,72	4,14	0,90	3,00	3,02	0,127	34,0
16	„	0,8	„	25,74	11,23	5,36	3,40	1,00	7,60	3,02	0,115	44,6
17	„	1,6	„	27,68	32,00	17,60	4,17	1,30	4,62	6,10	0,144	52,0
18	0,1	0,1	1000	34,70	1,90	19,80	5,40	1,50	2,20	6,00	0,14	55,0
19	„	0,2	„	41,08	8,96	2,88	6,64	2,20	2,21	2,58	0,17	44,0
20	„	0,4	„	31,24	5,16	12,06	6,06	1,90	2,29	0,04	0,14	45,10
21	„	0,8	„	32,22	23,23	12,36	6,64	2,10	2,08	2,58	0,154	48,0
22	0,1	0,1	1200	26,50	4,45	10,18	5,13	2,00	2,67	2,58	0,132	50,0
23	„	0,2	„	41,5							0,11	26,0
24	„	0,4	„	44,3							0,12	27,0
25	„	0,8	„									



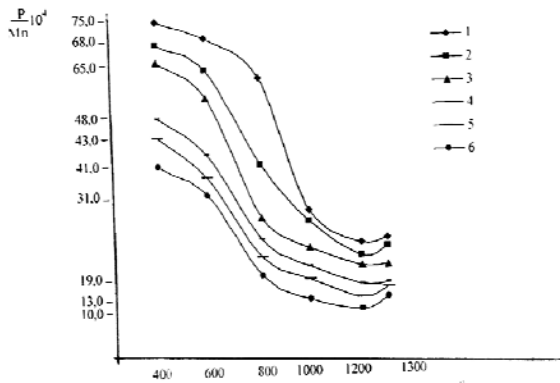
ნახ. 1. ფოსფორის მანგანუმის მაღანთან ფარდობის დამოკიდებულება კაზმის გამოწვის ტემპერატურაზე, რეაგენტის (NaCl) სხვადასხვა ფარდობისას მანგანუმის მაღანთან

1. NaCl: მანგანუმი მაღანთან – 0,1
2. NaCl : მანგანუმი მაღანთან – 0,2
3. NaCl : მანგანუმი მაღანთან – 0,4
4. NaCl : მანგანუმი მაღანთან – 0,8
5. NaCl : მანგანუმი მაღანთან – 1,2

როგორც 1-ელი ნახ-დან ჩანს, კაზმის გამოწვის ტემპერატურის მატებისას მცირდება ფოსფორის ფარდობა მანგანუმთან, ე.ი. მანგანუმის კონცენტრატის კონდიცია უმჯობესდება.

1300°C-ის ზემოთ ეს მონაცემები თანდათან უარესდება, ფოსფორის ამლგების ხარისხი კი მცირდება.

როგორც მე-2 ნახ-დან ჩანს, კაზმის გამოწვის ტემპერატურის 1200°C-მდე მატებისას მანგანუმის კონცენტრატში ფოსფორის ფარდობა მანგანუმთან (P:Mn) თანდათან მცირდება, ხოლო 1300°C ზემოთ იმატებს, ე.ი. მანგანუმის კონცენტრაციის კონდიცია უარესდება. როგორც ვხედავთ, ამლგენის მანგანუმის მაღანთან ოპტიმალური თანაფარდობა 0,1÷0,2-ია. ასეთი თანაფარდობით მანგანუმის კონცენტრატის საუკეთესო კონდიცია მიიღწევა, ე.ი. P:Mn კონცენტრატში მინიმალურია. ამ დროს რეაგენტის (NaCl) ფარდობა მანგანუმის მაღანთან 0,8 შეადგენს.



ნახ. 2. ფოსფორის მანგანუმთან ფარდობის (P:Mn) დამოკიდებულება კაზმის გამოწვის ტემპერატურაზე, აღმდგენის (კოქსი) მანგანუმის მაღანთან სხვადასხვა ფარდობისას

1. NaCl : მანგანუმი მაღანთან – 0,1
2. NaCl : მანგანუმი მაღანთან – 0,2
3. NaCl : მანგანუმი მაღანთან – 0,3
4. NaCl : მანგანუმი მაღანთან – 0,4

5. NaCl : მანგანუმი მაღანთან – 0,5
6. NaCl : მანგანუმი მაღანთან – 0,6

მანგანუმის მაღნიდან ფოსფორის ამოღების გასაუმჯობესებლად ნატრიუმის ქლორიდისა და კოქსთან ერთად გამოვიყენეთ წყლის ორთქლი, მადეფოსფორებელი რეაგენტის (NaCl) მანგანუმის მაღნის სხვადასხვა ფარდობისას. წყლის ორთქლის თანაობისას, კაზმის გამოწვის დროს, დადებითი შედეგი მიიღწევა შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე. წყლის ორთქლის გარეშე კაზმის გამოწვის ოპტიმალური ტემპერატურა, როგორც ზემოთ ითქვა, 1200°C-ია, ხოლო წყლის ორთქლის თანაობისას იგივე შედეგი მიიღწევა – 1000°C. მე-4 ცხრილში მოყვანილია კვლევის შედეგი: მანგანუმის მაღნიდან ფოსფორის ამოღების ხარისხის დამოკიდებულება გამოწვის ხანგრძლივობასთან, კაზმში წყლის ორთქლის თანაობისას 1000°C-ზე, 1 სთ-ის განმავლობაში გამოწვის შემდეგ. მანგანუმის მაღნიდან ფოსფორის ამოღების ხარისხი არ იცვლება.

ცხრილი 4

P:Mn დამოკიდებულება კაზმის გამოწვის ტემპერატურაზე (1000°C) წყლის ორთქლის თანაობისას, რეაგენტის (NaCl) მაღანთან ფარდობისას (0,8)

N	გამოწვის ხანგრძლივობა, სთ	კონცენტრატია		
		Mn%	P%	P : Mn · 10 ⁴
1	0,5	46,20	0,133	28,8
2	1,0	44,25	0,130	28,7
3	1,5	45,10	0,130	28,9
4	2,0	45,00	0,130	28,9
5	2,5	45,1	0,129	28,7
6	3,0	45,2	0,130	28,8

ჩვენი მონაცემებით, საუკეთესო შედეგი მანგანუმის მაღნიდან ფოსფორის ამოღებისას გვაქვს, როდესაც ნატრიუმის ქლორიდის მანგანუმის მაღანთან ფარდობა 0,8-ია, ხოლო აღმდგენის – 0,1. გამოწვის მაქსიმალური ტემპერატურა წყლის ორთქლის თანაობისას 1000°C-ია, გამოწვის ხანგრძლივობა – ერთი საათი. ფოსფორის ამოღების ხარისხი 79–81%-ია.

3. დასკვნა

ჩვენ მიერ მიღებული დაბალფოსფორიანი მანგანუმის კონცენტრატი გამოიყენება სტანდარტული მცირეფოსფორიანი ლითონების მისაღებად.

ლიტერატურა

1. ა. გოგიბერიძე, ლ. გვასალია, რ. შეყლაშვილი. ნატრიუმის სულფიდის გამოყენების შესწავლა III ხარისხის მხატეფორებიანი მანგანუმის მაღნის დეფოსფორირების პროცესში. საქართველოს ქიმიის ჟურნალი Vol. 9. No.5, 2009. გვ.486, 487.
2. ზ. სიმონიშვილი, ა. გოგიბერიძე, დ. ჩიკაშუა, ვ. ქინქლაძე. ნატრიუმის ქლორიდის გამოყენებით დაბალფოსფორიანი მანგანუმის კონცენტრატის მიღება. კერამიკა. Vol. 18. 1(35). 2016. გვ. 46-48.
3. Жучков В.И., Сиротин Д.В. Эффективность применения марганцевых руд в металлургической промышленности//Урал. экономика региння, №2 2013, с. 102-105.

UDC 800.29

THE PROCESS OF SIMULTANEOUS ROASTING OF LIGHTPOROUS MANGANESE ORE OF CHIATURA DEPOSIT AND OF SODIUM CHLORIDE

A. Gogiberidze, Z. Simonishvili, V. Qinqladze

Resume: **Goal.** Joint burning of light porous magnesium ore and natural sodium chloride at various temperature by application of sodium salt as deformation agent to receive low-phosphor manganese concentration. **Method.** Pyrotechnics was used for joint burning of sodium chloride and magnesium ore. **Result.** Low-phosphor manganese concentration was obtained as a result of joint burning of sodium chloride and light porous magnesium ore. Rate of phosphor removal equals to 78-80%. **Conclusion.** The obtained manganese concentrate is fit for obtaining standard metal in metallurgical technology.

Key words: Co; NaCl; Concentpation.

УДК 800.29

ПРОЦЕСС СОВМЕСТНОГО ОБЖИГА ЛЕГКОПОРИСТОЙ МАРГАНЦЕВОЙ РУДЫ И ХЛОРИДА НАТРИЯ

Гогиберидзе А.В., Симонишвили З.З., Кинккладзе В.Л.

Резюме: Цель: совместный обжиг хлористого натрия и легкопористой марганцевой руды при разных температурах, возможность использования хлористого натрия, как дефосфорирующего реагента для получения марганцевого концентрата с низким содержанием фосфора. **Метод:** использована пиротехника для совместного обжига хлористого натрия и марганцевой руды. **Результат:** совместным обжигом природного хлорида и легкопористой марганцевой руды получен малофосфористый марганцевый концентрат; степень извлечения фосфора составляет 78 – 80%. **Заключение:** полученный марганцевый концентрат может быть применён в металлургической технологии для получения стандартного металла.

Ключевые слова: хлорид натрия; марганцевая руда; концентрация.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

სკოლის მოსწავლეები სილიკატების ტექნოლოგიის მიმართულებაზე.....	3
ნ. ბოკუჩავა, ნ. დევედარიანი, ლ. ებანოძე, დ. ჯინჭარაძე. საქართველოს სამკურნალო “ფშრალი” ტალახებიდან ორბანული ნივთიერებების გამოსაყოფად ოპტიმალური მეთოდის შემუშავება.....	5
თ. ჭეიშვილი, ნ. ჩიჯავაძე. შედგენილობის გავლენა ბორატული ფუძის სპილენძისა და მანგანუმის ოქსიდების შემცველი მინამასალების ელექტროთვისებებზე.....	9
რ. ჯაფარიძე, თ. წიგწივაძე, ნ. ფოფორაძე, ჟ. პეტრიაშვილი, ნ. ჩიგოგიძე, რ. კლდიაშვილი. Cu(II), Co(II) 3d მმტალვის აცეტატური კომპლექსნაერთების სინთეზი, მათი რენტგენოფლოროსცენციული და რენტგენოფაზური კვლევა.....	14
ზ. კოვზირიძე, ნ. ნიჟარაძე, მ. ბალახაშვილი, გ. ტაბატაძე, მ. შშილდაძე. ალბინოზობრივი ნედლეულის ბაზაზე გამოიწვარი და გამოიწვარი ცეცხლგამძლე ნაკეთობების მიღება.....	21
ზ. კოვზირიძე, ნ. ნიჟარაძე, გ. ტაბატაძე. მაღალი სიმტკიცის უვოლფრამო კომპოზიტი TiC-Ni-Fe სისტემაში.....	29
მ. მაისურაძე, ე. კალანდია, ნ. გახოკიძე, მ. მათნაძე, გ. ფალავანდიშვილი. ახალი ტრიაზოლ- და დიბენზოთიოფენდიოქსიდოქსიმცველი ტეტრაციკლური კონდენსირებული სისტემები.....	40
მ. მაისურაძე, გ. ფალავანდიშვილი, ნ. გახოკიძე, მ. მათნაძე, ე. კალანდია. ახალი დიაზოლ/ტრიაზოლ- და დიბენზოთიოფენდიოქსიდის შემცველი პენტაციკლური სისტემები მოსალოდნელი ბიოლოგიური აქტიურობით.....	48
მ. ძეკონსკაია, გ. მაისურაძე. ფერმენტების თვისებების შესწავლა და მათი გამოყენება ძერის შემცველი ბაცი ფერის ლუდის ტექნოლოგიურ პროცესში.....	54
შ. ცხადაძე, ნ. კუპატაძე, რ. გაფრინდაშვილი, დ. ტუღუში, რ. ქაცარავა. ვერცხლის ნანონაწილაკების მიღება მარტივი ფოტოქიმიური მეთოდით.....	60
ა. გოგებერიძე, ზ. სიმონიშვილი, ვ. ქინქლაძე. ჰიათურის მრატეფორებიანი მანგანუმის მაღნისა და ნატრიუმის ქლორიდის ერთობლივი გამოწვის პროცესი.....	68

CONTENTS

School Pupil Visited Department of Silicate Technology	3
N. Bokuchava, N. Devdariani, L. Ebanoidze, D. Jincharadze. DEVELOPMENT OF OPTIMAL METHOD FOR EXTRACTION OF ORGANIC SUBSTANCES FROM MEDICINAL “DRY” CLAYS OF GEORGIA	5
Cheishvili T.Sh., Chijavadze N.G. EFFECT OF COMPOSITION ON ELECTRIC PROPERTIES OF GLASS MATERIALS ON BORATE BASIS WITH CONTENT OF COPPER AND MANGANESE OXIDES	9
R. Japaridze, T. Tsivtsivadze, N. Poporadze, Zh. PetriaSvili, N. Chigogidze, R. Kldiashvili. SYNTHESIS OF ACETATE COMPLEX COMPOUNDS OF 3d METALS CU(II), CO(II), RADIOFLUORESCENT AND RADIOGENOPHASIC EXAMINATION OF THEM	14
Z.Kovziridze, N.Nijaradze, M.Balakhstanvili, G.Tabatadze, M.Mshvildadze. SINTERED AND NON-SINTERED REFRACTORY OBJECTS ON THE BASE OF LOCAL RAW MATERIAL.....	21
Z. Kovziridze, N. Nizharadaze, G. Tabatadze. HIGHLY HARD WOLFRAM VOID COMPOSITE IN THE TiC-Ni-Fe SYSTEM.....	29
M. Maisuradze, E. Kalandia, N. Gakhokidze, M. Matnadze, G. Phalavadishvili. NOVEL TRIAZOLE AND DIBENZOTHIOPHENEDIOXIDE CONTAINING TETRACYCLIC CONDENSED SYSTEMS.....	40
M. Maisuradze, G. Phalavadishvili, N. Gakhokidze, M. Matnadze, El. Kalandia. NOVEL DIAZOLE/TRIAZOLE AND DIBENZOTHIOPHENEDIOXIDE CONTAINING PENTACYCLIC SYSTEMS WITH PROMISING BIOLOGICAL ACTIVITIES.....	48
M. Dzekonskaia, G. Maisuradze. STUDY THE PROPERTIES OF ENZYMES AND USE THEM FOR PRODUCTION OF LIGHT BEER, WITH ADDITION OF NON-FERMENTED BARLEY	54
Sh. Tskhadadze, N. Kupatadze, R. Gaprindashvili, D. Tugushi, R. Katsarava. PREPARATION OF SILVER NANOPARTICLES BY SIMPLE PHOTOCHEMICAL METHOD	60
A. Gogiberidze, Z. Simonishvili, V. Qinqladze. THE PROCESS OF SIMULTANEOUS ROASTING OF LIGHTPROUS NANGANESE ORE OF CHIATURA DEPOSIT AND OF SODIUM CHLORIDE.....	68

СОДЕРЖАНИЕ

Учащиеся шеолы направления технологии силикатов	3
Бокучава Н.В., Девдариани Н.Г., Эбаноидзе Л.О., Джинчарадзе Д.Г. РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ЭКСТРАКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ “СУХИХ” ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЕЙ ГРУЗИИ	5
Чеишвили Т.Ш., Чиджавадзе Н.Г. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕКЛОМАТЕРИАЛОВ НА БОРАТНОЙ ОСНОВЕ С СОДЕРЖАНИЕМ ОКСИДОВ МЕДИ И МАРГАНЦА	9
Джапаридзе Р.Дж., Цивцивадзе Т.И., Попораздзе Н.Г., Петриашвили Ж.Д., Чигогидзе Н.Ш., Клдиашвили Р.Ш. СИНТЕЗ АЦЕТАТНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ 3d МЕТАЛЛОВ - CU(II), CO(II). ИХ РЕНТГЕНОФЛЮОРЕСЦЕНТНОЕ И РЕНТГЕНОФАЗОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ	14
Ковзиридзе З.Д., Нижарадзе Н.С., Балахашвили М.И., Табатадзе Г.С., Мшвилдадзе М.Д. ПОЛУЧЕНИЕ ОБЖИГОВЫХ И БЕЗОБЖИГОВЫХ ОГНЕУПОРНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ	21
Ковзиридзе З.Д., Нижарадзе Н.С., Табатадзе Г.С. БЕЗВОЛЬФРАМОВЫЙ КОМПОЗИТ ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТИ В СИСТЕМЕ TiC-Ni-Fe	29
Маисурадзе М.Г., Каландия Е.Дж., Гахокидзе Н.З., Матнадзе М.М., Палавандишвили Г.А. НОВЫЕ ТРИАЗОЛ- И ДИБЕНЗОТИОФЕНДИОКСИДСОДЕРЖАЩИЕ ТЕТРАЦИКЛИЧЕСКИЕ КОНДЕНСИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ	40
Маисурадзе М.Г., Палавандишвили Г.А., Гахокидзе Н.З., Матнадзе М.М., Каландия Е.Дж. НОВЫЕ ДИАЗОЛ/ТРИАЗОЛ- И ДИБЕНЗОТИОФЕНДИОКСИДСОДЕРЖАЩИЕ ПЕНТАЦИКЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ С ОЖИДАЕМОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ	48
Дзеконская М.Л., Майсурадзе Г.Б. ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ФЕРМЕНТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ СВЕТЛОГО ПИВА С ДОБАВЛЕНИЕМ НЕСОЛОЖЕННОГО ЯЧМЕНЯ	54
Цхададзе Ш., Купатадзе Н., Гаприндашвили Р., Тугуши Д., Кацарава Р. ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ПРОСТЫМ ФОТОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	60
Гогиберидзе А.В., Симонишвили З.З., Кинкладзе В.Л. ПРОЦЕСС СОВМЕСТНОГО ОБЖИГА ЛЕГКОПОРистой МАРГАНЦЕВОЙ РУДЫ И ХЛОРИДА НАТРИЯ	68

kompiuteruli uzrunvel yofa x. ungiashvili
redaktorebi: I. Mamalashvili, M. Preobrazhenskaya

საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაცია 2007 წლიდან გავერიანდა კერამიკოსთა მსოფლიო ფედერაციას

საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაცია 2002 წლიდან ევროპის კერამიკოსთა ასოციაციის წევრია

საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაცია დაარსდა 1998 წელს
Jurnal-ი დაარსდა 1999 წელს

Jurnal-ის სტატიები იბეჭდება ქართულ, ინგლისურ, გერმანულ და რუსულ ენებზე

*გამოყვეთნები მასლის ავტორები პასუხისმგებელი არიან მოყვანილი
ფაქტების, ციტატების და სხვა მონაცემების სრულყოფა და სიზუსტეზე, ასევე რედაქციას
კანონით აკრძალული მონაცემების გამოყენებაზე.
რედაქციას შეუძლია გამოაყვეთნოს მასლები ისე, რომ არ იზიარებდეს ავტორის
სხედულ ებებს.*

*Авторы публикуемых материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных
фактов, цитат и других сведений, а также за неразглашение сведений, запрещенных
законом к открытой публикации.*

Редакция может публиковать материалы, не разделяя точку зрения автора.

*Authors of the published materials are responsible for choice and accuracy of adduced facts,
quotations and other information, also for not divulging information forbidden open publication.*

Publishing material the editorial board may not share the views of the author.

Tbilisi, "Keramik", Vol. 18. 2(36).2016
მასლის გადებულებას Jurnal-ის მიმართებაში აუცილებელია
ТБИЛИСИ, "КЕРАМИКА", Vol. 18. 2(36). 2016
При перепечатке ссылка на журнал обязательна
TBILISI, "CERAMICS", Vol. 18. 2(36). 2016
Reference of magazine is obligatory on reprinting

პირობითი ნაბეჭდი ტაბაქი 5. ტირაჟი 50 ეგზ., ფასი სახელსეკრულეო.

საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაცია, Tbilisi, Kostava 69, tel: 233-53-48, Sida 62-39,
E-mail: kowsiri@gtu.ge, z. kovzirize

<http://www.ceramics.gtu.ge>
