

1951/2



524/2

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ე მ გ ე

გომი XII, № 1

41

ბიბლიოთეკის, ჟურნალის გამომცემი

1951

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა

თბილისი

**შ ი ნ ა პ რ ს ი**

**მათემატიკა**

1. დ. ზარაზოვი. მიმდევრობითი მიახლოების შეთოდის გამოყენება ზოგიერთი ფუნქციონალური განტოლების ამოსახსნელად . . . . . 3

**ფიზიკა**

2. ნ. კალაბუხოვი და ვ. მუშლაძე. ელექტრონების ნაკადით ბომბარდირების შედეგად KCl-ის კრისტალურ ბუნელი დენების ცვალებადობა . . . . . 11

**ბიოქიმია**

3. პ. ქოშეთიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ფოსფორის ნაერთთა განაწილების ცვლილება ტვინის ქსოვილის ექსტრაქტებში აცეტილქოლინის სინთეზის დროს . . . . . 17

**მინერალოგია**

4. თ. ივანიცკი. ზოგიერთი სფალერიტის სპექტრალური დახასიათების შესახებ . . . . . 25

**ტექნიკა**

5. გ. მუხაძე. რკინაბეტონის ღუნვაზე მომუშავე ელემენტების ანგარიშისათვის დაბალი (50-110) მარკის ბეტონის დროს . . . . . 33

**ენერგეტიკა**

6. გ. სვანიძე. დერეფაციული ჰიდროელექტროსადგურის ოპტიმალური პარამეტრების დადგენის მეთოდიკა . . . . . 39

**ნიადაგმცოდნეობა**

7. ი. ბარათაშვილი. ვაზის ქლოროზის საკითხისათვის მარნეულისა და ბოლნისის რაიონებში . . . . . 47

**ფსიქოლოგია**

8. ი. ბეღალავა. ნეგატიური და პოზიტიური ხატი . . . . . 53

**არქეოლოგია**

9. ტ. ჩუბინიშვილი. მიცვალებულის კვებზე დასაფლავება სამთავროში . . . . . 61

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მ ო ე მ ბ ე

ტომი XII

ძიებითადი, ქართული მამოთხევა

1951

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ბიბლიოთეკა

თბილისი



4944

სარედაქციო კოლეგია

რ. აგლაძე, ნ. ბერძენიშვილი, ნ. კეცხოველი, ნ. მუსხელიშვილი  
(პასუხისმგებელი რედაქტორი), ა. ნათიშვილი, ა. შანიძე (პასუხის-  
მგებელი რედაქტორის მოადგილე), ს. ქილაია (პასუხისმგებელი  
რედაქტორის მოადგილე).

მათემატიკა

დ. სარაჯოვი

მიმდებრობითი მიახლოების მეთოდის გამოყენება ზოგიერთი ფუნქციონალური განტოლების ამოხსენებად

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეჯუამ 12.10.1950)

1. განვიხილოთ  $B$  ტიპის სივრცე  $X$ . ვთქვათ, მასში განსაზღვრულია ისეთ წრფივ ოპერატორთა მიმდევრობა  $H_0, H_1, \dots, H_k, \dots$ , რომელთაც  $X$  სივრცე გადაჰყავთ თავისთავში და მწკრივის<sup>1)</sup>

$$\sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k \|H_k\| \tag{1}$$

კრებადობის რადიუსი  $\rho \neq 0$  (კერძოდ კრებადობის რადიუსი შეიძლება უსასრულოც იქნეს).

შევისწავლოთ ახლა შემდეგი სახის ფუნქციონალური განტოლება

$$x = \sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k H_k x + y, \tag{2}$$

სადაც  $x$  და  $y$  აღნიშნავს  $X$  სივრცის ელემენტებს, ხოლო  $\lambda$  კომპლექსური პარამეტრია. (1) მწკრივის კრებადობა, როდესაც  $|\lambda| < \rho$ , უზრუნველყოფს ასეთი  $\lambda$ -თვის (2) ტოლობის მარჯვნივ მონაწილე მწკრივის ნორმით კრებადობას  $X$  სივრცეში.

ვთქვათ,  $r_0$  არის განტოლების

$$P(r) \equiv \sum_{k=0}^{\infty} r^k \|H_k\| - I = 0$$

დადებითი ფესვი ((3) განტოლებას მხოლოდ ერთი დადებითი ფესვი შეიძლება ექნეს), თუ ეს უკანასკნელი მოთავსებულია შუალედში  $(0, \rho)$ , წინააღმდეგ შემთხვევაში, ვთქვათ,  $r_0 = \rho$ .

თეორემა 1. თუ  $\|H_0\| < I$ , მაშინ როგორც არ უნდა იყოს  $\lambda$ , რომელიც აკმაყოფილებს პირობას  $|\lambda| < r_0$ , (2) განტოლებას ნებისმიერი მარჯვენა მხარისათვის  $y \in X$  აქვს ერთადერთი ამოხსნა  $x \in X$ , რომელიც წარმოადგენს ზღვარს (ნორმით კრებადობის აზრით) შემდეგი სახის მიმდევრობითი მიახლოებისა:

<sup>1)</sup>  $\|H_k\|$  აღნიშნავს, როგორც ჩვეულებრივ,  $H_k$  ოპერატორის ნორმას.

$$x_n = \sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k H_k x_{n-1} + y \quad (n=1, 2, \dots),$$

სადაც  $x_0$  ნებისმიერი ელემენტია  $X$  სივრცისა.

ეს დებულება მარტივი შედეგია ბანახის ერთი ცნობილი თეორემისა (იხ. [1] ან [2]).

მათლაც, თეორემის პირობის ძალით,  $P(0) < 0$ , ამიტომ ყოველი  $\lambda$ -თვის, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას  $|\lambda| < r_0$ ,  $P(|\lambda|) < 0$ .

თუ შემოვიღებთ აღნიშვნას

$$H_\lambda \equiv \sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k H_k,$$

წინა უტოლობის ძალით მივიღებთ, რომ ყოველი  $\lambda$ -თვის, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას  $|\lambda| < r_0$ ,  $\|H_\lambda\| < 1$ , აქედან ზემოაღნიშნული ბანახის თეორემის ძალით გამომდინარეობს დებულების სამართლიანობა.

2. გამოვიყენოთ მიღებული შედეგები ერთი სპეციალური კლასის ინტეგრალური განტოლებების შემთხვევაში.

ვთქვათ,  $T$  რაიმე შემოსაზღვრული ზომადი არე  $n$  განზომილებიან სივრცეში.  $T$  არის წერტილის ფუნქციის  $\varphi(x_1, x_2, \dots, x_n)$  შემოკლებით აღვნიშნავთ  $\varphi(x)$ -ით.  $T^2$ -ით აღვნიშნოთ  $2n$  განზომილებიანი სივრცის ისეთი არე, რომ წერტილი  $(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_n)$  მიეკუთვნება  $T^2$ -ს მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა  $(x_1, x_2, \dots, x_n) \in T$  და  $(y_1, y_2, \dots, y_n) \in T$ .

$T^2$  არის წერტილის ფუნქციის  $f(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_n)$  შემოკლებით აღვნიშნავთ  $f(x, y)$ -ით.  $f$ -ით შემდგომ აღვნიშნავთ  $n$ -ჯერად ინტეგრალს,

$T$  არეზე გავრცელებულს.

განვიხილოთ  $T^2$  არეზე განსაზღვრული კვადრატით ჯამებად ფუნქციათა მიმდევრობა  $\{H_k(x, y)\}$ , რომელიც აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

1) მწკრივი

$$\sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k \left\{ \iint_{T^2} H_k^2(x, y) dx dy \right\}^{1/2} \quad (4)$$

კრებადია რაიმე  $|\lambda| < \rho$  წრეში; 2) ყოველი  $T$ -ში განსაზღვრული  $\varphi(x)$  კვადრატით ჯამებადი ფუნქციისათვის, რომელიც ნორმირებულია პირობით  $\int_T \varphi^2(x) dx = 1$ ,

$$\left| \iint_{T^2} H_0(x, y) \varphi(x) \varphi(y) dx dy \right| < 1. \quad (5)$$

ადვილია შევჩვენოთ, რომ (4) მწკრივის კრებადობა უზრუნველყოფს ყოველი  $\lambda$ -თვის, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას  $|\lambda| < \rho$ , ფუნქციათა მიმდევრობის

$$G_m(x, y; \lambda) = \sum_{k=0}^m \lambda^k H_k(x, y)$$

საშუალო კრებადობას  $T^2$  არეში ამავე არეში კვადრატით ჯამებად გარკვეულ  $G(x, y; \lambda)$  ფუნქციისაკენ.

შევისწავლოთ ახლა შემდეგი სახის ინტეგრალური განტოლება

$$u(x) = \int_T G(x, y; \lambda) u(y) dy + f(x), \quad (6)$$

სადაც  $f(x)$  გარკვეული კვადრატით ჯამებადი ფუნქციაა  $T$ -ში. განსახილავ შემთხვევაში  $X$  სივრცის როლს ასრულებს  $T$ -ზე განსაზღვრული კვადრატით ჯამებად ფუნქციათა სივრცე.

თუ 
$$H_k u = \int_T H_k(x, y) u(y) dy \quad (k=0, 1, \dots)$$

და ვიგულისხმებთ, რომ  $H_k(x, y)$  ფუნქციები სიმეტრიულია<sup>(1)</sup>  $x$  და  $y$ -ის მიმართ, მაშინ ადვილად აღარწმუნდებით, რომ  $H_k$  ოპერატორის ნორმა აკმაყოფილებს დამოკიდებულებას

$$\|H_k\| = \frac{1}{|\mu_k|} \quad (k=0, 1, \dots),$$

სადაც  $\mu_k$  აბსოლუტური სიდიდით უმცირესი საკუთარი მნიშვნელობაა  $H_k(x, y)$  გულისა. მაშინ, ბესელის უტოლობის ძალით,

$$\frac{1}{|\mu_k|} \cong \left\{ \iint_T H_k^2(x, y) dx dy \right\}^{\frac{1}{2}},$$

საიდანაც, თუ გავითვალისწინებთ (4) მწკრივის კრებადობას, მივიღებთ, რომ  $|\lambda| < \rho$  წრეში კრებადია მწკრივი

$$\sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k \frac{1}{|\mu_k|}.$$

(5) ძალით გვექნება  $\|H_0\| = \frac{1}{|\mu_0|} < 1$ . ვთქვათ,  $r_0$  არის განტოლების

$$\sum_{k=0}^{\infty} r^k \frac{1}{|\mu_k|} - 1 = 0 \quad (7)$$

დადებითი ფესვი ((7) განტოლებას მხოლოდ ერთი დადებითი ფესვი შეიძლება ექნეს), თუ ეს უკანასკნელი მოთავსებულია  $(\rho, \rho)$  შუალედში, წინააღმდეგ შემთხვევაში, ვთქვათ,  $r_0 = \rho$ . მაშინ, როგორც კერძო შემთხვევა თეორემა 1-ისა, მიიღება

<sup>(1)</sup> ანალოგიურად შეიძლება განვიხილოთ არასიმეტრიულ ფუნქციათა შემთხვევაშიც, მაშინ

(იხ. მაგ., [2]) გვექნება  $\|H_k\| = \sqrt{\frac{1}{|\Delta_k|}}$ , სადაც  $\Delta_k$  აბსოლუტური მნიშვნელობით უმცირესი საკუთარი მნიშვნელობაა სიმეტრიული გულისა

$$\overline{H_k}(x, y) = H_k(x, y) + H_k(y, x) - \int_T H_k(x, z) H_k(z, x) du,$$

ანალოგ ან შემთხვევაში საჭირო იქნება სათანადოდ შეცვდილობთ (4) და (5) პირობები.

თეორემა 2. თუ  $H_k(x, y)$  ( $k=0, 1, \dots$ ) სიმეტრიული ფუნქციებია  $x$  და  $y$ -ის მიმართ, (4) მწკრივი კრებადია რაიმე  $|\lambda| < \rho$  წრეში და შესრულებულია (5) პირობა, მაშინ ყველა  $\lambda$ -თვის, რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობას  $|\lambda| < r_0$ , (6) ინტეგრალურ განტოლებას აქვს ერთადერთი ამოხსნა, რომელიც წარმოადგენს ზღვარს, საშუალო კრებადობის აზრით, შემდეგი მიმდევრობითი მიახლოებებისა

$$u_n(x) = f(x) + \int_{\Gamma} G(x, y; \lambda) u_{n-1}(y) dy \quad (n=1, 2, \dots),$$

სადაც  $u_0(x)$  — ნებისმიერი კვადრატით ჯამებადი ფუნქციაა  $T$ -ში.

(6) სახის განტოლებების მიმართ მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდი გამოყენებული აქვს ჩიორანესკუს [3]. ჩვენ მივიღეთ უფრო ზოგადი შემდეგი გულისხვან მოთხოვნით უფრო ნაკლებად შემზღვეველ პირობებში.

3. განვიხილოთ ახლა შემდეგი სახის ფუნქციონალური განტოლება

$$x = H_0 x + \lambda \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda - \lambda_k} H_k x + y, \quad (8)$$

სადაც  $x$  და  $y$  აღნიშნავს  $X$  სივრცის ელემენტებს,  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k, \dots$  ნამდვილ რიცხვთა რაიმე მიმდევრობაა ისეთი, რომ  $\lim_{k \rightarrow \infty} |\lambda_k| = \infty$  და მწკრივი

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{\|H_k\|}{|\lambda_k|} \quad (9)$$

კრებადია, ხოლო  $\lambda$  კომპლექსური პარამეტრია. ადვილია ჩვენება, რომ (9) მწკრივის კრებადობიდან გამომდინარეობს (8) დამოკიდებულებაში მონაწილე მწკრივის ნორმით კრებადობა  $X$  სივრცეში, თუ  $\lambda$  არ ემთხვევა  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k, \dots$  მიმდევრობაში მონაწილე არც ერთ რიცხვს. შემდგომ ყოველთვის ვიგულისხმებთ, რომ ეს მიმდევრობა დალაგებულია მოდულის ზრდის მიხედვით,  $|\lambda_1| \equiv |\lambda_2| \equiv \dots \equiv |\lambda_k| \equiv \dots$

ვთქვათ, ახლა  $0 \leq r < |\lambda_1|$ . ასეთი  $r$ -თვის (9) მწკრივის კრებადობიდან გამომდინარეობს კრებადობა მწკრივისა

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{|\lambda_k| - r} \|H_k\|.$$

მართლაც, რადგან  $|\lambda_1| \equiv |\lambda_k|$  ( $k=2, \dots$ ), ამიტომ თუ  $r < |\lambda_1|$ ,

$$\sum_{k=n+1}^{n+p} \frac{1}{|r - |\lambda_k||} \|H_k\| \equiv \sum_{k=n+1}^{n+p} \frac{1}{\left| \frac{r}{|\lambda_k|} - 1 \right|} \frac{\|H_k\|}{|\lambda_k|} \equiv \frac{1}{\left| \frac{r}{|\lambda_1|} - 1 \right|} \sum_{k=n+1}^{n+p} \frac{\|H_k\|}{|\lambda_k|}.$$

ვიგულისხმებთ ახლა, რომ  $\|H_0\| < 1$ . აღვნიშნოთ  $r_0$ -ით განტოლების



$$Q(r) \equiv \|H_0\| + r \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{|\lambda_k| - r} \|H_k\| - 1 = 0 \quad (10)$$

(0,  $|\lambda_1|$ ) ინტერვალში მოთავსებული უმცირესი დადებითი ფესვი. (10) განტოლებას ერთი მიანც დადებითი ფესვი აქვს შუალედში (0,  $|\lambda_1|$ ), რადგან  $Q(0) = \|H_0\| - 1 < 0$  და  $\lim_{r \rightarrow |\lambda_1|} Q(r) = +\infty$ .

თეორემა 3. თუ  $\|H_0\| < 1$ , მაშინ ყოველი  $\lambda$ -თვის წრეში  $|\lambda| < r_0$  (8) განტოლებას ნებისმიერი ელემენტისთვის  $y \in X$  აქვს ერთადერთი ამოხსნა  $x \in X$ , რომელიც წარმოადგენს ზღვარს (ნორმით კრებადობის აზრით) შემდეგი სახის მიმდევრობითი მიახლოებებისა:

$$x_n = H_0 x_{n-1} + \lambda \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda - \lambda_k} H_k x_{n-1} + y \quad (n=1, 2, \dots),$$

სადაც  $x_0$  ნებისმიერი ელემენტია  $X$  სივრცისა.

მართლაც, თუ  $|\lambda| < r_0$ , მაშინ  $Q(|\lambda|) < 0$ . შემდეგ, ყოველი  $n$ -თვის

$$\left\| H_0 x + \lambda \sum_{k=1}^n \frac{1}{\lambda - \lambda_k} H_k x \right\| \leq \left\{ \|H_0\| + |\lambda| \sum_{k=1}^n \frac{1}{|\lambda_1| - |\lambda_k|} \|H_k\| \right\} \|x\|.$$

ახლა თუ აღვნიშნავთ

$$H_\lambda x \equiv H_0 x + \lambda \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda - \lambda_k} H_k x$$

და გადავალთ ზღვარზე, როდესაც  $n \rightarrow \infty$ , მივიღებთ

$$\|H_\lambda x\| \leq \left\{ \|H_0\| + |\lambda| \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{|\lambda_1| - |\lambda_k|} \|H_k\| \right\} \|x\|.$$

ამგვარად,

$$\|H_\lambda\| \leq \|H_0\| + |\lambda| \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{|\lambda_1| - |\lambda_k|} \|H_k\|,$$

რაც,  $Q(|\lambda|) < 0$  უტოლობის ძალით, რომელსაც ადგილი აქვს, როდესაც  $|\lambda| < r_0$ , გვიჩვენებს, რომ ასეთი  $\lambda$ -თვის  $\|H_\lambda\| < 1$ . აქედან, ზანაზის ზემოაღნიშნული თეორემის ძალით (იხ. [1] ან [2]), გამომდინარეობს თეორემა 3-ის სამართლიანობა.

4. განვიხილოთ  $T^2$ -ში განსაზღვრული კვადრატით ჯამებად სიმეტრიულ ფუნქციითა მიმდევრობა  $\{H_k(x, y)\}$  და ნამდვილ რიცხვთა ისეთი მიმდევრობა  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k, \dots$   $|\lambda_1| \equiv |\lambda_2| \equiv \dots \equiv |\lambda_k| \equiv \dots, \lim_{k \rightarrow \infty} |\lambda_k| = +\infty$ , რომ მწყობრივ

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{|\lambda_k|} \left\{ \iint_{T^2} H_k^2(x, y) dx dy \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

კრებალია. ამ პირობებში, როგორც ადვილია ამის ჩვენება, ფუნქციითა მიმდევრობა

$$K_m(x, y; \lambda) = \sum_{k=1}^m \frac{1}{\lambda - \lambda_k} H_k(x, y)$$

საშუალოდ იკრიბება  $T^2$ -ში ყოველი  $\lambda$ -თვის, რომელიც განსხვავებულია  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k, \dots$  წერტილებისაგან,  $T^2$ -ში განსაზღვრულ გარკვეული  $K(x, y; \lambda)$  კვადრატით ჯამებადი ფუნქციისაგან.

შევისწავლოთ ინტეგრალური განტოლება

$$u(x) = \int_T [H_0(x, y) + \lambda K(x, y; \lambda)] u(y) dy + f(x), \quad (12)$$

სადაც  $f(x)$  კვადრატით ჯამებადი ფუნქციაა  $T$ -ში. ამ შემთხვევაში, ისევე როგორც  $n^{\circ}2$ -ში,  $X$  სივრცის როლს ასრულებს  $T$ -ში განსაზღვრული კვადრატით ჯამებადი ფუნქციათა სივრცე. შემდეგ, ისევე როგორც წინათ, ვთქვათ,

$$H_k u = \int_T H_k(x, y) u(y) dy \quad (k=0, 1, \dots).$$

მაშინ, თუ  $\mu_k$  აღნიშნავს აბსოლუტური სიდიდით უმცირეს საკუთარ მნიშვნელობას  $H_k(x, y)$  გულისა,  $H_k$  ოპერატორის ნორმისათვის გვექნება

$$\|H_k\| = \frac{1}{|\mu_k|} \quad (k=0, 1, \dots)$$

ისევე, როგორც  $n^{\circ}2$ -ში (11) მწკრივის კრებადობიდან გამომდინარეობს კრებადობა მწკრივისა

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{|\mu_k| |\lambda_k|}.$$

(10) განტოლების ანალიტიკური განტოლება ამ შემთხვევაში იქნება

$$\frac{1}{|\mu_0|} + r \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{|\mu_k| (|\lambda_k| - r)} - 1 = 0. \quad (13)$$

ვიგულისხმობთ ახლა, რომ  $T$ -ში განსაზღვრულ ყოველი  $\varphi(x)$  კვადრატით ჯამებადი ფუნქციისათვის, რომელიც ნორმირებულია პირობით  $\int_T \varphi^2(x) dx = 1$ ,

$$\left| \iint_T H_0(x, y) \varphi(x) \varphi(y) dx dy \right| < 1. \quad (14)$$

აღენიშნოთ  $r_0$ -ით (13) განტოლების  $(0, |\lambda_1|)$  შუალედში მოთავსებულ უმცირესი დადებითი ფუნქცია. მაშინ, როგორც კერძო შემთხვევა თეორემა 3-ისა, მიიღებთ

თეორემა 4. თუ (11) მწკრივი კრებადია და შესრულებულია (14) პირობა, მაშინ ყოველი  $\lambda$ -თვის, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას  $|\lambda| < r_0$ , (12) განტოლებას აქვს ერთადერთი ამოხსნა, რომელიც წარმოადგენს ზღვარს, საშუალო კრებადობის ახროით, შემდეგი სახის მიმდევრობითი მიახლოებებისა

$$u_n(x) = \int_T [H_0(x, y) + \lambda K(x, y; \lambda)] u_{n-1}(y) dy + f(x), \quad (n=1, 2, \dots),$$

სადაც  $u_0(x)$  ნებისმიერი კვადრატით ჯამებადი ფუნქციაა,  $T$ -ზე განსაზღვრული.

შენიშვნა. არ არის ძნელი ვაჩვენოთ, რომ 1 და 3 თეორემებში მიმდევრობითი მიახლოებების ნორმით კრებადობა თანაბარია  $\lambda$ -ს მიმართ ყოველ წრეში  $|\lambda| \leq r^* < r_0$ , ამიტომ, თუ (6) და (12) განტოლებებს განვიხილავთ, მაგალითად,  $C$  სივრცეში, მაშინ შათი ამოხსნა იქნება  $\lambda$ -ს მიმართ ანალიზური ფუნქცია  $|\lambda| < r_0$  წრეში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციის მოგვიდა 12.10.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. S. Banach. Sur les opérations dans les ensembles abstraits et leurs applications intégrales. Fund. Math., т. III, 1922.
2. Л. В. Канторович. Функциональный анализ и приложения. Усп. Мат. Наук, т. III, в. 6, 1948.
3. N. Gioranescu. Sur l'équation intégrale linéaire à limites fixes et à un paramètre. Reud. Sem. Mat. di Padova, Anno V, № 3—4, 1934.

ფიზიკა

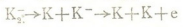
## 5. კალაბუხოში და მ. გუმლაკი

## ელექტრონების ნაკადით ბომბარდირების შედეგად KCl-ის ქრისტალეზში ბნელი დენების ცვალებადობა

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. დიდებულიძემ 12.4.1950)

KCl-ის შეღებილ კრისტალეზში ეგრეთ წოდებული ბნელი დენების შესწავლას, რომელიც კალაბუხოვისა და მისი თანამშრომლების მიერაა ჩატარებული, მიყვარით იმ დასკვნამდე, რომ ამ კრისტალეზში არსებობენ უარყოფითად დამუხტული  $K_2^-$ —მოლეკულები და კალიუმის უარყოფითად დამუხტული ატომები— $K^-$ . დაცლის დენების ტემპერატურული დამოკიდებულების შესწავლამ KCl-ის შეღებილ კრისტალეზში დაგვანახა, რომ დაცლის დენები დასაწყისში იზრდება, თანაც დაახლოებით  $100^{\circ}C$  ტემპერატურის დროს მრუდზე პატარა საფეხური აღინიშნება, შემდეგ კი  $120^{\circ}C$ -დან დაწყებული დენი მკვეთრად მცირდება.

კალაბუხოვისა და პოლიტოვის [1] შრომაში მოცემულია დენების ასეთი ხასიათის ახსნა, რომელიც იმაში მდგომარეობს, რომ დაშვებულია  $K_2^-$  მოლეკულების დისოციაცია შემდეგი რეაქციით:

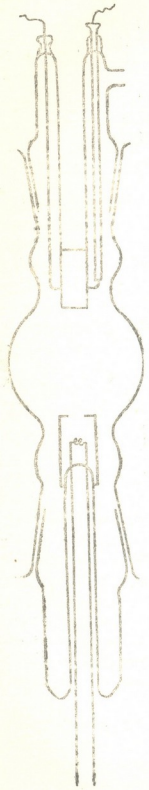


სწორედ ეს განთავისუფლებული ელექტრონები იწვევენ KCl-ის შეღებილ კრისტალეზში ბნელი დენების არსებობას.

დაცლის დენების მკვეთრი შემცირება იმ ტემპერატურებისათვის, რომლებიც  $120^{\circ}C$  აღემატებიან, ამავე ავტორების აზრით გამოწვეულია იმით, რომ მოცულობითი მუხტი, რომელიც იწვევს დაცლის, დენს ამ ტემპერატურების დროს სწრაფად იბნევა. კალაბუხოვის [1] წარმოდგენით, შეღებილ ტუტე-ჰალოიდურ მარილებში მოცულობითი მუხტის ბუნება ასეთია: ეს ის ელექტრონებია, რომლებიც კრისტალის ზედაპირთან არსებული ჰალოიდის იონის ეკანტურ ადგილებში არიან დამაგრებული, ე. ი. კრისტალის ზედაპირთან არსებული დე-ბურის F ცენტრებია. მაშასადამე, თუ დაცლის დენები  $120^{\circ}C$  ტემპერატურიდან სწრაფად მცირდება, ეს იმის ნიშნავს, რომ ამ ტემპერატურიდან იწყება დე-ბურის ცენტრების დისოციაცია.

წინამდებარე შრომაში ჩატარებულია KCl-ის შეღებილ კრისტალეზში ბნელი დენების ტემპერატურული დამოკიდებულების შესწავლა მათი ელექტრონების ნაკადით ბომბარდირების შემდეგ. ცდები ჩატარებულია სურ. 1-ზე გამოსახულ ხელსაწყოში, რომელიც შედგებოდა ორი ერთმანეთის მოპირდაპირედ მოთავსებული შლიფისაგან, ორივეს ჰქონდა A და B თითები. ერთ

მათგანზე გაწყობილი იყო კრისტალი (მჭერის დეტალები მოცემულია ნახ. 2), მეორეზე აწყობილი იყო ელექტრონული ზარბაზანი. ყველა ცდაში ელექტრონების ანაჩქარებელი არე 2000 ვოლტს არ აღემატებოდა. იმისათვის, რომ უზრუნველყოფილიყო ელექტრონების ადვილად შეღწევა კრისტალის შიგნით, კრისტალთან მიერთებული იყო დამატებითი ელექტროდი, რომელზედაც მოდებული იყო ვარვარების ძაღვთან მიმდევრობით ჩართული ბატარეის დადებითი პოლუსი, ე. ი. იქმნებოდა ელექტრონების შემწოვი არე, ეს არე 1200 ვოლტის რიგის იყო.



ნახ. 1

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ამ არემ გაზომვის შედეგებზე შესამჩნევი გავლენა არ მოახდინა. ხელსაწყო ინტენსიურად იყო მოწყობილი, რომ ბომბარდირების დროს დამატებითი განათება საჭირო არ იყო, რადგანაც კრისტალის აგზნებისათვის თვით ვარვარების ძაღვის სინათლე იყო საკმარისი. ვარვარების ძაღვში გამავალი დენი ყოველთვის მუდმივი იყო. გაზომვა შემდეგი წესით მიმდინარეობდა: მოკლედ ჩართული კრისტალი 3 წუთის განმავლობაში იმყოფებოდა ბომბარდირების ქვეშ, ამის შემდეგ ელექტრონული ზარბაზანი ამოერთვებოდა, კრისტალს მოვდებდით ელექტროარეს და 15 წამის შემდეგ ვზომავდით დენს. გამზომ ხელსაწყო ცდების დროს გამოყენებული იყო სიმინი ელექტრომეტრი ლუტცე-ელემანის ტიპისა. KCl-ის კრისტალები იღებებოდა არციბიშევის [4] მეთოდით. ცდებისათვის ამ კრისტალებისაგან იჭრებოდა  $9 \times 7 \times 7$  მმ<sup>3</sup> ზომის ნიმუშები.

პირდაპირი დენის გაზომვის შედეგები წარმოდგენილია მე-3 ნახატზე. ნახატიდან ჩანს, რომ ბომბარდირების შემდეგ დენი რამოდენიმედ დიდია ბომბარდირების გარეშე დენზე (ყოველი წერტილი აღებულია უშუალოდ კრისტალის ბომბარდირების შემდეგ. ყოველი გაზომვის შემდეგ კრისტალი მიწვდებოდა და სავსებით განნიშვტებოდა).

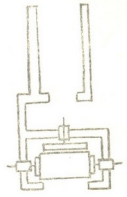
დენის ზრდა განსაკუთრებით შესამჩნევია 70°C-დან 110°C-მდე.

დაცლის დენებზე ჩატარებული გაზომვების შედეგები მოცემულია მე-4 ნახატზე. ნახატიდან ჩანს, რომ დაცლის დენი KCl-ის შეღებილ კრისტალში ტემპერატურის ზრდასთან ერთად იზარდება, მხოლოდ ეს ზრდა არ მიმდინარეობს გლუვად. მრუდს აქვს მცირე ვარდატება 105°C ტემპერატურის დროს. შემდეგი ვარდატება (რომელიც ბატარა მაქსიმუმს უფრო მოგვაგონებს)

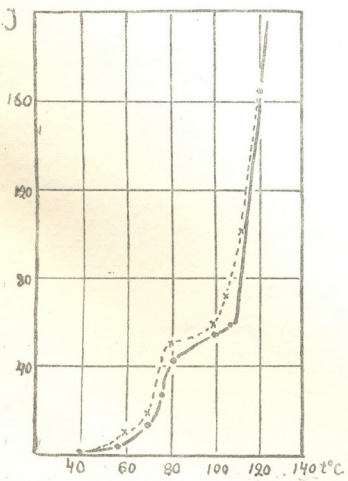
დაიზიარება 130°C დროს, დაბოლოს არსებობს მკვეთრი მაქსიმუმი 150°C ტემპერატურის დროს (აღსანიშნავია, რომ დამზერილი დაცლის დენების სიდიდე ამ ტემპერატურების დროს არ იყო დამოკიდებული იმაზე, კრისტალი წინასწარ ნათდებოდა თუ არა სინათლის წყაროთი. მრუდის მსვლელობა მსგავსია იმისა, რომელიც მიღებული იყო კალაბუხოვისა და პოლიტოვის [3] მიერ). თუ კრისტალს ყოველი გაზომვის წინ დავბომბავთ 3 წუთის განმავლობაში ელექტრონებით, მრუდის სახე შეიცვლება. 4-ზე ეს მოცემულია წყვეტილი მრუდით. აღსანიშნავია ის, რომ 130°C ტემპერატურის დროს ბომბარდირების გარეშე ძლივს შესაძლებელია მაქსიმუმი ახლა კარგადაა გამოვლინებული, ხოლო მაქსიმუმი 150°C დროს მკვეთრად იზრდება.

ეს შედეგი შეიძლება აიხსნას შემდეგი მოსაზრებებით.

ბნელი დენები გამოწვეულია იმით, რომ ადიტურად შეღებილი KCl-ის კრისტალებში არსებობენ უარყოფითად დამუხტული  $K_2^-$  მოლეკულები, უარყოფითად დამუხტული  $K^-$  ატომები და კალიუმის ნეიტრალური ატომები (მღებავი ცენტრები ანუ F ცენტრები). 105°C ტემპერატურის დროს ხდება  $K_2^-$  მოლეკულის დისოციაცია, 105° ტემპერატურის ზევით ბნელი დენები მთლიანად განისაზღვრება უარყოფითად დამუხტული კალიუმის ატომების არსებობით და, ამრიგად, კალიუმის ატომები (ანუ F ცენტრები) განიხილება როგორც ელექტრონების ჩამქერი ცენტრები. უარყოფითი მოცულობითი მუხტი შექმნილია ელექტრონებით, რომლებიც ჰალოიდის იონის ვაკანტურ ადგილებზეა დამაგრებული (ჩვენ შემთხვევაში ქლორის იონის ადგილებზე). ვინაიდან კრისტალური ცხურის დისოციაცია შედაპირზე უფრო ადვილად შესაძლებელია,



ნახ. 2

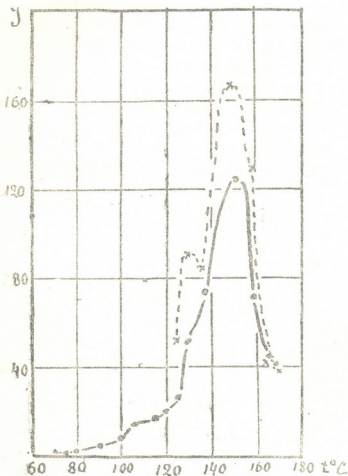


ნახ. 3

ყოფითად დამუხტული  $K^-$  ატომები და კალიუმის ნეიტრალური ატომები (მღებავი ცენტრები ანუ F ცენტრები). 105°C ტემპერატურის დროს ხდება  $K_2^-$  მოლეკულის დისოციაცია, 105° ტემპერატურის ზევით ბნელი დენები მთლიანად განისაზღვრება უარყოფითად დამუხტული კალიუმის ატომების არსებობით და, ამრიგად, კალიუმის ატომები (ანუ F ცენტრები) განიხილება როგორც ელექტრონების ჩამქერი ცენტრები. უარყოფითი მოცულობითი მუხტი შექმნილია ელექტრონებით, რომლებიც ჰალოიდის იონის ვაკანტურ ადგილებზეა დამაგრებული (ჩვენ შემთხვევაში ქლორის იონის ადგილებზე). ვინაიდან კრისტალური ცხურის დისოციაცია შედაპირზე უფრო ადვილად შესაძლებელია,

ვიდრე კრისტალის შიგნით, ამიტომ ზედაპირზე დამაგრდებიან ის ელექტრონები, რომლებიც ელექტროარის არსებობის დროს მოძრაობენ კრისტალში.

[3] შრომაში მოყვანილ მრუდზე  $120^{\circ}\text{C}$ -დან დაწყებული დაცლის დენის მკვეთრი შემცირება გვაქვს, შემდეგ კი დენი მატულობს და მაქსიმუმს აღწევს.



ნახ. 4

სახული მაქსიმუმი  $150^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე, მაშინ როდესაც მაქსიმუმი  $130^{\circ}\text{C}$  ცუდადაა გამოსახული.

დამახასიათებელია, რომ ელექტრონების ნაკადით კრისტალის ბომბარდირების შემდეგ მკვეთრად გამოვლინდა მაქსიმუმი  $130^{\circ}\text{C}$  დროს, რომელიც დებურის ცენტრებს შეესაბამება. საინტერესოა ამ შედეგის შედარება ფიშელევის [5] ცდებთან. იგი  $\text{NaCl}$ -ის რენტგენიზებულ კრისტალს აბომბარდირებდა ელექტრონების ნაკადით და გამოარკვია ფოტოდენის სპექტრალური განაწილება. სპექტრალური განაწილების მრუდში მის მიერ მიღებულია ორი მაქსიმუმი ფოტოდენების დაცლისა, რომლებიც პირველად აღმოჩენილი იყო კალაბუხოვისა და ფიშელევის [6] მიერ. ფიშელევის მიერ მიღებული მაქსიმუმები სავსებით შეესაბამება მაქსიმუმებს, რომლებიც მე-4 ნახის წვეტილ მრუდზე გვაქვს. ფიშელევის მაქსიმუმის სიდიდე, რომელიც

$150^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის შემდეგ დაიმზირება მისი შემდგომი შემცირება. აღნიშნული აეტორები მრუდის ამ სვლას შემდეგნაირად ხსნიან:  $120^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე ხდება დამკერი ცენტრების დისოციაცია ზედაპირზე (დებურის F ცენტრები—ელექტრონები ჰალოიდის ვაკანტურ ადგილებზე). მრუდის ზრდა  $140^{\circ}\text{C}$ -დან და მაქსიმუმი  $150^{\circ}\text{C}$ -ზე აიხსნება ატომარული მღებავი ცენტრების დისოციაციით, ანუ ფრენკელისა და პოლის F ცენტრების დისოციაციით, ე. ი. კალიუმის ნეიტრალური ატომების, რომლებიც კრისტალშორის სივრცეში იმყოფებიან. წინამდებარე შრომაში, როგორც იყო ნათქვამი, დაცლის დენების გაზომვის შედეგები მოცემულია ნახ. 4-ზე. აქ მკვეთრადაა გამო-

უარყოფით მოცულობით მუხტს შეესაბამება, იმ მაქსიმუმზე ნაკლებია, რომელიც ატომურ F ცენტრებს შეესაბამება. ამასვე აქვს ადგილი ნახ. 4-ზე.

ამგვარად, ელექტრონები, რომლებიც გარედან შედიან ადიტურად შეღებულ KCl-ის კრისტალებში, ნაწილობრივ მაგრდებათ F ცენტრებზე (ნახ. 3 საფეხურის რაოდენადმე აწვევა ზევით), უმთავრესად კი ისინი ახალ F ცენტრებს წარმოქმნიან (მკვეთრი მაქსიმუმი, ნახ. 4) და, გარდა ამისა, მაგრდებათ ჰალოიდის იონის ვაკანტურ ადგილებზე (ტეხილი 130°C-ზე, ნახ. 4).

ანალოგიური შედეგები მოგვცა ცდებმა, რომლებიც ჩატარებული იყო KBr-ის კრისტალებზე.

ჩატარებული ცდები და აგრეთვე მათი ახსნა და სხვა ავტორების შრომების შედეგებთან შედარება იმას მოწმობს, რომ შეღებულ KCl-ის კრისტალებში ბნელი დენების წარმოქმნის მექანიზმი, რომელიც შრომის დასაწყისში იყო მოცემული, სწორია. გარდა ამისა, ამ შრომაში ერთხელ კიდევ ნაჩვენებია, რომ ერთ-ერთი ავტორის მიერ გამოყენებული მეთოდი დაცლის დენების (ანუ დეპოლარიზაციის დენების) შესასწავლად მეტად ხელსაყრელია იმ პროცესების ასახსნელად, რომლებიც შეღებულ ტუტე-ჰალოიდურ მარილებში მიმდინარეობენ. კერძოდ, წინამდებარე შრომის შედეგების შედარება ფიშელევის შედეგებთან გვეუბნება, რომ კრისტალის ელექტრონების ნაკადით ბომბარდირების შემდეგ დაცლის დენების ტემპერატურული სვლის შესწავლამ ფოტოდენების სპექტრალური განაწილების გამოკვლევა ერთგვარად შეცვალა. აქვე მართებულია აღინიშნოს, რომ პეკარის [7] უჯანსაყნელ შრომებში მითითებულია იმაზე, რომ ის ენერგია, რომელიც საჭიროა ელექტრონის სითბური გადასვლისათვის ერთი მდგომარეობიდან მეორეში, ტოლია მთელი კრისტალის ენერგიის ცვლილებისა, ხოლო ის ენერგია, რომელიც საჭიროა ოპტიკური გადასვლისათვის, ტოლია იმ ენერგიისა, რომელიც შესაბამება ელექტრონის უფრო მაღალ დონეზე გადასვლას, და იმ ენერგიისა, რომელიც საჭიროა პოლარიზაციის ტალღების შექმნისათვის, რომელიც შემდეგ სითბოში გადადის, ე. ი. ელექტრონის განთავისუფლებისათვის უფრო ნაკლები ენერგია იხარჯება, ვიდრე ჩვეულებრივ გამოთვლიან ხოლმე სპექტრალური განაწილებიდან, ფოტოდენებიდან ანდა შთანთქმის კოეფიციენტიდან. მაგრამ აღწერილი ცდები და შედარებები გვარწმუნებს, რომ თვისობრივად სპექტრალური განაწილება და დაცლის დენების ტემპერატურული სვლა მსგავს შედეგებს გვაძლევენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.4.1950)



## დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. П. Калабухов. Темновые токи в окрашенных кристаллах щелочно-галогидных солей. ЖЭТФ, т. 17, 1947.
2. А. И. Гаччиладзе. Фотоэлектрическое исследование аддитивно окрашенных кристаллов KCl при оптическом возбуждении. Труды Ин-та физики и геофизики АН Грузинской ССР, т. IX (2), 1946.
3. Н. П. Калабухов и Н. Г. Политов. Вторичные токи в окрашенных кристаллах KCl. ДАН, т. LXX, 1950.
4. С. А. Арцибышев. Проникновение ионов металлов в прозрачные кристаллы щелочно-галогидных солей. Труды Физич. Ин-та АН СССР, т. I, в. 3, 1938.
5. Б. Фишелев. „Über den Durchgang von Elektrone durch die Oberfläche von Steinsalzkrystallen“. Sow. phys. B. 5, N. 3, 1934.
6. Н. Калабухов и Б. Фишелев. Спектральное распределение тока деполяризации при фотопроводимости рентгенизированной NaCl. ЖЭТФ, т. 2, 1932.
7. С. И. Пекар. Теория окрашенных кристаллов. ЖЭТФ, т. 17, 1947.

ბიოქიმია

პ. ჭოგოძის

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი

**ფოსფორის ნაერთთა განაწილების ცვლილება ტვინის ქსოვილის  
ემსტრაქტებში აცეტილქოლინის სინთეზის დროს**

როგორც ირკვევა, აცეტილქოლინი უშუალო მონაწილეობას ღებულბს აგზნებადი ქსოვილების მოქმედებაში. ჩვენ მიერ ნაჩვენები იყო, რომ მისი გავლენით კალიუმისა და წყალბადის იონთა ისეთი გადანაწილება ხდება, რომლის შედეგად ქსოვილის აგზნებადობა მატულობს და აღვილდება აგზნების იმპულსების ვატარება [1]. ნახმანსონმა და მაჩადომ [2] შეისწავლეს აცეტილქოლინის სინთეზის პირობები თავის ტვინის აცეტონის პუდრის გამოწარმოებაში და აგრეთვე ჰომოგენატში.

494

აცეტილქოლინის სინთეზისათვის დამახასიათებელია აღნოზინტრიფოსფატის მქავეს (ატფ) და სპეციფიკური კოფაქტორის საჭიროება. კოფაქტორი იმის იდენტური აღმოჩნდა, რომელიც ლიმპანმა და კაპლანმა აღმოაჩინეს [3] და კოენზიმი A უწოდეს.

ენერგია, რომელიც საჭიროა აცეტილქოლინის სინთეზისათვის, მიეწოდება ატფ დაშლით. ღიად რჩება საკითხი: რომელი შუალედი საფეხურებით მიმდინარეობს ატფ-დან განათავისუფლებული ფოსფატის გჯუფების გადატანა? რაში გამოიხატება ატფ დადებითი მოქმედება? ჩვენ წინაშე დისვა ამოცანა გარკვეულიყო აცეტილქოლინის (აცქ) შექმნის უშუალო წყარო.

**მეშაობის მეთოდისა**

აცქ სინთეზი შეისწავლებოდა კურდღლის თავის ტვინის აცეტონის პუდრის გამოწარმოებაში და ტვინის ჰომოგენატში. აცეტონის პუდრა მზადდებოდა ტვინის დასრესით გაცივებულ აცეტონში. ჰომოგენატი მზადდებოდა 1% KCl ხსნარში.

ატფ პრეპარატი მზადდებოდა კურდღლის ჩონჩხის კუნთებიდან.

არაორგანული ფოსფორის განსაზღვრა წარმოებდა ფისკე-ზუბაროვის მეთოდით. პროფოსფატი იანგარიშებოდა იმ ფოსფორის რაოდენობით, რომელიც ჰიდროლიზს განიცდიდა  $m/1 HCl$ -ში 10 წუთის განმავლობაში. რიგ ცუებში ნაცადი იყო განსაზღვრა იმ ლაბილური ფოსფორის ნაერთებისა, რომელთა აღმოჩენა ჩვეულებრივი ანალიზით არ ხერხდება. ლაბილური ფოსფორისაზღვრებოდა ლოვრისა და ლოპეციის მეთოდით [4]. გარდა ამ მეთოდისა, ლაბილური შუალედი პროდუქტების აღმოჩენა ნაცადი იყო აგრეთვე მათი ჰიდროქსილამინით დაქერის საშუალებით [5].

ფოსფორილქოლინი ისაზღვრებოდა ფოსფორის იმ ფრაქციის სახსნარში, რომელიც სპორტის ხსნარში ბარიუმის ჰიდრატით არ ილექება. ამ მიზნისათვის იდენტიფიცირდა



ტრიქლორდმრის შეჯავს ფილტრატი და ბარიუმის ჰიდრატის ნეიტრალიზაციის შემდეგ განზავდებოდა სპირტის ოთხი მოცულობით. ერთი ღამის დაყოვნების შემდეგ ნალექი შორდებოდა და სპირტის ექსტრაქტი დაიწვებოდა გოგირდის მჟავათი.

აცეტილქოლინი ისაზღვრებოდა ტესტით ბაყაყის მუცლის სწორ კუნთზე. შეკუმშვის ეფექტი, გამოწვეული აცეტილქოლინის სტანდარტული ხსნარით, შეიცავდა იმ გავლენასაც, რომელიც შესაძლებელია ჰქონოდა რეაქციული არის სხვა კომპონენტებს. ამიტომ განსაზღვრა იმგვარად მიმდინარეობდა, რომ აცილებული ყოფილიყო არის კომპონენტების (ატფ, K+ქოლინი) დამატებითი გავლენა.

### მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

ქოლინაცეტილასის მოქმედებისათვის საჭიროა დაცული იყოს რივისპეციალური პირობები. ნახმანსონისა და ფელდბერგის ლაბორატორიაში დადგენილი ფაქტებით შესწავლილია ამ ფერმენტის თვისებები. პირველ ყოვლისა, გამოირკვა, რომ ქოლინაცეტილასა შეიცავს სულფოჰიდრილის ჯგუფებს, რომელიც აერობულ პირობებში იქანგებიან და შედეგად ფერმენტი ინაქტივირდება. რეაქტივაციისათვის საჭიროა ცისტეინის ან გლუტათიონის მიმატება. ქოლინაცეტილასას მოქმედებაზე დადებით გავლენას ახდენს კალიუმისა და მაგნიუმის იონები.

ფერმენტების აქტივაციაში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ატფ-ს. როგორც ირკვევა, აცქ სინთეზისათვის საჭიროა ენერჯის დიდი რაოდენობა. ეს ენერჯია თავისუფლდება ატფ დაშლის მეოხებით. ატფ ფუნქციონირებს როგორც ფოსფატის დონატორი შუალედი ფოსფორის ნაერთის შექმნისათვის. ატფ მოქმედების წარმართვისათვის საჭირო ხდება აღენოზინტრიფოსფატაზის შეკავება. ეს ხერხდება  $Ca^{++}$  იონების აცილების შემწეობით.

ატფ გარდა აცეტილქოლინის სინთეზში კოფერმენტული ფუნქცია მინიჭებული აქვს აგრეთვე კოენზიმ A-ს. უნდა დავუშვათ, რომ ეს კოფაქტორი მონაწილეობას ღებულობს აქტიურ აცეტილის დაჯგუფებათა გადატანაში.

აცეტილის ჯგუფის წყაროდ გამოიყენება სუბსტრატი, რომელიც ცვლის პროცესში იძლევა აცეტილის რადიკალს. რადგანაც ქოლინაცეტილასა სულფოჰიდრილის ჯგუფებს შეიცავს, ის სწრაფად ინაქტივირდება კეტოჯგუფების შემცველი ნაერთებით. ამიტომ სუბსტრატის სახით კეტონაერთები ვერ გამოიყენება, მიუხედავად იმისა, რომ შესაძლოა ისინი აცეტილის ჯგუფის წყაროს წარმოადგენდნენ.

წინასწარ ჩატარებული ცდებით ჩვენ იმ დასკვნამდე მივიდით, რომ აცეტილქოლინის ოპტიმალური გამოსავალი მიიღება სარეაქციო არის შემდეგი შედგენილობისას (იხ. ცხრ. 1).

აცქ-ის სინთეზი კურდღის ტვინის გამონაწურებში არ მიდის იმავე ინტენსივობით, როგორც ვირთაგვების ტვინში. ერთსა და იმავე პირობებში ვირთაგვის ტვინში აცეტილქოლინის სინთეზი ორჯერ უფრო მეტი ინტენსივობით წარმოებს. მსხვილი რქოსანი საქონლის ტვინის სინთეზის უნარი, კურ-

ცხრილი 1

სარეაქციო არის კომპონენტები	რაოდენობა (მგ 3 მოლში)	საბოლოო კონცენტრაცია მლ-ით
ხსნარი 1—აიღება 0,2 მლ		
პროზერინი . . . . .	0,5	
K—აქტატი . . . . .	4,0	0,010
Na <sub>2</sub> —ციტრატი . . . . .	6,3	0,006
ქოლინი—HCl . . . . .	2,3	0,005
ხსნარი 2—აიღება 0,2 მლ		
K—ქლორიდი . . . . .	33,6	0,150
Na—ფლუორიდი . . . . .	1,2	0,010
ხსნარი 3—აიღება 0,6 მლ		
Ba—ადენოზინტრიფოსფატი . . . . .	7,8	0,004
K <sub>2</sub> —სულფატი . . . . .	2,1	
დაცენტრიფუგირების შემდეგ გადაიტანება ხსნარში 4		
ხსნარი 4		
ცისკენინი—HCl . . . . .	3,3	0,006
კოენზიმი A . . . . .	2,0	
Mg—ქლორიდი . . . . .	0,14	0,008
ფერმენტის ხსნარი—1 მლ შეეფარდება 100 მგ პუდრას		

სულ 3 მლ

დღელთან შედარებით, პირიქით, ორჯერ უფრო ნაკლებია. ჩვენ მიერ მიღებული შედეგების შედარებისას სხვა ავტორების მონაცემებთან მხედველობაში მისაღებია ის გარემოება, რომ გამოთვლებში ჩვენ მხედველობაში ვიღებდით იმ გავლენას, რომელსაც ახდენდა ატფ და რეაქციული არის სხვა კომპონენტები აცეტილქოლინის ტესტზე. ცდებში პუდრის გამოწაფურზე, რომელიც მზადდებოდა ვირთავის თავის ტვინიდან, აცეტილქოლინის სინთეზი 1 საათში, გაანგარიშებული პუდრის 1 გ-ზე, 120—200 მიკროგრამის ფარგლებში მერყეობდა.

როგორც ნახსენები იყო, აცეტილქოლინის სინთეზს თან სდევს ატფ და შლა და ფოსფატების ფრაქციათა გადანაწილება. ქვემოთ მე-2 ცხრილში მოყვანილია ერთ-ერთი ცდის შედეგი, საიდანაც ირკვევა ამ გადანაწილების ხასიათი.

ცლა დაყენებული იყო პუდრის გამოწაფურზე, პუდრის 1,5 გ-ს უკალციუმო რინგერის 15 მლ ემატებოდა. ნარევის საერთო მოცულობა ტუნბერგის სინჯარაში 3,0 მლ უდრიდა. ინკუბირება 37° ანერობულ პირობებში (აზოტის ატმოსფეროში) ნახევარ და ერთ საათს გრძელდებოდა.

მე-2 ცხრილში მოყვანილი შედეგების გაცნობას იმ დასკვნამდე მიყვავართ, რომ ფოსფორის ფრაქციების განაწილების ცვლილება და აგრეთვე აცქ სინთეზი ძირითადად პირველ ნახევარ საათში მოხდა.

ფოსფორის ნაერთთა განაწილების მონაცემებიდან ყურადღებას იპყრობს იმ ფრაქციის დაგროვება, რომელიც ჰიდროლიზს ძნელად განიცდის. ეს ფრაქცია საცდელ სინჯარებში, სადაც აცქ სინთეზი წარმოებდა, 60% ით მეტი რაოდენობით გროვდებოდა, ვიდრე ბრმა ცდაში. როგორც მოსალოდნელი იყო, ატფ და შლა არაორგანული ფოსფატის დაგროვებით მთავრდება.

აცქ სინთეზი უნდა წარმოვიდგინოთ როგორც აცეტილის ჯგუფის დაკავშირება ქოლინთან. აცეტილის რადიკალი უნდა წარმოიქმნას როგორც ცვლის შუალედი პროდუქტი, მეორე მხრით, გამორკვეულია, რომ ამინოშაქ-

ცხრილი 2

ფოსფორის გადაწაწილების ცვლილება აცქ-ის სინთეზის პროცესში. ფოსფორი მე-ით გამონაგარიშებულია სითხის საერთო მოცულობაზე. აცეტილქოლინი მიკროგრამებით პუდრის 1 გრამში

	1/2 საათი	1 საათი	ბრმა ცდა
საერთო P	1,16	1,18	1,15
P <sub>30</sub> —ჰიდროლიზის უნარმქონე	0,87	0,91	0,95
არაორგანული P	0,40	0,43	0,33
ძნელად ჰიდროლიზებული P	0,069	0,067	0,039
ატფ	0,47	0,48	0,62
აცქ	160	228	0,00

რების აცეტილირების პროცესი ტეინის ექსტრაქტში დაეკუშირებულია ფოსფორილირების პროცესთან [6]. ლიპანმა ექსპერიმენტულად დაამტკიცა, რომ მიკროორგანიზმებში და აგრეთვე ლეიძლის პოპოგენატში აცეტილირების რეაქციას წინ უსწრებს აცეტილფოსფატის შექმნა შუალედი ნაერთის სახით [3]. ანალიზის მიხედვით შეიძლება დაგვევა, რომ აცქ-ის სინთეზში მონაწილეობას ლეზულობს აცეტილფოსფატი.

ჩვენი ვცადეთ შეგვემოწმებინა აცეტილფოსფატის წარმოქმნა ტეინის აცეტონის გამოწაწურში როგორც ჰიდროქსილამინის დაქერით, ისე ლაბილური ფოსფორის ნაერთის განსაზღვრის სახით. ჩვენი ცდა წარმატებით ვერ დამთავრდა. აცეტილფოსფატი ტეინის ექტრაქტში ან სრულიად არ წარმოიქმნება, ანდა ისეთი რაოდენობით წარმოიქმნება, რომ ვერ ისაზღვრება არსებული მეთოდებით (იხ. ცხრ. 3).

ცხრილი 3

ლაბილური ფოსფორის ნაერთის დაქერის ცდები. აღებულია C.1 M ჰიდროქსილამინის 0,6 მლ. კონტროლში და ზრმა ცდაში ჰიდროქსილამინის მაგივრ მიმატებულია რინგერი. დანარჩენი კომპონენტები დამატებულია იმავე კონცენტრაციით, როგორც მე-2 ცხრილში. ფოსფორი მე-ით სარეაქციო ნარევის 3 მლ-ში. აცქ მიკროგრამებით პუდრის 1 გ

	კონტროლი ჰიდროქსილ- ამინის გარეშე	ჰიდროქსილ- ამინით	ბრმა ცდა
ლაბილური P	0,58	0,59	0,49
პირდაპირი განსაზღვრის P	0,62	0,60	0,54
P <sub>30</sub> ჰიდროლიზის უნარმქონე	0,94	1,01	1,08
ძნელად ჰიდროლიზებული P	0,060	0,057	0,028
ატფ	0,32	0,33	0,54
აცქ	135	120	0,00

როგორც ირკვევა, ნერვულ ქსოვილში აცეტილირების პროცესს თან არსდევს აცეტილფოსფატის შუალედი პროდუქტის წარმოქმნა<sup>(1)</sup>. ამიტომ ბუნებრივია დაისვას ქოლინის აცეტილირების საკითხი არა აცეტილის, არა-

(1) ამ შრომის ბეჭდვის დროს გამოქვეყნდა პერსისა და ბარონის გამოკვლევა (Bioch. Biophys. Acta 5, 66, 1950), სადაც იხილება აცეტილფოსფატის წარმოქმნის საკითხი. ავტორები იმ დასკვნაზე მიდიან, რომ აცეტილის ჯგუფის გაქტივება არ უნდა ხდებოდეს მისი ფოსფორილირების გზით.

შედ თვით ქოლინის გააქტივებით. შეიძლება დაფუძვით, რომ ატფ მონაწილეობა არ ისაღვრება მხოლოდ აცეტილის ჯგუფის შექმნით, არამედ ერთდროულად მიმდინარეობს ფოსფორილქოლინის სინთეზი. ფოსფორილქოლინის შექმნაზე მიუთითებს ფოსფორის ისეთი ფრაქციის დაგროვება აცქ სინთეზის პროცესში, რომელიც ჰიდროლიზს ძნელად განიცდის.

გამომდინარე ზემოხსენებულიდან, დაყენებულ იქნა ქოლინის ჟანგვითი ფოსფორილირების სპეციალური ცდები. როგორც ცნობილია, ჟანგვითი ფოსფორილირება დაკავშირებულია ან ენერგიის აკუმულირებასთან მაკროერგულნაერთთა სახით, ანდა ისეთი ნაერთების შექმნასთან, საიდანაც იწყება ბიოქიმიურ გარდაქმნათა ციკლი. პირობები, რომელნიც უზრუნველყოფენ ჟანგვით ფოსფორილირებას, პირველად შესწავლილი იყო ბელიცკისა და ციბაკოვას მიერ [7]. ფოსფატის აქცეპტორად მათ ცდებში კრეატინი გამოიყენეს. ფოსფორილირებისათვის საჭირო ენერგია მიეწოდებოდა ლიმონის, ფუტოგლუტარის, ქარვის, ფუმარის, ვაშლის, რძისა და პიროყურძნის მჟავას დაჟანგვის საშუალებით.

დიალიზებულ ტვინის სუსპენზიაში ჟანგვითი ფოსფორილირება შესწავლილი იყო ოჩოას მიერ [8]. გარკვეულ იქნა, რომ პიროყურძნის მჟავას დაჟანგვისათვის საჭიროა თიამინპიროფოსფატი, ოთხწყვერიანი დიკარბონის მჟავები, ატფ და მაგნიუმის ან მანგანუმის იონები.

ფოსფატის მჟავას აქცეპტორად აღებული იყო კრეატინი, ჰექსოზომონოფოსფატი და გლუკოზა. ოჩოა ფიქრობს, რომ ჟანგვითი ფოსფორილირება პიროყურძნის მჟავას დეკარბოქსილირების გზით წარმოიქმნება. ამის შემდეგ უნდა წარმოიქმნას აცეტილფოსფატი. მაგრამ ეს მოსაზრება არ ყოფილა მის მიერ ექსპერიმენტულად დამტკიცებული.

ქოლინის ჟანგვითი ფოსფორილირების შესწავლისათვის ტვინის ჰომოგენატში და აცეტონის პუდრის გამონაწურში საჭირო გახდა რიგი დამატებითი ფაქტორების გათვალისწინება. ამასთან მიხედვლობაში მისაღებია ის გარემოება, რომ ქოლინის ფოსფორილირება ჯერ არ ყოფილა შესწავლილი.

ქოლინის ჟანგვითი ფოსფორილირების ცდებში ჩვენ ძირითადად იმ შედეგებიდან გამოვდიოდით, რაც მიღებულია აცეტილირების პროცესის შესწავლისას. რინგერი შეცვლილი იყო კალიუმის ფოსფატის ბუფერით ( $\text{pH} = 7,3$ ), ქოლინის კონცენტრაცია გადიდებული იყო ოთხჯერ. აღებულ იქნა ახალი კომპონენტი ციტოქრომი. ქვემოთ მოყვანილია სარეაქციო არის კომპონენტების კონცენტრაციები 3 მლ საბოლოო მოცულობაში.

ცდების პირველ სერიაში ირკვეოდა ქოლინის გავლენა იმ ფოსფორის ფრაქციის რაოდენობაზე, რომელიც ჰიდროლიზს ძნელად განიცდის. საკონტროლოდ იღებოდა ცდა, რომელიც ქოლინის არ შეიცავდა. ბრმა ცდაში ფერმენტის მოქმედება აიცილებოდა ხსნარის წინასწარი გაცხელებით. ცდები დაყენებული იყო ჟანგბადის ატმოსფეროში ციტოქრომი—C თანდასწრებით.

მე-5 ცხრილში მოყვანილი მონაცემები იმის მაჩვენებელია, რომ ქოლინის თანდასწრებისას ადგილი აქვს ფოსფორის ისეთი ნაერთის დაგროვებას,

ცხრილი 4

სარეაქციო არის კომპონენტები	რაოდენობა (მგ 3 მლ-ში)
ხ ს ნ ა რ ი I— იესება 200 მლ, ცდაზე აიღება 0,3 მლ	
K— ფოსფატი	180
K <sub>2</sub> — ფოსფატი	930
K— ქლორიდი	4960
Na— ფლუორიდი	1070
ხ ს ნ ა რ ი II— იესება 10 მლ, ცდაზე აიღება 1,0 მლ	
Na <sub>2</sub> — ციტრატი	696
K— აცეტატი	196
ხ ს ნ ა რ ი III— აიღება 1.0 მლ	
Ba— ადენოზინტრიფოსფატი	15,6
K <sub>2</sub> — სულფატი	4,2
დაცენტრიფუგირების შემდეგ ემატება:	
ქოლინი— HCl	10,0
ცისტეინი— HCl	14,4
პროზერინი	0,5
კოენზიმი A	2,0
ხ ს ნ ა რ ი IV— ციტროქრომი C 10 <sup>-7</sup> კონცენტრაციის, აიღება 0,1 მლ	
ხ ს ნ ა რ ი V— 20% ჰიმოგენატი აიღება 0,6 მლ	

ცხრილი 5

ძნელად ჰიდროლიზებული ფოსფორის ნაერთთა დაგროვება. ფოსფორი მგ-ით ხსნარის 1 მლ, აცე მიკროგრამით ქსოვილის 1 გ-ზე

	ქოლინის თან- დასწრებით	ქოლინის გარეშე	ბრმა ცდა
არაორგანული P	0,340	0,368	0,200
ჰიდროლიზის უნარმქონე P <sub>16</sub>	0,576	0,592	0,592
საერთო P	0,728	0,719	0,721
ძნელად ჰიდროლიზებული P	0,032	0,010	0,012
ატფ	0,236	0,224	0,392
აცეტილქოლინი	21,1	2,8	

რომელიც ჰიდროლიზს ძნელად განიცდის. ეს ფრაქცია თვით ქოლინის ფოსფორილირების პროდუქტს უნდა წარმოადგენდეს.

ციტოქრომი C წარმოადგენს ერთ-ერთ აუცილებელ კომპონენტს იმ სუბსტრატის დაქანვისა, რომელიც მოიხმარება ჟანგვითი ფოსფორილირების ენერჯის წყაროდ. ამიტომ საკურო გახდა მისი მოქმედების გარკვევა ჩვენი ცდების პირობებში, სადაც ჟანგვას განიცდის ციტრატი (ცხრ. 6).

როგორც ირკვევა, აცეტილქოლინის სინთეზი ანრობულ პირობებში არ სტიმულირდება ციტოქრომით. ანრობული პროცესი დადებით გავლენას ახდენს ატფ რესინთეზზე. ამიტომ ატფ-ს რაოდენობა ანრობულ ცდაში მეტია ანანრობულთან შედარებით. ციტოქრომი C ჩვენი ცდის პირობებში არ ახდენს გავლენას იმ ფოსფორის ნაერთის დაგროვებაზე, რომელიც ჰიდროლიზს ძნელად განიცდის. ამასთანავე მტკიცდება, რომ ჟანგვითი პროცესის სტიმულირებასთან არ სდევს აცე სინთეზი. მისაღებია მხედველობაში ის გარემო-

ცხრილი 6

ციტოქრომი C-ს გავლენის გამოკვლევა ძნელად ჰიდროლიზებული ფოსფორის ნაერთის დაგროვებაზე, ფოსფორი მგ-ით ხსნარის ერთ მილილიტრში. აცქ მიერთ-გრაზობით ქსოვილის 1-გ-ზე

	აერობული პირობები ციტოქრომის თანდასწრე- ბით	ანაერობული პირობები ციტოქრომის გარეშე	ბრმა ცდა
არაორგანული P	0,414	0,400	0,302
ჰიდროლიზის უნარმქონე P	0,619	0,589	0,629
საერთო P	0,780	0,774	0,775
ძნელად ჰიდროლიზებული P	0,031	0,035	0,016
აღუ	0,205	0,189	0,327
აცქ	20,5	28,8	

ებაც, რომ ქოლინ-აცეტილახას აქტივობაზე აერობული პროცესის უარყოფითი გავლენის გარდა დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ციტრატისა და აცეტატის გარდაქმნის ხასიათს.

ამგვარად, მიღებული შედეგების შეჯამებისას ჩვენ იმ დასკვნამდე მივდივართ, რომ აცეტილქოლინის სინთეზი არ არის დაკავშირებული აცეტილის ფოსფორილირებასთან. მთავარი როლი აცქ სინთეზში უნდა ენიჭებოდეს თვით ქოლინის აქტივირებას მისი ფოსფორილირების საშუალებით. ამ საკითხის საბოლოო გადაწყვეტა შესაძლებელი გახდება ცდებით, სადაც გარედან დამატება ფოსფორილქოლინი. ჩვენ ვფიქრობთ ამ საკითხის შესწავლის გაგრძელებას.

შედეგები

თავის ტვინის აცეტონის პულრის გამონაწურებში და ჰომოგენატებში აცეტილქოლინის სინთეზს თან სდევს ისეთი ფოსფორის ნაერთის დაგროვება, რომელიც ჰიდროლიზს ძნელად განიცდის. ჟანგვითი ფოსფორილირების ცდებით მტკიცდება, რომ ეს ნაერთი ფოსფორილქოლინს წარმოადგენს.

გამორკვეულია, რომ აცეტილქოლინის სინთეზი მიდის არააცეტილფოსფატის წარმოქმნის, არამედ ქოლინის ფოსფორილირების გზით.

ციტოქრომი C არ სტიმულირებს აცეტილქოლინის სინთეზს და არც ქოლინის ფოსფორილირებას.

სტალინის სახელობის  
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 16.6.1950)

დაბეჭდილი ლიტერატურა

1. П. А. Кометиани. Связь между ацетилхолином и калием в мышечной ткани. Труды Инст. Физиологии им. Бериташвили, т. 7, 1948, стр. 393.



2. D. Nachmansohn a. A. L. Machado. The formation of acetylcholine. A new enzyme „Enzyme Acetylase“. J. Neurophysiol, v. 6, 1943, p. 397.
3. F. Lipmann. Acetyl Phosphate Adv. in Enzym. v. 6, 1946, p. 231.
4. O. Lowry a. J. Lopez. The determination of inorganic phosphate in the presence of labile phosphates esters; J. biol. Chem, v, 162, 1946, p. 421.
5. F. Lipmann and C. L. Tuttle. A specific micromethod for determination of acyl-phosphates. J. biol. Chem, v, 159, 1945, p. 21.
6. R. P. Harpog a. J. H. Quastel. Phosphorylation of d-Glucosamine by brain extracts. Nature, v. 164, 1949, p. 693.
7. В. А. Белицер и Е. Г. Цыбакова. О механизме фосфорилирования, сопряженного с дыханием. Биохимия, т, 4, 1939, стр. 516.
8. S. Oshoa. Coupling of phosphorylation with oxidation of pyruvic acid in brain. J. biol Chem, v. 138, 1941, p. 751.

## მინერალოგია

თ. ივანიშვილი

## ზომიერითი სვალურიტის სპექტრალური დახასიათების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. თვალჭრელიძემ 1.7.1950)

მინერალთა შესწავლას სპექტრალური ანალიზის მეთოდების საშუალებით დიდი მნიშვნელობა აქვს იმ კანონზომიერებათა გამოსავლინებლად, რომელთაც ემორჩილებიან ქიმიური ელემენტები გეოქიმიური პროცესების მსვლელობის დროს. სპექტრალური ანალიზის მეთოდებს განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს იმ მცირე რაოდენობის იშვიათ და იშვიათ-გაბნეული ელემენტების გამოვლინებისას, რომელთა აღმოჩენა ქიმიური ანალიზის ჩვეულებრივი მეთოდების გამოყენების დროს დაკავშირებულია დიდ სიძნელეებთან და ხშირად შეუძლებელია ხოლმე. განსაკუთრებით დიდ სიძნელეებს აქვს ადგილი რაოდენობითი განსაზღვრების ჩატარებისას.

ჩვენ ჩაატარეთ ზოგიერთი სულფიდის სპექტრალური ანალიზები მათში იშვიათ და იშვიათ-გაბნეული ელემენტების განსაზღვრის მიზნით.

გამოყენებული მეთოდები. ანალიზები ჩატარებული იყო სსრკ მეცნ. აკადემიის გეოლოგიურ მეცნიერებათა ინსტიტუტის სპექტრალურ ლაბორატორიაში. თვისებითი განსაზღვრები ტარდებოდა სპექტროგრაფ Qa—24-ით, რაოდენობითი განსაზღვრები კი სპექტროგრაფ KC—55-ით, რომელიც იძლეოდა საშუალებას დაგვეჭიროა სპექტრის ის ნაწილი, სადაც იმყოფება ჩვენთვის საინტერესო ელემენტების ანალიზური ხაზები. სპექტრის აღზნებისათვის გამოყენებული იყო ვოლტას რკალი, რომელიც იკვებებოდა გამართული 220 V და 30 A მქონე დენით. მუშაობის დროს წრედში ვრთავდით დამატებით წინაღობას. საანალიზო სინჯის დაწვისას ვოლტას რკალის ელექტროდებზე დენის ძალა უდრიდა 8—10 A. ელექტროდებდა ვიყენებდით სპექტრალურად სუფთა ნახშირებს. საანალიზო სინჯს წმინდა ფხვნილის სახით ვათავსებდით ქვედა ელექტროდის კრატერში. თითოეულ საანალიზო სინჯს ვიდებდით ორი წუთის განმავლობაში მინუსზე და მთლიან დაწვამდე პლიუსზე ფოტოფირფიტის სხვადასხვა ადგილას, რითაც ვაღწევდით სხვადასხვა აღზნების მქონე ელემენტების ფიქსაციას ფოტოფირფიტის სხვადასხვა ადგილზე. ეს თავის მხრივ აადვილებდა გადაღებული სპექტრების გაშიფრვას.

ელემენტების განსაზღვრა ხდებოდა ანალიტიკური ხაზების ტალღის სიგრძეების რკალური სპექტრების ატლასთან შედარების საშუალებით [2].

სფალერიტში კადმიუმისა და გერმანიუმის რაოდენობის განსაზღვრისათვის შერჩეულ იქნა „ფონის მეთოდი“; ამის შესაბამისად დამზადებული იყო 7 სტანდარტი: 1%, 0,3%, 0,1%, 0,03%, 0,01%, 0,003%, 0,001%.

სტანდარტების ფუძედ აღებული იყო სპექტრალურად სუფთა გალენიტი, რომელშიც კადმიუმი და გერმანიუმი საჭირო რაოდენობით შეგვყავდა გოგირდმეხევა კადმიუმის მარილისა ( $\text{CdSO}_4$ ) და გერმანიუმის ორჟანგის ( $\text{GeO}_2$ ) სახით.

სტანდარტების განსაზღვრული დანაწონის მთლიანი დაწვის დრო იმავე რაოდენობის საანალიზო სინჯის დაწვის დროის ტოლი იყო. როგორც სტანდარტების, ისევე საანალიზო სინჯების დანაწონი უდრიდა 60 მგ; გადაღება ხდებოდა ორი წუთი მინუსზე და ორი წუთი პლიუსზე, ერთსა და იმავე აღგილას.

ყველა საანალიზო სინჯი და სტანდარტი გადაღებულ იქნა ერთ ფირფიტაზე, ფოტოფირფიტაზე ფიქსაცია ხდებოდა სპექტრის იმ ნაწილისა ( $2800-3500\text{\AA}$ ), სადაც მოთავსებულია ანალიტიკური ხაზები კადმიუმის  $\lambda=3261,0\text{\AA}$  და გერმანიუმის  $\lambda=3039,0\text{\AA}$ ;

ფოტომეტრიკების მონაცემებით აგებული იყო კადმიუმისა და გერმანიუმისათვის გრადუირებული მრუდები, რომელთა საშუალებით განსაზღვრული იყო ამ ელემენტების პროცენტული შემცველობა ანალიზირებულ სფალერიტებში.

ცხრილებში 1, 2 და 3 მოყვანილია სპექტრალური ანალიზების თვისებებითი და რაოდენობითი მონაცემები.

ყველა ანალიზირებული სინჯი აღებული იყო მინერაგრაფიულად შესწავლილი ნიმუშებიდან.

სინჯები №№ 1, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 წარმოადგენს ფარულკრისტალური (მეტაკოლოიდურ) ღია ყვითელი ფერის, ზოგჯერ მოყავისფრო სფალერიტებს, რომლებიც სტრუქტურულ ამოქმისას მეფის არაყის ორთქლის მოქმედებით ამჟღავნებენ კრისტალურ აღნაგობას; კრისტალური ინდივიდების ზომა ცვალებადია, ხშირად მჟღავნდება პოლისინთეტიკური მრჩობლური სტრუქტურა.

სინჯები №№ 2, 3, 6, 8 წარმოადგენს ნაჭუქისებრ (კოლომორფული) მოყვითალო-მოყავისფრო და მოყვითალო-ნაცრისფერ სფალერიტებს, რომლებიც სტრუქტურული ამოქმისას მეფის არაყის ორთქლის მოქმედებით ამჟღავნებენ ფრთისებურ ან რადიალურ სხივოსნურ სტრუქტურას.

ზოგიერთი დასკვნა. სულფიდებიდან ერთ-ერთ ყველაზე საინტერესო და ამავე დროს რთულ მინერალს მინარეგების მხრივ სფალერიტი წარმოადგენს. წარმოადგენს რა  $\text{ZnS}-\text{FeS}-\text{MnS}$  იზომორფულ რიგს, სადაც თიქმის ყოველთვის  $\text{FeS} > \text{MnS}$ , ხოლო იშვიათ შემთხვევებში  $\text{FeS} \cong \text{MnS}$ , სფალერიტები საინტერესოა არიან „მეორეხარისხოვანი“ ელემენტების შემცველობის მხრივ. ასეთებია: კადმიუმი (ჩვეულებრივ  $0,05-0,8\%$ , რაოდენობით, იშვიათად  $2-3\%$ -მდე), ინდიუმი (რომლის რაოდენობა სფალერიტებში  $0,1\%$  აღწევს), გერმანიუმი, ტალიუმი, გალიუმი და ზოგიერთი სხვ.

შესწავლილი სფალერიტები წარმოადგენენ ბაცად შეფერილ კლიოფანის ტიპისა და ნაჭუქისებრი თუთიის ტყუარებს, რის გამოც ისინი მინიმალური რაოდენობით უნდა შეიცავდნენ რკინის მინარეგს. აქედან გამომდინარე, სპექტრალური ანალიზით აღმოჩენილი რკინის დიდი ნაწილი რკინის დი-



## სფალერიტების სპექტრალური ანალიზების თვისებითი მონაცემები

სინჯების №-ს ელემენტები	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
As . . . . .	—	—	—	—	ძალ. ცოტა	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Pb . . . . .	ცოტა	არის	არის	კვალი	კვალი	—	მნიშ. რაოდ.	არის	ცოტა	ცოტა	ძალ. ცოტა	ცოტა	არის	ცოტა	ბევრი	არის	
Cu . . . . .	ძალ. ბევრი	არის	მნიშ. რაოდ.	—	ცოტა	ძალ. ცოტა	არის	ცოტა	ცოტა	ცოტა	ცოტა	ცოტა	ცოტა	არის	არის	არის	
Zn . . . . .	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	ჯანს. ბევრი	
Cd . . . . .	ძალ. ბევრი	მნიშ. არის	არის	მნიშ. არის	მნიშ. არის	არის	არის	არის	არის	მნიშ. რაოდ.	არის	არის	ცოტა	ცოტა	ცოტა	არის	
Co . . . . .	ძალ. ცოტა	—	—	—	ძალ. ცოტა	არის	არის	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	ძალ. ცოტა	ძალ. ცოტა	ცოტა	ცოტა	—	—	კვალი	
Ni . . . . .	ძალ. ცოტა	—	—	—	ძალ. ცოტა	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	—	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	ცოტა	კვალი	კვალი	ცოტა
Bi . . . . .	უმნიშ. კვალი	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ge . . . . .	ცოტა	ცოტა	არის	უმნიშ. კვალი	ცოტა	—	—	არის	ცოტა	ცოტა	ცოტა	ცოტა	—	—	ცოტა	—	
Ga . . . . .	უმნიშ. კვალი	—	—	—	უმნიშ. კვალი	ძალ. ცოტა	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	—	ძალ. ცოტა	—	უმნიშ. კვალი	—	—	—	—	
Tl . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cr . . . . .	—	ცოტა	უმნიშ. კვალი	—	—	—	—	—	—	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	—	—	—	
V . . . . .	—	—	—	უმნიშ. კვალი	ძალ. ცოტა	—	—	—	—	ცოტა	—	—	—	—	—	—	
Mn . . . . .	მნიშ. რაოდ.	ცოტა	არის	უმნიშ. კვალი	ძალ. ცოტა	არის	მნიშ. რაოდ.	არის	მნიშ. რაოდ.	მნიშ. რაოდ.	მნიშ. რაოდ.	ცოტა	მნიშ. რაოდ.	არის	არის	არის	ცოტა
Fe . . . . .	ბევრი	ძალ. ბევრი	ძალ. ბევრი	არის	არის	ძალ. ბევრი	—	—	—	ცოტა	ცოტა	ცოტა	ძალ. ბევრი	ძალ. ბევრი	ძალ. ბევრი	ძალ. ბევრი	
Ti . . . . .	მნიშ. რაოდ.	ძალ. ცოტა	არის	ცოტა	ცოტა	—	—	უმნიშ. კვალი	ცოტა	ცოტა	ცოტა	არის	კვალი	ცოტა	კვალი	ცოტა	
Sc . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ag . . . . .	არის	მნიშ. რაოდ.	მნიშ. რაოდ.	—	არის	—	არის	—	—	ცოტა	ცოტა	არის	ცოტა	ცოტა	არის	არის	

ქართული  
საგარეო საზღვარი

სულფიდების მექანიკურ მინარეცებს უნდა მიეკუთვნოთ. ამისთანა დაშვება მით უფრო სამართლიანია, რომ, როგორც გვიჩვენა ჩატარებულმა მინერაგრაფიულმა კვლევამ, სფალერიტები თითქმის ყოველთვის შეიცავენ რკინის დისულფიდების წმინდა დისპერსიულ ჩანართებს. აღნიშნული სფალერიტების

სფალერიტებში კადმიუმის განსაზღვრის მონაცემები

ცხრილი 2

სტანდარტები და სინჯები	ხაზის ანათვალის	ფონის ანათვალის	Cd ფონის შეფარდება Cd ხაზთან	შეფარდების ლოგარითმი	IgC (კონცენტრაცია)	IgC <sub>1</sub>	Cd პროცენტი
სტ. 0,03%	30,0	135,0	4,50	0,65320	—	—	0,03
სტ. 0,1%	15,0	122,5	8,16	0,91201	—	—	0,1
სტ. 0,3%	7,5	115,0	16,00	1,20412	—	—	0,3
სტ. 1%	5,5	107,5	19,54	1,29092	—	—	1
სინჯი № 17	13,5	157,5	11,66	1,06670	0,73	0,27	0,190
სინჯი № 18	11,0	172,5	15,68	1,19535	0,49	0,51	0,324
სინჯი № 19	12,0	162,0	13,50	1,13033	0,61	0,39	0,250
სინჯი № 20	15,0	137,0	9,13	0,96061	0,97	0,03	0,105
სინჯი № 21	6,0	123,5	20,58	1,31345	0,26	0,74	>0,555
სინჯი № 22	12,5	120,0	9,60	0,98227	0,95	0,05	0,113
სინჯი № 23	7,5	114,0	15,20	1,18184	0,51	0,49	0,310
სინჯი № 24	18,0	130,0	7,22	0,85854	-1,32	-2,68	0,047
სინჯი № 25	9,0	13,0	14,44	1,15957	0,56	0,43	0,274
სინჯი № 26	32,0	100,0	3,12	0,49485	-1,80	2,20	0,016
სინჯი № 27	20,0	100,0	5,00	0,69897	-1,41	-2,59	0,039

სფალერიტებში გერმანიუმის განსაზღვრის მონაცემები

ცხრილი 3

სტანდარტები და სინჯები	ხაზის ანათვალის	ფონის ანათვალის	Ge ფონის შეფარდება Ge ხაზთან	შეფარდების ლოგარითმი	IgC (კონცენტრაცია)	IgC <sub>1</sub>	Ge პროცენტი
სტ. 0,003%	84,0	305,0	3,812	0,58115	—	—	0,03
სტ. 0,01%	104,0	317,5	3,038	0,48259	—	—	0,01
სტ. 0,003%	162,0	330,5	2,033	0,30814	—	—	0,003
სტ. 0,01%	195,0	328,0	1,682	0,22583	—	—	0,001
სინჯი № 17	232,0	323,0	1,387	0,13208	-3,39	-4,61	0,00040
სინჯი № 20	239,0	312,5	1,307	0,11628	-3,46	-4,54	0,00034
სინჯი № 21	215,5	335,0	1,508	0,17840	-3,22	-4,78	0,00061
სინჯი № 18	180,0	310,0	1,722	0,22633	-2,96	-3,04	0,0511

მცირერკინიანობა მაღანში რკინის დისულფიდების დიდი რაოდენობით არსებობისას, სფალერიტთან პარაგენეზისში, საესებით შეესაბამება ა. ბეტეხტონის [1] მონაცემებს. ა. ბეტეხტონი აღნიშნავს, რომ მაღანშემქმნელ ხსნარებში გოგირდიონების დიდი კონცენტრაციების დროს რკინის მთელი რაოდენობა უერთდება გოგირდს და წარმოიქმნება FeS<sub>2</sub>-ს სხვადასხვა მოდიფიკაცია. ამ უკანასკნელთ, საესებით ვასაგებია, არ შეუძლიათ მოგვეცენ იზომორფული ნარეგები ZnS-თან. მაღანში პიროტინის არარსებობის ფაქტიც ადასტურებს სფალერიტების მცირერკინიანობას.

## გალენიტების სპექტრალური ანალიზების თვისებითი მონაცემები

სინჯის №19	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Pb . . . . .	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრა	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	
Fe . . . . .	—	—	დალ. ბევრი	—	უმნიშ. კვალი	დალ. ბევრი	არის	დალ. ცოტა	დალ. ბევრი	ცოტა	ცოტა	ცოტა	ბევრი	ბევრი	არის	ბევრი	
Mn . . . . .	უმნიშ. კვალი	—	—	—	უმნიშ. კვალი	—	ცოტა	ცოტა	ცოტა	ცოტა	არის	კვალი	ცოტა	კვალი	—	კვლ	
Zn . . . . .	დალ. ცოტა	უმნიშ. კვალი	ცოტა	—	უმნიშ. კვალი	დალ. ბევრი	მნიშ. რაოდ.	—	დალ. ბევრი	ბევრი	ბევრი	ბევრი	ბევრი	ბევრი	ბევრი	არის	არის
Cu . . . . .	უმნიშ. კვალი	—	ცოტა	—	ცოტა	დალ. ცოტა	მნიშ. რაოდ.	უმნიშ. კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	ცოტა	ცოტა	კვალი	არის	არის
Sb . . . . .	უმნიშ. კვალი	—	არის	—	მნიშ. რაოდ.	მნიშ. რაოდ.	მნიშ. რაოდ.	ცოტა	ცოტა	ცოტა	—	ცოტა	—	—	ცოტა	არის	
As . . . . .	ცოტა	ცოტა	დალ. ცოტა	—	—	ცოტა	დალ. ცოტა	—	ბევრი	არის	არის	—	არის	არის	—	—	
Ti . . . . .	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	ცოტა	უმნიშ. კვალი	—	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	—	არის
Ag . . . . .	—	—	მნიშ. რაოდ.	—	—	დალ. ბევრი	დალ. ბევრი	დალ. ბევრი	არის	არის	არის	არის	ბევრი	არის	ცოტა	არის	
Co . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	ცოტა	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tl . . . . .	უმნიშ. კვალი	—	უმნიშ. კვალი	—	—	უმნიშ. კვალი	—	უმნიშ. კვალი	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ni . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	ცოტა	კვალი	—	—	—	—	—	—	
Ge . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	—	ცოტა	—	—	
Cd . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	უმნიშ. კვალი	არის	უმნიშ. კვალი	ცოტა	—	
Ga . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	უმნიშ. კვალი	

როგორც მოყვანილი ცხრილებიდან ჩანს (1 და 2), საკვლევი სფალერიტებისათვის დამახასიათებელ მოვლენას წარმოადგენს კადმიუმის საკმარისად მაღალი პროცენტული შემცველობა, რომლის რაოდენობა ზოგიერთ შემთხვევაში  $0,555\%$  აღემატება. კადმიუმი სფალერიტებში განაწილებულია საკმარისად თანაბრად,  $0,1—0,3\%$  რაოდენობით. სფალერიტებში კადმიუმის არსებობას გრინოკიტის ( $CdS$ ) იზომორფული მინარევის არსებობით ხსნიან. საკვლევ სფალერიტებში კადმიუმის შემცველობას ჩვენ ვხსნით მყარი ზოლის არსებობით, რომლის მყარ დისპერსიულ გარემოს წარმოადგენს სფალერიტი, დისპერსიულ ფაზას კი გრინოკიტი.

ვერცხლის არსებობა სფალერიტებში აღნიშნული აქვთ ს. ბოროვიკს, ნ. ვლოდავიცს, ნ. პროკოპენკოს და ა. რუსანოვს.

ჩვენ მიერ შესწავლილი სფალერიტები კიდევ ერთხელ ადასტურებენ ამ ფაქტს. სფალერიტებში ჩატარებული მინერაგრაფიული კვლევებით ვერცხლის შემცველი მინერალების ჩანარები აღმოჩენილი არ ყოფილა. ამის გამო იძულებული ვართ დავუშვათ, რომ სპექტრალური ანალიზით გამოვლინებული ვერცხლის ბუნება სფალერიტებში კადმიუმის ბუნების ანალოგიურია.

დიდ სიძნელეს წარმოადგენს სფალერიტებში გერმანიუმისა და გალიუმის იზომორფიზმის ახსნა. ვ. გოლდშმიდტის აზრით [3], რომელმაც გამოყო შმაღვარფისა და ალტენბერგის მალარობებიდან გერმანიუმის ( $0,3\%$ ) შემცველი მუქი ფერის ნაქუშისებრი ცინკის ტყუარები, გერმანიუმი სფალერიტებში  $GeS$ -ის სახით იმყოფება. ზუსტად, გერმანიუმისა და გალიუმის ბუნებისა და ვალენტოვნების საკითხი სფალერიტებში გადაუწყვეტელია. ჯონსონმა და უორენმა [3] გვაჩვენეს, რომ გერმანიუმი სფალერიტებში სამ, ორ- და ერთვალენტებთან მდგომარეობაში იმყოფება.

გამომდინარე მადანშემქმნელი ხსნარების კოლოიდური ბუნებიდან, რაზედაც დამაჯერებლად მიგვითითებს სფალერიტის აგრეგატების მეტაკოლოიდური და კოლომორფული ტექსტურები, ჩვენ ვუშვებთ, რომ ელემენტები, რომლებიც არ ქმნიან საკუთარ მინერალებს და მინარევის სახით იმყოფებიან სხვა მინერალში—სფალერიტში, მადანშემქმნელ ხსნარებში მცირე რაოდენობით იყვნენ იონურ მდგომარეობაში. ამისთანა დაშვებისას აღნიშნული ელემენტები ალბათ შედიოდნენ  $ZnS$  მიცელის ადსორბციულ შრეში, რომელთა დიფუზიურ შრეში ნაწილდებოდნენ საწინააღმდეგო იონები, წარმოდგენილი რადიკალით  $HS^{-1}$ . ხსნარებში  $HS^{-1}$  ჭარბი რაოდენობით არსებობას ხელს უწყობდა გარემოს ნეიტრალური—სუსტ ტუტემდე—ხასიათი.

ამგვარად, თუ მივიღებთ ამ კონცეფციას, ელემენტები  $Ag, Cd, Mn, Cr, V, Ge, Ga, Co, Ni,$  და  $Tl$  უნდა შესულიყვნენ  $ZnS$  მიცელების ადსორბციულ შრეში, რომელთა დიფუზიურ შრეში თავსდებოდნენ  $HS^{-1}$  იონები.

კოაგულაციის შემდეგ, გელის დაძვლების პროცესში, სინერეზისისა და ნაწილაკთა დამსხვილებისას მიიღებოდა მყარი ზოლი (რომელიც შეიცავდა ზემოთ აღნიშნულ ელემენტებს), რომლის მყარ დისპერსიულ გარემოსაც სფალერიტი წარმოადგენდა. იონურ მდგომარეობაში მყოფი ელემენტების ნაწილი, დარჩენილი თავისუფალ მდგომარეობაში,  $ZnS$  გრანულის

გარშემო ადსორბციული შრის შექმნის შემდეგ, შეიძლება ადსორბირებული ყოფილიყო ახლად დალექილი გელის მიერ, მისი დიდი ზედაპირული ენერჯის გამო. გელის დაძველების პროცესში შთანთქმული ელემენტები ნაწილდებოდა სფალერიტის კრისტალურ მესერში.

ტბრილი 5  
რკინის დისულფიდების სპექტრალური ანალიზის თვისებითი მონაცემები

სინჯი № № ელემენტი	1	2	3	4	5	6	7	8
Fe . . . . .	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი	განს. ბევრი
Cu . . . . .	ცოტა	—	უმნიშვ. კვალი	ძალ. ბევრი	—	კვალი	ცოტა	კვალი
Zn . . . . .	ძალ. ბევრი	ძალ. ცოტა	უმნიშვ. კვალი	ძალ. ბევრი	—	ბევრი	ბევრი	კვალი
Tl . . . . .	—	უმნიშვ. კვალი	—	—	—	—	—	—
Mn . . . . .	ძალ. ცოტა	ძალ. ცოტა	ცოტა	ცოტა	—	ცოტა	—	ცოტა
Pb . . . . .	—	—	უმნიშვ. კვალი	უმნიშვ. კვალი	—	კვალი	კვალი	კვალი
As . . . . .	—	მნიშვ. რაოდენ.	—	—	ძალ. ცოტა	—	—	არის
Ni . . . . .	—	—	—	უმნიშვ. კვალი	—	კვალი	—	კვალი
Ga . . . . .	—	—	—	—	უმნიშვ. კვალი	—	—	—
Pb . . . . .	—	—	—	ბევრი	უმნიშვ. კვალი	არის	არის	ცოტა
Cd . . . . .	—	—	—	—	—	უმნიშვ. კვალი	—	—
Ag . . . . .	—	—	—	—	—	—	უმნიშვ. კვალი	—

ეს მოსაზრება დაგვებადა კოლოიდური გენეზისის სულფიდების შესწავლის პროცესში.

ფ. ა ბ რ ა მ ო ვ ი და ა. რ უ ს ა ნ ო ვ ი იძლევიან სფალერიტებში იშვიათ და იშვიათ-გაბნეული ელემენტების არსებობის სიხშირის რიგს, რომელიც გამოიხატება:  $Cd > Ga > Ge > In$ . ჩვენი საბაღოს სფალერიტების შემთხვევაში ეს რიგი შემდეგ სახეს იღებს:  $Cd > Ge > Ga, In$  კი სულ არ არის, რაც სავსებით შეესაბამება ნ. პ რ ო კ ო პ ე ნ კ ო ს მონაცემებს, რომელიც, ეყარება რა მრავალრიცხოვან ანალიზებს, აღნიშნავს, რომ  $In$  უმთავრესად თავს იყრის შავ და შუქად შეფერილ მარმატიტ-ქრისტოფიტის ტიპის თუთიის ტყუარებში. იგივე მკვლევარი აღნიშნავს  $In$ -ის თავმოყრას კადმიუმით, გერმანიუმითა და გალიუმით ღარიბ სფალერიტებში. იმავე მკვლევრის მონაცემების მიხედვით, გერმანიუმსა და ვალუუმს აქვთ ტენდენცია კონცენტრაციისა ღიად შეფერილი



და ნაჭუქისებრი თუთიის ტყუარებში. გერმანიუმისა და გალიუმის თანაბარი რაოდენობით კონცენტრაცია კოლომორფულ და მეტაკოლოიდურ სფალერიტებში, ჩვენს შემთხვევაში, ამ სტატისტიკური კანონზომიერებიდან ნაწილობრივ გადახრას წარმოადგენს.

ვიღებთ რა მხედველობაში როგორც ჩვენ მიერ მიღებულ, ისევე ლიტერატურული წყაროების მონაცემებს, გამოგვყავს საინტერესო გეოქიმიური დასკვნა:

მთავარ ფაქტორს, რომელიც განაგებს, ერთი მხრივ, ინდიუმისა და რკინის, ხოლო, მეორე მხრივ, კადმიუმის, გერმანიუმისა და გალიუმის პარაგენეზის, წარმოადგენს გოგირდის იონების კონცენტრაცია მადანშემქმნელ ხსნარებში. გოგირდის იონების დიდი კონცენტრაციის დროს რკინის დისულფიდებთან ერთად წარმოიქმნება გერმანიუმით, გალიუმით და კადმიუმით გამდიდრებული ბაცად შეფერილი სფალერიტები, რომლებიც არ შეიცავენ რკინასა და ინდიუმს; გოგირდიონების მცირე კონცენტრაციისას წარმოიქმნება რკინითა და ინდიუმით მდიდარი მუქი სფალერიტები, გერმანიუმის, გალიუმისა და კადმიუმის უმნიშვნელო შემცველობით პიროტინთან პარაგენეზისში.

აქედან ცხადია, რომ ინდიუმი და გოგირდი გეოქიმიურ პროცესებში ანტაგონისტურ ელემენტებს წარმოადგენენ.

ზოგადი დასკვნის გამოსაყვანად მოგვყავს სფალერიტებთან პარაგენეზისში მყოფი რკინის დისულფიდებისა და გალენიტების სპექტრალური ანალიზის შედეგები (ცხრილები 4 და 5).

ანალიზირებული სულფიდები აღებულ იყო მადნეული სხეულის სხვადასხვა ადგილიდან, ამიტომ ძნელი წარმოსადგენია, რომ მათი გამოყოფა ხსნარებიდან ყველგან ერთდროულად მომხდარიყო.

როგორც ანალიზების მონაცემებიდან ჩანს, ყველა სულფიდს ხსნარიდან მიუღია თავისი განსაზღვრული „მეორეხარისხოვანი“ ელემენტი, ე. ი. შეიძლება დაფუძვთ, რომ მადანშემქმნელი ხსნარების ქიმიზმი მადანწარმოქმნის პროცესის განმავლობაში უცვლელი იყო. ჩატარებული კვლევა გვიჩვენებს, რომ გარკვეულ „მეორეხარისხოვან“ ელემენტებს აქვთ მისწრაფება გარკვეულ სულფიდებში თავმოყრისაკენ, განსაკუთრებით კი სფალერიტში.

შეიძლება ვიფიქროთ, რომ „მეორეხარისხოვანი“ ელემენტების სულფიდებში არსებობის საფუძველზე (თუ დაფუძვლავთ, რომ მათი განაწილება მადანშემქმნელ ხსნარებში თანაბარი იყო) შესაძლებელი იქნება ერთსა და იმავე ფართზე მინერალიზაციის ფაზების გამოყოფა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
 გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.7.1950)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Г. Бетехтин. О влиянии режима серы и кислорода на парагенетические соотношения минералов в рудах. Изв. АН СССР, серия геол., № 3, 1949.
2. А. Н. Индикенко. Атлас аналитических линий элементов дуговых спектров. Москва, 1949.
3. В. В. Щербина. Геохимия. Москва, 1939.

ბეჭდები

ბ. მუხამბ

რკინაბატონის ლუნაზე მომუშავე ელემენტების ანბარიზისათვის  
დაბალი (50÷110) მარკის ბეტონის დროს

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ხავრივემა 20.6.1950)

1946 წ. მიიღე მრეწველობის საწარმოთა მშენებლობის საკავშირო სამინისტროს მიერ დამტკიცებულ იქნა რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტირების ახალი ნორმები (Н-3-46), ხოლო 1948 წლის ივნისში—დაპროექტირების ნორმები და ტექნიკური პირობები (Н и ТУ-3-48), დამუშავებული სნცსკი-ს (სამრეწველო ნაგებობათა ცენტრალური სამეცნ.-კვლევითი ინსტიტუტი—„ЦНИПС“) მიერ. წელს ამ ნორმების ახალი, შესწორებული გამოცემა გამოვიდა (Н и ТУ-3-49) წინათ არსებულ საკავშირო სტანდარტ ОСТ-90038-გან განსხვავებით, ლუნის შემთხვევისათვის ბეტონის შეკუმშულ ზონაში მიღებულია ჰინების მართკუთხა ეპიურა მრუდხაზოვანის მაგივრად. ამ ეპიურამ, რომელიც ჯერ კიდევ 15 წლის წინათ იყო წამოყენებული ნაგებობათა ამიერკავკასიის ინსტიტუტის მიერ, გამოიწვია ლუნაზე მომუშავე ელემენტების კვეთის შესარჩევი რიგი ცხრილების გადათვლის აუცილებლობა და პირველ რიგში ყველაზე უფრო ხმარებული (ტაღ-პრიტიკინის [2]) ცხრილისა:  $\mu^0/\sigma - r - \gamma - s$ . ეს ცხრილი შეცვლილია ანალოგიური ცხრილით:  $p - \frac{x}{h_0} - r - \gamma - A$ . [1].

თუმცა ლუნაზე მომუშავე ელემენტების გაანგარიშებისას სხვაობა ძველ მონაცემებთან შედარებით 2% არ აღემატება ([2], იხ. შენიშვნა გვ. 61), ორ სხვადასხვა, თუნდაც ნაკლებად განსხვავებული ცხრილით სარგებლობა არასასურველია. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ლუნის ჩვეულებრივ შემთხვევებში ეს სხვაობა თითქმის შეუმჩნეველია; უფრო თვალსაჩინოა ის ორმაგი არმირების ( $A_{აქს} = 41,25$  ნაცვლად  $s_{აქს} = 40,42$  110 მარკისათვის) და ცენტრგარეკუმშვის პირველი შემთხვევის დროს ( $\frac{x}{h_0} = 0,553$  ნაცვლად  $n_p + \beta = 0,575$ ).

აქ შევეხებით მხოლოდ მარკებს 50-დან 110-მდე, რომელნიც ამჟამად და დღეობრივი პირობებში ყველაზე მეტად იხმარება მსუბუქი ბეტონისათვის.

ახალი ცხრილები, როგორც ჩანს, ჯერჯერობით მხოლოდ ერთ (საკმაოდ მცირე ტირაჟით გამოსულ) გამოცემაშია გამოქვეყნებული [1]. ისინი გათვალისწინებულია მხოლოდ „90“ და მეტი მარკის ბეტონისათვის. ნაგებობათა თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის შრომებში მოყვანილი ცხრი-

ლები [3] შეიცავს სიდიდებს  $\frac{x}{h_0}$ ,  $\mu^0/\sigma = p$  და  $k_2 = A$ , მაგრამ არა  $r$  და  $\gamma$ -ს.

ღუნვაზე და ცენტრგარე კუმშვაზე მომუშავე კვეთების გასაანგარიშებელი ცხრილები პროფ. იაკობოვიჩის ნაშრომში „მსუბუქი რკინაბეტონის კონსტრუქციები“ მრუდნაზოვან ებიურას ემყარება. სრული ცხრილები 50÷110 მარკების გასაანგარიშებლად H და TV-3-48-ის მიხედვით, როგორც ჩანს, არ არის. საჭიროა აგრეთვე აღინიშნოს ერთგვარი გაურკვეველობა მსუბუქი ბეტონის ახლო მომავალში გამოსაყენებელი მარკების საკითხში, ვინაიდან სანაკვეთო დებულების პროექტი გულისხმობს 75 და 100 მარკის შემოღებას 70, 90 (110) ნაცვლად [4].

ხსენებული ცხრილების უქონლობა ბევრ შემთხვევაში აიძულებს დამკვეთს მსუბუქი (და არა მარტო მსუბუქი) რკინაბეტონის ანგარიში, მიუხედავად უკვე 1946 წ. მიღებული ახალი ნორმებისა, ძველი ცხრილებით აწარმოოს. ასეთი მდგომარეობა არ შეესაბამება იმ ღონისძიებებს, რომელნიც ამჟამად ანგარიშის მეთოდების უნიფიკაციის მიზნით ტარდება.

ამ მდგომარეობიდან დროებით გამოსავალს სნცსკი-ს მიერ „ბეტონისა და ფოლადის ნებისმიერი მარკებისათვის“ შედგენილი ცხრილის ხმარება წარმოადგენს. ეს ცხრილი მეტად კომპაქტურია და ნებას იძლევა ანგარიში წარმოებულ იქნეს ბეტონის (და ფოლადის) ნებისმიერი მარკისათვის, მაგრამ ხმარების სიმარტივის მხრივ ჩვეულებრივ ცხრილებს, რომელნიც არმირების კოეფიციენტს შუა სახით იძლევიან, ჩამოუვარდება.

ავიღეთ რა საფუძვლად ასეთი ცხრილი ([1], ცხ. 24-ა), რამდენადმე გადავამუშავეთ ის მსუბუქი ბეტონის მარკების (ე. ი. 110 და ნაკლები) შემთხვევაში გამოყენებისას შესაძლო გამარტივების მიზნით.

ცხრილის გადამუშავებას მიზნად ჰქონდა აგრეთვე მისი გავრცელება ტესტბრივ კვეთებზე. სნცსკი-ს ცხრილის გარჩევა გვიჩვენებს, რომ თუმცა ის გათვალისწინებულია ამ კვეთებისთვისაც, ის ამ შემთხვევისთვის სრული არაა. ტესტბრივ კვეთებში  $\mu^0/\sigma$  შეიძლება (თაროს სიგანის მიმართ) მართკუთხა კვეთებისათვის დასაშვებ მინიმალურ მნიშვნელობაზე გაცილებით ნაკლები იყოს. ეს გარემოება ჩვეულებრივ ცხრილებში მხედველობაშია მიღებული; მაგალითად, 110 მარკისათვის ის დადის 0,04-მდე, სნცსკი-ს ცხრილი კი იძლევა

$$\mu\text{-ს მინიმალურ მნიშვნელობას} = \frac{xR_{\text{H}}}{h_0\sigma_{\text{r}}} = 0,04 \cdot \frac{110}{2500} = 0,00176, \text{ რაც დაახლოებით} = 0,18\%.$$

ეს სიდიდე ტესტბრივი კვეთებისათვის დიდია. მეორე მხრივ, ცხრილის გაფართოებისას (მისი გადამუშავებისა და დაზუსტების დროს გამოვიყენეთ ოვჩინინის მიერ გადანიშნული ბუშკოვის ცხრილი [1]) ერთგვარ დაბრკოლებას შევხვდით. თანამედროვე გამოცემებში [1, 2]  $\gamma$ -ს ზრდა წყდება  $\mu$ -ს მიერ მართკუთხა კვეთისათვის დასაშვები მინიმალური მნიშვნელობის მიღწევით. ვინაიდან ეს მინიმუმი მარკების მიხედვით იცვლება,  $\gamma$ -ს ცხრილის დასაწყისში ერთგვარად განსხვავებული მნიშვნელობები უნდა ჰქონოდა. ისინი ერთ სიდიდეზე დავიყვანეთ.

მართკუთხა და ტესებრივი კვეთების ცალფა არმირებაზე საანგარიშო ცხრილი.  
ბეტონის მარკა R: ნებისმიერი 50-დან 110-მდე.

$$kM = A_1 t b h_0^2$$

$$h_0 = r_1 \sqrt{\frac{kM}{tb}}$$

$$\mu^0 / \sigma = \rho = mt$$

$$F_a = \frac{kM}{\sigma_T \gamma h_0} = mt \frac{bh_0}{100}$$

$$t = R : 100$$

m	r <sub>1</sub>	γ	A <sub>1</sub>		m	r <sub>1</sub>	γ	A <sub>1</sub>	
0,04	1,014	0,9725	0,97	ხახს ზემოთ მხოლოდ ტესებრივი კვეთებისათვის	1,04	0,210	0,870	22,62	
0,06	0,828	"	1,46		1,08	0,207	0,865	23,36	
0,08	0,716	"	1,95		1,12	0,204	0,860	24,08	
0,10	0,641	"	2,43		1,16	0,201	0,855	24,80	
0,12	0,585	"	2,92		1,20	0,198	0,850	25,50	
0,14	0,542	"	3,40		1,24	0,195	0,845	26,20	
0,16	0,507	"	3,89		1,28	0,193	0,840	26,88	
0,18	0,478	"	4,38		1,32	0,190	0,835	27,56	
0,20	0,453	"	4,86		1,36	0,188	0,830	28,22	
0,22	0,434	0,9725	5,35		1,40	0,186	0,825	28,88	
0,24	0,415	0,970	5,82	1,44	0,184	0,820	29,52		
0,26	0,399	0,9675	6,29	1,48	0,182	0,815	30,16		
0,28	0,385	0,965	6,76	1,52	0,180	0,810	30,78		
0,30	0,372	0,9625	7,22	1,56	0,178	0,805	31,40		
0,32	0,361	0,960	7,69	1,60	0,177	0,800	32,00		
0,36	0,341	0,955	8,60	1,64	0,175	0,795	32,60		
0,40	0,324	0,950	9,50	1,68	0,174	0,790	33,18		
0,44	0,311	0,945	10,40	1,72	0,172	0,785	33,75		
0,48	0,299	0,940	11,28	1,76	0,171	0,780	34,32		
0,52	0,288	0,935	12,16	1,80	0,169	0,775	34,88		
0,56	0,277	0,930	13,02	1,84	0,168	0,770	35,42		
0,60	0,268	0,925	13,88	1,88	0,167	0,765	35,96		
0,64	0,261	0,920	14,72	1,92	0,166	0,760	36,48		
0,68	0,253	0,915	15,56	1,96	0,164	0,755	37,00		
0,72	0,247	0,910	16,38	2,00	0,163	0,750	37,50		
0,76	0,241	0,905	17,20	2,04	0,162	0,745	38,00		
0,80	0,236	0,900	18,00	2,08	0,161	0,740	38,48		
0,84	0,231	0,895	18,80	2,12	0,160	0,735	38,96		
0,88	0,226	0,890	19,58	2,16	0,159	0,730	39,42		
0,92	0,222	0,885	20,36	2,20	0,158	0,725	39,89		
0,96	0,218	0,880	21,12	2,24	0,158	0,720	40,00		
1,00	0,214	0,875	21,88						

შენიშვნა: არმატურისათვის დენადობის საანგარიშო ზღვარი ყველგან მიღებული  $\sigma_T = 2500$  კგ/სმ<sup>2</sup>; იმ შემთხვევისათვის, როდესაც  $R = 110$  და  $\sigma_T > 2500$ ,  $t$  იღება შემდეგი ფორმულით:  $t = \frac{R_{II}}{100} \cdot \frac{2500}{\sigma_T} = \frac{2750}{\sigma_T}$ . მინიმალური  $\mu$  იღება ნორმების მიხედვით.

ბეტონის მარკა	50	70	90	110
განგარიშებული γ:	0,962	0,973	0,972	0,977
მიღებულია: γ =	0,9725			
ფარდობითი ცთომილება (დაახლოებით):	1%	—	—	0,5%

ასეთი განსხვავება ანგარიშის მიზნებისათვის საყვარელი დასაშვებია.

დასასრულ აღენიშნავთ, რომ გარდა თავისი ძირითადი დანიშნულებისა, ცხრილი საპირობების შემთხვევაში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე როგორც ჩვეულებრივი სნცსკი-ს ცხრილი კვეთების საანგარიშოდ ფოლადისა და ბეტონის ნებისმიერი (მათ შორის 110-ზე მეტი) მარკის დროს, შემდეგი ჩასმის საშუალებით:  $x: h_0 = 0,25 m$ . ამ შემთხვევაში ცხრილის მონაცემები ზუსტი იქნება  $\gamma < 0,9725$  ანუ  $x: h_0 > 0,055$  დროს, ე. ი. სნცსკი-ს ცხრილის თითქმის მთელ ფარგლებში.

ცხრილით სარგებლობის მაგალითები

მაგალითი 1. მართკუთხა კვეთი ერთმაგი არმატურით.

მოც.:  $kM = 7$  ტმ;  $b = 20$  სმ;  $h_0 = 40$  სმ;  $\sigma_T = 2500$  კგ/სმ<sup>2</sup>;  $R = 110$  საპირობა არმატურის კვეთის განსაზღვრა.

$$A = kM:tbh_0^2 = 700000:(1,1 \cdot 20 \cdot 40^2) = 19,9$$

$m = 0,90$  (ცხრილიდან).

$$F_a = mibh_0:100 = 0,90 \cdot 1,1 \cdot 20 \cdot 0,4 = 7,92 \text{ სმ}^2.$$

გადაწყვეტის მეორე ვარიანტი

$$r_1 = h_0: \sqrt{\frac{kM}{tb}} = 40: \sqrt{\frac{7000}{1,1 \cdot 0,2}} = 0,224$$

$m = 0,90$  (ცხრილიდან).

$$F_a = mibh_0:100 = 0,90 \cdot 1,1 \cdot 20 \cdot 0,4 = 7,92 \text{ სმ}^2.$$

მაგალითი 2. მართკუთხა კვეთი ორმაგი არმატურით.

მოც.:  $kM = 20$  ტმ;  $b = 20$  სმ;  $h_0 = 40$  სმ;  $\sigma_T = 2500$  კგ/სმ<sup>2</sup>; ბეტონის მარკა

$$R = 110.$$

ერთმაგი არმატურის მიერ ათვისებული მაქსიმალური მომენტი.

$$M_{p1} = A_0tbh_0^2 = 37,5 \cdot 1,1 \cdot 20 \cdot 40^2 = 1320000 \text{ კგ სმ} = 13,2 \text{ ტმ}$$

$$F_{a1} = mibh_0:100 = 2 \cdot 1,1 \cdot 20 \cdot 0,4 = 17,6 \text{ სმ}^2.$$

$$M_{p2} = kM - M_{p1} = 20 - 13,2 = 6,8 \text{ ტმ};$$

$$A = M_{p2}:tbh_0^2 = 680000:(1,1 \cdot 20 \cdot 40^2) = 19,35;$$

$m = 0,868$  (ცხრილიდან, ხაზოვანი ინტერპოლირებით);

$$F_{a2} = mibh_0:100 = 0,868 \cdot 1,1 \cdot 20 \cdot 0,4 = 7,64 \text{ სმ}^2;$$

$$F_a = F_{a1} + F_{a2} = 17,6 + 7,64 = 25,2 \text{ სმ}^2;$$

$$F'_a = F_{a1} = 17,6 \text{ სმ}^2.$$

მაგალითი 3. ტენებრივი კვეთის მეორე შემთხვევა.

მოც.:  $kM = 13,5$  ტმ;  $h_{II} = 8$  სმ;  $b_{II} = 225$  სმ;  $b = 22$  სმ;

ბეტონის მარკა  $R = 110$ ;  $\sigma_T = 2500$  კგ/სმ<sup>2</sup>.

1) კვეთის სასარგებლო სიმაღლის განსაზღვრა  $\mu = 1,5\%$  დროს.

$$\mu_{II} = \mu \frac{b}{b_{II}} = 0,015 \frac{22}{225} = 0,00147 = 0,147\%$$

$$m = \mu\%:t = 0,147:1,1 = 0,134.$$

$$r_1 = 0,555 \text{ (ცხრილიდან).}$$

$$h_0 = r_1 \sqrt{\frac{kM}{tb_{II}}} = 0,555 \sqrt{\frac{13500}{1,1 \cdot 2,25}} = 40,9 \text{ სმ.}$$

ვიღებთ:  $h_0 = 41,5 \text{ სმ.}$

2) არმატურის კვეთის განსაზღვრა

$$r = h_0 \cdot \sqrt{\frac{kM}{tb_{II}}} = 41,5 \cdot \sqrt{\frac{13500}{1,1 \cdot 2,25}} = 41,5 \cdot \sqrt{5450} = 0,562.$$

$m = 0,129$  (ცხრილიდან).<sup>მ</sup>

$$F_a = m b h_0 : 100 = 0,129 \cdot 1,1 \cdot 225 \cdot 0,45 = 13,25 \text{ სმ}^2.$$

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 21.6.1950)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. М. Ивьянский и А. М. Овечкип. Железобетонные конструкции. Строительные конструкции, ч. III. 1948.
2. К. В. Сахновский. Железобетонные конструкции. 1946.
3. М. З. Симонов. Конструкции и сооружения на легкого железобетона. Инструкция по проектированию и возведению. Труды Тбилисского научно-исследовательского института сооружений, вып. XXIX, 1937.
4. К. Э. Газь. О нормах проектирования бетонных и железобетонных конструкций, включенных в проект Урочного положения. [Строительная промышленность, № 2, 1949.

ბ. სვანიძე

დირივაციული ჰიდროელექტროსადგურის ოპტიმალური პარამეტრების  
დადგენის მეთოდები

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. დიდუბლიძემ 13.7.1950)

ჰიდროსადგურის საანგარიშო პარამეტრების დადგენა წარმოებს ენერგო-ეკონომიური ანალიზის შედეგად, რაც საშუალებას იძლევა ნაპოვნი იქნეს ეფექტური გადაწყვეტა. ამ ანალიზს საფუძვლად უნდა ედოს გარკვეული პრინციპი ენერგო-ეკონომიური ანგარიშებისა, ადვილად გამოსაყენებელი კრიტერიუმის სახით წარმოდგენილი. მოცემულ ნარკვევში, ისევე, როგორც წინათ [2, 3], ვიხელომდვანელბთ სახალხომელურნობრივი ხარჯების მინიმუმის პრინციპით, რაც ჩვეულბრივ სისტემაში ხარჯების მინიმუმის პრინციპზე დაიყვანება ( $I_c = \text{мин}$ ). მაშასადამე, უდიდესი ეფექტურობის კრიტერიუმი შეიძლება ასეთი სახით დაიწეროს:

$$E_r = s_3 \mathcal{E}_r - I_r = \text{макс}, \quad (1)$$

სადაც  $s_3$  ენერგიის ღირებულებაა შემცველ სადგურზე,  $\mathcal{E}_r$ —ენერგია გამო-  
მუშაებული მოცემულ ჰესზე და  $I_r$ —ყოველწლიური ხარჯები.

ვგულისხმობთ, რომ ფუნქცია  $E_r(Q, H)$  უწყვეტია გარკვეულ საზღვრებ-  
ში, ამიტომ საძიებელი პარამეტრები  $Q_{\text{opt}}$  და  $H_{\text{opt}}$  შეიძლება ვიპოვოთ გან-  
ტოლებათა შემდეგი სისტემიდან:

$$\frac{\partial E_r}{\partial H} = 0 \quad \text{და} \quad \frac{\partial E_r}{\partial Q} = 0.$$

თუ მივიღებთ, რომ  $s_3 = \text{const}$ , რაც ენერგო-ეკონომიური ანგარიშების  
დროს ჩვეულბრივ ხმარებულ დაშვებას წარმოადგენს, მაშინ ზემომოყვანილი  
სისტემიდან გამომდინარეობს

$$s_g^H = s_3 \quad (2)$$

და  $s_g^Q = s_3. \quad (3)$

აქ  $s_g^H = \left( \frac{\partial I_r}{\partial \mathcal{E}_r} \right)_{Q=\text{const}}$  დამატებითი კილოვატსაათი ენერგიის ღირე-  
ბულებაა მუდმივი ხარჯისა და ცვლადი დაწნევის შემთხვევაში, ხოლო

$$s_g^Q = \left( \frac{\partial I_r}{\partial \mathcal{E}_r} \right)_{H=\text{const}} \quad \text{—იგივე, მოცემული დაწნევისა და ცვლადი ხარჯის$$

შემთხვევაში.

ჰიდროსადგურზე გამომუშაებული ენერგია იქნება  $\mathcal{E}_r = 9,8 QHT \xi \eta$ ,  
სადაც  $T$  დადგმული სიმძლავრის ( $N$ ) სამუშაო საათების რიცხვია წლის

განმავლობაში,  $\eta$ —სამანქანო მოწყობილობის მ. ქ. კ.,  $\xi = \frac{H_H}{H}$  — წყალგამტარ ნაგებობათა მ. ქ. კ.,  $H$ —სრული ვარდნა მდინარის გამოსაყენებელ უბანზე.

მეორე მხრივ, პროექტირების ადრეულ საფეხურებზე მისაღები საკმაო სიზუსტით შეგვიძლია დავეწროთ, რომ  $\sqrt{V_r} = pK$ , სადაც  $K$  ჰიდროსადგურის აგებაზე გაწეული მთლიანი კაპიტალური დაბანდებაა და  $p$ —ხარჯები, როგორც კაპიტალური დაბანდების წილი გაფართოებული აღდგენის ვადის გავალისწინებით.

თუ შემოვიტანთ აღნიშვნებს

$$A = 9,8 \xi \eta, \quad z_H = \frac{\partial K}{\partial H} = \sum_{i=1}^m \frac{\partial K_i}{\partial H} \quad \text{და} \quad z_Q = \frac{\partial K}{\partial Q} = \sum_{i=1}^m \frac{\partial K_i}{\partial Q},$$

მაშინ (2) და (3) გამოსახულებები ამგვარად გადაიწერება<sup>1)</sup>:

$$s_g^H = \frac{p z_H}{A Q T} = s_3 \quad (4)$$

$$s_g^Q = \frac{p z_Q}{A Q \tau} = s_3, \quad (5)$$

აქ  $\tau = \frac{\partial \Xi_r}{\partial N}$  დადგმული სიმძლავრის უზრუნველყოფაა,  $K_i$ —ერთი კონსტრუქციული ელემენტის შექმნაზე დაბანდებული კაპიტალი.

ჰიდროსადგურის ოპტიმალური პარამეტრების დადგენისათვის უნდა ვცვალოთ მდინარის გამოსაყენებელი უბნის სიგრძე, ე. ი. დაწინებო  $H$ , და საანგარიშო ხარჯი  $Q$ . მასთან საჭიროა გავითვალისწინოთ ჰიდროსადგურის ელექტრომექანიკური მოწყობილობის, საგენერატორო შენობის, სადაწნეო მილსადენისა და დერივაციის ღირებულების ცვალებადობა. მხედველობაში არ ვიღებთ წყალმიმღებზე, საწნეო აუზზე და სხვა ნაგებობებზე გაწეულ კაპიტალურ დაბანდებათა ცვალებადობას, რადგან ისინი უმნიშვნელო გავლენას ახდენენ დამატებითი კილოვატსაათი ენერჯის ღირებულებაზე. კაშხლის ღირებულება არაა დამოკიდებული ჰიდროსადგურის პარამეტრებზე, ამიტომ იგი კაპიტალური დაბანდებების მუდმივ ნაწილში შეგვაქვს.

საპროექტო და ინტრუქციული მასალების დამუშავების საფუძველზე ჩვენ მიერ მიღებული იყო [2] ანალიზური გამოსახულებანი ძირითად ნაგებობებზე გაწეულ კაპიტალურ დაბანდებასა და ჰესის პარამეტრებს შორის ურთიერთდამოკიდებულებისა, რომლებიც საშუალებას იძლევიან განვსაზღვროთ (4) და (5) ტოლობებში შემავალი წარმოებულები

$$\frac{\partial K_i}{\partial H} \quad \text{და} \quad \frac{\partial K_i}{\partial Q}$$

<sup>1)</sup> ამავე გამოსახულებებამდე მივყავართ განტოლებათა სისტემას

$$\frac{\partial I_c}{\partial H} = 0 \quad \text{და} \quad \frac{\partial I_c}{\partial Q} = 0$$

[1], რაც მიუთითებს  $I_c = \min$  პირობისა და (1) იგივეობაზე.



ა. ელექტრომექანიკური მოწყობილობა

$$K_{06} = a_1 QH^{0.6} + b_1 QH. \quad (6)$$

აქ  $a_1 = 15600 A_1 \gamma^{0.1} \xi^{0.6} \eta^{0.6} \frac{1}{Q^{0.1}}$ ,  $b_1 = 980 \xi \eta A_1$ ,

$a_1$ ,  $b_1$  და  $A_1$  მუდმივი სიდიდეებია (1936 წ. ფასებით  $A_1 = 1,5$ , 1949 წ. ფასებით  $A_1 = 3,12$ ),  $\gamma$  — აგრეგატების რიცხვი.

(6) გამოსახულებიდან გამომდინარე შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{\partial K_{06}}{\partial H} = 0,6 a_1 QH^{-0.4} + b_1 Q \quad \text{და} \quad \frac{\partial K_{06}}{\partial Q} = a_1 H^{0.6} + b_1 H.$$

ბ. საგენერატორო შენობა

$$K_T = a_2 QH^{0.6} + b_2 QH, \quad (7)$$

სადაც  $a_2 = 23,7 \xi^{0.6} \eta \frac{\gamma+1}{\gamma} m_6$ ,  $b_2 = 1,96 \xi \eta \frac{\gamma+1}{\gamma} m_6$ ,

$m_6$  1 მ<sup>3</sup> დაყვანილი ბეტონის ღირებულებაა.

მაშასადამე,

$$\frac{\partial K_T}{\partial H} = 0,6 a_2 QH^{-0.4} + b_2 Q \quad \text{და} \quad \frac{\partial K_T}{\partial Q} = a_2 H^{0.6} + b_2 H.$$

გ. სადაწნეო მილსადენის ლითონის ნაწილი

$$K_T = a_3 QH^2 + b_3 Q. \quad (8)$$

აქ  $a_3 = 0,00146 k_T \lambda_T \frac{1}{V} \varphi \zeta$ ,  $b_3 = a_3 \frac{H_T^2}{\zeta^2}$ ,  $k_T$  1 ტ ლითონის ღირებულებაა,

ბაა,  $\lambda_T = \frac{L_T}{H}$  (ვთვლით მუდმივად),  $L_T$  — მილსადენის სიგრძე,  $V$  — საშუალო

სიჩქარე,  $\varphi$  — კოეფიციენტი (შენადღე მილსადენისთვის  $\varphi = 1,0$ , დამოკლონებულითვის  $\varphi = 1,3$ , მთლიანისთვის  $\varphi = 0,7$ , ზანდაყირებულისთვის  $\varphi = 0,8$ ),

$$\zeta = \frac{H_T}{H}, \quad H_T \text{ — დაწნევა ჰიდრაულიკური დარტყმის გათვალისწინებით,}$$

$H_T = 120 \div 90$  მ — მილსადენის ზედა უბნის კონსტრუქციული სისქის შესაბამისი ფიქტიური დაწნევა.

თანახმად (8) შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{\partial K_T}{\partial H} = 2 a_3 QH \quad \text{და} \quad \frac{\partial K_T}{\partial Q} = a_3 H^2 + b_3.$$

დ. სადაწნეო მილსადენის საამშენებლო სამუშაოები

$$K_T^c = a_4 H + b_4 QH, \quad (9)$$

სადაც  $a_4 = 6 \lambda_T m_6$  და  $b_4 = 0,7 \lambda_T m_6$ .

მაშინ  $\frac{\partial K_T^c}{\partial H} = a_4 + b_4 Q$  და  $\frac{\partial K_T^c}{\partial Q} = b_4 H$ .

ე. დერევაცია (უდაწნეო გვირაბი)

$$K_X = (a_5 + b_5 Q) H^a,$$

სადაც  $a_5 = (a + 3b) m_6 \lambda_X$ ,  $b_5 = b c m_6 \lambda_X$ ,  $\lambda_X = \frac{L_X}{H^a}$ ,  $L_X$  დერევაციის

სიგრძეა,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  და  $n$ —მუდმივი სიდიდეები, მასთან  $a$  და  $b$  დამოკიდებულია ქანების სიმაგრის  $f$  კოეფიციენტზე (მაგალითად,  $f=1$ ,  $a=12$ ,  $b=2,83$ ;  $f=2$ ,  $a=10$ ,  $b=2,37$ ;  $f=4$ ,  $a=8$ ,  $b=2,0$ ;  $f=6$ ,  $a=7$ ,  $b=1,79$ ;  $f=8$ ,  $a=6$ ,  $b=1,71$ ;  $f=10$ ,  $a=5$ ,  $b=1,71$ ). უდაწნეო გვირაბების უმრავლესობისთვის  $c=0,30$ — $0,36$ , ანუ საშუალოდ  $c=0,33$ . მდინარის უბნის მუდმივი ქანობის შემთხვევაში  $n=1$ . თანახმად (10)-ისა,

$$\frac{\partial K_{\pi}}{\partial H} = (a_5 + b_5 Q) n H^{n-1} \quad \text{და} \quad \frac{\partial K_{\pi}}{\partial Q} = b_5 H^n.$$

წარმოებულების მიღებული მნიშვნელობანი საშუალებას იძლევიან განსაზღვროთ (4) და (5)-ში შემავალი სიდიდეები

$$\alpha_{\pi} = \sum_{i=1}^m \frac{\partial K_i}{\partial H} \quad \text{და} \quad \alpha_Q = \sum_{i=1}^m \frac{\partial K_i}{\partial Q}.$$

ჰიდროსადგურის საძიებელი პარამეტრები შეიძლება ვიპოვოთ ორი გზით:

I—ვიორჩვეთ კაშხლის მდებარეობას და ვცვლით გამოსაყენებელი უბნის სიგრძეს და, მაშასადამე, ამ უბანზე არსებულ ვარდნას, ძალოვანი კვანძის გადაადგილებით.

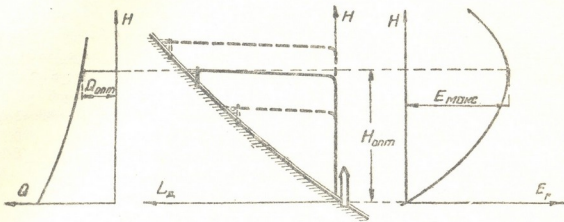
II—ძალოვანი კვანძის ადგილმდებარეობა მოცემულია და ვცვლით გამოსაყენებელი უბნის სიგრძეს კაშხლის გადაადგილებით მდინარის გასწვრივ. პირველ შემთხვევაში  $\alpha_{\pi}$  და  $\alpha_Q$ -ს მიღებული მნიშვნელობანი უნდა ჩავსვათ (4) და (5) გამოსახულებებში, რომელთა ერთობლივი გადაწყვეტა მოგვცემს საძიებელ პარამეტრებს<sup>1</sup>.

იმ შემთხვევაში, როდესაც წყლის აღება წარმოებს უშუალოდ ზემოთ არსებული ჰიდროსადგურის წამყვანი არხიდან, ან სხვა რაიმე მიზეზით საანგარიშო ხარჯი წინასწარ განსაზღვრულია, ოპტიმალური დაწნევის მნიშვნელობა მოიძებნება მხოლოდ პირობიდან  $s_{\pi}^{\text{II}} = s_3$ .

მდინარის ენერჯის რაციონალური გამოყენების თვალსაზრისით ზემოაღნიშნული პირველი ხერხით მიღებული ჰესის პარამეტრები ოპტიმალურია მაშინ, როდესაც წლიური ჩანადენი უცვლელი რჩება განსახილველი უბნის მთელ სიგრძეზე. მაგრამ ასეთი შემთხვევა შედარებით იშვიათად გვხვდება, ვინაიდან მთის მდინარეების დიდი დაქანების შემთხვევაშიც კი ჰიდროსადგურის მაღალი დაწნევის მისაღებად საჭირო ხდება საკმაოდ გრძელი უბნის გამოყენება, რომლის გასწვრივ წლიური ჩანადენი საგრძნობლად იზრდება. ამის გამო საჭირო ხდება ენერჯის დანაკარგების გათვალისწინება, რაც გამოწვეულია განსახილველ უბანზე კაშხლის ქვემოთ არსებული დამატებითი ჩანადენის გამოუყენებლობით. ეს გარემოება მხედველობაში მიიღება აღნიშნული მეორე ხერხით ჰიდროსადგურის პარამეტრების დადგენისას, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს: მდინარის გამოყენების სქემის შესაბამისად ვარჩევთ ძალოვანი კვანძის მდებარეობას ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით.

<sup>1</sup> განტოლებათა მიღებული სისტემის გადაწყვეტის ადგილი ხერხი მოცემულია [3]-ში.

შემდეგ კაშხლის ადგილმდებარეობას გადაენაცვლებთ მდინარის გასწვრივ, რაც გამოიწვევს ჰიდროსადგურის სიმძლავრის, გამომუშავების, კაპიტალური დაბანდებების, წლიური ხარჯებისა და, მასთანადაე, ჰესის ეფექტურობის ცვალბადობას (ფიგ. 1). ეს უკანასკნელი თავის უდიდეს მნიშვნელობას მიღწევს ოპტიმალური პარამეტრების შემთხვევაში, რომელთა პოვნა ქვემოთყვანილი გზით შეიძლება.



ფიგ. 1

თანახმად (4) გამოსახულებისა ესაზღვრავთ საანგარიშო ხარჯის უზრუნველყოფას სხვადასხვა დაწნევის შემთხვევაში შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$\tau = \frac{p \cdot \alpha Q}{AH s_3} \quad \text{ესარგებლობთ რა მიღებული მრუდების } Q(H) \text{ და } T(H) \text{ ანალიზური გამოსახულებებით, ეფექტურობის კრიტერიუმიდან (1) ვპოულობთ ოპტიმალური დაწნევის მნიშვნელობას და ვაზუსტებთ საანგარიშო ხარჯის სიდიდეს.}$$

ერთი ჰიდროსადგურის ფარგლებში უმეტეს შემთხვევაში მდინარის ქანობი შეიძლება მუდმივად იქნეს მიჩნეული, მასთან, როგორც ანალიზმა გვიჩვენა, 200 მეტრზე მეტი დაწნევისათვის  $\tau$  და  $T$  საკმაო სიზუსტით მუდმივად შეგვიძლია ჩავთვალოთ. მაშინ საანგარიშო ხარჯი წრფეწირული კანონით განიცდის ცვალბადობას  $Q = Q_0 - \varepsilon H$ , სადაც  $Q_0$ —საანგარიშო უზრუნველყოფის შესაბამისი ხარჯია ძალოვანი კვანძის რაიონისათვის, ხოლო  $\varepsilon$ —ხარჯის ზრდის ინტენსივობის დამახასიათებელი კოეფიციენტი. ამ შემთხვევაში

$$\frac{dE_r}{dH} = 0 \quad \text{პირობას მიყვავართ განტოლებამდე}$$

$$s_3 AT(Q_0 - \varepsilon H) - p(\alpha_H - \varepsilon \alpha_Q) = 0, \quad (11)$$

საიდანაც გრაფიკული ხერხით ადვილია ოპტიმალური დაწნევის განსაზღვრა. თუკი რაიმე მიზეზების გამო (დიდი შენაკადები მოცემულ უბანზე, პროფილის მკვეთრი გადატეხა და ა. შ.) ანალიზური ხერხის ხმარება არ ხერხდება, მაშინ უნდა ვისარგებლოთ ვარიანტების მეთოდით, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს: ძალოვანი კვანძის ადგილმდებარეობის არჩევის შემდეგ მდინარის ზემო დინებაში ენიშნავთ რამდენიმე ადგილს კაშხლისათვის. ჰესის მიღებულ ვარი-

ანტებს ვადარებთ ერთმანეთს და ვირჩევთ იმ სქემას, რომელიც მაქსიმალურ ეფექტს იძლევა.

რიგ შემთხვევაში კაშხლის წინასწარ დანიშნულ ადგილმდებარეობათა გარდა შესაძლებელია აგრეთვე შუალედი გადაწყვეტაც. მაშინ ვაგებთ მრუდს  $E_r(H)$ , რომლის მაქსიმუმი მიუთითებს ოპტიმალურ დაწნევაზე (ფიგ. 1).

თუ ადგილობრივი პირობები მთლიანად განსაზღვრავს ჰიდროსადგურის სქემას, მაშინ, რა თქმა უნდა, აღარ არის ოპტიმალური დაწნევის მოძებნის საჭიროება და საანგარიშო ხარჯი განისაზღვრება პირობიდან  $s_y^0 = s_3$ .

გამორიცხული არ არის შემთხვევა, როდესაც ეფექტურობა ვერ აღწევს მაქსიმუმს, ვინაიდან ადგილობრივი პირობები (მაგალითად, დერივაციის გაყვანის პირობები) არ იძლევა დაწნევის ზრდის საშუალებას გარკვეული მნიშვნელობის ზევით. თავისთავად ცხადია, რომ მოცემული ჰესისათვის უნდა დავკმაყოფილოდეთ დაწნევის ზღვრული მნიშვნელობები, რაც ეფექტურობის უდიდეს მნიშვნელობას მოგვცემს და არა მის მაქსიმუმს.

დერივაციული ჰიდროსადგურის საანგარიშო პარამეტრების დადგენის მოცემული მეთოდიკა შემოწმებულ იქნა საქართველოს სსრ მდინარეების მაგალითებზე. მიღებული შედეგები საშუალებას იძლევა გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. თუ მდინარეში საკმაოდ დიდ მანძილზე წლიური ჩანადენი მუდმივი რჩება (რასაც იშვიათად აქვს ადგილი), ხოლო საამშენებლო პირობები დაახლოებით ერთნაირია, მაშინ დაწნევის ზრდასთან ერთად იზრდება ჰიდროსადგურის ეფექტურობა მანამდე, სანამ სადაწნეო მილსადენის სწრაფად მზარდი ღირებულება და დერივაციის გაძვირება მის მეტისმეტად გაზრძელებისას არ შეზღუდვენ დანადგარის შემდგომი გამსხვილების მიზანშეწონილებას. ამ შემთხვევაში შედეგი ერთი და იგივეა, მიუხედავად იმისა, მოცემულია კაშხლის ადგილი და ვექმბთ ძალოვანი კვანძის ადგილმდებარეობას, თუ პირიქით. ოპტიმალური დაწნევის მნიშვნელობა პრაქტიკულად 1000 მეტრს აღემატება და მხოლოდ იშვიათ შემთხვევაში შეიძლება იქნეს განხორციელებული.

2. მდინარის მოცემულ უბანზე წლიური ჩანადენის საკმაოდ ინტენსიური ზრდისას ოპტიმალური დაწნევის მნიშვნელობა ჩვეულებრივ 200÷400 მეტრის ფარგლებშია. მასთან, რაც უფრო ინტენსიურად იზრდება წლიური ჩანადენი, მით უფრო ნაკლებია ოპტიმალური დაწნევის სიღიდე.

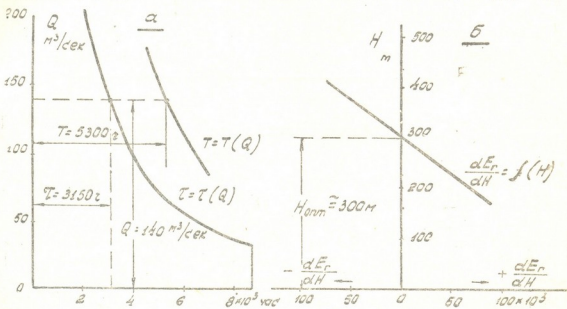
3. შემცველი ენერჯის ღირებულების გადიდება იწვევს ოპტიმალური დაწნევის ზრდას (ერთი მაგალითისათვის, როდესაც  $s_3 = 0,08$  მან/კვტს,  $H_{opt} = 300$  მ, ხოლო როდესაც  $s_3 = 0,11$  მან/კვტს, მაშინ  $H_{opt} = 400$  მ). საწინააღმდეგო შედეგს იძლევა  $p$ -ს მნიშვნელობის ზრდა (იმავე მაგალითისათვის, თუ  $p = 0,08$ ,  $H_{opt} = 300$  მ, ხოლო თუ  $p = 0,06$ , მაშინ  $H_{opt} = 440$  მ).

4. თუ ყველა დანარჩენი პირობა იგივე რჩება, ოპტიმალური დაწნევა მით უფრო დიდია, რაც მეტია მდინარის უბნის საშუალო ქანობი (მაგალითად, როდესაც  $\lambda_H = 94$ ,  $H_{opt} = 300$ , როდესაც  $\lambda_H = 50$ ,  $H_{opt} = 650$  მ).

საძიებელი პარამეტრების ნაპოვნი მნიშვნელობები მიახლოებითა და დაზუსტებული უნდა იქნეს გეგმარების მომდევნო საფეხურებზე გამოსავალი მონაცემების დაზუსტებასთან ერთად.

მაგალითი. მდინარის მულტიექსპანოზიანი უბნის გამოყენება ვათვალისწინებულა დერევაციული ჰიდროსადგურით, რომლის სქემის შედგენილობაში შედის უდაწნეო გვირაბი და დასაშლელი ტიპის (ფარებიანი) კაშხალი. დღე-ღამური რეგულირების მიღწევა სადგურზე არ ხერხდება, ხოლო ძალოვანი კენძის ადგილმდებარეობა და ქვედა ბიეფის ნიშნული განსაზღვრულია უკვე ავებული ქვედა საფეხურის ნაგებობებით. გამოსაყენებელი უბნის სიგრძეს ვცვლით კაშხლის გადაადგილებით, რომლის აგების პირობები დაახლოებით ერთი და იგივეა.

გამოსავალი ვარიანტისათვის  $\lambda_{\pi} = \frac{L_{\pi}}{H} = 94$ ,  $\lambda_T = \frac{L_T}{H} = 1,7$ . გარდა ამისა,  $i_{\pi} = 0,0009$ ,  $i_T = 0,0088$  და  $\xi = 0,9$ . სადაწნეო მილსადენის ძაფების რაოდენობა  $n_1 = 4$ , ავრეგატების რიცხვი  $\gamma = 4$ , ავრეგატის მ. ქ. კ.  $\eta = 0,85$ ,  $A = 9,8$ ,  $\xi\eta = 7,5$ . ქანების სიმაგრის კოეფიციენტი  $f = 8$  და, მაშასადამე,  $a = 6$  და  $b = 1,71$ . 1 მ<sup>3</sup> დაყვანილი ბეტონის ღირებულება  $m_6 = 400$  მან (1949 წ. ფასებით). მივიღოთ აგრეთვე, რომ  $k_T = 5100$  მან/ტნ,  $\varphi = 1$ ,  $\zeta = 1,06$ ,  $V = 4,9$  მ/სეკ,  $p = 0,08$ .



ფიგ. 2

შემცვლელი ენერჯის ღირებულება  $s_3 = 0,10$  მან/კვტს. საშუალო წლიური ხარჯი მოცემულ უბანზე იცვლება წორფეწირული კანონით  $Q_{cp} = Q_1 - 0,2 H$  (ე. ი.  $\varepsilon = 0,2$ ), სადაც  $Q_1$  საშუალო წლიური ხარჯია ძალოვანი კენძის რაიონში. სათანადო ჩასმისა და შეჯამების შემდეგ მივიღებთ

$$\tau_H = \sum_{i=1}^5 \frac{\partial K_i}{\partial H} = Q(23100 H^{-0,4} + 5,48 H + 24900) + 421000$$

$$\tau_Q = \sum_{i=1}^5 \frac{\partial K_i}{\partial Q} = H(38450 H^{-0,4} + 2,74 H + 24900) + 24300.$$

(5) ტოლობის თანახმად,  $\tau = \frac{4100}{H^{0,4}} + 0,292 H + \frac{2590}{H} + 2660$ , აქედან,



ნიდაგმცოდნეობა

0. ბარათაშვილი

ვაზის ქლოროზის საკითხისათვის მარნეულისა და ბოლნისის რაიონებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. საბაშვილმა 14.4.1950)

საქართველოში ვაზის ქლოროზი ძველადევა ცნობილი [1], მაგრამ მან განსაკუთრებით იჩინა თავი ამერიკულ საძირებზე ადგილობრივი ჯიშის ვაზების მყნობის შემოდების შემდეგ.

ქლოროზი მთელ საქართველოში გვხვდება, მაგრამ უფრო მეტადაა გავრცელებული აღმოსავლეთ საქართველოს მევენახეობის ზოგიერთ მიკრორაიონში, კერძოდ სახით. ასეთია ძირითადად ბოლნისის, მარნეულის, წითელი წყაროსა და მცხეთის რაიონის ცალკეული სოფლები; ვაზის გარდა ქლოროზით ბევრი სხვა მცენარეც ავადდება.

ქლოროზი, ანუ ყვითა, მძიმე ავადმყოფობაა და მცენარის კვების ფუნქციების დარღვევას წარმოადგენს [2].

ქლოროზი წლების მიხედვით ცვალებადობს და ხან სუსტდება, ხან ძლიერდება, რაც მეტეოროლოგიურ პირობებთან უნდა იყოს დაკავშირებული. წვიმიან წლებში და გვიან გაზაფხულზე იგი უფრო ინტენსიურადაა გამოვლადებული. გვალვიანი პერიოდის დადგომიდან ავადმყოფობა კლებულობს და სუსტად დაავადებული ვაზის ფოთლები კვლავ მწვანდება.

ქლოროზი ორი სახისაა—ინფექციური, რომლის გამომწვევ მიზეზად ვირუსებს თვლიან [3], და ფუნქციონალური, რომლის მიზეზად გარემო პირობების და, კერძოდ, ნიადაგური პირობების შეუსაბამისობას ასახელებენ [4, 5, 6].

საქართველოში ვაზის ქლოროზის შესწავლა და მასთან ბრძოლის მეთოდების დადგენაზე მუშაობა მხოლოდ საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ დაიწყო და განსაკუთრებით ამ უკანასკნელ წლებში გაიშალა.

ქლოროზის პრობლემაზე მუშაობენ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მევენახეობა-მეღვინეობის, ბოტანიკის, მცენარეთა დაცვისა და ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტები.

ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტი 1948 და 1949 წ. წ. ქლოროზის გამომწვევი ნიადაგური პირობების შესწავლას აწარმოებდა მარნეულისა და ბოლნისის რაიონების ქვედა ზონის ვენახებში. ამ ზონის მშრალი ჰავის გამო ვენახების მორწყვა აუცილებელ საჭიროებას წარმოადგენს; ამიტომ ვენახები გაშენებულია ტერასებზე და რელიეფის სხვა ისეთ ელემენტებზე, სადაც მორწყვა შესაძლებელი.

მრავალი წლის განმავლობაში სისტემატურად მორწყვის, გაბატონების, გადაბრუნებისა და სხვა სამეურნეო ზემოქმედების შედეგად ვენახების ნიადაგებს შეცვლილა აქვს პირვანდელი სახე და ამჟამად კულტურულ-სარწყავ ნიადაგებს წარმოადგენს. ეს ნიადაგები ხასიათდება დადებითი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით, საკვებ ნივთიერებათა საკმაო შემცველობითა და სათანადო აგროტექნიკის პირობებში ყურძნის უხვი მოსავლიანობით.

ფუნქციონალური ქლოროზის გამომწვევ ძირითად მიზეზად, პირველ რიგში, ნიადაგში კირის დიდი რაოდენობით შემცველობა მიაჩნიათ და ამას უკავშირებენ  $CaCO_3$  მიერ რკინის მარილების მცენარისათვის შეუთვისებელ ფორმაში გადაყვანას.

ზოგი მკვლევრის აზრით [4, 7], განსაკუთრებით მავნებელია ნიადაგში კირის ფხვნილისებრ მდგომარეობაში არსებობა, რის გამოც იგი უფრო ადვილად იხსნება წყალში და მას მეტი რაოდენობით ითვისებს მცენარე.

ჩვენ ასეთი შეხედულება სწორად მიგვაჩნია და ამით ვხსნით კირქვებზე წარმოქმნილ ნეშომპალა-კარბონატულ ნიადაგებზე ქლოროზის გაცილებით უფრო იშვიათად არსებობას, ვიდრე იმ ნიადაგებზე, რომლებიც ქანების ძლიერ კარბონიზებულ ფხვნილისებრ გამოფიტვის ქერქზეა წარმოქმნილი.

ნეშომპალა-კარბონატულ ნიადაგებზე ქლოროზის იშვიათად არსებობა აგრეთვე დაკავშირებული უნდა იყოს ამ ნიადაგების კარგ წყალპართვ თვისებებთან და კირქვებში არსებულ ბზარებში წყლის ადვილად გაჟონვისთან.

მათელი რაიგი მკვლევრები [2, 8, 9] აღნიშნავენ, რომ ნიადაგში წყლის დროებით გაჩერებაც კი უპარყოფით გავლენას ახდენს და ხელს უწყობს ქლოროზის გამომჟღავნებას. ეს მოვლენა, ერთი მხრივ, უკავშირდება ნიადაგის ფიზიკურ-ბიოლოგიური თვისებების გაუარესებას და, მეორე მხრივ,  $CaCO_3$  წყალში მეტი რაოდენობით გახსნას.

ჩვენი გამოკვლევების მიხედვით, ნიადაგის ზედმეტად დანესტიანება აძლიერებს ქლოროზს არა მხოლოდ კირით მდიდარ ნიადაგებზე, არამედ ხელს უწყობს მის წარმოქმნას კირით ძალიან ღარიბ ნიადაგებზედაც. ნიადაგის ტენიანობასთან ქლოროზის მჭიდრო დამოკიდებულება იქიდანაც ჩანს, რომ ზაფხულის დამლევს, როდესაც ქლოროზი უკვე კლებულობს, ვენახის მორწყვის შემთხვევაში, დროებით, 5—6 დღის განმავლობაში, ვაზი კვლავ ინტენსიურ ყვითელ ფერს იღებს.

მარნეულისა და ბოლნისის რაიონებში ქლოროზი გვხვდება ზოგიერთი სოფლის ცალკეულ ვენახებში და ხშირად ვენახის მხოლოდ ერთ ნაწილში.

ასეთი მოვლენა, როგორც წინათაც აღვნიშნეთ ჩვენს შრომაში [10], მჭიდროდაა დაკავშირებული ვენახის მორწყვის სიხშირესთან. ეს უკანასკნელი, თავის მხრივ, უკავშირდება ვენახის რიგშორისების რაიმე კულტურისათვის გამოყენებას.

ინდივიდუალურ სარგებლობაში მყოფი ვენახების რიგშორისები ჩვეულებრივად გადატვირთულია, უმთავრესად, ბაღჩა-ბოსტნეულით, რომლებსაც ხშირი მორწყვა ესაჭიროება. ამით იხსნება ქლოროზის გავრცელება უმთავრესად ისეთ ვენახებში, რომლებიც ხშირად ირწყვის.





ერთისა და იმავე რაოდენობით მორწყვის შემთხვევაში ქლოროზი გვხვდება ვენახის უფრო დადაბლებულ ნაწილში, უფრო მძიმე მექანიკური შედგენილობისა და სუსტად სტრუქტურულ ნიადაგებზე.

ქლოროზით გაცილებით უფრო ხშირად ავადდება ნამყენი ვაზი და ამათგან განსაკუთრებით რიპარია X რუპესტრის 3309 და 101<sup>14</sup> და რუპესტრის დიულოზე დამყენი ალიგოტე და საფერავი; ბევრად უფრო გამძლეა ქლოროზისადმი ამავე საძირებზე დამყენი რქაწითელი.

უმყენი ვაზი 2—3 მორწყვისას ქლოროზით ავადდება მხოლოდ ძლიერ კარბონატულ ნიადაგებზე (ცხრ. 1) და არ ავადდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ნიადაგის ზედა ფენებში CaCO<sub>3</sub>-ის შემცველობა საშუალოა, თუმცა ღრმა ფენებში შესაძლებელია იგი ბევრიც იყოს (ცხრ. 2).

ცხრილი 1

ნიადაგში CaCO<sub>3</sub> შემცველობა ქლოროზით დაავადებული უმყენი ვაზის ქვეშ

კრილი №	მდებარეობა	ვაზის მდგომარეობა	ნიადაგი	სიღრმე სმ	CaCO <sub>3</sub> %
50	ს. სადანლო	უმყენი, დაავადებული	წაბლა-სარწყავი	0—20	11,93
				35—45	20,29
				80—90	34,61
51	ს. სადანლო	უმყენი, დაავადებული	წაბლა-სარწყავი	0—20	16,70
				40—50	13,52
				85—95	24,66

ცხრილი 2

ნიადაგში CaCO<sub>3</sub> შემცველობა უმყენი საღი ვაზების ქვეშ

კრილი №	მდებარეობა	ნიადაგი	სიღრმე სმ	CaCO <sub>3</sub> %	ვაზის მდგომარეობა
33	ს. შაუმიანი	წაბლა სარწყავი	0—20	8,46	სალი
			45—55	9,66	
			80—90	18,13	
54	ს. შაუმიანი	წაბლა სარწყავი	0—20	6,36	სალი
			40—50	7,95	
			100—105	20,69	

ნამყენი ვაზი 2—3 მორწყვის დროს ავადდება ქლოროზით არა მხოლოდ ძლიერ და საშუალოდ კარბონატულ ნიადაგებზე, არამედ მცირედ კარბონატულ ნიადაგებზეც (ცხრ. 3) და ძლიერ სუსტად კარბონატულ ნიადაგებზეც (ცხრ. 4), მაგრამ იმ შემთხვევაში, როდესაც ნიადაგი ინტენსიურად ირწყვის (5—6 და მეტჯერ).

ანალიზებს შორის ყურადღებას იპყრობს ქლოროზით დაავადებული ვაზების ქვეშ (კრ. №№ 7, 5) ნიადაგში შთანთქმული მაგნიუმის უფრო მცირე რაოდენობით შემცველობა, ვიდრე საღი ვაზების (9, 49, 51) ქვეშ (ცხრ. 5).

4. „მოამბე“, ტ. XII, № 1, 1951

ცხრილი 3

ნიადაგში CaCO<sub>3</sub> შემცველობა ნამყენი ქლოროზიანი ვაზების ქვეშ

კრილი №	მდებარეობა	ნიადაგი	სიღრმე სმ	CaCO <sub>3</sub>	ვაზის მდგომარეობა
1	ს. შაჟმიანი	კულტურულ-სარწყავი	0-20	6,03	დაავადებული
			50-60	6,43	
			100-110	6,84	
20	ს. შაჟმიანი	კულტურულ-სარწყავი	0-10	5,64	დაავადებული
			50-60	4,43	
			90-105	6,44	

ცხრილი 4

ნიადაგში CaCO<sub>3</sub> შემცველობა ნამყენი ქლოროზიანი ვაზების ქვეშ

კრილი №	მდებარეობა	ნიადაგი	სიღრმე სმ	CaCO <sub>3</sub> %	ვაზის მდგომარეობა
13	ს. ზედა ბოლ-ნისი	კულტურულ-სარწყავი	0-20	1,26	დაავადებული
			40-50	0,24	
			100-110	0,42	
14	ს. ზედა ბოლ-ნისი	კულტურულ-სარწყავი	0-20	2,92	დაავადებული
			40-50	1,44	
			100-110	0,84	

ცხრილი 5

შთანთქმული ფუძეები

კრ. №	მდებარეობა	ვაზის მდგომარეობა	ნიადაგი	სიღრმე სმ	შთანთქმული ფუძეები		
					ჯამი	% ჯამიდან	
						Ca	Mg
7	ს. გიულბალი	ნამყენი, დაავადებული	კულტურულ-სარწყავი	0-18	39,72	88,06	11,94
				40-50	43,47	88,06	11,94
				100-100	28,81	88,44	11,56
9	ს. გიულბალი	ნამყენი, სალი	კულტურულ-სარწყავი	0-20	41,17	83,60	16,40
				50-65	39,90	87,66	12,34
				100-110	27,18	80,57	19,43
49	ს. კიროვკა	ნამყენი, სალი	კულტურულ-სარწყავი	0-20	30,61	73,24	22,76
				50-60	36,98	79,28	20,72
				100-110	37,06	80,89	19,11
56	ს. სადახლო	ნამყენი, სალი	კულტურულ-სარწყავი	0-20	36,50	81,20	18,80
				50-60	39,97	82,33	17,67
				106-110	26,31	82,85	17,15
51	ს. სადახლო	უმყენელი, დაავადებული	წაბლა სარწყავი	0-20	40,38	88,36	11,64
				40-50	31,38	90,54	9,46
				80-95	30,99	84,28	15,72
53	ს. სადახლო	უმყენელი, დაავადებული	წაბლა სარწყავი	0-15	38,97	82,21	17,79
				40-50	34,15	82,59	17,41
				76-80	28,84	86,82	13,18
41	ს. შაჟმიანი	ნამყენი	წაბლა სარწყავი	0-20	35,31	85,69	14,31
				45-55	32,18	78,18	21,82
				110-120	32,28	78,19	21,81

ბევრ შემთხვევაში დაავადებული და საღი ვაზების ნიადაგების ანალიზურ მონაცემებს შორის თვალსაჩინო განსხვავება მხოლოდ მაგნიუმის რაოდენობრივ შემცველობაში გამოიხატება.

ეს მოვლენა მით უფრო საინტერესოა, რომ ამ უკანასკნელ წლებში დადგენილია ნიადაგში მიკროელემენტების, კერძოდ Ca და Mg, შეფარდების დიდი მნიშვნელობა მცენარის პლანტის კოლოიდურ-ქიმიური რეჟიმისათვის [11, 12], რაც, თავის მხრივ, მჭიდროდაა დაკავშირებული მცენარის კვების ფუნქციების ნორმალურ მსვლელობასთან.

ფოსფორისა და რკინის ხსნადი ფორმების რაოდენობა, ჩვენი მონაცემებით, ქლოროზით დაავადებულ დიდ ვაზლენას არ ახდენს, რადგანაც ავადმყოფობა გვხვდება ამ ელემენტებით როგორც მდიდარ, ისე ღარიბ ნიადაგებზე. რაიმე თვალსაჩინო განსხვავება არ არსებობს აგრეთვე ნიადაგში  $HCO_3$  და  $SO_4$  შემცველობის მიხედვითაც, რაც შეიძლება იმით აიხსნას, რომ გამოკვლეულ ნიადაგებში აღნიშნული ნივთიერებები ძალიან მცირე რაოდენობით მოიპოვება და ამიტომ დიდი რაოდენობით მათ შემცველ ნიადაგებთან დაპირისპირება შეუძლებელი იყო. ზ. ბაღდასარაშვილის [13] ცნობით, ნიადაგში  $HCO_3$  ჭარბად არსებობა ხელს უწყობს ქლოროზის წარმოქმნას, ხოლო ე. მაჭარაშვილის [14] თანახმად, ნიადაგში სულფატების საკმაო რაოდენობით არსებობა ანელებს ქლოროზს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და  
მელიორაციის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.4.1950)

#### დაგომვებზე ლიტერატურა

1. И. З. Андрионов. Отчет о действиях Сигнахской филоксерной партии в 1895 г. Отчет о деятельности Кавказского филоксерного комитета в 1895 г., Тифлис, 1895.
2. А. А. Ячевский. Антракноз и хлороз. Труды Бюро по микологии и фитопатологии. Одесса, 1941.
3. ლ. ყანაველი და ე. ვრისთავი. ვარუსვანი ქლოროზი საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა განყოფილების XII სამეცნიერო სესიის თეზისები. თბილისი, 1949.
4. П. Виала и Л. Раваз. Американская виноградная лоза. Тифлис, 1895.
5. ნ. ახვლედიანი. ვახის ქლოროზი საქართველოში და მისი საწინააღმდეგო ღონისძიებანი (ხელნაწერი), 1949.
6. А. Т. Кирсанов, А. О. Саникидзе и Т. Г. Бақрадзе. Хлороз виноградной лозы в зависимости от свойств почвы и удобрений. Труды Почвенного Института им. В. В. Докучаева, АН СССР, т. XIV, 1937.
7. ნ. ახვლედიანი. ნაშთრმეკვა კალციუმის გავლენა ვახის ქლოროზით დაავადებულ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მთაბე, ტომი X, № 3, 1949.
8. А. Демолоне и Е. Баштиш. Направляющая роль кремниескислоты в геохимических и физиологических явлениях, 1945 (перевод с французского, рукопись в Почв. Ин-те им. Докучаева АН СССР).

9. გ. ჩხუბიანიშვილი. მორწყვის ვადებისა და სარწყავი ნორმის გავლენა ქლოროზით დაავადებულ ვაზებზე. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მევენახეობა-მეღვინეობის ინსტიტუტის ანგარიში 1948 წლის მუშაობის შეახებ (ხელნაწერი საქ. სსრ მეცნ. აკად. არქივში).
10. ი. ბარათაშვილი. მარნეულის რაიონის ქლოროზით დაავადებული ვენახების ნიადაგები. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის შრომები, ტ. II, 1949.
11. М. Я. Школьник. Минеральное питание—важный фактор получения направленных изменений растений. Природа № 8, 1949.
12. М. Я. Школьник. Физиологическая роль микроэлементов растений. Рефераты докладов на конференции по микроэлементам. Москва, 1949.
13. ზ. ბაღდასრაშვილი. ძირითადი სასუქების და მიკროელემენტების გავლენა ვაზის ქლოროზთან დაავადებაზე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა განყოფილების XII სამეცნიერო სესიის თეზისები. 1949.
14. ვ. მაჭარაშვილი. ვაზის ქლოროზის მოვლენაში ნიადაგური პირობების შესწავლისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა განყოფილების XII სამეცნიერო სესიის თეზისები. თბილისი, 1949.

ფსიქოლოგია

ი. ზვალავა

ნეგატივური და პოზიტივური ხატი

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა დ. უზნაძემ 27.7.1950)

პოზიტივური თანამიმდევარი ოპტიკური ხატის ერთ-ერთი თავისებურება, როგორც წინა გამოკვლევებიდან ვიცით, ისაა, რომ ის ემორჩილება ფიქსირებული განწყობის კანონზომიერებას. ნეგატივური ხატის შესახებ ამას ვერ ვიტყვი, რადგან არ მოგვებოვება ფაქტები, რომელთა საფუძველზე შეიძლება გარკვეული დასკვნის გამოტანა. ჩვენ მიზნად დავისახეთ გამოგვერკვია—ემორჩილება თუ არა ნეგატივური ხატის მოქმედება ფიქსირებული განწყობის კანონზომიერებას. ეცადოთ ამ კითხვაზე ექსპერიმენტულად დასაბუთებული პასუხი გავცეთ.

მ ე თ ო დ ი

ნეგატივური ხატის მისაღებად საფიქსაციო ობიექტის შედარებით უფრო ხანგრძლივ (30—40 სექუნდი) ექსპოზიციას მიმართავენ. რაც შეეხება ამავდროულად განწყობის ფიქსაციას, ეს დიდი ხანია ცნობილია [2,3]. ცდა უმნიშვნელო ცვლილების შეტანას მოითხოვს: უნდა მივმართოთ ერთი ობიექტის ექსპოზიციის მაგიერ ერთდროულად ორის ექსპოზიციას. საბოლოო ეფექტიც ამის შესაბამისად შეიცვლება და მივიღებთ არა ერთს, არამედ ორი ობიექტის ხატს. სიდიდის მიხედვით მათ ერთმანეთთან შედარებას შეუძლია გვიჩვენოს, თუ რამდენად ემორჩილება ნეგატივური თანამიმდევარი ხატი ფიქსირებული განწყობის ზეგავლენას.

ცდისპირი ეკრანიდან 0,5 მეტრით დაშორებული ზის; ეკრანზე მოთავსებულია მარცხნივ დიდი (2,5 სმ დიამეტრის) და მარჯვნივ—პატარა (1,5 სმ) წითელი წრე. ობიექტების ერთდროული ექსპოზიცია დღის სინათლეზე მიმდინარეობს და 30 სექუნდი გრძელდება (საგანწყობო ცდა). განწყობის ფიქსაციის დამთავრების შემდეგ ცდისპირი შეუჩერებლად ორი ტოლი წითელი წრის (1,5 სმ) ხანგრძლივ აღქმაზე გადადის. ამ წრეების ექსპოზიცია გრძელდება იმდენ ხანს, სანამდის მოხერხდება საგანწყობო ობიექტთა ხატისა და ტოლი წრეების ერთდროულად ჰკრეტა. ცდისპირმა წრეებისა და ხატების სიდიდე წყვილ-წყვილად უნდა შეადაროს ერთმანეთს და მოგვეცეს თავისი დაკვირვების ზუსტი აღწერა (კრიტიკული ცდა).

ცდის მეორე ვარიანტი ნეგატივური და პოზიტივური ხატების დამოკიდებულებას იკვლევს. ექსპერიმენტი სიბნელეში და ხელოვნური განათების პირობებში მიმდინარეობს. ეს შესაძლებლობას იძლევა როგორც ერთდროულად, ისე ცალ-ცალკე დავაკვირდეთ ნეგატივური და პოზიტივური ხატების მოქმედებას. არა ერთხელ გვქონია შესაძლებლობა აგვეწერა პოზიტივური

ხატის მიღების წესი, ამიტომ აქ საგანგებოდ მის დახასიათებაზე არ შევჩერდებით [1]. საექსპერიმენტო მასალაც უცვლელად გვაქვს დატოვებული. ცვლილება საფიქსაციო დროს შეეხება, რაც გაცილებით უფრო ხანგრძლივია, ვიდრე საქირთა პოზიტივური ხატის მისაღებად. წრეების აღქმა განათების მომენტში ხდება, ხოლო ხატებისა—სიბნელეში.

ცდაში მონაწილე 16 ცდისპირიდან დიდ ნაწილს მიღებული აქვს ფსიქოლოგიური განათლება. ესენი წინა ცდებშიც ღებულობდნენ მონაწილეობას და ნეგატივური ხატის კვლევის დროს თითოეული ორჯერ მაინც გყავს გამოცდილი.

### ექსპერიმენტული მასალა

წრეებისა და მათი ხატების აღქმა ცდის პირველ ვარიანტში, როგორც აღნიშნული იყო, ერთსა და იმავე დროს მიმდინარეობს, მაგრამ უკეთესი იქნება თითოეული ცალ-ცალკე დავახასიათოთ.

განწყობის საფიქსაციო ცდის დამთავრების შემდეგ ტოლი წრეების ხედვის არეზე გამოჩენა არსებითად ცვლის აღქმის მიმდინარეობას. მარჯვენა წრე, მარცხენასთან შედარებით, გაცილებით უფრო დიდი ჩანს. ასე ველბულობთ კონტრასტულ ილუზიას, რომელიც ტოლი წრეების აღქმაში გაბატონებულ ადგილს იჭერს. ილუზორული გამოსახულების წრე პერიოდულად ფართოვდება და იკუმშება. ზოგჯერ იგი იმდენად დიდი ჩანს, რომ მჭვრეტელის გაოცებასაც იწვევს. ამგვარად, სრულიად უდავოა, რომ საქმე გვაქვს ტოლი წრეების ილუზორულ აღქმასთან. აქ ჩვენთვის მოულოდნელი არაფერია, რადგან დიდი ხანია ვიცნობთ ხანგრძლივი ექსპოზიციით ფიქსირებული განწყობის ზეგავლენით აღქმის ილუზორული მოქმედების დამახასიათებელ ფაქტებს [2].

წრეების ილუზორულ აღქმას თან სდევს ნეგატივური ხატების აღმოცენება, რომელნიც ზედ „ნისლივით“ გადაეკერებიან მათ. ამ გამჭირვალე ხატების ქვეშ წრეები თვალსაჩინოდ გამოხატულია. სულ მალე მდგომარეობა იცვლება და ისინი წრეების ქვეშ ამოფარებული ჩანან. ხატები შეიძლება წრეების მდებარეობას გასცილდნენ და გვერდითი ადგილი დაიკავონ. საგანგებოდ ძნელი აღმოჩნდა ხატების ერთ ადგილზე ფიქსაცია. თვალის მდგომარეობაზე იმდენად დამოკიდებულია ხატები, რომ ერთსა და იმავე დროს შეიძლება ხედვის ცენტრშიაც და პერიფერიაშიც ჩანდნენ. დასაწყისში მათ გაცილებით უფრო შკაფიო მწვანე ფერი და გარშემო ელვარე რკალი აკრავთ. ხატები თანდათან კარგავენ დამახასიათებელ ფერსა და ელვარებას, მიუხედავად ამისა, ხატების ციმციმი წრეების გარშემო არ წყდება და გაფართოვება-შეკუმშვის ტენდენცია აშკარად ეტყობათ.

ნეგატივურ ხატებზე გავლენას არ ახდენს ხედვის არეზე წრეების გამოჩენა. საქმაოდ დიდხანს ინარჩუნებენ ისინი იმ ობიექტების ფორმასა და სიდიდეს, რომელთა გამოსახულებასაც წარმოგვიდგენენ. ამრიგად, საგანწყობო ობიექტთა ხატები უცვლელ მდგომარეობაში რჩებიან და ტოლი წრეების აღქმის პარალელურად, მისგან დამოუკიდებლად საქმაოდ დიდხანს განაგრძობ-

ბენ არსებობას. სწორედ ეს აძლევს ცდისპირებს შესაძლებლობას ერთსა და იმავე დროს დააკვირდნენ როგორც ტოლ წრეებს, ისე ნეგატიურ ხატებს.

აქ მარცხენა ხატი ჩანს დიდი და არა მარჯვენა, როგორც ამას ტოლი წრეების ალქმაში ჰქონდა ადგილი. დიდია ნეგატიური ხატი იმ ადგილზე, სადაც საგანწყობო ცდამი დიდი წრე იყო ფიქსირებული. ამ ხატების გამოსახულება, როგორც მათმა გულდასმით შესწავლამ გვიჩვენა, სიზუსტით იმეორებს საგანწყობო ობიექტების ფორმასა და სიდიდეს.

საიდან მომდინარეობს წრეებისა და ხატების ალქმაში ასეთი თვალსაჩინო განსხვავება? განწყობის ფიქსაციის შემდეგ, როგორც აღნიშნული იყო, ცდისპირი ტოლ წრეებს ალიქვამს როგორც არა ტოლს, წრეების ილუზორული ალქმა არ წყდება, სანამდის ფიქსირებული განწყობა მოქმედებს. ამგვარად, ილუზიების მიზეზი, სავსებით ცხადია, ექსპერიმენტულად ფიქსირებული განწყობაა. ნეგატიური ხატების შემთხვევაში არსებითად განსხვავებული მდგომარეობა გვაქვს. აქ ტოლი წრეების მონაწილეობა არსად არ ჩანს, ხატებიც ალქმის პარალელურად განაგრძობენ მოქმედებას. ამავე დროს ხატების მარცხენა წევრია დიდი, წრეების ალქმის დროს კი—მარჯვენა. ასეთია ექსპერიმენტული ფაქტი, რომლის მიხედვით სავსებით თავისუფლად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ხატებისა და წრეების ალქმა ორი ურთიერთისაგან განსხვავებული პროცესია.

შეიძლება ეს ჩვენი დასკვნა სწორად არ ასახავდეს ფაქტობრივ ვითარებას, რადგან ტოლობას არც ხატებში ვხედავთ. მარჯვენა ხატი მარცხენასთან შედარებით მეტია. მაშასადამე, რატომ არ შეიძლება აქ ნეგატიური ხატის ასიმილაციური ილუზიასთან გვექონდეს საქმე? საკითხის ასე დასმა იმ მხრივაც არის კანონიერი, რომ უარყოფითი დასკვნა გამოტანილი გვაქვს არა ამ ფაქტის შესწავლის საფუძველზე, არამედ იმ მსგავსების მიხედვით, რომელიც ხატებს აღმოაჩნდათ საგანწყობო ობიექტებთან. საკითხის გასარკვევად საკმარისი იქნება ცდის მიმდინარეობიდან გამოვრიცხვით ტოლი წრეების მონაწილეობა. დიდი და პატარა წრეების ფიქსაციის შემდეგ ვთხოვით ცდისპირებს, მხედველობა ცარიელ ეკრანზე გადაიტანონ. ცდის ასე დაყენება, რასაკვირველია, გამორიცხავს როგორც ალქმის, ისე ხატების ილუზორული მოქმედების შესაძლებლობას; ნეგატიური ხატები თუ ამ შემთხვევაშიაც პირვანდელი სახით წარმოდგებიან ჩვენ წინ, მაშინ ეს იქნება იმის მაჩვენებელი, რომ აქ საქმე არა გვაქვს ხატების ილუზორულ მოქმედებასთან.

ამ ცდას ხატების განლაგებაში ცვლილება არ შეუტანია, ეკრანზე ისევ აღმოცენდა მარცხნივ დიდი და მარჯვნივ პატარა ნეგატიური ხატი. ასევე უცვლელი დარჩა ხატების ფორმა და სიდიდეც, ამ შემთხვევაშიც ნეგატიური ხატები უცვლელად იმეორებენ საგანწყობო ცდაში ფიქსირებულ ობიექტების გამოსახულებას. ჩვენი ცდისპირებიც ამაზე მიუთითებენ: „აქ იგივე დიდი და პატარა ხატია“... „ამ ხატებს სავსებით ისეთივე ზომა და ფორმა აქვს, როგორც საგანწყობო ობიექტებს...“ „ეს ის ხატებია, წინათ რომ ვნახე“... და ა. შ. სავსებით ნათელია, რომ ტოლი წრეების ალქმის ნეგატიური ხატების მოქმედებაში წვლილი არ უდევს. მაშასადამე, ისიც ცხადია, რომ არც ხედვის

არეზე მოქმედი ხატებია ილუზორული, პირიქით, ხატები ობიექტების ისეთ-სავე გამოხატულებას იძლევიან, როგორც ისინი სინამდვილეში არიან.

ეს ნიშნავს თუ არა იმის უარყოფას, რომ ხატები საგანწყობო ობიექტთა ფიქსაციის ეფექტია? რასაკვირველია, არა. მტკიცების გარეშეც შეიძლება დავრწმუნდეთ, რომ დიდი და პატარა ხატი დიდ და პატარა ობიექტთა ფიქსაციის ეფექტია, მაგრამ ისეთი, რომელშიაც საგნობრივი აღქმის დამახასიათებელი სუბიექტის მდგომარეობა მონაწილეობას არ ღებულობს. ნეგატივური ხატი ფიქსირებული საგნის რეცეპტორულ სურათს იძლევა, როგორც ვნახეთ, სხვა საგანთან მიმართების გარეშე. განწყობა, როგორც ცნობილია, მიმართებაზე მუშავდება და არა იმ იზოლირებულ იმპულსზე, რომელსაც ნეგრულ სისტემაში საგნის ზემოქმედება იწვევს. იგი არ არის სუბიექტის მდგომარეობით გაშუალებული, არამედ ლოკალური ხასიათის რეაქციაა, ობიექტის უშუალო გამოსახულება რეცეპტორულ აპარატში — მისი ინერცია.

აღქმის საფუძველი ამ მხრივ განსხვავებულია, რადგან იგი სუბიექტის ფიქსირებულ განწყობას ემყარება და სინამდის ის არ ჩამქრალა, აღქმაში გაბატონებულ ადგილს განწყობის ილუზიები იჭერენ. აღქმაში სუბიექტური მომენტი ამას შეაქვს; რაც შეეხება ნეგატივურ ხატს, იგი ექსპერიმენტულ სიტუაციაში ფიქსირებული განწყობის გარეშე მიმდინარეობს და ამდენად არც ჩანს აღქმისთვის დამახასიათებელ სინამდვილესთან დაპირდაპირებით განსაზღვრული სუბიექტის მოქმედება. მოსალოდნელი იყო, რომ მას, როგორც კერძოლ მოვლენას, აღმოჩნდებოდა აღქმის პარალელური გამოვლენის შესაძლებლობა. ჩვენმა ექსპერიმენტმა ამ მოლოდინს ფაქტობრივი დასაბუთება მოუწინაა.

ეს დასკვნა ერთს, მაგრამ ფუნდამენტალური მნიშვნელობის ექსპერიმენტულ ფაქტს ემყარება, რომელმაც ნეგატივური ხატი წარმოგვიდგინა როგორც განწყობის მონაწილეობის გარეშე მიმდინარე მოვლენა. მიუხედავად ამისა, მაინც საჭიროა იმის ცოდნა, რომ ფიქსირებული განწყობა მაშინაც არ წყვეტს მოქმედებას, როცა ნეგატივური ხატის მოქმედება აღკვეთილია.

მართალია, ჩვენ ვიცნობთ ფაქტებს, როცა ტოლი წრეების ილუზორული აღქმა ნეგატივური ხატის ჩაქრობის შემდეგაც საკმაოდ დიდხანს გრძელდება, მაგრამ ამას ვერ ჩავთვლით ისეთ საბუთად, რომელსაც შეუძლია დამკვირვებლის შეეჭვება გაფანტოს. ეს ისეთი საკითხია, რომლის გადასაწყვეტად საჭირო იქნება ვაჩვენოთ, თუ როგორი დამოკიდებულება არსებობს ნეგატივურ ხატსა და ფიქსირებული განწყობის ხანგრძლიობათა შორის.

1-ლი ცხრილიდან ჩანს, რომ ფიქსირებული განწყობის ხანგრძლიობის საშუალო რიცხვი უდრის 71,4“-ს, ხოლო ნეგატივური ხატის—29,5“-ს, ამგვარად, ფიქსირებული განწყობა ნეგატივური ხატის ჩაქრობის შემდეგაც 41,9“-ს განაგრძობს მოქმედებას. მაშასადამე, ის ხატის აღკვეთის შემდეგაც რჩება ძალაში და აღქმის მიმდინარეობას თავის სასარგებლოდ ცვლის. რაც შეეხება



ნეგატიური და პოზიტიური ხატი

ნეგატიურ ხატს, აქ ასეთი ზემოქმედების ძალა მას არ აღმოაჩნდა. მისი ლიკვიდაცაა გაცილებით უფრო ადრე ხდება, ვიდრე ფიქსირებული განწყობისა. აქედან სრულიად უდავოა, რომ ნეგატიური ხატის აღქმაში ილუზი-ცხრილი 1

ცდაპირები	ფიქსაციის დრო (სეკუნდებით)	
	ნეგატიური ხატი	ფიქსირებული განწყობა
ნ. რ.	11,00	20,00
ბ. კ.	26,00	55,00
მ. ა.	35,00	45,00
ი. ბ.	15,00	24,00
ვ. მ.	28,00	1,15
თ. კ.	15,00	2,30
მ. ნ.	55,00	3,30
ი. ხ.	35,00	20,00
ო. კ.	30,00	45,00
ვ. ჯ.	45,00	1,20*
საშუალო რიცხვი	29,50	71,40

ები იმიტომ კი არა გვაქვს, რომ განწყობას ამისათვის საჭირო ხანგრძლიობა აკლია, არამედ თვითონ ნეგატიური ხატი აღმოჩნდა ისეთი მოვლენა, რომელიც ფიქსირებული განწყობის ზემოქმედებას არ ემორჩილება.

ასეთია ექსპერიმენტული ფაქტები, რომელნიც გვაძლევენ შესაძლებლობას დავინახოთ აღქმასა და ნეგატიურ ხატს შორის განსხვავება.

ახლა განვიხილოთ, როგორი დამოკიდებულება არსებობს ნეგატიურსა და პოზიტიურ ხატებს შორის. პოზიტიურ ხატს, როგორც სპეციალური გამოკვლევიდან ვიცით, შეუძლია ფიქსირებული განწყობის ზეგავლენით მოქმედება და სავსებითაც ემორჩილება განწყობის ილუზიებიდან ცნობილ კანონზომიერებას [1]. ნეგატიური ხატი, თანახმად იმისა, რაც ახლა ვიცით, ფიქსირებული განწყობის ზემოქმედებას განზე უდვას. მაშასადამე, აღნიშნულის მიხედვითაც ცხადად ჩანს ამ ხატებს შორის განსხვავება. შეიძლება ამით დაკმაყოფილება, რომ ჩვენი დასკვნა ხატების ცალ-ცალკე კვლევის შედეგებს არ ემყარებოდეს. საკითხი კი ეხება ორივე ხატის ერთდროულად მოქმედებას. საქმე ისაა, რომ, თანახმად ტრადიციული შეხედულებისა, ხატებს შორის განსხვავებას ქმნის არა მათი ბუნებიდან მომდინარე თავისებურებანი, არამედ ფერის მიმღები რეტეპტორის დაღლა. მათი სახელწოდებაც იმაზე მიუთითებს, რომ ხატები წარმოდგენილია როგორც ერთი ძირითადი მოვლენის სხვადასხვა პირობებში მიმდინარეობის ეფექტი და არა ორი ურთიერთისაგან არსებითად განსხვავებული ფენომენი.

ერთ-ერთ ჩვენს გამოკვლევაში გვქონდა შესაძლებლობა მიგვეთითებინა ფაქტისათვის, რომელიც ამ ტრადიციულ შეხედულებას ეჭვის ქვეშ აყენებს. ტრადიციული მოსაზრება თუ სწორია, რატომ ჩანს ხატი ნეგატიური ფე-

რის იმ თვალში, რომელსაც ხატის გადატანის ცდაში მონაწილეობა არ მიუღია? [4]. რასაკვირველია, საკმარისი იყო გვეფიქრა, რომ ხატების რაოდენობა მარტო ფერის მიმღები რეცეპტორით არ განისაზღვრება, მაგრამ ეს ხომ საკითხის დაყენებაა და არა მისი გადაწყვეტა. ამიტომ ვცადეთ ექსპერიმენტული პირობები მოგვენახა, სადაც გვექნებოდა ორივე ხატის მიმდინარეობაზე ერთდროული დაკვირვების საშუალება.

ამ მიზანს ცდის მეორე ვარიანტი ემსახურება.

ცდის მიმდინარეობამ გეიჩვენა, რომ პოზიტივური ხატი ყოველთვის წინ უსწრებს ნეგატივური ხატის აღმოცენებას. იგი აქაც საფიქსაციო ობიექტების ფორმასა და ზომას იმეორებს, ხოლო ტოლ წრეებს განზე სტოვებს, რომლის პოზიტივური ფერის ხატები ილუზორულად აღიქმებიან. ნეგატივური ხატის მიმდინარეობას ამ შემთხვევაშიაც ვერ არღვევს და მასზე გავლენასაც ვერ ახდენს პოზიტივური ხატი. ნეგატივური ხატი პოზიტივური ხატის პარალელურად აღმოცენდება და მასზე გაცილებით მეტი ხანგრძლიობით ხასიათდება. საგანწყობო ობიექტების ფიქსაციის დროს მას შეუძლია ისე მკიდროდ გადაეფაროს წრეებს, რომ ისინი სრულად დაფაროს. კრიტიკული ცდის მიმდინარეობაში იგი ახერხებს მხოლოდ 3—5-ჯერ სპონტანურ აქტუალიზაციას. ცდისპირი ორივე ხატს იმდენ ხანს ხედავს, რომ თავისუფლად აღწევს მათ ცალ-ცალკე დახასიათებას. ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ისიც, რომ ხატები ფერით განსხვავებულია.

სავსებით გარკვეული შედეგი გვაქვს მიღებული როგორც პოზიტივური, ისე ნეგატივური ხატის დასახასიათებლად. პოზიტივური ხატის თავისებურებათა ცალკე აღრიცხვას, რასაკვირველია, აქ არ შევეუდგებით, რადგან მის მოქმედებაში არაფერია ახალი იმასთან შედარებით, რაც თავის დროზე გვექონდა შესაძლებლობა გვეჩვენებინა; რაც შეეხება ნეგატივურ ხატს, იგი აქაც მისთვის დამახასიათებელი თვისებებით წარმოგვიდგა, ე. ი. მარცხენა ნეგატივური ხატი დიდა, მარჯვენა—პატარა. ნეგატივური ხატი, როგორც მითითებული იყო, დაგვიანებით აღმოცენდება, პოზიტივური ხატის ჩაქრობის შემდეგაც ჩანს და, როგორც მის პარალელურ პროცესს, მასთან კავშირი არ გააჩნია. ექვევ არ არის, რომ ნეგატივური ხატი ფიქსირებული განწყობისადმი დამორჩილებულ ილუზორულ მოქმედებას არც ამ შემთხვევაში ამჟღავნებს.

ამრიგად, შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა: ნეგატივური ხატი სუბიექტის განწყობას არ ემორჩილება, ამიტომ მის მოქმედებაში არც ფიქსირებული განწყობის ილუზიებს ვნახულობთ. ამის მიხედვით იჭერს იგი როგორც აღქმისაგან, ისე პოზიტივური ხატისაგან განსხვავებულ ადგილს.

შეიძლება ამით დაგვემთავრებინა გამოკვლევა, მაგრამ არის კიდევ ერთ მომენტი, რომელიც არ შეიძლება უყურადღებოდ იქნას დატოვებული. სახელდობრ, რაც აქამდე ითქვა ნეგატივური ხატის შესახებ, მისი მოქმედების ისეთ პერიოდს შეეხება, როცა იგი სენსორულ არეზე თვალსაჩინოდ ჩანს. ერთ-ერთ სტადიაზე საგანწყობო ობიექტების ნეგატივური ხატის მოქმედება აღიკვეთება და, აი, საინტერესოა ვნახოთ, მისი მომდევნო ტოლი წრეების ნეგატივური ხატების მოქმედებაში მას რაიმე წვლილი უღვეს თუ არა?

ნეგატიური და პოზიტიური ხატი

ახლაც ცდისპირის საგანწყობო ობიექტები დღის სინათლეზე ეძლევა, მაგრამ არა ხანგრძლივად, როგორც ამას ცდის პირველ ვარიანტში ჰქონდა ადგილი, არამედ დროის გარკვეული ინტერვალით. იგი 5 სექუნდის განმავლობაში ახდენს საგანწყობო ობიექტების ფიქსაციას, თვალი მყისვე ცარიელ ეკრანზე გადააქვს და იქვე აღმოცენებულ ნეგატიურ ხატებს ათვალღერებს. ცდის ამ სახით 15-ჯერ განმეორებით წყდება განწყობის საფიქსაციო ცდა და იწყება ზუსტად იმავე წესით ტოლი წრეების ექსპოზიცია.

ნეგატიური ხატი არც ამ შემთხვევაში იშლება სწრაფად. მას საგანწყობო ობიექტების ზომა და ფორმა შეუძლია 2—3 ჯერ გაიმეოროს. ტოლი წრეების ხატი მხოლოდ ამის შემდეგ გამოჩნდება და ტოლად ჩანს, მიუხედავად იმისა, რომ წრეების ილუზორული აღქმა არ შეწყვეტილა. ეს სწორედ იმის მაჩვენებელია, რომ ტოლი ხატები ილუზორულად აღქმული წრეების გამოსახულებას არ იმეორებენ. ისინი აქაც ტოლი წრეების ასლის როლს ასრულებენ. ასეთია ნეგატიური ხატის მოქმედება დასაწყისში თითქმის ყოველთვის, სადაც ეს მომენტი თვალსაჩინოდ ჩანს. სიერთოდ, ეს კიდევ არ ნიშნავს თურმე იმას, რომ საგანწყობო ობიექტების ხატების ზეგავლენიდან ისინი მთლიანად თავისუფალნი არიან. არც ისე იშვიათია, როცა საგანწყობო ობიექტების ხატები წყისვე ან დაგვიანებით სენსორულ არეში შემოიჭრებიან და დასაწყისში ტოლად აღქმულ ხატებს ილუზორულ გამოსახულებას აძლევენ. იწყება ხატების ურთიერთ შეჭრით განსახლებრული მდგომარეობა და ხედვის არეზე თითქმის ყოველთვის მარცხენა ხატის დეფორმაცია. ცდისპირი ვერ ახერხებს ამის გამო გარკვეული დასკვნის გამოტანას, იგი დღემს, ცდის განმეორებას მოითხოვს.

ექსპერიმენტული ძიების საბოლოო შედეგები შეჯამებული სახით წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

აღქმა	კონტრასტული ილუზია	ასიმულიაციური ილუზია	ტოლობა	გაურკვეველი პასუხები
ტოლი წრეების ნეგატიური ხატის	78,2%	9,8%	3,0%	6,0%
	8,0%	36,5%	27,5%	28,0%

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, საგანწყობო ობიექტების ხატის ჩაქრობის შემდეგ ტოლი წრეების ხატების აღქმაში მისი გავლენა ერთბაშად არ წყდება. სენსორულ არეზე ორი ხატის ბრძოლის ამ პერიოდში ტოლი წრეების ნეგატიური ხატი 55,5%-ის ფარგლებში ტოლა ჩანს. დანარჩენი 44,5% ცდისპირის მიერ ილუზორულად არის განცდილი, მაგრამ საყურადღებოა ის, რომ ამ „ილუზიების“ 36,5% „ასიმულიაციის“ შემთხვევაა. ეს იმ დროს, როცა ამავე წრეების აღქმაში 78,2% ილუზიებისა კონტრასტულია! ცხადია, ტოლი წრეების ნეგატიურ ხატებში ადგილი რომ ჰქონდეს განწყობის ილუზიებს, იგი აღქმულის უშუალო გაგრძელებად უნდა წარმოდგარიყო და მაშინ ასიმულიაციის ადგილს, რასაკვირველია, კონტრასტი დაიკავებდა.

ზენ ამის საწინააღმდეგო მდგომარეობა გვაქვს მიღებული, რაც, თავისთავად ცხადია, განწყობის ასიმილაციური ილუზიების არსებობას ეჭვის ქვეშ აყენებს.

ნეგატიური ხატი, როგორც ვნახეთ, ისეთი კერძოული მოვლენაა, რომელსაც სუბიექტის განწყობის ეფექტის პარალელურად შეუძლია არსებობა. იგი თავიდან აღქმისგან დამოუკიდებლად აღმოცენდება და სპონტანურად შემოიჭრება ხედვის არეში, ამ შემთხვევაშიც ნეგატიური ხატი იმ ადგილისთვის იბრძვის, რომელიც თავიდან სავანწყობო ობიექტების ექსპოზიციათა განმეორებით იყო ფიქსირებული. ეს იქიდანაც ჩანს, რომ მის ზემოქმედებას ყოველთვის მარცხენა ხატი განიცდის და არა მარჯვენა, რომელიც აღქმის ილუზორული მიმართულების მიმცემი განწყობის იმპულსით მოქმედებს. მაშასადამე, აქაც ლოკალურ ცვლილებასთან გვაქვს საქმე, რომელიც ობტაკური აპარატის უთუოდ ადაპტაციით განსაზღვრულ ფენომენს იძლევა და არა ფიქსირებული განწყობისათვის დამახასიათებელ ასიმილაციურ ილუზიებს. თვალის ადაპტაციის პროცესით განსაზღვრული ეს გარდამავალი მდგომარეობა გაივლის და, მიუხედავად იმისა, რომ ტოლი წრეების ილუზორული აღქმა გრძელდება, მათ ნეგატიურ ხატებს ცდისპირი ტოლად აღიქვამს. ამრიგად, ნეგატიური ხატი წარმოადგენს რეცეპტორის თავისებურებებით განსაზღვრულ ისეთ გრძნობად შინარსს, რომელიც სუბიექტის ფიქსირებული განწყობის ზეგავლენის გარეშე დგას.

ნეგატიური ხატი რეცეპტორთა თანშობილი ანატოპიური აგებულებით განსაზღვრული ეფექტია, სადაც აღქმულსა და აღსაქმელს შორის სუბიექტი არ დგას.

პოზიტიური ხატი სულ სხვა სახის მოვლენა აღმოჩნდა. როგორც აღქმას, ამ ხატს შეუძლია სუბიექტის განწყობისადმი დამორჩილება და მისთვის დამახასიათებელი წესით ილუზორული მოქმედება.

ამ ფაქტობრივი მასალის საფუძველზე სავსებით ნათელი უნდა იყოს, რომ ეს ორი თანამიმდევარი ხატი განსხვავდება ერთმანეთისგან არა მარტო ფერით, არამედ იმითაც, თუ რა ადგილი განეკუთვნება თითოეულს ფიქსირებული ასახვის სუბიექტში. მათ შორის არსებული განსხვავება სინამდვილის ასახვის განსხვავებულ საფეხურებს უნდა გვიჩვენებდეს. რასაკვირველია, ეს ისეთი საკითხია, რომლის გაშუქება შემდგომი მუშაობის ამოცანაა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფსიქოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 4.8.1951)

დამოწმებული ლიტმარატურა

1. ი. ბ ქ ა ლ ა ვ ა. თანამიმდევარი ხატი და ფიქსირებული განწყობა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XI, № 2, 1950.
2. დ. უ ხ ნ ა ძ ე. განწყობის ფსიქოლოგიის ექსპერიმენტული საფუძვლები. ფსიქოლოგია, ტ. VI, 1949.
3. კ. მ დ ი ვ ა ნ ი. განწყობის ილუზიის დასუსტება ხანგრძლივი ექსპოზიციის პირობებში, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, XVII, 1940.
4. ი. ბ ქ ა ლ ა ვ ა. ობტაკური თანამიმდევარი ხატების გადატანის საკითხისათვის (ხელნაწერი მეცნიერებათა აკადემიის ფსიქოლოგიის ინსტიტუტში).

## არქეოლოგია

ბ. ჩუბინიშვილი

## მიცვალეზულის კმვრზე დასაფლავება სამთავროში

(წარმოადგინა აკადემიის სამღვიმა წევრმა ნ. ბერძენიშვილმა 3.10.1950)

1948 წლის 1 ოქტომბერს მცხეთა-სამთავროს არქეოლოგიურმა ექსპედიციამ მორიგი საველე მუშაობა დაასრულა; ამ დღეს გაიწმინდა მუშაობის უკანასკნელ ხანში აღმოჩენილი სამარხები, მათ შორის სამთავროს ჩრდილოეთ უბანზე ვახტრილი ორმოსამარხი № 320 (სურ. 1).

ორმოსამარხი № 320, რომელიც 773-ე ქვეყნის ქვეშ იყო მოქცეული, მდებარეობდა მიწის ზედაპირიდან 2,28 მ სიღრმეზე; ღორღიან ფენაში გაჭრილი სამარხის ორმო, რომლის ფართობა 1,60×1,10 მ უდრიდა, სამხრეთ-აღმოსავლეთსა და ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებით იყო ორიენტირებული.

როგორც ეს საველე ჩანახაზიდან (სურ. 1) ჩანს, ამ სამარხში აღამიანის ჩონჩხი, რომელიც თავით სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ იყო მიმართული, უჩვეულო მდგომარეობაში აღმოჩნდა: ჩონჩხის მკვეთრად მოხრილი ქვემო კიდურების ძვლები ჩვეულებისამებრ მარცხენა გვერდზე მდებარეობდა, ხოლო ჩონჩხის ზემო ნაწილი მენჯის ძვილიდან დაწყებული (ხერხემლის სეგტი, მხრების ძვლები, თავის ქალა და სხვ.) პირქვე იყო დამხობილი; აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ გულმკერდის არეში მოხრილი ზემო კიდურების ძვლები ამ შემთხვევაში ნეკნებისა და მალეების ქვეშ აღმოჩნდა.

აღნიშნულ სამარხში მიცვალეზულთან ერთად ჩატანებული ყოფილა ცხვრის თავ-ფეხი და მცირერიცხოვანი ინვენტარი, რომელიც შეიცავდა თიხის ჭურჭელს (სურ. 2), ბრინჯაოს რგოლ-საკიდებს, საკინძებს, სამაჯურსა და სარდიონისა და პასტის მძივ-სამკაულს (სურ. 3).

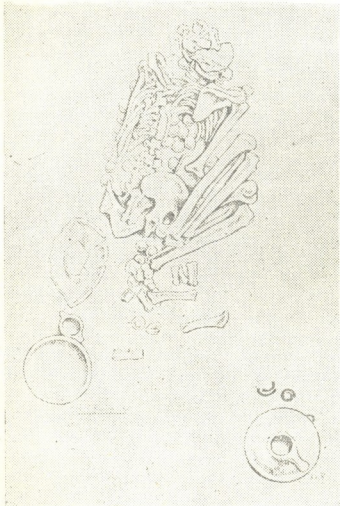
მცხეთა-სამთავროს არქეოლოგიური ექსპედიციის 1948 წ. საველე დღიურში [1] აღნიშნულია, რომ სამარხის საბოლოო პრეპარაციის დროს შემჩნეული იყო ორმოს მოედანზე მოფენილი, ერთმანეთთან ახლოს მდებარე პატარა მომრგვალებული ქვები, რომლებზედაც აღამიანის ჩონჩხი ესვენა (სურ. 4—5). ამ გარემოებამ, რა თქმა უნდა, ჯეროვანი ყურადღება მიიქცია, რის გამოც სამარხში აღმოჩენილი ერთნაირი მოყვანილობის 108 ქვა სხვა არქეოლოგიურ მასალასთან ერთად იქნა წამოღებული.

როგორც შემდეგ გაირკვა<sup>1</sup>, ნახევრად მომრგვალებული, თითქმის თანატოლი ქვების<sup>2</sup> დიდი უმეტესობა (101 ცალი) წარმოადგენს ნიჭრიან ანუ ნამარხებიან ქვიშაქვას, დანარჩენი კი (7 ცალი) ბაზალტს. ამ ქვების გადათვალეერების შემდეგ შთაბეჭდილება ისეთი შეგვექმნა, თითქოს ცალმხრივ

<sup>1</sup> ჩვენი თხოვნით სამარხში აღმოჩენილი ქვების ჯიში განსახლვრა გეოლოგმა დ. წერეთელმა.

<sup>2</sup> მათი საშუალო სიდიდე უდრის 4×4 სმ.

გადაღესილი, ერთნაირად მოცვეთილი ქვეები კვერის სამუშაო კბილები-კოხები უნდა ყოფილიყო. რაკი ამ ქვეების შესახებ ჩვენ ზემოთ ხსენებული შთაბეჭდილება შეგვიმუშავდა, განსაკუთრებული ყურადღება სამარხში აღმოჩენილი ქვეების განლაგებას მივაქციეთ. საველე დოკუმენტებიდან კარგად ჩანს, რომ აღნიშნული ქვეები ერთ დონეზე იყო განლაგებული და, როგორც მოსალოდნელი უნდა ყოფილიყო, ერთსა და იმავე მდგომარეობაში, ე. ი. იმგვარად, რომ ხანგრძლივი ხმარებისაგან ქვის გადაღესილი მხარე ქვემოთ ჰქონდა მოქცეული (სურ. 4); გარდა ამისა, ჩონჩხის ალაგების შემდეგ დარჩენილი



სურ. 1

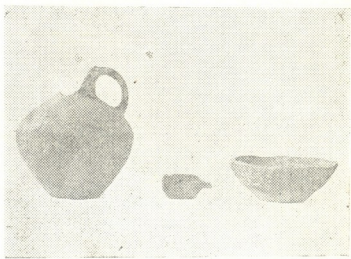
ქვეების განლაგების სურათი გვიჩვენებს, რომ აღნიშნული ქვეები სამარხის მხოლოდ გარკვეულ ფართობს ფარავდა: ერთიმეორესთან ახლოს მდებარე ქვეები, ძირითადად, სამარხის ცენტრალურ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში იყო აღმოჩენილი<sup>1</sup>. ეს უკანასკნელი გარემოება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმის დასადასტურებლად, რომ ამ სამარხში უთუოდ მთელი კვერი იყო ჩაშვებული; როგორც ცნობილია, ჩვეულებრივად კვერის უკანა, სამუშაო მხარე მოკობილი და ამიტომაც, ჩვენი აზრით, კვერის უკანა მხარე სამარხის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში იდო, ე.წ. კვე-

რის მოკობილი ნაწილი მიცვალებულის თავქვეშ იყო მოქცეული<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> ჩვენ მიერ მოტანილი სურათიდან ჩანს, რომ ჩონჩხის ქვეშ აღმოჩენილი იყო 112 თანატოლი, ერთნაირი მოცვენილობის ქვა; შესაძლებელია, რომ ასეთივე ქვეები უფრო მეტიც იყო სამარხში; ვფიქრობთ, რომ სამარხში ასეთი ნაგარაუდგვი ქვების განლაგება არსებითად არ შეცვლიდა იმ სურათს, რომელიც ამჟამად ჩვენ გვაქვს მიღებული.

<sup>2</sup> ჩვენი ვარაუდით, მიცვალებულის თავქვეშ კვერის წინა, აწეული ნაწილი რომ ყოფილიყო, მაშინ დროთა განმავლობაში თავის ქალა თავის ადგილს მოსწყდებოდა და წინ გადაქანდებოდა.

როგორც ვიცით, სამთავროს სამაროვანზე ხის ნაშთის აღმოჩენა იშვიათია ხოლმე; ამ შემთხვევაშიაც სამარხში ხის არც ერთი ნაწილი, სულ მცირე ნაშთიც კი არ შემონახულა, რის გამოც ძალიან გაგვიძნელებდა აღნიშნულ სამარხში ჩატანებული კვერის სიდიდის, ფორმისა და ტიპის შესახებ რაიმეს თქმა; მიუხედავად ამისა, თუკი გავითვალისწინებთ იმ გარემობას, რომ საკუთრივ ორმოსამარხის ფართობი მხოლოდ 1,60×1,10 მეტრი იყო, მაშინ შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ სამარხში ჩაშვებული კვერი დიდი არ იქნებოდა<sup>1)</sup>. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ამ სამარხში ქვების განლაგების მიხედვით იმის დადგენა, თუ როგორი წესით იყო მოქედილი კვერი. სტ. მენთეაშვილს აღნიშნული აქვს, რომ კვერის სამუშაო ზედაპირი შეიძლება ქვებით მოქედილი იყოს ან ყოველგვარი წესრიგის გარეშე, ან მწყკრივად. მწყკრივად ჩაქედილი ქვების რიგი შეიძლება ან



სურ. 2

გარდიგარდმო იყოს დაცული, ან ასწვრივ, ან ასწვრივაც და გარდიგარდმოც და, ბოლოს, ჭადრაკულად ([2], გვ. 94). ცხადია, ყველაზე პრიმიტიულია ქვების უწესრიგოდ ჩასმის წესი და, ჩვენი აზრით, ამ კვერის სამუშაო ნაწილი უწესრიგოდ, მაგრამ ერთიმეორესთან ახლოს განლაგებული ქვებით იყო მოქედილი (სურ. 4).

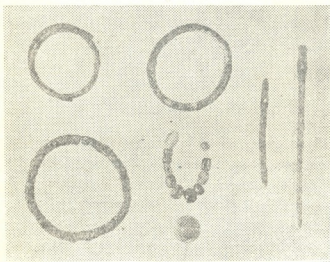
როგორც უკვე აღინიშნა, კვერის კბილებად გამოყენებული კოხი ორგვარია: მაგარი ჯიშის შავი ქვა—ბაზალტი (7 ცალი), რომელიც მცხეთის რაიონში არ მოიპოვება და უსათუოდ სხვა ადგილიდან ჩამოტანილი უნდა იყოს; მეორე კი ნიჟარებიანი ანუ ნამარხებიანი ქვიშა-ქვაა (101 ცალი), რომელიც თავისი სიმაგრით ბევრად ჩამოუვარდება ბაზალტს. ის ადგილობრივი ქანია და მისი კარიერები მცხეთაშია და არის ცნობილი.

აკად. ს. ჯანაშიას სახ. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ეთნოგრაფიულ განყოფილებაში დაცული სევანური კვერის (ინ. №  $\frac{50-10}{62}$ ) აღწერისას სტ. მენთეაშვილი იმ გარემოებაზე ამახვილებს ყურადღებას, რომ

<sup>1)</sup> სტ. მენთეაშვილის მიერ მოტანილი ცნობებიდან ირკვევა, რომ, ლიტერატურული წყაროების თანახმად, კვერის მაქსიმალური სიგრძე უდრის 3 მეტრს, სიგანე—1 მეტრს; მინიმალური სიგრძე—145 სმ, სიგანე კი—50 სმ; რაც შეეხება მის მიერ გაზომილი კვერის სიგრძეს, მაქსიმალური სიგრძე 209 სმ უდრის, სიგანე—90 სმ, ხოლო მინიმალური სიგრძე—148 სმ, სიგანე—38 სმ ([2], გვ. 89).

სვანური კვერის კოხი დაბალი ხარისხის რიყის ქვას წარმოადგენს, დამტვრევისას კბილებს არ იკეთებს და მცირე კუთხეებიც მალე უცვლდება. იგი მეტამორფული ქვიშა-ქვაა; ამიტომ ავტორი ფიქრობს, რომ სვანური კვერისათვის რკინის მიმატებაც<sup>1</sup> სწორედ ამის გამო გახდა საჭირო, თორემ ისე ლეწვა თითქმის შეუძლებელი გახდებოდაო ([2], გვ. 94). იგივე შეიძლება ითქვას სამთავროს სამარხში მიცვალებულთან ერთად ჩაშვებული კვერის შესახებ, რადგან კოხების დიდი უმეტესობა მეტად დაბალი ხარისხისაა; ჩანს, რომ კვერის მღვწველობითი უნარიანობის გაზრდისათვის კვერის სამუშაო ნაწილზე დამატებულ იქნა მაგარი ჯიშის შავი ქვა, რომელიც შედარებით მკრელია და გვიან ცვდება.

ამიერკავკასიაში კვერზე მიცვალბულის დასაფლავების მხოლოდ ორი შემთხვევა იყო ცნობილი ([3], გვ. 59, სურ. 8; [4], გვ. 55). სამთავროს სამაროვანზე ანალოგიური დაკრძალვის წესის დადგენა განსაკუთრებით საყურადღებოა და ამიტომ ფრიად მნიშვნელოვანი უნდა იყოს კვერის შემცველი სამარხის ხნოვანობის გარკვევაც.



სურ. 3

და გამობერილი მუცელი აქვს, სამთავროში ძვ. წ. XII საუკ. ჩნდება და ძვ. წ. V საუკ. აღწევს; სამთავროში ის ტიპობრივია როგორც გვიანი ბრინჯაოს, ისე რკინის ხანის ორმოსამარხებისათვის. იგივე შეიძლება ითქვას ამავე კომპლექსში შემავალ თიხის პატარა ზომის ჭურჭელზე (სურ. 2<sub>ა</sub>), რომელსაც საკმაოდ გრძელ შეფერილებზე<sup>2</sup> თანმის გასაყრელი ნახვრეტები აქვს გაკეთებული. რაც შეეხება მესამე ჭურჭელს (სურ. 2<sub>ბ</sub>), რომელიც ხელით ნაძერწ, ცუდად გამოწვარ სქელკედლიან თიხის ჯამს წარმოადგენს, სამარხის დათარიღებისას ჩვენ ანგარიშს ვერ ვაუწყებთ; საქმე ისაა, რომ სამთავროს ორმოსამარხებში საკ-

ამ სამარხში აღმოჩენილი არქეოლოგიური მასალა ერთი შეხედვით თითქოს არ შეიცავს დამთარიღებელ ნივთებს, რომელთა მიხედვით აღნიშნული სამარხის ხნოვანობის განსაზღვრა იქნებოდა შესაძლებელი; ეს ნამდვილად ასეც იქნებოდა, თუკი ჩვენ ამ კომპლექსში წარმოდგენილ მხოლოდ თიხის ჭურჭელზე ვაგამახვილებდით ყურადღებას. ასე, მაგალითად, თიხის დიდყურიანი დოქი (სურ. 2), რომელსაც დაბალი ყელი

<sup>1</sup> კვერის ზედაპირზე კოხებს შორის ჩაქედილია რკინისა და თუჯის ნატეხები.

<sup>2</sup> იმ ჭურჭელს ცალი შეფერილი მოტეხილი აქვს.



მაო რაოდენობით აღმოჩენილია მდარე ხარისხის თიხის ჭურჭელი (ჯამი, ტოლ-ჩა, კათხა, ქილა და სხვ.), რომელიც მკვეთრად გამოირჩევა ჩარხზე ნაკეთებ სამთავროს კერამიკულ ნაწარმისაგან; ეს ჭურჭელი ისეთ შთაბეჭდილებას სტოვებს, თითქოს მისი დამზადება სახელდახელოდ. მიცვალბულის დაკრძალვისთან დაკავშირებით ხდებოდა ([5], გვ. 58). თუ ეს ნამდვილად ასეა, მაშინ, რა თქმა უნდა, ამგვარი ჭურჭელი სამარხის დასათარიღებლად ჩვენ ვერ გამოგვადგება. ამგვარად, სამარხის ხნოვანობის გარკვევისათვის ხელთ გვრჩება სამარხში მოპოვებულ ნივთთა მეორე ნაწილი—ბრინჯაოს საკინძები, რგოლ-საკინძები, სარდიონის მძივები და სხვ. (სურ. 3).

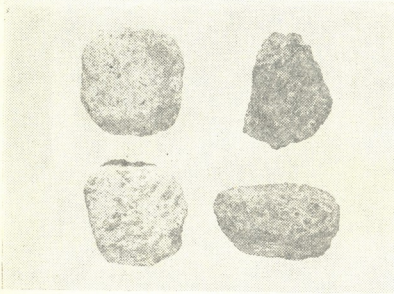
ბრინჯაოს სამკაული, რომელიც ზემოხსენებულ დოქთან ერთად სამარხის დასავლეთ კუთხეში იყო აღმოჩენილი, ნაკეთებია მრგვალი მავთულ ისაგან ერთი მათგანი ორად გატეხილ სამაჯურს წარმოადგენს (მისი დიამეტრი 4 სმ უდრის), დანარჩენი ორი კი—ერთნახევრიან ხეიას, რომლებიც ყურსაკინძები

უნდა ყოფილყო (დიამეტრი 2,5—3 სმ). სამარხის სამხ-ბრეთ აღმოსავლეთ ნაწილში თავის ქალას ქვეშ მოპოვებული ბრინჯაოს ორი საკინძი სარდიონისა და პასტის მძივებთან ერთად იყო მოპოვებული; ორივე საკინძი მეტად პრინიტიულია, მათი მრგვალგანივკვეთიანი ღერო წვერისაკენ თანდათანობით არის შევიწროებული (პატარა საკინძის სიგრძე 5,2 სმ უდრის, დიდის კი—8,7 სმ). პატარა საკინძს ნახვრეტის ზემოთ მოქცეული ნაწილიც (თავი) მრგვალი აქვს, დიდს კი ოთხკუთხოვანი. ზემო-სსენებული წითელი სარდიონის მძივები სხვადასხვა ფორმისაა: ხუთწახნაგა, სფერული, ცილინდრული და კასრისებური; კასრისებური ფორმისაა აგრეთვე ცისფერი პასტის მძივიც; მძივებთან ერთად აღმოჩენილია სუფთად დამუშავებული ღია ფერის სარდიონის ქვა (დილი?), რომელიც თავისი მოყვანილობით ქართულ ფარს მოგვაგონებს (სურ. 3).



სურ. 4

სამთავროს 320-ე ორმოსამარხის დათარიღება ხერხდება აღნიშნულ კომპლექსში აღმოჩენილი ბრინჯაოს საკინძებისა და ხუთწახნაგა<sup>(1)</sup> სარდიონის მძივის მეშვეობით; უნდა აღინიშნოს, რომ წითელი ფერის სარდიონის ხუთწახნაგა მძივები, რომლებიც სამთავროს სამაროვანზე პირველად ძვ. წ. X—IX საუკუნის ორმოსამარხებში ჩნდება, მხოლოდ მომდევნო ხანაში, ე. ი. ძვ. წ. VIII—VI საუკუნეებში იწყებს ფართოდ გავრცელებას ([6], გვ. 19). აღნიშნულ საუკუნეთა მანძილზე, როდესაც სამთავროს ორმოსამარხთა კომპლექსებში უკვე თავს იჩენს ტანსაცმელის შესაბნევი მშვილდური რკინის საკინძი, რომელიც ბრინჯაოს ერთწვერიანი ფიბულის ფორმას ზუსტად იმეორებს, სარდიონის ხუთწახნაგა მძივები ყველაზე ტიპობრივი სამკაული ჩანს. წითელი სარდიონის ხუთწახნაგა მძივებთან და რკინის ფიბულისთან ერთად სამთავროს ორმოსამარხებში ჩნდება აგრეთვე რკინის მახვილები და სტევერები, გიშრისა



სურ. 5

და ქარვის მძივები, ბრინჯაოს წვრილი მავთულისაგან გაკეთებული სამაჯურები კდეული ზედაპირით და სხვა.

აღნიშნული ხანის სამთავროს ორმოსამარხთა დათარიღებისათვის ფრიად მნიშვნელოვანია ამ კომპლექსებში ისეთი ნივთების აღმოჩენაც, როგორიც არის ბრინჯაოსა და რკინის თხელფირფიტოვანი, ყუნწიანი ისრის პიოები, ოთხწახნაგოვანი ყუნწის მქონე

ბრინჯაოს ჩამოსხმული ისრის პირები, რომლებსაც გრძელი, მოხრილი ფრთები აქვთ ([5], გვ. 56), და სხვა (იხ. 1947 წლის სამთავროს ჩრდილოეთის უბანზე ვათხრილი ორმოსამარხი № 276).

ამავე ხანის კომპლექსებში თავს იჩენს აგრეთვე ბრინჯაოს პრიმიტიული საკინძიც, რომელსაც ნახვრეტის ზემოთ მოქცეული ნაწილი დაწახნაგებული აქვს (იხ. 1946 წლის სამთავროს ჩრდილოეთის უბანზე აღმოჩენილი 226-ე და 227-ე ორმოსამარხები). ამ საკინძების აღმოჩენა ძვ. წ. VIII—VI საუკუნის კომ-

<sup>(1)</sup> გ. ლემლეინი სამთავროს წითელი სარდიონის ხუთწახნაგა მძივებს, რომლებსაც მრუდე წახნაგები და წიბოები აქვს, ხუთკუთხა მძივებს უწოდებს ([6], გვ. 17—19, ტაბ. II, სურ. 14, 15). ვფიქრობთ, რომ ასეთი განსაზღვრით ძნელი უნდა იყოს აღნიშნული მძივების ფორმის წარმოდგენა; ამიტომაც, რომ ჩვენ, მკვთის არქეოლოგიური ექსპედიციის მიერ შეუშავებულ ტერმინოლოგიის თანახმად, ამ ტიპის მძივებს ხუთწახნაგა მძივებს უწოდებთ.



პლექსებში დადასტურებულია აგრეთვე გოსტიბეს ხეობაში<sup>1</sup> (კასპის რაიონი), სადაც მათი თანხლები ინვენტარი ვერცხლის საფეთქლის რგოლების საშუალებით თარიღდება ([7] გვ. 30).

ხეობაშიწმულის შემდეგ შეიძლება ითქვას, რომ სამთავროს 320-ე ორმოსამარხი, რომელშიაც მიცვალბული კვერზე იყო დასვენებული, ძვ. წ. VIII—VI საუკუნეებს უნდა მიეკუთვნებოდეს.

სამთავროს სამაროვანზე ძვ. წ. VIII—VI საუკუნეებში მიცვალბულის კვერზე დასაფლავების ფაქტი ფრიად მნიშვნელოვანი მოვლენაა.

აკად. ივ. ჯავახიშვილი განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებდა საქართველოში კვერის გაჩენის ხანის დადგენას. ყ. დე მორგანის მიერ ახტალაში კვერის შემცველი სამარხის აღმოჩენის საფუძველზე ის აღნიშნავდა, რომ კვერი უხსოვარი დროითგანვე ყოფილა შემოღებული საქართველოში ([8], გვ. 93).

სამთავროს სამაროვანზე შრავალსაუკუნოვანი კულტურის წილში უძველესი კვერის აღმოჩენა კიდევ ერთხელ ადასტურებს, რომ ძველ საქართველოში ძვ. წ. VIII—VI საუკუნეებში მემინდვრობის კულტურა უკვე იმდენად განვითარებული ყოფილა, რომ ლეწვა კვერისა და პირუტყვის გამოყენებით ხდებოდა.

უხადია, რომ კვერის პირველი გამოყენება ძველ საქართველოში ბევრად წინ უსწრებდა მიცვალბულის კვერზე დასაფლავების ფაქტს; ვფიქრობთ, რომ კვერის გაჩენის ხანა ჩვენს ტერიტორიაზე დაახლოებით ძვ. წ. II და I ათასწლეულთა მიჯნაზე უნდა მოდიოდეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
აკად. ს. ჯანაშიას სახ. საქართველოს სახელმწ. მუზეუმი  
თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 3.10.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. კალანდაძე. მცხეთა-სამთავროს არქეოლოგიური ექსპედიციის 1948 წლის საველე დღიური (ბელნაწერი ინაბება აკად. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის ისტორიის ინსტიტუტის არქეოლოგიის განყოფილების არქივში).
2. სტ. მენტეშაშვილი. კვერი. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის მოამბე, IX-B, თბილისი, 1936.
3. J. de Morgan. Mission scientifique au Caucase, I. Paris, 1889.
4. И. И. Гуммелъ. Курган № 2 близ Ханлар. Краткие сообщения Института истории материальной культуры, вып. XXIV, 1949.
5. Б. А. Куптун. Археологические раскопки в Триалети. Тбилиси, 1941.
6. Г. Г. Леммлейн. Каменные бусы Самтаврского некрополя. იბეჭდება აკად. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის ისტორიის ინსტიტუტის შრომების სერიაში „მასალები საქართველოსა და კავკასიის ისტორიისათვის“. 1950.
7. ტ. ჩუბინიშვილი. გოსტიბეს ხეობის არქეოლოგიური ძეგლები. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის მოამბე, ტ. XVI-B, 1950.
8. ივ. ჯავახიშვილი. საქართველოს ეკონომიური ისტორია. წიგ. 2, თბილისი, 1934.

პასუხისმგებელი რედაქტორის ადგილი ს. კილიაძე



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის, სტამბა, თბილისი, აკ. წერეთლის ქ. № 3/5  
Типография Издательства Академии Наук Грузинской ССР, ул. Ак. Церетели № 3/5

შეკვ. № 77 უფ. 00173 ტირაჟი 1500  
ბელმოწერილია დასაბეჭდად 12.2.1951 საბეჭდი ფორმა 4<sup>1</sup>/<sub>4</sub>  
ანაწეობის ზომა 7×11 საარტიკულო-საგამომც. ფორმ. რაოდ. 5



დღეგულება „საბარძეველოს სსრ მიცნობისათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლეად 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 გადაემის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად და, მისი დადებითი შეფასება აუთოგრაფში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საესკებით განზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად 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 წერილს ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასტული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზედ 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 ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მითაყენებული.

დაზტკიცების მიხაგართი: თბილისი, ძეგაძისძის ძ., 8.

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, т. XII, № 1, 1951

Основное, грузинское издание

Handwritten signature: შატყვაძის ძეგა