

524
1948



524

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მ ო ე ბ ე

ფონი IX, № 8

21

ქიმიური, ქართული მემკვიდრეობა

1948

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი

ზინაბარსი

ამთმობიკა

- ვ. ქელიძე. ორმაგი მწკრივების შეჯამებადობა აბელის განზოგადებული მეთოდით 461

ზიზიკა

- ვ. მამასახლისოვი და ი. კავერკინი. შინაგანი კონვერსია M გარსზე გამოწვეული ატომგულის მაგნიტური გამოსხივებით 467

ბეოზიკა

- ვ. აბაკელია. ახალი მონაცემები თბილისის გრაფიტაციული ველის შესახებ 475

ბიზიკა

- ვ. კოკრაშვილი. სხვადასხვა ფაქტორის გავლენა წყალბადისა და ბრომის თვითაალების წღვარზე 477

ბეოლოკიკა

- ი. ბუაჩიძე. საქართველოში არტეზიული აუზების გავრცელების შესახებ 485

კატროგრაფიკა

- გ. სმირნოვი. ამიერკავკასიის გრანიტიდების მუქი სილიკატების შესახებ 493

ტიჟნიკა

- ო. მჭედლიშვილი-ბეტროსიანი და ხ. გოგჩევა. აბანოს დოლომიტისაგან წყალმდგრადი კლინკერის მიღების საკითხი 495

ბოტანიკა

- მელიტა ექვთიმიშვილი. კახეთის ზელქვა 503

ზოოლოკიკა

- რ. სავენკო. *Aphaniptera*-ს ორი ახალი სახეობა საქართველოდან 505

ენათმეცნიერება

- კონსტანტინე წერეთელი. თანზომავანთა პალატალიზაციის შემთხვევები ურმიის არამეულ დიალექტში 511

არამოლოკიკა

- ი.რ. ციციშვილი. მცხეთის ანტიკური კრამიტის შესწავლისათვის 517

მათემატიკა

3. ზედიზე

ორმაგი მჭკრივების შეჯამება ზედიზე განსაზღვრული მეთოდით

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეკუამ 20. 7. 1948)

1. ვთქვათ, $\varphi(x)$ და $\psi(x)$ არის $(0, \infty)$ შუალედში განსაზღვრული არა-უარყოფითი ფუნქციები, რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობებს:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \varphi(x) = \infty, \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \psi(x) = \infty.$$

კრებად ორმაგ მიმდევრობას $\{S_{m,n}\}$ ვუწოდებთ $K_{\varphi, \psi}$ კლასისას, თუ იგი აკმაყოფილებს შემდეგ ორ პირობას:

$$\left. \begin{aligned} \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{S_{m,n}}{\varphi(m)} = 0 & \text{ ფიქსირებული } n\text{-თვის,} \\ \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{S_{m,n}}{\psi(n)} = 0 & \text{ ფიქსირებული } m\text{-თვის.} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

შემდეგ, კრებად ორმაგ მიმდევრობას $\{S_{m,n}\}$ ვუწოდებთ $K_{\varphi, \psi}^*$ კლასისას, თუ იგი აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

$$\begin{aligned} \overline{\lim}_{m \rightarrow \infty} \frac{|S_{m,n}|}{\varphi(m)} &= \alpha_n < \infty, \\ \overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \frac{|S_{m,n}|}{\psi(n)} &= \beta_m < \infty. \end{aligned}$$

განვიხილოთ ახლა ფუნქციები $a_{m,n}(x, y)$ ($m, n = 0, 1, 2, \dots$), რომლებიც განსაზღვრულია $[-1, 1; -1, 1]$ არეში.

უსასრულო $\|a_{m,n}(x, y)\|$ მატრიცს ჩვენ ვუწოდებთ $A_{\varphi, \psi}^{(\lambda)}$ კლასის მატრიცს, თუ $K_{\varphi, \psi}$ კლასის ყოველი $\{S_{m,n}\}$ მიმდევრობისათვის სამართლიანია ტოლობა

$$\lim_{(x, y) \rightarrow I} \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} a_{m,n}(x, y) S_{m,n} = \lim_{m, n \rightarrow \infty} S_{m,n}$$

სადაც $(x, y) \rightarrow I$ აღნიშნავს x და y ცვლადების მისწრაფებას I -კენ ისე, რომ

დასრული იყოს პირობა

$$\frac{1}{\lambda} \equiv \frac{1-x}{1-y} \equiv \lambda,$$

მასთან λ მოცემული რიცხვია $\equiv 1$.

უსასრულო $\|a_{m,n}(x,y)\|$ მატრიცის გუწოდებთ $A_{\varphi,\psi}^{*(\lambda)}$ კლასის მატრიცს, თუ $K_{\varphi,\psi}^*$ კლასის ყოველი $\{S_{m,n}\}$ მიმდევრობისათვის სამართლიანია ტოლობა:

$$\lim_{(x,y)\lambda \rightarrow 1} \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} a_{m,n}(x,y) S_{m,n} = \lim_{m,n \rightarrow \infty} S_{m,n}.$$

თეორემა 1. იმისათვის, რომ უსასრულო $\|a_{m,n}(x,y)\|$ მატრიცი იყოს $A_{\varphi,\psi}^{*(\lambda)}$ კლასისა, საკმარისია შემდეგი პირობების დაცვა:

$$\lim_{(x,y)\lambda \rightarrow 1} a_{m,n}(x,y) = 0 \text{ ყოველი } m \text{ და } n\text{-თვის,} \quad (I)$$

$$\lim_{(x,y)\lambda \rightarrow 1} \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} a_{m,n}(x,y) = 1, \quad (II)$$

$$\frac{1}{\lambda} \equiv \frac{\sup_{1-x}{1-y}}{1-y} \equiv \lambda \sum_{n=0}^{\infty} \varphi(n) |a_{m,n}(x,y)| = A_n < \infty, \quad (III)$$

$$\frac{1}{\lambda} \equiv \frac{\sup_{1-x}{1-y}}{1-y} \equiv \lambda \sum_{n=0}^{\infty} \psi(n) |a_{m,n}(x,y)| = B_m < \infty, \quad (IV)$$

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} |a_{m,n}(x,y)| < M \text{ ყოველი } x \text{ და } y\text{-თვის,}$$

რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობას

$$\frac{1}{\lambda} \equiv \frac{1-x}{1-y} \equiv \lambda, \quad (V)$$

სადაც M არის რაიმე დადებითი რიცხვი.

დამტკიცება. ავიღოთ $K_{\varphi,\psi}$ კლასის ნებისმიერი მიმდევრობა $\{\sigma_{m,n}\}$. აღვნიშნოთ

$$\lim_{m,n \rightarrow \infty} \sigma_{m,n} = S. \quad (2)$$

რადგანაც $\{\sigma_{m,n}\}$ არის $C_{\varphi,\psi}$ კლასისა, ამიტომ გვექნება:

$$\left. \begin{aligned} \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\sigma_{m,n}}{\varphi(m)} &= 0 \text{ ყოველი } n\text{-თვის,} \\ \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sigma_{m,n}}{\psi(n)} &= 0 \text{ ყოველი } m\text{-თვის.} \end{aligned} \right\} (3)$$

(III), (IV) და (V) პირობების ძალით ადვილად შეიძლება ვაჩვენოთ

$$F(x, y) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} a_{m,n}(x, y) \sigma_{m,n}$$

მწკრივის აბსოლუტური კრებადობა, როცა

$$|x| < 1, |y| < 1, \frac{1}{\lambda} \equiv \frac{1-x}{1-y} \equiv \lambda.$$

შემდეგ

$$F(x, y) - S = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} a_{m,n}(x, y) (\sigma_{m,n} - S) + SR(x, y), \quad (4)$$

სადაც

$$R(x, y) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} a_{m,n}(x, y) - 1.$$

თანხმად (II) პირობისა, გვაქვს

$$\lim_{(x, y) \rightarrow 1} R(x, y) = 0. \quad (5)$$

ახლა ვთქვათ, რომ ε არის რაგინდ მცირე დადებითი რიცხვი. მაშინ, (2) ტოლობის ძალით, შეგვიძლია ვიპოვოთ ისეთი მთელი დადებითი რიცხვი N , რომ

$$|\sigma_{m,n} - S| < \frac{\varepsilon}{5M}, \text{ როცა } m > N, n > N. \quad (6)$$

შემდეგ, თანხმად (3) ტოლობებისა, შეგვიძლია ვიპოვოთ ისეთი მთელი დადებითი რიცხვი $N' > N$, რომ

$$|\sigma_{m,n} - S| < \frac{\varepsilon \varphi(m)}{5D(N+1)}, \text{ როცა } m > N', 0 \leq n \leq N, \quad (7)$$

$$|\sigma_{m,n} - S| < \frac{\varepsilon \psi(n)}{5D(N+1)}, \text{ როცა } n > N', 0 \leq m \leq N, \quad (8)$$

სადაც

$$D = \max\{A_0, A_1, \dots, A_N, B_0, B_1, \dots, B_N\}.$$

(4) თანადარობიდან გვაქვს:

$$\begin{aligned} |F(x, y) - S| &\leq \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} |a_{m,n}(x, y)| |\sigma_{m,n} - S| + |SR(x, y)| \equiv \\ &\equiv \left\{ \sum_{m=0}^{N'} \sum_{n=0}^{N'} + \sum_{m=0}^N \sum_{n=N'+1}^{\infty} + \sum_{n=0}^N \sum_{m=N'+1}^{\infty} + \right. \\ &\left. + \sum_{m=N'+1}^{\infty} \sum_{n=N'+1}^{\infty} \right\} |a_{m,n}(x, y)| |\sigma_{m,n} - S| + |SR(x, y)| = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5. \end{aligned}$$

(I) პირობისა და (5) ტოლობის ძალით შეგვიძლია ვიპოვოთ ისეთი დადებითი η (ε) რიცხვი, რომ

$$\sigma_1 < \frac{\varepsilon}{5}, \quad \sigma_5 < \frac{\varepsilon}{5},$$

როცა

$$0 < x < \eta, \quad 0 < y < \eta, \quad \frac{1}{\lambda} \equiv \frac{1-x}{1-y} \equiv \lambda.$$

(8) უტოლობისა და (III) პირობის ძალით გვექნება:

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \sum_{m=0}^N \sum_{n=N'+1}^{\infty} |a_{m,n}(x,y)| |\sigma_{m,n} - S| < \\ < \sum_{m=0}^N \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varepsilon}{5D(N+1)} \phi(n) |a_{m,n}(x,y)| < \frac{\varepsilon}{5D(N+1)} \sum_{m=0}^N B_m \equiv \frac{\varepsilon}{5}, \end{aligned}$$

როცა

$$\frac{1}{\lambda} \equiv \frac{1-x}{1-y} \equiv \lambda.$$

ანალოგიურად მივიღებთ

$$\sigma_3 < \frac{\varepsilon}{5}, \quad \text{როცა} \quad \frac{1}{\lambda} \equiv \frac{1-x}{1-y} \equiv \lambda.$$

დაბოლოს, (6) უტოლობისა და (V) პირობის ძალით მივიღებთ:

$$\sigma_4 < \frac{\varepsilon}{5}, \quad \text{როცა} \quad \frac{1}{\lambda} \equiv \frac{1-x}{1-y} \equiv \lambda.$$

მაშასადამე,

$$|F(x,y) - S| < \varepsilon,$$

როცა

$$0 < x < \eta, \quad 0 < y < \eta, \quad \frac{1}{\lambda} \equiv \frac{1-x}{1-y} \equiv \lambda,$$

ე. ი.,

$$\lim_{(x,y) \rightarrow -1} F(x,y) = S.$$

თეორემა დამტკიცებულია.

2. განვიხილოთ რიცხვითი ორმაგი მწკრივი

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} U_{m,n}. \quad (9)$$

ამბობენ, რომ (9) ორმაგი მწკრივი შეჯამებადია S რიცხვისაკენ (C, α, β) მე-
თორდით ($\alpha > -1, \beta > -1$), თუ

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \sigma_{m,n}^{\alpha, \beta} = S, \quad (10)$$

სადაც

$$\sigma_{m,n}^{\alpha,\beta} = \frac{S_{m,n}^{\alpha,\beta}}{A_m^\alpha A_n^\beta},$$

ხოლო $S_{m,n}^{\alpha,\beta}$ და A_m^α განისაზღვრებიან შემდეგი თანაფარდობებიდან:

$$\sum_{m=0}^{\infty} A_m^\alpha x^m = \frac{1}{(1-x)^{1+\alpha}},$$

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} S_{m,n}^{\alpha,\beta} x^m y^n = \frac{\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} U_{m,n} x^m y^n}{(1-x)^{1+\alpha}(1-y)^{1+\beta}}.$$

მ. ტიმანმა დაამტკიცა შემდეგი თეორემა [1]:

თუ ორმაგი მწკრივი (9) შეჯამებადია S რიცხვისაკენ (C, α, β) მეთოდით და, ამას გარდა,

$$\left. \begin{aligned} \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\sigma_{m,n}^{\alpha,\beta}}{m^{\beta+1}} = 0 \text{ ყოველი ფიქსირებული } n\text{-თვის,} \\ \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sigma_{m,n}^{\alpha,\beta}}{n^{\alpha+1}} = 0 \text{ ყოველი ფიქსირებული } m\text{-თვის,} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

მაშინ ორმაგი ხარისხიანი მწკრივი

$$F(x, y) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} U_{m,n} x^m y^n \quad (12)$$

აბსოლუტურად კრებადია, როცა $|x| < 1, |y| < 1$ და ადგილი აქვს ტოლობას:

$$\lim_{(x,y) \rightarrow 1} F(x, y) = S.$$

ეს თეორემა ჩვენ მიერ დამტკიცებული იყო შრომებში [2,3] იმ შემთხვევებისათვის, როცა $\alpha = \beta = 0$ და $\alpha = \beta = 1$.

ახლა ვაჩვენოთ, რომ ტიმანის თეორემა წარმოადგენს ზემოთ დამტკიცებული თეორემის შედეგს. მართლაც, (10) და (11) ტოლობების საფუძველზე ადვილად შეიძლება ვაჩვენოთ (12) მწკრივის აბსოლუტური კრებადობა, როცა $|x| < 1, |y| < 1$. ამიტომ, აბელის გარდაქმნის ძალით გვაქვს:

$$F(x, y) = (1-x)^{\alpha+1} (1-y)^{\beta+1} \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} A_m^\alpha A_n^\beta \sigma_{m,n}^{\alpha,\beta} x^m y^n.$$

ახლა ვთქვათ, რომ

$$a_{m,n}(x, y) = A_m^\alpha A_n^\beta (1-x)^{\alpha+1} (1-y)^{\beta+1} x^m y^n,$$

$$\varphi(t) \equiv \psi(t) = t + 1.$$

ადვილად დავრწმუნდებით, რომ $\|a_{m,n}(x, y)\|$ მატრიცი იარის $A_{\varphi, \psi}^{(\lambda)}$ კლასისა. ამიტომ სამართლიანია (13) ტოლობა.

3. სამართლიანია ავრყვე შემდეგი

თეორემა 2. იმისათვის, რომ უსასრულო მატრიცი $\|a_{m,n}(x,y)\|$ იყოს $A_{\varphi, \psi}^{(1)}$ კლასის მატრიცი, აუცილებელია და საკმარისი, რომ დაცული იყოს შემდეგი პირობები:

$$\lim_{(x,y) \rightarrow 1} \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} a_{m,n}(x,y) = 1,$$

$$\lim_{(x,y) \rightarrow 1} \sum_{m=0}^{\infty} \varphi(m) |a_{m,n}(x,y)| = 0 \text{ ყოველი ფიქსირებული } n\text{-თვის,}$$

$$\lim_{(x,y) \rightarrow 1} \sum_{n=0}^{\infty} \psi(n) |a_{m,n}(x,y)| = 0 \text{ ყოველი ფიქსირებული } m\text{-თვის,}$$

$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} |a_{m,n}(x,y)| < M$ ყოველი (x,y) წერტილისათვის ადებუ-
 ლი არიდან, M რაიმე დადებითი მუდმივი რიცხვია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუყიდა 20.10.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. Ф. Тиман. Об абетовой суммируемости двойных рядов. Доклады Академии Наук СССР, т. X, № 7, 1948.
2. В. Г. Челидзе. Об одной теореме о двойном степенном ряде. Доклады Академии Наук СССР, т. III, № 8, 1946.
3. გ. ჭელიძე ურთიერთკავშირი ჩეზაროსა და აბელის მეთოდებით ორმაგი მწკრივების შეჯამებადობათა შორის. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მოაზებ. ტ. VIII, № 6, 1947.

ფიზიკა

8. მამბასხლისოვი და ი. კაპრაძინი

შინაგანი კონვერსია M გარსზე, გამოწვეული ატომგულის მაგნიტური გამოსხივებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 14.5.1948)

როგორც ცნობილია, შინაგანი კონვერსიის მოვლენას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ელექტრონების ატომგულის როგორც ელექტრულ, ისე მაგნიტურ გამოსხივებასთან ურთიერთმოქმედების შედეგად. ერთ-ერთ წინა შრომაში [1] ჩვენ ნიერ გამოთვლილი იყო შინაგანი კონვერსიის კოეფიციენტი M გარსზე, გამოწვეული ბირთვის ელექტრული გამოსხივებით.

ამ შრომის მიზანს წარმოადგენს M გარსზე შინაგანი კონვერსიის მოვლენის შესწავლა იმ შემთხვევაში, როდესაც ბირთვი განიხილება როგორც l რიგის მაგნიტური მულტიპოლი.

ამ ამოცანას ჩვენ განვიხილავთ არარელატიურ მიახლოებაში, რაც გვაძლევს შემოვივარგლოთ იმ შემთხვევებით, როცა ბირთვის აღზნება მცირეა და მისი ატომის ნაქრია საშუალო სიდიდეს არ აღემატება. გარდა ამისა, ჩვენ არ ვითვალისწინებთ ელექტრონის მაგნიტურ მომენტს.

თუ ვექტორული პოტენციალის კვადრატს უგულვებელყოფთ, ელექტრონის გამოსხივებასთან ურთიერთმოქმედების ენერჯისათვის, როგორც ცნობილია, შეიძლება დავწეროთ

$$H = \frac{e}{2\mu c} (\vec{p}\vec{A} + \vec{A}\vec{p}) + e\varphi, \quad (1)$$

სადაც \vec{A} და φ პოტენციალებია, μ ელექტრონის მასაა, e სინათლის სიჩქარეა და $\vec{p} = ih\nabla$, ამათაჩავე h -ით აღნიშნულია პლანკის მუდმივი, გაყოფილი 2π -ზე. როდესაც პოტენციალებზე დადებულია პირობა

$$\operatorname{div}\vec{A} = \varphi = 0, \quad (2)$$

ელექტრონის საწყისი მდებარეობიდან თავისუფალ მდგომარეობაში გადასვლის მატრიცის ელემენტისათვის შეიძლება დავწეროთ

$$H_{12} = \frac{ieh}{\mu c} \int \psi_2^* \vec{A} \nabla \psi_1 dt, \quad (3)$$

სადაც ψ_1 და ψ_2 ელექტრონის ტალღური ფუნქციებია საწყის და საბოლოო მდგომარეობაში. როგორც ცნობილია, (2) პირობა პოტენციალებისათვის ელექტრული მულტიპოლის შემთხვევაში იძლევა არარელატიურობას კოორდინატ-

თა სათავეში. ამიტომ (2) პირობის ნაცვლად განიხილება პოტენციალთა სხვა-სახის კალიბრირება. ადვილად შესამჩნევია, რომ მაგნიტური მულტიპოლის შემთხვევაში ამგვარ სიძნელეს ადგილი არა აქვს.

მაგნიტური $2l'$ ველის ვექტორული პოტენციალის მდგენელები გამოთვლილი იყო ჰაიტლერის [2] მიერ, სახელდობრ

$$A_x = \frac{I}{2} M (B_l^{m+1} Y_l^{m+1} + C_l^{m-1} Y_l^{m-1}), \quad A_y = \frac{I}{2i} M (B_l^{m+1} Y_l^{m+1} - C_l^{m-1} Y_l^{m-1}),$$

$$A_z = M b_l^m Y_l^m,$$

სადაც

$$M = e^{-i\omega t} f_l(kr) \frac{m}{[l(l+1)]^{1/2}}, \quad (4)$$

$$B_l^{m+1} = -\frac{I}{m} [(l-m)(l+m+1)]^{1/2} b_l^m, \quad (5)$$

$$C_l^{m-1} = -\frac{I}{m} [(l+m)(l-m+1)]^{1/2} b_l^m,$$

ამასთანავე b_l^m განსაზღვრავს მულტიპოლის მომენტს, $f_l(kr) = \frac{H_{l+\frac{1}{2}}(kr)}{kr}$, სა-

დაც $H_{l+\frac{1}{2}}(kr)$ არის პირველი გვარის ჰანკელის ფუნქცია, $k = \omega/c$. ვინაიდან მაგნიტური მულტიპოლის გამოსხივება, ამოცანის არარელატიურ მიახლოებაში განიხილისა და ელექტრონის სპინის გაუთვალისწინებლობის შემთხვევაში, არ ურთიერთმოქმედებს s ელექტრონებთან, ამიტომ შინაგანი კონვერსია შეიძლება მოხდეს მხოლოდ გარსის p და d ელექტრონებზე.

განვიხილოთ M_{210} ელექტრონი. ტალღურ ფუნქციას, როგორც ცნობილია, აქვს სახე

$$\psi_{210} = B \zeta \left(6 - \frac{Z}{a} r\right) e^{-\frac{Z}{3a} r}; \quad B = \frac{I}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{Z}{a}\right)^{3/2} \sqrt{\frac{2}{81}}, \quad (6)$$

სადაც Z ბირთვის ელექტური მუხტია, $a = \frac{\hbar^2}{\mu e^2}$. განუწყვეტელი სპექტრის ტალღური ფუნქცია, იმგვარად ნორმირებული, რომ დიდ მანძილზე დროის ერთეულში გადიოდეს ფართობის ერთეულში ერთი ელექტრონი, უდრის

$$\psi_{2l'}^* = C_{l'} e^{-i\omega t} F(l'+1+in, 2l'+2, 2i\pi r) Y_{l'}^{m'}, \quad (7)$$

სადაც

$$C_{l'} = \left(\frac{\mu \pi p}{\hbar}\right)^{1/2} \frac{\Gamma(l'+1+in) \Gamma(l'+1-in)}{\Gamma(l'+1) \Gamma(l'+\frac{3}{2})} e^{-\frac{\pi n}{2}} \left(\frac{p}{2}\right)^{l'}$$

$p = \frac{\sqrt{2\mu E}}{\hbar}$, $n = \frac{Z}{ap}$, l' და m' თავისუფალ მდგომარეობაში ელექტრონის ქვანტური რიცხვებია, ამასთანავე M გარსიდან ამოგლიჯილი ელექტრონის ენერგია E უდრის

$$E = h\omega - \frac{Z^2 e^2}{18a}. \quad (8)$$

თუ გამოვიყენებთ ტალღური ფუნქციის ვექტორული პოტენციალის მდგენელების გამოხატულებებს და მავილებთ მხედველობაში ვგრეთწოდებულ ლუწობის წესს, განხილულ შემთხვევაში გვექნება

$$\int \psi_2^* \vec{A} \nabla \psi_1 d\tau = B C_l b_l^m \int \varphi_1(r) r^2 dr \int Y_l^m Y_{l'}^{-m'} \sin \theta d\theta d\varphi, \quad (9)$$

სადაც

$$\varphi_1(r) = M r^{l'} e^{-\frac{Z}{3a} r} e^{-i p r} F(l'+1+in, 2l'+2, 2i p r) \left(6 - \frac{Z}{a} r\right).$$

მიღებული გამოხატულება ნულისაგან განსხვავდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა $m' = m$ და $l' = l$. ამრიგად, განხილულ შემთხვევაში დასაშვებია მხოლოდ $1 \rightarrow l$ და $0 \rightarrow m$ სახის გადასვლები. თუ სფერული ფუნქციების ნორმირების პირობას დავწერთ:

$$\int Y_l^m Y_l^{-m} \sin \theta d\theta d\varphi = 1,$$

მაშინ განხილული გადასვლის მატრიცის ელემენტისათვის გვექნება

$$H_{l'l}^{m'm} = \frac{i e \hbar}{\mu c} B C_l b_l^m \frac{m}{[l(l+1)]^{1/2}} e^{-i \omega t} \int e^{-\alpha r} r^l F(l+1+in, 2l+2, 2i p r) f_l(kr) r^2 dr, \quad (10)$$

სადაც

$$\alpha = i \frac{Z}{a n} + \frac{Z}{3a}.$$

დავუშვათ, რომ ტალღის სიგრძე დიდად აღემატება ატომის ზომას, ე. ი. დავუშვათ, რომ $kr \ll 1$. ასეთ შემთხვევაში (10) ინტეგრალში $f_l(kr)$ ფუნქციის დაშლაში შეიძლება დავკმაყოფილდეთ პირველი წევრით, ე. ი.

$$f_l(kr) = \frac{H_{l+1/2}(kr)}{kr} = f r^{-l-1}, \quad \text{სადაც } f = (-i) \left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2} [(2l-1)!!] k^{-l-1}. \quad (11)$$

ამის შედეგად გადასვლის მატრიცის ელემენტისათვის ვღებულობთ

$$H_{l'l}^{m'm} = \frac{i e \hbar}{\mu c} B C_l b_l^m e^{-i \omega t} f \frac{m}{[l(l+1)]^{1/2}} \left(6 I_1^l - \frac{Z}{a} I_2^l\right), \quad (12)$$

სადაც

$$I_s^l = \int e^{-\alpha r} r^s F(l'+1+in, 2l'+2, 2i p r) dr.$$

თუ მიღებულ (12) გამოხატულებას კვადრატში ავამალღებთ და მოვახდენთ შეჯამებას m -ის მიხედვით $-l$ -დან $+l$ -მდე, განხილული გადასავლისათვის მივიღებთ

$$\frac{1}{(b_l^m)^2} \sum |H_{l'l}^{m'm}|^2 = \frac{2}{8 I_1^2} \frac{1}{3\pi} \frac{e^2 \hbar^2}{\mu^2 c^2} \left(\frac{Z}{a}\right)^5 (2l+1) C_l |f|^2 \left|6 I_1^l - \frac{Z}{a} I_2^l\right|^2. \quad (13)$$

$M_{31 \pm 1}$ ელექტრონების ტალღურ ფუნქციებს, როგორც ცნობილია, აქვთ სახე

$$\phi_{3l+1} = \frac{1}{81\sqrt{\pi}} \left(\frac{Z}{a}\right)^{5/2} \left(6 - \frac{Z}{a} r\right) r e^{-\frac{Z}{3a}} \sin \theta e^{+i\varphi} \quad (14)$$

ადვილად შესამჩნევია, რომ შერჩევის წესი ამ შემთხვევაში მიიღებს სახეს $m' = m \pm 1$ და $l' = l$.

გამოთვლების შემდეგ $+1$ და -1 მაგნიტური ქვანტური რიცხვის მქონე ელექტრონების გადასვლის მატრიცის ელემენტებისათვის მაგნიტური ქვანტური რიცხვის საბოლოო მნიშვნელობათა მიხედვით შეჯამების შემდეგ ვღებულობთ

$$\frac{1}{(b_l^m)^2} \sum_{m'} \left| H_{3l, l+1}^{m, m+1} \right|^2 = \frac{2}{3\pi} \frac{e^2 h^2}{81^2 \mu^2 c^2} \left(\frac{Z}{a}\right)^5 C_l^2 (2l+1) |f|^2 \left| 6I_1^l - \frac{Z}{a} I_2^l \right|^2 \quad (15)$$

და

$$\frac{1}{(b_l^m)^2} \sum_{m'} \left| H_{3l, l-1}^{m, m-1} \right|^2 = \frac{2}{3\pi} \frac{1}{81^2} \frac{e^2 h^2}{\mu^2 c^2} \left(\frac{Z}{a}\right)^5 C_l^2 (2l+1) |f|^2 \left| 6I_1^l - \frac{Z}{a} I_2^l \right|^2 \quad (16)$$

შემოკლების მიზნით M გარსის დანარჩენი ელექტრონებისათვის მოვიყვანთ მხოლოდ საბოლოო შედეგს.

M_{302} ელექტრონისათვის შერჩევის წესს აქვს სახე $m' = m$ და $l' = l \pm 1$. ამის შესაბამისად მატრიცის ელემენტებისათვის ვღებულობთ:

$l' = l+1$ გადასვლისათვის

$$\frac{1}{(b_l^m)^2} \sum_{m'} \left| H_{2, l+1}^{m, m+1} \right|^2 = \frac{2}{5\pi} \left(\frac{Z}{a}\right)^7 \frac{1}{81^2} C_{l+1}^2 \frac{e^2 h^2}{\mu^2 c^2} (l+2) |f|^2 \left| I_3^{l+1} \right|^2, \quad (17)$$

$l' = l-1$ გადასვლისათვის

$$\frac{1}{(b_l^m)^2} \sum_{m'} \left| H_{2, l-1}^{m, m-1} \right|^2 = \frac{2}{5\pi} \frac{1}{81^2} \left(\frac{Z}{a}\right)^7 \frac{e^2 h^2}{\mu^2 c^2} C_{l-1}^2 (l-1) |f|^2 \left| I_3^{l-1} \right|^2. \quad (18)$$

M_{321} ელექტრონისათვის შერჩევის წესი ღებულობს სახეს $m' = m+1$ და $l' = l \pm 1$. მატრიცის ელემენტებისათვის შესაბამისად ვღებულობთ:

$l' = l+1$ გადასვლისათვის

$$\frac{1}{(b_l^m)^2} \sum_{m'} \left| H_{3, l+1}^{m, m+1} \right|^2 = \frac{2}{5\pi} \left(\frac{Z}{a}\right)^7 \frac{1}{81^2} C_{l+1}^2 \frac{e^2 h^2}{\mu^2 c^2} (l+2) |f|^2 \left| I_3^{l+1} \right|^2, \quad (19)$$

$l' = l-1$ გადასვლისათვის

$$\frac{1}{(b_l^m)^2} \sum_{m'} \left| H_{3, l-1}^{m, m+1} \right|^2 = \frac{2}{5\pi} \frac{1}{81^2} \frac{e^2 h^2}{\mu^2 c^2} \left(\frac{Z}{a}\right)^7 C_{l-1}^2 (l-1) |f|^2 \left| I_3^{l-1} \right|^2. \quad (20)$$

M_{32-1} ელექტრონის შემთხვევაში შერჩევის წესს აქვს სახე $m' = m-1$ და $l' = l \pm 1$. ადვილად შესამჩნევია, რომ $l' = l+1$ და $l' = l-1$ შემთხვევაში მატრიცის ელემენტები ემთხვევა შესაბამისად (19) და (20) გამოხატულებებს.

M_{322} ელექტრონისათვის შერჩევის წესს აქვს სახე $m' = m+2$ და $l' = l+1$ და $l' = l-1$. პირველ შემთხვევაში, ე. ი. როცა $l' = l+1$, მატრიცის ელემენტი ემთხვევა (19) გამოხატულებას, ხოლო მეორე შემთხვევაში ($l' = l-1$) მატრიცის ელემენტი ემთხვევა (20) გამოხატულებას.

ანალოგიურ შედეგს ვღებულობთ M_{32-2} ელექტრონის შემთხვევაშიაც. აქ შერჩევის წესი ასე იწერება: $m' = m - 2$ და $l' = l \pm 1$. პირველ შემთხვევაში ($l' = l + 1$) მატრიცის ელემენტი ემთხვევა (19)-ს, ხოლო მეორე შემთხვევაში ($l' = l - 1$) ემთხვევა (20) გამოხატულებას.

M გარსიდან ამოტყორცნილი ელექტრონების რიცხვისათვის ტალღური ფუნქციების ჩვენ მიერ გამოყენებული ნორმირების წესის შემთხვევაში შეიძლება დაწეროთ

$$N_c = \frac{2}{h^2} |H|^2 \quad (21)$$

სადაც $|H|^2$ წარმოადგენს ყველა შესაძლო გადასავლის მიხედვით მატრიცის ელემენტების კვადრატების ჯამს (ჩვენ მარჯვენა ნაწილი გავაორკეცეთ, რათა გათვალისწინებულ იქნეს ორივე ელექტრონი თანაწინააღმდეგი სპინებით ყოველ მდგომარეობაში, რომელიც ხასიათდება n, l და m -ით. თუ $|H|^2$ გამოხატულებას ჩავსვამთ, მივიღებთ

$$N_c = \frac{4}{3\pi} \frac{(b_l^m)^2}{81^2} \frac{e^2}{\mu^2 c^2} \left(\frac{Z}{a}\right)^5 |f|^2 \left\{ 3(2l+1)C_l \left| 6I_1^l - \frac{Z}{a} I_2^l \right|^2 + 5(l+2)C_{l+1}^2 \left(\frac{Z}{a}\right)^2 |I_3^{l+1}|^2 + 5(l-1)C_{l-1}^2 \left(\frac{Z}{a}\right)^2 |I_3^{l-1}|^2 \right\}. \quad (22)$$

იმ ქვანტების რიცხვი, რომლებიც ელექტრონებს მოკლებულ ატომგულს სტოვებენ, როგორც ცნობილია, გამოიხატება ფორმულით

$$N_q = \frac{(b_l^m)^2}{\pi^2 h^2 k} \quad \left(k = \frac{\omega}{c} \right). \quad (23)$$

თუ მივიღებთ მხედველობაში (22) და (23), $\beta = \frac{N_c}{N_q}$ შეფარდებისათვის ვღებულობთ

$$\beta = \frac{8\pi}{3} \frac{1}{81^2} \frac{[(2l-1)!!]}{2^{2l}} \frac{4^{2l+1}}{[(2l+1)!!]^2} \gamma^{2\alpha} \frac{1}{p'} \left(\frac{p'}{W'}\right)^{2l+1} \frac{1}{1-e^{-2\pi\alpha}} \left(\frac{Z}{a}\right)^4 \times \prod_{s=1}^l (s^2 + n^2) \left\{ 3(2l+1) \left| 6I_1^l - \frac{Z}{a} I_2^l \right|^2 + 5(l+2) \left(\frac{C_{l+1}}{C_l}\right)^2 \left(\frac{Z}{a}\right)^2 |I_3^{l+1}|^2 + 5(l-1) \left(\frac{C_{l-1}}{C_l}\right)^2 \left(\frac{Z}{a}\right)^2 |I_3^{l-1}|^2 \right\}, \quad (24)$$

სადაც W' γ ქვანტის ენერგიაა μc^2 ერთეულებში, p' გარსიდან ამოგლეჯილი ელექტრონის იმპულსია μc ერთეულებში, $\alpha = \frac{e^2}{hc} = \frac{1}{137}$ და $\gamma = Z\alpha$, ამასთანავე

$$p' = \sqrt{2W' - \frac{1}{9}\gamma^2}, \quad n = \frac{\gamma}{p'}. \quad (25)$$

თუ ვისარგებლებთ (7) ფორმულით, ადვილად მივიღებთ, რომ

$$\left(\frac{C_{l+1}}{C_l}\right)^2 = \frac{4}{[(2l+3)(2l+2)]^2} \frac{1}{n^2} \left(\frac{Z}{a}\right)^2 [(l+1) + n^2];$$

$$\left(\frac{C_{l-1}}{C_l}\right)^2 = \frac{4^2}{[(2l+1)2l]^2} n^2 \left(\frac{a}{Z}\right)^2 (l^2 + n^2).$$

ჩვენ გვქონდა

$$I_0'' = \int e^{-a^2 r^2} F(l'+1+in, 2l'+2, 2ipr) dr.$$

ამ ინტეგრალის მნიშვნელობანი სხვადასხვა a -ისათვის მოყვანილია მამასახლისოვისა და გურგენიძის შრომაში. ამ შრომაში გამოყენებულ ერთეულებში ეს ინტეგრალები ტოლია

$$I_0'' = -\left(\frac{a}{Z}\right) \frac{(2l'+1)!(1+q)}{2 \cdot 4^{l'} \prod_{s=1}^{l'} (s^2+n^2)} \left\{ (1+q)^{l'-1} e^{-6\sqrt{q} \operatorname{arctg} \sqrt{q}} - M_{l'} \right\}$$

$$I_1'' = \left(\frac{a}{Z}\right)^2 \frac{(2l'+1)! n^2 (1+q)}{2 \cdot 4^{l'} \prod_{s=1}^{l'} (s^2+n^2)} \left\{ (1+q)^{l'-2} e^{-6\sqrt{q} \operatorname{arctg} \sqrt{q}} \frac{2}{3} (l'+3) + N_{l'} \right\}$$

$$I_2'' = \left(\frac{a}{Z}\right)^3 \frac{(2l'+1)! n^2 (1+q)}{4^{l'} \prod_{s=1}^{l'} (s^2+n^2)} \left\{ \frac{(1+q)^{l'-3} e^{-6\sqrt{q} \operatorname{arctg} \sqrt{q}}}{36} \left[n^2 (4l'^2 + 2l' + 24) + \right. \right.$$

$$\left. \left. + i(n^2 + 9n) \right] - P_{l'} \right\} \quad (26)$$

$$I_3'' = \left(\frac{a}{Z}\right)^4 \frac{(2l'+1)! n^4 (1+q)}{2 \cdot 4^{l'-1} \prod_{s=1}^{l'} (s^2+n^2)} \left\{ \frac{(1+q)^{l'-4} e^{-6\sqrt{q} \operatorname{arctg} \sqrt{q}}}{108} \left[54l'^2 (1+n^2) + \right. \right.$$

$$+ l'(36+67n^2-3n^4) - l'^2(27-5n^2) + 54(1+n^2) + 2n^5 -$$

$$- \frac{i}{n} \left(l'^2(243+54n^2+3n^4) - l'^3(63+9n^2) - l'(162+153n^2+15n^4) + \right.$$

$$\left. \left. + (81+36n^2)n^2 + n^6 \right] \right\} - Q_{l'} \left. \right\},$$

სადაც შემოტანილია აღნიშვნა $q = n^2/9$.

თუ შევიტანთ სიდიდეს

$$F_{l'} = F(1, -2l', 1-l'-in; x) \prod_{s=1}^{l'} \frac{(s^2+n^2)}{(2l'+2)!}, \quad (27)$$

შეიძლება ნაჩვენები იყოს, რომ $M_{l'}$, $N_{l'}$, $P_{l'}$ და $Q_{l'}$ გამოხატულებანი, რომელნიც q -ს მიმართ პოლინომებს წარმოადგენენ, განისაზღვრებიან ფორმულებიდან:

$$(1+q) M_{l'} = 4^{l'} in F_{l'}, \quad (1+q) N_{l'} = -2 \cdot 4^{l'-1} \frac{dF_{l'}}{dx},$$

$$(1+q) P_l = -2 \cdot 4^{l-2} i n \frac{d^2 F_l}{dx^2}, \quad (1+q) Q_l = -2 \cdot 4^{l-2} \frac{d^2 F_l}{dx^2}, \quad (28)$$

რომლებშიაც გადიფერენციალების შემდეგ უნდა ჩაისვას $x = \frac{3-in}{6}$.

M_l , N_l , P_l და Q_l სიდიდეები დაკავშირებულნი არიან შემდეგი თანადარობებით:

$$M_{l+1} = (1+q) M_l - 6q(l+2) S_l, \quad N_{l+1} = (1+q) N_l - \frac{2}{3} M_l + (2l+2) S_l,$$

$$P_{l+1} = (1+q) P_l - 6q N_l + M_l, \quad Q_{l+1} = (1+q) Q_l + P_l - 12 N_l, \quad (29)$$

სადაც

$$S_l = \frac{4^l \prod_{s=1}^l (s^2 + n^2)}{(l+1)(2l+1)! (1+q)}. \quad (30)$$

მოყვანილი ფორმულებიდან ადვილად შესამჩნევია, რომ

$$M_1 = \frac{1+13q}{1+q}, \quad M_2 = \frac{31q^2 + 16q + 1}{1+q}, \quad M_3 = 31q^2 + 16q + 1,$$

$$M_4 = \frac{599q^3 + 1375q^2 + 571q + 35}{35};$$

$$N_1 = \frac{4}{3} \frac{1}{1+q}, \quad N_2 = \frac{6+14q}{3(1+q)}, \quad N_3 = \frac{26q^2 + 40q + 12}{5(1+q)}, \quad N = \frac{320q^2 + 800q + 278}{3 \cdot 5 \cdot 7};$$

$$P_1 = \frac{1}{1+q}, \quad P_2 = \frac{2(1+3q)}{1+q}, \quad P_3 = 3 \frac{3q^2 + 4q + 1}{1+q}, \quad P_4 = \frac{1}{5(1+q)} (20q^2 - 8q^2 - 80q - 52);$$

$$Q_1 = 0, \quad Q_2 = -\frac{15}{1+q}, \quad Q_3 = -\frac{65q + 37}{1+q}, \quad Q_4 = -\frac{582q^2 + 930q + 314}{5(1+q)}. \quad (31)$$

შემომოყვანილი ფორმულების საშუალებით ადვილად შეიძლება განისაზღვროს შინაგანი კონფერისიის კოეფიციენტი, თუ მოცემულია ქვანტის ენერჯია და სიდიდე $\gamma = \frac{Z}{137}$.

ცხრილში მოცემულია β -ს მნიშვნელობანი სხვადასხვა γ ქვანტისა და მულტიპოლის რიგისათვის, ამასთანავე გულის ეფექტური მუხტი Z მიღებულია 27-ის ტოლი ($\gamma = 0,2$).

ქვანტის ენერჯია
 μc^2 ერთეულებ.

$\beta = N_e / N_q$

	$l=1$	$l=2$	$l=3$
0,01	18,9	2,4 · 10 ⁴	3,5 · 10 ⁶
0,03	0,25	54,3	2091
0,05	0,05	6,3	253

ეს ცხრილი გვიჩვენებს, რომ შეფარდება N_e/N_q იზრდება ქვანტის ენერჯის შემცირებასა და მულტიპოლის რიგის ზრდასთან ერთად. ცნობილია, რომ ასეთ-სავე დამოკიდებულებას γ ქვანტის ენერჯიაზე და მულტიპოლის რიგზე ადგილი აქვს K და L გარსებზე შინავანი კონვერსიის შემთხვევაშიაც.

საინტერესოა შევადაროთ მიღებული შედეგები M გარსზე გულის ელექტრული გ. მოსხივებით გამოწვეული შინავანი კონვერსიის (N_e/N_q) კოეფიციენტის მნიშვნელობას. სათანადო მონაცემები მოყვანილია მამასახლისოვისა და გურგენიძის შრომაში.

შედარება გვიჩვენებს, რომ γ ქვანტის განხილული ენერჯის შემთხვევაში ელექტრული ეფექტი აღემატება მაგნიტურს, როცა $l=1$. როცა $l>1$ შეფარდება N_e/N_q მაგნიტური გამოსხივებისათვის მეტია, ვიდრე ელექტრული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
 ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 27.6.1948)

დაგოწმებული ლიტერატურა

1. В. Мамасახлисов и В. Гургенидзе. Внутренняя конверсия на M об лочке, обусловленная электрическим излучением ядра. Журнал Экспер. и Теор. физики, т. XVII, вып. 8, 1947.
2. W. Heitler On the radiation emitted by a multipole and its angular momentum. Proc Camb. Phil. Soc., vol 32, 1936, p. 112.

გეოლოგია

მ. აბაძე

ახალი მონაცემები თბილისის გრაფიტაციული ველის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეჯუამ 11. 9. 1948)

ქ. თბილისის ტერიტორიაზე სიმძიმის ძალა საქანების რყევის მეთოდით განსაზღვრულია ოთხ სხვადასხვა ადგილას: ალავერდის მოედანზე, კოჯრის ქუჩაზე და ორ პუნქტში გეოფიზიკური ობსერვატორიის შენობაში. ეს განსაზღვრებები სხვადასხვა სიზუსტითაა ჩატარებული და ამიტომ ერთნაირი მნიშვნელობისა არ არის. ყველაზე უფრო სიზუსტით განსაზღვრულია გეოფიზიკური ობსერვატორიის სარდაფში მოთავსებული პუნქტი, რომელიც საბჭოთა კავშირის ერთ-ერთ ძირითად გრავიმეტრიულ პუნქტად ითვლება.

1948 წლის პირველ ნახევარში საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტის გრავიმეტრიულმა ექსპედიციამ ავტორის ხელმძღვანელობით (ექსპედიციაში მონაწილეობდნენ: ს დუმბაძე, ლ. თავდგირიძე, პ. დრელინი, თ. იაშვილი და სხვ.) პირველად ჩატარა სიმძიმის ძალის განსაზღვრები გრავიმეტრით ქ. თბილისის ტერიტორიაზე 43 პუნქტში და ამავე დროს ერთმანეთს დაუკავშირა ზემოაღნიშნული ძველი საქანიანი პუნქტებიც. ამ ექსპედიციის მიზანი იყო გრაფიტაციული ველის დროში ვარიაციათა საკითხის შესწავლა მიწისძვრების მოვლენებთან დაკავშირებით [1, 2, 3, 4] და პერიოდული დაკვირვებების დაწყება. ამიტომ ეს პუნქტები დამავრებულ იქნა ადგილზე სათანადო რეპერებით, განსაზღვრულ იქნა მათთვის სიმაღლეები ზღვის დონიდან, გეოკრაფიული სიგანედი და სიგრძედი, აგრეთვე შესწავლილ იქნა შუაშრის შემცველი ქანების სიმკვრივე.

გრავიმეტრიული გაზომვების გამოსავალ წერტილს (ბაზას) წარმოადგენდა თბილისის სეისმური სადგურის სარდაფი, რომლისთვისაც სიმძიმის ძალის გათანაბრებული მნიშვნელობა, ნ. პარიისკის [5] გამოთვლით, შეადგენს 980, 1772 გალს $\pm 0,84$ მილიგალის სიზუსტით. დაკვირვებებისათვის გამოყენებული გრავიმეტრის („ნორდ-ამერიკა“ № 52) დანაყოფის ფასი უდრის 0,09 მილიგალს და იგი საშუალებას იძლევა სიმძიმის ძალის შეფარდებითი მნიშვნელობა გაიზომოს $\pm 0,01-0,02$ მილიგალის სიზუსტით.

საველე გაზომვების კამერალური დამუშავების შედეგად 1948 წლის მეორე ნახევარში აღმოჩენილ იქნა კოჯრის გრაფიტაციული ანომალია, რომელიც წარმოადგენს ი. სტებნიცკის მიერ 1869 წელს შემჩნეული შეუღობის ანომალიის დადასტურებას თბილისში [6].

ქ. თბილისის ტერიტორიაზე არსებული საქანიანი პუნქტების ერთმანეთთან დაკავშირება გრაფიკურით და მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში.

№ პუნქტი	საქანიანი განსაზღვრების პუნქტები	მნიშვნელობანი	
		დგ მგლ	გ მგლ
1 ₁	ჰეკერის პუნქტი, გეოფიზიკური ობსერვატორიის სარდაფი, აღმოსავლეთის კამერა	0,00	980,17720
1 ₂	ელისტრატოვის პუნქტი, გეოფიზიკური ობსერვატორიის სარდაფი, დასავლეთის კამერა	-0,13	17707
	კულბერგ-შჩეტკინის პუნქტი, გეოფიზიკური ობსერვატორიის ყოფ. ფიზიკური კაბინეტი	-0,77	17643
3	სტებნიცკის პუნქტი, კოჯრის ქუჩაზე	-9,63	16757
4	პაროტის პუნქტი, ალავერდის მოედანზე	-1,66	17554

წინაშედებარე მონაცემების მიხედვით შეიძლება შემდეგი დასკვნა გამოვიტანოთ:

1. ჰეკერისა და ელისტრატოვის პუნქტებს შორის სიმძიმის ძალის აჩქარების დაკვირვებული სხვაობა 0,13 მგლ შეადგენს. იგივე სხვაობა ჰეკერ-ელისტრატოვისა (სარდაფი) და კულბერგ-შჩეტკინის (ყოფ. ფიზიკური კაბინეტი) ობსერვატორიულ პუნქტებს შორის 0,77 მგლ უდრის.

2. სტებნიცკისა და პაროტის პუნქტებში. რომლებიც მდებარეობენ მდ. მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე სოლოლაკის მთის ძირთან, სიმძიმის ძალის აჩქარების მნიშვნელობები სათანადოდ 9,63 და 1,66 მგლ ნაკლებია, ვიდრე ჰეკერის პუნქტში მდ. მტკვრის მარცხენა ნაპირზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 11. 9 1948)

დაკონფიდენციალური ლიტერატურა

1. М. С. Абакелия. Об изменении силы тяжести во времени в связи с геотектоническими движениями на Кавказе. Тезисы. Проблемы советской геологии, т. VI. № 2, 1936.
2. Н. Н. Парийский. Исследование временных изменений силы тяжести на Кавказе. Труды междунар. геол. конгресса, XVII сессия, т. IV, 1940.
3. Ю. Д. Буланже. По поводу вековых изменений силы тяжести. Советская геология, сборник № 25, 1947.
4. К. Н. Пофенгольц. Сейсмоструктура Армении. Ереван, 1946.
5. Н. Н. Парийский. Ускорение силы тяжести в основном гравиметрическом пункте Закавказья в Тбилиси. Доклады АН СССР, т. XLIX, № 1, 1945.
6. М. С. Абакелия. Отчет о гравиметрической съемке территории и окрестностей города Тбилиси в 1948 году. Рукопись, 1948.



ქიმი

3. კოკრჩაშვილი

სხვადასხვა ფაქტორის გავლენა წყალბადისა და ბრომის თვითაალების ზღვარზე

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ქუთათელაძემ 8.5.1948)

აფეთქების თეორია ძირითადად აგებულია აკად. ნ. სემიონოვისა [1] და დ. ფრანკ-კამენეცკის [2] მიერ. ჩვენ საინტერესოდ მიგვაჩნდა აფეთქების სითბური თეორიის ექსპერიმენტული დასაბუთება არაგანშტოებული ჯაჭვური რეაქციის მაგალითზე. ასეთი რეაქციები ქვაზიკლასიკურია. იზოთერმულ პირობებში ისინი კლასიკურ რეაქციებს ემსგავსებიან; მათი სიჩქარე სწრაფად აღწევს სტაციონარულ სიდიდეს, მაშასადამე, აალების მოვლენა არაგანშტოებული ჯაჭვური რეაქციის შემთხვევაში სითბური ფაქტორით იქნება დაპირობებული, ასეთია ქიმიური კინეტიკის პროგნოზი, რომელიც გვინდოდა შეგვემოწმებინა, ერთი მხრივ, და, მეორე მხრივ, გავვერკვიო არაგანშტოებული, მაგრამ ჯაჭვური, არაკლასიკური რეაქციის სპეციფიკა.

5475

პირველ რიგში ჩვენ მიერ შესწავლილი იყო [3] წყალბადისა და ბრომის თვითაალების არე მათი შემადგენლობის მიხედვით სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში. ჩვენი გამოკვლევებიდან გამომდინარეობს, რომ მიღებული მრუდი გადანაცვლებულია ბრომის დიდი კონცენტრაციების არეში. საოცარია, მაგრამ უდავო ფაქტია, რომ 2,5% წყალბადის შემცველ ნარევეს ჯერ კიდევ აქვს თვითაალების უნარი, ხოლო 80%-იანი წყალბადის ნარევი აღარ იწვის.

ტემპერატურის გადიდება იწვევს აალების ზღვრის დაწევას ნაკლებ წნევათა სფეროში. შესწავლილი სამივე ტემპერატურის დროს კრიტიკული წნევის მინიმუმი შეესაბამება ბრომის 67% შემცველობას. ანალოგიური გზით ჩვენ გამოვიკვლიეთ კრიტიკული P წნევის დამოკიდებულება ტემპერატურასთან დაკავშირებით სამი ნარევის შემთხვევაში: $H_2 + 2Br_2$, $H_2 + Br_2$ და $2H_2 + Br_2$. მიღებული შედეგების საფუძველზე აგებული იყო გრაფიკი lgP/T და $1/T$ კოორდინატებში, რომელიც სწორი ხაზი აღმოჩნდა, რაც ეთანადება სემიონოვის მიერ დადგენილ თანაფარდობას [4].

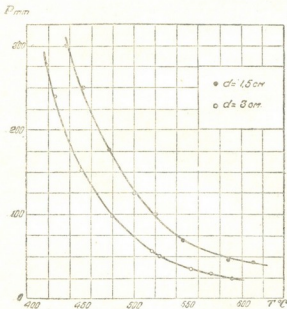
დიამეტრის შემცირების გავლენა

ქურჭლის დიამეტრის შემცირების ძლიერი გავლენა აალების ზღვრებზე ცნობილია არა მარტო განშტოებული რეაქციისათვის, არამედ არაგანშტო-

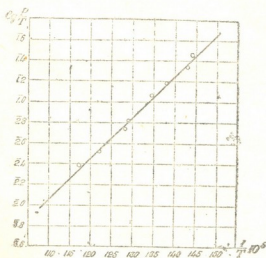


ბულთათვისაც, როგორცაც, მაგალითად, წყალბადისა და ქლორის რეაქცია [5]. ნ. სემიონოვის თეორიით [1] ჯაქვების დაწყვეტის იწვევს აქტიური ცენტრების დაჯახება ქურჭლის კედლებთან მათი აღსორბციის გამო, რომლებიც აღსორბირებულ ჰდგომარეობაში რეკომბინაციას განიცდიან. რეკომბინაციის სიბოზს ხარჯზე დესორბირებული მოლეკულები ათავისუფლებენ ადგილს შემდგომი აღსორბციისათვის. ჯაქვის სიგრძე დაპირობებულია აქტიური ცენტრების დიფუზიით ქურჭლის კედლებთან. რაც უფრო ნაკლებია მისი გზა, ე. ი. ქურჭლის დიამეტრი, მით უფრო ნაკლებია ჯაქვის სიგრძე და მით უფრო მაღალ

წნევაზე დადგება თვითაალება. ამ თვლსაზრისით საინტერესოდ მიგვაჩნდა ქურჭლის დიამეტრის შემცირების გამოკვლევა აალების ზღვრის მდებარეობაზე. ასეთი ცდები ჩავატარეთ ორჯერ უფრო მცირე დიამეტრის ქურჭელში, ვიდრე წინა გამოკვლევაში. როგორც ნახ. 1 და 1 ცხრილიდან ჩანს, დიამეტრის შემცირება იწვევს სტექიომეტრიული ნარევის აალების ზღვრის მაღალი წნეგების არეში გადანაცვლებას და მის დაეწრობას. შედარების მიზნით იმავე ნახაზე მოათესებულია წყალბადისა და ბრომის იმავე ნარევის თვითაალების ზღვარი 3 სმ-ის დიამეტრის ქურჭელში, რომელიც იმავე მასალიდანაა მოზადებული.



ნახ. 1.



ნახ. 2

ცხრილი 1
 $H_2 + Br_2$ ნარევის თვითაალების ზღვარი 1,5 სმ
დაპეტრის ქურჭელში

$T^{\circ}C$	P	$lg P/T$	$1/T \cdot 10^5$
435	302	$\bar{1},65$	141
450	250	$\bar{1},55$	138
475	177	$\bar{1},37$	133,5
500	127	$\bar{1},21$	129
520	98	$\bar{1},09$	127
545	68,5	$\bar{2},92$	123
588	49	$\bar{2},76$	116
610	44	$\bar{2},70$	113



ვიწრო ჭურჭელში მიღებული თვითალების ზღვარი აგრეთვე კარგად ეთანადება ნ. სემიონოვის თანაფარდობას და $\lg P/T$ და $1/T$ კოორდინატებში იძლევა სწორ ხაზს, მისი დახრის კუთხე აბსცისთან შესაბამება A-ს, რომელიც აგრეთვე 4000 უდრის (იხ. ნახ. 2).

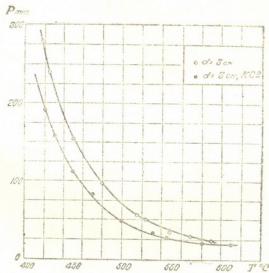
ჭურჭლის KCl-ით დამუშავების გავლენა

თვითალების ზღვრის დაწვრილებით გამოკვლევის მიზნით ჩვენ შევისწავლეთ აგრეთვე ჭურჭლის ქლორკალიუმით დამუშავების გავლენა ზღვრების მდებარეობაზე. ქლორკალიუმის ხსნარის გამოვლების შემდეგ ჭურჭელს ვაშრობდით ვაკუუმში. მიღებული შედეგები მოთავსებულია მე-2 ცხრილში, რომლის მიხედვით აგებულია ნახ. 3-ზე მოთავსებული მრუდი. შედარების მიზნით იმავე ნახაზზე მოთავსებულია იმავე ჭურჭელში მისი ქლორკალიუმით დამუშავებამდე მიღებული თვითალების ზღვრის მრუდი. ამ ცდებისათვის აღებულია იყო წყალბადისა და ბრომის სტექიომეტრიული ნარევი.

ცხრილი 2

$H_2 + Br_2$ -ის ნარევის თვითალების ზღვარი KCl-ით დამუშავებულ ჭურჭელში

$T^{\circ}C$	420	430	450	500	510	548	580	610
P	190	157	112	48	43	28,5	24	22



ნახ. 3.

ნახ. 3-ზე მოთავსებული მრუდიდან გამოდინარეობს, რომ სარეაქციო ჭურჭლის ზედაპირის დამუშავება ქლორკალიუმით იწვევს წყალბადისა და ბრომის აალების ზღვრის დადაბლებასა და გაფართოებას. აალების ზღვრის ასეთი დაწვევა ადვილად შეიძლება ავსნათ ქლორკალიუმის ნაკლები ადსორბციული უნარით და აქტიური ცენტრების უფრო სრული არეკვლით KCl-ის კრისტალების წახნაგებიდან, ვიდრე მინის ზედაპირიდან.

ადსორბციული უნარით და აქტიური ცენტრების უფრო სრული არეკვლით KCl-ის კრისტალების წახნაგებიდან, ვიდრე მინის ზედაპირიდან.

თვითალების მიღებული მრუდი $\lg P/T$ და $1/T$ კოორდინატებში სწორ ხაზს იძლევა A-ს იმავე მნიშვნელობით, რომელიც 4000-ის ტოლია. ამის საილუსტრაციოდ მესამე ცხრილში ვათავსებთ $\lg P/T$ და $1/T$ მნიშვნელობებს, ხოლო ნახ. 4-ზე კი შესაბამის გრაფიკს.

ცხრილი 3

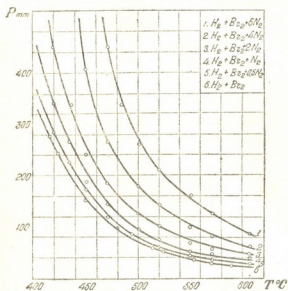
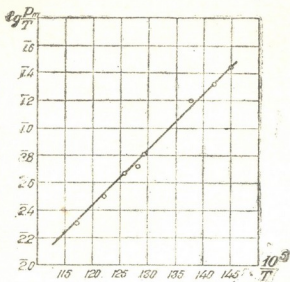
lg P/T	1,44	1,35	1,19	2,80	2,74	2,52	2,28	3,40
1/T 10 ⁵	144	142,5	138	129	128	122	117	113

სხვადასხვა მინარევის
გავლენა

1. აზოტით განზავების გავლენა თვითაალების ზღვარზე. აზოტით განზავებული ბრომ-წყალბადის სტექიომეტრიული ნარეგების თვითაალების ზღვრის განსაზღვრები ჩვეატარეთ დიფუზიონის კურკელში დიამეტრით 3 სმ. აზოტის როლის დადგენის მიზნით მოვამზადეთ აზოტის სხვადასხვა რაოდენობის შემცველი ნარეგები: $H_2 + Br_2 + 0,5N_2$, $H_2 + Br_2 + N_2$, $H_2 + Br_2 + 2N_2$, $H_2 + Br_2 + 4N_2$ და $H_2 + Br_2 + 6N_2$.

იმავე მეთოდით ჩვენ მიერ ვაზომილია თვითაალების კრიტიკული წნევები ტემპერატურის ინტერვალში 400-დან 600 გრადუსამდე ცელსიუსით. მიღებული შედეგები მოთავსებულია მე-4 ცხრილში, რომელთა საფუძველზე აგებულია ნახ. 5-ზე გამოსახული შესაბამისი მრუდები, სადაც ორდინატთაღერძი შეესამება აზოტ-ბრომ-წყალბადნარევთა საერთო წნევებს. იგივე შედეგები მოთავსებულია მე-6 ნახაზზე lgP/T და 1/T კოორდინატებში.

ნახ. 4.



ნახ. 5.

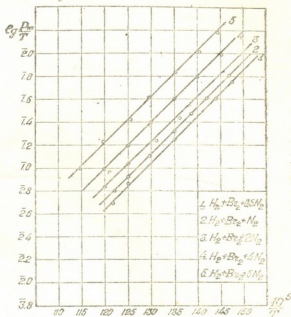
როგორც მე-6 ნახაზიდან ჩანს, აზოტით განზავებული ნარეგების კრიტიკული წნევების დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან კარგად აკმაყოფილებს ნ. სემიონოვის განტოლებას. A მუდმივა არ იცვლება მაშინაც კი, როდესაც B იცვლება ნარევის შედგენილობის ცვლილებისას.

თუ მიღებულ შედეგებს გადავიანგარიშებთ ბრომისა და წყალბადის პარციალურ წნევათა ჯამზე, შემდეგ სურათს მივიღებთ: აზოტის მიმატება 75 პროცენტამდე ($H_2 + Br_2 + 6N_2$) არსებით გავლენას არ ახდენს ბრომისა და წყალბადის ნარევის თვითაალების ზღვრის მდებარეობაზე (იხ. ნახ. 7).

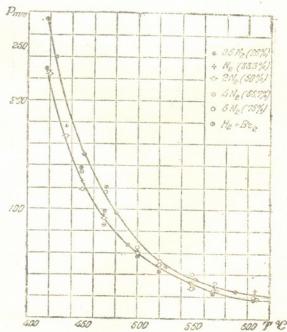
ცხრილი 4

აზოტის, ბრომისა და წყალბადის ნარევის თვითაალების ცხრილი

ნარევის შედგენილობა	T °C	P	lg P/l' 1/T · 10 ³
H ₂ +Br ₂ +0,5N ₂	420 285	1,61	144
	435 223	1,50	141
	450 171	1,37	138
	470 121	1,21	134
	492 85,5	1,05	131
	520 58	2,86	126
	550 43	2,72	121
	570 34	2,60	118
605 24	2,43	114	
H ₂ +Br ₂ +N ₂	420 342	1,69	144
	435 262	1,57	141
	450 190	1,42	138
	470 148	1,30	134
	500 95	1,09	129
	520 75	1,98	126
	550 47,5	2,76	121
	570 20	2,68	118,5
605 38	2,64	114	
H ₂ +Br ₂ +2N ₂	420 452	1,82	144
	435 354	1,7	141
	450 242	1,52	138
	470 191,5	1,41	134
	500 124	1,21	129
	520 95	1,08	126
	550 66,5	2,91	121
	570 53	2,80	118,5
605 47,5	2,73	114	
H ₂ +Br ₂ +4N ₂	450 408	1,75	138
	470 266	1,55	134
	500 181	1,37	129
	520 144	1,26	126
	550 95	1,06	121
	570 73,5	2,94	118,5
	605 57	2,81	114
	H ₂ +Br ₂ +6N ₂	470 452	1,79
500 266		1,54	129
520 240		1,48	126
550 162		1,29	121
570 125		1,17	118,5
605 85,5		2,99	114

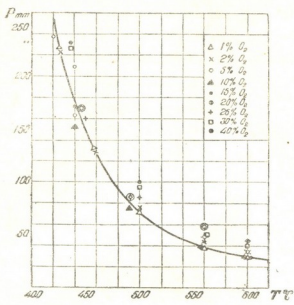


ნახ. 6.

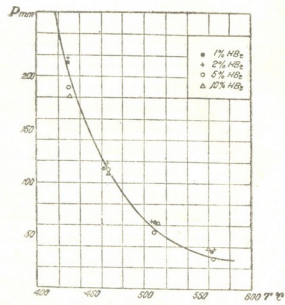


ნახ. 7.

2. ჟანგბადის გავლენა თვითაალების ზღვარზე. სამმაგი ნარევების კინეტიკისა და აგრეთვე თვითაალების შესწავლა წარმოადგენს ქიმიური კინეტიკის მეტად საინტერესო ამოცანას, რომელიც ჯერჯერობით არ არის ამოხსნილი, ამ საკითხისადმი მიძღვნილია რამდენიმე გამოკვლევა, რომელთაგან მეტად საინტერესოა ნორჩის შრომა. სადაც შესწავლილია წყალბადისა და ქლორის ფოტოქიმიური რეაქცია, რომელსაც დიდი როლდენობით ჰქონდა მიმატებული ჟანგბადი. სინათლის მცირე ინტენსივობის დროს ადგილი ჰქონდა ქლორწყალბადის წარმოქმნას, ხოლო აფეთქებისას მიიღებოდა წყალი, ქლორი კი თავისუფალი რჩებოდა. უკანასკნელი გარემოება დაპირობებულია წყალბადის მეტი სწრაფებით ჟანგბადისადმი, ვიდრე ქლორისადმი.



ნახ. 8.



ნახ. 9.

3. HBr-ის გავლენა ბრომწყალბადის თვითაალების ზღვარზე. ბრომწყალბადს ვლელლობთ მისი წყალხსნარიდან აორთქლებით და მისი შემდგომი კონდენსაციით. წილადი გამოხდით ვათავისუფლებდით მას ბრომის, წყლისა და სხვა მინარევებისაგან.

წყალბადის, ბრომისა და ჟანგბადის ნარევების შემთხვევაში ადგილი აქვს ქიმიური სწრაფების ანალოგიურ განაწილებას, რომელიც ჩვენ შევისწავლეთ ჟანგბადის სხვადასხვა შემცველობისას H₂+Br₂-ის სტექიომეტრიულ ნარევებში. ამ ნარევების თვითაალების ზღვარი გაზომილი იყო იმავე 3 სმ დიამეტრის კუბუკელში. ჟანგბადის როლდენობას ვცვლიდით 1%-დან 40%-მდე. ზოგიერთი დაკვირვება მოგვყავს მე-5 ცხრილში, სადაც ჩვენ მიერ შესწავლილი სამმაგი ნარევების კრიტიკული წნევებია მოთავსებული.

წყალბადის, ბრომისა და ჟანგბადის ნარევების შემთხვევაში ადგილი აქვს ქიმიური სწრაფების ანალოგიურ განაწილებას, რომელიც ჩვენ შევისწავლეთ ჟანგბადის სხვადასხვა შემცველობისას H₂+Br₂-ის სტექიომეტრიულ ნარევებში. ამ ნარევების თვითაალების ზღვარი გაზომილი იყო იმავე 3 სმ დიამეტრის კუბუკელში. ჟანგბადის როლდენობას ვცვლიდით 1%-დან 40%-მდე. ზოგიერთი დაკვირვება მოგვყავს მე-5 ცხრილში, სადაც ჩვენ მიერ შესწავლილი სამმაგი ნარევების კრიტიკული წნევებია მოთავსებული.

ჟანგბადის გავლენა თვითაალების ხლეჩარზე

ნარევის შედგენილობა	T°C	Pსაერთო	Pსაერთო—P _{O₂}	შენიშვნები
H ₂ +Br ₂ +1%/O ₂	425	228	226	
	458	133	132	
	500	71	70	
	550	38	38	
	600	28,5	28,5	
H ₂ +Br ₂ +2%/O ₂	425	228	224	
	458	133	130	
	500	76	75	
	550	43	42,5	
	600	33	32	
H ₂ +Br ₂ +5%/O ₂	420	237	225	კაშკაშა აფეთქება ხმაურით
	440	161	153	
	490	85,5	81	
	550	47,5	45	
	600	33	31	
H ₂ +Br ₂ +10%/O ₂	440	152	137	
	490	76	68,5	
	550	38	34	
	600	28,5	25,5	
H ₂ +Br ₂ +15%/O ₂	440	171	145	კაშკაშა აალება
	490	85,5	72,5	
	550	57	48,5	
	600	43	36,5	
H ₂ +Br ₂ +20%/O ₂	440	171	137	
	490	85,5	68,5	
	550	47,5	38	
	600	43	34	
H ₂ +Br ₂ +25%/O ₂	450	161	121	კაშკაშა აფეთქება ხმაურით
	500	85,5	64	
	560	47,5	35,5	
	600	43	32	
H ₂ +Br ₂ +30%/O ₂	435	228	160	
	445	190	133	
	500	95	66,5	
	560	47,5	33	
	600	43	30	
H ₂ +Br ₂ +40%/O ₂	435	232	139	
	440	209	125	
	445	190	114	
	500	100	60	
	560	57	34	
600	47,5	28,5		

მე-5 ცხრილის მონაცემების საფუძველზე აგებულია მრუდი (ნახ. 8)

თვითაალების ზღვარზე HBr-ის გავლენის შესწავლის მიზნით მას ვემატებ-
 დით ბრომისა და წყალბადის სტექიომეტრიულ ნარევს 1, 2,5 და 10%-ის
 რაოდენობით. აალების ზღვრის შესწავლა იმავე ჟურნელში წარმოებდა.

მიღებული შედეგები გამოსახულია მრუდის სახით (ნახ. 9), რომელიც
 აგებულია მე-6 ცხრილში მოთავსებული მონაცემების მიხედვით.

ცხრილი 6
 HBr-ის გავლენა H_2+Br_2 -ის თვითაალების ზღვარზე
 3 სმ დიამეტრის ჟურნელში

T°C	1% HBr	2% HBr	5% HBr	10% HBr
430	214	218	190	180
464	114	119	114	109
510	62	62	57	62
562	38	38	33	33

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10.5.1948)

დაგვიწმებალნი ლიტმბრატურა

1. Н. Н. Семенов. Ценные реакции. М.—Л., 1934.
2. Д. А. Франк-Каменецкий. Распределение температур в реакционном сосуде. Журн. физич. химии, в. 13, 1938, стр. 738.
3. В. И. Кокочавили. Исследование явлений горения смесей водорода с бромом. Сообщ. АН Груз. ССР, т. V, № 1, 1944, стр. 31.
4. В. И. Кокочавили. Пределы самовоспламенения смесей водорода с бромом. Сообщ. АН Груз. ССР, т. IX, № 8, 1948.

გიოლოგია

ი. ზუაჩიძე

საქართველოში არტეზიული აუზების გავრცელების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. ჯანელიძემ 18.5.1948)

მიწისქვეშა წყლების წნევიანი ჰორიზონტების კვლევას საქართველოში მოკლე ხნის ისტორია აქვს. პირველი არტეზიული ჭაბურღილი მიღებულ იქნა 1925 წ. მუხრანის ველზე, ხოლო 1939 წ. ტირიფონის ველზე. უკანასკნელ ხანებში ინტერესი არტეზიული ჰორიზონტებისადმი მკვეთრად გაიზარდა, რაც გამოიწვია საქართველოში შეჯამებითი ჰიდრო-გეოლოგიური მუშაობის ჩატარებამ გეოლოგიური სამმართველოს ჰიდრო-გეოლოგიური ექსპედიციის მიერ, დაწყებული 1942 წლიდან. ეს მუშაობა, რომელსაც კონსულტაციას უწევდნენ ა. ჯანელიძე, ა. სემიხატოვი და ა. ოვჩინიკოვი, დასასრულს უახლოვდება. ამ მუშაობის შედეგად მრავალი ახალი რამ გამოირკვა საქართველოში არტეზიული აუზების გავრცელების შესახებ.

როგორც ვიცი, არტეზიული აუზი რომ განვითარდეს, რაიონი შედგენილი უნდა იყოს წყალგამტარი და წყალგაუქალი ფორმაციებისაგან, რომლებიც ფართოდ გაშლილ სინკლინურ ნაოჭებს ან სუსტად დახრილ მონოკლინებს უნდა ქმნიდნენ. სუსტი დანაოჭება ხელს უწყობს და ინტენსიური კი გამორიცხავს ასეთი აუზების წარმოშობას.

მათი განვითარებისათვის ხელსაყრელ პირობას წარმოადგენს სუსტად გადაკვეთილი, ფართოდ გაშლილი ჭალებისა და ქედების ერთობლიობა, თუ ჭალები სინკლინური ნაოჭების თანხვედენილია, ხოლო ქედები—ანტიკლინებისა.

ატმოსფერული ნალექების ჭარბი რაოდენობა და სუსტი აორთქლება ხელსაყრელ პირობას წარმოადგენს მიწისქვეშა წყლების და მათ შორის არტეზიული ჰორიზონტების წარმოქმნისათვის.

თუ საქართველოს ტერიტორიას ამ თვალსაზრისით განვიხილავთ, მრავალ საინტერესო დასკვნამდე შეიძლება მივიდეთ. ცნობილია, რომ საქართველოში სამ მთავარ გეოტექტონიკურ ერთეულს გამოყოფენ [7]: საქართველოს და აზერბაიჯანის ბელტები, კავკასიონის სამხრეთ ფერდის და აპრა-თრიალეთის ნაოჭა ზოლები. ნაოჭა ზოლებში გავრცელებული გეოლოგიური ფორმაციები ინტენსიურად არიან დანაოჭებულნი. ამ ზოლებში, ინტენსიური დანაოჭებისა და რელიეფის მკვეთრი დასერილობის გამო, საერთოდ გამორიცხულია მძლავრი არტეზიული აუზების განვითარების შესაძლებლობა.

არტეზიული აუზების განვითარების ხელსაყრელი პირობები საქართველოსა და აზერბაიჯანის ბელტების ზოლებში არსებობს.

ბელტების ზოლი მოქცეულია ნაოქა ზოლებს შორის. ამ ზოლისათვის დამახასიათებელია ზეწრული ნაოქები, უმთავრესად დიდი განზომილების, ნორმალური სინკლინებით და ვიწრო, მკვეთრად აჟირაველული ანტიკლინებით, მონოკლინებით და შედარებით მცირე რაოდენობის ტექტონიკური რღვევებით.

დანაოქების შედარებითი ინტენსივობით გამოირჩევიან იურული ასაკის ნალექები.

ცარცული, ქვედა და ზედა, წარმოდგენილია კირქვიანი ფაცრეებით და შუა—თიხა-მერგლოვანი ფაცრესით; პალეოგენური უმთავრესად შედგენილია თიხოვან და ქვიშაქოვან ფაცრესთა მორიგეობით, კირქვის მცირე გავრცელებით, ხოლო ნეოგენური—ქვიშოვანი, კონგლომერატოვანი და თიხოვანი ფაცრეებით. მეოთხეული ნალექები, რომლებიც უმთავრესად განვითარებულია კოლხიდის დაბლობსა, ქართლის ვაკესა და კახეთის ველებზე, წარმოდგენილია ნარიყალის, ქვიშების და თიხა ქანების მორიგეობით.

ცარცული და მასზე ახალგაზრდა ნალექების საერთო სიმძლავრე რამდენიმე კილომეტრს აღწევს.

საქართველოსა და აზერბაიჯანის ბელტების ზოლის რელიეფი სუსტად გადაკვეთილია და ძირითადად წარმოდგენილია ფართო, სუსტად დაქანებული ველებით და გაშლილი დაბლობებით. დაბლობები უმთავრესად თანხედენილია სინკლინური დებრესებისა, ხოლო მალლობები—ანტიკლინური ამოწვევისა.

ამ ზოლის დასავლეთ ნაწილში თბილი და ნესტიანი ჰავაა, აღმოსავლეთ ნალექების დიდი რაოდენობით, ხოლო აღმოსავლეთ ნაწილში—სუსტად კონტინენტური, ნალექების შედარებით მცირე რაოდენობით.

შეიძლება დავასენათ, რომ საქართველოსა და აზერბაიჯანის ბელტების ზოლში არსებობს ხელსაყრელი პირობები ფართო გარცელების მქონე არტეზიული აუზების წარმოქმნისათვის.

საქართველოს ტერიტორიაზე მე გამოვეყოფ 16 არტეზიულ აუზს: 1) ალაზნის, 2) ივრის, 3) შირაქის, 4) გარდაზნის, 5) ქართლის ვაკის, 6) თარიზნის, 7) მარნეულის, 8) ახალციხის, 9) არგვეთის, 10) რაქა-ლენჩხუმის, 11) რიონტეხურის, 12) სამეგრელოს, 13) კოლხეთის, 14) კოდორის, 15) გუდაუთის და 16) განთიადის.

აზრი ამ აუზების არსებობის შესახებ, გარდა ტირიფონის, ახალციხის, გარდაზნისა და არგვეთის (ჩხარი-აჯამეთის უბნის) აუზებისა, გამოთქმულ იქნა ჩემ მიერ სხვადასხვა დროს, დაწყებული 1943 წლიდან, და ამ ხნის განმავლობაში ზოგიერთ ამ მოსაზრებათა შემოწმება კვლევით უკვე მოხერხდა (ალაზნის, ივრის, გარდაზნის, შირაქისა და არგვეთის), ხოლო დანარჩენთა შემოწმება მომავლის ამოცანას წარმოადგენს.

I. გამოკვლივნიებული არტეზიული აუზები

1. ალაზნის—მოიცავს ალაზნის ველს სოფ. ზემო ალვანის მერიდიანის აღმოსავლეთით. ეს აუზი განოვლინებული და ნაწილობრივ შესწავლილია მდ. ალაზნის მარჯვენა სანაპიროში, ხოლო მარცხენა სანაპიროში მისი გავრცელება პროგნოზულ მოსაზრებას წარმოადგენს, ის ასევე უნდა გრცელდებოდეს აზერ-

ბაიჯანის ტერიტორიაზეც წნორისწყლის მერიდიანის სამხრეთ-აღმოსავლეთით. არტეზიული ჰორიზონტები დაკავშირებულია პლიოცენური ასაკის (ალაზნის წყება) 1—1,5 კმ სისქე ნალექებთან [1, 2, 3], არტეზიული ჰორიზონტები. რომლებიც უკვე გამოვლინებულია 11 არტეზიულ ქაბურღეულში, მაღალი ხარისხის სისხელ წყალს შეიცავს და ცალკეული ქაბურღეულების დებიტი 0,5—8,0 ლ-ს ფარგლებშია მოქცეული.

ამ აუზს დიდი პოტენციური შესაძლებლობა აქვს, ხოლო მიწისქვეშა წყალზე მოთხოვნილება რაიონში ძალზე დიდია.

2. ივრის—მოქცეულია მდ. ივრის ტაფობში. ამ რაიონში მოთხოვნილი ასაკის სქელი საფრის ქვეშ გავრცელებულია პლიოცენური ნალექების სქელი წყება, რომელიც წარმოდგენილია წყალშენცავი ნარიყალის, კონგლომერატებისა და წყალგაუვალი თიხიანი ქანების მორიგეობით. პლიოცენის ეს წყებები ამ რაიონში ფართოდ გაშლილ სინკლინს შეადგენს, რომლის ფრთები კახეთისა და გარეჯის ქედებზეა მოქცეული.

მოსაზრება ამ აუზის არსებობის შესახებ ჩემ მიერ გამოთქმულ იქნა ჯერ კიდევ 1944 წ. [3].

ქაბურღეულმა სოფ. კაქრეთში, 224 მეტრის სიღრმემდე, მიწისქვეშა წყლის სამი წნევიანი ჰორიზონტი გაკვეთა. ჰორიზონტებს ამ უბანზე უარყოფითი პიეზომეტრიული დონეები აღმოაჩნდათ (—25 მ). წყალი სუსტად მინერალიზებულია და კარგი სასმელი წყლის თვისებებით ხასიათდება.

3. შირაქის—მოიცავს შირაქის ველს და მის ჩრდილო-აღმოსავლეთ პერიფერიულ ნაწილებს.

არტეზიული ჰორიზონტები გავრცელებულია შირაქის სინკლინში, რომელიც წითელწყაროს წყების კონგლომერატებითაა შედგენილი. მათ გავრცელებას უნდა მოველოდეთ ასევე მის ჩრდილო და ჩრდილო-აღმოსავლეთ პერიფერიებში, სადაც პლიოცენური ნალექები ჩრდილოეთისაკენ დაქანებულ მონოკლინს შეადგენს.

მოსაზრება შირაქის ველის არტეზიული აუზის არსებობის შესახებ შემოწმებულ იქნა შირაქის ველის ცენტრალურ ნაწილში ჰიდროგეოლოგიური სტრუქტურული ქაბურღეულით, რომელმაც რამდენიმე წნევიანი ჰორიზონტი გადაკვეთა [4,5].

ამ რაიონში წყლის განსაკუთრებით დიდი მოთხოვნილებაა და საჭიროა შესწავლილ იქნეს როგორც გამოვლინებული წნევიანი ჰორიზონტები, ისევე სხვა ჰორიზონტების არსებობის შესაძლებლობა.

4. გარდაბნის—მოქცეულია გარეჯის ქედის სამხრეთ კალთაზე და გარდაბნის ველის დიდ ნაწილს მოიცავს.

მეოხეული ასაკის ნალექების სქელი ფენის ქვეშ გავრცელებულია აღია-გილ-აფშერონული სართულების წყალგამტარი ქვიშოვანი, ქვიშაქვიანი და კონგლომერატული და წყალგაუვალი თიხიანი ქანების ფენები, რომლებიც ურთიერთ შორის მორიგეობენ და მონოკლინურად არიან დაქანებული სამხრეთისაკენ. მონოკლინის ჩრდილო ნაწილს გარეჯის ქედის სამხრეთ ფერდზე საკმა-

ოდ მაღალი მდებარეობა უჭირავს, სამხრეთისაკენ კი მონოკლინი თანდათან და იძირებოდეს.

აზრი გარდაბნის ველზე პლიოცენურ ნალექებში არტეზიული ჰორიზონტის გავრცელების შესაძლებლობის შესახებ პირველად ნ. კუდრიაცევიმა გამოთქვა. შემდგომ მისდა დამოუკიდებლად ჩვენც ამ დასკვნამდე მივიდით.

საქართველოს გეოლოგიური სამმართველოს მიერ გაკრილმა ორმა ქაბურღვილმა (ს. ჯანდარი და გარდაბანი) ეს მოსაზრება დაადასტურა. ქაბურღვილებმა, რომელთა სიღრმე 300 მეტრამდე აღწევს, სამი წნევიანი ჰორიზონტი გაკვეთა, მათ შორის ერთი ჰორიზონტი სოფ. ჯანდარში დადებითი პიეზომეტრიული დონით ხასიათდება [9], ხოლო დანარჩენი უარყოფითით.

მიწისქვეშა წყალზე აქ დიდი მოთხოვნილებაა და საჭიროა არტეზიული ჰორიზონტების დეტალური გამოკვლევა.

5. ქართლის ვაკის—უნდა მოიცავდეს სახელდობრ ქართლის ვაკეს და სურამის ქედის აღმოსავლეთ ფერდს. აუზი მორფოლოგიურად დებრესიას წარმოადგენს, რომელშიაც დიდი სისქის მეოთხეული ასაკის ნალექების ქვეშ განვითარებულია ნეოგენური წყებები, რომლებიც ყველა მხრიდან აუზის ცენტრისაკენ იძირებიან და რთულ სინკლინურ დებრესიას ქმნიან. პლიოცენური, მიოცენური და მეოთხეული ასაკის წყებები წარმოდგენილია წყალგამტარი ქვიშაქვების და ნარიყალისა და წყალგაუვალი თიხების მორიგეობით. ამ წყებათა სიმძლავრე რამდენიმე კილომეტრით იზომება. ამ სინკლინის ფრთები მალაა ამოწეული დასავლეთით, სურამის ქედის აღმოსავლეთ ფერდზე და ჩრდილოეთით კავკასიონის სამხრეთ კალთებზე.

არტეზიული ჰორიზონტები გავრცელებული უნდა იყოს როგორც მეოთხეულ, ასევე პლიოცენისა და მიოცენის წყებებში.

ამ აუზის ფარგლებში არტეზიული ქაბურღვილები გაკრილ იქნა მუხრანისა და ტირიფონის ველებზე. ამ ქაბურღვილთა მონაცემები [8] ადასტურებს, აქ კარგი ხარისხის არტეზიული წყლის ჰორიზონტების არსებობას.

II. მოსალოდნელი არტეზიული აუზები

6. თარიბნის—უნდა მოიცავდეს თარიბნისა და ნატბურის ველებს. აქ გავრცელებული აღჩაგილ-აფშერონული ასაკის წყალგამტარი ნარიყალი და ქვიშები, რომლებიც წყალგაუვალ ქანებთან მორიგეობენ, თარიბნისა და ბურდამთა-ნატბურის სინკლინებს შეადგენენ, რომელთა ფრთები საკმაოდ ამოწეულია ცენტრალურ ნაწილთან შედარებით. მოსალოდნელი არტეზიული ჰორიზონტები დაკავშირებული უნდა იყოს ამ სტრუქტურებთან, რომელთა კვების არე დიდგორისა და თარიბნის ანტიკლინების გავრცელების ზოლში უნდა იყოს მოქცეული.

7. მარნეულის არტეზიული აუზი. მარნეულის ვაკეზე, ალგეთსა და ბრამის წყალთაშუეთში დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ იძირება ანდეზიტ-ბაზალტური ლავის დიდი ნაკადი. ლავა ინტენსიურადაა დანაპრალებული და წყალს თავისუფლად ატარებს. ლავის ამ ნაკადის აღმოსავლეთი დაძირული ნაწილი მეოთხეული ასაკის წყალგაუვალი ქანებითაა გადაფარული, ხოლო მისი

დასავლეთი ნაწილი ჰიფსომეტრიულად მაღლა მდებარეობს და ძირითადად გაშიშვლებულია ლავის ნაკადის გამკვეთი მდინარეების ხრამის, ალგეთისა და სხვათა მიერ. ატმოსფერული ნალექები და მდინარეული წყლები ადვილად ჩიონებიან ლავეში, მათ გაშიშვლებულ მაღალ ნაწილებში და უნდა მოძრაობდნენ მარნეულის ვაკის მიმართულებით, სადაც წნევიან ჰორიზონტს უნდა ქმნიდნენ. მცირე სიმძლავრის წნევიანი ჰორიზონტები მოსალოდნელია ასევე მეოთხეულ ქვიშოვან საფარშიაც.

ვინაიდან რაიონი ძლიერ წყალსიმცირეს განიცდის, ამ მოსალოდნელი მცირე აუზის ჰიდროგეოლოგიური გამოკვლევა ინტერესს მოკლებული არაა.

8. ახალციხის არტეზიული აუზის არსებობის შესახებ აზრი ე. სტრახოვმა გამოთქვა, რომლის მიხედვით მტკნარი წყლის მძლავრი არტეზიული ჰორიზონტები დაკავშირებული უნდა იყოს ქვედა და შუა ეოცენურ ვულკანოგენურ წყებასთან, რომელიც ახალციხის ტაფობში რთულ სინკლინს შეადგენს და გადაფარულია რამდენიმე ასეული მეტრი სიმძლავრის მქონე ზედა ეოცენური და ოლიგოცენური, პრაქტიკულად წყალგაუვალი თიხოვანი ნალექებით. იმავე ავტორის აზრით, არტეზიულ ჰორიზონტებს უნდა მოველოდეთ ასევე იმავე ნალექებში წნისისა და რუსთავის დებრესიებშიაც.

არტეზიულ ჰორიზონტებს უნდა მოველოდეთ ასევე ოლიგოცენურ და მიოცენურ ნალექებშიაც.

9. არგვეთის—ყვირილის ხეობას უნდა მოიცავდეს ე. წ. ყვირილის სინკლინის ფარგლებში. ამ აუზის ფარგლებში არტეზიული ჰორიზონტები გამოვლინებულ იქნა ჩხარ-აჯამეთის რაიონში ბურღილების გაჭრის დროს 1947 წ. მარგანცის საძიებო პარტიის მიერ, რომელსაც დ. თავაძე და ა. კანდელაკი ხელმძღვანელობდნენ. აზრი კი ასეთი აუზის არსებობის შესახებ კოლხეთის დაბლობის პერიფერიულ ნაწილებში ჩემ მიერ გამოთქმულ იქნა ჯერ კიდევ 1945 წელს [6].

ჭაბურღილებმა ყვირილის სინკლინის ჩრდილო ფრთაში არტეზიული ჰორიზონტები გაცვეთა შუა მიოცენურ კირქოვან და ქვიშაქოვან ფაციფებში, რომლებიც ცარტულ ნალექებთან ერთად მონოკლინურად არიან დაქანებული ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ. არტეზიულ ჰორიზონტებს უნდა მოველოდეთ ასევე ამ სინკლინას სამხრეთ ფრთაშიაც. მძლავრი არტეზიული ჰორიზონტები მოსალოდნელია აქ ცარცისა და ეოცენის კირქვებშიც.

10. რაკვალეჩხუმის—უნდა მოიცავდეს ამავე სახელწოდების ტექტონიკური დებრესიის დიდ ნაწილს. არტეზიული ჰორიზონტები აქ გავრცელებული უნდა იყოს ცარტულ და პალეოგენურ კირქვებში, რომლებიც გაშიშვლებულია დებრესიის ჩრდილო და სამხრეთ მაღალ პერიფერიულ ნაწილებში და იძირებიან ცენტრისაკენ, პალეოგენური და ნეოგენური, უმეტესად წყალგაუვალი ნალექების ქვეშ. არტეზიული ჰორიზონტები მოსალოდნელია აქ ასევე მიოცენურ ნალექებშიც.

ამ ჰორიზონტთა კვება ძირითადად დებრესიის ჩრდილო და სამხრეთ ამალეებულ პერიფერიულ ზოლებში უნდა წარმოებდეს.

11. რიონ-ტეხურის—უნდა მოიცავდეს ამ მდინარეთა წყალთაშუეთის ქვემო ნაწილის დიდ ფართობს. არტეზიული ჰორიზონტები დაკავშირებული უნდა იყოს როგორც მეოთხეულის, ასევე მიოცენურ, ეოცენურ და ცარცულ ნალექებთან.

ცარცული და მესამეული ნალექები ინტენსიურად წყალგამტარი და პრაქტიკულად წყალგაუვავალი წყებების მორიგეობითაა წარმოდგენილი და, აუზის ჩრდილო ნაწილში გაშიშვლებულნი და სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ მონოკლინურად დაქანებულნი, მეოთხეული ნალექების ქვეშ იძირებიან. ამ წყებათა ჩრდილო-გამაშვლებულ ნაწილებს მაღალი ჰიფსომეტრიული მდგომარეობა უქირავთ, ხოლო სამხრეთისას, დაფარულს—დაბალი.

ამ წყებებში მოსალოდნელი არტეზიული ჰორიზონტების კვების არეები აუზის ჩრდილო და ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილებში უნდა იყოს მოქცეული. ხილო განტვირთვის—დაძირვის ზოლში.

აქ არტეზიულ ჰორიზონტებს მეოთხეულის საფარშიც უნდა მოველოდეთ.

12. სამეგრელოსი—უნდა მოიცავდეს სამეგრელოს დებრესიის დიდ ნაწილს, რომელიც ენგურისა და ტეხურის წყალთაშუეთშია მოქცეული. ეს დებრესია, რომლის ჩრდილო ნაწილი საკმაოდ მაღლიდაა აწეული, ცარცული და მესამეული ასაკის ნალექებისაგან შედგება, რომლებიც რაულ გაშლილ სინკლინს ქმნიან, დებრესიის სამხრეთ და დასავლეთ ნაწილებში კი სუსტად შემადლებული რელიეფი ამავე წყებების ანტიკლინებზეა განვითარებული.

არტეზიული ჰორიზონტები აქ გაგრცელებული უნდა იყოს ნეოგენურ, ეოცენურ და ცარცულ ნალექებში, რომლებიც დიდი სისქის, წყალგამტარი და წყალგაუვავალი ფენების მორიგეობით არიან წარმოდგენილნი.

13. კოლხეთის—ამ დაბლობის ცენტრალურ ნაწილს უნდა მოიცავდეს. ეს დაბლობი უმნიშვნელო დაქანებით ხასიათდება და დაფარულია დიდი სისქის მეოთხეული ნალექებით, რომელთა ქვეშ მესამეული და ცარცული ნალექები უნდა იყოს. არტეზიულ ჰორიზონტებს უნდა მოველოდეთ როგორც მეოთხეულ, ისე ცარცულ და მესამეულ წყებებში.

ჰორიზონტთა კვების არე აუზის აღმოსავლეთ ნაწილში უნდა იყოს მოქცეული. უნდა ვივარაუდოთ, რომ არტეზიული წყლების დიდი უმრავლესობა მაღალი მინერალიზაციით უნდა ხასიათდებოდეს.

14. კოდორის—უნდა მოიცავდეს ენგურისა და გუმისთის წყალთაშუეთს. ეს აუზი შედგენილია ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან მონოკლინურად დაქანებულ წყალგაუვავალ და წყალგამტარ მესამეულ და ცარცულ წყებათა მორიგეობით.

არტეზიულ ჰორიზონტებს უნდა მოველოდეთ როგორც მეოთხეულ, ისე მესამეულ და ცარცულ ნალექებში.

მესამეულ და ცარცულ წყებებში განვითარებული არტეზიული ჰორიზონტების კვება უნდა წარმოებდეს აუზის ამალღებულ ჩრდილო ნაწილში, სადაც მონოკლინი მაღლაა ამოწეული და ხშირად მკვეთრად აყირავებული. განტვირთვის ზონა კი აუზის დაძირულ ნაწილში უნდა იყოს მოქცეული.

15. გ უ დ ა უ თ ი ს—უნდა მოიცავდეს დასავლეთ აფხაზეთის ზღვისპირეთს, რომელიც თავისი მორფოლოგიური მოხაზულობით და გეოლოგიური აგებულებით დიდად წააგავს კოდორის აუზს. ცარცული და მესამეული ასაკის წყებები, რომლებიც წყალგამტარ და წყალგაუფალ წყებათა მორიგეობით არიან წარმოდგენილი, მონოკლინურად არიან დაქანებული ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთისაკენ და იძირებიან მეოთხეული ასაკის ნალექების ქვეშ.

არტეზიულ ჰორიზონტებს უნდა მოველოდეთ როგორც ცარცულ, ისე მესამეულ წყებებში.

16. გ ა ნ თ ი ა დ ი ს—უნდა მოიცავდეს აფხაზეთის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილის ზღვისპირეთს, რომელიც ძირითადად პალეოგენური და ცარცული ასაკის გეოლოგიური ფორმაციებით შედგება. ეს წყებები, რომლებიც მიწისქვეშა წყლის კარგ კოლექტორებს წარმოადგენენ, ამ უბანზე სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან ჩრდილო-დასავლეთისაკენ დაქანებულ რთულ მონოკლინს შეადგენენ.

არტეზიულ ჰორიზონტებს უნდა მოველოდეთ ქვედა პალეოგენურ და ცარცულ ნალექებში, რომელთა კვების არე მოქცეული უნდა იყოს აუზის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში, ხოლო განტვირთვის—ზღვისპირეთში.

ზემოჩამოთვლილ არტეზიულ აუზებს გარდა, საქართველოსა და აზერბაიჯანის ბელტების ზოლში უნდა მოველოდეთ ასევე შედარებით მცირე აუზებს და ცალკეულ არტეზიულ ჰორიზონტებს, ქობულეთის დაბლობში—მეოთხეული ასაკის ნალექებში, ძირულის მასივის პერიფერიებში, საჩხერე-ქიათურისა და ხარაგაულის რაიონებში—ცარცის კირქვებში, შუა ილიცენის ნალექებში და სხვა.

გამოვლინებული არტეზიული აუზები დამატებით კვლევას საჭიროებენ, ხოლო პროგნოზულნი—გამოთქმული აზრის შეროწმებას ჰიდროგეოლოგიური სტრუქტურული კაბურღილების გაყვანით და დეტალური კვლივით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 21.5.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ი. ბუაჩიძე. ალაზნის არტეზიული აუზის ჰიდროგეოლოგიის ზოგიერთი საკითხი. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. VIII, № 5, 1947.
2. И. М. Буачидзе. К вопросу гидрогеологии Алазанской и Иорской долин. Аниот. докл. на X научн. техн. конференций Груз. Инд. Института имени Кирова, Тбилиси, 1947.
3. И. М. Буачидзе. Результаты работ 1944 года по гидрогеологическому исследованию Кахетинского хребта, Алазанской долины и Иорской котловины. Грузгеолфонд, 1945.
4. ი. ბუაჩიძე. შირაქის ველის ჰიდროგეოლოგიის საკითხისათვის. საქართვე. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. VIII, № 8, 1947.
5. И. М. Буачидзе. Гидрогеология юговосточной Кахетии. Грузгеолфонд, Тбилиси, 1946.

6. Геологические результаты Грузгеолуправления за 1945 г. Грузгеолфонд. Тбилиси, 1945.
7. А. И. Джanelidze. Геологические наблюдения в Окрибе. Тбилиси, 1940.
8. А. В. Маргалитадзе, Д. В. Качарава и А. П. Канделаки. Отчет Горийской гидрогеологической партии по работам 1941 года. Грузгеолфонд, Тбилиси, 1941.
9. Ш. П. Цицилашвили. Гидрогеологический отчет Иорско-Курийской партии. Грузгеолфонд. Тбилиси, 1948.



პეტრობრაფია

ბ. სმიტონი

ამიერკავკასიის გრანიტოიდების მუქი სილიკატების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. თვალჭრელიძემ 14.5.1948)

ამიერკავკასიაში პალეოზოურის შემდგომ გრანიტოიდებში მუქი სილიკატები საკმაოდ ხშირად წარმოდგენილია მონოკლინური პიროქსენებით, რქატყუარით და ბიოტიტით, უფრო ძველ გრანიტოიდებში კი ან რქატყუარით და ბიოტიტით, ან მარტო ბიოტიტით.

პალეოზოურის შემდგომი გრანიტოიდების მიკროსკოპით შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ მონოკლინური პიროქსენი ქანის შენაზარდს რქატყუარასთან და რქატყუარა კი ბიოტიტთან. ამგვარად მტკიცდება ე. წ. რეაქციული რივი იმის შესახებ, რომ მაგმურ სტადიაში მაგმის გამაგრებამდე პირველად კრისტალდება პიროქსენი, რომელიც შემდგომ გადადის რქატყუარაში და რქატყუარა კი ბიოტიტში.

ამგვარად, ძველ გრანიტოიდებში ეს პროცესი დამთავრდა პიროქსენების და ზოგ შემთხვევაში რქატყუარას გაქრობით. ამ მოვლენის მიზეზი უნდა ვეძიოთ ძველი გრანიტოიდების უფრო ნელ გაცივებაში, რის გამოც აქ ეს პროცესი უფრო დიდხანს გრძელდებოდა, ვიდრე ახალგაზრდა გრანიტოიდებში, ამ უკანასკნელში კი ეს პროცესი მაგმის სწრაფმა გამაგრებამ შეწყვიტა. ამ მოვლენის ასახვად ორი შესაძლებლობა არსებობს: ჯერ ერთი, რომ ძველი გრანიტოიდების წარმომქნელი მაგმის შეჩერება მოხდა უფრო დიდ სიღრმეზე, რის გამოც მათი გაცივება უფრო ნელა მიმდინარეობდა, და მეორე—რომ ერთი და მეორეც ერთსა და იმავე სიღრმეზე გაცივდნენ, მაგრამ მასივის ზედა ნაწილი, სადაც მაგმის გაცივება სწრაფად მიმდინარეობდა, დენუდირებულია ძველ ქანებში. პ. ვამეყრელიძისა და თ. ყაზახაშვილის მიხედვით, ლოქის მასივში შენარჩუნებულია პალეოზოური გრანიტოიდის სახურავი, რომლის ქვევით მოთავსებულია გრანიტოიდი. ეს უკანასკნელი პიროქსენს არ შეიცავს, მაშასადამე, აქ შენარჩუნებული გვაქვს მასივის ზედა ნაწილი, სადაც პიროქსენის გადასვლის პროცესი დამთავრებულია. ამის მიხედვით უნდა შევჩერდეთ პირველ შესაძლებლობაზე, სახელდობრ იმაზე, რომ ძველი გრანიტოიდების წარმომქნელი მაგმის შეჩერება მოხდა უფრო დიდ სიღრმეზე და ახალგაზრდა გრანიტოიდების კი უფრო ნაკლებ სიღრმეზე. სასურველია, რომ ვინც ახალგაზრდა გრანიტოიდებს შეისწავლის, ყურადღება მიაქციოს უფრო ღრმა ვაშისფლებებში ქანების კრილებს, შემჩნეული იქნება თუ არა სიღრმის მობატებასთან ერთად პიროქსენის შემცირება ან გაქრობა, რაც იმ აზრს დაამტკიცებს, რომ პიროქსენის შენარჩუნება დაკავშირებულია მაგმის უფრო სწრაფ გაცივებასთან ახალგაზრდა ინტრუზივების ზედა ნაწილში. ძირულის მა-

სივში პ. თოფურია აღნიშნავს გრანიტს, რომელიც რომბულ პიროქსენს შეიცავს. საჭაროა მისი შემოწმება, ახალგაზრდა ხომ არ არის ეს გრანიტი და ან ხომ არ წარჰადგენს რომბულა პიროქსენი უვრო ძველი, ფუჟე ინტრუზივის ქსენოლითს.

ინერალური ნედლეულის სრულიად საკავშირო
ინსტიტუტის საქ.ოთველს განყოფილება
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.5.1948)



ტექნიკა

რ. მხვალაშვილი-პეტრონიანი და ხ. გოპიჩაძე

აბანოს დოლომიტისაგან წყალმღვრადი კალციუმის
მიღების საკითხი

(წარმოადგენს აკადემიის ნამდვილმა წევრმა რ. აგლაძემ 7.7.1948)

1. შესავალი

უკანასკნელ წლებში საბჭოთა კავშირში და საზღვარგარეთაც ჩატარებულია რიგი სამუშაოებისა დოლომიტის გამოყენების მიზნით მაღალცეცხლ-გამძლე აგურების წარმოების დარგში.

სრულიად საკავშირო ცეცხლგამძლე ინსტიტუტის (პროფ. გ. კუპოლევი და სხვ.), აკად. პ. ბუდნიკოვის და მისი თანამშრომლების, სხვა საბჭოთა მეცნიერების და აგრეთვე მთელი რიგი საზღვარგარეთის მკვლევრების მიერ შესწავლილია რუპტკია დოლომიტსა და სხვადასხვა მინერალებს შორის და დამუშავებულია დოლომიტის ცეცხლგამძლე აგურების წარმოების თეორიული საფუძვლები.

განსაკუთრებით საბჭოთა მკვლევრების შრომებით დამტკიცებულია, რომ დოლომიტის აგური არა მარტო მაგნეზიტის აგურების შემცველად შეიძლება იქნეს გამოყენებული, არამედ ის უნდა ჩაითვალოს დამოუკიდებელი მნიშვნელობის ფუძე სახის ცეცხლგამძლე მასალად [1].

მეტალურგიის განვითარებასთან დაკავშირებით, საქართველოში არ არის მიზანშეწონილი აგურების შორეული გადმოზიდვა, ამიტომ აუცილებლად წამოიჭრება საკითხი ადგილობრივი მაგნეზიური ნედლეულის გამოყენების აუცილებლობისა მაღალცეცხლგამძლე აგურების წარმოებისათვის.

საქართველოს ფარგლებში მოიპოვება ამ ნედლეულის მნიშვნელოვანი მარაგი დოლომიტისა და სერპენტინის სახით.

დოლომიტის საბადოებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია სამხრეთ ოსეთის (აბანო) და აფხაზეთის (მდინარე ბზიფუზე) საბადოები, როგორც მარაგის მხრივ, ისე ნედლეულის ერთგვაროვნობით, ქიმიური შედგენილობის მიხედვით. რაც შეეხება სერპენტინს, მისი პრაქტიკულად დაუშრეტელი მარაგი მოიპოვება ზნაურის რაიონში (აბანოს ახლოს) და დღემდე ეს ნედლეული თითქმის შეუსწავლელია.

განზრახული გვაქვს რა დეტალურად შევისწავლოთ საქართველოს მაგნეზიური ნედლეულის გამოყენების შესაძლებლობა დოლომიტისა და ფორსტერიტის მაღალცეცხლგამძლე მასალების წარმოებისათვის, ჩვენ შესწავლის პირველ ობიექტად შევარჩიეთ აბანოს რაიონის საბადოს დოლომიტი. ეს დოლომიტი უკვე შესწავლილია [2, 3] მისგან დოლომიტის ფტენილის მიღების მიზნით, რომელიც გამოიყენება მარტენის ლუმელის ფუძის დასაძლულებლად. ჩვენ მიზანშეწონილად

ვთვლით უპირველეს ყოვლისა გავაგრძელოთ ეს მუშაობა აღნიშნული ნედლეულის კომბინირებული გამოყენებით იმავე რაიონში არსებულ სერპენტინებზე დოლომიტის ცეცხლგამძლე მასალების მისაღებად.

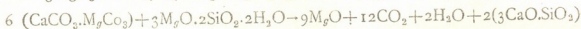
აღნიშნულ შრომაში მოგვყავს ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები წყალმდგრადი კლინკერის მიღებისა, რომელსაც შემდგომ გამოვიყენებთ ცეცხლგამძლე მასალების დასამზადებლად.

2. თეორიული საფუძველი

როგორც ცნობილია, გამომწვარი დოლომიტი, იმის მიხედვით, თუ რა საწყისი შედგენილობისაა და რომელ ტემპერატურაზეა გამომწვარი, შეიცავს სხვადასხვა რაოდენობას თავისუფალი კირისას, რომელიც ამ პროდუქტის ნაწარმს ხდის არამდგრადს ატმოსფერული რეაგენტების მიმართ. რომ ნაწარმს მეტი მდგრადობა ექნეს, ადგენენ ნარევის დოლომიტისაგან, SiO_2 -სა და ერთნახევრიანი ქანგულების შემცველი მასალებისაგან.

ასეთი გზით სტაბილიზაციის დროს მიზანშეწონილია სერპენტინის [4, 5] მაგვარი ნედლეულის გამოყენება, რომელიც ერთდროულად ამდიდრებს ნარევის მაგნიუმის ქანგითაც. ასეთ შემთხვევაში მარტივდება კაჟმის შედგენა და ადვილდება მყარფაზური რეაქციების საერთო თეორიულ საფუძველებზე კომპონენტების ურთიერთმოქმედება.

გახსრებისას დოლომიტი სერპენტინთან შემდგენიარად რეაგირებს:



მოყვანილი სქემა საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ მასალებისათვის, რომლებიც შედგენილობით უახლოვდებიან სუფთა მინერალებს, უნდა ავიღოთ 4 წონითი ნაწილი დოლომიტი 1 წ. ნ. სერპენტინზე.

ნედლეული საგრძნობლად ვანსხვავდება მისი თეორიული შემადგენლობისგან. ამის გარდა მხედველობაში უნდა მივიღოთ კირის მთლიანი სტაბილიზაციისათვის სერპენტინის ქარბი რაოდენობა, რომ თავიდან ავიცილოთ თავისუფალი კირის სიჭარბე პროდუქტში. სერპენტინის ზედმეტი რაოდენობა იწვევს გარკვეული ოდენობა ნაკლებმადარი ორკალციუმიანი სილიკატის (C_2S)¹ წარმოქმნას, ამ უქანასკნელის არსებობა — მის 675⁰ზე მოცულობითი გაფართოების საშიშროებას, რომელიც გამოწვეულია მოდიფიკაციური ცვლილებით $\beta C_2S \rightarrow \gamma C_2S$.

ლიმიტირებული არიან რა მინიმალური რაოდენობა თავისუფალი კირით და ამავე დროს სასურველია რა მთლიანი კირის სამკალციუმიანი სილიკატად შექვრა, მკვლევრებმა ამასთან ერთად არ უნდა გადააქარბონ ცეცხლგამძლე მასალების გამძლეობის თვალსაზრისით დასაშვებ ერთნახევრიან (Al_2O_3 და Fe_2O_3) ქანგულების რაოდენობას და უნდა გაითვალისწინონ სტაბილიზაცია C_2S მოდიფიკაციური გარდაქმნის შემთხვევაში.

¹ აქ და შემდეგაც მიღებულია აღნიშვნანი: $2CaO \cdot SiO_2 = C_2S$; $3CaO \cdot SiO_2 = C_3S$; $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 = C_4AF$ და ასე შემდეგ.

3. ექსპერიმენტული ნაწილი

გამოსაკვლევად აღებული ნედლი მასალების დახასიათება მოცემულია 1 ცხრილში ⁽¹⁾.

მასალები	ქ ი მ ი უ რ ი შ ე დ გ ე ნ ი ლ ო ბ ა									
	გ. დ.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	MnO	P ₂ O ₅	ჯამი
აბანოს დოლომიტი	44,91	1,43	0,70	0,15	32,42	20,20	0,19	არ გაგვ.	არ გაგვ.	100,00
წნელისის სერპენტინი	14,33	35,55	1,31	9,41	3,04	36,14	0,22	"	"	100,00

გამოყენებული დოლომიტი წარმოადგენს ტექნოლოგიური სინჯის მასალას, ის შედგება მსხვილ და წვრილმარცლოვანი დოლომიტის ნარევისაგან [6], რომელიც აღებული იყო საბადოზე 1944 წელს პროფ. ა. ავგუსტინიკისა და გეოლოგ ა. ნეფსაძის მიერ [2] 80 კგ-ის რაოდენობით.

დოლომიტი განირჩევა მლღობების მცირე რაოდენობით ($SiO_2 + R_2O_3 = 2,28$), კირის ზოგიერთი სიკარბით ($CaO/MgO = 1,6$ წინააღმდეგ თეორიული-სა 1,4), შედარებით დიდი ფორიანობით და მოცულობითი წონით 2,6. სერპენტინის სინჯი, ნახევარი ტონის რაოდენობით, აღებულია სოფელ წნელისის რაიონში (ზნაურის რაიონი) [7], ორი-სამი კილომეტრის დაშორებით აბანოს საბადოდან, კერძოდ ტალკის ქარხნის ახლოს არსებული სერპენტინის ჯიშები-საგან. CO₂ რაოდენობა სათანადოდ ტოლია 3%.

ნედლი მასალების ცალ-ცალკე დაწვრილმანების შემდეგ ვახდენდით არევის მშრალი სახით 1/2 საათის განმავლობაში, მე-2 ცხრილში მოცემული შეფარდებით. სერპენტინის და აგრეთვე ყველა კაშმის დანამატების დაფქვის სიწმინდე განისაზღვრება მისი მთლიანად გასვლით № 100 საცერში (10000 ნას/სმ²), დოლომიტის დაფქვის სიწმინდე ნაჩვენებია მე-2 ცხრილში შენიშვნებით.

კომპონენტების ნარევის ვურივდით წყალთან (დაახლოებით 25%) და 10 წუთის არევის შემდეგ ხდებოდა მისი დაყოლიბება 5 ტონა წნევის ქვეშ ცილინდრის ფორმებად, დიამეტრით 28 მმ და სიმაღლით 45 მმ. ჰაერზე გამოშრობის შემდეგ ხდებოდა ცილინდრების ნელი გახურება მუფელის ლუმელში 400°-მდე 24 საათის განმავლობაში.

თბილი ცილინდრები თავსდებოდა აცეტილენ-ჟანგბადის ალით გახურებულ ლუმელში მაგნეზიტის სადგამზე. ერთი საათის განმავლობაში ვაღწევდით საჭირო ტემპერატურას, ხოლო დაყოვნებას იმავე ტემპერატურაზე ვახდენდით 1/2 საათის განმავლობაში ტემპერატურის მერყეობით ± 20°. ტემპერატურის გაზომვა ხდებოდა ოპტიკური პირომეტრით, ხოლო შესამოწმებლად ლუმელში დროადრო შეგვყავდა Pt—Pt/Rh თერმოწყვილი.

⁽¹⁾ ავტორები თავის მოვალეობად თვლიან მადლობა გამოუცხადონ საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სილიკატების ტექნოლოგიის ლაბორატორიას დოლომიტის ნედლეულის მოცემისათვის და სრულიად საკავშირო მინერალოგიური ინსტიტუტის საქართველოს განყოფილების ტექნოლოგიურ ლაბორატორიას სერპენტინის სინჯებისათვის.

ცეცხლის გამორთვიდან 10—15 წუთის შემდეგ კლინკერს ვიღებდით ღუმელიდან და ვაცივებდით ექსიკატორში, სადაც ინახებოდა გამოცდამდე.

ნარევის შენადგენლობა, კლინკერის სრული ქიმიური ანალიზი¹, მღლობების ჯამი, გამოწვის ტემპერატურა და მადრობის კოეფიციენტი, გამოთვლილი შემდეგი ფორმულით

$$KH = \frac{CaO - 1,1 Al_2O_3 - 0,7 Fe_2O_3 - 1,18 P_2O_5 - 1,06 Mn_2O_3}{2,8 SiO_2} \quad (2)$$

მოცემულია მე-2 ცხრილში.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, გამოკვლეული იყო კაზმები როგორც ჭარბი, ისე დოლომიტის არასაკმარისი რაოდენობით, შესწავლილი იყო აგრეთვე მარგანეტის მადნის (90% MnO₂ შემცველობით) დანამატის და ერთი კაზმისათვის (ერთი შეფარდების) დაფქვის სიწმინდის გავლენა. ექსიკატორში შენახული ნიმუშებისაგან შერჩეული იყო სინჯები კლინკერის მექანიკური სიმტკიცის, მოცულობითი წონის, თავისუფალი კირის პროცენტის, წყალში შენახვის შედეგების და ორთქლით ჰიდრატაციის ინდექსის განსასაზღვრავად.

მოცულობითი წონის განსაზღვრა ხდებოდა ცილინდრების გაქყლებით ИМ-4-А სისტემის წნეხზე, თავისუფალი კირის % გლიცერატული მეთოდით [8], ხოლო ორთქლით ჰიდრატაციის ინდექსი № 100 საცერში გატარებული 5 გრ. ნიმუშს წონის შეცვლით წყლის ორთქლით მოქექელებისას 4 საათის განმავლობაში.

4. შედეგის განხილვა

როგორც ვხედავთ 2 და 3 ცხრილების შედეგებიდან, კლინკერებისადმი წარდგენილი მოთხოვნის ჩათვლით [1,7], ყველაზე მეტად მისაღებია წყალგამძლე დოლომიტის მოსამზადებლად 4:1—3:1 ინტერვალებში მყოფ კაზმები.

ეს ნარევები როგორც მადრობის კოეფიციენტი (0,8—1,0), ისე მღლობების ჯამით (4—5%) შეეფერება სტაბილუზაციის საუკეთესო პირობებს. კლინკერების აღწერა გვიჩვენებს, რომ ნარევებში 4,5:1 და 4:1 თავისუფალი კირის შემცველობა მკვეთრად ეცემა, ხოლო 3:1 შეფარდების დროს აღწევს 1,0%, რაც შეიძლება გამოწვის არასრულ რეაქციას მიეწეროს.

ჰიდრატაციის ინდექსი გვიჩვენებს მსგავს ცვალებადობას. ნიმუშების ნარევების № 11 და 12 წყალში შენახვა ამჟღავნებს უფრო დიდ მდგრადობას, მაგრამ ნაკლებს, ვიდრე ორთქლში ჰიდრატაციის დროს; მაგალითად, ნარევი 1 და 3 ხასიათდება წყალში შენახვის შედეგების ახლო მონაცემებით და მკვეთრად განსხვავდება ჰიდრატაციის ინდექსით.

მოცულობითი წონის მაჩვენებლები ნაწილობრივ შემცირებულია, რაც შეიძლება აიხსნას, ერთი მხრივ, ბზარების არსებობით და აგრეთვე შედარებით

¹ ქიმიური ანალიზი გაკეთებულია ლითონის ინსტიტუტის ანალიზურ ლაბორატორიაში, ლაბორატორიის გამგე-ქიმ. მეც. კანდ. ვ. ჯაფარიძე, ანალიტიკოსი—დ. გორგიშვილი.

² ფორმულაში შეტანილია კოეფიციენტი 1,06 სამკალციუმიანი მანგანატის შექმნის ანგარიშისათვის CaO-დან და Mn₂O₃-გან.



ნაწილის №	კლინკერის ზედაპირის აღწერა	ნიმუშების მქა- ნიკური სიმკვრი- ვი გამოწვის შემ- დედ (დროებით წინალობა შეკუმ- შვანზე კგ/სმ ³)	მოცულო- ბის წონა გრ/სმ ³	თვისუფალი კირის პრო- ცენტი (გლი- ცერატის მეთოდი)	წყალში 6 თვის უფ- ნის შედეგები 25 ± 5° დროს (მიწოდება %)	ორბი- ლის დონ- ციის ინ- დექსი %
1	კარგად შეცხოვრილი ნიმუშებია ვაგისფერია, მკვრივი, მკირე და დიდი ზაფხულის ბზარებით	350	2,89	3,42	3,34	2,3
2	ოვივე, შავი ფერის, გარკვეული დროის განმავლობაში შიგნი იფხვება	არა მაგარი	2,20	3,28	1,88	1,9
3	ოვივე, მოყვითლო-ნაცრისფერი, უფრო მეტად შიგნით ფხვნი- ვადია, 3 დრე № 1	—	—	20,44	3,86	6,7
4	ოვივე, შავი ფერის, მაგარი ტერქით, უფრო მეტად ფხვნივადია შიგნით	არა მაგარი	2,88	20,77	1,74	6,2
5	როგორც № 1, მოყვითლო-ყავისფერი, მაგრამ ნაკლები რაო- დენობის ბზარებით	330	2,80	4,09	3,33	2,2
6	" " " " " "	320	2,90	3,82	3,35	2,3
7	როგორც № 3, მაგრამ არაფხვნივადი, ცოტა ბზარებით	—	—	25,80	—	6,4
8	როგორც № 4	არა მაგარი	—	20,77	—	6,3
9	კარგად შეცხოვრილი, მკვრივი ნიმუშები, შიგნით თითქოს არის რამდენიმე არარეაგირებული წერტილით; ცალკეული ბზარებით	—	—	21,44	3,90	5,3
10		—	—	8,00	—	3,0
11	ძალიან კარგად შეცხოვრილი მკვრივი ნიმუშები, დარტყმის დროს წკრიალებს წერტილი ფერშეცვლილი წერტილებით, მიუბ- დავად 20% შემცირებისა. ჭორმა შეზარუნებულია	310	2,80	3,75	3,20	1,5
12		510	2,95	1,00	2,70	0,9

შენიშვნა, 1. წყალში და ჰერზე 6 თვის განმავლობაში უფუნის დროს ნიმუშები არ იშლება.
 2. დუღილის დროს ნიმუშები № 4 3 საათში დაიშალა.
 3. ნიმუშები ზედაპირიდან წვეთს არ ისვამენ, ტენილში ისვამენ მეტად თუ ნაკლებად ჰტარი.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის და მ. ბერიძის

შოკლე დაყოვნებით გამოწვის ტემპერატურის დროს. შესამჩნევია ტემპერატურის მცირე განსხვავების გავლენა მოცულობით წონაზე. გამოარკვევის შედეგები გვიჩვენებს, რომ დაფქვის სიწმინდე—მთლიანი გასულა საცერ № 30-ში და 9% ნარჩენი საცერზე—№ 70-ზე მთლიანად საკმარისია და უფრო წერილი დაფქვა არ არის საჭირო. 2%-ის მანგანუმის ჟანგის დამატებამ შესამჩნევი გავლენა არ მოახდინა ორთქლის ჰიდრატაციის ინდექსში, მაგრამ შესამჩნევი გავლენა მოახდინა წყალში შენახვის შედეგებზე.

ჩატარებულმა დაკვირვებებმა აღგვიძრა სურვილი ჩავეტარებინა კომპონენტთა ნარევის დამატებითი გამოწვა, მიახლოებითი შეფარდებით 3,5:1. მიღებული კლინკერის დახასიათებაჟ მოცემულია მე-4 ცხრილში. იქვე მოცემულია კლინკერის მინერალოგიური შედგენილობა, გამოთვლილი სისტემის $CaO-C_4AF-C_2S-C_3A_3$ [9] ფაზური წონასწორობის ძირითადი მონაცემებისაგან.

თანახმად ახალი ცნობებისა სისტემაზე $CaO-C_3A_3-C_2F-C_2S-MgO$ [10], შესაძლებელია, რომ გამოთვლილი C_2F შეეა მყარ ხსნარში ბრაუნმილერატთან შენაერთების 6 $CaO \cdot (Al_2O_3)_x (Fe_2O_3)_y$ სახით.

წარმოქმნილი შემადგენლობით უახლოვდება 6 $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2Fe_2O_3$. ამგვარად, მცირე მინარევების და შესაძლებელი არარეაგირებული თავისუფალი კალციუმის ჟანგის ჩაუთვლელად, კლინკერის შემადგენლობა იქნება: $MgO-38\%$; $C_3S-40\%$; $C_2S-14\%$; $C_4AF_2-8\%$.

ასეთი ვათვალისწინებაჟ მართლდება კლინკერზე დაკვირვებით, რომელიც, მიუხედავად უმცირესა რაოდენობის სტაბილიზატორებისა ($R_2O_3 + Mn_2O_3 = 0,17\%$), არ იშლება. როგორც მოსალოდნელი იყო, გამოთვლილი შემადგენლობის კლინკერის ფხვნილს აქვს შეკვრისა და გამაგრებისა უნარი.

ნახსენები შემადგენლობისგან ცეცხლგამძლე ცემენტის მიღების შესაძლებლობის დაზუსტება დიდ ინტერესს იწვევს.

ცხრილი 3

მ. კ.	გამოწვის ტემპერატურა	კლინკერების ქიმიური შედგენილობა %/0-ით								მთლიანობის აწმ	
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MnO	SO ₂	P ₂ O ₅		
0,89	1530	15,23	1,28	3,44	0,09	41,98	37,00	0,09	0,08	4,81	
თავისუფალი კირის განსაზღვრული %		1,9	ძალიან კარგად შეცხოვრილი მყარი ნიმუშები მოშავო-ყავისფერია. განაცერი საცერ № 100-ში კარგად შეიკვრება.								
მექანიკური სიმკვრე (კგ/სმ ²)		450	გამოთვლილი მინერალოგიური შედგენილობა:								
მოცულობითი წონა (გრ, სმ ³)		2,9	MgO—37,8%; C ₃ S—39,7%; C ₂ S—13,3%; C ₄ AF—								
ორთქლის ჰიდრატაციის ინდექსი (%)		1,4	6,1%; C ₂ F—2,4%.								

დასკვნები

1) ლაბორატორიულ გამოკვლევათა საფუძველზე დადგენილია შესაძლებლობა წყალმდგრადი დოლომიტის კლინკერის მიღებისა აბანოს რაიონის დოლომიტისა და სერპენტინისაგან.

2) მიღებული კლინკერების ფიზიკურ-ქიმიური დახასიათებანი ოპტიმუმს უახლოვდებიან კომპონენტების რაციონალური თანაფარდობისას (3,5:1);

3) კლინკერის მისაღებად ნახევრად საქარხნო გამოკვლევის ჩატარება მნიშვნელოვან ინტერესს წარმოადგენს საქ. სსრ-ში ფოძე სახის ცეცხლგამოღე მასალების დისამზადებლად აბანოს რაიონში არსებული ნედლეულის დაძუშავების ხელსაყრელი პირობების გამო.

სსსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 7.7.1948)

დასომხებად ლიტერატურა

1. Г. В. Куколев и Д. И. Кивин. Доломитовый кирпич в металлургии. Сталь, № 6, 1947.
2. А. И. Августини, К. С. Кутателадзе и Н. А. Какабадзе. Разработка шихтовки и основных этапов технологического процесса изготовления доломитового порошка из доломита Абаго для наварки пода мартеновских печей (рукопись), 1944.
3. Г. В. Куколев и Г. Э. Долгина. Изучение свойств трудноспекającychся доломитов месторождения Абаго. Огнеупоры, № 1, 1948.
4. Г. В. Куколев и И. Е. Дулавский. Процессы спекания высокоогнеупорных материалов, ч. I и II. Сб. работ Украинского н-и института огнеупоров и кислотоупоров, вып. 45, 1939 и вып. 47, 1941.
5. J. R. Rait and A. T. Green. A study of the reactions between dolomite and various minerals. The Iron and Steel Institute, Special report, N. 28, 1942.
6. М. Л. Роква и А. С. Ненсадзе. Отчет по доломиту. Фонды Груз. Геологич. Управления, 1941.
7. М. Л. Роква и Т. Г. Казахишвили. Отчет Целисской геолого-поисковой партии. Фонды Груз. Геологич. Управления, 1942.
8. Е. И. Нагерава. Определение свободной извести. „Химический контроль цементного производства“, Ленинград, 1939, стр. 106—110.
9. F. P. Hall and H. Insley. Phase diagrams for ceramist. Columbus, Ohio. 1947, p. 66—100.
10. M. A. Swayze. A report on studies of: 1) the ternary system $\text{CaO}-\text{Ca}_3\text{A}_2-\text{Ca}_2\text{F}$; 2) the quaternary system $\text{CaO}-\text{Ca}_3\text{A}_2-\text{Ca}_2\text{F}-\text{Ca}_2\text{S}$; 3) the quaternary system as modified by 5% MgO . American Journal of Science, vol. 244, N 1, N 2, 1946.

ბოტანიკა

მედიტა მკვთიმიწვილი

კახეთის ძილქვა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. სოსნოვსკიმ 29.6.1948)

1947 წლის გაზაფხულზე მეტყვევე კოზმოვის მითითების საფუძველზე ი. აბაშიძის მიერ გამოკვლეული იყო კახეთში სოფ. ბაბანაურთან ძელქვნარი, ტყე, რომლის ფართობი მისი მონაცემებით 300—400 ჰექტარს უდრის. კახეთის ძელქვა ცნობილი დასავლეთ საქართველოს ძელქვა—*Zelkova carpinifolia* (Pall.) Dipp.-საგან საკმაოდ განსხვავდება.

ი. აბაშიძე შეეცადა კახეთის ძელქვის სახეობის დადგენას. მან აიღო ოთხი ნიმუშის განაზომები და შეადარა ა. გროსჰეიმის მონაცემებს, როგორც *Z. carpinifolia*-ს, ისე ა. გროსჰეიმის სახეობა *Z. hircana*-ს, მაგრამ საბოლოოდ მან ვერ დაადგინა კახეთის ძელქვის სისტემატიკური რაობა და შემოხსენებულ ორ სახეობას შორის გარდაძვეალ ფორმად მიიჩნია.

ჩვენ მიერ იმავე 1947 წლის შემოდგომაზე კახეთში, იმავე ადგილებში, შეგროვილ იქნა ძელქვის მასალა.

აღებულ იქნა შვიდი ნიმუში, თითოეული ნიმუშიდან ვიღებდით ორმოცდაათ ბრაზიზმასტურ ფოთოლს და თითოეული ფოთლისათვის შექმდე ნიშნებს: ფოთლის ფორფიტის სიგრძე-სიგანე, ძარღვების რაოდენობა, დაკბილვის ხასიათი, ფოთლის ყუნწის სიგრძე, ფოთლის შებუსვა და ფოთლის ფორმა. ყოველი ნიმუშიდან აგრეთვე ავიღეთ 50 ცალი ნაყოფი, რომელთა სიგრძე-სიგანე იქნა გაზომილი (იხ. ცხრ.). ცხრილში შესადაარებლად ჩვენ მონაცემებთან ერთად მოგვყავს ა. გროსჰეიმის მონაცემებიც (მოგვყავს მხოლოდ ის ნიშნები, რომლებიც აღნიშნული აქვს ა. გროსჰეიმს).

ჩვენ მიერ გადასინჯული იყო ქ. ბაქოს ბოტანიკის ინსტიტუტში და ქ. ლენინგრადის ვ. კოპაროვის სახელობის ბოტანიკის ინსტიტუტში დაცული როგორც *Z. carpinifolia*, იც *Z. hircana*-ს საპერბარო მასალა. აღნიშნული საპერბარო მასალა, შეგროვილი ლენქორანსა, ყარაბაღსა და დასავლეთ საქართველოში, გარკვეულია ა. გროსჰეიმის მიერ. *Z. hircana* Grossh.-ს აუტენტეკურ მასალასთან და ჩვენ მიერ დასავლეთ საქართველოში შეგროვილი (ცხაკია, სამტრედია, ქუთაისი, ვარციხე, მაიაკოვსკი) მასალებთან კახეთის მასალის შედარების შემდეგ მივიღეთ იმ დასკვნამდე, რომ კახეთის ძელქვა იდენტურია *Z. hircana*-სი, რომელიც *Z. carpinifolia*-საგან განსხვავდება შემდეგი ნიშნებით: უფრო დიდი ზომის ფოთლით, ღრმა წვეტიანი დაკბილვით, მეტი რაოდენობის ძარღვებით, უფრო გრძელი ფოთლის ყუნწით, უფრო ტყა-

ვისებრი განიერ-ლანცეტა წაგრძელებული ფოთლებით და უფრო დიდი ზომის ნაყოფით.

კახეთის ძელქვა ჩენი განაზომების შედეგად და აგრეთვე ჰაბიტუსითაც სულ ისეთი ნიშნებით ხასიათდება, რითაც ა. გროსჰეიმის მიერ აღწერილი ლენქორანიდან *Zelkova hircana* Grossh.

№	მცენარის დასახელება	ფოთლის სიგრძე სმ-ით	ძარღვების რაოდენობა	ყუნწის სიგრძე მმ-ით
1	<i>Z. carpiniifolia</i> (Pall.) Dipp.	(1.5) 2-3.5(4.5)	(4)6-7 (9)	0.5 (1)
2	<i>Z. hircana</i> Grossh.	(3.5) 4-6 (7.5)	(6)7-9(12)	(1) 2 (3)
3	კახეთის ძელქვა № 1	(2.8)3 5-5.5 (6)	(6)7-8 (9)	(1) 1.5 (2-3)
4	" " № 2	(3.5) 4-6 (6.8)	7-9(11)	(1) 2-3 (4)
5	" " № 3	(2.5)3 5-4 (5)	6-8	(1) 2-3 (3.5)
6	" " № 4	(3)3 5-4.5(6.5)	(6)7-9(10)	(1) 2-3 (4.5)
7	" " № 5	(3)3.5-4 (4.6)	(8)9-11(12)	(1)1.5-2 (3)
8	" " № 6	(2.5)3.5-4 (4.5)	(6)7-9(10)	(1) 1.9 (2.5)
9	" " № 7	(2.5)3 1-5 (5.5)	(6)7-9(10)	(1) 2.5 (3)

ჩენი მიერ აღებული განაზომები რომ შევადარეთ ა. გროსჰეიმის მონაცემებს, ყველა ნიშანი ეთანხმება *Z. hircana*-ს ნიშნებს, მხოლოდ ზოგიერთ შემთხვევაში ფოთლის ზომა ცოტა ნაკლებია *Z. hircana*-ს ფოთლის ზომასთან შედარებით, მაგრამ ეს ნიშანი იმდენად მნიშვნელოვანი არ არის, რომ ყურადღების ღირსი იყოს; გეოგრაფიულადც სრულიად დასაშვებია, რომ კახეთის ძელქვა მიეკუთვნოს *Z. hircana*-ს, რადგან უფრო ახლოა ლენქორანთან, ვიდრე დასავლეთ საქართველოსთან, სადაც *Z. carpiniifolia* იზრდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის ბოტანიკური ბაღი

(რედაქციის მოუვიდა 29.6.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ი. აბაშიძე. ძელქვა კახეთში. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. III, № 1-2, 1947.
2. А. А. Гроссгейм. К систематике древесных пород Кавказа. Изв. Азерб. Филиала Акад. Наук СССР, № 5, 1947.

ზოოლოგია

რ. საბინაძე

APHANIPTERA-ს ორი ახალი სახეობა საქართველოდან

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ზაიცივამ 29.5.1948)

1. *Chaetopsylla kachetiana*, sp. n.

ახლო დგას *Ch. korobkovi* Till. et Kolp-სა და *Ch. rottschildi* Koh-თან. ♀ ♂ გენალურ გამონაზარდზე ძლიერი ჯაგარი არ არის. ფრონტალური მწკრივი შედგება 4—5 ჯაგარისაგან, ზოგიერთი მათგანი მსხვილია.

ულვაშების ღრმულის უკანა კიდეზე მამრებს 6 ბეწვი აქვთ, მდედრებს კი არ აქვთ. თხემის პირველ მწკრივში მდედრებსა და მამრებს 2 ჯაგარი აქვთ, ხოლო მეორე მწკრივში—3. მამრების ხორთუმი კოქსის სიგრძის 3/4-ს აღწევს, მდედრების კი თითქმის აღწევს კოქსის წვეროს.

მუცლის I—VI ტერგიტებზე საკმაოდ მსხვილი ჯაგრების კარგად განვითარებული მწკრივია; წინა მწკრივი უფრო სუსტი ჯაგრებისაგან შედგება; ამასთან II ტერგიტზე 5—6 ჯაგარია, ხოლო დანარჩენებზე მდედრებს 1—2 ჯაგარი აქვთ, ხოლო ასეთი ჯაგრები მამრების ზოგიერთ ტერგიტზე სულ არ არის. II ტერგიტზე სტიგმის ქვემოთ ერთი ჯაგარია, ხოლო III—VI ტერგიტებზე სტიგმების ქვემოთ ჯაგრები არ არის.

უკანა ბარძაყების გარეთა ზედაპირზე გვერდით მწკრივში 9—10 ჯაგარია, ხოლო შიგნითა ზედაპირზე—4—5. თათის IV ნაწევრის უგრძესი აბიკალური ჯაგარი თითქმის აღწევს V ნაწევრის შუამდე.

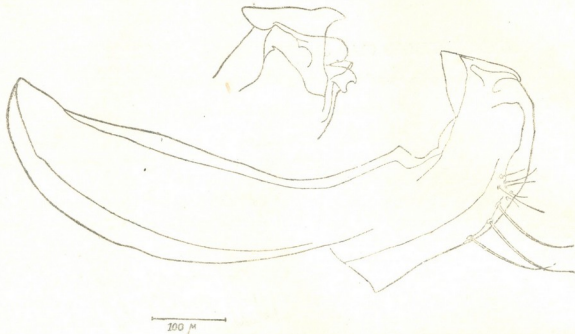


ნახ. 1. *Chaetopsylla kachetiana*, sp. n., ♂
სასქესო მარწუხი

მოდელი ფიციონების სეგმენტები

♂ (ნახ. 1). სასქესო მარწუხი მოყვანილობით წაავას *Ch. korobkovi*-ს მარწუხს, მაგრამ მოძრავი თითი მიმავრებულა მარწუხის ზემო-უკანა კუთხიდან

3/4 მანძილზე მანუბრიუმის ფუძეზე. მარწუხის სხეულის გარე ზედაპირზე მოძრავი თითის მიმაგრების წინ და ზევით ჯაგრები არ არის. მარწუხის სხეულის შიგნითა ზედაპირზე მოძრავი თითის შუა ნაწილიდან ჯაგრების ჯგუფი თითქმის აღწევს მარწუხის სხეულის უკანა კიდეს. მოძრავი თითი წვეროსკენ ოდ-



ნახ. 2. *Chastopsylla kachetiana*, sp. n. ♂. პენისის ქიტინიზებული ნაწილები (ვარიანტები) ნავ ფართოვდება. პენისის პარამერის გვერდითი ფრთები მომრგვალებული ნაკვეთების მოყვანილობისა (მაგრამ ისინი აშკარად ემჩნევა მხოლოდ ერთს). პენისის ფუტლარის ზედა კიდე მისი ფუქის ახლოს წარმოქმნის მართ კუთხეს, რაც *Ch. rotschildi*-საც ახასიათებს. პენისის ფუტლარი უფრო განიერია, ვიდრე *Ch. korobkovi*-სა და წინა კიდე ბლაგვი აქვს. IX სტერნიტი აღჭურვილია ჯაგრების ჯგუფით, რომელთაგან 4 ცოტად თუ ბევრად გან-



ნახ. 3. *Chaetopsylla kachetiana*, sp. n., ♀. მე-7 სტერნიტი, *receptaculum seminis* და *ductus bursae copulatricis*-ის ქიტინიზებული ნაწილი. ♀. (ნახ. 3) VII სტერნიტის აპიკალური კიდე სწორია (შვეული) და მცირე ვენტრალური ამონაკვეთი აქვს. თესლმიმღების ფორმა გამოსახულია ნახატზე. საკოპულაციო ჩან-

თის სადინარი საკმოდ მოკლეა, განიერი, ძლიერაა მოხრილი და სუსტადაა ქიტინიზებული.

მასალა (1 ♀, 2 ♂) მიღებულია გ. ენუქიძისაგან ლაგოდეხის ნაკრძალიდან, აღებულია კვერნაზე 19.V.46 წ.

2. *Amphipsylla georgica* sp. n.

ახლო დგას *A. dumalis* Jord. et Roth.-თან; განსხვავდება უფრო მეტად განვითარებული თვალით, დამოკლებული ხორთუმიტ, VIII სტერნიტზე ინტერსეგმენტული „ჩანგლის“ არსებობით და უკანა ბარძაყსა და წვივზე ჯაგრების ნაკლები რაოდენობით.

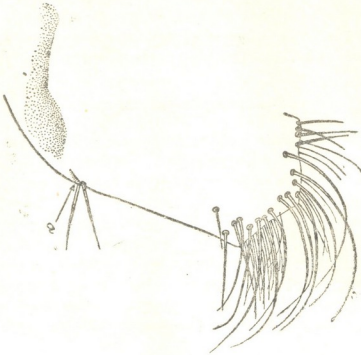
♀-ს შუბლის კბილაკი განვითარებულია. შუბლი შედარებით მაღალია. მამრის თხემის ღრმული სუსტია. თვალი შედარებით კარგადაა განვითარებული. შუბლის წინა მწკრივში 5—6 ჯაგარია, შუბლის უკანა მწკრივში ♀-ს 2—3 ჯაგარი აქვს, ხოლო ♂-ს ორი ჯაგრის გარდა კიდევ 1 ჯაგარი აქვს, რომელიც ამ ორ მწკრივს შორისაა მოთავსებული. თხემის პირველი რიგი ერთი ჯაგრისაგან შედგება, ხოლო მეორე—სამისაგან. მამრების უღვაშების პირველი



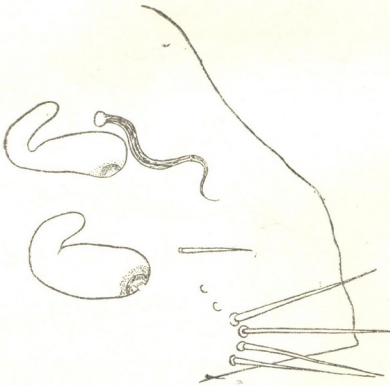
ნახ. 4. *Amphipsylla georgica*, sp. n., ♂. სასქესო მარწუხი და მე-9 სტერნიტი

ნაწევრის დორზალურ კიდევ გრძელი ჯაგრების კონა არ არის. მდედრების ხორთუმი წინა კოქსის სიგრძის $\frac{3}{4}$ -ს უდრის, მამრების ხორთუმი კი შესამჩნევად უფრო მოკლეა.

უკანა ბარძაყის გარე და შიგნითა ზედაპირზე მამრებს თითო ჯაგარი აქვთ, ხოლო მდედრებს—გარე ზედაპირზე 1—2, შიგნითა ზედაპირზე კი ერთი. უკანა წვივის გარე ზედაპირზე 8—10 ჯაგარია. მდედრების მეტეპიმერუმზე 7—8 ჯაგარია, III—VI ტერგიტებზე სტიგმის ქვევით—თითო.



ნახ. 5. *Amphipsylla georgica*, sp. n., ♂.
 მე-8 სტერნიტი; a—„ჩანგალი“



ნახ. 6. *Amphipsylla georgica*, sp. n., ♀. მე-7 სტერნიტი; *receptaculum seminis* (ვარიანტები) და *ductus bursae copulatricis*-ის კიტინიზებული ნაწილი.

მოდიფიცირებული სეგმენტები

♂ (ნახ. 4 და 5). მამრის VIII სტერნიტის ინტერსეგმენტური „ჩანგალი“ აქვს, ეს უკანასკნელი წვეროში 2 ჯაგრითაა აღქურვილი, სტერნიტის ვენტრალური კიდე ამოკვეთილი არ არის. IX სტერნიტის წვეროზე მსხვილი ქაცვისებრი ჯაგარია, რომელიც კაუქივითაა მოხრილი. ენდოპიდიტი მოყვანილობით წააგავს *A. dumalis*-ს; ქაცვი უკანა-ზემო კუთხის წვეროზე და, განსაკუთრებით, უკანა კიდის შუა ნაწილის ქვემოთ საგრძნობლად უფრო გრძელია, ვიდრე *A. dumalis*-ის ქაცვი.

♀. (ნახ. 6). საკობულაციო ჩანთის სადინარი გრძელია—*A. dumalis*-ის სადინარზე რამდენიმედ გრძელია.

მასალა შეგროვდა: 1 ♂ (ტიბი)—ბოზურში (გორის რაიონი), 1944 წლის ოქტომბერში, *Silvinius silvaticus*-ზე; 2 ♀—ყაზბეგში, 1946 წლის 18 აგვისტოს, *Cricetulus migratorius*-ზე.

თუმცა მამრი და მდედრი ნაპოვნია სხვადასხვა ადგილას და სხვადასხვა მასპინძელზე, ჩვენ მაინც ვფიქრობთ, რომ ისინი ერთსა და იმავე სახეობას ეკუთვნიან. ცხადია, საჭიროა ამის შემოწმება უფრო დიდ მასალაზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.5.1948)

ენათმეცნიერება

კონსტანტინე ჯიბითელი

თანხმოვანთა პალატალიზაციის შემთხვევები ურმის არამულ
დიალექტში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა გ. წერეთელმა 12.7.1948)

ურმის არამულ დიალექტში ძლიერია ტენდენცია ველარი ხშულების *g, k, q* და *l*-ს პალატალიზაციისა (აქედან განსაკუთრებით პრეველარი სა-
მეულისა: *g, k, q* (¹). აღნიშნულ ხშულთა პალატალიზაციის შემთხვევები საკმაოდ
ხშირია სხვა ახალ სემიტურ დიალექტებში: არაბულში ([1], გვ. 206; [2], გვ.
52; [3], გვ. 157—158; [4], გვ. 136). ამპარულში ([1], გვ. 113—114) და ტიგ-
რეში ([1], გვ. 207—208; [3], გვ. 120). *g*-ს პალატალიზაციითვე აიხსნება სა-
ერთო სემიტური *g*-დან *q*-ს მიღება არაბულში ([3], გვ. 135). ამდენად, მოცე-
ნულ ბგერათა პალატალიზაციის შემთხვევები სემიტურ ენათა განვითარების
ადრეულ საფეხურებზეც შეიმჩნევა.

თანხმოვანთა პალატალიზაცია ურმიულ დიალექტში პირველად აღნიშნა
ნელდეკემ ([5], გვ. 40). ცალკეულ თანხმოვანთა პალატალიზაცია მოცემულ დია-
ლექტში შემჩნეული აქვთ: რაიტს ([2], გვ. 51), კალაშევს [6], [7], ლოპატინსკის [8].

ურმის არამულ დიალექტში *g, k* და *q*-ს პალატალიზაცია იძლევა პალა-
ტალიზებულ ბგერათა სამეულს: *g', k', q'*-ს, რომლებიც *g, k* და *q*-სთან შედა-
რებით საგრძნობლად წინ წარმოითქმიან². ასე, მაგალ., *k'ümä* 'შავი': *g'ušiqi*,
ünä *χä nāšä k'ümä qamu kiljā* (მოიხედა და მის წინ შავი კაცი იდგა), *ik'a* 'სად':
ikä χišlä bāxtay? (სად წავიდა შენი ცოლი?), *k'ül* 'ყველა': *ähä himizmän šm-*
lun, k'ül *g'χiklun* (ეს სიტყვა რომ გაიგონეს, ყველამ გაიცინა), *k'älbä* 'ძალი':
k'älbä kribli, šurili nvāχä (ძალი გაბრაზდა და ყვეა დაიწყო), *däjk'a* 'ადგილი':
χuš ä *däjk'a dīyax!* (წადი შენ ადგილზე!), *düg'lä* 'სიტყუე': *ähä k'atını, ät düg'-*
lä tänit (მე ვიცი, სიტყუეს ამბობ), *g'ärmä* 'ფალი': *o sävä atχä pili, k'ül* *g'ärmu*
šmitle (ის მოხუცი ისე დაეცა, რომ ყველა ძვალი დაემტვრა), *g'ümlä* 'აქლემი':
sövdäg'är mütlvi qiti ä *g'ümlä, χišli bētu* (სოვდაგარმა ყუთები აქლემზე დადო
და შინ გაემგზავრა).

¹ აქ ხმარებული ტრანსკრიფციის შესახებ იხ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
მოამბე, ტ. 7, № 7, 1946, შენიშვნა 467-ე გვერდზე. პალატალიზაციას აღვნიშნავთ 'ით.

² დასავლეთ არამულის ერთადერთ ცოცხალ დიალექტში მა'ლულაშიც ჩვეულებრივია
k-ს პალატალიზაციით *k'*-ს მიღება. ამის შესახებ იხ. [3], გვ. 80. ბერგსტრესერს პალატალიზე-
ბული *k—k'* აღნიშნული აქვს *k'*-ით.

ჩვენს დიალექტში აწმყო-ზოგადის მაწარმოებელი $k\bar{}$ ნაწილაკი k' -ს სახეს ღებულობს. ეს k' მეღერის წინ g' არის, ხოლო მკვეთრის წინ k' . ასე, მაგალ.:

$k\bar{i}$ pāliχ > $k'pāliχ$ იუშობობს: bābij gū kolχoz $k'pāliχ$ (მამაჩემი კოლმეურ-ნობაში იუშობობს), $k'sātin$ < $k\bar{i}$ sātin ფსვამ (m): ānā χāmra rāba $k'sātin$ (მე ბევრ-ღვინოს ვსვამ), $g'damχāt$ < $k\bar{i}$ damχāt წვები (f): at rōba ḡaldi $g'damχāt$ (წენ-ადრე წვები ხოლმე), $g'bāslā$ < $k\bar{i}$ bāslā ჩარშავს (f): qā dījān brītiχ $g'bāslā$ $k'avit-rā$ (ჩვენთვის სადილს ჩემი ქალიშვილი აკეთებს ხოლმე), $k'qām$ < $k\bar{i}$ qām < $k\bar{i}$ qā'im დგება (m): aχūnā sūrā morišā ḡaldi $k'qām$, āzil gū mdiχtā (უმცროსი ძმა ადრე დგება, ქალაქში მიდის), $k'tār$ < $k\bar{i}$ tār მართავს (m): jāla $k'jātiv$ a arabānu, $k'tār$... (ბიჭი ჯდება თავის ურემზე, მართავს...).

g , k , k' -ს პალატალიზებულ სახეობებს ვხვდებით კალაშევის მიერ შედგენილ „Айсорско-русский и русско-айсорский словарь“-ში და მის მიერ ჩაწერილ და ტრანსკრიბირებულ ტექსტებში ([6], გვ.გვ. 263, 265, 273, 282, 296, 318, 319; [7], გვ.გვ. 66, 79 და სხვ.). კალაშევი პალატალიზაციას აღნიშნავს ასოზე მარცხნიდან მარჯვნივ ოდნავ დახრილი შტრიხით (—).

კალაშევიან გვხვდება აგრეთვე $č$ და n -ს პალატალიზაცია: $č'$, n' (ასე-მაგ. [6], გვ. 345; [7], გვ.გვ. 33, 35, 47).

k , g , n და $č$ -ს პალატალიზაციაზე ურმიულში მიუთითებს ლოპატინსკიც თავის შენიშვნებში კალაშევის ტექსტებზე ([8], გვ. 102—103). n -სა და $č$ -ს პალატალიზაციას ჩვენ ვერ ვამჩნევთ.

k , g და g' -ს პალატალიზაცია აღნიშნულ საფეხურზე ყოველთვის არ ჩერდება. ამ ბგერათა შემდგომი პალატალიზაცია ადვილად შესაძლებელია და მაშინ მიიღება ძველი არამეული დიალექტებისათვის საესებით უცხო ბგერები—აფრიკატები $č$, $č'$ და $č'$. ამგვარად მიღებულია:

1) $č$ k -საგან შემდეგ სიტყვებში:

čalbā 'ჩალო' ($k'albā$ -ს გვერდით):

čulī lēlī čalbān binvāχevā (მთელი ღამე ჩვენი ძალი ყფდა), čmā 'ჩამ-ღენი': čmā pišlūn ḡū ḡivāχ? (რამდენი დაგრჩა ჯიბეში?), birčā||birč'ā მუხლი: o jāla miškīnā piš, birčā—dā šmīχēlī (ის საწყალი ბიჭი დაეცა და მუხლიც გაიტეხა).

k -ს $č$ -დ წარმოთქმა შემჩნეული აქვს რაიტს ([2], გვ. 51), k > $č$ მაღლას დიალექტში მიუთითებს ბერგშტრესერი ([3], გვ. 80).

2) $č$ < g :

ḡūbīlī 'შეაგროვა', მოკრიფა (m): brūnu ḡūbīlī χābujšī, mušlī bēta (მისმა ვაჟმა ვაშლები მოკრიფა და შინ მოიტანა), ḡū 'ჴი': aχūnu qimlī, χīšlī ḡū mdiχtā (მისი ძმა ადგა და ქალაქში წავიდა), ḡūmlū (ḡ'ūmlā-ს გვერდით) აქლემი: sōvdāg'ār murimlī sandujqī, mūtīvlī āl ḡūmlā... (სოფლაგარმა აიღო ზან-ღუკები და აქლემზე მოათავსა...).

რაიტს შემჩნეული აქვს g -ს $č$ -დ წარმოთქმაც ([2], გვ. 51).

3) $č$ < k :

čqām < $k'qām$ დგება (m): bābij kūljum čqām, čāzil gū kānχor (მამაჩემი ყოველდღე დგება და კანტორაში მიდის), čqarqit < $k'qarqit$ ჩრავს (m): $k'albān$

sivli; adi čāitiv qam dārtā, čqarqč g'ārmī (ჩენი ძალი დაბერდა, ახლა ზის ხოლმე ეზოს წინ და ძღვებს ხრავს).

ქ > ჯ შეგვხვდა მხოლოდ ისეთ შემთხვევებში, როდესაც ქ k-საგანაა გამკვეთრებული მკვეთრის წინ და ყოველთვის kī ნაწილაკში. აქვე ონდა შეინიშნოს, რომ არ არის გამორიცხული მკვეთრის წინ ჯ-ს ჯ-დან მიღების შესაძლებლობა (ასიმილაციით), ე. ი. k > ჯ > ჯ და არა k > ქ > k' > ჯ. რამდენიმე სიტყვაში q და g-ს > ჯ და k > ჯ აღნიშნავს ბროკელმანი ([1], გვ. 208).

ამრიგად, ურმიელთა თანამედროვე მეტყველებაში ერთმანეთის გვერდით დასტურდება g, k და k-ს პალატალიზაციის ორივე საფეხური, სახელდობრ: g'-ც და ო-ც, k' და ო, k'-ც და ო-ც. ასე, მაგ.: k'atın||čatın ფიცო (m), k'qārm||čqārim იგებს (m), g'ārmā||čgārmā ძვალი.

პალატალიზებული g', k', და k'-ს გვერდით ო, ო და ო-ს არსებობა ერთსა და იმავე სიტყვაში მიუთითებს იმაზე, რომ ვეღარ თანხმოვანთა პალატალიზაცია შედარებით ახალი მოვლენა ან, ყოველ შემთხვევაში, იმაზე, რომ თანხმოვანთა პალატალიზაციის პროცესი ახლაც მიმდინარეობს. ეს პროცესი ალბათ ურმიული დიალექტის ერთ-ერთ კილოკავში დაიწყო, ხოლო შემდგომ მთელს დიალექტში გავრცელდა და ფეხი მოიკიდა.

პალატალი ფორმატების შემდგომი პალატალიზაციით უნდა იხსნას g-ს j-ში გადასვლა (g > ო > j) სიტყვებში lājba იმ მხარეს < lā gībā < l (nota dativi) + āhā ფს + gībā მხარე და lōjba იმ მხარეს, იქით < იგივე l + o (< aw) ის + gībā მხარე.

brūnij k'xādir lājba—lōjba (ჩემი ვაჟი აქეთ-იქით დასეირნობს), ānā lōjba pāzin, tā mīnij! (მე იმ მხარეს მბედივარ, წამოდი ჩემთან ერთად!), āv riqli lājba, lōjba, īnā hič lā gīzī (ის გაიქცა იქით, აქეთ, მაგრამ ვერაფერი დაინახა).

lājba, lōjba-ს გვერდით იშვიათად იხმარება lā gībā, lāhā gībā; lo gībā ([6], გვ. 315, 317).

q-ს პალატალიზაციის შემთხვევები არ მოიპოვება. ერთადერთი შემთხვევა q-ს ო-ში გადასვლის გვაქვს სიტყვაში māčjīn (māčjāntā) ფაზრდა (მცენარისა) (1, როგორც ეს ნელდევს შეუნიშნავს ([5], გვ. 40). ამოსავალი აქ māčjīn სიტყვაა, რომელიც ნაწარმოებია qīnā-დან იწვეანუ. ამ შემთხვევაში ივარაუდება q-ს გაქლერების სეფეხური (q > ო), რის შემდგომაც მოხდა g-ს პალატალიზაცია (შდრ. პალატალიზაციის შემთხვევები არაბულში [2], გვ. 52). აღნიშნული სიტყვები ერთისა და იმავე მნიშვნელობით კალაშევსაც აქვს დამოწმებული ([6], გვ. 318, 326).

ველარი l-ს პალატალიზაცია იძლევა რბილ, პალატალ l-ს: tla სამი, tūlunte სამიფე, მაგრამ tlič ოცდაათი (ნაწარმოებია tla სამი-დან და მრავლობით რიცხვს წარმოადგენს), tličjā მესამე (შდრ. [6], გვ. 372 და 378, სადაც ო—ველარი ბგერაა, l კი—პალატალი.

(1 ურმიულ დიალექტში გვხვდება სიტყვა māčjīn (māčjāntā) იმავე მნიშვნელობით. 33. „ზოამბე“, ტ. IX, № 8, 1948.

tālinā «ნოტიო», tālinūtā «სინესტე» (შდრ. tlinā «ნამი»). საინტერესოა, რომ კალაშევის ჩანაწერების მიხედვით პალატალი l j-ში გადადის ([6], გვ. 376), ე. ი. აქ ადგილი აქვს l-ს შემდგომ პალატალიზაციას (შდრ. ზ. აღ. გ>j).

პალატალიზაციას იწვევს, ჩვეულებრივ, პალატალი ბგერები j და i, იშვიათად პალატალიზებული ხმოვნები ä, ö, ü (ბროკელმანი შენიშნავს ანალოგიურ მოვლენას სირიის უდაბნოს ბედუნებთან ([1], გვ. 206), მაგალითად: (1) j-ის გამო პალატალიზაციაა: k'salja «ჩამოდის» (f), მაგრამ k'sālī «ჩამოდის» (m), k'talja «სძინავს» (f), მაგრამ k'tālī «სძინავს» (m), k'jāpā|čjāpā «მოხრა, მოლუნვა»; შდრ. აგრეთვე შემოადინიშნული tšj ოცდაათი, სადაც ä მომდევნო j-ის გავლენით უნდა იყოს მიღებული, ხოლო ä-ს წინ l>l^h; (2) i-ის გამო: kī «ნაწილაკი»>k ან č, მკვლევრების წინ g' ან č, მკვეთრების წინ k' ან č (იხ. შემოადინიშნული მაგალითები), čij<klij<kli «ფაჩერდის» k'itā|člitā «ფაჩერებული» (f); (3) ä. ö. ü-ს გამო: māg'lā «ნამგალი», g'ōrā «ქმარი», dūg'lā «სიცრუე», patāg'ā «ფეჭა», šaltā «ქვიდატანი», rākāvā «მხედარი», gū (წინდ.) «-შო, ჭაპი «ხელისგული» (pl.)<k'āpā ([5], გვ. 41) და სხვ.

თანხმოვანთა პალატალიზაცია ზოგჯერ პოზიციური ხასიათისაა. ეს ეხება განსაკუთრებით g და k-ს, რომლებიც სიტყვის თავში ადვილად განიცდიან პალატალიზაციას, როგორც ეს თავის დროზე შენიშნა ნელდეკემ ([9], გვ. 670), თუნდაც სიტყვის ხმოვნები უკანა რივისა ან შუა რივის ხმოვნები იყვნენ. მაგალ.: k'amur «გააგდო» (m), g'uš:qlā «მხეხდა» (f), k'amil «მჭიფე», k'āšur «ლარიზი, ლატაკი» და ზოგი სხვაც. საინტერესოა, რომ ასეთ შემთხვევებში კალაშევი ხშირად პალატალიზებული თანხმოვნის შემდეგ j-ს წერს, თუმცა, როგორც ეს ზევით დავინახეთ, მას სპეციალური ნიშნები აქვს პალატალიზებულ თანხმოვნებისათვის (k', r') ([6], გვ. 311 და სხვ.). კალაშევიან პალატალიზებულ თანხმოვნებს ხშირად ვხვდებით მაგარტემბრიანი სიტყვების დასაწყისში ([6], გვ. 260 და სხვ.) ასეთ შემთხვევებში თანხმოვანთა პალატალიზაციას წინარიგისეული ხმოვნების გავლენით ვერ ავხსნით, რადგან ასეთი ხმოვნები აქ არ გვაქვს. ამდენად, სიტყვის დასაწყისში g და k-ს ადვილად პალატალიზაციის ახსნა ჭირს.

მოცემულ დიალექტში არის შემთხვევები, როდესაც თანხმოვნის პალატალიზაცია სემანტიკურ ნიუანს ქმნის.

g'nivli «მოიპარა» (m) და gnivli «მოიტაცა» (m), bğ'ārid<bit g'ārid «მოგლეჯს» (m) და bğ'ārid<bit g'ārid «გამოფხეკს» (m). ნელდეკეს მოჰყავს ეს მაგალითები და ადარებს ერთმანეთს: g'rd «abstreifen» და grd «auskratzen», g'rp «ausg'eiten» და grp «fortraffen» ([5], გვ. 40). აღნიშნულ სიტყვებს ვხვდებით კალაშევის ლექსიკონშიც შემდეგი მნიშვნელობებით: g'irādtā² «ფახვეჭა», «ფახვა» ([6], გვ. 285) და g'irātā «მოფხეკა», «ფახვეჭა», ([6], გვ. 264), g'irāptā «მოფ-

(¹ ამ მოვლენაზე ჩვენ ვკვნიდა უკვე შემთხვევა შევჩერებულიყავით სადისერტაციო ნაშრომში: «ხმოვანთა ჰარმონიის საკითხისათვის ურმიის არამეფულ დიალექტში».

(² კალაშევის მიერ ხმარებულ ნიშანთა სტამბაში უქონლობის გამო, მის ტრანსკრიფციას ვცვლით ჩვენით.

ხეკა, გადაფხეკა, ფაწმენდა ([ნ], გვ. 264) და ḡrāptā ძრილი, სხლეტა ([ფ], გვ. 285).

თანხმოვანთა პალატალიზაცია ცოცხალი და ძლიერი მოვლენაა, რის გამოც იგი ზოგჯერ სინჰარმონიზმის ხელისშემწელებად, დეჰარმონიზაციის ერთ ერთ მიზეზად გვევლინება: t̄ašilj! დამმალე!, qat̄ilj! მომკალი!, k'saxšilj ფამოცი- და ხოლმე მას; ასე იყო აგრეთვე ზემოაღნიშნულ მაგალითებში: k'saljā ჩამო- დის* (f) და k'talja ძძინავს* (f) (იხ. 8 გვ.).

ზემოაღნიშნული გვაძლევს უფლებას დავასკვნათ:

1. თანხმოვანთა პალატალიზაცია არამეულის ერთ-ერთ ცოცხალ დიალექტში ფართოდ გავრცელებული მოვლენაა.

2. თანხმოვანთა პალატალიზაცია იძლევა არა მარტო იმავე ფონემების პალატალიზებულ სახესხვაობებს (g', k', k'), არამედ საეხებით ახალ ფონემებსაც: ḡ, ḥ, ḥ.

3. პალატალიზაცია განასხვავებს სიტყვათა სემანტიკას.

4. ვეღარი თანხმოვნების პალატალიზაცია, ფარინგალთა დაკარგვისთან და ემფატიკურ ბგერათა „გამარტივებასთან“¹¹ ერთად, მიუთითებს თანხმოვანთა არტიკულაციის წინ გადაწევის საერთო ტენდენციაზე არამეულში (resp. სემიტურში).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ნ. შარის სახ. ფინის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.7.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. C. Brockelmann. Grundriss des vergleichenden Grammatik der semitischen Sprachen, B. I, Berlin, 1908.
2. W. Wright. Lectures on the comparative grammar of the Semitic languages. Cambridge, 1890.
3. G. Bergsträsser. Einführung in d. Studium der semitischen Sprachen. München, 1928.
4. Г. В. Церетели. Характеристика языка среднеазиатских арабов. Труды II сессии ассоциации арабистов. Москва—Ленинград, 1941.
5. Th. Nöldeke. Grammatik der neusyrischen Sprache. Leipzig, 1868.
6. А. Калашев. Айсорско-русский и русско-айсорский словарь. СМОМПК, вып. XX, Тифлис, 1894.
7. А. Калашев. Айсорские тексты. СМОМПК, вып. XX, Тифлис, 1894.
8. Л. Лопатинский. Заметка к айсорским текстам. СМОМПК, вып. XX, Тифлис, 1894.
9. ჯ. წერეთელი. ზნოვანთა ჰარმონიის საკითხისათვის ურმიის არამეულ დიალექტში (ხელნაწერი).
10. Nöldeke-ს რეცენზია შრომაზე Die neu-aramäischen Dialekte von Urmia bis Mosul. Texte und Übersetzung herausgegeben von Dr. Al. Socin, ZDMG, Band 63.
11. კონსტანტინე წერეთელი. ურმიული სინჰარმონიზმის საფუძველი. სმმ, ტ. 7, № 9—10, 1946.

¹¹ ჩვენ უკვე გვქონდა შემთხვევა ეს ფაქტი აღგვიჩინა წერილში „ურმიული სინჰარმონიზმის საფუძველი“, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. 7, № 9—10, 1946.

საქელოლოგია

ი. რ. ციციშვილი

მცხეთის ანტიკური კრამიტის შესწავლისათვის¹

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ნ. ბერძენიშვილმა 10.9.1948)

ანტიკურ პერიოდში კრამიტის დამზადება კერამიკული წარმოების თაობაზე გავრცელებულ დარგს წარმოადგენდა. როგორც ცნობილია, საამშენებლო მასალის ამ სახეობას წარმატებით იყენებდნენ საბერძნეთსა და რომში და აგრეთვე შავი ზღვის ჩრდილო სანაპიროს ისეთ ახალშენებში, როგორც იყო ილია, ხერსონესი, პანტიკაპეა და სხვა. ანალოგიურ სურათს ვხვდებით ამავე პერიოდის საქართველოს ქალაქებშიც.

ანტიკურ მშენებლობაში კრამიტი წარმოადგენდა ძირითად საამშენებლო მასალას არა მარტო საცხოვრებელი სახლების და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებისათვის, არამედ ცხეთა ზღუდეებისათვისაც. ამით აიხსნება ის გარემოება, რომ, როგორც მცხეთის არქეოლოგიურ გათხრებში ყველა მონაწილეს ან დამთვლიერებელს კარგად მოეხსენება, უამრავი კრამიტი მოიპოვება (ბუნებრივია, ნატეხების სახით) უძველეს ნაქალაქართა კულტურულ ფენებში, სადაც იგი, კერამიკული ქურბლის ფრაგმენტებთან ერთად, ძირითად მასობრივ არქეოლოგიურ მასალას წარმოადგენს.

წინამდებარე ნარკვევისათვის ჩვენ გამოვიყენეთ სწორედ ეს საამშენებლო მასალა, ბაგინეთში დავროვილი, აგრეთვე ანალოგიური ნიმუშები არმაზისხევის კომპლექსიდან და სამთავროს სამაროვნიდან. სადაც კრამიტი გამოყენებულია არა მარტო მშენებლობაში, არამედ საპარხთა ასაგებ მასალადაც².

ბაგინეთში, როგორც აღვნიშნეთ, გვხვდება უამრავი კრამიტი ნაქალაქარის ნარწყულის ზედა ტერასებზე, ე. ი. საკუთრივ მოსახლობის რაიონში, ციხის ზღუდეებისა და შიდაციხის ნაგებობათა გასწვრივ.

აქ ისევე, როგორც მცხეთის რაიონის სხვა ზემოხსენებულ პუნქტებში, გვხვდება ორი სახის კრამიტი — ბრტყელი და ლარისებრი. ბრტყელი კრამიტი წარმოადგენს ტრაპეციის ფორმის მოზრდილ ფილას ზემოთ აზნექილი გრძელი

¹ ძირითადი მასალა შეკრებილია ჩვენ მიერ ბაგინეთში 1945—1947 წ. წ. საველე სამუშაოთა განმავლობაში (ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის ინსტიტუტის მცხეთის არქეოლოგიური ექსპედიცია, ზელმძღვანელი განსე. აკად. ს. ჯანაშია, ბაგინეთის რაზმის უკროსი ა. ალაქიძე).

² რაც შეეხება ჩვენ მიერ ვრცლად გამოყენებულ მასალას სამთავროს და არმაზისხევის კრამიტის შესახებ, ამ მხრივ დავალებული ვართ სათანადო რაზმის უკროსების — ალ. კალანდაძისა და გ. ლომთათიძისაგან, რომელთაც დიდ მადლობას მოვუხსენებთ. ბევრი რამ მოგვცა აგრეთვე განსე. მ. ივანიშვილის სამთავროს საველე ანგარიშებისა და დათვრების გაცნობამ.

კიდეებით. კრამიტთა ზომები ერთმანეთს უახლოვდება, მაგრამ მათ შორის მაინც ერთგვარი განსხვავებაა ამ მხრივ. უმეტესობის სიგრძე უდრის 51,8—53,5 სმ, სიგანე—37,0 და 45,0 სმ, კიდეების სიმაღლე—3,5—5,0 სმ, კრაპიტის სისქე—1,5—3,0 სმ. გვხვდება შედარებით უფრო მცირე კრამიტებიც: სიგრძე—41,0—48,0 სმ, სიგანე—33,0—34 და 40,0—42,5 სმ. ფ. ბაიერნი გვაძლევს სამთავროს კრამიტების ცოტაოდენ განსხვავებულ ზომებს: სიგრძე—60,0 სმ, სიგანე—34,0—38,0 სმ. [1].

კრამიტის ქვემო ნაწილში—ახნეკილი ზოლის გარეპირზე—ერთს ან ორივე მხარეს გაკეთებულია მცირე შვერილები, რომელთა საშუალებით მეზობელი, ერთიმეორის ქვემოთ მოთავსებული კრამიტები ემაგრება და ერთმანეთში ჯდება (ნახ. 1, A და B).

ამგვარად, სახურავი შედგებოდა პარალელურ რიგებად დაწყობილი ბრტყელი კრამიტების ფენილისაგან, ისე რომ ყოველი ზედა კრამიტი თავისი ბოლოთი ნაწილობრივ ფარავდა ქვედას და უზრუნველყოფდა ერთი კრამიტიდან მეორეზე წყლის ჩქერას. მაგრამ კრამიტთა გრძივი რიგების შეხების ადგილებში, ბუნებრივია, იქმნებოდა ნაკერები და, მათში წყლის გაჟონვის თავიდან ასაცილებლად, ეს უკანასკნელები სპეციალური ღარისებრი კრამიტით იყო გადახურული.

ღარისებრი კრამიტი წარმოადგენს წაკვეთილი ნახევარი კონუსის ფორმის საფარს და, როგორც ჩანს, ბერძნული „კალიპტერის“ (καλιπτέρη) დანიშნულებას ასრულებდა. მცხეთის ღარისებრი კრამიტი არსებითად განსხვავდება ბერძნულისა და ბოსფორული, წახნაგოვანი ზედაპირის მქონე კალიპტერებისაგან და თავისი ფორმით უახლოვდება 1932 წელს კამიშ-ბურუნის გათხრების დროს აღმოჩენილ ღარისებრ კრამიტებს ([2], გვ. 238, ნახ 68) და აგრეთვე თანამედროვე, სამხრეთის ქვეყნებში გავრცელებულსა და „თათრულის“ სახელწოდებით ცნობილ კრამიტებს.

ღარისებრი კრამიტის საშუალო ზომებია: სიგრძე—40,0—45,0 სმ, უმცირესი სიგანე—15,0 სმ, უდიდესი სიგანე—24,0—26,0 სმ., სიმაღლე—9,0—12,0 სმ, სისქე—1,5—2,5 სმ. კრამიტის გარე, ამოხნეკილ ზედაპირზე კიწრო ბოლოს მახლობლად დაძერწილია ცერისმაგვარი ქიმი, რომლის საშუალებითაც ზედა კრამიტი ემაგრებოდა ქვედას¹.

ამგვარად, ღარისებრი კრამიტებიც, ისევე, როგორც ბრტყელი, რამდენადმე ფარავდა ერთიმეორეს. როგორც ვხედავთ, სახურავი შედგენილი ყოფილა ამ ორი ტიპის კრამიტთა მონაცვლეობით (ნახ. 1 E).

ზემოგანხილულ ნიმუშებთან ერთად გვხვდება სხვაგვარი ბრტყელი კრამიტიც, რომელიც ზოგიერთი დეტალით განსხვავდება მათგან. ახნეკილ კიდეთა შვერილების ნაცვლად, ამ კრამიტის კიდეების ქვედა ნაწილი შეჭრილია და წარმოქმნილია მცირე ტღეები. ამგვარად კრამიტები უფრო მარტივად და წესწყრად ემაგრება ერთიმეორეს (ნახ. 1 D). კრამიტის ეს

¹ ჩვეულებრივ ქიმი ყალიბდება კრამიტთან ერთდროულად, რისთვისაც ყალიბში სათანადო ფოსო კეთდება. თუმცა აომახისხევი და ბოლო დროს ბაგინეთში ნაპოვნი ღარისებრი კრამიტების ფუძემდამორგვალებული ქიმები გვიჩვენებენ, რომ ეს ქიმები უმეტეს შემთხვევაში ცალკე მზადდებოდა და მათ შემდგომ ემაგრებდნენ კრამიტის ზურგზე (გამოწვამდე).

სახეობა გვევლინება როგორც წინასახეობის გაუმჯობესებული ნიმუში და უთუოდ რამდენადმე უფრო გვიანდელ ხანას მიეკუთვნება.

სამთავროში, ამათ გარდა, აღმოჩნდა ორი ახალი სახის ბრტყელი კრამიტი. მათ მოყვანილობას ახასიათებს მკვეთრად განმასხვავებელი თვისებანი, რომლებსაც ვერ ვხვდებით მცხეთის კრამიტთა ვერც ერთ ზემოაღნიშნულ ნიმუშში. ერთ მათგანს კიდევები ჩვეუდა მხარეს შვერილები უფრო თვდება, ხოლო მეორე მხარეს აქვს ლილივი, რომლის მკვეთრით სახეებით აღკვეთილია კრამიტების პირპირში წყლის გათონვას შესაძლებლობა. მეორე კრამიტს აქვს წაწვეტილებული ამ კრამიტების შედარება ჩვეულებრივ მცხეთურ ნიმუშებთან, მათ შორის საგრძნობი განსხვავებაა. თუ იმასაც დაეუმატებთ, რომ არსებითი განსხვავება კრამიტის გამოსაწვავად ხმარებულ თიხაშიც არის, ოაც ცხადყო თლილთა პეტროგრაფიულმა ანალიზმა, რომლის მიხედვითაც ამ ნიმუშების თიხაში მოიხილება ბიოტიტის ქერცილი, კვარცის მარცვლები, მინისებრი ლავის ნატეხები, პლაგიოკლასის მარცვლები და მცხეთის თიხისათვის უჩვეულო სხვა ელემენტები, მაშინ იკვალთ დასკვნამდე, რომ ეს ნიმუშები ადგილად შესაძლებელია არ წარმოადგენენ ადგილობრივი წარმოების პროდუქციას (1).

კრამიტი ჩვეულებრივ კარგად და თანაბრადაა გამოწვარი. იგი ლითონისებრ წკრიალა ხმას გამოსცემს და საუკეთესო მექანიკური თვისებებით ხასიათდება, სახელობრი, მისი დროებითი წინალობა კუმშვისადმი უდრის 480 კგ/სმ², დროებითი წინალობა ღუნვისადმი—73 კგ/სმ². თანახმად ამ მაჩვენებლებისა, ანტიკური დროის მცხეთის კრამიტი არაფრით ჩამოუვარდება თანამედროვე კრამიტის საუკეთესო ნიმუშებს ([3], გვ. 176), თუმცა აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ ის გარემოებაც, რომ მიწაში ფრიად დიდხანს ნადებ კრამიტს სინესტისა და ქიმიური ფაქტორების გავლენით შეიძლება შეეცვალოს მექანიკური თვისებები (იმიხდა მიხედვით, თუ რა პირობებშია) გაუმჯობესებისა თუ გაუარესების მიმართულებით.

ორივეგვარი კრამიტის ზედაპირი ჩვეულებრივ ანგობიანია, იგი დაფარულია მოწითალო-მურა ან მუქი წითელი საღებავით. საღებავი, როგორც ეტყობა, წასმულია მსხვილი ფუნჯით, რომლის კვალი ნათლად ჩანს კრამიტის ზედაპირზე.

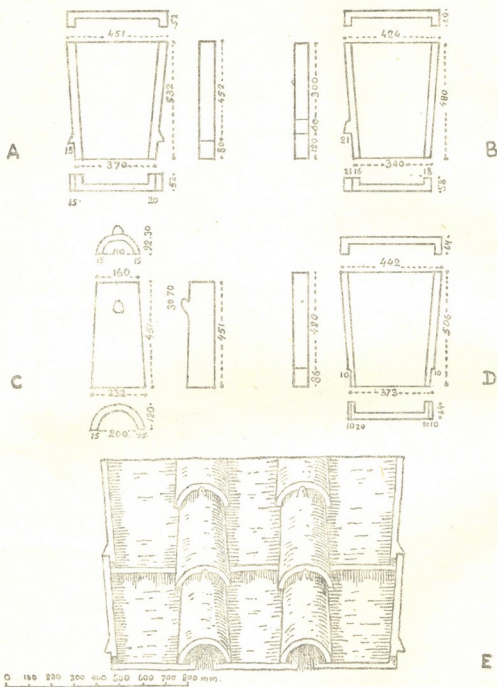
ამის გარდა, კრამიტის გარეპირი გულდასმით დამუშავებული და გლუვია, უკანა მხარისაგან განსხვავებით, რომელიც შედარებით მდარე ნახელავია, ხორკლიანი და ხის ყალიბის კვალი ემჩნევა.

კრამიტის ზედაპირის ამგვარი დამუშავება და შეღებვა, ცხადია, წარმოებდა როგორც ატმოსფერული ნალექების დამრღვევი მოქმედებისაგან მისი დაცვის მიზნით, ისევე სახურავისათვის სასაიამოვნო ელფერის, ცხოველხატულობის მისანიჭებლად.

ჩვენ ხ ლთ არა გვაქვს ნაგებობათა გადახურვის სისტემის განსაზღვრის ზუსტი მაჩვენებლები, რ ც შეეფება დამწვარი კოჭების ნაშთებს, ისიც ვერ გვაძლევს საამისოდ სრულ წარმოდგენას. ვარაუდობენ, რომ ერთ დროს კრამიტების ფენილი ეწყობოდა თიხატყეპილ ორკალთიან საფ-ძველზე, შემდგომ გადავიდნენ ნივინგ-კოჭების სისტემაზე. თუმცა აქაც ნივინგების შემთხვევაზე ეყობოდა, თიხის ფენა, რომელზედაც ლავებოდა საფენთან მკიდროდ დაკავშირებული კრამიტები ([2], გვ. 246).

(1) თლილთა პეტროგრაფიული ანალიზის წარმოებისათვის და საჭირო ცნობათა მოწოდებისათვის გუთლოვ. მიხეულოვიკურ მეცნ. კანდიდატს თ. ყახახაშვილს მადლობას მოვასწერებთ.

მცხეთის კრამიტებზე ვერ აღმოვაჩინეთ ლარტყებზე მათი დასამაგრებელი რაიმე მოწყობილობა (მაგალითად, სალურსმნე ხვრეტილები და სხვ.), რაც შემონახულია ბოსფორული კრამიტის ზოგ ნიმუშზე ([4], გვ. 129—130). ამიტომ უნდა ვფიქროთ, რომ ეს კრამიტები მოკიდე-



ბული ყოფილა სახურაებზე საკუთარი ჩნიშენელოვანი წონისა (დარისებრივი კრამიტის წონაა 4,1 კგ, ბრტყელის—10,4 ვგ.) და აკრეთვე რამდენადმე მეზობელ კრამიტთან შემაგრების წყალობით.

მცხეთის კრამიტი, მიუხედავად მისი მოჩვენებითი მსგავსებისა ბერძნულ და ბოსფორულ ნიმუშებთან, მაინც არსებითად განსხვავდება მათგან. იგი რამდენადმე უფრო მცირე ზომისაა

და ბოსფორის სწორკუთხოვანი კრამიტებისაგან განსხვავებით ქვემოთკენ თანდათან ვიწროვდება. ადვილად შესაძრწევია აგრეთვე განსხვავება სამაგრებში—შვერილების მოწყობილობასა და სხვა დეტალებში, სადაც თავს იჩენს სრულიად ახალი ნიშნები (1). დასასრულ უნდა ითქვას, რომ ადგილობრივი წარმოების კრამიტები განსხვავდება თიხის ფერთა და შედგენილობით, რაც ცხადყო კრამიტის ქიმიურმა ანალიზმა.

კრამიტი	SiO ₂	Al ₂ O ₃ +F ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	P ₂ O ₅	MnO	TiO ₂
ბოსფორის	89.90	6.78			1,02	0,16	0,11			
მცხეთის	51.75		11.86	5,75	16,17	2,97	0,65	0,18	0,15	0,36

ამასთანავე საჭიროა აღინიშნოს, რომ მცხეთის მასალებს შორის არ გვხვდება სპეციალური კურტნის კრამიტები, რომელთა მაკვირობის გავევა, როგორც ჩანს, დაკისრებული ჰქონია ჩვეულებრივ ლარისებრ კრამიტებს. რაც შეეხება ე. წ. ფონტალურ კრამიტებს, რომლებიც, ჩვეულებრივი კალიბტრებისაგან განსხვავებით, ბოლოვდებოდა სპეციალური ორნამენტირებული ფართი—ანტიფეისით, ნაგებობის დამაგვირგვინებელი ნაწილის შემკობის მიზნით, ასეთი ნიმუში (გლუვი, ორნამენტს მოკლებული ფართი) აღმოჩენილია არმაზისხევეში 1946 წლის გათხრების დროს.

გასაღები ძებნები	ბრტყელი კრამიტი	ღარიანი კრამიტი	ფილები და ჭურჭელი
ბაბინეთი	010X0Y T V0017YU II კაზკ-ტკა	ΔV0A0A"λA 0T 0-0T+20T0 TM Φ0010Y++/00?	- :
სამთავრო	WUWCA.A.A.T P0YU.Y.U.T+ 0U=0-000	00000.A.0.0.T.0 9000Y-0T.0.0 09000--000	0 0
არმაზისხევი.	00WUW V	A0YUW+YUW- 01WUW=00W 00 00YUW=000	-0AW W=0 W0V

განსაკუთრებით უნდა შევჩერდეთ მცხეთის კრამიტის ერთ დამაზისი ბუნებელ თვისებაზე. როგორც ბრტყელი, ისე ლარისებრი კრამიტების უმეტესობას სხვადასხვა სახისა და მოყვანილობის ნიშნები აქვს. ბრტყელ კრამიტებზე ეს ნიშანი გამოისახულია ქვემო ნაწილის შიდა ზედაპირზე, ლარისებრ კრამიტებზე კი ზურგზე, უშუალოდ ქიმის ფუძესთან და, როგორც დაკვირვებიდან ჩანს, რაღაც წვეტიანი საგნითაა ამოკაწრული ჯერ კიდევ კრამიტის გამოწვამდე, ნელდ თიხაზე. ასეთი ნიშნები დიდი რაოდენობითაა შეკრებილი როგორც ბაგინეთში, ისევე არმაზისხევისა და სამთავროში.

(1) შედარებისათვის მიუთითებთ ე. გაიდუკევიჩის ვრცელსა და შინარისიან შრომას ბოსფორული კრამიტის შესახებ [2], რომელიც შეიცავს მდიდარ აღწერილობითსა და დასურათებულ მასალს.

საჭიროა ამ ნიშნების სპეციალურად გამოკვლევა, რაც წინამდებარე ნარკვევის ფარგლებს სცილდება. ამიტომ მათ შესახებ მხოლოდ ზოგიერთ წინასწარ მოსაზრებას დაეჯერდებით.

პირველ ყოვლისა, ყურადღებას იქცევს ბაგინეთის სამთავროს და არმაზისხევის კრამიტებზე გამოსახული ნიშნების სრული მსგავსება. ეს გარემოება გვაფიქრებინებს, რომ ყველა ამ პუნქტს და, მასთანადავ, მთელ მცხეთას, ამ ტიპის ნაწარმით ერთი და იგივე სახელოსნოები ამარაგებდა.

ნიშნები არ შეიცავს არავითარ მითითებას, თუ ვის ეკუთვნოდა კრამიტი — ქალაქს, დამკვეთს თუ წარმოებელს (ბოსფორული კრამიტების ამოტივარული დალების უმეტესობა კი ამგვარ მითითებებს იძლევა ([2], გვ. 249—297 და [5], გვ. 63). როგორც ეტყობა, ისინი წარმოადგენენ მეყეცე-ხელოსნის „დამლას“, ხოლო ზოგჯერ ცალკეული კერამიკული სახელოსნოს ნიშანსაც.

ზოგიერთი ნიშანი საესებით ემთხვევა თიხის ჭურჭლის ყელსა და ყურზე და აგრეთვე სპეციალურ კერამიკულ ფილებზე გამოყვანილ ნიშანს. ასეთი დამთხვევა გვაფიქრებინებს, რომ კრამიტისა და კერამიკული ჭურჭლის წარმოება შესაძლებელია ყოველთვის არ ყოფილიყო დიფერენცირებული.

ნიშნების ნაირსახეობა ცხადყოფს კრამიტებს ადგილობრივ წარმოშობასაც, რადგან შემოზიდული რომ იყოს, ამ კრამიტებს უფრო ერთგვაროვანი და ალბათ უფრო კონკრეტული დაღები ექნებოდათ. მოსაზრებას, რომ ჩვენ წინაშე ადგილობრივ კერამიკულ სახელოსნოთა პროდუქციაა, ადასტურებს ჯერ არმაზისხევიდან და ბოლო დროს ბაგინეთშიაც აღმოჩენილი მრავალრიცხოვანი წუნდებული (გადამწვარი, დაბრეცილი) კრამიტებიც. თავისთავად ცხადია, რომ შორიდან ამგვარ, საფუძვლიანი დეფექტის მქონესა და წამხდარ, ნაწარმს არავინ შემოზიდავდა¹.

კრამიტის ადგილობრივი წარმოების საკითხი, რომელიც ჩვენში არავითარ ეჭვს არ იწვევდა, საესებით დასაბუთდა არმაზისხევიში 1941 წელს „ქვიშაქვს ფილაქნებისაგან ამოშენებული ქურის ნაშთებისა და მათ ირგვლივ განსაკუთრებით მრავალრიცხოვანი წუნდებული ნამტვრევების, წიდის და ნაცრიან-ნახშირიანი მიწის ფენის აღმოჩენის“ შემდეგ ([5], გვ. 94).

თვით ნიშნების მოხაზულობის შესახებ ჩვენ იმ თვალსაზრისზე ვდგავართ, რომ უმრავლესობა სქემატური ნიშნებისა (მაგალითად, ხაზი, ჯვარი, სამკაბი) წარმოადგენს უბრალო აღნიშვნას, ოსტატის ქდეს და არ შეიცავს რაიმე სხვა მნიშვნელობას. რაც შეეხება ფორმით უფრო რთულსა და გარკვეული მოხაზულობის მქონე ნიშნებს, რომლებიც იათქოს ბერძნულ, არამეულსა და ქართულ ასომთავრულ ასოებს მოგვაგონებენ, ისინი ალბათ იმეორებენ იმ დროისათვის უკვე ცნობილ ნიშნებს ან ასოებს და ამიტომ განსაკუთრებით საინტერესო მასალას წარმოადგენენ ქართული დამწერლობის წარმოშობისა და ჩამოყალიბების შესწავლისათვის.

¹ კრამიტის ადგილობრივი წარმოება საესებით შესაძლებელია, მით უმეტეს, რომ ხსენებულ რაიონს აქვს ყველა საჭირო მინარევი კერამიკული საკმის განვითარებისათვის. საკმარისია მოვიგონოთ, რომ დღესაც მცხეთაში, ძველში და ქსანში ფართოდ არის განვითარებული კრამიტის, აფურისა და კერამიკული ჭურჭლის წარმოება.

ახლა გადავიდეთ მცხეთის კრამიტების დათარიღებაზე.

ოლიმპიის გათხრების შედეგად შეიქნა ცნობილი, რომ საბერძნეთში თიხის კრამიტები გავრცელებული ყოფილა ჯერ კიდევ VII საუკუნეში ძვ. წ. სახურავი კრამიტების წარმოების აყვავების ხანა სინოპში, პონტოს ჰერაკლეაში და ბოსფორის სამეფოში ძვ. წ. IV—III საუკუნეებს მიეკუთვნება ([2], გვ. 266 და [6], გვ. 168).

რაც შეეხება საქართველოს, აქ ზედმეტი არ იქნება მოვიგონოთ სტრაბონის ცნობა, რომ „იბერია მტკწილად მშვენივრადაა დასახლებული მოფენილი ქალაქებითა და დაბებით, ისე რომ აქ გვხვდება კრამიტის სახურავებიც და ხუროთმოძღვრული ხელოვნების წესების თანახმად აშენებული ბინები, ასევე ქულები და სხვა საზოგადოებრივი შენობები“ ([7], გვ. 510).

სტრაბონის ცნობაში აღნიშნულა იბერიაში ხუროთმოძღვრების განვითარება და კრამიტის სახურავების არსებობა ჯერ კიდევ ძვ. წ. I საუკუნეში. რადგან ეს ცნობა, აკად. ივ. ჯავახიშვილის მართებული შენიშვნის თანახმად, „გვიბატავს საქართველოს კულტურული ვითარების სურათს, ოღონდ კაცასიაზე რომის პროტექტორატის განმტკიცების წინა პერიოდში, ვინაიდან რომის გავლენის გამგადასულობა სახელოვანი გეოგრაფის დროისათვის განიზომებოდა სულ ორი-სამი ათეული წლით, დაწყებული იბერიაში პომპეუსის ძღვევამოსილი ლაშქრობიდან, რომელსაც ადგილი ჰქონდა 65 წ. ქ. წ., საესებით ცხადია, რომ დროის ასეთ მკირე მონაკვეთში რომის კულტურულ გავლენას არ შექლო რაიმეში თავი იჩინა“ ([8], გვ. 24).

მცხეთის კრამიტების უმეტესობა დაკავშირებულია რომაული დროის ნაგებობებთან. ბაგინეთში (არმაზციხეში) ამ დროს ვაცხოველებული ძმენებლობა წარმოებს ნარწყულის ზედა ტერასებზე, სადაც შიდაციხის გარშემორბადილი მოსახლობა ვითარდება (თუკვა, როგორც ვახსენეთ, საკმაო რაოდენობით ახლავს კრამიტი შიდაციხის ზღუდეებსაც და სხვა შედარებით აღრინდელ ნაგებობებს).

არმაზისხევეში, აბანოსა და მის მოსაზღვრე ნაგებობათა ირგვლივაც მრავლადაა აღმოჩენილი კრამიტი, რომელიც გამოყენებული ყოფილა, როგორც შემოასენებულ ან წ. I—II საუკუნეთა ნაგებობათა სახურავი მასალა, აბანოს ცხელი ჰაერის სამოქრო არხების გასამართავად და აგრეთვე კანალიზაციის მოსაწყობად ([5], გვ. 85 და [9], გვ. 333).

დაახლოებით ამავე პერიოდს ეკუთვნის საესებით ანალოგიური კრამიტები, აღმოჩენილი მ. ივანიშვილს მიერ 1938 წ. სოფ. ბორში წარმოებული გათხრის დროს და აგრეთვე კრამიტები, ბაგინეთის ზღუდეთა მსგავსი ძველი კედლის საფუძველთან, რომელსაც თავი იჩინა გორის ციხის ფერდობზე მიწის ჩამოხვევაზე მდებარე ([5], გვ. 89).

დაასრულ. დათარიღებისათვის შეიძლება იყოს გამოყენებული კრამიტებით აგებული სამარხები, ამ უქანასკნელებში მოპოვებული ნივთების კომპლექსათა მიხედვით.

ააქასოდ ჩვენ გამოყენებთ სამთაგროს სამარხთა ორ ტიპს, რომელნიც კრამიტებს შეიცავენ. პირველი სახეა კრამიტ-ყუთები, რომლებიც საკმაოდ ხშირად გვხვდება ამ სამარხოვანზე. ესაა კრამიტებისაგან შედგენილი სხვადა-



სხვა ფორმის ყუთები (სრულიად მარტივიდან და რთულ, 50 და მეტ კრამიტისაგან შემდგარ ნაგებობამდე, რომლებიც ბრტყელისა და ღარისებრი კრამიტების გონებამახვილ კომბინაციას წარმოადგენენ). ეს სამარხები ძირითადად ახ. წ. I—III საუკუნ. ეკუთვნის და ნაგებობათა კრამიტების ზემოაღნიშნულ დათარიღებას ადასტურებს.

მეორე ტიპია ე. წ. ქვევრსამარხები, წარმოდგენილი მოზრდილი, გვერდზე დაწვენილი ქვევრებით, რომელთაც პირზე აფარებული აქვთ ბრტყელი კრამიტი. აღნიშნული ქვევრსამარხები მიეკუთვნება ძვ. წ. II—I საუკ. და მოწმობს მცხეთაში კრამიტის წარმოებას ჯერ კიდევ ჩვენ წელთაღრიცხვამდე. მაგრამ ისიც უნდა გავითვალისწინოთ, რომ საამშენებლო კრამიტის წარმოშობის დრო არ შეიძლება შევარდნოთ სამარხების ასაგებად მათი გამოყენების დროს. ცხადია, სამარხებში ხდებოდა კრამიტების მეორადი გამოყენება და ბევრად უფრო გვიან, ვიდრე საკუთრივ იმ ნაგებობებში, რომლებისთვისაც მზადდებოდა ეს საამშენებლო მასალა.

ამგვარად, მივდივართ იმ დასკვნამდე, რომ მცხეთაში კრამიტის გამოყენების ყველაზე ინტენსიური პერიოდია გვიან ანტიკური ხანა, ე. ი. ახ. წ. I—III საუკუნეები.

ამ მასალის წარმოების ტრადიციის დასაბამი კი ეკუთვნის ძვ. წ. II საუკუნეს და შესაძლებელია ძვ. წ. III საუკუნესაც უახლოვდებოდეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აკად. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10.9.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Исследование древних гробниц близ д. Мцхета, проишведенное г. Байерном летом 1871 года. Газета „Кавказ“, № 7—8, 1872.
2. В. Ф. Гайдукевич. Строительные керамические материалы Боспора. Известия ГАИМК, вып. 104, 1934.
3. Технология керамических изделий, под редакцией П. П. Будникова. Москва, 1946.
4. Е. М. Придик. Инвентарный каталог клеей на амфорных ручках и горышках и на черепицах эрмитажного собрания. Петроград, 1917.
5. გ. გობეჯიშვილი და გ. ლომთათიძე არმაზისხევის ძეგლთა საერთო მიმოხილვა. ხელნაწილი, 1946.
6. Р. Б. Ахмеров. Клейменные черепицы древнегреческого Херсонеса. В. Д. И. № 1, 1948
7. Страбон. География (перевод Ф. Г. Мишенка), Москва, 1879.
8. И. А. Джавахишвили. Термины искусств. Христианск.-й Восток, т. III, в. I, 1914.
9. ა. კალანდაძე. არმაზის არქეოლოგიური ექსპედიციის წინასწარი ანგარიში. ენიშეს, თბილისი, II (3), 1937.

პასუხისმგებელი რედაქტორის მთადგილე პროფ. დ. დოლიძე

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ტკამბა, აკ. წერეთლის ქ., № 7
Типография Академии наук Грузинской ССР, ул. А. Церетели, 7

ხელმოწერილია უკ. ფორმა 9.1.49
Подписано к печати 9.1.49
ანაწყობის ზომა 7×11
Размер набора 7×11
შვ. № 623
Зак. № 623

უფ 01301
ՄԾ 01301

საბეჭდ ფორმათა რაოდ. 4
Печатных листов 4
სავეტორო ფორმათა რაოდ. 5 ფორმა
Авторских листов 5

ტირაჟი 1500
Тираж 1500



დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა—ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის-ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საესებოთ გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არაფითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეტლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩანსული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნავს სათანადო ნებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიხის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მითავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლიძის ქ., 8.