

ISSN 1512-0325

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



kerami ka **CERAMICS**

სამეცნიერო-ტექნიკური და საარმოო ილუსტრაციები,  
რეგისტრაციები, რეფერირები *Journal*

*1(31).2014*

# ქურნალი კერამიკა

## 15 წლისაა

ქურნალში „კერამიკა“  
გამოქვეყნებული სტატიების  
პირითადი თემატიკა

ყველა სახის მინის,  
კერამიკის, კერამიკული და  
პოლიმერული კოვოზიტების,  
ზეზამტარი მასალების,  
ჭიქურის და მინაქრის,  
სხვადასხვა მინის,  
მინერალური ბაზის,  
მჭიდო მასალების, ცემენტის და სხვა  
არაორბანული,  
ქველდნობადი,  
ახალი და ტრადიციული მასალის  
სფეროში  
ჩატარებული სამეცნიერო კვლევები,  
მათი მიღების ტექნიკა და  
ტექნოლოგია, ნანოტექნოლოგია და  
ნანოქიმია

ქურნალში აგრეთვე  
შესაძლებელია განთავსდეს  
სტატიები შემდეგ საკითხებზე:

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

## ВЛИЯНИЕ ОКСИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРОЦЕСС СОВМЕСТНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАРГАНЦА И КРЕМНИЯ

Симонгулашвили З.А.,\* Небиеридзе С.С.

Департамент металлургии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава 69

E-mail: z.simongulashvili@yahoo.com

**Резюме:** На основе выполненных исследований разработана, освоена и внедрена ресурсосберегающая технология утилизации ранее не применяемых отходов производства (туфа) взамен кварцита, позволяющая повысить использование марганца и кремния, улучшить технико-экономические показатели процесса и на 5-6% снизить себестоимость силикомарганца.

**Ключевые слова:** силикомарганец; шихта; марганец; силиций; восстановление; металл; шлак.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

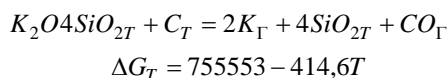
Опыт производства силикомарганца в мощных электропечах и физико-химический анализ процессов плавки свидетельствуют о наличии резервов в увеличении их производительности, улучшении качества сплавов и повышении эффективности производства. Одним из путей интенсификации процесса выплавки силикомарганца является замена традиционно используемого шихтового компонента - кварцита комплексным сырьем, содержащим кремнезем, глинозем и оксиды щелочных металлов. Таким сырьем являются широко распространенные в природе туфы, пегматиты, щелочные граниты, сиениты и другие горные породы.

### 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

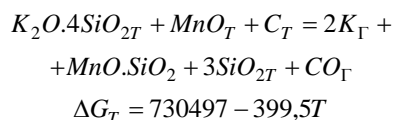
Известно, что при введении в различные шихты добавок оксидов и солей щелочных металлов существенно ускоряются процессы восстановления металлов углеродом из их оксидов.

Положительные результаты выплавки силикомарганца и металлического марганца с использованием пегматита [1,2] обусловили целесообразность продолжения поисков перспективных природных минералов, содержащих щелочные оксиды. Анализ поведения щелочей на примере соединений калия [3] показывает, что взаимодействие в системе

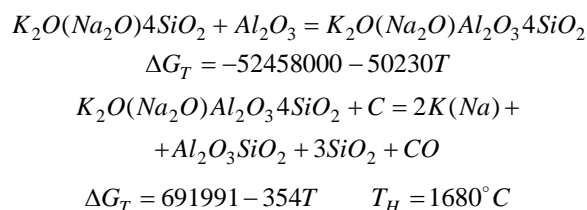
$K_2SO_4 - SiO_2$  требует более высоких температур, чем взаимодействие карбонатов с кремнеземом и поэтому сульфаты могут переходить, в основном, в шлак, повышая содержание в нем серы и оксидов щелочных металлов. Карбонаты щелочных металлов в присутствии кремнезема менее устойчивы и образуют с ним силикаты. Так как в реальных шлаках силикомарганца имеется избыток  $SiO_2$  по отношению к  $K_2O$ , наибольшей устойчивостью в шлаковом расплаве будет обладать тетрасиликат калия -  $K_2O \cdot 4SiO_2$ . Чистый  $K_2O \cdot 4SiO_2$  может заметно восстанавливаться углеродом при температуре 1547°C:



Содержащийся в шлаке монооксид марганца практически не влияет на восстановление калия:



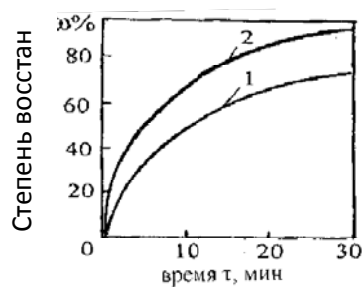
Восстановление щелочей, переход их в газовую фазу и регенерация затрудняются в присутствии глинозема. Это объясняется способностью силикатов щелочных металлов образовывать с глиноземом щелочные алюмосиликаты, восстановление щелочей из которых требует сравнительно высоких температур, что является предпосылкой для перехода их в шлак:



Это положение имеет важное значение с точки зрения выбора щелочесодержащих материалов,

пригодных для использования в качестве шихтовых компонентов для выплавки марганцевых сплавов, так как в этих условиях переход щелочных металлов в газовую фазу будет минимальным. Такими минералами являются различные туфы, которые так же как и пегматиты, относятся к горным породам вулканического происхождения. Они широко разрабатываются, используются в строительной промышленности, а их отходы-туфовый щебень (фракции 10-70мм), стоимость которого в 8-10 раз ниже, чем пегматита, и примерно в 4-5 раз ниже, чем кварцита, пока не находит применения.

Важной характеристикой туфа является сочетание в нем кремнезема и оксидов щелочных металлов, которые, как известно, способствуют снижению вязкости силикатных расплавов [4] и интенсификации процессов восстановления марганца и кремния (см. рис.).



**Кинетические кривые восстановления силикомарганцевых шихт при 1600°C с использованием кварцита-1 и туфа-2**

По химическому составу туфы представляют собой кислую породу с содержанием, %: 64-73  $SiO_2$ ; 8-10 ( $Na_2O + K_2O$ ); 14-17  $Al_2O_3$ ; 3-4  $Fe_2O_3$ ; 2-5  $CaO$  [5].

Основные показатели физико-механических свойств туфов колеблются в пределах:

Вариант	I	II	III	IV
Удельный расход, кг/баз.т.: Марганцевого сырья	2300	2275	2250	2200
Кварцита	360	270	180	---
Туфа	---	200	241	433
Коксика	465	459	453	460
Расход электроэнергии, кВт.ч/баз.т	4200	4100	4050	4000
Кратность шлака	1,1	1,0	0,91	0,8
Средний хим. состав металла, %:				
<i>Mn</i>	75,10	75,41	76,10	76,45
<i>Si</i>	17,3	17,85	18,12	18,32
<i>P</i>	0,35	0,35	0,34	0,34
Средний хим. состав шлака, %:				
<i>Mn</i>	14,92	13,6	13,0	12,11
$SiO_2$	46,45	44,11	44,15	42,10
$CaO$	20,03	21,00	21,52	22,51
$Al_2O_3$	4,66	5,70	7,10	9,10
$Na_2O + K_2O$	0,4	2,9	4,3	5,40
Соотношение между окислами в шлаке: $CaO / SiO_2$	0,43	0,45	0,48	0,52
$(Na_2O + K_2O) / SiO_2$	0,01	0,07	0,10	0,13
$(Na_2O + K_2O) / Al_2O_3$	0,09	0,51	0,61	0,60
Извлечение в сплав, %:				
<i>Mn</i>	70,15	72,51	73,50	74,17
<i>Si</i>	40,31	41,69	43,05	45,12
<i>P</i>	78,84	76,35	75,69	75,11

- удельная масса (плотность) -2500-3500кг/м<sup>3</sup>;
- объемная масса – 1000-1800 кг/м<sup>3</sup> (средняя 1350);
- пористость – 30-60%;
- водопоглощение по весу – 20-40%;
- коэффициент водонасыщения – 0,4-0,8;
- коэффициент теплопроводности – 0,35-0,45 Дж/кг.ч.град.;
- температура плавления 1200-1450°С.

В настоящей работе исследовано влияние замены в шихте кварцита туфом на технико-экономические показатели процесса выплавки силикомарганца. Опытные промышленные плавки проводили на Зестафонском заводе ферросплавов (ЗЗФ) в электропечи мощностью 22,5 МВА. За опытную компанию было опробовано четыре варианта плавки: по I варианту силикомарганец выплавляли на обычной заводской шихте (100% кварцит), по II, III и IV вариантам кварцит заменяли туфом в количестве 30,50 и 100% соответственно от веса в шихте кварцита. В опытах использовали реальные составы промышленных шихт в расчете получения силикомарганца марки СМн17. За исходную применялась шихта на основе марганцевого концентрата с 40% Мп.

Основные технико-экономические показатели сравнительных промышленных плавки силикомарганца по существующей на ЗЗФ и разработанной технологиям приведены в таблице.

Результаты опытных плавки показывают, что при увеличении в шихте количества туфа, извлечение марганца и кремния в сплав повышается и достигает максимального значения при полной замене кварцита туфом. При этом отношение в шлаке  $(Na_2O + K_2O) / SiO_2$  (щелочной модуль шлака-Мш) возрастает до 0,13, против 0,01 в обычной шихте. В зависимости от этого отношения меняется и характер изменения извлечения в сплав и перехода в шлак марганца и кремния.

При выплавке силикомарганца добавку туфа в шихту следует оценивать не по его количеству, а по содержанию в шлаке кремнезема, глинозема, оксидов щелочных металлов и их соотношению, что подтверждается зависимостью изменения кратности шлаков и удельного расхода электроэнергии от щелочного модуля шлака. Так, при содержании в шлаке 8-10%

$Al_2O_3$ , 4-5%  $Na_2O + K_2O$  и Мп = 0,13 достигаются, для данных условий проведения опытных плавки, наилучшие технико-экономические показатели. По сравнению с обычной технологией производительность печи РКЗ-22,5МВА повысилась на 5%, удельный расход электроэнергии снизился на 3%, извлечение марганца в сплав увеличилось на 3-4% и кремния на 5-6%.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что в присутствии щелочей  $Al_2O_3$  образует щелочные алюмосиликаты, которые в структуре кислых шлаковых расплавов оказывают существенное влияние на интенсификацию процессов восстановления марганца и кремния при выплавке силикомарганца. С этих позиций объясняется повышение извлечения в сплав марганца и кремния, снижение удельного расхода электроэнергии при использовании в шихте силикомарганца щелочных алюмосиликатов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гасик М.И., Кучер А.Г., Ткач Г.Д. и др. Исследование процесса выплавки силикомарганца с использованием в шихту пегматита //сб.: Совершенствование технологии производства марганцевых сплавов. Материалы III республиканской научно-техн. конф. Тбилиси, 1978, с. 145-153.
2. Гасик М.И., Садовский М.Г., Бойцов Л.И. и др. Результаты промышленного опробования гранитов при производстве металлического марганца // Материалы II всесоюзного совещания. Metallургия марганца. Тбилиси, 1977, с. 147-149.
3. Казаков И.Н., Ткач Г.Д., Гасик М.И., Кучер А.Г. Использование пегматита в шихте при выплавке силикомарганца. Бюл. СНИИТЭИ ЧМ, 1979, №16, с. 37-38.
4. Симонгулашвили З.А., Камкина Л.Г. Кинетика восстановления силикомарганцевых шихт // Марганец. Тбилиси, 1989, с. 26-28.
5. Ацагорцян З.А., Мартиросян О.А. Туфы и мраморы Армении. – Ереван: Армгосиздат, 1977, с. 80-85.

შპს 669.168:553.3

**ტუტე ლითონის ოქსიდების გავლენა მანგანუმისა და სილიციუმის  
ერთდროულად აღდგენის პროცესებზე**

**ზ. სიმონგულაშვილი, ს. ნებიერიძე**

**რეზიუმე:** ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე შემუშავებული, ათვისებული და დანერგო-  
ლია ტუტეების გამოყენება სილიკომანგანუმის წარმოებაში. კვარციტების შეცვლამ სხვადასხვა გე-  
ნეზისის ტუტეებით, რომლებიც კაჟმიწასთან ერთად შეიცავს ტუტე ლითონების ოქსიდებს, შესაძ-  
ლებლობა მოგვცა გაგვეზარდა მანგანუმისა და სილიციუმის სასარგებლო გამოყენება და შეგვემ-  
ცირებინა ლითონის თვითღირებულება.

**საკვანძო სიტყვები:** სილიკომანგანუმი; კაჟმი; მანგანუმი; სილიციუმი; აღდგენა; ლითონი; წილა.

---

UDC 669.168:553.3

**INFLUENCE OF ALKALINE METAL OXIDES ON THE PROCESS OF JOINT REDUCTION  
OF MANGANESE AND SILICON**

**Z. Simongulashvili, S. Nebieridze**

**Resume:** On the basis of the executed researches it has been developed, mastered and introduced the resource-  
saving technology of production wastes (tuff) instead of quartzite that allows to increase usage of manganese and sili-  
con, to improve technical and economic process indicators and to reduce prime cost of silicon manganese by 5-6%.

**Key words:** silicon manganese; furnace charge; manganese; silicium; reduction; metal; slag.

---

შპს 622.342.1:622.7

**ტყვისა და თუთიის შემცველი ოქროს მადნის ფიზიკური მეთოდებით გამდიდრების პროცესის გამოკვლევა**

**ზ. შერაზადიშვილი\*, მ. მჭედლიშვილი\*\*, ნ. შეყრილაძე**

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

E-mail: z\_sherazadishvili@yahoo.com, mchedli@mail.ru

**რეზიუმე:** გამოკვლეულია საქართველოში არსებული ტყვისა და თუთიის შემცველი ოქროს მადნის ფიზიკური მეთოდებით გამდიდრების პროცესი. დადგენილია, რომ გრანულომეტრიული ანალიზის შედეგად ოქროს და ვერცხლის განაწილება ფრაქციებში, პრაქტიკულად მასური წილების პროპორციულია და ამ გზით მადნის გამდიდრება ძვირფასი ან თუნდაც ფერადი ლითონების ამოღების მიზნით შეუძლებელია.

შესწავლილია მძიმე სითხეებით მადნის გამდიდრების პროცესი. დადგენილია, რომ მძიმე სითხეებით გამდიდრებას ემორჩილება როგორც ოქრო და ვერცხლი, ისე ფერადი ლითონები: სპილენძი, თუთია, ტყვია.

საკონცენტრაციო მაგიდაზე მადნის გამოცდამ გვიჩვენა, რომ მადანი პრაქტიკულად ემორჩილება გრავიტაციული მეთოდით გამდიდრებას.

**საკვანძო სიტყვები:** ოქრო; ძვირფასი ლითონები; ფერადი ლითონები; გამდიდრება; მძიმე სითხეები; გრანულომეტრიული ანალიზი; საკონცენტრაციო მაგიდა; კვლევა.

**1. შესავალი**

ოქროს შემცველი მადნების გამდიდრების ამა თუ იმ მეთოდის შერჩევა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული. ესენია: ოქროს არსებობის ფორ-

მები მადანში, ოქროს შემცველი ქანების სტრუქტურა და მისი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები, მადანში შემავალი სხვა სასარგებლო კომპონენტების (ვერცხლი, ფერადი ლითონები, იშვიათი ლითონები და სხვა) არსებობა და მათი კონცენტრაციები და სხვა. ამ მხრივ, არც ჩვენ მიერ „A საბადოდ“ წოდებული ოქროს შემცველი წიაღისეულია გამორჩეული და ოპტიმალური სქემით მისი გადამუშავებისთვის საჭიროა, თუნდაც ლაბორატორიულ პირობებში, მოისინჯოს ფიზიკური და ქიმიური მეთოდებით მადნის გამდიდრების ყველა შესაძლო ვარიანტი, მათ შორის მძიმე სითხეებით და გრანულომეტრიული ანალიზის მეთოდით.

**2. ძირითადი ნაწილი**

მოცემული სამუშაო ითვალისწინებს „A საბადოს“ გრანულომეტრიული ანალიზის მეთოდით მძიმე სითხეებში და საკონცენტრაციო მაგიდაზე გამდიდრების პროცესების გამოკვლევას. გრანულომეტრიული ანალიზის მეთოდით გამოკვლევის მიზნით, საანალიზოდ ავიღეთ საბადოს სხვადასხვა უბნიდან აღებული და უხეშად დამსხვრეული ნიმუშებით მომზადებული საშუალო სინჯი -50+0 დაწვრილმანების ხარისხით და ჩავატარეთ მისი გაცრითი ანალიზი. თითოეულ კლასში განისაზღვრა სპილენძის, ტყვის, თუთიის, რკინის, ოქროსა და ვერცხლის შემცველობა (ცხრ. 1).

ცხრილი 1

**კომპონენტების განაწილება კლასების მიხედვით**

კლასი, მმ	გამოსავალი, %	შემცველობა, % (პირობითი ერთეული)						განაწილება, %					
		Cu	Pb	Zn	Fe	Au, (პ.ე.)	Ag, (პ.ე.)	Cu	Pb	Zn	Fe	Au	Ag
- 50,0 + 6,0	97,8	0,079	0,71	1,60	1,75	100,6	100,3	96,2	96,3	96,1	97,3	98,4	98,1
- 6,0 + 2,0	0,9	0,135	1,17	2,61	1,75	74,4	90,8	1,5	1,4	1,5	0,9	0,6	1,8
- 2,0 + 0,16	0,8	0,154	1,21	3,37	2,05	60,0	78,8	1,5	1,4	1,7	0,9	0,5	0,6
- 0,16	0,5	0,128	1,25	2,32	3,15	93,0	88,0	0,8	0,9	0,7	0,9	0,5	0,5
Σ	100	0,08	0,72	1,63	1,76	100	100	100	100	100	100	100	100

ცხრილში წარმოდგენილი შედეგები გვიჩვენებს, რომ გარკვეულ პირობებში დამსხვრეულ მადანში სასინჯო მასალა ძირითადად თავს იყრის -50+6.0 ფრაქციაში (97.8%). ფრაქციული ნიმუშების ქიმიური ანალიზის შედეგები ოქროს,

ვერცხლის, სპილენძის, ტყვის, თუთიის, რკინის შემცველობაზე გვიჩვენებს, რომ ოქროსა და ვერცხლის განაწილება ფრაქციებში, პრაქტიკულად, მასური წილების პროპორციულია და ამ გზით მადნის დახარისხება გამორიცხულია.

მით უმეტეს, რომ წვრილი ფრაქციის (იგულისხმება -6+0 ფრაქცია) რაოდენობა უმნიშვნელოა და საკვლევად აღებული ნიმუშის საერთო მასის მხოლოდ 2,2% შეადგენს.

-6+0 ფრაქციის გამოყოფა არც ფერადი ლითონების ამოღების თვალსაზრისითაა მიზანშეწონილი. წვრილ ფრაქციაში მათი შემცველობა უმნიშვნელოაა მომატებული, რასაც არსებითი მნიშვნელობა არ გააჩნია, გრანულომეტრიული

მეთოდის გამოყენებით, მადნის გამდიდრების თვალსაზრისით.

შემდგომი ჩვენი კვლევები წარმართა უფრო მაღალი ხარისხით დაწვრილმანებული მადნის გაცრითი ანალიზის მიმართულებით. საკვლევად მოვამზადეთ ნიმუში, რომელშიც 1 მმ-ზე უფრო დიდი დიამეტრის მქონე ნაწილაკების მასური წილი 0,1%-ს არ აღემატებოდა. შედეგები წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

**კომპონენტების განაწილება კლასების მიხედვით**

კლასი, მმ	გამოსავალი, %	შემცველობა, % (პირობითი ერთეული)						განაწილება, %					
		Cu	Pb	Zn	Fe	Au, (პ.ე.)	Ag, (პ.ე.)	Cu	Pb	Zn	Fe	Au	Ag
+1	0,1	0,064	0,77	1,48	1,32	124,7	125,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
-1+0,5	36,4	0,092	0,70	1,60	1,82	119,1	106,3	36,5	30,4	34,4	32,0	43,3	38,7
-0,5+0,315	11,0	0,084	0,73	1,72	2,18	102,5	100,0	10,1	9,6	11,2	11,6	11,3	11,0
-0,315+0,2	6,4	0,072	0,59	1,44	2,12	44,3	75,0	5,0	4,5	5,4	6,6	2,8	4,8
-0,2+0,16	9,4	0,088	0,80	1,72	2,68	99,7	87,5	9,0	9,0	9,6	12,2	9,4	8,2
-0,16+0,1	11,2	0,096	1,00	1,96	2,08	94,2	106,3	11,7	13,4	13,0	11,3	10,5	11,9
-0,1+0,074	2,9	0,10	1,04	2,00	1,66	91,4	100,0	3,2	3,6	3,4	2,3	2,7	2,9
-0,074+0,044	3,5	0,11	1,22	2,20	1,92	110,8	106,3	4,2	5,1	4,6	3,2	3,9	3,7
-0,044+0,020	6,2	0,13	1,44	2,32	2,32	138,5	118,8	8,8	10,6	8,5	7,0	8,6	7,4
-0,020+0,010	1,0	0,14	2,20	2,72	3,14	246,5	162,5	1,5	2,6	1,6	1,5	2,5	1,6
-0,010	11,9	0,076	0,78	1,16	2,12	41,6	81,3	9,9	11,1	8,2	12,2	4,9	9,7
Σ	100	0,09	0,84	1,69	2,07	100	100	100	100	100	100	100	100

ცხრილის მონაცემებიდან ირკვევა, რომ როგორც ძვირფასი, ისე ფერადი ლითონები და რკინა დაწვრილმანებული მადნის სხვადასხვა ფრაქციაში არათანაბრადაა განაწილებული. ასე, მაგალითად, -1+0,5 ფრაქციაში თავს იყრის ოქროს 43,3%, ნაცვლად მასის ეკვივალენტური 36,4%-სა ანუ  $\approx 19\%$ -ით მეტი თეორიულთან შედარებით; -0,315+0,200 ფრაქციაში – ოქროს 2,8%, ნაცვლად 6,4%-სა ანუ 56,2%-ით ნაკლები თეორიულთან შედარებით (თანაბარი განაწილების შემთხვევაში). რაც შეეხება ვერცხლს, სხვადასხვა ფრაქციაში მისი განაწილება ფრაქციული განაწილების პროპორციულია. იგივე ითქმის სპილენძსა და რკინაზე. თუთია დიდი რაოდენობითაა ფრაქციებში: -0,16+0,10; -0,10+0,074; -0,074+0,044; -0,044+0,02 და -0,02+0,01, თუმცა, მათი ჯამური მასური წილი დაწვრილმანებულ (ფრაქციულ) მადანში 24,8% არ აღემატება. მასში თავმოყრილია თუთიის მხოლოდ 32,5%. ასევე, არათანაბარი განაწილებით ხასიათდება ტყვია. ტყვია ყველაზე დიდი რაოდენობითაა ფრაქციაში -0,02+0,01, დაწვრილმანების ხარისხით 2,6-ჯერ მეტი, ვიდრე ეს თანაბრად (პროპორციულად) განაწილების შემთხვევაში იქნებოდა. უნდა აღინიშნოს, რომ გაცრითი ანალიზის შედეგად მიღებული ფრაქციების დაწვრილმანების ხარისხის გაზრდით, ზოგადად, ტყვიის კონცენტრაცია იზრდება. გამო-

ნაკლისა ფრაქციები: -1+0,5; -0,315+0,2; -0,01+0,0. მათ შორის განსაკუთრებით უნდა გამოყოფილი იქნას -0,01+0,0 ფრაქცია, რომელშიც ტყვიის შემცველობა დაკლებულია და კონცენტრაციის მნიშვნელობა უახლოვდება მის საშუალო სიდიდეს ნიმუშში. ანალიზის შედეგები გვიჩვენებს, რომ გრანულომეტრიული მეთოდით მადნის გამდიდრება ტყვიის მიმართ ვერ მოხდება. ამრიგად, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ გრანულომეტრიული მეთოდის გამოყენება მადნის გასამდიდრებლად, ძვირფასი ან თუნდაც ფერადი ლითონების ამოღების მიზნით, შედეგის მომტანი არ იქნება.

აღვნიშნავთ, რომ ჩვენს ინტერესთა სფეროში არსებული ლითონების – ოქროს, ვერცხლის, ტყვიისა და თუთიის არაერთგვაროვან განაწილებას სხვადასხვა ფრაქციაში ძირითადად უნდა განაპირობებდეს მადანში მათი სხვადასხვა ფორმით არსებობა.

მომხმე სითხეებში კონცენტრირების პროცესის გამოკვლევის მიზნით მომზადდა სუსპენზია გრანულირებული ფეროსილიციუმისა და მაგნეტიტის კონცენტრატის შემცველობით, 70:30 მასური თანაფარდობით და -50+6 მადნის დაწვრილმანების ხარისხით. მომხმე სითხის სიმკვრივე იცვლებოდა 2,72 გ/სმ<sup>3</sup>-დან 2,95 გ/სმ<sup>3</sup>-მდე. შედეგები წარმოდგენილია მე-3 ცხრილში და სურათებზე (1, 2, 3).



**მძიმე სითხეებში გამდიდრების შედეგები**

ფრაქცია, გ/სმ <sup>3</sup>	გამოსავალი, %	შემცველობა, % (პირობითი ერთეული)						განაწილება, %					
		Cu	Pb	Zn	Fe	Au, (პ.ე)	Ag, (პ.ე)	Cu	Pb	Zn	Fe	Au	Ag
+2,95	4,6	0,64	4,34	14,81	5,17	99,5	125,9	42,1	28,1	40,6	13,6	4,6	5,8
-2,95+2,90	6,6	0,25	2,48	7,58	3,04	247,0	191,5	24,0	23,0	29,8	11,5	16,3	12,7
-2,90+2,85	4,7	0,09	1,16	1,03	2,36	236,6	175,1	6,1	7,7	3,9	6,3	11,1	8,3
-2,85+2,80	8,6	0,05	0,48	0,91	1,86	216,1	161,0	6,2	5,8	4,6	9,1	18,6	13,9
-2,80+2,75	31,9	0,023	0,39	0,60	1,56	76,1	147,9	10,6	17,5	10,3	28,4	24,3	47,2
-2,75+2,72	14,8	0,021	0,33	0,48	1,33	61,6	41,3	4,4	6,9	4,2	11,2	9,1	4,3
-2,72	28,8	0,016	0,27	0,38	1,21	55,6	27,4	6,6	11,0	6,6	19,9	16,0	7,9
Σ	100	0,07	0,71	1,68	1,75	100	100	100	100	100	100	100	100

მძიმე სითხეებით გამდიდრებამ გვჩვენა, რომ ოქროს საკმაოდ დიდი ნაწილი თავს იყრის -2,95+2,80 ფრაქციაში. მასში თავმოყრილია მადანში არსებული მთელი ოქროს 46% ანუ 130%-ით მეტი, ვიდრე ეს თანაბარი განაწილების შემთხვევაში იქნებოდა. სიმკვრივის შემცირებასთან ერთად ფრაქციაში მცირდება ოქროს შემცველობა (სურ.1). თუ გავითვალისწინებთ, რომ ჩვენ მიერ შერჩეულ რეჟიმში მადნის დაწვრილმანებისას მძიმე ფრაქციაში (+2.95) ოქროს შემცველობა, პრაქტიკულად, მადნის საშუალო სინჯში მისი შემცველობის ტოლია – 100 პირობითი ერთეული, უნდა ითქვას, რომ ოქროს 50,6% თავს იყრის +2.80 ფრაქციაში, რომელიც მთელი მასის მხოლოდ 24.5% შეადგენს. ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ მიზანშეწონილია მოისინჯოს ოქროს მიმართ მადნის გამდიდრების გრავიტაციული მეთოდი.

კიდევ უფრო საინტერესოა თუთიის განაწილება სიმკვრივეების მიხედვით დანაწილებულ მადანში. მძიმე ფრაქციაში მისი შემცველობა რამდენჯერმე აჭარბებს მსუბუქ ფრაქციაში მის შემცველობას. +2,85 ფრაქციაში თავს იყრის მთელი თუთიის 74,3%, მაშინ, როდესაც ფრაქციის კუთრი წილი მხოლოდ მთელი მასის 15,9% შეადგენს. ფრაქციის სიმკვრივის შემცირებით თუთიის კონცენტრაცია კანონზომიერად მცირდება (სურ. 2).

ასეთივე სურათს იძლევა ტყვიის ფრაქციებში განაწილება (სურ. 3). კერძოდ, +2,85 ფრაქციაში თავს იყრის მადანში არსებული მთელი ტყვიის 58,8%. თუთიის მსგავსად, ტყვიის კონცენტრაციის შემცირება ფრაქციის სიმკვრივის კლებასთან ერთად კანონზომიერ ხასიათს ატარებს.

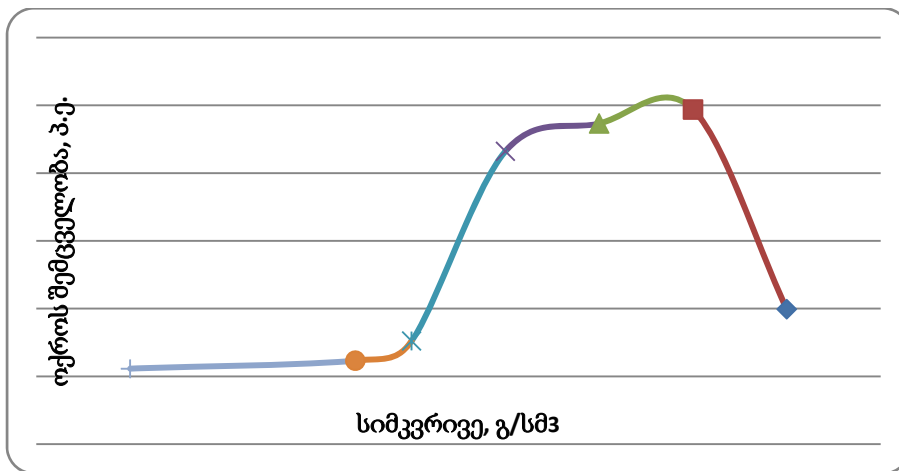
მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ გამდიდრების გრავიტაციული მეთოდის გამოყენება მიზანშეწონილი შეიძლება გახდეს არა მარტო ოქროსთვის, არამედ ფერადი ლითონებისთვისაც, კერძოდ, ტყვიისა და თუთიისთვის.

ანალოგიურია ფრაქციული თვალსაზრისით, ვერცხლის განაწილება მადანში, თუმცა ვერცხლის ძირითადი მასა ნაწილდება ფრაქციების შედარებით დიდ დიაპაზონში, ვიდრე ოქროს. კერძოდ, ვერცხლის გაზრდილი კონცენტრაციით ხასიათდება 2,75გ/სმ<sup>3</sup>-ზე უფრო მძიმე ფრაქცია. მასში თავმოყრილია 87,9% ვერცხლი, მაშინ, როდესაც ფრაქციის მასა მხოლოდ 56,4% შეადგენს.

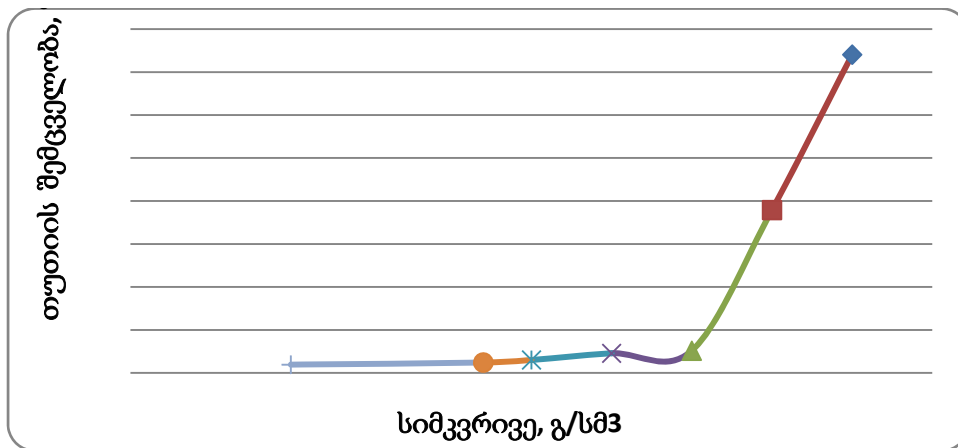
იმის დასადასტურებლად, რომ მადანი ემორჩილება გრავიტაციული მეთოდით გამდიდრებას და, შესაბამისად, წინასწარ კონცენტრირებას, სინჯი -2+0,16 დაწვრილმანების ხარისხით გაგატარეთ საკონცენტრაციო მაგიდაზე. ცდის შედეგები წარმოდგენილია მე-4 ცხრილში.

**საკონცენტრაციო მაგიდაზე გამდიდრებით მიღებული შედეგები**

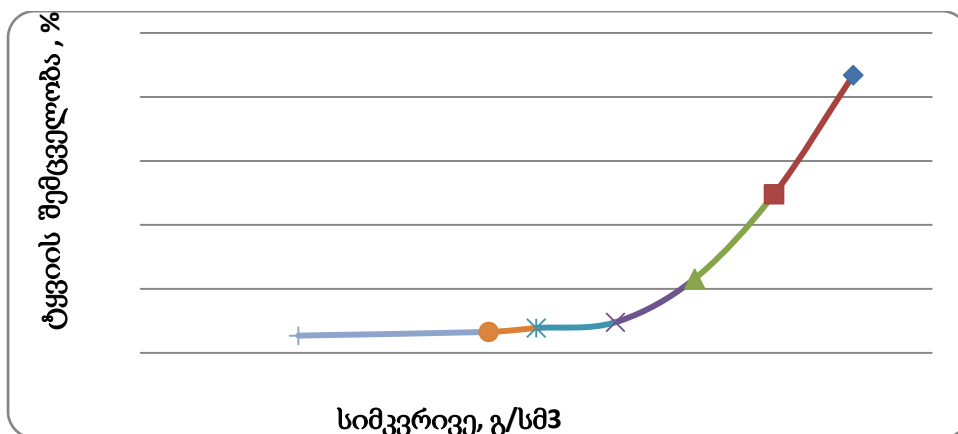
პროდუქტის დასახელება	გამოსავალი, %	შემცველობა, % (პირობითი ერთეული)						ამოკრეფა, %					
		Cu	Pb	Zn	Fe	Au, (პ.ე)	Ag, (პ.ე)	Cu	Pb	Zn	Fe	Au	Ag
კონცენტრატი	3,7	0,57	8,2	10,8	6,2	732,6	397,3	23,6	41,8	22,7	12,8	27,1	14,7
შუალედური პროდუქტი	77,9	0,08	0,49	1,61	4,71	80,98	93,5	69,8	52,6	71,1	74,5	63,0	72,8
კუდი	18,4	0,032	0,22	0,59	1,2	53,9	67,8	6,6	5,6	6,2	12,7	9,9	12,5
-2+0,16 მმ	100	0,09	0,73	1,76	1,78	100	100	100	100	100	100	100	100



სურ. 1. ოქროს შემცველობის განაწილება მადანში შემავალი მინერალების სიმკვრივის მიხედვით



სურ. 2. თუთიის %-ული შემცველობის განაწილება მადანში შემავალი მინერალების სიმკვრივის მიხედვით



სურ. 3. ტყვიის %-ული შემცველობის განაწილება მადანში შემავალი მინერალების სიმკვრივის მიხედვით

ექსპერიმენტის შედეგები გვიჩვენებს, რომ მადანი ემორჩილება გრავიტაციულ გამდიდრებას, თუმცა კვლევით მიღებული შედეგების საფუძველზე საბოლოო დასკვნის გამოტანა შეუძლებელია და საჭიროა დამატებითი სამუშაოების ჩატარება გრავიტაციული გამდიდრების კუთხით.

### 3. დასკვნა

დადგენილია, რომ გრანულომეტრიული ანალიზის შედეგად ოქროსა და ვერცხლის განაწილება ფრაქციებში, პრაქტიკულად, მასური წილების პროპორციულია და ამ გზით მადნის გამდიდრება ძვირფასი ან თუნდაც ფერადი ლითონების ამოღების მიზნით შეუძლებელია.

დადგენილია ასევე, რომ მადანი პრაქტიკულად ემორჩილება გრავიტაციული მეთოდით გამდიდრებას.

### ლიტერატურა

1. Горбунов П.Д., Сергеев В.И. и др. Опыт применения гравитационной установки для попутной добычи золота на стадии проведения геологоразведочных работ // Горный журнал, 2008. № 5.
2. M. Bath, A. Duncan, E. Rudolph. Some factors influencing gold recovery by gravity concentration. 1973.
3. Техническая оценка минерального сырья. Опробование месторождений. Характеристика сырья: Справочник/под ред. П.Е. Остапенко. М.: Недра, 1990.
4. Митрофанов С.И., Барский Л.А., Самыгин В.Д. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. М.: Недра, 1974.
5. L. Eugene, A. Mujumdar. Gold extraction and recovery processes. 2009.

---

UDC 622.342.1:622.7

## RESEARCH OF THE ENRICHMENT OF LEAD AND ZINC CONTAINING GOLD ORE BY METHOD OF PHYSICAL CONCENTRATION

Z. Sherazadishvili, M. Mchedlishvili, N. Shekriladze

**Resume:** The process of physical concentration methods of one of the gold-bearing ore of Georgia is researched. The test method for granulometric analysis of ore showed that the distribution of gold and base metals in fractions practically corresponds to the mass composition of the ore. Consequently we have found that it is impossible to concentrate ore by granulometric method.

The process of ore concentrate by heavy suspensions is studied. It is stated that enrichment of precious metals: gold, silver and base metals: copper, zinc and lead by this method is possible.

Ore testing on concentration table showed that ore is also amenable to gravity concentration.

**Key words:** gold; precious metal; non-ferrous metals; enrichment; heavy suspensions; granulometric analysis; concentration table; research.

---

УДК 622.342.1:622.7

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ СВИНЦОВО-ЦИНКОВОЙ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Шеразадишвили З.Б., Мчедлишвили М.И., Шекриладзе Н.Ш.

**Резюме:** Изучены процессы обогащения физическими методами одной из золотосодержащих руд Грузии. Испытание метода гранулометрического анализа для обогащения руды показало, что распределение золота и цветных металлов по фракциям практически соответствует гранулометрическому составу руды. Исходя из этого нами установлено, что руда не поддается обогащению по методу гранулометрического анализа.

Изучен процесс обогащения руды тяжелыми суспензиями. Установлено, что обогащению поддаются как драгоценные металлы: золото и серебро, так и цветные металлы: медь, цинк и свинец.

Испытание руды на концентрационном столе показало, что руда поддается также гравитационному обогащению.

**Ключевые слова:** золото; драгоценные металлы; цветные металлы; обогащение; тяжелые суспензии; гранулометрический анализ; концентрационный стол; исследование.

შპს 622.342.1:553.1

## ოქროს შემცველი მადნის ელემენტური და ფაზური შედგენილობის გამოკვლევა

ზ. შერაზადიშვილი\*, მ. მჭედლიშვილი\*\*, ნ. შეყრილაძე

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

E-mail: z\_sherazadishvili@yahoo.com, mchedli@mail.ru

**რეზიუმე:** გამოკვლეულია საქართველოში არსებული ერთ-ერთი ოქროს შემცველი საბადოს მადნის ელემენტური და ფაზური შედგენილობა. დადგენილია, რომ ფერადი ლითონები: სპილენძი, ტყვია და თუთია მადანში სულფიდური ფორმით არის წარმოდგენილი. ოქროს შემცველობის მიხედვით მადანი კონდიციურია და მისგან ოქროს, ვერცხლის და ფერადი ლითონების მიღება ეკონომიკურად გამართლებულად მიგვაჩნია.

გამოკვლეულია აგრეთვე ოქროს და ვერცხლის არსებობის ფორმები მადანში. დადგენილია, რომ ძვირფასი ლითონები წარმოდგენილია როგორც თავისუფალი, ისე შენაზარდების და ასოცირებული ფორმით. ძვირფასი ლითონების სხვადასხვა ფორმით არსებობა გათვალისწინებული უნდა იყოს მადნის გადამუშავების ტექნოლოგიური სქემის შერჩევისას.

**საკვანძო სიტყვები:** ოქრო; ძვირფასი ლითონები; ფერადი ლითონები; კვლევა.

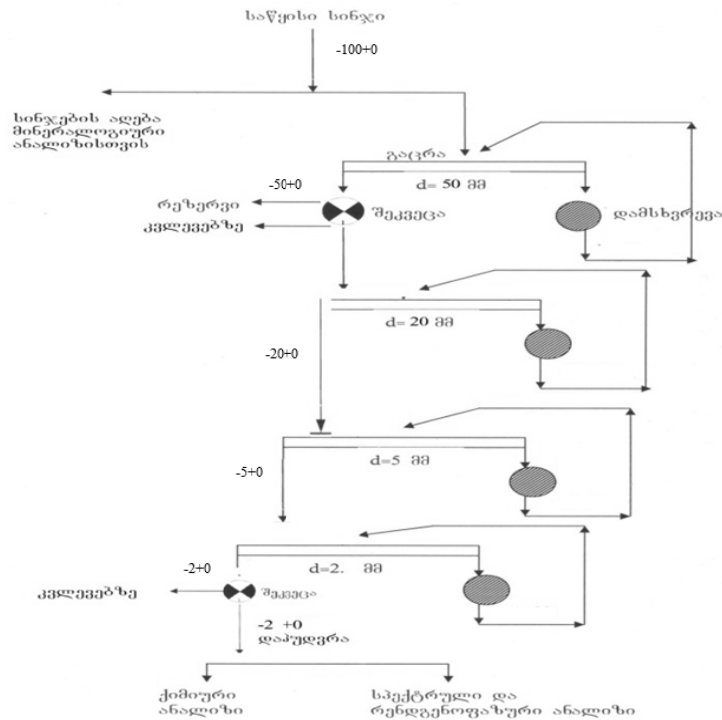
### 1. შესავალი

ოქროს შემცველი მადნებისთვის ოქროს ამოღების ტექნოლოგიის სრული ციკლი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მადნის ქიმიურ და ფაზურ შედგენილობაზე, აგრეთვე მადანში ოქროს არსებობის ფორმებზე.

მოცემული სტატიის მიზანია ჩვენ მიერ საკვლევად აღებული საბადოს მადნის (შემდგომში „A საბადოდ წოდებული) ელემენტური შედგენილობის და კვლევის ინტერესთა სფეროში მოხვედრილი ლითონების (ოქროს, ვერცხლის, ტყვიის, თუთიის, სპილენძის და რკინის) ფაზური შედგენილობის გამოკვლევა.

### 2. ძირითადი ნაწილი

კვლევების ჩასატარებლად მომზადდა 100 კგ ტექნოლოგიური სინჯი, -100+0 დაწვრილმანების ხარისხით. კვლევებისთვის სინჯის მომზადების ტექნოლოგიური სქემა მოყვანილია სურათზე.



კვლევებისთვის სინჯის მომზადების ტექნოლოგიური სქემა

პირველ ცხრილში მოცემულია ტექნოლო-  
გიური სინჯის ქიმიური შედგენილობა; მე-2 –  
მადანში შემავალი ზოგიერთი კომპონენტის

„ფაზური შედგენილობა“, ხოლო მე-3 – მადანში  
ოქროს და ვერცხლის „ფაზური შედგენილობე-  
ბი“.

ცხრილი 1

**ტექნოლოგიური სინჯის ქიმიური შედგენილობა**

კომპონენტების დასახელება	შემცველობა, % (პირობითი ერთეული)	კომპონენტების დასახელება	შემცველობა, % (პირობითი ერთეული)
სპილენძი	0.08	სტიბიუმი	<0.005
ტყვია	0.8	ფოსფორი	0.02
თუთია	1.63	გოგირდი	2.82
რკინა	1.78	საერთო	
ოქრო (პ.ე)	(100)	სულფატური	0.46
ვერცხლი (პ.ე)	(100)	გოგირდი	
კალციუმი	0.2	SiO <sub>2</sub>	74.63
მაგნიუმი	0.42	ნახშირბადი	0.97
ალუმინი	6.68	საერთო	
კალიუმი	3.6	ბარიუმის	2.52
ნატრიუმი	0.84	სულფატი	
ბისმუტი	0.00063	თალიუმი	0.0032
კობალტი	0.0011	ტელური	0.008
მოლიბდენი	0.0056	ნიკელი	0.0015
რენიუმი	<0.00045	ინდიუმი	<0.00025
დარიშხანი	0.03	გერმანიუმი	0.0005
კალა	<0.00025	კადმიუმი	0.0099
მანგანუმი	0.0095	სელენი	0.001

ცხრილი 2

**მადნის ძირითადი კომპონენტების ფაზური შედგენილობა**

არსებობის ფორმა		შემცველობა	
		% აბსოლ.	% აბსოლ.
ტყვია	ანგლეზიტი (PbSO <sub>4</sub> ) და ცერუსიტი (PbCO <sub>3</sub> )	0,06	8,5
	პლუმბოიაროზიტი PbFe <sub>6</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>12</sub> და მისი არაამოკრეფადი ფორმა	0,01	1,4
	სულფიდები	0,64	90,1
	ჯამი	0,71	100
თუთია	სულფატები	0,14	8,5
	ოქსიდები, კარბონატები, სილიკატები	0,08	4,9
	სულფიდები	1,42	86,6
	ჯამი	1,64	100
სპილენძი	სულფატური	0,007	10
	ოქსიდები, კარბონატები, სილიკატები	0,008	12
	მეორეული სულფიდები	0,023	33
	პირველადი სულფიდები	0,032	45
	ჯამი	0,07	100
რკინა	სულფიდური	1,00	56,5
	ოქსიდები	0,77	43,5
	ჯამი	1,77	100

**ტექნოლოგიურ სინჯზე ჩატარებული ოქროსა და ვერცხლის  
ფაზური ანალიზის შედეგები**

ფორმა		განაწილება			
		ოქრო		ვერცხლი	
		პ.ე.	%	პ.ე.	%
თავისუფალი	სუფთა ზედაპირით	30,6	30,6	7,5	7,5
	დაფარული ქანგეული აფსკით	0,8	0,8	4,25	4,25
შენახარდებში	სუფთა ზედაპირით	38,9	38,9	49,50	49,50
	დაფარული ქანგეული აფსკით	11,4	11,4	6,75	6,75
ასოცირებული	სულფიდური მინერალებით	8,6	8,6	8,6	4,0
	ქანთან	9,7	9,7	9,7	28,0
საწყისი შემცველობა		100,0	100,0	100,0	100,0
ოქროს მარცვლის ფერი – ყვითელი და მოყვითალო-ოქროსფერი					

ტექნოლოგიური სინჯის კვლევით მიღებული შედეგები გვჩვენებს, რომ მადანში ტყვიის შემცველობა (0.8%) მნიშვნელოვნად მაღალია, კიდევ უფრო მაღალია თუთიის შემცველობა – 1.63%. ტყვია ძირითადად წარმოდგენილია სულფიდური ფორმით (90.1%), გაცილებით მცირე რაოდენობით იმყოფება ცერუსიტის და ანგლუზიტის სახით (8.5%); კიდევ უფრო მცირე რაოდენობითაა პლუმბიარზითის სახით (1.4%); ტყვიის ანალოგიურად, თუთია ძირითადად სულფიდურ ფორმაში იმყოფება. რაც შეეხება სპილენძს, მისი 45% პირველადი სულფიდების სახითაა წარმოდგენილი. ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ საკვლევე ობიექტში (ტექნოლოგიურ სინჯში) ფერადი ლითონები ძირითადად სულფიდურ ფორმაშია, რაც აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული მადნიდან ოქროს ამოწვლილვის ტექნოლოგიური სქემის შემუშავებისას.

ფაზური შედეგნილობის თვალსაზრისით, ოქრო და ვერცხლი არაერთგვაროვნად არის განაწილებული მადანში. ასე, მაგ., მადანში არსებული ვერცხლის 68% წარმოდგენილია თავისუფალი და შენახარდების ფორმით, მათგან სუფთა ზედაპირით 57%, მაშინ, როდესაც იმავე ფორმით წარმოდგენილია ოქროს 81.7%, ამასთან ოქროს 69.5% სუფთა ზედაპირითაა. ოქროსგან განსხვავებით, ვერცხლის საკმაოდ დიდი ნაწილი, 32% ასოცირებული ფორმითაა.

მადანში ოქროს და ვერცხლის სხვადასხვა ფორმით არსებობა გვაფიქრებინებს, რომ მადნიდან მათი ამოწვლილვა ბევრ ტექნოლოგიურ სირთულეებთანაა დაკავშირებული.

### 3. დასკვნა

გამოკვლეულია საქართველოში არსებული ერთ-ერთი ოქროს შემცველი საბადოს მადნის ელემენტური და ფაზური შედეგნილობა.

დადგენილია, რომ მადნის ძირითადი შემადგენელი კომპონენტია კვარცი და სილიკატური ნაერთები. სულფიდური ფორმით წარმოდგენილი ფერადი ლითონების კუთრი წილი დიდია მათ სხვა ფორმებთან შედარებით.

დადგენილია ასევე, რომ მადანში ოქრო და ვერცხლი სხვადასხვა ფორმით არის წარმოდგენილი.

ფერადი ლითონების სულფიდური ნაერთების სახით და ძვირფასი ლითონების სხვადასხვა ფორმით არსებობა გათვალისწინებული უნდა იქნეს მადნიდან ოქროს და ვერცხლის ამოწვლილვის ტექნოლოგიური სქემის შემუშავებისას.

### ლიტერატურა

1. Горбунов П.Д., Сергеев В.И. и др. Опыт применения гравитационной установки для попутной добычи золота на стадии проведения геологоразведочных работ // Горный журнал, 2008, № 5.
2. ავალიანი ა. საქართველოს წიაღისეულის ქიმიური გადამუშავების გზები. თბილისი, 1997.
3. Техническая оценка минерального сырья. Опробование месторождений. Характеристика сырья: Справочник/под ред. П.Е. Остапенко. М.: Недра, 1990.
4. Митрофанов С.И., Барский Л.А., Самыгин В.Д. Исследование полезных ископаемых на обогащаемость. М.: Недра, 1974.

UDC 622.342.1:553.1

## RESEARCH OF THE ELEMENT AND PHASE COMPOSITION OF THE GOLD-CONTAINING ORE

Z. sherazadishvili, M. Mchedlishvili, N. Shekriladze

**Resume:** Elemental and phase composition of gold-containing ore existing in Georgia is researched. It was determined that non-ferrous metals: copper, lead and zinc are mainly presented in the form of sulfides. It is estimated that gold, silver and non-ferrous metals removal from ore can be justified economically.

Also we have investigated the forms of gold and silver in the ore. It is estimated that precious metals are in the free, splice and associated forms. The existence of precious metals in various forms should be considered when developing technological scheme of ore processing.

**Key words:** gold; precious metal; non-ferrous metals; research.

---

УДК 622.342.1:553.1

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО И ФАЗОВОГО СОСТАВА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ

Шеразадишвили З.Б., Мchedlishvili М.И., Шекриладзе Н.Ш.

**Резюме:** Определен элементный и фазовый состав одной из золотосодержащих руд Грузии. Установлено, что цветные металлы: медь, свинец и цинк представлены в виде сульфидов. По содержанию золота руда является кондиционной и добыча из нее золота, серебра и цветных металлов представляется нам экономически оправданной.

Исследованы также формы существования золота и серебра в руде. Установлено, что драгоценные металлы представлены как в свободном виде, так и в виде сростков и в ассоциированном виде. Существование драгоценных металлов в разных формах должно быть учтено при разработке технологической схемы переработки руды.

**Ключевые слова:** золото; драгоценные металлы; цветные металлы; исследование.

---

შპს 669:621:762

**მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმია სიმსივნური დაავადებების სამკურნალოდ**  
**ზ. კოვირიძე<sup>1</sup>, გ. მენთეშაშვილი<sup>2</sup>, პ. ხორავა<sup>2</sup>, ხ. ბლუაშვილი<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69;

<sup>2</sup> კლინიკური ონკოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველო, 1059, თბილისი, ლიუბლიანას 5.

E-mail: kowsiri@gtu.ge

**რეზიუმე:** ჰიპერთერმიის მონოთერაპიული ეფექტის განვითარებისათვის კიბოს დაავადებების წინააღმდეგ, ექსპერიმენტულ მასალაზე დაყრდნობით, გამოყენებულ იქნა ხელსაწყო "ლეზი", რომელიც ჩვენთან, სტუ-ის ბიონანოკერამიკისა და ნანოკომპოზიტების მასალათმცოდნეობის ცენტრში შეიქმნა (საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი, საქპატენტი. დეპონირების დამადასტურებელი მოწმობა 5054. "მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმია და მაგნიტური ჰიპერთერმია კიბოს დაავადებების სამკურნალოდ"). შედეგად, ნაჩვენები იქნა, რომ ყველა ცხოველში (ალბინოსი, 3 თვის თაგვები) დაფიქსირდა კიბოს დაავადების შეჩერება და განვითარდა ინტრატუმორული ნეკროზი. 7-10 სეანსის შემდეგ სიმსივნე დაწყულდა, რაც ექსპერიმენტის დადებით შედეგზე მეტყველებს (პათოლოგიურ-ანატომიური ლაბორატორია "პათჯეოს" დასკვნა. გამოკვლევის № 3119-12, თბილისი, საქართველო).

**საკვანძო სიტყვები:** მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმია; ნეკროზი; დაწყულდება.

**პრობლემის აქტუალურობა და კვლევის სიახლე**

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემებით, ავთვისებიანი სიმსივნით განპირობებული ავადობისა და მისგან გამოწვეული სიკვდილიანობის მანქანებელი მთელ მსოფლიოში გამუდმებით იზრდება. დღეისათვის ონკოლოგიურ ავადმყოფთა მკურნალობაში წამყვანი როლი ენიჭება ქირურგიულ მეთოდებს, ქიმიო- და სხივურ თერაპიას [1-14]. თუმცა, ხშირ შემთხვევაში, კვალიფიციურად ჩატარებულ ჩარევის მიუხედავად, დაავადება ლეტალური გამოსავლით მთავრდება. გარდა პოლიორგანული უკმარისობისა, ამის მიზეზია ქიმიო-რადიოთერაპიით გამოწვეული იმუნური სისტემის დათრგუნვა, მიელოდეპრესია, ლეიკოპენია, კარდიო, ნეფრო-, ჰეპატო- და ნეიროტოქსიკურობა, ინტერკურენტული მიკრობული გართულებები და სხვა. ყოველივე ეს განაპირობებს ავთვისებიანი სიმსივნეების მკურნალობის ახალი გზების ძიების აუცილებლობას, რომლებიც მიმართული იქნება სიმსივნის საწინააღმდეგო სტრატეგიის გასაძლიერებ-

ლად [15-25]. ონკოლოგიაში ცნობილია ავთვისებიანი სიმსივნის მკურნალობის ძირითადი მეთოდები: ქირურგიული, სხივური თერაპია და ქიმიოთერაპია.

- ქირურგიის შესაძლებლობები მკვეთრად იზღუდება სიმსივნური პროცესის გავრცელებისას. მისი ნაკლოვანი მხარეებია სიმსივნეზე ადგილობრივი ზემოქმედება და, ხშირ შემთხვევაში, პაციენტის ინვალიდობა.

- სხივური თერაპია იწვევს სიმსივნური უჯრედების დესტრუქციას. ის ასევე აზიანებს ჯანმრთელ ქსოვილებს. ხშირ შემთხვევაში, სიმსივნის სრული დესტრუქცია შეუძლებელია ირგვლივ მდებარე ქსოვილების შეუქცევი დაზიანების გარეშე.

- ქიმიოთერაპია ანუ ციტოსტატიკური მკურნალობა არის ორგანიზმზე სისტემური ზემოქმედება. ამ პრეპარატების ორგანიზმში შეყვანით ხდება როგორც ძირითადი სიმსივნის დაზიანება, ასევე უკვე წარმოქმნილ მეტასტაზებზე ზემოქმედება. ამავდროულად, ყველა ქიმიოპრეპარატი ხასიათდება სხვადასხვა სახით გამოხატული ტოქსიკური ეფექტით, რომელიც ძირითადად აზიანებს ადამიანის სისხლმზად ორგანოებს. თერაპიული ინტერვალი ანუ ის შუალედი, როდესაც სიმსივნე ზიანდება, ხოლო ორგანიზმის სასიცოცხლო ფუნქციები არ ირღვევა, მეტად მცირეა.

იმუნო- და პორმონოთერაპია განიხილება, როგორც ძირითადი მკურნალობის მეთოდების დამატება.

პირველად საქართველოში შევისწავლით ჰიპერთერმიის სიმსივნის საწინააღმდეგო ეფექტს. ჰიპერთერმია მეთოდია, რომელიც გულისხმობს სიმსივნურ უჯრედებზე ციტოსტატიკურ ზემოქმედებას უჯრედში ტემპერატურის გაზრდით – ჰიპერთერმიული ველით გამოწვეული სითბური გაბნევის მექანიზმებით.

საქართველოში, ყოველწლიურად, ავთვისებიანი სიმსივნით დაავადებულთა რაოდენობა შეიდი ათასს აღწევს. დაავადებულთა საერთო რაოდენობა ოცდაათხუთმეტი ათასია.

**მეცნიერული და ტექნოლოგიური სიახლე**

ექსპერიმენტულ მასალაზე დაყრდნობით, საქართველოში პირველად იქნა წარმოდგენილი ჰიპერთერმიის სიმსივნის საწინააღმდეგო მონოთე-



რაპიული სამკურნალო ეფექტი და ადიუვანტური მოქმედება სიმსივნეთა პოლიქიმიოთერაპიულ მკურნალობაში. ამ მიზნით მუშავდება ჰიპერთერმიის რაციონალური სქემები [26-33].

სტუ-ის ბიონანოკერამიკისა და ნანოკომპოზიტების მასალათმცოდნეობის ცენტრში ხელსაწყო “ლეზი” მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმიისათვის შეიქმნა. შედეგები დეპონირებულია “საქპატენტში”, როგორც სამეცნიერო ნაშრომი “მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმია კიბოს დაავადებების სამკურნალოდ”. № 5054, 2012 წელი.

რამდენიმე წლის მუშაობის შედეგად მიღებულია საუკეთესო ეფექტი ცხოველებზე. უკეთესი შედეგებისა და მკურნალობის შემდგომი პერიოდის სტაბილურობის, ასევე ჩვენ მიერ შექმნილი ხელსაწყო «ლეზის» გაუმჯობესების მიზნით, მისი ეფექტური მუშაობის ასამაღლებლად, მკურნალობა გადატანილი უნდა იქნეს კლინიკაში ადამიანის სამკურნალოდ. ონკოლოგიის ცენტრთან შეთანხმებით მზადდება კლინიკური ხელსაწყო პაციენტების სამკურნალოდ. აღნიშვნის ღირსია ის, რომ ექსპერიმენტებმა ცხოველებზე წარმატებით ჩაიარა. შედეგების შესახებ არსებობს პათოლოგიურ-ანატომიური ლაბორატორია “პათჯეოს” დადებითი დასკვნა-ფორმა № 1V-200-6/ა, მაკრომორფოლოგიური და მიკრომორფოლოგიური აღწერის შესახებ.

### მასპერიმენტული ნაწილი

სამუშაოს არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ჩვენ მიერ ლაბორატორიულ პირობებში შექმნილი ხელსაწყო (სურ. 1) ჰიპერთერმიული თავაკის მეშვეობით ხდება ტემპერატურული ველის ტრანსპორტირება ცხოველის კანზე და კანქვეშ, ამ თავაკის სიმსივნურ უბანზე დადებით გარკვეული დროის განმავლობაში, რომელიც ემპირიულად განისაზღვრება, იმის მიხედვით, როგორ რეაგირებს ცხოველი მკურნალობაზე და როგორ ექვემდებარება დაავადება მკურნალობას.



სურ. 1. ხელსაწყო “ლეზი” (მარცხნივ), გალია თავუნებით (მარჯვნივ)

### კვლევის მოსალოდნელი შედეგები და მათი მნიშვნელობა მცენიერების, ეკონომიკის და/ან სოციალური სფეროსათვის

წარმოდგენილი პროექტის შესრულების შედეგად მოსალოდნელია:

1. დადასტურდეს ტემპერატურული ველებით გამოწვეული ჰიპერთერმიის სიმსივნის საწინააღმდეგო ეფექტი, რაც გამოიხატება სიმსივნური ზრდის დამუხრუჭებით, შესაძლო რეზორბციითა და ექსპერიმენტულ ცხოველთა სიცოცხლის ხანგრძლივობის გაზრდით;

2. შერჩეულ იქნეს მაქსიმალური სიმსივნის საწინააღმდეგო და მინიმალური გვერდითი ეფექტების მქონე (ან არმქონე) მკურნალობის მეთოდი და მოწონებულ იქნეს, როგორც ავთვისებიანი სიმსივნის მკურნალობის ახალი, პერსპექტიული ალტერნატივა ან დამატებითი საშუალება.

### კვლევის მასალა და მეთოდები

#### ჰიპერთერმია – სიმსივნის ალტერნატიული თერაპია

ჰიპერთერმია ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს დათბობას, გადახურებას. იგი სიმსივნის თერაპიის ერთ-ერთი აღიარებული მეთოდია ევროპასა და, განსაკუთრებით, გერმანიაში, რომელსაც არანაირი უკუჩვენება არ აქვს. ონკოლოგიური დაავადებების წინააღმდეგ გამოიყენება ორი სახის ჰიპერთერმია: მთელი სხეულის და/ან ლოკალური. აღნიშნულის დროს ხორციელდება მთელი სხეულის ან კონკრეტული ორგანოების შიგა ტემპერატურის აწევა 42°C-დან 44°C-მდე, რაც იწვევს სიმსივნური უჯრედების განადგურებას. აღნიშნული არ მოიცავს სხეულის ზედაპირის მარტივ გათბობას, არამედ მასში იგულისხმება მთელი სხეულის ან მხოლოდ სიმსივნური წარმონაქმნის მონაკვეთების დათბობა მიკრო- ან რადიოტალღების, ასევე ინფრაწითელი სხივების საშუალებით.

ექსპერიმენტში გამოიყენეთ 3–3,5 თვის უჯიშო (არაწრფივი) თეთრი თაგვები (18–20 გ მასით). ექსპერიმენტისთვის შერჩევის შემდეგ 10–14 დღის განმავლობაში ცხოველები მოათავსეს ვივარიუმში, საკარანტინო რეჟიმში. თითოეულ ცხოველზე შედგა ინდივიდუალური ოქმი. ცხოველები იყოფებოდნენ ერთნაირი კვებისა და მოვლის პირობებში.

კვლევა წარმოებდა ერლიხის ადენოკარცინომისა (EAT, ასციტური ვარიანტი) და S-45 (თითისტარაუჯრედოვანი სარკომა) სიმსივნური შტამების გამოყენებით. ერლიხის ადენოკარცინომის ინოკულაცია ხდებოდა (ონკოლოგების მიერ) თაგვებში ინტრაპერიტონულად, S-45-ის – კანქვეშ, ბექქვეშ

მიდამოში. საკვლევი პრეპარატის ინექცია გაკეთდა პერი- და ინტრატუმორულად.

ცდები ჩატარდა ექსპერიმენტულ ონკოლოგიაში ფართოდ დანერგილი მეთოდებით. საკვლევი პრეპარატის სიმსივნის საწინააღმდეგო ეფექტზე ვიმსჯელებთ სიმსივნის წარმოქმნის სისწიერით, სიმსივნური ზრდის დამუხრუჭებით, ცხოველთა წონის ცვლილებით, ასციტური სითხის შემცირებითა და ცხოველთა სიცოცხლის გახანგრძლივების მაჩვენებლის ცვლილებით. სითბო, რომელიც გაიბნევა, არ არის დამოკიდებული ცოცხალი ორგანიზმის ადგილობრივ პირობებზე.

ამჟამად ზუსტი ჰიპოთეზები მუქანობის კიბოს მკურნალობისთვის ცნობილი არ არის. ფაქტიურად, ამ კითხვის პასუხი ლიტერატურაში არ არსებობს. ამის ერთ-ერთი მიზეზია ის, რომ მსჯელობათა უმრავლესობა დამყარებულია სითბოს გაბნევის გამოთვლილ ინტენსიურობაზე, რომელიც მიღებულია განყენებულად, ჰიპოთეზები მოვლენის ცვლადი დენის ამთვისებლობის წარმოსახვითი ნაწილის გამოყენებით. ამიტომ, ამ შედეგების შედარება შეუძლებელია. მაგრამ, როდესაც მოქმედი ტემპერატურული ველი, ჰიპოთეზებისთვის გამოიყენება შესაფერის ტემპერატურებზე, მამოძრავებელი ტემპერატურული ველები არ შეიძლება უგულებელვყოთ. უფრო მეტიც, სრულფასოვანი ანალიზისთვის აუცილებელია დადგინდეს სხვადასხვა ტემპერატურული ველის ზემოქმედების განსხვავების ეფექტური გამოყენების შესაძლებლობა.

მიმართული ჰიპოთეზია, რომელიც მოსდევს სიმსივნურ დაავადებაზე ტემპერატურულ ზემოქმედებას, კვლავ განვითარების სტადიაზეა. ავტორები

დარწმუნებულები არიან, რომ, თუმცა გამოყენებაზე ორიენტირებული კვლევა აუცილებელია, ფუნდამენტური კვლევების გაგრძელებაც ასევე აუცილებელია. წარმატება ჰიპოთეზები მკურნალობის დანერგვაში მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ინტეგრირებულ მიდგომაზე.

## მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

### ჰიპოთეზების სიმსივნის საწინააღმდეგო მონოთერაპიული სამკურნალო ეფექტი

I ჯგუფში შევისწავლეთ ჰიპოთეზების სიმსივნის საწინააღმდეგო სამკურნალო ეფექტი. ექსპერიმენტის პირველ დღეს (10.05.2013) განხორციელდა EAT-ის სიმსივნური შტამის კანქვეშა ინოკულაცია. საკვლევი ჯგუფის ყველა ცხოველს სიმსივნე განუვითარდა.

ცხოველები ვივარაუდებდნენ გადაყვანილ იქნენ სტუის ბიონანოკერამიკისა და ნანოკომპოზიტების მასალათმცოდნეობის ცენტრში და აქ დაიწყო მათი მკურნალობა.

28.05.2013 წ. – გაეზომეთ ცხოველთა სიმსივნეები (იხ. ცხრილი 1) და იმავე დღეს (28.05.2013 წ.) ჩატარდა ჰიპოთეზების პირველი სეანსი. აღნიშნული სეანსები გაგრძელდა 17.06.2013 წ. ჩათვლით. სიმსივნურ წარმონაქმნზე მოათავსეს ჰიპოთეზები ხელსაწყოთა თავაკი, რომლის დაბოლოებაზე ფიქსირდებოდა 42–44<sup>0</sup> ტემპერატურა (ცელსიუსით). ჰიპოთეზები მანიპულაციის ხანგრძლივობა 30–30 წუთი იყო.

## 1. სტუის ბიონანოკერამიკისა და ნანოკომპოზიტების მასალათმცოდნეობის ცენტრი

### კანის და კანქვეშა სიმსივნური დაავადებების მკურნალობა ჰიპოთეზებით (პირველი ჯგუფი)

ცხრილი 1

ცხოველის დასახელება რიცხვი	ბაბი სიმსივნის ზომები L,B,H= 11x10x8	მარჩელო სიმსივნის ზომები L,B,H= 13x10x8	პელე სიმსივნის ზომები L,B,H= 8x8x8
28.05.2013 - I სეანსის ხანგრძლივობა	30 წთ	30 წთ	30 წთ
30.05.2013 (II სეანსის ხანგრძლივობა)	30 წთ	30 წთ	30 წთ
1.06.2013 (III სეანსის ხანგრძლივობა)	30 წთ	30 წთ	30 წთ
3.06.2013 (IV სეანსის ხანგრძლივობა)	35წთ სიმსივნის ზომები 8X8X5	სიმსივნე იყო ძალიან დიდი, რამაც ნეკროზი გამოიწვია	35წთ სიმსივნის ზომები 8X8X8
5.06.2013 (V სეანსის ხანგრძლივობა)	35 წთ		35 წთ
7.06.2013 (VI სეანსის ხანგრძლივობა)	35 წთ		35 წთ
9.06.2013 (VII სეანსის ხანგრძლივობა)	35 წთ სიმსივნის ზომები 5X5X3		35 წთ სიმსივნის ზომები 5X3X3

ცხრილი 1 (გაგრძელება)

11.06.2013 (VIII სეანსის ხანგრძლივობა)	35 წთ		35 წთ
13.06.2013 (IX სეანსი ხანგრძლივობა)	35 წთ		35 წთ
15.06.2013 (X სეანსის ხანგრძლივობა)	35 წთ		35 წთ
17.06.2013 (XI სეანსის ხანგრძლივობა)	35 წთ სიმსივნის ზომები, მმ 5X5X3		35 წთ სიმსივნის ზომები, მმ 5X3X3

ექსპერიმენტის შედეგად დადგინდა, რომ № 1, №2 და №3 ცხოველებში დაფიქსირდა სიმსივნური ზრდის შეფერხება (შეჩერება), მეოთხე სეანსისათვის უკვე დაიმზირებოდა ნეკროზი, ხოლო №2 ცხოველს მკურნალობის დაწყებამდე აღენიშნებოდა დიდი სიმსივნური წარმონაქმნი, რომელსაც ჰიპერთერმიული თავაკი ვერ ფარავდა. შედეგად აღინიშნა სიმსივნური წარმონაქმნის ზომაში პროგრესული მატება, სიმსივნე იზრდებოდა უკონტროლოდ და ამან მეოთხე სეანსისათვის გამოიწვია ცხოველის ნეკროზი. №1 და №3 ცხოველების სიმსივნეებში, ჰიპერთერმიული მკურნალობის შედეგად, უკვე მეოთხე სეანსისათვის განვითარდა ე.წ. “ინტრატუმორული ნეკროზი” – სიმსივნური უჯრედების დანეკროზება. მეოთხე სეანსიდან მკურნალობა გაგრძელდა 35 წუთის

განმავლობაში. ყველაფერი ეს, ჩვენი აზრით, განპირობებულია ჰიპერთერმიის ზემოქმედებით. ამასთან №1 ცხოველზე აღინიშნა სიმსივნური წარმონაქმნის შემცირება, ხოლო №3 ცხოველზე სიმსივნის ზომები არ შეცვლილა (ცხრილი 1); მეოთხე სეანსიდან ჰიპერთერმიული მკურნალობის დრო გაგზარდეთ 35 წუთამდე.

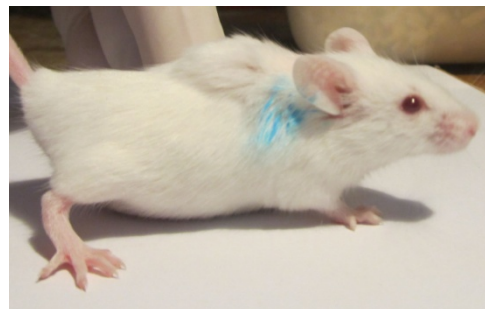
მეშვიდე სეანსის წინ აღებულ იქნა სიმსივნის ზომები. აღინიშნა მათი მკვეთრი შემცირება (ცხრილი 1). მეოთხე-მეექვსე სეანსის წინ ისევ აღებულ იქნა სიმსივნური წარმონაქმნის ზომები, რომლებიც მეშვიდე სეანსის შემდეგ არ შეცვლილა.

ყოველი ორი ან სამი სეანსის შემდეგ ხდებოდა სიმსივნის გადაღება. ფოტოები წარმოდგენილია 1-ელ-მე-6 სურათებზე.

№1



№2, ორი სიმსივნური წანაზარდი



№3

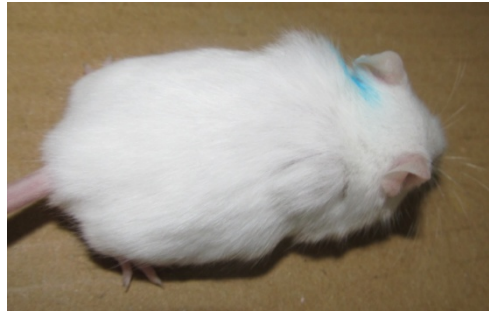


სურ. 1. პირველი სეანსის შემდეგ, 28.05.2013

№1



№2, ორი სიმსივნური წანაზარდი



სურ. 2. მესამე სენსის შემდეგ, 1.06.2013

№1

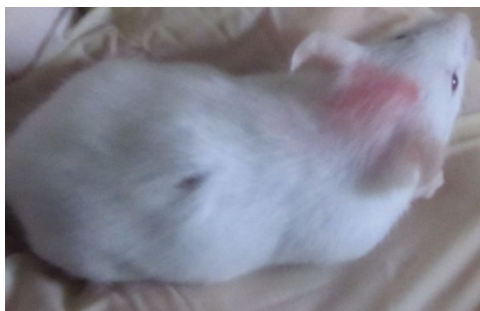


№2



სურ. 3. მესუთე სენსის შემდეგ, 5.06.2013

№1



№2, ორი სიმსივნური წანაზარდი



სურ. 4. მერვე სენსის შემდეგ, 11.06.2013

№1



№2, ორი სიმსივნური წანაზარდი



სურ. 5. მეცხრე სენსის შემდეგ, 13.06.2013

**დასკვნა**

ექსპერიმენტის მსვლელობისას შეინიშნებოდა სიმსივნის ზრდის შეჩერება. უშუალოდ ექსპერიმენტის დროს თავგები დადებითად რეაგირებდნენ მკურნალობის სენსზე. ნათელი იყო №1 ცხოველზე განვითარებული ნეკროზი მეოთხე სენსისათვის. რაც შეეხება №3 ცხოველს, რომელსაც აღენიშნებოდა ორი სიმსივნე, შედარე-

ბისათვის ერთ-ერთს არ ვმკურნალობდით. ნამკურნალები წარმონაქმნი საგრძნობლად გაიზარდა, მაშინ, როდესაც მეორე სიმსივნე მკურნალობის პროცესში ნეკროზს განიცდიდა. ამჟამად ორივე ცხოველი იმყოფება დაკვირვების ქვეშ. №2 ცხოველი გარდაიცვალა სამი სენსის შემდეგ. მას თავიდანვე აღენიშნებოდა ზომებში დიდად განვითარებული სიმსივნე, რომელსაც ჰიპერთერმიული თავაკი ვერ ფარავდა.

*ექსპერიმენტატორები: ნ. დარახველიძე, ნ. კიკნაძე, ხ. ბლუაშვილი.*

*თერთმეტი სენსის შემდეგ მკურნალობა შეწყდა.*

№1



№2



სურ. 6. მკურნალობის დამთავრებიდან ერთი კვირის შემდეგ

2. სტუ-ის ბიონანოკერამიკისა და ნანოკომპოზიტების მასალათმცოდნეობის ცენტრი

კანის და კანქვეშა სიმსივნური დაავადებების მკურნალობა  
ჰიპერთერმიული მეთოდებით (მეორე ჯგუფი)

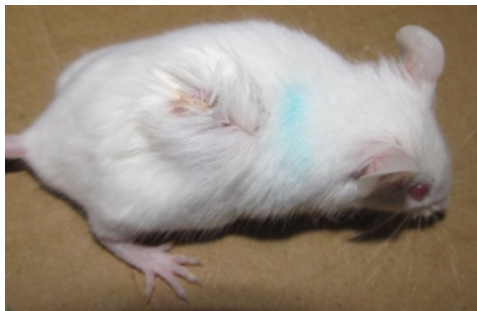
ცხრილი 2

რიცხვი	N 1 ცხოველი სიმსივნის ზომები L,B,H= 12x10x8	N 2 ცხოველი სიმსივნის ზომები L,B,H= 12x10x8	N 3 ცხოველი სიმსივნის ზომები L,B,H= 14x14x10
04.07.2013 – (I სეანსის ხანგრძლივობა)	30 წთ შეინიშნება სიმსივნური ზრდის შეჩერება	30 წთ შეინიშნება სიმსივნური ზრდის შეჩერება	30 წთ შეინიშნება სიმსივნური ზრდის შეჩერება
06.07.2013 (II სეანსის ხანგრძლივობა)	30 წთ	30 წთ	30 წთ
08.07.2013 (III სეანსის ხანგრძლივობა)	30 წთ შეინიშნება ნეკროზი	30 წთ შეინიშნება ნეკროზი	30 წთ შეინიშნება ნეკროზი
10.07.2013 (IV სეანსის ხანგრძლივობა)	30 წთ შეინიშნება ნეკროზი, სიმსივნის ზომები 12X12X8	30 წთ შეინიშნება დაავადებული უბნის გარშემო დაწყლულება, სიმსივნის ზომები 10X8X5	35 წთ შეინიშნება ნეკროზი, სიმსივნის ზომები 10X8X8
12.07.2013 (V სეანსის ხანგრძლივობა)	35 წთ შეინიშნება ნეკროზული ველის გარშემო დაწყლულება	35 წთ შეინიშნება ნეკროზული ველის გარშემო დაწყლულება	35 წთ შეინიშნება ნეკროზული ველის გარშემო დაწყლულება
14.07.2013 (VI სეანსის ხანგრძლივობა)	35 წთ	35 წთ	25 წთ
16.07.2013 (VII სეანსის ხანგრძლივობა)	35 წთ	35 წთ	არ ჩაუტარდა მკვეთრი დაწყლულების გამო
18.07.2013 (VIII სეანსის ხანგრძლივობა)	დაწყლულება სიმსივნური უბნის გარშემო, სიმსივნე არ არის. 30 წუთი ნამკურნალები უბნის ზომები 12X12X3	დაწყლულება სიმსივნური უბნის გარშემო, სიმსივნე არ არის. 30 წუთი ნამკურნალები უბნის ზომები 8X5X3	დაწყლულება სიმსივნური უბნის გარშემო, სიმსივნე არ არის. 30 წუთი ნამკურნალები უბნის ზომები 3X3X3

№1-ს აქვს ორი სიმსივნური წანაზარდი



№2



№3



სურ. 7. პირველი სეანსის შემდეგ, 04.07.2013

№1-ს აქვს ორი სიმსივნური წანაზარდი



№2



№3



სურ. 8. მესამე სეანსის შემდეგ, 08.07.2013

№1-ს აქვს ორი სიმსივნური წანაზარდი



№2



№3



სურ. 9. მეხუთე სენსის შემდეგ, 12.07.2013

№1-ს აქვს ორი სიმსივნური წანაზარდი



№2



№3



სურ. 10. მერვე სენსის შემდეგ, 18.07.2013



ექსპერიმენტის მსვლელობის პირველივე სეანსის შემდეგ შეინიშნებოდა სიმსივნის ზრდის შეჩერება სამივე ცხოველზე, ხოლო მესამე სეანსის შემდეგ სამივე ცხოველს აღენიშნებოდა სიმსივნური უჯრედების ნეკროზი. თვალში საცემი იყო №2 ცხოველზე განვითარებული ნეკროზი მეოთხე სეანსზე. №2 ცხოველს უკვე მეოთხე სეანსის შემდეგ აღენიშნებოდა დაავადებული უბნის გარშემო დაწყლულება. უშუალოდ, ექსპერიმენტის დროს თავგები დადებითად რეაგირებდნენ მკურნალობის პროცესზე.

მესუთე სეანსის შემდეგ სამივე ცხოველზე შეინიშნება დაავადებული უბნის გარშემო დაწყლულება. №1 ცხოველს განვითარდა ორი სიმსივნური წანაზარდი. ერთს ვუმკურნალოთ,

ხოლო მეორე სიმსივნეს (შედარებისთვის) არა. მკურნალობის პროცესში აშკარად შეინიშნებოდა ნამკურნალები სიმსივნის ნეკროზი, ხოლო მეორე სიმსივნე იზრდებოდა. მერვე სეანსის შემდეგ შეინიშნებოდა მთლიანად დაავადებული ნამკურნალები უბნის ნეკროზი და სიმსივნური უბნის გარშემო დაწყლულება უკვე სამივე ცხოველზე, რაც დაავადების განკურნების ფაზაში გადასვლაზე მიგვანიშნებს. ამჟამად, ცხოველები იმყოფებიან დაკვირვების ქვეშ, ისინი თავს კარგად გრძნობენ. ეს 2013 წლის დეკემბრის ბოლო დღეებია. №1 ცხოველი, რომელსაც არანამკურნალები სიმსივნე ჰქონდა, მკურნალობის დამთავრებიდან სამი კვირის შემდეგ გარდაიცვალა.

№2



№3



სურ. 11. ნამკურნალები ცხოველები 2013 წლის დეკემბრის ბოლოს

**ექსპერიმენტატორები: ნ. დარახველიძე, ნ. კიკნაძე, ხ. ბლუაშვილი**

### 3. დასკვნა

ავთვისებიანი სიმსივნის მკურნალობის ჰიპოთერმიული მეთოდი პირველად საქართველოში ჩვენ გამოვიყენეთ.

ტემპერატურის გასინჯვის შემდეგ დადგინდა, რომ სიმსივნის ირგვლივ ქსოვილებში ტემპერატურა კლებულობს და უახლოვდება სხეულის ტემპერატურას. ყველაზე მაღალი ტემპერატურა დაფიქსირდა სიმსივნის საპროექციო მიდამოში – კანზე და 44<sup>0</sup> შეადგენდა. სიმსივნური ქსოვილიდან 1.0–1.2 მმ მანძილზე დაფიქსირდა სხეულის ნორმალური ტემპერატურა. სიმსივნური შტამის ერლიხის ადენოკარცინომის ვარგისობა შემოწმდა სიმსივნის პასაჟით – ინოკულაციით ერთი ცხოველიდან მეორეში. ინოკულაცია წარმოებს პერიტონეუმში და, შესაბამისად, გადანერგვიდან მათე-მეთორმეტე დღეს ვითარდება ასციტი. სიმსივნის საწინააღმდეგო ეფექტი ფასდება სიმსივნური მასის შემცირებით, სიმსივნური ქსოვილის ნეკროზით, სიმსივნის სრული გაქრობით. ასევე, დინამიკაში შესწავლილია სიმსივნური ქსოვილი მორფოლოგიური კვლევის მეთოდით, სიმსივნის

ნეკროზითა და სიმსივნური მასისა და ნეკროზული უბნების კორელაციით.

ჰიპოთერმიული მკურნალობის სამი სეანსის შემდეგ ყველა ჯგუფის ცხოველებზე ვიზუალურად შეინიშნება სიმსივნური წარმონაქმნის ზომების შემცირება და დაავადების ნეკროზი. ხოლო მასიური ნეკროზი, შვიდი სეანსის შემდეგ, ყველა შემთხვევაში, აღენიშნება დაავადების ნეკროზი და დაწყლულება, რაც სიმსივნის განკურნების ფაზაში გადასვლაზე მეტყველებს. რვა-ათი სეანსის შემდეგ კვლავ აღინიშნება დაავადების ნეკროზი და დაწყლულება, რაც პროცესის შეუქცევობაზე და გამოყენებული ჰიპოთერმიული მეთოდის ეფექტურობაზე მეტყველებს. ყველა შემთხვევაში სიმსივნის ზრდის დამუხრუჭება და ინტრატუმორული ნეკროზი განპირობებულია ჰიპოთერმიის ზემოქმედებით.

ვიზუალური დაკვირვებების შედეგები დადასტურებულია სამივე ცხოველზე (სამი, შვიდი და ათი სეანსების შემდეგ ჩატარებული გაზომვებით და ფოტოებით).

## ლიტერატურა

1. R. Cavaliere, E. C. Ciocatto, B. C. Giovanella, C. Heidelberg, R. O. Johnson, M. Margottini, B. Mondovi, G. Moricca, and A. Rossi-Fanelli, "Selective Heat Sensitivity of Cancer Cells. Biochemical and Clinical Studies," *Cancer*, 20 1351–1381 (1967).
2. K. Overgaard and J. Overgaard, "Investigation on the Possibility of a Thermic Tumour Therapy. II. Action of Combined Heat-Roentgen Treatment on a Transplanted Mouse Mammary Carcinoma," *Eur. J. Cancer*, 8 573–575 (1972).
3. J. Overgaard, "Effect of Hyperthermia on Malignant Cells In Vivo. A Review and a Hypothesis," *Cancer*, 39 2637–2646 (1977).
4. G. J. Ehrhardt and D. E. Day, "Therapeutic Use of 90Y Microspheres," *J. Nucl. Med.*, 14 233–242 (1987).
5. R. V. Mantravadi, D. G. Spigos, W. S. Tan, and E. L. Felix, "Intraarterial Yttrium 90 in the Treatment of Hepatic Malignancy," *Radiology*, 142 783–786 (1982).
6. M. J. Herba, F. F. Illescas, M. P. Thirlwell, G. J. Boos, L. Rosenthal, M. Atri, and P. M. Bret, "Hepatic Malignancies: Improved Treatment with Intraarterial Y-90," *Radiology*, 169 311–314 (1988).
7. Wollner, C. Knutsen, P. Smith, D. Prieskorn, C. Chrisp, J. Andrews, J. Juni, S. Warber, J. Klevering, J. Crudup, and W. Ensminger, "Effects of Hepatic Arterial Yttrium 90 Glass Microspheres in Dogs," *Cancer*, 61 1336–1344 (1988).
8. S. Houle, T. K. Yip, F. A. Shepherd, L. E. Rotstein, K. W. Sniderman, E. Theis, R. H. Cawthorn and K. Richmond-Cox, "Hepatocellular Carcinoma: Pilot Trial of Treatment with Y-90 Microspheres," *Radiology*, 172 857–860 (1989).
9. J. H. Anderson, J. A. Goldberg, R. G. Bessent, D. J. Kerr, J. H. McKillop, I. Stewart, T. G. Cooke, and C. S. McArdle, "Glass Yttrium-90 Microspheres for Patients with Colorectal Liver Metastases," *Radiol. Oncol.*, 25 137–139 (1992).
10. M. A. Burton, B. N. Gray, C. Jones, and A. Coletti, "Intraoperative Dosimetry of 90Y in Liver Tissue," *J. Nucl. Med.*, 16 495–498 (1989).
11. F. A. Shepherd, L. E. Rotstein, S. Houle, T. C. Yip, K. Paul, and K. W. Sniderman, "A Phase I Dose Escalation Trial of Yttrium-90 Microspheres in the Treatment of Primary Hepatocellular Carcinoma," *Cancer*, 70 2250–2254 (1992).
12. J. C. Andrews, S. C. Walker, R. J. Ackermann, L. A. Cotton, W. D. Ensminger, and B. Shapiro, "Hepatic Radioembolization with Yttrium-90 Containing Glass Microspheres: Preliminary Results and Clinical Follow-Up," *J. Nucl. Med.*, 35 1637–1644 (1994).
13. J.H. Tian, B.X. Xu, J.M. Zhang, B.W. Dong, P. Liang, and X.D. Wang, "Ultrasound-Guided Internal Radiotherapy Using Yttrium-90-Glass Microspheres for Liver Malignancies," *J. Nucl. Med.*, 37 958–963 (1996).
14. X. Cao, N. He, J. Sun, J. Tan, C. Zhang, J. Yang, T. Lu, and J. Li, "Hepatic Radioembolization with Yttrium-90 Glass Microspheres for Treatment of Primary Liver Cancer," *Chin. Med. J.*, 112 430–432 (1999).
15. M. Kawashita, F. Miyaji, T. Kokubo, G. H. Takaoka, I. Yamada, Y. Suzuki, and K. Kajiyama, "Phosphorus-Implanted Glass for Radiotherapy: Effect of Implantation Energy," *J. Am. Ceram. Soc.*, 82 683–688 (1999).
16. M. Kawashita, R. Shineha, H.-M. Kim, T. Kokubo, Y. Inoue, N. Araki, Y. Nagata, M. Hiraoka, and Y. Sawada, "Preparation of Ceramic Microspheres for In Situ Radiotherapy of Deep-Seated Cancer," *Biomaterials*, 24 2955–2963 (2003).
17. M. Hiraoka and G. M. Hahn, "Comparison Between Tumor pH and Cell Sensitivity to Heat in RIF-1 Tumors," *Cancer Res.*, 49 3734–3736 (1989).
18. N. F. Borrelli, A. A. Luderer, and J. N. Panzarino, "Hysteresis Heating for the Treatment of Tumors," *Phys. Med. Biol.*, 29 487–494 (1984).
19. K. Ohura, M. Ikenaga, T. Nakamura, T. Yamamuro, Y. Ebisawa, T. Kokubo, Y. Kotoura, and M. Oka, "A Heat-Generating Bioactive Glass-Ceramic for Hyperthermia," *J. Appl. Biomater.*, 2 153–159 (1991).
20. T. Kokubo, Y. Ebisawa, Y. Sugimoto, M. Kiyama, K. Ohura, T. Yamamuro, M. Hiraoka, and M. Abe, "Preparation of Bioactive and Ferrimagnetic Glass-Ceramic for Hyperthermia," *Bioceramics*, Vol. 3. eds. J. E. Hulbert and S. F. Hulbert. Rose-Hulman Institute of Technology, Indiana, 213–223, 1992.
21. M. Ikenaga, K. Ohura, T. Yamamuro, Y. Kotoura, M. Oka, and T. J. Kokubo, *Orthop. Res.*, 11 849 (1993).
22. H. Konaka, F. Miyaji, and T. Kokubo, "Preparation and Magnetic Properties of Glass-Ceramics Containing a-Fe for Hyperthermia," *J. Ceram. Soc. Jpn.*, 105 833–836 (1997).
23. M. Kawashita, H. Takaoka, T. Kokubo, T. Yao, S. Hamada, and T. Shinjo, "Preparation of Magnetite-Containing Glass-Ceramics in Controlled Atmosphere for Hyperthermia of Cancer," *J. Ceram. Soc. Jpn.*, 109 39–44 (2001).
24. M. Kawashita, Y. Iwahashi, T. Kokubo, T. Yao, S. Hamada, and T. Shinjo, "Preparation of Glass-Ceramics Containing Ferrimagnetic Zinc-Iron Ferrite for the Hyperthermal Treatment of Cancer," *J. Ceram. Soc. Jpn.*, 112 373–379 (2004).
25. Masakazu Kawashita, *Ceramic Microspheres for Biomedical Applications Int. J. Appl. Ceram. Technol.*, 2 [3] 173–183 (2005).
26. Z. Kovziridze, G. Donadze, G. Mamniashvili, A. Akhalkatsi, D. Daraselia, D. Japharidze, O. Romelashvili, A. Shengelaia, C. Gavasheli, J.G. Heinrich. THE RECEIVING AND STUDY OF HEMATITE NANOPARTICLES FOR HYPERTHERMIA, 1st International Conference for Students and Young Scientists on Materials Processing Science, Tbilisi, Georgia 10-13 October 2010, Journal of Georgian Ceramists Association "Ceramics" N 2(23), 2010,1(24), 2011, Tbilisi, p.37-46.
27. Z. Kovziridze, J. Heinrich, R. Goerke, G. Mamniashvili, Z. Chachkhiani, N. Mitskevich, G. Donadze. Production of superparamagnetic nanospheres for hyperthermic therapy of surface (skin) cancer diseases. 3rd International congress on Ceramics, November 14-18, 2010, Osaka, Japan. IOP Conference Series: Materials Science

- and Engineering, 2010. ICC 3 Proceedings, INNOVATIVE TECHNOLOGIES and FUTURE OUTLOOK for CERAMICS, The Ceramic Society of Japan. P.p.1536-1539.
28. Z.Kovziridze, J. Heinrich, R. Goerke, G. Mamniashvili, A. Akhalkatsi, Z. Chachkhiani, N. Mitskevich, G. Donadze. PRODUCTION OF BIONANOCERAMIC SUPERPARAMAGNETICS FOR CREATION OF CONTROLLED. LOCAL HYPERTHERMIA AND THEIR USE, AS THERAPEUTIC AGENTS, FOR PURPOSEFUL TRANSPORTATION IN LIVING ORGANISMS IN SURFACE (SKIN) CANCER TREATMENT. Journal of Georgian Ceramists Association "Ceramics" N 1(22), Tbilisi, 2010, p.43-51.
  29. Z. Kovziridze, P. Khorava, N. Mitskevich. Controlled Local Hyperthermia and Magnetic Hyperthermia of Surface (Skin) Cancer Diseases. Journal of Cancer Therapy, 2013, 4, # 7, p.p. 1262-1271. USA, Delaware.
  30. Z. Kovziridze, E. Nikoleishvili, P. Khorava, A. Eliozashvili, G. Donadze. Controlled Local Hyperthermia for Therapy of Malignancies . 2nd International Conference for Students and Young Scientists on Materials Processing Science, Tbilisi, Georgia, 10-13 October 2012, Journal of Georgian Ceramists Association, 1(29) 2013. P.p. 140 146.
  31. ზ. კოვზირიძე, პ. ხორავა, ლ. ზერეკიძე, ა. ელიოზაშვილი, გ. დონაძე. ავთვისებიანი სიმსივნეების მკურნალობის ჰიპერთერმიული მეთოდის დამუშავება // საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაციის ჟურნალი "კერამიკა", 2012, №1(27) გვ. 16-34.
  32. G. Donadze, G. Mamniashvili A. Akhalkatsi D. Daraselia D. Japharidze O. Romelashvili A. Shengelaia C. Gava-sheli J. G. Heinrich. THE RECEIVING AND STUDY OF HEMATITE, NANOPARTICLES FOR HYPERTHERMIA. 1st International Conference for Students and Young Scientists on Materials Processing Science, Tbilisi, Georgia 10-13 October 2010, saqarTvelos keramikosTa asociaciis Jurnal "keramika", 1(24), 2011, gv. 37-46.
  33. დეპონირების მოწმობა "მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმია კიბოს დაავადებების სამკურნალოდ". ნაბეჭდი. საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი, საქპატენტი დეპონირების მოწმობა 5054 "მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმია კიბოს დაავადებების სამკურნალოდ".

**UDC 669:621:762**

## **CONTROLLED LOCAL HYPERTHERMIA FOR THERAPY OF MALIGNANCIES**

**Z. Kovziridze, G. Menteshashvili, P. Khorava, Kh. Bluashvili**

**Resume:** On the basis of experimental material the anticancer mono-therapeutic effect of hyperthermia and its adjuvant action in poly chemotherapeutic treatment was presented by the use of a device created by us – "Lezi". (Georgian Intellectual Property National Center "SAQPATENTI". Deposit Certificate 5054. Work: "Control Local Hyperthermia and Magnetic Hyperthermia for Therapy of Malignancies"). As a result of the experiment it was shown that in all animals (outbred albino mice, 3 months old) inhibition of cancer growth was fixed and intratumoral necrosis developed, while after 7-10 sessions tumors were ulcerated, which refers to positive effect of the experiment. (Conclusion of pathology-anatomical Laboratory "PATGEO", Tbilisi, Georgia).

**Key words:** Controlled local hyperthermia; necrosis; ulceration.

**УДК 669:621:762**

## **УПРАВЛЯЕМАЯ ЛОКАЛЬНАЯ ГИПЕРТЕРМИЯ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ОПУХОЛЕВЫХ БОЛЕЗНЕЙ**

**Ковзиридзе З.Д., Ментешашвили Г.З., Хорава П.А., Блуашвили Х.Т.**

**Резюме:** Для развития монотерапевтического эффекта гипертермии против раковых заболеваний, опираясь на экспериментальный материал, было использовано устройство «Лези», созданное в национальном центре материаловедения ГТУ. Получен Грузпатент. Подтверждающее удостоверение депонирования – 5054 («Управляемая локальная гипертермия и магнитная гипертермия для лечения раковых заболеваний»). В результате было показано, что у всех животных (альбиносы, трехмесячные мыши) зафиксирована остановка заболеваний рака и развился интратуморальный некроз. После 7-10 сеансов опухоль преобразовалась в язву, что говорит о положительном результате эксперимента (закключение патолого-анатомической лаборатории «Патгео». Номер исследования 3119-12. Тбилиси, Грузия).

**Ключевые слова:** управляемая локальная гипертермия; некроз; язва.

შპს 635.64

## საქართველოს ბაზარზე არსებული ტომატ-პასტების ბამოკვლევა ტოქსიკური ელემენტების შემცველობაზე

ნ. დუჩიძე\*, მ. მჭედლიშვილი

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

E-mail: natiduchidze75@yahoo.com

**რეზიუმე:** გამოკვლეულია სხვადასხვა ქვეყნის მიერ წარმოებულ და საქართველოს ბაზარზე გამოტანილ ტომატ-პასტაში ტოქსიკური ელემენტების შემცველობები.

მარნეულის სასურსათო ქარხნის მავალითზე დადგენილია, რომ ტომატ-პასტაში მათი შემცველობები დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორზე, მათ შორის პომიდვრის და ტექნოლოგიური წყლის შედგენილობაზე. გარდა ამისა, ტომატ-პასტაში მათი მოხვედრა შესაძლებელია აგრეთვე მწარმოებელ ქარხანაში გამოყენებული აპარატურიდან.

დადგენილია, რომ ბაზარზე გამოტანილი ყველა ფირმის პროდუქცია აკმაყოფილებს, ტოქსიკური ელემენტების შემცველობის თვალსაზრისით, მათზე წაყენებულ მოთხოვნებს, თუმცა ზოგიერთში მათი შემცველობები ზღვრულ დასაშვებ ნორმებს უახლოვდება.

**საკვანძო სიტყვები:** მძიმე ლითონები; ტომატ-პასტა; შედარებითი დახასიათება.

### 1. შესავალი

პომიდორი განსაკუთრებით ძვირფასი სამკურნეო კულტურაა. მისი ნაყოფები გამოირჩევა მაღალი საგემოვნო თვისებებით და მრავალმხრივი მოხმარებით. პომიდორი გამოიყენება როგორც ნედლი, ასევე გადამუშავებული სახით (ტომატ-პასტა, ტომატ-პიურე, წვენი, მწნილი და ა.შ.).

პომიდორი ბევრ სასარგებლო ნივთიერებას შეიცავს: შაქარს, ორგანულ მჟავებს, ცელულოზას, პექტინებს, რკინას, სპილენძს, ნატრიუმს, კალციუმს, მაგნიუმს, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP ვიტამინებს [1]. მეცნიერებმა დაადგინეს, რომ პომიდორში მჟაუნ-მჟავა 10-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე კარტოფილში და 8-ჯერ ნაკლები, ვიდრე ჭარხალში. რკინით მდიდარი პომიდორი სასარგებლოა სისხლნაკლებობის დროს. ეს ბოსტნეული შეიცავს ანტიოქსიდანტ ლიკოპინს, რომელიც უჯრედებს დაბერებისა და სიმსივნისგან იცავს და რომლის კონცენტრაცია გაციხელებისა და კონსერვირების დროს უფრო იზრდება.

ლიკოპენი პიგმენტი, რომელიც პომიდორს წითელ ფერს აძლევს; მისი ყველაზე მნიშვნელოვანი წყაროა პომიდორი, რომელიც ბუნებრივად უმდიდრესია ლიკოპენით; ლიკოპენი განსა-

კუთრებით იცავს დნმ-ს (დეოქსირიბონუკლეინის მჟავა) და ეხმარება მას სერიოზული გართულებების მნიშვნელოვან პრევენციაში; ლიკოპენის დამცავი ასპექტი მეტად მნიშვნელოვანია სიცოცხლისთვის საშიში ისეთი დაავადებების წინააღმდეგ, როგორცაა: პროსტატის, სწორი ნაწლავის, მკერდის და ყელის ავთვისებიანი სიმსივნე; აღმოჩნდა, რომ პომიდვრის პროდუქტები თერმული დამუშავების შემდეგ შეიცავს ლიკოპენის გაცილებით მაღალ ოდენობას ნედლ პომიდორთან შედარებით. ამდენად პომიდვრისგან წარმოებულ ტომატ-პასტას, კვებითი ღირებულების და სარგებლობის მხრივ, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

ტომატ-პასტაში ნორმირებულია მშრალი ნივთიერების, მყარი მინარეების და მძიმე ლითონების ოდენობა და ფერი.

ტომატ-პასტა შეიცავს (%-ში): მშრალი ნივთიერება – 30; რედუცირებული შაქრები – 17–19; უჯრედისი – 1–1,5; ცილები – 5-მდე; საერთო მჟავიანობა (ვაშლმჟავაზე გადაანგარიშებით) – 2,5–3,5%, როდესაც PH 3,7 – 4,6-მდეა; ნაცრიანობა პასტაში 3,2–3,4% [2].

ტომატ-პასტის ფერის განმსაზღვრელ პარამეტრებს შორის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ადგილი ნედლეულის სიმწიფის ხარისხს უკავია. მომწვანო შეფერილობის ნაყოფებში მწვანე შეფერილობის მიმცემი ქლოროფილი ხარშვის პროცესში ფოფოტინში გადადის და პროდუქტს მურა შეფერილობას სძენს. მაღალ ტემპერატურაზე ხანგრძლივი გაცხელება, ასევე პასტის მომატებულ ტემპერატურაზე შენახვა მელანოიდური რეაქციების გააქტიურებას და შედეგად პროდუქტის გამუქებას უწყობს ხელს [3].

### 2. ძირითადი ნაწილი

ტომატ-პასტაში მძიმე ლითონების შემცველობა მკაცრად არის რეგლამენტირებული, რადგან ისინი ლითონურ შხამებს მიეკუთვნება, თუმცა ზოგიერთი მათგანის გარკვეული რაოდენობით არსებობა პომიდორში და შემდეგ ტომატ-პასტაში საჭიროც არის, რადგან ისინი სასიცოცხლო მნიშვნელობის მქონე ფერმენტების შედგენილობაში შედის. ეს არ ითქმის ზოგიერთ მძიმე ლითონზე, მაგალითად, ტყვიაზე, რომელიც ბიოელემენტების რიცხვს არ მიეკუთვნება.

პირველ ცხრილში მოცემულია ზოგიერთი მძიმე ლითონის ზღვრული დასაშვები ნორმა ტომატ-პასტაში.

ცხრილი 1

**მძიმე ლითონების შემცველობის ზღვრული დასაშვები ნორმები ტომატ-პასტაში**

ტოქსიკური ელემენტები	ზ.დ.კ
ტყვია (Pb) მგ/კგ	<0,5
კადმიუმი (Cd) მგ/კგ	<0,03
დარიშხანი (As) მგ/კგ	<0,2
ვერცხლისწყალი (Hg) მგ/კგ	<0,02
სპილენძი (Cu) მგ/კგ	<5,0
თუთია (Zn) მგ/კგ	<10,0

მოცემული ნაშრომი ითვალისწინებს მარნეულის სასურსათო ქარხნაში წარმოებულ ადგილობრივი ნედლეულიდან მიღებულ ტომატ-პასტაში და საქართველოს ბაზარზე გამოტანილ სხვადასხვა ქვეყნის მიერ წარმოებულ ტომატ-პასტაში მძიმე ლითონების შემცველობის გამოკვლევას და, გამოკვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, მათ შედარებით დახასიათებას.

მარნეულის სასურსათო ქარხნის მიერ, მის მფლობელობაში მყოფ სასოფლო-სამეურნეო სავარგულზე მოწეული პროდუქტით წარმოებული ტომატ-პასტის გამოკვლევა მძიმე ლითონების შემცველობაზე საინტერესო იყო იმითაც, რომ, როგორც ადრე შესრულებულმა კვლევებმა გვიჩვენა [4], აღნიშნულ სავარგულზე პომიდვრის

ხარისხობრივი მაჩვენებლები აკმაყოფილებს მისგან ტომატ-პასტის მისაღებად წაყენებულ მოთხოვნებს, მაგრამ პროდუქციის მძიმე ლითონებით დაბინძურების წყაროდ შეიძლება მოგვევლინოს არა მხოლოდ ნედლეული, არამედ გადამუშავების პროცესში გამოყენებულ აპარატურასთან კონტაქტი, ტექნოლოგიური წყალი და ტარა, რომელშიც წარმოებს პროდუქციის დაფასოება.

ტომატ-პასტაში მძიმე ლითონების განსაზღვრა წარმოებდა ატომურ-ადსორბციული მეთოდით. აღნიშნული მეთოდით ლითონების შემცველობის განსაზღვრის მიზნით ხდებოდა საანალიზოდ აღებული სინჯის წინასწარი მინერალიზაცია და ამ გზით ტომატ-პასტაში არსებული მძიმე ლითონების წყალში ხსნად, არაორგანულ ნაერთებში გადაყვანა. იმისდა მიხედვით, თუ რომელი ლითონის განსაზღვრა იყო გათვალისწინებული, წარმოებდა საკვლევად აღებული სინჯის გარკვეული რაოდენობით მინერალიზაცია სველი ან მშრალი დანაცრების მეთოდით. კერძოდ, თუთიის და სპილენძის განსაზღვრისთვის გამოვიყენეთ მშრალი დანაცრების მეთოდი, ხოლო ტყვიის, დარიშხანის, ვერცხლისწყლის და კადმიუმისთვის – სველი დანაცრების მეთოდი.

მშრალი დანაცრების მეთოდით მინერალიზაციისას გამოყენებული იყო  $NH_4HCO_3$ ; სველი დანაცრება წარმოებდა აზოტმჟავას და გოგირდმჟავას ნარევით.

მარნეულის სასურსათო ქარხნის მიერ წარმოებულ ტომატ-პასტაში მძიმე ლითონების შემცველობის განსაზღვრა წარმოებდა მონიტორინგის გზით როგორც პომიდვრის უშუალოდ გადამუშავებიდან რამდენიმე დღის შემდეგ დაფასოებულის, ისე ნახევარფაბრიკატის სახით შენახული ტომატ-პიურედან მიღებული პროდუქტიდან.

ცხრილი 2

**მონიტორინგი მძიმე ლითონების შემცველობაზე მარნეულის სასურსათო ქარხნის მიერ წარმოებულ ტომატ-პასტაში**

ტოქსიკური ელემენტები	ზ.დ.კ	განსაზღვრის შედეგი			
		19.11.2012	22.02.2013	19.03.2013	25.03.2013
ტყვია (Pb) მგ/კგ	<0,5	<0,01	0,076	არ აღმოჩნდა	<0,2
სპილენძი (Cu) მგ/კგ	<5,0	<0,31	0,008	4,04	3,45
კადმიუმი (Cd) მგ/კგ	0,03	<0,01	0,015	არ აღმოჩნდა	<0,02
დარიშხანი (As) მგ/კგ	<0,2	<0,01	<0,05	0,04	<0,1
ვერცხლისწყალი (Hg) მგ/კგ	0,02	<0,01	<0,01	არ აღმოჩნდა	<0,001
თუთია (Zn) მგ/კგ	<10,0	1,9	0,012	4,14	7,1

როგორც შედეგებიდან ჩანს, მარნეულის სასურსათო ქარხანაში წარმოებულ ტომატ-პასტაში მძიმე ლითონების შემცველობა ნორმის ფარგლებშია. თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ მათი შემცველობა მაინც არასტაბილურია და გარკვეულ ფარგლებში მერყეობს. ასე, მაგ., ტყვიის შემცველობა ზოგ შემთხვევაში საერთოდ არ ფიქსირდება ტომატ-პასტაში, ზოგჯერ კი მისი შემცველობა 0,2 მგ/კგ-ს უახლოვდება. თუმცა ზ.დ.კ 0,5 მგ/კგ-მდეა, მაინც სასურველია მისი შემცველობა ზ.დ.კ-ზე რაც შეიძლება დაბალი იყოს. ტყვია ბიოელემენტების რიცხვს არ მიეკუთვნება და საერთოდ ორგანიზმში მისი მოხვედრა მიზანშეწონილი არ არის.

ტოქსიკოლოგიური თვალსაზრისით, იგივე სურათი გვაქვს ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ელემენტის – კადმიუმის შემცველობის მიმართ. თუმცა მისი შემცველობა წელიწადის სხვადასხვა დროს აღებულ ნიმუშებში ზღვრულ დასაშვებ ნორმას არ სცილდება, რიგ შემთხვევაში რაოდენობრივად ახლოსაა ზოგიერთ ნიმუშში, კერძოდ 2013 წლის 25 მარტს აღებულ ნიმუშში. ამ შედეგზე სრულად დაყრდნობა არ შეიძლება, რადგან წლის განმავლობაში მისი შემცველობის ცვლილება კანონზომიერ ხასიათს

არ ატარებს. შედარებით უფრო კანონზომიერ ხასიათს ატარებს სპილენძის კონცენტრაციის ცვლილება დროში. ასე, მაგ., თუ შემოდგომის პროდუქციაში მისი შემცველობა უმნიშვნელოა ზღვრულ დასაშვებ ნორმასთან შედარებით, გაზაფხულზე მასთან მიახლოებულია. ვფიქრობთ, საჭიროა წარმოებისთვის მიღებული შედეგის გათვალისწინება, რადგან აშკარად შეინიშნება სპილენძის გადასვლა აპარატურიდან პროდუქციაში. არსებითად ასეთივე მდგომარეობა გვაქვს თუთიის მიმართაც – ახლად მოკრეფილი პომიდვრიდან მიღებულ პროდუქციაში თუთია საშუალოდ 6-ჯერ მეტია გაზაფხულზე „პიურეს“ სახით დაფასოებულ პროდუქციასთან შედარებით. გაცილებით სტაბილურია ვერცხლისწყლის და დარიშხანის შემცველობები პროდუქციაში.

ურთიერთშედარებითი დახასიათების და ასევე საქართველოს ბაზარზე გამოტანილი ტომატ-პასტების ხარისხობრივ მახვენებლებზე, მონიტორინგის წარმოების მიზნით, ჩვენ მიერ გამოკვლეულია ექვსი სხვადასხვა ფაბრიკის მიერ წარმოებულ ტომატ-პასტაში მძიმე ლითონების შემცველობა, მათ შორის თუთიის, სპილენძის, ვერცხლისწყლის, კადმიუმის, ტყვიის და დარიშხანის. შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

**ბაზარზე არსებულ ტომატ-პასტაში მძიმე ლითონების შემცველობაზე ანალიზის შედეგები**

პროდუქციის დასახელება	ტომატ-პასტის პირველი ნიმუში	ტომატ-პასტის მეორე ნიმუში	ტომატ-პასტის მესამე ნიმუში	ტომატ-პასტის მეოთხე ნიმუში	ტომატ-პასტის მესამე ნიმუში	ტომატ-პასტის მეექვსე ნიმუში	ზ.დ.კ
ტოქსიკური ელემენტები							
თუთია (მგ/კგ)	1,17	0,31	1,63	2,8	5,0	0,85	<10,0
სპილენძი (მგ/კგ)	2,3	1,4	0,41	2,9	3,4	0,70	<5,0
ტყვია (მგ/კგ)	0,01	<0,3	<0,02	<0,2	<0,2	<0,2	<0,5
კადმიუმი (მგ/კგ)	<0,01	<0,03	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,03
დარიშხანი (მგ/კგ)	<0,01	<0,05	<0,01	<0,1	<0,1	<0,01	<0,2
ვერცხლისწყალი (მგ/კგ)	<0,01	<0,01	<0,01	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	<0,02

როგორც შედეგებმა აჩვენა, საქართველოს ბაზარზე არსებულ ტომატ-პასტებში ტოქსიკური ელემენტების შემცველობა ზოგადად დამაკმაყოფილებელია – მათი შემცველობები ნორმატიული დოკუმენტაციით დადგენილ სიდიდეებს არ აღემატება, თუმცა ტომატ-პასტის ზოგიერთ ნიმუშში ამა თუ იმ ტოქსიკური ელემენტის შემცველობა მის საგანგაშო მნიშვნელობას უახლოვდება. მათ

რიცხვშია კადმიუმი და სპილენძი. კერძოდ, სპილენძის შემცველობა ყველაზე მაღალია მე-5 ნიმუშში – 3,4 მგ/კგ, რაც ძალიან ახლოსაა ნორმატიული დოკუმენტაციით დადგენილ მის სიდიდესთან. საგანგაშოა მდგომარეობა კადმიუმის მიმართ – ბევრ ნიმუშში მისი შემცველობა ძალიან ახლოსაა მის ზღვრულ სიდიდესთან, ერთ-ერთში კი ზღვრული სიდიდის რივისაა – 0,03 მგ/კგ.

### 3. დასკვნა

მარნეულის სასურსათო ქარხნის მიერ წარმოებული ტომატ-პასტა ერთ-ერთი საუკეთესო საქართველოს ბაზარზე გამოტანილ ტომატ-პასტის პროდუქციებს შორის.

გამოკვლევის შედეგები გვიჩვენებს, რომ საქართველოს ბაზარზე ჩვენ მიერ დაფიქსირებულ ტომატ-პასტებიდან, ტოქსიკური ელემენტების შემცველობის თვალსაზრისით, ეკოლოგიურად დაბინძურებული არც ერთი პროდუქცია არ აღმოჩნდა. პრევენციული ზომების მიღების მიზნით მიზანშეწონილია სისტემატურად განხორციელდეს მათი შედგენილობის კონტროლი ტოქსიკური ელემენტების შემცველობაზე.

### ლიტერატურა

1. თეიმურაზ მაღლაკელიძე, ნინო ჩიხრაძე. ხილისა და ბოსტნეულის დაკონსერვების ტექნოლოგია. თბილისი, 2005, გვ. 276.
2. ა. ფან-იუნგი, ბ. ფლაუმენბაუმი, ა. იზოტოვი. ხილისა და ბოსტნეულის დაკონსერვების ტექნოლოგია. თბილისი: განათლება, 1965, გვ. 415.
3. გ. კვაჭაძე. მებოსტნეობა. თბილისი: განათლება, 1965, გვ. 383.
4. ნ. დუჩიძე, მ. მჭედლიშვილი. ტომატ-პასტის ნედლეულად გამოყენებულ პომიდორში ზოგიერთი მძიმე ლითონის შემცველობა „მარნეულის სასურსათო ქარხნის“ მაგალითზე” // ქიმიური ჟურნალი, 2012. გვ. 189-192.

---

**UDC 635.64**

## **RESEARCH OF CONTENT OF TOXIC ELEMENTS IN TOMATO PASTE AT GEORGIAN MARKET**

**N. Duchidze, M. Mchedlishvili**

**Resume:** There is examined the content of toxic elements in tomato paste produced by different countries and imported to Georgian market.

On example of "Marneuli Food Factory" it has been established that toxic elements content in tomato paste depends on different factors, including the content of tomato and technological water. Besides, their getting into tomato paste is also possible from the equipment used in the plant.

It has been established that the products of all the firms that gets on the market satisfy the requirements presented to them concerning the content of toxic elements, although some of them are approaching the maximum permissible norms.

**Key words:** heavy metals; tomato paste; comparative characteristics.

---

**УДК 635.64**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИМЕЮЩИХСЯ НА ГРУЗИНСКОМ РЫНКЕ ТОМАТ-ПАСТ НА СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**Дучидзе Н.Г., Мchedlishvili М.И.**

**Резюме:** Исследовано содержание токсических элементов в томат-пасте, производимой разными странами и вынесённой на грузинский рынок.

На примере «Марнеульского продовольственного завода» установлено, что их содержание в томат-пасте зависит от ряда разных факторов, в том числе и от содержания помидора и технологической воды. Кроме того, их попадание в томат-пасту возможно из аппаратуры, используемой на заводе-производителе томат-пасты.

Установлено, что продукция всех фирм, вынесённая на рынок, в смысле содержания токсических элементов удовлетворяет предъявленные им требования, хотя в некоторых из них их содержание приближается к предельно допустимым нормам.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы; томат-паста; сравнительная характеристика.

შპს 666.762.93

**გეოპოლიმერის ბაზაზე აზოტის გარემოში მიმდინარე კარბო და ალუმინთერმული პროცესები**

**ზ. კოვზირიძე\*, ნ. ნიჟარაძე, ნ. დარახველიძე, გ. ტაბატაძე, ზ. მესტიერიშვილი**

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

E-mail: kowsiri@gtu.ge

**რეზიუმე:** შესწავლილია გეოპოლიმერის (კაოლინის) ბაზაზე კარბო- და ალუმინთერმული მეთოდით სიალონების მიღების შესაძლებლობა და ნარევების აზოტის გარემოში 1400°C-ზე გახურებისას მიმდინარე პროცესები.

კვლევა ჩატარდა ოპტიკური და რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მეთოდებით.

**საკვანძო სიტყვები:** სიალონები; ალუმინის პუდრა; ნახშირბადი; გეოპოლიმერი; მულიტი.

მასალებთან შედარებით, რადგან ისინი გამოირჩევა მაღალი საექსპლუატაციო თვისებებით. უჟანგბადო ძნელდობად მასალებს შორის გამოირჩევა მასალები სილიციუმის კარბიდის ბაზაზე [7-10]. ცნობილია სილიციუმის კარბიდის მასალები სხვადასხვა შემკვრელით: კაუმიწოვანი, ნიტრიდული, ოქსინიტრიდული, კომპლექსური და სხვა [11-14]. უკანასკნელ წლებში მიმდინარეობს ინტენსიური კვლევა კერამიკის ისეთი სახეობის მიღების შესაძლებლობისა, რომელშიც იქნებოდა შეხამებული ჟანგბადიანი და უჟანგბადო ნაერთების ოპტიმალური თვისებები. ასეთ მასალებს განეკუთვნება სიალონები [15- 16].

**1. შესავალი**

მეცნიერებისა და ტექნიკის მკვლევარი და სწრაფი განვითარება ყოველთვის იწვევს და მოითხოვს წარმოების სხვადასხვა დარგის სრულყოფას, რაც თავისთავად დაკავშირებულია ახალი, მაღალი ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებების მასალების შექმნის აუცილებლობასთან.

დიდი ხნის პრაქტიკული გამოცდილების გათვალისწინებით მასალათმცოდნეობაში დადგენილია ჟანგბადიანი [1-3] და უჟანგბადო ძნელდობადი ნაერთების უპირატესობა [4-6] სხვა

**2. ძირითადი ნაწილი**

სამუშაოს მიზანია კაოლინის ბაზაზე აზოტის გარემოში მიმდინარე კარბო- და ალუმინთერმული პროცესების შესწავლა. შედგა ნარევები: კაოლინზე ნახშირბადის (C<sub>1</sub>), კაოლინზე ალუმინის პუდრის (C<sub>2</sub>), ნახშირბადისა და ალუმინის პუდრის ნარევის (C<sub>3</sub>) დამატებით. ნარევების შედგენილობა წარმოდგენილია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

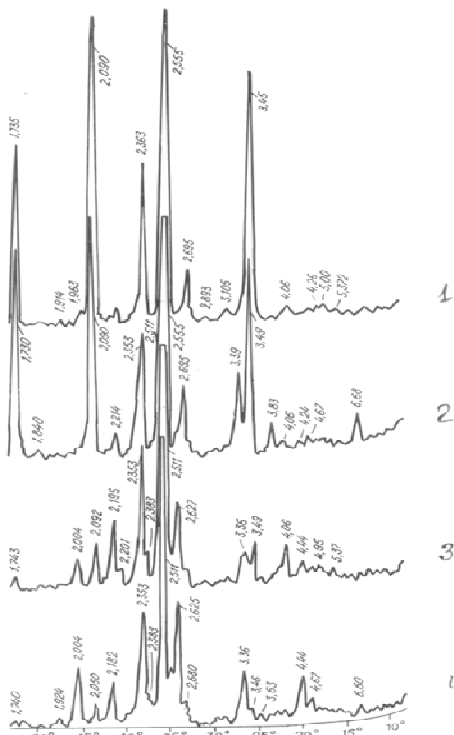
**ნარევის შედგენილობა და მიღებული ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური მახასიათებლები**

ინდექსი	ნარევის შედგენილობა, მას. %			მაჩვენებლები			
	კაოლინი	ნახშირბადი	ალუმინი	სიმტკიცის ზღვარი კუმულისას, σ <sub>c</sub> , მპა	ღია ფორიანობა w, %	სიმკვრივე, ρ/სმ <sup>3</sup>	ცმცხლტამბლობა, T, °C
C <sub>1</sub>	82	12	-	170	15,0	1,55	> 1770
C <sub>2</sub>	88	-	12	210	13,4	1,52	> 1770
C <sub>3</sub>	88	6	6	160	16,8	1,50	>1770



ნახევრად მშრალი მეთოდით დამზადდა ცილინდრული ფორმის ნიმუშები, რომელთა ზომა:  $d=15\text{მმ}$ ,  $h=20\text{მმ}$ . დაყალიბების წნევა იყო 20 მპა. შრობის შემდეგ ნიმუშები გამოიწვია ღუმელში  $1400^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე, ბოლო ტემპერატურაზე ერთსაათიანი დაყოვნებით.

შევისწავლეთ გამომწვარი ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებები (ცხრილი1). როგორც ცხრილიდან ჩანს, მაღალი ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლებით გამოირჩევა  $\text{C}_2$ , შემდეგ –  $\text{C}_1$  და  $\text{C}_3$ . ღია ფორიანობა შესაბამისად შეადგენს 13,4, 15,0 და 16,8%-ს. კუმშვისას სიმტკიცის ზღვარი არის 210, 170 და 160 მპა. მიღებული ნიმუშების ფაზური შედგენილობის დასადგენად კვლევა ჩატარდა რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით. რენტგენოგრამები წარმოდგენილია პირველ სურათზე. როგორც წარმოდგენილი რენტგენოგრამებიდან ჩანს, კაოლინის (სურ.1) ძირითადი ფაზაა მულიტი:  $d_{\text{hkl}} - 5,37; 3,41; 3,385; 2,886; 2,695; 2,547; 2,43; 2,29; 2,175; 1,866 \text{ \AA}$ ; შეიცავს კრისტობალიტს  $d_{\text{hkl}} - 4,06 \text{ \AA}$  და რენტგენომორფულ ფაზას.

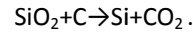


სურ. 1. საცდელი ნიმუშების რენტგენოგრამები

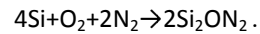
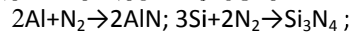
1) კაოლინი; 2)  $\text{C}_1$ ; 3)  $\text{C}_2$ ; 4)  $\text{C}_3$

$\text{C}_1$  ნიმუშის რენტგენოგრამაზე (სურ.1<sub>2</sub>) მულიტის დამახასიათებელი დიფრაქციული მაქსიმუმები კაოლინთან შედარებით მაღალი ინტენსიურობისაა  $d_{\text{hkl}} - 5,38; 3,41-3,335; 2,908; 2,635; 2,546; 2,435; 2,29; 2,210 \text{ \AA}$ ; კრისტობალიტს შეიცავს უფრო მცირე რაოდენობით. ნახშირბადი ადვი-

ლად ადადგენს კაოლინის დაშლის შედეგად წარმოქმნილ  $\text{SiO}_2$ -ს ელემენტარულ სილიციუმად შემდეგი რეაქციით:



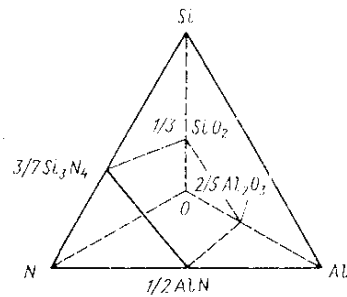
ამ ნარევი კარბოთერმული აზოტირების შედეგად მიღებული ელემენტარული სილიციუმით შესაძლებელია, ნიტრიდების გზით ალუმინის ნიტრიდის, სილიციუმის ნიტრიდის ან ოქსინიტრიდის მიღება შემდეგი რეაქციებით:



მაგრამ რენტგენოგრამაზე მათი დამახასიათებელი დიფრაქციული მაქსიმუმები არ შეინიშნება. რენტგენოგრამაზე გამოსახულია მულიტის მნიშვნელოვნად გაზრდილი პიკები. რას შეიძლება გამოეწვია, კაოლინთან შედარებით, მულიტის გაზრდა და რატომ არ ჩანს რენტგენოგრამაზე ალუმინის ნიტრიდი, სილიციუმის ნიტრიდი ან ოქსინიტრიდი?

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, კარბოთერმული აზოტირების შედეგად წარმოიქმნა მულიტი, კაჟმიწა და თავისუფალი სილიციუმი, რომელიც აზოტის გარემოში სავარაუდოდ, აზოტთან ქიმიური რეაქციის შედეგად წარმოქმნიდა სილიციუმის ნიტრიდს ან ოქსინიტრიდს. კაოლინის დაშლის შედეგად ნარევი  $\text{Al}_2\text{O}_3$  იქნებოდა.

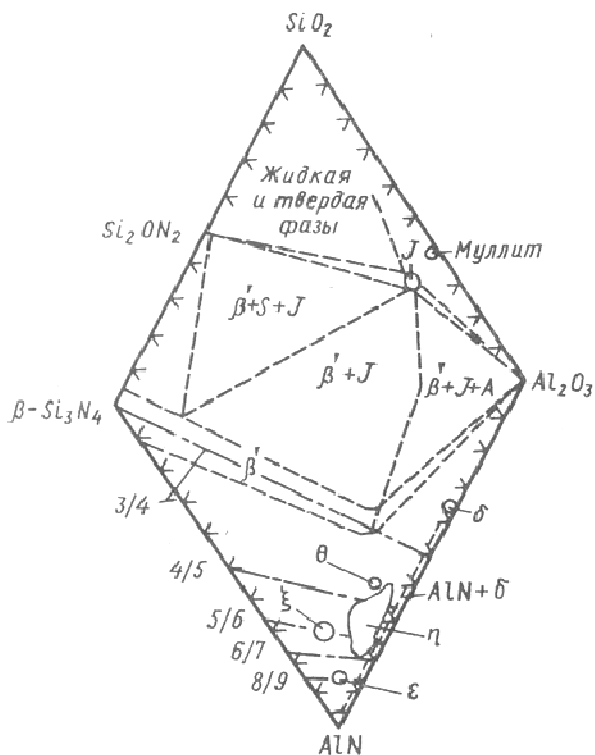
ჩვენი აზრით, სწორედ ამ კომპონენტების კომბინაციით მიიღება სიალონები. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, სისტემა  $\text{Si-Al-O-N}$  შეიძლება წარმოვიდგინოთ ოთხკომპონენტის, სქემატურად გამოსახული, ტეტრაედრის სახით (სურ. 2).



სურ. 2.  $\text{Si-Al-O-N}$  სისტემაში შემადგენელი კომპონენტების განაწილების სქემა

ორმაგი ნაერთები მოთავსებულია ტეტრაედრის წიბოებზე. ამ დროს სისტემის ოთხი ელემენტისაგან შედგენილი ყველა შესაძლებელი კომბინაცია განლაგებულია  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-AlN}$  სიბრტყეში, რომელიც შეიძლება გაიყოს ორი ტოლგვერდა სამკუთხედის სახით, რომლებიც წარმოადგენს  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  და  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-AlN}$  სამმაგ სისტემებს.

ფაზური დიაგრამა, რომელთა ფაზები განიხილება, როგორც სიალონები, მოცემულია მე-3 სურათზე.



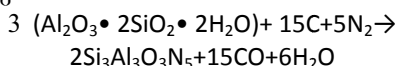
სურ. 3. Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-AlN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> სისტემის ფაზური დიაგრამა

არსებობს სიალონების რამდენიმე ტიპი: α; β; X; O<sup>1</sup>; H; R.

სხვადასხვა ტიპის სიალონების მიღების მეთოდები განსხვავდება საწყისი ნედლეულით და პროცესის განხორციელების პირობებით (ტემპერატურა, დრო, წნევა, ატმოსფეროს შედგენილობა).

სიალონების კრისტალური სტრუქტურა მსგავსია იმ ნაერთის სტრუქტურისა, რომელთანაც ახლოსაა მისი წარმოქმნის არე. კერძოდ, იმის გამო, რომ სიალონები Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, AlN, SiO<sub>2</sub> (ან SiAlON) კომპონენტების ურთიერთხსნადობის საკმაოდ ფართო არით მიღებული ხსნარებია, ამიტომ კაზში შემავალი კომპონენტების თანაფარდობა შეიძლება მნიშვნელოვნად იყოს გადახრილი ამ რეაქციით გამოთვლილი პროდუქტების შედგენილობისა და შემცველობისაგან.

კაოლინის არსებობისას β სიალონის მიღების განზოგადებული ქიმიური რეაქცია შეიძლება ასე ჩაიწეროს:

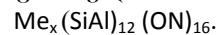


β სიალონის ზოგადი ფორმულაა:  
Si<sub>6-x</sub>Al<sub>x</sub>O<sub>1-x</sub>N<sub>8-x</sub>

(სადაც x = 0 ÷ 4,2).

იგი განიხილება, როგორც Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-ის მყარი ხსნარი ალუმინის ნიტრიდისა და ოქსიდის მყარ ხსნარში.

α სიალონის ფორმულაა:

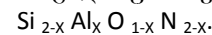


მისი სტრუქტურა α-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-ის მსგავსია.

X სიალონის ზოგადი ფორმულაა: Si<sub>1-x</sub>Al<sub>1-x</sub>O<sub>x</sub>N<sub>1-x</sub> (x = 0,004 ÷ 0,2).

X სიალონს აქვს მულიტის სტრუქტურა.

O<sup>1</sup> სიალონის ზოგადი ფორმულაა:



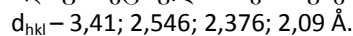
O<sup>1</sup> სიალონს სილიციუმის ოქსინიტრიდის სტრუქტურა აქვს.

H და R - სიალონები ალუმინის ნიტრიდის სტრუქტურით.

რენტგენოგრაფიაზე გამოსახული მნიშვნელოვნად გაზრდილი მულიტის პიკი იმის მიმანიშნებელია, რომ წარმოიქმნა X სიალონი SiAlON მულიტის სტრუქტურით.

C<sub>2</sub> ნიმუშის რენტგენოგრაფიაზე (სურ. 13) კაოლინთან შედარებით მულიტის უფრო გაზრდილი პიკია, მისი დამახასიათებელია d<sub>hkl</sub> -5,37; 3,41-3,385; 2,886; 2,695; 2,546; 2,285; 2,208 Å.

ნარევი კაოლინ-ალუმინისაა (ცხრ. 1). მოსალოდნელი იყო SiO<sub>2</sub>-ის აღდგენა ალუმინით და შემდეგ ალუმინის ან სილიციუმის ნიტრიდების წარმოქმნა. აშკარად შეინიშნება მულიტის უფრო მაღალი ინტენსიურობა კაოლინთან შედარებით. რენტგენოგრაფიაზე არის a-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ის დამახასიათებელი დიფრაქციული მაქსიმუმებიც:



C<sub>3</sub> ნიმუშების რენტგენოგრაფიაზე (სურ. 14), სადაც კაოლინთან ნახშირბადისა და ალუმინის პუდრის ერთნაირი თანაფარდობაა აღებული, იგივე მულიტის დამახასიათებელი პიკები უფრო მაღალი ინტენსიურობითაა, ვიდრე კაოლინში და ნაკლები C<sub>1</sub>-თან შედარებით.

### სიალონური ფაზების სახელწოდება და სტრუქტურა ცხრილი 2

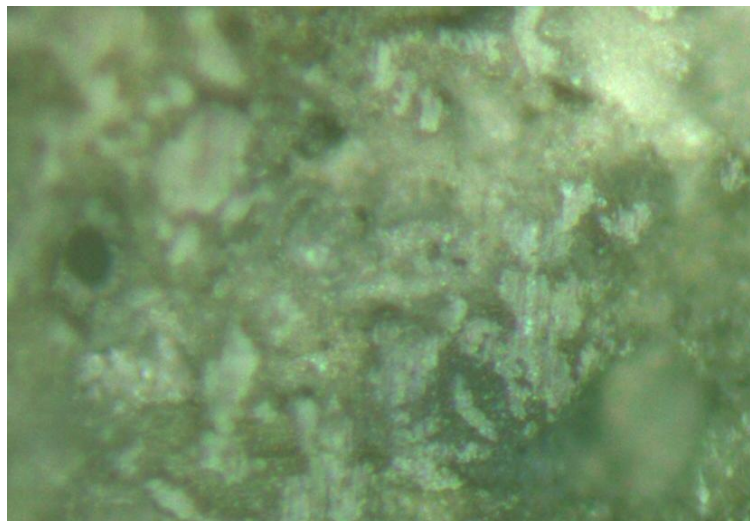
სახელწოდება	სიალონის ქიმიური ფორმულა	სიალონის სტრუქტურის ტიპი
α	Me <sub>x</sub> (SiAl) <sub>12</sub> (ON) <sub>16</sub> x=0÷2	α-Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>
β	Si <sub>6-x</sub> Al <sub>x</sub> N <sub>8-x</sub> x=0 ÷ 4,2	β-Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>
O <sup>1</sup>	Si <sub>2-x</sub> Al <sub>x</sub> O <sub>1-x</sub> N <sub>2-x</sub> x=0,04 ÷ 0,4	Si <sub>2</sub> ON <sub>2</sub>
X	Si <sub>2-x</sub> Al <sub>1-x</sub> O <sub>x</sub> N <sub>1-x</sub> x= 0,04 ÷ 0,2	3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> • 2SiO <sub>2</sub>
H	SiAl <sub>3</sub> O <sub>2</sub> N <sub>3</sub> SiAl <sub>5</sub> O <sub>2</sub> N <sub>5</sub>	AlN
R	SiAl <sub>4</sub> O <sub>2</sub> N <sub>4</sub> SiAl <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N <sub>6</sub>	AlN

ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზით ჩანს, რომ  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  შედგენილობის ნარევის აზოტის გარემოში  $1400^{\circ}\text{C}$ -ზე გამოწ-

ვისას მიიღება X სიალონი, მუღიტის სტრუქტურით.



კაოლინი x250



C2x250

ჩატარდა  $1400^{\circ}\text{C}$ -ზე გამომწვარი კაოლინისა და აზოტის გარემოში იმავე ტემპერატურაზე გამომწვარი კაოლინ-ალუმინის პუდრის ნარევის მიკროსკოპული კვლევა (ნიმუში  $C_2$ ).

როგორც მე-2 სურათიდან ჩანს, კაოლინის ძირითადი მასა გამჭირვალეა და მასში მნიშვნელოვანი რაოდენობით არის მინისებრი მასის უბნები, რომელშიც გადახლართულია დაკრისტალებული ნემსისებრი მუღიტი. კვარცი დაფარულია წვრილი ბზარებით.

აზოტის გარემოში  $1400^{\circ}\text{C}$ -ზე გამომწვარი კაოლინ-ალუმინის პუდრის ნარევის მიკროსკოპული სურათი (2ბ) განსხვავებულია იმით, რომ

მასში შეიმჩნევა მინისებრი მასა უმნიშვნელო რაოდენობით, იგი გადაჯერებულია მუღიტის ნემსისებრი კრისტალებით, რომელიც მსხვილი გროვის სახითაა. კრისტობალიტის კრისტალები არ შეინიშნება. ეს ყველაფერი რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მონაცემებს ადასტურებს.

### 3. დასკვნა

ამრიგად, შესაძლებელია კარბო- და ალუმინ-თერმული მეთოდით კაოლინ-ნახშირბადისა და კაოლინ-ალუმინის პუდრის ნარევისაგან დამზადებული ნიმუშების აზოტის გარემოში  $1400^{\circ}\text{C}$ -ზე გამოწვისას X სიალონის მიღება.

### ლიტერატურა

1. Cauckler L.J., Lukas H.L., Petrow G.- J. Amer.Ceram. Soc., 1975/ v.58, N 7-8, p. 346-347.
2. Oyama J., Kamigaito O.- Jogyo Kuokai Shi, 1972, v., p. 327-336.
3. Jack K. H.-J. Mater. Sci., 1976, v.11, N6, p. 1135-1158.
4. Land P.L., Wimmer J.M., Burns R.W. a.o. –J. Amer. Ceram. Soc., 1978, v.61, N 1-2, p. 56-60.
5. Cauckler L.J., Lukas H.L., Petrow G.- J. Amer. Ceram. Soc., 1975/ v.58, N 7-8, p. 346-347.
6. Oyama J., Kamigaito O.- Jogyo Kuokai Shi, 1972, v., p. 327-336.
7. Питак Н.В., Федорук Р.М., Дегтярева Л.М. Карбид-кремниевые изделия для защиты кокса воздушных фурм доменных печей // Огнеупоры, М., 1993, № 11, с. 25-28.
8. Kilian M., Friendrich Produktionsverfahren Anwendungseigenschaften und Einsatzmöglichkeiten von Nitridkeramik insbesondere von Siliciumnitrid. Vortragsveroff. Haus Techn., Essen, 1987, № 519, p. 19-21.
9. Wang L., He C, Wu J, Oxidation of sintered siliconitrid materials. Ceram. Mater and Comp. Engiens. Proc. Int.Simp. Las Vegas. N27-30, 1988, Westerville (Ohio) 1989, p. 604-611.
10. Белий 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, ноябрь, Тезисы докладов, ч. 2, М., 1990, с. 174.
11. Гузман И.Я., Тумакова Е.И. Об образовании связки в процессе обжига огнеупоров на основе карбида кремния // Огнеупоры 1965, № 5. с. 31-35 .
12. Воронин Н.И., Красоткина Н.И., Фрайфельд М.С. Обжиг карбидкремниевых огнеупоров в среде азота // Огнеупоры, 1967, 12, с. 41-47.
13. 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.
14. Воронин Н.И., Красоткина Н.И., Смирнова В.А. Карборундовые огнеупоры на нитридной связке // Огнеупоры, М., 1960, № 7, с. 329-334.
15. Чухolina Л.Н. Способ получения порошка сиалона. <http://bd.patent.su/2378000>, 2012.11.18.
16. Боярина И.Л. Пучков А.Б. и др. Сиалоны-новый огнеупорный материал // Огнеупоры, 1981, N12, с. 24.

---

UDC 666.762.93

### THE CURRENT CARBO AND ALUMOTHERMAL PROCESSES ON THE BASE OF GEOPOLYMER IN NITROGEN ENVIRONMENT

Z. Kovziridze, N. Nijaradze, N. Darakhvelidze, G. Tabatadze, Z. Mestvirishvili

**Resume:** We have studied possibilities of the receiving of cialon by carbo- and alumothermal method on the base of geopolymer (caolyne) and processes taking place in mixtures in nitrogen environment at 1400<sup>0</sup>C. The study was conducted by methods of optical and X-ray analysis.

**Key words:** cialon; aluminum powder; carbon; geopolymer; mullite.

---

УДК 666.762.93

### КАРБО- И АЛЮМОТЕРМИТНЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В СРЕДЕ АЗОТА НА ОСНОВЕ ГЕОПОЛИМЕРОВ

Ковзиридзе З.Д., Нижарадзе Н.С., Дарахвелидзе Н.И., Табатадзе Г.С., Мествиришвили З.З.

**Резюме:** На базе геополимеров (каолина) карбо- и алюминотермическим методами изучены возможность получения сиалонов и процессы нагрева смеси, протекающего в среде азота при 1400<sup>0</sup>C. Исследование проводилось методами оптического и рентгеноструктурного анализа.

**Ключевые слова:** сиалоны; алюминиевая пудра; углерод; геополимер; муллит.

შპს 666.95

## ქართული მინანქარი – აწმყო და მომავალი

გ. გაფრინდაშვილი, ს. სანაძე, მ. კეკელიძე\*

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

E-mail: kekemana@rambler.ru

**რეზიუმე:** განხილულია საქართველოში მხატვრული მინანქრების და ფერწერული პიგმენტების დღევანდელი მდგომარეობა. განზრახულია ალავერდის ეპარქიაში აღნიშნული მასალების წარმოება, ასევე ღვინის ქვევრების, ძვლის ფაიფურის, ვიტრაჟული მინების გამოშვება.

**საკვანძო სიტყვები:** მინანქარი; პიგმენტი; ძვირფასი ლითონები და ბუნებრივი მინერალები (თვალის პატიოსანი); ტიხრული ტექნიკა; ალდჰინითი ცეცხლი; ფერების პალიტრა; ოპალესცენცია; ლუმინესცენცია; სადაფი; ქრომატული ფერები.

### 1. შესავალი

„სკულპტურის უპირატესობა ესაა მდგრადობა დროში. მაგრამ, თუ ფერწერა შესრულებულია მინანქრის საღებავებით და შემდეგ ცეცხლში გამოიწვება, მაშინ იგი ხანგრძლივობით აღემატება სკულპტურასაც. თუ ბრინჯაოს სკულპტურა ხანგამძლეა, ფერწერული მინანქარი სამუდამოა“ – ლეონარდო და ვინჩის „შეღარებითი ხელოვნება“.

მართლაც, მინანქარი ხელოვნების საკრალური სახეა. როცა 5000 წლის წინ ძველი ეგვიპტის მხატვრებმა გამოიგონეს მინანქარი, ისინი ცდილობდნენ შეექმნათ ბუნებრივი ძვირფასი ქვების (ლაზურიტი, ძოწი, ფირუზი, ზურმუხტი, ოპალი, ლალი და სხვა) ანალოგი – მოელვარე, კრიალა, შუქმოსცემი და „უთვალავი ფერებით“ (შ. რუსთაველი) შექმნილი. ჯერ კიდევ ანტიკური ხანის ადამიანი იყენებდა მათ არა მარტო საიუველირო და გლიპტიკური ნაკეთობების დასამზადებლად, არამედ ტემპერულ საღებავებშიც, რომლის გამოყენების ისტორია 3500 წელზე მეტს ითვლის. დღესაც განცვიფრებას იწვევს ძველი ეგვიპტელების, ასირიელების, ბერძნების და სხვა ხალხების მიერ დამუშავებული კაშკაშა და მდგრადი მინერალური საღებავები. მაგალითად, ცნობილი წარწერები ეგვიპტელი ფარაონების სარკოფაგებზე შესრულებულია ბუნებრივი მინერალებისგან დამზადებული ტემპერული საღებავებით.

პირველად სად და როდის მოხდა მომინანქრება ანუ ფერადი მინის გამდნარ მდგომარეობაში ლითონთან დაკავშირება, დღემდე უცნობია. ისტორიკოსები ბერძნების და რომაელების

სამკაულების აღწერისას მიუთითებენ მინანქრების გამოყენების შესახებ. მაგალითად, მიკენაში (საბერძნეთი) აღმოჩენილი იყო ლითონის ნაკეთობები, რომლებზეც მირჩილულია ლურჯად შეღებილი მინის ფირფიტები. მათი დასკვნით, ნაწარმის ასაკი 1425 და 1300 წლებიდან მოდის (ჩვენს ერამდე). ანალოგიური შედეგებია მიღებული აგრეთვე კუნძულ კიპრზე ჩატარებული არქეოლოგიური გათხრების შედეგად, დაახლოებით 1200 წ. ჩვენს ერამდე [1, 2].

VI ს. (ჩვენს ერამდე) პირველ ნახევარში ბერძნული მოსართავი ნივთები დაფარული იყო თეთრი, მუქი ლურჯი, მუქი მწვანე და მკრთალი ფირუზისებრი ფილიგრანული მინანქრებით.

ტიხრული მომინანქრების პირველი ნიმუშები ჩნდება დაახლოებით 2000 წ. ჩვენს ერამდე, როცა მასიურ ხასიათს იღებს ძვირფას ლითონებში ფერადი ქვების ჩასმის ტექნიკა ეგვიპტესა და საბერძნეთში. სწორედ ამ ტექნიკის გამოყენებას ჰქონდა უდიდესი მნიშვნელობა საიუველირო საქმიანობის შემდგომი განვითარებისათვის, ვინაიდან მომზადდა ძვირფასი ლითონების გამდიდრების საფუძველი ფერადი მოსაკაში მასალებით; ლითონებზე არსებული უჯრები იყო საფეხური, როგორც ბუდე, უფრო გვიანი ტიხრული და ჭრილური მომინანქრების ტექნიკისათვის.

### 2. ძირითადი ნაწილი

ძვირფასი ლითონების მომინანქრებულ ნაკეთობებს თვალსაჩინო ადგილი უჭირავს შუა საუკუნეების ქართულ ხელოვნებაში, ოქროს ფუძეზე დამზადებული მომინანქრების ხელოვნებას საცხებით მართებულად მიიჩნევენ ძველი ქართული დეკორატიული ხელოვნების მწვერვალად. დადგენილია, რომ საქართველოსა და ბიზანტიაში მხატვარი შემსრულებლები იყენებდნენ ტიხრული მომინანქრების ყველაზე რთულ და დახვეწილ ტექნოლოგიებს.

ქართული მომინანქრების ნიმუშებს როგორც რაოდენობრივი თვალსაზრისით, ასევე მხატვრულ-ესთეტიკური ღირებულებით, მსოფლიოში ერთ-ერთი პირველი ადგილთაგანი უჭირავს. მაგრამ, ბედის უკუღმართობის გამო, მრავალი უნიკალური განდი განადგურებულია ხშირი ომებისა და შემოსევების შედეგად, ასევე გატაცებული და მიმობნეულია მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნის მუზეუმებსა და კერძო პირთა კო-

ლექციებში. საყურადღებოა აკად. შ. ამირანაშვილის [3] მოსახრება იმის შესახებ, რომ ანტიკურ ხანაში ოქროს საიუველირო ნაკეთობათა პოლიქრომაში ფერადი მინა ცვლის ძვირფას და ნახევრად ძვირფას ქვებსა და პასტას, „რომ უკვე ჩვ.წელთაღრიცხვის II საუკუნეში ჩნდება პირველი ტიხრული მომინანქრების ნიმუშები“.

რაც შეეხება საქვეყნოდ ცნობილ ხახულის კარესს, რომელიც გვანცვიფრებს თავისი გრანდიოზულობით (100-ზე მეტი ფირფიტა, VIII საუკუნიდან მოყოლებული XII საუკუნის ჩათვლით) იგი ტიხრული მომინანქრების მთელი „მუზეუმი“ [4].

ქართული ტიხრული მინანქარი უმაღლესი სინჯის ოქროზე კეთდებოდა, ასევე ტიხრებიც ოქროსგან მზადდებოდა, იყენებდნენ აგრეთვე ოქროსა და ვერცხლის შენადნობებს – ელექტრუმს.

არაა საჭირო დიდი ცოდნა და გამოცდილება იმისათვის, რომ მინანქარი მოვათავსოთ ლითონის (ოქრო, ვერცხლი, სპილენძი) ფირფიტაზე განლაგებულ მცირე ზომის უჯრედებში. მაგრამ მომინანქრების ტექნიკა რთულ ფიზიკურ და ქიმიურ პროცესებთანაა დაკავშირებული. მინანქრის შედგენილობა, მომზადების ხერხები, ლითონზე გადატანის მეთოდები, მინანქარსა და ლითონს შორის კავშირის საკითხები, ტემპერატურისა და აირის გარემოს გავლენა გამოწვის პროცესზე, მინანქრის ელასტიკურობის ხარისხის გავლენა პროდუქტის თვისებებზე, უამრავი წუნის სახეები, რომლებიც შეიძლება წარმოიქმნას მომინანქრების ტექნოლოგიაში და მრავალი სხვა დღემდე არაა სრულყოფილად შესწავლილი. ამიტომ, დღეს მხატვრული მომინანქრების ტექნიკა და ტექნოლოგია, მიუხედავად მრავალსაუკუნოვანი ისტორიისა, ჯერ კიდევ ემპირიულ საფეხურზეა.

საქართველოში პირველი ტიხრული მინანქრები დათარიღებულია ახ.ა. II-III საუკუნეებით, ადრეული ქრისტიანული ხანის ნიმუშები VII-IX საუკუნეებით. მინანქრების უმეტესი ნაწილი კი XI-XII საუკუნეებისაა. სამწუხაროდ, მომდევნო საუკუნეებში შეიმჩნევა ტიხრული მინანქრის ტექნიკური და მხატვრული დონის მკვეთრი დაქვეითება, რაც გაუთავებელმა შემოსევებმა და ქვეყნის ეკონომიკურად განადგურებამ გამოიწვია. XIII-XV საუკუნეებში მცირე რაოდენობით დამზადებული მინანქრები ვერ შეედრება ადრეულ ხანებში შესრულებულ ძეგლებს, ხოლო მომდევნო საუკუნეებში მინანქრის დამზადება შეწყდა. მხოლოდ XVII-XVIII ს. მინანქრის წარმოება ჩვენში კვლავ განახლდა, შეიცვალა მინანქრის და მომინანქრების დამზადების ტექნოლოგია. ტიხრული მინანქრის სინთეზის საიდუმლოება უკვე დაკარგული იყო.

ყველაზე პრობლემურ და მტკივნეულ საკითხად ჩვენს ქვეყანაში დღეს მიგვაჩნია მხატვრული

მინანქრების ადგილობრივი წარმოების არარსებობა, მიმდინარეობს არაორგანიზებული იმპორტი საფრანკეთიდან, ავსტრიიდან, აშშ-დან, იაპონიიდან და სხვა ქვეყნებიდან. თუმცა იყო და არის მცდელობები მხატვრული მინანქრების მიღებისა, მაგრამ ისინი ხარისხით ჩამოუვარდება აღნიშნული ქვეყნებიდან შემოტანილ მინანქრებს, მათი გამოყენება შეიძლება ფართო მოხმარების და ტექნიკური დანიშნულების ნაწარმის მომინანქრებისათვის და არა ძვირფასი ლითონების დასაფარავად.

ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 70-იან წლებში ჩვენს მიერ, პროფ. კალისტრატე ქუთათელაძის ხელმძღვანელობით, თბილისის ქარხანა „გახო-აპარატში“, ადგილობრივი ნედლეულების გამოყენებით, დანერგილი იყო ტექნიკური ფერადი მინანქრები გაზქურებისა და საოჯახო დანიშნულების ჭურჭლის დასაფარავად [5].

მაღალი ხარისხის მხატვრული მინანქრების ძირითადი კომპონენტებია პიგმენტი ანუ ქრომოფორი – ფერის მატარებელი ქიმიური ნაერთი და ფლუისი ანუ ადვილად ღებობადი მინა.

ჩვენი ყურადღება მიიქცია სულხან-საბას ლექსიკონში მოყვანილმა განმარტებამ: „სინგორი და სინგური წითელი სახატავია, ვერცხლის წყალთა და გოგირდთა ცეცხლში გამოადნობენ“, ხოლო გ. ჩუბინაშვილი წერს: „სინგური – ვერცხლისწყალი და გოგირდი, ცეცხლით შეზავებული და გაწითლებული, იხმარების სამხატვრო წამლად, კინოვარი“. აღნიშნულმა განმარტებამ სტიმული მოგვცა შეგვექმნა პიგმენტების სინთეზის სრულიად ახალი მიმართულება, რაც ემყარება არა უშუალოდ ფერის მატარებელი ოქსიდების გამოყენებას მინანქარში, არამედ იმას, რომ პერიოდული სისტემის გარდამავალი ელემენტების სპეციალური თერმული დამუშავებით მიგვეღო სხვადასხვა ფერისა და ელფერის პიგმენტი, რომლებიც გამოირჩევა მტკიცე სტრუქტურის კრისტალური მესრით, ხასიათდება მაღალი ქიმიური და ტემპერატურის მიმართ მდგრადობით (ღებობის ტემპერატურამდე არ იშლება) და აქვს შუქტების მაღალი კოეფიციენტი; ასეთი მინერალებია – შპინელი, ძოწი, კორუნდი, ვილემიტი, სფენი და სხვა.

აღნიშნული მინერალების გისოსში პერიოდული სისტემის გარდამავალი ელემენტების შეყვანით ისინი იღებენ დამახასიათებელ შეფერილობას. ფერის მატარებელი ელემენტების კავშირი აქცეპტორებთან მაღალ ტემპერატურაზე ხორციელდება მყარ ფაზათა რეაქციებით, რომელსაც ხელს უწყობს სპეციალური მინერალიზატორები, სინთეზის ტემპერატურის მნიშვნელოვანი შემცირების მიზნით.

პიგმენტების ამგვარი გზით სინთეზი საშუალებას გვაძლევს ხელოვნურად მივიღოთ და აღ-

ვადგინოთ ბუნებრივი სტრუქტურის მტკიცედ შედგენილი ქრომოფორები და ამავე დროს სტრუქტურაში შევიყვანოთ ისეთი გარდამავალი ელემენტები, რომლებიც ბუნებრივ მინერალებში არ შედის, რაც საბოლოოდ საშუალებას მოგვცემს გავზარდოთ საღებავების ფერების პალიტრა.

სინთეზირებული პიგმენტები დაელო საფუძვლად ახალი კლასის მხატვრული მინანქრების სინთეზს, რომლებიც შეიძლება გამოვიყენოთ ძვირფასი და ფერადი ლითონებისაგან დამზადებული საეკლესიო და საერო ნაკეთობების დასაფარავად.

აღსანიშნავია, რომ ახალი კლასის პიგმენტები წარმატებით გამოიყენება აგრეთვე, როგორც მინერალური საღებავები ტემპერულ და ხეთის ფერწერაში.

დღემდე ცნობილი ხუთი კატეგორიის (მცენარეული, ცხოველური, მინერალური, მცენარეულ-მინერალური, ნახშირის) ფერწერული საღებავებიდან დიდი უპირატესობა ენიჭება მხოლოდ ბუნებრივ მინერალურ საღებავებს, ვინაიდან ისინი ხასიათდება მდგრადობით სინათლის, ტემპერატურისა და ქიმიური აგენტების მიმართ. მინერალურ საღებავებს თავიანთ შემოქმედებაში იყენებდნენ აღორძინების ეპოქის გენიალური მხატვრები: ლეონარდო და ვინჩი, მიქელანჯელო, ტიცინი, რაფაელი და სხვები. მაგრამ ბუნებრივ მინერალურ საღებავებს ერთი ნაკლი აქვს – არ გააჩნია ერთგვაროვანი ტონი, ფხვნილისებრ მდგომარეობაში გადაყვანილი და გუდმოდგინედ გარეცხილიც კი საკმაო რაოდენობით შეიცავს გამაჭუჭყიანებელ მინარევებს, რომლებიც ამცირებს მათ სიკაშკაშეს. დიდი შრომაა საჭირო, რომ ბუნებრივი მინერალური საღებავები მიყვანილ იქნეს კონდიციაში (კირქვის მოსაცილებლად ხშირად აუცილებელია მათი მუავებით დამუშავება).

ქ. ანტვერპენის მუზეუმში, როგორც ძვირფასი რელიქვია, ინახება რუბენის საგზაო ჩემოდანი, რომელშიც არის დიდი მხატვრის მიერ შეგროვებული სხვადასხვა სახის ბუნებრივი საღებავები. აღსანიშნავია, რომ მინერალურ საღებავებს დღემდე შენარჩუნებული აქვს პირვანდელი სახე, ხოლო ორგანული წარმოშობის საგრძობლად გაუფერულდა.

ასეთი შედარება არ ეხება ჩვენი მეთოდით სინთეზირებულ პიგმენტებს, ვინაიდან გეოლოგიური პროცესების ევოლუცია, რომელიც გაიარა ლაზურიტმა, ოქრამ, გლაუკონიტმა, უმბრამ, აზურიტმა, აურიპიგმენტმა და სხვა მინერალებმა ეულკანური მოქმედებიდან დღემდე, ანალოგიურია და შესაბამისობაში მოდის მტკიცე სტრუქტურის მქონე პიგმენტების სინთეზთან, ვინაიდან შემოთავაზებული მეთოდი დაკავშირებულია მაღალტემპერატურულ სინთეზთან და არა კოლ-

ბებსა და სინჯარებში ქიმიური რეაქციებით მიღებულ ნაკლებად მდგრად პიგმენტებთან.

გარდა ზემოაღნიშნული სინთეზებისა, რომელიც ახლავს ბუნებრივი მინერალური საღებავების გამოყენებას, მათი მარაგები მსოფლიო მასშტაბით დიდად შემცირებულია, ხოლო ზოგიერთი დღეს აღარც არსებობს.

ძალზე აქტუალურია ფერწერული პიგმენტის კრისტალურობის საკითხი, ვინაიდან მასზეა დამოკიდებული საღებავის ესთეტიკური მხარე. ჩამოყალიბებული კრისტალური სტრუქტურის პიგმენტი დაწვრილმანებისას იძლევა სხვადასხვა ხარისხის გამჭვირვალე ნამსხვრევებს ან უმცირეს კრისტალებს. მათი ზომების, ფორმის, ორიენტაციის, გამჭვირვალობის ხარისხის, ოპტიკური პარამეტრების მიხედვით საღებავი იძენს დამატებით ეფექტებს: სიკრიალეს, ფერთა სხივილს (ოპალესცენცია) და სხვა. ფერწერაში მნიშვნელობა ენიჭება შემდეგავი აფსკის გამჭვირვალობას. სხვა ხერხებით მიღებული საღებავების დიდი უმრავლესობა ვერ აკმაყოფილებს ამ მოთხოვნებს. კრისტალურ დაწვრილმანებულ მინერალებს შეუძლია ასევე მოგვცეს სხივისათვის გამჭვირვალე შეღებილი ფენა. ამ შემთხვევაში სინათლის სხივი არა მარტო თანამიმდევრობით გადის შეღებილ ფენაში, არამედ მრავალჯერადად გადატყდება უამრავ კრისტალურ ნაწილაკებში და ქმნის სიღრმისებრი გამოსხივების ეფექტს ანუ შიგა ნათებას (ლუმინესცენცია). პიგმენტის კრისტალურობის ხარისხი დიდ გავლენას ახდენს აგრეთვე საღებავის დაფარვის უნარზე. ეს უკანასკნელი დამოკიდებულია არა მარტო საღებავის ფენაში პიგმენტირებული ნივთიერების რაოდენობაზე, არამედ კრისტალების ზომებსა და მათი აგრეგაციის ფორმაზე.

პიგმენტებს მოეთხოვება ქიმიური ნეიტრალურობა მათი ურთიერთშერევის დროს ანუ სხვადასხვა პიგმენტის ნაწილაკები არ უნდა შევიდეს ერთმანეთთან არასასურველ რეაქციაში.

ზემოაღნიშნული მოთხოვნები ფერწერული პიგმენტების მიმართ შესაძლებელია მკაცრად იქნეს დაცული ჩვენ მიერ შემუშავებული ინოვაციის გამოყენებით (დაცულია საქართველოს პატენტით) [6].

დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე გამოყენებული ფლუსის ქიმიურ შედგენილობას, ვინაიდან მინანქრის ფერზე არა მარტო მასში შეყვანილი პიგმენტი, არამედ თვით ფლუსიც მკვეთრ გავლენას ახდენს. ამიტომ, მიღებულია სხვადასხვა ჯგუფის ადვილად ღებობადი მინები ადვილობრივი ბუნებრივი ნედლეულების გამოყენებით: ფარავნის პერლიტი, ბაკურიანის ანდეზიტი, გუდაურის კვარცი, ძირულის მინდურის შპატი და პეგმატიტი, მინის ლეწი, ქისათობის დიატომიტი, ამაშუკეთის ცარცი და მრავალი სხვა.

დამუშავებულია კერამიკის და მინის მხატვრული ნაწარმის დეკორირების სრულიად ახალი მიმართულება, რომლის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ტიხრული მომინანქრების ტექნიკაში ფუძე მზადდება არა ლითონისაგან, არამედ სპეციალურად დაბალ ტემპერატურაზე შეცხობილი, თერმულად მდგრადი კერამიკული ან მინის მასისაგან, რომლებზეც ტიხრების დამაგრება შესაძლებელია როგორც ალიზის მდგომარეობაში, ასევე თერმული დამუშავების შემდეგ. ტიხრული კერამიკის (მინის) სინთეზის ტექნიკა, ტრადიციული ლითონების ტიხრულ მომინანქრებასთან შედარებით, ხასიათდება ტექნოლოგიური პროცესების მნიშვნელოვანი გამარტივებით და ეკონომიკურობით: გამოირიცხულია ფუძის წინასწარი მომზადება (გამოწვა, მჟავაში დამუშავება, კრაცირება), არ არის აუცილებელი კონტრმინანქრის გამოყენება, არ საჭიროებს ფუძეზე დამცავი გრუნტის (ფონდონი) დაფენას, არ მოითხოვს მოსამინანქრებელი მასალის ზედაპირის „გაკეთილშობილებას“, არ არის ფუძით მინანქრის შეღებვის საშიშროება, გამოირიცხულია ფუძეში ნარჩენი დაბაზულობის ძალების არსებობა. კომპოზიცია ლითონი – მინანქარი

ორი ერთმანეთისაგან რადიკალურად განსხვავებული მეარი სხეულია, მინა – მინანქარი, კერამიკა – მინანქარი სტრუქტურულად თითქმის ანალოგიურია, რაც უზრუნველყოფს მტკიცე კავშირს ფუძესა და მინანქარს შორის (დაცულია საქართველოს პატენტით) [7, 8].

ტიხრული მომინანქრების ტექნოლოგიაში პირველად დამუშავებულია დეკორირების ახალი მეთოდი, რაც გულისხმობს, აღდგენითი ცეცხლის ტექნიკით, სრულიად განსხვავებული ფერის მხატვრული მინანქრების სინთეზის შესაძლებლობას. ღუმელში აღმდგენელი აირების მოქმედებით სპეციალური შედგენილობის მინანქრებზე მიიღება მტკიცე სადაფისებრი, ლითონისებრი სიკრიალის ზედაპირი ცისარტყელას ელფერით. მოულოდნელი ქრომატული ფერების პალიტრა შეუძლებელია გამოვხატოთ ჩვეულებრივი, საერთოდ მიღებული ტერმინებით.

აღდგენითი ცეცხლის მინანქრების ზედაპირი არ მოითხოვს ისეთი შრომატევადი ოპერაციების ჩატარებას, როგორიცაა გახეხვა-გაპრიალება ან დამატებითი თერმული დამუშავება (დაცულია საქართველოს პატენტით) [9].



ალავერდის ეპარქიის მიტროპოლიტი დავითი და პროფესორი გურამ გაფრინდაშვილი



### 3. დასკვნა

ხემაღლიშნულ სამუშაოებს გაეცნო და ლოცვა-კურთხევა მოგვცა სრულიად საქართველოს კათოლიკოს-პატრიარქმა, მისმა უწმინდესობამ ილია II. დადებითად შეაფასა საქართველოს ეროვნული მუზეუმის გენერალურმა დირექტორმა, ბატონმა დავით ლორთქიფანიძემ და ამავე მუზეუმის ტექნოლოგმა შუა საუკუნეების მინანქრის დარგში ბატონმა ერმილე მაღრაძემ.

მსოფლიო ბანკის დაფინანსებით ალავერდის ეპარქიის ფარგლებში (ქთელავი, შუამთის მიმდებარე ტერიტორია) აშენდება თანამედროვე კერამიკული „სასწავლო საწარმო“, რომელიც გამოუშვებს ღვინის ქვევრებს (შეტანილია იუნესკოს კულტურულ მემკვიდრეობაში), რომლის ტექნოლოგიაშიც პირველად გამოყენებული იქნება წერნაქის ტექნიკა, შიგა ზედაპირზე ფორების რეგულირება, კეცში, სასურველ ფარგლებში გამოწვის პროცესში, მულიტ-კორდიერიტის კრისტალების იძულებითი წარმოქმნა, ძვლის ფაიფური, სასულიერო და საერო ფერწერის პიგმენტები (საღებავები), მხატვრული მინანქრები, ახალი კლასის ვიტრაჟულ მინები.

სიმბოლურია, რომ საწარმო შენდება ალავერდის სამონასტრო კომპლექსის ფარგლებში, რომელიც უმნიშვნელოვანესი ქართული მართლმადიდებლური ცენტრია, რომლის წინამძღოლი და მომავალი საწარმოს მშენებლობის სულისჩამდგმელია ალავერდელი მიტროპოლიტი დავითი.

საწარმოს მშენებლობასთან დაკავშირებული საკითხები განხილულია საქართველოს პრემიერ-

მინისტრ, ბატონ ირაკლი ღარიბაშვილთან, რომელმაც მხარი დაუჭირა მომავალი საწარმოს დაფუძნებას და გამოხატა მთავრობის სრული მხარდაჭერა საქართველოში თანამედროვე სასულიერო და საერო მასალების მწარმოებელი ქარხნის ასაშენებლად.

### ლიტერატურა

1. Brehl E. Kunst-handwerkliches Emaileren fachbuchverlag, Leipzig, 1983, pp.25-28.
2. Петцольд А., Пешмаинг Г. Эмаль и эмалирование. М.: Металлургия, 1990, с.8-9.
3. შ. ამირანაშვილი. ხახულის კარვდი. თბილისი: ხელოვნება, 1972, გვ. 2-8.
4. ლ. ხუსკივაძე. შუა საუკუნეების ტიხრული მინანქარი. თბილისი: ხელოვნება, 1984, გვ. 7-10.
5. Хизанишвили И., Гаприндашвили Г., Гвердцители Г. Эмаль по металлу на основе вулканических горных пород. Сб. Неорг.стекловидные покрытия и материалы. Рига: Знание, 1979, с.451-457.
6. ს. სანაძე, გ. გაფრინდაშვილი, მ. კეკელიძე. ტიხრული კერამიკა (მინა) და მხატვრული მინანქრები მტკიცე სტრუქტურის აქცეპტორ-პიგმენტების საფუძველზე // საქ. კერამიკოსთა ასოციაციის მე-2 საერთაშორისო კონფერენცია, თბილისი, 2009, გვ. 85-92.
7. საქ. პატენტი GE P 2008 4411B.
8. საქ. პატენტი GE P 2013 5751B.
9. საქ. პატენტი GE P 2013 5750B.

UDC 666.95

GEORGIAN ENAMEL – PRESENT AND FUTURE

G. Gaprindashvili, S. Sanadze, M. Kekelidze

**Resume:** The problem of providing Georgia with artistic enamels and pigments for painting is considered. At present in Eparchy of Alaverdi a plant is being constructed for production of these materials in centralized way.

**Key words:** enamel; pigment; precious metals and natural minerals (semi-precious stones); cloisonné technique; reducing fire; color palette; opalescence; luminescence; mother-of-pearl; chromatic colors.

УДК 666.95

ГРУЗИНСКАЯ ЭМАЛЬ – НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

Гаприндашвили Г.Г., Санадзе С.Г., Кекелидзе М.К.

**Резюме:** Рассмотрен вопрос обеспечения Грузии художественными эмалями и пигментами для живописи. В настоящее время в Епархии Алаверди сооружается завод для выпуска централизованным способом этих материалов.

**Ключевые слова:** эмаль; пигмент; дорогие металлы и природные минералы (самоцветы); перегородчатая техника; восстановительный огонь; палитра цветов; опалесценция; люминесценция; перламутр; хроматические цвета.

შპს 666.946.6

**შემკვრელის გავლენის შესწავლა მაღალცეცხლგამძლე დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ფიზიკურ-ტექნიკურ თვისებებზე**

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

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

E-mail: kowziri @ gtu.ge

**რეზიუმე:** ჩატარებულია კვლევა, შემკვრელუბის გავლენის შესწავლის მიზნით, მაღალცეცხლგამძლე დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ფიზიკურ-ტექნიკურ თვისებებზე.

გამოყენებულია წყალში ხსნადი შემკვრელები: მაგნიუმის სულფატის ხსნარი, ტექნიკური ლიგნოსულფონატები, მეთილცელულოზას წყალხსნარი, პოლივინილის სპირტი და წყალი. დადგენილია, რომ ყველაზე მაღალი ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებებით გამოირჩევა დოლომიტ-სერპენტინიტის ნიმუშები, კლინკერის შემკვრელის სახით, მეთილცელულოზას წყალხსნარის გამოყენებით.

**საკანძო სიტყვები:** დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერი; მაღალცეცხლგამძლე; შემკვრელი ნივთიერებები.

**1. შესავალი**

მაგნეზიტური ცეცხლგამძლეები ძირითადი სახის მასალებია მაღალტემპერატურული თბური აგრეგატების ამონაგისათვის, კერძოდ, ფოლადსადნობი და ცემენტის გამოსაწვავი მბრუნავი ღუმელების გამოწვის ზონის ამონაგისათვის, რადგან ისინი ხასიათდება კარგი მდგრადობით რკინისა და მისი ოქსიდების მიმართ, აგრეთვე რკინაშემცველი წილებისა და პორტლანდცემენტის კლინკერის აგრესიის მიმართ [1, 2]. უკანასკნელ წლებში მრავალი ტექნოლოგია დამუშავდა პერიკლაზნახშირბადოვანი და დოლომიტის ბაზაზე ცეცხლგამძლე მასალების მისაღებად [3,4]. მიღებული მასალების ხარისხს

რამდენიმე ფაქტორი განსაზღვრავს. ერთ-ერთი მთავარია სრულყოფილი სტრუქტურის მასალის მიღება, რომელიც უნდა შენარჩუნდეს მუშაობის მთელ პერიოდში [5]. ასეთი ხარისხის მისაღებად მნიშვნელოვანია ერთგვაროვანი მასის მიღება შემკვრელების დამატებით, რომელიც უზრუნველყოფს ცალკეული ნაწილაკების მჭიდრო კონტაქტს და შემკვრელი ცეცხლგამძლე ფხვნილის მარცვლების დაფარვას. ცნობილია დიდი რაოდენობის შემკვრელები, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება შედგენილობით და მოქმედებით. მიუხედავად ასეთი განსხვავებისა, კერამიკულ მასაში მათი მთავარი დანიშნულებაა მასას შესძინოს საყალიბო თვისებები ნაკეთობის დამზადებისას და მექანიკური სიმტკიცე შემდგომი ოპერაციებისათვის. შემკვრელ თვისებებს ისინი წყალში გახსნის შემდეგ იღებს. ამრიგად, წყალიც შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც ტექნოლოგიური შემკვრელის კომპონენტი [6].

**2. ძირითადი ნაწილი**

სამუშაოს მიზანია შემკვრელების გავლენის შესწავლა დოლომიტ-სერპენტინიტური მაღალცეცხლგამძლე კლინკერის ფიზიკურ-ტექნიკურ თვისებებზე. კვლევის ჩასატარებლად გამოყენებულ იქნა დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერი, რომელიც მიღებული იყო მუხურის საბადოს დოლომიტისა და საჩხერის ადგილმდებარეობის სერპენტინიტის ბაზაზე (თანაფარდობა 3:1) [7,8]. 1400°C-ზე გამომწვარი კლინკერის ქიმიური და მინერალოგიური შედგენილობა მოცემულია 1,2 ცხრილებში.

ცხრილი 1

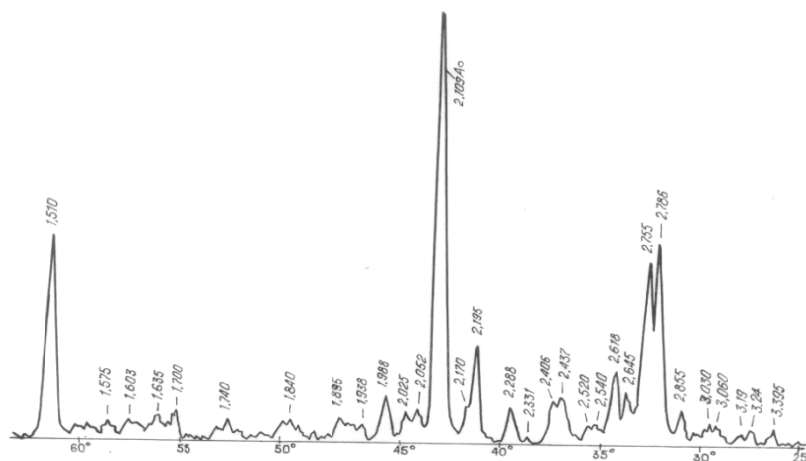
**დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ქიმიური შედგენილობა**

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

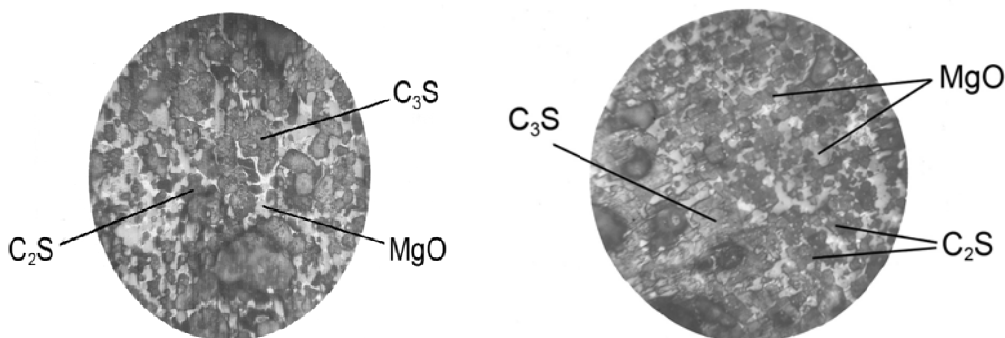
დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის მინერალოგიური შედგენილობა, მას.%

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

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, კლინკერის ძირითადი კომპონენტი პერიკლაზია, ასევე შეიცავს სამ- და ორკალციუმიან სილიკატებს, რაც დასტურდება რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით (ნახ.1). მათი არსებობა დასტურდება ჩატარებული პეტროგრაფიული ანალიზითაც (ნახ. 2).



ნახ. 1. დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის რენტგენოგრამა



ნახ. 2. 1450°C-ზე მიღებული კლინკერის მიკროსტრუქტურა, ×200

რენტგენოგრამაზე (ნახ. 1) ძირითადი დიფრაქციული მაქსიმუმები შეესაბამება კალციუმის სილიკატებს –  $d_{hkl}$  2,786; 2,755; 2,724; 2,618; 2,185 Å და პერიკლაზს  $d_{hkl}$  – 2,435; 2,103, 1,510Å. შემკვრელების სახით შევარჩიეთ წყალში ხსნადი ნივთიერებები: მაგნიუმის სულფატის 25%-იანი ხსნარი, ტექნიკური ლიგნოსულფონატების წყალხსნარი, მეთილცელულოზა და პოლივინილის სპირტი. გარდა ამისა, ექსპერიმენტით მიღებული შედეგების შესადარებლად შემკვრელი ნივთიერების სახით წყალი გამოვიყენეთ.

ტექნიკური ლიგნოსულფონატები (ЛСТ) ცელულოზა-ქაღალდის წარმოების ნარჩენია, ლიგნოსულფონური მუაგების ამონიუმის მარილია. გვხვდება მინერალური ნივთიერებების მინარევით. მოვამზადეთ 1,17გ/სმ<sup>3</sup> სიმკვრივის 1%-იანი წყალხსნარი. მეთილცელულოზა ( МЦ) თეთრი ფერის ფხვნილია. შეიცავს მეთოქსილურ ჯგუფს, წყალხსნად მეთილცელულოზაში 26–33%-ია. წყალში ხსნადობა 98%-ია. მოვამზადეთ 1%-იანი ხსნარი. პოლივინილის სპირტი [-CH<sub>2</sub>-CH-(OH)-]<sub>n</sub> თეთრი ფერის მყარი პოლიმერია. ერთადერთი

გამხსნელი წყალია. ნიმუშების მოსამზადებლად წმინდად დაფქულ კლინკერის ფხვნილს დავამატეთ წინასწარ მომზადებული შემკვრელების ხსნარები 10%-ის ოდენობით და კარგად შევეურიეთ. შერევა ტექნოლოგიური პროცესის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ოპერაციაა, რადგან აუცილებელია კომპონენტების თანაბრად განაწილება და ერთგვაროვანი მასის მიღება. მომზადდა შემდეგი ზომის ნიმუშები:  $d=20\text{მმ}$ ,  $h=20\text{მმ}$  და დაყა-

ლიბდა 80მპა წნევით, ჰაერზე შრებოდა 24 საათის განმავლობაში და შემდეგ თერმოსტატში  $110^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე გამოიწვა სილიტის დუმელში  $1400^{\circ}\text{C}$ -ზე,  $5^{\circ}\text{C}/\text{წთ}$  რეჟიმით. ბოლო ტემპერატურაზე ერთსაათიანი დაყოვნებით განისაზღვრა გამომწვარი ნიმუშების ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებები (ცხრილი 3).

ცხრილი 3

### დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებები

ინდექსი	შემკვრელის სახეობა	დამატებული ხსნარის რაოდენობა, მას %	მაჩვენებლები				
			სიმკვრივის ზღვარი კუმშვისას, $\sigma_k$ მპა	წყალშთანთქმა, $w$ %	ფორიანობა, $\Pi$ %	მონვენებითი სიმკვრივე, $\rho_g/\text{სმ}^3$	ჩაჯდომის სიდიდე, $\alpha$ %
C <sub>1</sub>	მაგნიუმის სულფატი	10	269.9	5.86	16.2	2.92	10.06
C <sub>2</sub>	ტექნიკური ლიგნოსულფონატი	10	335.9	2.01	9.20	3.25	12.17
C <sub>3</sub>	მეთილცელულოზა	10	453.6	1.15	5.03	3.34	12.34
C <sub>4</sub>	პოლივინილის სპირტი	10	331.2	2.30	6.78	3.26	12.20
C <sub>5</sub>	წყალი	10	192.0	7.80	18.56	2.92	8.38

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, ყველაზე კარგი ფიზიკურ-ტექნიკური მახასიათებლებით გამოირჩევა ნიმუში C<sub>3</sub>, რომელიც მომზადდა კლინკერზე შემკვრელის სახით, მეთილცელულოზას წყალხსნარის (10%) დამატებით. სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას (ცხრილი 3) არის 453,6 მპა, ღია ფორიანობა – 5,03%, ფარდობითი სიმკვრივე – 3,34გ/სმ<sup>3</sup>, მაშინ, როდესაც წყლით დანესტილი (10%) იგივე სიდიდეები, შესაბამისად, 192,0 მპა; 18,56%; 2,92გ/სმ<sup>3</sup> ტოლია. ჩაჯდომის სიდიდე გამოწვისას C<sub>3</sub> ნიმუშებისათვის 12,34%, წყლით – 8,38%.

შემკვრელების გამოყენებისას ნიმუშების გახურებით პირველად აორთქლდება მექანიკურად მიერთებული წყალი, შემდეგ ტემპერატურის მატებით გაღვლევა შემკვრელი, ფხვნილის მარცვლებს ერთმანეთთან შეაწებებს. ამით ნიმუშებს სიმტკიცე ეძლევა. რაც მეტია ეს გავლენა ნიმუშებზე, მით მაღალია მექანიკური მაჩვენებლები და ჩაჯდომის სიდიდე (ცხრილი 3). ნიმუშების სიმტკიცის ზრდა განპირობებულია იმით, რომ მიიღება ნაწილაკების უფრო მკვრივი ჩაწყობა და აგრეთვე იმითაც, რომ მცირდება აირადი ფაზის შემცველობა, რომელიც ნიმუშების დაყალიბებისას სცილდება. ამრიგად, წყალთან შედარებით, შემკვრელის ყველა სახეობის გამოყენებისას გაუმჯობესდა დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლები შემდეგი თანამიმდევრობით: წყალი, მაგნიუმის სულფატის ხსნარი, პოლივინილის

სპირტი, ტექნიკური ლიგნოსულფონატები, მეთილცელულოზას ხსნარი.

### 3. დასკვნა

ჩატარებული კვლევის შედეგად დადასტურდა, რომ დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის შემკვრელებად შესაძლებელია ჩვენ მიერ შესწავლილი ყველა შემკვრელის გამოყენება, რადგან მიღებული ცეცხლგამძლე მასალის თვისებები აკმაყოფილებს ასეთი სახის ცეცხლგამძლე მასალებზე სტანდარტით წაყენებულ მოთხოვნებს, განსაკუთრებით მაღალი მაჩვენებლები მიიღება მეთილცელულოზას დამატებით.

### ლიტერატურა

1. Красс Я.Р., Антонов Г.И. Магнезиальные огнеупоры для сталеплавильного производства. Обзор информации. М., 1986, вып.1.
2. Романовский Л.Б. Магнезиальношпинелидные огнеупоры. М.: Металлургия, 1983, с. 141.
3. Хорошавин Л.Б., Перепешцын В.А., Кононов В.А. Магнезиальные огнеупоры. М.: Интернет Инжиниринг, 2001. - 576с.
4. Кутателадзе К.С., Зедгинидзе Е.Н.. Бзыбский доломит - сырье для производства доломитового кирпича // Сообщения АН ГССР, 1956, т.17, № 2.
5. Хорошавин Л.Б., Перепешцын В.А., Фарафонов Г.Л. и др. // Огнеупоры, 1988, №1, с23-26.
6. Симонов К.В., Загнойко В.В., Бурдина Г.В. и др. Огнеупоры, 1988, №12, с. 27-33

7. ზ. კოვზირიძე, ნ. ნიჟარაძე, მ. ბალახაშვილი, მ. მშვილდაძე. დოლომიტისა და სერპენტინიტის ახალი საბადოების ბაზაზე მაღალცეცხლგამძლე კლინკერის მიღება. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენციის შრომები. ქუთაისი, 2013, 6-7 ივნისი. გვ. 285-288.
- 8 ზ. კოვზირიძე, ნ. ნიჟარაძე, მ. ბალახაშვილი, მ. მშვილდაძე. საქართველოს დოლომიტები და სერპენტინიტები ცეცხლგამძლე მასალების წარმოებისათვის. საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაციის უფრნალი “კერამიკა”, № 2 (30), 2013, გვ. 10-14.
- 

**UDC 666.946.6**

**STUDY OF THE INFLUENCE OF BINDERS ON PHYSICAL-TECHNICAL FEATURES OF A HIGHLY REFRACTORY DOLOMITE-SERPENTINE CLINKER**

**Z. Kovziridze, N. Nizharadze, M. Balakhashvili, M. Mshvildadze**

**Resume:** The study was conducted in order to study the influence of binders on physical-technical features of a highly refractory dolomite-serpentine clinker.

There have been used water-soluble binders: magnesium sulphate solution, technical lignosulphonate, methyl cellulose liquor, polyvinyl alcohol and water. It has been stated that samples of dolomite-serpentine clinkers with methyl cellulose liquor as binder have the best physical-technical properties.

**Key words:** dolomite-serpentine clinker; highly refractory; binding substances.

---

**УДК 666.946.6**

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЯЗУЮЩИХ НА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫСОКООГНЕУПОРНОГО ДОЛОМИТ – СЕРПЕНТИНИТОВОГО КЛИНКЕРА**

**Ковзиридзе З.Д., Нижарадзе Н.С., Балахашвили М.И., Мшвилдадзе М.Дж.**

**Резюме:** Проведены исследования с целью изучения влияния связующих на физико-технические свойства высокоогнеупорного доломит-серпентинитового клинкера. Используются водорастворимые связующие: раствор сульфата магния, технические лигносульфонаты, водный раствор метилцеллюлозы, поливиниловый спирт и вода. Установлено, что наилучшими физико-техническими свойствами обладают образцы доломито-серпентинитового клинкера с применением в качестве связующего водного раствора метилцеллюлозы.

**Ключевые слова:** доломит-серпентинитовый клинкер; высокоогнеупорный; связующие вещества.

---

**საქართველოს საგზონებლო მასალების წარმოების  
2010-2013 წლების ეკონომიკური მაჩვენებლები**

**რ. მამალაძე**

**საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი**

სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მონაცემებით მშენებლობის მაჩვენებელმა 2010 წელს 1100,0 მლნ. ლარი, 2011 წელს – 1407,9 მლნ. ლარი, 2012 წელს – 1756,9 მლნ. ლარი, 2013 წელს – 1557,3 მლნ. ლარი (მშენებლობაში დამატებული ღირებულება მიმდინარე საბაზრო ფასებში) შეადგინა, რაც, წინა წლებთან შედარებით, შესაბამისად, 2010-2012 წლებში 6,5%, 7,1%, 13,6%-ით მეტია, ხოლო 2013 წელს 10,6% შემცირდა.

საქართველოში წარმოებული სამშენებლო მასალების შესახებ 2010–2013 წლებში მოცემულია 1-ლ და მეორე ცხრილებში.

როგორც ცხრილდან ჩანს, 2010–2012 წლებში ცემენტის წარმოება, შესაბამისად, გაზრდილია, ხოლო 2013 წელს, წინა წლებთან შედარებით, შემცირებულია დაახლოებით 60 ათ. ტ. ასევე წინა წლებთან შედარებით საგრძნობლად არის გაზრდილი აგურის წარმოება. 2013 წ. გამოშვებულია (წინა წელთან შედარებით) 4,75 მლნ მეტი პირობითი ცალი კერამიკული აგური. ასევე გაზრდილია კირისა და გაჯის წარმოება. საგრძნობლად არის გაზრდილი ბუნებრივი ქვების წარმოება.

ქვეყნის სამშენებლო მასალების ექსპორტ-იმპორტის მაჩვენებლები 2012–2013 წლებში მოცემულია მე-3 და მე-4 ცხრილებში.

წინა წლებთან შედარებით, საგრძნობლად არის გაზრდილი ცემენტის ექსპორტი, რომლის ძირითადი მომხმარებელია აზერბაიჯანი. 2012 წ. მასთან ექსპორტმა შეადგინა 453,8 ათ. ტ. ხოლო 2013 წ. – 357 ათ. ტ. ცემენტი. მცირე რაოდენობით მიეწოდა აგრეთვე ყაზახეთს და სომხეთს. ასევე გაზრდილია ცემენტის იმპორტი, რომლის ძირითადი იმპორტიორია თურქეთი და სომხეთი, რომელთან იმპორტმა 2012 წ. შეადგინა 375 ათ. ტ და 135 ათ. ტ, ხოლო 2013 წ. 193 ათ.ტ და 153 ათ.ტ.

ცემენტი ასევე მცირე რაოდენობით შემოდის ირანიდან, აზერბაიჯანიდან, გერმანიიდან, რუსეთიდან და სხვა ქვეყნებიდან.

**ლიტერატურა**

1. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური (საქსტატი), 2012, 2014.
2. რ. მამალაძე. საქართველოს სამშენებლო მასალების წარმოების 2009 წლის ეკონომიკური მაჩვენებლები. კერამიკა // №1(22), 2010, გვ. 58-64.

**საქართველოში წარმოებული საფინანსო მასალები 2010–2011 წლებში  
(საწარმოთა დეკლარირებული მონაცემები)**

პროდუქციის დასახელება	ზომის ერთეული	2010			2011		
		საწარმოთა რაოდენობა	პროდუქცია (რაოდენობა)	ღირებულება (ათასი ლარი)	საწარმოთა რაოდენობა	პროდუქცია (რაოდენობა)	ღირებულება (ათასი ლარი)
ბუნებრივი ქვის მოპოვება (გრანიტი, ბაზალტი და სხვა)	მ³	18	31216.8	752.6	25	29984.0	1604.9
ინერტული მასალები	მ³	160	3900514.5	45967.2	229	5728159.4	60954.0
აგური	ათასი ცალი	7	6407.4	1950.9	7	11112.0	3032.5
ცემენტი	ტონა	36	907049.3	126111.8	38	1501972.3	208428.5
კირი	ტონა	8	43039.1	6462.8	5	61731.1	10767.3
ბაჯი	ტონა	15	18594.9	1234.0	15	36733.2	2363.6
საკვლეკ ბლოკები	მ³	202	166381.1	11641.3	195	216759.7	18207.8
სასაქონლო ბეტონი	მ³	101	496833.0	59516.3	126	1224631.5	152925.9
ასფალტბეტონი	ტონა	20	371635.3	38318.2	19	173316.0	25304.1
ბუნებრივი ქვის მოსაპირკეთებელი ფილები (გრანიტი, ბაზალტი და სხვა)	მ²	107	108703.0	4282.8	70	102526.2	4172.5

**სამართლებლოში წარმოებული სამუშაოების მასალები 2012–2013 წლებში  
(საწარმოთა დეტალური მონაცემები)**

პროდუქციის დასახელება	ზომის ერთეული	2012			2013*
		პროდუქცია (რაოდენობა)	ლირებულება (ათასი ლარი)	პროდუქცია (რაოდენობა)	
აგური	ათასი ცალი	8909.2	3081.1	13657.0	3679.4
ცემენტი	ტონა	1545545.9	215628.1	1485219.0	192887.9
კირი	ტონა	39044.8	6977.2	40151.5	6653.3
გაჯი	ტონა	56354.5	3415.3	58686.6	3455.1
ინერტული მასალები	მ <sup>3</sup>	8121345.7	94440.9	5295887.6	50429.3
საკვლე ბლოკები	მ <sup>3</sup>	947251.5	31828.6	286072.8	18711.6
კერამიკული ფილებისა და ფილაქების წარმოება	მ <sup>2</sup>	137042.7	1730.9	103282.6	1173.9
ბუნებრივი ქვის მოსაპირკეთებელი ფილები (ბაზალტი, გრანიტი, ტუფი, მარმარილო და სხვა)	მ <sup>2</sup>	236796.2	12348.9	140270.6	7034.7
ბუნებრივი ქვები (ტუფი, ტემენიტი, მარმარილო და სხვა)	მ <sup>3</sup>	185049.3	4915.5	735802.0	7592.4
ცემენტის კლინკერები	ტონა	689746.5	743337.7	665236.9	64562.5

\* წინასწარი მონაცემები



საფინანსო მსახურების მსახურები

კოდი	პროდუქციის დასახელება	2012		2013	
		ათასი აშშ დოლარი	ტონა	ათასი აშშ დოლარი	ტონა
2523	ცემენტი	33,374.5	453,679.3	32,344.5	438,222.2
3925	პლასტმასის სამშენებლო დეტალები, სხვა ადგილას დაუსახელებელი ან ჩაურთველი	198.8	57.9	383.0	114.3
6802	ქვა დამუშავებული	67.2	140.2	248.9	318.0
6809	ნაწარმი თაბაშირის ან მის საფუძველზე დამზადებული ნარეკებისაგან	4,826.3	15,444.5	5,518.0	16,337.4
6810	ნაწარმი ცემენტის ან ხელოვნური ქვისა, დაარმატურებული ან დაუარმატურებული	1,493.3	8,747.1	143.0	806.7
6902	აბური, ბლოკები, ფილები და ანალოგიური ცეცხლგამძლე კერამიკული სამშენებლო მასალები	-	-	17.0	51.5
6904	აბური სამშენებლო, ბლოკები იატაკის და კერამიკის ანალოგიური ნაწარმი	35.0	91.6	21.0	113.3
6907	მოსაპირკეთებელი ფილები კერამიკული, მოუჭიქურებელი	2.8	0.9	117.0	100.2
6908	მოსაპირკეთებელი ფილები კერამიკული, მოჭიქურებული	175.7	369.0	215.0	359.4
7016	ბლოკები მოსაკრწილად, ფილები და სხვა ნაწარმი წნეხილი ან სხმული მიწისაგან	-	-	88.3	18.8

საფინანსო მსახურის მსახურის იმპორტი

კოდი	პროდუქციის დასახელება	2012		2013	
		ათასი აშშ დოლარი	ტონა	ათასი აშშ დოლარი	ტონა
2523	ცემენტი	40,647.9	523,723.8	39,390.4	509,630.3
3925	პლასტმასის სამშენებლო დეტალები, სხვა ადგილას დაუსახელებელი ან ჩაურთველი	12,407.5	4,000.0	12,077.1	4,741.9
6802	ქვა დამუშავებული	17,399.7	28,191.2	10,552.0	15,506.0
6809	ნაწარმი თაბაშირის ან მის სფეროებზე დამზადებული ნარეგებისაგან	7,260.3	36,228.9	5,183.6	30,843.3
6810	ნაწარმი ცემენტის ან ხელოვნური ქვისა, დაარმატურებული ან დაუარმატურებული	5,821.9	15,332.6	3,975.9	27,183.4
6811	ნაწარმი აბუსტრუქტის ან ანალოგიური მასალებისაგან	7,797.0	5,866.7	970.0	3,194.2
6901	აგური, ბლოკები, ფილები და სხვა კერამიკული ნაწარმი კაჟიწოვანი ქვის ფეხილისაგან	52.1	253.2	45.6	316.7
6902	აგური, ბლოკები, ფილები და ანალოგიური ცეცხლგამძლე კერამიკული სამშენებლო მასალები	5,809.2	6,136.8	5,394.5	6,454.9
6904	აგური სამშენებლო, ბლოკები იატაკის და კერამიკის ანალოგიური ნაწარმი	645.2	3,177.8	655.3	3,342.0
6905	ფილები სასახურაგ, დეკორატიული და სხვა სამშენებლო დეტალები კერამიკისაგან	636.4	2,101.6	108.0	413.1
6907	მოსაპირკეთებელი ფილები კერამიკული, მოჭიქურებული	5,756.4	13,817.9	4,492.7	11,426.7
6908	მოსაპირკეთებელი ფილები კერამიკული, მოჭიქურებული	41,605.8	91,102.1	42,444.8	100,161.4
7016	ბლოკები მოსაპირკეთად, ფილები და სხვა ნაწარმი წნეხილი ან სხმული მინისაგან	1,321.6	317.7	1,453.3	370.4

## ბიბლიოგრაფია

### მედიის მუშაობა



ქართული კერამიკის რიგში 75 წლის ასაკში გამოაქვს და სრულყოფილი და ცნობილი ადამიანი მისი (გრიგოლი) გოგიტი.

მისი გოგიტი დაიბადა 1939 წლის 5 მაისს სოფელ გიდანში, მსოფლიო და სტალინის დროს და ივანე გოგიტიშვილის მრავალწლიანი მოწვევით. მისი უფროსი შვილია, თბილისის თეატრის ინსტიტუტის პროფესორი, დიდი პატივსემი და ავტორიტეტი სარგებლობდა ინსტიტუტის კოლექტივში და ასევე მსოფლიო სოფელში, რისთვისაც მისი სპეციალური მოწვევა გიდანის სასულიერო სკოლის მისი სახელით მოხდა.

მისი მეორე შვილი, პეტრე მუსაბაძე დაიბადა გარდაბნის რაიონის არმაზის თემის პირველ მოადგილედ და ასევე დიდი სიყვარულით დაიბადა რაიონის მოსახლეობისთვის.

მისი დედა, ჯანა ბატონიძე ვარაძე და მარგოტი სესანიანი მოწვევით და სიყვარულით ემხმარებოდნენ ახალგაზრდა თბილისის არქიტექტორებს.

მისი გოგიტი გიდანის სასულიერო სკოლის დამთავრების შემდეგ უმაღლესი დაამთავრა თბილისის პოლიტექნიკური ტექნიკური (1960 წ.) სპეციალური ინჟინერი და მუსაბაძე დაიწყო პროფესორის მოვალეობის შესრულება თბილისის სახელმწიფო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის კერამიკის ლაბორატორიაში. ლაბორატორიაში მუსაბაძის პირველი უფროსი თბილისის სახელმწიფო პოლიტექნიკური ინსტიტუტის კერამიკისა და ცენტრის მისი სპეციალური ინჟინერი, რომელიც 1969 წელს დაამთავრა.



მისი გოგიტი კერამიკის ლაბორატორიაში  
თანამშრომლებთან ერთად (მარცხნიდან პირველი)

კერამიკის ლაბორატორიაში მისი მუსაბაძის პერიოდი დაემთხვა ახალი კერამიკის მისი მისი, კვლევითი და უმაღლესი დანერგვის უმაღლესი პერიოდს. ქართული სპეციალური მისი მისი (პოლიტექნიკური, ანდეზიტის, ბაზალტის, ტრაქიტის და სხვ.) გამოყენებით ახალი სედეგის კერამიკის მისი, უმაღლესი, სახეობის, პიგმენტისა და მინერალის მისი სახეობის სამუშაოების ხელ-

mZRvanel ebi iyvnen saqarTvel os mecnierebaTa akademiis wevr-korespondenti, profesori kalistrate quTaTel aZe da keramikis laboratoriiis ufrosi, teqnikur mecnierebaTa kandidati ivane xizaniSvil i.

batoni miSa iyo erT-erTi pasuxismgebel i Semsrul ebel i im kvl eviTi samuSao-ebisa, roml ebic Semdgom safuZvl ad daedo misi megobrebis (g. gafrindaSvil i, r. mamal aZe, a. SuSanaSvil i, g. gverdwitel i, c. canava, l. varazaSvil i da sxv.) sadisertacio naSromebs. igi maTTan erTad avtoria ramdenime gamogonebisa da samecniero naSromisa. xSirad uxdeboda mivl inebiT Casvl a sxvadasxva keramikul qarxanaSi, teqnologiur procesebSi wamoWril i probl emebis mosagvarebl ad.

bol o ramdenime wel i miSa muSaobda samecniero-sawarmoo gaerTianeba "samTo qimiaSi".

yvel gan, sadac muSaobda batoni miSa gogiZe, didi siyvarul iTa da pativiscemiT sargebl obda. gansakuTrebiT aRsaniSnavia misi saqmianoba sofel gl danis sxvadasxva sazogadoebriv saqmianobaSi: kerZod, 1959 wel s sofel gl danSi gauqmebul i saSual o skol is aRdgena, 1977 wel s sofl is sasmel i wyl iT momarageba, roml istvis brZol as TiTqmis aTi wel i Seal ia.

batoni miSa gogiZe iyo SesaniSnavi meuRI e, ojaxis Tavkaci. Tavis cxovrebis TanamegzurTan, qal baton naTia ServaSiZesTan erTad Seqmna mosiyvarul e da sofel Si gamorCeul i ojaxi. qal baton naTias mudam mxarSi edga batoni miSa Svilebis da SviliSvilebis aRzrdis saqmeSi. maT darCaT ori Svili \_ amirani da gogita, Svidi SviliSvili da sami SviliTaSvili.

amirani da gogita Cveni sazogadoebis Rirseuli adamianebi arian, Camoayal ibes ansambl i "babil o", roml is musikisa da teqstis avtorebi da Semsrul ebl ebic TviTon arian.

miSa gogiZe iyo stumarTmoyvare adamiani, mis ojaxSi xSirad ikribebodnen sofl is mSromel ebi da megobrebi, msjel obdnen sxvadasxva saWiro saqmeebis mosagvarebl ad. mas hqonda adamianeTan daaxl oebis saocari unari.

miSa gogiZe uCumrad wavida Cvengan da Tan gaiyola axl obeli adamianebisa da megobrebis siyvarul i.

saqarTvel os sainJinro akademiis akademikosi,  
saqarTvel os keramikosTa asociaciis  
vice-prezidenti ramaz mamal aZe;

saqarTvel os teqnikuri universitetis  
asocirebul i profesori gul iko tabataZe

# შინაარსი

<b>ზ. სიმონგულაშვილი, ს. ნებიერიძე.</b> ტუტე ლითონის ოქსიდების გავლენა მანბანუმისა და სილიციუმის ერთდროულად აღდგენის პროცესებზე .....	3
<b>ზ. შერაზადიშვილი, მ. მჭედლიშვილი, ნ. შეყრილაძე.</b> ტყვიისა და თუთიის შემცველი ოქროს მაღნის ფიზიკური მეთოდებით გამდიდრების პროცესის გამოკვლევა .....	7
<b>ზ. შერაზადიშვილი, მ. მჭედლიშვილი, ნ. შეყრილაძე.</b> ოქროს შემცველი მაღნის ელემენტალური და ფაზური შედგენილობის გამოკვლევა .....	12
<b>ზ. კოვზირიძე, გ. მენტეშაშვილი, პ. ხორავა, ს. ბლუაშვილი.</b> მართვადი ლოკალური ჰიპერთერმია სიმსივნური დაავადებების სამკურნალოდ .....	16
<b>ნ. დუჩიძე, მ. მჭედლიშვილი.</b> საქართველოს ბაზარზე არსებული ტომატ-პასტების გამოკვლევა ტოქსიკური ელემენტების შემცველობაზე .....	28
<b>ზ. კოვზირიძე, ნ. ნიჟარაძე, ნ. დარახველიძე, გ. ტაბატაძე, ზ. მესტვირიშვილი.</b> გეოკოლიმერის ბაზაზე აზოტის ბარემოში მიმდინარე კარბო და ალუმინთერმული პროცესები .....	32
<b>გ. გაფრინდაშვილი, ს. სანაძე, მ. კეკელიძე.</b> ქართული მინანქარი – აწმყო და მომავალი .....	37
<b>ზ. კოვზირიძე, ნ. ნიჟარაძე, მ. ბალახაშვილი, მ. მშვილდაძე.</b> შემკვრელების გავლენის შესწავლა მაღალცეცხლბამბლე დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ფიზიკურ-ტექნიკურ თვისებებზე .....	42
<b>რ. მამალაძე.</b> საქართველოს სამშენებლო მასალების წარმოების 2010-2013 წლების ეკონომიკური მაჩვენებლები .....	46
<b>გახსენება. მიშა გოგიძე</b> .....	51

# CONTENTS

<b>Z. Simongulashvili, S. Nebieridze.</b> INFLUENCE OF ALKALINE METAL OXIDES ON THE PROCESS OF JOINT RESTORATION OF MANGANESE AND SILICON .....	3
<b>Z. Sherazadishvili, M. Mchedlishvili, N. Shekriladze.</b> RESEARCH OF THE ENRICHMENT OF LEAD AND ZINC CONTAINING GOLD ORE BY METHOD OF PHYSICAL CONCENTRATION .....	7
<b>Z. Sherazadishvili, M. Mchedlishvili, N. Shekriladze.</b> RESEARCH OF THE ELEMENT AND PHASE COMPOSITION OF GOLD-CONTAINING ORE .....	12
<b>Z. Kovziridze, G. Menteshashvili, P. Khorava, Kh. Bluashvili.</b> CONTROLLED LOCAL HYPERTHERMIA FOR THERAPY OF MALIGNANCIES .....	16
<b>N. Duchidze, M. Mchedlishvili.</b> RESEARCH OF CONTENT OF TOXIC ELEMENTS OF TOMATO PASTE AT GEORGIAN MARKET .....	28
<b>Z. Kovziridze, N. Nijaradze, N. Darakhvelidze, G. Tabatadze, Z. Mestvirishvili.</b> THE CURRENT CARBO AND ALUMOTHERMAL PROCESSES ON THE BASE OF GEOPOLYMER IN NITROGEN ENVIRONMENT .....	32
<b>G. Gaprindashvili, S. Sanadze, M. Kekelidze.</b> GEORGIAN ENAMEL – PRESENT AND FUTUR .....	37
<b>Z. Kovziridze, N. Nizharadze, M. Balakhashvili, M. Mshvildadze.</b> THE STUDY OF THE INFLUENCE OF BINDERS OVER PHYSICAL-TECHNICAL FEATURES OF A HIGHLY REFRACTORY DOLOMITE-SERPENTINE CLINKER .....	42
<b>R. MAMALADZE.</b> ECONOMICAL INDICES OF BUILDING MATERIALS PRODUCTION IN 2010-2013 IN GEORGIA .....	46
<b>REMEMBERANCE.</b> MISHA GOGIDZE .....	51

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>З.А. Симонгулашвили, С.С. Небиеридзе. ВЛИЯНИЕ ОКСИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРОЦЕСС СОВМЕСТНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАРГАНЦА И КРЕМНИЯ .....</b>	<b>3</b>
<b>З.Б. Шеразадишвили, М.И. Мчедлишвили, Н.Ш. Шекриладзе. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ СВИНЦОВО-ЦИНКОВОЙ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ .....</b>	<b>7</b>
<b>З.Б. Шеразадишвили, М.И. Мчедлишвили, Н.Ш. Шекриладзе. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО И ФАЗОВОГО СОСТАВА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ .....</b>	<b>12</b>
<b>З.Д. Ковзиридзе, Г.З. Ментешашвили, П.А. Хорава, Х.Т. Блуашвили. УПРАВЛЯЕМАЯ ЛОКАЛЬНАЯ ГИПЕРТЕРМИЯ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ОПУХОЛЕВЫХ БОЛЕЗНЕЙ .....</b>	<b>16</b>
<b>Н.Г. Дучидзе, М.И. Мчедлишвили. ИССЛЕДОВАНИЕ ИМЕЮЩИХСЯ НА ГРУЗИНСКОМ РЫНКЕ ТОМАТ-ПАСТ НА СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ .....</b>	<b>28</b>
<b>З.Д. Ковзиридзе, Н.С. Нижарадзе, Н.И. Дарахвелидзе, Г.С. Табатадзе, З.З. Мествиришвили. КАРБО- И АЛЮМОТЕРМИТНЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В СРЕДЕ АЗОТА НА ОСНОВЕ ГЕОПОЛИМЕРОВ .....</b>	<b>32</b>
<b>Г.Г. Гаприндашвили, С.Г. Санадзе, М.К. Кекелидзе. ГРУЗИНСКАЯ ЭМАЛЬ – НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ .....</b>	<b>37</b>
<b>З.Д. Ковзиридзе, Н.С. Нижарадзе, М.И. Балахашвили, М.Дж. Мшвилдадзе. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЯЗУЮЩИХ НА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫСОКООГНЕУПОРНОГО ДОЛОМИТ – СЕРПЕНТИНИТОВОГО КЛИНКЕРА .....</b>	<b>42</b>
<b>Р. Мамаладзе. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ГРУЗИИ В 2010-2013 ГГ. ....</b>	<b>46</b>
<b>К ПАМЯТИ МИШИ ГОГИДЗЕ .....</b>	<b>51</b>

## s a r e d a q c i o k o l e g i a :

i. berZenisvil i, m. bibil aSvil i, g. gafrindaSvil i (mT. red. moadgil e), a. grigol iSvil i, r. TurmaniZe, m. kekel iZe, z. kovziriZe (mT. redaqtori), n. kiknaZe, r. mamal aZe (mT. red. moad.), m. muj iri, n. niJaraZe (pasuxismgebel i mdivani), a. saruxaniSvil i (mT. red. moad.), a. soxaZe, g. tabataZe, e. SafaqiZe, r. xuroZe, T. WeiSvil i.

## EDITORIAL BOARD:

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

kompiuterul i uzrunvel yofa x. ungi aZis

redaqtoresi: I . mamal aZe,  
m. preobraJenskai a,  
n. centeraZe

---

---

saqarTvel os keramikosTa asociacia 2007 wl idan  
gawevrianda keramikosTa msofi o federaciaSi

saqarTvel os keramikosTa asociacia 2002 wl idan evropis  
keramikosTa asociaciis wevria

saqarTvel os keramikosTa asociacia daarsda 1998 wel s  
Jurnal i daarsda 1999 wel s  
Jurnal Si statiebi ibeWdeba qarTul , ingl isur, germanul da rusul enebze

---

---

*gamoqveynbul 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 ebebs.*

*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", 1(31),2014  
masal is gadabeWvdvisas Jurnal is miTiTeba aucil ebel ia  
ТБИЛИСИ, "КЕРАМИКА", 1(31),2014  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна  
TBILISI,"CERAMIC", 1(31),2014  
Reference of magazine is obligatory on reprinting

pirobiTi nabeWdi Tabaxi 3,5. 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, Fax: (00995 32) 2942033 (z. kovzirizEs).

---

---