

1958/2



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
მ თ ა მ ბ ე

ტომი XX, № 2

ძირითადი, ქართული გამოცემა

1958

თ ბ ე ა ვ ე ღ ი

ზ ი ნ ა ა რ ს ი



მათემატიკა

- 1. ს. თოფურია. ტაუბერის ტიპის ზოგიერთი თეორემის შესახებ ორმაგი მწკრივებისათვის 129
- 2. ნ. ფედოროვა. მეორე რიგის ხედაპირების იზოტოპია ლობაჩევსკის გეომეტრიაში 137

ჰილბრტის პრობლემატიკა

- 3. რ. კილაძე. შემტბორავე ტალღის პარამეტრების განსაზღვრა სიმრუდის მხედველობაში მიღებით 143

ფიზიკა

- 4. თ. მღებრიანი. დისლოკაციათა სიმკვრივის განსაზღვრის ექსპერიმენტული მეთოდი 151

მათეორიკობა

- 5. ა. თკუჯავე, თოვლის საფარის სითბოგამტარებლობის განსაზღვრის ერთი მეთოდის შესახებ 155

ასტრონომია

- 6. ა. ტორონჯაძე. მშთანთქმელი ფენის დისკრეტული სტრუქტურისა და გაზომვათა შემთხვევითი ცთომილებების გავლენის შესახებ ვარსკვლავთ ფერის სიკარბეთა მეთოდით კოსმოსური მშთანთქმის გამოკვლევისას 161

ქიმია

- 7. კ. ჯაფარიძე. დიმიტილ-ტეტრამეთილენსილიანის მოლეკულის სტრუქტურის ელექტრონოგრაფიული გამოკვლევა 167

ქიმიური ტექნოლოგია

- 8. გ. გაფრინდაშვილი. ანთიმონის ელექტროლიტური რაფინირება ტუტე-სულფიდურ ხსნარებში 171

გეოგრაფია

- 9. ვ. ვილენკინი. ზოგიერთი ახალი ცნობა ლვარცოფებისა და წყალდიდობების შესახებ ოსეთსა და ხევში 179

გეოლოგია

- 10. ე. კოტეტიშვილი. შქმერის სინკლინის ცარცული ნალექების სტრატეგრაფიისათვის 187

ტექნიკა

- 11. ი. სანაძე. ახალციხის ქვანახშირის კომპლექსური გამოყენების საკითხისათვის 193
- 12. ნ. ჟორჟოლიანი. მულმივი სიხისტისა და თანაბრად განაწილებული ტვირთის მქონე უკრი კოჭების თავისუფალ განივ რხევათა სიხშირეები 199

ზოოლოგია

- 13. ი. გოგებაშვილი და ლ. ნათაძე. მეორეული პლატიბაზალურობა ქვეწარმავლებში 207

ფიზიოლოგია

- 14. ბ. თევზაძე. ბგერითი გალიზიანების ხანგრძლივობის დიფერენციაციის შესახებ 211
- 15. გ. ბაკურაძე. ყურის კალორიზაციით ვესტიბულური აპარატის გალიზიანებაზე პირობითი სახერწყვე რეფლექსის გამომუშავების საკითხისათვის 219

მასპარიმენტული მიწები

- 16. ს. როინიშვილი. სისხლის ცირკულაციის სისწრაფის მნიშვნელობის საკითხისათვის სხვადასხვა დავადების დროს 225
- 17. დ. ტვილდიანი. თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანორეცეპტორებიდან კორონარულ სისხლის ძარღვებზე აგზნების გავრცელების აფერენტული ნერვული გზების შესახებ 229
- 18. თ. ბურჯანაძე. მათლიტერებული ენდარტერიიტის მკურნალობის ერთი მეთოდის შესახებ 237
- 19. გ. ზეიდაძე. პერიფერიული სისხლის ცვლილებები თირეოტოქსიკოზის დროს 241
- 20. რ. გურგენიძე. მხედველობის გზის მდებარეობისა და მსუფელობის საკითხისათვის 245

ენათმეცნიერება

- 21. ა. შანიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). ეტიმოლოგიური შენიშვნები. ნათესაობის აღმნიშვნელი ერთი ტერმინი ქართულში 253

მათემატიკა

ს. თოფურია

ტაუბერის ტიპის ზოგიერთი თეორემის უმსახეზ ორმაგი
მჭკრივებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჯღღონიძემ 5.5.1957)

§ 1. ვორონოის მეთოდების ტოლძალოვნება და ჩართვა
ვთქვათ, მოცემულია რიცხვითი ორმაგი მჭკრივი

$$\sum_{l, k=0}^{\infty} a_{l, k} \quad (1)$$

შემოვიღოთ აღნიშვნა

$$S_{m, n} = \sum_{i=0}^m \sum_{k=0}^n a_{i, k}$$

(1) ორმაგ მჭკრევს ეწოდება შეჯამებადი ვორონოის მეთოდით, ან
(W, p_m, q_n)-შეჯამებადი S რიცხვისაკენ, თუ

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} W_{m, n}^{(p, q)} = S,$$

სადაც

$$W_{m, n}^{(p, q)} = \frac{1}{P_m Q_n} \sum_{i=0}^m \sum_{k=0}^n p_{m-i} q_{n-k} S_{i, k}$$

{ p_m } და { q_n } დადებითი მიმდევრობებია, $p_0 > 0$, $q_0 > 0$ და

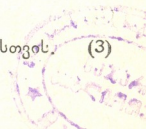
$$P_m = \sum_{i=0}^m p_i, \quad Q_n = \sum_{k=0}^n q_k$$

თანახმად ვ. ჯელიძისა, ორმაგ მიმდევრობას $\{S_{m, n}\}$ ეუწოდებთ $A^{(p, q)}$
კლასის მიმდევრობას, თუ შესრულებულია შემდეგი პირობები:

$$\sup_{0 \leq m < \infty} \frac{1}{P_m} \left| \sum_{i=0}^m p_{m-i} S_{i, n} \right| = \alpha_n < \infty, \text{ ფიქსირებული } n\text{-სთვის,} \quad (2)$$

$$\sup_{0 \leq n < \infty} \frac{1}{Q_n} \left| \sum_{k=0}^n q_{n-k} S_{m, k} \right| = \beta_m < \infty, \text{ ფიქსირებული } m\text{-სთვის.} \quad (3)$$

2577





ცხადია, რომ ყოველი შემოსახვრეული ორმაგი მიმდევრობა ეკუთვნის $A^{(P, q)}$ კლასს. შებრუნებული დებულება, როგორც ეს შეიძლება ვაჩვენოთ მაგალითზე, საზოგადოდ სამართლიანი არ არის.

განმარტება 1. (W, p_m, q_n) -მეთოდს ვუწოდებთ რეგულარულს, თუ $A^{(P, q)}$ კლასის ყოველი კრებადი ორმაგი მიმდევრობისათვის კრებადი მიმდევრობა $\{W_{m, n}^{(p, q)}\}$ და ადგილი აქვს ტოლობას

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} W_{m, n}^{(p, q)} = \lim_{m, n \rightarrow \infty} S_{m, n}.$$

ვიტყვი, რომ 1) Q -მეთოდი შეიცავს P მეთოდს, თუ დამოკიდებულებებიდან $S_{m, n} \rightarrow S(P)$ გამომდინარეობს $S_{m, n} \rightarrow S(Q)$ და 2) ეს მეთოდები ტოლძალოვანია, თუ თითოეული მათგანი შეიცავს მეორეს. თუ Q მეთოდი შეიცავს P მეთოდს, მაგრამ არ არის მისი ტოლძალოვანი, მაშინ ვიტყვი, რომ Q ძლიერია, ვიდრე P . აქ ჩვენ განვიხილავთ იმ შემთხვევას, როცა P არის (W, p_m, q_n) და Q არის (W, p_m^*, q_n^*) .

თეორემა 1. (W, p_m, q_n) მეთოდის რეგულარობისათვის აუცილებელია და საკმარისი, რომ

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{p_n}{P_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{q_n}{Q_n} = 0.$$

თუ (W, p_m, q_n) და (W, p_m^*, q_n^*) რეგულარული მეთოდებია, მაშინ მწკრივები

$$p(x) = \sum p_n x^n, \quad q(x) = \sum q_n x^n, \quad P(x) = \sum P_n x^n, \quad Q(x) = \sum Q_n x^n, \\ p^*(x) = \sum p_n^* x^n, \quad q^*(x) = \sum q_n^* x^n, \quad P^*(x) = \sum P_n^* x^n, \quad Q^*(x) = \sum Q_n^* x^n,$$

კრებადია $|x| < 1$ -თვის, და მწკრივები

$$k(x) = \sum k_n x^n = \frac{p(x)}{p^*(x)} = \frac{P(x)}{P^*(x)}, \quad k^*(x) = \sum k_n^* x^n = \frac{p^*(x)}{p(x)} = \frac{P^*(x)}{P(x)},$$

$$l(x) = \sum l_n x^n = \frac{q(x)}{q^*(x)} = \frac{Q(x)}{Q^*(x)}, \quad l^*(x) = \sum l_n^* x^n = \frac{q^*(x)}{q(x)} = \frac{Q^*(x)}{Q(x)}$$

კრებადია მცირე x -თვის, ამასთან

$$k_0 p_n^* + k_1 p_{n-1}^* + \dots + k_n p_0^* = p_n, \quad k_0 P_n^* + k_1 P_{n-1}^* + \dots + k_n P_0^* = P_n, \\ k_0^* p_n + k_1^* p_{n-1} + \dots + k_n^* p_0 = p_n^*, \quad k_0^* P_n + k_1^* P_{n-1} + \dots + k_n^* P_0 = P_n^*, \\ l_0 q_n^* + l_1 q_{n-1}^* + \dots + l_n q_0^* = q_n, \quad l_0 Q_n^* + l_1 Q_{n-1}^* + \dots + l_n Q_0^* = Q_n, \\ l_0^* q_n + l_1^* q_{n-1} + \dots + l_n^* q_0 = q_n^*, \quad l_0^* Q_n + l_1^* Q_{n-1} + \dots + l_n^* Q_0 = Q_n^*.$$

თეორემა 2. თუ (W, p_m, q_n) და (W, p_m^*, q_n^*) რეგულარული მეთოდებია, მაშინ იმისათვის, რომ (W, p_m^*, q_n^*) შეიცავდეს (W, p_m, q_n) -ს, აუცილებელია და საკმარისი, რომ

$$|k_0^*| P_n + |k_1^*| P_{n-1} + \dots + |k_n^*| P_0 \equiv M P_n^*, \quad (4)$$

$$|l_0^*| Q_n + |l_1^*| Q_{n-1} + \dots + |l_n^*| Q_0 \equiv M Q_n^*, \quad (5)$$

სადაც M არის n -საგან დამოუკიდებელი დადებითი მუდმივი
და

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{k_n^*}{P_n^*} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{l_n^*}{Q_n^*} = 0. \quad (6)$$

თუ $P_n \rightarrow \infty$ და $Q_n \rightarrow \infty$, მაშინ უკანასკნელი პირობა შეიძლება
მოგხსნათ.

თეორემა 3. თუ (W, p_m, q_n) ვორონოის რეგულარული მეთო-
დია ზრდადი $\{p_n\}$ და $\{q_n\}$ მიმდევრობებით, მაშინ დამოკიდე-
ბულებიდან $S_{m, n} \rightarrow S(\epsilon, I, I)$ გამომდინარეობს $S_{m, n} \rightarrow S(W, p_m, q_n)$.
შენიშვნა. თეორემა 3-ში (ϵ, I, I) მეთოდის რეგულარობა იგულის-
ხმება 1-ლი განმარტების თვალსაზრისით.

თეორემა 4. იმისათვის, რომ ვორონოის ორი რეგულა-
რული (W, p_m, q_n) და (W, p_m^*, q_n^*) მეთოდი იყოს ტოლძალოვანი,
აუცილებელია და საკმარისი, რომ

$$\sum_{n=0}^{\infty} |k_n| < \infty, \quad \sum_{n=0}^{\infty} |k_n^*| < \infty, \quad \sum_{n=0}^{\infty} |l_n| < \infty, \quad \sum_{n=0}^{\infty} |l_n^*| < \infty.$$

თეორემა 5. თუ

1) (W, p_m, q_n) და (W, p_m^*, q_n^*) ვორონოის რეგულარული მე-
თოდებია,

2) $\{p_m\}$ და $\{q_n\}$ აკმაყოფილებენ პირობებს

$$p_0 = q_0 = 1, \quad \frac{p_n}{p_n - 1} \equiv \frac{p_n + 1}{p_n}, \quad \frac{q_n}{q_n - 1} \equiv \frac{q_n + 1}{q_n},$$

3) $p_n^* > 0, q_n^* > 0,$

$$4) \quad \frac{p_n}{p_{n-1}} \equiv \frac{p_n^*}{p_{n-1}^*}, \quad \frac{q_n}{q_{n-1}} \equiv \frac{q_n^*}{q_{n-1}^*},$$

მაშინ (W, p_m^*, q_n^*) შეიცავს (W, p_m, q_n) -ს.

§ 2. ტაუბერის ტიპის თეორემები ვორონოის
მეთოდებისათვის

შემოვიღოთ აღნიშვნები

$$\begin{aligned} \text{Max } (S_{\nu, j} - S_{m, n}^*) &= \omega_{m, n}(\alpha, \lambda), \\ m \equiv \nu \equiv \alpha m \\ n \equiv j \equiv \lambda n \end{aligned}$$

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \omega_{m, n}(\alpha, \lambda) = \omega(\alpha, \lambda),$$

და

$$\begin{aligned} \text{Max } (S_{m, n} - S_{\nu, j}) &= \bar{\omega}_{m, n}(\alpha, \lambda), \\ \frac{m}{\alpha} \equiv \nu \equiv m \\ \frac{n}{\lambda} \equiv j \equiv n \end{aligned}$$

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \bar{\omega}_{m, n}(x, \lambda) = \bar{\omega}(x, \lambda),$$

სადაც

$$x > 1, \lambda > 1.$$

მტკიცება [1], რომ

$$\omega(x, \lambda) = \bar{\omega}(x, \lambda).$$

განმარტება 2. ორმაგ $\{S_{m, n}\}$ მიმდევრობას ეწოდება სუსტად რყევალი, თუ

$$\lim_{x, \lambda \rightarrow 1^+} \omega(x, \lambda) = 0.$$

განმარტება 3. $\{p_n\}$ -ს ვუწოდებთ S კლასის მიმდევრობას, თუ ის აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს

$$p_0 = 1, p_n > 0, \frac{p_n}{p_{n-1}} \equiv \frac{p_{n+1}}{p_n}, \frac{p_\nu}{p_n} \equiv \frac{1}{n},$$

როცა

$$n \equiv \nu$$

და

$$\lim_{m \equiv \nu} \frac{p_\nu}{P_\nu - P_{\nu-m}} = 0.$$

სიმოკლისათვის, ქვემოთ ყველგან იგულისხმება, რომ $\{p_m\}$ და $\{q_n\}$ S კლასის მიმდევრობებია.თეორემა 6. თუ $A^{(p, q)}$ კლასის ორმაგი $\{S_{m, n}\}$ მიმდევრობა სუსტად რყევადია და

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} W_{m, n}^{(p, q)} = S,$$

მაშინ

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} S_{m, n} = S.$$

დამტკიცება. შემოვიღოთ აღნიშვნა

$$B_{m, n, \nu, j} = \sum_{i=m+1}^{\nu} \sum_{k=n+1}^j p_{\nu-i} q_{n-k} S_{i, k}$$

სადაც

$$\nu = [x, m], j = [\lambda n].$$

ადვილი შესამჩნევია, რომ

$$B_{m, n, \nu, j} = \sum_{i=0}^{\nu} \sum_{k=0}^j p_{\nu-i} q_{j-k} S_{i, k} + \sum_{i=0}^m \sum_{k=0}^n p_{\nu-i} q_{j-k} S_{i, k}$$

$$\begin{aligned}
 & - \sum_{i=0}^{\nu} \sum_{k=0}^n p_{\nu-i} q_{j-k} S_{i,k} - \sum_{i=0}^{\nu} \sum_{k=0}^j p_{\nu-i} q_{j-k} S_{i,k} = P_{\nu} Q_j W_{\nu,j}^{(p,q)} \\
 & + (P_{\nu} - P_{\nu-m-1}) (Q_j - Q_{j-n-1}) W_{m,n,\nu,j}^{(p,q)} - P_{\nu} (Q_j - Q_{j-n-1}) W_{\nu,n,j}^{(p,q)} \\
 & - (P_{\nu} - P_{\nu-m-1}) Q_j W_{m,\nu,j}^{(p,q)}, \tag{9}
 \end{aligned}$$

სადაც

$$W_{m,n,\nu,j}^{(p,q)} = \frac{1}{(P_{\nu} - P_{\nu-m-1}) (Q_j - Q_{j-n-1})} \sum_{i=0}^m \sum_{k=0}^n p_{\nu-i} q_{j-k} S_{i,k},$$

$$W_{\nu,n,j}^{(p,q)} = \frac{1}{P_{\nu} (Q_j - Q_{j-n-1})} \sum_{i=0}^{\nu} \sum_{k=0}^n p_{\nu-i} q_{j-k} S_{i,k},$$

$$W_{m,\nu,j}^{(p,q)} = \frac{1}{(P_{\nu} - P_{\nu-m-1}) Q_j} \sum_{i=0}^m \sum_{k=0}^j p_{\nu-i} q_{j-k} S_{i,k}.$$

შემდეგ, ცხადია, რომ

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{P_{\nu-m-1} Q_{j-n-1}} \sum_{i=m+1}^{\nu} \sum_{k=n+1}^j p_{\nu-i} q_{j-k} S_{i,k} \\
 & = W_{m,n,\nu,j}^{(p,q)} + A_1 + A_2 + A_3, \tag{10}
 \end{aligned}$$

სადაც

$$A_1 = \frac{P_{\nu} Q_j}{P_{\nu-m-1} Q_{j-n-1}} (W_{m,n,\nu,j}^{(p,q)} - W_{m,\nu,j}^{(p,q)} - W_{\nu,n,j}^{(p,q)} - W_{\nu,j}^{(p,q)}),$$

$$A_2 = \frac{Q_j}{Q_{j-n-1}} (W_{m,\nu,j}^{(p,q)} - W_{m,n,\nu,j}^{(p,q)}),$$

$$A_3 = \frac{P_{\nu}}{P_{\nu-m-1}} (W_{\nu,n,j}^{(p,q)} - W_{m,n,\nu,j}^{(p,q)}).$$

თუ (10) ტოლობის ორივე ნაწილს გამოვაკლებთ $S_{m,n}$ -ს, მივიღებთ

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{P_{\nu-m-1} Q_{j-n-1}} \sum_{i=m+1}^{\nu} \sum_{k=n+1}^j p_{\nu-i} q_{j-k} (S_{i,k} - S_{m,n}) \\
 & = -S_{m,n} + W_{m,n,\nu,j}^{(p,q)} + A_1 + A_2 + A_3. \tag{11}
 \end{aligned}$$

თეორემა 5-ის ძალით ადგილი აქვს შემდეგ ტოლობებს

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} (W_{m,n,\nu,j}^{(p,q)} - W_{m,\nu,j}^{(p,q)} - W_{\nu,n,j}^{(p,q)} + W_{\nu,j}^{(p,q)}) = 0,$$

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} (W_{m, v, j}^{(p, q)} - W_{m, n, v, j}^{(p, q)}) = 0,$$

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} (W_{v, n, j}^{(p, q)} - W_{m, n, v, j}^{(p, q)}) = 0.$$

რადგან $\{p_m\}$ და $\{q_n\}$ S კლასის მიმდევრობებია, ამიტომ ადვილად ვაჩვენებთ, რომ $\frac{P_v}{P_{v-m-1}}$ და $\frac{Q_j}{Q_{j-n-1}}$ სასრულია $\alpha > 1$ და $\lambda > 1$ -სთვის.

ამიტომ (11)-დან მიიღება

$$W(\alpha, \lambda) \cong \overline{\lim}_{m, n \rightarrow \infty} (-S_{m, n}) + S.$$

აქედან, როცა $\alpha, \lambda \rightarrow 1^+$, გვაქვს

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} S_{m, n} \cong S. \quad (12)$$

ანალოგიური მსჯელობით (თუ შევცვლით m, n, v, j -ს შესაბამისად r, s, m, n -ით და ავიღებთ $r = \left[\frac{m}{\alpha} \right] + 1$, $s = \left[\frac{n}{\lambda} \right] + 1$), მივიღებთ

$$S_{m, n} - W_{r, s, m, n}^{(p, q)} - A'_1 - A'_2 - A'_3 \cong \overline{W}_{m, n}(\alpha, \lambda),$$

საიდანაც ცხადია, რომ

$$\overline{\lim}_{m, n \rightarrow \infty} S_{m, n} \cong S. \quad (13)$$

(12) და (13)-დან გვაქვს

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} S_{m, n} = S$$

თეორემა დამტკიცებულია.

თეორემა 7. თუ (1) მწკრივის კერძო ჯამთა მიმდევრობა $\{S_{m, n}\}$ ეკუთვნის $A^{(p, q)}$ კლასს, ხოლო ამ მწკრივის წევრები აკმაყოფილებენ პირობებს

$$\sup_{0 \leq m < \infty} \sum_{i=1}^m a_{i, n} < \frac{q_n}{Q_n} C, \quad (14)$$

$$\sup_{0 \leq n < \infty} \sum_{k=0}^n a_{m, k} < \frac{p_m}{Q_m} C, \quad (15)$$

და

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} W_{m, n}^{(p, q)} = S,$$

მაშინ

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} S_{m, n} = S.$$

დამტკიცება. ვაჩვენოთ, რომ ორმაგი მიმდევრობა $\{S_{m, n}\}$ სუსტად რყევადია.

მართლაც, ვთქვათ,

$$m \equiv \nu \equiv \alpha m, \quad n \equiv j \equiv \lambda n;$$

მაშინ

$$S_{\nu, j} - S_{m, n} = \sum_{i=0}^m \sum_{k=n+1}^j a_{i, k} + \sum_{i=m+1}^{\nu} \sum_{k=0}^j a_{i, k}.$$

(15)-ის ძალით გვაქვს

$$\begin{aligned} \sum_{i=m+1}^{\nu} \sum_{k=0}^j a_{i, k} &< C \sum_{i=m+1}^{\nu} \frac{p_i}{P_i} \equiv \frac{C}{P_m} \sum_{i=m+1}^{\nu} p_i \\ &= \frac{p_{m+1} + \dots + p_{\nu}}{P_m} C \equiv \frac{\nu - m}{m} C \equiv (\alpha - 1) C. \end{aligned}$$

ანალოგიურად ვაჩვენებთ, რომ

$$\sum_{i=0}^m \sum_{k=n+1}^j a_{i, k} \equiv (\lambda - 1) C.$$

მაშასადამე,

$$W_{m, n}(\alpha, \lambda) \equiv 2(\alpha - 1) C + (\lambda - 1) C;$$

აქედან

$$W(\alpha, \lambda) \equiv 2(\alpha - 1) C + (\lambda - 1) C,$$

საიდანაც ცხადია, რომ

$$\lim_{\alpha, \lambda \rightarrow 1^+} W(\alpha, \lambda) = 0.$$

თეორემა დამტკიცებულია.

ლემა. ვთქვათ $P_m \rightarrow \infty$, $Q_n \rightarrow \infty$. თუ (1) მწკრივის წევრები აკმაყოფილებენ პირობას

$$a_{m, n} < \frac{p_m q_n}{P_m^2 + Q_n^2} C, \quad (16)$$

მაშინ შესრულებულია (14) და (15) პირობები.

თეორემა 8. თუ $S_{m, n}$ ეკუთვნის $A^{(p, q)}$ კლასს, ხოლო (1) მწკრივის წევრები აკმაყოფილებენ (16) პირობას და

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} W_{m, n}^{(p, q)} = S,$$

მაშინ

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} S_{m, n} = S.$$



თეორემა 9. თუ $\{S_{m,n}\}$ არის $A^{(p,q)}$ კლასის მიმდევრობა, ხოლო (1) მწკრივის წევრები აკმაყოფილებენ პირობებს

$$\sup_{0 \leq m < \infty} \sum_{i=0}^m a_{i,n} < \frac{C}{n}, \quad (17)$$

$$\sup_{0 \leq n < \infty} \sum_{k=0}^n a_{m,k} < \frac{C}{m}, \quad (18)$$

და

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} W_{m,n}^{(p,q)} = S,$$

მაშინ

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} S_{m,n} = S.$$

აქედან, როგორც შედეგი მიიღება

თეორემა 10. თუ $\{S_{m,n}\}$ არის $A^{(p,q)}$ კლასის მიმდევრობა, ხოლო (1) მწკრივის წევრები აკმაყოფილებენ პირობას

$$a_{m,n} < \frac{C}{m^2 + n^2}, \quad (19)$$

და

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} W_{m,n}^{(p,q)} = S,$$

მაშინ

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} S_{m,n} = S.$$

შენიშვნა. მე-9 და მე-10 თეორემებში (17), (18) და (19) პირობები დამოუკიდებელია $\{p_m\}$ და $\{q_n\}$ მიმდევრობებისაგან, ხოლო მე-7 და მე-8 თეორემებში (14), (15) და (16) პირობები იცვლებიან $\{p_m\}$ და $\{q_n\}$ მიმდევრობების ცვლილებასთან ერთად.

ესარგებლობ შემთხვევით და მაღლობას ვუცხადებ ვ. ქელიძეს საყურადღებო მითითებებისათვის.

გორკის სახელობის

სახელების სახელმწიფო პედაგოგიური

ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 5.5.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. K. Knopp. Limitierungs-Umkehrsätze für Doppelfolgen. *Mathematische Zeitschrift*, 45. Band, 4. Heft, 1939.
2. Г. Харди. Расходящиеся ряды. ИЛ, 1951.
3. В. Г. Челидзе. Об умножении двойных рядов и двойных интегралов. *Труды Тбилисского мат. ин-та им. А. М. Размадзе*, т. XIX, 1953.

6. ფიქციონალიზაცია

მეორე რიგის ფიქციონალიზაციის იზოტოპია ლობაჩევსკის გეომეტრიაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჭოლოშვილმა 10.4.1957)

როგორც ცნობილია, T და T' ტოპოლოგიურ სივრცეებში მდებარე ორ F და F' ფიგურას ტოპოლოგიურად იზოტოპური ეწოდება, თუ არსებობს T -ს ჰომეომორფული გადასახვა T' -ში, რომლის დროსაც F გადადის F' -ში, R და R' ინფინიტეზიმალურ სივრცეებში მდებარე F და F' ფიგურებს ეწოდებათ ინფინიტეზიმალურად იზოტოპურს, თუ არსებობს R -ის ეკვიმორფული გადასახვა R' -ში, რომლის დროსაც F გადადის F' -ში [1]. თუ არსებობს M მეტრიკული სივრცის გადასახვა M' მეტრიკულ სივრცეში, რომელიც ორივე მხრივ ლიპშიცის პირობას აკმაყოფილებს და M სივრცის F ფიგურა M' სივრცის F' ფიგურაში გადაყავს, მაშინ ვიტყვი, რომ F და F' ფიგურები ძლიერ იზოტოპურია [2, 3]. აშკარაა, რომ ფიგურების ძლიერი იზოტოპიიდან გამომდინარეობს მათი ინფინიტეზიმალური და ტოპოლოგიური იზოტოპია.

წინამდებარე შრომაში მოყვანილია ინფინიტეზიმალური და ძლიერი იზოტოპიის მიმართ ლობაჩევსკის გეომეტრიის მეორე რიგის ზედაპირების კლასიფიკაციის შედეგები⁽¹⁾.

მიზანშეწონილად მიგვაჩნია აგრეთვე ჰიპერბოლური მოძრაობის მიმართ ლობაჩევსკის გეომეტრიის მეორე რიგის ზედაპირების კლასიფიკაციის შედეგების მოცემა, ვინაიდან კულიჯისა [4] და ბრომვიჩის [5] ნაშრომებიდან ცნობილი კლასიფიკაციები არ მოიცავდნენ H^3 -ში მეორე რიგის ზედაპირების მეტრიკული ტიპების მთელ მრავალსახეობას.

I. ლობაჩევსკის გეომეტრიის მეორე რიგის ზედაპირების კლასიფიკაცია ჰიპერბოლური მოძრაობების მიმართ (ან ბელტრამი-კლაინის მოდელებზე აბსოლუტის მიმართ მათი მდებარეობის მიხედვით) გვაძლევს H^3 -ში ნამდვილ არაგადაგვარებულ მეორე რიგის ზედაპირების ორმოცდასამ ტიპს⁽²⁾:

(¹ ლობაჩევსკის გეომეტრიის მეორე რიგის მრუდების ინფინიტეზიმალური (და აგრეთვე ძლიერი) იზოტოპიის საკითხები ავტორს რ. ხოდოვას გვართი გამოქვეყნებული აქვს ჟურნალში «Учен. зап. Ивановского пед. института», т. X, 1956 [6].

(² ლიტერატურაში, კერძოდ Coolidge-თან მის „The elements of non euclidean geometry“-ში, სადაც ზედაპირების კლასიფიკაცია ხდებოდა აბსოლუტის მიმართ მათი ურთიმდებარეობის მიხედვით, მითითებულია ნ.მდვილ, არაგადაგვარებულ მეორე რიგის ზედაპირების მხოლოდ ოცდაათხუთი ტიპი H^3 -ში: ახალი ცხრა ტიპი (10, 11, 16, 17, 19, 27, 29, 34, 35) დასახელებულია აქ მათი თავისებურებების შესაბამისად.

1. სამღერძა ელიფსოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad a < b < c < 1 \quad (1);$$

2. წაგრძელებული ბრუნვის ელიფსოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad a < c < 1;$$

3. შეკუმშული ბრუნვის ელიფსოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad c < a < 1;$$

4. ცალკალთა არაწრფოვანი ჰიპერბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad a < b < 1, \quad c > 1;$$

5. ცალკალთა არაწრფოვანი ბრუნვის ჰიპერბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad a < 1, \quad c > 1;$$

6. ცალკალთა წრფოვანი ჰიპერბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad a < b < 1;$$

7. ცალკალთა წრფოვანი ბრუნვის ჰიპერბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad a < 1;$$

8. ამოხნეკილი ორკალთა არაწრფოვანი ჰიპერბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = -1, \quad c < 1;$$

9. ამოხნეკილი ორკალთა არაწრფოვანი ბრუნვის ჰიპერბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = -1, \quad c < 1;$$

10. შეხნეკილი ორკალთა არაწრფოვანი ჰიპერბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad a > 1, \quad b > 1, \quad c < 1;$$

11. შეხნეკილი ორკალთა არაწრფოვანი ბრუნვის ჰიპერბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad a > 1, \quad c < 1;$$

12. ორკალთა წრფოვანი ჰიპერბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad a < 1, \quad b > 1;$$

(1) ჩაწერილია ზედაპირების კანონიკური განტოლებები ბელტრამის კოორდინატთა სისტემაში. იმ შემთხვევებში, როდესაც განტოლება რთულად ჩაიწერება, მითითებულია, თუ როგორ გამოისახება შესაბამისი ტიპი ბელტრამ-კლანინის მთავლებზე. ყველა ზედაპირს $y=0$ სიბრტყე აქვს თავისი სიმეტრიის სიბრტყედ.

13. არაწრფოვანი ნახევრად ჰიპერბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{(z-k)^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k < c < 1+k;$$

14. არაწრფოვანი ბრუნვის ნახევრად ჰიპერბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} + \frac{(z-k)^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k < c < 1+k;$$

15. წრფოვანი ნახევრად ჰიპერბოლოიდი

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k < a < 1+k;$$

16. ღია არაწრფოვანი პარაბოლოიდი

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k = a, \quad b^2 > a, \quad c^2 > a;$$

17. ღია არაწრფოვანი ბრუნვის პარაბოლოიდი

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k = a, \quad b^2 > a;$$

18. ღია წრფოვანი პარაბოლოიდი

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k = a, \quad b^2 > a,$$

19. თავმოყრილი არაწრფოვანი პარაბოლოიდი

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k = a, \quad b^2 < a, \quad c^2 > a;$$

20. თავმოყრილი წრფოვანი პარაბოლოიდი

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k = a, \quad b^2 < a;$$

21. არაწრფოვანი ჰიპერბოლური პარაბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{(z-k)^2}{c^2} = -1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k = c;$$

22. არაწრფოვანი ბრუნვის ჰიპერბოლური პარაბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} - \frac{(z-k)^2}{c^2} = -1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k = c;$$

23. ელიფსური პარაბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{(z-k)^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k = c, \quad a^2 < c, \quad b^2 < c;$$

24. ელიფსური ბრუნვის პარაბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} + \frac{(z-k)^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k = c, \quad a^2 < c;$$

25. ცალკალთა არაწრფოვანი ნახევრად ჰიპერბოლური პარაბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{(z-k)^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1+k = c, \quad a^2 < c, \quad b^2 < c;$$

26. ცალკალთა არაწრფოვანი ნახევრად ჰიპერბოლური ბრუნვის პარაბოლოიდი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} + \frac{(z-k)^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1+k=c, \quad a^2 < c;$$

27. ორკალთა არაწრფოვანი ნახევრად ჰიპერბოლოიდური პარაბოლოიდი

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1+k=a, \quad b^2 < a, \quad c^2 > a;$$

28. ორკალთა წრფოვანი ნახევრად ჰიპერბოლური პარაბოლოიდი

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{x^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1+k=a, \quad b^2 < a;$$

29. წარმოსახვით ორიციკლური ნახევრად ჰიპერბოლოიდური პარაბოლოიდი

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{a} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1+k=a, \quad b^2 < a;$$

30. ორიციკლური ელიფსური პარაბოლოიდი

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{a} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k=a, \quad b^2 < a;$$

31. ორიციკლური არაწრფოვანი ჰიპერბოლური პარაბოლოიდი

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{y^2}{a} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k=a, \quad c^2 > a;$$

32. ორიციკლური წრფოვანი ჰიპერბოლური პარაბოლოიდი

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{y^2}{a} - \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1-k=a;$$

33. მიმხები ელიფსური პარაბოლოიდი (ელიფსური, რომლის კვეთა $x^2 + y^2 + z^2 = 1$ აბსოლუტის xz სიბრტყით არის $x^2 + z^2 = 1$ წრეხაზისადმი მიმხები ელიფსი (მიმხები პარაბოლა), ხოლო yz სიბრტყით—ელიფსი, რომელსაც $y^2 + z^2 = 1$ წრეხაზთან აქვს პირველი რივის ხემა (ელიფსური პარაბოლა));

34. მიმხები ორიციკლური პარაბოლოიდი (ელიფსოიდი, რომლის კვეთა xz სიბრტყით არის $x^2 + z^2 = 1$ წრეხაზისადმი მიმხები ელიფსი (მიმხები პარაბოლა), ხოლო yz სიბრტყით კვეთა—ელიფსი, რომელსაც $y^2 + z^2 = 1$ წრეხაზთან აქვს მესამე რივის ხემა (ორიციკლი));

35. მიმხები არაწრფოვანი ჰიპერბოლური პარაბოლოიდი (ელიფსოიდი, რომლის კვეთა xz სიბრტყით არის $x^2 + z^2 = 1$ წრეხაზისადმი მიმხები ელიფსი (მიმხები პარაბოლა), ხოლო xz სიბრტყით კვეთა—ელიფსი, რომელიც ეხება $y^2 + z^2 = 1$ წრეხაზს (შეზნექილი ჰიპერბოლური პარაბოლა));

36. მიმხები წრფოვანი ჰიპერბოლური პარაბოლოიდი (ცალკალთა ჰიპერბოლოიდი, რომლის კვეთა xz სიბრტყით არის $x^2 + z^2 = 1$ წრეხაზისადმი მიმხები ელიფსი (მიმხები პარაბოლა), ხოლო yz სიბრტყით კვეთა—

ჰიპერბოლა, რომლის შტო ეხება $y^2 + z^2 = 1$ წრეხაზს (ამოხსნილი ჰიპერბოლური პარაბოლა));

37. ელიფსური არხზედაპირი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + z^2 = 1, \quad a < 1, \quad b < 1;$$

38. კლიფორდის ზედაპირი

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} + z^2 = 1, \quad a < 1;$$

39. არაწრფოვანი ჰიპერბოლური არხზედაპირი

$$x^2 + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad b < 1, \quad c > 1;$$

40. წრფოვანი ჰიპერბოლური არხზედაპირი

$$x^2 + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad b < 1;$$

41. სფერო $x^2 + y^2 + z^2 = a^2, \quad a < 1;$

42. ექვიდისტანტური ზედაპირი, ანუ ჰიპერსფერო

$$x^2 + y^2 + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad c < 1;$$

43. ზღვრული ზედაპირი, ანუ ორისფერო

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{y^2}{a} + \frac{z^2}{a} = 1, \quad 0 < k < 1, \quad 1 - k = a.$$

II. ზედაპირების ჩამოთვლილი ტიპების კლასიფიკაციის მოხდენით ინფინიტეზიმალური იზოტოპიის მიმართ მივიღებთ ჩვიდმეტ ინფინიტეზიმალურად იზოტოპურ კლასს:

- 1) ელიფსოიდები (1), (2), (3), სფერო (4);
- 2) ცალკალთა ჰიპერბოლოიდები (4), (5), (6), (7);
- 3) ცალკალთა ნახევრად ჰიპერბოლური პარაბოლოიდები (25), (26);
- 4) ელიფსური არხზედაპირი (37), კლიფორდის ზედაპირი (38);
- 5) ორკალთა ჰიპერბოლოიდები (8), (9), (10), (11), (12);
- 6) ორკალთა ნახევრად ჰიპერბოლური პარაბოლოიდები (27), (28), (29);
- 7) ჰიპერბოლური არხზედაპირები (39), (40);
- 8) ექვიდისტანტური ზედაპირი (42);
- 9) ნახევრად ჰიპერბოლოიდები (13), (14), (15), პარაბოლოიდები (16), (17), (18), (21), (22);
- 10) თავმოყრილი არაწრფოვანი და წრფოვანი პარაბოლოიდები (19), (20);
- 11) ელიფსური პარაბოლოიდები (23), (24);
- 12) ორიციკლური ელიფსური პარაბოლოიდი (30);
- 13) ორიციკლური ჰიპერბოლური პარაბოლოიდები (31), (32);
- 14) მიმხები ელიფსური პარაბოლოიდი (33);
- 15) მიმხები ორიციკლური პარაბოლოიდი (34);

16) მიმხები ჰიპერბოლური პარაბოლოიდები (35), (36);

17) ზღვრული ზედაპირი (43).

H^3 -ში მეორე რიგის ზედაპირების კლასიფიკაცია ძლიერი იზოტოპიის მიმართ ემთხვევა მათ ინტინიტეზიმალურ-იზოტოპურ კლასიფიკაციას.

დასასრულ მადლობას ვუცხადებ ვ. ე ფ რ ე მ ო ვ ი ჩ ს მუშაობაში ხელმძღვანელობისათვის.

(რედაქციას მოუვიდა 10.3.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. А. Ефремович. Инфинитезимальные пространства. ДАН СССР, 76, № 3, 1951, 341.
2. В. А. Ефремович. Почти топологические свойства. Успехи мат. наук, 10, № 2, 1955, 213.
3. Д. А. Захаров. Уч. зап. ИГПИ, 5, 1954, 27.
4. J. L. Coolidge. The elements of non euclidean geometry. 1927.
5. T. J. Bromwich. Trans. Am. Math. Soc., 6, 1905, 275.
6. Р. Н. Ходова. Уч. зап. ИГПИ, 10, 1956, 45—54.

ჰიდრომშენიკა

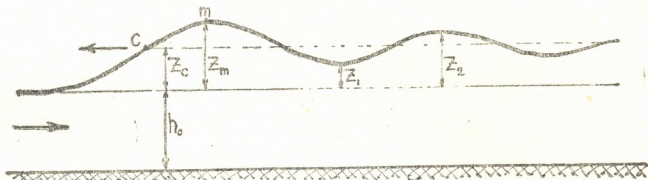
რ. კილაძე

შემტოკრავი ტალღის პარამეტრების განსაზღვრა სიმრუდის მხედველობაში მიღებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზაფერიევმა 20.2.1957)

ტალღების გაანგარიშება სადერივაციო არხში ჯერ კიდევ მდოვრულ-ცვალებადი მოძრაობის დაშვებით წარმოებს. ამ შემთხვევაში მხედველობაში არ ვღებულობთ სითხის ქავლის სიმრუდეს. ამიტომ იძულებული ვართ განვიხილოთ სქემატური ტალღები სადა თავისუფალი ზედაპირით.

მაგრამ როგორც ექსპერიმენტული დაკვირვებებიდან ჩანს, დინების სრული გაჩერებით გამოწვეული წყლის დონის აწევა შედგება მიმდევრობით და თანდათან ქრობადი ტალღებისაგან (ნახ. 1), რომელთა სიმრუდის უგულებელყოფამ გაანგარიშებაში შეიძლება უხეში შეცდომა გამოიწვიოს.



ნახ. 1

ტალღის ფორმირების სიგრძე

ფარის სწრაფი ჩაშვებით ხდება დინების სრული გაჩერება, რის გამოც წყლის დონე მკვეთრად იწევს და ვრცელდება რა დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით, მკვეთრად გამოსახულ ტალღისებრ ხასიათს იღებს.

ტალღის ფორმირების სიგრძედ ვღებულობთ უზნის სიგრძეს, რომელზედაც მთავრდება წყლის თავისუფალი ზედაპირის მკვეთრი დეფორმაცია, რის შემდეგ ტალღის საშუალო სიმაღლე, გამოსახული ფორმულით

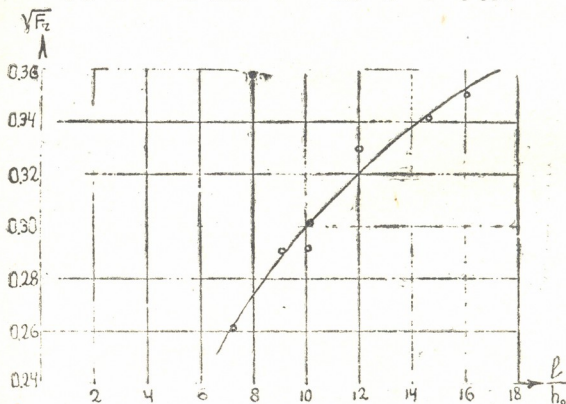
$$Z_c = \frac{Z_m + 2Z_1 + Z_2}{4}, \quad (1)$$

შეიძლება მუდმივად ჩაითვალოს (აღნიშვნები იხ. ნახ. 1-ზე).

ასეთი ფორმირების დამახასიათებელ თავისებურებად ვთვლით Z_1 -ის შემცირებისა და Z_2 -ის ზრდის შეწყვეტას.

ტალის ფორმირების სიგრძის განსაზღვრისათვის ჩვენ მიერ ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ უკანასკნელი დამოკიდებულია \sqrt{Fr} -სა და საწყისი ნაკადის სიმაღლეზე.

ნახ. 2-ზე ეს დამოკიდებულება წარმოდგენილია გრაფიკული სახით.



ნახ. 2

2. ტალის საწყისი სიმაღლის განსაზღვრა

ტალის სიმაღლის განსაზღვრის თანამედროვე ხერხები, რომლებიც გვხვდება როგორც საბჭოთა, ისე საზღვარგარეთულ ლიტერატურაში [3, 5], ეყარება უწყვეტობის განტოლებისა და ტალის გავრცელების სიჩქარის გამოსახულების გამოყენებას.

$$Z = \frac{Q_0 - Q_1}{\omega \cdot b} \quad (2)$$

$$\omega = \sqrt{gh_0 \left(1 + \frac{3}{2} \frac{Z}{h_0} \right)} - u_0, \quad (3)$$

სადაც Q_0 და Q_1 შესაბამისად საწყისი და ნარჩენი ხარჯებია, b —სწორკუთხოვანი არხის სიგანე.

ჰიდროსადგურის დატვირთვის სრული მოხსნის დროს $Q_1 = 0$. ამასთან ტალღის საწყისი სიმაღლე განისაზღვრება (2) და (3) განტოლებების ერთობლივი ამოხსნით შერჩევის მეთოდით.

ზემოხსენებულ ხერხთან ერთად ტალღის სიმაღლის განსაზღვრისათვის შესაძლებელია მივიღოთ უფრო ხელსაყრელი ფორმულა, თუ ვისარგებლებთ დამოკიდებულებით საშუალო სიჩქარე u -სა და ტალღის სიმაღლე Z -ს შორის, რომელსაც სწორკუთხოვანი განივი კვეთის კალაპოტისათვის აქვს შემდეგი სახე ([1], გვ. 34):

$$u = u_0 \pm 2 (\sqrt{g(h_0 + Z)} - \sqrt{gh_0}). \quad (4)$$

შემტბორავი ტალღის შესაბამისი ნიშნის ალებისა და (4) განტოლების Z -ის მიმართ ამოხსნის შემდეგ ვღებულობთ

$$Z = \frac{(u_0 - u)^2}{4g} = \frac{(u_0 - u) \sqrt{h_0}}{\sqrt{g}}. \quad (5)$$

პრაქტიკული თვალსაზრისით საინტერესოა ტალღის საწყისი სიმაღლის განსაზღვრა სადგურის დატვირთვის სრული მოხსნისას, რადგან წარმოქმნილ ტალღას მაქსიმალური სიმაღლე ექნება. ამ შემთხვევაში $u = 0$ და (5) მიიღებს სახეს

$$Z = \frac{u_0^2}{4g} + \frac{u_0 \sqrt{h_0}}{\sqrt{g}}. \quad (6)$$

(6) ზუსტად ემთხვევა ფაიფელის ფორმულას, რომელიც მან მიიღო დიდი ექსპერიმენტული მასალების გადამუშავებითა და ზოგიერთი თეორიული გამოთვლით ([2], გვ. 98).

(5) ფორმულის შესამოწმებლად ვისარგებლებთ ჯენტლინის ექსპერიმენტული შედეგებით [4].

ცდები მიზნად ისახავდა დინების სრული გაჩერებით წარმოქმნილ ტალღის საშუალო სიმაღლის განსაზღვრას სხვადასხვა ხარჯების დროს.

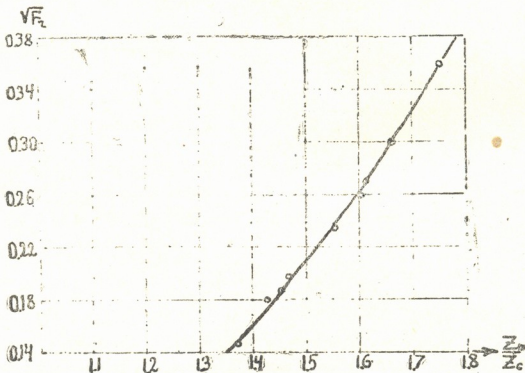
1 ცხრილში (5) ფორმულით გამოთვლილი ტალღის საშუალო სიმაღლეები მილიმეტრობით დაპირისპირებულია ჯენტლინის ცდების შედეგებთან და აგრეთვე (2) და (3) განტოლებების საშუალებებით გაანგარიშებული ტალღის საშუალო სიმაღლეებთან.

ცხრილი 1

სხვადასხვა მეთოდით	ხარჯები ლ/სეკ.				
	6.0	8.15	10.45	12.80	14.65
(1) და (2) ფორმულით	20.05	27.8	36.2	44.7	51.5
ცდებით	19.0	26.9	34.6	45.3	50.3
(5) ფორმულით	20.5	27.9	36.3	45.0	51.4

პრაქტიკულად უფრო მეტ ინტერესს იწვევს მაქსიმალური, ანუ პირველი ტალღის სიმაღლის განსაზღვრა, რომელიც ჯენტილინისა და აგრეთვე ნაგებობათა და ჰიდროტექნიკის თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიის ცდების თანახმად დინების სრული გაჩერებით წარმოქმნილი ტალღებისათვის შეიძლება 1,75—1,8-ჯერ აღემატოს ტალღის საშუალო სიმაღლეს.

ნახ. 3-ზე მოცემულია ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდებით მიღებული გრაფიკული დამოკიდებულება \sqrt{Fr} და $\frac{Z_m}{Z_c}$ შორის.



ნახ. 3

3. ტალღის დაშლის კრიტერიუმის განსაზღვრა

თუ (3)-ს შევადარებთ მასზე უფრო ზოგად ფორმულას, რომელსაც აქვს სახე ([4], გვ. 292):

$$\omega = \sqrt{gh_0 \left(1 + \frac{3}{2} \frac{Z}{h_0} + \frac{h_0^2}{3Z} \frac{\partial^2 Z}{\partial S^2} \right)} - u_0, \quad (7) \quad (1)$$

და სადაც სითხის ჭავლის სიმრუდე მიღებულია მხედველობაში, ვრწმუნდებით, რომ (3) ფაქტობრივ განსაზღვრავს გადაღუნვის წერტილის გავრცელების სიჩქარეს, რაც ტალღის ამოხნეილ ნაწილს აკავშირებს მის ჩაზნეილობასთან, რადგან ამ წერტილში $\frac{\partial^2 Z}{\partial S^2} = 0$ და (7) ზუსტად ემთხვევა (2)-ს.

(1) ეს ფორმულა პირველად ბუსინესკიმ მიიღო.

ამრიგად, (1), (2) ან (5) ფორმულით განსაზღვრული ტალღის სიმაღლე, სადაც მხედველობაში არ არის მიღებული სითხის ჭავლის სიმაღლე, წარმოადგენს ტალღის გაღუნვის წერტილის სიმაღლეს, რაც ტოლია საშუალო ტალღის სიმაღლისა.

თუ (7)-ში მეორე წარმოებულს $\frac{\partial^2 Z}{\partial S^2}$ გამოვსახავთ სიმრუდის რადიუსისა და პირველი წარმოებულის საშუალებით, მივიღებთ

$$\omega = \sqrt{gh_0 \left(1 + \frac{3}{2} \frac{Z}{h_0} + \frac{h_0^2}{3Z} \left[1 + \left(\frac{\partial Z}{\partial S} \right)^2 \right]^{3/2} \right)} - u_0. \quad (8)$$

პირველი ტალღის უმაღლესი წერტილის გავრცელების სიჩქარის გამოსახულებისთვის მხედველობაში ვიღებთ, რომ $\frac{\partial \chi}{\partial x} = 0$ $Z = Z_m$ ხოლო R უარყოფითია, რის შედეგად (8)-დან ვღებულობთ

$$\omega_m = \sqrt{gh_0 \left(1 + \frac{3}{2} \frac{Z_m}{h_0} - \frac{h_0^2}{3Z_m R} \right)} - u_0. \quad (9)$$

იმისათვის, რომ ტალღა მოძრაობისას არ განიცდიდეს ფორმის ცვალებადობას, საკმარისია, რომ პირველი ტალღის უმაღლესი წერტილის გავრცელების სიჩქარე ω_m უდრიდეს ვადაღუნვის წერტილის გავრცელების სიჩქარეს ω_c , რომელიც გამოსახულია (3) ფორმულით.

ω_c და ω_m -ის მნიშვნელობათა ურთიერთ გატოლების შემდეგ შესაბამისად (3)-დან და (9)-დან ვღებულობთ:

$$R_0 = \frac{2h_0^3}{9Z_m(Z_m - Z_c)}. \quad (10)$$

R_0 არის ამოზნექილობის სიმრუდის რადიუსი პირველი ტალღისა, როდესაც უკანასკნელი გავრცელებისას არ განიცდის ფორმის ცვალებადობას.

როგორც ვხედავთ, (9)-დან, როდესაც:

- 1) $R > R_0$, გვაქვს $\omega_m > \omega_c$,
- 2) $R < R_0$, $\omega_m < \omega_c$.

პირველ შემთხვევაში მოსალოდნელია ტალღის დაშლა, ხოლო მეორეში—განფენადობა.

თუ დაუშვებთ, რომ სიმრუდის რადიუსი მუდმივია მრუდის ყველა წერტილში (ნახ. 1), მაშინ მისი პროექცია მოძრაობის მიმართულებაზე შემდგენიარად გამოისახება:

$$x = \sqrt{2R(Z_m - Z_c) - (Z_m - Z_c)^2}. \quad (11)$$



იმ შემთხვევაში, როდესაც $\omega_m > \omega_c$ ტალღის გავრცელებისას x მისწრაფის ნულისაკენ.

ვივარაუდოთ, რომ ტალღა დაიშლება მაშინ, როცა $x=0$, ე. ი. როდესაც m წერტილი დაეწევა C წერტილს (ნახ. 1).

აქედან გამომდინარე, დინების დაპრღვევი ტალღისათვის შეიძლება დაიწეროს შემდეგი განტოლება:

$$\frac{S+x}{\omega_m} = \frac{S}{\omega_c}, \quad (12)$$

სადაც S მანძილია პირველი ტალღის გადაღუნვის წერტილიდან მისი დაშლის ადგილამდე.

x -ის გამორიცხვის შემდეგ S -ის განსაზღვრისათვის (11) და (12)-დან მივიღებთ

$$S = \frac{\sqrt{2R(Z_m - Z_c) - (Z_m - Z_c)^2}}{\frac{\omega_m}{\omega_c} - 1}. \quad (13)$$

(1)-ში ω_m და ω_c ტალღის დაშლამდე მიღებულია მუდმივ სიდიდებთან.

როგორც ცნობილია, ექსპერიმენტული დაკვირვებებიდან (3), უკვე ფორმირებული ტალღის გავრცელებისას ხდება პირველი ტალღის სიმაღლის უმნიშვნელო ზრდა, რომელსაც თან ერთვის სიმრუდის რადიუსის შემცირება.

დაშვება $\omega_m = \text{const}$ ნიშნავს, რომ (9)-ში Z_m -ის ზრდით გამოწვეული ω_m -ის მატება სავსებით ბათილდება მესამე უარყოფითი წევრის მატებით R -ის შემცირების გამო.

დაშვება $\omega_c = \text{const}$ ნიშნავს, რომ პირველი ტალღის გადაღუნვის წერტილი ტალღის დაშლამდე არ განიცდის ვერტიკალურ ძვრას. ზემოთ აღნიშნულ ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში ჩატარებულმა ცდებმა დაადასტურა, რომ ჩვენი დაშვება მისაღებია.

ტალღის გავრცელებისას ექსპერიმენტის სიზუსტის ფარგლებში ω_m და ω_c არაავითარი ცვლილება არ აღინიშნებოდა.

R -ის განსაზღვრის მიზნით, რომელიც შედის (13)-ში უცნობის სახით, ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდების საფუძველზე ნახ. 4-ზე მოცემულია დამოკიდებულება R/h_0 -სა და Z_c/h_0 -ს შორის.

პირველი ტალღის ამოხსნეტილობის სიმრუდის რადიუსის განსაზღვრისას ვუშვებდით, რომ უკანასკნელი აწერილ იყო წრეხაზის რადიუსით და ვსაზღვრავდით შემდეგი ფორმულით:

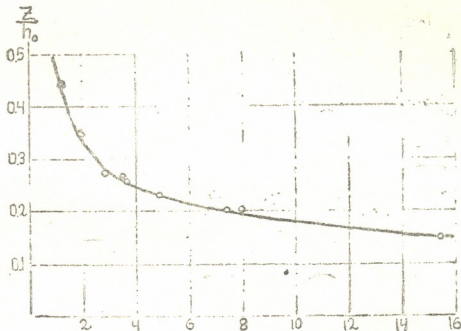
$$R = \frac{z^2 + x^2}{2z},$$

სადაც

z — სეგმენტის სიმაღლეა,

x — ქორდის ნახევარი სიგრძე.

პირველი ტალის უმაღლესი წერტილის სიმრუდის რადიუსის წრეხაზის რადიუსისადმი ნაქსამალური მიახლოების მიზნით ექსპერიმენტული მასალების დამუშავებისას სეგმენტის სიმაღლეს საკმაოდ მცირეს ვიღებდით. ამასთანავე ქორდის შესაბამის სიგრძეს ვღებულობდით ტალის სიჩქარის გამრავლებით დროზე, რომელიც განისაზღვრებოდა 1/50 წამის სიზუსტით.



ნახ. 4

ამრიგად, სიგრძე, რომელზედაც ტალა იწლება დინების სრული გაჩერების ადგილიდან, განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$S_p = l + \frac{\sqrt{2R(Z_m - Z_c) - (Z_m - Z_c)^2}}{\frac{\omega_m}{\omega_c} - 1}, \quad (14)$$

სადაც l ტალის ფორმირების სიგრძეა, რომელიც განისაზღვრება გრაფიკიდან (ნახ. 2).

მე-2 ცხრილში (14) ფორმულით გამოთვლილი S_p -ის მნიშვნელობები მეტრობით დაპირისპირებულია ცდების მონაცემებთან.

(14) თეორიული გამოსახულების დადასტურებისა და აგრეთვე ტალის ცალკეულ პარამეტრებს შორის კავშირის დამყარების მიზნით ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში ჩვენ მიერ ჩატარებულ იქნა ცდები 20 მ სიგრძისა და 0,42 სიგანის სწორკუთხოვან ღარში.

ტალეები წარმოიქმნებოდა ღარის ბოლოში მოთავსებულ ფარის სწრაფი დაშვებით.



ყოველი ცდის წინ ღარის გარკვეულ მონაკვეთზე მყარდებოდა თანაბარი მოძრაობა, რასაც ვალწევდით ღარის დაქანების ცვალეზადობით.

ცხრილი 1

№	h_0	\sqrt{Fr}	Z_m	Z_c	S_p	
					(14) ფორმ.	ცდებით
1	18.5	0.330	6.65	11.4	5.5	6.0
2	19.0	0.334	6.85	11.8	7.3	7.5
3	18.6	0.344	6.95	11.9	6.3	7.0
4	16.8	0.360	6.54	12.1	5.0	5.0
5	18	0.363	7.1	12.8	5.15	4.7

წყლის დონის რხევის ჩაწერა წარმოებდა MHO-ს ტიპის 8-შლეიფიანი ოსცილოგრაფით ოთხი გადამცემის საშუალებით. ყოველი გადამცემი წარმოადგენდა წყალში ჩაშვებულ ორ პარალელურ თხელკედლიან ლითონის ლეროს.

ოსცილოგრაფის კვება წარმოებდა ნორმალური სისხირის ცვლადი დენით.

დ ა ს კ ვ ე ბ ი

1. ცდების შედეგად აგებული მრუდი (ნახ. 3) საშუალებას გვაძლევს ცნობილი Z_c საშუალებით, რომელიც განსაზღვრება (8) ფორმულით, ვიპოვოთ წყლის დონის მაქსიმალური აწევა.

2. ბუსინესკის ფორმულიდან გამომდინარე, ნაჩვენებია, რომ ყველა დადებით ტალღას როდი აქვს მდინარეკილება დაშლისაკენ, როგორც ეს გამომდინარეობს მდინარეულ-ცვალეზადი თეორიიდან ([1], გვ. 36). ტალღის დაშლის კრიტერიუზია პიოობა $R > R_0$.

3. ტალღის ფორმირების სიგრძის საპოვნელად მიღებულია ემპირიული დამოკიდებულება.

ტალღის დაშლის სიგრძის განსაზღვრისათვის გამოყვანილია თეორიული დამოკიდებულება, სადაც მხედველობაში მიღებულია სითხის ქავლის სიმრუდე.

ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის
თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი
ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 20.2.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. А. Христианович. Неустановившееся движение в каналах и реках. В сборнике «Некоторые новые вопросы механики сплошной среды». 1938.
2. Н. А. Ржаницыи. Речная гидравлика. 1936.
3. В. Gentilini. L'azione di uno sfioratore laterale sull'onda positiva ascendente in un canale. Energia Elettrica, № 1, 1950.
4. L. Escande. Hydraulique Generale, t. III, 1943.
5. E. T. Haws. Surges and Waves in open channels, Water Power, № 11, 1954.

ო. მღვრიანი

 დისლოკაციათა სიმკვრივის განსაზღვრის მქსპერიმენტული
 მეთოდი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ე. მამასახლისოვმა 18.2.1957)

როგორც ცნობილია, მექანიკური გამკვრივება (ციენაქედი) კრისტალე-ბის პლასტიკური დეფორმაციის აუცილებელ შედეგს წარმოადგენს.

დისლოკაციურ თეორიაში [1] მექანიკური გამკვრივება განიხილება რო-გორც მოძრავი დისლოკაციების დამუხრუჭების შედეგი ჯვარედინი სრიალის ზოლებსა და მესერის სხვა დეფექტიან ადგილებზე. დამუხრუჭების შედეგად დისლოკაციების ნაწილი აღმოჩნდება ბმულ მდგომარეობაში. ბმული დისლო-კაციები კარგავენ მოძრაობის უნარს და ხელს უშლიან სხვა მოძრავი დისლო-კაციების გავრცელებას. ამრიგად, ბმული დისლოკაციები უზრუნველყოფენ გამკვრივებულ მდგომარეობის უკვლევობას. ბმული დისლოკაციების განთა-ვისუფლებისათვის საჭიროა გარკვეული აქტივაციის ენერგია (წინააღმდეგის გა-დალახვისათვის), რომელიც მიენიჭება კრისტალს გახურების დროს (გამო-წვისას). გამოწვის პროცესში ბმული დისლოკაციები თავისუფლდებიან, იძენენ მოძრაობის უნარს საკუთარი სრიალის სიბრტყეებში და ქმნიან პლასტიკურ ძვრებს. ასეთი წარმოდგენებიდან გამომდინარეობს, რომ გამკვრივებულ კრისტალი დიდძალ არამდგრად (მეტასტაბილურ) დისლოკაციებს უნდა შეი-ცავდეს: დისლოკაციის სიმკვრივის, ე. ი. დისლოკაციების ხაზების იმ რაო-დენობის, რომლებიც გადაკვეთენ მათ მიმართ მართობულად მდებარე ერთე-ულოვან სიბრტყეს, ექსპერიმენტული განსაზღვრა მნიშვნელოვან თეორიულ და პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს [2, 3].

თეორიას მივყავართ იმ დასკვნამდე, რომ გამკვრივებულ კრისტალში დისლოკაციების სიმკვრივე აღწევს $N=10^{12}$ სმ⁻², ხოლო კარგად გამოწვარი კრისტალში— 10^8 სმ⁻².

ზოგიერთი მკვლევარი [4, 5] დისლოკაციების სიმკვრივის სიდიდის და-საბუთებისათვის თეორიულად გამოთვლილი პლასტიკური დეფორმაციის დროს შთანთქმულ ენერგიას ადარებდა მის ექსპერიმენტულ მნიშვნელობას და იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ კარგი თანხვედრისათვის საჭიროა დისლო-კაციების სიმკვრივე იყოს $N=10^{12}$ სმ⁻².

ბროუნის დისლოკაციათა თეორიის საშუალებით [6] გამკვრივებულ ფერომაგნიტური ლითონების მაგნიტური სიმტკიცის ახსნისას მივიდა ანალო-გიურ დასკვნამდე, რომ თეორიისა და ექსპერიმენტის კარგი თანხვედრისა-თვის საჭიროა დისლოკაციების სიმკვრივე უდრიდეს $N=10^{12}$ სმ⁻².

ჩვენთვის ცნობილია, დღემდე არ არსებობს გამკვრივებულ კრისტალში დისლოკაციების სიმკვრივის უშუალო ექსპერიმენტული განსაზღვრა.



ამ შრომაში განხილულია დისლოკაციების სიმკვრივის ექსპერიმენტული განსაზღვრის ერთ-ერთი შესაძლო მეთოდი. დისლოკაციების სიმკვრივე გამკვრივებულ კრისტალებში შეიძლება განისაზღვროს უშუალოდ ძვრების სიდიდის საშუალებით, რომელნიც წარმოიქმნებიან გამოწვის დროს არამდგრადი (მეტასტაბილური) დისლოკაციების გაქრობისას. წინა შრომაში [7] დაწვრილებით აღწერილია მეტასტაბილური დისლოკაციების გაქრობისას წარმოქმნილი ძვრების სიდიდის განსაზღვრა, ამიტომ აქ მხოლოდ ამ მეთოდის მოკლე აღწერით შემოვიფარვლებით.

გამოსაკვლევი ლითონიდან მზადდება ვიწრო ზოლისებრივი ნიმუში, სიგანით 4—5 მმ, სისქით 0,8—0,9 მმ და სიგრძით 60—70 მმ. ნიმუშის მოპირდაპირე ორ გვერდზე შეირჩევა ისეთი წერტილები, რომელნიც განლაგებულნი არიან ექვიპოტენციალურ სიბრტყეზე. ამ წერტილებს ვუერთებთ სარკიან გალვანომეტრს და ნიმუშში ვატარებთ მუდმივ დენს. ცხადია, რომ ასეთ პირობებში შერჩეულ წერტილებს შორის პოტენციალთა სხვაობა ნულის ტოლი იქნება. თუ ნიმუში წინასწარ იყო გამკვრივებულ მდგომარეობაში, მაშინ გამოწვის შემდეგ (გარკვეულ ტემპერატურაზე და ხანგრძლივობით) შერჩეულ წერტილებს შორის წარმოიქმნება პოტენციალთა სხვაობა. ნაჩვენები იყო აგრეთვე [7], რომ პოტენციალთა სხვაობის წარმოქმნა დაკავშირებულია ამ წერტილების ურთიერთწანაცვლებასთან, ხოლო თვითონ წანაცვლება განპირობებულია მეტასტაბილური დისლოკაციების გაქრობით. ამრიგად, აღნიშნულ პოტენციალთა სხვაობა პროპორციული იქნება წანაცვლების სიდიდისა, ე. ი.

$$K'n = S, \quad (1)$$

სადაც n გალვანომეტრის გადახრის ჩვენებაა, K' პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ცდის პირობებიდან, ხოლო S ძვრის სიდიდეა.

ჩვენს წინა შრომაში [7] მოყვანილია მრუდები, რომელნიც გამოსახავენ n და იზოთერმული გამოწვის t დროის შორის დამოკიდებულებას სხვადასხვა ლითონისათვის. ასეთი მრუდებით შეიძლება განისაზღვროს დისლოკაციების სიმკვრივე. არამდგრადი დისლოკაციების მოძრაობით გამოწვეული ძვრის საწყისი სიჩქარე შემდეგნაირად გამოისახება

$$\left(\frac{ds}{dt}\right)_0 = N_0 \lambda \bar{v}, \quad (2)$$

სადაც N_0 არამდგრადი (მეტასტაბილური) დისლოკაციების სიმკვრივეა კრისტალში, λ ერთი დისლოკაციით გამოწვეული ძვრის ინტერვალა, \bar{v} დისლოკაციების საშუალო სიჩქარეა.

თუ გავაწარმოებთ (1) და გავყოფთ ნიმუშის სიგანეზე, მივიღებთ ფარდობითი დეფორმაციის საწყის სიჩქარეს.

$$\frac{K'}{b} \left(\frac{dn}{dt}\right)_0 = \left(\frac{ds}{dt}\right)_0. \quad (3)$$

თუ ჩავსვამთ $\left(\frac{ds}{dt}\right)_0$ -ის მნიშვნელობას (2)-ში, მივიღებთ

$$K \left(\frac{dn}{dt}\right)_0 = N \lambda \bar{v}, \quad (4)$$

$$N_0 = \frac{K \left(\frac{dn}{dt} \right)_0 t_s}{2 \lambda^2} \quad (7)$$

აქ $K = \frac{c\delta}{J\rho}$, სადაც c გალვანომეტრის სკალის დანაყოფის ფასია, δ ნიმუშის სისქეა, J დენის ძალაა, ρ ხვედრითი წინაღობაა.

თუ ჩავსვამთ K მნიშვნელობას (7)-ში, საბოლოოდ მივიღებთ

$$N_0 = \frac{c\delta \left(\frac{dn}{dt} \right)_0 t_s}{2 J \rho \lambda^2}, \quad (8)$$

სადაც $\left(\frac{dn}{dt} \right)_0$ და t_s ადვილად შეიძლება განისაზღვროს $n = f(t)$ მრუდიდან.

(8) ფორმულით გამოთვლილი დისლოკაციების სიმკვრივის რიცხვობრივი მნიშვნელობები ზოგიერთი ლითონისათვის ($n = f(t)$ მრუდების დახმარებით, რომლებიც გამოქვეყნებულია [7] შრომაში), მოყვანილია ცხრილში.

ცხრილი

ზოგიერთი ლითონისათვის (8) ფორმულის საშუალებით გამოთვლილი დისლოკაციების სიმკვრივის რიცხვითი მნიშვნელობები

ლითონები	K	$\left(\frac{dn}{dt} \right)_0$	λ^2 სმ ²	t_s საათ.	N_0 სმ ⁻²
Fe	$23,4 \cdot 10^{-4}$	1	$24 \cdot 10^{-16}$	11	$5 \cdot 10^{11}$
Cu	$2,10^{-4}$	1	810^{-16}	18	$2,5 \cdot 10^{13}$
Zn	10^{-3}	5	1310^{-16}	1	$2 \cdot 10^{13}$
Al-Cu	210^{-4}	0,45	1610^{-16}	14,5	$2 \cdot 10^{11}$

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ზემოგანხილული მეთოდით მიღებული დისლოკაციების სიმკვრივის რიგი კარგად ეთანხმება თეორიულ და სხვა ექსპერიმენტულ მონაცემებს, რაც ამტკიცებს ამ მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობას დისლოკაციების სიმკვრივის უშუალოდ ექსპერიმენტული განსაზღვრისათვის.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 20.2.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Х. Коттрель. Успехи физики металлов, 1, Металлургиздат, Москва, 1956.
2. И. А. Одинг. Известия АН СССР, Отд. техн. наук № 12, 1948.
3. О. И. Мгебриян. Сообщения АН ГССР, т. XIII, № 8, 1952.
4. А. Х. Коттель. УФН, т. 46, в. 2, 208, 1952.
5. J. S. Kochler. Phys. Rev. 60, 397, 1941.
6. W. F. Brown. Phys. Rev. 60, 137, 1941.
7. О. И. Мгебриян. Труды ТГУ им Сталина, № 62, 25, 1957.

მათემატიკა

ა. ოაჟაძე

 თოვლის საფარის სიტოგამეტარებლობის განსაზღვრის ერთი
 მეთოდის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისოვმა 23.4.1957)

დისპერსიულ მასალათა სიტოგამეტარებლობის განსაზღვრის მეთოდები, როგორც წესი, ავებულება სიტოგამეტარებლობის განტოლების ამოხსნათა საფუძველზე, რისთვისაც გამოიყენება როგორც სტაციონარული, ისე არასტაციონარული ტემპერატურული რეჟიმის ანალიზი.

მრავალი მონაცემი მიღებულია სტაციონარული მეთოდებით, რომელთა ნაკლოვანებანი ისეთ რთულ დისპერსიულ მასალათა გამოკვლევისას, როგორცაა თოვლის საფარი, ამჟამად უდავოა [5, 7, 8].

ცდის განმავლობაში გარემოს სხვადასხვა სტრუქტურულ და თერმულ დამახინჯებათა მინიმუმამდე დაყვანის თვალსაზრისით საუკეთესოა არასტაციონარულ ტემპერატურულ რეჟიმზე დაფუძნებული მეთოდები. მათ შორის განსაკუთრებული სიმარტივით გამოირჩევა სიტბოს მყისიერ წყაროთა მეთოდი, რომელიც პირველად ვ. ბოგომოლოვისა და ა. ჩუდნოვსკის [1] მიერ იყო დამუშავებული გრუნტების თერმული მახასიათებლების გამოსაკვლევიად. ამ მეთოდის საგრძნობი უპირატესობაა ექსპერიმენტის ხანმოკლეობა და მცირე ტემპერატურულ გრადიენტების პირობებში გაზომვათა ჩატარების შესაძლებლობა, რაც განსაზღვრავს შედეგების უმნიშვნელო დამახინჯებას.

მეთოდს საფუძვლად დაედო სიტბოს მყისიერ წყაროთა ცნება, რომელიც განიხილება სიტოგამეტარებლობის მათემატიკურ თეორიაში [2].

პრაქტიკულად სიტბოს მყისიერ იმპულსს ქმნიან გარემოში გადახურებული ან გადაციებული (გარემოს მიმართ) ლითონის ფირფიტის შეტანით.

მაგრამ მყისიერი იმპულსის ასეთი წესით განხორციელების შემთხვევაში შეუძლებელია წყაროდან ფირფიტამდე მანძილის საკმაოდ სიზუსტით გაზომვა. გარემოს სტრუქტურის დარღვევის გარეშე, რაც, რა თქმა უნდა, გამოირიცხავს ნიმუშის მრავალგზის გამოკვლევის საშუალებას. ამასთან დაკავშირებით საინტერესოა ფირფიტა-ფირფიტის სისტემის ცდის განმავლობაში ფიქსაციის საიმედო საშუალებათა გამოჩენა.

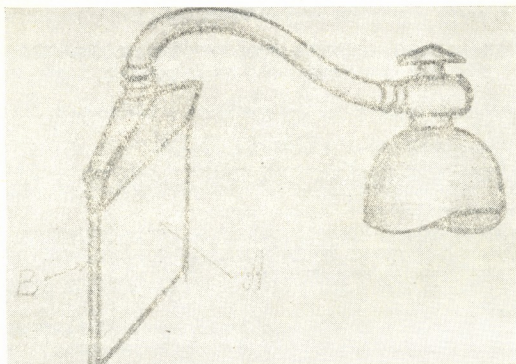
თოვლის საფარის სიტოგამეტარებლობის გამოკვლევისას ჩვენ მიერ მყისიერ წყაროდ გამოიყენებული იყო თხელკედლიანი ლითონის ჭურჭელი, რომელშიც ცდის დასაწყისში ხანმოკლე დროის განმავლობაში ვატარებდით გაციებულ ნახშირბაქვას ხაზს [4].

ჭურჭლის ბრტყელი კედლები შედგება თითბრის ორი ფირფიტისაგან A და B. თვითოეული მათგანის ფართი არის დაახლოებით 40×40 სმ². ფირფიტების

სისქე $\frac{dh}{2} = 1,2$ მმ. მანძილი ფირფიტებს შორის უდრის 1 მმ. თხევადი ნახშირ-

ბაქვას ბალონი რეზინის შლანგით შეერთებულია ჭურჭლის თავთან, რომელიც თანდათანობით ფართოვდება. ჭურჭლის ქვედა ნაწილი დარჩენილია ღიად ნახშირბაქვა გაზის გამოსასვლელად. ჭურჭელი თავსდება თოვლის ნიმუშების განოსაცდელ ყუთში ისე, რომ მისი ქვედა ნაწილი გადის ყუთის ძირში და ნამუ-

შევიარი გაზი იზოლირებულია ნიმუშისაგან. ბალონის ვენტის საშუალებით გაზის ნაკადის რეგულირებით შეგვიძლია მივალწიოთ A და B ფირფიტების გაციების სხვადასხვა ტემპს.



ფიგ. 1

ზემოთ აღწერილ ჭურჭელს სიმოკლისათვის ვუწოდოთ „მყისიერი ფირფიტა“. თოვლთან შედარებით თითბრის კარგი სითბოგამტარებლობა უფლებას გვაძლევს ჩავთვალოთ, რომ „მყისიერ ფირფიტაში“ გაზის ხანმოკლე გატარება ეკვივალენტურია ნიმუშში წინასწარ გაციებული ჭურჭლის „მყისიერად“ შეტანისა.

ტემპერატურაგამტარებლობის კოეფიციენტის k -ს გამოსათვლელად ნაცვლად იდეალური მყისიერი წყაროს ტემპერატურათა განაწილებისა საჭიროა გამოვიყენოთ ტემპერატურული ველის გამოსახულება ლითონის ფირფიტისა, რომელიც გარემოში ცივდება [6]. მაშინ

$$k = \gamma \frac{x^2}{2\tau_{max}}$$

სადაც τ_{max} არის ფირფიტიდან x მანძილზე ტემპერატურული მაქსიმუმის დამყარების დრო, ხოლო კოეფიციენტი γ ითვალისწინებს წყაროს სასრულო სისქეს და შემდეგნაირად გამოისახება:

$$\gamma = \frac{1}{3} + \sqrt[3]{N + \sqrt{N^2 - \frac{M^3}{27}}} + \sqrt[3]{N - \sqrt{N^2 - \frac{M^3}{27}}}$$

$$N = \frac{1}{27} + \frac{\alpha}{3} + \frac{\alpha^2}{2}, \quad M = \frac{1}{3} + 2\alpha, \quad \alpha = \frac{c_0 \rho_0 d h}{2 c \rho x}$$

სადა $c_0 \rho_0$ და $c \rho$ აღნიშნავენ სათანადოდ ფირფიტისა და გარემოს მოცულობით სითბოტევადობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტში 1954 წელს ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ ზემოაღწერილი „მყისიერი ფირფიტის“ გამოყენება საგრძნობლად აუმჯობესებს გაზომვათა შედეგების განმეორადობას.

ლიტერატურაში არა ერთხელ იყო მითითებული ის გარემოება, რომ მყისიერი წყაროს მეთოდით მუშაობის ოპტიმალური პირობების არჩევისას აუცილებელია ანგარიში გავუწიოთ მანძილთან ერთად ტემპერატურის ჩაქრობას; როგორც ექსპერიმენტულ ცდომილებათა ერთ-ერთ უმთავრეს წყაროს. მართლაც, ექსპერიმენტის დროს τ_{max} მნიშვნელობის დადგენა ხდება არა უშუალოდ, არამედ მაქსიმალური ტემპერატურის დამყარების მიხედვით და ამ შემთხვევაში „მკვეთრი მაქსიმუმის“ არსებობა წარმოადგენს მალახარისხოვან გაზომვათა აუცილებელ პირობას. ბუნებრივია, წარმოქმნილი ცდომილებები მივაწვროთ ტემპერატურის რეგისტრატორის არასაკმარის მგრძნობიარობას, ვინაიდან უფრო მეტი მგრძნობიარობის თერმომეტრის გამოყენება იმავე პირობებში მოგვცემდა უფრო „მკვეთრი მაქსიმუმის“ დაკვირვების საშუალებას.

მაგრამ ზემოთ აღნიშნული ფაქტორის რაოდენობრივ შეფასებას არ ატარებდნენ ხოლმე და მეთოდის ცდომილებათა ანალიზის დროს τ_{max} -ის გაზომვის ცდომილებად ჩვეულებრივად გულისხმობდნენ მხოლოდ დროის საზომის (სეკუნდზომის) ცდომილებას [8].

იმისათვის, რომ შევაფასოთ ტემპერატურის არაზუსტი გაზომვით გამოწვეული ფარდობითი ცდომილება, $\frac{\delta \tau_{max}}{\tau_{max}}$ შევცვალოთ ტემპერატურული მრუდის

მცირე ნაწილი მაქსიმუმის არეში წრეხაზის რკალით. მაშინ, თუ აღვნიშნავთ მაქსიმუმის წერტილში სიმრუდის რადიუსს r_{max} -ით, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ

$$\delta \tau_{max} = \sqrt{2 r_{max} \delta U_{max}}$$

სადაც δU_{max} ტემპერატურის რეგისტრატორის სიზუსტეა.

სითბოს ბრტყელი მყისიერი წყაროს ტემპერატურათა განაწილების გამოსახულების მიხედვით ადვილად შეიძლება დავრწმუნდეთ, რომ

$$r_{max} = 2 \frac{\tau_{max}^2}{U_{max}}$$

ამიტომ

$$\frac{\delta \tau_{max}}{\tau_{max}} = 2 \sqrt{\frac{\delta U_{max}}{U_{max}}} \tag{1}$$

იმისათვის, რომ შევამციროთ $\frac{\delta \tau_{max}}{\tau_{max}}$ -ის მნიშვნელობა მხოლოდ 10%-მდე,

საჭიროა ტემპერატურის გაზომვა 0,25%-ის სიზუსტით, ეს კი არაა იოლი ამოცანა სავსე პირობებში. აქვე აღვნიშნავთ, რომ სეკუნდზომის ცდომილება ცდის დროს დაკვირვებული τ_{max} -ის მნიშვნელობათათვის 0,1%-ს არ აღემატება.

შევეხოთ ტემპერატურული მაქსიმუმის რეგისტრაციის საშუალებათა საკითხს. ტემპერატურის გასაზომად ხელსაყრელია ვისარგებლოთ თერმოელექტრული თერმომეტრებით, რომელთა საშუალებით ადვილად შეიძლება გამოსაკვლევი გარემოს ტემპერატურის საიმედო წერტილოვანი გაზომვა გამოვიწვიოთ მცირე ზომისა და მცირე სითბოტევადობის გამო. ამასთან, როგორც ცნობილია, შეიძლება უდიდეს სიზუსტეს მივაღწიოთ თერმოელექტრომომობი-



ვებელი ძალის უშუალო გაზომვით კომპენსაციის მეთოდით (გასაზომი ტემპერატურის 0,04%-მდე).

მაგრამ კომპენსაციის გამოყენება გამორიცხავს ტემპერატურის სვლაზე განუწყვეტელი დაკვირვების შესაძლებლობას და ხელს უშლის ტემპერატურის მაქსიმუმის დამყარების მომენტის ზუსტ დადგენას, ხოლო თერმოელექტრომომოძრავებელი ძალის განსაზღვრა გალვანომეტრში გამავალი დენის მიხედვით, როგორც ეს მიღებულია განხილულ მეთოდში, გარემოს ცვალებად ტემპერატურულ პირობებში დაკავშირებული დამატებითი ცდომილებებთან. ამ შემთხვევაში ტემპერატურის გაზომვის სიზუსტე განისაზღვრება არა მარტო გალვანომეტრის შეზღუდული მგრძობიარობით, არამედ აგრეთვე გალვანომეტრისა და შემადგენელი მავთულების წინაღობათა თერმული ცვალებადობით.

თუ მივიღებთ ხაზოვან დამოკიდებულებას თერმოწყვილის მინარჩილების ტემპერატურათა სხვაობასა Δu და თერმოელექტრომომოძრავებელ ძალას შორის შემდეგი ფორმულის მიხედვით

$$\Delta u = \beta J_g (R + R_g),$$

სადაც J_g გალვანომეტრში გამავალი დენია, R_g — გალვანომეტრის შინაგანი წინაღობა და R — წრედის გარეშე წინაღობა, ამ შემთხვევაში ადვილია ცდის განმავლობაში R_g -ს არასტაბილურობით გამოწვეულ ცდომილებათა შეფასება (უმრავლეს შემთხვევაში $\delta R \gg \delta R_g$), სახელდობრ

$$\frac{\delta(\Delta u)}{\Delta u} = \frac{\alpha_g R_g}{R + R_g} \Delta t,$$

სადაც Δt გალვანომეტრის ტემპერატურის გადახრაა გრადუირების ტემპერატურისაგან, ხოლო α_g გალვანომეტრის ტემპერატურული კოეფიციენტი. ჩვეულებრივ $\frac{\delta(\Delta u)}{\Delta u}$ აღემატება 1%-ს, რაც, თანახმად (1)-ისა, არ შეიძლება და-

მაკმაყოფილებლად ჩაითვალოს.

განუწყვეტელ დაკვირვებასთან ერთად მაქსიმალური ტემპერატურის გაზომვის სიზუსტის გაზრდის მიზნით მიზანშეწონილად მიგვაჩნია გალვანომეტრში დენის წანაცვლება დამატებითი დენის წყაროს საშუალებით.

თუ ჩავრთავთ გალვანომეტრის წრედში თერმოდენის საწინააღმდეგოდ დენის წყაროს, რომლის ელექტრომომოძრავებელი ძალა დაახლოებით უდრის მოსალოდნელ მაქსიმალურ თერმოელექტრომომოძრავებელ ძალას, მაშინ ტემპერატურული მაქსიმუმის დამყარების მომენტში გალვანომეტრში გამავალი დენი თითქმის ნულის ტოლი გახდება. ეს გამოიწვევს მაქსიმალური ტემპერატურის გაზომვის ფარდობითი ცდომილების საგრძნობ შემცირებას. მართლაც, თუ აღვნიშნავთ E და e -ს საშუალებით დამატებით წყაროს და თერმოწყვილის ელექტრომომოძრავებელ ძალებს, მაშინ შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ აღებულ შემთხვევაში

$$I_g(R + R_g) = E - e$$

და

$$\frac{\delta(\Delta u)}{\Delta u} = \frac{I_g \alpha_g R_g}{E - I_g(R + R_g)} \Delta t.$$

როცა $I_g \rightarrow 0$, მაშინ $\frac{\delta(\Delta u)}{\Delta u} \rightarrow 0$.

წანაცვლების ძაბვის მიწოდება მოსახერხებელია ვაწარმოთ პოტენციომეტრის საშუალებით. ამ შემთხვევაში E-ს სახით უნდა ვიგულისხმოთ პოტენციომეტრის ეკვივალენტური ელექტრომამოძრავებელი ძალა.

შევნიშნავთ, რომ გალვანომეტრში დენის წანაცვლება შეიძლება განხორციელდეს აგრეთვე თერმოწყვილის მინარჩილის მუდმივი ტემპერატურის სათანადო შერჩევით. შედარებით დაბალი ტემპერატურული წერტილები ადვილი მისაღებია ყინულის შერევით სხვადასხვა მარილებთან. ზოგჯერ ამავე მიზნისათვის ხელსაყრელია სხვადასხვა კრიოპირატებით სარგებლობა [3].

მაგრამ ასეთი ტემპერატურული წანაცვლება ელექტრულთან შედარებით ტექნიკური თვალსაზრისით ბევრად უფრო რთულად გამოიყურება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გეოფიზიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10.5.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. З. Богомолов, А. Ф. Чудновский. Метод определения термических характеристик почвогрунтов в их естественном состоянии. ЖТФ, т. IX, в. 14. 1939.
2. Г. С. Карслоу, Теория теплопроводности. ГИТТЛ, М.—Л., 1947.
3. В. А. Кириллин, А. Е. Шейндлин, Основы экспериментальной термодинамики, Госэнергоиздат, М.—Л., 1950.
4. А. М. Окуджава. Теплопроводность влажного снега. Снег и талые воды, Издат. АН СССР, М., 1956.
5. Г. К. Сулаквелидзе. О некоторых вопросах теплопроводности влажного снега. Сообщения АН Грузинской ССР, т. XV, № 8, 1954.
6. И. И. Цуккерман. Исследование тепловых констант почвы по остыванию зондов. Метеорология и гидрология, № 2, 1949.
7. А. Ф. Чудновский, Методы определения термических характеристик материалов. ЖТФ, т. XXIII, в. 12, 1953.
8. А. Ф. Чудновский. Теплообмен в дисперсных средах, ГИТТЛ, М., 1954.

ასტრონომია

ა. ტორონჯაძე

მუთანთქმელი ფენის დისკრეტული სტრუქტურისა და გაზომვათა
 შემთხვევითი ცთომილებების გავლენის შესახებ ვარსკვლავთ
 ფერის სიჭარბეთა მეთოდით კოსმოსური მუთანთქმის
 გამოკვლევისას

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ე. ხარაძემ 30.10.1957)

კოსმოსური მუთანქმის გამოკვლევა ვარსკვლავთ ფერის სიჭარბეთა მონაცემების მიხედვით შემდეგნაირად ხორციელდება.

გროვდება დაკვირვებითი მასალა გამოსაკვლევი მიმართულებით განლაგებულ ვარსკვლავთ ფერების შესახებ, რამდენიმე კვადრატული გრადუსის ფართის მქონე ცის არეში; ეს მონაცემები სპექტრულ მონაცემებთან ერთად საშუალებას იძლევიან გამოთვლილ იქნეს ვარსკვლავების მუთანქმისგან დამახინჯებული მანძილის მოდულები ($m-M$) და ფერის სიჭარბეები (CE); ცნობილია რა ($m-M$, CE) მნიშვნელობები რამდენიმე ათეული ან ასეული ვარსკვლავისათვის, აიგება CE -ს $m-M$ -ზე რეგრესიის მრუდი და ამ მრუდის მიხედვით განისაზღვრება კოსმოსური მუთანქმის მანძილზე დამოკიდებულება მოცემული მიმართულებით. ამ დამოკიდებულების მიღება წარმოადგენს მსგავს გამოკვლევათა საბოლოო მიზანს.

ცხადია, რომ CE -ს $m-M$ -ზე რეგრესიის მრუდი მეტ-ნაკლებად განსხვავებული იქნება ($m-M$)-სა და CE -ს შორის ჭეშმარიტი დამოკიდებულებისაგან. ირითადად ორი მიზეზის გამო: 1) მუთანქმელი ფენის დისკრეტული სტრუქტურის და 2) ($m-M$)-ისა და CE -ს განსაზღვრის შემთხვევითი ცთომილებების გამო.

ორივე ეს მიზეზი იწვევს დაკვირვებულ წერტილთა გაბნევას ჭეშმარიტი მრუდისაგან ($m-M$, CE) სიბრტყეში, რეგრესიის მრუდები კი ემთხვევა ჭეშმარიტს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა გამოსაკვლევი წერტილები მკაცრად არიან მრუდზე განლაგებული.

დისკრეტული სტრუქტურა იწვევს რეგრესიის მრუდის დამახინჯებას კიდევ ერთი, კარგად ცნობილი მიზეზის — დაკვირვებათა მასალის სელექციის გამო [1, 2, 3] მაგრამ რეგრესიის მრუდი არ დაეძახება ჭეშმარიტს მაშინაც კი, როცა რაიმე ხერხით მხედველობაშია მიღებული მითითებული სელექციის გავლენა.

უნდა აღინიშნოს, რომ მასალის სელექციის დამახინჯებელი გავლენა დაკვირვებული ვარსკვლავების რიცხვის გადიდებისა და ცის გამოსაკვლევი ფართის შემცირებისას საგრძნობლად შეიძლება შესუსტდეს ურთიერთ მცირე კუთხური მანძილებით დაშორებულ ვარსკვლავთა ფერის სიჭარბებისა და მანძილის მოდულების მჭიდრო კორელაციის გამო. მაგრამ რეგრესიის მრუდის ჭეშმარიტისაგან გადახრა ამ გზით თავიდან არ იქნება აცილებული.

გამოვლივართ რა ზემოთ აღნიშნულიდან, მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია ზოგიერთი მრუდის სახის დადგენასა და მუთანქმის მახასიათებელი პარამეტრების განსაზღვრაზე მუთანქმელი ფენის დისკრეტულობის გავლენის გამოკვლევა.

ყველაზე სწორი იქნებოდა აგვეგო ($m-M$; და CE ; შემთხვევითი სიდიდეების $2n$ -განზომილებიანი განაწილების ფუნქცია (n ვარსკვლავთა რაოდენო-

ბაა, i —ცალკეული ვარსკვლავის ნომერია) მშთანთქმელი ფენის დისკრეტული სტრუქტურისა და გაზომვათა შემთხვევითი ცთომილებების მხედველობაში მიღებით, მაგრამ სხვადასხვა ვარსკვლავების (III—M)-სა და CE-ს შორის მჭიდრო კორელაციის არსებობის გამო ასეთი განაწილების ფუნქციის აგება ძნელი მათემატიკური ამოცანაა, მშთანთქმელი ფენის სტრუქტურისა და გაზომვათა შემთხვევითი ცთომილებების შესახებ უმარტივესი დაშვებების პირობებშიც კი.

აღნიშნულ სიძნელეს შეიძლება გვერდი ავუაროთ შემთხვევით ცდათა (მონტე-კარლოს) მეთოდის გამოყენებით. ამ მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ რომელიმე შემთხვევითი სიდიდის განაწილების აპრიორული ფუნქციის მიხედვით აიგება გარკვეული მოცულობის ამოკრეფა, რომელიც შეესაბამება ამოკრეფას იმ გენერალურ ერთობლიობიდან, რომლის განაწილების ფუნქცია აპრიორულად აღებული ფუნქციაა. ამოცანა, რომელიც გადაწყდება შემთხვევით ცდათა მეთოდით რომელიმე შემთხვევით სიდიდეთა გენერალური ერთობლიობიდან ამოკრეფის მიხედვით, ამ ერთობლიობის განაწილების ფუნქციის განსაზღვრის ამოცანის შებრუნებულია.

განაწილების აპრიორული ფუნქციის მიხედვით ამოკრეფის აგების პროცესს შეიძლება თეორიული ექსპერიმენტი ვუწოდოთ. შემდგომ თეორიული ექსპერიმენტის მონაცემები შედარებულ უნდა იქნეს რეალური ექსპერიმენტის მონაცემებთან და ამგვარად მივიღოთ დასკვნები ჩვენი წარმოდგენებისა და სინამდვილის შესაბამისობის შესახებ. შემთხვევით ცდათა მეთოდი ფართო გამოყენების პოპულარს როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული ხასიათის ამოცანების გადაწყვეტისას. ამ მეთოდის საკმაოდ დაწვრილებით აღწერა შეიძლება ეიპოვოთ შრომაში [4].

შემთხვევით ცდათა მეთოდი ჩვენი ამოცანის გადასაწყვეტად შეიძლება გამოვიყენოთ შემდეგი სქემის მიხედვით:

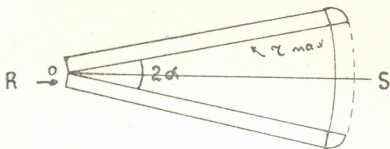
1. განიხილება რომელიმე შემთხვევითი მიმართულება გალაქტიკის სიბრტყეში და წრიული კონუსი, რომლის წვერო ემთხვევა იმ წერტილს, სადაც დამკვირვებელია, ხოლო ღერძი ემთხვევა არჩეულ მიმართულებას და წვეროსთან კუთხეა 2α .

2. მიიღება რაიმე წინასწარი დაშვებები ვარსკვლავებისა და მშთანთქმელი ღრუბლების სივრცობრივი განაწილების, ღრუბლების ზომების, ცალკეულ ღრუბლებში შთანთქმის სიდიდისა და აგრეთვე გაზომვათა შემთხვევითი ცთომილებების ხასიათის შესახებ.

სწორედ ეს წინასწარი დაშვებები განსაზღვრავს განაწილების იმ აპრიორულ ფუნქციას, რომლის მიხედვითაც უნდა შესრულდეს თეორიული ექსპერიმენტი. ჩვენ ასეთი დაშვებები ავიღეთ: ა) გალაქტიკის სიბრტყეში მშთანთქმელი მატერია განლაგებულია ერთგვაროვნად ცალკეული ღრუბლების სახით, რომელთა ზომები და ფიზიკური თვისებები ერთნაირია; ბ) ვარსკვლავთა სივრცითი სიმკვრივე მუდმივია; გ) ვარსკვლავთა ვარსკვლავიერი სიდიდეებისა და ფერების გაზომვათა ცთომილებები განაწილებულია გაუსის კანონით. საშუალო კვადრატული ცთომილებები ერთნაირია ყველა ვარსკვლავისათვის. ამ დაშვებათა მიხედვით იოლი შესაღვენია განაწილების სათანადო აპრიორული ფუნქციები.

3. შემთხვევით ცდათა მეთოდით განისაზღვრება ვარსკვლავებისა და ნისლეულების სივრცობრივი კოორდინატები განსახილავ კონუსში რომელიმე მანძილამდე r_{\max} ნისლეულთათვის განიხილება ის მოცულობა, რომელსაც მზივლებთ, თუ ჩვენს კონუსს შემოვავხვევთ ზედაპირს, რომელიც კონუსის ზედაპირიდან დაშორებული იქნება ნისლეულის R რადიუსის ტოლი მანძილით. ეს მოცულობა მიიღება ნახ. 1 გამოხატული ფიგურის ღერძის ირგვლივ ბრუნვით.

ნისლეულები, რომლებიც ამ მოცულობაში იმყოფებიან, შთანთქავენ იმ ვარსკვლავებისაგან წამოსულ სინათლეს, რომლებიც ამ ნისლეულთა უკან იმყოფებიან. ნისლეულთა რაოდენობა მოცულობაში განისაზღვრება გალაქტიკის



ნახ. 1

სიბრტყეში ნისლეულთა სივრცითი სიმკვრივის რიცხვითი მნიშვნელობით და მოცულობის სიდიდით. ვარსკვლავთა რაოდენობა ნებისმიერად შეიძლება იქნეს აღებული, ოღონდ იმ ანგარიშით, რომ განსახილავ ვარსკვლავთა რაოდენობით თეორიული ექსპერიმენტი შეესაბამებოდეს დაკვირვებებს.

ნისლეულთა და ვარსკვლავთა კოორდინატების განაწილების აპრიორულ ფუნქციათა მიხედვით გათამაშდება ცთომილებანი, რომლებიც მდგომარეობენ შემთხვევით აღებული ვარსკვლავის ან ნისლეულის განსახილავი სივრცის რომელიმე წერტილის მაქლობლად განლაგებაში და ამგვარად განისაზღვრება გამოსაკვლევი მოცულობაში „თეორიულ“ ვარსკვლავთა და ნისლეულთა კოორდინატები.

4. გვაქვს რა „თეორიულ“ ვარსკვლავთა და ნისლეულთა კოორდინატები, იოლი განსახილავია, თუ რამდენ ნისლეულს კვეთს ამა თუ იმ ვარსკვლავიდან წამოსული სინათლის სხივი. ამრიგად გამოითვლება შთანთქმის სიდიდე ვარსკვლავისათვის. ვარსკვლავებამდე მანძილისა და შთანთქმის სიდიდის მიხედვით გამოითვლება შთანთქმისაგან დამახინჯებული მანძილის მოდული $(m-M)$ და CE. ამგვარად, თეორიული ექსპერიმენტისათვის მივიღებთ რეალური დაკვირვებების შესაბამის მონაცემებს. თეორიული მონაცემების მიმართ გამოვიყენოთ რეგრესიის მრუდების აგების ჩვეულებრივი მეთოდიკა. ამ გზით მიღებული რეგრესიის მრუდები შესაძლებელია შევადაროთ $(m-M)$ -ის CE-საგან დამოკიდებულების მრუდს, რომლის აგებაც შესაძლებელია, ვინაიდან თეორიული ექსპერიმენტისათვის ჩვენ გავვაჩნია „თეორიულ“ ვარსკვლავთა ჭეშმარიტი მანძილები და ამგვარად მივიღებთ დასკვნებს $(m-M)$ -ის CE-საგან დამოკიდებულების ჭეშმარიტი მრუდიდან რეგრესიის მრუდების გადახრათა ხასიათის შესახებ.

5. შემთხვევით ცთომილებათა განაწილების ნორმალურობის დაშვების შესაბამისად, $(m-M)$ და CE-ს გაზომვის საშუალო კვადრატულ ცთომილებათა რიცხვითი მნიშვნელობების მიხედვით, შემთხვევით ცდათა მეთოდით განსახილავთ $(m-M)$ და CE-ს შემთხვევით ცთომილებათა ინდივიდუალურ მნიშვნელობებს და ცთომილებათა ამ მნიშვნელობებს მიუვამატებთ $(m-M)$ და CE-ს უკვე გამოთვლილ მნიშვნელობებს. ჩვენ მივიღებთ თეორიული ექსპერიმენტისათვის $(m-M)$ და CE-ს „გაზომილ“ მნიშვნელობებს. ამ მონაცემთა ანალიზი გამოავლენს შემთხვევით ცთომილებათა გავლენას რეგრესიის მრუდებზე.

შემთხვევითი ცდათა მეთოდი ჩვენ აღწერილი სქემის მიხედვით გამოვიყენეთ.



გამოთვლებისათვის აღებული იყო საჭირო პარამეტრთა შემდეგი რიცხვითი მნიშვნელობები:

- 1) $\alpha = 1^\circ$,
- 2) $r_{\max} = 1000$ პს,
- 3) R (ნისლეულის რადიუსი) = 2,5 პს,
- 4) ε (შთანთქმის სიდიდე ცალკეულ ნისლეულში) = $0^{\circ}, 25$,
- 5) $\varphi(0)$ (ნისლეულთა სივრცითი სიმკვრივე გალაქტიკის სიბრტყეში) = $= 6.1^{-4}$ ნისლ/პს³,
- 6) $\sigma_{(m-M)}$ (($m-M$)-ის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული ცთომილება) = $\pm 0,74$.
- 7) σ_{CE} (CE-ს ფოტოგრაფიული განსაზღვრის საშუალო კვადრატული ცთომილება) = $\pm 0^{\circ}, 13$.

8) ნისლეულთა საშუალო რაოდენობა განსახილავ მოცულობაში = 285 ნისლ. (გამოთვლილია მოცულობის სიდიდით და $\varphi(0)$ -ით).

9) გამოკვლეულ ვარსკვლავთა რაოდენობა 100.

R , ε და $\varphi(0)$ -ის მონაცემები აღებულია პ. პარენაგოს [5] მიხედვით. ავიღეთ რა ეს რიცხვითი მნიშვნელობები, ჩვენ შევადგინეთ ზემოხსენებულ „თეორიულ“ ვარსკვლავთა და ნისლეულთა სიები. ამ სიების მონაცემთა ანალიზის მიხედვით ავაგეთ შემდეგი მრუდები:

1. მოცემული მიმართულებით შთანთქმის მანძილზე დამოკიდებულების ქეშმარიტი მრუდი (ე. ი. ამ დამოკიდებულების ის მრუდი, რომელიც გვექნებოდა, რომ მშთანთქმელი ფენა ყოფილიყო უწყვეტი, სიმკვრივის ფლუქტუაციების გარეშე, მშთანთქმელი ნივთიერების სივრცითი სიმკვრივით, რომელიც ტოლია ქეშმარიტი დისკრეტული განაწილების საშუალო სიმკვრივისა).

ეს დამოკიდებულება წრფივია და გამოიხატება ფორმულით:

$$\Delta(r) = ar \quad (1)$$

უმცირეს კვადრატთა ხერხით a -სათვის მივიღეთ მნიშვნელობა

$$a = 2.66 \pm 0.12;$$

2. ($m-M$)-ის CE-საგან დამოკიდებულების ქეშმარიტი მრუდი, რომელიც მიღებულია (1) წრფის შესაბამისი ტრანსფორმაციით — (მრუდი I—I, ნახ. 2);

3. „ქეშმარიტი“ ($m-M$)-ის CE-ზე რეგრესიის მრუდი (მრუდი II—II, ნახ. 2);

4. „ქეშმარიტი“ CE-ს ($m-M$)-ზე რეგრესიის მრუდი (მრუდი III—III, ნახ. 2);

5. „გაზომილი“ ($m-M$)-ის CE-ზე რეგრესიის მრუდი (მრუდი IV—IV, ნახ. 2);

6. „გაზომილი“ CE-ს ($m-M$)-ზე რეგრესიის მრუდი (მრუდი V—V, ნახ. 2);

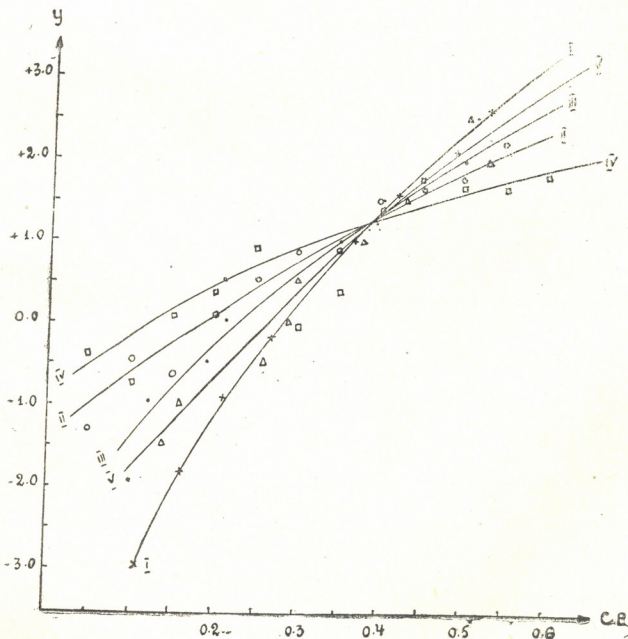
ეს მრუდები მოცემულია მე-2 ნახაზისა და 1 ცხრილის სახით.

მე-2 ნახაზზე ჯვრები შეესაბამება I—I მრუდს, წრეები — II—II მრუდს, წერტილები — III—III მრუდს, სწორკუთხედები — IV—IV მრუდს, სამკუთხედები — V—V მრუდს.

1 ცხრილისა და ნახ. 2-ის უბრალო განხილვა გვიჩვენებს, რომ რეგრესიის მრუდები სისტემატურად განსხვავდება ქეშმარიტი მრუდისაგან და რომ რომელიმე ამ მრუდის ჩათვლა ქეშმარიტ მრუდად მიგვიყვანს მოცემული მიმართულებით მშთანთქმელი ნივთიერების განაწილების ნამდვილი სურათის დამახინჯებად.

ცხრილი 1

კვანძობის მრუდი ($m-M-10$; CE) I-I		რეგრესიის მრუდი II-II		რეგრესიის მრუდი III-III		რეგრესიის მრუდი IV-IV			რეგრესიის მრუდი V-V	
CE	$m-M-10$	CE	$m-M-10$	$m-M-10$	CE	CE	$m-M-10$	$m-M-10$	CE	
0.05	-4.73	0.05	-1.28	-1.95	0.10	0.05	-0.40	-1.45	0.14	
.11	-2.96	.10	-0.44	-1.45	0.12	.10	-.73	-0.95	.16	
.16	-1.82	.15	-.61	-0.95	.12	.15	+.08	-.45	.26	
.21	-0.93	.20	+.09	-.45	.19	.20	+.41	+.05	.29	
.27	-.17	.25	+.57	+.05	.26	.25	+.98	+.55	.30	
.32	+.48	.30	+.90	+.55	.24	.30	+.02	+.105	.38	
.37	+.108	.35	+.90	+.105	.35	.35	+.43	+.155	.43	
.42	+.164	.40	+.51	+.155	.41	.40	+.140	+.205	.53	
.49	+.216	.45	+.71	2.05	.50	.45	+7.78	+.255	.51	
.56	+.266	.50	+.80	2.55	.56	.50	+1.71			
		.55	+.25			.55	+1.66			
		.60	+.54			.60	+1.88			



ნახ. 2

მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის გარემოებაც, რომ რეგრესიის მრუდების სახე დამოკიდებულია არა მარტო ($m-M$)-ის CE -საგან დამოკიდებულების სახეზე, არამედ იმ ვარსკვლავთა სივრცობრივ განაწილებაზედაც, რომელთა მიხედვითაც სრულდება გამოკვლევა; მაგრამ სავსებით ცხადია, რომ გამოსაკვლევ ვარსკვლავთა სივრცობრივი განაწილებისაგან არ უნდა იყოს დამოკიდებული ჩვენი დასკვნები მშთანთქმელი ნივთიერების განაწილების შესახებ მანძილის იმ ინტერვალში, რომელშიც ამა თუ იმ წესით განლაგებული არიან ვარსკვლავები (ცხადია, თუ ვარსკვლავთა განაწილება არაა განსაკუთრებული, მაგალითად, თუ ჰველა ვარსკვლავი არ იმყოფება ერთსა და იმავე მანძილზე).

აუცილებლად მიმაჩნია ალენიშნო, რომ ზოგიერთი ასტრონომიული ამოცანის გამოკვლევისას შემთხვევით ცდათა მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობის საკითხი განხილული იყო 1955 წელს აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ვარსკვლავთ ასტრონომიის სემინარის სხდომებზე საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის თანამშრომლის ვ. ჭავჭავაძის მონაწილეობით, რომელმაც სემინარის მონაწილეთათვის წაიკითხა მოხსენებათა ციკლი შემთხვევით ცდათა მეთოდის შესახებ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია

(რედაქციას მოუვიდა 30.10.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. Ф. Флоря. Исследование поглощения света в межзвездном пространстве. Труды Гос. Астрон. Инстит. им. Штернберга, 16, 1949, 4—46.
2. W. Zonn. Determination of interstellar absorption based on Elvius Catalogue of Kaptein's Selected Areas, Acta Astronomica, 6, 1956.
3. В. Зонн. О межзвездном селективном поглощении в пятнадцати избранных площадках Каптейна, Астр. Ж. 33, 1956, 855—865.
4. В. В. Чавчавадзе. Метод случайных испытаний (метод Монте-Карло). Труды Инст. Физики АН СССР, 3, 1955, 105—121.
5. П. П. Паренаго. Курс введенной астрономии. Москва, 1954.

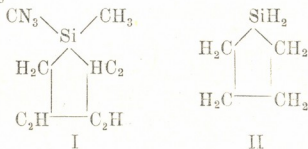
ბ. ჯაჭარიძე

დიმეთილ-ტეტრამეთილენსილანის მოლეკულის სტრუქტურის ელექტრონობრაჟიული გამოკვლევა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 22.5.1957)

დიმეთილ-ტეტრამეთილენსილანი მიღებულ იქნა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ნ. ზელინსკის სახელობის ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის კატალიზური სინთეზის ლაბორატორიაში [1].

დიმეთილტეტრამეთილენსილანის (I) მოლეკულის სტრუქტურის გამოკვლევა საფუძვლად დაედო ჩვენ მიერ შესწავლილი ტეტრამეთილენსილანის (II) სტრუქტურა [2]:



ტეტრამეთილენსილანი შეიძლება განვიხილოთ როგორც ციკლოპენტანი, სადაც ნახშირბადის ერთი ატომი შეცვლილია სილიციუმის ატომით. თუ მივიღებთ მხედველობაში C და Si-ის მრავალმხრივ მსგავსებას, შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ხსენებული მოლეკულების სტრუქტურები ერთნაირი იქნება. ციკლოპენტანის ციკლის სტრუქტურა ცნობილია — იგი წარმოადგენს წესიერ ხუთკუთხედს (ნახშირბადის ატომები ერთ სიბრტყეშია). ციკლოპენტანისაგან განსხვავებით ტეტრამეთილენსილანის ციკლში შემავალი ატომები ერთ სიბრტყეში არ არის განლაგებული.

აირად მდგომარეობაში წყოვ ნივთიერებათა მოლეკულებისაგან — ელექტრონებისაგან დიფრაქციით მიღებული სურათის (ელექტრონოგრაფის) გაშიფრვას აწარმოებენ ე. წ. ცდებისა და შეცდომების მეთოდით. ამ მეთოდის არსი მდგომარეობს კუთხეების მიხედვით განაწილებული განბნეული გამოსხივების ინტენსივობის ექსპერიმენტული და თეორიული მრუდების შედარებაში. ამ უკანასკნელთა აგება ხდება მოლეკულის წინასწარგააზრებული მოდელბას (მათი განსაზღვრული პარამეტრების — ატომთშორისი მანძილების და სავალენტო კუთხეების) საფუძველზე. მოლეკულის ქემმარტივ აგებულებას უბასუხებს ის მოდელი, რომლის შესაბამისი ინტენსივობის მრუდი დამთხვევა ექსპერიმენტულ მონაცემებს.

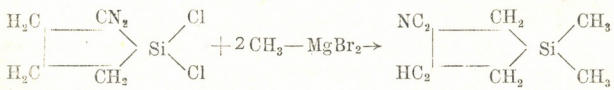
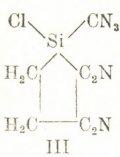
ტეტრამეთილენსილანის სტრუქტურული მონაცემების საფუძველზე აგებული დიმეთილ-ტეტრამეთილენსილანის შესაბამისი ინტენსივობის არც ერთი მრუდი უხეზადაც კი არ დამთხვევა ექსპერიმენტულ მონაცემებს, მიუხედა-

ვად იმისა, რომ გასინჯულ იქნა თითქმის ყველა გონივრული მოდელი. ასეთივე უარყოფითი შედეგი მოგვცა ხუთწევრიანი რგოლის სხვადასხვა სტრუქტურული ვარიანტია შესაბამისმა დამეთილტეტრამეთილენსილანის ყველა მოდელმა (ყველგან იგულისხმებოდა ოთხივე Si—C-ბმის ტოლფასოვნება. მათი არატოლფასოვნების დასაშვებად არ გეჭონდა არავითარი საფუძველი [3]).

ამოცანის გადასაწყვეტად მივმართეთ ე. წ. რადიალური განაწილების მეთოდს. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა ყოველგვარი წინასწარადებული მოდელების გარეშე, ნხლოდ და მაოლოდ ექსპერიმენტზე დაყრდნობით, მივიღოთ ცნობები ატომებს შორის ძირითადი მანძილების შესახებ, რაც ძლიერ აადვილებს მოლეკულის სტრუქტურის დაზუსტებას ცდებისა და შედღომების მეთოდით.

რადიალური განაწილების ფუნქციის მრუდმა მოგვცა ცნობა იმის შესახებ, რომ ხუთწევრიანი რგოლი ტეტრამეთილენსილანში და საკვლევ ობიექტში ერთნაირია. ამავე მრუდზე გამოვლინდა 2,00 Å მანძილი, რომლის ინტერპრეტაცია ატომთშორის მანძილებზე არსებული წარმოდგენის საფუძველზე ძნელია. ყველაზე გრძელი ქიმიური ბმა ამ ნაერთში Si—C ბმაა, მაგრამ როგორც ტეტრამეთილენსილანში, ისე დიმეთილ-ტეტრამეთილენსილანის რგოლში ეს მანძილი 1,85 Å ნაკლებია 2,00 Å-ზე. ეს უკანასკნელი სიდიდე ელექტრონოგრაფიული მეთოდის სიზუსტის ფარგლებში ემთხვევა Si—Cl ბმის სიგრძეს.

მართლაც, მეთილ ქლორ-ტეტრამეთილენსილანისათვის (III) აგებული ინტენსივობის თეორიული მრუდი დაემთხვა ექსპერიმენტულ მრუდს. თუ დაეუშვებთ Si—C კავშირების ტოლფასოვნებას, მაშინ უნდა დაეუშვათ აგრეთვე, რომ საკვლევ ნივთიერებაში გეჭონია საკმაოდ ბევრი მეთილქლორ-ტეტრამეთილენსილანი. ამის სასარგებლოდ ლაპარაკობს აგრეთვე დიმეთილ-ტეტრამეთილენსილანის მილების გზაც (1)



აქ, რასაკვირველია, ძლიერ ადვილი შესაძლებელია ხსენებული ქლორნაწარმის საკმაო რაოდენობით მიღებაც, მაგრამ სტატიაში [1] მოცემულ ანალიზებში ექვის შეტანა ძნელია. ამ ანალიზების შედეგი ასეთია:

ნაპოვნია: MR₇ 37,54. განგარიშებულია MR₇ 37,41
 ნაპოვნია %: C 63,27; 53,18. H 12 22; 12,44. Si 24,58; 24,77
 განგარიშებულია %: C 63,08. H 12,35; Si 24,56

დიმეთილ ტეტრამეთილენსილანის სისუფთავის შესახებ ლაპარაკობს ის ფაქტიც,

რომ სილიკატებზე ქრომატოგრაფირების შემდეგ მისი კონსტანტები უცვლელი რჩებოდა (1).

ამგვარად, გვრჩება დაუშვავთ, რომ Si—C ბმის სიგრძე ციკლში და ციკლის გარეთ არ არის ტოლი. დიმეთილ-ტეტრამეთილენსილანის მოლეკულის იმ მოდელის შესაბამისი მრუდი, რომელშიც ციკლისა და ციკლისგარეთა

Si—C ბმების სიგრძეები შესაბამისად 1,85 Å და 2,00 Å-ის ტოლად იყო მიჩნეული, კარგად დემონსტრირებულია ექსპერიმენტულ მრუდს.

დიმეთილ-ტეტრამეთილენსილანისაგან მიღებული ელექტრონოგრაფიის სირთულემ არ მოგვცა საშუალება ზუსტად გვეპოვნა თითოეული ხსენებული სიდიდის შესაძლებელი ცთომილების ფარგლები, მაგრამ უდავოა, რომ მათ

შორის განსხვავება 0,1 Å-ზე მეტია.

ერთისა და იმავე ტიპის ბმის სიგრძის ესოდენ დიდი განსხვავება ჯერ-ჯერობით შემჩნეული არ ყოფილა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის ქიმიის
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 24.5.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Ф. Платэ, Н. А. Момма, Ю. П. Егоров. Синтез и свойства некоторых циклических кремнеуглеводородов. ДАН СССР, 97, 847, 1954.
2. А. Ф. Платэ, Н. А. Беликова, Ю. П. Егоров. О взаимодействии диалкилтетраметиленилсиланов с концентрированной серной кислотой. ДАН СССР, 102, 1131, 1955.
3. P. Allen, L. Sutton. Tables of Interatomic Distances and Molecular Configurations obtained by Electron Diffraction in the Gas Phase. Acta Cryst 3, 46, 1950.

(1) ანალიზების შედეგები შესაბამისა ჩვენ მიერ გამოყენებულ ნივთიერებას.

ქიმიური ტექნოლოგია

3. ბაზრინლაზნილი

ანტიმონის ელექტროლიტური რაზინირება
ტუტე-სულფიდურ ხსნარებში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 12.4.1957)

პირომეტალურგიული წესით მადნებიდან ან წარმოების ნარჩენებიდან მიღებული ლითონური ანტიმონი ძირითადად შემდეგ მინარევებს შეიცავს: რკინას, სპილენძს, დარიშხანს, ტყვიას და აგრეთვე ოქროსა და ვერცხლს.

აღნიშნული მინარევები რიგ შემთხვევებში ხელს არ უშლიან ასეთი ანტიმონის გამოყენებას.

ელექტროლიტური რაფინირება დასახელებული ანტიმონისა გამართლებულია იმ შემთხვევაში, როცა მასში ოქროსა და ვერცხლის შეცულობა იმ რაოდენობითაა, რომ მისი ღირებულება დაფარავს რაფინირებაზე გაწეულ ხარჯებს.

ცნობები ანტიმონის ელექტროლიტურ რაფინირებაზე მყავე ელექტროლიტების გამოყენებით მოცემულია რიგ შრომებში [1, 2, 3]. დღეისათვის ყველაზე გავრცელებულ ელექტროლიტად ითვლება ხსნარი, მიღებული ანტიმონის ფტორიდის გახსნით გოგირდისა და ფტორის მყავის ნარევიში.

წარმოდგენილ სამუშაოში გამოცდილია ანტიმონის ელექტროლიტური რაფინირება ტუტე და ტუტე-სულფიდურ ელექტროლიტებში.

ელექტროლიტურ რაფინირებაზე გამოცდილი ანტიმონის შედგენილობა შემდეგაა: Sb—98,48%; As—0,15%; S—0,029%; Fe—0,02% და Pb—კვალი.

ცდები შესრულებულია აბაზანაში ორი უქანგავი ფოლადის კათოდის გამოყენებით. ანოდის აქტიური ზედაპირი შეადგენს 90% საერთო ზედაპირიდან.

აბაზანიდან საანალიზოდ ამოღებული ელექტროლიტი კომპენსირდება ტოლი მოცულობის ხსნარით, რომელსაც აქვს ელექტროლიტის საწყისი შედგენილობა.

ელექტროლიტის მოცულობის შემცირება აორთქლების გამო ივსება წყლის დამატებით. დენით გამოსავლის გამოთვლა წარმოებს ანოდის ნარჩენებისა და კათოდური ნალექის წონების მიხედვით.

ანტიმონის ელექტროლიტური ხსნადობა 70°C-მდე გახურებულ 15-25% ნატრიუმის ტუტის ხსნარებში მაღალი მაჩვენებლებით წარმოებს. დენით გამოსავალი ანოდზე 100%-ს აჭარბებს (ცხრილი 1), რაც გამოწვეულია ანოდის ზედაპირიდან ანტიმონის ნაწილაკების ჩამოცვენით.

მაღალი დენის სიმკვრივებზე სუსტ-ტუტე ხსნარებში ანტიმონის ანოდი პასიურდება, რაც გამოწვეულია ანოდის ზედაპირის ანტიმონის ქანგეულის (Sb_2O_3) თხელი ფენის დაფარვით [4].

ელექტროლიტად ნატრიუმის ტუტის 5-10% ხსნარების გამოყენებისას აბაზანაზე ძაბვის გაზრდა 12-12,5 ვოლტამდე (ცხრილი 1) გამოწვეულია ანოდის ზედაპირზე გამოყოფილი ანტიმონის ქანგეულის ფენის ხსნადობის შემცირებით.

ანტიმონის ზედაპირზე მისივე ქანგეულის გამოყოფა შესაძლებელია ტუტე ხსნარებში ქანგბადის თანდასწრებით [5].

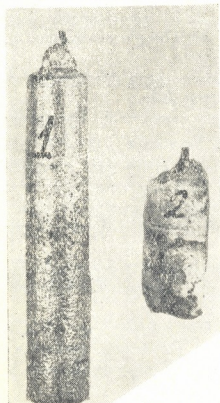
ცხრილი 1

ანთიმონის ანოდურ ხსნადობაზე ნატრიუმის ტუტის კონცენტრაციის გავლენა.
დენის სიმკვრივე ანოდზე—130 ა/მ². ცდის ხანგრძლივობა—5 საათი

ნატრიუმის ტუტის კონ- ცენტრაცია %	ტემპერა- ტურა C°	ძაბვა აბაზანაზე ვოლტე- ბით		გახსნილი ანთიმონი გ-ით	დენით გა- მოსავალი ანოდზე %-ით
		ცდის დასაწყისში	ცდის ბოლოს		
5	70	0,7	12,6	0,1	6,6
10	70	0,7	12,0	1,26	84,0
15	70	0,7	0,6	1,53	102,0
15	35	0,9	12,0	0,15	24,8
20	70	0,6	0,6	1,66	110,7
20	55	0,8	2,6	1,44	83,4
20	35	0,9	1,7	0,95	63,3
25	70	0,65	0,55	1,57	104,7

შენიშვნა: კათოდზე გამოიყოფა შავი ფერის ნალექი რომელიც ელექტროდის ზედა-პირიდან ადვილად ცვივა.

ანთიმონის ტუტე ხსნარებიდან ანოდზე 200 ა/მ² დენის სიმკვრივის დროს დენით გამოსავალი საშუალოდ 93%-ს შეადგენს, ხოლო აბაზანაზე ძაბვა 14—15



ნახ. 1. ანოდის ნარჩენი. ნატრიუმის ტუტის ხსნარის ელექტროლიტად გამოყენებისას: 1 — რაფინირებამდე, 2 — რაფინირების შემდეგ

ვოლტია (ცხრილი 2). ანოდები იხსნება არათანაბრად (ნახ. 1). ეს უკანასკნელი ძლიერდება დენის სიმკვრივის ზრდის მიხედვით.

ელექტროლიტად ანთიმონის ტუტე ხსნარების განოყენებისას (ცხრილი 2) კათოდზე გამოსავალი 100 %-ს აჭარბებს, რაც კათოდზე ლითონურ ანთიმონთან ერთად ჰიდროქსიდების გამოყოფით უნდა ავსხნათ.

ნატრიუმის სულფიდის კონცენტრირებულ ხსნარებში (7,5—15 %) ანთიმონის ანოდი პასივაციას არ განიცდის, ვინაიდან ანთიმონის სულფიდის ფენა, რომელიც გადაეკვრის ანოდის ზედაპირზე, კარგად იხსნება მოცემულ ხსნარებში (ცხრილი 3).

ამ ხსნარებში დენით გამოსავალი ანოდზე 100 %-ს აჭარბებს, რაც გამოწვეულია ელექტროლიტური ხსნარების დამატებით ანთიმონის ქიმიური ხსნადობით ელექტროლიტში შემდეგი განტოლების მიხედვით $2Sb + 3Na_2S_2O + 3Na_2S \rightarrow 2Na_3SbS_3 + 3Na_2SO_3$.

ძაბვა აბაზანაზე შედარებით მაღალ ტემპერატურაზე (53—70°C) არა დამოკიდებული ნატრიუმის სულფიდის კონცენტრაციაზე და არ აღემატება 0,5—0,6 ვოლტს.

ცხრილი 2

ანთიმონის ანოდურ ხსნადობაზე დენის სიმკვრივის გავლენა.

ელექტროლიტის შედგენილობა: Sb_2O_3 —3%, $NaOH$ —20%, ცდის ხანგრძლივობა—3 საათი, ელექტროლიტის ტემპერატურა—70°C

დენის სიმკვრივე ანოდზე ა/გ ² -ით	ძაბვა აბაზანზე ვოლტებით		გაზსწილი ანთიმონი გ ით	დენით გამოსავალი ანოდზე %-ით	შენიშვნა
	ცდის დასაწყისში	ცდის ბოლოს			
50	0,2	14,0	0,31	32,3	
120	0,2 25 წუთის შემდეგ 12,0	15,0	0,47	68,9	კათოდზე გამოყოფილი ლითონური ანთიმონი ძალზე დაბზარულია
150	0,3 15 წუთ. შემ. 15,0	16,0	0,47	68,2	
200	0,3 10 წუთ შემდ. 14,0	14,0	1,08	95,1	
400	14,0	14,0	2,25	92,6	
600	15,0	15,0	3,40	93,6	
800	16,0	16,0	5,21	94,7	
150	0,6 15 წუთ. შემდ. 10,0	14,0	—	—	ელექტროლიტის ტემპერატურა—200°C, ანოდი იფარება ანთიმონის ქანგულის ფენით

კათოდზე დენით გამოსავლის შედარებით მაღალი მაჩვენებლები მიიღება 55°C-ზე 5—7,5%-ან ნატრიუმის სულფიდის ხსნარებიდან. მიღებული კათოდური ნალექი არამკვრივია და ძალზე დაბზარულია (ნახ. 2).

მე-3 ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ დენით გამოსავალი ანოდზე კარბობს 100%-ს, ხოლო კათოდზე საშუალოდ 50%-ს არ აღემატება, რის გამო ანთიმონის კონცენტრაცია ელექტროლიტში მატულობს.

ელექტროლიტში 80 გ/ლ-მდე ანთიმონის კონცენტრაციის გაზრდისას ანოდზე დენით გამოსავალი 70%-მდე მცირდება, ხოლო კათოდზე 25—26%-ით მატულობს (ცხრილი 4).

ანოდზე დენით გამოსავლის შემცირება და აბაზანაზე ძაბვის გაზრდა გამოწვეულია ანთიმონის ანოდის პასივაციით, რადგანაც ანოდის ზედაპირი იფარება ქანგულის ფენით, ვინაიდან ამ უკანასკნელის ხსნადობა ანთიმონის შემცველ ელექტროლიტში საგრძნობლადაა შემცირებული.

მე-4 ცხრილში მოყვანილია ანთიმონის ელექტროლიტურ რაფინირებაზე ისეთი დანამატების გავლენა, როგორცაა: ნატრიუმის ჰიპოსულფატი, სულფატი, კარბონატი და აგრეთვე ნატრიუმის ტუტე.

ელექტროლიტში აღნიშნული ნაერთების შეტანით ანოდზე დენით გამოსავალი 21 საათის განმავლობაში იცვლება უმნიშვნელოდ და იგი 100%-ს აჭარბებს. ასევე არ იცვლება ძაბვა აბაზანაზე (0,5 ვოლტი). უფრო ხანგრძლივი ელექტროლიზის დროს (26 ს.) აღნიშნული ნაერთების უარყოფითი გავლენა შესამჩნევია; დენით გამოსავალი ანოდზე მცირდება, ძაბვა აბაზანაზე იზრდება.



ცხრილი 3

ანთიმონის ელექტროლიტურ რაფინირებაზე ნატრიუმის სულფიდის კონცენტრაციის, დენის სიმკვრივისა და ტემპერატურის გავლენა.
 ცდის ხანგრძლივობა—7 საათი, დენის სიმკვრივე კათოდზე—200 ა/მ²

ნატრიუმის სულფიდის კონცენტრ. %-ით	ტემპერატურა °C-ით	დენის სიმკვრივე ანოდზე	ძაბვა აბაზანაზე ვოლტები		გახსნილი ანთიმონი გ-ით	კათოდზე გამოყოფილი ანთიმონი გ-ით	დენით გამოსავალი %-ით		შენიშვნა	
			ცდის დასაწყისში	ცდის ბოლოს			ანოდზე	კათოდზე		
										გ-ით
2,5	70	200	0,85	0,9	2,13	1,62	80,3	61,1	ცდის ხანგრძ. 17 საათი	
5,0	70	200	0,75	0,7	2,45	1,42	92,4	53,4		
7,5	70	200	0,6	0,5	2,75	1,31	103,3	49,4		
10,0	70	200	0,5	0,4	2,84	1,02	107,5	38,5		
12,5	70	200	0,4	0,4	2,82	0,89	106,7	28,7		
15,0	70	200	0,4	0,3	2,86	0,42	107,2	12,0		
15,0	70	500	0,8	0,9	6,54	—	103,8	—		
15,0	70	600	0,8	0,9	3,80	—	104,9	—		
2,5	55	200	0,85	1,3	2,18	1,54	82,3	58,5		ცდის ხანგრძ. 12 საათი
5,0	55	200	0,7	0,85	2,58	1,88	97,4	71,0		
7,5	55	200	0,6	0,5	2,63	1,72	99,2	65,0		
10,0	55	200	0,5	0,45	2,69	1,45	101,5	54,7		
12,5	55	200	0,5	0,4	2,85	1,30	106,1	48,7		
15,0	55	200	0,6	0,4	2,95	0,55	107,3	19,8		
15,0	55	350	0,6	0,5	3,17	—	104,0	—		
15,0	55	500	0,5	0,5	9,81	—	103,8	—		
2,5	25	200	0,9	5,5	2,10	1,13	78,3	42,3		
5,0	25	200	0,9	1,0	2,34	1,44	88,3	54,0		
7,5	25	200	0,8	0,8	2,60	1,38	98,1	51,7		
10,0	25	200	0,8	0,7	2,55	1,34	97,2	49,8		
12,5	25	200	0,8	0,7	2,90	1,18	101,6	44,2		
15,0	25	200	0,6	0,6	2,89	0,75	101,4	28,0		
15,0	25	400	0,9	0,8	3,95	—	100,0	—		
15,0	25	600	1,0	0,9	3,58	—	90,8	—		

ცხრილი 4

ანთიმონის ელექტროლიტურ რაფინირებაზე ელექტროლიტში ანთიმონის კონცენტრაციის გავლენა.

ელექტროლიტში ნატრიუმის სულფიდი—10 %; ელექტროლიტის ტემპერატურა—70°C; ცდის ხანგრძლივობა—4 საათი; დენის სიმკვრივე ანოდზე—100 ა/მ², კათოდზე—50 ა/მ².

ანთიმონის კონცენტრაცია საწყის ელექტ. გ/ლ-ზე	ძაბვა აბაზანაზე ვოლტები		გახსნილი ანთიმონი გ-ით	კათოდზე გამოყოფილი ანთიმონი გ-ით	დენის გამოსავალი %-ით	
	ცდის დასაწყისში	ცდის ბოლოს			კათოდზე	ანოდზე
0	0,3	0,3	2,60	—	103,0	—
30	0,4	0,4	1,84	0,4	101,1	22,0
50	0,4	0,4	3,28	1,25	100,0	38,4
60	0,4	0,4	3,31	1,39	100,9	42,1
80	0,4	20,0	2,29	1,56	70,4	48,2

ცხრილი 5

ელექტროლიტის შედგენილობისა და პროცესის ხანგრძლივობის გავლენა ანთიმონის ელექტროლიტურ რაფინირებაზე.

ელექტროლიტის ტემპერატურა—70°C; დენის სიმკვრივე ანოდზე—100 ა/მ²; კათოდზე—250 ა/მ²

ელის ხანგრძლივობა, საათობით	ელექტროლიტის შემადგენლობა გ/ლ-ით	ძაბვა აბაზანაზე ვოლტებით		გახსნარი ანთიმონის რაოდენობა გ-ით	კათოდზე გამოყოფილი ანთიმონის რაოდენობა გ-ით	დენით გამოსავალი	
		ელის დასაწყისი	ელის ბოლოს			ანოდზე	კათოდზე
5	Na ₂ S —10%	0,5	0,5	3,67	2,51	108,0	73,8
11	NaOH— 3%	0,4	0,4	3,96	2,82	105,1	75,1
16	Sb— 3%	0,45	0,5	2,73	2,31	100,0	84,9
21		0,4	0,45	3,57	2,89	105,0	85,0
26		0,7	1,50	3,43	3,35	83,7	81,7
	საშუალო მნიშვნელობა	—	—	17,36	13,88	100,2	80,1
5	Na ₂ S—10%	0,45	0,4	3,94	1,7	115,8	50,0
11	Na ₂ S ₂ O ₃ — 3%	0,4	0,5	4,02	2,69	102,5	72,0
16	Sb— 3%	0,5	0,5	2,80	1,97	102,9	72,4
21		0,5	0,6	3,56	2,84	104,5	83,5
26		0,7	5,0	3,71	3,19	90,5	77,8
	საშუალო მნიშვნელობა	—	—	81,03	12,39	104,3	71,1
5	Na ₂ S—10%	0,45	0,4	2,68	2,17	108,0	63,8
11	Na ₂ SO ₃ — 3%	0,4	0,5	3,88	3,34	103,5	89,3
16	Sb— 3%	0,4	0,5	2,80	2,40	103,0	88,2
21		0,4	0,75	3,14	3,04	92,4	89,4
26		7,0	18,0	2,66	3,29	60,5	80,3
	საშუალო მნიშვნელობა	—	—	15,19	14,24	93,5	82,2
5	Na ₂ S—10%	0,45	0,4	3,68	2,14	108,0	63,0
11		0,4	0,5	3,93	3,12	105,1	83,4
16	Na ₂ CO ₃ — 3%	0,5	0,5	2,80	2,41	103,0	88,3
21		0,4	0,5	3,43	3,0	100,9	88,2
26	Sb— 3%	0,5	0,65	3,21	3,41	78,3	83,2
	საშუალო მნიშვნელობა	—	—	16,45	13,68	99,06	79,1

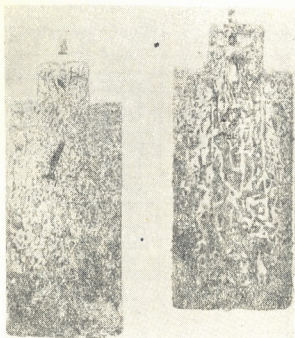
კათოდზე გამოიყოფა მკვრივი ლითონური ანთიმონი, ხორკლოვანი ზედაპირით. ამ დროს კათოდზე დენით გამოსავალი საშუალოდ 80%-ს შეადგენს.

ანთიმონის ელექტროლიტური რაფინირება ჩატარდა აგრეთვე ტუტე-სულფიდურ ნატრიუმის სულფიდის ხსნარებში ანთიმონის სულფიდის გახსნით მიღებულ ხსნარებში (ცხრილი 6).

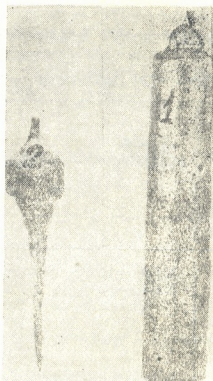
ანოდზე დენით გამოსავლის საშუალო მნიშვნელობა 60-საათიანი ელექტროლიზის დროს შეადგენს 106%-ს, ხოლო კათოდზე — 70%-ს.

ძაბვა აბაზანაზე საშუალოდ 0,43 ვოლტს არ აღემატება. ანოდი მისი მთელი ზედაპირიდან იხსნება თანაბრად (ნახ. 3).

ანოდები გამოიყენება საშუალოდ 83—85%-ით.



ნახ. 2. კათოდური ნალექები, ნატრიუმის სულფიდის ხსნარის ელექტროლიტად გამოყენებისას: 1 — დენის სიმკვრივე—200 ა/მ²—70°-ზე, 2—იგივე 200 ა/მ²—25°-ზე



ნახ. 3. ანოდის ნარჩენი. ანთიმონის ტუტე სულფიდური ხსნარის ელექტროლიტად გამოყენებისას: 1—რაფინირებული, 2—რაფინირების შემდეგ

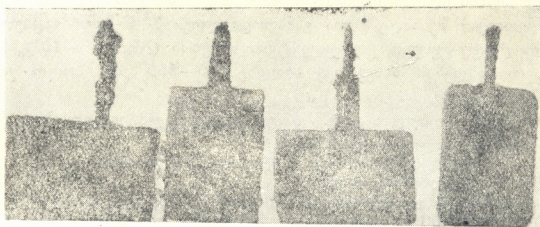
ცხრილი 6

ანთიმონის ელექტროლიტურ რაფინირებაზე პროცესის ხანგრძლივობის გავლენა. ელექტროლიტის ტემპ.—70°C; დენის სიმკვრივე ანოდზე—100 ა/მ², კათოდზე—300 ა/მ²

პროცესის ხანგრძლივობა	ძაბვა აბაზანაზე ფოლტები		ანობის დრო	კათოდზე გამოყოფილი ანთიმონი	დენის გამოსავალი %-ით		
	ცდის დასაწყისი	ცდის ბოლო			ანოდზე	კათოდზე	
11	0,3	0,4	6,93	4,16	115,5	69,3	ელექტროლიტის საწყ. შემადგენლ. Sb—31,4 მ/ლ Na ₂ S—48,8 მ/ლ NaOH—13,0 მ/ლ Na CO ₃ —8,0 „ Na ₂ S ₂ O ₃ —32,9 „ Na ₂ SO ₃ —0,11 „
17	0,35	0,4	3,72	2,29	112,7	68,2	
23	0,4	0,4	3,73	2,39	112,7	72,4	
29	0,4	0,4	3,51	2,32	106,4	70,3	
36	0,4	0,4	3,97	2,84	103,9	74,3	
42	0,45	0,45	3,59	2,40	105,7	70,6	ელექტროლიტის შემადგ. პროც. შემდგ. Sb—41,7 მ/ლ Na ₂ S—15,6 მ/ლ NaOH—26,0 მ/ლ Na ₂ CO ₃ —10,0 მ/ლ Na ₂ S ₂ O ₃ —33,2 „ Na ₂ CO ₃ —0,13 „
48	0,4	0,5	3,48	2,20	103,5	66,7	
56	0,4	0,45	3,95	3,75	94,7	60,0	
60	0,5	0,5	3,43	2,48	104,0	75,2	
საშუალო მნიშვნ.	0,4	0,43	3,831	2,473	106,0	70,0	

შ ე ნ ი შ ვ ე ნ ა

კათოდზე გამოიყოფა ლითონური ანთიმონის მკვრივი ნალექი, ხორკლოვანი ზედაპირით (ნახ. 4).



ნახ. 4. კათოდური ნალექები ანთიმონის ტუტე-სულფატური ხსნარების ელექტროლიტად გამოყენებისას:

1—	დენის სიმკვრივე	. . 250 ა/მ ² ,
2—	"	. 300 "
3—	"	. 300 "
4—	"	. 350 "

კათოდური ნალექის შედგენილობა შემდეგია: $Si - 99,39\%$; $As - 0,07\%$; $Fe - 0,01\%$; $S - 0,019\%$ და $Pb -$ არ აღმოჩნდა. რაფინირების შედეგად ნიწარეების რაოდენობა ლითონურ ანთიმონში შემცირებულია 50% -ით.

ელექტროლიტური რაფინირების პროცესში ელექტროლიტის შედგენილობის ცვლილებიდან ჩანს (ცხრილი 6), რომ ელექტროლიტში ნატრიუმის სულფიდის კონცენტრაცია მცირდება, ხოლო ნატრიუმის ტუტის კონცენტრაცია იზრდება. ამიტომ საჭიროა ნამუშევარი ელექტროლიტი შეიცვალოს ახალით ან გამოყენებულ იქნეს ლითონური ანთიმონის მისაღებად ელექტროლიტით უხსნადი ანოდის გამოყენებით [6]. ამ დროს ელექტროლიტში წარმოიქმნება ნატრიუმის სულფიდი და ჰიპოსულფიდი, ხოლო ნატრიუმის ტუტისა და ანთიმონის კონცენტრატი $10-15$ მ/ლ-დე მცირდება. ასეთი ხსნარი შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს როგორც ელექტროლიტი ანთიმონის ელექტროლიტური რაფინირებისათვის.

ელექტროლიტში ჰიპოსულფიდის თანდათანობით დაგროვების შემდეგ კათოდზე დენით გამოსავალი მცირდება, ამიტომ ნამუშევარი ელექტროლიტის ციკლში რამდენიმეჯერ შეყვანის შემდეგ საჭირო ხდება მისი რეგენერაცია [7].

დასკვნები

1. ანთიმონის ელექტროლიტური რაფინირებისათვის ელექტროლიტად შესაძლებელია გამოვიყენოთ ნატრიუმის ტუტისა და ნატრიუმის სულფიდის ხსნარები.

2. ანთიმონის ანოდი ტუტე სულფიდურ ხსნარებში, გარდა ელექტროლიტური ხსნადობისა, ქიმიურ გახსნასაც განიცდის, რის გამოც დენით გამოსავალი აღნიშნულ ხსნარებში 100%-ს აჭარბებს.

3. ანთიმონის ელექტროლიტური რაფინირება აბაზანაზე მინიმალური ძაბვით (0,5 ვოლტი) შესაძლებელია განხორციელდეს 70°C-მდე გაცხელებული ანთიმონის ტუტე-სულფიდურ ელექტროლიტებში (Na_2S —7—10% და Si —3—6%), როცა დენის სიმკვრივე ანოდზე 100—500 ა/მ², ხოლო კათოდზე 200—300 ა/მ² შეადგენს.

შრომა შესრულებულია აკად. რ. აგლაძის ხელმძღვანელობით, რისთვისაც მას უღრმეს მადლობას მოვასხენებ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გამოყენებითი ქიმიისა და ელექტროქიმიის
 ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.4.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Р. Пионтелли, Д. М. Тремолада. Исследование процесса электролиза сурьмы. Сурьма. Сборник переводов. Издательство иностранной литературы. М., 1954, стр. 5.
2. Д. Шнэин, Д. Ж. Пратер, С. Рэвиц, Электролитическое рафинирование сурьмы. Сурьма. Сборник переводов. Издательство иностранной литературы, М., 1954, стр. 34.
3. Б. В. Дроздов. Гидро-металлургия цветных металлов. ОНТИ, 1938, стр. 312.
4. Эль-Валлад и др. Анодное поведение сурьмы. J. Phys. Chem. 57, № 2, 1953, стр. 203.
5. Л. Фейрхол, С. Хизлон. Токсикология сурьмы. Сурьма, Сборник переводов. Издательство иностранной литературы. 1954, стр. 64.
6. Р. И. Агладзе, В. Н. Гаприндашвили, М. А. Ярославская. Использование щелочно-сульфидных растворов сурьмы, полученных выщелачиванием сурьмяной руды раствором сернистого натрия. Труды Ин-та металла и горного дела АН ГССР, т. 8, 1956.
7. Р. И. Агладзе, В. Н. Гаприндашвили, И. В. Мзареулишвили. Регенерация и переработка отработанного электролита, полученного при электролизе щелочно-сульфидных растворов сурьмы, Труды Ин-та Металла и Горного дела АН ГССР, т. 8, 1956.

3. ბილენინი

ზომიერთი ახალი ცნობა ღვარცოფებისა და წყალდიდობების
შესახებ ოსეთსა და ხევში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ჯავახიშვილმა 12.3.1957)

წინათ გამოქვეყნებულ წერილებში [2, 3] ჩვენ ვცდილობდით გაგვეშუქებია პირობები, რომლებიც განსაზღვრავდნენ წყალდიდობებსა და მათთან დაკავშირებული ღვარცოფების უჩვეულო გაქანებას ჩრდილოეთ ოსეთში (1953 წლის აგვისტო). აღწერილი იყო თვით მოვლენები და მათი კატასტროფული შედეგები თერგის, გენალ-დონის (კარმადონის წყაროების რაიონი), ცვი-დონისა (არდონის მარცხენა შენაკადი) და ურუხის ხეობებში. ჩატარებული დაკვირვებები საშუალებას იძლევიან გამოვყოთ ღვარცოფების სამი ძირითადი ტიპი.

1. ტურბულენტური (წყალ-ქვიანი) ღვარცოფები, წარმოადგენდნენ გაბატონებულს, ხასიათდებიან დიდი სისწრაფითა და ხარჯით, ქვის მნიშვნელოვანი (30—35%) ჩამონადენით (მდ. ჩხერი, დარიალი). გამოიწვიეს ყველაზე მეტი ნგრევა;

2. ტალახის ღვარცოფები და ჩამონარეცხები (ჯარიხის ქვაბური, ნაწილობრივ გენალ-დონისა და ურუხის ხეობა);

3. შერეული ტალახ-ქვიანი ღვარცოფები.

შრომას [3] თან ერთვის ღვარცოფისა და წყალდიდობების გავრცელების რუკა ოსეთში (1953 წლის აგვისტო).

აღრე მიღებული მასალების განმეორებითმა ანალიზმა და ახლად შეკრებილი მასალების (1954—1955 წწ.) მხედველობაში მიღებამ საშუალება მოგვცა გადაგვესინჯა ზოგიერთი აღრე მიღებული დასკვნა, დაგვეზუსტიებინა ისინი და აგრეთვე მოგვეყვანა დამატებითი ფაქტები, რომლებიც უფრო ვრცლად ახასიათებენ წყალდიდობებისა და ღვარცოფების განვითარებას ჩრდილოეთ ოსეთისა და ხევის ტერიტორიაზე აღნიშნულ პერიოდში.

ღვარცოფები, რომლებიც სჭრიან მორენის ახალ დანალექებს, ჩვენ მიერ აღნიშნული იყო მყინვარ კიდაჯანოს ახლოს, მდ. ამაღჩოჩის ზემო წელში — მდ. არმხის მარჯვენა სათავეებში. აქ მოკლე, ციცაბო ღარები სჭრიან ზეწრულ ნაზვავსა და ძველი სანაპირო მორენების გროვებს.

საკუროთა განვასხვაოთ მდინარეებში გავლილი ქვის მნიშვნელოვანი ჩანადენებიანი უეცარი წყალდიდობათა ნაკადები სხვადასხვა მოდიფიკაციის ტიპობრივი ღვარცოფისაგან. დარიალში, ზოგორც ჩანს, შენიშნული იყო არა დამოუკიდებელი ღვარცოფის სისტემა, როგორც ეს აღრე ჩვენ მიერ იყო დაშვებული, არამედ მშლარი, მეტად ძლიერი წყალდიდობრივი ნაკადის შედეგები, რაც გამოწვეული იყო ტბორის გარღვევით ცოფიანი ხევისა და მდინარე ჩხერის შეერთებისა და რამოდენიმე ნაკლებ მნიშვნელოვანი ტბორების ადგილას [5].

წყალდიდობამ დარიალში გამოიწვია ნაპირებისა და ქალის ინტენსიური წარეცხვა, ერთდროულად ძველი უმოქმედო კარების ზონიდან ციკაბო ფერდობებზე მდინარისაკენ დაეშენნ წყალ-ქვიანი ღვარცოფები, რომელთა გამოზიდვის კონუსები იწვევდნენ მდინარის ერთი მხრიდან მეორეზე გადახრას და ამით აძლიერებდნენ წარეცხვის კატასტროფულ შედეგებს.

მდ. თერგზე ტიპური ღვარცოფები კარგად იყო წარმოდგენილი დარიალის ჩრდილოეთით (ჯარიხის ქვაბურის რაიონი) და განსაკუთრებით სამხრეთით — ცოფიანი ხევი, მდ. ჩხერი, თრუსის ქვაბური.

ღვარცოფების მძლავრი ნარიყები შემდგარი ლავების ნამსხვრევებისაგან აღნიშნული იყო კაბარჯინის ჩამქალი ვულკანის ფერდობებზე. სიონისა და კობის შორის მონაკვეთზე (თერგის მარჯვენა ნაპირი) რამოდენიმე ადგილას გამოინგრა ღვარცოფის საწინააღმდეგო სპეციალური კედლები. კობი-ოქრაყანის მონაკვეთზე თერგმა ძლიერ ჩარეცხა ნოლა, განსაკუთრებით მისი ის ნაწილი, რომელიც მარცხენა ფერდობს ეკვრის. მდინარე მანა-დონის შესართავის რაიონში შემჩნეულია მდინარე თერგისა და მისი შენაკადების კალაპოტის მიმართულების შეცვლა.

თრუსოს კასრის ხევი, ოქრაყანის წყაროს ზევით, აღნიშნავთ ინტენსიური ჩარეცხვის კვალს; ნოლა დაფარულია კაჭარებითა და ნატეხი მასალებით. აქ გადარეცხილია გზა ხეობის მარჯვენა ნაპირზე, დაფარულია ზოგიერთი მინერალური წყარო.

ღვარცოფების შესაქმნელად ძირითადი მასალა მოგვცა დიდი ხორისარის ლავური ნაკადების მძლავრმა ნაყარმა, ხოლო ნაკლები — ლულუშაურის წყების ფილაქინიზმა ნაყარმა. მცირე ტურბულენტური წყალ-ქვიანი ღვარცოფების გავლის კვალი შემჩნეული იქნა ჩვენ მიერ თერგის მარჯვენა ფერდობზე, კეტრისისა და აბანოს აულებს წინ. ამ ადგილას მდინარემ წაიღო ხიდი. ღვარცოფის ორი მძლავრი ტალახ-ქვიანი ნაკადი დაეშვა სუატისი — დონის (თერგის მარცხენა შენაკადის) მოპირდაპირე ფერდობებზე, ამავე სახელწოდების სოფლის ზევით.

კარებიდან დაწყებული საკმაოდ ღრმა ღარები სჭრიან ფერდობებზე მდებარე ზეწრულ ნაზვავებს. ისინი ბოლოვებიან მდინარის ნოლაში გამოზიდვის კონუსებით, რომლებიც შედეგებიან ფიქლებისაგან და მსხვილ მახვილკუთხიანი ფიქალის ლოდებისაგან. 1955 წლის აგვისტოში ჩვენ ხელმოკრედ ვინახულეთ ზედა კარმადონის წყაროების რაიონი გენალ-დონის ხეობაში.

ჩვენ მიერ აღნიშნული იქნა მძლავრი ჩამორეცხვისა და ღვარცოფების გავლის კვლები. გენალ-დონის მარცხენა ნაპირზე შემჩნეულია მრავალრიცხოვანი მოკლე, შეღარებით ღრმა (6—10 მ-მდე) და ციკაბო ღარები. ისინი სჭრიან ახალი დაუკორდავი მორენებისა და ფერდობის ნამსხვრევი მასალების მძლავრ ფენს.

ღვარცოფების გამოზიდვის კონუსები ხშირად ერთმანეთში ირევა. ასეთი გაერთიანებული კონუსი 330—350 მეტრის სიგანეს აღწევს. 1955 წლის 15 აგვისტოს თითქმის მთელი დღის განმავლობაში წვიმდა და ჩვენ თვალწინ წარმოიშვა მცირე ნაზვავთა ჩამონარეცხები — თავისებური მინიატურული ღვარცოფები. წვიმის წყლისაგან დასველებული წვრილმანი ფიქალები პულსაციურად შიშინით მიცურავდნენ ფერდობების ძირამდე.

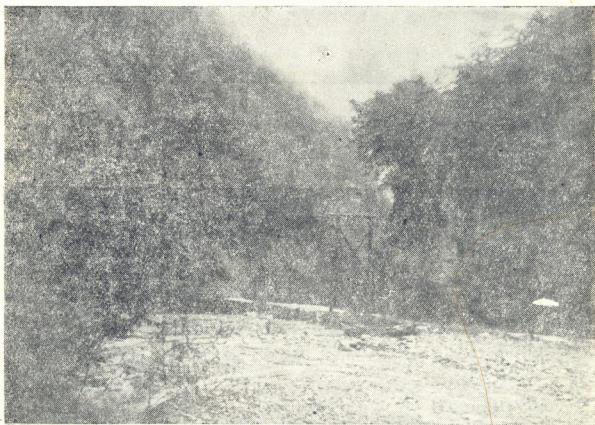
გიზელ-დონის ხეობაში მცირე ღვარცოფები შემჩნეულ იქნა საძოვრის ქედის ზონაში და ზევით სოფელ ლარგავსა და ჭიმარას შორის (კლდოვანი და მთავარი ქედები).

პირველ შემთხვევაში გამოზიდვის კონუსები შედგენილია ქვაკირის მახვილკუთხოვანი ნამსხვრევებით, მეორე შემთხვევაში კი — ყინულოვანი წარმოშობის კაჭარის მასალებით.

ღარებმა დასერეს განაკაფები ტყეში. ისინი ბოლოვდებიან მცირე გამოზიდვის კონუსებით.

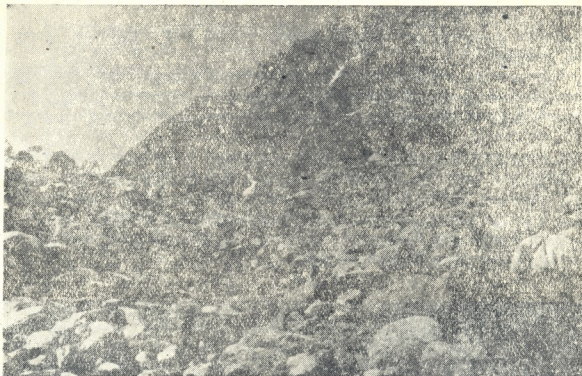
გიზელ-დონის კობანის ხეობაში ღვარცოფებს ჩვენ მიერ აღნიშნული არ ყოფილა, მაგრამ აქ თვალსაჩინოა ნოდისა და გზის ძლიერი ვადარეცხვის კვლები, ალბათ, ხემათ მოთავსებული წყალსაცავიდან გამოშვებული წყალის ხარჯზე (იხ. ფოტო 1).

მდ. ფიაგ-დონის სათავეში, სოფელ კოლოტას ნანგრევების პირდაპირ მდინარის მარჯვენა ნაპირზე გვერდითი ხევიდან წამოწეულ ფიქალის ბელტებისა და ფილაქნისაგან შემდგარ მძლავრმა გამოზიდვის კონუსმა მდინარე მარცხნივ მიწურა. ხევი ციცაბოდ ეშვება ვრცელი ცირკიდან. გარეგნული სახითა და გეოლოგიური პირობების მიხედვით იგი ძლიერ გვაგონებს ყველსათვის ცნობილ ცოფიან ხეეს სოფელ ყაზბეგის ახლოს.



ფოტო 1. გიზელ-დონის ხეობა. ჩამორეცხვის კვლები კობანის ხეობაში

ცირკის ციცაბო ფერდობებსა და მის განშტოებებზე ამოშვებულია ზეწრული ნაზვავით დაფარული რთულად დისცილირებული თიხოვანი და მეტამორფიული ფიქლები. ეს რაიონი დაუსახლებელია და ღვარცოფების განვლის დროის ზუსტად დადგენა ძნელია. ცოფიანი ხევის ანალოგიის მიხედვით შეიძლება დავუშვათ, რომ აქ არის რამოდენიმე მძლავრი ღვარცოფის შედეგები. ახალი ტალახ-ქვიანი ნალექები ხევის შესართავ ნაწილში, მათი მდინარისაკენ წაწევა მოწმობენ იმის შესახებ, რომ უკანასკნელმა ღვარცოფმა (რომელიც თან სდევდა წყალდიდობას და რომელიც მასთან დაკავშირებით წარმოიშვა) დიდი ხანი არ არის. რაც განვლო, შესაძლებელია 1953 წლის აგვისტოში.



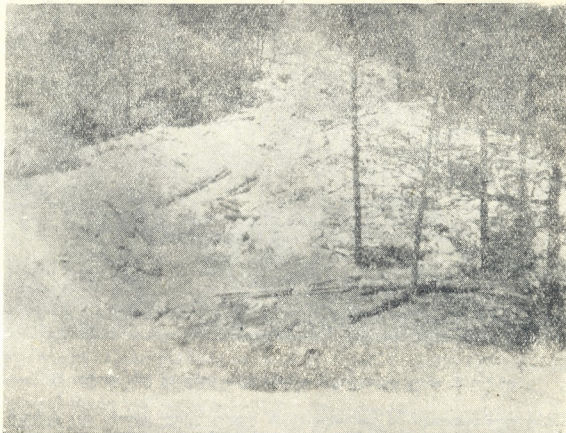
ფოტო 2. ცეის ხეობა, მარცხენა ფერდი, წვალქვიანი ღვარცუფის გამზიდვის კონუსი ყოფილი ალპიური ბანაკის „ნედიკის“ რაიონში



ფოტო 3. ცეის ხეობა, მარცხენა ფერდი ტურისტული ბაზის ზემოთ, ტალახის ჩანონარეცხების კვლეი ფერდოზზე

ქვემოთ მდინარეზე ღვარცოფის გარკვეული კვალი იყო მდ. ფიაგ-დონის მარჯვენა ნაპირზე — სოფ. დზგვირის ქვევით, შემდეგ დასახლებულ ადგილ გუსრას ახლო და მდ. ხაბულ-დონის შესართავში. ამ ღვარცოფთა გამოზიდვის კონუსებში ქარბობენ ქვაკირის ნამსხვრევი მასალები და დამრგვალებული კაქარები (ალუვიონი).

თიხნარი ნიადაგის ჩამორეცხვამ, რასაც აქ ადგილი აქვს, საგრანობი ზიანი მიაყენა ტყესა და მდინარის ტერასებს.



ფოტო 4. ცეის ხეობა, მარცხენა ფერდი, ტურისტული ბაზის პირდაპირ.
შერეული ტალახ-ქვიანი ღვარცოფის კვლები

გუსრას იქით (მარცხენა ნაპირზე) ჩანდა ლარებით დასერილი სამი განაკადი და სამი მცირე ღვარცოფის გამოზიდვის კონუსი. ქვაკირების მახვილკუთხოვან ნამსხვრევებისაგან შემდგარი კონუსების ზედაპირი დამავრებულია ბალახისებრი მცენარით. მათი სიგანე 5-დან 20 მეტრამდეა.

ერთი ხეობის ფარგლებში შეიძლება აღნიშნული იქნეს სამივე ტიპის ღვარცოფი (იხ. ზევით), როგორც ეს ცეი-დონის ხეობის მაგალითიდან ჩანს (იხ. ფოტოები 2, 3, 4, 5). ღვარცოფის ტიპი ასეთ შემთხვევაში მეტწილად განისაზღვრება გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური პირობებით, რამდენადაც მეტეოროლოგიური პირობები მცირე უბანზე არ შეიძლება მკვეთრად განსხვავდებოდნენ.

ჩვენ სახესებით ვიზიარებთ კ. ბეგიაშვილის აზრს, რომელიც თვლის რომ ღვარცოფები „წარმოადგენენ არსებით განსაკუთრებულობათა ანარეკლს ხეობათა იმ მონაკვეთების ცხოვრებაში, რომლებშიაც ისინი ფორმირდებიან“ ([1], გვ. 12).

ყველაზე ინტენსიური ღვარცოფები ოსეთსა და ხევში შემჩნეულია მთავარი ქედისა და მისი განშტოების ზონაში, მნიშვნელოვნად მცირე სახით — წყალგამყოფი ქედის ჩრდილო წინამთებისა და ჩრდილო ფერდობების ფარგლებში.



ფოტო 5. იმავე ღვარცოფის გამოხიდევის კონუსზე (იხ. ფოტო 4)

განხილულ რაიონებში გამოიყოფიან დიდი წყალ-ქვიანი და ტალახ-ქვიანი ღვარცოფების ფორმირებისა და განვლის ზონები.

1. ღვარცოფის კვების ზონა. თხემური კლოფანი ზონა, რომელიც ცუდად ან სრულიად არ არის მცენარეებით დაკორდებული მკვდარი კარების ძაბრები. მდებარეობს ჩვეულებრივ თოვლის ლაქების ახლო და ყინვარების ბოლოში.

2. გაძლიერებული ხაზოვანი წარცხვის ზონა. ცოტად თუ ბევრად ვარკვევით გამოსახული ციკაბფერდოვანი ღარები, ჩვეულებრივ ციკაბდაშვებულ ფერდობებზე, ხეების ძირში სუსტად დამაგრებული ნაყარის, მორენებისა და ფლუვიოგლაციალის მნიშვნელოვანი დაგროვებით; უფრო იშვიათად ღარები სერავენ სქლად გატყიანებულ ციკაბო ფერდობებს (ციე-დონი, გუსრის რაიონი და სხვა).

3. ღვარცოფების ნარიყის ნაწილობრივი დაღეჭვის ზონა (გარდამავალი ღარსა და კონუსს შორის). კარგად გამოხატულია „სანაპირო“ და „საშუალებო“ ღვარცოფის ნაყარი, მეტწილად ყველაზე მსხვილი ნამსხვრევები და კაჭარები.

4. ღვარცოფის გამოზიდვის კონუსი. ღვარცოფის მასალების მარაოს სახით დაღეჭვის ზონა (გეგმაში).

„სანაპიროსა“, „საშუალებო“-სთან ერთად ფართოდ არის წარმოდგენილი ღვარცოფების ბოლო დანალექები. ნაკადის მოძრაობის სისწრაფისა და სიმ-

ძღვარის მიღევა გამოხატულებას პოვებენ კლასტიკურ და რიყისქვის მასალე-ბის დახარისხებაში სიმსხოს მიხედვით.

ოსეთსა და ხევის პირობებში კონუსები ჩვეულებრივ ეშვებოდნენ ნოდს ზედა მდებარე პირველ ტერასაზე, იწვევდნენ რა ხშირად ნოდის ფარგლებში მდინარის ანუ დროებითი წყალსადინარების მცირეხნოვან ტბორებს, მისწვე-დნენ მათ მოპირდაპირე მხრისაკენ.

ყველაზე მეტ კატასტროფულ მოვლენებს ადგილი ჰქონდათ ღვარცოფე-ბის გამოზიდვის კონუსების ერთმანეთთან შესახვედრად გამოწვევის პირობებში (მაგალითად, ცოფიანი ხევი).

იმ მიზეზების განხილვის შედეგად, რამაც გამოიწვია ნაკადის და წყალ-ქვიანი ღვარცოფების ფართო გავრცელება 1953 წლის აგვისტოში, ჩვენ უნდა ვალიართ, რომ უხვი წვიმის ნალექების გარდა, დიდი როლი შეასრულეს ჰაერის დაღმავალმა დენებმა (ფიონების ტიპის), რომლებმაც დააჩქარეს უმისოდაც სწრაფი დნობა თოვლისა და ყინულებისა და, მასადაამე, მდნარი წყლების მდი-ნარეებსა და ხევეებში უხვი შედინება.

ავტორი იყო ნაკადისა და ზოგიერთ ღვარცოფულ მოვლენათა მოწამე 1953 წლის აგვისტოში [2, 3]. დღისით 16 აგვისტოს, განსაკუთრებით საღამოს, ქალაქ ორჯონიკიძესა და ზედა ლარსში შემჩნეულ იქნა თერგის წყლიანობის ნახტომისებრი გადიდება და მდინარის წყლის ამღვრევა, ხოლო 17 აგვისტოს ღამით თერგში წყლის დონის უეცარი დაწევა მოკლე ხნით (დარიალის იწრო-ების ქვემოთ), რაც წინ უსწრებდა (როგორც შემდგომში გამოირკვა) წარმო-შობილი საგუბრების ვაგლეჯას სოფელ ყაზბეგისა და გვილეთის ახლო. მსგავსი მოვლენები აღინიშნება დამსწრეთა მიერ ცეი-დონის, გენალ-დონისა და ურუ-ხის რაიონში.

წყალდიდობასა და ღვარცოფებზე სისტემატური დაკვირვებების ორგანი-ზაციას შეუძლია დაეხმაროს ქაიროშლების პროგნოზის დამუშავების საქმეში იმ რაიონებისათვის, რომლებსაც მიდრეკილება აქვთ ღვარცოფებისა და ძლიერი წყალმოვარდნისაკენ.

ღვარცოფები შეიძლება შემჩნეული იქნენ ოსეთის მეზობლად მდებარე რა-იონებშიც.

ბაქსანის აუზში ისინი ამ რამდენიმე ხნის წინათ აღწერილი იყო პ. კოვ-ლევის მიერ [4], ხოლო ზედა თერგის აუზში — გ. ხმალაძის მიერ [5].

ჩვენ ხელთ არის პ. კოვალევისა და ვ. მარკინას მიერ ზეპირად გადმოცე-მული ცნობები, რომლებიც მოწმობენ 1954 წლის 14 ივნისს დიდი ტალახ-ქვიანი ღვარცოფის შესახებ სოფელ ზეგამის ჩრდილო და სამხრეთ გარეუბნებში.

ამრიგად, წინააღმდეგ ლიტერატურაში ადრე გამოთქმული ზოგიერთი აზ-რისა, ღვარცოფები ჩვეულებრივი მოვლენაა ცენტრალური კავკასიის ჩრდილო ფერდობის რივ რაიონებისათვის, ხოლო ხელსაყრელ პირობებში წყალდიდობამ და ღვარცოფმა შეიძლება მოიკვან მაღალმთიანეთში მეტად ფართო ტერიტო-რიები და მოუტანონ დიდი მატერიალური ზარალი, რასაც თან სდევს ადამია-ნებისა და საქონლის დაღუპვა. ამავე დროს ხევის, ოსეთისა და ყაბარდოს ღვარ-ცოფიან რაიონებში წარმოებს სამთო-სამრეწველო, პიდრო-ტექნიკური და საგ-ზაო მშენებლობა, აქ მოიპოვება მშვენიერი საძოვარი ადგილები და მადნეულე-ბით მდიდარი საბადოები.

ყოველივე ეს ჩვენ იძულებულს გვხდის დიდი ყურადღება მივაქციოთ კასტროფულ წყალმოვარდნასა და ღვარცოფების წარმოშობისა და გავლის პირობების შესწავლას კავკასიონის ჩრდილო ფერდობზე, მათთან ბრძოლის მეთოდების დამუშავებას, ამ მოვლენათა მოკლე პროგნოზირებას.

ა. გორკის სახელობის
 ხარკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 3.1.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. К. О. Бегишвили. Некоторые особенности генезиса движения и отложений грязе—каменных потоков. Труды Батумского Государственного педагогического института имени Руставели, т. IV, Батуми, 1954.
2. В. Л. Виленкин. Паводки иосели в Северной Осетии. Известия Северо-Осетинского научно-исследовательского института, том XVII, Орджоникидзе, 1956.
3. В. Л. Виленкин. Необычайный паводок в Северной Осетии. „Природа“, № 6, 1956.
4. П. В. Ковцлев. Сели в бассейне реки Баксана. „Природа“, № 2, 1955.
5. Г. Н. Хмаладзе. Редкий водокаменный паводки. „Природа“, № 10, 1955.
6. В. Е. Иогансон. Борьба с грязе-каменными потоками. К итогам III-ей Всесоюзной конференции по изучению селей. „Природа“, № 5, 1953.

გეოლოგია

მ. კობეტიშვილი

შქმერის სინკლინის ცარცული ნალექების სტრატობრაფიისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. კაჭარავამ 15.9.1957)

შქმერის სინკლინი რაქა-ლეჩხუმის სინკლინის სამხრულ ფრთაში განვითარებულ ნაოქს წარმოადგენს. მისი ფრთები აგებულია ქვედა ცარცული ნალექებით, ხოლო გული ზედა ცარცული და მესამეული ნალექებით არის ამოვსებული. მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნული რაიონის გეოლოგიური კვლევა დიდი ხნის წინ დაიწყო (აბიხი, ფავრი, ფურნიე, სიმონოვიჩი, კუზნეცოვი, კახაძე და კანდელაკი, ჯანელიძე, ერისთავი), ცარცული ნალექების სტრატობრაფია მხოლოდ ნაწილობრივ იყო დამუშავებული და არასისტემატურ დაკვირვებებს ემყარებოდა. მ. ერისთავის [3] მიერ ნეოკომურ კირქვებში აღნიშნული იყო ფაუნა, რომელიც ვალანეინურის, ჰოტრიეულისა და ბარემულის არსებობას მიუთითებდა; აბტურ ნალექებში ამ მკვლევრის მიერ გამოყოფილი იყო კოლხიდიტესებიანი ჰორიზონტი და ზედა აბტური და პირობითად—ქვედა აბტურის ზედა ნაწილი. ალბურ ნალექებში მის მიერ ფაუნისტურად იყო დადგენილი კლანსეური ჰორიზონტი და ქვედა ალბურის ნეორე ზონა—*Neohibolites minor*-ის ზონა. ზევით მდებარე გლაუკონიტიანი ქვიშაქვების სულ ქვედა ნაწილში ნაპოვნი იყო აუცელინების ქვედა სენომანური ასოციაცია, რის საფუძველზედაც დადგენილი იყო, რომ გლაუკონიტიანი ქვიშაქვები სენომანურისართულის სულ ქვედა ნაწილში იწყება. ზედა ცარცული ნალექებიდან ფაუნა არ იყო ცნობილი [2]. ჩვენ მიერ შქმერის სინკლინის ცარცულ ნალექებში შედგენილ იქნა დეტალური სტრატობრაფიული ჭრილები და დაგროვილ იქნა ფაუნა, რომლის დამუშავების შედეგად მიღებული სტრატობრაფიული დასკვნების გადმოცემა წარმოადგენს წინამდებარე სტატიის საგანს.

შქმერის სინკლინის ცარცული ნალექები ტრანსრეგისიულად არის განლაგებული ბაიოსურ პორფირიტულ წყებაზე [1]; ისინი იწყება კვარცის ქვიშით, რომელიც ცარცული სისტემის ფუძის ფორმაციას წარმოადგენს. წყების სიმძლავრეა 15—20 მ.

კვარცის ქვიშაზე განლაგებულია ტლანქშორეებრივი, ალაგ მასიური კირქვები მეტად ცვალებადი სიმძლავრეებით—10 მ-დან სინკლინის უკიდურეს აღმოსავლეთ დაბოლოებაზე, 200 მ-მდე მწვ. ხიხათაზე. ეს წყება მეტად ლარიზია ფაუნით, მაგრამ სინკლინის ჩრდილო ფრთაზე შესაძლებელია მისი დანაწილება 2 ჰორიზონტად—ქვედა, რომელიც, წინათ მასში ნაპოვნი *Rhynchonella valanginiensis* de Lor.-ის მიხედვით, ქვემდებარე კვარცის ქვიშებთან



ერთად ვალანჯინურს უნდა შეესაბამებოდეს და ზედა—*Toxaster amplus* Desor-ითა და ეგზოგირებით, რომელიც ჰოტრივულსა და ქვედა ბარემულს უნდა ეკუთვნოდეს.

ზედა ბარემული წარმოდგენილია შრეებრივი კირქვებით, რომლებშიც პირველად გამოჩნდება ამონიტების ფაუნა. უნდა აღინიშნოს, რომ სინკლინის აღმოსავლეთ დაბოლოებაზე ადგილი აქვს ფაციესთა შეცვლას—რეკვიენიებიან ზოოგენურ კირქვებზე განლაგებულია შრეები ზედა ბარემული ამონიტით—*Lytoceras* cf. *liebigeri* Opp. სინკლინის ჩრდილო ფრთაზე შესაბამის ნალექებში ნაპოვია *Barremites* cf. *hemiptychus* Kil. და *Pulchellia* sp. ind. სამხრულ ფრთაზე ზედა ბარემულში ურგონული ფაციესი გვაქვს, წარმოდგენილი ზოოგენური კირქვების მძლავრი წყებით, რეკვიენიებით, ეგზოგირებით და მხართფეხიანებით. სიმძლავრე 80—100 მ.

აბტური ნალექები ლითოლოგიურად მეტად ერთგვაროვანია. ძირითადად ისინი წარმოდგენილია თეთრი შრეებრივი კირქვიანი მერგელებით, იშვიათად ნაცრისფერი, ძლიერ წვრილმარცვლოვანი მერგელებით. ეს ნალექები მეტად მდიდარია ფაუნით, რაც მასში აბტურის სამივე ზონის გამოყოფის შესაძლებლობას იძლევა.

ქვედა აბტურის ქვედა—*Colchidites securiformis*-ის—ზონა კარგად გამოიყოფა ბევრ ქრილში. განსაკუთრებით კარგად არის ის დახასიათებული სოფ. ზემო ბარის მიდამოებში და შქმერიდან საჩხერეში მიმავალი გზის გასწვრივ, სინკლინის სამხრულ ფრთაში. მასში ნაპოვანია ზონის დამახასიათებელი ფაუნა: *Colchidites* aff. *nicortsmindensis* Rouch., *C.* cf. *ratschensis* Rouch., *C.* cf. *semituberculatus* Rouch., *C.* aff. *microcostatus* Rouch., *C. rionensis* Sim. et Bac. var. *lakhephaense* Rouch., *C.* cf. *latecostatus* Rouch., *C. securiformis* Sim. et Bac., *C. (Imerites) katscharavai* Rouch., *Matheronites khwamliensis* Rouch.; დანარჩენი ფაუნიდან აღსანიშნავია: *Rhynchonella sulcata* Dav. var. *rencurelensis* Jac. et Fallot, *Terebratura biplicata* (Brocchi) Sow., *Kingena lata* Nutz., *Opis rionensis* Rouch., *Plicatula inflata* Sow., *P. gurgitic* Piet. et Roux, *Aucellina aptiensis* (d'Orb.) Pomp., *Phylloceras moreli* d'Orb., *Costidiscus microcostatus* Sim., *Ptychoceras minimum* Rouch., *P. meyrati* Ooster, *Pseudohaploceras douvillei* (Fallot), *Hamulina subcylindrica* d'Orb., *H.* ex gr. *subcylindrica* d'Orb., *Ancyloceras* aff. *biplex* v. Koenen, *Heteroceras* cf. *elegans* Rouch.

ქვედა აბტურის მეორე—*Deshayesites deshayesi*-ს—ზონა უფრო ღარიბი, მაგრამ არანაკლებ დამახასიათებელი ფაუნით არის წარმოდგენილი. კოლხიდიტესებიანი შრეების თავზე განლაგებულ შრეებში ნაპოვანია სახელმძღვანელო ფორმები—*Deshayesites deshayesi* Leym. და *D. dechy* Papp. გარდა ამისა, ამ დასტიდან გვაქვს *Terebratula sella* Sow., *T. acuta* Quenst., *Opis rionensis* Rouch., *Plicatula inflata* Sow., *P. gurgitis* Piet. et Roux, *Aucellina caucasica* Buch., *Ancyloceras* cf. *abichi* Sim. et Bac., *Mesoholites beskidensis* Uhl.

ზედააბტური *Chelonicerias subnodosecostatum*-ისა და *Ch. tschernyschewi*-ს ზონა კვლავ მდიდარი და მრავალფეროვანი ფაუნით არის დახასიათებული. ის კარგად არის წარმოდგენილი სოფ. ზემო ბარის მიდამოებში. სახელმძღვანელო

ფორმებიდან ამ ნალექებში ნაპოვნია: *Puzosia falcistriata* Anth., *Chelonicerias mar-tini* d'Orb. var. *occidentalis* Jac., *Ch. tschernyschewi* Sinz., *Colombicerias sin-zowi* Kas., *C. tobleri* Jac. et Tob. var. *discoidalis* Sinz., *C. sub-tobleri* Kas., *Neohibolites inflexus* Stol. გარდა ამისა აღსანიშნავია: *Opis rionensis* Rouch., *Plicatula inflata* Sow., *P. gurgitis* Piet. et Roux, *Aucellina aptiensis* (d'Orb.) Pomp., *Phylloceras moreli* d'Orb., *Anisoceras* cf. *carcitanense* Math., *Acantho-plites laticostatus* Sinz., *A. aschiltaensis* Anth., *A. aschiltaensis* Anth. var. *ro-tunda* Sinz., *Ancyloceras* sp. nov., *Chelonicerias* ex gr. *coronatum* Rouch., *Cri-oceratites picteti* Ooster.

აბტური ნალექების სიმაღლავრე 20—30 მ.

ალბური ნალექები წარმოდგენილია მტრედისფერი თიხიანი მერგელებით, იშვიათად—თიხებით. წყების სულ ქვედა ნაწილი წარმოდგენილია თეთრი კირ-ქვიანი მერგელების 2—3-მეტრიანი დასტით, რომელიც მხოლოდ ფაუნის სა-ფუძველზე გამოიყოფა ქვემდებარე ნალექებისაგან. ალბურ ნალექებში ოთხივე ზონა გამოიყოფა.

ქვედა ალბურის ქვედა—*Acanthoplites nolani*-ს—ზონა მდიდარი ფაუნით არის დახასიათებული. ზონის სახელმძღვანელო ფორმებიდან აღსანიშნავია: *Acanthoplites nolani* Seun., *Ac.* cf. *multispinatus* Anth., *Chelonicerias clansayense* Jac., *Mesohibolites brevis* Schw.; გარდა ამისა, ნაპოვნია: *Cyphosoma* sp., *Auce-llina aptiensis* (d'Orb.) Pomp., *A. caucasica* Buch., *A. nassibiantzi* Sok., *A. anthulai* Pavl., *Plicatula inflata* Sow., *P. gurgitis* Piet. et Roux, *Neohibolites wollemanni* Stol.

ქვედა ალბურის მეორე—*Neohibolites minor*-ის—ზონა გამოყოფილი იყო წინა მკვლევრებზე მერ [3].

შუა ალბური *Kossmatella rencurelensis*-ისა და *Neohibolites minimus*-ის ზონა წარმოდგენილია ორგვარი ფაციესით, —თიხებითა და თიხიანი მერგე-ლებით, რომლებიც ფაუნის სხვადასხვა ასოციაციით ხასიათდება. თიხებთან დაკავშირებულია აუტელინები და ბელემნიტები, მათ შორის სახელმძღვანელო ფორმები: *Neohibolites minimus* List. და *N. pinguis* Stol. დანარჩენი ფორმე-ბიდან აღსანიშნავია *Aucellina aptiensis* (d'Orb.) Pomp., *A. anthulai* Pavl., *Exogyra conica* (Sow.). თიხიან მერგელებში გვხვდება ამონიტები და ინოცე-რამები; მათ შორის ზონის სახელმძღვანელო ნამარხი *Kossmatella rencurelen-sis* Jac., *Actinoceramus sulcatus* Park., *Puzosia* cf. *mayoriana* d'Orb.

ზედა ალბური—*Pervinquieria inflata*-ს—ზონა უფრო ღარიბი ფაუნით არის დახასიათებული. ამ ნალექებში ნაპოვნია სახელმძღვანელო ნამარხები *Pervin-quieria* cf. *inflata* Sow. და *Parahibolites pseudoduvallia* Sinz.; აგრეთვე *Actino-ceramus sulcatus* Park. და *Neohibolites styrioides* Renng.

ალბური ნალექების სიმაღლავრე 40—60 მ.

სენოვანური სართული 2 ჰორიზონტით არის წარმოდგენილი: ქვედა—გლაუკონტიანი ქვიშაქვები მდიდარი ფაუნით და ზედა—კაჟიანი ქანების ჰო-რიზონტი უფაუნოდ. გლაუკონტიანი ქვიშაქვების ფაუნა წყებას ქვედა სენო-ვანურად ათარიღებს. ეს ფორმებია: *Inoceramus crippsi* Mant., *In. cuneiformis*



d'Orb., *Mytiloides bohemicus* Leonh., *Taenioceramus tenuis* Mant., *Taenioceramus etheridgei* Woods, *Aucellina gryphaeoides* Sow., *A. parva* Stol., *A. krasnopolskii* Pavl., *Phylloceras whiteavesi* Kossmat, *Gaudryceras vatonnei* Coq., *Tetragonites timotheanus* Mayor, *Puzosia* cf. *crebrissulcata* Kossmat, *P. mayoriana* d'Orb. var. *octosulcata* Sharpe, *P. planulata* Sow., *Latidorsella* cf. *latidorsata* Mish., *Turrilites costatus* Lam.

კაეიანი ქანების ჰორიზონტი სტრატეგრაფიული მდებარეობით ზედა სენომანურს მიეკუთვნება.

გლუკონტიანი ქვიშაქვების სიმძლავრე 40 მ., კაეიანი ქანებისა—2,5—3 მ.

ორი ჰორიზონტით არის წარმოდგენილი ტურონული სართულიც. ქვედა ტურონულის—*Mytiloides labiatus*-ის—ზონაში 2 დასტა გამოირჩევა; ქვედა კირქვებისა და მერგელების მორიგეობა, რომელშიც ნაპოვნია: *Mytiloides labiatus* Schloth., *M.* cf. *hercynicus* Petr., *Patella schkmeriensis* sp. nov. პირველი დასტის სიმძლავრე 15 მ., მეორის—20 მ. ზედა ტურონული *Orthoceramus lamarcki*-ს ზონა მძლავრი ტუფოგენური წყებით არის წარმოდგენილი, რომელიც ოკობის „მთავრის“ წყების სტრატეგრაფიულ ეკვივალენტს წარმოადგენს. ამ წყებაში ნაპოვნია *Orthoceramus lamarcki* Park. წყების სიმძლავრე ასეული მეტრის რიგისაა. ტურონული სართულით თავდება შქმერის სინკლინის ცარცული ნალექების ქრილი. ცარცულ ნალექებზე ტრანსგრესიულად არის განლაგებული ქვედა ოლიგოცენის მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვები და კონგლომერატები.

ამგვარად, შქმერის სინკლინის ცარცულ ნალექებში შემდეგი სტრატეგრაფიული ჰორიზონტები გამოიყოფა:

1. კვარცის ქვიშა, 15—20 მ, ქვედა ვალანჟინური.
2. მასიური და სქელშრეებრივი კირქვები 200 მეტრამდე, ზედა ვალანჟინურ-ქვედა ბარემული.
3. შრეებრივი კირქვები, 20—100 მ., ზედა ბარემული.
4. თეთრი კირქვიანი მერგელები, 20—30 მ. მათში 3 ზონა გამოიყოფა: ქვედა აპტური:

1. *Colchidites securiformis*-ისა და
2. *Deshayesites deshayesi*-ს ზონები, ზედა აპტური—*Cheloniceris subnodosocostatum*-ისა და *Ch. tschernyschewi*-ს ზონა.

5. მტრედისფერი თიხიანი მერგელები, 40—60 მ. მათში 4 ზონაა გამოყოფილი:

ქვედა ალბური

1. *Acanthoplites nolani*-ისა და
2. *Neohibolites minor*-ის ზონები შუა ალბური—*Kossmatella rencurelensis*-ისა და *Neohibolites minus*-ის ზონა; ზედა ალბური—*Perinquieria inflata*-ს ზონა.

6. გლუკონტიანი ქვიშაქვები, 40 მ.; ქვედა სენომანური.

7. კაეიანი ქანები, 2,5—3 მ.; ზედა სენომანური.

8. კირქვებისა და მერგელების მორიგეობა და ტლანქშრეებრივი კირქვები, 35 მ.; ქვედა ტურონული *Mytiloides labiatus*-ის ზონა.

9. ტუფოგენური წყება, 100 მ.; ზედა ტურონული *Orthoceras lamarki*-ს ზონა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოლოგიური ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუყიდა 16.9.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. И. Джanelidze. Геологические наблюдения в Окрибе и в смежных частях Рачи и Лечхума. Тбилиси, 1940.
2. А. Л. Цагарели. Верхний мел Грузии. Инст. геологии и минералогии АН СССР. Монографии, № 5, 1954.
3. М. С. Эристави. Грузинская глыба в нижнемеловое время. Гეოლოგიური ინსტიტუტის შრომები, გეოლოგიური სერია, ტ. VI (XI), 1952.

O. სანძღი

 ახალციხის ქვანახშირის კომპლექსური გამოყენების
საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიევა 24.1.1957)

ენერგეტიკული რესურსების და მათ შორის დიდნაცრიანი სათბობის კომპლექსური გამოყენების საკითხი არ წარმოადგენს ახალ პრობლემას. ამ საკითხში განსაკუთრებით ბევრია გაკეთებული ესტონეთის სსრ, აგრეთვე ვოლგისპირეთისა და ლენინგრადის ოლქის საწვავი ფიქლების მიმართ. მიუხედავად ამისა, ყოველ გარკვეულ შემთხვევაში, როდესაც წამოიჭრება შეუსწავლელი მრავალნაცრიანი სათბობის გამოყენების საკითხი, აუცილებელი ხდება სათანადო კვლევითი მუშაობის ჩატარება, დამოკიდებული შესასწავლი ობიექტის თავისებურებასთან.

შრომა შეეხება ახალციხის ქვანახშირის ნაცრის გამოყენებას პორტლანდ-ცემენტის წარმოებაში, როგორც თიხის შემცველისა ნედლეულის კაზში.

საკითხის აქტუალობა არ მოითხოვს განსაკუთრებულ დასაბუთებას, თუ მივიღებთ მხედველობაში იმ გარემოებას, რომ ახალციხის ნახშირის დიდნაცრიანობის გამო მხოლოდ რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის თბოელექტროცენტრალი ყოველ დღე-ღამეში იძლევა ნაცარს 600—700 ტონის რაოდენობით. ამ ნაცარს დღემდე არ აქვს ფართო გამოყენება და შესაძლოა ახლო მომავალში ნაწილობრივ იქნეს გამოყენებული. ამიტომ, ასე თუ ისე დიდძალი ნაცრის დაგროვება გარდუვალი იქნება შემდგომშიაც, ხოლო რაკი ცემენტის წარმოება გამოიყენებს ნაცარს ყოველნაირი ამორჩევის გარეშე, ეს საშუალებას მოგვცემს საკვებით გამოვიყენოთ ნაცრის ნარჩენები.

დასახული საკვლევი ამოცანის გადასაწყვეტად სანედლეულო კაზმის შემადგენელ კომპონენტებად აღებული იყო კასპის საბადოს კირქვოვანი მერგელი და ახალციხის ნახშირის ნაცარი, რომელთა ქიმიური ანალიზები მოყვანილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

ნივთიერების დასახელება	ქიმ. შედგენილობა წონითი პროცენტებით									
	H ₂ O	ხ. ნ.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	TiO ₂	ჯამი
კირქვოვანი მერგელი	0,22	36,26	10,30	3,73	1,78	45,35	2,33	—	—	99,87
ახალციხის ნახშირის ნაცარი	—	—	56,05	30,74	6,96	3,03	1,94	0,80	0,64	100,16

ახალციხის ნახშირის ნაცრის პორტლანდცემენტის წარმოებაში გამოყენების საკითხის პრინციპული გადაწყვეტისთვის ჩატარდა წინასწარი ცდები კრიტოლის ლუმელში გამოწვით და მიღებული ცემენტის გამოცდით პროფ. გ. კიულის მიხედვით მცირე ნიმუშებზე. ამ მეთოდში შეტანილი იყო მცირე ცვლილება, სახელდობრ: გამოცდის შედეგები არ მრავლდებოდა კოეფიციენტ 2-ზე, 13. „მოამბე“, ტ. XX, № 2, 1953



ვინაიდან ეს უკანასკნელი წარმოადგენს შედეგს, მიღებულს პლასტიკური დუბლებისათვის. თანახმად გერმანული მეთოდისა, ცემენტის ნორმალური გამოცდის დროს, საწინააღმდეგოდ ჩვენი მეთოდისა, რომლისათვის მიღებულია ხისტი დუბლები, მცირე გამოსაცდელი ნიმუშების ზომები შემდეგი იყო: კუბები 2 სმ³ წახნაგებით და ძელები განივკვეთში 2 სმ² ფართით და სიგრძით 3 სმ. ინერტულ შემავსებლად იყო გამოყენებული წვრილი ქვიშა, ვოლსკის ნორმალური ქვიშის გაცრით № 05 და № 021 საცრებში, ე. ი. ქვიშის მარცვლების სიდიდით 0,21 — 05 მმ.

წინასწარი ცდებისათვის იყო შედგენილი სამი სანედლეულო კაზმი, რომელთა მაძღრობის კოეფიციენტი ვ. კინდის მიხედვით სათანადოდ იყო 0,82, 0,86 და 0,90.

მაძღრობის კოეფიციენტის უმცირესი ზღვარი აღებულია ცნობილი მოსაზრებით, რომ შეუსწავლელი კლინიკურებისათვის წარმოების პირობებში უნდა იქნეს აღებული 0,82. რაც შეეხება მაძღრობის კოეფიციენტს, ტოლი — 0,86 და 0,90, პირველი აღებულია როგორც ჩვეულებრივი დონე წარმოების პირობებისათვის, ხოლო მეორე — როგორც მიახლოება იდეალური მაძღრობის კოეფიციენტთან, რომელიც უდრის 1-ს.

განგარიშების საფუძველზე, ფარდობა — კირქვა: ნაცარი სანედლეულო კაზმებში იყო მიღებული: მკ=0,82 სათანადოდ 11,94 წონითი ერთეული კირქვისა 1 წონითი ერთეული ნაცარი; მკ=0,86 სათანადოდ 15, 15:1; მკ=0,90 სათანადოდ 15,5:1.

სანედლეულო კაზმის ჰომოპენიზირებისათვის კირქვის ნამტვრევები და ნაცარი დაფქვის მიზნით თავსდებოდა ბირთვოვან წისქვილში ზემოთ მოყვანილი შეფარდებით ყოველი კაზმის მიხედვით. დაფქვის სიწმინდე მიღებული იყო სრული გასვლით № 0085 საცერში. ამგვარად მიღებულ სანედლეულო ფხვნილს ემატებოდა წყალი 10% რაოდენობით და შემდგომ ასეთი დანამული კაზმიდან დაწნევის საშუალებით მზადდებოდა ბრიკეტები ცილინდრების სახით, დიამეტრით 23 და სიმაღლით 15 სმ.

ტექნიკური პირობების და შესაძლებლობათა მიხედვით კაზმთა გამოწვა ჩატარდა საერთოდ მიღებულ გამოწვის რეჟიმის ჩარჩოებში და ჰქონდა შემდეგი სახე: ტემპერატურის აწევა 1000°-მდე 1 საათიდან 2 საათამდე, 1000°-დან 1450°-მდე 1 საათიდან 2 საათსა და 30 წუთამდე, დაყოვნება 1450—1500° ფარგლებში 1 საათიდან 1 საათი და 45 წუთამდე, გამოწვის საერთო ხანგრძლივობა 5 საათი და 15 წუთიდან 5 საათსა და 45 წუთამდე.

გამოწვის შედეგად მიღებული ნაწარმი იფხვნებოდა ჯერ აბისის სამსხვრეველაში და შემდგომ აგატის საფქველში ისეთ სიწმინდემდე, რომ ფხვნილი მთლად გადიოდა საცერ № 0085 დაფქვის პროცესში ნაწარმს ემატებოდა ბუნებრივი თაბაშირი 3% რაოდენობით.

ცემენტების გასინჯვა დუბლების სახით 1:3 კუმშვაზე და ღუნვაზე მცირე ნიმუშებით კვ/სმ², წყალცემენტის ფაქტორით 0,11 მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

სამივე ცემენტის გამოცდების შედეგი არ იყო უეცარი, ვინაიდან კლინიკურების გაანგარიშებული ქიმშედგენილობა და ხარისხის მოღულები უკვე მოწინააღმდეგებდა იმას, რომ აღებული კომპოზიციის სანედლეულო კაზმიდან მომზადებული ცემენტი დადებით ეფექტს მოგვცემდა.

მივიღეთ რა დადებითი შედეგები სრულიად ლაბორატორიულ პირობებში, შემდგომი ცდების წარმოების პირობებთან დაახლოების მიზნით გამოწვა მოყვანილია ალიან ღუმელში. მხოლოდ ამ შემთხვევაში გვქონდა ის განსხვავება, რომ ნაცრის მაგეირ კაზმში შეგვყავდა თვით ნახშირი, მაგრამ იმ რაოდენობით, სადაც უზრუნველყოფილი იყო კირქვა — ნაცრის სათანადო ფარდობა მიღე-

ცხრილი 2

კაზმი	KH	4-დღიური დაყოფნება		7-დღიური დაყოფნება		40-დღიური დაყოფნება		3თვით დაყოფნა		შენიშვნა
		R კუმ.	R ლუნ.	R კუმ.	R ლუნ.	R კუმ.	R ლუნ.	R კუმ.	R ლუნ.	
		ნარისხის კოეფიციენტი		ნარისხის კოეფიციენტი		ნარისხის კოეფიციენტი		ნარისხის კოეფიციენტი		
I	0,82	64,7	51,9	64,7	67,7	98,8	87,8	116,5	542,1	40-დღიური დაყოფნება იყო იძულებითი, ვინაიდან წნეხი იყო შეკეთებაში.
II	0,86	64,7	70,3	77,7	70,7	87,8	91,2	129,3	591,7	
III	0,90	64,7	61,1	64,7	71,3	76,8	90,7	122,3	552,4	

ბული მადრობის კოეფიციენტების მიხედვით. ნახშირი იგივე იყო, რომელიც გამოვიყენეთ ცდების პირველ სერიაში.

კაზმის მომზადება წარმოებდა შემდეგი წესით. ნახშირის და მერგელის 50 სმ სიღიდის ნამტვრევეები ჯერ აირეოდა ხელით, მხოლოდ ნახშირი წინასწარ იყო გამომშრალი. ამგვარი ნარევი შემდგომ ჩაიტვირთებოდა ბირთვიან წისქვილში, სადაც იფქვებოდა დაფქვის ისეთ სიწმინდემდე, რომელიც ხასიათდებოდა სრული გავლით № 0085 საცერში. მიღებული მშრალი ნარევი — „შავი ფქვილი“ წისქვილიდან გამოტვირთვის შემდეგ თანაზომიერად ინამებოდა 12% წყლით. დანამული ნახევრიდან დაწნეხით მზადდებოდა ბრიკეტები ზომით 7×741,5 სმ. უქანასქნელები კასპელებში მოთავსების შემდეგ ჩაიტვირთებოდა ალიან ღუმელში, სადაც წარმოებდა მათი გამოწვა უმაღლესი ტემპერატურის 1520°-სას.

უნდა აღინიშნოს, რომ გამოწვა ვერ მოვახდინეთ ხელსაყრელ თბოტექნიკურ პირობებში, ვინაიდან ხშირი იყო ელექტროდენის გამორთვა, რის გამოც ღუმელი ცივდებოდა. მხოლოდ ერთ შემთხვევაში შეეძლო გამოწვის ჩატარება შედარებით უკეთეს პირობებში, რის შედეგად მცირე რაოდენობით იყო მიღებული კლინკერი, რომელიც არასაკმარისად წააგავდა მბრუნავი ღუმელების საწარმოო კლინკერს, მაგრამ ბევრი საერთო ჰქონდა შახტის ღუმელის კლინკერთან, რომელიც, როგორც ცნობილია, ხარისხით ბევრად ჩამორჩება როტაციულ კლინკერს. მიუხედავად ამისა, გამოწვის სრულყოფილების გასასინჯად მოვახდინეთ დაკვირვება გამოწვისას წონის დანაკარგზე, რამაც მოგვცა გაანგარიშებით 36,6% და ცდის შედეგად 38,7%, რაც დამაჯერებლად მოწმობდა ფიზიკურ-ქიმიური პარაცესების სრულ ჩატარებას. იმავეს ადასტურებს გაანგარიშებით და ცდით მიღებული კლინკერის ქიმიური შედგენილობა, რაც ნაჩვენებია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

კლინკერის დასახელება	ქიმიური შემადგენლობა ტონითი %/0-ით									ჯამი
	H ₂ O	ბ. ნ.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	
ცდით მიღებული	0,80	0,04	20,98	7,47	3,13	64,57	3,09	0,25	—	100,25
გაანგარიშებული	—	—	20,42	8,50	3,20	64,30	3,41	0,08	0,06	99,97

ვინაიდან ალიან ღუმელში მიღებული კლინკერი შეზღუდული რაოდენობით გეკონდა და იყო ფერის მიხედვით ორი ნაირსახეობისა — ყავისფერი და



მუქი ნაცრისფერი, იძულებული ვიყავით ამ სერის ცდებშიაც გავგესინჯა (1-მენტი მცირე ნიმუშებზე პროფ. კიულის მიხედვით. ცალკე იყო გამოცდილი ყავისფერი და მუქი ნაცრისფერი კლინკერები, აგრეთვე მათგან მიღებული საშუალო სინჯი შედარებით 1:1. შედარების მიზნით ეტალონად ავირჩიეთ კასპის ქარხნის პორტლანდცემენტი „მარკა 400“, რომელიც იყო იდენტიზებული დაფქვის სიწმინდის მიხედვით ცდით მიღებულ ცემენტების ფხვნილებთან.

ცემენტების გამოცდების შედეგები კუმშვაზე და ღუნვაზე კვ/სმ², მოყვანილია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

ცემენტის დასახელება	გამოცდის ვადები და ნაირსახეობა						ხარისხის კოეფიცი.
	4 დღე		7 დღე		28 დღე		
	R კუმ.	R ღუნ.	R კუმ.	R ღუნ.	R კუმ.	R ღუნ.	
ეტალონი — კასპის ქარხნის ცემენტი	64,7	64,1	85,4	84,3	90,6	102,6	401,7
ცდით მიღებული ყავისფერი	25,9	26,8	18,0	26,3	58,2	48,5	197,4
ცდით მიღებული ნაცრისფერი	37,8	41,0	25,9	43,5	90,6	83,7	322,5
ცდით მიღებული საშუალო	52,8	45,2	101,1	73,1	102,0	97,9	472,0

მიუხედავად იმისა, რომ ალიან ლუმელში მიღებული კლინკერები აუცილებლად მცირე მაჩვენებლებს მქონე უნდა გამოსულიყვნენ, მიღწეული შედეგები და განსაკუთრებით ტექნოლოგიური მოსაზრებანი გვაძლევენ სრულ უფლებას გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. როგორც მიღებული მაჩვენებლების, ისე ქიმიური შედგენილობის მიხედვით ახალციხის ნახშირის ნაცარი საესებით შეიძლება გამოვიყენოთ პორტლანდცემენტის წარმოების სანედლეულო კაზმში ყოველნაირი საკორექტირო დანამატების გამოყენების გარეშე.

2. ახალციხის ნახშირის ნაცრის გამოყენებას თიხის მავიერ არსებითი მნიშვნელობა აქვს რუსთავის ცემენტის ქარხნისათვის ნაწარმის თვითღირებულების შესამცირებლად და ერთ მუშაზე გამომუშავების გასაძვირებლად, ვინაიდან ამ ღონისძიების შედეგად თითქმის სავსებით შეიძლება გაუქმდეს მუშახელის ხარჯი და აგრეთვე დანახარჯები თიხის მოპოვების, სატრანსპორტო და საწარმოო ხაზით, ვინაიდან ნაცარი წარმოადგენს რუსთავის თბოელექტრალის საწარმოო ნარჩენს, რომლის ღირებულების კალკულირებაში შეიძლება შევიდეს მხოლოდ სატრანსპორტო დანახარჯები.

3. ახალციხის ნახშირის ნაცარი დამატებითი კვლევების გარეშე საესებით შეიძლება გამოვიყენოთ წიდაპორტლანდცემენტში დანამატის სახით 10%-მდე, მსგავსად კაშირის თბოელექტროსადგურის ნაცრის შესწავლისა, რომელიც თავისი ქიმიური შემადგენლობით არაფრით არ დგას ახალციხის ნახშირის ნაცარზე მაღლა და არსებითად არაფრით განსხვავდება უკანასკნელისაგან.

4. ახალციხის ნახშირის ნაცრის რაოდენობა, თანხმად პირველი და მეორე დასკვნებისა, შეიძლება განისაზღვროს 350—400 ტონის რაოდენობით დღეღამეში, რასაც დიდი მნიშვნელობა ექნება რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის სა-

წარმოო სანიტარიისათვის, შრომის პირობების გაჯანსაღებისა და საყარი სამუშაოების ხარჯთა შემცირებისათვის.

5. როგორც ვხედავთ, რუსთავის თბოცენტრალის ნაცრის გამოყენებას დიდი სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობა აქვს რუსთავის მეტალურგიული და ცემენტის ქარხნებისათვის, რის გამოც ეს საკითხი დასახულ უნდა იქნეს წარმოებაში დანერგვის უახლოეს ამოცანად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 26.2.1957)

დავოწმებული ლიტერატურა

1. В. А. Кинд. Специальные цементы. ОНТИ, 1936.
2. А. С. Пантелеев и Ю. М. Бутт. Переработка сланца на генераторный газ и портланд-цемент. Цемент, № 3, 1936.
3. С. М. Розенблит. Строительные материалы из сланцевой золы. Гизместпром, 1939.
4. Л. М. Ткаченко. Зола и шлаки подмосковных углей в качестве добавки к портланд-цементу. Промышленность строительных материалов, № 7, 1940.
5. Сланцевольные материалы в строительстве». Труды Второго совещания по расширению использования в строительстве неорганической части сланца-куксерсита. Таллин. Энергоиздат, 1955.
6. В. Н. Юнг, Основы технологии вяжущих веществ. Промстройиздат, 1951.

ტექნიკა

6. შოკშოლიანი

 მუღმივი სიხისტიისა და თანაბრად განაწილებული ტვირთის მქონე
 უჭრი კოჭების თავისუფალ განივ რხევათა სიხშირეები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიევა 11.5.1957)

უჭრი კოჭების რხევათა საკითხი სანაწილებლო კონსტრუქციათა დინამიკის ნაკლებად შესწავლილ ნაწილს წარმოადგენს. სიხშირეთა და რხევათა ფორმების განსაზღვრის სირთულე იმაში მდგომარეობს, რომ ისინი დამოკიდებული არიან ცალკეულ მალთა ურთიერთთანაფარდობაზე, რომელიც იცვლება ფართო საზღვრებში. ნაგებობათა გამოყენებით დინამიკაში მოცემულია უჭრი კოჭების რხევის სიხშირეების განტოლებათა შედგენის ზოგადი მეთოდები. ცალკეულ შრომებში გადაწყვეტილია ზოგიერთი კონკრეტული პრაქტიკული ამოცანა. მაგალითად, [1]-ში მოცემულია არასიმეტრიული ორმალიანი და სიმეტრიული სამმალიანი კოჭების თავისუფალ რხევათა სიხშირეების განტოლებანი, განსაზღვრულია ძირითად რხევათა კოეფიციენტები და აგებულია რხევათა კოეფიციენტების შესაბამისი გრაფიკები.

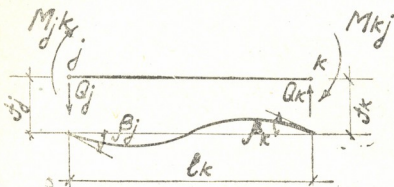
ამ სტატიის მიზანია მუღმივი სიხისტიისა და თანაბრად განაწილებული ტვირთის მქონე არასიმეტრიული სამმალიანი უჭრი კოჭის თავისუფალ რხევათა განტოლების გამოყვანა და ძირითად რხევათა სიხშირეების კოეფიციენტების განსაზღვრა მალეების სხვადასხვა თანაფარდობისათვის. ასეთი კოჭები შეიძლება წარმოადგენდნენ სამრეწველო და საშოქალაქო შენობათა და სამალო ნაგებობათა კონსტრუქციულ ელემენტებს. კვეთის მობრუნებისა და გადაძვრულ ძალთა ინერციის გავლენას მხედველობაში არ ვიღებთ.

დასახული ამოცანა შეიძლება გადაწყვეტილ იქნეს სხვადასხვა მეთოდით. მათ შორის ძირითადია: სიხშირეთა განტოლების შედგენის უშუალო მეთოდი, საწყისი პარამეტრების მეთოდი, დეფორმაციისა და სანი მომენტის განტოლებების მეთოდი.

ყველა ამ მეთოდს საფუძვლად უდევს დიფერენციალური დამოკიდებულება ჩალუნვებსა და თავისუფალ რხევათა დროს მოქმედ ძალებს—ინერციის ძალებს შორის. ყოველი მეთოდი საშუალებას გვაძლევს შევადგინოთ წრფივი ერთგვაროვანი ტრანსცენდენტული განტოლებათა სისტემა უცნობი პარამეტრების მიმართ. თავისუფალი რხევების დროს განტოლებათა სისტემის არანულოვანი ამოხსნის არსებობის პირობას წარმოადგენს უცნობი პარამეტრების კოეფიციენტებისაგან შედგენილი დეტერმინანტის ნულთან განტოლება;

დეტერმინანტის გაშლით მიიღება თავისუფალ რხევათა სიხშირეების განტოლებები.

სიხშირეთა განტოლებების შედგენის ამა თუ იმ მეთოდის არჩევისათვის აუცილებელია ვიხელმძღვანელოთ განტოლებებში შემავალი უცნობი პარამეტრების მინიმალური რიცხვის მიღების პირობით, რაც განსაზღვრავს გასახსნელი დეტერმინანტის რიგს. დაყენებული ამოცანის გადასაწყვეტად უფრო ხელსაყრელია დეფორმაციის მეთოდის გამოყენება. ამასთან უცნობ პარამეტრებად იქნებიან კუთხური მობრუნებანი შუალედური საყრდენებზე და გასაშლელი დეტერმინანტის რიგი გაუტოლდება შუალედურ საყრდენების რიცხვს.



ნახ. 1

დეფორმაციის მეთოდი ნაგებობათა დინამიკაში პირველად მოკვმული იყო 1939 წ. ა. ბელოუსის ნაშრომში [2]. განაპირა მომენტების გამოსახვა განაპირა კვეთების კუთხური და ვერტიკალური გადაანაცვლებების საშუალებით k -მალიანი უჭრი კოქისათვის (ნახ. 1) ზოგადი სახით შეიძლება შემდეგნაირად დაიწეროს:

$$M_{j*} = \left[F_{(\alpha \bar{l}_k)} \beta_j + H_{(\alpha \bar{l}_k)} \beta_k + G_{(\alpha \bar{l}_k)} \frac{f_j}{l_k} - N_{(\alpha \bar{l}_k)} \frac{f_k}{l_k} \right],$$

$$M_{kj} = \left[F_{(\alpha \bar{l}_k)} \beta_k + H_{(\alpha \bar{l}_k)} \beta_j + N_{(\alpha \bar{l}_k)} \frac{f_j}{l_k} - G_{(\alpha \bar{l}_k)} \frac{f_k}{l_k} \right],$$

სადაც *

$$i_k = \frac{EJ}{l_k} \text{ კოქის გრძივი სიხისტეა;}$$

β_j ; β_k —განაპირა კვეთების კუთხური მობრუნებანი;

f_j ; f_k —განაპირა კვეთების ვერტიკალური გადაანაცვლებანი;

$$\bar{l}_k = \frac{l_k}{l}; \quad l \text{—უჭრი კოქის ცალკეულ მალთა ჯამი.}$$

$$F_{(\alpha \bar{l}_k)} = \frac{\sin(\alpha \bar{l}_k) \cdot \operatorname{ch}(\alpha \bar{l}_k) - \operatorname{sh}(\alpha \bar{l}_k) \cdot \cos(\alpha \bar{l}_k)}{1 - \cos(\alpha \bar{l}_k) \cdot \operatorname{ch}(\alpha \bar{l}_k)} \cdot \alpha \bar{l}_k,$$

$$H_{(\alpha \bar{l}_k)} = \frac{\operatorname{sh}(\alpha \bar{l}_k) - \sin(\alpha \bar{l}_k)}{1 - \cos(\alpha \bar{l}_k) \cdot \operatorname{ch}(\alpha \bar{l}_k)} \cdot \alpha \bar{l}_k,$$

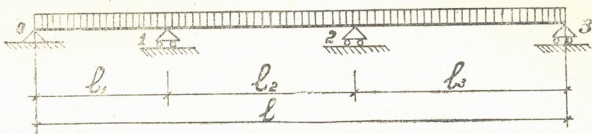
$$G_{(\alpha \bar{l}_k)} = \frac{\operatorname{sh}(\alpha \bar{l}_k) \cdot \sin(\alpha \bar{l}_k)}{1 - \cos(\alpha \bar{l}_k) \cdot \operatorname{ch}(\alpha \bar{l}_k)} \cdot \alpha^2 l_k^2,$$

$$N(\alpha \bar{l}_k) = \frac{\operatorname{ch}(\alpha \bar{l}_k) - \cos(\alpha \bar{l}_k)}{1 - \cos(\alpha \bar{l}_k) \cdot \operatorname{ch}(\alpha \bar{l}_k)} \cdot \alpha^2 \bar{l}_k^2.$$

საკუთარი რხევების სიხშირეთა განტოლების შესადგენად ორი ურთიერთ უსასრულოდ ახლო მდებარე კვეთებით ამოიჭრება საყრდენი კვანძები და განიხილება ამოჭრილი კვანძების მომენტების წონასწორობა⁽¹⁾

$$\sum_j M = 0.$$

განვიხილოთ სამმალიანი კოჭი, რომლისთვისაც გამოვიყვანთ სიხშირეთა განტოლებას



ნახ. 2

საყრდენ მომენტებს ექნებათ შემდეგი გამოსახულება:

$$\begin{aligned} M_{01} &= i_1 [F(\alpha \bar{l}_1) \cdot \beta_0 + H(\alpha \bar{l}_1) \cdot \beta_1]; & M_{10} &= i_1 [F(\alpha \bar{l}_1) \cdot \beta_1 + H(\alpha \bar{l}_1) \cdot \beta_0], \\ M_{12} &= i_2 [F(\alpha \bar{l}_2) \cdot \beta_1 + H(\alpha \bar{l}_2) \cdot \beta_2]; & M_{21} &= i_2 [F(\alpha \bar{l}_2) \cdot \beta_2 + H(\alpha \bar{l}_2) \cdot \beta_1], \\ M_{23} &= i_3 [F(\alpha \bar{l}_3) \cdot \beta_2 + H(\alpha \bar{l}_3) \cdot \beta_3]; & M_{32} &= i_3 [F(\alpha \bar{l}_3) \cdot \beta_3 + H(\alpha \bar{l}_3) \cdot \beta_2], \end{aligned}$$

რადგან $M_{01} = M_{32} = 0$, მობრუნების კუთხეები β_0 და β_3 შეიძლება გამოისახოს β_1 და β_2 -ით და

$$\beta_0 = -\frac{H(\alpha \bar{l}_1)}{F(\alpha \bar{l}_1)} \cdot \beta_1; \quad \beta_3 = -\frac{H(\alpha \bar{l}_3)}{F(\alpha \bar{l}_3)} \cdot \beta_2.$$

შევიტანოთ β_0 და β_3 -ს მნიშვნელობა M_{10} და M_{23} -ს გამოსახულებაში

$$\begin{aligned} M_{10} &= i_1 \left[F(\alpha \bar{l}_1) \cdot \beta_1 - \frac{H^2(\alpha \bar{l}_1)}{F(\alpha \bar{l}_1)} \cdot \beta_1 \right]; \\ M_{23} &= i_3 \left[F(\alpha \bar{l}_3) \cdot \beta_2 - \frac{H^2(\alpha \bar{l}_3)}{F(\alpha \bar{l}_3)} \cdot \beta_2 \right]. \end{aligned}$$

ეწერთ 1 და 2 კვანძების მომენტების წონასწორობას:

$$\begin{aligned} M_{10} + M_{12} &= 0, \\ M_{21} + M_{23} &= 0. \end{aligned}$$

მომენტების მნიშვნელობების ჩასმისა და წვერთა დაჯგუფების შემდეგ მივიღებთ:

⁽¹⁾ შეიძლება განვიხილოთ ამოჭრილი კვანძის გადამჭრულ ძალთა წონასწორობა.

$$\beta_1 \left\{ i_1 \left[F(\alpha \bar{l}_1) - \frac{H^2(\alpha \bar{l}_1)}{F(\alpha \bar{l}_1)} \right] + i_2 F(\alpha \bar{l}_2) \right\} + \beta_2 i_2 H(\alpha \bar{l}_2) = 0,$$

$$\beta_1 i_2 H(\alpha \bar{l}_1) + \beta_2 \left\{ i_2 F(\alpha \bar{l}_2) + i_3 \left[F(\alpha \bar{l}_3) - \frac{H^2(\alpha \bar{l}_3)}{F(\alpha \bar{l}_3)} \right] \right\} = 0.$$

კუთხური მობრუნების მიმართ არანულოვანი ამოხსნის პირობას წარმოადგენს სისტემის დეტერმინანტის ნულთან ტოლობა

$$\begin{vmatrix} \left\{ i_1 \left[F(\alpha \bar{l}_1) - \frac{H^2(\alpha \bar{l}_1)}{F(\alpha \bar{l}_1)} \right] + i_2 F(\alpha \bar{l}_2) \right\}; & i_2 H(\alpha \bar{l}_2) \\ i_2 H(\alpha \bar{l}_2); & \left\{ i_2 F(\alpha \bar{l}_2) + i_3 \left[F(\alpha \bar{l}_3) - \frac{H^2(\alpha \bar{l}_3)}{F(\alpha \bar{l}_3)} \right] \right\} \end{vmatrix} = 0.$$

დეტერმინანტის გაშლით მივიღებთ

$$\left\{ i_1 \left[F(\alpha \bar{l}_1) - \frac{H^2(\alpha \bar{l}_1)}{F(\alpha \bar{l}_1)} \right] + i_2 F(\alpha \bar{l}_2) \right\} \left\{ i_2 F(\alpha \bar{l}_2) + i_3 \left[F(\alpha \bar{l}_3) - \frac{H^2(\alpha \bar{l}_3)}{F(\alpha \bar{l}_3)} \right] \right\} - i_2^2 H^2(\alpha \bar{l}_2) = 0.$$

გარდაქმნების შემდეგ სამმალიანი არასიმეტრიული უკრი კოჭის რხევის სიხშირეთა განტოლებას საბოლოოდ ექნება სახე

$$\left\{ \left[F(\alpha \bar{l}_1) - \frac{H^2(\alpha \bar{l}_1)}{F(\alpha \bar{l}_1)} \right] + \frac{\bar{l}_1}{\bar{l}_2} F(\alpha \bar{l}_2) \right\} \left\{ \frac{\bar{l}_1}{\bar{l}_2} F(\alpha \bar{l}_2) + \frac{\bar{l}_1}{\bar{l}_3} \left[F(\alpha \bar{l}_3) - \frac{H^2(\alpha \bar{l}_3)}{F(\alpha \bar{l}_3)} \right] \right\} - \frac{\bar{l}_1^2}{\bar{l}_2^2} H^2(\alpha \bar{l}_2) = 0. \quad (1)$$

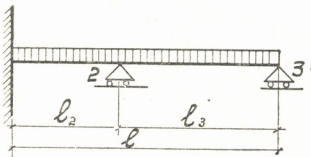
ამ განტოლებიდან, როცა $\bar{l}_1 = 0$, შეიძლება მიღებულ იქნეს, როგორც კერძო შემთხვევა, ორმალიანი ერთი მხრით ჩამავრებული უკრი კოჭის რხევის სიხშირეთა განტოლება (ნახ. 3).

ამ განტოლებას შემდეგი სახე აქვს:

$$F(\alpha \bar{l}_2) + \frac{\bar{l}_2}{\bar{l}_3} \left[F(\alpha \bar{l}_3) - \frac{H^2(\alpha \bar{l}_3)}{F(\alpha \bar{l}_3)} \right] = 0.$$

(1) განტოლების საფუძველზე ჩვენ მიერ გამოთვლილ იქნა ძირითადი ტონის სიხშირეების კოეფიციენტები:

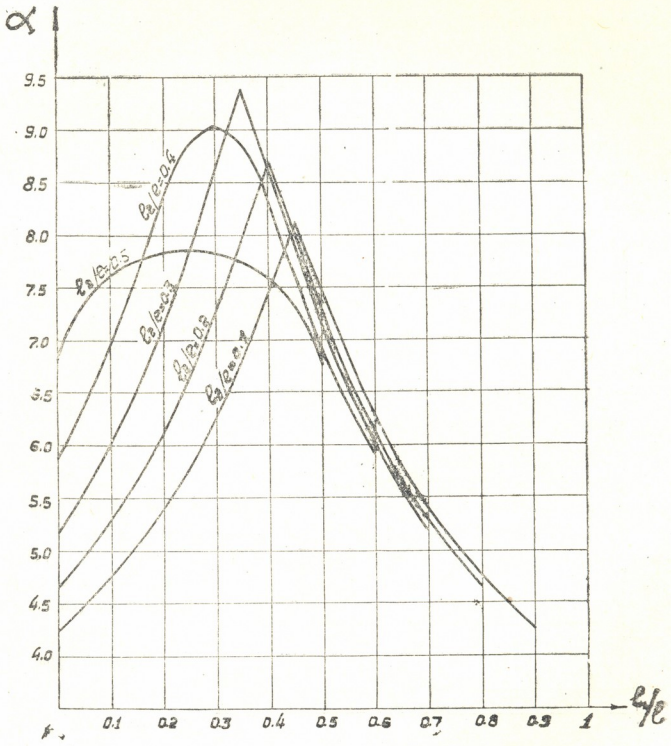
α -ს მნიშვნელობები ისახლვრებოდა საცდელი ჩასმის მეთოდით. ამისათვის გამოვიყენეთ F და H ფუნქციების ზუსტი ცხრილები, რომლებიც მოცემულია [1] და [2] შრომებში. გამოანგარიშების შედეგები მალთა სხვადასხვა თანაფარდობისათვის მოცემულია 1 ცხრილში.



ნახ. 3

არქივული
სტამბა

ცხრილის საფუძველზე აგებულია მრუდები (ნახ. 4). ეს მრუდები საშუალებას გვაძლევს პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტისას განვსაზღვროთ ძირითადი ტონის რხევის კოეფიციენტები. მრუდები გვიჩვენებს სიხშირის კოეფიციენტების ცვალებადობის კანონზომიერებას უჭრი კოჭის მალთა სხვადასხვა თანათარღობისას.



ნახ. 4

რხევათა წრიული სიხშირეები განისაზღვრება ფორმულით:

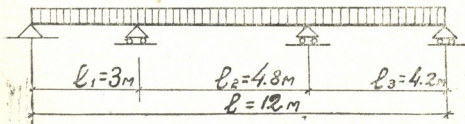
$$\varphi = \frac{\alpha^2}{l^2} \sqrt{\frac{EJ}{m}}$$

$l_1/l = \bar{l}_1$	$l_2/l = \bar{l}_2$								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,0	4,253	4,670	5,210	5,922	6,780	6,952	6,208	5,580	5,105
0,1	4,755	5,270	6,000	6,960	7,625	6,870	6,080	5,138	5,105
0,2	5,400	6,113	7,120	8,270	7,820	6,896	6,080	5,580	—
0,3	6,267	7,280	8,645	9,020	7,820	6,870	6,280	—	—
0,4	7,465	8,668	8,645	8,270	7,625	6,952	—	—	—
0,5	7,465	7,280	7,120	6,960	6,780	—	—	—	—
0,6	6,267	6,113	6,000	5,922	—	—	—	—	—
0,7	5,400	5,270	5,210	—	—	—	—	—	—
0,8	4,755	4,670	—	—	—	—	—	—	—
0,9	4,253	—	—	—	—	—	—	—	—

სადაც

 E კოქის მასალის დრეკადობის მოდულია; J —განივეკვეთის ინერციის მომენტი; m —გრძივი მასა; L —უჭრი კოქის ცალკეულ მალთა ჯამი, α —რხევის სიხშირის კოეფიციენტი (იღება გრაფიკიდან ან ცხრილიდან).

მაგალითი: გამოვითვალოთ არასიმეტრიული ორტესებრი № 24 უჭრი კოქის თავისუფალი რხევის ძირითადი ტონის სიხშირე, კოქზე მოქმედებს მხოლოდ საკუთარი წონა (ნახ. 5);



ნახ. 5

$$m = \frac{0.374 \text{ კგ. სეკ.}^2}{981 \text{ სმ}^2};$$

$$J = 4570 \text{ სმ}^4;$$

$$E = 2.1 \times 10^6 \text{ კგ/სმ}^2$$

$$l_1/l = 0,25;$$

$$l_2/l = 0,40$$

გრაფიკიდან $\alpha = 8,85$.

რხევათა რიცხვი ერთ სეკუნდში

$$\omega = \frac{8.85^2}{6.28 \cdot 1200^2} \sqrt{\frac{2.1 \times 10^6 \times 4570 \cdot 981}{0.374}} = 43.3.$$

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 22.5.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. В. Ананьев. Справочник по расчету собственных колебаний упругих систем. ОГИЗ, 1946.
2. А. А. Белоус. Метод деформаций в динамике рамных конструкций. Исследование по теории сооружений, сборник № 3, Госстройиздат, 1939.

ზოოლოგია

ი. გოგებაშვილი და ლ. ნათაძე

მემორიული პლატიბაზალური ქვეწარმავლები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. დავითაშვილმა 29.3.1957)

ხერხემლიანთა ნევროკრანიუმის აგებულება მჭიდროდაა დამოკიდებული ტვინის, გრძნობათა ორგანოების, ყბის აპარატისა და სხვა ნაწილების აგებულებისა და განვითარების ხარისხისაგან. სახელდობრ, ქალას აგებულების სასიათზე უდიდეს გავლენას ახდენს თვალები, რომელთა განვითარების ხარისხი, ზომა და მდებარეობა განაპირობებს ნევროკრანიუმის ფუძის ტიპს (პლატიბაზალურობასა თუ ტროპიბაზალურობას). რამდენადაც თვალების განვითარების ხარისხი განპირობებულია ცხოველის ცხოვრებაში მხედველობის ფუნქციის მნიშვნელობით და, ამრიგად, ცხოველის ეკოლოგიის თავისებურებებით, ქალას ფუძის ტიპიც ამ ფაქტორებისაგან დამოკიდებულად უნდა ჩაითვალოს.

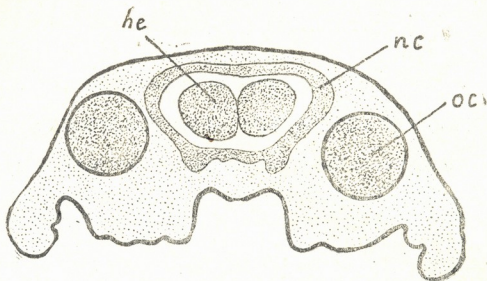
ცნობილია, რომ ქვეწარმავლებს ყოველთვის ტროპიბაზალური ქალა აქვთ. თუმცა არსებული ლიტერატურული ცნობების განხილვა [1, 2, 3, 4, 5] აშკარად მოწმობს, რომ ზოგ ქვეწარმავალს, კერძოდ გველს, ეძინება ტროპიბაზალურობის დამახასიათებელი ნიშნების მეტ-ნაკლები შესუსტება. მიუხედავად ამისა, ამ ავტორების მიერ აღწერილი ცხოველების ნევროკრანიუმი მაინც არ გამოდის ტროპიბაზალური ტიპის ფარგლებიდან და, ამრიგად, პლატიბაზალური ტიპი ქვეწარმავლებში ჯერ აღწერილი არ ყოფილა. ეს გარემოება თითქოსდა ადასტურებს სევერტოვის [6] მოსაზრებას იმის შესახებ, რომ ქალას პლატიბაზალურობა ყოველთვის პირველადია და რომ ტროპიბაზალური ქალას გარდაქმნა კვლავ პლატიბაზალურად არ ხდება.

ქვეწარმავლების ინტერორბიტალური მიდამოს აგებულების შედარებითი შესწავლისას გამოირკვა, რომ ზოგ გველს მკვეთრად გამოხატული ტიპობრივი პლატიბაზალურობა ახასიათებს. ეს ეხება, სახელდობრ, ერიქსს, ანუ ველის მახრჩობელას (*Eryx jaculus*), და ტიფლოფსს, ანუ აგრეთ წოდებულ ბრუცას (*Typhlops vermicularis*).

ერიქსის, ანუ დასავლური მახრჩობელას (*Eryx jaculus*) თავი ძალიან მოკლეა, ტანთან შედარებით პატარა და ვიწრო. თვალები ძალიან პატარა ზომისაა და ერთმანეთს ძლიერ დამორებული. თვალბუდეთშორისი სივრცე შესაბამისად ძალიან ფართოა, მისი სიგანე, თვითეული თვალის სიგანეს შეესაბამება როგორც 2:1. მთელი ინტერორბიტალური მიდამო უჭირავს სატვინე კოლოფს, რომელიც ძალიან ფართოა და ვრცელი, ჭრილში ოვალურ-ტრაპეციული, ძალიან ფართობფუძიანი, მასიური კედლების მქონე. მასში იმყოფებიან თვით პენისფეროები (და არა საყნოსავი წილები ან ტრაქტები, როგორც ქვეწარმავლების უმრავლესობაში). თვალების ვენტრალური კიდე და ტვინის ფუძე ერთ დონეზე ძევს. თვალბუდეთშორისი ძვიდისაგან კვალიც კი არაა დარჩენილი. სატვინე კოლოფის სიგანე თვითეული თვალის სიგანეს შეესაბამება დაახლოებით როგორც 2:1 (სურ. 1).

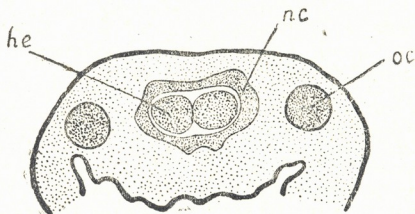
ტიფლოფსის, ანუ ბრუცას (*Typhlops vermicularis*) თავი მობრგვალოა, უაღრესად პატარა და კომპაქტური. თვალები რუდიმენტულია, კანით და-

ფარული, გარედან თითქმის შეუმჩნეველი, მოყვანილობით სფერული, ერთი-
 ნეორეს უკიდურესად დაშორებული. ინტერორბიტალური სივრცე, შესაბამი-



სურ. 1. ერიქსის თავის განივი კრილი ინტერორბიტალურ
 მიდამოში: oc—თვალი, he—ტვინის ნახევარსფეროები,
 nc—ნევროკრანიუმი (ნახევრად სქემატურად)

სად, უაღრესად ფართოა. მისი სიგანე თვითეული თვალის სიგანეს შეესაბამება
 როგორც 4:1. სატვინე კოლოფი ძალიან ფართოა, სქელკედლიანი, კრილში ოვა-
 ლური, ფართოფუძიანი. იგი შეიცავს ჰემისფეროების ფართო უბანს. თავისი სი-
 ფართოის მიუხედავად, იგი მთელ ინტერორბიტალურ სივრცეს მაინც ვერ ავ-



სურ. 2. ტიფლოფსის თავის განივი კრილი ინტერორ-
 ბიტალურ მიდამოში: oc—თვალი, he—ტვინის ნახევარ-
 სფეროები, nc—ნევროკრანიუმი (ნახევრად სქემატურად)

სებს და ნევროკრანიუმსა და თვითეულ თვალს შორის საკმაოდ განიერი შუა-
 ლედი რჩება. ტვინისა და ქალას ფუძე თვალების ვენტრალურ კიდეზე უფრო
 დაბლა მდებარეობს. სატვინე კოლოფის სიგანე თვითეული თვალის სიგანეს
 შეეფარდება როგორც 3:1 (სურ. 2).

როგორც ვხედავთ, ერიქსის თვალეები ერთობ პატარა ზომისაა და ერთიმე-
 ორეს ძლიერ დაშორებული. ტიფლოფსს კი სულაც რუდიმენტული, კანით და-
 ფარული, სფერული მოყვანილობის და ერთმანეთს უკიდურესად დაცილებული

ეროვნული
ბიბლიოთეკა

თვალები აქვს. პირველი მათგანის ინტერობიტალური მიდამოს განის შეფარდება თვითთველი თვალის დიამეტრთან არის 2:1, მეორისა კი, თვალის ზომის უკიდურესი დაყინების შესაბამისად, 4:1. ორივე ცხოველის სატვინე კოლოფს განივ ქრილში თვალურ-ტრაპეციული მოყვანილობა აქვს, იგი ძალიან ფართოა და მასში თვით წინა ტვინის ჰემისფერობების საკმაოდ ფართო ნაწილები იმყოფება. ტიფლოფსის თვალები იმდენადაა რედუცირებული, რომ, თუმცა სატვინე კოლოფი ინტერობიტალურ მიდამოში ფრიად ვრცელია, იგი თვალებს შორის მანძილს მაინც ვერ ავსებს და ნევროკრანთუმსა და თვითველ თვალს შორის საკმაოდ ფართო შუალედი რჩება. არც ერიქსსა და არც ტიფლოფსს ინტერობიტალური ძვიდის ნაშთიც კი აღარა აქვს შერჩენილი, სატვინე კოლოფის ფუძე თვალების ვენტრალური პოლუსის დონეზეა, ან მასზე უფრო ქვემოთაც კი.

ამრავად, ჩვენ მიერ აღწერილ ორივე გველს სრულიად აშკარად გამოხატული პლატიბაზალურობა ახასიათებს. თუკი ამ ფაქტს გავანალიზებთ განხილული ცხოველების ეკოლოგიის თვალსაზრისით, აშკარად დავიხსავთ, რომ ქალას ფუძის აგებულება დამოკიდებულია ცხოველის ცხოვრებაში მხედველობის ფუნქციის მნიშვნელობისაგან. ქვეწარმავლების უმრავლესობისაგან განსხვავებით, საერთოდ გველებს, როგორც უფესო ფორმებს, ხოხვითი ლოკომოცია ახასიათებს, რის გამოც, ცხადია, მათს ცხოვრებაში მხედველობას შედარებით ნაკლები მნიშვნელობა აქვს. მაგრამ თვით გველებს შორისაც იმ ფორმებს, რომელთა მიმართაც ჩვენ აშკარა პლატიბაზალურობა დავადგინეთ, ესე იგი ერიქსსა და ტიფლოფსს, მხედველობა განსაკუთრებით სუსტადა აქვთ განვითარებული. ერიქსი თიხნარ და ქვიან ან ქვიშიან ადგილებშია გავრცელებული და, უმთავრესად, ქვების ქვეშ ან მღრღნელების სოროებში ბინადრობს [7], რის გამოც მას მხედველობა ნაკლებად ესაჭიროება. ტიფლოფსი კი მიწათხარია ფორმაა, იგი მუდამ ნიადაგში ცხოვრობს, ზედაპირზე ძალიან იშვიათად ამოდის [7]. შესაბამისად, მისი მხედველობა სრულიად დაქვეითებულია და თვალებიც რედუცირებული.

რაკი გველები საერთოდ ფილოგენეზურად შედარებით ახალგაზრდა ჯგუფს შეადგენენ, რომელიც განვითარდა ხვლიკისებრი ქვეწარმავლებისაგან. რომელთაც ტიპობრივი ტროპიბაზალური ქალა აქვთ, ცხადია, რომ აქ აღწერილ შემთხვევებში პლატიბაზალურობა მეორეულია.

რამდენადაც აღწერილი ორი ცხოველი ერთიმეორეს ფილოგენეზურად ერთობ დაშორებულია, სრულიად აშკარაა ისიც, რომ თვითველ მათგანს პლატიბაზალურობა ერთიმეორისაგან დამოუკიდებლად ჩამოყალიბებია, ეს კი იმას ნიშნავს, რომ პლატიბაზალურობა შეიძლება არაერთგზის განვითარდეს, როდესაც კი ცხოველის ეკოლოგიაში შესაბამისი ცვლილება ხდება.

გველებში მეორეული პლატიბაზალურობის შემთხვევების არსებობა უთუოდ ადასტურებს იმ შეხედულებას, რომლის თანახმადაც ქალას ფუძის ტიპი ევოლუციის პროცესში არა ერთხელ შეცვლილა ცხოველების ეკოლოგიის შეცვლის შესაბამისად და პლატიბაზალურობა არ შეიძლება მიჩნეულ იქნეს უსათუოდ პრიმიტიულობის გამოხატულებად [8]. უთუოდ სწორია, რომ ქალას ფუძის აღნაგობა ერთობ ლაბილური ნიშანია, დამოკიდებული პირველ ყოვლისა თვალების ზომაზე და, შესაბამისად, ცხოველის ცხოვრებაში მხედველობის ფუნქციის მნიშვნელობაზე, რის გამოც ამ ნიშანს ერთობ შეზღუდული ფილოგენეზური მნიშვნელობა აქვს [5].

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 30.3.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. G. R. Brock. On the development of the skull of *Leptodeira hotamobia*. Quart. Journal of Microscopical Science, vol 73, part 2, 1929.
2. K. Väcksström. Rekonstruktionsbilder zur Ontogenie des Kopfskelettes von *Tropidonotus natrix* Acta zoologica, vol. XII, 1931.
3. О. В. Чекановская. Развитие черепа ужа *Tropidonotus natrix*. Архив анат., гистол. и эмбриол., т. XV, вып. 3, 6, 1936.
4. ლ. ნათაძე. ხერხემლიანთა თვალბუდეთშორისი მიდამოს განვითარებისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკად. მოამბე, ტ. XII, № 3, 1951.
5. ლ. ნათაძე. მასალები ხერხემლიანთა თვალბუდეთშორისი მიდამოს განვითარებისა და აგებულების შესწავლისათვის. თბილისის საზ. უნივ. შრომები, ტ. 48, 1953.
6. А. Н. Северцов. Скелет и мускулатура головы *Acipenser ruthenus*. Собрание сочинений, т. IV, Москва, 1948.
7. П. В. Терентьев и С. А. Чернов. Определитель пресмыкающихся и земноводных. Москва, 1949.
8. Л. С. Берг. О положении *Acipenseriformes* в системе рыб. Труды Зоолог. института АН СССР, т. VII, № 3, 1948.

ფიზიოლოგია

ბ. თევზაძე

 ბგერითი გალიზიანების ხანგრძლივობის დიფერენციაციის
 შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 15.4.1957)

სმენის ანალიზატორის ანალიზურ-სინთეზური მოქმედების შესასწავლად ბევრი გამოკვლევაა წარმოებული აკად. ი. პავლოვის, აკად. ი. ბერიტაშვილისა და სხვათა ლაბორატორიებში, მაგრამ არ არის ცნობილი, ახერხებს თუ არა ცხოველი ბგერითი გალიზიანების ხანგრძლივობის დიფერენციაციას.

ჩვენ შევისწავლეთ ბგერითი გალიზიანების ხანგრძლივობის დიფერენციაციის უნარი ძაღლის სმენის ანალიზატორზე. შევეცადეთ გამოგვეკვლია, თუ რამდენად ახერხებს ცხოველი ვანსაზღვრული ხანგრძლივობის ბგერითი გამალიზიანებელი განასხვავოს სხვა ხანგრძლივობის იმავე გამალიზიანებლისაგან. საკითხის შესწავლა წარმოებდა კარგად ცნობილი მეთოდით — „კვების პირობითი რეფლექსი ცხოველის თავისუფალი მოძრაობის პირობებში“.

მეთოდიკა

ცდები ჩატარდა ძაღლებზე („ცუგა“ და „აკბარი“). პირობით გამალიზიანებლად ცდების პირველ სერიაში გამოყენებული იყო 20 წამის ხანგრძლივობის ელექტროზარის ბგერა. სადიფერენციაციოდ — დასაწყისში 10, ხოლო ბოლოს 15 წამის ხანგრძლივობის იგივე ელექტროზარის ბგერა. უპირობო გამალიზიანებელს პურით კვება წარმოადგენდა ორივე სერიის ცდებში.

ცდების მეორე სერიაში 20 წამის ხანგრძლივობის ელექტროზარის ბგერას ვიყენებდით საკვების № 1 ყუთთან ცხოველის მოსვლის პირობით სიგნალად, ხოლო სხვა ხანგრძლივობის (5, 10, 15 წამი) იგივე ბგერა საკვების № 2 ყუთთან მოსვლისა და კვების პირობით სიგნალად იყო გამოყენებული. მეორე სერიის ცდების დროს, პირობითი სიგნალის მოქმედებისას, ცხოველი მოთავსებული იყო გალიაში. გალიის კარი იღებოდა ბგერითი გალიზიანების შეწყვეტიდან 5 წამის გასვლის შემდეგ (გალია, რომელშიაც ცხოველი თავსდებოდა, იდგა ექსპერიმენტატორის წინ 6 მეტრის დაცილებით. საკვების № 1 ყუთი — ექსპერიმენტატორიდან მარცხნივ, ცხოველის სადგომიდან 4 მეტრის დაცილებით, ხოლო საკვების № 2 ყუთი — მარჯვნივ იმავე მანძილზე, საკვების № 3 ყუთი კი — გალიის გასწვრივ მარცხენა მხარეზე 3 მეტრის დაცილებით).

ცდების შედეგები

ოცი წამის ხანგრძლივობის ბგერით გალიზიანებაზე ცხოველს გამოეუშუავეთ საკვების № 1 ყუთთან მოსვლის პირობითი რეფლექსი (ცხოველს საკვები პირობითი გალიზიანების მოქმედების მე-20 წამზე ეძლეოდა). „ცუგა“ საკვების ყუთთან ზუსტად მე-20 წამზე პირველად მოვიდა პირობითი სიგნალის საკვებთან მე-97 შეუღლებისას. ცდების დასაწყისში (სხვადასხვა დროს) ცხოველი საკვების ყუთთან უფრო ადრე, მე-5—10 წამზეც მოდიოდა, მაგრამ ასეთ შემთხვევაში პირობითი სიგნალი, ელექტროზარი, მოქმედების მე-10 წამზე წყდებოდა.



ბოდა და ძალი საკვების მიუღებლად ბრუნდებოდა უკან, საკვები ეძლეოდა მხოლოდ მაშინ, როცა იგი საკვების ყუთთან მე-19—20 წამზე მოვიდოდა. ამრიგად, პირობითი რეფლექსი 20 წამის ხანგრძლივობის ბგერაზე თანდათან განმტკიცდა და პარალელურად მოხდა 10 წამის ხანგრძლივობის იმავე ბგერის დიფერენცირება.

სადიფერენციაციო გამაღიზიანებლის (10 წამის ხანგრძლივობის ელექტროზარის) 108-ჯერ გამოყენების შემდეგ ცხოველი 10 წამის ხანგრძლივობის ბგერით გაღიზიანებაზე, რამდენიმე ათეული წამიც რომ გასულიყო ბგერის შეწყვეტიდან, ადგილიდან არ იძროდა, იმ დროს, როდესაც იმავე ბგერის 20 წამის ხანგრძლივობით მოქმედება 183 შეუღლების შემდეგ ყოველთვის იწვევდა საკვების ყუთისაკენ მოძრაობის კვების პირობით რეაქციას ბგერის მოქმედების მე-19—20 წამზე (იხ. ოქმი № 1).

№№ რიგ.	დრო	გამაღიზიანებელი	სულ რამდენჯერაა ნაცადი მუშაობის დაწყებიდან	ცხოველის მდგომარეობა გაღიზიანების მიცემამდე.	რეაქციის ხასიათი
---------	-----	-----------------	--	--	------------------

ოქმი № 1

2 თებერვალი, 1956. ძალი „ცუგა“

1	15 ^{53'}	20'' ხანგრძლივობის ელექტროზარი, საკვები	183	წევს	ზარის ჩართვისას ამოძრავებს ყურებს. მე-16 წამზე წევს თავს. მე-20 წამზე დგება და მიდის საკვების ყუთისაკენ. იღებს პურის ნაჭერს, მიდის ადგილზე და ჭამს. ყუთების სუსტი მოძრაობა, იჭერს მოღარაჯის პოზას.
2	15 ^{58'}	10'' ხანგრძლივობის ელ-ზარი	108	ზის	
3	16 ^{02'}	„ „	103	წევს	რეაქცია არაა.
4	16 ^{08'}	20'' ხანგრძლივობის ელ-ზარი, საკვები	184	წევს	მე-7 წამზე წევს თავს, მე-19 წამზე დგება და მიდის საკვების ყუთთან. იღებს პურის ნაჭერს და მიდის ადგილზე.

ოქმი № 2

18.11 ძალი „ცუგა“

1	12 ^{06'}	20'' ხანგრძლივობის ელ-ზარი, საკვები	222	წევს	მე-19 წამზე ადგა. მივიდა საკვების ყუთთან, აიღო პურის ნაჭერი და წავიდა უკან
2	12 ^{09'}	15'' ხანგრძლივობის ელ-ზარი	29	ზის	თავის მოძრაობა
3	12 ^{15'}	20'' ხანგრძლივობის ელ-ზარი, საკვები	223	წევს	ადგა მე-20 წამზე. მოიბრბინა საკვების ყუთთან, აიღო პურის ნაჭერი და დაბრუნდა ადგილზე.

ამრიგად, ცხოველს გამოუმუშავდა დიფერენციაცია ერთი და იმავე ბგერითი გამლიზიანებლის სხვადასხვა ხანგრძლივობაზე.

იმის გასარკვევად, თუ რამდენად მახლობელი ხანგრძლივობის ბგერათა დიფერენცირებას შეძლებდა ცხოველი, სადიფერენციაციო გალიზიანება გავახანგრძლივეთ 15 წამამდე. სრული დიფერენცირება ამ ხანგრძლივობის ბგერითი გალიზიანებისა მოხდა მისი 29-ჯერ გამოყენების შემდეგ (იხ. ოქმი № 2). სადიფერენციაციო გალიზიანების 17—18 წამამდის გახანგრძლივებაზე ცხოველი უპასუხებდა საკვების ყუთისაკენ მოძრაობის რეაქციით, მაგრამ რეაქცია არ იყო მყისიერი, იგი მე-19—20 წამზე იწყებოდა.

ამრიგად, ჩვენი ცდებიდან გამომდინარე, ძალს შეუძლია ბგერითი გალიზიანების ხანგრძლივობათა დიფერენციაცია.

მომდევნო ცდებში, მეტრონომის რახუნზე M_{90} , „ცუგას“ გამოუმუშავეთ და განუმტკიცეთ საკვების № 3 ყუთთან (ყუთი მოთავსებული იყო ცხოველის სადგომი ადგილიდან მარცხნივ ორ მეტრზე) მოსვლის თანადროული კვების პირობითი რეფლექსი. შემდეგ, პირობითი ელექტროზარის მოქმედების მე-5 წამზე (ე. ი., რეფლექსის ფარულ პერიოდში) მეტრონომის რახუნი მიუერთეთ ზარს. ამ უკანასკნელის მოქმედების ფონზე მეტრონომის რახუნი, ჩვეულებრივ, იწვევს საკვების № 3 ყუთთან ცხოველის მოსვლას, საიდანაც იგი, მიუხედავად იმისა, შეწყდება მეტრონომის რახუნი თუ არა, მიდის საკვების № 1 ყუთთან (იხ. ოქმი № 3). ანალოგიური შედეგი მიიღება მაშინაც, როცა მეტრონომის რახუნი ზარს უერთდება მისი მოქმედების მე-8, მე-10, მე-12 წამზე. პირობითი გამალიზიანებელთა ზემოთ აღნიშნული კომბინაციის დროს ცხოველის საწყისი მოძრაობითი რეაქცია გაპირობებულია მეტრონომის მოქმედებით, შემდგომი კი — ელექტროზარის გავლენით.

როგორც ჩანს, ერთი პირობითი გამალიზიანებელი, მისი მოქმედების ფარული პერიოდის დროს, როცა იგი მეტისმეტად ხანგრძლივია, თვალსაჩინო გავლენას არ ახდენს სხვა პირობითი გამალიზიანებლით რეფლექსის გამოწვევაზე.

ინდიფერენტული ბგერითი გამალიზიანებლის (უფრო ძლიერი ელექტროზარი) მიერთება პირობითი გამალიზიანებელთან მისი მოქმედების მე-5—მე-10 წამზე იწვევდა პირობითი რეფლექსური რეაქციის დაჩქარებას 3—5 წამით, ე. ი. მცირდებოდა განმტკიცებული პირობითი რეფლექსის ფარული პერიოდი (იხ. ოქმი № 4). გამალიზიანებელთა აღნიშნული კომბინაცია რამდენიმე დღეში ერთხელ ეძლეოდა ცხოველს და ჩატარებული ცდების შედეგი ყოველთვის ერთნაირი იყო, ყოველთვის 3—5 წამით მცირდებოდა პირობითი რეფლექსის ფარული პერიოდი. ეს ფაქტი, ჩვენი აზრით, მიუთითებს იმაზე, რომ ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში უნდა ხდებოდეს იმ ნერვული ელემენტების მოქმედებათა შეჯამება, რომლებიც გალიზიანდა ორი მახლობელი ბგერის ზემოქმედებით. ეს მოსაზრება სხვა ცდებითაც დასტურდება. მაგალითად, პირობითი ელექტროზარი მოქმედების მე-5 წამიდან შეცვლილ იქნა სხვა უფრო ძლიერი ელექტროზარით. რომელიც მე-15 წამიდან ისევ შეიცვალა პირობითი ელექტროზარით. გამალიზიანებელთა ასეთმა კომბინაციამ პირობითი რეფლექსი გამოიწვია, ჩვეულებრივ, მოქმედების მე-20 წამზე. თუ პირობითი გამალიზიანებელი ზარის მოქმედება გრძელდება 5 წამს, შემდეგ იგი 10 წამის განმავლობაში წყდება, ხოლო ცდის დაწყებიდან მე-15 წამზე კვლავ იწყებს მოქმედებას პირობითი ზარი და გრძელდება 5 წამს, მაშინ რეფლექსური რეაქცია არ გამოიწვევა. ეს უკანასკნელი ფაქტი იმის სასარგებლოდ ლაპარაკობს, რომ რეფლექსის გამოწვევისათვის მნიშვნელოვანია პირობითი სიგნალის მოქმედების მთელი პერიოდი და არა მისი რომელიმე მონაკვეთი.



№№ რიგ.	დრო	გამალიზიანებელი	სულ რამდენჯერაა ნაცადი მუშაობის დაწყებიდან	ცხოველის მდგომარეობა გალიზიანების მიცემამდე	რეაქციის ხასიათი
---------	-----	-----------------	--	---	------------------

ოქმი № 3
12 მარტი, ძალში „ცუგა“

1	11 ^{32'}	20' ხანგრძლივობის ელზარი საკვები № 1 ყუთთან	272	ზის	ადგა მე-19 წამზე, მივიდა საკვების № 1 ყუთთან, აიღო პურის ნაჭერი და გაიქცა ადგილზე.
2	11 ^{37'}	M 90 (მეტრონომი) საკვები № 3 ყუთთან	54	ზის	წამოდგა მცისვე, მივიდა საკვების № 3 ყუთთან, აიღო პურის ნაჭერი და დაბრუნდა ადგილზე
3	12 ^{02'}	20' ხანგრძლივობის ელზარის ჩართვიდან მე-5'' ემატება M 90	1	წევს	მეტრონომის რახუნზე მცისვე დგება, მიდის საკვების № 3 ყუთთან, 6 წამის შემდეგ — საკვების № 1 ყუთთან გამლიზიანებულთა გამორთვის შემდეგ ბრუნდება ადგილზე.
4	12 ^{05'}	20'' ხანგრძლივობის ელზარი, საკვები № 1 ყუთთან	273	წევს	დგება მე-19 წამზე, მიდის საკვების № 1 ყუთთან, მიიღო პური და ბრუნდება ადგილზე.

ოქმი № 4
7 აპრილი, ძალში „ცუგა“

1	12 ^{15'}	20' ხანგრძლივობის ელზარი, საკვები	375	ზის	საკვების № 1 ყუთთან მივიდა მე-20 წამზე, მიიღო პური და წავიდა ადგილზე.
2	12 ^{20'}	20'' ხანგრძლივობის ელზარის, ჩართვიდან მე-5'' ემატება ძლიერი ელზარი	1	ზის	მე-16 წამზე მიდის საკვების № 1 ყუთთან. გამლიზიანებულთა შეწყვეტის შემდეგ ბრუნდება უკან.
3	12 ^{24'}	20'' ხანგრძლივობის ელზარი, საკვები	376	ზის	საკვების № 1 ყუთთან მივიდა მე-20 წამზე, იღებს საკვებს და ბრუნდება ადგილზე.

მე-2 სერიის ცდებში სხვადასხვა ხანგრძლივობის ერთისა და იმავე ბგერის გალიზიანებაზე გამოიყუთებულ იქნა მოძრაობითი პირობითი რეფლექსი საკვების სხვადასხვა ყუთთან. პირობითი გამალიზიანებლის მოქმედების განმავლობაში ცხოველი მათავსებული იყო გალიაში, რომლის კარი პირობითი სიგნალის დამთავრებიდან 5 წამის გასვლის შემდეგ იღებოდა. პირველად ცხოველს 20 წამის ხანგრძლივობის ბგერაზე გამოვლუმუშავეთ და განვუმტყიცეთ საკვების № 1 ყუთთან მოსვლის პირობითი რეფლექსი. შემდეგ კი 5 წამის ხანგრძლივობის იმავე ელექტროზარის ბგერაზე გამოვლუმუშავეთ პირობითი რეფლექსი საკვების № 2 ყუთთან მოსვლაზე, რის შემდეგაც ცხოველს მორიგეობით ეძლეოდა 20 და 5 წამის ხანგრძლივობის პირობითი ბგერითი გამალიზიანებელი და თითქმის ყო-

ველთვის ზუსტად ახდენდა მათ დიფერენცირებას. 20 წამის ხანგრძლივობის გამალიზიანებელზე ძალი ყოველთვის მიდიოდა საკვების № 1 ყუთთან, ხოლო 5 წამის ხანგრძლივობისაზე — საკვების № 2 ყუთთან. პირობით გამოიზიანებელთა მორიგეობის სტერეოტიპის დარღვევას მოჰყვა, პირველ ხანებში, რეფლექსური მოძრაობის არევა, რომელიც რამდენიმე ცდის შემდეგ გამოსწორდა და ცხოველი სწორად წყვეტდა მის წინაშე დასმულ ამოცანას. ცხოველი შეუცდომლად წყვეტდა ამოცანას მაშინაც, როცა ერთხაირი არ იყო პირობით გამალიზიანებელთა შორის ინტერვალი (იხ. ოქმი № 5).

შემდგომ ცდებში ცხოველის საკვების № 2 ყუთთან დამაკავშირებელი პირობითი სიგნალი გახანგრძლივდა ჯერ 10, შემდეგ 15 და ბოლოს 17 წამამდე, ე. ი. შემცირდა განსხვავება საკვების № 1 და № 2 ყუთებთან ცხოველის დამაკავშირებელ გამალიზიანებელთა ხანგრძლივობებს შორის და იგი დაყვანილ იქნა 3 წამამდე. ცდებმა გვიჩვენა, რომ ცხოველი ყოველთვის სწორად წყვეტს მის წინაშე დასმულ ამოცანას, როცა გალიზიანებათა შორის სხვაობა 5 წამს მაინც უდრის (იხ. ოქმი № 6). ეს არ ითქმის ბგერით გალიზიანებაზე, როცა მათი ხანგრძლივობა 17 და 20 წამია. ასეთ შემთხვევაში ცხოველი ხშირად ვერ არჩევს ერთი ხანგრძლივობის გალიზიანებას მეორისაგან და შეცდომით მიდის საკვების იმ ყუთთან, რომელიც არ შეესაბამება მოქმედი გალიზიანების ხანგრძლივობას.

ბოლოს ჩატარდა სპეციალური ცდები, რომელთაც გარკვეული მნიშვნელობა აქვთ სხვა ფაქტობრივ მასალასთან ერთად პირობითი გალიზიანების ხანგრძლივობათა დიფერენციაციის მექანიზმის გარკვევისათვის. 15 წამის ხანგრძლივობის პირობითი ბგერის მოქმედებას 3—8—10 წამიდან ემატებოდა სხვა ელექტროზარის ბგერა. გამალიზიანებელთა მოქმედება წყდებოდა პირობითი ხარის ჩართვიდან 15 წამის გასვლის შემდეგ. გალიის კარი ჩვეულებრივ იღებოდა 5 წამის შემდეგ ბგერის შეწყვეტიდან. ყოველი ასეთი ცდის დროს ცხოველი მიდიოდა საკვების № 1 ყუთთან, ე. ი. იმ ყუთთან, რომელიც დაკავშირებული იყო 20 წამის ხანგრძლივობის პირობითი სიგნალთან, და არა საკვების იმ ყუთთან, რომელიც 15 წამის ხანგრძლივობის ბგერასთან იყო დაკავშირებული (იხ. ოქმი № 2). ცხოველის ასეთი ქცევა გაპირობებული უნდა იყოს შემდეგით: როდესაც 15 წამის ხანგრძლივობის პირობითი ბგერას ემატება მახლობელი, მაგრამ ინდიფერენტული ბგერა, მათი ერთობლივი გამალიზიანებელი მოქმედების დროს ცენტრალური ნერვული სისტემის ყველა ის ელემენტი ჩაებმება მოქმედებაში, რომლებიც ჩვეულებრივ 20 წამის ხანგრძლივობის პირობითი ელექტროზარის მოქმედების დროს იგზნებოდა. ე. ი. ამოქმედდება ყველა ის ნერვული წრე, საიდანაც განვითარებული დროებითი კავშირი 20 წამის ხანგრძლივობის ბგერაზე. ამ დროებითი კავშირის მენველობით აგზნება გადაეცემა და მოქმედებაში უნდა მოდიოდეს საპასუხო ადგილების ის ნერვული ელემენტები, რომლებიც განაპირობებენ ცხოველის მოძრაობას მარცხნივ, საკვების № 1 ყუთისაკენ.

ამრიგად, ფაქტობრივი მასალა. რომელიც ზემოთ იყო მოყვანილი. ამტკიცებს, რომ ძალს აქვს უნარი განასხვავოს ერთიმეორისაგან (დიფერენცირება მოახდინოს) სხვადასხვა ხანგრძლივობით მოქმედი ერთი და იგივე ბგერა. ერთ შემთხვევაში ძალისათვის 20 წამის ხანგრძლივობის ბგერა გახდა კვების პირობითი სიგნალი, ხოლო 15 წამის ხანგრძლივობის იგივე ბგერა — დიფერენცირებული. მეორე შემთხვევაში გამალიზიანებელ ბგერათა ხანგრძლივობის დიფერენცირება იმით გამოიხატა, რომ 20 წამის განმავლობაში მოქმედმა ბგერამ განაპირობა ცხოველის მოძრაობა ექსპერიმენტატორიდან მარცხნივ, საკვების

№ 1 ყუთისაყენ, ხოლო 15 წამის განმავლობაში იმავე ბგერის გამალიზიანებელი მოქმედება გახდა ბირობითი სიგნალი მარჯვნივ მდებარე საყვების № 2 ყუთისაყენ მოძრაობისა.

№№ რიგ.	დრო	გამალიზიანებელი	სულ რამდენჯერაა ნაცადი მუშაობის დაწყებიდან	ცხოველის მდგომარეობა გალიზიანების მიცემამდე	რეაქციის ხასიათი
---------	-----	-----------------	--	---	------------------

ოქმი № 5

1 მარტი, ძალი „ტუგა“

1	11 ⁴⁷	20" ხანგრძლივობის ელზარი, კვება № 1 ყუთიდან	285	წევს	დგება მე-19 წამზე. ხარის შეწყვეტიდან 5 წამის შემდეგ გაიღო გალიის კარი, მიობის საყვების № 1 ყუთთან, იღებს პურის ნაჭერს და ბრუნდება გალიაში.
2	11 ⁵⁰	5" ხანგრძლივობის ელზარი, კვება № 2 ყუთიდან	44	"	ხარის შეწყვეტისას დგება. 5 წამის შემდეგ იღებს გალიის კარი, ძიდის საყვების № 2 ყუთთან, იღებს პურის ნაჭერს და ბრუნდება გალიაში.
3	11 ⁵⁴	" "	45	"	" "
4	11 ⁵⁸	20" ხანგრძლივობის ელზარი, კვება № 1 ყუთიდან	286	"	მე-20 წამზე დგება, გალიის კარის გაღებისთანავე მიდის საყვების № 1 ყუთთან. კვების შემდეგ ბრუნდება ადგილზე.

ოქმი № 6

15.3 ძალი „ტუგა“

1	13 ⁰⁰	20" ხანგრძლივობის ელზარი, კვების № 1 ყუთთან	343	წევს	გალიის გაღებისას მიდის საყვების № 1 ყუთთან, იღებს საყვებს და ბრუნდება გალიაში.
2	13 ⁰⁵	15" ხანგრძლივობის ელზარი, კვება № 2 ყუთიდან	38	წევს	ხარის შეწყვეტისას დგება, გალიის გაღებისას მიდის პირდაპირ საყვების № 2 ყუთთან. კვების შემდეგ ბრუნდება ადგილზე.
3	13 ⁰⁹	" "	3)	წევს	მიდის საყვების № 2 ყუთთან, კვების შემდეგ ბრუნდება გალიაში.

№	დრო	გამალიზიანებელი	სულ რამდენ-ჯერაა ნაცდი მუშაობის დაწყებიდან	ცხოველის მდგომარეობა გალიზიანების მიცემამდე	რეაქციის ხასიათი
ოქმი № 7 14.V ძალი „ტუგა“					
1	12 ⁴⁵	20" ხანგრძლივობის ელზარი, კვება № 1 ყუთიდან	409	წვეს	გალიის გაღებისას დგება და მიდის საკვების № 1 ყუთთან. კვების შემდეგ ბრუნდება ადგილზე.
2	12 ⁴⁵	15" ელზარის მოქმედების მე-3"-ზე დაუშუბტეთ მე-2 ელზარი	3	"	გამალიზიანებელთა მოქმედებიდან გავიდა 5 წამი და გაიღო გალია, ძალი სწრაფად მირბის საკვების № 1 ყუთთან. საკვების მიუღებლად ბრუნდება ადგილზე.
3	12 ⁴⁵	15" ელზარი, კვება № 2 ყუთიდან	113	"	დგება ზარის შეწყვეტისას, გალიის გაღებისთანავე მიდის საკვების № 2 ყუთთან. კვების შემდეგ ბრუნდება ადგილზე.

მიღებული შედეგების განხილვა

ძალს ხაკმარისი სიზუსტით შეუძლია ერთი ხანგრძლივობის ბგერით გალიზიანების ღიფერენცირება სხვა ხანგრძლივობის იმავე ბგერით გალიზიანებისაგან. აღნიშნული ფაქტობრივი მასალის ნერვული მექანიზმების გაშუქებისას ვიხელომდვანელები მონაცემებით ცენტრალური ნერვული სისტემის ზოგადი ფიზიოლოგიიდან.

შეიძლება დავუშვათ, რომ გამალიზიანებელი ბგერის სხვადასხვა ხანგრძლივობის ღიფერენცირება გაპირობებულია შესაბამისი რაოდენობის ნერვულ ელემენტთა აგზნებით დიდი ტვინის ქერქში, აგრეთვე მათი აქტივაციის ხარისხობრივი სხვადასხვაობით. როცა ბგერა 20 წამის განმავლობაში მოქმედებს გამალიზიანებლად, მაშინ იგი ნერვულ ელემენტთა (ნეირონთა) უფრო მეტ რაოდენობას ააგზნებს (აგზნების თანდათანობით ირადიაციის გამო). ამასთანავე აგზნებულ ნერვულ ელემენტთა ფუნქციური მდგომარეობაც ბგერის მოქმედების მე-20 წამზე სულ სხვა იქნება, ვიდრე მაშინ, როცა იგივე ბგერა გამალიზიანებლად მოქმედებს 15 წამის განმავლობაში. გალიზიანების ხანგრძლივობის მიხედვით მართლაც რომ ხდება შესაბამისი ცვლილებანი ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედებაში, ამას ადასტურებს მოქმედების დენის ელექტრულ პოტენციალთა შესატყვისი ცვლილება გალიზიანების ხანგრძლივობის მიხედვით, რაც დადასტურებულია და დაწვრილებითაა აღწერილი ა. როიტბაჯისა და სხვათა მიერ.

დიდი ტვინის ქერქის ზედაპირული, ტეტანური გალიზიანების (სისწორე 10 და მეტი წამში) დაწყებისას აღირიცხება უარყოფითი ელექტრული პოტენციალი. რამდენიმე წამის შემდეგ ელექტრული პოტენციალი დადებითი ნიშნის ხდება. აღსანიშნავია, რომ გალიზიანების გახანგრძლივებასთან ერთად მატულობს ელექტრულ რხევათა ამპლიტუდა. აღინიშნება აგრეთვე პოტენციალთა გართულება დამატებითი დადებითი პოტენციალების აღმოცენების გამო [1].



ამავე ავტორის მიერ გამოთქმულია მოსაზრება, რომ გალიზიანების განსაზღვრებისას ხდება უფრო და უფრო ნერვული ელემენტების გააქტივება. აქტივაცია ვრცელდება ასოციაციური ნეირონების თანდათანობით (უფრო და უფრო მეტს) აგზნებით, რის გამოც ხდება ნერვულ ელემენტთა თანდათანობით ჩაბმა მოქმედებაში.

ამრიგად, როდესაც ბგერითი გალიზიანებით 20 წამამდე გამოწვეული ნერვული ელემენტების აქტივაციის განსაზღვრული მდგომარეობა მრავალჯერ შეუღლებდა უპირობო გამაღიზიანებელს, მაშინ ამ ხანგრძლივობის ბგერით გალიზიანებაზე მუშავდება პირობითი რეფლექსი, მაგალითად, ცხოველის მოძრაობა მარჯვნივ, საკვების № 1 ყუთისაკენ, ხოლო იმავე ბგერის მოქმედება 15 წამის ხანგრძლივობით იწვევს ნერვულ ელემენტთა აქტივაციის განსაზღვრულ მდგომარეობას, რომლის უპირობო გალიზიანებასთან შეუღლების საფუძველზე მუშავდება საკვების № 2 ყუთისაკენ, მარჯვნივ მოძრაობის პირობითი რეფლექსი.

ზემოაღწერილი ფაქტობრივი მასალის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ცხოველს საკმარისი სიზუსტით შეუძლია ერთი ხანგრძლივობის ბგერით გალიზიანების დიფერენცირება სხვა ხანგრძლივობის იმავე ბგერით გალიზიანებისაგან.

ამრიგად, ბგერით გალიზიანებაზე გამომუშავებული პირობით რეფლექსურ მოქმედებათა ხასიათი ბგერით გალიზიანების ხანგრძლიობაზეცაა დამოკიდებული.

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ნ. ბარათაშვილის სახელობის
გორის პედაგოგიური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 18.4.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. И. Ройтбак, Биометрические явления в коре больших полушарий. Тбилиси, 1955, стр. 66, 83.

ბ. ბაკურაძე

ყურის კალორიზაციით მესტიზულური აპარატის ბაღიზიანებაზე
 პირობითი სანერწყვე რეფლექსის გამოვლენის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაკურაძემ 17.9.1957)

წინა გამოკვლევებში¹ ლიტერატურული მონაცემებისა და ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდებით იმ დასკვნამდე მივედით, რომ ტრიალზე, ე. ი. ვესტიბულური აპარატის გაღიზიანებაზე შეიძლება გამოიშვა ვესტიბულური პირობითი სანერწყვე რეფლექსი და მისდამი დიფერენცირება. ამასთან ტრიალი წარმოადგენს რთულ გამაღიზიანებელს, რომლის დროსაც იმპულსაცია ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში მიიმართება არა მხოლოდ ვესტიბულური აპარატიდან, არამედ აგრეთვე მხედველობის, სმენის, კუნთ-სახსრებისა და სხვა რეცეპტორებიდან. ამიტომ ტრიალის დროს კვების ცენტრის ქერქულ წარმომადგენლობასთან პირობით კავშირში შედის არა მარტო ვესტიბულური ანალიზატორი, არამედ მხედველობის, სმენისა და სხვა ანალიზატორები.

კლინიკაში გავრცელებული კალორიული სინჯის დროს ადვილი აქვს ვესტიბულური აპარატის შედარებით ხალას გაღიზიანებას. ამიტომ ჩვენ გადავწყვიტეთ იგი გამოვვეყნებოთ ექსპერიმენტში. მიზნად დავისახეთ გავვერკვია საკითხი — გამოიშვა ვესტიბულური აპარატის კალორიზაციით გაღიზიანებისას სანერწყვე პირობითი რეფლექსი და თუ გამოიშვა იგი, შეიძლება თუ არა გამოვლინდეს იგი ტრიალის დროს, ან პირიქით — შეიძლება თუ არა ტრიალზე გამოიშვებულ პირობითი რეფლექსი გამოვლინდეს კალორიზაციის სინჯით.

ასეთი ცდების დაყენება ჯერ ერთი იმით იყო საინტერესო, რომ ცდების ამგვარი დაყენება ლიტერატურაში ჩვენ არ შეგვხვედრია, მეორეც იმით, რომ, როგორც ჩვენ ვფიქრობთ, ამ ცდებით შეიძლება დაზოგოთ ისეთი სადავო საკითხის გაშუქება, რომელიც მოიპოვება ვესტიბულური აპარატის ფუნქციის ქერქული რეგულაციის პრობლემაში. ამასთან არსებითად ამგვარი ცდები მიმართულია კლინიკური სინჯების — ტრიალისა და კალორიზაციის — ექსპერიმენტული ანალიზისაკენ.

მეთოდიკა

ცდებს ვაყენებდით ოთხ ძალზე. ორ მათგანს გაკეთებული ჰქონდა ყბაყურის სანერწყვე ჯირკვლის სადინარის ქრონიკული ფისტულა ორივე მხარეზე, ორს კი ასეთივე ფისტულა ერთ მხარეზე.

ძალებს ვაყენებდით ჩვენ მიერ კონსტრუირებულ სპეციალურ დაზგაში, რომლის ტრიალი შეიძლება დაზოგოთ პირობითი სინჯის დროს. მასზე ფიქსირებული იყო ყველა მოწყობილობა, რომელიც გვაძლევდა ნერწყვის მიღებისა და გაზომვის საშუალებას, ე. ი. სანერწყვე ჯირკვლების რეაქციის გამოვლენის საშუალებას ტრიალის პროცესში. ასეთი დაზგის წინ თავსდება ჩვეულებრივი საქმლის ყუთი რვა ჯამით, რომელშიც წინასწარ მოთავსებული იყო ხორცისა და ორცხობილა პურის ფხვნილის ნარევი. საკვების მიწოდება წარმოებდა ჰაეროვანი გადაცემით.

¹ თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტის ყელის, ყურის და ცხვირის დაავადებათა კლინიკის შრომათა კრებული, ტ. 1, გვ. 269, 1957.



კალორიულ სინჯს ვაწარმოებდით გარეთა სასმელ მილში ღრმად შეყვანილი წვრილი და მეტად მოქნილი სავენტილო რეზინის მილის საშუალებით +16— + 20° C ტემპერატურის წყლის შეყვანით. აღნიშნული ხორციელდებოდა სამი წუთის განმავლობაში ანგარიშით ერთი წვეთი ერთ წამში.

რამდენიმე დღის მანძილზე ვადგენდით სეკრეციულ ფონს 10 გ ხორცისა და ორცხოზობილა პურის ფხვნილის ნარევეზე, რომელსაც ვაჭმევდით ყოველ 6—8 წუთში სულ 6—7-ჯერ ერთი საცდელი დღის განმავლობაში, ამის შემდეგ კი გადავდიოდით კალორიზაციისა და ტრიალის ცდებზე.

ნერწყვის თითოეულ სანერწყვე ჯირკვლიდან ვაგროვებდით ცალკე სინჯარებში საკვების მიცემიდან დაწყებული ხუთი წუთის განმავლობაში.

ექსპერიმენტული ცდების შედეგები

პირველ რიგში ჩვენ მიზნად დავისახეთ გავგვირკვია, ხომ არ არის ყურის კალორიზაცია დამოუკიდებელი ამგზნებელი ნერწყვის სეკრეციისა. ამისათვის ითხ ძალზე დაყენებულ იქნა 30 ცდა ყურის კალორიზაციით და მიუხედავად იმისა, რომ კალორიზაციის დროს ვესტიბულური აპარატის გაღიზიანების ძირითადი ნიშნები (თვალებისა და თავის ნისტაგმი) კარგად იყო გამოხატული, არც ერთ ცდაში ნერწყვის გამოყოფას ადგილი არ ჰქონია. მაშასადამე, გამოირკვა, რომ კალორიული სინჯი არ არის ნერწყვის სეკრეციის დამოუკიდებელი ამგზნებელი.

ცდების მომდევნო სერიაში ჩვენ შევისწავლეთ, თუ რა გავლენას მოახდენდა ვესტიბულური აპარატის კალორიზაციით გაღიზიანება საკვების ჭამით აღწრულ ნერწყვის სეკრეციაზე.

რამდენიმე დღის განმავლობაში ვადგინეთ სეკრეციული ფონი საკვების ჭამაზე (ერთ საცდელ დღის მანძილზე საკვები ეძლეოდა სულ 6—7-ჯერ ყოველ 10 წუთში 10 გ ფხვნილი ჯერზე). ამის შემდეგ ვაკეთებდით ასეთივე ცდებს, მაგრამ ყოველი ულუფის ჭამას წინ უსწრებდა კალორიზაციის სინჯი. შედეგები მოყვანილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

ნერწყვის სეკრეცია ხორცისა და ორცხოზობილა პურის ფხვნილის ნარევის ექსპერადი (ჯერზე 10 გ) ჭამისას (საშუალო მონაცემები)

ძალის დასახელება	ნერწყვის რაოდენობა მლ-ით კალორიზაციის გარეშე	ნერწყვის რაოდენობა მლ-ით, როცა ჭამას წინ უსწრებდა კალორიზაცია	სხვაობა მლ-ით	სხვაობა %-ით
ნამცევა . . .	14,2	8,6	-5,6	-40
მურა	12,7	9,3	-3,4	-22

1 ცხრილიდან ჩანს, რომ თუ ჭამას წინ უსწრებს კალორიზაცია, მაშინ ადგილი აქვს ნერწყვის სეკრეციის შეკავებას და, მაშასადამე, კალორიზაცია არა თუ დამოუკიდებელი ამგზნებელია ნერწყვის სეკრეციისა, არამედ, პირიქით, იგი აკნინებს სანერწყვე ჯირკვლების მოქმედებას.

შემდეგი ამოცანა იყო შეგვესწავლა, შეიძლება თუ არა ვესტიბულური აპარატის კალორიზაციით გაღიზიანებაზე გამოვიმუშავოთ სანერწყვე პირობითი რეფლექსი. ამ მიზნით ყურის კალორიზაციას ვაუღლებდით საკვების (ფხვნილი) ჭამასთან. დღეში ასეთი შეუღლება წარმოებდა 6—7-ჯერ ყოველი 10—12 წუთის შემდეგ. აღმოჩნდა, რომ 14 ასეთი შეუღლების შემდეგ კალორიზაციის იზო-

ლირებული გამოყენება იწვევდა ნერწყვის სეკრეციას. 24 შეუღლების შემდეგ რეფლექსი იმდენად განმტკიცდა, რომ კალორიზაცია ყოველთვის იწვევდა ნერწყვის გამოყოფას (იხ. ოქმი № 9).

ოქმი № 9, 25.12.1953 წ., ძალი ნამცევა

ცდის № №	დრო (საათი, წუთი)	პირობითი გამაღიზიანებელი	უპირობო გამაღიზიანებელი	ფარული პერიოდი წამობით	კვებითი სამოძრაო რეაქცია	პირობითი ნერწყვის გამოყოფა მლ-ით	უპირობო სეკრეცია მლ-ით	
49	13 40'	კალორიზაცია	10გ ხუნჯილის ჭამა	.85	+	0	1,6	მე-14
50	49'	"	"	183	+	0	1,7	
51	58'	"	"	170	+	0,1	1,6	შეუღლება
52	14 7'	"	"	120	+	0,1	1,6	
53	16'	"	"	150	+	0,1	1,7	
54	25'	"	"	120	+	0,2	1,5	

ოქმიდან ჩანს, რომ ამ ცხოველში კალორიზაცია ნერწყვის გამოყოფას იწვევს ხანგრძლივი ფარული პერიოდის (120—170 წამი) შემდეგ და პირობითი გამაღიზიანებლის ყოველი გამოყენებისას იწვევს 0,1—0,2 მლ ნერწყვის გამოყოფას. კვებითი სამოძრაო რეაქცია კალორიზაციაზე როგორც პირობითი გამაღიზიანებელზე ჩნდება სანერწყვე რეაქციაზე ადრე. შემდეგში პირობითი რეფლექსის განმტკიცების შესაბამისად სეკრეციის ფარული პერიოდი მოკლდება, მაგრამ იგი არ მცირდება 50 წამზე დაბლა, ერთდროულად მატულობს პირობითი რეფლექსის სიდიდე, მაგრამ ამ ცხოველში იგი 0,3 მლ-ზე მეტს არ აღწევს.

პირობითი რეფლექსის კარგად განმტკიცების შემდეგ გამოკვლეულ იქნა — ვვერდითი ფაქტორების როლი ცდის წარმოებისას: ცდისათვის მზადება — რეზინის მილის შეყვანა გარეთა სასმელ მილში და ა. შ. — არასოდეს არ იწვევდა ნერწყვის გამოყოფას.

ამგვარად, ცდებით დადასტურდა, რომ კალორიზაციით ვესტიბულური აპარატის გაღიზიანება ხდება პირობითი სიგნალად ჭამისადმი, რაც იწვევს ნერწყვის პირობით-რეფლექსურ სეკრეციას.

საინტერესო იყო იმის გამოკვლევა—გამოაჩნდება თუ არა ნერწყვის სეკრეცია ვესტიბულური აპარატის სხვა რაიმე გზით (მაგ. ტრიალით) გაღიზიანებით ისეთ ცხოველს, რომელსაც პირობითი ნერწყვის სეკრეცია გამომუშავებული ჰქონდა კალორიზაციაზე? ამის გამოსაკვლევად ცხოველს ჯერ ვაჩვენებდით დაზგაში დგომას და ტრიალს. ამის შემდეგ ამავე დაზგაში დგომის პირობებში გამოვიმუშავებდით პირობით რეფლექსს კალორიზაციაზე და რეფლექსის კარგად განმტკიცების შემდეგ ვაწარმოებდით ტრიალის სინჯს. მიღებული შედეგები დადმოცემულია მე-17 ოქმში.

მე-17 ოქმით ჩანს, რომ ცხოველს, რომელსაც პირობითი რეფლექსი აქვს გამომუშავებული კალორიზაციაზე, კვებითი სამოძრაო რეაქცია და ნერწყვის გამოყოფა გამოაჩნდება პირველი ტრიალისთანავე.

ცდებით ნათლად დადასტურდა, რომ პირობითი რეფლექსი გამომუშავებული ვესტიბულური აპარატის კალორიზაციით გაღიზიანებაზე გამოვლინდება ვესტიბულური აპარატის სხვა გზით (მაგ. ტრიალით) გაღიზიანების დროსაც.



ოქმი № 17, 19.XII.1953 წ. ძალში მუშა

ცდის №№	დრო (საათი, წუთი)	პირობითი გამაღიზიანებელი.	უპირობო გამაღიზიანებელი	სეკრეციის ფარული პერიოდი	პირობითი სამოძრაო რეაქცია	პირობითი სეკრეცია მლ-ით	უპირობო სეკრეცია მლ-ით
95	16 5'	კალორიზაცია ტრიალი მარცხნივ.	10 გ. ფხვნილის ჰამა	150	+	0,05	1,9
96	14'	კალორიზაცია, ტრიალი მარცხნივ.	10 გ. ფხვნილის ჰამა	30	+	0,05	—
97	20'	კალორიზაცია, ტრიალი მარცხნივ.	10 გ. ფხვნილის ჰამა	126	+	0,2	1,6
98	29'	კალორიზაცია, ტრიალი მარცხნივ.	10 გ. ფხვნილის ჰამა	105	+	0,2	1,6
99	38'	კალორიზაცია, ტრიალი მარცხნივ.	10 გ. ფხვნილის ჰამა	15	+	0,2	—
100	44'	კალორიზაცია, ტრიალი მარცხნივ.	10 გ. ფხვნილის ჰამა	85	+	0,05	1,8

ბუნებრივად დაიცვა საკითხი ცდის შეზღუდვებით დაყენების შესახებ — გამოაჩნდებოდა თუ არა ნერწყვის სეკრეცია კალორიზაციაზე ისეთ ცხოველს, რომელსაც წინასწარ პირობითი რეფლექსი გამოიმუშავებული ჰქონდა ტრიალზე? ამ მიზნით ჯერ დადგენილ იქნა, რომ კალორიზაციის იზოლირებული გამოყენება არ იწვევს ნერწყვის გამოყოფას და შემდეგ გადავედით ტრიალზე პირობითი რეფლექსის გამოიმუშავებაზე. როცა ტრიალზე პირობითი რეფლექსი კარგად იყო განმტკიცებული, ნაცადი იქნა კალორიზაცია.

ოქმი № 35, 16 VII.1953 წ. ძალში წაბლა

ცდის №№	დრო (საათი, წუთი)	პირობითი გამაღიზიანებელი	უპირობო გამაღიზიანებელი	სეკრეციის ფარული პერიოდი წამებით		კვებითი მოძრაო რეაქცია	ნერვის სეკრეცია პირობ. გამაღიზ. მლ-ით		ნერწყვის სეკრეცია უპირობო გამაღიზ. მლ-ით	
				მარცხ. ჯირკვ.	მარჯ. ჯირკვ.		მარცხ. ჯირკვ.	მარჯ. ჯირკვ.	მარცხ.	მარჯ.
198	17 15'	ტრიალი მარჯვნივ	10 გ ფხვნილის ჰამა	10	5	+	0,1	0,2	1,5	1,7
199	22'	კალორიზაცია	10 გ ფხვნილის ჰამა	60	65	+++	0,3	0,2	—	—
200	33'	ტრიალი მარჯვნივ	10 გ ფხვნილის ჰამა	30	30	+	0,	0,	1,4	1,6
201	39'	„	„	30	30	+	0,1	0,2	1,6	1,8
202	45'	კალორიზაცია	10 გ ფხვნილის ჰამა	105	110	+++	0,1	0,2	—	—
203	55'	ტრიალი მარჯვნივ.	„	5	5	+	0,	0,	1,6	1,8

35-ე ოქმიდან ჩანს, რომ ძალში, რომელსაც სანერწყვე პირობითი რეფლექსი გამოიმუშავებული ჰქონდა ტრიალზე, ძლიერი კვებით სამოძრაო რეაქცია და ნერწყვის გამოყოფა გამოაჩნდა კალორიზაციაზე თავიდანვე, ე. ი. პირობითი რეფლექსი გამოიმუშავებული ტრიალით ვესტიბულური აპარატის გაღიზიანებაზე, გამოაჩნდა ვესტიბულური აპარატის კალორიზაციით გაღიზიანებაზეც.

მომდევნო ცდები მიმართული იყო ტრიალზე გამომუშავებული პირობითი რეფლექსების ჩაქრობისაკენ. ამით ჩვენ გვინდოდა შეგვესწავლა საკითხი — ჩაქრებოდა თუ არა რეაქცია კალორიზაციაზედაც.

ამ მიზნით ჩვენ მრავალჯერ ვაწარმოეთ ცხოველის იზოლირებული ტრიალი საკვების მიუტემალად და როდესაც პირობითი სანერწყვე რეფლექსი ტრიალზე სრულიად ჩაქრა, ხელახლად ვცადეთ კალორიზაცია. აღმოჩნდა, რომ ამ პირობებში აღარც კალორიზაცია იწვევდა ნერწყვის გამოყოფას. შემდეგში ტრიალის შეუღლებით საკვების მიწოდებასთან პირობითი რეფლექსი ტრიალზე კვლავ აღვადგინეთ და დავრწმუნდით, რომ კალორიზაციაზე ნერწყვის გამოყოფა ცხოველს კვლავ გამოაჩნდა. ასეთი ცდის შედეგები მოყვანილია 43-ე ოქმში.

ოქმი № 43, 20.VII.1953 წ., ძალი ვულბარსი

ცდის №№	დრო (საათი, წუთი)	პირობითი გამაღიზიანებელი	უპირობო გამაღიზ.	სეკრეციის ფართული პერიოდი წამობით		კვების სამუშაო რეაქცია	სეკრეცია პირობითი გალიზიანებ. მლ-ით		სეკრეცია უპირობო გალიზიან. მლ-ით	
				მარცხ.	მარჯვ. ჯირკვ.		მარცხ. ჯირკვ.	მარჯვ. ჯირკვ.	მარცხ. ჯირკვ.	მარჯვ. ჯირკვ.
251	16 14'	ტრიალი მარჯვ.	10 გ. ფხვნილის ჭამა	5	20	+	0	0	1,9	1,4
252	20'	"	"	—	15	+	0,1	0	1,8	1,4
253	23'	"	"	3	—	+	0,4	0,3		
254	26'	"	"	—	—	+	0,4	0,1		
255	29'	"	"	3	5	+	0,1	0,1		
256	32'	"	"	5	—	+	0,1	0,0		
257	35'	"	"	5	—	+	0,05	0		
258	38'	"	"	20	—	+	0,05	0		
259	41'	"	"	—	—	—	0	0		
260	44	კალორიზაცია ტრიალი მარჯვ.	"	—	—	—	0	0		
261	47	"	"	—	—	—	0	0		
262	55	"	10 გ. ფხვნილის ჭამა	17	45	+	0	0	1,6	1,1
263	17 ს. 1'	"	"	—	20	+	0,1	0	1,7	1,2
264	8'	კალორიზაცია ტრიალი მარჯვ.	"	120	100	+	0,15	0,2	—	—
265	19'	"	10 გ. ფხვნილის ჭამა	5	26	+	0	0	2,0	1,0

43-ე ოქმიდან ჩანს, რომ ტრიალზე პირობითი რეფლექსის ჩაქრობისას, რეაქცია ქრება კალორიზაციაზედაც, ხოლო ტრიალზე პირობითი რეფლექსის აღდგენისას, რეაქცია ჩნდება კალორიზაციაზედაც.

დასკვნები

1. ყურის კალორიზაცია ძალებში არ იწვევს ნერწყვის გამოყოფას მაშინ, როდესაც ამ დროს ყოველთვის გამოვლინდება ვესტიბულური აპარატის გალიზიანების დამახასიათებელი ნიშნები (თვალებისა და თავის ნისტაგმი).

2. კალორიზაცია იწვევს ხორცისა და ორცხობილა პურის ფხვნილის ნარევის ჭამით აღძრულ უპირობო სანერწყვე რეფლექსების შეკავებას.

3. ვესტიბულური აპარატის კალორიზაციით გაღიზიანებაზე შეიძლება გამოუმუშავდეს პირობითი სანერწყვე რეფლექსი, თუ კალორიზაციას შევალღებთ კამასთან.

4. ძაღლებმა, რომელთაც გამოუმუშავებული ჰქონდათ მტკიცე პირობითი სანერწყვე რეფლექსი ყურის კალორიზაციაზე, ეს რეფლექსი გამოავლინეს კარგად ვესტიბულური აპარატის ტრიალით გაღიზიანებითაც, ხოლო ძაღლებმა, რომელთაც გამოუმუშავებული ჰქონდათ პირობითი სანერწყვე რეფლექსი ტრიალზე, ეს რეფლექსი გამოავლინეს კარგად ვესტიბულური აპარატის კალორიზაციით გაღიზიანებითაც.

5. ტრიალზე პირობითი სანერწყვე რეფლექსის ჩაქრობისას კალორიზაციის სინჯით აღარ იწვევს ნერწყვის გამოყოფას, ხოლო ტრიალზე პირობითი რეფლექსის ხელახალი აღდგენისას ყურის კალორიზაცია კვლავ იწვევს ნერწყვის გამოყოფას.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 17.9.1957)

მასპარეზობის მემორიალი

ს. რიხიანიძე

 სისხლის ცირკულაციის სისწრაფის მნიშვნელობის საკითხისათვის
 სხვადასხვა დაავადების დროს

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა კ. ჩიქოვანმა 18.6.1957)

სისხლდენის სისწრაფის საკითხი მეტად მნიშვნელოვანია და ნაკლებად შესწავლილი.

სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე, წუთობრივი მოცულობა და სისხლის ცირკულაციის რაოდენობა წამყვანი ფაქტორია სისხლის მიმოქცევის აპარატის ჰემოდინამიკური ფუნქციისათვის. იგი დაკავშირებულია ქსოვილების ცვლის პროცესებთან.

სისხლის სისწრაფის გამოსაკვლევად უკანასკნელ დრომდე ხმარობდნენ მარილმკვავლობელის და ამის ანალოგიურ პრეპარატს ციტიტონს, ანუ ციტიზინს, რომელიც პირველად 1945 წელს ერმოლენკომ გამოიყენა.

ვ. ვოგრალიკი [1] სისხლის ცირკულაციის სისწრაფეს იკვლევდა კომბინირებული საშუალებით ციტიზინითა და ეთერთ. იგი იკვლევდა საერთო სისწრაფეს, აგრეთვე მარჯვენა და მარცხენა გულის სისწრაფეს ცალცალკე. მისი მონაცემებით, ნევრასტენითა და ანემით შეპყრობილ ავადმყოფებს აღინიშნებოდათ სისხლდენის სისწრაფის მომატება. ანემიის შედეგად განვითარებული მიოკარდიოდისტროფიის დროს, უწინარეს ყოვლისა, აღინიშნება სისხლდენის შენელება მცირე წრეში, მიტრალური და აორტალური მანკების დროს — ფილტვებში. შეგუბებითი მოვლენების დროს, ვ. ვოგრალიკის აზრით, სისხლის ცირკულაციის სისწრაფის დარღვევა ხდება ჯერ მარცხენა გულის გავლით.

მ. ერმოლენკოს მონაცემებით [2] სისხლის მიმოქცევის სისწრაფე ჯანმრთელ ადამიანებში მერყეობს 8-დან 12 წამამდე, აღიმენტური დისტროფიის დროს — 11-დან 17 წამამდე.

ამ საკითხის განხილვის დროს ზოგიერთმა ავტორმა (დ. აბდულაევი და ა. მ. ასანიკოვი) [3] რევმატიზმით დაავადებულ 93 ავადმყოფზე სისხლის მიმოქცევის სისწრაფის მიმეც ცვლილებები ნახა. საერთოდ, რევმატიული მიოკარდიტის დროს, ე. ი. რევმატიული ინფექციის დროს, აღინიშნება სისხლის ცირკულაციის სისწრაფის მცირე და იშვიათი შენელება. ტემპერატურასა და სისწრაფის შორის პარალელიზმი არ შეიმჩნევა.

ა. ტეტელბაუმი [4] ანემიების დროს ადგილი აქვს წუთობრივი მოცულობის მომატებას და სისხლის ცირკულაციის სისწრაფის აჩქარებას, გულის დეკომპენსაციის შემთხვევაში კი სისხლის წუთობრივი მოცულობის დაკლებას და სისხლის ცირკულაციის სისწრაფის შენელებას. ა. ტეტელბაუმი და ა. მ. ასანიკოვი აწარმოებდნენ ავადმყოფების ფიზიკურ დატვირთვას, რის შემდეგ იკვლევდნენ სისხლის ცირკულაციის სისწრაფეს. ზოგ შემთხვევაში მათ მიიღეს სისხლის ცირკულაციის მომატება, ზოგ შემთხვევაში კი შენელება. ფიზიკური დატვირთვის შედეგად განვითარებულ ძლიერი ქოშინის დროს აღინიშნებოდა სისხლის ცირკულაციის შენელება; სადაც ქოშინი არ იყო, პირიქით აღინიშნებოდა მომატება.



იმის გამო, რომ ლობელინის ტოქსიკური და სამკურნალო დოზა მცირედ განსხვავდება ერთმანეთისაგან და დაავადებების დროს (ჰიპერტონია, არტერიკარდიოსკლეროზი, ტენიის სკლეროზი) მისი ხმარება შესაძლოა სახიფათო იყოს, ჩვენ ვიხმარეთ სისხლის ცირკულაციის სისწრაფის გამოსაკვლევად 50%-იანი მაგნიზიასულფურის სხნარი (1 მმ. კუბიტალურ ვენაში შეყვანა) ზოგჯერ კი ვიკვლევდით 10%-იანი ქლორკალციუმის სხნარით. როცა ავადმყოფი პირში სითბოს იგრძნობდა, იმით ვსაზღვრავდით სისხლის ცირკულაციის სისწრაფეს.

ჩვენ გამოვიკვლიეთ 128 ავადმყოფი. ზოგიერთ ავადმყოფზე (გულის დაავადებულზე) გამოკვლევები ჩავატარეთ განმეორებით, მკურნალობამდე და მკურნალობის შემდეგ.

ავადმყოფებში კომპენსაციის მიხედვით დაეყავით ჯგუფებად. პირველ ჯგუფში მოვათავსეთ ჯანმრთელები და ის ავადმყოფები, რომელთაც არ აღენიშნებოდათ გულისა და სისხლძარღვთა სისტემის უკმარისობა (58 შემთხვევა), უმეტეს შემთხვევაში მათ სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე 8—14 წამამდე ჰქონდათ.

ზოგიერთი დაავადებების (მაგალითად, მწვავე რევმატიზმის) დროს, 9 შემთხვევიდან 1 შემთხვევაში სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე 20 წამს უდრიდა, აგრეთვე მწვავე ჰეპატიტის დროს 12 შემთხვევაზე ჩატარებულ გამოკვლევისას 3 შემთხვევაში სისწრაფე 20 წამს უდრიდა, ბრუცელოზის 9 შემთხვევიდან 1 ავადმყოფზე სისწრაფე 18 წამს უდრიდა.

კონის აზრით, სისხლის ცირკულაციის სისწრაფეზე, ვარკვეული გავლენა აქვს წლოვანებას, სახელდობრ, 15—19 წლის ასაკში აღენიშნებათ სისწრაფე საშუალოდ 18 წამი, 30—40 წლისას 21 წამი, ხოლო 70—80 წლის ასაკში 22,6 წამი.

ჩვენი მონაცემებით, სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე წლოვანების მიხედვით ნორმას არ ცილდება. სისხლის ცირკულაციის სისწრაფისათვის მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ადამიანის სიმაღლესა და წონას. რაც უფრო მეტია სიმაღლე, მით უფრო შენელებულია სისხლის მიმოქცევის სისწრაფე (24—23 წამი).

ა. ტეტელბაუმმა და ა.მ.იასნიკოვმა სიმაღლეს, წონას, წლოვანებას და სისხლის მიმოქცევის სისწრაფეს შორის რაიმე კანონზომიერი დამოკიდებულება ვერ ნახეს.

ავადმყოფების მეორე ჯგუფში მოვათავსეთ გულისა და სისხლძარღვთა სისტემით დაავადებულნი. კომპენსაციის 6 შემთხვევაზე უმეტეს შემთხვევაში სისწრაფე ნორმის ფარგლებში (საშუალოდ 14 წამი) მივიღეთ.

მესამე ჯგუფის ავადმყოფებში, რომელთაც აღენიშნებოდათ გულისა და სისხლძარღვთა 1-ლი ხარისხის დეკომპენსაცია (13 შემთხვევა), სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე საშუალოდ უდრიდა 21 წამს (მერყეობდა 10-დან 35 წამამდე).

მეოთხე ჯგუფის ავადმყოფებს (26 შემთხვევა) ეკუთვნის გულისა და სისხლძარღვთა მეორე ხარისხის დეკომპენსაციის მქონენი, რომელთა სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე საშუალოდ 26 წამს უდრის (მერყეობდა 10-დან 45 წამამდე).

მეხუთე ჯგუფის (31 ავადმყოფზე) ჩავატარეთ გამოკვლევა გულისა და სისხლძარღვთა დაავადების მესამე ხარისხის დეკომპენსაციის დროს. ამ დროს სისწრაფე საშუალოდ 29 წამს უდრის (მერყეობდა 12-დან 80 წამამდე). 2—3 შემთხვევაში სისწრაფე 60—80 სეკუნდს უდრიდა. ამ ავადმყოფებს დეკომპენსაცია ძლიერ მძიმე ფორმებში ჰქონდათ გამოხატული.

გულით დაავადებულ რამდენიმე ავადმყოფზე ჩატარდა სისხლდენის სისწრაფის განმეორებითი გამოკვლევა დეკომპენსაციის გაუმჯობესების შემდეგ. მდგომარეობის გაუმჯობესებასთან ერთად მივიღეთ სისხლის ცირკულაციის

სისწრაფის მომატება. იმ ავადმყოფს, რომელსაც დეკომპენსაციის დროს სისწრაფე აღენიშნებოდა ნორმის ფარგლებში ან უახლოვდებოდა ნორმას (მაგალითად პირველი ხარისხის დეკომპენსაციის დროს 2 შემთხვევა და მეორე ხარისხის დეკომპენსაციის დროს 1 შემთხვევა), სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე 10 წამს უდრიდა. 1 შემთხვევაში, ავადმყოფის დეკომპენსაციის დროს სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე 60 წამს უდრის. მეორე შემთხვევაში ამავე ხარისხის დეკომპენსაციის დროს ავადმყოფის სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე 35 წამს უდრიდა.

ლიტერატურულ მონაცემებითა და ჩვენი დაკვირვებებით, უმეტეს შემთხვევაში სისხლის ცირკულაციის სისწრაფესა და დეკომპენსაციის ხარისხს შორის არსებობს დამოკიდებულება. განსაკუთრებით მაღალი ღონე სისწრაფისა ჩვენ მივიღეთ იმ ავადმყოფებში, რომელთაც აღენიშნებოდათ გულისა და სისხლძარღვთა სისტემის კომპენსაციის დარღვევა (35—44—55—60—80 წამი). ასეთივე მონაცემები მიიღეს სხვა ავტორებმაც, რომლებიც ამ მოვლენას ხსნიან გულის კუნთის ძალის დაქვეითებით, ზოგი მათგანი კი სისხლის ცირკულაციის სისწრაფის ცვალებადობას, ძირითად ცვლას უკავშირებს.

ჩვენ გამოვიკვლიეთ სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე აგრეთვე ჰიპერტონიის 8 შემთხვევაში. მათი სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე საშუალოდ უდრიდა 22 წამს. იყო შემთხვევა, როდესაც არტერიული წნევა მაღალი იყო, მაგრამ სისხლის-ცირკულაციის სისწრაფე 16 წამს უდრიდა (220/110). ასეთივე მონაცემები მიიღეს ა. მიასნიკოვმა, ა. ტეტელბაუმმა და სხვებმა. მათი აზრით, ჰიპერტონიასა და სისხლის ცირკულაციის სისწრაფეს შორის არ არის არავითარი დამოკიდებულება. სისხლის ცირკულაციის აჩქარება, ჩვენი მონაცემებით, განსაკუთრებით მომატებულია ანემიურ ავადმყოფებში, სახელდობრ 7 შემთხვევაში, რომელთაგან 4 მეორადი ანემიის დროს და 3 პერნიციოზული ანემიის შემთხვევაში. მეორადი ანემიის 3 შემთხვევაში სისწრაფე 8—10 წამის ფარგლებში მერყეობდა, ხოლო პერნიციოზული ანემიის მძიმე ფორმის დროს 7—9 წამის ფარგლებში.

ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები მოყვანილია 1 ცხრილში.

დაავადებათა ჯგუფი	შემთხვევათა რაოდენობა	ცხრილი 1
		სისხლღენის სისწრაფე საშუალოდ
სხვადასხვა დაავადებები, გულის და სისხლძარღვთა გართულების გარეშე	58	14 წამი
გულისა და სისხლძარღვთა სისტემის დაავადება კომპენსაციის ხანაში	6	14 „
გულისა და სისხლძარღვთა უკმარისობა პირველი ხარისხის დეკომპენსაციის დროს	13	21 „
გულისა და სისხლძარღვთა მეორე ხარისხის დეკომპენსაციის დროს	26	26 „
გულისა და სისხლძარღვთა დაავადების მე-3 ხარისხის დეკომპენსაციის დროს	31	29 „

ლიტერატურული და ჩვენი მონაცემების მიხედვით, სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე მატულობს ანემიის დროს, როდესაც ადგილი აქვს სისხლის სიბლანტის ძლიერ დაქვეითებას, ერთორციტების რიცხვის მძლავრ შემცირებას, პლაზმის ცილების დაკლებას.

გულისა და სისხლძარღვთა რეკომპენსაციის დროს სისხლის ცირკულაციის სისწრაფის შენელება უნდა აიხსნას გულის კუნთის მოვლენებით, ცალკეულ ორგანოებში სისხლის შეგუბებით, სისხლძარღვთა შესაძლებელი ფუნქციური ან ორგანული ცვლილებებით და ა. შ.

ჩვენი აზრით, იმ შემთხვევაში, როდესაც სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე ნორმის ფარგლებს არ ცილდება, გულისა და სისხლძარღვთა სისტემა, აგრეთვე თვით სისხლიც, ცვლილებას არ უნდა განიცდიდეს.

სისხლის ცირკულაციის სისწრაფის გამოკვლევას დიდი მნიშვნელობა აქვს კლინიკის პირობებში გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციონალური უკმარისობის ადრეულ პერიოდში გამოსამკვლევებლად.

დასკვნა

1. ჯანმრთელ და იმ ადამიანებში, რომელთაც დაავადებული აქვთ გულ-სისხლძარღვთა სისტემა, კომპენსაციის ხანაში, სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე თითქმის ერთნაირია.

2. რაც უფრო მეტადაა გამოხატული გულ-სისხლძარღვთა სისტემის დეკომპენსაცია, მით უფრო მეტადაა შენელებული სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე.

3. გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციონალური უკმარისობის გამომკვლავება ადრეულ პერიოდში შეიძლება სისხლის ცირკულაციის სისწრაფის გამოკვლევით.

4. ისეთი დაავადებების დროს, როცა გულ-სისხლძარღვთა სისტემა ნაკლოვანებას არ განიცდის, სისხლის ცირკულაციის სისწრაფე უმრავლეს შემთხვევებში ნორმულია.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 10.6.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. Г. Вограчик. К методике определения скорости кровотока. Врачебное дело. № 7, 1948, стр. 631.
2. М. Д. Ермоленко. Применение цититона для определения скорости кровообращения. Клин. мед., т. XXII, № 10—11, 1945.
3. Д. М. Абдулаев и А. Л. Мясников. Наблюдения над скоростью кровообращения. Тер. архив, № 3, т. X, в. I, 1932.
4. А. Г. Тетельбаум и А. А. Мясников. Влияние физической нагрузки на скорость кровообращения. Клиническая медицина, том XI, 13—14, 1933, стр. 870.

მასპარეზობის მდივანი

დ. ტვილინი

 თორმეტობა ნაწლავის მიქრომეტრობიდან კორონარულ
 სისხლის ქარვეზში აზინების ბავრველები აფერენტული
 ნერვული ბუნების შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაქრაძემ 18.7.1957)

მუცლის ღრუს ორგანოების გაღიზიანებით აღმოცენებულ იმპულსთა გულზე გავრცელების აფერენტული ნერვული ბუნების შესახებ ლიტერატურულ წყაროებში აზრთა სხვადასხვაობაა.

მკვლევართა ერთი ჯგუფი მუცლის ღრუს ორგანოებიდან გულისაკენ მიმავალი იმპულსების აფერენტულ ნერვულ გზად თვლის ცთომილ ნერვს. მეორე ჯგუფს ვისცერო-კარდიალური რეფლექსების ძირითად აფერენტულ გზად შიგნეულობის ნერვი მიაჩნია, ხოლო მესამე ჯგუფს — შერეული ცთომილი ნერვი, რომლის შემადგენლობაშიც, მათი აზრით, გაივლიან სპეციალური სიმპატიკური ნერვული ბოჭკოები, რომელთა გაღიზიანებაც იწვევს გულის მუშაობის აჩქარებასა და გაძლიერებას.

ზემოთ აღნიშნულ დაკვირვებათა უმრავლესობა ჩატარებულია ბაყაყებსა და ძაღლებზე მწვავე ცდის პირობებში. მუცლის ღრუს ორგანოების სხვადასხვა სახის (მათ შორის მექანიკური) გაღიზიანების გულის მუშაობაზე გავლენის მიჩვენებლად პირველ შემთხვევაში (ბაყაყებზე) აღებული იყო გულის შეკუმშვის სისწორისა და ამპლიტუდის ცვალებადობა, ხოლო მეორე შემთხვევაში — გულის რიტმისა და სისხლის წნევის ცვალებადობა. ზემოთ აღწერილი აზრთა სხვადასხვაობა აღნიშნული საკითხის შესახებ იმით უნდა აიხსნას, თუ თითოეული ავტორი კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის რომელ მონაკვეთს აღიზიანებდა და რა ძალით; რა პირობებში წარმოებდა ცდა (მწვავე თუ ქრონიკული) და როგორი იყო საცდელი ობიექტის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობა ცდის დროს. ერთნი კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მექანიკურ გაღიზიანების დროს ლეზულობდნენ ვაგალურ ეფექტს, ხოლო მეორენი — სიმპატიკურს. პირველ შემთხვევაში აღნიშნული ეფექტი მცირდებოდა ან სრულიად ქრებოდა ცთომილი ნერვის ვადაჭრის შემდეგ, მეორე შემთხვევაში კი — შიგნეულობის ნერვის ვადაჭრის შედეგად.

იასტრებოვას, დაუსსა და უდელნოვის აზრით, ორივე შემთხვევაში (ე. ი., როცა მუცლის ღრუს ორგანოების მექანიკური გაღიზიანების დროს გულის მუშაობის მხრივ ვლდებულობთ ერთს შემთხვევაში შეკავებას, ხოლო მეორე შემთხვევაში აჩქარებასა და გაძლიერებას) აფერენტულ ნერვულ გზას წარმოადგენს ცთომილი ნერვი, რომლის მეტ-ნაკლები ძალით გაღიზიანებისას (იმისდა მიხედვით, ცთომილი ნერვის ბოჭკოების რა რაოდენობა ჩაირთვება სპაზუსხორეაქციაში და ნერვული იმპულსების რა რაოდენობა მიემართება შინაგანი ორგანოებიდან ცენტრ. ნერვული სისტემისაკენ (ცნს), ხოლო აქედან გულისაკენ) შეიძლება მივიღოთ ერთ შემთხვევაში გულის მუშაობის შეკავება, ხოლო მეორე შემთხვევაში — გაძლიერება და აჩქარება.

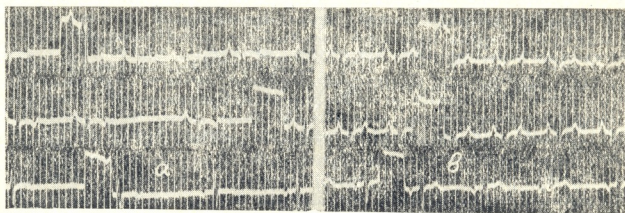
წინამდებარე შრომაში მოგვყავს ჩვენ მიერ ქრონიკული ცდების პირობებში წარმოებულ დაკვირვებათა შედეგები აღნიშნული საკითხის შესახებ. ცდები ჩატარებულია სამ ძაღლზე („ჯულბარსი“, „ჩერკასი“ და „ჭრელა“), რომელთაც გაკეთებული ჰქონდათ თორმეტობა ნაწლავის ფისტულები.

მეთოდისკა

ცდებს ვატარებდით ხმისგაუმტარი კამერის პირობებში დილის საათებში. ეზოში გასერირების შემდეგ ძალი შეგვყავდა კამერაში და წინასწარ გაპარულ ადგილებზე ვამაგრებდით სუფრის მარილის 1% ხსნარში დასველებულ ელექტროდებს, რომლებიც კამერის წინა ოთახში შეერთებული იყო სიმენს-გალსკეს ფირმის ერთშლივიფიან ელექტროკარდიოგრაფთან. ძალის კამერაში დგომის 10 წუთის შემდეგ ვიღებდით საწყის ელექტროკარდიოგრაფას (ეკგ) სამ სტანდარტულ და ზოგიერთ შემთხვევაში ერთ გულმკერდის განხრაში. ერთდროულად ვაწარმოებდით სუნთქვის რეგისტრაციას. ამ მიზნით ძალს გულმკერდზე ვუჭერდით გოფირებულ მილს, რომელიც რეზინის მილის საშუალებით კამერის წინა ოთახში შეერთებული იყო მარჯის კაფსულასთან. ამ უკანასკნელზე მოთავსებული კალმის საშუალებით სუნთქვითი მოძრაობა იწერებოდა გამჭურვულ ქაღალდზე. ამის შემდეგ კამერის წინა ოთახიდან 100 mm/Hg-ის წნევით ეზერავდით კანულის გზით თორმეტგოჯა ნაწლავში შეყვანილ თხელკედლიანი რეზინის ბალონს, რომელიც შეერთებული იყო ვერცხლისწყლის მანომეტრთან. გაღიზიანების დაწყებიდან მე-5 წუთზე ვაწარმოებდით ეკგ-ის გადაღებას იმავე განხრებში. ცხოველის ქცევას კამერაში ვაკვირდებოდით კამერის წინა ოთახიდან სპეციალური სარკმლის საშუალებით. ცდებს ვიმეორებდით რამდენიმე დღის განმავლობაში დღეში ერთხელ, რათა დაგვედგინა თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების კორონარულ სისხლის მიმოქცევაზე გავლენის ერთგვარი ფონი.

ცდების შედეგები და მათი განხილვა

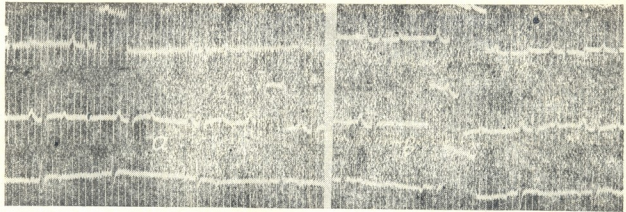
ყველა შემთხვევაში თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების დროს ეკგ-ზე ძირითადად აღინიშნებოდა გულის რიტმის გახშირება და უარყოფითი ან ორფაზიანი T კბილის გადასვლა მკვეთრად დადებით წვეტიან T კბილში. ხოლო დადებითი T კბილის სიმაღლეში მატება. უმნიშვნელო ცვლილებას განიცდიდნენ Q, P და S კბილებიც. საილუსტრაციოდ მოგვყავს სურ. 1.



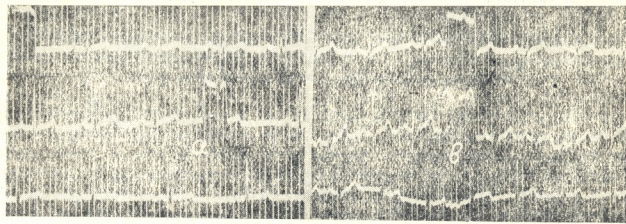
სურ. 1. ძალი „ჯუღბარსი“. თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების გავლენა ეკგ-ზე (I—III—III განხრებში): a—ეკგ გაღიზიანებამდე, b—ეკგ გაღიზიანების დროს

სუნთქვა ამ დროს ხშირდებოდა და ღრმავდებოდა; ცხოველი გაღიზიანებამდე მშვიდად იდგა, ხოლო გაღიზიანების დროს დროადადრო მოძრაობდა, წკმუტუნებდა, ტუჩებს ილოკავდა, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში აღებინებდა კიდევც.

ამის შემდეგ „ჯულბარსი“ გავუყეთეთ რეტროპერიტონეალური ორმწოვი, სპლანქქეტომია, ხოლო „ჩერკასი“ ხელოვნური სუნთქვის დროს გავუყეთდა ტრანსთორაკალური ვაგოტომია. 10—11 დღის შემდეგ ორივე ძაღლზე კვლავ გავიმეორეთ იგივე ცდები. მიღებული შედეგები ნაჩვენებია სურ. 2-ზე და სურ. 3-ზე.



სურ. 2. ძაღლი „ჯულბარსი“. თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების გავლენა ეკგ-ზე (I—II—III განხრებში) სპლანქქეტომის შემდეგ. ა—ეკგ გაღიზიანებამდე, ხ—ეკგ გაღიზიანების დროს



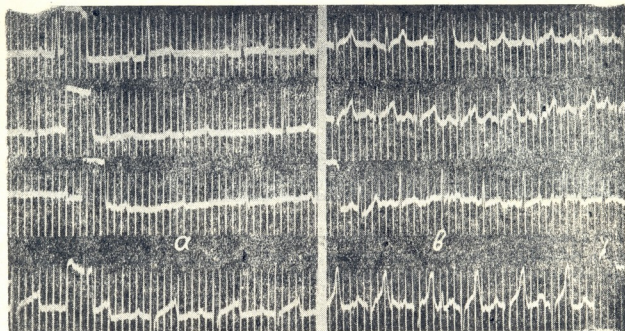
სურ. 3. ძაღლი „ჩერკასი“. თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების გავლენა ეკგ-ზე (I—II—III განხრებში) ვაგოტომიის შემდეგ. ა—ეკგ გაღიზიანებამდე; ხ—ეკგ გაღიზიანების დროს

როგორც სურათიდან ჩანს, სპლანქქეტომიის შემდეგ „ჯულბარსის“ თორმეტგოჯა ნაწლავის 100 mm/Hg-ის წნევით გაღიზიანება გულის რიტმისა და ეკგ-ული მაჩვენებლების მხრივ თითქმის არავითარ ცვლილებებს არ იწვევს. არ აღინიშნებოდა აგრეთვე სპლანქქეტომიის შემდეგ თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების დროს თვალსაჩინო ცვლილებები ცხოველის ქცევისა და სუნთქვის მხრივ.

სურ. 3-ზე ნაჩვენებია „ჩერკასის“ თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების გავლენა ეკგ-ზე ტრანსთორაკალური ვაგოტომიის შემდეგ.

როგორც სურათიდან ჩანს, ვაგოტომიის შემდეგ თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანება ეკგ-ული მაჩვენებლების მხრივ იწვევს იმავე ხასია-

თის, თითქმის კიდევ უფრო კარგად გამოხატულ ცვლილებებს, როგორსაც ვლუბულობდით ვავოტომიამდე. აღნიშნული ცვლილებები მდგომარეობს გულის რიტმის გაზვიარებაში, T კბილის მომატებაში, PQ და QT ინტერვალების შემოკლებასა და R და S კბილების უმნიშვნელო ცვლილებაში. თვალსაჩინოა ამ დროს გამოხატული აგრეთვე ზემოთ აღწერილი ცვლილებები ცხოველის ქცევისა და სუნთქვის მხრივ.



სურ. 4. ვავოტომირებული ძალდი „ჩერკასის“ თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების გაუღენა ეკგ-ზე (I—II—III განხრებში) ექსპერიმენტული ნევროზის დროს
 ა—ეკგ—გაღიზიანებამდე; ბ—ეკგ—გაღიზიანების დროს

ამის შემდეგ ორივე ძალზე („ჯულბარსი“ და „ჩერკასი“) ვაწარმოებთ კვებით და დაცვით რეფლექსების შეხლა, რათა გამოვგვეწვია ცენტრალური ნერვული სისტემის პათოლოგიური მდგომარეობა (ნევროზი) და ამ დროს გვეჩანა თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების გავლენა ეკგ-ზე, ცხოველის საერთო ქცევაზე და სუნთქვაზე (როგორც ჩვენს ცდებში გამოირკვა, მუცლის ღრუს ორგანოების გაღიზიანების გულის მუშაობაზე გავლენის ეფექტი ნევროზის დროს უფრო თვალსაჩინოა). ამ მიზნით, წინადალით შიმშილობის შემდეგ, ცხოველი, რომელსაც გამომუშავებული ჰქონდა რეფლექსი კამერაში საკვების მიღებაზე, შეგვყავდა ხმისგამტარ კამერაში და ცდის მომზადებიდან 10 წუთის შემდეგ ვიღებდით საწყის ეკგ-ს მშვიდი სუნთქვის დროს. ამის შემდეგ დენის წყაროდან მიმავალ ერთ ელექტროდს ვამაგრებდით თორმეტგოჯა ნაწლავში ჩადგმულ კანულაზე, ხოლო მეორე ელექტროდს — ცხოველის წინ დადებულ ხორცის ნაჭერზე (რიგით მესამეზე). ცხოველი ხელის გაშვებისთანავე ხარბად მიდის საკვებთან; როდესაც პირში ჩაიღებდა ხორცის იმ ნაჭერს, რომელზედაც შეერთებული იყო ელექტროდი, კამერისწინა ოთახში ვრთავდით 15—V-ის ძაბვის ელექტროწრეს. ცხოველი უმაღლვე ტოვებს საკვებს და წკმუტუნს იწყებს. საკვებთან განწეორებით მისგლის ეშინია. ამ დროს ვაღიზიანებდით თორმეტგოჯა ნაწლავს კვლავ 100 mm/Hg-ის წნევით და მე-5 წუთზე ვიღებდით ეკგ-ს. ერთდროულად ვაწარმოებდით სუნთქვის რეგისტრაციას და დაკვირვებას ცხოველის ქცევაზე კამერაში. აღნიშნულ ცდებს ვიმეორებდით რამდენიმე დღის განმავლობაში. გამოირკვა, რომ სადაც გაკეთებული იყო სპლანქნექტო-

მია („ჯუღბარსი“), თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკურმა გაღიზიანებამ ვერც ამ შემთხვევაში მოგვცა თვალსაჩინო ცვლილებები როგორც ეკგ-ლი მაჩვენებლებში, ისე ცხოველის ქცევისა და სუნთქვის მხრივ, ხოლო სადაც ვაკეთებული იყო ვაგოტომია („ჩერკასი“) და არ იყო დაზიანებული შიგნეული ნერვი, თორმეტგოჯა ნაწლავის იმავე ძალით გაღიზიანებამ დროის იმავე მონაკვეთში კიდევ უფრო თვალსაჩინო ცვლილებები მოგვცა როგორც ეკგ-ური მაჩვენებლების (სურ. 4), ისე ცხოველის ქცევისა და სუნთქვის მხრივ.

როგორც სურათიდან ჩანს, თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების დროს ეკგ-ზე გამოხატულია გულის რიტმის თვალსაჩინო გახშირება, PQ და QT ინტერვალების შემოკლება, T კბილის მომატება სიმალლეში და წაწვეტიანება, R კბილის დადაბლება, S კბილის გაღრმავება და სხვა.

შემდეგ „ჩერკასსაც“ გაუჟკეთეთ რეტროპერიტონეალური ორმხრივი სპლანქნექტომია. სპლანქნექტომიიდან 12 დღის შემდეგ რამდენიმე დღის განმავლობაში (დღეში ერთხელ) კვლავ გაღიზიანებით თორმეტგოჯა ნაწლავს 100 mm/Hg-ის წნევით და გაღიზიანების დაწყებიდან მე-5 წუთზე ვიღებდით ეკგ-ს. ერთდროულად ვაწარმოებდით სუნთქვის რეგისტრაციას და ვაკვირდებოდით ცხოველის ქცევას კამერაში. ამ შემთხვევაშიც თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკურმა გაღიზიანებამ დროის იმავე მონაკვეთში და მეტი ხნის განმავლობაშიც კი უკვე აღარ მოგვცა თვალსაჩინო ცვლილებები არც გულის რიტმისა და ეკგ-ული მაჩვენებლების და არც სუნთქვისა და ცხოველის ქცევის მხრივ.

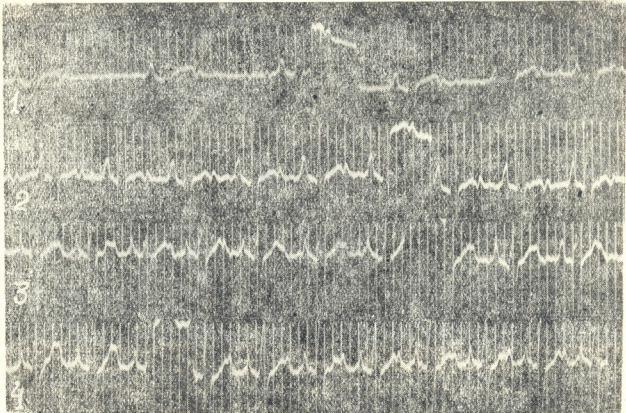
მაშასადამე, თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების კორონარულ სისხლის მიმოქცევაზე გავლენის ეფექტი (რომელიც ჩვენს შემთხვევაში ყოველთვის სიმპატიკური ხასიათისა) სპლანქნექტომიის შემდეგ აღარ მიიღება, ხოლო ვაგოტომიის შემდეგ კი ეს რეფლექსი კარგადაა გამოხატული. აქედან გამომდინარე უნდა დავასკვნათ, რომ აღნიშნული რეფლექსის აფერენტული გზა ცენტომილი ნერვის შემადგენლობაში არ გაივლის.

თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების კორონარული სისხლის მიმოქცევაზე გავლენის შესახებ დაკვირვება ვაწარმოეთ აგრეთვე ატროპინიზაციის ფონზე (ძალი „ჰრელა“). როგორც ცნობილია, ატროპინი ადამბლავებს ცენტომილი ნერვის პერიფერიულ დაბოლოებებს. ამ მიზნით „ჰრელას“ (რომელიც ამ დროისათვის ნევროზულ მდგომარეობაში იმყოფებოდა) კანქვეშ შევყავადა 0,1% იანი ატროპინის 1 მლ. 10—15 წუთის შემდეგ ვიწყებდით თორმეტგოჯა ნაწლავის გაღიზიანებას 100 mm/Hg-ის წნევით. ეკგ-ს ვიღებდით ატროპინის შეყვანამდე, შეყვანიდან 10—15 წუთის შემდეგ და თორმეტგოჯა ნაწლავის გაღიზიანების დროს. სურ. 5-ზე ნაჩვენებია ერთერთი ცდის შედეგები.

როგორც სურათიდან ჩანს, ატროპინის შეყვანის შედეგად გულის რიტმი ერთიორად გახშირდა, მაგრამ ეკგ-ული მაჩვენებლების მხრივ თვალსაჩინო ცვლილებები თითქმის არ აღინიშნება (ადგილი აქვს P და S კბილების ოდნავ მატებას, R კბილის უმნიშვნელო დაკლებას და QT ინტერვალის შემოკლებას), ხოლო ატროპინიზაციის ფონზე თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანება კვლავ იწვევს ეკგ-ული მაჩვენებლების თვალსაჩინო შეცვლას: T კბილი ორფაზიანიდან გადადის მკვეთრად დადებითში, R კბილი მკვეთრად კლებულობს და ინლიჩება [3], S კბილი ძლიერ ღრმავდება, T კბილი თითქმის უტოლდება R-ს [5] და სხვა. ეს უკანასკნელი ფაქტი იმის სასარგებლოდ დაპარაკობს, რომ ჩვენ მიერ აღწერილი ვისცეროკორონარული რეფლექსის არა მარტო აფერენტული, არამედ ეფერენტული გზაც გაივლის სიმპატიკურ ნერვში.

აქვე უნდა აღინიშნოს აგრეთვე ჩვენ მიერ წარმოებულ დაკვირვებათა შედეგები, რომლებიც შეეხება თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების დროს სისხლის ბიოლოგიური აქტივობის დადგენას. აღნიშნული გამოკვლევები

შემდეგნაირად ტარდებოდა: წინასწარ შტრაუბეს წესით ვამზადებდით ბაყაყის იზოლირებულ გულს, რომლის მუშაობაც იწერებოდა გამჭურულ ქაღალდზე. მკვებავ სითხედ ვხმარობდით რინგერის ხსნარს. შემდეგ ვატარებდით საკონტროლო ცდას: საცდელ ცხოველს (ძალს) უკანა კიდურის ვენიდან ვუღებდით სისხლს, რომელსაც მაშინვე ვაზავებდით რინგერის ხსნარში (1:20-ზე) და კანუ-



სურ. 5. ძალი „ჰრელა“. თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების გავლენა ეკგ-ზე ატროპინიზაციის ფონზე—(ეკგ—მა გადაღებულია IV განხრაში)

- 1—ეკგ ატროპინის შეყვანამდე (საწყისი ეკგ);
- 2— „ ატროპინის შეყვანიდან 15 წუთის შემდეგ;
- 3— „ თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების დაწყებიდან მე-5 წუთზე;
- 4— „ „ „ „ „ მე-10 „

ლის გზით შეგვყავდა ბაყაყის იზოლირებულ გულში. საკონტროლო ცდებში გულის მუშაობის შეცვლა არ მიგვიღია. ამის შემდეგ თორმეტგოჯა ნაწლავს ვაღიზიანებდით 100 mm/Hg-ის წნევით. გაღიზიანების დაწყებიდან მე-5 წუთზე კვლავ ვიღებდით ვენიდან სისხლს, უმაღლვე ვაზავებდით (1:20-ზე) რინგერის ხსნარში და შეგვყავდა ბაყაყის იზოლირებულ გულში. გამოირკვა, რომ თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების დროს საცდელი ცხოველიდან აღებული სისხლი იწვევს ბაყაყის იზოლირებულ გულის რიტმის გახშირებას და გულის შეკუმშვის ამპლიტუდის გაზრდას, რაც მრწმობს სისხლში სიმპატიკოტროპულ ნივთიერებათა სიჭარბეს.

მაშასადამე, ჩვენ მიერ ზემოთ აღწერილ დაკვირვებათა შედეგები საშუალებას გვაძლევს ვაკეთოთ ერთი საერთო დასკვნა, რომ თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების დროს აღმოცენებულ იმპულსთა კორონარულ სისხლის ძარღვებზე გავრცელების აფერენტულ ნერვულ გზას წარმოადგენს შიგნეულობის ნერვი (n. splanchnicus) ხოლო ის ფაქტი, რომ თორმეტგოჯა

ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების გულის მუშაობაზე გავლენის საბოლოო ეფექტი ჩვენს შემთხვევაში ყოველთვის სიმპათიკური ხასიათისაა და ამ ეფექტზე გავლენას არ ახდენს ატროპინი, საფუძველს გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ აღნიშნული ვისცერო-კორონარული რეფლექსის ეფერენტული გზაც უნდა გაივლიდეს სიმპათიკური ნერვის შემადგენლობაში. აქვე უნდა დავუმატოთ, რომ თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების დროს სისხლი მდიდრდება სიმპათიკომიმეტური ნივთიერებებით, რომელთაც, რა თქმა უნდა, შეუძლიათ გააძლიერონ სიმპათიკური ნერვების გზით გულისაკენ მიმავალი იმპულსებით გამოწვეული ეფექტი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. მ. წინამძღვრიშვილის სახელობის

კლინიკური და ექსპერიმენტული

კარდიოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 18.7.1957)

დაბეჭედილი ლიტერატურა

1. К. М. Быков. Кора головного мозга и внутренние органы. М—Л., 1947, стр. 207—209.
2. С. К. Гамбашидзе. Материалы к физиологии интерорецепторов половой среды. Тбилиси, 1951, 9—22.
3. Н. С. Дауэ и М. Г. Удельнов. Вопросы физиологии и патологии сердца. 1955, 156—164.
4. Л. Ф. Дмитренко. О рефлексах со стороны желудка на кровообращение и дыхание. Одесса, 1916.
5. А. И. Иванов. Рефлексы интерорецепторов пищевода и желудка. Л., 1945.
6. Н. Ф. Попов и А. А. Ющенко. Физиологический журнал СССР, XVI, № 6, 1933, 669.
7. И. П. Разенков. Журнал эксп. биол. и медицины, 1926, 3, 36.
8. Н. П. Симановский. К вопросу о влиянии раздражения чувствующих нервов на отправления и питание сердца. СПб., 1881.
9. А. И. Смирнов. Тезисы докладов объединенной сессии отделения медико-биологических наук и отд. клинической медицины с участием Рязанского медицинского института, М., 1951, 41.
10. И. Р. Гарханов. В кн.: «Протоколы Казанского мед. общ-ва за 1877/8, № 5, стр. 85.
11. Н. В. Раева и А. В. Тонких. Русский физ. журнал им. И. М. Сеченова, 1928, т. XI, стр. 361—389.
12. В. Н. Черниговский. Аfferентные системы внутренних органов, г. Ки-ров, 1945, стр. 58—98.
13. И. Л. Ястрецова и М. Г. Удельнов. Вопросы физ. и пат. сердца, М., 1950, стр. 119—127.
14. И. Л. Ястрецова и М. Г. Удельнов. Вопросы физ. и пат. сердца, М., 1955, стр. 128—139.
15. Н. Л. Ястрецова и М. Г. Удельнов. Вопросы физ. и пат. сердца М., 1955, стр. 140—149.

მასპირინებულნი მილიცინა

ო. ბურჯანაძე

მაობლიტერებული ენდარტერიტიის მკურნალობის ერთი მეთოდის შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 31.7.1957)

როგორც ცნობილია, მაობლიტერებული ენდარტერიტიის სამკურნალოდ მრავალი საშუალება არსებობს, მაგრამ დღემდე არ მოიპოვება მკურნალობის ისეთი მეთოდი, რომელიც ყველა ავტორის მიერ იყოს აღიარებული.

ჩვენ საშუალება გვქონდა შეგვეწავლა მაობლიტერებული ენდარტერიტიის სამკურნალოდ არსებული 60 საშუალების გამოყენებით მიღებული შედეგები თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტის სამკურნალო ფაკულტეტის პოსპიტალური და საფაკულტეტო ქირურგიის კლინიკებში ნამკურნალებ 463 ავადმყოფზე. ამავე დროს ვავეცანი ამ სამკურნალო საშუალებების შესახებ ასახულ ლიტერატურულ მონაცემებს. დაგროვილი მასალის ანალიზის შედეგად დადგენილ იქნა, რომ მკურნალობის კონსერვატული მეთოდები თითქმის ისეთივე შედეგით გამოიყენება, როგორც ოპერაციული. გავითვალისწინეთ რა ოპერაციული მკურნალობის უარყოფითი მხარეები (ორგანიზმის ძლიერი ტრავმა, ტექნიკური სირთულე), ჩვენ უპირატესობა კონსერვატულ მეთოდებს მივანიჭეთ.

ამ მიზნით 1946 წლიდან საფაკულტეტო ქირურგიის კლინიკაში ფართოდ ვიყენებდით ნიკოტინმკაავათი მკურნალობას. 1946 წლიდან 1952 წლამდე ნიკოტინმკაავათი მკურნალობა ჩავუტარდა 57 ავადმყოფს. ამთვან დაავადების პირველ პერიოდში შემოსული იყო 12 ავადმყოფი, მეორე პერიოდში — 29 ავადმყოფი, მესამე პერიოდში — 16 ავადმყოფი.

ნიკოტინმკაავათი მკურნალობას შემდეგი წესით ვატარებდით: ავადმყოფები 15 დღის განმავლობაში ღებულობდნენ 1% ხსნარს 10,0 რაოდენობით ყოველდღიურად, ორჯერ ვენაში და ერთხელ დაღვეის გზით. 7—10 დღის შესვენების შემდეგ ავადმყოფებს კვლავ უმეორდებოდათ 15 დღიანი მკურნალობის კურსი, ამჯერად იმ განსხვავებით, რომ ნიკოტინმკაავა დღეში ერთხელ შეგვეყავდა ვენაში, ხოლო ორჯერ ვასმევდით. სულ ავადმყოფს უტარდებოდა 3-დან 5-მდე კურსი.

1948 წლიდან, კ. ერისთავის წინადადებით, ჩვენ მივმართეთ ნიკოტინმკაავას შეყვანას უშუალოდ დაავადებული კიდურების ბარძაყის არტერიაში ყოველ მეათე ინექციაზე. ამ წესის გამოყენებით აღინიშნებოდა უფრო სწრაფი სამკურნალო ეფექტი, რაც არტერიაში არსებული რეცეპტორული აპარატის სიუხვით უნდა აიხსნას, რომლის მეშვეობით ნერვული სისტემა უფრო მეტად რეაგირებს სამკურნალო ნივთიერებაზე. ამ სახით მკურნალობა ჩავუტარდა 18 ავადმყოფს.

ნიკოტინმკაავათი მკურნალობის შედეგად 45 ავადმყოფზე (80 %) მივიღეთ კარგი შედეგი, 5 ავადმყოფზე (8,8 %) — გაუმჯობესება, შედეგი არ მიგვიღია 7 შემთხვევაში — აქედან 5 ავადმყოფს (8,8 %) კიდურის ამპუტაცია გაუკეთდა, ხოლო 2 ავადმყოფი (3,4 %) გარდაიცვალა. დაკვირვების ხანგრძლივობა ერთი წლიდან ექვს წლამდე.

1950 წელს, გავეცანით რა ელანსკისა და ბეგელმანის [2] მიერ ნოვოკაინისა და მორფიუმის ხსნარის დაავადებული კიდეურის არტერიაში შეყვანის შედეგად მიღებულ კარგ შედეგებს, განვიზრახეთ ამ მეთოდის შეუღლება ნიკოტინმჟავათი მკურნალობის მეთოდთან. ჩვენი აზრით, ელანსკისა და ბეგელმანის მეთოდს საგრძნობი ნაყოი გააჩნია, რაც დაავადებული კიდეურის არტერიაში ინექციების სიხშირეში მდგომარეობს. აღნიშნულ ტრაგემა შეუძლებელია გავლენა არ ჰქონდეს ყოველგვარი გაღიზიანებისადმი ზემოქმედობიარე არტერიაზე. ამ მეთოდსა და ნიკოტინმჟავათი მკურნალობის მეთოდის ერთდროული გამოყენებით მკურნალობის წესში ცვლილება შევიტანეთ; დაავადებული კიდეურის არტერიაში შეგვყავს შემდეგი შედგენილობის ხსნარი: 1 % ნოვოკაინი და ნიკოტინმჟავა—თითოეული 10, 0 რაოდენობით, 1 % მორფიუმი—1, 0.

როგორც ცნობილია, მორფიუმი შემავაგებლად მოქმედებს ქერქის ფუნქციაზე, ნოვოკაინი ინტერორეცეპტორებზე უშუალო მოქმედებით წყვეტს ტკივილის შეგრძნებას, ნიკოტინმჟავა კი, გარდა მისთვის დამახასიათებელი ფარმაცოლოგიური ეფექტისა, იწვევს საგრძნობ სუბიექტურ შეგრძნებებს (სახის პიპერემიას, ქავილსა და სხვა). ამ თვისებების გამო, ნიკოტინმჟავა ამ შემთხვევაში ორგვარი ფაქტორის—ერთი მხრივ, სამკურნალო აგენტის, ხოლო, მეორე მხრივ, ფიზიოლოგიური აგენტის (პირობითი გამაღიზიანებლის)—როლში გამოდის. აღნიშნულ ფაქტორთა განმეორებითი შეუღლების გზით მყარდება დროებითი კავშირი ტკივილის შეწყვეტის რეფლექსსა და ნიკოტინმჟავათი გამოწვეულ სუბიექტურ შეგრძნებებს შორის.

ინექციები კეთდება ყოველდღიურად, სანამ არ შეწყდება ტკივილი 24 საათის განმავლობაში, რისთვისაც, ჩვენი დაკვირვებით, საკმარისია 3—4, იშვიათად კი — 7 ინექცია. ამის შემდეგ ვიწყებთ ნიკოტინმჟავათი მკურნალობას ჩვეულებრივი წესით, რომლის დროსაც უმჯობესდება მანამდე მიღებული სამკურნალო ეფექტი.

აღსანიშნავია რამდენიმე შემთხვევა, როდესაც არტერიაში წარმოებული ინექციების შემდეგ ტკივილი შეწყდა 24 საათზე ნაკლები დროით, ამ შემთხვევებში არტერიაში 1 ინექციის წარმოების შემდეგ მაინც ვიწყებდით ნიკოტინმჟავათი მკურნალობას. დასაწყისში ნიკოტინმჟავას შეყვანა იძლეოდა ხნით წყვეტდა ტკივილის შეგრძნებას, რამდენხნითაც არტერიაში შეყვანილი ხსნარი, შემდგომ კი ავადმყოფის მდგომარეობის თანდათანობით გაუმჯობესებასთან ერთად ისპობა ტკივილის შეგრძნებაც.

ამგვარად, როგორც ვხედავთ, ნიკოტინმჟავათი მკურნალობისა და მორფიუმისა და ნოვოკაინის ხსნარის ერთდროული გამოყენებით საშუალება გვიძლია სწრაფად მოგვესპო დაავადების ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტი—ტკივილი, რომელიც ამ დაავადების პათოგენეზში „მანკიერი წრის“ ძირითადი შემადგენელი რგოლთაგანია. ტკივილის შეგრძნების მოსპობის შემდეგ კი გაცილებით უფრო სწრაფად მიიღება სამკურნალო ეფექტი.

ჩვენ მიერ ხმარებული მეთოდი მიზნად ისახავს პირობითი რეფლექსის გამოყენების გზით ნიკოტინმჟავას სამკურნალო ეფექტის გაუმჯობესებასა და მოშლილი კორტიკო-ორგანული მექანიზმების ნორმალიზაციას.

ამ წესით მკურნალობა 1950—54 წლებში პოსპიტალური ქირურგიის კლინიკაში ჩატარდა 28 ავადმყოფს. ამათგან კარგი შედეგი აღენიშნებოდა 20 ავადმყოფს (71, 4%), გაუმჯობესება — 7 ავადმყოფს (25%), ერთი ავადმყოფი (3,6 %) კი კარგად გრძნობდა თავს მკურნალობის დამთავრებიდან მხოლოდ 7 თვის განმავლობაში, რის შემდეგ მას დაავადება კვლავ გაუმწავდა. ავადმყოფი, თითებისა და ტერფის მიდამოს ვრცელი ნეკროზის გამო, შემოვიდა კლინიკაში, სადაც გაუკეთდა კიდეურის ამპუტაცია ბარძაყის შუა მესამეში. აღსანიშნავია,

რომ ამ ავადმყოფს წარსულში, გარდა სხვა მეთოდებით მკურნალობისა, გაკეთებული ჰქონდა ლუმბალური სიმპათექტომია. ავადმყოფებზე დაკვირვების ხანგრძლივობაა 3 წლიდან 5 წლამდე.

ჩვენ მიერ ნამკურნალებ ავადმყოფებს გამოკვლევისას აღენიშნებოდათ: სისხლის მიმოქცევის მკვეთრი გაუმჯობესება, კანის ტემპერატურის მომატება, სისხლში ადრენალინის, შაქრის, კალიუმის, კალციუმის, თრომბოციტების რაოდენობის ნორმალიზაცია, სისხლის წებოვნების უნარის დაქვეითება და შედეგების უნარის გახანგრძლივება.

მორფიუმის, ნოვოკაინისა და ნიკოტინმეჯავს ხსნარით მკურნალობით მიღებული კარგი შედეგები უფლებას გვაძლევს ამ წესით მკურნალობა მაობლიტერებული ენდარტერიიტის მკურნალობის სხვა საშუალებებზე წინ დავაყენოთ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა და

ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 31.7.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ო. ბ ჯ რ ჯ ა ნ ა ძ ე. მაობლიტერებული ენდარტერიიტი. თბილისი, 1956.
2. Н. Н. Елаиский и А. А. Бегелман. Кортико-органти терапия проихождения облитерирующего эндартериита. Журн. „Хирургия“, 1950, 9, 43—48.

მეცნიერებათა აკადემიის მიერ

ბ. ზვიადაძე

**პერიფერიული სისხლის ცვლილებები
თირეოტიროქსიკოზის დროს**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 20.9.1957)

თირეოტიროქსიკოზი ორგანიზმის ზოგადი დაავადებაა. ამ დაავადების წარმოშობის მიზეზის შესახებ არსებულ მრავალ თეორიას შორის ყველაზე უფრო ნისაღებია ნეკროვენული თეორია.

თირეოტიროქსიკოზის დროს პათოლოგიურ პროცესში ჩათრეულია როგორც ენდოკრინული სისტემა, ისე ყველა სხვა სისტემა და ორგანო.

კლინიკური მიმდინარეობის მიხედვით არჩევენ თირეოტიროქსიკოზის 3 ფორმას: 1. მსუბუქი, 2. საშუალო და 3. მძიმე. თირეოტიროქსიკოზის შესწავლასთან დაკავშირებით სხვადასხვა საკითხის ირგვლივ მრავალი შრომა არსებობს. რაც შეეხება სისხლის ცვლილებებს თირეოტიროქსიკოზის დროს, ამ მხრივ ლიტერატურის მონაცემები ჯერ კიდევ მცირეა და, რაც მთავარია, სხვადასხვა ავტორთა მონაცემები ხშირად ერთმანეთს არ ემთხვევა.

მაგალითად, თირეოტიროქსიკოზის დროს ავტორთა უმრავლესობა აღნიშნავს სხვადასხვა ხარისხის ანემიას.

ავტორთა მეორე ჯგუფი თირეოტიროქსიკოზის შემთხვევაში ანემიას არ აღნიშნავს ან ნახულობს მხოლოდ ჰემოგლობინის შემცირებას.

ზემით დასახელებული ავტორებისაგან განსხვავებით მკვლევართა მესამე ჯგუფი თირეოტიროქსიკოზის დროს, პირუტყუ, აღნიშნავს ჰემოგლობინისა და ერითროციტების რაოდენობის მომატებას.

თირეოტიროქსიკოზის დროს მკვლევარები განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებენ ლეიკოციტების რაოდენობრივ და თვისობრივ ცვლილებებს. ავტორთა უმრავლესობა ამ დაავადებისას აღნიშნავს ლეიკოციტების რაოდენობის შემცირებას და შეფარდებით ლიმფოციტოზს (შ. თოფურია, გ. ახალაძე, ც. მაკალათია, ი. კურლოვი, მ. მიხაილოვი, ნ. ველიამინოვი და სხვები).

ზემით დასახელებული ავტორებისაგან განსხვავებით ა. მაქავარიანი არ აღნიშნავს ლეიკოციტების რაოდენობის შემცირებას, პირუტყუ, მისი მონაცემებით ზოგჯერ ადგილი აქვს ლეიკოციტოზს.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ავტორთა უმრავლესობა თირეოტიროქსიკოზის დროს აღნიშნავს ლიმფოციტების რაოდენობის მომატებას და მას თვლის თირეოტიროქსიკოზის ერთ-ერთ ძირითად ჰემატოლოგიურ ნიშანად. ზოგიერთი ავტორი თირეოტიროქსიკოზის დროს დიდ მნიშვნელობას ანიჭებს ლეიკოციტურ ფორმულაში შემავალ სხვა ელემენტებსაც, მაგალითად მონოციტებს, ეოზინოფილებსა და ბაზოფილებს.

არ არსებობს ავტორთა საერთო აზრი აგრეთვე თირეოტიროქსიკოზის დროს ერითროციტების დალექვის რეაქციის ცვლილებათა შესახებ. მაგალითად, ნ. ვალდინსკაიასა და ა. ანისიმოვის აზრით, თირეოტიროქსიკოზის დროს ედრ საგრძნობ ცვლილებას არ განიცდის. სხვა ავტორები აღნიშნავენ ედრ აჩქარებას (შ. თოფურია, გ. ახალაძე, ც. მაკალათია და სხვ.).



ჩვენი მასალა მოიცავს თირეოტოქსიკოზის 66 შემთხვევას. აღნიშნული შემთხვევები ავადმყოფების სქესისა და ასაკის მიხედვით შემდეგნაირად ნაწილდება:

ასაკი	სქესი	
	ქალი	ვაჟი
5-10	1	—
11-20	3	—
21-30	15	2
31-40	12	—
41-50	20	3
51-60	8	1
61-70	1	—
71-80	—	—
სულ:	60	6

დაავადების ხანდაზმულობის მიხედვით:

სქესი	ხანდაზმულობა		
	0-1 წ.	1-5 წ.	5 წ. ზევით
ქალი	26	23	11
ვაჟი	4	1	1
სულ:	30	24	12

კლინიკური მიმდინარეობის მხრივ ავადმყოფები შემდეგნაირად ნაწილდებიან: 1. მსუბუქი ფორმა — 12 შემთხვევა, 2. საშუალო ფორმა — 34, 3. მძიმე ფორმა — 20.

ყველა შემთხვევაში აღნიშნულ ავადმყოფს ვუღებდით სისხლს საერთო ანალიზისათვის, ვსწავლობდით ჰემოგლობინის, ერითროციტებისა და ლეიკოციტების რაოდენობას, ვანგარიშობდით ლეიკოციტურ ფორმულას, ვსაზღვრავდით ერითროციტების დალექვის რეაქციას (ედრ).

ჩვენი მონაცემების მიხედვით შემთხვევათა უმრავლესობაში აღიღი აქვს ჰიპოქრომიული ტიპის ანემიას, რაც უფრო მკვეთრად არის გამოხატული თირეოტოქსიკოზის მძიმე ფორმის დროს. უკანასკნელ შემთხვევებში ჰემოგლობინის რაოდენობა 45 — 65% შორის მერყეობს. ერითროციტების რაოდენობა უფრო ხშირად ნორმის ფარგლებშია, ხოლო მძიმე ფორმის დროს ზოგჯერ აღინიშნება მათი რაოდენობის შემცირება 3.000.000-მდე. ფერადობის მაჩვენებელი 0,54—86 შორის მერყეობს. ლეიკოციტების რაოდენობა უმრავლეს შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია, მძიმე ფორმის დროს მათი რაოდენობა ნორმის ქვემო საზღვარს უახლოვდება. ლეიკოციტურ ფორმულაში ნეიტროფილების ახალგაზრდა ფორმები არ შეგვხვდებოდა. ჩხირბირთვიანი ნეიტროფილების რაოდენობა 1—3%-ს შორის მერყეობს. შემთხვევათა ორ მესამედში ადგილი აქვს ნეიტროპენიას, ხოლო ნახევარზე მეტში — ლიმფოციტოზს. რაც უფრო მკვეთრად არის გამოხატული მძიმე ფორმების დროს და ზოგჯერ იგი 46%-ს აღწევს. მონოციტების რაოდენობა 25 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია, 16 შემთხვევაში — მომატებული, დანარჩენ 25 შემთხვევაში

კი შემცირებული. ეოზინოფილების რაოდენობა 25 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია, 20 შემთხვევაში აღინიშნება ეოზინოფილია, ხოლო დანარჩენ 21 შემთხვევაში — ეოზინოპენია. ერითროციტების დალექვის რეაქცია 29 შემთხვევაში ნორმის შუა — ზემო საზღვართან იმყოფება. დანარჩენ შემთხვევებში ადგილი აქვს ერითროციტების დალექვის რეაქციის აჩქარებას.

საკუთარი მასალის შესწავლის საფუძველზე ჩვენ მივედით შემდეგ დასკვნამდე:

1. თირეოტოქსიკოზის შემთხვევათა უმრავლესობაში ადგილი აქვს ჰიპოჭრომული ტიპის ანემიას, რაც უფრო მკვეთრად არის გამოხატული თირეოტოქსიკოზის მძიმე ფორმის დროს.

2. ლეიკოციტურ ფორმულაში აღსანიშნავია ლიმფოციტოზი ნეიტროფილების რაოდენობის შემცირების ხარჯზე.

3. ერითროციტების დალექვის რეაქცია უმრავლეს შემთხვევაში აჩქარებულია.

საქართველო სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა და
ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 20.9.1957)

მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრება

რ. ბურჭანიძე

მხედველობის გზის მდებარეობისა და მსვლელობის
საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 22.9.1957)

როგორც ცნობილია, მხედველობის გზის მდებარეობისა და მსვლელობის შესწავლას უფარესად დიდ თეორიულ ინტერესთან ერთად გარკვეული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ამ უკანასკნელის შუამდებარე და ცენტრალური ნაწილების დაზიანებათა დიაგნოსტიკისა და ტოპიკის დაზუსტებისათვის.

ლიტერატურული მონაცემების ანალიზი ცხადყოფს, რომ მხედველობის გზის მსვლელობის ზოგიერთ საკითხზე სხვადასხვა შეხედულება არსებობს.

ამასთან დაკავშირებით ჩვენ მიზნად დავისახეთ დაგვეზუსტებინა მხედველობის გზის მსვლელობისა და მდებარეობის საკითხები იმ სტრუქტურულ ცვლილებათა მიხედვით, რომლებიც ვითარდება მის პერიფერიულ, შუამდებარე და ცენტრალურ ნაწილებში თვალის ცალმხრივი და ორმხრივი ენუკლეაციის შემდეგ.

მასალად გამოვიყენეთ მოზრდილი ძაღლების მხედველობის გზების პერიფერიული, შუამდებარე და ცენტრალური ნაწილები.

16 ძაღლიდან რვას გაუქეთდა ცალმხრივი (მარჯვენამხრივი), დანარჩენს კი ორმხრივი ენუკლეაცია. ენუკლეაციიდან 5, 10, 15 და 30 დღე-ღამის შემდეგ ძაღლები იკვებოდნენ ორივე საძილე არტერიის გადაკვეთით. გამოსაკვლევიდ ვიდებდით ორივე მხედველობის ნერვს, მხედველობის ნერვთა ჯვარედინს, ორივე მხედველობის ტრაქტს, ორივე გაოთა დამუხლოულ სხეულს, წინა ორგო-რასს და ორივე ჰემისფეროს კეფის წილის ქერქის მე-17 ველს.

სათანადო ფიქსაციის შემდეგ ნაჭრების ერთი ნაწილი იჭრებოდა გასაყინა მიკროტომით 10—40M სისქის ახათლებად და ივერცხლებოდა ბილშოვსკისა და გროს-ბილშოვსკი-ლავერენტიევის მეთოდებით; ნაჭრების მეორე ნაწილი კი მარხილიანი მიკროტომით 8—15M სისქის ახათლებად და იღებებოდა ჰემატოქსილინ+ეოზინით, პიკროფუქსინით და ქრომატოფილურ ნივთიერებაზე მეთი-ლენის ლილით (ნისლის მეთოდი).

თვალის ცალმხრივი და ორმხრივი ენუკლეაციის შემთხვევებში მხედველობის გზის პერიფერიული ნაწილების სტრუქტურულ ცვლილებათა შესწავლამ ცხადყო, რომ მხედველობის ნერვის, ჯვარედინისა და ტრაქტის ძირითადი მასა შედგება აფერენტული ნერვული ბოჭკოებისაგან, რომლებიც ენუკლეაციის შემთხვევებში განიცდიან ვალერის ტიპის დეგენერაციას და ნადგურდებიან. ამავე დროს, ჩვენ მიერ, ენუკლეაციის შემდგომ უახლოეს პერიოდებში, დისტროფიულად შეცვლილ ბოჭკოებს შორის ნახულია შედარებით ინტაქტური ღერძ-ცილინდრების ერთეული რაოდენობა, რაც მხედველობის გზის პერიფერიულ ნაწილებში ეფერენტულ ნერვულ ბოჭკოთა არსებობაზეც მიუთითებს. აღნიშნული ფაქტი ადასტურებს პრიგონიკოვისა და პინესის [3] მოსაზრებას ეფერენტულ ნერვულ ბოჭკოთა არსებობის შესახებ მხედველობის ნერვსა და ტრაქტში.

ზოგიერთი ავტორი [1, 3], ვერ ნახულობდა ვერც ერთ ინტაქტურ ნერვულ ბოჭკოს ენუკლეაციის შესაბამის მხედველობის ნერვში. ეს გარემოება შემდეგნაირად უნდა აიხსნას: აღნიშნულ ავტორებს მხედველობის ნერვი შესწავლილი აქვთ ენუკლეაციის შემდგომ მოგვიანებით პერიოდში, როდესაც, როგორც ჩვენი გამოკვლევები ცხადყოფს, ეფერენტული ბოჭკოებიც განიცდიან დისტროფიულ ცვლილებებს.

ფრად საინტერესოა მხედველობის ნერვში ნერვულ ბოჭკოთა მიმართულების, ხიაზმაში მათი გადაჯვარედინებისა და ტრაქტში შემდგომი მსვლელობის საკითხი.

ლიტერატურაში არის ცნობა იმის შესახებ, რომ ნერვული ბოჭკოები ხიაზმაში გადაჯვარედინების შემდეგ, მოპირდაპირე მხარის მხედველობის ტრაქტში წევსლამდე გარკვეულ მანძილზე იჭრებიან მეორე თვალის მხედველობის ნერვის სისქეში და მხოლოდ ამის შემდეგ უხვევენ რა მკვეთრად, მიემართებიან მხედველობის ტრაქტში [6].

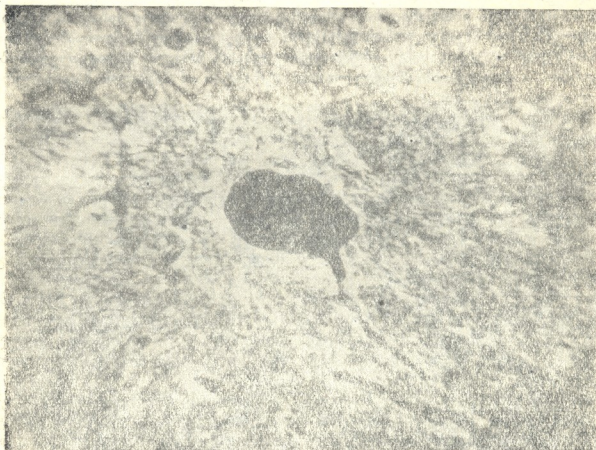


სურ. 1. ძაღლი № 7 (მოკლულია მარჯვენა თვალის ენუკლეაციიდან 1 თვის შემდეგ). მარჯვენა მხედველობის ტრაქტის კაუდური ნაწილი. ტრაქტის შუა უბანში ადგილი აქვს ღერძცილინდრთა განადგურებას და გლიური ელემენტების პროლიფერაციას; მედიალურად და ლატერალურად—შეუცვლელი ღერძცილინდრები. მიკროფოტო 10×20

საკუთარი მასალის შესწავლამ ცხადყო, რომ მარჯვენა თვალის ენუკლეაციის შემთხვევაში მარჯვენა მხედველობის ნერვის კრანიალური ნაწილის სისქეში (ხიაზმასთან ახლოს) ენუკლეაციიდან 1 თვის შემდეგაც კი მოიპოვება სრულიად ინტაქტურ ნერვულ ბოჭკოთა კონა, რომელიც მიემართება მარჯვენა მხედველობის ტრაქტისაკენ, ხოლო პირიქით, მარცხენა მხედველობის ნერვის კრანიალური

ნაწილის სისქეში, არის დისტროფიის მდგომარეობაში მყოფ ნერვულ ბოჭკოთა კონა, რომელიც მარცხენა მხედველობის ტრაქტისაკენ მიემართება.

ეს მონაცემები ადასტურებენ ზემოხსენებული ავტორების სისწორეს იმის შესახებ, რომ მხედველობის ნერვის ბოჭკოები გადაჯვარედინების შემდეგ შედიან მოწინააღმდეგე მხარეზე მდებარე ნერვის სისქეში და მხოლოდ ამის შემდეგ მიემართებიან მხედველობის ტრაქტში.



სურ. 2. ძალი № 3 (მოკლულია მარჯვენა თვალის ენუკლეაციიდან 10 დღე-ღამის შემდეგ). მარჯვენა გარეთა დამუხლული სხეული. ბირთვსა და პროტოპლასმას შორის არსებული საზღვრების წაშლა, ინტრაცელულური ფიბრილების გაფუჭება და ერთიმეორესთან შეწყობება მრგვალ, აფერენტული ტიპის განვლიურ უჯრედში. მიკროფოტო. 10×40

თვალის ცალმხრივი ენუკლეაციის შემთხვევებში მხედველობის ტრაქტის სტრუქტურულ ცვლილებათა შესწავლა საშუალებას გვაძლევს წარმოვდგინო ვიქონიოთ ამ უკანასკნელში პირდაპირი და გადაჯვარედინებული ნერვული ბოჭკოების განაწილების თავისებურებების შესახებ.

ხსენებულ საკითხზე ორი ერთმანეთის საწინააღმდეგო მოსაზრება არსებობს: თუ ერთნი [4, 5] აღნიშნავენ, რომ პირდაპირი და გადაჯვარედინებული ბოჭკოები თანაბრად განაწილებული მხედველობის ტრაქტის მთელ სისქეში, მეორენი [7], იმ დასკვნამდე მიდიან, რომ აღნიშნული ბოჭკოები ერთმანეთისაგან გამოყოფილი კონების სახით არიან განლაგებული მხედველობის ტრაქტში. ამასთან, მათივე მონაცემებით პირდაპირი კონები ლავდებიან ტრაქტის გარეთა-ლატერალურ ნაწილში, ხოლო გადაჯვარედინებული ბოჭკოები — შიგნითა, მედიალურ ნაწილში.

ჩვენი აზრით, ზემოხსენებული ავტორების აზრთა ასეთი სხვადასხვაობა, როგორც ჩანს, დაკავშირებული უნდა იყოს იმასთან, თუ მხედველობის ტრაქტის რა მონაკვეთი იყო მათ მიერ შესწავლილი — კაუდური, თუ კრანიული ნაწილი.

საკუთარი მასალის შესწავლამ ცხადყო, რომ მხედველობის ტრაქტის კაუდურ ნაწილში პირდაპირი და გადაჯვარედინებული ნერვული ბოჭკოები გამოყოფილია ერთიმეორისაგან და ძირითადად მოთავსებულია განცალკევებულ კონების სახით, ხოლო მხედველობის ტრაქტის კრანიულ ნაწილში პირდაპირი და გადაჯვარედინებული ბოჭკოების ასეთი განცალკევება დარღვეულია. ისინი თანაბრად ერევიან ერთმანეთში. ამასთან ერთად, საკუთარი მასალის შესწავლამ გამოავლინა, რომ მხედველობის ტრაქტის კაუდურ ნაწილში პირდაპირი ნერვული ბოჭკოები იკავებენ მის ცენტრალურ უბანს, ხოლო გადაჯვარედინებული ბოჭკოები — ლადებთან მხედველობის ტრაქტის ამ ნაწილის მედიალურ და ლატერალურ უბნებში.

აღნიშნულ დასკვნას საფუძვლად დაედო ჩვენ მიერ მხედველობის ტრაქტში დადგენილი სტრუქტურულ ცვლილებათა თავისებურებები თვალის ცალმხრივი ენუკლეაციის შემთხვევაში: მარჯვსა თუ თვალის ენუკლეაციის დროს, მარჯვენა მხედველობის ტრაქტის კაუდურ ნაწილში დისტროფიულად შეცვლილი (ე. ი. პირდაპირი) ნერვული ბოჭკოები იკავებენ ცენტრალურ უბანს, ხოლო შეუცვლელი (ე. ი. გადაჯვარედინებული) ნერვული ბოჭკოები — ლატერალურ და მედიალურ უბნებს (სურ. 1); პირიქით, მარცხენა მხედველობის ტრაქტში, მარჯვენა თვალის ენუკლეაციის შემთხვევებში, დისტროფიულად შეცვლილი (გადაჯვარედინებული) ნერვული ბოჭკოები იკავებენ ტრაქტის კაუდური ნაწილის მედიალურ და ლატერალურ უბნებს, მაშინ როდესაც შეუცვლელი (პირდაპირი) ბოჭკოები თავსდებიან მათ შორის. მხედველობის ტრაქტის კრანიულ ნაწილში, როგორც მარჯვნივ, ისე მარცხნივ, დისტროფიულად შეცვლილი და უცვლელი ნერვული ბოჭკოები თანაბრად არიან განაწილებული ტრაქტის ამ ნაწილის ბოლო სისქეში.

ამასთან ერთად, უნდა აღინიშნოს, რომ მარჯვენა მხედველობის ტრაქტში დისტროფიულად შეცვლილ ბოჭკოთა რაოდენობა საერთოდ ჭარბობს შეუცვლელ ბოჭკოთა რაოდენობას, მაშინ, როდესაც მარცხენა მხედველობის ტრაქტში შესაძლებელი ხდება საწინააღმდეგო კანონზომიერების დადგენა.

ეს გარემოება უნდა ლაპარაკობდეს იმ მოსაზრების სასარგებლოდ, რომ ძალღებში პირდაპირი ბოჭკოების რაოდენობა უნდა ჭარბობდეს გადაჯვარედინებულ ბოჭკოთა რაოდენობას. ამ მოსაზრების სასარგებლოდ ლაპარაკობს აგრეთვე ჩვენი მიერ დადგენილი ის ფაქტიც, რომ მხედველობის ვზის ზემდებარე ნაწილებში — გარეთა დამუხლულ სხეულში, წინა ორგორაკში და კეფის წილის ქერქის მი-17 ველში თვალის ცალმხრივი ენუკლეაციის დროს დისტროფიულად შეცვლილი უჯრედების რაოდენობა ჭარბობს ენუკლეაციის შესაბამის მხარეზე.

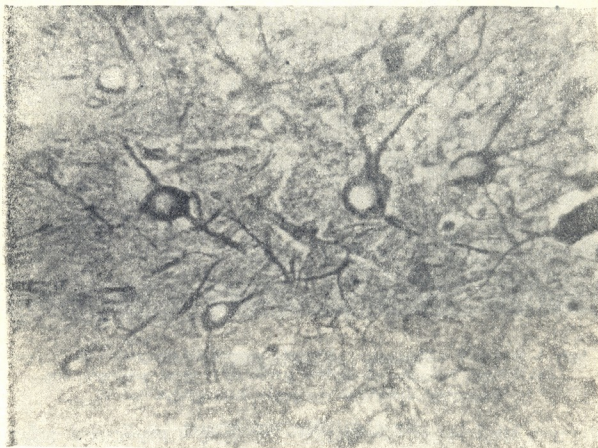
საერთოდ, ლიტერატურაში არის მითითება იმის შესახებ, რომ გადაჯვარედინებული ნერვული ბოჭკოები უნდა მიგაკუთვნოთ განვითარების უფრო დაბალ ტიპს. ზევით ფილოგენეზური განვითარების კიბეზე სულ უფრო იზრდება პირდაპირი ბოჭკოების რიცხვი ისე, რომ ადამიანში მხედველობის ნერვის ბოჭკოების მხოლოდ ერთი მესამედი განიცდის გადაჯვარედინებას [3].

მხედველობის ვზის შეამდებარე ნაწილების სტრუქტურულ ცვლილებათა შესწავლამ თვალის ცალმხრივი და ორმხრივი ენუკლეაციის შემთხვევებში გვიჩვენა, რომ მხედველობის ნერვის აფერენტული ბოჭკოების, გაივლიან რა მხედველობის ტრაქტს, შედიან როგორც გარეთა დამუხლულ სხეულში, ისე წინა ორგორაკში.

ამასთან ერთად ირკვევა, რომ როგორც გარეთა დამუხლულ სხეულში, ისე წინა ორგორაკში შედარებით ადრე და ინტენსიურად ზიანდებიან მრგვალი, აფე-

რენტული ტიპის განგლიური უჯრედები (სურ. 2) და შემდეგ მცირე ზომის მულტიპოლარული განგლიური უჯრედები, მაშინ როდესაც დიდი ზომის მულტიპოლარული განგლიური უჯრედები ინარჩუნებენ ნორმალურ სტრუქტურას ენუკლეაციის შემდგომ მოგვიანებით პერიოდშიც კი.

ეს გარემოება მიუთითებს, რომ მხედველობის ანალიზატორის აფერენტული ნერვული ბოჭკოები მხედველობის პირველად ცენტრებში — გარეთა დამუხლულ სხეულში და წინა ორგორაკში მთავრდებიან სწორედ შემოაღნიშნულ პირველი კატეგორიის განგლიურ უჯრედებთან; ისინი უნდა წარმოადგენდნენ მხედველობის ანალიზატორის აფერენტული გზის შემდგომ ნეირონებს. დიდი ზომის მულტიპოლარული განგლიური უჯრედები, როგორც ჩანს, წარმოადგენენ აფერენტულ ელემენტებს მხედველობის გზის რეფლექსურ რკალში. ამის.

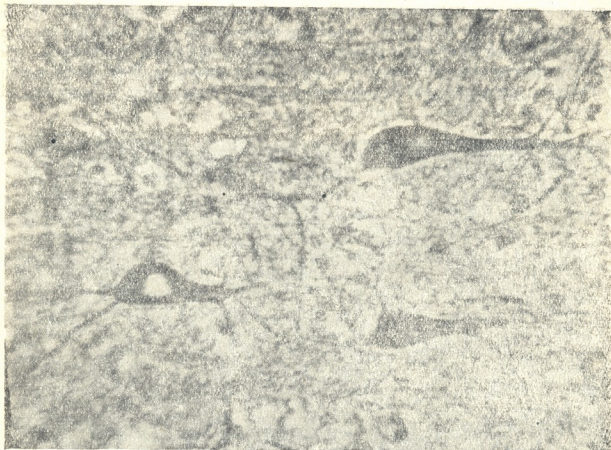


სურ. 3. ძალი № 1 (მოკლულია მარჯვენა თვალის ენუკლეაციიდან 5 დღე-ღამის შემდეგ). მარჯვენა ჰემისფეროს ქერქის მე-17 ველი. ინტრაცელულური ფიბრილების გატლანქება შიგნითა მარცვლოვანი შრის ვარსკვლავა უჯრედებში გატლანქებულია აგრეთვე მათი ნორჩებიც. მიკროფოტო. 10×40

სასარგებლოდვე ლაპარაკობს მონაცემები რიგი ავტორებისა [2, 3, 7, 8], რომელნიც ამ უკანასკნელთა დისტრუქციულ ცვლილებებს ნახულობდნენ კეფის წილის ქერქის ეპათირბაციის და დაზიანების შემთხვევებში.

თავის ტვინის ქერქის მე-17 ველში, თვალის როგორც ცალმხრივი, ისე ორმხრივი ენუკლეაციის დროს, განგლიურ უჯრედთა დაზიანება ატარებს კარგად გამოხატულ ლამინალურ ხასიათს. მართალია, დისტროფიულად შეცვლილი განგლიური უჯრედებისა და ნერვული ბოჭკოების ამა თუ იმ რაოდენობას ვხვდებით ქერქის მე-17 ველის ყველა შრეში, მაგრამ მათი განსაკუთრებით დიდი რაოდენობა აღინიშნება გარეთა და შიგნითა მარცვლოვან შერეებში (სურ. 3).

ასე, მაგალითად, თუ გარეთა და განსაკუთრებით შიგნითა მარცვლოვანი შრის განგლიური უჯრედების უმეტესი ნაწილი თვალის ორმხრივი ენუკლეაცი-ის ღროს განიციდის დისტროფიულ ცვლილებებს, პირამიდული და განგლიური შრეების განგლიურ უჯრედთა ძირითადი მასა თითქმის უცვლელია, საფსებით



სურ. 4. ძალი № 6 (მოკლულია მარჯვენა თვალის ენუკლეაციიდან 15 დღე-ღამის შემდეგ). მარჯვენა ჰემისფეროს ქერქის მე-17 ველი. განგლიური შრე. შეუსვლელი მენერტის უჯრედები მიკოფოტო. 10×40

ნორმალური შენებისა ამ შემთხვევებში მენერტის გიგანტური განგლიური უჯრედებიც (სურ. 4).

ყოველივე ეს საშუალებას გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ მხედველობის ანალიზატორის ცენტრალური, აფერენტული ნეირონის დაბოლოების ადგილს ძირითადად ქერქის მე-17 ველის გარეთა და შიგნითა მარცვლოვანი შრეები უნდა წარმოადგენდნენ.

დასკვნები

მხედველობის ნერვის, ჯვარედინისა და ტრაქტის ძირითადი მასა შედგება აფერენტული ნერვული ბოჭკოებისაგან, რომლებიც ენუკლეაციის შემთხვევებში განიციდიან ვალერის ტიპის დეგენერაციას და ნადგურდებიან. ენუკლეაციის შემდგომ უახლოეს პერიოდში დისტროფიულად შეცვლილ ნერვულ ბოჭკოებს შორის აღინიშნება შედარებით ინტაქტური ლერძილინდრების

ერთეული რაოდენობა, რაც მიუთითებს მხედველობის გზის პერიფერიულ ნაწილებში აფერენტულ ნერვის ბოჭკოთა არსებობაზეც;

2. მხედველობის ნერვის ბოჭკოები გადაჯვარედინების შემდეგ იჭრებიან მოწინააღმდეგე მხარეზე მდებარე ნერვის სისქეში და მხოლოდ ამის შემდეგ მიემართებიან მხედველობის ტრაქტში;

3. მხედველობის ტრაქტის კალდურ ნაწილში პირდაპირი და გადაჯვარედინებული ნერვული ბოჭკოები გამოყოფილია ერთიმეორისაგან და მოთავსებულია ძირითადად განცალკევებული კონების სახით, ხოლო მხედველობის ტრაქტის კრანიულ ნაწილში პირდაპირი და გადაჯვარედინებული ბოჭკოების ასეთი განცალკევება დარღვეულია. ისინი თანაბრად ერევიან ერთმანეთში. ამასთან ერთად, ტრაქტის კალდურ ნაწილში პირდაპირი ნერვული ბოჭკოები იკავებენ მის ცენტრალურ უბანს, ხოლო გადაჯვარედინებული ბოჭკოები — ლაგდებიან მედიალურ და ლატერალურ უბნებში;

4. მხედველობის ნერვის აფერენტული ბოჭკოები გაივლიან რა მხედველობის ტრაქტს, შედიან როგორც გარეთა დამუხლულ სხეულში, ისე წინა ორგორაკში;

5. მხედველობის გზის აფერენტული ნერვული ბოჭკოები მხედველობის პირველად ცენტრებში—გარეთა დამუხლულ სხეულში და წინა ორგორაკში მთავრდებიან მრგვალ აფერენტული ტიპის და მკირე ზომის მულტიპოლარულ უჯრედებთან; ისინი უნდა წარმოადგენდნ მხედველობის ანალიზატორის აფერენტული გზის შემდგომ ნეირონებს. დიდი ზომის მულტიპოლარული განგლიური უჯრედები, როგორც ჩანს, წარმოადგენენ აფერენტულ ელემენტებს მხედველობის გზის რეფლექსურ რკალში;

6. მხედველობის გზის ცენტრალური, აფერენტული ნეირონის დაბოლოების ადგილს ძირითადად თავის ტვინის ქერქის მე-17 ველის გარეთა და შიგნითა მარცვლოვანი შრეები უნდა წარმოადგენდნენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა
 და ჰემოტოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 23.9.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. О. Даркшевич. О перекресте волокон зрительных нервов. Врач. № 5, № 6, 1890.
2. Е. П. Кононова. Анатомия и физиология затылочных долей. М., 1926.
3. Н. Е. Пригоныиикови А. Я. Пииес. О зрительных проводниках. связи наружного коленчатого тела. Вопр. морф. мозга, М., 1936.
4. Г. И. Прибытков. О ходе волокон зрительных нервов. Мед. обзор. 38, 1892.
5. Н. М. Попов. К строению перекреста зрительных нервов у человека. Врач, № 3, 1863.
6. Е. Ж. Трон. Заболевания зрительного пути. Л., 1955.
7. В. Brodweg. Chiasma, Tractus opticus, Sehstrahlung und Schrinde. Bumke-Förster Handbuch der Neurologie Bd. 6, 1936, s. 449.
8. S. Poliak. The main afferent fiber systems of the central portions of the somatosensory, auditory and the visual paths of the cerebral cortex with consideration of the normal and pathological function based on experiments with monkey. Referat Zbl f. Ophth, Bd 29, 1933, s. 500.

ენათმეცნიერება

ა. შანიძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

ეტიმოლოგიური უმნიშვნელობა

ნათესაობის აღნიშვნელი ეტიმოლოგიური ტერმინი

„შილი—მაზლის ცოლი“-ო, ამბობს სულხან ორბელიანი, რომელსაც ამ სიტყვის ახსნა ქვისლ სიტყვასთანაც მოჰყავს: „ორთა დათა ქმარნი ქვისლნი არიან და ორთა ძმათა ცოლნი შილნი არიან“ [1]. მაშასადამე, შილენი—ეს არის ძმათა ცოლები ერთმანეთისათვის.

ს. ორბელიანის ლექსიკონიდან ეს სიტყვა გადასულა დ. ჩუბინაშვილის ლექსიკონში: „შილი—მაზლის ცოლი, ЗОЛОВКА“ (მეორე გამოცემა, 1887—90 წლისა) [2]. მაგრამ რუს. ЗОЛОВКА მუღს ნიშნავს და არა შილს. ეს შეცდომა კიდევ უფრო ეცემა კაცს თვალში ლექსიკონის პირველ გამოცემაში (1840), რომელსაც ფრანგული თარგმანიც ახლავს: „შილი—ЗОЛОВКА, belle-soeur (soeur du mari)“ [3]. ამ შეცდომისაგან სრულიად თავისუფალია, რა თქმა უნდა, დ. ჩუბინაშვილის პირველწყარო—სულხან ორბელიანის ლექსიკონი, სადაც ნათლად არის ახსნილი, თუ რა არის „შილი“. უნდა აღინიშნოს მაინც, რომ „შილის“ ახსნა დ. ჩუბინაშვილსაც კარგად აქვს მოცემული ქვისლთან: „ქვისლი—ცოლის დის ქმარი, ან ორთა დათა ქმარნი, გარნა ორთა ძმათა ცოლნი შილნი არიან“ [2].

არ ჩანს, რა წყაროდან იცის ს. ორბელიანმა „შილი“, რადგანაც მას არც წერილობითი იეგლი აქვს დამოწმებული და არც რომელიმე კილო აქვს დასახელებული. ამჟამად არც მე ვიცი, რომ ეს სიტყვა სადმე ლიტერატურულ ძეგლში ყოფილიყოს ნახმარი ძველად. იგი მოსალოდნელი იყო, მაგ., შუშანიკის წამების წიგნში ერთ ადგილას: შუშანიკი ეუბნება თავის მაზლს ჯოჯიკს: „შენ, ჯოჯიკ, არღარა ჩემი მაზლი ხარ და არცაღა მე—შენი ძმის ცოლი, არცა ცოლი შენი და ა ჩემი არს“ [4]. აი სწორედ აქ იყო მოსალოდნელი, რომ ავტორი „შილს“ გაურყევდა საუბარში („არცა ცოლი შენი შილი ჩემი არს“), მაგრამ „შუშანიკის წამების“ ავტორისთვის ეს სიტყვა ალბათ, უცნობი იყო.

მაგალითი ახალი სალიტერატურო ქართულიდან: ი. ჭავჭავაძის „კაცი-ადამიანიში“ ლუარსაბი და დავითი ძმები არიან, მათი ცოლები დარეჯანი და

ელისაბედი კი შილები იქნებიან, მაგრამ უკანასკნელები ერთმანეთს რძალ-ბით მიმართავენ:

—ეგ რა კიდევ... —უნდა დაეწყო ელისაბედს ჭორიკანობა, მაგრამ ამ დროს ჩაიც მოართვეს.

—სიტყვა კი არ დაივიწყო, ჩემო რძალო, —უთხრა დარეჯანმა, —ჩაი მიირთვით.

—მიირთვით, სულ ერთია, —უპასუხა ელისაბედმა.

სხვა ადგილას ამავე მოთხრობაში ვკითხულობთ:

—რასაკვირველია, ეგ აგრე იქნება: ბატონყმობა ღმერთს დაუწესებია და თითონვე ღმერთი რად მოშლის? ვენაცვალე ღვთის დიდებასა! სტქვა დარეჯანმაცა.

—უფლისა უფალსა და კეისრისა კეისარსაო, სახარებაში სწერია. კეისრები ჩვენ ვართ, —დაუმატა ელისაბედმა.

—მართალი ბრძანებაა, ჩემო რძალო! სახარების სიტყვას ვინ წაუთა? —მიატანა დარეჯანმაცა.

—არაჲინ, თქვენმა სიცოცხლემ! —დაამტკიცა ელისაბედმა და წამოდგა შინ წასასვლელად.

თუ სალიტერატურო ენაში არა, ზოგ კილოში ეს სიტყვა საკმაოდ გავრცელებული ყოფილა და აქედან იგი დიალექტოლოგიურ ლექსიკონებშია შესული.

ზემო რაქაში ყოფნისას (1916 წლის „ზაფხულში“) მე ჩამიწერია: „შილი (გლ., ლ.)“⁽¹⁾ ანათა ცოლები ერთიმეორისათვის. ჩემო შილოვო, ეტყვის სახელის მაგივრად ერთი ძმის ცოლი მეორე ძმის ცოლს“. რაქაში რომ შილი იმავე მნიშვნელობით სხვაგანაც იხმარება, ამას ადასტურებენ ბევრნი, მათ შორის სიმონ სხირტლაძე (სოფ. მრავალძალი, ონის რაიონი).

„შილი—მაზლის ცოლი. ორი დის ქმრები ქვისლები არიან და ორი ძმის ცოლები —შილები“-ო, ამბობს მიხეილ ალავიძე თავისი „ლენხუმური ლექსიკონის მასალებში“ [5] და იქვე უწერს ფრჩხილებში: „რაქ., ზ. იმერ.“, რაც ნიშნავს, რომ სიტყვა იხმარება რაქასა და ზემო იმერულშიცაო.

მაყვალა გალდავაძის სიტყვით, ოკრიბაში (მეგ., ხრესილში, ტყიბულში) ჩვეულებრივია „შილი“ მაზლის ცოლის აღსანიშნავად⁽²⁾.

მე თვითონ 2 ივნისს 1957 წ. შევეკითხე ოკრიბის ორი სოფლის მცხოვრებლებს — გელათისას და ოჯოლისას — და მათ ერთხმად დამიდასტურეს, რომ შილი მათ ენაზე მაზლის ცოლია.

(1) ე. ი. იხმარება გლოლასა და ლებში.

(2) იმავე მ. გალდავაძემ მითხრა (ამ ნარკვევის მოხსენებად წაკითხვის შემდეგ), რომ ეგ სიტყვა ნახმარი აქვს თავის „ქიაკონაში“ რ. გეტაძესო. მართლაც აქ ეფროსინესა და კესოზე (ძმებ თეოდოლე და ხოსროს ცოლებზე) შემდეგია ნათქვამი: „წელიწადზე მეტი იქნებოდა, რაც უბრად იყვნენ შილები“ (თ. I) და „აღდგომას შილებიც უბრად ეზიარნენ“ (თ. IX). „ქიაკონაში“ მოთხრობილი ამბები ოკრიბის ყოფა-ცხოვრებას ეხება.

„შილი — მაზლის ცოლიო“, ამბობს პ. გაჩეჩილაძე თავის სადისერტაციო ნაშრომში, რომელიც ეხება იმერული კილოს ხანურ ზეგნურ მეტყველებას [6].

„შილი — მაზლის ცოლი, მაშასადამე, შილები — მათა ცოლები ერთმანეთისათვის“-ო, ამბობს არისტარხო ცხადაძე აგრეთვე თავის სადისერტაციო ნაშრომში, რომელიც იმავე იმერული დიალექტის სხვა მეტყველებას ეხება — მარგულს. სიტყვის ხმარების საილუსტრაციოდ ავტორს იქვე მოჰყავს ფრაზები: „შილებით ჩხუბობენ“; „რა გინდა, რომ შილივით მექიშაბები ყველაფერში?“ [7].

ძმათა ცოლებს შორის რომ ჩხუბი და ქიშაობა ჩვეულებრივი ამბავია, აპას ადასტურებს ამ სიტყვისაგან ნაწარმოები ზმნა შილაობა, რომელიც ნიკო აბდუშელიშვილს ილია ჭყონიასთვის მიუწოდებია:

„შილაობა (ნ. ა.) — უსაფუძვლო, დაუსრულებელი კამათი“ [8].

ამას გარდა, მე თვითონ გამიგონია ყვირილის ხეობის მცხოვრებთაგან (მაგ., ხრეთელთაგან) „ეშილაება“ ასეთი მნიშვნელობით: „ეჩხუბება“, „ეკინკლაება“.

ზემორე თქმულის მიხედვით „შილი“ გავრცელებული ჩანს რაჭაში, ლეჩხუმში, ოკრიბაში და იმერეთის ნაწილში (ყვირილის ხეობაში, ჩოლაბურისა და ხანისწყლის ნაპირებზე მდებარე სოფლებში). დღევანდელი ადმინისტრაციული დაყოფის მიხედვით, ეს არის შემდეგი რაიონები: ცაგერისა, ონისა, ამბროლაურისა, ტყიბულისა, თერჯოლისა, ზესტაფონისა, მაიაკოვსკისა და ქიათურისა.

„შილი“ დღეს მაზლის ცოლია ქართულ კილოებში, მაგრამ თავდაპირველად მისი მნიშვნელობა საზოგადოდ „ცოლი“ უნდა ყოფილიყო სვანურში, საიდანაც იგი შემოსული ჩანს ქართულში და აქ მნიშვნელობა უცვლია.

„ცოლი“ დღეს სვანურის ყველა კილოში აქვს, ჰეხუ, ან ხეხუ არის, აქედან მრ. რ. ლაჰხუ (ან ლახხუ) („ცოლები“), ლეჰხური („საცოლე“), აეხუ-ჰაჰ, ან ხეხუ-ჰაჰ „ცოლ-ქმარი“ და სხვ. უფრო ადრე კი სვანურში შილიც უნდა ყოფილიყო „ცოლის“ აღსანიშნავად, მაგრამ იგი ხმარებიდან განუდევნია სხვა ფუძის სიტყვას. ამას რომ ვამბობ, მხედველობაში მაქვს ის გარემოება, რომ „შილი“-ი თავისი აგებულებით სვანური ფორმაა, ქართული ცოლი-ისა და ქანურ-მეგრ. ჩილი-ის შესატყვისი.

ცნობილია, რომ ქართულ ც-ს ქანურ-მეგრულში ჩ და სვანურში შ შეესატყვისება; ამისი მაგალითებია:

ქ. ხუ-ც-ეს-ი (ძვ. ქ. ხუ-ც-ჟს-ი, „უფროსი“, შემდეგ „უფროსი მღვდელი“ და შემდეგ „მღვდელი“), მეგრ. უ-ჩ-აშ-ი („უფროსი“), სვ. ხო-შ-ა („უფროსი“).

ქ. კაც-ი, მ.-ჰ. კოჩ-ი („კაცი“), სვ. ჰაჰ (*ჰაჰ-ე ← *კაჰ-ე) (* „კაცი“ → „ქმარი“).

მაშასადამე, თუ ცოლ-ჩილი-ის სვანურ ეკვივალენტს დავუწყებდით ძებნას, ფონეტიკური შესატყვისობის კანონი უთუოდ მიგვიყვანდა შილ-თან.

რომელიც თვით სვანურში დღეს აღარ იხმარება, მაგრამ ქართულის დასავლური კილოების ერთ ჯგუფშია შემონახული, რომლებიც ისტორიულად სვანეთს ესაზღვრებოდა ან მასში შედიოდა ნაწილობრივ.

ამიტომ გასაგებია, რომ სვანური შილ სიტყვა შემონახულ იქნა სესხების გზით სვანურიდან იმ კუთხეებში, რომლებიც ერთ დროს სვანური ენის გავრცელების ფარგლებში შედიოდა ან მის მეზობლად მდებარეობდა და დღესაც მდებარეობს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ენათმეცნიერების ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 25.1.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. სულხან-საბა ორბელიანი. ქართული ლექსიკონი. ი. ყიფშიძისა და ა. შანიძის რედაქციით. 1928.
2. დ. ჩუბინოვი. ქართულ-რუსული ლექსიკონი. 1887-90.
3. დ. ჩუბინოვი. ქართულ-რუსულ-ქრანციკული ლექსიკონი. 1840.
4. იაკობ ცურთაველი. მარტვლობა შუშანიკისი, გამოსცა ილია აბულაძემ. 1938. თ. V.
5. მიხეილ ალავეძე. მასალები ლეჩხუმური ლექსიკონისათვის: აღ. წულუკიძის სახ. ქუთაისის სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტის შრომები, XIII, 1955.
6. პოლივექტო გაჩეჩილაძე. იმერული დიალექტის ხანურ-ზეგნური მეტყველება (დისერტაცია), 1951, გვ. 478.
7. არისტარხო ცხადაძე. იმერული დიალექტის მარგველი მეტყველება. გრამატიკული მიმოხილვა და ლექსიკონი. (დისერტაცია), 1953.
8. ილია ჭყონია. სიტყვის-კონა (=МЯЯ, I). 1910.

მთ. რედაქტორი აკად. ნ. მუსხელიშვილი

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.2.1958; შეკვ. № 324; ანაწყობის ზომა 7×11;
 ქალაღის ზომა 70×108; საარჩევნო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 8,15;
 ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 10,96; უე 02206; ტირაჟი 800

6-136/63



დ ა მ ტ კ ი ც ე ბ უ ლ ი
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 31.1.1957 წ.

დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური (10 საარტიკულო-საგამოცემლო) თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 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 აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგებად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალდ თითოეულ ენაზე, საესებით გამზადებული 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: საკითხა აღინიშნოს ავტორის 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 ნახევრები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღინიშნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოუდგენლობის შემთხვევაში რედაქციის უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

ჩამდამცინის მისაზრათი: თბილისი, კმკაჩინსკის ძ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XX, № 2, 1958

Основное, грузинское издание