

ISSN 1512-0325

საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაციის *ჟურნალი*
JOURNAL OF THE GEORGIAN CERAMISTS' ASSOCIATION



kerami ka **CERAMICS**

სამეცნიერო-ტექნიკური და საარმოო ინსტრუქციები,
რეგისტრაციები, რეფერირებადი *ჟურნალი*

2(32).2014

ს ა რ ე დ ა ქ ც ი ო ო კ ო ლ ე ბ ი ა :

ი. ბერძენიშვილი, მ. ბიბილაშვილი, გ. გაფრინდაშვილი (მთ. რედ. მოადგილე),
ა. გრიგოლიშვილი, რ. თურმანიძე, მ. კეკელიძე, ზ. კოვზირიძე (მთ. რედაქტორი),
ნ. კუციავა, რ. მამალაძე (მთ. რედ. მოად.), ზ. მესტირიშვილი, მ. მუჯირი, ნ. ნიჟარაძე
(პასუხისმგებელი მდივანი), ა. სარუხანიშვილი (მთ. რედ. მოად.), ა. სოხაძე, გ. ტაბატაძე,
ე. შაფაქიძე, რ. ხუროძე, თ. ჭეიშვილი.

EDITORIAL BOARD:

I. Berdzenishvili, M. Bibilashvili, T. Cheishvili, G. Gaprindashvili (vice-editor-in-chief), A. Grigolishvili,
M. Kekelidze, R. Khurodze, N. Kuciava, Z. Kovziridze (editor-in-chief), R. Mamaladze (vice-editor-in-
chief), Z. Mestvirishvili, M. Mujiri, N. Nizharadze (executive secretary), A. Sarukhanishvili (vice-editor-
in-chief), A. Sokhadze, G. Tabatadze, R. Turmanidze, E. Shaphaqidze.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. Бердзенишвили, М. Бибилашвили, Г. Гаприндашвили (заместитель главного редактора),
А. Григолишвили, Р. Турманидзе, М. Кекелидзе, З. Ковзиридзе (главный редактор), Н. Куциава,
Р. мамаладзе (заместитель главного редактора), З. Мествиришвили, М. Муджири, Н. Нижарадзе
(ответственный секретарь), А. Саруханишвили (заместитель главного редактора), А. Сохадзе,
Г. Табатадзе, Е. Шапакидзе, Р. Хуродзе, Т. Чейшвили.

შურნალში „კერამიკა“
გამოქვეყნებული სტატიების
პირითადი თემატიკა

ყველა სახის მიწის,
კერამიკის, კერამიკული და
პოლიმერული კომპოზიტების,
ზეზამთარი მასალების,
ჭიქურის და მიწანქარის,
სხვადასხვა
მიწვერული ბამბის,
მჭიდვ მასალების, ცემენტის და სხვა
არაორგანული,
ქვედაფენობადი,
ახალი და ტრადიციული მასალების
სფეროში
ჩატარებული სამეცნიერო კვლევები,
მათი მიღების ტექნიკა და
ტექნოლოგია, ნაწარმების ტექნიკა და
ნაწარმების

შურნალში აგრეთვე
შესაძლებელია განთავსდეს
სტატიები შემდეგ საკითხებზე:

- ✓ ახალი ტექნიკა, მონაცემობა
საწარმოთა და წარმოების ტექნიკურ
რეგულირება.
- ✓ სანედლეულო ბაზის განვითარება,
ნედლეულის რაციონალური
გამოყენება, მათ შორის ადგილობრივი
წარმოების წარჩენის.
- ✓ რესურს- და ენერგოდამზოგველი
ტექნოლოგიები. გარემოს დაცვა.
- ✓ საწარმოთა სამეურნეო მოღვაწეობა
საბაზრო პირობებში, ეკონომიკა,
მარკეტინგი.
- ✓ საქარსო გამოცდილება.
- ✓ ინფორმაცია, რეკლამა.

გამოყენების სფეროები

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

ВОСПОМИНАНИЕ

ГАЛИНА НИКОЛАЕВНА МАСЛЕННИКОВА



Кафедра технологии силикатов и технологии, инспекции и контроля керамических, полимерных и бионаномедицинских композиционных материалов Грузинского Технического Университета и Грузинское Керамическое Общество с большой скорбью узнали о кончине выдающегося ученого, благородного, добропорядочного, обаятельного человека, уважаемой Галины Николаевны Масленниковой. Галина Николаевна в течение долгих лет сотрудничала с керамиками Грузии. Как ученый мирового масштаба с широким диапазоном знаний, она открыла путь в области науки и технологии керамики многим молодым ученым. Весь свой опыт и знания передавала им. Она была оппонентом профессоров З. Ковзиридзе, Е. Харашвили, Г. Лоладзе и других.

Галина Николаевна оставила неизгладимый след в установлении не только научных контактов, но и просто человеческих отношений. Взаимоотношение с ней было всегда праздником. Доброжелательная, своей бескорыстностью, огромной человеческой теплотой всегда украшала нашу жизнь. Память о ней останется надолго в сердцах её грузинских коллег.

ПРОФЕССОР ЗВИАД КОВЗИРИДЗЕ, ЗАВ. КАФЕДРОЙ ТЕХНОЛОГИИ, ИНСПЕКЦИИ И КОНТРОЛЯ КЕРАМИЧЕСКИХ, ПОЛИМЕРНЫХ И БИОНАНОМЕДИЦИНСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА, ЧЛЕН СОВЕТА ВСЕМИРНОЙ ФЕДЕРАЦИИ КЕРАМИКОВ И ЕВРОПЕЙСКОГО КЕРАМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА, ПРЕЗИДЕНТ ГРУЗИНСКОГО КЕРАМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА.

ГРУЗИНСКОЕ КЕРАМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО.

В ПАМЯТЬ О ГАЛИНЕ НИКОЛАЕВНЕ МАСЛЕННИКОВОЙ (1926-2014)

23 августа 2014 года ушла из жизни одна из могикан керамической науки нашей страны Масленникова Галина Николаевна, профессор, д.т.н., заслуженный деятель науки и техники РФ, автор многочисленных научных публикаций, член диссертационных Советов в различных вузах страны, член экспертного Совета высшей аттестационной комиссии СССР и РФ (ВАК).

Галина Николаевна Масленникова, 9 февраля 1926 года рождения, была родом из Твери. Во время Великой отечественной войны она, юная девушка, до измождения пахала на тракторе колхозные поля, таким образом внося свою лепту в достижение великой победы. Вероятнее всего этот жизненный опыт сковал ее характер, бескомпромиссный, уважительный и терпимый к окружающим, преданный делу и своим ученикам, любящей семью и близких людей.

После войны Галина Николаевна поступает в Московский химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева, который заканчивает с отличием в 1949 году. После окончания института начинает работать в Государственном исследовательском электрокерамическом институте (ГИЭКИ) в г. Москве инженером-технологом. После защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук в МХТИ им. Д.И. Менделеева в 1951 году ее переводят на должность старшего научного сотрудника ГИЭКИ. Вскоре в 1952 году ей доверяют руководство научной группой в этом институте.

Галина Николаевна представляет свою докторскую диссертацию, посвященную проблеме керамики, которую блестяще защищает и в 36 лет становится молодым доктором технических наук.

В 1962 году возглавляет кафедру в Московском инженерно-экономическом институте им. Серго Орджоникидзе. С 1975 по 1986 год Галина Николаевна декан факультета управления в химической и металлургической промышленности, в преобразованном приказом Минвуза СССР в Московский институт управления, в настоящее время этот институт носит название Государственный университет управления им. Серго Орджоникидзе.

За время своей трудовой и научной деятельности Галина Николаевна подготовила более 50 учеников, в том числе кандидатов и докторов наук. География ее учеников не имеет границ, в настоящее время они возглавляют кафедры, преподают в институтах, университетах, работают в керамических производствах не только в нашей стране, но и в Болгарии, Германии, Эстонии, Белоруссии, Кыргызстане, Молдове, Украине, Узбекистане.

Зачастую являлась официальным оппонентом многих диссертаций, посвященных проблемам переработки керамического сырья, совершенствования технологии тонкой керамики (фарфора), разработки новых видов керамических красителей, новых методов определения качества керамики,

в том числе белизны фарфоровых изделий и др., подвергая справедливой критике представленную работу, всегда тепло, уважительно и по-доброму относилась к диссертантам.

Научные идеи Галины Николаевны по совершенствованию технологических процессов изготовления фарфоровых изделий после многочисленных апробаций внедрялись в предприятиях по выпуску керамических красок, электротехнического и художественного фарфора, на Дулевском красочном заводе «Электроизолятор», в производственном объединении «Гжель» и др. Научный вклад профессора, д.т.н. Масленниковой Г.Н. в керамические производства неоценим.

Технические советы на производственном объединении «Гжель» с участием д.т.н., профессора Масленниковой Г.Н. всегда имели научный характер, проходили очень оживленно. Рассматривая проблемы повышения качества выпускаемой продукции, Галина Николаевна всегда обращала внимание производителей на проведение глубоких исследований как традиционными, так и нетрадиционными методами в различных областях технологического процесса - переработки сырья, картирования печи, технологического контроля и др.

Обширные и своевременные консультации, проведенные Галиной Николаевной, позволяли не только решать сложные технологические задачи на заводе, но и поднимали уровень квалификации технического персонала.

Идея Масленниковой Г.Н. - профессора, д.т.н., заслуженного деятеля науки и техники РФ по созданию керамического научного центра в «Гжели», где сосредоточены многочисленные керамические предприятия различного характера (электротехнический и технический фарфор, майолика, художественный и бытовой фарфор, фарфор народно-художественного промысла и карьер глины), и сегодня очень актуальна.

Светлая память великому ученому, большому учителю и другу.

Русович-Югай Л.Х., к.т.н., доцент, Лауреат Гос. Премии СССР, Гжельский государственный художественно-промышленный институт (ГГХПИ).

გოგი ჭირაქაძე



გამოჩენილი ქართველი მეცნიერი, ეკოლოგიის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, „საპატიო მასწავლებლის“ წოდების მფლობელი და ღირსების ორდენოსანი პროფესორი გიორგი (გოგი) ჭირაქაძე ქართველ ქიმიკოსთა ერთ-ერთი თვალსაჩინო წარმომადგენელია. მართალია ხანმოკლე იყო მისი შემოქმედებითი გზა, მაგრამ შეძლო მნიშვნელოვანი კვალი დაეტოვებინა და თავისი სიტყვა ეთქვა ორგანული ქიმიისა და რადიაციული ქიმიის განვითარების ისტორიაში.

იმპულსური რადიოლიზის მეთოდით მან პირველმა შეისწავლა რადიოლიზის პროდუქტების მოკლე სიცოცხლისუნარიანი ნაწილაკების ბუნება და კინეტიკა. გამოიკვლია აგრეთვე რადიოლიზის მოლეკულური პროდუქტების ბუნება და თვისებები. მისი შედეგების საფუძველზე დაადგინა სულფჰიდრილური ნაერთების რადიაციული თხევად ფაზური დაჟანგვის რეაქციის მექანიზმი. გოგი ჭირაქაძემ შეიმუშავა იონიზებული გამოსხივებისაგან ქიმიური დაცვის მეთოდი და ალიფატური, ციკლური დისულფიდებისა და სულფიდების, ალკანსულფომჟავების, თიოციანმჟავას სინთეზის პრეპარატიული მეთოდები, რომლებიც ხასიათდება მაღალი გამოსავლიანობითა და დიდი სისუფთავით; აღნიშნულ თემატიკაზე გოგი ჭირაქაძემ დაიცვა საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაციები. ასევე მნიშვნელოვანი შედეგები აქვს მიღებული ელემენტორგანული ნაერთებისა და საღებრების, ძირითადად აზოსაღებრების სფეროში. წარმატებით განახორციელა ახალი სილიციუმშემცველი აზოსაღებრების სინთეზი, მისი ხელმძღვანელობით შემუშავდა აზოსაღებრების სინთეზის სრულიად ახალი მეთოდოლოგია. სინთეზირებულ იქნა რამდენიმე ათეული, ახალი, სპეციალური ოპტიკური თვისებების მქონე საღებრები. პროფესორი გოგი ჭირაქაძე იყო 200-ზე მეტი შრომის, მათ შორის 12 სახელმძღვანელოს, 15 მეთოდური მითითების, 2 მონოგრაფიის, 6 საავტორო მოწმობის, 2 პატენტის ავტორი. მისი სამეცნიერო შრომები ორგანული, რადიაციული ქიმიის, პედაგოგიკის დარგში ცნობილია როგორც საქართველოში, ისე მის საზღვრებს გარეთ.

მრავალმხრივ სამეცნიერო საქმიანობასთან ერთად იგი აქტიურ პედაგოგიურ საქმიანობასაც ეწეოდა. როგორც პედაგოგმა განუმეორებელი კვალი დატოვა. პედაგოგიურ მოღვაწეობას ეწეოდა თავდაპირველად სულხან-საბა ორბელიანის სახელობის თბილისის სახელმწიფო პედაგოგიურ უნივერსიტეტში, შემდგომ მოღვაწეობა გააგრძელა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში (1981 წლიდან სიცოცხლის ბოლომდე მუშაობდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ორგანული ქიმიის კათედრის გამგედ). პარალელურად მუშაობდა პირველ საშუალო სკოლაში ქიმიის მასწავლებლად. კითხულობდა ლექციებს აბიტურიენტებისათვის საქართველოს ტელევიზიით, რეგულარულად კითხულობდა ლექ-

ციებს პედაგოგებისათვის. მასწავლებელთა მასწავლებელი – ასე უწოდებდნენ მას, რაც მის განუმეორებელ პედაგოგიურ ნიჭს ხაზს უსვამდა. მისი ყოველი ლექცია, ყოველი გაკვეთილი ხელოვნების ნიმუში იყო. შინაარსიანი, ემოციური, ასოციაციებით დატვირთული, არტისტული ბუნებით, ლამაზად და მარტივად გადმოცემული ქიმიის საკითხები, პედაგოგიკის შედეგები იყო... საქმისადმი სიყვარული, ახალგაზრდული შემართება, პედაგოგიური აღლო უდიდეს როლს ასრულებდა სტუდენტთა და მოსწავლეთა შორის დიდი სიყვარულისა და ავტორიტეტის მოპოვებაში.

ის იყო საოცრად დიდი პიროვნება, განათლებული, ნამდვილი ინტელიგენტი, გულწრფელი, სანდო; გულით განიცდიდა ყველაფერს, ყველას გულშემატკივარი, გულწრფელად იზიარებდა გარშემომყოფთა სატკივარსა და გასაჭირს. მიზანდასახული, პირდაპირი, ყოველთვის გულმართალი იყო. ყველას ხიბლავდა მისი მაღალი ინტელექტი, დიდი შინაგანი უშუალობა და საოცარი შემოქმედებითი ცეცხლი. მისი ჰუმანურობა, კეთილშობილება ჰარმონიულად იყო შეხამებული მის სამართლიან, მკაცრ მომთხოვნელობასა და პრინციპულობასთან, რაც განაპირობებდა გოგი ჭირაქაძის პიროვნების ორიგინალობას.

არისტოკრატიული გარეგნობისა და სულის ადამიანი ქართული კულტურის დიდი გულშემატკივარი და უბადლო შემფასებელი იყო. მუსიკის თავდავიწყებულმა სიყვარულმა იგი კლასიკური მუსიკის უაღრესად დიდ დამფასებლად და მცოდნედ აქცია.

მის მიერ სახელოვნად გავლილი ცხოვრების გზა, მაღალი პროფესიული ავტორიტეტი და საყოველთაო საზოგადოებრივი აღიარება ქვეყნისა და ხალხისათვის გაწეული თავდადებული დეაწლის ნათელი მაგალითია. როგორც მეცნიერმა და ახალგაზრდობის აღმზრდელმა ღირსეული ადგილი დაიკავა ჩვენი ქვეყნის ისტორიაში. დემერთმა ნათელში ამყოფოს მისი სული, ვალმოხდელი მშობელი ქვეყნისა და ერის წინაშე.

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორი,
ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი*

მეცნიერება და ტექნოლოგია

ზაგ 523.684

ბუნებრივი მინები

ი. ბერძენიშვილი

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

E-mail: i_berdzenishvili@gtu.ge

რეზიუმე: განხილულია დედამიწაზე ნაპოვნი არაორგანული ბუნებრივი მინების – ტექტიტების, ობსიდიანების, ლეშატელიერიტის, მთვარის მინების წარმოშობა, შედგენილობა და თვისებები. ნაჩვენებია, რომ მინის, როგორც მასალის შექმნა ბუნების მიბაძვა და განმეორებაა.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი მინები; ტექტიტები, ობსიდიანები, ლეშატელიერიტი, მთვარის მინები.

1. შესავალი

ბუნებრივი მინები (ქარვა, ვულკანური წარმოშობის მინა) ადამიანისთვის უძველესი დროიდან არის ცნობილი. დედამიწაზე ბუნებრივი მინები არსებობდა პირველყოფილი ადამიანის გამოჩენამდე ანუ გაცილებით უფრო ადრე, ვიდრე ადამიანი აითვისებდა მინის ხელოვნურად წარმოებას და მისგან მრავალი ნაკეთობის დამზადებას. მინის წარმოება დაიწყო ძვ. ა. IV ათასწლეულში (ძვ. ეგვიპტე, წინა აზია) [1-3].

პირველად ბუნებრივი და ტექნიკური მინების მსგავსებაზე 1752 წელს მ. ლომონოსოვმა მიუთითა ცნობილ „წერილში“ მინის სარგებლის შესახებ“. მასვე დიდი წვლილი მიუძღვის ფერადი მინის წარმოების განვითარებაში.

2. ძირითადი ნაწილი

დედამიწაზე ნაპოვნი არაორგანული ბუნებრივი მინების ჯგუფს განეკუთვნება [1, 2, 4]:

- ტექტიტები,
- ობსიდიანები,
- ლეშატელიერიტი,
- მთვარის მინები.

მუზეუმებში საოცარ ექსპონატებს შორის მნახველებს თვალში ხვდება საკმაოდ უცნაური

მინისებრი სხეულები – გარეგნულად ეს არის მწვანე, ყავისფერი, ზოგჯერ შავი ან მოყვითალო ფერის მინის კენჭები და ნაჭრები (გამჭვირვალე და გაუმჭვირი).

მე-20 საუკუნის დასაწყისში ამ უცნაურ სხეულებს ტექტიტები უწოდეს, ბერძენულიდან ტექტოს ნიშნავს გამდნარს.

ტექტიტები სხვადასხვა ზომის და ფორმის გვხვდება – კონუსური, დისკოსებრი, ფირფიტოვანი, ასევე თევზის, ჰანტელის, ბოლქვის ან წვეთისებრი ფორმის; აქვს შემომღვავალი ზედაპირი (სურ. 1) [1, 2, 4-7].

საყოველთაოდ აღიარებული ჰიპოტეზა ტექტიტების წარმოშობის შესახებ არ არსებობს. ზოგიერთი ჰიპოთეზით ისინი მეტეორიტებადაა მიჩნეული. არის საფუძველი ვივარაუდოთ, რომ ტექტიტები წარმოქმნილია დედამიწასთან ასტეროიდების, მეტეორიტების ან კომეტების შეჯახების შედეგად და გაღვლილი მიწიერი მთის ქანების ნატეხებს შეადგენს. მეცნიერები ასევე არ გამოირიცხავენ, რომ ტექტიტები მთვარის ვულკანური კრატერების ლავის ნამსხვრევებია [2, 4-7].

ეს იდუმალი წარმოშობის ქვები აღმოჩენილია ყველა კონტინენტზე, მათ შორის ანტარქტიდაზეც. მოპოვების ადგილის მიხედვით, არის ტექტიტების სხვადასხვა სახეობა: მოლდავიტები, ინდოშინიტები, ავსტრალიტები, ფილიპინიტები, იავანიტები, ჯორჯიატები, ტიბეტის ტექტიტები და სხვა [2, 4, 5].

პირველ ცხრილში გთავაზობთ ბუნებრივი მინების ქიმიურ შედგენილობას [1, 2, 4, 8-11]. სხვა ბუნებრივ მინებთან შედარებით ტექტიტებში წყლის შემცველობა ნაკლებია და 0,02 % შეადგენს.

აღსანიშნავია, რომ ბუნებრივი მინების შედგენილობაში შედის იგივე კომპონენტები, რაც თანამედროვე სამრეწველო მინებში.



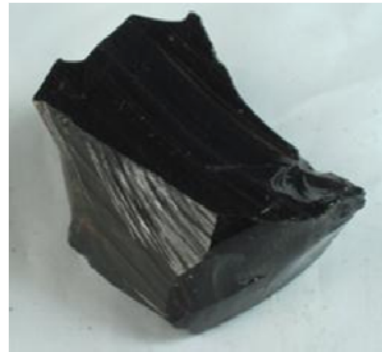
სურ. 1. ტექტიტები

ბუნებრივი მინების ქიმიური შედგენილობა

ოქსიდები	ოქსიდების შემცველობა, მას.%			
	ტექტიტები	ობსიდიანები	მთვარის მინები	ლესატელიერიტი
SiO ₂	69,94 – 80,64	73,34 – 76,78	33,4 – 48,8	99
Al ₂ O ₃	10,01 – 13,68	12,09 – 14,11	4,6 – 9,6	-
Fe ₂ O ₃	0 – 1,23	0,47 – 1,74	-	-
FeO	2,22 – 5,3	0,6 – 1,27	16,5 – 24,7	-
TiO ₂	0,64 – 1,1	0 – 0,9	0,26 – 16,4	-
CaO	1,98 – 3,52	0,38 – 1,41	6,27 – 9,4	-
MgO	1,6 – 3,33	0,03 – 0,36	12,1 – 19,9	-
BaO	-	0 – 0,31	-	-
MnO	0,1 – 0,28	0 – 0,33	0 – 0,3	-
Na ₂ O	0,65 – 1,8	3,79 – 4,96	0 – 0,49	-
K ₂ O	2,02 – 3,16	1,26 – 4,93	0 – 0,29	-
Li ₂ O	-	0 – 0,06	-	-
P ₂ O ₅	-	0 – 0,43	-	-
Cr ₂ O ₃	-	-	0,4 – 0,92	-
SO ₃	-	0 – 0,29	-	-
ZrO ₂	-	0 – 0,01	-	-

ობსიდიანები მუავა შედგენილობის ვულკანური მინებია (SiO₂ > 70 მას.%), სხვადასხვაფერი, ჰგავს მურა-წითელიდან შავამდე შეფერილ ჩვეულებრივ მინებს (სურ. 2). აქვს ნიჟარისებრი, ბასრი მონატეხი. ტექტიტებისაგან განსხვავებით, ოსიდიანები ნახევრად გამჭვირვალეა,

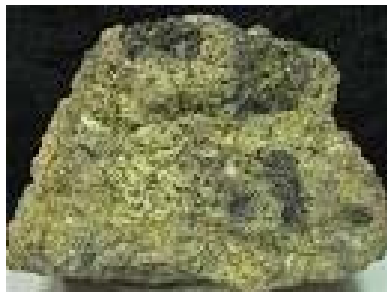
სიმაგრე მინერალოგიური სკალით – 5, შეიცავს 0,5%-მდე წყალს. ამ მინისებრი ვულკანური ქანის სტრუქტურულ-ტექსტური თავისებურებაა მასში მაგნეტიტის, პიროქსენის, პლაგიოკლაზის, რკინის და მაგნიუმის მეტასილიკატების წერტილოვანი ჩანართები [1, 2, 8–10].



სურ. 2. ობსიდიანები

პლინიუს უფროსის თანახმად (77 ძვ. ა.), ობსიდიანი აღმოაჩინა რომაელმა ობსიდიუსმა (Obsidius). აქედან მომდინარეობს ობსიდიანის ქვის სახელწოდება [10]. ქვისა და ბრინჯაოს ხანაში ობსიდიანის ანატკეფებისაგან ამზადებდნენ იარაღს, ისრის პირებს, საფხეკებს და სხვ. ობსიდიანები დიდი რაოდენობითაა საქართველოს, სომხეთის, ირანის და თურქეთის ტერიტორიაზე.

ლეშატელიერიტი – ბუნებრივი კვარცის მინა [1–3]. პირველად აღწერა ვ. სვეერიგმა 1817 წელს მეცნიერებათა აკადემიის ტექნოლოგიურ ჟურნალში (პეტერბურგი). ის იყო ქვიშიან ბორცვებში ნაპოვნი 10 სმ-მდე სიგრძის და 4 მმ დიამეტრის მინის მილი. გეოლოგებმა მას ფულგურიტი უწოდეს (ლათინურად fulgur – მესი). უფეროა, ზოგჯერ თეთრი, ნაცრისფერი, ყვითელი ან მოყავისფრო (სურ. 3).



სურ. 3. ბუნებრივი კვარცის მინები

ბუნებრივი კვარცის მინა წარმოიშობა ქვიშის ვულკანური გზით, ქანების სწრაფი გაცივების დროის შედეგად მესის დაცემისას. ზოგჯერ შედეგად.

მთვარის მინები აღმოჩენილია მთვარის გრუნტის ნიმუშებში, რომლებიც პირველად დედამიწაზე ჩამოიტანა ხომალდ აპოლონ 11-მა (1969 წ.) და ავტომატურმა სადგურებმა – ლუნოსოდ-1 და ლუნოსოდ-2 (1970–1971 წწ. და 1973 წ.).

შორეული მთვარის ქანების ანალიზის შედეგად დადგინდა მათში მინის ბურთულების, გუნდების და მინის ცილინდრული სხეულების არსებობა. გუნდებს და ფიგურებს მრავალგვარი შეფერილობა ჰქონდა – მწვანე, ნაცრისფერი, ლურჯი, შავი, მონაცრისფრო-შავი, ყვითელი, ღია ქარვის ფერი და სხვა [6, 12].

მთვარის მინებში, ტექტიტებისა და ობსიდიანებისგან განსხვავებით, მცირე კაჟმიწის რაოდენობა 50 მას.% არ აღემატება. მთვარეზე მაგმატური და ვულკანური მინები ლავის შადრევნების ამოფრქვევის შედეგად წარმოიშობა.

3. დასკვნა

დღეს უკვე შეიძლება თქმა, რომ მინის, როგორც მასალის შექმნა ბუნების მიბაძვა და განმეორებაა. ლავა და მაგმა მსგავსი მასალის ხელოვნურად შესაქმნელად თითქოსდა ბუნებით ნაკარნახევი მაგალითებია. გამდნარი ქანების გაცივებით წარმოქმნილი ბუნებრივი მინა ამოღული მასალაა.

ლიტერატურა

1. Фельц А. Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела. М.: Мир, 1986.
2. Ашимхина Н.А. Природные стекла – индикаторы геологических процессов. – М.: Наука, 1987. – 157 с.
3. Безбородов М.А. Синтез и строение силикатных стекол. – Минск: Наука и техника, 1968. – 449 с.
4. Отмахов В.И., Варламова Н.В., Мананков А.Н., Лапова Т.В. Физико-химические исследования тектитов в интересах космического мониторинга // Известия Томского политехнического университета, 2006, т. 309, № 5, с. 40-44.
5. Дмитриев Е.В. Появление тектитов на Земле // Природа. 1988, № 4, с. 34–36.
6. Железняков А.А. Энциклопедия космонавтики. – М.: Мир, 2005. – 350 с.
7. Изох Э.П., Ле Дык Ан. Тектиты Вьетнама. Гипотеза кометной транспортировки // Метеоритика, 1983, вып. 42, с. 158–169.
8. Nadin, E.: The secret lives of minerals. Engineering & Science, 2007, No. 1, p. 10-20.
9. <http://en.wikipedia.org/wiki/Obsidian>.
10. <http://www.aggman.com/carved-in-stone-12/>
11. Planetary science: The early Moon was rich in water. Nature 454, 10 July 2008, p. 170-172
12. http://epizodsspace.no-ip.org/bibl/n_i_j/1973/5/5-stekshar.html. С. Толанский. Стекланные шарики с луны.

UDC 523.684

NATURAL GLASSES

I. Berdzenishvili

Resume: The origin, compositions and properties of inorganic natural glasses - tektites, obsidians, leshatelerita and lunar glasses founded on Earth have been considered. It is shown, that the invention of glass as a material is an imitation of nature.

Key words: natural glasses; tektites; obsidians; leshatelerita; lunar glasses.

УДК 523.684

ПРИРОДНЫЕ СТЕКЛА

Бердзенишвили И.Г.

Резюме: Рассмотрены происхождение, составы и свойства найденных на Земле неорганических природных стекол – тектитов, обсидианов, лешательерита и лунных стекол. Показано, что изобретение стекла, как материала, является подражанием природе.

Ключевые слова: природные стекла; тектиты; обсидианы; лешательерит; лунные стекла.

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

E-mail: kekemana@rambler.ru

რეზიუმე: განხილულია ელექტროიზოლატორებში ფაიფურის მინისებრი ფაზის დადებითი და უარყოფითი გავლენა ელექტრონულ თვისებებზე. ნახვენებია იზოლატორებში გამოყენებული ადგილობრივი ნედლეულები და სინთეზის დროს მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები.

საკვანძო სიტყვები: დიექტრიკი; რენტგენოფაზური ანალიზი; თერმოგრაფიული ანალიზი; შთანთქმის იწ-სპექტრი; შეცხობა; მულიტი; ენდოთერმული; ეგზოთერმული; ნეიტრალიზაციის ეფექტი.

„ფაიფურის ელექტრონულ თვისებებზე დიდ გავლენას მინისებრი ფაზა ახდენს“.
ავგუსტინიკი

1. შესავალი

ენერგეტიკა, რომ ქვეყნის ძლიერებისა და განვითარების უპირველესი დარგია საყოველთაოდ ცნობილი ჭეშმარიტებაა. შეუძლებელია მძლავრი ენერგეტიკული ბაზის გარეშე, გარდა ტრადიციული მოხმარებისა (ელმავალმშენებლობა, ელექტროგადამცემი ხაზების იზოლატორები, ელექტროქვესადგურები და მრავალი სხვა), განვითარდეს მეცნიერების ისეთი პრიორიტეტული მიმართულებები, როგორცაა რადიოელექტრონიკა, ელექტრომანქანათმშენებლობა, ავტომატიზაციის საშუალებები და მრავალი სხვა [1].

მაგრამ ენერგეტიკის განვითარება შეუძლებელია ელექტროიზოლატორების (დიექტრიკები) გამოყენების გარეშე. სამწუხაროდ, ამ მასალების სერიოზული წარმოება საქართველოში დღემდე არ არსებობს, არადა საბედნიეროდ ჩვენს ქვეყანაში გვაქვს ბუნებრივი ნედლეულების მნიშვნელოვანი მარაგი სხვადასხვა დანიშნულების კერამიკული იზოლატორების საწარმოებად. ასეთებია ჩვენ მიერ 2007–2013 წლებში

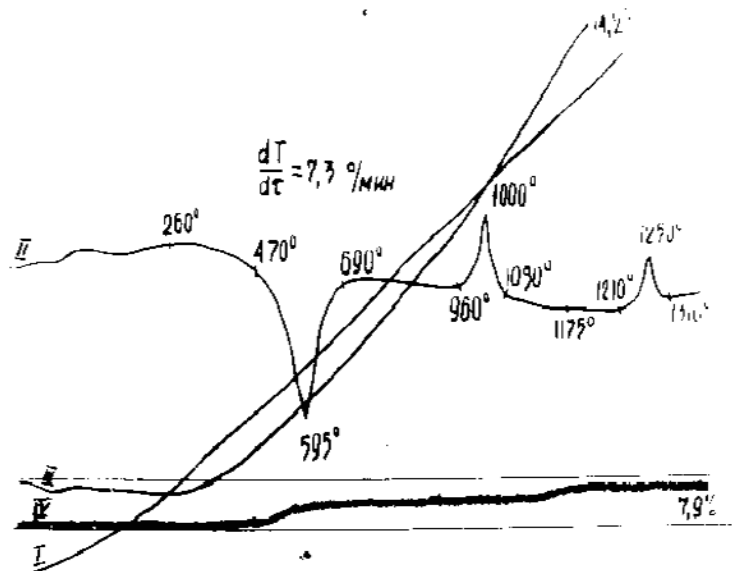
მოძიებული და შესწავლილი ტყიბულის რაიონის ჯვარისა-გურნის არგილიტები და კაოლინები, ოზურგეთის მთისპირისა და ვანის ქედის კაოლინიზებული ტრაქიტები, გულაურ-სტეფანწმინდის კვარციტები, ძირულის თაღკი და პეგმატიტები, დედოფლისწყაროს კირქვები, ჭიათურის მარგანეცი და ა.შ. [2]. აქვე აღნიშნავთ, რომ მსოფლიო პრაქტიკამ ფაიფურის ელექტროიზოლატორები და კერამიკული კომპოზიციური ნაკეთობები აღიარა ყველაზე ეფექტურ მასალად მაღალვოლტიანი და სპეცდანიშნულების იზოლატორების კლასში [3].

2. ძირითადი ნაწილი

ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს დადგენილი შედგენილობის ფაიფურის შეცხობით (1380°C) გამოკვლეულ იქნა რენტგენოფაზური, კომპლექსური თერმოგრაფიული და ინფრაწითელი სპექტროსკოპული ანალიზით.

კომპლექსური თერმოგრაფიული (ნახ. 1) გამოკვლევით დიფერენციულ მრუდზე გამოისახა სამი თერმული ეფექტი. ენდოთერმული ეფექტი ტემპერატურულ ინტერვალში 470–690°C პიკით 595°C, რაც დაკავშირებულია კაოლინიტის დეჰიდრატაციასთან; ეფექტი მიმდინარეობს მასის მნიშვნელოვანი შემცირებით – 6,56%, ხოლო ეფექტის ბოლოს 7,9%. გარდა ამისა, შეიმჩნევა ნიმუშის მცირე გაფართოება (0,39%) 470°C ტემპერატურაზე დაკავშირებული β კვარცის ნაწილობრივი პოლიმორფული გარდაქმნით α კვარცში.

ენდოთერმული ეფექტი, რომელიც დაკავშირებულია კვარცის პოლიმორფულ გარდაქმნასთან, შთანთქმება უფრო ძლიერი ეფექტით, რაც გამოწვეულია კაოლინიტის დაშლით. დანაკარგების ცვლილების მრუდი გახურებით, ენდოთერმული ეფექტის შემდეგ, თანდათან გადადის პორიზონტალურ მდგომარეობაში და შემდგომი დანაკარგები თითქმის არ აღინიშნება.



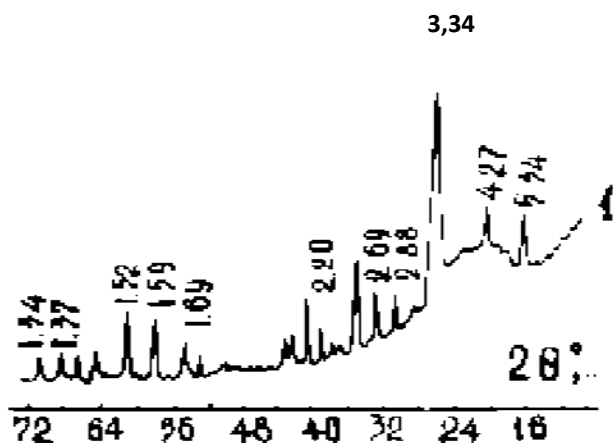
ნახ. 1. ელექტროტექნიკური ფაიფურის კომპლექსური თერმოგრამა

ეგზოთერმული ეფექტი, რომელიც მიმდინარეობს 960–1030°C ტემპერატურულ ინტერვალში გვიჩვენებს პირველადი მულიტის და თხევადი ფაზის წარმოქმნის დასაწყისს, ხოლო ფაიფურის გამკვრივება იწყება ეგზოთერმული ეფექტის მაქსიმუმზე (1000°C), რასაც ეთანადება 3,5% ჩაჯდომის სიდიდე, ტემპერატურის გაზრდით 1250°C შეიმჩნევა ჩაჯდომის შემდგომი ზრდა, რაც 14,2% შეადგენს. ამავე დროს ჩნდება მეორე ეგზოთერმული ეფექტი, დაკავშირებული ად-

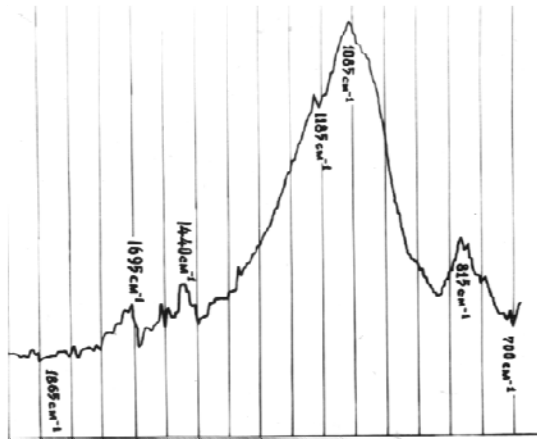
რე წარმოქმნილი პირველადი მულიტის გადაკრისტალებით მეორეულ მულიტში.

ფაიფურის მასის (გამოწვა 1380°C) რენტგენოგრამაზე (ნახ. 2) აღნიშნულია მკვეთრად გამოსახული მულიტის სიბრტყეთა შორის მანძილი $d=5,34\text{Å}$; $2,20\text{Å}$ და სხვა. კვარცის $d=4,27\text{Å}$; $3,34\text{Å}$ და სხვა.

შთანთქმის იწ-სპექტრის (ნახ. 3) გამოკვლევით ნაჩვენებია მულიტის და კვარცის არსებობა: 1185 სმ^{-1} (მულიტი); 700 სმ^{-1} , 1085 სმ^{-1} (კვარცი).



ნახ. 2. ელექტროტექნიკური ფაიფურის რენტგენოგრამა



ნახ. 3. ელექტროტექნიკური ფაიფურის შთანთქმის იწ-სპექტრი

ფაიფურის დამამთავრებელ სტადიაზე გამოწვისას მიმდინარეობს მულიტწარმოქმნის ინტენსიური პროცესი, კვარცის გარშემო იზრდება მინის რაოდენობა (კაუმიწა-მინდვრის შპატიანი მინა). ამ სტადიაზე მულიტიზაციის დამახასიათებელი თავისებურება მდგომარეობს მეორეული ნემსისებრი მულიტის მნიშვნელოვანი რაოდენობით წარმოქმნაში, რომლითაც გამსჭვალულია მინისებრი ფაზა. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ორმაგი კონტაქტების პროცესებს: უბნებში მინდვრის შპატის თიხის ნარჩენებთან კონტაქტისას ხდება მინდვრის შპატიანი მინის მულიტიზაცია, სხვა შემთხვევაში (კვარც-მინდვრის შპატის კონტაქტი) მინდვრის შპატიანი მინას არ გააჩნია მულიტის ჩანართები.

დადგენილია, რომ ფაიფურის მექანიკური სიმტკიცის გაზრდა პირდაპირ კავშირშია კვარც-მინდვრის შპატიანი მინის რაოდენობის ზრდასთან, მისი მაღალი ხარისხის დისპერსიულობით.

დაყოვნების ხანგრძლივობა განაპირობებს მინისებრი ფაზის და მულიტის განვითარებას, ასევე კეცში ფორების მომრგვალებას. აღსანიშნავია, რომ მინისებრი ფაზის შედგენილობა არაერთგვაროვანია: ის მუავა ხასიათისაა გახსნილი კვარცის მარცვლებთან და ფუქე – გამდნარი მინდვრის შპატის მარცვლების ფარგლებში. რაც მთავარია, მინისებრი ფაზით წარმოქმნილი ზედაპირული დაჭიმულობა ერთმანეთთან აახლოებს ფაიფურის კეცში არსებულ მყარ ნაწილაკებს და ხელს უწყობს ნაკეთობის მონოლითურობას [4,5].

ზოგადად ფაიფურის ელგამტარობა, რომელიც იონური ხასიათისაა, ემყარება მისი შემადგენელი ცალკეული ფაზების ელგამტარობას. იონები, რომლებიც შედის კრისტალურ მესერში, მინისებრი ფაზაში მოუწესრიგებელ მდგომარეობაში ხასიათდება განსაკუთრებული აქტიური მოძრაობით; მათი ინტენსიურობა მით უფრო მცირეა, რაც

უფრო მტკიცეა შიგარისტალური კავშირები. ის იონები, რომლებიც გავრცელებულია კრისტალთშორის კვანძებში და კრისტალური მესრის დეფექტურ სტრუქტურაში უფრო მოძრავია. განსაკუთრებით ხაზგასასმელია მინისებრი ფაზის იონები, ვინაიდან ისინი გაცილებით მოძრავი და აქტიურია, ვიდრე კრისტალურ ფაზებში არსებული იონები. ამიტომ, გადაწყვეტით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ სწორედ მინისებრი ფაზის იონებია ელგამტარობის ძირითადი წყარო ფაიფურის ელექტროიზოლატორებში. განსაკუთრებით აქტიური მოძრაობით ხასიათდება ტუტე ლითონების იონები, როგორცაა მცირე იონური რადიუსის მქონე Na^+ და Li^+ , მათი მოძრაობის სიჩქარე იზრდება ტემპერატურის გაზრდით. საყოველთაოდ ცნობილია, რომ მინის ელგამტარობა მინაში ნატრიუმის ოქსიდის შემცველობის პირდაპირპროპორციულია.

აღნიშნული მიზეზების გამო, ნებისმიერი შედგენილობის ელექტროსაიზოლაციო მასალებში ცდილობენ მინიმუმამდე დაიყვანონ ტუტე ოქსიდების შემცველობა. იმ შემთხვევებში, როცა მინისებრი ფაზის არსებობა კერამიკულ დიელექტრიკებში გარდაუვალია და მისი რაოდენობა მნიშვნელოვანია (>30%), მაშინ ფაიფურის შედგენილობაში შეჰყავთ ტუტემიწა მეტალების იონები, რომლებიც დიდი იონური რადიუსის მქონეა და მუხტი, რომლის დროსაც აღნიშნული იონები იწვევს ტუტე ლითონების იონების მოძრაობის დამუხრუჭებას, რაც საბოლოოდ მთელი სისტემის ელგამტარობას მკვეთრად ამცირებს (ნეიტრალიზაციის ეფექტი) [6, 7].

ამრიგად, მინისებრი ფაზა ფაიფურის ელექტროიზოლატორებში, ერთი მხრივ, ხელს უწყობს ნაკეთობის შეცხოების პროცესს, მექანიკური თვისებების გაუმჯობესებას, მეორე მხრივ, უარყოფითად მოქმედებს დიელექტრიკულ პარამეტრებზე და ელექტროგამტარობის მთავარი მიზეზია. ხა-

ტონად, რომ ვთქვათ, *მინისებრი ფაზა ფაიფურში გვაგონებს მითოლოგიურ ორსახოვან იანუსს.*

ერთ-ერთ ყოველისშემძლე ბუნებრივ ძალად ძველი რომაული მითოლოგიის მიხედვით წარმოსახულია იანუსი (წლის პირველი თვის სახელწოდება იანვარი იანუსთანაა დაკავშირებული), რომელსაც ორი სახე ჰქონდა – ერთი იმზირებოდა დღის სინათლისკენ, ხოლო მეორე – საწინააღმდეგო მიმართულებით, ღამის დასაწყისისკენ. დღის და საღამოს იანუსი ადებს ზეცის კარბჭეს და ასე მეორდება დღე-ღამის პერიოდული მონაცვლეობა.

როგორც მრავალი ისტორიული მითოლოგია, ასევე იანუსის შესახებ თქმულებაც, მიუხედავად მოქმედების ფანტასტიკურობისა, სიკეთისა და სიბრძნის ელემენტებს შეიცავს. მაგრამ, მთავარი, რომელსაც აქ გვინდა ხაზი გავუსვათ ის არის, რომ მითოლოგიური იანუსის ორსახოვნება სრულებითაც არ იყო დაკავშირებული ბოროტებასა და კაცთმოძულეობასთან, პირიქით იანუსის ორი სახე, ორი პირი მხოლოდ მოხერხებულობის, ყოველისშემძლეობისა და სიკეთის სიმბოლოს გამოხატავდა. მაგრამ მომდევნო ისტორიულ ეპოქებში იანუსის ორსახოვნება მითოლოგიური პირისაგან სრულიად განსხვავებულ საპირისპირო სემანტიკურ შინაარსს იძენს. ორპირობა გაიძვერა ადამიანის სიმბოლოდ იქცა, „ორპიროვანი იანუსი“ რეალურ ცხოვრებაში ამპარტავნობის, ვერაგობის, ეგოიზმის, სიცრუის, თვალთმაქცობის, პირფერობის და ყოველგვარი სისაბაგლის გამომხატველი ხდება.

მართლაც, ორპირი ადამიანი, ერთი მხრივ, ერთგულებას გეფიცება, პატივისცემას, სიყვარულსა და მეგობრობას გიმტკიცებს, თავი ისე მოაქვს, თითქოს პრინციპული და სიკეთისმთესველი ადამიანია, სინამდვილეში კი სამარეს გითხრის, მომენტს უცდის, როდის ჩაგცვს მახვილი. ერთი პირით საქმეს შეგპირდება, ხოლო მეორეთი გატყუებს, საწინააღმდეგოს აკეთებს. მაშასადამე, ორპირი ადამიანი შენიღბულად მოქმედებს, თვალთმაქცი და დაუნდობელია. ასეთი ადამიანი „დიდოსტატურად“ აშენებს „პოტიომკინის სოფელს“, თვითგანდიდებითაა დაავადებული, ეს ავადმყოფობა ქედმაღლობას, შურს, სიცრუეს და უმადურობას* წარმოშობს.

კაცობრიობის პროგრესული ძალები, მეცნიერებისა და კულტურის გამოჩენილი მოღვაწეები დაუნდობლად ამხედდნენ და უკომპრომისო ბრძოლას უცხადებდნენ ორპირებსა და გამცემლებს, მაღლა სწევდნენ ადამიანის ღირსებასა და

ღანიშნულებას. მითოლოგიურ პოეზიაში, ზეპირსიტყვიერებაში, ზღაპრებში, ცალკეულ თქმულებებსა და საგმირო ეპოსში ჩაგრულების მოსარჩლეობა უმაღლეს ზნეობრივ იდეალად არის გამოცხადებული, ხოლო ორპირი და მოღალატე მიწასთან არის გასწორებული. უძველესი დროის ძეგლები „ამირანიანი“, „ყარამანიანი“, „ილიადა“, „ოდისეა“ და სხვა აღსაფასებელი ხალხის სიკეთისათვის თავდადებულ მებრძოლთა სახელებით, ამასთან კეთილ და ბოროტ ძალთა ჭიდილში თავს იჩენს ხოლმე ორპირობა, გამცემლობა, მაგრამ სიკეთე ყოველთვის სძლევს ბოროტებას.

შოთა რუსთაველის „ვეფხისტყაოსანში“ უმაღლეს ღირებულებად აღიარებულია მეგობრობა, სიყვარული, ჰუმანიზმი, მოყვასისადმი გმირული თავდადება, ერთგულება, სიკეთისათვის ბრძოლა. უკვდავი პოემის ერთ-ერთი მთავარი ლაიტმოტივია ორპირობის, სიცრუის, გამცემლობის მხილება, სიმართლისა და ერთგულების იდეა:

„ვიცი ბოლოდ არ დამიგმობ“
ამა ჩემსა განზრახულსა,
კაცი ბრძენი ვერ გასწირავს
მოყვარესა მოყვარულსა;
მე სიტყვასა ერთსა გკადრებ
პლატონისგან სწავლა-თქმულსა;
სიცრუე და ორპირობა
ავნებს ხორცსა, მერე სულსა“.

მაღალი ზნეობრივი თვისებების წინა პლანზე წამოწევა და მორალურად დაცემული ადამიანების გაკიცხვა ყოველთვის იყო ქართველი და მსოფლიო კლასიკური მწერლობის მთავარი მოტივი. გავისხენოთ „ჰამლეტი“, „ოტელო“, „მეფე ლირი“, რომელიც გნებავთ შექსპირის ნაწარმოები, როგორი ოსტატობით არის მასში მხილებული გაიძვერა, ორპირი, ეგოისტი ადამიანის სახე.

საბა ორბელიანი ორპირს უწოდებდა ორენა ადამიანს, რომელიც სიტყვის გამტეხია, თვითგანდიდების და ქედმაღლობის უკურნებელი სენითაა დაავადებული. ორპირობა ფართოდ გავრცელდა ფეოდალურ სამთავროებად დაქუცმაცებულ საქართველოში. დავით გურამიშვილი საქართველოს პოლიტიკური და ეკონომიკური დაცემის ერთ-ერთ ძირითად მიზეზად მიიჩნევდა ფეოდალურ შინააშლილობასა და ძმათა შორის სისხლისმდვრელ ომებს, რომლებიც შინაგანი გამცემლობით, შურითა და ურთიერთგაუტანლობით იყო გამოწვეული:

„შეიქმნა დიდი მტერობა,
თქმა ერთმანეთის ძვირისა,
ამპარტავნობა და შური,
ურცხვად გატეხა პირისა“.

ისტორიული ხასიათის მოთხრობაში „ბაშიანუკი“ სულმნათმა აკაკიმ კეთილ და ბოროტ ძალთა ბრძოლის მძაფრი მომენტები დაგვიხატა,

* ადამიანს ღალატს ვაპატიებ, უმადურობას არა, – ნაპოლეონ ბონაპარტი.

სამარცხინო ბოძე გააკრა გაიძვერა ორპირი ადამიანები – სვიმონ მაყაშვილი, ჯანდიერი და სხვები. „ჯანდიერი ისეთი კაცთაგანი იყო, რომელიც აქეთაც არის და იქითაც: დროს შეჰყურებს! ხან წაღმა ხნავს და ხან უკუღმა ფარცხავს“.

ჩემეული განსჯისა და შედარების აკარგი-ანობა მეცნიერულ კვლევებსა და ზოგადსაკაცობრიო ზნეობებს შორის მკითხველისთვის მიმინდვია!

3. დასკვნა

ფაიფურის ელექტროიზოლატორების წარმოება ეფუძნება შეცხოვას თხევადი მინისებრი ფაზის მონაწილეობით (გამოწვის ტემპერატურა 1350–1450°C), რომლის რაოდენობა იზოლატორში შეიძლება იცვლებოდეს 40–60%, თხევადი ფაზის მონაწილეობით ხდება ნაკეთობის გამკვრივება, მექანიკური თვისებების მინიჭება, შეცხოვბის პროცესის გამარტივება და სხვა. მაგრამ თხევად მინისებრ ფაზაში არსებული ტუტე ლითონის იონები, განსაკუთრებით Li^+ და Na^+ არის დენის გამტარობის ძირითადი წყარო, რაც აუარესებს ფაიფურის ელექტროსაიზოლაციო თვისებებს. ამიტომ, ფაიფურის კაზმის შედგენილობაში შეჰყავთ

დიდი მუხტისა და იონური რადიუსის ტუტემიწათა ელემენტები, რომლებიც ამუხრუჭებს დენგამტარი იონების გადაადგილებას.

ლიტერატურა

1. Казарновский Д.М., Тареев Б.М. Испытание электроизоляционных материалов. Л.: „Энергия“, 1969, с.4-7.
2. Гаприндашвили Г.Г. Перспективы применения силикатных горных пород в керамике // Стекло и керамика, №7, 1979, с.18-20.
3. Справочник по электротехническим материалам. Л.: Энергоатомиздат, 1988, с.7-25.
4. Никулин Н.В., Кортнев В.В. Производство электрокерамических изделий. М.: Высшая школа, 1965. - 250 с.
5. Масленникова Г.Н., Харитонов Ф.Я., Костюков Н.С. Технология электрокерамики. М.: Энергия, 1974. - 220 с.
6. Балкевич В.Л. Техническая керамика. М.: Стройиздат, 1981, с.15-25.
7. Августиник А.И. Керамика. Л.: Стройиздат, 1974, с.496-516.

UDC 666.95

THE ROLE OF THE VITREOUS PHASE IN PORCELAIN DIELECTRIC AND A TWO FACED JANUS

G. Gaпрindashvili

Resume: Vitreous phase in electrical porcelain promotes densification and improve the mechanical properties of the insulator, but decreases the dielectric parameters of products

Key words: dielektrik; X-ray analysis; thermography; infra-red absorption spectrum; baking; mullite; endothermic; exothermic; neutralizatsy effect.

УДК 666.95

РОЛЬ СТЕКЛОВИДНОЙ ФАЗЫ В ФАРФОРОВЫХ ДИЭЛЕКТРИКАХ И ДВУЛИКИЙ ЯНУС

Гаприндашвили Г. Г.

Резюме: Стекловидная жидкая фаза в электротехническом фарфоре способствует уплотнению и повышению механических свойств изолятора, но ухудшает диэлектрические параметры изделий.

Ключевые слова: диэлектрик; рентгенофазовый анализ; термография; ИК-спектр поглощения; спекание; муллит; эндотермический; экзотермический; эффект нейтрализации.

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

E-mail: Kowsiri@gtu. ge

რეზიუმე: მოცემულია SiC-BN კომპოზიტის მიღებისას მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები და ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებები.

მიღებული კომპოზიტის კვლევა ჩატარებულია რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით. ელექტრონულ-მიკროსკოპული ანალიზის მეთოდებით შესწავლილია საწყისი, წყალ- და მჟავაგამძლეობის შემდეგ მიღებული ნიმუშები.

დადგენილია შემკვრელის სახეობა და ფაზური შედგენილობა, მედეგობა აგრესიული მეთოდების მიმართ.

საკვანძო სიტყვები: სილიციუმის კარბიდი; ბორის ნიტრიდი; კომპოზიტი; მაღალცეცხლგამძლე; ოქსინიტრიდი.

1. შესავალი

კარბორუნდი SiC სილიციუმის ნაერთია, რომელიც სისალით აღმასს და ბორის კარბიდს ჩამოუვარდება. ძნელად დნობადია, მედეგია სხვადასხვა ქიმიური რეაგენტების მიმართ. სილიციუმის კარბიდი გამოირჩევა მაღალი თბოგამტარობით, უარყოფითი ტემპერატურული კოეფიციენტით, მდგრადობით წყალბადის გარემოში მაღალ ტემპერატურაზე.

BN არსებობს სამი მორფოლოგიის სახით – ჰექსაგონური, კუბური და ჰექსაგონურ-მკვრივად

შეკრული. ყველაზე კარგად შესწავლილია ჰექსაგონური ბორის ნიტრიდის თვისებები.

სილიციუმის კარბიდის მატრიცით მიღებული კომპოზიტი რეაქციული შეცხოების მეთოდით სილიციუმის კარბიდის, სილიციუმის და ცეცხლგამძლე თიხის ნარევის გამოწვით ტექნიკური აზოტის არეში.

შესწავლილია აღნიშნულ ნარევზე Al_2O_3 -ის ნანოფხენილის დამატებით, $SiC - Al_2O_3$ და $Al_2O_3 - Si$ თანაფარდობათა ცვლილებით მიღებული კომპოზიტის ფაზური შედგენილობა და ძირითადი თვისებები.

2. ძირითადი ნაწილი

სამუშაოს მიზანია სილიციუმის კარბიდზე ბორის ნიტრიდის დამატებით მაღალცეცხლგამძლე კომპოზიტის მიღება და შესწავლა. ექსპერიმენტისთვის შეირჩა სილიციუმის კარბიდი (გოსტი 26327), კრისტალური სილიციუმი, მარკა kp-1 (გოსტი 2169-69), ჩასოფიარის (უკრაინა) საბადოს ცეცხლგამძლე თიხა, მარკა P-1, ბორის ნიტრიდი. 1-ელ ცხრილში მოცემულია ნარევების მატერიალური შედგენილობა. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ყველა ნარევში უცვლელია სილიციუმის კარბიდისა და ცეცხლგამძლე თიხის რაოდენობა. BN იცვლება 23 – 35 მას. % ზღვრებში, ხოლო სილიციუმის რაოდენობა 15-დან 27 მას. %-მდე. ყველა ნარევზე 100%-ის ზემოთ დამატებულია MgO 1,0 მას.% და Y_2O_3 1,5 მას.%.

ცხრილი 1

კაზმის მატერიალური შედგენილობა

ნიმუშის ინდექსი	მატერიალური შედგენილობა, მას.%					
	SiC	Si	BN	ჩასოფიარის თიხა	MgO 100%-ის ზემოთ	Y ₂ O ₃ 100%-ის ზემოთ
KN5	40	15	35	10	1,0	1,5
KN6	40	19	31	10	1,0	1,5
KN7	40	23	27	10	1,0	1,5
KN8	40	27	23	10	1,0	1,5

აღებული კომპონენტებისაგან, 1-ლი ცხრილის მიხედვით, შევადგინეთ ნარევი და ნახევრად მშრალი მეთოდით დავაყალიბეთ ცილინდრული ფორმის ნიმუშები 20 მპა წნევით, რომელიც

გაშრობის შემდეგ ღუმელში გამოიწვა ტექნიკური აზოტის გარემოში 1420°C ტემპერატურაზე. გამოწვარი ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

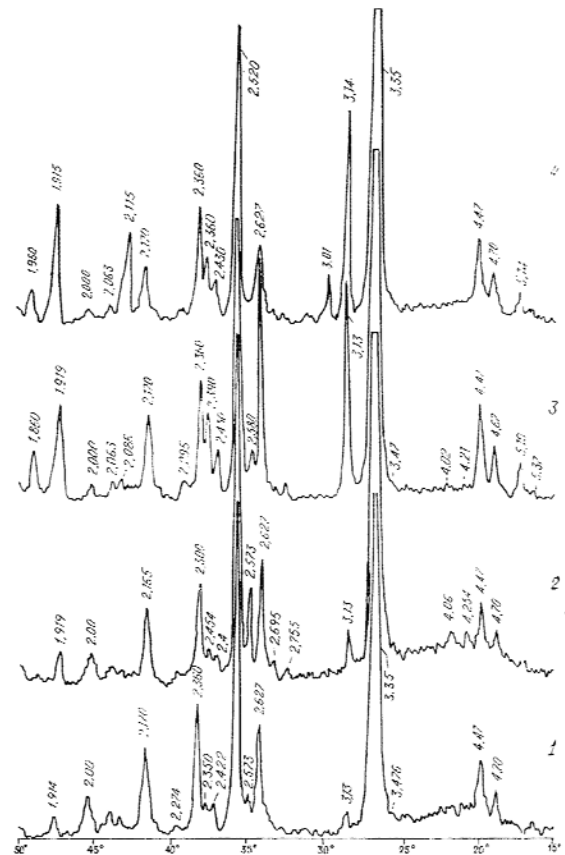
ცხრილი 2

ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური მახასიათებლები

ნიმუშის ინდექსი	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას, σ, მპა	ღია ფორიანობა, Π, %	მოჩვენებითი სიმკვრივე, ρ, გ/სმ ³	თერმული მდგელობა (850°C-წყალი), თბოცვლა	ცმცხლბ-მძლეობა, °C
5	29,0	26,1	1,77	25 ბზარი არ შეინიშნება	1700
6	24,0	22,8	1,97	25 „	1700
7	50,0	14,0	2,28	> 25 „	> 1770
8	28,0	23,3	1,89	25 „	1700

BN-ის შემცველი ნიმუშების (KN5 – KN8) სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას საკმაოდ დაბალია. უკეთეს შემთხვევაში KN7 შედგენილობის ნიმუშებისათვის აღწევს 50 მპა-ს (ცხრილი 2). ამ ნიმუშებში BN-ის შემცველობა 27 მას.%-იან სილიციუმის – 23 მას.%. სილიციუმის რაოდენობის შემდგომი ზრდით კომპოზიტის თვისებები უარესდება. მიღებული კომპოზიტების ფაზური შედგენილობის დასადგენად ჩავატარეთ რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი (დანადგარი DROH-3).

BN-ის დამატებით მიღებული კომპოზიტის რენტგენოგრამები წარმოდგენილია 1-ელ ნახ-ზე. მათი განხილვისას ჩანს, რომ ოთხივე ნიმუშის (KN5 – KN8) ძირითადი ფაზებია: SiC, BN, Si და Si₂ON₂. ნარევიში SiC-ის რაოდენობა უცვლელია და რენტგენოგრამებზეც ყველგან ერთნაირი ინტენსიურობითაა წარმოდგენილი. ნარევიში სილიციუმის რაოდენობა თანდათან იზრდება. KN5-ში Si კვალის სახითაა. ეს ნიშნავს, რომ იგი ძირითადად დაიხარჯა ოქსინიტრიდის წარმოქმნაზე, KN6 – KN8 ნიმუშების რენტგენოგრამებზე სილიციუმის ინტენსიურობა თანდათან იზრდება. სილიციუმის ოქსინიტრიდი ყველა ნიმუშში საკმაოდ დიდი რაოდენობითაა, მაგრამ KN7-ში დამახასიათებელი პიკების ინტენსიურობა მაქსიმალურია - d_{hkl} 5,10; 4,67; 4,47; 3,35; 2,43; 2,29; 2,295; 1,86 Å.



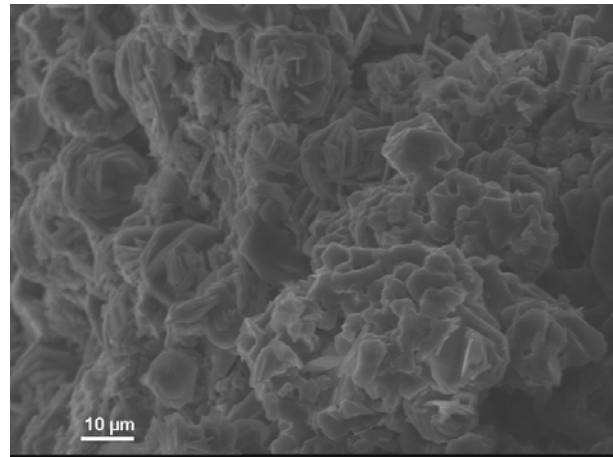
ნახ. 1. 1420°C-ზე აზოტის გარემოში გამოწვარი ნიმუშების დიფრაქტოგრამები: 1. KN5; 2. KN6; 3. KN6; 4. KN8

SiC-BN-ის არც ერთი შედგენილობის ნიმუში არ შეიცავს მულიტს. ყველა რენტგენოგრაფიაზე, გარდა KN7-ისა, წარმოდგენილია რენტგენოამორფული ფაზა.

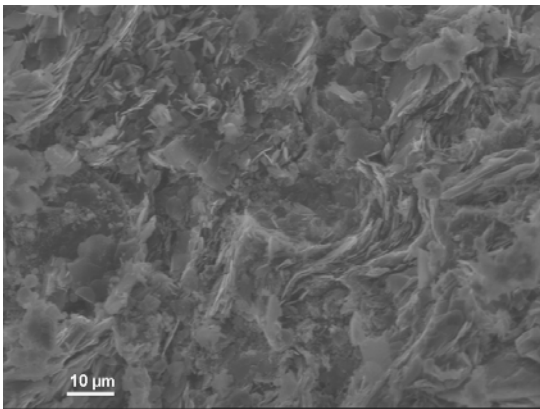
რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის შედეგებით ჩანს, რომ KN7-ში სილიციუმის ოქსინიტრიდი ყველაზე მეტი რაოდენობით წარმოიქმნა, სხვა ნიმუშებთან შედარებით (KN5, KN6, KN8) და ამ კომპოზიტის ფიზიკურ-მექანიკური მანკვენებლებიც ოპტიმალურია (ცხრილი 2).

შევისწავლეთ მიღებული კომპოზიტების მდგრადობა აგრესიული მედიების მიმართ.

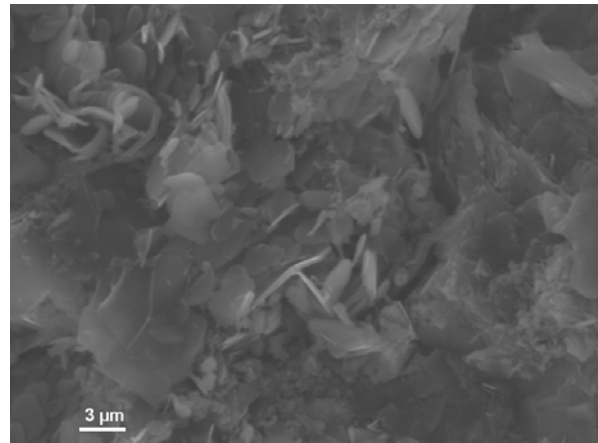
ჩატარდა ელექტრონულ-მიკროსკოპული მეთოდით კვლევა KN5 და KN6 კომპოზიტებზე როგორც საწყისი, ასევე ქიმიური მდგრადობის (წყალ-მუავაგამძლეობა) შესწავლის შემდეგ. შედეგები წარმოდგენილია სურათებზე (1–12).



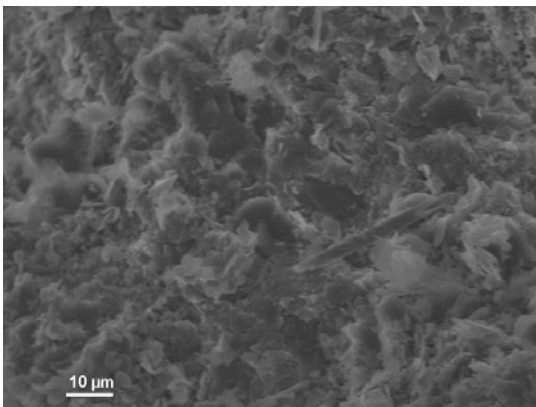
სურ. 3. KN5-1000X
გ) ნიმუში მუავამედგობაზე გამოცდის შემდეგ (კონცენტრირებული H_2SO_4 , $\rho=1.84$)



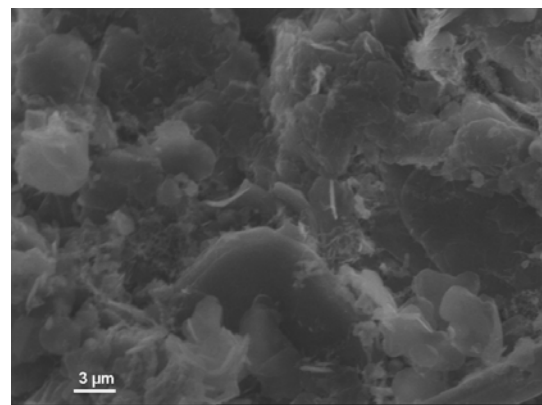
სურ. 1. KN5-1000X
ა) საწყისი ნიმუში



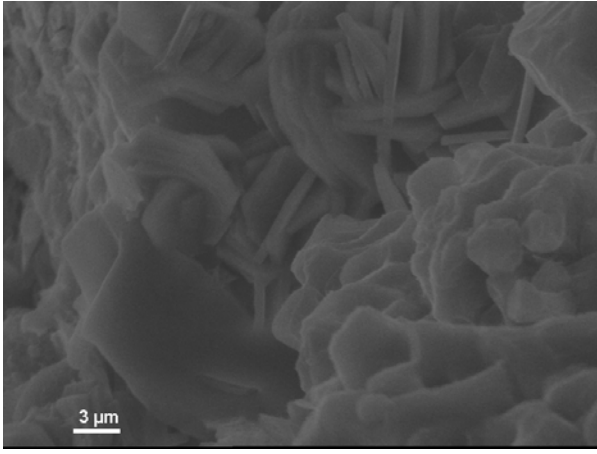
სურ. 4. KN5-3000X
ა) საწყისი ნიმუში



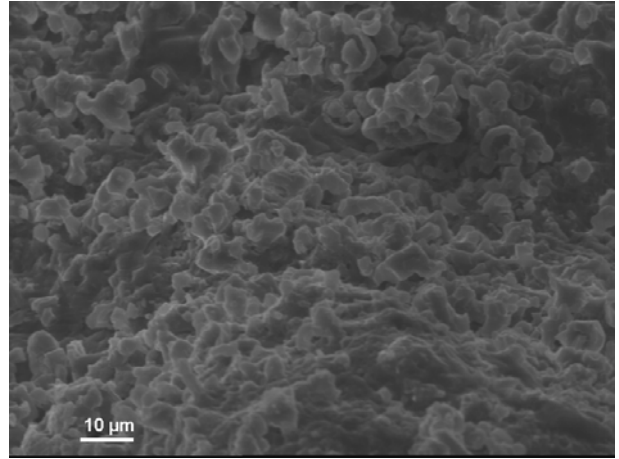
სურ. 2. KN5-1000X
ბ) ნიმუში წყალმედგობაზე გამოცდის შემდეგ



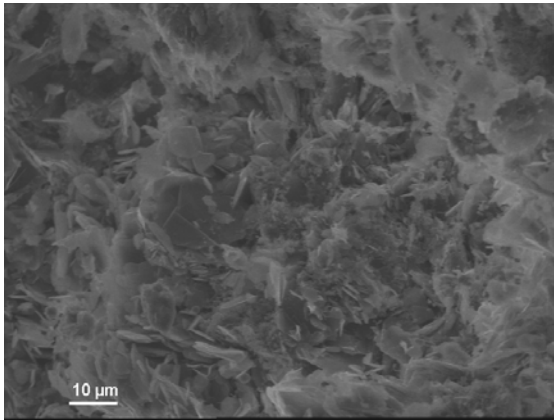
სურ. 5. KN5-3000X
ბ) ნიმუში წყალმედგობაზე გამოცდის შემდეგ



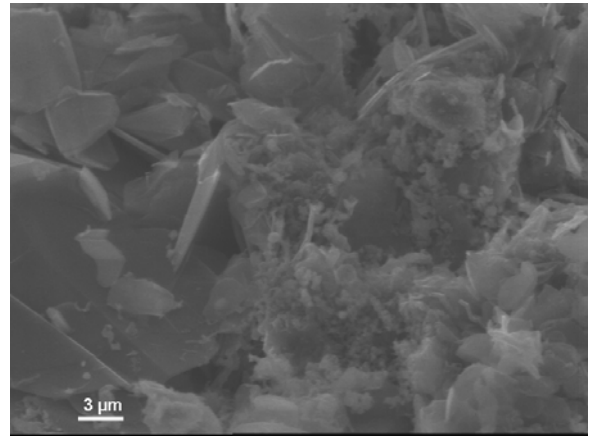
სურ. 6. KN5-3000X
გ) ნიმუში მჟავამედეგობაზე გამოცდის შემდეგ
(კონცენტრირებული H_2SO_4 , $\rho=1.84$)



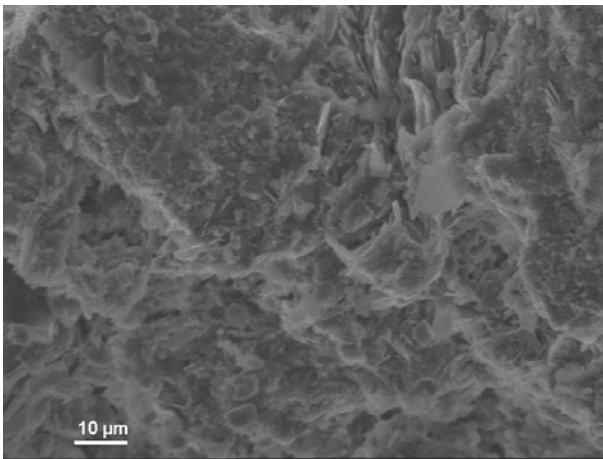
სურ. 9. KN6-1000X
გ) ნიმუში მჟავამედეგობაზე გამოცდის შემდეგ
(კონცენტრირებული H_2SO_4 , $\rho=1.84$)



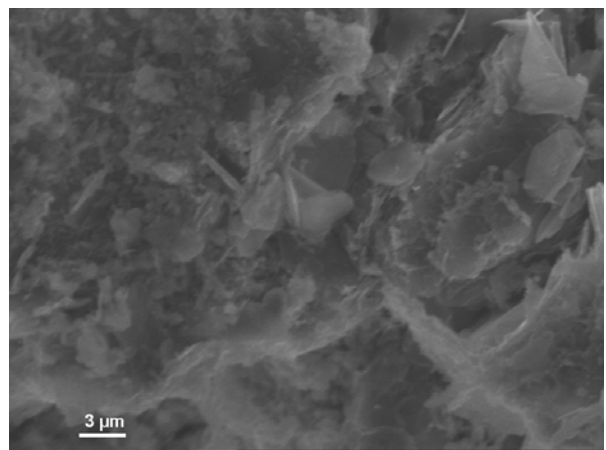
სურ. 7 KN6-1000X
ა) საწყისი ნიმუში



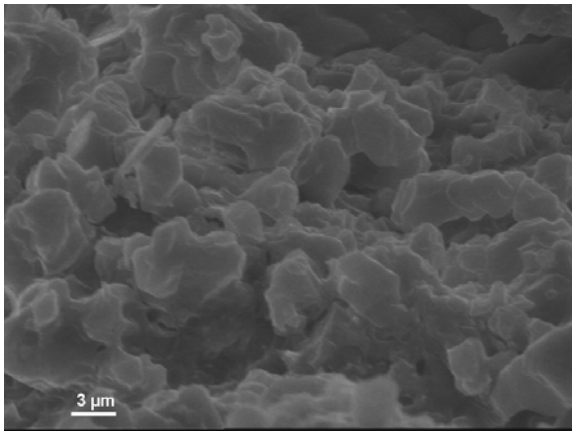
სურ. 10. KN6-3000X
ა) საწყისი ნიმუში



სურ. 8. KN6-1000X
ბ) ნიმუში წყალმედეგობაზე გამოცდის შემდეგ



სურ. 11. KN6-3000X
ბ) ნიმუში წყალმედეგობაზე გამოცდის შემდეგ



სურ.12. KN6-3000X
 გ) ნიმუში მჟავამდებობაზე გამოცდის შემდეგ
 (კონცენტრირებული H_2SO_4 , $\rho=1.84$)

ელექტრონული მიკროსკოპის სურათების მიხედვით საწყისი ნიმუშების ზედაპირი არ ხასიათდება მკვეთრად ჩამოყალიბებული კრისტალური სტრუქტურით. წყალში და განსაკუთრებით გოგირდმჟავაში დამუშავების შემდეგ სურათი იცვლება. საწყის ნიმუშებთან შედარებით (სურ. 1, ა) თანდათანობით ჩნდება უფრო მეტად გამოკვეთილი კრისტალები, რომელთა ფორმა და სიმკვეთრე ძლიერდება წყალში დამუშავებულიდან (სურ. 2, ბ) მჟავასკენ (სურ. 3, გ). ეს სურათი უფრო ნათელია გადიდების შემთხვევაში (X3000; სურ. 4).

ეს ფაქტი შეიძლება აიხსნას იმით, რომ კომპოზიტების საწყისი ნიმუშების ზედაპირი დაფარულია თხელი მინისებრი აფსკით (0,1–0,2 მკმ), რომლებიც განიცდის აგრესიული არეების ზემოქმედებას გაცილებით ძლიერად, ვიდრე კრისტალური ნაწილი. შედეგად მიკროსკოპულ სურათებზე ხდება გაშიშვლებული კრისტალების დაფიქსირება მინისებრი აფსკის გამოტუტვის გამო, რომელიც, მცირე სიდიდის გამო, არ აისახება მასის დანაკარგებში.

3. დასკვნა

ამრიგად, მიიღება SiC-BN კომპოზიტი კომპლექსური შემკვრელით, რომლის ძირითადი კომპონენტებია: სილიციუმის ოქსინიტრიდი და ალუმინსილიკატური ფაზა.

ჩატარებული კვლევის შედეგად შეიძლება დაგვასკვნათ, რომ მიღებულია SiC-BN კომპოზიტები, დადგენილია შემკვრელის სახეობა და ფაზური შედგენილობა.

KN5 – KN8 ნიმუშებში წარმოიქმნება სილიციუმის ოქსინიტრიდი, რომელიც KN7-ში არის მაქსიმალური რაოდენობით, რაც განაპირობებს იმას, რომ მისი ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები ოპტიმალურია დანარჩენთან შედარებით (KN5, KN6, KN8).

SiC-BN კომპოზიტი გამოირჩევა მაღალი ქიმიური და თერმული მედეგობით, რის გამოც გამოიყენება თერმოწვეილების დამცავი გარსაციმების დასამზადებლად მაღალ ტემპერატურაზე, აგრესიულ მედიებში სამუშაოდ: ძვირფასი ლითონების ბაზაზე დამზადებული თერმოწვეილების მიმართ წაყენებულია მაღალი მოთხოვნები მათ დასაცავად აგრესიულ მედიებში.

ლიტერატურა

1. Казаков В.К. Неорганические материалы // Изв. АН СССР 1967, т. 3.
2. Teokearu L., Andranescu E., Dimitrescu L. Synthesis routes of silicon nitrid and sialon. Mexanism of reaction. Mater.const., 1991, b. 21.
3. Стекло, керамика, огнеупоры // Экспресс - информация. 1971, N 30.
4. Hardie D., Jack K.H. Nature, 1957, v.180
5. Rudlesden S., Popper P. Acta Cryst, 1958, v.11
6. Кутателадзе К. С., Зедгенидзе Е. Н., Нижарадзе Н. С. Вассерман Э. М. Цветные металлы, 1970, №7, с. 5-7.
7. Кутателадзе К.С., Зедгенидзе Е.Н., Нижарадзе Н.С., Вассерман Э.М. Цветные металлы, 1970, №7, с. 5-7.
8. Schutzenberger P., Colson A. «Compt. Rend», 1881, v. 92, p.1508-1511.
9. Moissan H.. Compt rend, 1893, v 117, p. 423-425.
10. Acheson G. Clem News, 1893, v.69, p.179.
11. Klendez N., Strauss E.L., Kowachek K.L. Amer.Ceram., Soc, 1966, v.49, N7, 369-372.
12. Андриевский Р.А., Спивак И.И. Нитрид кремния и материалы на его основе. М.: Металлургия, 1984.- 136 с.
13. 13.Самсонов Г.В., Кулик О.П., Полищук В.С. Получение и методы анализа нитридов. Киев: Наукова думка, 1978.- 317 с.
14. Андриевский Р.А., Спивак И.И. Нитрид кремния и материалы на его основе. М.: Металлургия, 1984.- 136 с.
15. 15.Gugel E., Etmayer P., Smidt A., Ber. Deutsch. Keram.Ges., 1968, b.45.
16. 16. Гузман И.Я., Тумакова Е.И. Об образовании связи в процессе обжига огнеупоров на основе карбида кремния // Огнеупоры, 1965, № 5.
17. Воронин Н.И., Красоткина Н.И., Фрайфельд М.С. Обжиг карбидкремниевых огнеупоров в среде азота // Огнеупоры, 1967, 12, с. 41-47.
18. Гузман И.Я. Фрайфельд М.С., Карклит А.К. Значения технологических факторов при производстве и службы изделий из карбида кремния // Огнеупоры, 1975, № 7, с. 23-29.
19. Новиков В.А., Аббакумов В.Г., Мирошниченко Л.В., Романов С.И. Влияние температуры на процесс

- азотирования кремния // Огнеупоры № 1, М., 1993, с. 14-17.
20. Воронин Н.И., Красоткина Н.И., Смирнова В.А., Карборундовые огнеупоры на нитридной связке // Огнеупоры № 7, М., 1960, с. 329-334.
21. Воронин Н.И., Красоткина Н.И., Ставодко А.П., Мильшенко Р.С. Опытно-промышленная партия карборундовых огнеупоров на связке из нитрида кремния // Огнеупоры № 4. М., 1961, с. 157-163.
22. Самсонов Г.В., Кулик О.П., Полищук В.С. Получение и методы анализа нитридов. Киев: Наукова думка, 1978.- 317 с.

UDC 666.76

OBTAINING OF COMPOSITE IN SiC-BN SYSTEM

Z. Kowziridze, N. Nijaradze, V. Qinqladze

Resume: There have been studied the physical-chemical processes of composite *SiC – BN* at the temperature of 1000 – 1400° C .

The research about the compounded composite was conducted by X-ray diffraction.

There have been studied with the way of electronic analyses of microscope to start with of water and acidresist samples.

Established the binder art and phase composition, stability towards aggresive media.

Key words: silicium carbide; boron nitride; composite; refractory silicon oxynitride.

УДК 666.76

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ SiC-BN

Ковзиридзе З.Д., Нижарадзе Н.С., Кинкладзе В.Л.

Резюме: Изучены физико-химические процессы, происходящие при получении композита на основе SiC-BN, и физико-технические свойства. Установлены тип связующего и фазовый состав, коррозионная стойкость против агрессивных сред.

Проведено исследование полученного композита рентгеноструктурным анализом.

Электронно-микроскопическим методом анализа изучены образцы до и после испытания на водо- и кислотостойкость.

Ключевые слова: карбид кремния; композиты; нитрид бора; высокоогнеупорный; оксинитрид.

ნიტროალუმინთმომზადების პროცესებით სიალონების მიღება

ზ. კოვზირიძე*, ნ. ნიჟარაძე, გ. ტაბატაძე, თ. ჭეიჭვილი, ზ. მესტვირიშვილი, მ. მშვილდაძე, ე. ნიკოლეიშვილი, ნ. დარახველიძე
ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69

E-mail: kowsiri@gtu.ge

რეზიუმე: შესწავლილია ნიტროალუმინთმომზადების მეთოდით სიალონების მიღებისას მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები 800–1500°C ტემპერატურულ ინტერვალში. შერჩეულია კაზიმის შედგენილობები და გამოწვის რეჟიმი. მიღებულია კომპოზიტები SiC-SiAlON და Al₂O₃-SiAlON სისტემაში. დადგენილია, რომ კალინ-ალუმინის პუდრის ნარევის 1500°C-ზე გამოწვისას მიიღება X სიალონი, ხოლო SiC, ალუმინის პუდრის, სილიციუმის და α - Al₂O₃, ალუმინის პუდრ-სილიციუმის ნარევის 1500°C-ზე გამოწვით წარმოიქმნება β სიალონი. შესწავლილია მასალათა კოროზიული თვისებები. კვლევა ჩატარებულია რენტგენოსტრუქტურული და მიკროსკოპული ანალიზის მეთოდებით.

საკვანძო სიტყვები: კომპოზიტი; სილიციუმის კარბიდი; კორუნდი; სილიციუმის ნიტრიდი; ალუმინის ნიტრიდი; მულიტი; სიალონი.

1. შესავალი

მეცნიერებისა და ტექნიკის სწრაფი განვითარება მოითხოვს წარმოების სხვადასხვა დარგის სრულყოფას, რაც თავისთავად დაკავშირებულია ახალი, ჰეტერომოდულური თვისებების მქონე მასალების შექმნის აუცილებლობასთან.

პრაქტიკული გამოცდილების გათვალისწინებით, მასალათმცოდნეობაში დადგენილია კარბიდების, ბორიდების, ნიტრიდების, სილიციდების უპირატესობა სხვა სახის მასალებთან შედარებით, რადგან ძნელდღობადი მასალები გამოირჩევა ისეთი თვისებებით, როგორცაა: მაღალი ცეცხლგამძლეობა, კოროზიული მედეგობა აგრესიული მედიების მიმართ, მაღალი მექანიკური მახასიათებლები, სპეციფიკური ელექტრო- და თბოფიზიკური თვისებები და სხვა [1-6].

უხანგბადო ძნელდღობად მასალებს შორის არის მასალები სილიციუმის კარბიდისა და სილიციუმის ნიტრიდის ბაზაზე, რომელიც, უნი-

კალური ფიზიკურ-ტექნიკური და ქიმიური თვისებების გამო, გამოიყენება თანამედროვე ტექნიკაში: მანქანათმშენებლობაში, ქიმიურ, ატომურ ენერგეტიკაში, ნავთობგადამამუშავებელ წარმოებაში [7-14].

უკანასკნელ წლებში მიმდინარეობს ინტენსიური მუშაობა კერამიკის ისეთი სახეობის მიღებისათვის, რომელშიც შეხამებული იქნება უხანგბადო და უხანგბადიანი ნაერთების თვისებები. ასეთ მასალები სიალონებია [15-18].

ჩვენი სამუშაოს მიზანია რეაქციული შეცხობის მეთოდით სიალონშემცველი კომპოზიტების მიღება სილიციუმის კარბიდისა და კორუნდის ბაზაზე. ეს მეთოდი სასურველი ფაზური შედგენილობის მასალის მიღების საშუალებას იძლევა და მათ ცხლად დაწნეხილი ნაკეთობების თვისებები აქვს. რეაქციული შეცხობის მეთოდით სიალონების მიღებისას შეცხობის ტემპერატურა მნიშვნელოვნად მცირდება, აქტიური მასალების გამოყენების დროს.

ჩვენს შემთხვევაში ამოცანა მდგომარეობდა ისეთი მასალების შერჩევაში, რომლებიც რეაქციული შეცხობის მეთოდით ახლად წარმოქმნილი კომპონენტების გამოყენების საშუალებას მოგვცემდა, რადგან სიალონების მყარი ხსნარის მიღებისას α-Al₂O₃ და AlN-ის ჩანერგვა β-Si₃N₄-ში განსაკუთრებით მარტივდება, როდესაც მისი კრისტალური მესერი ჯერ კიდევ წარმოქმნის პროცესშია. ამისათვის შევარჩიეთ ალუმინისილიკატური ნედლეული – კალინი, ალუმინის პუდრი და ელემენტარული სილიციუმი.

2. ძირითადი ნაწილი

საწყისი მასლების სახით გამოვიყენეთ: კალინი, ალუმინის პუდრი, სილიციუმი, სილიციუმის კარბიდი, ალუმინის ოქსიდი, ხოლო დანამატების სახით: მაგნიუმისა და იტრიუმის ოქსიდები, პერლიტი და ცეცხლგამძლე თიხა. ნარევის შედგენილობა წარმოდგენილია 1-ელ ცხრილში.

ნარეგების შედგენილობები

კომპოზიციის ინდექსი	საწყისი კომპონენტის შემცველობა, მას. %								
	კალინი პროსიანია (უკრაინა)	Al	Al ₂ O ₃	SiC	Si	პერლიტი არაგაციის (სომხეთი)	Y ₂ O ₃	MgO	პოლოგის თისა (უკრაინა)
SN-1	80,00	20,00							
SN-2	20,00	10,00		70,00					
SN-3	20,00	10,00	70,00						
SN-6	18,52	18,52	18,52	18,52	20,37	2,78	1,85	0,92	
SN-7	13,89	23,15		27,78	25,00	2,78	1,85	0,92	4,63
SN-8	13,89	23,15	27,78		25,00	2,78	1,85	0,92	4,63

ცილინდრული ფორმის (d-15მმ) ნიმუშები დამზადდა ნახევრად მშრალი მეთოდით, დაყალიბების წნევა იყო 20 მპა. შრობის შემდეგ გამოიწვა ღუმელში, ბოლო ტემპერატურაზე ერთსაათიანი დაყოვნებით. ნიმუშების გამოსაწვავე დანადგარი შედგება ღუმლისაგან სილიციუმის კარბიდის გამახურებლებით (მარკა TK 30/200).

ნიმუშების გამოსაწვავე დანადგარი (სურ. 1) შედგება ღუმლისაგან 1 სილიციუმის კარბიდის გამახურებლებით (მარკა TK 30/200). აზოტი ღუმელს მიეწოდება ბალონიდან 2 რეზინის მილის საშუალებით, რომელზეც ონკანია 3 მოთავსებული. ღუმლის შესასვლელში დრექსელის 4 გავლით რეგულირდება ბალონიდან გამოსული აზოტის სიჩქარე, რის შემდეგაც აზოტი შედის ცეცხლგამძლე კორუნდის მილში 5, რომელიც ორივე მხრიდან ჰერმეტიკულად არის დახურული. მილს ერთი ბოლოდან მიეწოდება აზოტი, ხოლო მეორე ბოლოდან გამოსასვლელზე ჩართულია წყლიანი დრექსელი 6. იგი ღუმელში წნევას ისე არეგულირებს, რომ მილიდან გამომავალი აზოტის სიჩქარე იყოს სარეაქციო მილში შესული აზოტის სიჩქარეზე ნაკლები, საიდანაც აზოტი ატმოსფეროში გადის. ღუმლის ტემპერატურა რეგულირდება ტრანსფორმატორისა 7 და მასთან მიერთებული ვოლტმეტრის 8 საშუალებით, ხოლო ტემპერატურა იზომება მილივოლტმეტრის 9 და პლატინა-პლატინა როდიუმის თერმოწყვილის 10 დახმარებით. ტემპერატურის აწევის სიჩქარეა 250°C საათში. წნევა აზოტის ბალონში რეგულირდება რედუქ-

ტორის მეშვეობით, რომელიც დამაგრებულია აზოტის ბალონზე.



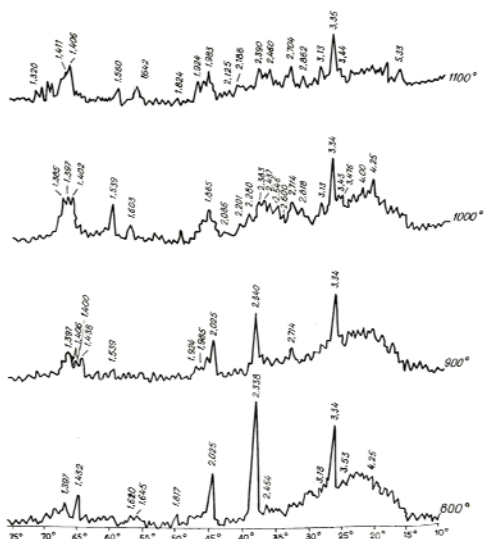
სურ. 1. აზოტირების პროცესის ჩასატარებელი დანადგარი

შევისწავლეთ 1500°C-ზე გამომწვარი ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებები (ცხრილი 2). როგორც ცხრილიდან ჩანს, მაღალი ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლებით გამოირჩევა C₇, შემდეგ C₆ და C₈. ღია ფორიანობა 15,2, 15,0 და 15,4 %-ს შეადგენს. კუმშვისას სიმტკიცის ზღვარი არის 258, 256 და 254 მპა. რაც იმაზე მეტყველებს, რომ 1500°C არ არის საკმარისი სრული გამკვრივებისათვის. მიუხედავად ამისა, ქიმიური მედეგობა წყლის და მჟავას (H₂SO₄ ρ-1.84) მიმართ მაინც მაღალია. ნიმუშების ცეცხლგამძლეობა 1770°C უდრის.

1500°C-ზე გამომწვარი ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური მახასიათებლები

კომპოზიციის ინდექსი	ღია ფორიანობა w, %	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას, მპა	სიმკვრივე, ρ, გ/სმ ³	ქიმიური მედეგობა, %	
				წყალი	მჟავა
SN-1	16.2	230	2.28		
SN-2	15.0	245	2.8	99.41	99.16
SN-3	16.0	240	3.2	99.36	99.15
SN-6	15.0	256	2.25	99.82	99.20
SN-7	15.2	258	2.31	99.79	99.25
SN-8	15.4	254	2.78	99.80	99.30

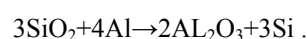
სიალონების მიღებისას მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების შესასწავლად ნიმუშები გამოიწვა 800–1500°C ტემპერატურულ ინტერვალში და კვლევა ჩატარდა რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით. რენტგენოგრამები წარმოდგენილია მე-2 სურათზე.



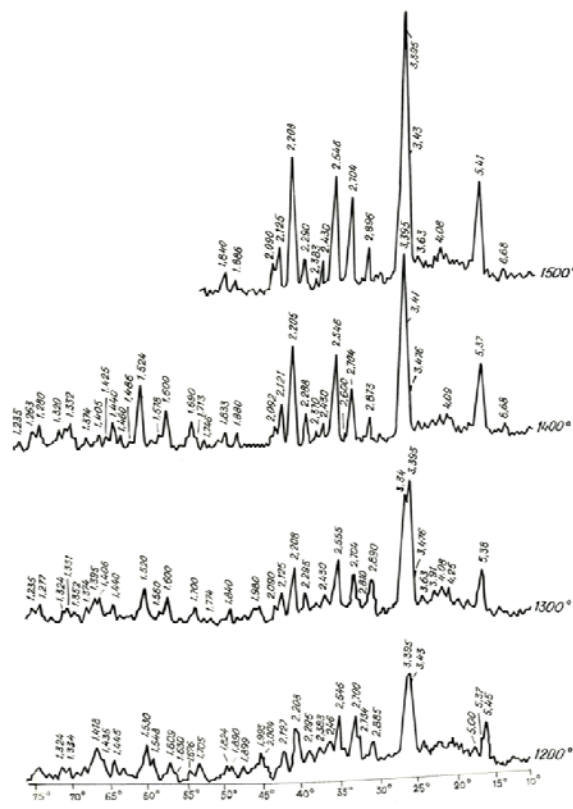
სურ. 2. SN-1 კომპოზიციის X-RAY (800–1100°C)

800–1500°C ტემპერატურაზე 100°C-ის ინტერვალით გამომწვარი SN-1 (ცხრ. 1) ნიმუშების რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი ჩატარდა.

800°C-ის რენტგენოგრამაზე გამოკვეთილია ალუმინის, სილიციუმის და კვარცის დამახასიათებელი დიფრაქციული მაქსიმუმები, d_{hkl} : ალუმინი- 2,338; 2,025; 1,62; 1,432 Å. სილიციუმი- 3,53; 3,13; 2,45; 1,817 Å. კვარცი- 3,34; 4,25; 2,454; 1,817 Å. როგორც მსალოდნელი იყო, კალინიტის დაშლის შედეგად გამოიყო SiO₂, სილიციუმი კი წარმოიქმნა ალუმინთერმიის პროცესის შედეგად შემდეგი რეაქციით:

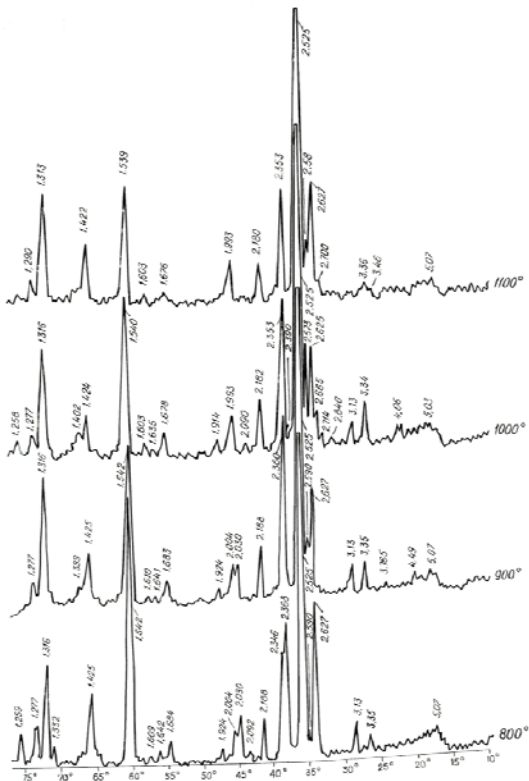


900–1000°C ტემპერატურულ ინტერვალში მკვეთრად შემცირებულია ალუმინისა და SiO₂ -ის დამახასიათებელი პიკები, ჩნდება ახალი ფაზები ALN და ALON აზოტისა და ალუმინის ურთიერთქმედების შედეგად. d_{hkl} : ალუმინი- 2,34; 2,025; 1,438 Å. კვარცი- 3,34; 4,25; 2,454; 1,817 Å. ALN – 2,714 Å. ALON- 1,985; 1,397 Å. 1000°C d_{hkl} : SiO₂ – 4,25; 3,34; 2,280; 2,546 Å. Si – 3,13; 3,53; 1,817 Å. ALN- 2,714; 2,437; 1,402; 1,397 Å. ALON- 2,383; 1,985; 1,385 Å.



სურ. 3. SN-1 კომპოზიციის X-RAY (1200–1500°C)

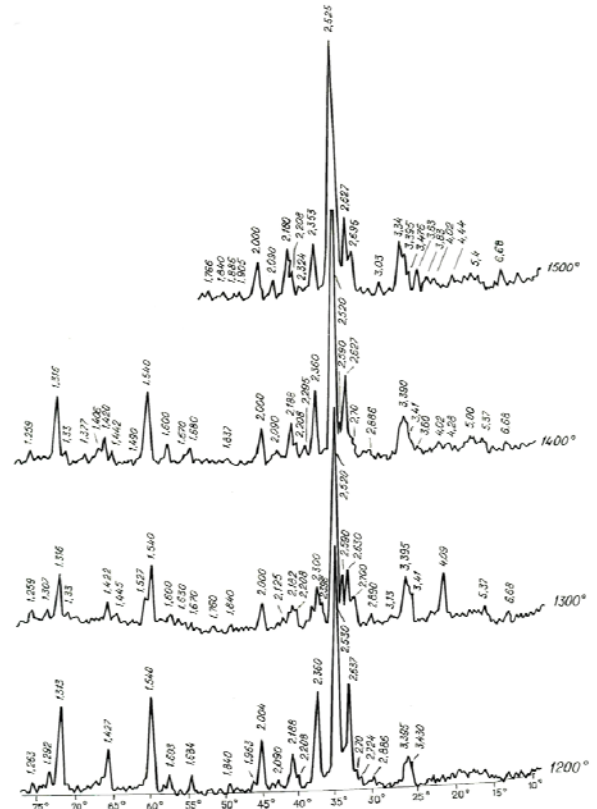
1100–1200°C ინტერვალში ქრება ალუმინის და იზრდება ALN და ALON-ის ინტენსიურობა. მკვეთრად შემცირებულია SiO₂. 1200°C-ზე არ არის Si-ისა და SiO₂-ის პიკები. გაჩნდა მულიტის დამახასიათებელი პიკები. 1100°C d_{hkl}: ალუმინი- 2,38 Å; SiO₂ – 4,25; 3,335; 1,824 Å. Si – 3,13 ; 1,824 Å. ALON- 1,983; 1,39 Å. ALN- 2,704; 2,48; 2,39 ; 1,56; 1,406; 1,411; 1,32 Å . მულიტი - 5,33; 3,44; 3,395 Å. 1200°C d_{hkl}: ALN-2,734; 2,700; 2,46; 2,383; 1,548; 1,435; 1,418; 1,334 Å . მულიტი- 5,45; 3,43; 3,395; 2,885; 2,546; 2,295; 2,208; 1,899; 1,990; 1,824; 1,705 ; 1,530 Å; ALON-1,993 Å.



სურ. 4. SN-2 კომპოზიტის X-RAY (800–1100°C)

1300–1400°C-ზე (სურ. 3) ძირითადი ფაზა მულიტი. კვალის სახით რჩება ALN და ALON და არ ჩანს Si₃N₄-ის დამახასიათებელი პიკი. იგივე სურათია 1500°C-ზე, რაც მიანიშნებს, რომ 1300°C-ზე წარმოიქმნა X სიალონი მულიტის სტრუქტურით [19,20]. 1300°C d_{hkl}: მულიტი - 5,38; 3,395; 2,89; 2,704; 2,555; 2,43; 2,29; 2,125; 1,84; 1,700; 1,600; 1,520; 1,44 Å; ALN-2,70 Å. კორუნდი-3,476; 2,09 Å; კრისტობალიტის კვალი – 4,09 Å; ALN-1,98 Å; 1400°C d_{hkl}: მულიტი გადიდებული პიკებით. კორუნდი კვალის სახით -3,476; 2,09 Å; ALN -2,70 Å; Si₃N₄-6,88Å. SN-2-ის შედგენილობის (ცხრილი

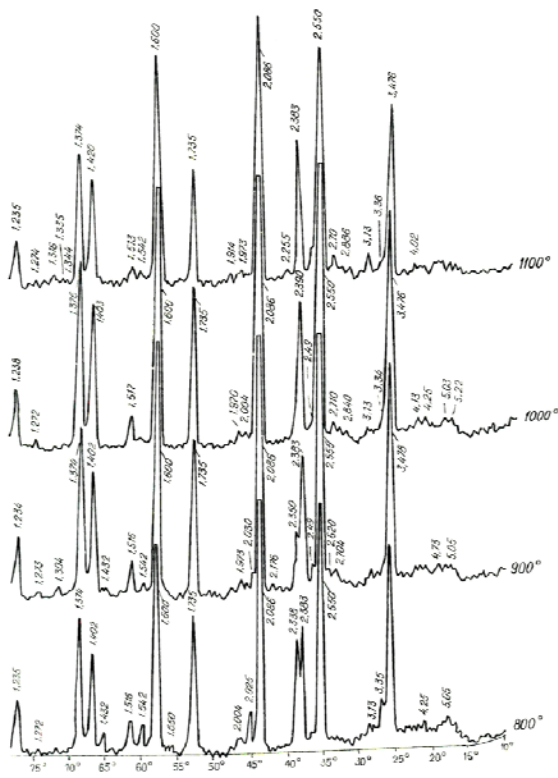
1) ნიმუშების რენტგენოგრამებზე 800–1500°C-მდე 100°C-ის ინტერვალით გამომწვარ ნიმუშებში, კაზში შეყვანილი სილიციუმის კარბიდი რჩება უცვლელი ყველა ტემპერატურაზე. როგორც SN-1-ის ნიმუშებიდან ჩანს, აქაც 800–900°C-ზე (სურ. 4) არის ალუმინის, სილიციუმის და SiO₂-ის დამახასიათებელი დიფრაქციული მაქსიმუმები.



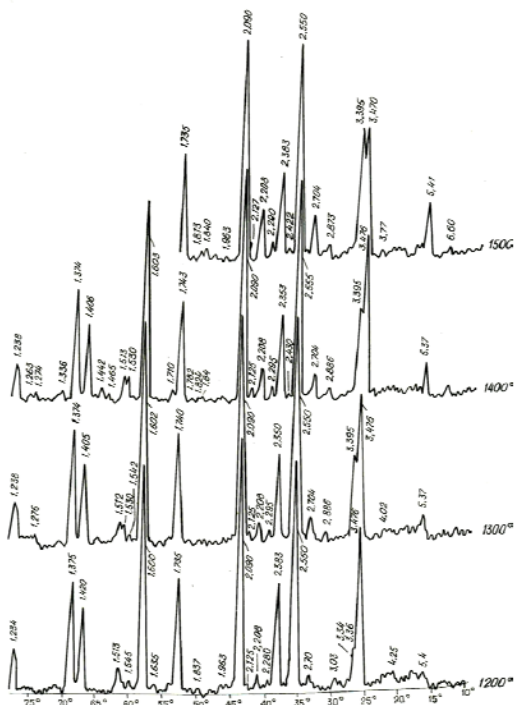
სურ. 5. SN-2 კომპოზიტის X-RAY (1200–1500°C)

1000–1100°C-ზე წარმოიქმნა ახალი ფაზები: ALN და ALON, ხოლო 1100°C-ზე მულიტი. ყველა დანარჩენ ტემპერატურაზე ფაზების წარმოქმნა მიმდინარეობს იგივე სქემით, როგორც SN-1-ის შემთხვევაში, მაგრამ შედარებით ნაკლები ინტენსიურობით, შედგენილობის შესაბამისად. ამრიგად, მიღებულია სილიციუმის კარბიდის კომპოზიტი X სიალონური შემკერვლით (სურ. 5).

SN-1 და SN-2-ის მსგავსად, ქიმიური პროცესები SN-3 შედგენილობის (ცხრილი 1) ნიმუშებში (სურ. 6–7) იგივე სქემით მიმდინარეობს. α-AL₂O₃ უცვლელი რჩება ბოლომდე და მიიღება კომპოზიტი კორუნდი X სიალონური შემკერვლით.

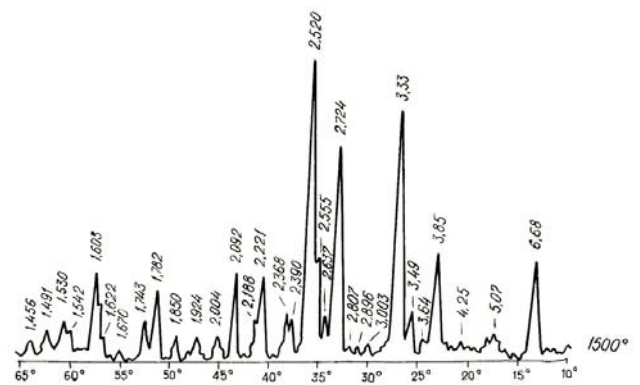


სურ. 6. SN-3 კომპოზიტის X-RAY (800–1100°C)

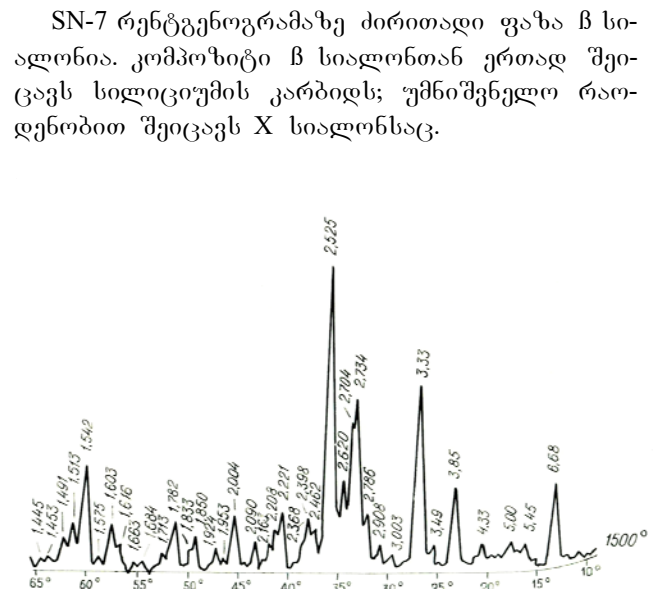


სურ. 7. SN-3 კომპოზიტის X-RAY (1200–1500°C)

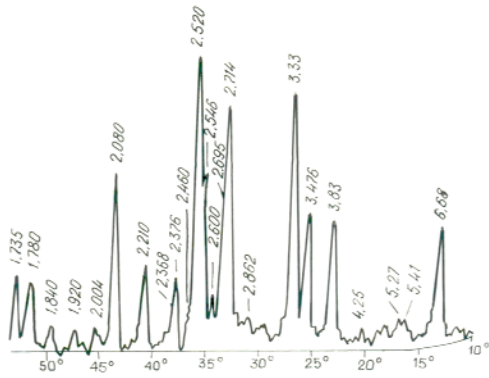
მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე, SiC და α - Al_2O_3 -ის შემცველი სიალონური კომპოზიტის მისაღებად კაზმის შედგენილობაში დამატებით შეყვანილია მეტალური სილიციუმი, შემცირებული რაოდენობით სილიციუმის კარბიდი და α - Al_2O_3 (ცხრილი 1, SN6, SN7, SN8). ცხრილში მოყვანილი სამი შედგენილობის (SN-6, SN-7, SN-8) 1500°C-ზე გამოძვარი ნიმუშების რენტგენოგრაფები წარმოდგენილია სურათებით (8, 9, 10). SN-6 კომპოზიტი ძირითადად შედგება B სიალონისაგან [21-25]. მასში დაფიქსირდა კარბიდის და კორუნდის დამახასიათებელი დიფრაქციული მაქსიმუმები.



სურ. 8. SN-6 კომპოზიტის X-RAY (1500°C)



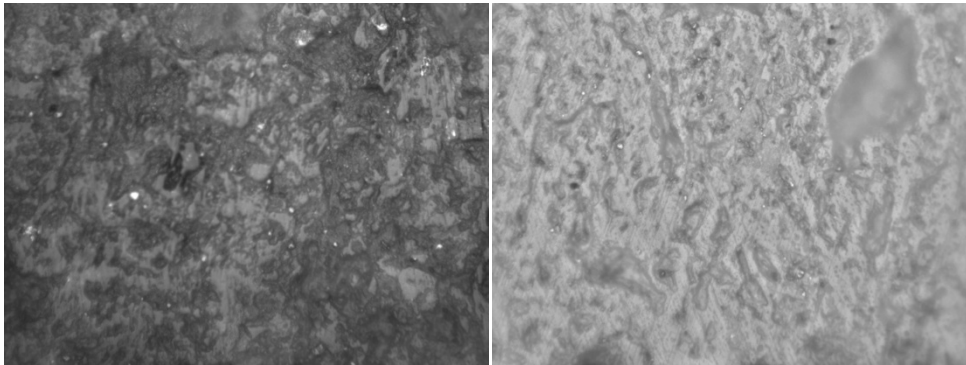
სურ. 9 SN-7 კომპოზიტის X-RAY (1500°C)



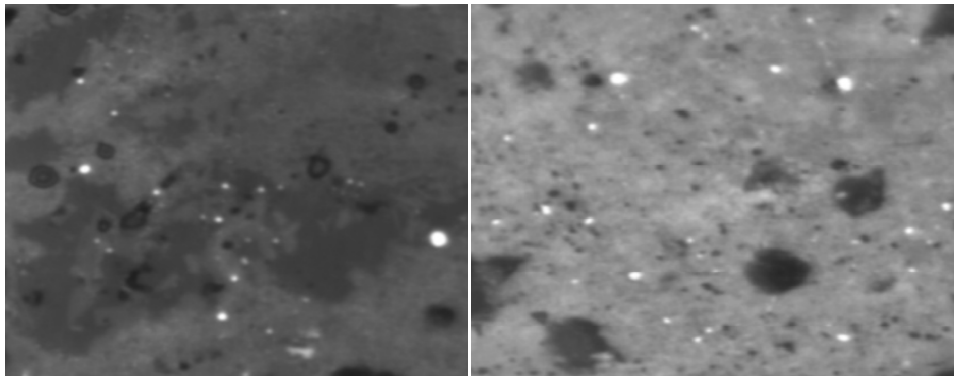
სურ. 10. SN-8 კომპოზიტის X-RAY (1500°C)

SN-8 კომპოზიტი შედგება β სიალონისა და შეყვანილი α-AL₂O₃-საგან.

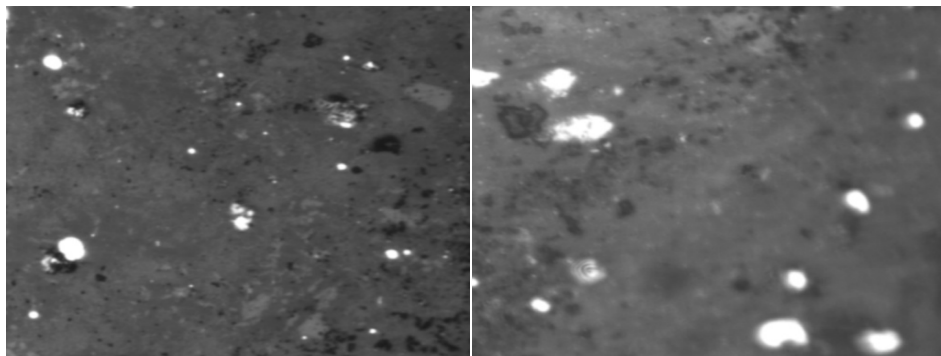
მიკროსტრუქტურული ანალიზის (სურ. 10) შედეგები ადასტურებს რენტგენოსტრუქტურული კვლევის მონაცემებს. SN-1 კომპოზიტის მიკროსტრუქტურა ასევე ძირითადად წარმოადგენილია X სიალონის ფაზით, რომელშიც ჩაწინვკლულია Si₃N₄ მარცვლები. SN-6 კომპოზიტის მატრიცას β სიალონი წარმოადგენს. მასში განაწილებულია სილიციუმის კარბიდისა და კორუნდის მარცვლები. SN-7 კომპოზიტის მატრიცა SN-6 მატრიცის ანალოგიურია, რომელშიც გამოკვეთილია სილიციუმის კარბიდის მარცვლები, რომელთა ზომა აღემატება ახალწარმოქმნილი სილიციუმის ნიტრიდის მარცვლების ზომას. SN-8 კომპოზიტში იგივე β სიალონისაგან შემდგარი მატრიცაა, რომელშიც არის α-AL₂O₃-ის კრისტალები. ამ სურათზე ჩანს ფორები, რომლებიც ამ კომპოზიტში მეტი რაოდენობითაა.



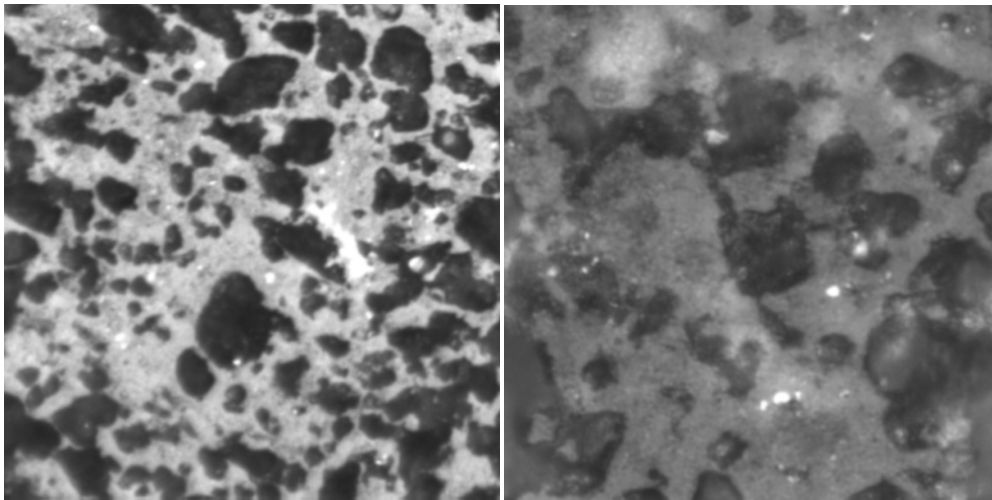
SN-1 X 200 SN-1 X200



SN-6 X200 SN-6 X500



SN-7 X 200 SN-7 X 500



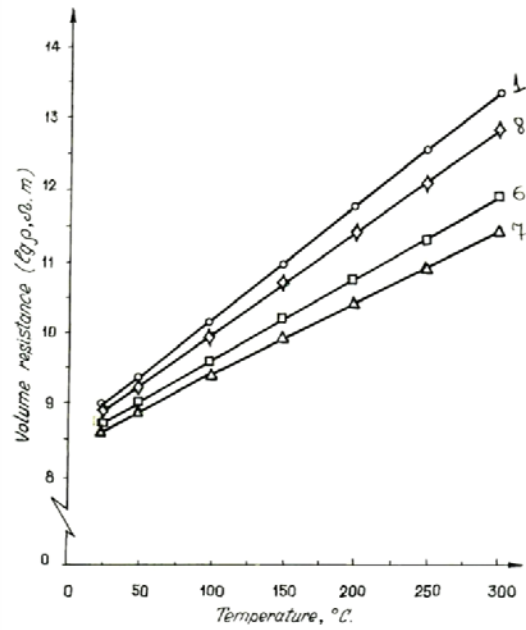
SN-8 X200 SN-8 X500

სურ. 11. კომპოზიტების მიკროსტრუქტურები

მასალათა ელექტროვისებები

მასალათა ქიმიური და ფაზური შედგენილობები აისახება აგრეთვე მათ ელექტრომახასიათებლებზე. თუ შევადარებთ ოთხი სხვადასხვა შედგენილობის მასალების შესწავლით მიღებულ შედეგებს, ვნახავთ მათ შორის არსებულ განსხვავებას. კალინის (80 მას.%) და ალუმინის პუდრის (20მას.%) საფუძველზე მიღებული მასალა (SN-1), რომელშიც წამყვან ფაზებად სიალონი და მულიტი დაფიქსირდა, შესწავლილ ნიმუშებს შორის ყველაზე მაღალი კუთრი ელექტროწინააღობით (ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში), გამტარობის აქტივაციის ენერჯით (ΔE) და ელექტროწინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტით (Δ) გამოირჩევა (სურ. 12, ცხრ. 3). შესატყვისი ელექტრომახასიათებლები დადგინდა 8 შედგენილობისათვის, რომლებშიც უკვე ოთხი ძირითადი ინგრედიენტია, ხოლო დამატებით კომპონენტად შეყვანილია ალუმინის ოქსიდი, რამაც განსაზღვრა შეცხოვილ ნიმუშში, სიალონთან ერთად, α - Al_2O_3 კრისტალური ფაზის წარმოქმნა. ეს უკანასკნელი (ისევე, როგორც მულიტი SN1 შედგენილობაში) მაღალი კუთრი ელექტროწინააღობით (ρ), ΔE და Δ სიდიდეებით გამოირჩევა. აქედან, მოსალოდნელი იყო SN1 და SN8 ნიმუშების ელექტრომახასიათებლების მსგავსება, რაც კვლევიით დადგინდა. სხვა ორი შედგენილობა (SN6 და SN7) იმით გამოირჩევა, რომ მათ მისაღებად შედგენილ SN6 კომპოზიციაში SiC არის 20 მას. % (კიდევ ერთი შემადგენლის შემცველობა (Al_2O_3) იგივეა), ხოლო SN7 შედგენილობაში SiC რაოდენობა 30 მას%-ით არის გაზრდილი (მაგრამ არ არის Al_2O_3). შედგენილობათა განსხვავებამ ელექტრო-

მახასიათებლების თავისებურება გამოიწვია. კერძოდ, შეიმჩნევა დამოკიდებულებათა მრუდების განლაგების (სურ. 12) და ΔE სიდიდეთა (ცხრ. 3) სიახლოვე.



სურ. 12. SN1, SN6, SN7, SN8 სიალონების ელექტროწინააღობათა ცვლილების გრაფიკები ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით

აღნიშნულის ახსნა შეიძლება ამ ორი მასალის ფაზური შედგენილობიდან გამომდინარე, რადგან სიალონთან ერთად მათში წარმოდგენილია α -SiC ნახევარგამტარული თვისებების მატარებელი.

კომპოზიტების ელექტრომახასიათებლები
(473–573 K ინტერვალში)

ნიმუშის №	გამტარობის აქტივაციის ენერგია, ΔE, ევ	ელექტროწინაღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი, Δ a.10 ⁻² , Ω m/K
SN-1	1,72	3,7
SN-6	1,29	2,7
SN-7	1,08	2,3
SN-8	1,51	3,3

3. დასკვნა

კაოლინ-ალუმინის პუდრის ნარევის გამოწვისას 800–1500°C-ის ინტერვალში დაფიქსირებულია და დადგენილი ალუმინისა და სილიციუმის ნიტრიდების და მათ ბაზაზე მუღიტის სტრუქტურის მქონე X სიალონის წარმოქმნის ტემპერატურები. ხოლო SiC ალუმინის პუდრის, სილიციუმის და α-AL₂O₃, ალუმინის პუდრ-სილიციუმის ნარევის გამოწვისას მიღებულია SiC-SiAlON და AL₂O₃-SiAlON კომპოზიტები მ სიალონურ მატრიცაზე. მიღებული შედეგები დადასტურებულია რენტგენოსტრუქტურული და მიკროსკოპული ანალიზებით.

ლიტერატურა

1. Гузман И.Я., Тумакова Е.И., Федотов А.В. Сопоставительное исследование некоторых свойств материалов на основе композиций SiC+Si₃N₄ и SiC – Si₂N₂// Огнеупоры, №3, М., 1970, с. 44-48.
2. Kilian M., Friedrich-Produktionsverfahren Anwendungseigenschaften und Einsatzmoeglichkeiten von Nitridkeramik insbesondere von Siliciumnitrid. Vortragsveroff. Haus Techn., Essen, 1987, № 519, p. 19-21.
3. Wang L., He C, Wu J -Oxidation of sintered silicon nitrid materials. Ceram. Mater and Comp. Engien. Proc. Jnt.Simp. Las Vegas. N27-30, 1988, Westerville (Ohio) 1989, p. 604-611.
4. Белый Я.И., Комда В.В., Сивистун В.М., Положай С.Г. К вопросу получения композиционных материалов на основе нитрида кремния // Моск. межд. конф. по композитам. Тезисы докладов, ч. 2. М., 1990, с. 174.
5. Zheng G, Zhao J., Gao Z., Cao Q., - Cutting performance and wear mechanisms at Sialon-Si₃N₄ graded nano-composite ceramic cutting tools/ The International Journal of advanced Manufacturing Technology, 2012 V.58 , I. 1-4. P. 19-28.
6. Riley F.L. Silicon nitride and related materials -J. Am.Ceram. Soc.-2000.- v.83.- №2. P.10-30.

7. Luthra K.L. -A Mixed Interface Reaction/Diffusion Control Method for Oxidation of Silicon Nitride, J. Electrochem.Soc.-1991.- v.138. -№10 p. 3001-3007.
8. Ogbuji L.U.J.T.- Role of Si₂N₂O in the Passive-Oxidation of Chemically-Vapor-Deposited Si₃N₄,- j.Am. Ceram. Soc.-1992, v.75-№11. P. 2995-3000.
9. Kawai C., Yamakawa A. - Effect of porosity and microstructure on the strenght of Si₃N₄: designd microstruqture for high strenght, high shock resistance and facile machining,- j.Am. Ceram. Soc. 1997. V. 80 №10 p. 2705-2708.
10. Cerenius Y.- Melting temperature measurements on – a- silicon nitride to a pressure of 37 Gpa. j.Am. Ceram. Soc. 1999. V.82 №2 p. 380-386
11. Чухолина Л.Н. Способ получения порошка сиалона. <http://bd.patent.su/2378000>, 2012.11.18.
12. [Http://www.ceramtec.com.ua/ceramic-materials/sialon](http://www.ceramtec.com.ua/ceramic-materials/sialon) . [20-28]- t.2 dan.
13. Боровинская И.П. Смирнов К.Л. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез сиалонной керамики // Наука производству. Москва, 1998, 8 (10), с. 39-45.
14. Боярина И.Л. Пучков А.Б. и др. Сиалоны-новый огнеупорный материал // Огнеупоры, N 12. Москва, 1981, с.24.
15. Van Landeghem H.P., Goune M., Redjamia A.- Investigation of a Ferrite/Silicon Nitride Composite Concept Ained at Automotive Applications steel research international, 2012. V.83. I 6. P. 590-593.
16. Rosenflanz A., I-Wei-Chen.- Phase Relationships and Stability of a-SiALON,-J.Am.Ceram. Soc. 1999. V.82. №4. P. 25-28.
17. P.L. Land, J.M. Wimmer, R.W Burns, N.S. – Componds and properties of the system Si-AL-O-N. Choudhury/ J.Am. Ceram. Soc. V. 61 №1-2 1978. P.50-60.
18. Ekstrom T., Nygren M.- SiALON ceramics/ J.Am. Ceram. Soc. 1992. V.75 №2. P. 259-276.
19. Schmucker M., Schneider H.- Transformation of X-phase SiALON to Mullite.- J.A.m. Ceram.soc. 1999 v.82. №7 p. 1934-1936.
20. Anya C.C., Hendry A. Hardness - Indentation Fracture Toughness, and Compositional Formula of X-phase Sialon/ J. of Mat. Sci.-1994. V. 29. P. 527-533.
21. Ekstrom T., Olsson P.O. - Beta-Sialon Ceramics prepared at 1700 °C by Hot Isostatic Pressing/ J. of the Amer. Ceram. Soc. 1989. V.72. p. 1722-1724.
22. Ekstrom T., Kall P.O., Nygren M., Olsson P.O. - Dense Single-Phase Beta-Sialon Ceramics by Glass-Encapsulated Hot Isostatic Pressing. –J .of mat. Sci.- 1989. V.24. p. 1853-1862.
23. Kishi K., Umabayashi S., Tani E.- Influence of Microstructure on Strenght and Fracture Toughness of Beta-Sialon.- J. of Mat. Sci. 1990. V.25, p. 2780-2784.

24. Piekarczyk J., Lis J., Bialoskorski J.- Elastic Properties, Hardness, and Indentation Fracture Toughness of beta-Sialons/ Key Engineering Materials.- 1990. V. 89-91, p. 542-546.
25. X. Jiang, Y.K. Baek, S.M. Lee, S.J.L. Kang -Formation of an α -SiALON layer on β -SiALON and its effect on Mechanical properties. - J.Am Ceram. Soc. 1998., v. 81. №7 p. 1907-1912.
-

UDC 54

ОБТАЙНЙНГ ОФ СИАЛОН-С WITH NITRO-ALUMOTHERMAL PROCESSES

Z.Kovziridze, N. Nizharadze, G.Tabatadze, T.Cheishvili, Z.Mestvirishvili, M.Mshvildadze, E.Nikoleishvili, N.Darakhvelidze

Department of Chemical and Biological Technologies of Georgian Technical University 69, Kostava str, 0175, Tbilisi, Georgia

Resume: Composites were obtained with nitro-alumothermal processes with nitro-alumothermal processes in the SiC - SiALON and Al₂O₃ – SiALON system. Physical-chemical processes going on at the obtaining of SiALON within the range of 800-1500oC were studied. Charge compositi ons and sintering regime were selected. It was proved that X-SiALON was obtained at the sintering of kaolin-aluminum powder at 1500 oC, while β –SiALON was formed at the sintering of SiC-Aluminum powder, silicium and Al₂O₃ – aluminum powder – silicium blend at 1500 oC . Corrosion properties of the materials were studied. Investigations were performed by the methods of X-Ray structural and microscopical analysis.

Key words: composite; silicium carbide; corundum; silicium nitride; aluminum nitride; mullite; SiALON.

УДК 54

ПОЛУЧЕНИЕ СИАЛОНОВ НИТРО-АЛЮМИНОТЕРМИТНЫМ МЕТОДОМ

Ковзиридзе З.Д., Нижарадзе Н.С., Табатадзе Г.С., Чейшвили Т., Мествиришвили З.З., Мшвилдадзе М.Дж., Николеишвили Е.Т., Дарахвелидзе Н.Ю.

Департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175 Тбилиси, ул.М. Костава 69

Резюме: Изучены физико-химические процессы, протекающие при получении сиалонов в интервале температур 800-1500⁰С методом нитроалюмотермии. Подобраны составы композитов и режимы их обжига. Получены композиты в системах SiC-SiALON и Al₂O₃-SiALON.

Установлено, что при обжиге смеси каолин-алюминиевая пудра при 1500⁰С получается X- сиалонов, а при обжиге двух смесей - SiC-алюминиевая пудра, силиций Al₂O₃-алюминиевая пудра и силиций, при 1500⁰С получается β - сиалонов. Изучены коррозионные свойства полученных материалов. Исследования проводились с применением рентгеноструктурного и микроскопического методов анализа.

Ключевые слова: композит; карбид силиция; корунд; нитрид алюминия; нитрид силиция; муллит; сиалонов.

დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინიკის ბამოყენება მეტალურგიული თბური აბრეგატების ამონაგის ტორკრეტირებისათვის

ზ. კოვზირიძე*, ნ. ნიჟარაძე, მ. ბალახაშვილი

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

E-mail: kowziri @gtu.ge

რეზიუმე: შესწავლილია დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინიკური ტორკრეტირების მისაღებად მეტალურგიული თბური აბრეგატების ამონაგისათვის, პლასტიფიკატორის სახით დამატებული ჩასოფარის საბადოს თიხის (უკრაინა) რაოდენობის გავლენა კლინიკურის ცეცხლგამძლეობაზე და მიღებულია ოპტიმალური შედგენილობის ტორკრეტირების, განხილულია ტორკრეტირების ძირითადი თვისებები. დადგენილია დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინიკურის ვარგისობა ტორკრეტირების მისაღებად. მოცემულია ტორკრეტირების მეთოდის უპირატესობა ცეცხლგამძლე ამონაგის შესრულების სხვა მეთოდებთან შედარებით.

ნაჩვენებია კლინიკურის ქიმიური და მინერალოგიური შედგენილობა და მისი ძირითადი ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებები. კვლევა ჩატარებულია ქიმიური და რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მეთოდებით. შერჩეულია ტორკრეტირების მისაღები ძირითადი კომპონენტები, თბური აბრეგატების ამონაგის ტორკრეტირებისათვის საჭირო აპარატურა და შედგენილია ტექნოლოგიური სქემა.

საკვანძო სიტყვები: დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინიკური; ტორკრეტირების; მეტალურგიული თბური აბრეგატები; ამონაგის; ტორკრეტირების; კომპრესორი; რესივერი.

1. შესავალი

ტორკრეტირება თბური აბრეგატების ამონაგის შესრულების მეთოდებს შორის ყველაზე პროგრესულია. ამ მეთოდის გამოყენება, ტორკრეტირების ახალი შედგენილობების დამუშავება და მაღალი თბოფიზიკური თვისებების შემკვრელების გამოყენება ხელს შეუწყობს სამრეწველო ღუმელების, კერძოდ მეტალურგიული ღუმელების ამონაგის მუშაობის ხანმდგრადობის გაზრდას. ტორკრეტირებისაგან ამონაგის გაკეთება სრულდება როგორც თბური აბრეგატების ახალი მშენებლობის დროს, ასევე რე-

მონტისას. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მისი გამოყენება ცხელი რემონტის შემთხვევაში.

ტორკრეტირების საშუალებით ხდება აგურის წყობის ცალკეული დეფექტური ადგილების და სამრეწველო ღუმელების მთელი კონსტრუქციული ელემენტების აღდგენა. დაბეტონებისაგან განსხვავებით, ტორკრეტირება არ მოითხოვს ყალიბის გამოყენებას. იმის გამო, რომ ტორკრეტირების შედეგად მცირე რაოდენობის სინესტეს, ამონაგის შრება ღუმლის ჩართვისას. ამით ჩატარდება ამონაგის შესრულების პროცესი, იზრდება სიმტკიცე, მცირდება სათბობისა და ელექტროენერჯის ხარჯი [1-4].

ტორკრეტირების მეთოდის უპირატესობებია:

1. ამონაგის შესრულების დროის დაჩქარება, პროცესის მექანიზაცია.
2. რთული კონსტრუქციის თბური აბრეგატების ამონაგის შესრულების შესაძლებლობა.
3. შრომის წარმადობის გაზრდის შედეგად შრომითი დანახარჯების შემცირება.
4. ამონაგის სიმტკიცის გაზრდა მექანიკური ზემოქმედების, დარტყმების, ცვეთის მიმართ.
5. დაზიანებული ამონაგის აღდგენის შესაძლებლობა.
6. ცხელ მდგომარეობაში რემონტის ჩატარების შესაძლებლობა.
7. დაბალი ღირებულება ღუმელში აგურის ამონაგთან შედარებით.

ტორკრეტირების არსი მდგომარეობს განსაზღვრული შედგენილობის ტორკრეტირების ნარევის დატანაში, ტორკრეტირების დახმარებით, ღუმლის ამონაგის გასაკეთებლად. ამ დროს მშრალი ტორკრეტირების ნარევი, შეკუმშული ჰაერის მოქმედებით, მიღების საშუალებით მიეწოდება საქმენს და ხდება დატენიანება მისი საქმენიდან გამოშვების წინ.

ტორკრეტირების წნევით დატანის შედეგად წარმოიქმნება ბეტონის გამკვრივებული ფენა, რომელიც თვისებებით ჩვეულებრივი ბეტონისაგან განსხვავდება, აქვს გადიდებული მექანიკური სიმტკიცე და ხასიათდება კარგი შეჭიდულობით ზედაპირთან [5-8]. გამოიყენება, როგორც ცეცხლგამძლე მასალა ცემენტის, ქი-

მიურ, მინის, ფერადი და შავი მეტალურგიის სფეროში, ე.ი. ისეთ დარგებში, რომლებიც დაკავშირებულია მაღალტემპერატურულ პროცესებთან. რადიონობრივი და ხარისხობრივი ტორკრეტ-მასის შედგენილობის შერჩევას ითვალისწინებენ თბური აგრეგატის დანიშნულებას, ამონაგის მუშაობის პირობებს და მის კონსტრუქციულ ელემენტებს, კომპონენტების ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს, მათ მარცვლოვან შედგენილობას, ბეტონის დატანის მეთოდებს, მის უნარს წინააღმდეგობა გაუწიოს მაღალი ტემპერატურის მოქმედებას და ტემპერატურულ ცვლილებებს, წიდების, მეტალთა ოქსიდების მტვერისა და აირების ქიმიურ მოქმედებას, მეტალის ნაკადის დარტყმით მოქმედებას.

2. ძირითადი ნაწილი

სამუშაოს მიზანია დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის და დანამატების გამოყენებით ტორკრეტ-ბეტონის ოპტიმალური შედგენილობის მიღება და ტორკრეტებისათვის საჭირო აპარატურის შერჩევა.

ტორკრეტ-ბეტონის ნარევის შემადგენელია მჭიდა მასალა, მსხვილი და წვრილი შემავსებელი, წმინდად დაფქული დანამატი – პლასტიფიკატორი, გამაგრების დამაჩქარებლები და წყალი. ყველა ჩამოთვლილი მოთხოვნების გათვალისწინებით ტორკრეტ-მასის მოსამზადებლად ძირითადი კომპონენტის სახით გამოვიყენეთ ლაბორატორიაში ჩვენ მიერ მიღებული დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერი, რომლის ქიმიური შედგენილობა წარმოდგენილია 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1

დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ქიმიური შედგენილობა

ნედლეულის დასახელება	ოქსიდების შემცველობა, მას.%							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	სინესტე	ხ.დ.	ჯამი
დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერი	17,89	1,11	39,16	39,05	2,77	-	-	100

კლინკერის შედგენილობისა და მისი წარმომქმნელი მთავარი ოქსიდების ქიმიური შედგენილობის მიხედვით (ცხრილი 1) შეიძლება კლინკერის მინერალოგიური შედგენილობის გამოთვლა. დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის მისაღებად, თანაფარდობით 4:1, დამზადდა ბრიკეტები და გამოიწვა სილიტის ლუმელში 1350°C, 1400°C, 1450°C და 1500°C ტემპერატურებზე. კლინკერის მიღების პროცესში პირველად წარმოიქმნება C₄AF (Al₂O₃-ის მთლიანად შეკავშირებად), შემდეგ დარჩენილი Fe₂O₃ წარმოქმნის

C₂F-ს. Al₂O₃-ის თითოეული პროცენტი იძლევა 4,77% C₄AF-ს [9].

$$C_4AF = 4,77 \text{ Al}_2\text{O}_3, C_4AF = 4,77 \times 1,11 = 5,29\%$$

დარჩენილი Fe₂O₃-ისაგან მიიღება C₂F:

$$C_2F = 1,7(2,77 - 1,57 \times 1,11) = 1,75\%$$

შემდეგ დარჩენილი CaO წარმოქმნის C₃S და C₂S-ს:

$$3CaO + SiO_2 = 3CaO \cdot SiO_2; 2CaO + SiO_2 = 2CaO \cdot SiO_2; C_3S = 37,97\%, C_2S = 15,83\%$$

კლინკერის მინერალოგიური შედგენილობა მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

კლინკერის მინერალოგიური შედგენილობა, მას.%

C ₃ S	C ₂ S	C ₄ AF	C ₂ F	MgO
37,97	15,83	5,29	1,75	39,16

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ კალციუმის სილიკატების შემცველობა აღწევს 53,8%, ხოლო პერიკლაზის – 39,16%-ს.

კლინკერის ფიზიკურ-ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ცხრილიდან ჩანს, რომ 4:1 თანაფარდობით აღებული, ერთნაირ პირობებში გამომწვარი ნი-

მუშების წყალშთანთქმა, ფორიანობა, სიმკვრივე და სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას უკეთესი ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლებით ხასიათდება. ოპტიმალურია აგრეთვე გამოწვის ტემპერატურა 1450°C და ბოლო ტემპერატურაზე 4სთ-იანი და-

ყოვნება. ამ პირობებში მიღებული ნიმუშები შემცხვარია და მაღალი ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლებით ხასიათდება, რასაც ადასტურებს რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი (ნახ. 1).

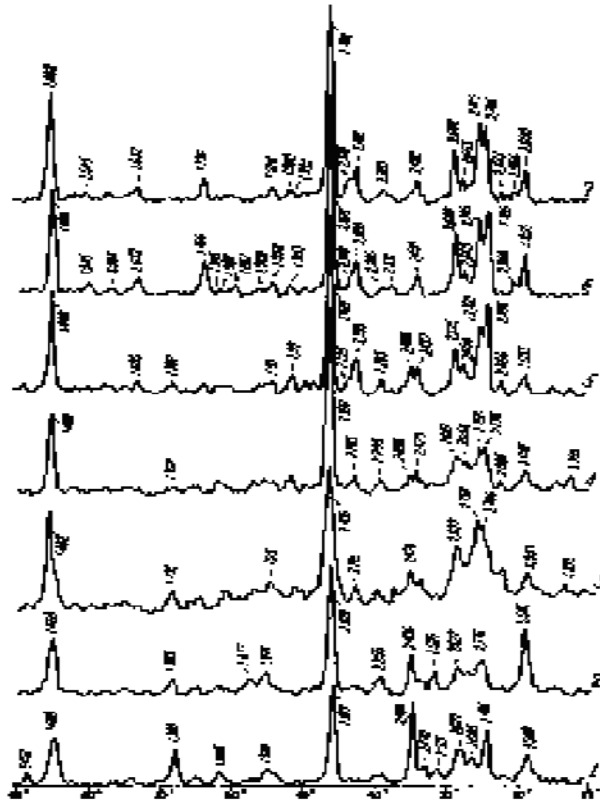
ცხრილი 3

კლინკერის ფიზიკურ-ტექნიკური მახასიათებლები

კომპონენტების თანაფარდობა, მას.%		გამოწვ. ტემპ., °C	დაყოვნება, ბოლო ტემპ., სთ	ფიზიკურ-ტექნიკური მახასიათებლები			
დოლომიტი	სერპენტინიტი			სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას, σკ მპა	წყალ-შთანთქმა, %	ფორიანობა, Π%	სიმკვრივე, პგ/სმ³
4	1	1350	1	318	2,10	5,80	2,52
			4	296	1,98	5,10	2,74
		1400	1	355	1,30	3,63	3,45
			4	377	0,99	2,50	3,62
		1450	1	400	0,77	2,08	3,64
			4	480	0,70	1,85	3,69
		1500	1	492	0,70	1,85	3,76
			4	517	0,62	1,82	3,78

900°C-ზე გამომწვარ ნიმუშების რენტგენოგრაფიაზე (ნახ. 1) დაფიქსირებულია MgO-სთვის დამახასიათებელი დიფრაქციული მაქსიმუმები $d_{hkl} 2,109; 1,48 \text{ \AA}^0$; CaO – $d_{hkl} 2,406; 1,705 \text{ \AA}^0$, Ca(OH)₂ $d_{hkl} 2,627; 2,47 \text{ \AA}^0$ და CaCO₃- $d_{hkl} 3,04; 1,80 \text{ \AA}^0$. 1000°C-ზე გამომწვარი ნიმუშების რენტგენოგრაფიაზე იგივე სურათია, მხოლოდ ინტენსიურობით შემცირებულია CaCO₃-ისა და Ca(OH)₂-ის დამახასიათებელი პიკები, 1100°C-ზე არ არის CaCO₃ და CaO. ეს უკანასკნელი ჩნდება კალციუმის სილიკატების სახით. 1200°C და 1300°C-ზე გამომწვარი ნიმუშები უკვე შეიცავს კრისტალური პერიკლაზისა და კალციუმის სილიკატების გარკვეულ რაოდენობას, მათ შორის ორკალციუმიან სილიკატსაც, რომლის რაოდენობა 1400°C და 1450°C-ზე თანდათან მცირდება, რაც უთუოდ იმის შედეგია, რომ

ბელიტი (C₂S) და პირველადი მინერალები იხსნება თხევად ფაზაში, რომელიც ამ ტემპერატურებზე ჩნდება. C₂S ურთიერთქმედებს თავისუფალ CaO-სთან, რომლის პიკები ქრება და ალიტი წარმოიქმნება. მისაღები პროდუქტის თვისებების თვალსაზრისით, ხელსაყრელია თავისუფალი CaO-ს შეკავშირება C₃S (ალიტი) სამკალციუმიან სილიკატად, რომელიც სტაბილურია >2000°C-მდე. უფრო ძნელდობადი ორკალციუმიანი სილიკატი, რომლის ღღობის ტემპერატურა 2100°C-ია, განიცდის ალოტროპიულ სახეცვლილებას, რასაც თან ახლავს მოცულობის ცვლილება. ამდენად, β<γ გარდაქმნა 670°C-ზე მიმდინარეობს 10% მოცულობის ცვლილებით, რაც იწვევს კლინკერის დაშლას ფხვნილის სახით.



ნახ. 1. კლინკერის რენტგენოგრამა, 1 - 900, 2 - 1000, 3-1100, 4 - 1200, 5 - 1300, 6 - 1400, 7 - 1450°C

ექსპერიმენტის ჩასატარებლად კლინკერი ჯერ დაგამსხვრიეთ ყბებიან მსხვრევანაში, შემდეგ გავატარეთ №7, 5 და 1მმ საცერში, რომ მიგვეღო 5–7 მმ და 1–5 მმ ფრაქციები. №1 საცერში გასული ფხვნილი ტარდებოდა ვიბროწისქვილში წმინდად დაფქული კლინკერის მისაღებად. 5მმ-მდე ზომის შემავსებელი წვრილია, ფრაქცია 5–7მმ – მსხვილი. წმინდად დაფქული კლინკერი გამოიყენება, როგორც მჭიდა მასალა <0,063 მმ-ზე. ფრაქციათა ზომები და რაოდენობა შემდეგია (მას. %):

- 5–7მმ – 30%
- 1–5მმ – 35%
- < 0,063 – 30%

შემავსებლის თვისებები მკვეთრად განსაზღვრავს ტორკრეტ-ბეტონის სიმტკიცეს და მასთან

დაკავშირებულ თვისებებს: ფორიანობას, აირ-შედწევადობას, წიღამდგრადობას და თბოგამტარობას. მჭიდა მასალა ერთმანეთთან აერთებს შემავსებელს და მაგრდება ქიმიური ურთიერთქმედების და მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით, შედეგად მიიღება მონოლითური ქვისმაგვარი მასა.

წმინდად დაფქული დანამატი, როგორც პლასტიფიკატორი, ემატება ტორკრეტ-მასას მის ნაწილაკებს შორის ხახუნის შესამცირებლად, ძვრადობისა და სიმკვრივის გასაზრდელად.

წმინდად დაფქული დანამატის სახით გამოიყენეთ ჩასოფ-იარის საბადოს ცეცხლგამძლე თიხა, რომლის ქიმიური შედგენილობა მოცემულია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

ჩასოფ-იარის საბადოს თიხის ქიმიური შედგენილობა (მას.%)

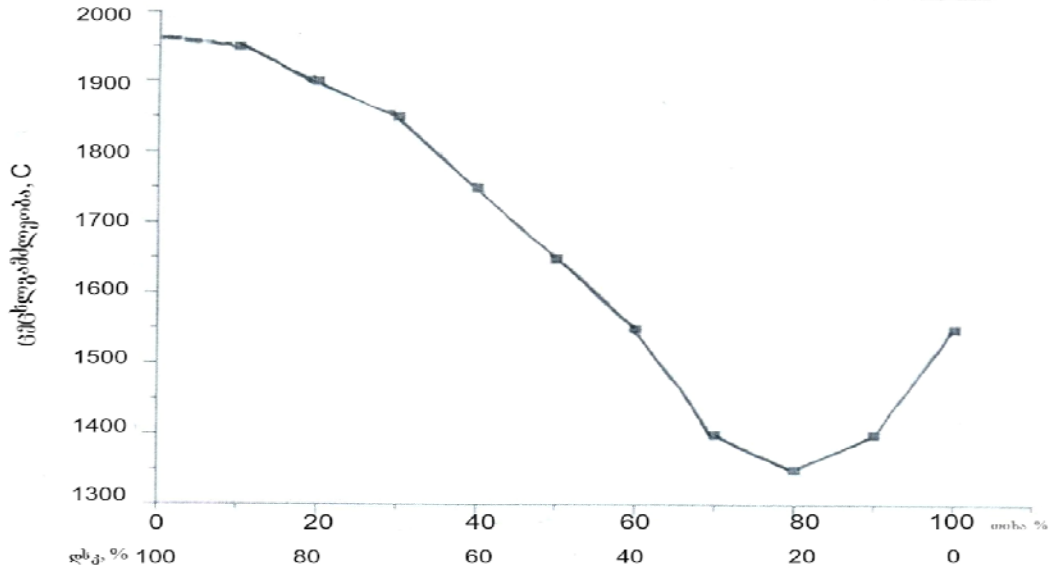
Al ₂ O ₃ +TiO ₂	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	n.n.n.
34,18	59,84	1,43	0,53	9,20

ცეცხლგამძლე თიხა ასრულებს პლასტიფიკატორის და შემწვავ როლს დაბალ ტემპერატურაზე.

მაღალზე იგი შეცხვება და წარმოქმნის კერამიკულ შემკვრელს და ხელს უწყობს თერ-

მომდგრადობისა და წილამდეგობის ამაღლებას. ჩასოვ-იარის საბადოს თიხის შერჩევა განპირობებულია იმით, რომ იგი სხვა ცეცხლგამძლე თიხებისაგან განსხვავდება შეცხოების დაბალი ტემპერატურით (1050–1100°C), რომელსაც არსებითი მნიშვნელობა აქვს კერამიკული შემკვრელის სწრაფად წარმოქმნისათვის დატანილ

ტორკრეტ-მასასა და სარემონტო წყობის ზედაპირს შორის. იმის შესასწავლად, როგორ იმოქმედებდა დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ცეცხლგამძლეობაზე თიხის დამატება, შევადგინეთ კლინკერ-თიხის რამდენიმე ნარევი და შევისწავლეთ ცეცხლგამძლეობა. მე-2 ნახ-ზე მოცემულია კვლევის შედეგები.



ნახ. 2. დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ცეცხლგამძლეობის დამოკიდებულება ცეცხლგამძლე თიხის დანამატზე

მე-2 ნახ-ზე შეიძლება გამოვეყნოთ ორი უბანი 0–40% და 40–60% თიხის შემცველობით. 0–40% (I უბანი) თიხის შემცველობისას ტორკრეტ-მასის ცეცხლგამძლეობა შედარებით უმნიშვნელოდ შემცირდა. შეიძლება იმის ვარაუდი, რომ დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ძირითადი კომპონენტი MgO იმოქმედებს თიხის Al₂O₃-თან შპინელის წარმოქმნით ან MgO-ს მოქმედებით SiO₂-თან მიიღება 2MgO·SiO₂ ფორსტერიტი, ან თიხისაგან – მულიტი 3Al₂O₃·2SiO₂, რომელთაგან ყველა ცეცხლგამძლეა. ასევე წარმოიქმნება მცირე რაოდენობით თხევადი ფაზა, რის შედეგადაც უმნიშვნელოდ შემცირდება ცეცხლგამძლეობა. ჩატარებული ექსპერიმენტის ანალიზის მიხედვით დანამატად ავირჩიეთ 5–10%-მდე თიხა.

თბური აგრეგატების ამონაგის შესრულებისა და რემონტის ჩასატარებლად საჭიროა შეზღუდული დრო, რომელიც არ იძლევა ბეტონის გაჩერების საშუალებას მაქსიმალური სიმტკიცის მიღებამდე, 28 დღე-ღამის განმავლობაში. ამი-

ტომ, ცეცხლგამძლე ტორკრეტ-ბეტონისაგან მოკლე ვადაში მოითხოვება გამაგრების და მაქსიმალური სიმტკიცის მიღების უნარი. ამ მიზნით ბეტონის ნარევი შეჰყავთ შეკვრის დამაჩქარებლები. ჩვენ შემთხვევაში ტორკრეტ-მასის მშრალ ნარევს დაემატა 5% MgCl₂ ფხვნილის სახით. იგი ზრდის შეკვრისადმი აქტიურობას და ინარჩუნებს ცეცხლგამძლე თვისებებს მაღალცეცხლგამძლე MgO-ს წყალობით.

ტორკრეტ-მასის ნარევის მოსამზადებლად დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის წმინდა ფრაქცია საჭირო თანაფარდობით ჩაიტვირთა ამრევი თიხასთან და MgCl₂ ერთად და არევა გაგრძელდა 3 წუთი, დაემატა შემავსებელი – კიდევ 2 წუთი, დანესტიანდა 8–12% წყლით და მეტალის ფორმებში დაყალიბდა 50X50 მმ ზომის ნიმუშები. სხვადასხვა ნარევისაგან მიღებული შედეგების მიხედვით შევარჩიეთ ტორკრეტ-მასის ოპტიმალური შედგენილობა, რომელიც წარმოდგენილია მე-5 ცხრილში.

ტორკრეტ-ბეტონის ოპტიმალური შედგენილობა, მას.%

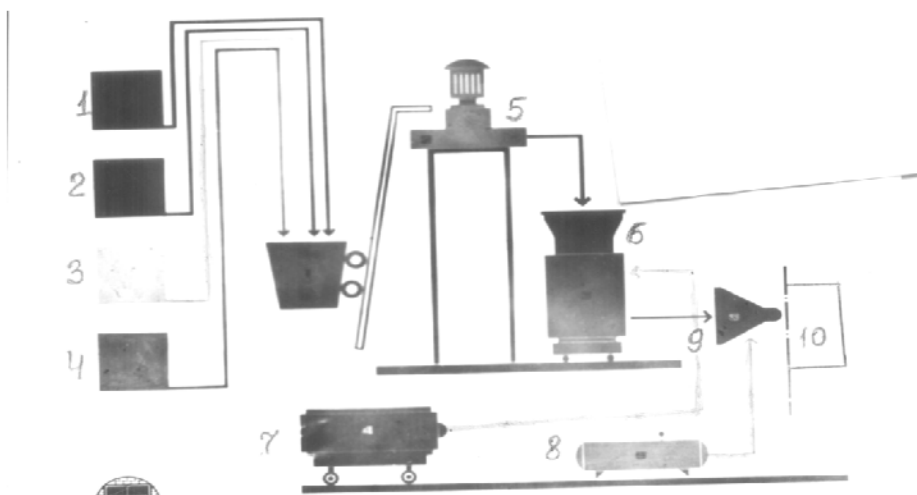
მჭიდა მასალის დასახელება	შემავსებელი		შეკერის დამაჩქარებელი	პლასტიფიკატორი
დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერი, <0,063მ	დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერი		MgCl ₂	ცეცხლგამძლე თიხა
	5-7მმ	1-5მმ		
25	30	30	5	10

ასეთი შედგენილობის ტორკრეტ-მასის დაყალიბების შედეგად მიღებული ტორკრეტ-ბეტონის თვისებები წარმოდგენილია მე-6 ცხრილში.

ტორკრეტ-ბეტონის თვისებები

ტორკრეტ-ბეტონის გამოყენ. მაქს. ტემპ.°C	ბეტონის სიმტკიცე კუმშვისას, 110°C-ის შემდეგ, მპა	ცეცხლოვანი ჩაჯდომა,%	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას 1400 °C-ზე, გამოწვის შემდეგ, მპა	თერმული მედეობა (800°C – წყალი), თბოცვლა
1600-1700	25	0,15-0,20	210	20

ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული შედეგების გათვალისწინებით შევადგინეთ, თბური აგრეგატების ტორკრეტირების მეთოდით, ამონაგის შესასრულებლად საჭირო ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც წარმოდგენილია მე-3 ნახაზზე და შევარჩიეთ შესაბამისი აპარატურა.



ნახ. 3. ტექნოლოგიური სქემა თბური აგრეგატების ტორკრეტირებისათვის.

1. ბუნკერი მსხვილი შემავსებლით, 2. ბუნკერი წვრილი შემავსებლით,
3. ბუნკერი მჭიდა მასალით, 4. ბუნკერი ცეცხლგამძლე თიხით, 5. ამრევი,
6. ტორკრეტ-აპარატი, 7. კომპრესორი, 8. რესივერი, 9. საქშენი, 10. ღუმელი

ბუნკერში მოთავსებული თითოეული კომპონენტი ამრევში ჩაიტვირთება საჭირო თანაფარდობით, ლაბორატორიაში მიღებული ტორკრეტ-მასის ოპტიმალური შედგენილობის მიხედვით. ამრევში სპეციალურად მომზადებული კარგად არეული ტორკრეტ-ბეტონის მშრალი ნარევი გადაიტანება ტორკრეტ-აპარატში 6, კომპრესორიდან 7 შეკუმშული ჰაერი 2–3,5 კგ/სმ² წნევით მიემართება მატერიალური შლანგებით საქშენში. ერთდროულად წყლის რეზერვუარიდან მიეწოდება წყალი, რომლის წნევა უნდა იყოს 1–1,5 კგ/სმ²-ზე მეტი, ვიდრე ტორკრეტ-აპარატში. საქშენის გამოსასვლელში ხდება ნარევის დაწესტიანება, დაწესტიანებული ნარევი გამოვა რა საქშენიდან 100მ/წმ სიჩქარით, მიეჯახება დასაბეტონებელ ზედაპირს და მიეწებება. შედეგად ზედაპირზე წარმოიქმნება ტორკრეტ-ბეტონის მკვრივი და მტკიცე ფენა.

3. დასკვნა

- შესწავლილია დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერი ტორკრეტ-მასის მისაღებად მეტალურგიული თბური დანადგარების ამონაგის ტორკრეტორებისათვის;
- დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ქიმიური და მინერალოგიური შედგენილობა;
- შერჩეულია ტორკრეტ-მასის მისაღები ძირითადი კომპონენტები: მჭიდა მასალა, მსხვილი და წვრილი შემავსებლები, პლასტიფიკატორი და შეკვრის დამანქარებელი, ტორკრეტორებისათვის საჭირო აპარატურა და შედგენილია ტექნოლოგიური სქემა;
- მიღებულია მაღალი ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებების ტორკრეტ-ბეტონი;

- დადგენილია დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ვარგისობა ტორკრეტ-ბეტონის მისაღებად.

ლიტერატურა

1. Великин Б.А., Карклит А.К., Колпаков С.В. Футеровка сталеразливочных ковшей. М.: Металлургия, 1990. - 245 с..
2. Великин Б.А. Ремонт печей методом торкретирования. М.: ЦНИИЦветмет, 1988. - 276 с.
3. Сасса В.С. Футеровка индукционных электропечей. М.: Металлургия, 1989, 230 с.
4. Азимов Ф.И., Азимов Ю.И. Торкретирование и торкретные работы: Учебное пособие.- Казань: КФЭИ, 1999.- 64 с.
5. Песцов В.И. Современное состояние и перспективы развития производства сухих строительных смесей в России // Строительные материалы, №3, 1999.
6. Азимов Ф.И. Торкретные работы. М.: Стройиздат, 1979. 71с.
7. Куталов В.Г., Перепелицын В.А., Шешуков О.Ю., Гуляков В.С., Вусихин А.С., Кузнецов Д.В., Костицын М.А. Повышение шлакоустойчивости периклазоуглеродистой торкрет-масс // Новые огнеупоры, Фолиум, Москва, -№3, 2012, стр. 68.
8. Кузнецов Д.В., Костицын М.А., Конюхов Ю.В., Митрофанов А.В. Повышение эксплуатационных характеристик вибролитых огнеупоров с использованием кавитационных воздействий // Новые огнеупоры. Фолиум, №3, Москва, 2012, стр. 68.
9. Волженский А. В., Буров Ю. С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества. Издательство литературы по строительству, 1966, с.400.

UDC 666.946.6

APPLICATION OF DOLOMITE-SERPENTINITE CLINKER FOR GUNNING OF BEDDING OF METALLURGICAL THERMAL AGGREGATES

Z. Kovziridze, N. Nizharadze, M. Balakhashvili

Resume: Dolomite-serpentinite clinker has been investigated to obtain gun-mixture for metallurgical thermal aggregates bedding. Chemical and mineralogical composition of clinker and its main physical and chemical characteristics were determined. Investigations were performed by chemical and X-ray diffraction methods.

Advantage of gunning method compared to other methods of execution of refractory bedding has been shown. The main components were selected to obtain gun-mixture. Effect of Chasov-Yari deposit clay (Ukraine) rate added as plasticizing agent on clinker refraction capacity was studied and optimal composition gun-mixture was obtained.

The main properties of gunite were studied. Suitability of dolomite-serpentinite clinker for obtaining gunite was proved. Apparatuses for gunning of thermal aggregates bedding were selected and technological scheme was developed.

Key words: lo dolomite-serpentine clinker; gunite; metallurgical thermal aggregates; bedding; gunning apparatus; compressor; receiver.

УДК 666.946.6

ПРИМЕНЕНИЕ ДОЛОМИТ-СЕРПЕНТИНОВОГО КЛИНКЕРА ДЛЯ ФУТЕРОВКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ МЕТОДОМ ТОРКРЕТИРОВАНИЯ

Ковзиридзе З. Д., Нижарадзе Н.С, Балахашвили М.И.

Резюме: Проведено изучение доломит-серпентинитового клинкера с целью получения торкрет-масс для футеровки металлургических тепловых агрегатов.

Показано преимущество метода торкретирования при выполнении футеровки тепловых агрегатов по сравнению с другими методами. Приведены химический и минералогический составы клинкера и основные физико-технические свойства. Исследование проведено химическим и рентгеноструктурным анализом. Выбраны составляющие компоненты торкрет-масс. Изучено влияние добавляемой глины Часовоярского месторождения на огнеупорность клинкера и получена торкрет-масса оптимального состава.

Установлена пригодность доломит-серпентинитового клинкера для получения торкрет-бетона и приведены его свойства. Выбрана аппаратура для торкретирования тепловых агрегатов и составлена технологическая схема.

Ключевые слова: доломит-серпентинитовый клинкер; торкрет-бетон; металлургические тепловые агрегаты; футеровка; торкрет-аппарат; компрессор; ресивер.

3D სტერეოსკოპული გადაღების განვითარების ზოგიერთი ასპექტი

გ. ლოლაძე, ზ. ლომიძე

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

E-mail: g. loladze@gtu. ge

რეზიუმე: სამუშაო ეძღვნება მსოფლიოში 3D სტერეოსკოპული განვითარების, სხვადასხვა მკვლევარის მიერ გადმოცემული აზრების შესწავლა-განვითარებას.

მოყვანილია ადრეული წლებიდან დღემდე 3D სტერეოსკოპული გადაღების დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

ასახულია ჩვენ მიერ ახალი ხედვისა და მიდგომის საფუძვლებზე, თანამედროვე 3D სტერეოსკოპული აგრეგატის შექმნა, რომელიც საშუალებას იძლევა როგორც ახლო, ასევე შორ მანძილზე ადამიანმა აღიქვას არსებულ საგნებს შორის მანძილი, მისთვის ჩვეულებრივ დიაპაზონში, გადაღების შეწყვეტის გარეშე, რომლის ანალოგიც ჯერჯერობით არ არსებობს არათუ საქართველოში, არამედ მსოფლიოში.

საკვანძო სიტყვები: 3D სტერეოსკოპი; კონვერგენცია; პარალაქსი.

1. შესავალი

როგორც ცნობილია, აღმწარმოებლობის სტერეოსკოპული გამოსახულებების თანამედროვე მეთოდები წარმოუდგენელია რასტრული ოპტიკური სისტემების გამოყენების გარეშე. მკვლევარებმა დიდი ყურადღება დაუთმეს სივრცით მხედველობით ფოტოს და შედარებით ნაკლებად ტექნიკურ დანიშნულებებს, რომლის საშუალებითაც ხდება ამ პირობების რეალიზაცია.

შევისწავლეთ ვეროპასა და მსოფლიოში მიღებული პატენტები სტერეოსკოპიაში, როგორიცაა: EPO374253AL და ა.შ. ლიტერატურული და საპატენტო მიმოხილვის შედეგად მივედით იმ დასკვნამდე, რომ გაგვეუმჯობესებინა ახალი დანადგარის პარამეტრები გარკვეული გათვლების ხარჯზე, როგორიცაა: წონა, გაბარიტული ზომები, გადაღების დიაპაზონი რეალურ დროში, მომსახურების გაადვილება და სხვა.

2. ძირითადი ნაწილი

Stereoscopy არის მეცნიერების ვიზუალური

აღქმა 3D განზომილების სივრცეში (ჩვენს გარემო არსებული), თუმცა სიტყვა „ოპტიკაში“ იგულისხმება არა მხოლოდ მეცნიერება სინათლეზე და მისი კანონების გავრცელება, არამედ ტექნიკური მოწყობილობებიც, გამოყენებული სინათლის ნაკადების გარდაქმნაში. ამ მოწყობილობების გაანგარიშების თეორიები, ასევე სიტყვა “Stereoscopy”, როგორც წესი, გულისხმობს ფართო სპექტრს, რომლის არეალში გარკვეული საკითხები მოიცავს ფსიქოფიზიოლოგიური მახასიათებლების სივრცითი აღქმის ფერწერას, ოპტიკურ პრინციპებს და ტექნიკურ საშუალებებს, აშენებს ხილული სივრცული გამოსახულებების ობიექტებს.

ადამიანის სურვილი აიხდინოს აღქმის გამოსახულებები, რომელიც ქმნის მოცულობით შთაბეჭდილებებს და ტელეაღჭურვილობის საგნების გამოსახულებებს, აღწერილია ადრინდელი დროიდან. უკვე XV საუკუნეში ლეონარდო დავინჩი სწავლობდა ამ საკითხებს და ცდილობდა მიეცა მეცნიერული დასაბუთება. 1593 წ. ჰორტამ დაადგინა, რომ ჩვენს გონებაში კომბინირდება ორივე თვალთ მიღებული გამოსახულება და აღწერა ცალკეული გამოსახულებები სტერეოსკოპიით.

ამ მოწყობილობის შექმნის პირველი სამუშაოები მიეკუთვნება XIX საუკუნის შუა პერიოდს, ეს იყო ხელოვნურად უყურო სტერეოსკოპული ეფექტი. 1833 წ. ვიტსონმა შექმნა პირველი სარკის სტერეოსკოპი, ხოლო 1859 წელს ბრიუსტელმა – ლინზური სტერეოსკოპი. ამავე პერიოდს მიეკუთვნება პირველი სტერეოსკოპული აპარატების შექმნა. შემდგომში აღქმის სტერეოსკოპული გამოსახულებები (ე.წ. გამოსახულებები, რომლებიც ქმნის სამყაროს მოცულობის შთაბეჭდილებას) ტექნიკურად გაუმჯობესდა. უკვე 1858 წელს ჩნდება პროექციული აღმწარმოებლობის ტექნიკური საშუალებები სტერეოსკოპული გამოსახულებების ე.წ. ანაგლიფების და ეკლიფსის მეთოდებით, რომლებიც დაამუშავეს ს. მიხაილოვმა და ს. ბრიუსენმა.

ამ საუკუნის დასაწყისში აღმოაჩინეს მეთოდები უკეთესი სტერეოსკოპული გამოსახულებების მისაღებად, რომლებიც თავისუფალი, ყოველგვარი ოპტიკური მოწყობილობების გარეშეა.

ასეთი ავტოსტერეოსკოპული გამოსახულებების გამოჩენა შესაძლებელი გახდა ახალი წერილმარცვლოვანი რასტრული ოპტიკური სისტემების შექმნით. ამ საქმეში დიდი წვლილი გ. ლიპმანსა და პ. სოკოლოვს ეკუთვნით, რომლებმაც 1911 წელს პირველებმა მიიღეს სივრცითი, განუყოფელი ინტეგრალური გამოსახულება არა მარტო სტერეოსკოპული დაკვირვებით, არამედ ობიექტების სხვადასხვა რაკურსით ხედვის სხვადასხვა შესაძლებელი წერტილებიდან. ამავე პერიოდში საბჭოთა გამომგონებლებებმა: პ. ივანოვმა და ვ. შმაკოვმა უსათვალო სტერეოკინო შექმნეს. ასევე შესაძლებელი გახდა სატელევიზიო გამოსახულებების სტერეოსკოპული აღწარმოება. შემდგომში ა. ლევიტკონმა დაამუშავა ანაგლიფური კინოს დაპროექტების ორიგინალური სისტემა, ხოლო მ. ბასოვთან ერთად ოლარიზებული სტერეოსკოპული პროექციის სისტემა.

სტერეოსკოპი გამოიყენება ისეთ სფეროებში, როგორცაა: ასტრონომია, მედიცინა, მშენებლობა, გეოლოგიური დაზვერვები, არქიტექტურა და სხვა.

სტერეოსკოპული ფოტოგრაფიის გამოყენებას დიდი უპირატესობა აქვს ჩვეულებრივ ფოტოგრაფიასთან შედარებით, სივრცითი წარმოდგენის წყალობით, რომელსაც ქმნის სტერეოსკოპული გამოსახულება, მაგალითად, ხშირი ტყეები, მყინვარები, კრისტალები, ანატომიური და ჰისტოლოგიური პრეპარატები სხვანაირად გამოიყურება, ვიდრე ჩვეულებრივი გადაღებისას. სტერეოსკოპული ფოტოგრაფირება და კინოგადაღება შემდგომში გამოიყენებოდა რენტგენოსკოპულ და მიკროსკოპულ კვლევებში, ხოლო დღეს ელექტრონულ მიკროსკოპიასა და ბირთვულ კვლევებში, გალოგრაფიაში.

საერთოდ იქ, სადაც საჭიროა სიწმინდე და გამომსახველობა, სტერეოსკოპულ ფოტოგრაფიას უპირატესობა აქვს, ჩვეულებრივთან შედარებით. განსაკუთრებით ძლიერ შთაბეჭდილებას ახდენს ფერადი სტერეოსკოპული გამოსახულება, რომელიც შესაძლებელია მივიღოთ თანამედროვე ტექნიკით, როგორცაა: ფერადი ფოტოგრაფირება, ფერადი ფილმები და ფერადი ტელევიზია. თანამედროვე მეთოდების რეპროდუქცია, სტერეოსკოპული გამოსახულებების აღქმაში, წარმოუდგენელია რასტრული ოპტიკური სისტემების გარეშე. დიდი ყურადღება ეთმობა სტერეოსკოპულ განვი-

თარებას, საერთო, პრინციპული ფუნდამენტური პირობების სივრცით ვიზუალურ აღწარმოებას და გარკვეულწილად მცირე ტექნიკური საშუალებების დანერგვას. ასევე, გამოიყენება ფიზიკის, მათემატიკის, აღმწარმოებლობის და სივრცითი ურთიერთობების ძირითადი კანონები.

2009 წლამდე ფილმები 3D-ში ძნელად ხედებოდნენ კინოდარბაზებსა და სახლის კინოთეატრებში. სტერეოსკოპი, რომელიც ამაჟამად 3D ტექნოლოგიით იწოდება, თავიდან ჩაფიქრებული იყო, როგორც შუალედი ფოტოგრაფიასა და დისნეილენდის ატრაქციონებში “ტრილერი”, მაგრამ, როდესაც მოხდა 3D-ში ჩვენება, კერძოდ ავტორის ლამაზი გაფრენა “პანდორაში”, სტერეოსკოპულმა ტექნოლოგიებმა განვითარების მეორე შანსი მიიღო.

დღეს მწარმოებლები იცვლიან შეხედულებებს და ამბობენ, რომ 3D ტექნოლოგიები ყველაზე წარმატებულია, როგორც 10 წლის უკან განაცხადეს HD ტელევიზორებსა და ტელეგადაცემებზე.

2010 წელს კომპანია “Samsung”-მა გაყიდა 2 მილიონი 3D ტელევიზორი, ხოლო 2011 წელს – 10 მილიონი. LG და HTC მწარმოებლებმა განაცხადეს, რომ მათ მიერ გამოშვებული ვიდეორგოლები ინტერნეტში მალე 3D-ში იქნება.

დღეს 3D მოწყობილობების ბაზარი სწრაფად ვითარდება და მწარმოებლები ოპტიმისტურად აცხადებენ, რომ სამგანზომილებიანი ტექნოლოგიები დაიკავენ ჩვენი ცხოვრების ნაწილს დიდი ხნის განმავლობაში, მოგვწონს თუ არა ეს. ყოველწლიურად 3D ეკრანები ჩვენს ცხოვრებაში კიდევ უფრო ფართოდ შემოვა.

3. დასკვნა

ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ არც ისე საშიშია სტერეოსკოპული გამოსახულებების ყურება, თუ გადაღებული ობიექტი სწორად არის წარმართული. შესაბამისად, მისი დანახვაც შესაძლებელია, თუ გამოყენებული იქნება პოლარიზებული სისტემა (სადაც სტერეოსკოპული წყვილი გამოსახულებების შერწყმა ციმციმის გარეშე ხდება). ჩვენ მიერ აწყობილი აგრეგატი და გათვლებით გადაღებული ფოტო, ვიდეორგოლები ზემომოყვანილ თეორიებს ადასტურებს.



სურ. 1. 3D სტერეოსკოპული აგრეგატი

ამ აგრეგატს (სურათი) მსოფლიოში კონკურენტი არ გააჩნია იმ თვალსაზრისით, რომ შეგიძლია გადავიღოთ სტერეოსკოპული გამოსახულება მსვლელობისას რეალურ დროში, გადაღების შეწყვეტის გარეშე და თან ერთდროულად ვარეგულიროთ სტერეობაზა, კონვერგენცია და პარალაქსი შესაბამისი გადაღების დიაპაზონში როგორც ახლო, ისე შორ მანძილზე.

ლიტერატურა

1. Валушь Н. Л. Стереоскопия. М.: Академия наук СССР, 1962 г.
2. Копылов П.М. и Тачков А.Н. Телевидение и голография. М.: Связь, 1976 г.
3. Андреева О.В. Прикладная голография. Учебное пособие. Санкт-Петербург, 2008 г.

UDC G03B

SOME SPECTS OF 3D STEREOSCOPIC PHOTOGRAPHY DEVELOPMENT

G. Loladze, Z. Lomidze

Resume: This work is devoted to study and development of 3D stereoscopic photography and opinions expressed by different reseachers.

Beneficial and negative impacts of 3D stereoscopic photography from earlier years until today are represented.

Also here is reflected creation of modern 3D stereoscopic photography device on the basis of new look and approaches, which gives humans an opportunity to perceive a distance between things (both in close range and at long distance) in range which is common for him/her, without interruption in shooting. This device has no analogues not only in Georgia, but also worldwide.

Key words: 3D stereoscopic; convergence; parallax.

УДК G03B

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ ЗД-СЪЕМКИ

Лоладзе Г.З., Ломидзе З.А.

Резюме: Работа посвящена развитию 3д-стереоскопического изображения, а также изучению множества зарубежных исследовательских работ.

Приведены примеры отрицательной и положительной стороны 3д-съемки с самых ранних лет.

Также отражены наше видение и подход к созданию современного 3д-стереоскопического агрегата, который дает возможность человеку определить расстояние между предметами в обычном диапазоне, не прекращая съемки на дальних и близких расстояниях.

Данному агрегату аналога в мире не существует.

Ключевые слова: 3д-стереоскопия; конвергенция; параллакс.

Na₂CO₃-SrCO₃ - BaCO₃ - H₃BO₃-SiO₂ სისტემაში დაბალტემპერატურული პროცესების თერმოდინამიკური შეფასება

ა. სარუხანიშვილი, ვ. გორდელაძე, ნ. ანდულაძე*

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

E-mail: andguladzenikoloz@gmail.com

რეზიუმე: გამოკვლეულია Na₂CO₃ - SrCO₃ - BaCO₃ - H₃BO₃ - SiO₂ სისტემაში დაბალტემპერატურული პროცესები. თერმოდინამიკური საანგარიშო საშუალებებით დადგენილია, რომ 298–773 K ინტერვალში ბორის მჟავას გარდაქმნასთან ერთად მიმდინარეობს ამ მჟავასა და გარდაქმნილ მიღებულ პროდუქტთა, უპირატესად ნატრიუმის კარბონატთან ურთიერთქმედება სხვადასხვა სტექიომეტრიის ნატრიუმის ბორატების წარმოქმნით. ამავე ინტერვალში მოსალოდნელია სისტემის თხევადი ფაზის პირველი ულუფების წარმოქმნა.

საკვანძო სიტყვები: სისტემა; თერმოდინამიკური პარამეტრები; სტანდარტული მოლური სიდიდეები; კომპონენტთა ურთიერთქმედება.

1. შესავალი

საკვლევი სისტემის უსტრონციუმო ოთხკომპონენტური კომპოზიციები საკმაოდ ვრცლად არის შეწავლილი შესაბამის ლიტერატურაში [1-4]. ამ კვლევებით გაირკვა ამ სისტემაში მიმდინარე მრავალი ურთიერთქმედება 298–773 K ინტერვალში კომპოზიციითა და მუშავებისას. მრავალ მართებულ დასკვნებთან ერთად, ჩვენი აზრით, გაპარულია უზუსტობა – დაბალტემპერატურულ უბანში ურთიერთქმედებათა თერმოდინამიკური შეფასებისას არ არის გათვალისწინებული მასში მონაწილე კომპონენტთა არსებობის ზღვრული ტემპერატურები.

2. ძირითადი ნაწილი

უსტრონციუმო ოთხკომპონენტური სისტემაში თერმული და მუშავებისას მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების თერმოდინამიკა საკმაოდ ვრცლად არის წარმოდგენილია [1-4].

ნაშრომის ავტორთა ძირითადი მიზანი იყო დაედგინათ რა ცვლილებებია მოსალოდნელი ოთხკომპონენტური სისტემის კომპოზიციებში კიდევ ერთი კომპონენტ SrCO₃-ის შეყვანით. საკვლევი სისტემისადმი ყურადღება თანამედროვე ელექტრონიკისა და ელექტროტექნიკისათვის ეფუ-

ძალიან მნიშვნელოვანი კომპოზიციების მიღების შესაძლებლობითაა გამოწვეული.

ჩვენ მიერ ჩამოყალიბებული მიზნის მისაღწევად (სადაც გარკვეულ სისტემაში ხდება ნივთიერებათა ქცევის თერმოდინამიკური ანალიზის განხორციელება), პირველ რიგში, დასადგენი იყო სისტემაში შემავალ ნივთიერებათა შესაძლო ურთიერთქმედების ნუსხის შედგენა და ამ ურთიერთქმედებათა უზრუნველყოფისთვის თერმოდინამიკური მონაცემთა ბაზის [5-8] მზადყოფნის დადგენა.

პირველი ამოცანა შესრულდა 200-ზე მეტი რეაქციის შერჩევით. რეაქციათა ამ ნუსხის უმეტესი ნაწილი, რომელიც ახასიათებდა Na₂CO₃ - BaCO₃ - H₃BO₃-SiO₂ სისტემას, მოცემულია [1-4]-ში, დანარჩენი, SrCO₃-ის შემცველ რეაქციათა ნაწილი 50-ს უახლოვდებოდა. ზოგიერთი მათგანი ქვემოთაა წარმოდგენილი:

1. $SrCO_3 + 4H_3BO_3 \rightarrow SrO \cdot 2B_2O_3 + 6H_2O + CO_2;$
2. $SrCO_3 + 4HBO_2 \rightarrow SrO \cdot 2B_2O_3 + 2H_2O + CO_2;$
3. $SrCO_3 + 2B_2O_3 \rightarrow SrO \cdot 2B_2O_3 + CO_2;$
4. $SrCO_3 + SiO_2 \rightarrow SrO \cdot SiO_2 + CO_2;$
5. $SrCO_3 + 2BaCO_3 + 3SiO_2 \rightarrow SrO \cdot BaO \cdot 3SiO_2 + 3CO_2;$
6. $2SrCO_3 + Na_2CO_3 + 3SiO_2 \rightarrow Na_2O \cdot 2SrO \cdot 3SiO_2 + CO_2;$
7. $SrCO_3 + 2H_3BO_3 + 2SiO_2 \rightarrow SrO \cdot B_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 3H_2O + CO_2;$
8. $SrCO_3 + 2HBO_2 + 2SiO_2 \rightarrow SrO \cdot B_2O_3 \cdot 2SiO_2 + CO_2 + H_2O;$
9. $SrCO_3 + 2B_2O_3 + 2SiO_2 \rightarrow SrO \cdot B_2O_3 \cdot 2SiO_2 + CO_2;$
10. $3SrCO_3 + SiO_2 \rightarrow 3SrO \cdot SiO_2 + 3CO_2.$

საკვლევი ობიექტის თერმოდინამიკური შესწავლისთვის საჭირო მონაცემთა ბაზის ანალიზისას დადგინდა, რომ რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებების არცთუ მცირე რაოდენობის თერმოდინამიკური პარამეტრების (თ.პ.) სტანდარტული მოლური სიდიდეები დადგენილი არ არის. მათ რიცხვში Sr-ის ყველა ბორატი და სხვა მარტივი და რთული სილიკატური და ბორ-სილიკატური ნაერთები შედიოდა.

მათი დადგენისთვის სტრუქტურული ანალოგიისა და თვისებათა ადრეობის პრინციპებზე დაფუძნებულ [9,10] საანგარიშო მეთოდს მივმართეთ.

ერთ შემთხვევაში ნაერთში შემავალი ოქსიდები, ხოლო დანარჩენში ამ ოქსიდთა შერწყმით მიღებული მარტივი ბორატებისა და სილიკატების გამოყენება მიზანშეწონილი აღმოჩნდა.

განისაზღვრა $mSrO.nB_2O_3$ ნაერთთა ბუნებაში არსებული Sr-ის 4 ბორატის და 5 სილიკატის თერმოდინამიკური პარამეტრი. ანგარიშის შედე-

გები 1-ელ ცხრილშია წარმოდგენილი. აქვე მოტანილია მიღებულ სიდიდეთა ცდომილების ზღვრები, რომელიც განსაზღვრულია თითოეული რეაქციის $-\Delta G^0_{6,298}$ -ის ჰესის პირველი კანონის შედეგისა და თერმოდინამიკის გამაერთიანებელი განტოლებით მიღებული სიდიდეთა შედარებით.

ცხრილი 1

Sr-ის ნაერთთა თერმოდინამიკური პარამეტრის სტანდარტული მოლური სიდიდეები

ნაერთი	თბ-ის სტანდარტული მოლური სიდიდეები			$\Delta G'_{6,298}$ $\Delta G''_{6,298}$ %ში	შენიშვნა
	$-\Delta H^0_{f,298}$ კკალ/მოლი	S^0_{298} , კკალ/მოლი-K	$\Delta G^0_{f,298}$ კკალ/მოლი		
S^1B	474,44	32,68	450,58	2-5%-ის ფარგლებში	<p>პირობითი აღნიშვნები:</p> <p>-----</p> <p>$\Delta G'_{6,298}$ ბორატის (სილიკატის) მიღების რეაქციის ჯიბის თავისუფალი ენერგია ჰესის კანონის პირველი შედეგის მიხედვით,</p> <p>$\Delta G''_{6,298}$—იგივე თერმოდინამიკის გამაერთიანებელი განტოლების მიხედვით.</p> <p>S^1B არის $SrO \cdot B_2O_3$; S^1B_2—$SrO \cdot 2B_2O_3$; S^1_2B—$2SrO \cdot B_2O_3$; S^1_3B—$3SrO \cdot B_2O_3$; S^1_3S—$3SiO \cdot Si_2D_2$; $S^1B^1S_2$—$SrD \cdot BaO \cdot 2SiO_2$; $S^1B^1_2S_3$—$SzD \cdot 2BaO \cdot 3SiO_2$; $S^1B_5S_6$—$SrO \cdot 5BaO \cdot 6SiO$; $NS^1_2S_3$—$Na_2O \cdot 2SrO \cdot 3SiO_2$</p>
S^1B_2	792,08	35,62	747,88	“	
S^1_3B	630,87	42,85	601,67	“	
S^1_3S	785,77	55,85	751,07	“	
S^1_3S	667,67	52,14	642,7	“	
$S^1B^1S_2$	742,96	47,63	703,99	“	
$S^1B^1_2S_3$	1109,67	73,32	1050,63	“	
$S^1B^1_5S_6$	2209,72	150	2090,45	“	
$NS^1_2S_3$	1144,13	73,85	1084,47	2-5%	

კომპოზიციებში თერმული დამუშავებისას მიმდინარე რეაქციების ანალიზისთვის გამოყენებულ იქნა ჯიბის თავისუფალი ენერგიის მინიმუმაციის მეთოდი, ასევე მეთოდის რეალიზაციის ოთხი საშუალება – ულიხის პირველი და მეორე მიახლოებები, შვარცმან-ტიომკინის და კლასიკური მეთოდები.

რეაქციათა უმეტესობის ზემოაღნიშნული საშუალებით შეფასების შედეგებმა და შედარებამ გვაჩვენა, რომ ულიხის პირველი მიახლოების გამოყენება მიზანშეწონილია 1000K ტემპერატურამდე ულიხის მეორე მიახლოების და შვარცმან-ტიომკინის განტოლების – 1200–1400K ინტერვალში, ხოლო კლასიკურის – 1400K-ზე უფრო მაღალი ტემპერატურაზე.

ოთხკომპონენტის სისტემაში [4] მიმდინარე პროცესები ოთხ ტემპერატურულ ინტერვალში მიმდინარე მოვლენის აღწერას გვთავაზობს. პირველში (400–773K) მიმდინარე პროცესების შესწავლისას შემოთავაზებულია მოსაზრება, რომ ამ ინტერვალში მიმდინარეობს H_3BO_3 -ის გარდაქმ-

ნები, ასევე მისი (მუავას) და გარდაქმნის პროდუქტების – Na_2CO_3 -ის და $BaCO_3$ -სთან ურთიერთქმედება, რის შედეგადაც, ნაშრომის ავტორთა აზრით [1], შესაძლებელია ცვალებადი შედგენილობის ნატრიუმის ($mNa_2O.nB_2O_3$) ბორატების წარმოქმნა.

საკვლეფ სისტემაში $SrCO_3$ -ის შეყვანით გამოწვეული მოვლენების კვლევა ერთნიშნად მიგვიჩვენებს, რომ [1]-ში არცთუ სრულად კორექტული მოსაზრებაა გამოთქმული. ამის მიზეზია, რომ თერმოდინამიკური ანალიზისას გათვალისწინებული არ იყო H_3BO_3 -ის, HBO_2 -ისა და B_2O_3 -ის არსებობა კონკრეტულ ტემპერატურულ უბანში.

დაბალტემპერატურულ უბანში განვითარებული მოვლენის შესასწავლად მივმართეთ ბორმუავას შემცველ კომპოზიციებში შესაძლო რეაქციების თერმოდინამიკურ ანალიზს, რომელმაც გვიჩვენა რეაქციაში მონაწილე თითოეული ნაერთის არსებობის გათვალისწინების აუცილებლობა. მაგალითისთვის მე-2 ცხრილში წარმოდგენილია S^1B_2 -ს, S^1_2B -ის, $S^1B^1S_2$ -ისა და NB_2 -ის

მიღების რეაქციების თერმოდინამიკური შეფასების შედეგები B_2O_3 -ის „შემყვანი“ მასალის რაობის ცვლილებისა და მათი არსებობის ტემპერატურების გათვალისწინებით.

ცხრილში შემოთავაზებული ინფორმაცია ცალსახად გვიჩვენებს, რომ H_3BO_3 -ისა და HBO_2 -ის არსებობის შესაბამის ტემპერატურულ უბნებში,

სტრონციუმის დიბორატის (ისევე, როგორც ბარიუმისა) თანაობა ენერგეტიკულად მომგებიანი არ არის, პირიქით ნატრიუმის ბორატის შემთხვევაში $Na_2CO_3 + H_3BO_3$ და $Na_2CO_3 + HBO_2$ ურთიერთქმედება იგივე ტემპერატურულ ინტერვალში, თერმოდინამიკის თვალსაზრისით, ბევრად მომგებიანია.

ცხრილი 2

რეაქციათა თბ, $\Delta G^{\circ}_{r,T}=f(T)$ ფუნქცია და $\lg K_a$

რეაქციის №	რეაქცია	რეაქციის განხილვის ზღვრული ტემპერატურები, K	რეაქციის სტანდარტული მოლური თბ			$\Delta G^{\circ}_{r,T}=f(T)$ $\Delta G_{r,T}=\Delta H_{r,298} - S_{r,298} \cdot T$ კკალ/მოლი	$\lg K_a = \frac{\Delta G^{\circ}_{r,T}}{2.303RT}$ $\lg K_{თ} = \frac{-\Delta G^{\circ}_{r,T}}{2.303RT}$
			$\Delta H^{\circ}_{298,r}$ კკალ/მოლი	$S^{\circ}_{298,r}$ კკალ/მოლი·K	$\Delta G^{\circ}_{298,r}$ კკალ/მოლი		
1	$S^I_c + 4H_3B \rightarrow S^I_{b_2} + 6H_2O + CO_2$	298-440	103.99	0.2490	29.75	$103.99 - 0.2490 \cdot T$	298K-ზე -22,6 440K-ზე 2,76
2	$S^I_c + 4HB \rightarrow S^I_{B_2} + 2H_2O + CO_2$	440-500	58.86	0.1069	26.99	$58.86 - 0.1069 \cdot T$	442K-ზე -5.74 500K-ზე -2.36
11	$S^I_c + 2B \rightarrow S^I_{B_2} + CO_2$	450-700	14.19	0.0377	2.95	$14.19 - 0.0377 \cdot T$	500K-ზე 2.04 700K-ზე 3.81
12	$2S^I_c + 2H_3B \rightarrow S^I_2B + 3H_2O + 2CO_2$	298-44	113.64	0.1913	56.6	$113.64 - 0.1913 \cdot T$	298K-ზე -41.5 440K-ზე -14.63
13	$2S^I_c + 2HB \rightarrow S^I_2 + H_2O + 2CO_2$	440-500	91.37	0.1203	55.51	$91.37 - 0.1203 \cdot T$	500K-ზე -13.64
14	$2S^I_c + B \rightarrow S^I_2B + 2CO_2$	450-700	69.04	0.00857	43.49	$69.04 - 0.00857 \cdot T$	700K-ზე -2.82
15	$S^I_c + 2H_3B + 2S \rightarrow S^I_{B^I}S_2 + 3H_2O + CO_2$	298-440	51.82	0.1396	10.40	$51.82 - 0.1396 \cdot T$	298K-ზე -7.89 440K-ზე -4.77
16	$S^I_c + 2HB + 2S \rightarrow S^I_{B^I}S + H_2O + CO_2$	440-500	31.15	0.0685	10.73	$3115 - 0.0685 \cdot T$	440K-ზე -0.43 500K-ზე 1.35
17	$S^I_c + B + 2S \rightarrow S^I_{B^I}S_2 + CO_2$	450-700	8.88	0.0339	-1.29	$8.88 - 0.0339 \cdot T$	450K-ზე 3.09 700K-ზე 4.64
18	$N_c + 4H_3B \rightarrow NB_2 + 6H_2O + CO_2$	298-440	84.37	0.2498	9.86	$84.37 - 0.2498 \cdot T$	440 -ზე 12.68
19	$N_c + 4HB \rightarrow NB_2 + 2H_2O + CO_2$	440-500	42.84	0.1162	8.2	$42.84 - 0.1162 \cdot T$	500 -ზე 6.67
20	$N_c + 2B \rightarrow NB_2 + CO_2$	450-700	-1.87	0.0175	-3.34	$-1.87 - 0.0175 \cdot T$	700 -ზე 4.41

პირობითი აღნიშვნები: S^I-SrO; S-SiO₂; B-B₂O₃; B^I-BaO; S^Ic-SrCO₃; Nc-Na₂CO₃; H₃B-H₃BO₃; HB-HBO₂; S^IB^IS₂-SrO·BaO·2SiO₂; NB₂-Na₂O·2B₂O₃

ენერგეტიკულად მომგებიანი აღმოჩნდა S^1B_2 -ის შემთხვევაში $B_2O_3 + SrCO_3$ ურთიერთქმედება, მაშინ, როდესაც იგივე ურთიერთქმედება მიღებულია დისტრონციუმის (დიბარიუმის) შემთხვევაში.

რაც შეეხება $S^1B^1S_2$ -ის, H_3BO_3 -ის არსებობას ტემპერატურულ უბანში (HBO_2 -ისა და B_2O_3 -ის არსებობის ტემპერატურულ უბნებთან შედარებით), მისი მიღება ნაკლებად მოსალოდნელი აღმოჩნდა, რაც რამდენადმე განსხვავდება ლიტერატურაში [11] არსებული მოსაზრებისაგან, რომ დანბურიტის ($CaO \cdot B_2O_3 \cdot 2SiO_2$), რომელიც $S^1B^1S_2$ -ის ანალოგად განიხილება, მიღება შესაძლებელია მხოლოდ ჰიდროთერმული მეთოდით და არა მშრალი მასალების გამოყენებით. თუმცა, მეორე მხრივ, სარეაქციო არეში წყლის არსებობას შეეძლო ინიცირება გამოეწვია $HBO_2 + SrCO_3 (BaCO_3)$ და $B_2O_3 + SrCO_3 (BaCO_3)$ ურთიერთქმედებისთვის. ამ ერთი ნაერთის გარდა, სხვა $Sr (Ba)$ -ის შემცველი სამმაგი ნაერთების წარმოქმნა 298–773K ინტერვალში ძნელად წარმოსადგენია.

ხემათ აღნიშნულიდან გამომდინარე, დასკვნა იმის შესახებ, რომ 298–773K ტემპერატურულ ინტერვალში მოსალოდნელია $Sr(Ba)$ -ის ბორატების წარმოქმნა შეიძლება რამდენადმე შეიცვალოს. მათი წარმოქმნა ამორფული ბორის ოქსიდის ამ ელემენტთა კარბორატებთან ურთიერთქმედების შედეგად უფრო მაღალ ტემპერატურაზეა მოსალოდნელი. ამის შესაძლებლობას ავტორთან ერთად [1] დასაშვებად ვთვლით.

SiO_2 ნარჩენ კარბონატებთან ურთიერთქმედებაში აქტიურად უფრო მაღალ ტემპერატურებზე შედის. ამ ურთიერთქმედებაში სტრონციუმის კარბონატი ბარიუმის კარბონატის მსგავსი ხარისხის აქტიურობას იჩენს. პირველ რიგში სტრონციუმისა და ბარიუმის მარტივი სილიკატები წარმოიქმნება. თუმცა, დასაშვებია გართულება – სამოქსიდური ნაერთის მიღება, მაგრამ მათი არსებობა ხანგრძლივი არ უნდა იყოს სხვა ნაერთებთან, ევტექტიკების წარმოქმნისა და დაბალი დნობის ტემპერატურების გამო.

ამ სისტემებში გადამწვევტ როლს კომპოზიციათა მეტი ნაწილის ადვილდნობადი ნატრიუმის ოქსიდი ასრულებს. ერთი მხრივ, ადვილდნობადი ნაერთების და აგრეთვე ადვილდნობადი ევტექტიკების წარმოქმნის გამო, მეტადრე თუ განხორციელებულია კომპოზიციების მიღების წინასწარ გამიზნული ღონისძიებები.

3. დასკვნა

კვლევით დადგინდა, რომ H_3BO_3 -ის გარდაქმნებისა და მიღებული პროდუქტების არსებობის ტემპერატურული ზღვრების გათვალისწინებით შესწავლილი სისტემის კომპოზიციებში დაბალ ტემპერატურებზე შესაძლებელია ურთიერთქმედება მხოლოდ H_3BO_3 -ს, HBO_2 -სა და Na_2CO_3 -ს შორის, სხვადასხვა სტექიომეტრიის ნატრიუმის ბორატების წარმოქმნით. ამ ტემპერატურებზე Sr -ისა და Ba -ის ბორატების წარმოქმნა ენერგეტიკულად მომგებიანი არ არის. მათი წარმოქმნის დასაწყისი შესაძლებელია 773K-ზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე, B_2O_3 -ის და შესაბამისი კარბონატების მყარფაზა ურთიერთობის შედეგად, თხევადი ფაზის თანაობისას.

ლიტერატურა

1. ქ. კობიაშვილი. $Na_2O - BaO - B_2O_3 - SiO_2$ სისტემის რიგ კომპოზიციებში თერმული დამუშავებისას მიმდინარე პროცესების ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების თერმოდინამიკური ანალიზი. დოქტ. აკად. ხარ. მოსაპოვებლად წარდგენილი დისერტ. ავტორეფერატი. თბილისი: სტუ, 2014. გვ. 28.
2. ა. სარუხანიშვილი, დ. ბიბილეიშვილი, ქ. კობიაშვილი. საქ. ქიმ. ჟურნ. 13, №1, 2013.
3. Саруханишвили А.В., Бибилеишвили Д.В., Андгуладзе Н.Ш., Кобиашвили К.З. Изв. АН Грузии. Сер.хим., 39, №3-4, с. 2013.
4. Саруханишвили А.В., Бибилеишвили Д.В. Сб.мат. 111 межд. конф. по хим. и хим. техн. Ереван, 2013, с. 80-82.
5. Jokowa Harumi. J. Nat. Chem. Lab., Vol 83, special issue. 1988. P. 27-121.
6. Термические константы веществ / Под. В.П. Глушко, М.: АН ССР, Вып. 1-Х, 1965-1981.
7. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. М.: Строиздат, 1986.- 407 с.
8. Карпов И.К. и др. Константы веществ для термодинамических расчетов в геохимии и петрологии. М.: Наука, 1968.- 144 с.
9. Саруханишвили А.В., Мацаберидзе Э.Л. Сб. мат. 111 межд. конф. по хим. и хим. техн. Ереван, 2010, с. 21-25.
10. Саруханишвили А.В., Рачвелишвили Н.Дж., Горделадзе В.Г. Хим. журн. Грузии. №1, с. 308-311.
11. Торопов Н.А. и др. Диаграммы состояния силикатных систем. Справ. Вып. 111. М.-Л.: Наука, 1072.- 448 с.

UDC 554.11/123..666.32/36

THERMODYNAMIC ASSESSMENT OF LOW-TEMPERATURE PROCESSES IN THE SYSTEM OF Na_2CO_3 - SrCO_3 – BaCO_3 – H_3BO_3 - SiO_2

A. Sarukhanishvili, V.Gordeladze, N. Andguladze

Resume: In the work the issues of thermodynamics of low-temperature processes running in the five component system are considered. For relief of thermodynamic assessment of reactions in calculation ways the standard molar meanings of about 10 substances have been established.

Results of the conducted assessment have been shown which indicate that the low-temperature inter-actions of components of the system are in straight connection with the H_3BO_3 behavior and products of its conversion in the course of growth of temperature.

Key words: thermodynamics, temperature, processes, component, system, calculation, standard, molar meanings, substances, results, products, conversion.

УДК 554.11/123..666.32/36

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ Na_2CO_3 - SrCO_3 – BaCO_3 – H_3BO_3 - SiO_2

Саруханишвили А.В., В.Г. Горделадзе В.Г., Н.Ш. Андгуладзе Н.Ш.

Резюме: Рассматриваются вопросы термодинамики низкотемпературных процессов, протекающих в пятикомпонентной системе. Для облегчения термодинамической оценки реакций расчетным способом установлены стандартные мольные значения около 10 веществ.

Приведены результаты проведенной оценки, показывающие, что низкотемпературное взаимодействие компонентов системы находится в прямой связи с поведением H_3BO_3 и продуктов ее превращений в ходе нарастания температуры.

Ключевые слова: термодинамика; низкотемпературные; процессы; оценки; стандартные; мольные значения; продукты; нарастание температуры.

შპს 553.541.549

ყვარლის ფიქალის საფუძველზე ფოროვანი მასალის მიღების შესაძლებლობის შესწავლა

თ. ჭეიშვილი, ზ. ჯავაშვილი

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

E-mail: tcheishvili@gtu.ge

რეზიუმე: მოყვანილია გარკვეული ქიმიური შედგენილობის, ყვარლის ფიქალის საფუძველზე, ფოროვანი მასალის მიღების შესაძლებლობის შესწავლის შედეგები. დადგენილია თერმოდამუშავების პირობების გავლენა ფიქალში მიმდინარე ფაზურ გარდაქმნებზე და მასალის აფუების საწყისი პირობები. ჩატარებული კვლევის საფუძველზე შესაძლებელი გახდა ფიქალიდან ფოროვანი მასალის მიღება.

საკვანძო სიტყვები: ფიქალი; ფოროვანი მასალა; თერმული დამუშავება; ფაზური შედგენილობა; ფიზიკური მდგომარეობა.

1. შესავალი

ფოროვანი მასალები მრავალფეროვანია (ორგანული და არაორგანული სახეობა) და მათი მიღება სხვადასხვა ხელოვნური და ბუნებრივი მასალებიდან ხდება. ფოროვანი მასალების მიმართ არსებული მოთხოვნები განისაზღვრება მათი ფუნქციური დანიშნულებით, საექსპლუატაციო თვისებებით და ეკონომიკურობით. ასეთ მასალებში განსაკუთრებული ადგილი უკავია სილიკატურ ბუნებრივ ნედლეულზე მიღებულ ფოროვან მასალებს, რომლებიც მრავალი დადებითი თვისებით და მიღების ტექნოლოგიის სიმარტივით გამოირჩევა [1, 2].

საქართველოში მოიპოვება მრავალი სახის ბუნებრივი მასალა, რომლებიც პერსპექტიულია სამრეწველო, აგარარული, სამედიცინო და სხვა დარგში გამოსაყენებელ ფოროვან მასალათა მისაღებად. ასეთ მასალებს მიეკუთვნება ისეთი მინისებრი ან/და კრისტალური ბუნების წყალშემცველი ქანები, როგორიცაა პერლიტი, ობსიდიანი, თიხების სახეობები და სხვა. მათგან ფოროვანი, თბოსაიზოლაციო, აკუსტიკური, ცეცხლგამძლე მსუბუქი ნაკეთობის და სხვა ნაწარმის მიღება ძალზე პერსპექტიულად არის მიჩნეული. გამოყენების სფეროთა მრავალფეროვნება, ნედლეულის ხელმისაწვდომობა, ნედლეულის მომზადება – პროდუქტის მიღების ტექნოლოგიური "მოკლე" ციკლი, დანადგარების და მათი ექსპ-

ლუატაციის სიმარტივე და ა.შ. წინაპირობას ქმნის ასეთი ნედლეულის ფართო გამოყენებისათვის [2, 3].

ფოროვანი მასალების მიღების შესაძლებლობა, ადგილობრივი ნედლეულის საფუძველზე, ადრეც იყო შესწავლილი, კერძოდ დადგინდა მრავალი პერლიტური ჯგუფის ქანების (პერლიტი, ობსიდიანი, პერსპექტივები, ადვილდნობადი თიხა და ა.შ.) აფუების პირობები და მიღებული პროდუქტის ძირითადი მახასიათებელი თვისებები, განისაზღვრა გამოყენების სფეროები [3, 4].

ბოლო წლებში აქტიურად განიხილება ყვარელში არსებული ფიქალების (დელუვიონის) გამოყენების საკითხი თბოსაიზოლაციო, სამშენებლო, კერამიკული, მინისებრი და სხვა სახის ნაწარმის მისაღებად. ამ მიმართულებით ძირითადი აქცენტი გადატანილია ფიქალის (დელუვიონის) შემცველ კომპოზიციათა მიღებისა და თვისებების შესწავლაზე, მაგრამ ნაკლები ყურადღება ექცევა მასალის ინდივიდუალურ თვისებათა გამოკვლევას, რაც აუცილებელია მისი, როგორც სამრეწველო ნედლეულის, პერსპექტიულობის განსაზღვრისათვის [5, 6].

აღნიშნულიდან აქტიურად შეიძლება ჩაითვალოს გარკვეული ქიმიური შედგენილობის ფიქალის (დელუვიონის) ფიზიკურ-ქიმიურ გარდაქმნათა შესწავლა თერმულ დამუშავებასთან ერთად.

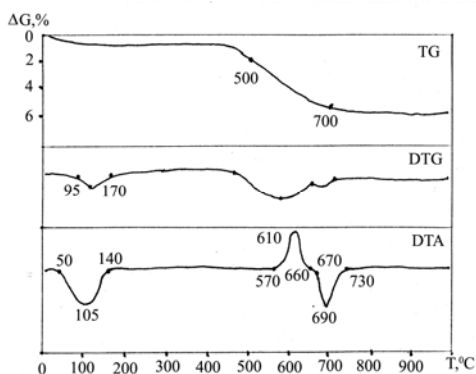
2. ძირითადი ნაწილი

ყვარლის ფიქალის (დელუვიონის) საფუძველზე აფუებული მასალების მიღების პერსპექტიულობის განსაზღვრას წინ უძღოდა ტრადიციული ნედლეულის – პერლიტის და დელუვიონის შედგენილობათა შედარება. პერლიტთა ჯგუფის შესწავლილი მასალების და საკვლევი დელუვიონის ქიმიური შედგენილობები მოყვანილია 1-ელ ცხრ-ში, საიდანაც მათი ქიმიური მსგავსება და განსხვავება იკვეთება. წარმოდგენილი პერლიტების და ობრიდიანის ქიმიური შედგენილობა აღებულ იქნა ლიტერატურიდან [3, 4], ხოლო დელუვიონის შედგენილობა ჩვენ მიერ იქნა განსაზღვრული გარკვეული სინჯისათვის.

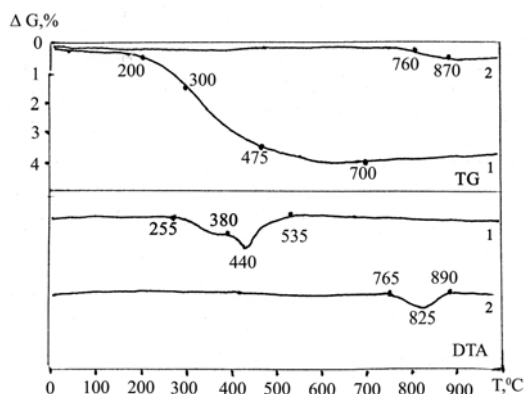
საქართველოს პერლიტური მასალების და ფიქალის (დელუვიონის) სინჯების ქიმიური შედგენილობა

მასალა	ქიმიური შედგენილობა, წონ. %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O+K ₂ O	SO ₃	Fe ₂ O ₃	ბუნებრივი დანაქარგები
ფარავნის პერლიტი	70.0-73.0	12.1-14.3	1.1-2.1	0-1.7	4.0-8.0	0.7-3.9	1.0-3.0	3.0-5.0
ფარავნის ობსიდიანი	77.0-76.0	12.5-15.6	1.1-2.0	0-1.5	6.0-6.5	0.1-0.7	0.9-3.0	0.1-0.5
ყვარლის ფიქალი (დელუვიონი)	57.6	19.4	1.3	2.9	4.7	0.9	7.2	6.0

ოქსიდების სახეობათა თანხვედრასთან ერთად შეიმჩნევა მათი შემცველობის მკვეთრი განსხვავება, განსაკუთრებით ოთხ შემადგენელს შორის. ესენია: ფიქალში სიმცირით გამორჩეული SiO₂, ჭრბი რაოდენობით წარმოდგენილი Al₂O₃ და Fe₂O₃.



ნახ. 1. ყვარლის ფიქალის თერმული ანალიზის შედეგები

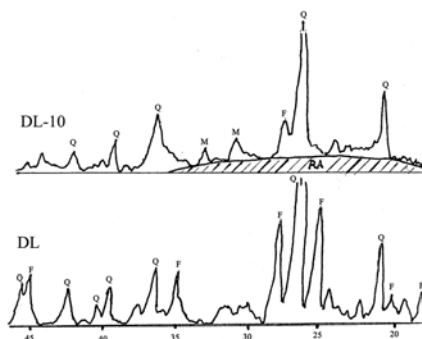


ნახ. 2. პერლიტის (1) და ობსიდიანის (2) თერმული ანალიზის შედეგები

კიდევ ერთი მახასიათებელი ფიქალის ხურების დანაქარგია, რომელიც პერლიტის და ობსიდიანის შესაბამის მახვენებლებს აღემატება. ქიმიურ შედგენილობებში არსებული სხვაობა, დასახული ამოცანიდან გამომდინარე, მოითხოვდა საცდელი კვლევის ჩატარებას, რაც განხორცი-

ელდა 1-ელ ცხრილში მოყვანილი შედგენილობის ფიქალთან დაკავშირებით. ამისათვის საკვლევი მასალის შესწავლა სამი მიმართულებით განხორციელდა: თერმულად დამუშავებული მასალის ფიზიკური მდგომარეობის შეფასება, კვლევის დიფერენციალურ-თერმული და რენტგენოფიზიკური მეთოდების გამოყენებით სტრუქტურული ცვლილებების შესწავლა.

ყვარლის ფიქალის აფუების უნარის შედარებითი შეფასებისათვის მნიშვნელოვანი იქნებოდა ჩვენ მიერ ჩატარებული მისი თერმული ანალიზის შედეგების (ნახ.1) შედარება სხვა ცნობილ აფუებად მასალებთან – პერლიტსა და ობსიდიანთან (ნახ.2), რომელთა შესწავლის შედეგები აღებულია [4]-დან. მე-2 ნახ-ზე წარმოდგენილი TG და DTA მრუდების შედარებით შემდეგი შეფასების გაკეთება შეიძლება: პერლიტის და ობსიდიანის ნიმუშების თერმოგრამაზე ენდოთერმული ეფექტები შეიმჩნევა, შესაბამისად, 300–500°C და 800–900°C-ზე. ამავე ტემპერატურულ ინტერვალს ემთხვევა მასალათა წონის დანაქარგების მაქსიმუმი – თითქმის 4%-იანი მნიშვნელობები შეესატყვისება პერლიტს, ხოლო უმნიშვნელო (0,5%-მდე) ობსიდიანს (TG მრუდი, ნახ. 1), რაც მათ მიერ ჰიდრატული წყლის დაქარგვას უკავშირდება [4].



ნახ. 3. საწყისი (DL) და 1000°C დამუშავებული (DL-10) ყვარლის ფიქალის (დელუვიონის) რენტგენოგრამების ფრაგმენტები. ძირითადი ფაზების აღნიშვნები: M- ქარგები, Q-კვარცი, F- მინდვრის შპატები, -რენტგენოამორფული ფაზა

ყვარლის ფიქალზე (დელუვიონი) დერივატოგრაფით [6] ჩატარებული ანალიზით (DTA, DTG, TG მრუდები, ნახ. 1) გამოვლინდა მასალის მიერ პიდრატული წყლის დაკარგვის უნარი, ხოლო $100 \pm 30^\circ\text{C}$ ტემპერატურიდან 570°C -მდე სტაბილურობით არის წარმოდგენილი, საკვლევი მასალა მნიშვნელოვან გარდაქმნებს განიცდის $570-730^\circ\text{C}$, რაც DTA მრუდის სვლით ფიქსირდება და ორი

სახასიათო რეფლექსებითაა წარმოდგენილი: $570-660^\circ\text{C}$ ინტერვალში განლაგებული ეგზოთერმული და $630-735^\circ\text{C}$ ენდოთერმული. აღსანიშნავია, რომ DTG მრუდზე $570-730^\circ\text{C}$ -ზე აღნიშნულ თერმოფექტებს შეესატყვისება ძალზე სუსტი რეფლექსები, მაგრამ წონის (ΔG) მაქსიმალურად შესაძლებელი კლება (მრუდი TG, ნახ.1).

ცხრილი 2

ყვარლის ფიქალის თერმოდამუშავების შედეგები

პირობითი აღნიშვნა	დამუშავების პირობები		ვიზუალური შეფასების შედეგები
	ტემპერატურა, $^\circ\text{C}$	დრო, სთ	
DL-1,1	110	3	ფხვიერი, რუხი ფერის მასა
DL-6	600	3	ფხვიერი, ღია ჩალისფერი მასა
DL-6,5	650	3	იგივე, რაც DL-6
DL-7,5	750	2	იგივე, რაც DL-6
DL-8,5	850	2	ზედაპირზე, მუქი ჩალისფერი, მასაში მურა ფერის ფხვიერი მასა
DL-9,5	950	2	ზედაპირზე მოყავისფრო, ხოლო მასაში მურა ფერის აფუებული მასა
DL-10,5	1050	2	აფუებული, მუქი ყავისფერი მასა

ფიქალის ქიმიური შედგენილობიდან გამომდინარე, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ DTA მრუდზე დაფიქსირებული ეგზოთერმული მასალაში არსებული ნაერთის ჟანგვით პროცესთან უნდა იყოს დაკავშირებული. ასეთი ნაერთი რკინის (II) ოქსიდით შეიძლება ყოფილიყო წარმოდგენილი, რომლის Fe_2O_3 -მდე ჟანგვით თერმოფექტის წარმოქმნის შესაძლებლობა იქნება. მაგრამ, ამ პროცესის პარალელურად მოსალოდნელია ქარსების დეჰიდრატაციის უფრო ინტენსიური პროცესების წარმართვა, რაც საბოლოოდ წონის (ΔG) კლებით და DTG მრუდზე დაფიქსირებული სუსტი რეფლექსებით აისახა. თერმოდამუშავებით გამოწვეული მასალის სტრუქტურული გარდაქმნების არსებობა ფიქალის რენტგენოფაზურმა ანალიზმა აჩვენა (ნახ.3). დადგინდა, რომ თერმული დამუშავებით იცვლება მასალის ფაზური შედგენილობა, რაც ორმაგი ხასიათისაა – რიგი ფაზათა რაოდენობის შემცირება (პიკების ინტენსიურობის კლება) და ახალი რენტგენომორფული ფაზის წარმოქმნა. ამ უკანასკნელის არსებობა თერმული დამუშავებითაა განპირობებული და, ძირითადად, მინდვრისშპატიანი და სხვა ფაზების ამორფულ მდგომარეობაში გადასვლას უკავშირდება. აღნიშნულის დასტურად მე-3 ნახ-ზე წარმოდგენილი კვარცისათვის (G) მიკუთვნებული რეფლექსების უცვლელობა, ხოლო მინდვრისშპატიანი (F) და სხვა შემადგენელი ფაზების (მაგალითად, ქარსის (M)), რენტგენოგრამაზე წარმოდგენილი რეფლექ-

სების ინტენსიურობის შემცირება შეიძლება იქნეს მიჩნეული [7].

თერმული ანალიზის და რენტგენოფაზური კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, ყვარლის ფიქალში თერმულ დამუშავებას უნდა გამოეწვიოს გარკვეული გარდაქმნები, რაც სრულად დადასტურდა სხვადასხვა ტემპერატურაზე დამუშავებული ფიქალის ფიზიკური მახასიათებლების (ფერი, სახეცვლილება) შეფასებით. მე-2 ცხრილში წარმოდგენილი შედეგებიდან გამომდინარე (საკვლევი ობიექტს ფხვიერი მასალა წარმოადგენდა), შეიძლება ორი ფაქტის გამოყოფა: მასალას ახასიათებს ფერის შეცვლა 600°C -ზე, ხოლო აფუებისადმი მიდრეკილება 900°C -ზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე დამუშავებისას.

3. დასკვნა

ყვარლის ფიქალში, მისი თერმული დამუშავებით, შესაძლებელია სტრუქტურული ცვლილებების არსებობა, რომლებიც ფიქსირდება მასალის თერმული დამუშავებით–სახეცვლილებით და რენტგენოსტრუქტურული კვლევის მეთოდით. საკვლევი მასალის $600-1000^\circ\text{C}$ ინტერვალში თერმოდამუშავებით დადგინდა ამორფული შემადგენლის წარმოქმნა და ფიქალის აფუების შესაძლებლობა, რომლის ინტენსიურობის პიკი 900°C -დან იწყება. ჩატარებული კვლევით დადასტურდა ფიქალის აფუებისადმი მიდრეკილება, რაც მას პერსპექტიულს ხდის ფოროვანი მასალების მიღების თვალსაზრისით.

ლიტერატურა

1. Пористые материалы. ru.wikipedia.org. 2013.
2. Китайцев Д.А. Технология теплоизоляционных материалов. М.: Стройиздат. 1970. - 384 с.
3. Каменецкий С.П. Перлиты: Свойства, технология и применение. М.: ГИЛАСМ, 1963. - 280 с.
4. ნ. კაკაბაძე, ნ. ქორქაშვილი, თ. მეტონიძე. აფუ-ეპული პერლიტი და მისი გამოყენება. თბი-ლისი: საბჭოთა საქართველო, 1966. -143 გვ.
5. ლ. გაბუნია, ი. ქამუშაძე, ე. შაფაქიძე, ი. გე-ჯაძე. აფუეპული მასალების მიღება ადგი-ლობრივი მაგმური ქანების გამოყენებით // კერამიკა, 2011 წ. №2, გვ. 3-5.
6. Схвитаридзе Р.С., Саруханишвили А.В., Чеишвили Т.Ш. и др. Исследование щебня двух месторож-дений Грузии // Керамика, 2002, №1, с.13-15.
7. Зевин Л.С., Завьялова Л.Л. Количественный рентге-нографический анализ. М.:Недра, 1974. - 184с.
8. თ. მანაღაძე. თერმული ანალიზი. თბილისი: სტუ, 2006. - 92 გვ.

UDC 553.541:549

FEASIBILITY STUDY TO OBTAIN POROUS MATERIALS ON THE BASE OF SHALE OF KVARELI ORIGIN Cheishvili T., Javashvili Z.

Resume: The paper offers the results of feasibility study to obtain porous materials on the base of shale of definite composition of Kvareli origin. Effect of thermal treatment terms on phase transformations going on in shale was established and starting conditions of shale swelling process were determined. On the base of implemented experiments a supposition has been made about the possibility to obtain porous materials from shale.

Key words: shale, porous material, thermal treatment, phase composition, physical state

УДК 553.541:549

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КВАРЕЛЬСКОГО СЛАНЦА Чеишвили Т.Ш., Джавашвили З.Д.

Резюме: Представлены результаты изучения возможности получения пористых материалов на основе кварельского сланца определенного состава. Установлено влияние условий термообработки на фазовые превращения в сланце и определены начальные условия процесса вспучивания сланца. На основе проведенного исследования делается предположение о возможности получения из сланца пористых материалов.

Ключевые слова: сланец; пористый материал; термообработка; фазовый состав; физическое состояние.

მილოცვა

*სახელოვან მეცნიერსა და მკვლევარს,
ბატონ გურამ გაფრინდაშვილს 80 წელი შეუსრულდა.
ვუსურვებთ ჯანმრთელობას, დიდხანს სიცოცხლეს და წარმატებებს
შემოქმედებით საქმიანობაში და პირად ცხოვრებაში.*

*ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი
საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაცია,*

ჟურნალ „კერამიკის“ სარედაქციო კოლეგია

ზვიად კოვზირიძე

ყოველი ადამიანის პიროვნული სახის ჩამოყალიბება უწინარესად იმ ღირებულებებს ეფუძნება, რომლებიც თავად ყველაზე ფასეულად მიაჩნია. ზვიად კოვზირიძისთვის ასეთი ღირებულებებია პატიოსნება, კეთილსინდისიერება, ინტელექტი, ნიჭი, შრომისმოყვარეობა, ერთგულება და სიკეთე. ბატონ ზვიადს ურყევად სწამს, რომ სწორედ ამ ღირებულებებით შემკულ ადამიანებს ძალუძთ დაუცხრომელი სწრაფვა პროგრესისაკენ, რაც, თავის მხრივ, ბედნიერებას და კეთილდღეობას მოუტანს საზოგადოებას. ამდენად, ქვეყნის მმართველობის სადავეებიც ხელთ სწორედ ასეთ ადამიანებს უნდა ეპყრათ.

დაიბადა 1945 წლის 3 თებერვალს თბილისში. მშობლებმა, დავით და თამარ კოვზირიძეებმა ბავშვობიდანვე აზიარეს შვილები – ზვიადი და აკაკი ჭეშმარიტ ადამიანურ ფასეულობებს და იმთავითვე ჩაუნერგეს, რომ ყველა ადამიანის უპირველესი მოვალეობა სამშობლოს სამსახურია. ბატონი დავითი, რომელიც ქართული და გერმანული ენების სპეციალისტი გახლდათ, ზვიადისათვის ყველაფერში მისაბაძი და მაგალითის მიმცემი იყო. დედა, თამარ სიმონიშვილ-კოვზირიძე განათლებით ფილოლოგი, ქართულის სპეციალისტი, პედაგოგიურ მეცნიერებათა კანდიდატი როგორც საკუთარი შვილების, ისე თავისი მოწაფეების სულებში, უპირველეს ყოვლისა, სათნოებასა და სიკეთეს თესდა. ამდენად, ზვიად და აკაკი კოვზირიძეების სახით ჩვენს საზოგადოებას მართლაც რომ ღირსეული წევრები შეემატნენ. ამ სიტყვების ჭეშმარიტებაში დასარწმუნებლად მათი ბიოგრაფიის გაცნობაც კმარა. ზვიად კოვზირიძის მოსწავლეობის წლები მე-60 და 30-ე საშუალო სკოლას უკავშირდება. იგი დიდი სითბოთი იხსენებს საყვარელ მასწავლებლებს: ქალბატონ თამარ ჟღენტს, ბატონ იაშა ბურჭულაძეს და სხვებს.

ბატონმა ზვიადმა წარჩინებით დაამთავრა სკოლა და სწავლის გაგრძელებაზე დაიწყო ფიქრი. სხვათა შორის, ბევრი გააკვირვებელი იყო, როდესაც მედალოსანმა ჭაბუკმა იმ დროისთვის პრესტიჟული ნებისმიერი უმაღლესი სასწავლებლის ნაცვლად, სპორტის განსაკუთრებული სიყვარულის გამო, საბუთები სახელმწიფო ფიზიკური კულტურის ინსტიტუტში შეიტანა და დიდი მონდომებით სწავლობდა და აქაც, როგორც ყოველთვის, წარჩინებულ სტუდენტთა შორის იყო. საფუძვლიანად ეუფლებოდა ნიჩბოსნობას, რომელსაც ორი ათეული წელი ემსახურა. ფიზიკულტურის ინსტიტუტის მაშინდელი რექტორი, ბატონი ალექსანდრე ფალავანდიშვილი ის ადამიანი გახლდათ, რომელსაც ზვიად კოვზირიძე დღესაც თავისი ცხოვრების მასწავლებლად მიიჩნევს. ასეთები მას მრავლად შეხვდნენ – ტექნიკურ უნივერსიტეტში სწავლის წლებში და შემდგომი საქმიანობის დროსაც. სტუდენტი იყო, როდესაც მშობლები გარდაეცვალნენ. ამ ამბავმა თავზარი დასცა, ძირეულად შეცვალა მისი ცხოვრება, საქმისადმი, ადამიანებისადმი დამოკიდებულება და უდიდესი პასუხისმგებლობა დააკისრა საზოგადოებისა და ოჯახის, განსაკუთრებით უმცროსი ძმის წინაშე.

ფიზიკულტურის ინსტიტუტის წარჩინებით დამთავრების შემდეგ ზვიად კოვზირიძე საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ქიმიური ტექნოლოგიის ფაკულტეტის სტუდენტი ხდება. სპეციალობად კერამიკისა და ცეცხლმედეგი მასალების ქიმიურ ტექნოლოგიას ირჩევს. მომავალი ქიმიკოსი არც აქ ღალატობს ტრადიციას და მთელ ფაკულტეტზე ერთ-ერთი საუკეთესო სტუდენტია. სწავლის პარალელურად აკადემიურ ნიბოსნობაში საქართველოს ნაკრების მწვრთნელად და უფროს მწვრთნელად მუშაობს (დაგვეთანხმებით, ეს მართლაც იშვიათი სინთეზია). 1971 წელს ზვიად კოვზირიძეს დამსახურებული მწვრთნელის წოდება მიენიჭა. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ 25 წლის ზ. კოვზირიძე იმ დროისათვის საბჭოთა კავშირში ყველაზე ახალგაზრდა დამსახურებული მწვრთნელი გახლდათ (სპორტის ნებისმიერ სახეობაში). 20 წელი ემსახურა ბატონი ზვიადი აკადემიური ნიბოსნობის განვითარებას საქართველოში და ამ ხნის მანძილზე სპორტის ამ სახეობაში საბჭოთა კავშირის ცხრა სპორტის ოსტატი და ერთი საერთაშორისო კლასის სპორტის ოსტატი, სსრკ პრიზიორები და ჩემპიონები აღზარდა, მათ შორის ოთხი სპორტსმენი სსრკ ნაკრების წევრი, ხოლო ორი მიუნხენის და მონრეალის ოლიმპიური თამაშების მონაწილე იყო. ყველა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტები იყვნენ.

წარმატებული იყო მისი პირველი ნაბიჯები სამეცნიერო ასპარეზზე. ოცი წელი იმუშავა ახალგაზრდა სპეციალისტმა მშობლიური ტექნიკური უნივერსიტეტის სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრაზე არსებული მხატვრული კერამიკისა და მინის ლაბორატორიის უფროს მეცნიერ თანამშრომლად, შემდეგ ამავე ლაბორატორიის კერამიკის განყოფილების გაძღვლა მიანდეს. სწორედ მაშინ მოამზადა საკანდიდატო დისერტაცია, რომელიც 1976 წელს დაიცვა. მომდევნო ეტაპი მის სამეცნიერო-კვლევით მოღვაწეობაში სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრასთან მისი ინიციატივით დაარსებული სტუდენტთა საკონსტრუქტორ-ტექნოლოგიური ბიუროს ხელმძღვანელობა იყო. ამას მოჰყვა სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრასთან ასევე მისი ინიციატივით დაარსებული კონსტრუქციული და ელექტროსაიზოლაციო კერამიკის ტექნოლოგიური ბიუროს ხელმძღვანელობა და დაუღალავი მუშაობა სადოქტორო დისერტაციაზე “ბარიტისა და პერლიტის გამოყენებით ცელზიანური და ალუმინსილიკატური კერამიკის მიღების მეცნიერული საფუძვლებისა და ტექნოლოგიების შემუშავების შესახებ”, სადაც შეასრულა ამ მასალათა კონსოლიდაციის პროცესის მათემატიკური გათვლა, რისთვისაც 1987 წელს საქართველოს მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის პრემია დაიმსახურა. ასეთი იყო მისი სადოქტორო დისერტაციის თემა, რომელიც 1993 წელს დაიცვა ჯერ გერმანიაში, შემდეგ საქართველოში. მომდევნო წელს კი სტუ-ის სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრის დოცენტ ზვიად კოვზირიძეს პროფესორის წოდება მიენიჭა. მისი სამეცნიერო საქმიანობის ძირითადი მიმართულებაა “ნანოტექნოლოგიებით მიღებული მრავალკომპონენტური გაუმჯობესებული სტრუქტურის კერამიკული და პოლიმერული კომპოზიციები მფრინავი აპარატების ცხელ კვანძებსა და აგრესიულ მედიებში სამუშაოდ, ბალისტიკური ჯავშნისა

და რაკეტების საწვავის ავზებიდან გაჟონვის დასაფიქსირებელი გადამწოდებისათვის B4C-BN-SiC-Si3N4-TiC-AlN-Al2O3-Si2ON2-TiB2” სისტემებში. ამ საკითხებზე იგი რამდენიმე სამეცნიერო გრანტის ხელმძღვანელი იყო. მან მათემატიკურად გამოთვალა თერმო-გრადიენტური ეფექტის ფორმულა, რომელიც 2004 წელს გამოქვეყნდა. აღსანიშნავია გამოქვეყნებულ სტატიებზე გამოცხადი. ერთ-ერთი სტატია, რომელიც მან გამოაქვეყნა აშშ-ის (იმპაქტ-ფაქტორის მქონე) ჟურნალში – Journal of Cancer Therapy 2014 წელს წაიკითხა International Journal of Cancer Therapy and Oncology (IJCTO) ჟურნალის მთავარმა მენეჯერმა სუდარშან საინმა, რომელმაც მოსწერა ბატონ ზვიადს: „წავიკითხე თქვენი დიდებული სტატია “მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმია და მაგნიტური ჰიპერთერმია კიბოს ზედაპირული (კანის) დაავადებების სამკურნალოდ”. ვთვლი, რომ სტატიაში გამოქვეყნებული თქვენი გამოკვლევა უდიდესი შენაძენია თანამედროვე ლიტერატურისათვის კიბოს თერაპიისა და ონკოლოგიის დარგში” (თარგმანი დაცულია). შემდეგ მენეჯერი ბატონ ზვიადს სთავაზობს, გამოაქვეყნოს ნაშრომი მის ჟურნალში და სწერს: “...და ეს იქნებოდა უდიდესი პატივი IJCTO-თვის, თუ გვექნებოდა შესაძლებლობა გამოგვექვეყნებინა თქვენი ნაშრომი IJCTO-ში” (თარგმანი დაცულია). 2014 წლის ნოემბერში ბატონმა ზვიადმა მიიღო წერილი აშშ-ის ჟურნალების უდიდესი გაერთიანება SCIRP-დან. ქალბატონი შირლეი სწერს: “ძვირფასო ზვიად კოვზირიძე, გწერთ რათა გაცნობოთ, რომ თქვენი ავტორობით გამოქვეყნებული სტატია “მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმია და მაგნიტური ჰიპერთერმია კიბოს ზედაპირული (კანის) დაავადებების სამკურნალოდ” სიმსივნური თერაპიის ჟურნალში SCIRP-დან 397-ჯერ იქნა ჩამოტვირთული. გილოცავთ ამ გრანდიოზული კვლევითი სამუშაოს შესრულებას. იმისათვის, რომ უფრო მეტმა ადამიანმა შესძლოს თქვენი სტატიის წაკითხვა, დაგეგმილია შემდგომი სარეკლამო სამუშაო” (თარგმანი დაცულია). 2014 წლის დეკემბრისათვის სტატია ინტერნეტში ნანახი იყო 1527-ჯერ, ხოლო ჩამოტვირთა 512-ჯერ. სულ ახლახანს, 2014 წლის 4 დეკემბერს, მან თანამშრომლებთან თანაავტორობით გამოაქვეყნა სტატია აშშ-ის ასევე “იმპაქტ-ფაქტორის” მქონე ჟურნალში “Journal of Electronics Cooling and Thermal Control”. გამოსმაურება მოჰყვა სტატიას: “Obtaining of Nanocomposites in SiC-SiAlON and Al2O3-SiAlON System by Alumothermal Processes” (ნანოკომპოზიტების მიღება SiC - SiAlON და Al₂O₃ - SiAlON სისტემაში ალუმინთერმული პროცესებით).

ჟურნალის რედაქცია ბატონ ზვიადს სწერს: “თქვენი ინტელექტუალური წვლილი ამ სფეროში ძალიან მაღალ დონეზეა შეფასებული” (თარგმანი დაცულია). აღსანიშნავია, რომ სტატია გამოქვეყნდა 2014 წლის 4 დეკემბერს და იმავე დღეს ინტერნეტიდან 21-ჯერ ჩამოტვირთა, ხოლო 11 დეკემბერს (ერთი კვირის შემდეგ) – 145-ჯერ.

იმავე ჟურნალში გამოქვეყნებული სტატიები: Z. Kovziridze, Z. Mestvirishvili, G. Tabatadze, N.S. Nijaradze, M. Mshvildadze, E. Nikoleishvili. „Improvement of Boron Carbide Mechanical Properties in B4C-TiB2 and B4C-ZrB2 System” ინახა ინტერნეტში ანუ დაინტერესდა 3558 მეცნიერი, ხოლო

ჩამოიტვირთა ანუ სტატიის შინაარსი გამოყენებულ იქნა 945-ჯერ. მეორე ნაშრომი ამავე იმპაქტ-ფაქტორის მქონე ჟურნალში იგივე თანაავტორებით: “Compozite Stable to Corrosive Media in SiC-Al₂O₃-Si₂ON₂ System” ინტერნეტში ინახა 2621-ჯერ, ხოლო ჩამოიტვირთა 713-ჯერ. ეს არის 2014 წლის 24 დეკემბრის მონაცემები.

1986–1990 წლებში აირჩიეს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფკავშირის გაერთიანებული კომიტეტის თავმჯდომარედ. ამ პერიოდში სტუ ორჯერ გახდა სსრკ-ის ცხრაას უმაღლეს სასწავლებელს შორის გამარჯვებული, ერთხელ პირველი, ხოლო მეორედ მეორე ადგილი დაიკავა. იმავდროულად გამოიკვეთა მისი მოღვაწეობის კიდევ ერთი, ქვეყნისთვის მეტად მნიშვნელოვანი მიმართულება – ბატონი ზვიადი გფრ-ის ქ. კარლსრუეში მისი ინიციატივით დაარსებული საქართველო-გერმანიის კულტურის ცენტრის ხელმძღვანელი და ამასთან შპს “საქართველო-გერმანიის კულტურული და სამრეწველო ურთიერთობების” პრეზიდენტი გახდა. 1996 წლიდან 2002 წლამდე პროფესორი ზ. კოვზირიძე ქალაქ კარლსრუეში მისი ინიციატივით დაარსებული საქართველო-გერმანიის ხალხთა შორის ურთიერთგაგების, მეცნიერების, კულტურისა და სწავლების საზოგადოების პრეზიდენტი გახლდათ. საზოგადოებისა, რომლის ნაყოფიერი საქმიანობით მათ არაერთი საჭირო და მნიშვნელოვანი ნაბიჯი გადადგეს ერთმანეთის გასაცნობად და დასახმარებლად.



**გერმანიის მშენებლობის მინისტრი, დოქტორი კლაუს ტოპფერი
საქართველო-გერმანიის კულტურის ცენტრში**



**ბატონი ზვიადის მეგობარი ქ. კარლსრუეს ბურგომისტრი ულრის აიდენმიულერი
საქართველო-გერმანიის კულტურის ცენტრში**

ბატონი ზვიადი წლების მანძილზე, ცოდნისა და გამოცდილების გასაზიარებლად, გერმანული მხარის დაფინანსებით, ხანგრძლივი მივლინებებით მიწვეული იყო გერმანიის ფედერაციული რესპუბლიკის ქ. კლაუსტალის ტექნიკურ უნივერსიტეტში (ორჯერ), ერლანგენ-ნიურნბერგის ტექნიკურ უნივერსიტეტში, ქ. კარლსრუეს ბირთვული კვლევის ცენტრის მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში, ქ. ბრემენის ტექნიკურ უნივერსიტეტში (სამჯერ) და ყველგან, როგორც ჩინებულმა, მცოდნე სპეციალისტმა, ერუდირებულმა მეცნიერმა და განათლებულმა პიროვნებამ საყოველთაო პატივისცემა დაიმსახურა. აღნიშნულ სამეცნიერო სამუშაოებზე დაყრდნობით გამოქვეყნებული აქვს უამრავი სამეცნიერო ნაშრომები, სტატიები და მონოგრაფიები გერმანულ პროფესორებთან თანაავტორობით, გერმანიასა და საქართველოში. ბატონმა ზვიადმა მოგვცა კერამიკის სრულიად ახალი და ლაკონური განმარტება: **“კერამიკა არის მეცნიერება, ტექნოლოგია და ხელოვნება სხვადასხვა არაორგანული ნედლეულისაგან კონსოლიდირებული მასალის მიღების შესახებ”**.



**ბატონი ზვიადი მეუღლე მარინასა და ქალიშვილ თამართან ერთად.
მარცხნივ ბრემენის უნივერსიტეტის კერამიკის კათედრის გამგე
გეორგ გრატცოლის მეუღლე ანი**

გერმანია-საქართველოს საზოგადოების საქმიანობის ჩარჩოებში ორგანიზაცია გაუწია მხატვართა რვა გამოფენას გფრ-ში და ხუთს საქართველოში. ამ ასპარეზზე მოღვაწეობისას მთელი სიგრძე-სიგანით თავი იჩინა ბატონი ზვიადის სიყვარულმა ხელოვნებისადმი, ლიტერატურისადმი, თეატრისადმი, მისმა კომპეტენტურობამ კულტურის სხვადასხვა საკითხში (ტექნიკური უნივერსიტეტის თეატრალურ დას “მოდინახესთან” ერთად იმოგზაურა გფრ-ში, აშშ-სა და სხვა ქვეყნებში).



**ბატონი ზვიადი ხსნის გერმანულ მხატვართა გამოფენას
თბილისის ცისფერ გალერეაში**

ბატონ ზვიადს მიაჩნია, რომ, თუ რაიმეს მიაღწია, მნიშვნელოვანწილად განაპირობა მისმა მიზანსწრაფულობამ, კვლევა-ძიებითი მუშაობის უნარ-ჩვევებმა, რომლებიც იმ ადამიანთა წყალობით შეიძინა და გაიმდიდრა, ცხოვრების გზაზე რომ შეხვდნენ. მათ შორის უწინარესად ასახელებს კალისტრატე ქუთათელაძეს, გურამ გაფრინდაშვილს (სწორედ ბატონ გურამთან, კერამიკის და მინის ლაბორატორიაში მუშაობისას დაეუფლა კერამიკის ანბანს), ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორებს, აკადემიკოსებს: თეიმურაზ ლოლაძეს, გოჩა ჩოგოვაძეს, რამაზ ხუროძეს, არჩილ ფრანგიშვილს; პროექტორებს, პროფესორებს: ლევან კლიმიაშვილს, ზურაბ გასიტაშვილს, კანცლერს, პროფესორს, ქალბატონ ქეთი ქოქრაშვილს; სენატის სპიკერს, პროფესორ ჯემალ გახოკიძეს; სამსახურის უფროსებს, პროფესორებს: თამაზ ბაციკაძეს, ოთარ ზუმბურდიძეს; მეცნიერების დეპარტამენტის ხელმძღვანელს, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტ დავით თავხელიძეს; სამეურნეო დეპარტამენტის ყოფილ უფროსს, პროფესორ ვანიკო კომახიძეს და რექტორატის თანამშრომლებს, უნივერსიტეტის სენატის და აკადემიური საბჭოს წევრებს; ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტის დეკანს, პროფესორ ნუგზარ წერეთელს; დეპარტამენტის ხელმძღვანელს, პროფესორ ნაზი კუციავას, ფაკულტეტის წამყვან მეცნიერებსა და თანამშრომლებს; რუსეთის ქიმიურ-ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის რექტორს, აკადემიკოს პავლე სარქისოვს, ცნობილ უკრაინელ, რუს და გერმანელ მეცნიერებს, პროფესორებს: მ. კომსკაიას, გ. მასლენიკოვას, ფ. ხარიტონოვს, ჰ. ჰენიკეს, გ. გრატეოლს, ჰ. ოელს, დ. მუნცს, ი. ჰაინრიხს. დიდი მადლიერებით იხსენებს ტექნიკური უნივერსიტეტის სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრის პროფესორებს, ქალბატონებს: მაცვალა ქინქლაძეს, ოლღა ქურდოვანიძეს, ნანა ქუთათელაძეს, მარინა კაპანაძეს, ირინა ბერძენიშვილს და თანამშრომლებს: ნათელა ღამბაშიძეს, მანანა კეკელიძეს, დინარა ევგენიძეს, მანანა გოგინაიშვილს, ინა ქარსელაძეს, ნანა დევიძეს, მერი ციცქიშვილს, ვალენტინა პავლოვას, დალი გასიტაშვილს, პროფესორებს: საქართველოს ეროვნული მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტს კალისტრატე ქუთათელაძეს, თამაზ გაბადაძეს, არჩილ სარუსანიშვილს, გურამ გაფრინდაშვილს, თეიმურაზ ჭეიშვილს, ვაჟა სიხარულიძეს, როლანდ ლეკიშვილს, ირაკლი სულაძეს, ვოვა გორდელაძეს, ვაჟა სხვიტარიძეს, გივი ლოლაძეს; თანამშრომლებს: ჯონი ოძელაშვილს, გუჯა ბუბუტეიშვილს, თენგიზ გრიგოლიას მხატვრული კერამიკისა და მინის დარგობრივი ლაბორატორიის თანამშრომლებს: ეკატერინე ხარაშვილს, ლეილა მგალობლიშვილს, იზო გაგუას, ირინა ჯაკობიას, ნინო მამალაძეს, ფისო მოსეშვილს, ზეინაბ ნამიჩეიშვილს, ნანა ჟღენტს, როინ დევიძეს, ვოვა ფილიშვილს, ბადრი გაბრიჩიძეს, თემურ მატოიანს, თემურ ერისთავს, რეზო მელაძეს და სხვებს; დარგის საუკეთესო სპეციალისტებს: საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოს რამაზ მამალაძეს, თბილისის კერამიკული კომბინატ “ქაშანურის” დირექტორს, ბატონ მიშა მუჯირს და სხვებს. უდიდეს მადლიერებას გამოხატავს ბატონი ზვიადი მისი თანამშრომლების მიმართ, ქალბატონები

და ბატონები, პროფესორები: ნათელა ნიუარაძე, გულიკო ტაბატაძე, მაია მშვილდაძე, ეკატერინე ნიკოლეიშვილი, ჯიმი ანელი, დავით გვენცაძე, ზვიად მესტვირიშვილი, გიორგი დონაძე, თანამშრომლები: ლანა შამანაური, ვერიკო ქინქლაძე, მაია ბალახაშვილი, ნატო კიკნაძე, ხატია ბლუაშვილი, ნინო დარახველიძე, ჟენია ხუჭუა, თენგიზ კანკაძე.



**ბატონი ზვიადი კათედრის თანამშრომლებთან და
სტუდენტებთან ერთად**

ვფიქრობთ, მკითხველისათვის ინტერესმოკლებული არ იქნება იმის გაგებაც, თუ როგორ აფასებენ ეს ადამიანები ზვიად კოვზირიძის მეცნიერულ წვლილს და დამსახურებას დარგის განვითარებაში და მოწინავე ტექნოლოგიების გამოყენებით კერამიკულ მასალებსა და კერამიკულ მატრიცაზე კომპოზიტებთან დაკავშირებული საკითხების დამუშავება-გადაწყვეტაში, მის უნარს საერთაშორისო ურთიერთობების განვითარების საკითხებში. ახლა მათ ვაძლევთ სიტყვას:

დრ. კლაუს კინკელი,
საგარეო საქმეთა ფედერალური მინისტრი
(გერმანიის ფედერაციული რესპუბლიკა)

მის აღმატებულებას,
საქართველოს რესპუბლიკის სახელმწიფო საბჭოს პრეზიდენტს,
ბატონ ედუარდ შევარდნაძეს

“შესაძლებლობა მქონდა, რომ ჩემს საარჩევნო ოლქში, კარლსრუეში გამეცნო ქართველი პროფესორი ზვიად კოვზირიძე. ჩემთვის შთაბეჭდავი იყო იმის მოსმენა, თუ რა ინტენსიურად ძლიერდება კარლსრუეში გერმანულ-ქართული კულტურული გაცვლის სამსახური... აქედან დაიბადა იდეა, რომ, წინამდებარე საქმიანობიდან გამომდინარე, გაიზარდოს საქართველოს სამეცნიერო და საგანმანათლებლო წარმომადგენლობა კარლსრუეში. მოხარული ვიქნებოდი, თუ ჩემს საარჩევნო ოლქში შევძლებდი ასეთი გაღრმავებული ურთიერთობების ხელშეწყობას ჩვენს ხალხს შორის”;



**გერმანიის საგარეო საქმეთა მინისტრი კლაუს კინკელი
საქართველო-გერმანიის კულტურის ცენტრი. ქ. კარლსრუე**

აკადემიკოსი პ. სარქისოვი, ქ. მოსკოვის მენდელეევის სახელობის ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის რექტორი: “დღეს ზვიად კოვზირიძე ერთ-ერთი გამოჩენილი მეცნიერია ქართველ კერამიკოსთა შორის. მისი ნაშრომები კარგად არის ცნობილი. მას მჭიდრო სამეცნიერო და პირადი კონტაქტები აქვს რუსეთისა და გერმანიის მეცნიერებთან”;

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორი რამაზ ხუროძე: „ბატონი ზვიად კოვზირიძე არის აქტიური, ენერგიული და შრომისმოყვარე, ფართო მეცნიერული აზროვნების პიროვნება”;

გურ-ის ქ. კარლსრუეს ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის რექტორი, პროფესორი ვერნერ ფიშერი: „პროფ. ზვიად კოვზირიძე აქტიურად მონაწილეობს საქართველოს და გერმანიის დამეგობრების საქმეში, სამეცნიერო საქმიანობით ხელს უწყობს კულტურულ თანამშრომლობას ორ ქვეყანას შორის... ამის საფუძველზე მან შექმნა ბაზა ჩვენს უნივერსიტეტთან საქართველო-გერმანიის ინსტიტუტის დასაფუძნებლად, რომელიც მომავალში კიდევ უფრო უნდა გაფართოვდეს. კერამიკულ მასალებზე მისი სამუშაოები მეცნიერულად მეტად მნიშვნელოვანია”;

პროფესორი გ. მასლენიკოვა, მოსკოვის მართვის ინსტიტუტის არაორგანული ქიმიის კათედრის გამგე: “პროფესორ ზ. კოვზირიძის თეორიული გაანგარიშებები მნიშვნელოვანი შენაძენია მეცნიერებაში სილიკატების შესახებ”;

ქ. ბრემენის უნივერსიტეტის კერამიკული მასალებისა და ნაკეთობების კათედრის გამგე, პროფესორი გ. გრატკოლი: „ბატონ, პროფ. ზ. კოვზირიძეს აქვს ფართო სამეცნიერო პორიფონტი. თავის დარგში, კერამიკულ მასალებში, იგი ამუშავებს არა მარტო ტრადიციული კერამიკის კლასიკურ საკითხებს, არამედ ყოველთვის მზად არის, საჭიროების მიხედვით, განავითაროს ახალი მიმართულებები თბილისის უნივერსიტეტისა და საქართველოს მრეწველობისათვის”.

პროფესორ ზვიად კოვზირიძის სამეცნიერო საქმიანობის ძირითადი მიმართულებაა ახლად ჩამოყალიბებული ბიონანოკერამიკული და ნანოკომპოზიტების მასალათმცოდნეობის ცენტრის სამეცნიერო ხელმძღვანელობა, რომელიც აკადემიკოს არჩილ ფრანგიშვილის ხელშეწყობით დაარსდა. ამავე საკითხებისადმი მიძღვნილი ის თერთმეტი წიგნიც, მათ შორის ექვსი მონოგრაფია, რომლებიც წამყვან გერმანულ და რუს მეცნიერებთან ერთად გამოსცა გერმანიასა და საქართველოში. სახელოვანი მეცნიერი კვლავაც ნაყოფიერად მუშაობს, ზრდის დარგის მომავალ სპეციალისტებს, ეწევა ინტენსიურ კვლევა-ძიებას. ბატონი ზვიადისა და მისი კოლეგების მიერ შესრულებული პროექტებით აშენდა კერამიკულ ნაკეთობათა ოთხი წარმოება და მის მიერ დამუშავებული კერამიკულ ნაკეთობათა წარმოების ტექნოლოგია დაინერგა - რუსთავეში, ზესტაფონში, კასპსა და მცხეთაში. მცხეთაში არსებული კერამიკული სუვენირების ქარხანა მთლიანად გადაიარაღდა მის მიერ შესრულებული ტექნოლოგიური ნახაზებით. ამას გარდა, პროფ. გ. გაფრინდაშვილის და მის მიერ შემუშავებული კერამიკულ ნაკეთობათა წარმოების ტექნოლოგია დაინერგა შვიდ ქარხანაში, საერთო ჯამში რამდენიმე მილიონი ეკონომიკური ეფექტით. 2007 წლიდან პროფ. ზ. კოვზირიძე მუშაობს მაგნიტური ჰიპერთერმიისა და მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმიის საკითხებზე, კერამიკული ნანონაწილაკებით კიბოს დაავადებების სამკურნალოდ. აღსანიშნავია, რომ ნანოკერამიკული ნაწილაკების მისაღები ხელსაწყო თავად ააწყო ბიონანოკერამიკისა და ნანოკომპოზიტების მასალათმცოდნეობის ცენტრში, ისევე, როგორც სხვა მრავალი სამეცნიერო კვლევისათვის საჭირო ხელსაწყო. ჯგუფში მოიწვია ცნობილი და მაღალი დონის ონკოლოგიური დარგის სპეციალისტები, პროფესორები: გურამ მენთეშაშვილი და პაატა ხორავა. ცხოველებზე მრავალჯერადი დადებითი როგორც ვიზუალური, ასევე სხვადასხვა ორგანოს მორფოლოგიური კვლევების შედეგებზე დაყრდნობით, გაჩნდა მოტივაცია, პირველად საქართველოში, კლინიკური ხელსაწყოს შექმნისა. ამჟამად მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმიის მეთოდით კიბოს ზედაპირული დაავადებების (კანის და კანქვეშა) სამკურნალო აპარატი შექმნილია და გადაეცემა კლინიკური ონკოლოგიის ინსტიტუტს ვოლუნტარი პაციენტების სამკურნალოდ. მან გამოაქვეყნა მრავალი სამეცნიერო სტატია ამ საკითხებზე იაპონიაში, ევროპასა და ამერიკაში. აღსანიშნავია, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორატის და პირადად რექტორის, აკადემიკოს არჩილ ფრანგიშვილის

მიერ არა მარტო დიდი დაინტერესება ამ სამუშაოებით, არამედ თანადგომა და ხელშეწყობა. რექტორის ინიციატივით, აკადემიურმა საბჭომ და სენატმა გამოჰყო თანხები ახალი მეორე აპარატის შესაქმნელად, მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმიის მეთოდით პროქტოლოგიური დაავადებების სამკურნალოდ. პროფ. ზ. კოვზირიძე 13 გამოგონების ავტორია. მისი ინიციატივით 1998 წელს დაარსდა საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაცია და დღემდე მისი უცვლელი პრეზიდენტია. დღემდე ბატონი ზვიადის ინიციატივით ამ საზოგადოებამ ჩაატარა ხუთი საერთაშორისო კონფერენცია. ხუთივეჯერ ბატონი ზვიადი იყო ჩატარებული კონფერენციების საორგანიზაციო კომიტეტის თავმჯდომარე. 1999 წელს მან დააარსა ასოციაციის საგამომცემლო ორგანო, ჟურნალი “კერამიკა”, რომლის მთავარი რედაქტორიც თავად გახლავთ. ეს ჟურნალი საქართველოში ერთადერთია, რომელიც ქართულ, რუსულ, ინგლისურ და გერმანულ ენაზე აქვეყნებს სტატიებს. ბატონი ზვიადი არის საერთაშორისო იმპაქტ-ფაქტორის მქონე ჟურნალ “Journal of Ceramic Science and Technology”-ის თანადამფუძნებელი და რედაქციის წევრი. ჟურნალი ქ. ბადენ-ბადენში გამოდის.

2001 წელს პროფესორმა ზ. კოვზირიძემ თბილისის ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორის, ბატონ რ. ხუროძის მხარდაჭერით დააარსა კომპოზიციური მასალებისა და ნაკეთობების ტექნოლოგიის კათედრა, რომელსაც დღემდე სათავეში უდგას.

მისი საერთაშორისო აღიარება იყო, როდესაც 2002 წელს აირჩიეს ევროპის კერამიკოსთა საზოგადოების საბჭოს წევრად. საბჭოს შემადგენლობაში 55 წევრია. საზოგადოებაში გაერთიანებულია ევროპის 27 ქვეყანა ექვსი ათასი წევრით. 2013 წლიდან ბატონი ზვიადი არის ევროპის კერამიკოსთა საზოგადოების, როგორც არამომგებიანი საზოგადოების თანადამფუძნებელი. 2007 წლიდან ბატონი ზვიადი კერამიკოსთა მსოფლიო ფედერაციის საბჭოს წევრად აირჩიეს. საბჭოს შემადგენლობაში 45 წევრია. ფედერაციაში გაერთიანებულია 42 ქვეყანა 43 ათასი წევრით. 2008 წლიდან პროფ. ზ. კოვზირიძე არის ევროპის კერამიკოსთა საზოგადოების (ბიენალე) და კერამიკოსთა მსოფლიო ფედერაციის მიერ (ბიენალე) ჩატარებული ყველა საერთაშორისო კონფერენციების და მსოფლიო კონგრესების საორგანიზაციო კომიტეტების წევრი.

პროფ. ზ. კოვზირიძე 2010–2011 წლებში იყო სტუ-ის სენატის წევრი, ხოლო 2012 წლიდან – აკადემიური საბჭოს წევრი.

მართალია, ბატონი ზვიადი ტექნიკური კერამიკის სპეციალისტია, მაგრამ მხატვრულ კერამიკასთანაც აქვს კავშირი, ეს ხომ ტრადიციული ქართული ხელობაა, უფრო სწორად ხელოვნებაა, როგორც თეატრი, როგორც ლიტერატურა, განსაკუთრებით პოეზია, ლექსების კითხვა, რაც ბატონ ზვიადს განსაკუთრებით თამაღობის დროს უყვარს.

თამაღობა მისთვის კიდევ ერთი წოდებაა, რის შესახებაც ერთ-ერთ გაზეთში, საქართველოში ცნობილმა პიროვნებამ, პოეტმა და მწერალმა საქვეყნოდ განაცხადა: “ერთადერთი თამაღა, რომელიც ამ ბოლო წლებში მომწონებია, პროფესორი ზვიად კოვზირიძე გახლავთ.” კაცმა რომ თქვას, კარგი თამაღობაც ისეთივე მნიშვნელოვანი ფენომენია, სუფრის ღამაზად გაძღოლის ნიჭსა და უნარს მოითხოვს, როგორც სხვა ღვთისაგან ბოძებული მადლი.



**ზ. კოვზირიძე თამადა 2012 წელს თბილისში ჩატარებული
საერთაშორისო კონფერენციის ბანკეტზე**

ბატონ ზვიადს დიდ სიყვარულზე, სრულ ურთიერთგაგებასა და პატივისცემაზე დაფუძნებული ოჯახი აქვს. მისი მეუღლე, ქალბატონი მარინე ინჟინერ-ქიმიკოსი გახლავთ, თუმცა ამჟამად დიასახლისია. რაც შეეხება მის საამაყო ქალიშვილ თამარს, მისთვის მამა ისეთივე მისაბაძია, როგორადაც დღემდე რჩება ბატონი ზვიადისთვის მისი მამა, დავით კოვზირიძე. ბატონი ზვიადი ყოველთვის სიამოვნებით იხსენებს ერთ ეპიზოდს: როდესაც თამუნა მეექვსე კლასში იყო, მასწავლებელს მოსწავლეებისათვის ასეთი კითხვა დაუსვამს – როგორი აღამიანი გინდათ რომ გამოხვიდეთ? თამუნას დაუფიქრებლად უპასუხია: “ისეთი, როგორიც ჩემი მამიკო არის”.

ღიას, ნამდვილად დიდი ბედნიერებაა, როდესაც შვილისთვის მისაბაძი მაგალითი ხარ, მაგრამ არანაკლები ბედნიერებაა, როდესაც შვილი მშობლებს ტოლს არაფერში უდებს. თამარ კოვზირიძემ წარჩინებით დაამთავრა გერმანიის ჰაიდელბერგის რუპრეხტ-კარლ-უნივერსიტეტი ორი სპეციალობით: პოლიტიკური მეცნიერებები და ეკონომიკა. მიიღო მაგისტრის სამეცნიერო წოდება ეკონომიკისა და საერთაშორისო ურთიერთობების დარგში. შემდგომში მიიწვიეს ბრიუსელის უნივერსიტეტში, იქვე დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია და მიენიჭა ფილოსოფიის დოქტორის ხარისხი. ამის შემდეგ მოიწვიეს საქართველოში და აქ მუშაობდა მაღალ სამთავრობო თანამდებობებზე. ამჟამად თბილისის თავისუფალი უნივერსიტეტის პროფესორია და ცოდნის ფონდის დირექტორი. ფლობს: ინგლისურ, გერმანულ, ფრანგულ, რუსულ ენებს.

საკუთარი გვარის წარმომავლობით დაინტერესებულმა ბატონმა ზვიადმა ბროკსაუზის ცნობილი ენციკლოპედიის წყაროებზე დაყრდნობით დაადგინა, რომ რუსული თავადაზნაურული გვარის ლაშკარიოვების წარმომავლობა ქართველი თავადის, ლაზარე გრიგოლის ძე ლაშქარიშვილ-ბიბილურისაგან მოდის, რომელიც 1724 წელს ვახტანგ

მეექვსის ამაღლასთან ერთად რუსეთში გადასახლებულა. მე-18 საუკუნის ბოლოს ამ გვარის წარმომადგენელთა ერთი ნაწილი სამშობლოში დაბრუნებულა და გვარი რატომღაც კოვზირიძედ გადაუკეთებიათ. აღსანიშნავია ისიც, რომ ამ გვარის წარმომადგენლებს რუსეთში ყოფნისას თვალსაჩინო წვლილი შეუტანიათ ამ ქვეყნის დიპლომატიის, მეცნიერებისა და კულტურის განვითარების საქმეში. სწორედ ამ დამსახურებისათვის უბოძებია მათთვის რუსეთის თავადაზნაურის ტიტული რუსეთის იმპერატორს ეკატერინე მეორეს.

საამაყო, რომ ბატონი ზვიადი და მისი ქალიშვილი თამარი ღირსეულად აგრძელებენ კოვზირიძეთა შორეული წინაპრების დიდებულ სახელს.

ბატონი ზვიადი ჭეშმარიტი მამულიშვილი, ვაჟკაცობით, სიქველით, შრომისმოყვარეობით, უდიდესი შინაგანი სიძლიერით გამორჩეული პიროვნებაა. მას ყოველთვის განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს თავისი თაობის წარმომადგენლებს შორის. იგი დღენიადავ იღვწოდა და იღვწის სიკეთის, პროფესიონალიზმის, ურთიერთგაგების, თითოეული თანამშრომლის თუ სტუდენტის თავისუფალი აზროვნების და კეთილდღეობის დამკვიდრებისათვის. ახალგაზრდობის უდიდესმა ქომაგმა არაერთი მაგისტრანტი და დოქტორანტი გამოზარდა და სწორი მიმართულება მისცა მეცნიერებისა თუ ცხოვრების სარბიელზე. ამიტომ, განსაკუთრებული სიყვარულით, პატივისცემით და მოწიწებით სარგებლობს მათ შორის.

ბატონი ზვიადი უდიდესი ძალისხმევითა და საოცარი რუღუნებით ცდილობს ყველაფერს პროფესიონალის ხელი დაატყოს, იქნება ეს მისი მიმართულების, ფაკულტეტის, უნივერსიტეტის თუ საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაციის კეთილდღეობა.

მას გვერდს უმშვენებს შესანიშნავი, საოცარი ქალური მომხიბვლელობით გამორჩეული ერთგული, მოსიყვარულე, მისი ყველა წარმატების სულისჩამდგმელი, თანამონაწილე და გამზიარებელი მეუღლე მარინა, რომელიც პატიოსნებით, კეთილშობილებით, სისპეტაკით, უდიდესი სითბოთი გამორჩეული, საქართველოში ცნობილი ბატონ დავით ქათამაძის და უსათნოესი ეთერ კუპატაძის შვილია. ოჯახის, რომელსაც უდიდესი წვლილი მიუძღვის ბატონი ზვიადის, ამ რაინდული სულის ადამიანის შემდგომ წინსვლასა და წარმატებებში.

ვულოცავთ, ბატონ ზვიადს დაბადებიდან 70 წლის იუბილეს! ვუსურვებთ ჯანმრთელობას, ბედნიერებას, წინსვლასა და წარმატებებს ქვეყნისა და ერის სასიკეთოდ, დარგის განვითარების, ახალგაზრდობის აღზრდის და მათი პიროვნული თვისებების ჩამოყალიბების საქმეში.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭო

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი

*საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაცია, ჟურნალ „კერამიკის“
სარედაქციო კოლეგია*

ნიჭის ღმსასწავლი

ნანა მჭედლიშვილი

20 ოქტომბერს დიდი ხალხმრავლობა იყო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გალერეა „უნივერსში“, საქართველოს პროფესიონალ ქალთა ასოციაციის ეგიდით მოწყობილ უნიკალურ „კერამიკულ ყვავილთა“ გამოფენაზე. აქ მოსულ საზოგადოებას ერთგვარ შემოქმედებით ანგარიშს აბარებდა უსათნოესი, უკეთილშობილესი, არაჩვეულებრივი ხიბლით, უდიდესი შინაგანი სიძლიერით და სულიერებით გამორჩეული ქალბატონი, პროფესიონალი ოფთალმოლოგი, მედიცინის დოქტორი, მოყვარული კერამიკოსი **ნანა მჭედლიშვილი**.



გამოფენა გახსნა კერამიკოსთა მსოფლიო ფედერაციის საბჭოს წევრმა, საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაციის პრეზიდენტმა, პროფესორმა ზვიად კოვზირიძემ. ქალბატონ ნანას მიესალმნენ: საქართველოს პარლამენტის წევრი, ქალბატონი გუგული მადრაძე, საქართველოს პროფესიონალ ქალთა ასოციაციის პრეზიდენტი, ქალბატონი ნანული ჭავჭავანიძე, პროფესორი ქალთა ასოციაციის წევრი, ქალბატონი ღია გაზდელიანი, ოფთალმოლოგი, ქალბატონი მედეა სიმონგულაია. მათ გულითადად მიულოცეს ნ. მჭედლიშვილს გამოფენის გახსნა, უდიდესი სითბოთი, სიყვარულით ისაუბრეს მის უნატიფვეს შემოქმედებაზე, საოცარ პიროვნულ თვისებებზე და შემდგომი წარმატებები უსურვეს. დასასრულს ბატონმა ზვიადმა ასე მიმართა: „თქვენს ოჯახს ერთი ლეგენდა ბატონი ლევანის სახით უკვე ჰყავს, ახლა მას თქვენი სახით ქალბატონო ნანა მეორე ლეგენდა შეემატა“.

თითქმის 18 წელი გავიდა მას შემდეგ, რაც ქალბატონი ნანა ყვავილთა განუზომელმა სიყვარულმა და უდიდესმა სულიერმა ტკივილმა ჭეშმარიტ ხელოვნებას აზიარა. „თიხას-

თან ურთიერთობამ ცხოვრების ინტერესი გამიჩინა, დამაწყნარა, დამამშვიდა”, - ამბობს იგი. მან გამორჩეული ინდივიდუალობით შექმნა ფაიფურის ამ უძველესი, მაგრამ მუდამ ახალი და ამოუწურავი თვისებების მქონე უნატიფესი მასალის დამუშავების საკუთარი ორიგინალური ტექნოლოგია. საბოლოოდ დაიმორჩილა, შეიჩვია და მეგობრად გაიხადა. განუზომელი სიყვარული, სილამაზის აღქმისა და გათვითცნობიერების უნარი გიპყრობს, როდესაც მის ნამუშევრებს ეცნობი. დღენიადავ გატაცებით ქმნის, ფიქრობს, კაზმავს, ძერწავს, აცოცხლებს ესოდენ სათუთსა და ფაქიზ ქმნილებებს. გემოვნება და გამომგონებლობა, საქმის დიდი სიყვარული, მტკიცე ნებისყოფა და განსაკუთრებით თავდაუზოგავი შრომა – მისი განუზომელი წარმატების საწინდარია.

დღეს ქალბატონმა ნანამ გამორჩეული სიტყვა თქვა კერამიკაში, რაზეც მეტყველებს მის მიერ შექმნილი 300-მდე ნამუშევარი, იქნება ეს დიდი თუ მცირე ზომის პანო, 20-მდე გამოფენა, მათ შორის 8 პერსონალური თბილისსა თუ საქართველოს სხვადასხვა ქალაქში (ქუთაისი, საგარეჯო, გორი), ქვეყნის ფარგლებს გარეთ (გერმანია, აზერბაიჯანი, ბულგარეთი, პარიზი). იგი კერამიკოსთა მსოფლიო ფედერაციის, საქართველოსა და ევროპის კერამიკოსთა ასოციაციების ერთ-ერთი აქტიური და გამორჩეული წევრია.

საოცარი სიამოვნებაა იმის ყურება, თუ რა რუდუნებით, სიყვარულით და გარკვეულწილად თავისებური მიდგომით აკეთებს თითოეულ ნამუშევარს ეს დგობრივი ნიჭით დაჯილდოებული ქალბატონი. თავდაპირველად ძერწავს (ყველა ყვაილი, რომელიც ერთხელ მაინც თუ უნახავს ცხოვრებაში, ზეპირად იცის) უამრავი სხვადასხვა ზომის და სახეობის ყვაილებს, ფოთლებს, ღეროებს და წარმოიდგინეთ ბალახსაც კი. რაც არ უნდა გასაკვირი იყოს, ზოგჯერ მათი რაოდენობა რამდენიმე ათასს აღწევს. აწყობს სპეციალურ სადგარზე, წვავს მაღალ ტემპერატურულ ღუმელში 1250–1300°C-ზე (ეს ყველაფერი ხდება თბილისში, ცაბაძის ქუჩის ჩვეულებრივი 16-სართულიანი სახლის მე-5 სართულის აივანზე, სადაც აღნიშნული ღუმელია დამონტაჟებული). გამოწვის შემდეგ გამომწვარი მასალა ფაიფურისთვის დამახასიათებელი სითეთრითაა გამორჩეული, რის შემდეგ იწყება ნამდვილი შემოქმედება. ქნი ნანა სპეციალურად გაკეთებულ 50X60 სმ ზომის ჩარჩოში (ბოლო წლებში 100X150 სმ ზომასაც იყენებს) აკრავს შესაბამისი ფერის ნაჭერს და იწყებს სხვადასხვა კომპოზიციების შექმნას, იქნება ერთი რომელიმე ყვაილი (იასამანი, გვირილა, ყაყაჩო, ქრიზანთემა, ტიტა, კალა, მზესუმზირა, მაგნოლია, კაქტუსი, ედელვაისი, ნაირფერი მინდვრის ყვაილები - თითქმის ყველა სახეობის ყვაილი აქვს შექმნილი), თუ ერთ თაიგულად შეკრული სხვადასხვა ყვაილი. შემდეგ სპეციალური საღებავებით აძლევს მისთვის სასურველ ფერს. ამგვარად შექმნილი კომპოზიციები დიდ ემოციურ ზემოქმედებას ახდენს. აღსანიშნავია, რომ არ არსებობს ორი ერთნაირი კომპოზიცია. წლების გამოცდილებამ და მუდმივმა შემოქმედებებმა ძიებამ თითოეული ნამუშევარი უფრო ნატიფი, ტექნოლოგიურად დახვეწილი და უნაკლო გახადა.

ერთი საინტერესო დეტალი: ყველა ნამუშევრის კუთხეში პატარა წითელი გული შეინიშნება, ზუსტად იქ, სადაც მხატვრები საკუთარ ფაქსიმელეს სვამენ. თითოეულ

გულზე კი მისი თითის ანაბეჭდია, რაც შემოქმედის ერთგვარ შტამპად უნდა მივიჩნიოთ, თითოეულში მისი გულის ნაწილია ჩაქსოვილი.

უყურებ კერამიკაში ამღერებულ ყვავილთა ამ ჰარმონიას და გრძნობ, როგორ სუნთქავს, გიღიმის, გესაღბუნება თითოეული მათგანი, გინდა ხელი შეახო, იგრძნო მისი სურნელი და წასწურხლო სიცოცხლეზე, სიყვარულზე, სიკეთეზე, მშვენიერებაზე. უყურებ და ხვდები, რომ მისი თითოეული ყვავილი მისი სულის ნაწილად ქცეულა, იქ დასადგურებულა და შიგნიდან გათბობს, გიღვივებს მაღალ ადამიანურ გრძნობას.

საოცარი სიამაყის გრძნობა ეუფლება სულს, როდესაც შემოქმედების ამ ნაყოფს უყურებ. დიას, შემოქმედების, ვინაიდან ის, რაც შექმნა ქალბატონმა ნანამ ამ წლების მანძილზე, არის უზადოდ შესრულებული ხელოვნების საოცარი ქმნილებები, ეს არის მისი სულის ამოძახილით ჩამოქნილი უნიკალური ხელოვნება, რომელთა მსგავსი ჯერ არ შექმნილა.



გაღერვა „უნივერსის“ შემოქმედებითი ჯგუფის ხელმძღვანელმა, უმშვენიერესმა ქალბატონმა, პროფესორმა ლალი დოდელიანმა ნ. მჭედლიშვილის გამოფენას „ფაიფურის ყვავილობა“ უწოდა, რომელმაც ორ კვირა გასტანა. ამ მშვენიერების ხილვა უამრავმა მნახველმა შეძლო, მათ შორის იყო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არაერთი უცხოელი სტუმარი, თბილისის სხვადასხვა სკოლის უამრავი მოსწავლე, მხატვრები,

ექიმები, თითქმის ყველა პროფესიის ადამიანები, რომელნიც თავის გაოცებას, აღტაცებას და სიხარულს ვერ ფარავდნენ ამ უნიკალური ქმნილებების ხილვისას.

რაოდენ საოცარიც არ უნდა იყოს, განსაკუთრებული აღფრთოვანებით გამოირჩეოდა ბუმბერაზი მოჭიდავე, ქართული სპორტის ლეგენდა, თავისუფალ ჭიდაობაში ორგზის ოლიმპიური, ხუთგზის მსოფლიო, ევროპის სამგზის ჩემპიონი, მრავალი საერთაშორისო ტურნირის გამარჯვებული, ბეჭდაუდებელი ფალაგანი, ქართველი კაცის საოცარი სიყვარულითა და უდიდესი პატივისცემით განებივრებული ბატონი ლევან თედიაშვილი. მისთვის დამახასიათებელი გულწრფელობით, სიაღვლით და სიამაყით აღსავსე, ერთგვარი კრძაღვით ზეიმოდა მისი შესანიშნავი, ერთგული და თავდადებული მეუღლის წარმატებას. გამოფენაზე მოსულ მნახველებს თვალგაბრწყინებული ეუბნებოდა, რომ ნანამ თავისი შეუდარებელი ხელოვნებით ტოლი არ დაუდო და აჯობა კიდევ.

ღირსეული ოჯახი ქვეყნის ღირსებას ნიშნავს. ჩემი ოჯახი ჩემი წარმატების გასაღებია. ამ დევიზით ცხოვრობდა, ცხოვრობს და იცხოვრებს ჩვენი ქვეყნის ეს საოცარი, ორი ლეგენდით შემკული ოჯახი. ასეთია ამ ლეგენდარულ ადამიანთა საოცარი ტანდემი არაჩვეულებრივ, განსაკუთრებული ვაჟკაცობით გამორჩეულ ვაჟიშვილ ბესოსთან, უმშვენიერეს და ულამაზეს პატარა შვილიშვილ ნანა თედიაშვილთან, მოსიყვარულე, სათნო რძალ ნატოსა და უერთგულეს ციურისთან ერთად.

მათ ლეგენდარულ ოჯახს ხომ მრავალი წარმატება და უდიდესი ტკივილი უნახავს. წარმატებით გამოწვეული სიხარული მათთვის არახალია, ძველია, თუმცა გაღერვა „უნივერსში“ წარმოჩენილი გამოფენა უნიკალური და განსაკუთრებული იყო, ერთგვარი დღესასწაული – ნიჭის დღესასწაული, რომელსაც ამკობდა და ალამაზებდა ბედნიერი ადამიანების აღფრთოვანებით გამოწვეული უჩვეულო სითბო, სიკეთე და სიხარული.

საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაცია

არჩილ სარუსანიშვილი



2015 წლის 27 მაისს ცნობილ ქართველ მეცნიერს, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სრულ პროფესორს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაციის ვიცე-პრეზიდენტს, ჟურნალ "კერამიკის" მთავარი რედაქტორის მოადგილე არჩილ სარუსანიშვილს დაბადებიდან 80 და სამეცნიერო-პედაგოგიური და საზოგადოებრივი მოღვაწეობის 55 წელი უსრულდება.

თბილისის მე-10 ვაჟთა საშუალო სკოლის წარმატებულად დამთავრების შემდეგ ბატონი არჩილი საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ქიმიური ტექნოლოგიის ფაკულტეტზე ჩაირიცხა (ამჟამად, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური და მეტალურგიული ფაკულტეტი). სწორედ აქ, სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრაზე გამოიკვთა მისი ინტერესი მინის თეორიისა და პრაქტიკის მიმართ. არც არის გასაკვირი, რადგან კათედრასთან არსებული ასპირანტურის პირველ ნაკადში მისი დედა, სათნოებითა და კეთილშობილებით გამორჩეული ქალბატონი მარგარიტა (გრეტა) ბიაძე მოღვაწეობდა, შემდგომში მრავალი ათასეული სტუდენტის მასწავლებელი.

ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ ბატონი არჩილი მუშაობას იწყებს თბილისის საშენ მასალათა კვლევითი ინსტიტუტის მინის ლაბორატორიაში ჯერ ლაბორანტად (1959 წ.), შემდეგ ინჟინრად (1960 წ.) 1963 წელს იგი ლენსოვეტის სახ. ლენინგრადის ტექნოლოგიური ინსტიტუტის მინისა და სიტალების კათედრასთან არსებულ ასპირანტურაშია. ასპირანტურის დამთავრების შემდეგ (1965 წ.) გამოჩენილი ქართველი მეცნიერის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის, საშენ-მასალათა ინსტიტუტის დირექტორ კალისტრატე (კალე) ქუთათელაძის რეკომენდაციით მუშაობას იწყებს სილიკატების ტექნოლოგიის ჯერ უფროს მასწავლებლად, შემდგომ, სანკტ-პეტერბურგში საკანდიდატო დისერტაციის დაცვისა და ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მინიჭების შემდეგ, დოცენტად (1966 წ.) და სანკტ-პეტერბურგშივე სადოქტორო დისერტაციის დაცვის შემდეგ პროფესორად (1979 წ.). 1979-1982 წლებში ბატონი არჩილი საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ქიმიური ტექნოლოგიის ფაკულტეტის დეკანი, ხოლო 1982 წლიდან 2007 წლამდე ფიზიკური და კოლოიდური ქიმიის კათედრის გამგე. დღეს იგი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სრული პროფესორია.

ბატონი არჩილის თქმით, მთელი ცხოვრების მანძილზე შესანიშნავი ურთიერთობა ჰქონდა მასწავლებლებთან და კოლეგებთან, რომელთა სახელებს უდიდესი სიყვარულით იხსენებს.

უმაღლეს სასწავლებელში სწავლისას ბატონი არჩილის მესხიერებაში სამუდამოდ დარჩა იმ ადამიანთა სახელები, რომლებმაც, დედასთან ერთად, ჩამოუყალიბა, მინისებრი (ამორფული) მყარი სხეულისადმი ინტერესი. პირველ რიგში მათ რიცხვს მიაკუთვნებს ბატონ კალე ქუთათელაძეს და მეგობრული ურთიერთობით აღსავსე თანამოაზრეთა ჯგუფს: ბონდო ალასანიას, ოლღა ქურდევანიძეს, მაყვალა ქინქლაძეს, ვარდიკო მელიქაძეს და გასული საუკუნის 50 წლებში მოღვაწე სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრის სხვა წევრებს. მათ შეაყვარეს ბატონ არჩილს საქმე, რომლის სამსახური მისი ცხოვრების მიზნად იქცა.

ბატონ არჩილზე დიდი გავლენა იქონია თბილისის საშენ მასალათა კვლევით ინსტიტუტში გატარებულმა პერიოდმა. აქ იძენდა კვლევის ჩატარების, მიღებული შედეგების ანალიზისა და განსჯის ჩვევებს მოსკოვში დახელოვნებულ ელენე ფირცხალავას, უკრაინის ერთ-ერთი წამყვანი საწარმოს ხელმძღვანელ თამაზ სარიშვილის, ახალგაზრდა, ენერგიით აღსავსე რომან ვერულაშვილის, საქართველოში ცნობილი მუსიკოსისა და მაღალი კვალიფიკაციის მქონე სპეციალისტ ედუარდ ვასერმანისა და მინის ლაბორატორიის სხვა წევრთა თანადგომით, რა თქმა უნდა, ბატონი კალეს მუდმივი, მკაცრი, მაგრამ სამართლიანი ხელმძღვანელობით. აქ შეიძინა ბატონმა არჩილმა ახალი მეგობრები, რომელთა უმეტესობასთან დღესაც – ინარჩუნებს ურთიერთობას ალექსანდრე რუსტამბეკოვი, გარი ზაალიშვილი, იოსებ ფიცხელაური, თამაზ სარიშვილი, როლანდ ლეკიშვილი. ეს ის ხალხია, რომლის გარეშე არ მოისაზრებოდა ბატონი არჩილის ცხოვრება და მოღვაწეობა.

სანკტ-პეტერბურგში გატარებულ წლებს ბატონი არჩილი მოწიწებით იხსენებს. თვით ქალაქმა, მის მკვიდრთა ბუნებამ, მსოფლიოში ცნობილ მეცნიერებსა და ხელოვნების მოღვაწეებთან ურთიერთობამ ბატონ არჩილზე წარუშლელი კვალი დატოვა. სამეცნიერო ასპარეზზე აქ გადადგა პირველი ნაბიჯები, აქვე დაეუფლა ლექტორის ხელოვნებას, სტუდენტებსა და კოლეგებთან თავისებურ, მაგრამ გულახდილ და გულწრფელ ურთიერთობას. ამ მხრივ ბატონ არჩილზე წარუშლელი შთაბეჭდილება დატოვა ისეთ ხელოვნებთან ურთიერთობამ, როგორებიც იყვნენ გოგა ტოვსტონოგოვი, თამარა მაკაროვა, ევიმ კოპელიანი, მიხეილ პოლაკოვი და მრავალი მაშინდელი სანკტ-პეტერბურგის თეატრალური საზოგადოების წევრები.

ბატონი არჩილის, როგორც მეცნიერისა და პედაგოგის ჩამოყალიბების საქმეში უშუალო მონაწილეობა მიიღეს საყოველთაოდ აღიარებულმა მეცნიერებმა. მათ შორის იყვნენ პუნქტუალური, მოწაფეებთან სადისკუსიოდ ყოველთვის განწყობილი, ბატონი კალე ქუთათელაძისა და ა. სარუხანიშვილის საკანდიდატო ნაშრომის ხელმძღვანელი ვლადიმერ ვარგინი; სანკტ-პეტერბურგის (ლენინგრადის) ტექნოლოგიური ინსტიტუტის რექტორი და მინის ტექნოლოგიის კათედრის გამგე, მრისხანე, მაგრამ საოცრად ობიექტური, კონსტანტინე ევსტროპიევი; საქართველოზე შეყვარებული არკადი ავგუსტინიკი; სახელმწიფოსგან უკიდურესად შეურაცხყოფილი და შევიწროებული, კეთილშობილი

როდოღო მიუღერი, ვირტუალური ოლვეგ მაზურინი და ევგენი პორაი-კოშიცი, იუმორით აღსავსე მიხეილ შულცი და მრავალი სხვა.

ბატონ არჩილზე მნიშვნელოვანი გავლენა იქონია თანატოლთა იმ ინტერნაციონალურმა გუნდმა, რომელთა გვერდითაც უხდებოდა მუშაობა. შემდგომში ცნობილი მეცნიერები და სახალხო მეურნეობის ხელმძღვანელები: ვლადიმერ ხალილევი, დანიელ უშაკოვი, გრიგორ ჟურავლიოვი, ნიკოლოზ ფიოდოროვი (რუსეთი), კოსტან კოსტანიანი და სეირან ჯაუუქციანი (სომხეთი), სტალინა კასიმოვა (უზბეკეთი), ჰაროლდ ჰოფმენი (გერმანია), ბისერკა სამუნევა (ბულგარეთი),

სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრაზე დაბრუნებისთანავე ბატონი არჩილი აქტიურად ჩაერთო კათედრის საქმიანობაში. იგი თანამიმდევრულად აუმჯობესებდა მინის ტექნოლოგიისა და სილიკატების ფიზიკური ქიმიის სწავლების ფორმებსა და საშუალებებს. მან აამოქმედა სტუდენტთა სამეცნიერო ბიურო, რომლის წევრთა უმრავლესობამ მომავალში ცხოვრება და მოღვაწეობა მეცნიერთა და უმაღლესი სკოლის პედაგოგთა წრეს დაუკავშირა. იქმნებოდა სასწავლო-მეთოდური ლიტერატურა, იმატა ასპირანტურაში სწავლის გაგრძელებისა და სამეცნიერო ხარისხის მაძიებელთა რაოდენობამ (ნ. ქუთათელაძე, თ. ჭეიშვილი, ვ. გორდელაძე, ი. გეჯაძე, ვ. ნარუსლიშვილი, ი. ზედგინიძე, მ. რაზმაძე, ი. ბერძენიშვილი, თ. ლაბაძე, ი. კვეხერელ-კოპაძე და სხვები).

ფიზიკური და კოლოიდური ქიმიის კათედრაზე ბატონ არჩილს, ძირითადად, ნაცნობი სახეები დახვდა. პირველ რიგში ეს პროფესორი ლაურა ბერეჟიანი იყო, რომელმაც, ორმოცდაათიან წლებში, ყველაზე ახალგაზრდა მასწავლებლის როლში, აზიარა უდიდესს და უმნიშვნელოვანეს დისციპლინას - ფიზიკურ ქიმიას; აგრეთვე, დოცენტები თამარ კაჭახიძე, ნანა რატიანი, მიხეილ ბაციკაძე, ციალა ნაჭყებია, რომლებიც ბატონ არჩილს სტუდენტური სკამიდან ახსოვს.

ბატონ არჩილს არც ამ კათედრაზე ავიწყდება სასწავლო პროცესის მოდერნიზაციის აუცილებლობა. შექმნა ახალი სასწავლო-მეთოდური ლიტერატურა. ფიზიკური ქიმიის ორიგინალური კურსი ტექნოლოგიებისათვის ლ. ბერეჟიანმა შეასრულა. ტექნიკურ უნივერსიტეტიში პირველად გამოიცა სახელმძღვანელოები კოლოიდურ ქიმიაში (მ. ბაციკაძე, ც. ნაჭყებია და მ. რაზმაძე, ნ. აბულძე), ფიზიკურ-კოლოიდურ ქიმიაში (მ. ბაციკაძე, ნ. რატიანი), ფიზიკური ქიმიის საფუძვლები (ი. ბერძენიშვილი), ფიზიკური ქიმიის მოკლე კურსი (ა. სარუხანიშვილი). დაამყარა კავშირი ე.წ. მაპროფილებელ კათედრებთან, რაც გამოიხატა სახელმძღვანელოებით მინანქრისა და მომინანქრების ქიმიასა და ტექნოლოგიაში (ვ. გორდელაძე, ა. სარუხანიშვილი), კომპლექსური მასალების თეორიულ საფუძვლებში (ა. სარუხანიშვილი, თ. ჭეიშვილი, ზ. კოვზირიძე), გარემოს კომპოზიტებზე ზემოქმედების შესახებ (ზ. კოვზირიძე, ჯ. ანელი, ა. სარუხანიშვილი); დამხმარე სახელმძღვანელოებით ფიზიკური ქიმიის სხვადასხვა ნაწილში (ა. სარუხანიშვილი, თ. ჭეიშვილი, ა. გოგიშვილი, დ. ერისთავი, ვ. გორდელაძე, დ. ბიბილეიშვილი, ლ. ბერეჟიანი, მ. რაზმაძე, ც. ხუგაშვილი, ი. ბერძენიშვილი, ი. ზედგინიძე, ქ. აბზიანიძე, მ. მშვილდაძე, მ.

კაპანაძე და სხვა). აქტიურად მონაწილეობდნენ ლაბორატორიულ სამუშაოთა ინდივიდუალიზაციისაკენ მიმართულ ღონისძიებებში კათედრის სხვა წევრები, რომლებსაც ბედმა არგუნა ყოველთვის ყოფილიყვნენ სტუდენტებთან უშუალო კონტაქტში (ლ. კალანდაძე, ლ. მახვილაძე, ნ. გოგიშვილი, ბ. აბზიანიძე, ც. ოშიაძე, ი. სვანიძე, ლ. ებანოძე, ნ. ნარსია და სხვები).

ჭეშმარიტებაა, რომ უმაღლეს სკოლაში პედაგოგიური მოღვაწეობის წარმატებული წარმართვა შეუძლებელია სამეცნიერო სფეროში მიღწევების გარეშე. ამ მხრივ ბატონი არჩილი ყოველთვის მიჰყვებოდა ერთხელ და სამუდამოდ ჩამოყალიბებულ პრინციპს – ”ადამიანის სრულყოფას საზღვარი არ აქვს. საჭიროა მხოლოდ სურვილი და საკუთარ ცოდნაში დაეჭვება. ადამიანს, რომელსაც ეჩვენება, რომ ყველაფერი იცის და ყველაფერზე შეუძლია საუბარი, დილეტანტია, რომელსაც უნდა ერიდო”.

სანკტ-პეტერბურგში ბატონი არჩილის საქმიანობის ძირითადი მიზანი მრავალკომპონენტური სისტემებიდან მინაკრისტალური მასალის მიღების თეორიისა და პრაქტიკის ზოგადი საკითხების დადგენა იყო. მან კოლეგებთან ერთად (ო. სეტკინა, მ. ზორინა და ე. მილუკოვი) დაადგინა უნუკლეატორო სიტალიზაციის არსი, ამ პროცესის შესწავლისას ინფრაწითელი სპექტროსკოპიისა და თერმული დამუშავების ტემპერატურაზე პროდუქტთა მიკროსისალის დამოკიდებულების გამოყენების შესაძლებლობა. ამ კვლევებით მოიპოვა ინფორმაცია იმის შესახებ, რომ ერთნაირი ოქსიდური შედგენილობის ბუნებრივი და სინთეზურად მიღებულ სისტემებიდან მინის წარმოქმნის პროცესი განსხვავდება და დამოკიდებულია ხარშვის მაქსიმალურ ტემპერატურაზე. პროცესთა ამ განსხვავებას შეუძლია იმოქმედოს სასრული პროდუქტის სტრუქტურასა და თვისებებზე. მრავალკომპონენტური სისტემების კვლევას ბატონი არჩილი აგრძელებს სილიკატების კათედრაზეც.

კვლევის ობიექტად იქცა მანგანუმით ღარიბი ჭიათურის ადგილმდებარეობის კარბონატული მადანი. კვლევაში აქტიურად ჩაება კათედრის ასპირანტი ნანა ქუთათელაძე. იგი იყო ბატონ კალეს მე-15, ხოლო ბატონი არჩილის პირველი სტუდენტი, რომელმაც დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია.

ოთხწლიანმა კვლევამ სრულად გაამართლა ადრე გამოთქმული მოსაზრება ბუნებრივად და ხელოვნურად მიღებულ მრავალკომპონენტური სისტემების არაადეკვატური მინაწარმოქმნის პროცესების შესახებ, გამოავლინა უხვმანგანუმიანი მინების თავისებურება. გაირკვა, რომ მინაწარმოქმნისა და სასრული პროდუქტის სტრუქტურაზე გადამწყვეტ გავლენას ახდენს მანგანუმის რაოდენობა მინაში. უხვმანგანუმიანი კომპოზიციები ”იძლეოდა” მინას ოქსიდთა თეორიულად დაუშვებელ ზღვრებში და ამის მიზეზად მანგანუმის თვითაღდგენა-დაჟანგვის მოვლენა დასახელდა.

სისტემების მრავალკომპონენტურობა საშუალებას არ იძლეოდა ერთნიშნად დაედგინათ მანგანუმის როლი მინის წარმოქმნაში. საჭირო გახდა სისტემების გამარტივება, რათა შემცირებულიყო სხვადასხვა ბუნებისა და ფუნქციის მატარებელი ოქსიდის

გავლენა მანგანუმის მდგომარეობაზე ამორფულ მყარ სხეულში. ასე გადაიქცა კონკრეტულად არჩეული კვლევის ობიექტი სილიკატების კათედრის ერთ-ერთ მთავარ სამეცნიერო მიმართულებად – უხვმანგანუმიანი კომპოზიციების მინისებრ მდგომარეობაში გარდაქმნის თეორია და პრაქტიკა.

ამ სამეცნიერო მიმართულებამ მოიცვა მარტივი და რთული ბორატული, ბორსილიკატური და სილიკატური უხვმანგანუმიანი კომპოზიციების კვლევა ბატონ კალეს, ხოლო მისი გარდაცვალების შემდეგ ბატონი არჩილის ხელმძღვანელობით.

კვლევის მასშტაბურობის მნიშვნელობისათვის აღვნიშნავთ, რომ ერთდროულად წყდებოდა მიმართულების სამი ძირითადი ამოცანა: პირველი დაკავშირებული იყო მანგანუმის სტრუქტურული ფუნქციების გამორკვევასთან მინისებრი მდგომარეობის მიღებისას, მეორე – ამ ფუნქციათა გამომწვევი მიზეზების, ხოლო მესამე – უხვმანგანუმიანი მინების პრაქტიკული გამოყენების სფეროების დადგენასთან.

კომპლექსური კვლევებით დადგინდა, რომ მინებში მოსალოდნელია მანგანუმის ორი ვალენტური მდგომარეობა (Mn^{2+} და Mn^{4+}). პირველი ასრულებს იონ-მოდულირების როლს, ხოლო მეორეს შეუძლია მიიღოს მონაწილეობა კლასიკური იონ-მინაწარმოქმნელთან ერთად, სივრცული გისოსის შექმნაში. მინების მიღების და დამუშავების განსაკუთრებულ პირობებში არ არის გამორიცხული Mn^{3+} -ისა და Mn^0 -ის არსებობა.

აღნიშნულმა დასკვნებმა ბატონ არჩილსა და მის თანამშრომლებს მრავალი ახალი მინისა და მინასიტალების შექმნის საშუალება მისცა. მიიღეს მაღალი ელექტროწინააღობის მინები, მინები მოცულობითი და ზედაპირული გამტარობით (ნ. ქუთათელაძე, თ. ჭეიშვილი, ნ. ლამბაშიძე, თ. გრიგოლია, დ. ეგვიანიძე და სხვები), მინამასალები სხვადასხვა ბუნების ლითონთა რჩილვისათვის (ვ. ფილიშვილი, ვ. ნარუსლიშვილი, ვ. ბერძენიშვილი და სხვები), სხვადასხვა დანიშნულების მინანქრები, რომლებიც გამოირჩეოდა ადვილდნობადობითა და მაღალი ქიმიური მდგრადობით (ვ. გორდელაძე, თ. ერისთავი, ვ. პავლოვა, თ. მატოიანი, ი. ზედგინიძე, ი. ბერძენიშვილი, ი. კვეზერელი-კოპაძე და სხვები), მინანქრული თვითშეწონადი სუსპენზიები (ვ. გორდელაძე, მ. რაზმაძე და სხვები).

კვლევებით მიღებული შედეგები მოხსენებულ იქნა საერთაშორისო კონგრესებზე, ყოფილ საბჭოთა კავშირში გამართულ კონფერენციასა თუ თათბირებზე, შეტანილია საცნობარო ლიტერატურაში.

ფიზიკური და კოლოიდური ქიმიის კათედრაზე უხვმანგანუმიანი მინებისა და მინამასალების კვლევა გადაიზარდა ზოგადსამეცნიერო პრობლემის გადაწყვეტის მცდელობაში – მრავალკომპონენტიანი ბუნებრივი და ტექნოგენური სისტემების მაღალტემპერატურული ქცევის შესწავლა-პროგნოზირებაში.

ბატონი არჩილი თვლის, რომ კვლევის ამ მიმართულების განვითარება უშუალოდ დაკავშირებულია მსოფლიოში საყოველთაოდ ცნობილი ორი მეცნიერის მოღვაწეობასთან (ნიკოლოზ ლანდია და მჭედლიშვილ-პეტროსიანი). სწორედ მათთან კონსულტაციებით განვითარდა კათედრაზე ფიზიკური და კოლოიდური ქიმიის კვლევები.

ექსპერიმენტულ სამუშაოებსა და თეორიულ გაანგარიშებებში ჩაერთვნენ ფიზიკური და კოლოიდური ქიმიისა და მონათესავე კათედრების თანამშრომლები: თ. კაჭახიძე, ჟ. გალუაშვილი, ც. ნაჭყებია, დ. ბიბილეიშვილი, ვ. გორდელაძე, მ. რაზმაძე, ვ. მინდინი, თ. ჭეიშვილი, ა. გოგიშვილი, დ. ერისთავი, მ. მშვილდაძე,

მ. კაპანაძე; კათედრის ასპირანტები: ნ. ყურშუბაძე, ვ. კურცხალია, ვ. მშვილდაძე; სამეცნიერო აკადემიური წოდების მაძიებელნი: ე. ნიკოლეიშვილი, დ. ჯინჭარაძე, მ. გუგეშიძე, ე. მაცაბერიძე, დ. კოტრიკაძე, ნ. რაჭველიშვილი.

მათი ერთობლივი მუშაობის შედეგია მრავალკომპონენტური სისტემების შეფასება-პროგნოზირების ე.წ. თერმოდინამიკურ-პეტროქიმიური მიდგომა, რომელიც ეფუძნება ქიმიური თერმოდინამიკის, ფაზური წონასწორობისა და პეტროქიმიის დებულებებს. მათი მონაწილეობით მოდიფიცირებულ იქნა თერმოდინამიკური პარამეტრების მონაცემთა ბაზაში არარსებული მარტივი და რთული 100-მდე ნივთიერების სტანდარტულ მოლურ სიდიდეთა ანგარიშის მეთოდი, დაფუძნებული სტრუქტურული ანალოგიისა და ადიტიურობის პრინციპებზე. შეიქმნა ზედაპირულად ნახევარგამტარი აფსკების შექმნისა და პროგნოზირების მათემატიკური (თ. ჭეიშვილი, ვ. კურცხალია) და თვითშეწონადი მინანქრული სუსპენზიების ფიზიკურ-ქიმიური მოდელები (ვ. გორდელაძე, მ. რაზმაძე).

კვლევის შედეგები წარდგენილ იქნა ათეულ საერთაშორისო კონფერენციასა და კონგრესზე.

ცალკე აღნიშვნის ღირსია ბატონი არჩილის ხელმძღვანელობით შესრულებული კვლევა ძველქართული (ძვ. წ. V–III საუკუნეები) მინების სფეროში (რ. ჩაგუნავა, მ. კაპანაძე), რომელმაც ცხადყო მოსაზრება იმის შესახებ, რომ იმ დროს საქართველო მინის წარმოების (კეთების) ერთ-ერთი ცენტრი იყო. კვლევის შედეგები მონოგრაფიის სახით გამოიცა (რ. ჩაგუნავა, მ. კაპანაძე), რომელიც დღეს ბიბლიოგრაფიულ იშვიათობად იქცა.

1976–1990 წლებში ნათლად იკვეთება ბატონი არჩილის, როგორც მეცნიერისა და ტექნიკის ორგანიზატორის როლი. ა. სარუხანიშვილი ამ პერიოდში იყო რა ყოფილი სსრკ-ის მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის სამეცნიერო საბჭოს ორი (მინანქრისა და ხურებაშედეგი საფარების) სექციის წევრი, სსრ-ის მეცნიერებათა აკადემიის ”მყარი ელექტროლიტების“ სექციის წევრი, დ. მენდელეევის სახ. ქიმიური საზოგადოების საქართველოს განყოფილების პრეზიდიუმის წევრი აქტიურ მონაწილეობას იღებდა მრავალი სახის მასალათა სფეროში მიმდინარე სამეცნიერო და ინოვაციური ტექნოლოგიებში, სამუშაოთა კოორდინაციაში, იყო მხატვრული მინის რამდენიმე საწარმოს ინიციატორი და განმხორციელებელი, საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ახალგაზრდა მეცნიერთა საბჭოს პირველი თავმჯდომარე, საკავშირო და საერთაშორისო თათბირების, კონფერენციების ორგანიზატორი და სარედაქციო საბჭოს წევრი, ოპონირებას უწევდა საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაციებს.

მიუხედავად საქართველოში მიმდინარე მოვლენებისა, რომლის მოწმე და მონაწილე ხშირად იყო, მძიმე ავადმყოფობისა და რთული ქირურგიული ოპერაციის გადატანისა,

სამაჩაბლოსა და აფხაზეთის ომებისა, რომელშიც მისი ვაჟი მონაწილეობდა და მძიმე კანტუზიით დაბრუნდა, არაკორექტული დამოკიდებულებისა მეცნიერებასა და უმაღლეს სკოლებში მოღვაწე ადამიანებისა, ბატონი არჩილი კვლავ აგრძელებს აქტიურ სამეცნიერო-ტექნიკურ, პედაგოგიურ და საზოგადოებრივ მოღვაწეობას. 1990–2014 წლებში საქართველოს გამომგონებელთა და ინტელექტუალურ მესაკუთრეთა ასოციაცია "პარაგონის" მთავარი მრჩეველი, "ევროსაიენსის" საქართველოს განყოფილების ერთ-ერთი დამფუძნებელი, 2000–2008 წლებში რუსეთის მინანქრის სპეციალისტთა აკადემიის ნამდვილი აკადემიკოსი, საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაცია "კერამიკის" ვიცე-პეზიდენტი და ამ ასოციაციის ჟურნალის მთავარი რედაქტორის მოადგილეა.

დღეს ბატონი არჩილის სამეცნიერო-ტექნიკური და პედაგოგიური მოღვაწეობის ძირითადი მონაგარია: სამასამდე პუბლიკაცია სამამულო და უცხოურ სამეცნიერო-ტექნიკურ პერიოდიკაში, 70-მდე სამეცნიერო-ტექნიკურ სამამულო და საერთაშორისო კონფერენციაში, სიმპოზიუმში, თათბირსა თუ კონგრესში მინაწილეობა, 5 მონოგრაფია, 60-მდე საავტორო მოწმობა გამოგონებაზე და პატენტი, 6 ძირითადი სახელმძღვანელო, 35-მდე სასწავლო-მეთოდური ლიტერატურა, 19 საკანდიდატო და 2 სადოქტორო დისერტაციების ხელმძღვანელობა და კონსულტაცია, 5 აკადემიური დოქტორისა და 5 მაგისტრის მომზადება.

ბატონ არჩილს უზომოდ უყვარს თავისი ოჯახი, მისთვის ყოველთვის პატარა დაიკონონა, დღეს ექვსი შვილიშვილის ბებია, ერთგული მეუღლე მარგალიტა კუპატაძე – ახლო წარსულში ახალგაზრდა პოლიგრაფისტთა აღმზრდელი. რა გასაკვირია, რომ უყვარს შვილები: თინკო – ექიმი, ირაკლი ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, გადამღვარი ვიცე-პოლკოვნიკი. ამაყობს სიძეებით: პროფესორი რამაზ მახვილაძე – საქართველოში ცნობილი მშენებელ-ეკონომისტი და ტარიელ ფუტკარაძე, მედიცინის მეცნიერებათა კანდიდატი, აჭარაში ცნობილი ქირურგი. განსაკუთრებით უყვარს შვილიშვილები: აჩიკო, სოფიკო, თათია და ლადო.

უყვარს კითხვა, კლასიკური და საესტრადო მუსიკის მოსმენა, არის სპორტის სხვადასხვა სახეობის გულშემატკივარი, აქტიური მეთევზე.

ასეთია ბატონი არჩილი. მას არ ემჩნევა 80 წელი, თუ არ ჩავთვლით თმის სრულ გათეთრებას, განვლილმა წლებმა რომ დაათოვა და მძიმე ნაბიჯებს – კიბეზე ასვლისას.

გუსურვებთ ჯანის სიმრთელეს, დღეგრძელობას, დაუშრეტელ ენერგიას, რათა კვლავაც აჩუქოს ირგვლივ მყოფ ადამიანებს სიკეთე და სიბოლო, ასე უშურველად რომ გასცემს ყოველთვის.

მრავალჯამიერ თქვენ ბატონო არჩილ!

*ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი
საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაცია,
ჟურნალ "კერამიკის" რედაქლეგია*

თეიმურაზ ჭეიშვილი



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის, ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორს, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორს, ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს თავმჯდომარე **თეიმურაზ ჭეიშვილს** დაბადებიდან 65 და სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის 40 წელი შეუსრულდა.

გულოცავთ ბატონ თეიმურაზს საიუბილეო თარიღს და ვუსურვებთ წარმატებებს. მან სამეცნიერო მოღვაწეობა ჯერ კიდევ სტუდენტობის წლებში დაიწყო და გაიარა გზა ლაბორანტიდან სრულ პროფესორამდე. 1971 წელს საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის წარჩინებით დამთავრების შემდეგ სწავლა განაგრძო ასპირანტურაში და 25 წლის ასაკში დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია. თემა, რომელიც ნაშრომში განიხილებოდა, მომდევნო წლებში სისტემატური კვლევების ჩატარების საფუძველი გახდა, რაც სადოქტორო დისერტაციის დაცვით დაგვირგვინდა.

ბატონი თეიმურაზი ახალი სახის უხვმანგანუმიანი ამორფული (მინისებრი) სხეულების მიღების ფიზიკურ-ქიმიური საფუძვლების ჩამოყალიბების ერთ-ერთი თანაავტორია. მან განავრცო ამ სფეროში მიღებული შედეგები ძველმენტა შემცველი ორ-, სამ- და მრავალკომპონენტიან სისტემებში მინის წარმოქმნის, აღნაგობის და, შესაბამისად, თვისებების გამოვლინების კანონზომიერებათა თავისებურების ახსნისათვის, რითაც ყველა წინაპირობა შექმნა ასეთი სისტემების ბაზაზე მიღებული მასალების პრაქტიკული გამოყენებისათვის. ამ სისტემათა შედგენილობა საშუალებას იძლევა, სინთეზის პირობების შეცვლით, ამორფული ან ამორფულმატრიციანი მასალები მივიღოთ, ხშირად, საპირისპირო თვისებებით მოცულობასა თუ ზედაპირზე. ამ კვლევათა შედეგები შეტანილ იქნა საცნობარო ლიტერატურაში, განიხილებოდა სხვადასხვა რანგის სამეცნიერო ფორუმებზე და იწვევდა საინტერესო დისკუსიას, გამოქვეყნდა სამეცნიერო-ტექნიკურ სამამულო და უცხოურ პერიოდიკაში. ბატონი თეიმურაზის სამეცნიერო-საწარმოო საქმიანობის სფერო მრავალმხრივია. მისი ხელმძღვანელობით და მონაწილეობით მრავალი საკვლევი და საწარმოო პროფილის სამუშაო შესრულდა – სპეციალური ელექტროტექნიკური, ოპტიკური მინები, არაორგანული საფარები და აგრარულ საქმეში გამოყენებული მასალები, მინის მრეწველობის ნედლეულის ბაზის გაფართოება, მინის ქარხნებში ტექნოლოგიური პროცესების სრულყოფა და სხვა. წლების განმავლობაში იყო „ГХИТ“-ის (მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტი) არაორგანული ხურებადმედიკი საფარის სექციის წევრი, საკავშირო მნიშვნელობის კონფერენციების საორგანიზაციო კომიტეტის წევრი და პასუხისმგებელი მდივანი.

ბატონ თეიმურაზს გამოქვეყნებული აქვს 100-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი და არის 6 გამოგონების ავტორი, მონაწილეობდა მრავალ საერთაშორისო კონფერენციაში. კოლეგებთან ერთად მიღებულ შედეგებს არცთუ იშვიათად იყენებდნენ და იყენებენ სხვადასხვა ქვეყნის მკვლევრები.

შთამბეჭდავია ბატონი თეიმურაზის მოღვაწეობა სასწავლო პროცესში. იგი სხვადასხვა ქვეყნის უმაღლესი განათლების სისტემაში მიმდინარე პროცესებს იცნობს და უნარი შესწევს ტექნიკურ უნივერსიტეტში დანერგოს ისინი. მისი ხელმძღვანელობით შესრულებულია და დაცული ათზე მეტი სამაგისტრო ნაშრომი, საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია. იგი დღესაც აქტიურადაა ჩაბმული დოქტორანტებისა და მაგისტრანტების აღზრდა-სწავლების პროცესში.

ბატონი თეიმურაზი ნაყოფიერად მონაწილეობს ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის საჭირო სასწავლო-მეთოდური ლიტერატურის შექმნაში. მას ინდივიდუალურად და კოლეგებთან ერთად გამოცემული აქვს არაერთი სახელმძღვანელო, დამხმარე სახელმძღვანელო და მეთოდური ხასიათის მასალები. მისი ლექციები და პრაქტიკულები, სწავლების ყველა საფეხურის სტუდენტებისათვის, გამოირჩევა საკითხების ღრმა განხილვით, ხოლო ლაბორატორიული სამუშაოები – ექსპერიმენტისადმი ფაქიზი მიდგომით.

წლების განმავლობაში ბატონი თეიმურაზი აქტიურად იყო ჩაბმული ინსტიტუტის და რესპუბლიკის ახალგაზრდა მეცნიერთა საბჭოების საქმიანობაში, იყო სპი-ის ახალგაზრდა მეცნიერთა საბჭოს თავმჯდომარე და ახალგაზრდა მეცნიერთა რესპუბლიკური საბჭოს თავმჯდომარის მოადგილე, სპი-ის დიდი საბჭოს და ფაკულტეტის აკადემიური საბჭოს წევრი. არჩეული იყო სტუ-ის პირველი მოწვევის წარმომადგენელთა საბჭოში, შრომების სარედაქციო საბჭოში და სხვა. ამჟამად ხელმძღვანელობს ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს, სადოქტორო პროგრამას „ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერია“, არის კერამიკოსთა მსოფლიო ფედერაციის, ევროპის კერამიკოსთა ასოციაციის და ჟურნალ „კერამიკის“ რედკოლეგიის წევრი.

ბატონი თეიმურაზი განსაკუთრებული პატივისცემითა და სიყვარულით სარგებლობს ფაკულტეტისა და უნივერსიტეტის თანამშრომლებს, სტუდენტებს, მაგისტრანტებსა და დოქტორანტებს შორის.

ის ტრადიციულ ქართულ ოჯახში აღიზარდა, მისი წარმატებები შეუძლებელი იქნებოდა, რომ არა მისი დედის, კეთილშობილი ქალბატონ ნათელას თავდაუზოგავი შრომა, რომელიც დღენიადაგ იღწვოდა, რათა წარმატებულ და სასახელო მამულიშვილად ჩამოყალიბებულიყო, მან სომ ოთხი შვილი ობლობაში გამოზარდა.

ბატონმა თეიმურაზმა ტრადიცია ღირსეულად გააგრძელა და დღეს ყველასათვის საამაყო ქართული ოჯახის თავკაცია. მას გვერდს უმშვენებს თბილი, მოსიყვარულე, უსათნოესი და არაჩვეულებრივი ხიბლით შემკობილი მეუღლე მანანა, გამორჩეული პროფესიონალიზმით დაჯილდოებული პედაგოგი, რომელიც მეუღლის თითქმის ყველა წარმატების ხელშემწყობი და გამზიარებელია. ბატონი თეიმურაზს განსაკუთრებული ნიჭიერებით, შრო-

მისმოყვარეობით და წესიერებით გამორჩეული შვილები ჰყავს. მამის მოსახელე თემო (თეიმურაზი) ევროპაში (ჰოლანდია) ერთ-ერთი მსხვილი ING საფინანსო ჯგუფის ინვესტიციების დირექტორია, რომელიც ორი წელია დაქორწინდა შესანიშნავ ქეთრინზე, რითაც ძალზე გაახარა ყველა მისი ახლობელი და გულშემატკივარი. უმშვენიერესი ქალიშვილი თამარი თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორია და წარმატებით იღწვის ანტიკური ფილოლოგიის დარგში, არის მეცნიერებათა კანდიდატი.

კიდევ ერთხელ ვულოცავთ ბატონ თეიმურაზს საიუბილეო თარიღებს. ვუსურვებთ ჯანმრთელობას, ოჯახის კეთილდღეობას, ახალ წარმატებებს მის მრავალფეროვან მოღვაწეობაში.

*ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის
ფაკულტეტი,*

*საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაცია
ჟურნალ „კერამიკის“ სარედაქციო კოლეგია*

შინაარსი

ბახსენება

გალინა ნიკოლოზის ასული მასლენიკოვა	3
გოგი ჭირაქაძე	6

მეცნიერება და ტექნოლოგია

ი. ბერძენიშვილი. ბუნებრივი მინები	8
გ. გაფრინდაშვილი. მინისებრი ფაზის როლი ფაიფურის დიელექტრიკებში და ორსახოვანი იანუსი	12
ზ. კოვზირიძე, ნ. ნიჟარაძე, ვ. ქინქლაძე. SiC-BN კომპოზიტის მიღება	17
ზ. კოვზირიძე, ნ. ნიჟარაძე, გ. ტაბატაძე, თ. ჭეიშვილი, ზ. მესტირიშვილი, მ. მშვილდაძე, ე. ნიკოლეიშვილი, ნ. დარახველიძე. ნიტროალუმინთერმული პროცესებით სიალონების მიღება	23
ზ. კოვზირიძე, ნ. ნიჟარაძე, მ. ბალახაშვილი. დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის გამოყენება მეტალურგიული თხური აბრეგატების ამონაბის ტორკრეტირებისათვის	32
გ. ლოლაძე, ზ. ლომიძე. 3D სტერეოსკოპული გადაღების განვითარების ზოგიერთი ასპექტი	40
ა. სარუხანიშვილი, ვ. გორდელაძე, ნ. ანდლულაძე. Na_2CO_3 – SrCO_3 – BaCO_3 – H_3BO_3 – SiO_2 სისტემაში დაბალტემპერატურული პროცესების თერმოდინამიკური შეფასება	44
თ. ჭეიშვილი, ზ. ჯავაშვილი. ყვარლის ფიქლის საფუძველზე ფოროვანი მასალის მიღების შესაძლებლობის შესწავლა	49
მილოცვა	
გურამ გაფრინდაშვილი	53
ზვიად კოვზირიძე	54
ნანა მჭედლიშვილი	67
არჩილ სარუხანიშვილი	71
თეიმურაზ ჭეიშვილი	78

CONTENTS

REMINDING

Galina Maslennikova	3
Gogi Chirakadze	6

SCIENCE END TECHNOLOGY

I. Berdzenishvili. NATURAL GLASSES	8
G. Gaprindashvili. THE ROLE OF THE VITREOUS PHASE IN PORCELAIN DIELEKTRIC AND A TWO FACED JANUS	12
Z. Kowziridze, N. Nijaradze, V. Qinladze. OBTAINING OF COMPOSITE IN SIC-BN SYSTEM	17
Z.Kovziridze, N. Nizharadze, G.Tabatadze, T.Cheishvili, Z.Mestvirishvili, M.Mshvildadze, E.Nikoleishvili, N.Darakhvelidze. OBTAINING OF SIALON-S WITH NITRO-ALUMOTHERMAL PROCESSES	23
Z. Kovziridze, N. Nizharadze, M. Balakhashvili. APPLICATION OF DOLOMITE-SERPENTINITE CLINKER FOR GUNNING OF BEDDING OF METALLURGICAL THERMAL AGGREGATES	32
G. Loladze, Z. Lomidze. SOME SPECTS OF 3DSTEREOSCOPIC PHOTOGRAPHY DEVELOPMENT	40
A. Sarukhanishvili, V.Gordeladze, N. Andguladze. THERMODYNAMIC ASSESSMENT OF LOW-TEMPERATURE PROCESSES IN THE SYSTEM OF $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{SrCO}_3 - \text{BaCO}_3 - \text{H}_3\text{BO}_3 - \text{SiO}_2$	44
T. Cheishvili, Z. Javashvili. FEASIBILITY STUDY TO OBTAIN POROUS MATERIALS ON THE BASE OF SHALE OF KVARELI ORIGIN	49

GREETING

Guram Gaprindashvili	53
Zviad Kovziridze	54
Nana Mchedlishvili	67
Archil sarukhanishvili	71
Theimuraz Cheishvili	78

СОДЕРЖАНИЕ

ВОСПОМИНАНИЕ

Галина Николаевна Масленникова	3
Гоги Чиракадзе	6

НАУКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Бердзенишвили И.Г. ПРИРОДНЫЕ СТЕКЛА	8
Гаприндашвили Г.Г. РОЛЬ СТЕКЛОВИДНОЙ ФАЗЫ В ФАРФОРОВЫХ ДИЭЛЕКТРИКАХ И ДВУЛИКИЙ ЯНУС	12
Ковзиридзе З.Д., Нижарадзе Н.С., Кинкладзе В.Л. ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ SIC-BN	17
Ковзиридзе З.Д., Нижарадзе Н.С., Табатадзе Г.С., Чейшвили Т., Мествиришвили З.З., Мшвилдадзе М.Дж., Николеишвили Е.Т., Дарахвелидзе Н.Ю. ПОЛУЧЕНИЕ СИАЛОНОВ НИТРО-АЛЮМИНОТЕРМИТНЫМ МЕТОДОМ	23
Ковзиридзе З. Д., Нижарадзе Н.С, Балахашвили М.И. ПРИМЕНЕНИЕ ДОЛОМИТ-СЕРПЕНТИНИТОВОГО КЛИНКЕРА ДЛЯ ФУТЕРОВКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ МЕТОДОМ ТОРКРЕТИРОВАНИЯ	32
Лоладзе Г.З., Ломидзе З.А. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ ЗД-СЪЕМКИ	40
Саруханишвили А.В., В.Г. Горделадзе В.Г., Н.Ш. Андгуладзе Н.Ш. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{SrCO}_3 - \text{BaCO}_3 - \text{H}_3\text{BO}_3 - \text{SiO}_2$	44
Чейшвили Т.Ш., Джавашвили З.Д. ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КВАРЕЛЬСКОГО СЛАНЦА	49
ПОЗДРАВЛЕНИЕ	
Гурам Гаприндашвили	53
Звиад Ковзиридзе	54
Нана Мчедлишвили	67
Арчил Саруханишвили	71
Теимураз Чейшвили	78

kompiuterul i uzrunvel yofa: e. qarCava, x. ungiaze

redaqtoebi: I. mamalaze, m. preobraJenskaia, d. SoSiasvili

saqarTvel os keramikosTa asociacia 2007
wlidan gawevrianda keramikosTa msflio federaciaSi

saqarTvel os keramikosTa asociacia 2002 wli dan evropis
keramikosTa asociaciis wevria

saqarTvel os keramikosTa asociacia daarsda 1998 wels
Jurnal i daarsda 1999 wels

Jurnal Si statiebi ibeWdeba qarTul, ingl isur, germanul da rusul enebze

*gamoqveynebul i masal is avtorebi pasuxismgebel ni arian moyvanil i
faqtebis, citatebis da sxva monacemebis SerCevasa da sizusteze, aseve Ria
publikaciaSi kanoniT akrZal ul i monacemis gaxmaurebaze.*

*redaqcias SeuZl ia gamoaqveynos masal ebi ise, rom ar iziarebdes avtoris
Sexedul ebets.*

*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, "keramika", 2(32),2014

masal is gadabeWvdvisas Jurnal is miTiteba aucil ebelia

ТБИЛИСИ, "КЕРАМИКА", 2(32),2014

При перепечатке ссылка на журнал обязательна

ТБИЛИСИ, "CERAMICS", 2(32),2014

Reference of magazine is obligatory on reprinting

pirobiTi nabeWdi Tabaxi 5. tiraJi 100 egz., SekveTa # fasi saxel Sekrul ebo.

saqarTvel os keramikosTa asociacia, Tbilisi, kostavas 69, tel : 233-53-48, Sida 62-39,

E-mail: kowsiri@gtu.ge, z. kovzirize

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