

1957  
1957



524

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის  
მ თ ა მ ბ ე

ტომი XIX, № 3

10

ქიმიური, ქართული გამოცემა

1957

ს ე ქ ვ ე მ ბ ე რ ი

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

შ ი ნ ა ა რ ს ი



მათემატიკა

1. თ. გეგელია. უწყვეტ ფუნქციითა ზოგიერთი კლასის თვისებების შესახებ E<sup>n</sup>-ში ჰილბერტის გარდაქმნისას . . . . . 257

დრეკადობის თეორია

2. მ. ნაროდუცკი. დრეკადობის ბრტყელი თეორიის სასრული სახით ამოხსნადი ერთი ამოცანის შესახებ . . . . . 263

ფიზიკა

3. გ. ჩიქოვანი. დამუხტულ ნაწილაკთა მრავალჯერადი გაბნევა ვილსონის კამერის გაზში . . . . . 267

ქიმია

4. თ. ანდრონიკაშვილი. ზოგიერთი ფაქტორის გავლენა C<sub>6</sub>-C<sub>7</sub> ნაჯერი ნახშირწყალბადების ნარევის გაცოფაზე ქლომატოვრაფიული მეთოდის გამოყენებისას . . . . . 273

5. რ. ლაღიძე, ნ. ლოლაძე და ა. პეტროვი. უწყლო AlCl<sub>3</sub>-ის თანდასწრებით 2-ბუტინ-1,4-დიოლის დიაცეპატით ბენზოლის ალკილირებისას მიღებული „C<sub>12</sub>H<sub>14</sub>O“ კეტონის თვისებები და გარდაქმნები . . . . . 279

ქიმიური ტექნოლოგია

6. რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და გ. დომანსკაია. ტუტე ელექტროლიტების კარბონიზაციის საკითხი მანგანუმისა და ფერომანგანუმის ახლდური განხნით პერმანგანატის მიღებისას . . . . . 285

7. კ. ქუთათელაძე, ე. ზედგინიძე და ე. ფირცხალავა. ქვაშავის სერპენტინიტი როგორც ფორსტიროიტული ცეცხლამძლეების წარმოების ნედლეული . . . . . 293

ბიოგრაფია

8. კ. გოგიშვილი. ამიერკავკასიაში აცივების გამომწვევი ძირითადი პროცესების ზედა ბარიული ველების სტრუქტურის სქემები . . . . . 301

ტექნიკა

9. ი. სანაძე და მ. სარქისოვა. თიხოვანი მინარევის მნიშვნელობა გაჯის სამშენებლო თვისებებისათვის . . . . . 309

10. ვ. ბალავაძე. არმირებული ბეტონის ზღვრული კომპაღობის და გაჭიმვაზე სიმტკიცის ზღვრის ფერეს მეთოდით განსაზღვრა . . . . . 313

ენერგეტიკა

11. გ. რატიანი. თბოგაცემა მცირე ზომის წიბოებიანი ზედაპირის საშუალებით დუღილის დროს . . . . . 321

ბოტანიკა

12. ა. ხიდაშელი და თ. სულაკაძე. თბილისის პირობებში ტორფის აქტივირებული ბიოკეტებით ლიმონის მცენარეების გათბობის ცდა . . . . . 329

13. ა. მენაღარიშვილი. ვაზის მთავარ კვირტში მოსავლის ჩასახვის დინამიკის საკითხისათვის . . . . . 337

ზოოლოგია

14. გ. დეკანოძე. ტეტრანისებრი ტკიპების სახეობა *Brevipalpus lewisi* Mc Grégor-ის დადგევა საქართველოს პირობებისათვის . . . . . 343

ფიზიოლოგია

15. ს. ნარიკაშვილი და ე. მონავა. დიფუზური და სპეციფიკური თალამოკორტიკალური საპროექციო სისტემების ურთიერთმოქმედების საკითხისათვის . . . . . 347

16. რ. ჩუბინიძე. ნოვარსენოლის გავლენა ძალის პირობით-რეფლექსურ მოქმედებაზე . . . . . 355

ექსპერიმენტული მედიცინა

17. ა. კვალიაშვილი, ა. რუხაძე, კ. გიორგაძე და ბ. გვეტაძე. რადიქტიური იოდის (J=131) გასოფნება თავის ტვინის სიმსივნეთა დიაგნოსტიკისათვის . . . . . 363

18. დ. ტვილიდიანი. თორმეტჯოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების გავლენა კორონარულ სისხლის მიმოქცევაზე ექსპერიმენტული ნევროზის პირობებში . . . . . 369

ისტორია

19. თ. ლორთქიფანიძე. ანტიკურ ხანაში ინდოეთიდან შავი ზღვისაკენ მიმავალი სატრანზიტო-სავაჭრო გზის შესახებ . . . . . 377

7307

მათემატიკა

თ. გიგელია

უწყვეტ ფუნქციათა ზოგიერთი კლასის თვისებების შესახებ  
 $E^n$ -ში ჰილბერტის გარდაქმნისას

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ვეჯუამ 28.1.1957)

ვთქვათ,  $Q, P, P_1, P_2, \dots$  აღნიშნავს ევკლიდეს  $n$ -განზომილებიანი  $E^n$  სივრცის წერტილებს ან რადიუს ვექტორებს ბოლოებით ამ წერტილებში.  $S(P, \delta)$  სიმბოლოთი აღვნიშნოთ სფერო ცენტრით  $P$  წერტილში და რადიუსით  $\delta$ , ხოლო  $\sigma(P, \delta)$ -თი—მისი საზღვარი. განვიხილოთ ინტეგრალი

$$\psi(P) = \int_{E^n} \frac{M(P, Q)}{r^n(P, Q)} \varphi(Q) dQ, \quad (1)$$

სადაც  $r(P, Q)$  მანძილია  $P$  და  $Q$  წერტილებს შორის,  $\varphi(Q)$   $E^n$ -ზე განსაზღვრული ფუნქციაა, ხოლო  $M(P, Q)$  არის როგორც  $P$ -ს, ასევე  $Q$ -ს მიმართ  $E^n$ -ზე განსაზღვრული ისეთი შემოსაზღვრული ფუნქცია, რომელიც აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

a)  $M(P, Q) = M(P, Q')$  როგორც არ უნდა იყოს  $P, Q \in E^n$ , სადაც  $Q'$  არის  $PQ$  სხივის გადაკვეთის წერტილი  $\sigma(P, \delta)$ -თან,

b)

$$\int_{\sigma(P, \delta)} M(P, Q) d\sigma_Q = 0 \quad (2)$$

ყოველი  $P$ -სათვის  $E^n$ -დან.

თუ, კერძოდ,  $M(P, Q) = \Omega(P - Q)$  და  $\Omega(Q) = \Omega(Q')$  ყოველი  $Q$ -სათვის  $E^n$ -დან, სადაც  $Q'$  არის  $OQ$  სხივის გადაკვეთა  $\sigma(O, \delta)$ -თან, მაშინ (1) ინტეგრალით განსაზღვრულ  $\psi(P)$  ფუნქციას  $\varphi(Q)$ -ს ჰილბერტის გარდაქმნას უწოდებენ [12].

ამ სტატიაში ჩვენ ვსწავლობთ (1) ინტეგრალის თვისებებს უწყვეტ ფუნქციათა ზოგიერთ კლასში. ანალიტიკური საკითხები განხილულია [1—11] შრომებში, სადაც მოცემულია სათანადო ბიბლიოგრაფიული ცნობებიც.

შემოვიღოთ აღნიშვნები:

$$\mu(\delta) = \sup |M(P, Q_1) - M(P, Q_2)|, \quad Q_1, Q_2 \in \sigma(P, \delta), P \in E^n, \\ r(P_1, P_2) \leq \delta$$





$$\nu(\delta) = \sup |M(P_1, Q) - M(P_2, Q_0)|, P_1, P_2 \in E^n, Q \in \sigma(P_1, I),$$

$$r(P_1, P_2) \equiv \delta,$$

სადაც  $Q_0$  არის წერტილი  $\sigma(P_2, I)$ -ზე ისე, რომ ვექტორები  $Q - P_1$  და  $Q_0 - P_2$  პარალელურია. ცხადია,  $\nu(\delta)$  და  $\mu(\delta)$  (0,  $\infty$ )-ზე განსაზღვრული ზრდადი ფუნქციებია. ვიგულისხმობთ, რომ  $\nu(\delta); \mu(\delta) \rightarrow 0$ , როცა  $\delta \rightarrow 0$ . თუ  $M(P, Q) = \Omega(P - Q)$ , მაშინ, ცხადია,  $\nu(\delta) \equiv 0$ .

მარტივად შეიძლება დამტკიცდეს, რომ

$$|M(P_1, Q) - M(P_2, Q)| \leq \nu(r(P_1, P_2)) + \mu\left(\frac{r(P_1, P_2)}{\min\{r(P_1, Q), r(P_2, Q)\}}\right). \quad (3)$$

შემოვიღოთ შემდეგი განმარტება. ვიტყვი, რომ  $\varphi(Q) \in T(E^n)$ , თუ თანაბრად  $P$ -ს მიმართ  $E^n$ -ზე არსებობს ზღვარი

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{S(P, I) - S(P, \varepsilon)} \frac{|\varphi(Q) - \varphi(P)|}{r^n(P, Q)} dQ.$$

მართებულია შემდეგი თეორემები.

თეორემა 1. თუ  $\varphi \in T(E^n) \cap L_p(E^n)$  ( $p \geq 1$ ), მაშინ (1) ინტეგრალი, განსაზღვრული კოშის მთავარი მნიშვნელობით, არსებობს ყოველი  $P$ -სათვის  $E^n$ -დან და თანაბრად უწყვეტი ფუნქციაა  $E^n$ -ზე.

თეორემა 2. თუ  $\varphi \in T(E^n)$  ( $n \geq 2$ ), მაშინ

$$C\omega(\delta, \psi) \equiv \{\nu(\delta) + \mu(\delta)\} \|\varphi\|_p + \int_0^\delta \frac{\omega(\rho, \varphi)}{\rho} d\rho + \int_\delta^2 \mu\left(\frac{2\delta}{\rho}\right) \frac{\omega(\rho, \varphi)}{\rho} d\rho, \quad (4)$$

$$C \int_0^\gamma \frac{\omega(t, \psi)}{t} \xi(t) dt \equiv \|\varphi\|_p \int_0^\gamma \frac{\nu(t) + \mu(t)}{t} \xi(t) dt$$

$$+ \int_\gamma^2 \frac{\omega(\rho, \varphi)}{\rho} d\rho \int_0^\gamma \frac{\xi(t)}{t} \mu\left(\frac{2t}{\rho}\right) dt + \int_0^\gamma \frac{\omega(\rho, \varphi)}{\rho} \left[ \int_0^\rho \mu\left(\frac{2t}{\rho}\right) \frac{\xi(t)}{t} dt \right.$$

$$\left. + \int_\rho^\gamma \frac{\xi(t)}{t} dt \right] d\rho, \quad (5)$$

შეიძლება  $C = \text{const} > 0$ ,  $0 < \gamma = \text{const} < 1$ ,  $\xi(t)$  ნებისმიერი ინტერვალზე  
ბადიარაუარყოფითი ფუნქციაა ( $0, \gamma$ ) ინტერვალზე,  $\omega(\delta, \psi)$   
და  $\omega(\delta, \varphi)$ , შესაბამისად,  $\psi$  და  $\varphi$  ფუნქციების უწყვეტობის  
პირობებია, ხოლო

$$\|\varphi\|_p = \left\{ \int_{E^n} |\varphi(Q)|^p dQ \right\}^{1/p}.$$

(4) და (5) წარმოადგენს [3], [4] და [5]-ში მიღებული უტოლობების  
განზოგადებას ჩვენი შემთხვევისათვის.

ვთქვათ,  $\mu(t) = O(t^\beta)$  და განვიხილოთ უწყვეტ ფუნქციათა შემდეგი  
კლასები (იხ. [3, 4, 5, 10, 11]).

ვითყვიოთ, რომ  $M \in H_{\alpha}^{\beta} \Lambda_q$ , თუ  $v(t) = O\left(t^{\alpha} \lg^{-q} \frac{1}{t}\right)$ ;  $M \in h_{\alpha}^{\beta} \lambda_q$ ,

თუ  $v(t) = o\left(t^{\alpha} \lg^{-q} \frac{1}{t}\right)$ ;  $M \in H_{\alpha}^{\beta} \Lambda^2$ , თუ  $v(t) = O\left(t^{\alpha} \lg \lg \frac{1}{t}\right)$ ;  $M \in h_{\alpha}^{\beta} \lambda^2$ ,

თუ  $v(t) = o\left(t^{\alpha} \lg \lg \frac{1}{t}\right)$ ;  $\varphi \in H_{\alpha} \Lambda_q, h_{\alpha} \lambda_q, H_{\alpha} \Lambda^2, h_{\alpha} \lambda^2$ ,

თუ, შესაბამისად,

$$\omega(t, \varphi) = O\left(t^{\alpha} \lg^{-q} \frac{1}{t}\right), o\left(t^{\alpha} \lg^{-q} \frac{1}{t}\right), O\left(t^{\alpha} \lg \lg \frac{1}{t}\right),$$

$$o\left(t^{\alpha} \lg \lg \frac{1}{t}\right);$$

$M \in J_{\alpha}^{\beta}$  და  $\varphi \in J_q$ , თუ, შესაბამისად,

$$\int_0^1 \frac{v(t)}{t} \lg^q \frac{1}{t} dt < \infty$$

და

$$\int_0^1 \frac{\omega(t, \varphi)}{t} \lg^q \frac{1}{t} dt < \infty.$$

(4) და (5) უტოლობების დახმარებით შეიძლება დამტკიცდეს შემდეგი  
თეორემა.

თეორემა 3. ვთქვათ,  $0 < \beta \leq 1$ ,  $\varphi(Q) \in L_p(E^n)$  ( $p \geq 1$ ), ხოლო  $q$   
ნებისმიერი ნამდვილი რიცხვია. თუ შესრულებულია ერთ-  
ერთი შემდეგი პირობებიდან:  $M \in H_{\alpha}^{\beta} \Lambda_q$  და  $\varphi \in H_{\alpha} \Lambda_q$ ,  $M \in h_{\alpha}^{\beta} \lambda_q$



და  $\varphi \in H_\alpha \lambda_q$  ( $0 < \alpha < \beta$ );  $M \in H^\beta$  და  $\varphi \in H_\alpha \Lambda_q$  ან  $\varphi \in H_\alpha \lambda_q$  ( $\alpha > \beta$ );  $M \in H^\beta \Lambda_{q-1}$  და  $\varphi \in H^\beta \Lambda_q$ ,  $M \in h^\beta \lambda_{q-1}$  და  $\varphi \in h^\beta \lambda_q$  ( $q < 1$ );  $M \in H^\beta$  და  $\varphi \in H^\beta \Lambda_q$  ან  $\varphi \in h^\beta \lambda_q$  ( $q > 1$ );  $M \in H^\beta \Lambda^2$  და  $\varphi \in H^\beta \Lambda_1$ ;  $M \in h^\beta \lambda^2$  და  $\varphi \in h^\beta \lambda_1$ ;  $M \in H^\beta_0 \Lambda_{q-1}$  და  $\varphi \in \Lambda_q$ ,  $M \in h^\beta_0 \lambda_{q-1}$  და  $\varphi \in \lambda_q$  ( $q > 1$ );  $M \in J^\beta$  და  $\varphi \in J_{q+1}$  ( $q \equiv 0$ );  $M \in J^\beta_\infty$  და  $\varphi \in J_\infty$ , მაშინ  $\psi$  მიეკუთვნება, სათანადოდ, კლასებს:  $H_\alpha \Lambda_q$ ,  $h_\alpha \lambda_q$ ;  $H^\beta$ ;  $H^\beta \Lambda_{q-1}$ ,  $h^\beta \lambda_{q-1}$ ;  $H^\beta$ ;  $H^\beta \Lambda^2$ ,  $h^\beta \lambda^2$ ;  $\Lambda_{q-1}$ ,  $\lambda_{q-1}$ ;  $J_q$ ;  $J_\infty$ .

თეორემა 3-ისა და კალდერონისა და ზიგმუნდის [13] ერთი შედეგის დახმარებით უშუალოდ მიიღება

თეორემა 4. ვთქვათ,  $M(P, Q) = \Omega(P - Q)$ , სადაც  $\Omega(Q)$  ზემოთ განსაზღვრული ფუნქციაა და  $\mu(t) = O(t^\beta)$  ( $\beta > 0$ ). თუ  $\varphi \in L^p(E^n)$  ( $p > 1$ ) და რომელიმე ერთ-ერთს ფუნქციათა შემდეგი კლასებიდან:  $H_\alpha \Lambda_q$ ,  $h_\alpha \lambda_q$  ( $0 < \alpha < \beta$ );  $H^\beta \Lambda_q$ ,  $h^\beta \lambda_q$  ( $q < 1$ );  $H_\alpha \Lambda_q$  ან  $h_\alpha \lambda_q$  ( $\alpha > \beta$ );  $H^\beta \Lambda_q$  ან  $h^\beta \lambda_q$  ( $q > 1$ );  $H^\beta \Lambda_1$ ,  $h^\beta \lambda_1$ ;  $\Lambda_q$ ,  $\lambda_q$  ( $q > 1$ );  $J_{q+1}$  ( $q \equiv 0$ );  $J_\infty$ , მაშინ  $\psi \in L^p(E^n)$  და მიეკუთვნება შესაბამისად კლასებს  $H_\alpha \Lambda_q$ ,  $h_\alpha \lambda_q$ ;  $H^\beta \Lambda_{q-1}$ ,  $h^\beta \lambda_{q-1}$ ;  $H^\beta$ ;  $H^\beta$ ;  $H^\beta \Lambda^2$ ,  $h^\beta \lambda^2$ ;  $\Lambda_{q-1}$ ,  $\lambda_{q-1}$ ;  $J_q$ ;  $J_\infty$ .

შევნიშნოთ, რომ ამ თეორემას ადგილი აქვს შემდეგი ინტეგრალისთვისაც:

$$\psi(P) = \int_{E^n} \frac{H(P, Q) \Omega(P - Q)}{r^n(P, Q)} dQ,$$

სადაც  $H(P, Q)$  არის  $E^n$ -ზე განსაზღვრული  $H^\beta$  კლასის ზემოსაზღვრული ფუნქცია  $P$  და  $Q$ -ს მიმართ.

თუ  $n = 1$ , მაშინ ყველგან ზემოთ უნდა ვიგულისხმოთ, რომ  $\nu(t) \equiv 0$  და  $\mu(t) = O(t)$ . ამ შემთხვევაში თეორემა 4-დან გამომდინარეობს, მაგალითად, რომ, თუ  $\varphi \in L_p \cap H_\alpha$  ( $0 < \alpha < 1$ ), მაშინ  $\psi \in L_p \cap H_\alpha$ , რაც ტიქნმარშის [6] მიერ იყო მიღებული.

ბოლოს შევნიშნოთ, რომ ზემოაღნიშნულ პირობებში მართებულია ანალოგიური თეორემები, როცა საინტეგრაციო სიმრავლე შეკრულ  $B$  კლასის ზედაპირს [11] წარმოადგენს. მაგალითად, [11]-ში (4) უტოლობა შეგვიძლია შევცვალოთ უფრო ზოგადი (3) უტოლობით ამ სტატიისა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. И. Привалов. Граничные свойства аналитических функций. Москва, 1950.
2. Н. И. Muskhelishvili. Сингулярные интегральные уравнения, Москва, 1946.
3. A. Zygmund. Sur le module de continuité de la somme de la série conjuguée de la série de Fourier. Prace Matem.—Fiz., t. 33, 1924, pp. 125—132.
4. Л. Г. Магнарадзе. Об одном обобщении теоремы Племеля-Привалова. Сообщения АН ГССР, т. 8, 1947, стр. 509—516.
5. Л. Г. Магнарадзе. Об одном обобщении теоремы И. И. Привалова и его применения к некоторым линейным граничным задачам теории функций и к сингулярным интегральным уравнениям. ДАН СССР, т. 68, № 4, 1949, стр. 657—660.
6. Е. Титчмарш. Введение в теорию интегралов Фурье, Москва, 1948.
7. G. Gigaud. Equations a' integraies principales, Ann. de l'École Norm. Sup., E-e sér., t. 51, 1934, pp. 251—372.
8. С. Г. Михлин. Сингулярные интегральные уравнения. УМН, т. 3, вып. 3, 1948, 29—112.
9. W. Trjitzinsky. Multidimensional principal integrals, boundary value problems and integral equations. Acta Math., vol. 84, N 1—2, 1950, pp. 1—128.
10. Т. Г. Гегелиа. О граничных задачах линейного сопряжения и о сингулярных интегральных уравнениях. Кандидатская диссертация. ТГУ им. Сталина, май, 1954.
11. Т. Г. Гегелиа. Об одном обобщении теоремы Г. Жиро. Сообщения АН ГССР, т. 16, № 9, 1955, стр. 657—663.
12. A. Zygmund. Hilbert transforms in  $E^n$ . Proceedings of the international Congress of Mathematicians 1954, vol. 3, Amsterdam, 1956.
13. A. Calderon and A. Zygmund. 'On the existence of certain singular integrals. Acta Math. 88: 1--2 (1925), pp. 85—140.

დრეკადობის თეორია

ბ. ნაროღვიძი

დრეკადობის ბრტყელი თეორიის სასრული სახით ამოხსნადი  
ერთი ამოცანის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 9.3.1957)

როგორც ცნობილია, დრეკადობის ბრტყელი თეორიის ამოცანათა უმრავლესობა ორადბმული არეებისათვის მიახლოებით ამოიხსნება, გარდა მცირერიცხოვანი შემთხვევებისა (ძირითადად უმარტივესი სახის არეებისა და გარკვეული გარე დატვირთვისათვის), როცა ამოხსნა შეიძლება მიღებულ იქნეს ბოლომდე, შედარებით მარტივი გზით.

წინამდებარე შენიშვნაში მოცემულია დრეკადობის თეორიის ერთი ისეთი ამოცანის ამოხსნა (სასრული სახით სპეციალური ფუნქციების მეშვეობით), რომელიც ადრე მხოლოდ მიახლოებით იხსნებოდა.

განიხილება დრეკადი  $S$  არე, რომელიც უჭირავს უსასრულო ფირფიტას, შესუსტებულს ორი წრიული სხვადასხვანაირი ხვრელით. ვთქვათ,  $L_1$  და  $L_2$  ამ ხვრელების საზღვრებია, ხოლო  $R$  და  $r$ —მათი რადიუსები ( $R > r$ ). იმ  $z = x + iy$  სიბრტყის კოორდინატა სათავე, რომელშიაც მოთავსებულია ფირფიტა, ავიღოთ წრეხაზების უახლოესი წერტილების შემაერთებელი მონაკვეთის შუა წერტილში და აბსცისათა ღერძი მივმართოთ უდიდესი წრეხაზისაკენ, ხოლო  $y$  ღერძი—მისდამი პერპენდიკულარულად. აღვნიშნოთ  $a$ -თი და  $b$ -თი მანძილი კოორდინატა სათავედან სათანადოდ  $L_1$  და  $L_2$  წრეხაზების ცენტრებამდე (ნახ. 1).

ვიგულისხმოთ, რომ  $L_1$  და  $L_2$  კონტურების გასწვრივ მოდებულია თანაბრად განაწილებული დატვირთვა, ინტენსივობით  $p$  პირველ მათგანზე და ინტენსივობით  $q$ —მეორეზე.

ძაბვათა კომპლექსური  $\varphi(z)$  და  $\psi(z)$  ფუნქციების განსასაზღვრავად გვექნება შემდეგი სასაზღვრო პირობები [1]:

$$\overline{\varphi(t)} + \bar{t} \varphi'(t) + \psi(t) = \begin{cases} pR^2 / (t - a) + C_1 & L_1\text{-ზე,} \\ qr^2 / (t + b) + C_2 & L_2\text{-ზე,} \end{cases} \quad (1)$$

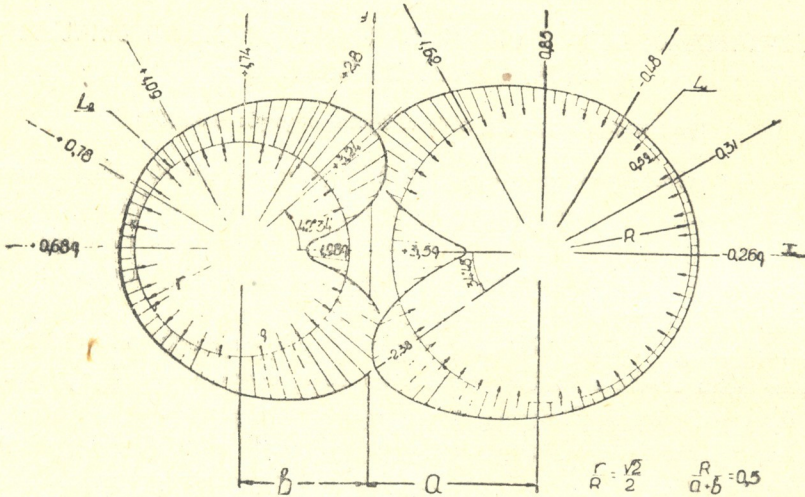
სადაც  $C_1$  და  $C_2$  რაღაც არსი მუდმივებია, რომელნიც უნდა განისაზღვრონ.

გავამრავლოთ (1) განტოლების ორივე მხარე  $(2\pi i(t - \chi))^{-1} dt$ -ზე და მოვახდინოთ მისი ინტეგრება  $L = L_1 + L_2$  კონტურის გასწვრივ,  $S$ -ის მიმართ დადებითი მიმართულებით. ამის შედეგად მივიღებთ



$$\frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\overline{\varphi(t)} + i\varphi'(t)}{t-\zeta} dt = \begin{cases} qr^2/(\zeta+b) - C_1 & L_1\text{-ში,} \\ pR^2/(\zeta-a) - C_2 & L_2\text{-ში,} \end{cases} \quad (2)$$

$$\psi(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\overline{\varphi(t)} + i\varphi'(t)}{t-\zeta} dt = pR^2/(\zeta-a) + qr^2/(\zeta+b) \text{ S-ში.} \quad (3)$$



ნახ. 1

ვეძებთ  $\varphi(\zeta)$  ფუნქცია

$$\varphi(\zeta) = A\alpha + B\beta \quad (4)$$

სახით, სადაც  $A$  და  $B$  უცნობი არსი კოეფიციენტებია, რომელნიც უნდა განისაზღვრონ, და

$$\alpha = \frac{a'}{a' + (\zeta - a)}, \quad \beta = \frac{b'}{b' - (\zeta + b)}, \quad a' = R\mu, \quad b' = r\mu', \quad (5)$$

$$\mu = \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon c \mu'} < 1, \quad \mu' = \frac{\varepsilon c}{1 - \varepsilon \mu} < 1, \quad \varepsilon = \frac{R}{a + b}, \quad c = \frac{r}{R}.$$

აშკარაა, რომ  $\alpha$  ფუნქცია რეგულარულია  $L_1$ -ის გარეთ, ხოლო  $\beta$ — $L_2$ -ის გარეთ.

შემოვიღებთ რა აღნიშვნებს

$$\xi = \frac{a + b}{b'} - 1, \quad \xi' = \frac{a + b}{a'} - 1, \quad (6)$$

პიქნება

$$\overline{\varphi(t)} + \bar{t} \varphi'(t) = A - B\xi^{-1} + (A\mu^{-2} + B\xi^{-1}) \alpha + (A\xi + B\mu^2) \beta + A \left( \mu^{-2} - \frac{a}{a'} \right) \alpha^2 + B \left( \frac{a}{b'} - \mu^2 \xi \right) \beta^2 - (A\mu^{-1} - B\mu\xi^{-1}) \frac{R}{t-a} \quad (7)$$

$L_1$ -ზე და

$$\overline{\varphi(t)} + \bar{t} \varphi'(t) = -A\xi'^{-1} + B + (A\mu^2 + B\xi') \alpha + (A\xi'^{-1} + B\mu^{-2}) \beta + A \left( \frac{b}{a'} - \mu^{-1} c \mu' \right) \alpha^2 + B \left( -\frac{b}{b'} + \mu'^{-1} \right) \beta^2 - (A\mu'\xi'^{-1} - B\mu'^{-1}) \frac{r}{t+b} \quad (8)$$

$L_2$ -ზე.

უკანასკნელი ორი ფორმულისა და (2) დამოკიდებულების დახმარებით მივიღებთ

$$-(A - B\xi^{-1}) - (A(\xi - \xi'^{-1}) - B\mu'^{-2}(1 - c^{-2}\xi^{-2})) \beta - (A\mu'\xi'^{-1} - B\mu'^{-1}) \frac{r}{\zeta + b} = q \frac{r^2}{\zeta + b} - C_1 \quad L_1\text{-ში} \quad (9)$$

$$-(B - A\xi'^{-1}) - (B(\xi' - \xi^{-1}) - A\mu^{-2}(1 - c^{-2}\xi^{-2})) \alpha - (A\mu^{-1} - B\mu\xi^{-1}) \frac{R}{\zeta - a} = p \frac{R^2}{\zeta - a} - C_2 \quad L_2\text{-ში.} \quad (10)$$

ეს ტოლობანი იგივეურად კმაყოფილდება, თუ

$$B = A\xi\mu^2, \quad p/q = -c^2, \quad A = \frac{c\mu}{1 - \mu^2\mu'^2}, \quad qr = -\frac{\mu}{1 - \mu^2\mu'^2} pR,$$

$$C_1 = (1 - \mu^2) A, \quad C_2 = (1 - \mu^2) B, \quad (11)$$

ამასთან

$$\varphi(\zeta) = A(\alpha + \xi\mu^2\beta). \quad (12)$$

ახლა (3) ფორმულის დახმარებით ვპოულობთ, რომ

$$\psi(\zeta) = -A \left( (1 + c^{-2}\xi^{-2})(\mu^{-2}\alpha + \xi\beta) + \mu^{-2} \left( 1 - \mu \frac{a}{R} \right) \alpha^2 + \xi \left( 1 - \mu' \frac{b}{r} \right) \beta^2 \right). \quad (13)$$

ავიღოთ პოლარ კოორდინატთა ორი სისტემა  $(r', \theta)$  სათავეთ  $\zeta = a$  და  $\zeta = -b$  წერტილებში. პოლარი ღერძების მიმართულებად ჩავთვალოთ  $x$ -თა ღერძის მიმართულება. მაშინ ცნობილი

$$\sigma_{r'} + \sigma_{\theta} = 4 \operatorname{Re} \varphi'(\zeta)$$

ფორმულის ძალით [1], ვიზოვით

$$\sigma_{\theta} = -p + 4p \frac{\Delta_{\theta}^2}{1 - \mu^2 \mu'^2} (A' + 2B' \cos \theta + c' \cos 2\theta) \quad (14)$$

$L_1$ -ის წერტილებში, და

$$\sigma_{\theta} = -q - 4q \frac{\Delta_{\theta}^{*2}}{1 - \mu^2 \mu'^2} (A' + 2B' \cos \theta - c' \cos 2\theta) \quad (15)$$

$L_2$ -ის წერტილებში, ამასთან

$$\Delta_{\theta} = \frac{\mu}{1 + 2\mu \cos \theta + \mu^2}, \quad \Delta_{\theta}^* = \frac{\mu'}{1 - 2\mu' \cos \theta + \mu'^2}, \quad A' = \mu^2 - \mu'^2, \\ B' = \mu(1 - \mu'^2), \quad B'' = \mu'(1 - \mu^2), \quad c' = 1 - \mu^2 \mu'^2. \quad (16)$$

$\sigma_{\theta}$  კომპონენტები ექსტრემალურ მნიშვნელობებს ორივე კონტურზე აღწევენ  $\theta=0$  და  $\theta=\pi$  კუთხური კოორდინატის მქონე წერტილებში და აგრეთვე წერტილში კუთხური კოორდინატით

$$\theta = \arccos \left\{ -0,5 \mu \frac{3 - \mu^2 + \mu'^2 - 3 \mu^2 \mu'^2}{1 - \mu^4 \mu'^2} \right\} \quad (17)$$

$L_1$  წრეხაზზე და

$$\theta = \arccos 0,5 \mu' \frac{3 - \mu'^2 + \mu^2 - 3 \mu^2 \mu'^2}{1 - \mu'^4 \mu^2} \quad (18)$$

$L_2$  წრეხაზზე.

ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია  $\sigma_{\theta}$ -ს ეპიური  $L_1$  და  $L_2$ -ზე მდებარე წერტილებში, როცა  $c = \sqrt{2}/2$  და  $\varepsilon = 0,5$ . ამავე ეპიურებზე აღნიშნულია  $\sigma_{\theta}$ -ს ექსტრემალური მნიშვნელობანი წერტილებში, რომელთა კუთხური კოორდინატები გამოთვლილია ორი უკანასკნელი ფორმულით.

სსრ კავშირის საავტომობილო მრეწველობის სამინისტრო  
„გლავბოდშიზნიკი“

(რედაქციას მოუვიდა 27.11.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

Г. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. 1954.

ფიზიკა

ბ. ჩიქოვანი

დამუხტულ ნაწილაკთა მრავალჯერადი გაბნევა ვილსონის  
 კამერის ბაზში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ანდრონიკაშვილმა 29.3.1957)

ვილსონის მაგნიტურ კამერაში მიღებული სურათების ინტერპრეტაციის დროს არსებითი მნიშვნელობა აქვს კვლის სიმრუდის გაზომვაში დაშვებულ ცდომილებათა სწორ შეფასებას, კერძოდ, იმ დამახინჯებათა შეფასებას, რომელთაც იწვევს ნაწილაკთა მრავალჯერადი კულონური გაბნევა კამერის გაზში. ნივთიერებაში გამავალი სწრაფი ნაწილაკების მრავალჯერად კულონურ გაბნევასთან დაკავშირებული საკითხები დაწვრილებით განხილულია ვილიამსის მიერ [1, 2]. მანვე შეაფასა კვლების მრავალჯერადი გაბნევით გამოწვეული საშუალო სიმრუდე. ვილიამსი სიმრუდეს საზღვრავს კვლის მონაკვეთის კიდებზე გატარებულ მხებთა შორის კუთხის საშუალებით, რაც ნაკლებად შეესაბამება პრაქტიკაში გამოყენებულ სიმრუდის განსაზღვრის მეთოდებს.

ბეტემ [3] შეიმუშავა გაბნევით გამოწვეული ეფექტური სიმრუდის შეფასების მეორე მეთოდი; ის მხედველობაში იღებს იმ გარემოებას, რომ გაზომვებისას ფაქტობრივ მხების მიმართულება კი არ განისაზღვრება, არამედ გალუნვის ისარი კვლის მონაკვეთის შუაწერტილში. ბეტეს მიხედვით, მრავალჯერადი გაბნევით გამოწვეული და გალუნვის ისრით განსაზღვრული სიმრუდის საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა გამოისახება ფორმულით

$$V \overline{\sigma^2(I)} = \frac{\left(\frac{2}{3}\right)^{1/2} (\overline{\Theta^2})^{1/2}}{\left(\frac{l}{2}\right)}, \quad (1)$$

სადაც  $\overline{\Theta^2}$  გაბნევის კუთხის პროექციის საშუალო მნიშვნელობაა, როდესაც გაზის ფენის სისქე  $\frac{l}{2}$ -ია, ხოლო  $l$  კვლის სიგრძეა.

ბეტეს თანახმად,  $\bar{\Theta}^2$  შემდეგნაირად განისაზღვრება:

$$\bar{\Theta}^2 = \frac{4\pi e^4 z^2 N x}{p^2 \Theta^2} \ln \frac{\Theta_{max}}{\Theta_{min}}, \quad (2)$$

სადაც  $p$  ნაწილაკის იმპულსია და  $v$ —სიჩქარე,  $x$ —გამბნევი ნივთიერების სისქე,  $z$ —ატომური ნომერი,  $N$ —1 სმ<sup>3</sup>-ში მყოფ ატომთა რიცხვი.  $\Theta$ —კუთხის ზღვრული მნიშვნელობანი შემდეგნაირად განისაზღვრება:  $\Theta_{min}$ —ეკრანი-რებით, ხოლო  $\Theta_{max}$ —კვლის განსაზღვრულ სიგრძეზე გადახრის კუთხის მაქსიმალური მნიშვნელობით, რომელიც კიდევ შეიძლება მიკუთვნებულ იქნეს მრავალჯერადი გაბნევისათვის.

გალუნვის ისრის მიხედვით სიმრუდის განსაზღვრის მეთოდი ზუსტი არაა. სიმრუდის უფრო სწორი განსაზღვრისათვის აუცილებელია ვისარგებლოთ წერტილების დიდი რიცხვით მთელი კვლის გასწვრივ. ამასთან დაკავშირებით ლიტერატურაში [4] გამოთქმულია აზრი, რომ ბეტეს მიერ მოცემული შეფასება საბოლოო არ არის და შეიძლება არ იყოს სამართლიანი ბევრი წერტილით განსაზღვრისათვის.

ბევრი წერტილის მიხედვით სიმრუდის განსაზღვრისთვის გამოიყენება უმცირეს კვადრატთა მეთოდი [5, 6, 7, 8].

უმცირესი კვადრატების დახმარებით კვლის განსაზღვრულ სიმრუდეს, რომლის ქორდა ლერძის პარალელურია და ქორდის ცენტრი კოორდინატთა სათავეს თანხვდება, შემდეგი სახე აქვს:

$$\sigma = 2 \frac{\sum_I^n y_i (x_i^2 n - \sum_I^n x_k^2)}{n \sum_I^n x_i^4 - \left( \sum_I^n x_i^2 \right)^2}, \quad (3)$$

სადაც  $n$  წერტილთა რიცხვია,  $y_i$ —კვლის წერტილთა გადახრა ქორდიდან, ათვლილი  $x_i$ -ს თანხაარ ინტერვალებში. (3)-დან ადვილად მიიღება გაბნევით გამოწვეული სიმრუდის საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა

$$\bar{\sigma}^2 = 4 \frac{\sum_{-m}^{+m} \bar{y}_i^2 \left[ x_i^2 (2m+1) - \sum_{-m}^{+m} x_k^2 \right] + 2 \sum_{i=-m}^{m-1} \sum_{i < k}^m \bar{y}_i \bar{y}_k \left[ x_i^2 (2m+1) - \sum_{-m}^{+m} x_j^2 \right] \left[ x_k^2 (2m+1) - \sum_{-m}^{+m} x_j^2 \right]}{\left[ (2m+1) \sum_{-m}^{+m} x_i^4 - \left( \sum_{-m}^{+m} x_i^2 \right)^2 \right]^2}. \quad (4)$$

კვლის სიმრუდის გასაზომად გამოყენებულ წერტილთა რიცხვი  $(2m+1)$  კენტია.





ან თუ შევადარებთ (8)-ს (1)-ს, შეიძლება დავწეროთ

$$\bar{\sigma}^2(m) = \bar{\sigma}^2(1) \frac{15 \cdot A(m)}{14 \cdot B(m)}, \tag{10}$$

სადაც  $\bar{\sigma}^2(1)$  გაბნევით გამოწვეული საშუალოკვადრატული სიმრუდეა ბეტეს მიხედვით ( $m = 1$ ).

1 ცხრილში მოყვანილია  $\frac{\bar{\sigma}^2(m)}{\bar{\sigma}^2(1)}$  ზოგიერთი მნიშვნელობისათვის.

ცხრილი 1

წერტილთა რაოდენობა	$m = \frac{n-1}{2}$	$\frac{\bar{\sigma}^2(m)}{\bar{\sigma}^2(1)}$	$\sqrt{\frac{\bar{\sigma}^2(m)}{\bar{\sigma}^2(1)}}$
3	1	1	1
5	2	0,9388	0,9689
7	3	0,9239	0,9612
9	4	1,1420	1,0877
11	5	1,3697	1,1705
21	10	2,3036	1,5166
		3,8785	1,9698

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, უმცირესი კვადრატების მეთოდით განსაზღვრული სიმრუდისათვის მრავალჯერადი კულონური გაბნევით გამოწვეული ცდომილება „გაღუნვის ისრის“ მეთოდისათვის დამახასიათებელ ცდომილებზე არათუ ნაკლებია, არამედ წერტილთა განსაზღვრული რაოდენობის შემდეგ კიდევაც მეტია. ცდომილების ცვლილების ასეთი „უცნაური“ დამოკიდებულება წერტილთა რიცხვზე ადვილი გასაგები ხდება საწყისი ფორმულის (4) უფრო ყურადღებით განხილვისას.

$$\bar{\sigma}^2 = 4 \left\{ \frac{\sum_{-m}^{+m} \bar{y}_i^2 \left[ x_i^2 (2m+1) - \sum_{-m}^{+m} x_k^2 \right]}{b^2} + 2 \frac{\sum_{-m}^{m-1} \sum_{i < k}^m \bar{y}_i \bar{y}_k \left[ x_i^2 (2m+1) - \sum_{-m}^{+m} x_j^2 \right] \left[ x_k^2 (2m+1) - \sum_{-m}^{+m} x_j^2 \right]}{b^2} \right\}. \tag{11}$$

პირველი წევრი ტოლობისა (11) განიხილავს  $y_i$ -ს როგორც ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელ გადახრებს და წერტილთა რაოდენობის ზრდასთან ერთად მიისწრაფვის ნულისაკენ, როგორც  $\frac{1}{\sqrt{n}}$  (ანალოგიურ მდგომარეობას

აქვს ადგილი დიფუზიით ან ინსტრუმენტული ცდომილებით გამოწვეული სიმრუდის განხილვისას). მეორე წვერი ტოლობისა (1) შეიცავს კორელაციას სხვადასხვა  $y_i$  —  $y_i$ -ს შორის. სამი წერტილის შემთხვევაში ეს წვერი ნულის ტოლია, ვინაიდან კვლის სამი წერტილი—შუა და ორი კიდურა—გაბნევის შემთხვევაშიც კი ერთმანეთისაგან სტატისტიკურად დამოუკიდებელია [3]; წერტილთა რიცხვის ზრდასთან ერთად მეზობელ წერტილებს შორის მანძილი მცირდება, მათ შორის კორელაცია იზრდება. გარდა ამისა, იზრდება კორელირებულ წვერებს შორის რაოდენობა და ამიტომ კორელაციური წვერი იზრდება. იმ ზღვრულ შემთხვევაში, როდესაც წერტილთა რაოდენობა უსასრულოდ იზრდება, კორელაციური წვერი მუდმივი სიდიდისაქენ მიისწრაფვის.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ (10) ფორმულის პრაქტიკაში გამოყენებისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ შემდეგი გარემოება: ფორმულა სამართლიანია იმ შემთხვევაში, როდესაც მონაკვეთის სიგრძე, ე. ი. მეზობელ  $x_i$ -ს შორის მანძილი, საკმარისია იმისათვის, რომ დაჯახებათა რაოდენობა თითოეულ მონაკვეთზე ერთმანეთის ტოლად ჩავთვალოთ.

დასასრულ მადლობას ვუცხადებ საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის კოსმოსური სხივების განყოფილების თანამშრომელს რ. ძიძიგურს გამოთვლებში გაწეული დახმარებისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფიზიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვდა 29.3.1957)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. E. I. Williams. Scattering of electrons Proceedings of the Royal Society, t. 169, 1938, стр. 531.
2. E. I. Williams. Multiple scattering of fast electrons and alpha-particles and „curvature“ of cloud tracks due to scattering The physical Review t. 58, 1940, стр. 292.
3. H. A. Bethe. Multiple scattering and mass of the mesons, The physical Review t. 70, 1946, стр. 821.
4. Д. Ж. Вильсон. Камера Вильсона». Издательство Иностранной Литературы, Москва, 1954, стр. 97.
5. R. W. Thompson. A. V. Buskrik, H. O. Cohn, C. F. Karzucark. Remarks on the measurement of curvature angle and ionisation in the magnetic willson chamber. Материалы международной Конференции по космическим лучам. г. Тулуза. 1953 г. Издательство Научной Информации АН СССР, 1954, стр. 4.
6. K. H. Barker. The measurement of cloud chamber photographs.

Материалы международной конференции по космическим лучам. г. Тулуза. 1953 г. Издательство Института Научной Информации АН СССР, 1954, стр. 2.





7. З. Ш. Манджавидзе, Н. Н. Ройнишвили, Э. И. Цагарели, А. И. Цинцабадзе, Г. Е. Чиковани. Методика определения импульсов заряженных частиц по их следам в камере Вильсона. Труды Института физики АН ГССР, т. III, 1955.
8. K. H. Barker. The Measurment of Cloudchamber tracks. Supplamento del Nuovo Simeuto № 2, 1954, стр. 309.
9. Л. Яносси. Космические лучи. Издательство Иностранной литературы. Москва. 1949, стр. 149

ქიზა

თ. ანდრონიკაშვილი

ზოგიერთი ფაქტორის გავლენა  $C_5$ — $C_7$  ნაჯერი ნახშირწყალბა-  
დების ნარევის ბაჟოფაჟი ქრომატოგრაფიული მეთოდის  
გამოყენებისას

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 8.4.1957)

ქრომატოგრაფიული ანალიზი, რომელიც აღმოაჩინა და დაამუშავა რუსმა მეცნიერმა მ. ცეცტმა, რთული ნარევის კომპონენტებად გაყოფის ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდს წარმოადგენს.

ამჟამად ანალიზის ქრომატოგრაფიულმა მეთოდმა გამოყენება ჰპოვა ნახშირწყალბადიანი და არანახშირწყალბადიანი აირებისა და ორთქლების რთული ნარევების გასაყოფად.

ჩვეულებრივ, ქრომატოგრამის გასამქლავებლად დიდად გავრცელდა ქრომატოგრაფირების შემდეგი ვარიანტები: ელუენტური ანალიზი [1], გამოდევნებითი გამოქლავება [2, 3], თერმული დესორბცია [4] და ქრომატერმოგრაფია [5].

თითოეული ვარიანტი სპეციფიკური თავისებურებებით ხასიათდება და ცდის განსაზღვრულ პირობებში გამოიყენება. სორბენტებად გამოიყენება სხვადასხვაანაირი მყარი სხეულები, განვითარებული ზედაპირით, მაგალითად, გაქტივებული ნახშირი, სილიკაგელი.

სორბენტები ხასიათდება განსაზღვრული სელექციური გამყოფი თავისებებით და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს განსაზღვრული ნარევების გასაყოფად.

მაგალითად, გაქტივებული ნახშირი იძლევა მსუბუქი აირების ნარევების (ისეთების, როგორცაა წყალბადი, ნახშირჟანგი, მეთანი, ეთანი, ეთილენი) უკეთეს გაყოფას, ვიდრე სხვა სორბენტები.

რაც შეეხება სილიკაგელს, ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს უფრო მძიმე აირების გასაყოფად, მაგალითად: პროპანი, პროპილენი, ბუტანი, ბუტილენი და ა. შ.

აუცილებელია აღვნიშნოთ, რომ  $C_4$ -ის ფრაქციის სრული დესორბციისათვის სილიკაგელზე საჭიროა ტემპერატურული დესორბციის გამოყენება.

ალუმოსილიკატების — ბუნებრივი სორბენტების გამოყენება საშუალებას გვაძლევს მოვხდინოთ ბუტან-პროპანული ფრაქციის გაყოფა შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე და უფრო სწრაფად, ვიდრე სილიკაგელზე [6, 7].

გარდა ამისა, ბუნებრივი ალუმოსილიკატების გამოყენება საშუალებას გვაძლევს გავყოთ  $C_5$ — $C_7$  თხევადი ნახშირწყალბადები ორთქლისებრ ფაზაში.

ჩვენს მიერ დამუშავებული ანალიზის ჩატარების მეთოდიკა მარტივია. სარეგისტრაციო ხელსაწყოდ გამოიყენებოდა აირანალიზატორი, დაფუძნებული ნახშირწყალბადების სითბოგამტარობის გაზომვაზე [6].

სორბენტის ბუნებას ნახშირწყალბადების ნარევის გაყოფის პროცესში „გამეფებული“ (დომინირებული) მდგომარეობა უკავია.

სორბენტების სტრუქტურა, მისი ხვედრითი ზედაპირი, ფორმის განაწილება მათი რადიუსების მიხედვით — ყველა ეს პარამეტრი განსაზღვრავს სორბენტის სელექციურ გამყოფ უნარიანობას. მაგრამ სორბენტის ბუნებასთან ერთად არსებობს რიგი ფაქტორებისა, რომლებიც აგრეთვე ახდენენ გარკვეულ გავლენას ნახშირწყალბადების რთული ნარევების გაყოფის ხარისხზე (სისრულეზე). ასეთ ფაქტორებად შეიძლება ჩავთვალოთ: აირგამამჟღავნებლის ბუნება და სიჩქარე, გამოყენებული სორბენტის დამარცვლება, საადსორბციო სვეტის საერთო გახურების ტემპერატურა, ამავე სვეტის სიგრძე და დიამეტრი და ა. შ. ამ პარამეტრების ემპირული შერჩევის გზით საშუალება გვეძლევა განვსაზღვროთ ოპტიმალური პირობები ნახშირწყალბადოვანი აირების ან ორთქლის რობელიმე ნარევის უკეთესი გაყოფისათვის.

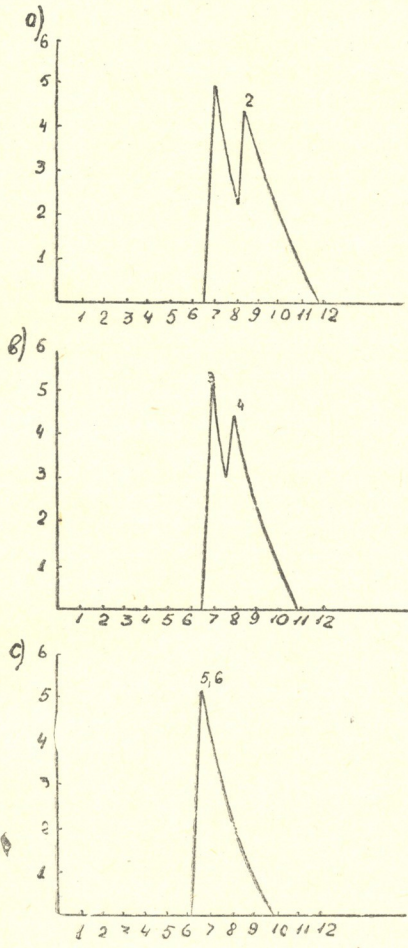
ნახშირწყალბადების ნარევის გაყოფისას სორბენტებად გამოიყენებოდა შემდეგი ბუნებრივი ალუმოსილიკატები: დიატომიტი (ქისათიბის საბადო), კალინი, ტრეპელი, ნატროლიტი. რაც შეეხება აირგამამჟღავნებელს, შეძლებისდაგვარად ვცდილობდით გამოგვეყენებია ისეთი აირი, რომლის მოლეკულას მცირე ზომები აქვს და შეჭრითი უნარიანობა ახასიათებს. აგრეთვე აუცილებელია ავირჩიოთ ის აირები, რომლებიც თავისი ბუნებით ინდიფერენტულია და მცირე აქტივობით ხასიათდება, ე. ი. ისეთი აირგამამჟღავნებელი, რომელიც არ შედის რეაქციაში გასაყოფ ნარევთან და არ წამლავს სორბენტის ზედაპირს.

მაგალითად, დასაწყისში აირგამამჟღავნებლად გამოიყენებოდა ამონიაკი, რომლის მოლეკულა მცირეა. მაგრამ ცდებმა, რომლებიც ჩატარდა ქისათიბის დიატომიტით და სხვა სორბენტებით, გვიჩვენა, რომ დროის განსაზღვრული მონაკვეთის შემდეგ სორბენტებს უმცირდებათ გამყოფუნარიანობა. მუშაობის ძირითადი ნაწილი ჩატარდა უფრო ინერტული აირის — აზოტის ან ჰაერის გამოყენებით აირგამამჟღავნებლად. ამასთან აზოტი გამოიყენებოდა ბალონური, რომელიც შეიცავს 0,7 — 0,8% ჟანგბადს. ასეთი არასუფთა აირის გამოყენება ხიტიქმის არავითარ უარყოფით გავლენას არ ახდენს, რადგან აზოტისა და ჟანგბადის სითბოგამტარობა ტოლია. აირგამამჟღავნებლის სიჩქარეც ახდენს გავლენას როგორც ნორმალური, აგრეთვე იზოაგებულების ნახშირწყალბადების ნარევის გაყოფის ხარისხზე (სისრულეზე).

აირგამამჟღავნებლის სიჩქარის საორიენტაციო არჩევისათვის სარგებლოდ შეკავებული მოცულობით (удерживаемый объем) (ე. ი. აირგამამჟღავნებლის იმ რაოდენობის გამოთვლით, რომელიც საჭიროა რომელიმე ინდივიდუალური კომპონენტის გამოსარეცხად საადსორბციო სვეტიდან), ან, რაც უფრო ბევრად მარტივია, ღრითი (t) საადსორბციო სვეტის კომპონენტით ჩატვირთვიდან გამოსასვლელ ნრუდზე მაქსიმუმის გაჩენამდე. ერთი და იგივე დრო ორი კომპონენტისათვის იმის მაჩვენებელია, რომ აირგამამჟღავნებლის მოცემული სიჩქარისას ეს კომპონენტები არ იყოფიან, ან ზოგიერთ შემთხვევაში არასრული გაყოფა ხდება.

1 ცხრილში მოცემულია ცდების მონაცემები (t) ინდივიდუალური ნახშირწყალბადებისათვის, აირგამამჟღავნებლის სხვადასხვა სიჩქარეებისას (სვეტის გახურების საერთო ტემპერატურა 100—120°, აირგამამჟღავნებელი — აზოტი) ყოველი კომპონენტის დროის (t) ცოდნა აირგამამჟღავნებლის სათანადო სიჩქარეებისას საშუალებას გვაძლევს წინასწარ დაახლოებით განვსაზღვროთ ნახშირწყალბადების ნარევის გაყოფის საშუალება.

ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია ტრიმეთილბუტანისა და ჰეპტანის გაყოფის მრუდი. სორბენტად გამოიყენებოდა ნატროლიტი. ცდები ტარდებოდა აზოტის სათანადო სიჩქარეებზე 20, 80, 120 —  $\frac{\text{მლ}}{\text{წუთ.}}$ .



ნახ. 1

- a) 1—ტრიმეთილბუტანი, 2—ჰეპტანი აირგამამყვანებლის სიჩქარე—20 მლ/წუთში;
  - b) 3—ტრიმეთილბუტანი, 4—ჰეპტანი, აირგამამყვანებლის სიჩქარე—80 მლ/წუთში;
  - c) 5—ტრიმეთილბუტანი, 6—ჰეპტანი, აირგამამყვანებლის სიჩქარე 120 მლ/წუთში
- ორდინატთა ლერძზე—გალვანომეტრის ჩვენება მილი-ვოლტობით, აბსცისაზე—დრო წუთობით



ამ ნახშირწყალბადების სრული გაყოფა არ მოხერხდა, მაგრამ აირგამამჟღავნებლის სიჩქარისას  $20-80 \frac{\text{მლ}}{\text{წუთ.}}$  მიღებულია ტრიმეთილბუთანისა და

ჰექტანის ნაწილობრივი გაყოფა.  $120 \frac{\text{მლ}}{\text{წუთ.}}$  სიჩქარისას და ზევით ეს ორი კომპონენტი არ იყოფა და ერთად გამოდის.

ამგვარად, ჩვენ ვხედავთ, რომ გარკვეული მნიშვნელობა აქვს აირ-გამამჟღავნებლის სიჩქარის სწორ შერჩევას ქრომატოგრაფიული ანალიზის დროს.

რადგან ნახშირწყალბადების გაყოფა ორთქლისებრ მდგომარეობაში ხდებოდა, ამიტომ ქრომატოგრაფიული სვეტი საერთო გახურების ქვეშ იმყოფებოდა. სვეტის საერთო გახურების ტემპერატურის გაზრდა ხელს უწყობს ნახშირწყალბადების გაყოფის სიჩქარის გადიდებას. მაგრამ არსებობს სვეტის ოპტიმალური ტემპერატურა, რომლის ზევით იწყება ნახშირწყალბადების არასრული გაყოფა, ხოლო ტემპერატურის შემდგომ გაზრდას მიყვება სორბენტის სელექციური გამოყოფუნარიანობის გაქრობისაკენ. ამასთან ყოველი სორბენტისათვის დამახასიათებელია თავისი ოპტიმალური ტემპერატურა. ისევე როგორც პირველ ცხრილში, დრო (t) კომპონენტის ჩატვირთვის დასაწყისიდან გამოსავალ მრუდზე მაქსიმუმის გაჩენამდის საშუალებას გვაძლევს წინასწარ განვსაზღვროთ სვეტის საერთო ტემპერატურის არჩევა. ორი კომპონენტისათვის ამ სიდიდეების დამთხვევა იმის მაჩვენებელია, რომ სვეტის საერთო გახურების ტემპერატურა დიდია და ეს კომპონენტები არ გაიყოფა.

მე-2 ცხრილში მოყვანილია (t) მნიშვნელობა ინდივიდუალური კომპონენტებისათვის ტრეპელზე, კაოლინსა და ნატროლიტზე. აირგამამჟღავნებლის სიჩქარე —  $90 \frac{\text{მლ.}}{\text{წუთ.}}$

რადგან ჰექტანის დუღილის ტემპერატურაა  $98^{\circ} 3$ , ამიტომ ნახშირწყალბადების გაყოფისას გამოიყენებოდა სვეტის გახურების საერთო ტემპერატურა  $100-120^{\circ}$  ფარგლებში (რადგან ანალიზი ტარდება ორთქლისებრ მდგომარეობაში).

დაბოლოს ტარდებოდა კვლევა საადსორბციო სვეტების ფორმისა და ზომების შესასწავლად. თავდაპირველად გამოიყენებოდა შედარებით დიდი მოცულობის სვეტები, სიგრძით 81 სმ და დიამეტრით 16 მმ. მაგრამ ამ სვეტებში, ალბათ დიდ დიამეტრთან დაკავშირებით, და არათანაბარი გახურებით დიამეტრის გასწვრივ, იზრდებოდა დიფუზიის მოქმედება. ეს თავის მხრივ იწვევდა ნარევის ცალკეული კომპონენტების გათხაპუნას საადსორბციო სვეტზე, რაც გვაძლევდა არამკაფიო გაყოფას. შემდგომ გამოყენებულ იქნა ნაკლები დიამეტრის სვეტები, სიგრძით 81 სმ და დიამეტრით 8 მმ. ამან გამოიწვია კომპონენტების გათხაპუნის შემცირება, გაყოფის მრუდები უფრო სიმეტრიული მივიღეთ.

საბოლოო ჯამში ჩვენ მიერ გამოყენებული იყო შედარებით მცირე სვეტები (სიგრძე 51 სმ), არჩეულ იქნა სვეტის საფეხურებრივი ფორმა. სვეტის დიამეტრი თანდათანობით მცირდებოდა  $16-8-4$  მმ. სვეტის ასეთი ფორმა ავსებს ძალიან დიდი და ძალიან პატარა დიამეტრების მქონე სვეტების ნაკლოვანებებს. ასე. სვეტი დიდი დიამეტრით იძლევა ნახშირწყალბადების გათხაპუნის ზოლებს, ხოლო მცირე დიამეტრის სვეტებში, შედარებით მცირე ტევადობის სორბენტების გამოყენების გამო, ადგილი აქვს ნახშირწყალბადების არასრულ გაყოფას

(იგრძნობა სორბენტის არყოფნა). ამიტომ შეიძლება ჩაითვალოს, რომ საფეხურებრივი სვეტების გამოყენება თავიდან გვაცილებს ამ ორ ნაკლს, რადგან სვეტის ზემოთა, ფართო ნაწილში ხდება საანალიზო ნარევის მთავარი გაყოფა შე-

ცხრილი 1

კომპონენტები	დრო (t) დიატომიტზე აირგამამჟღავნებლის სათანადო სიჩქარეებისას (წუთ)					დრო (t) კალინზე აირგამამჟღავნებლის სათანადო სიჩქარეებისას (წუთ)				
	20 მლ/წუთ.	40 მლ/წუთ.	80 მლ/წუთ.	120 მლ/წუთ	140 მლ/წუთ	20 მლ/წუთ.	40 მლ/წუთ.	80 მლ/წუთ.	120 მლ/წუთ	140 მლ/წუთ
	იზოპენტანი	7	6,40	6	5	4	2,15	2	1,47	1,30
პენტანი	7,30	7	6,20	5,05	4	2,15	2	1,47	1,30	1,2
ჰექსანი	9	8,40	8	6,30	5,30	4	3	2,48	2,05	1,40
ტრიმეთილბუტანი	10,30	10	9,30	7,40	6,30	6	5,15	4	2,50	2,05
ჰეპტანი	13	11,50	11	7,45	6,40	8	6,48	5,50	3,20	2,43

1 ცხრილის გაგრძელება

კომპონენტები	დრო (t) ტრეპელზე აირგამამჟღავნებლის სათანადო სიჩქარეებისას (წუთ)					დრო (t) ნატროლიტზე აირგამამჟღავნებლის სათანადო სიჩქარეებისას (წუთ)				
	20 მლ/წუთ.	40 მლ/წუთ.	80 მლ/წუთ.	120 მლ/წუთ	140 მლ/წუთ	20 მლ/წუთ.	40 მლ/წუთ.	80 მლ/წუთ.	120 მლ/წუთ	140 მლ/წუთ
	იზოპენტანი	7,45	7,15	6,30	5,45	4,30	4	3,30	2,30	2
პენტანი	7,50	7,18	6,30	5,46	4,30	4	3,40	2,30	2	1,45
ჰექსანი	9,3	9	8	7,30	6,50	6	5	4,30	3,45	2,57
ტრიმეთილბუტანი	10,35	10	9	8,30	7,45	7,45	6,30	6	5,15	4,05
ჰეპტანი	13,45	13	11,45	8,5	8	9	9	7,15	5,50	4,30

მადგენელ კომპონენტებად, ხოლო სვეტის ქვედა, უფრო ვიწრო ნაწილში წარმოებს დამატებითი „გაწმენდითი პროცესები“ და გათხავენა მცირდება. აგრეთვე ცდების პროცესში შერჩევით მიღწეულ იქნა სვეტების სიგრძის შემცირება ნახშირწყალბადების გაყოფის ხარისხის შეუცვლელად. ეს თავის



მხრივ ხელს უწყობს ზოგიერთი სორბენტის გამოყენებისას ანალიზის დროის საგრძნობ შემცირებას.

ცხრილი 2

კომპონენტი	დრო (t) კაოლინზე სვეტის სათანადო საერთო გახურების ტემპერატურებისას				დრო (t) ტრებელზე სვეტის სათანადო საერთო გახურების ტემპერატურებისას				დრო (t) ნატროლიტზე სვეტის სათანადო საერთო გახურების ტემპერატურებისას			
	100°	120°	150°	200°	100°	120°	150°	200°	100°	120°	150°	200°
იზოპენტანი	2	1,45	1,2	1	7	6,30	4,45	3	2,45	2,30	1,45	1,15
პენტანი	2	1,45	1,2	1	7	6,30	4,45	3	2,45	2,30	1,45	1,15
ჰექსანი	3,30	2,45	2,30	1,30	8,30	7,50	6	4,50	4,50	4,15	3,35	1,45
ტრიმეთილბუტანი	4,10	4	3,15	1,50	9,20	8,50	7,15	5	7	6,15	4,15	2,15
ჰეპტანი	6,30	5,15	4,45	3	12,45	11,40	8,05	5,15	7,50	7	4,55	3,03

ამგვარად, შეიძლება ითქვას, რომ გარდა სორბენტის ბუნებისა, ნახშირწყალბადების ნარევის გაყოფის ხარისხზე (სისრულეზე) საგრძნობ გავლენას ახდენს ზემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორების ერთობლიობა და რომ ამ პარამეტრების სწორ შეხამებას დიდი მნიშვნელობა აქვს ქრომატოგრაფიულ ანალიზში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის

ქიმიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 11.4.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. H. W. Patton, I. S. Lewis, W. S. Kaye. Separation and Analysis of Cases and Volatile Liquide by Cas-Chromatography. Anal. Chem. vol. 27, № 2, 1955.
2. C. S. G. Phillips. The Chromatography of Cases and Vapours. Discussion Faraday Soc. № 7, 241, 1949.
3. D. H. James, C. S. G. Phillips. The Chromatography of Cases and Vapours. S. Chem. Soc. 1953, 1600.
4. G. Hesse. Adsorptionmethoden in chemischen Laboratorium. 22, 1943.
5. А. А. Жуховицкий, В. А. Соколов, Н. М. Туркельтауб. Новый метод хроматографического анализа. ДАН СССР, том 77, № 3, 1951.
6. Т. Г. Андроникашвили, Л. П. Кузьмина. Хроматографический анализ предельных углеводородов C<sub>3</sub>—C<sub>7</sub> на природных сорбентах. Заводская лаборатория, № 12, 1956.
7. В. А. Соколов, Т. Г. Андроникашвили. Адсорбционное разделение предельных углеводородов C<sub>3</sub>—C<sub>7</sub>. Труды института Нефти Академии Наук СССР, 1956.

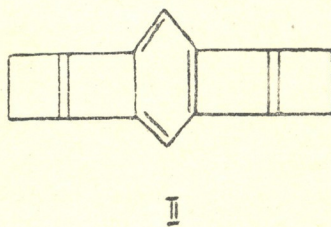
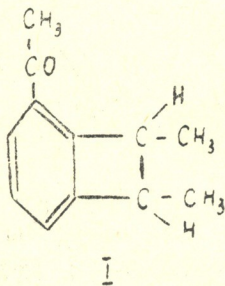
პიშია

რ. ლალიძე, ნ. ლოლაძე და ა. პატროში

უწყლო  $AlCl_3$ -ის თანდასწრებით 2-ბუტინ-1,4-დიოლის დიაცეტატიტ ბენზოლის ალკილირებისას მიღებული „ $C_{12}H_{14}O$ “ კეტონის თვისებები და გარდაქმნები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციცივილმა 7.7.1957)

რამდენიმე წლის წინ 2-ბუტინ-1,4-დიოლის დიაცეტატიტ ბენზოლის ალკილირებისას უწყლო  $AlCl_3$ -ის თანდასწრებით მიღებულ იქნა: 1) კეტონი  $C_{12}H_{14}O$ , რომელსაც ჩვენ მივაწერდით (I) ფორმულით გამოსახულ სტრუქტურას და 2) ნახშირწყალბადი, ლ. ტ. 102—103°, რომლისთვისაც ალკილირების მექანიზმისა და რენტგენო-სტრუქტურული გაზომვების საფუძველზე (რაც მიუთითებდა ნახშირწყალბადის სიმეტრიაზე) მოწოდებული იყო სტრუქტურული ფორმულა (II) [1,2,3]:

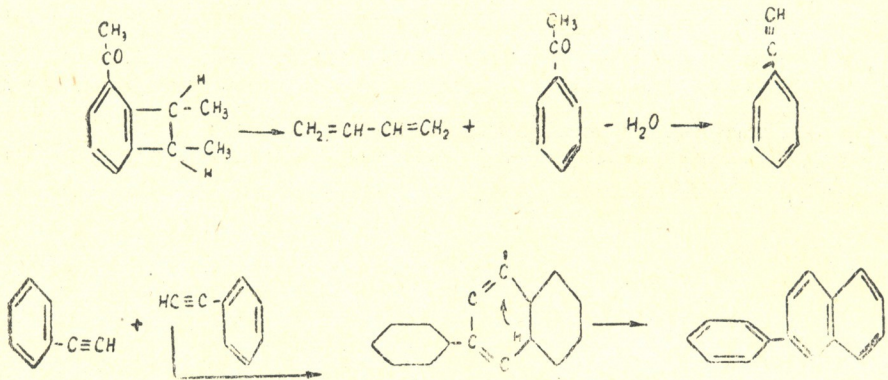


მაგრამ ცნობილი ნახშირწყალბადებიდან ლლობის ტემპერატურით 101,--102,5° ხასიათდება 2-ფენილნაფტალინი, რომლის წარმოქმნის შესაძლებლობის გათვალისწინება ძნელი იყო იმის გამო, რომ მას სიმეტრიის ცენტრი არ გააჩნია. მიუხედავად ამისა, წინამდებარე გამოკვლევაში ჩვენ განვახორციელეთ 2-ფენილნაფტალინის სინთეზი და დავადგინეთ, რომ იგი ნახშირწყალბადთან- (II) შერეულ სინჯში დეპრესიას არ იძლევა. ჩვენ მიერ ნაჩვენებია აგრეთვე, რომ (II)-ნახშირწყალბადისა და 2-ფენილ-ნაფტალინისაგან მიღებული ქინონები წარმოადგენენ ერთსა და იმავე ნივთიერებას. შემდგომში დასახელებული ნახშირწყალბადების იგივეობა დადასტურდა სპექტრალური ანალიზის მონაცემებითაც. ნახშირწყალბადის- (II) სტრუქტურის დადგენამ ბიძგი მოგვცა ახლო გამოგვეკვლია კეტონის- (I) სტრუქტურა. მისი ქიმიური გარდაქმნებისა და სპექტრალური ანალიზის მონაცემების შესწავლა საშუალებას გვაძლევს უფრო ღრმად გავერკვეთ როგორ ამ ნაერთის აგებულე-



ბაში, ისე 2-ფენილნაფტალინის წარმოქმნის მექანიზმშიც. პალადირებული ნახშირით დეჰიდრირების პირობებში 300-310°-ზე კეტონისაგან- (I) მიღებულია 2-ფენილნაფტალინი და ცოტაოდენი β-ეთილნაფტალინი [4].

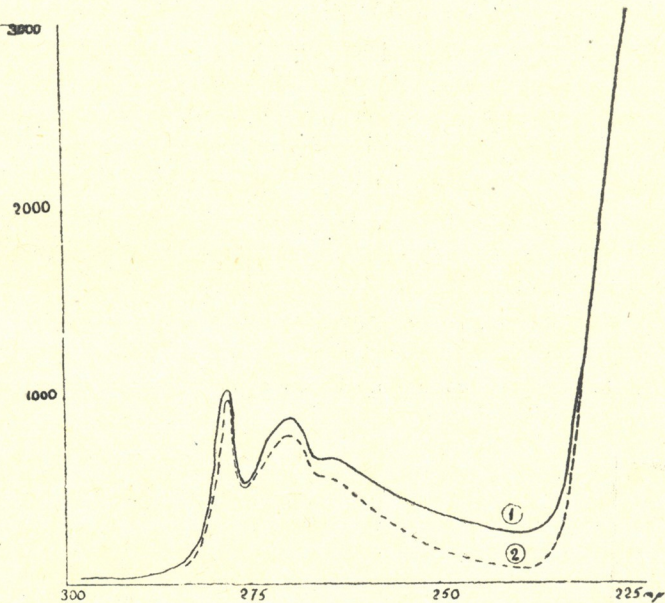
საინტერესოა შევნიშნოთ, რომ კეტონის- (I) იზომერული ნაერთები— აცეტილტეტრალინები, როგორც ეს ნაჩვენებია ნიუმენის მიერ [5,6,7,8], (და დადასტურებული ჩვენ მიერ β აცეტილტეტრალინის მაგალითზე), აღწერილ პირობებში 2-ფენილნაფტალინს არ იძლევიან. უნდა ვივარაუდოთ, რომ დეჰიდრირების პირობებში, კეტონის- (I) მოლეკულის გახლეჩასა და მისი ცალკეული ფრაგმენტების შემდგომ რეკომბინირებასთან ერთად ადგილი აქვს ოთხწევრიანი რგოლის იზომერიზაციას ექვსწევრიანში და β-ეთილნაფტალინის წარმოქმნას. როგორც ჩანს, 2-ფენილნაფტალინის წარმოქმნა კეტონისაგან- (I) შემდეგი სააღბათო სქემის მიხედვით ხორციელდება:



სპექტრალური ანალიზის მონაცემების შედარებამ ინფრაწითელ არეში კეტონისათვის- (I), β-აცეტილტეტრალინისათვის და მათი აღდგენის პროდუქტებისათვის დაგვანახა, რომ მაშინ, როდესაც კეტონის- (I) აღდგენით მიღებული ნახშირწყალბადი C<sub>12</sub>H<sub>16</sub> (III) ამჟღავნებს სრულ იგივეობას β ეთილტეტრალინთან. გამოსავალი კეტონების ინფრაწითელი სპექტრები შესამჩნევად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. სრულიად ანალოგიურ სურათთან გვაქვს საქმე ამ ნაერთებისათვის ულტრაიისფერ არეშიც. ეს მონაცემები შესაბამისობაში იმყოფებიან ქიმიურ ფაქტებთან იმ მხრივ, რომ დასახელებული კეტონები დეჰიდრირებისას ამჟღავნებენ განსხვავებულ ქცევას, ხოლო იმავე პირობებში შესაბამისი ნახშირწყალბადები იძლევიან β-ეთილნაფტალინს [2], რაც უთუოდ გაპირობებულია ოთხწევრიანი რგოლის იზომერიზაციით ექვსწევრიანში, როდესაც კეტონი- (I) განიცდის აღდგენას კლემენსენის მიხედვით [2].

ამრიგად, კეტონი- (I) უდაოდ წარმოადგენს რა აცეტილტეტრალინის იზომერულ ნაერთს, არ უპასუხებს არც ერთს მის ცნობილ იზომერს. კეტონი- (I) და ნახშირწყალბადი- (III) აგრეთვე განსხვავდება ერთ-ერთი ჩვენთაგანის მიერ [9] წინათ სინთეზირებული 5-აცეტილ-1-მეთილჰიდრიდენისა

და  $C_{12}H_{16}$ -ნახშირწყალბადისაგან, რომელიც მიღებულია პირველის აღდგენით. როგორც ეს მოსალოდნელი იყო, პალადირებული ნახშირით დამუშავებისას მათ ცვლილება არ განიცადეს. ეს ფაქტი სრულ თანხმობაში იწყობება ლიტერატურულ მონაცემებთან იმ ქცევის შესახებ, რომლებსაც კონდენსირებული ხუთწევრიანი ციკლები ამჟღავნებენ ჰიდროარომატული ნაერთების დეჰიდრირების პირობებში  $pd/c$ -თან [10].



ნახ. 1.

1— კეტონი (I)-ის აღდგენის პროდუქტი; 2—  $\beta$ -ეთილტეტრალინი

დაბოლოს საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ კეტონის- (I) და 5-აცეტილ-1-მეთილჰიდრინდენის შთანთქმის სპექტრები ულტრაიისფერ არეში მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. აქედან გამომდინარე, ჩვენ საფუძველი გვაქვს მტკიცებისათვის, რომ კეტონი- (I) არ უპასუხებს აცეტილჰიდრინდენბააჰ. ამრიგად, განაილული ფაქტები, ჯერჯერობით უფლებას არ გვაძლევენ სრულიად უარყოფით წინადასრულებული მოსაზრება იმის შესახებ, რომ კეტონი „ $C_{12}H_{14}O$ “ უპასუხებს 2-აცეტილ-7,8-დიმეთილ-(0,2,4) ბიციკლოოქტატრიენ-2,4,6-ს.

### ექსპერიმენტული ნაწილი

2-ფენილნაფტალინი სინთეზირებულ იქნა ორი გზით—ფენილგლიკოლისაგან, და ბრომბენზოლისა და ნაფტალინის ნარევის გატარებით პემზის ნატეხებით ავსებულ გავარვარებულ მილში [11]. მიღებული პროდუქტი ღლ. ტ.  $101,5-102^\circ$  შერეულ სინჯში ნახშირწყალბადთან- (II) დებრესიას არ იძლევა.

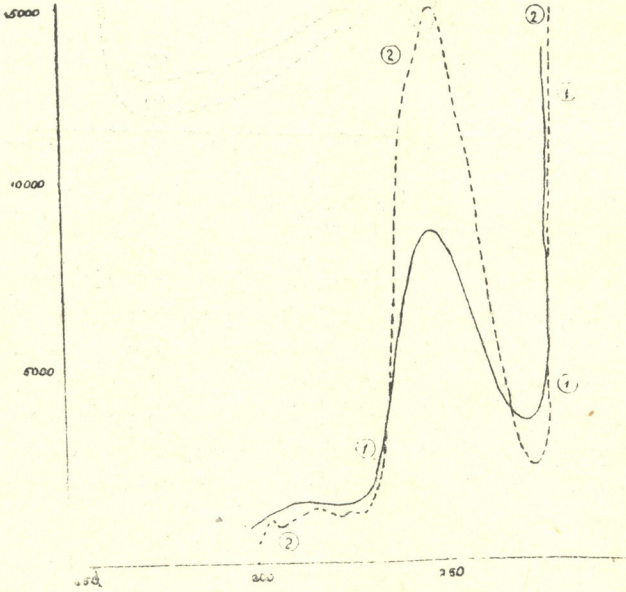


სინთეზური 2-ფენილნაფტალინისაგან მიღებული 2-ფენილნაფტოქინონი-1,4 ლ. ტ. 110—111° [12] შერეულ სინჯში, (II)—ნახშირწყალბადიდან გამოყოფილ ქინონთან ლ. ტ. 111—112° დებრესიას აგრეთვე არ იძლევა.

კეტონის- (I) დეჰიდრირება

ქვემოთ მოგვყავს მრავალრიცხოვანი ცდის ერთ-ერთი შედეგი.

218—219° ლღობის ტემპერატურის მქონე სემიკარბაზონიდან რეგენერირებული კეტონი 2 გ  $n^{20}_D$ , 1,5650 [2] და 3 კატალიზატორი ცხელდებოდა 50 მლ მაღალყელიან კიელდალის კულაში, რომელსაც ნორგებული ჰქონდა უკუმაცივარი, 300—310°-ზე დაახლოებით 10 საათის განმავლობაში. კულაში ერთდროულად ტარდებოდა წინასწარ გამომშრალი ნახშირმჟავა გაზი. კატალიზატი ამოიწმო ბენზოლით, გაიფილტრა და გამხსნელი დაცილებულ იქნა გამოხდით. ნაშთის ვაკუუმ გამოხდით მიღებულ იქნა მცირე რაოდენობა ფრაქციისა დ. ტ. 70° 2 მმ წნევაზე,  $n^{20}_D$  1, 6015, რომელიც პიკრინის მჟავასთან იძლევა პიკრატს ლ. ტ. 75—76°. ლიტერატურული მონაცემებით  $\beta$ -ეთილნაფტალინი ხასიათდება:  $n^{20}_D$  1, 6028; პიკრატის ლ. ტ. 76—77° [13]. მისმა შერეული სინჯის ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრამ სინთეზურ  $\beta$ -ეთილნაფტალინის ნიმუშთან დებრესია არ გვიჩვენა. მეორე ფრაქცია მთლიანად ჩაკრისტალდა. ეთილის სპირტიდან ორჯერ გადაკრისტალებული პრო-



ნახ. 2.

1— 2-აცეტილ-7,8-დიმეთილ-(0,2,4)-ბიციკლოოქტატრინი; 2—  $\beta$ -აცეტილტეტრალინი დუქტი ლღვება 102—103°-ზე და შერეულ სინჯში 2-ფენილნაფტალინთან დებრესიას არ იძლევა.

კეტონისა (I) და ნახშირწყალბადის (III) სპექტრების შედარების მიზნით,  $\beta$ -აცეტილტეტრალინთან და  $\beta$ -ეთილტეტრალინთან ეს უკანასკნელები სინთეზირებულ იქნა ჩვენ მიერ ჩვეულებრივი გზით [14]. მათთვის მიღებული სპექტრების საფუძველზე ი. ეგოროვი იძლევა შემდეგ დასკვნებს: „მიღებული მონაცემები მიგვიჩვენებენ, რომ არსებობს სრული იგივეობა ნახშირწყალბადისა (III) და  $\beta$ -ეთილტეტრალინის სპექტრებს შორის; კერძოდ  $2800-3100\text{ CM}^{-1}$ -ის არეში შემჩნეულია სიხშირეები 2860, 2930, 2970, 3006 და  $3050\text{ CM}^{-1}$ . უკანასკნელი ორი სიხშირე ძალიან სუსტია. სიხშირე  $2930\text{ CM}^{-1}$  უბასუხებს ექვსწევრიანი ციკლის  $CH_2$ -ჯგუფს, ხოლო  $2970\text{ CM}^{-1}$   $CH_2$ -ჯგუფს ეთილის რადიკალში. იმავე დროს გამოსავალი ნაერთების იწ-სპექტრები განსხვავებულნი აღმოჩნდნენ. თუ კეტონისათვის (I) შემჩნეულ იქნა ზოლები  $2860, 2930, 3030$  და  $3070\text{ CM}^{-1}$ , შესაბამისად  $\beta$ -აცეტილტეტრალინისათვის მიღებულია  $2842, 2867, 2890, 2940$ , და  $3012\text{ CM}^{-1}$ . მნიშვნელოვან განსხვავებას ჰქონდა აგრეთვე ადგილი სხვა სიხშირეთა სფეროშიც. ეს იმაზე მიგვიჩვენებს, რომ კეტონი (I) და  $\beta$ -აცეტილტეტრალინი (მხედველობაში ვღებულობთ რა ნახშირწყალბადისა (III) და  $\beta$ -ეთილტეტრალინის ერთსა და იმავე აგებულებას) წარმოადგენენ იზომერებს. სპექტრები მიღებულ იქნა URС-11 სპექტრომეტრზე  $LiF$ -ისა და  $NaCl$ -ის პრიზმებით  $CCl_4$ -ის ხსნარში“.

ზემოთ დასახელებული ნაერთების, აგრეთვე 5-აცეტილ-1-მეთილჰიდრინდენის შთანთქმის სპექტრები ულტრაიისფერ არეში გადაღებულ იქნა ტ. შკურინას მიერ. ისინი ნაჩვენებია 1 და 2 ნახაზებზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის  
ქიმიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 8.5.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Р. М. Лагидзе и А. Д. Петров, Об алкилировании бензола диацетатом 1,4-бутидиола в присутствии  $AlCl_3$ , ДАН СССР, 83, 235, 1952.
2. Р. М. Лагидзе и Н. Р. Лоладзе, О механизме реакции образования изомера  $\beta$ -ацетотетралина в условиях конденсации диацетата 1, 4-бутидиола с бензолом в присутствии безводного  $AlCl_3$ , Труды Института химии АН ГССР, т. XII, 63, 1956.
3. Р. М. Лагидзе, Реакция конденсации уксуснокислых эфиров некоторых многоатомных спиртов с ароматическими углеводородами в присутствии безводного хлористого алюминия, Труды Института химии АН ГССР, т. XII, 157, 1956.
4. Р. М. Лагидзе, Об алкилировании бензола уксуснокислыми эфирами ацетиленовых гликолей в присутствии безводного хлористого алюминия. Тезисы докладов на научной конференции институтов химии Академии наук Азербайджанской ССР, Армянской ССР и Грузинской ССР, Баку, 1956.
5. M. S. Newman and H. V. Zahm. Catalytic dehydrogenation of 2-Substituted-5, 6, 7, 8-tetrahydronaphthalene derivatives. J. Am. Chem. Soc. 65, 1097, 1943.
6. M. Newman and Fr. T. J. O. Leary. the Catalytic dehydrogenation of 1-Substituted 1, 2, 3, 4-tetrahydronaphthalene derivatives. J. Am. Chem. Soc. 68, 258, 1946.
7. M. S. Newman and J. R. Mangham. the Catalytic dehydrogenation of 2-Substituted tetrahydronaphthalene derivatives, J. Am. Chem. Soc. 71, 3342 1949-

8. M. S. Newman and T. S. Bye. the Catalytic dehydrogenation of 5-substituted 1, 2, 3, 4-tetrahydronaphthalene derivatives., J. Am. Chem. Soc. 74, 905, 1952.
9. Р. М. Лагидзе и Б. С. Поцхверашвили, Реакция конденсации диацетата 1,3- и 1,4-бутандиолов с бензолом и толуолом в присутствии безводного хлористого алюминия. Сообщения АН СССР, Т. XIV, 8. 473, 1953.
10. Новые методы препаративной органической химии, Сборник под редакцией Д. Н. Курсанова, Москва, 1950, стр. 160.
11. Beilst., IV auf. B V. S 687.
12. Beilst., IV auf. B VII S. 822.
13. Словарь органических соединений, Том II. стр. 41, 1949.
14. Beilst. IV auf. B V. S. 397, 1943. G. Egloff. Physical constants of hydro. carbons V. VI 34, 1947.

### ქიმიური ტექნოლოგია

რ. აბლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და  
 ბ. ლომანსკაია

## ტუტე ელექტროლიტების კარბონიზაციის საკითხი მანგანუმისა და ფერომანგანუმის ანოდური გახსნით პერმანგანატის მიღებისას

ტუტე ხსნარებში მანგანუმის ან ფერომანგანუმის ანოდური გახსნით კალიუმის პერმანგანატის მისაღებად მომუშავე აბაზანებში ადგილი აქვს ელექტროლიტის შედგენილობის ცვალებადობას—ხსნარი მდიდრდება პერმანგანატით ან მანგანატით, ზოგ შემთხვევაში კი—მათი ნარევი [1-3]. როგორც ცდებიდან ჩანს, ელექტროლიტის გარკვეული პირობების დაცვისას, მის მაჩვენებლებზე ელექტროლიტში  $KMnO_4$ -ის ანდა  $K_2MnO_4$ -ის თანაობა შესამჩნევ გავლენას არ ახდენს. გამოყენებული ელექტროლიტის შედგენილობაზე არსებით გავლენას ახდენს მათი კარბონიზაცია. წინა შრომების [4—5] თანახმად, მანგანუმისა და ფერომანგანუმის ანოდური გახსნით  $KMnO_4$ -ის მისაღებად ოპტიმალურ ტუტე ელექტროლიტად გამოყენებულია მწვავე კალიუმის 18—20%-იანი ხსნარი, ანდა 300 გ/ლ  $K_2CO_3$ -ის შემცველი ხსნარი. ამიტომ კარბონიზაციის მიზეზები და მისი გავლენა განვიხილეთ ამ ხსნარების მაგალითზე.

მწვავე კალიუმის ხსნარში  $KMnO_4$ -ის წარმოქმნით, მიუხედავად ელექტროდებზე წყლის ინტენსიური დაშლისა, ელექტროლიტში  $KOH$ -ის რაოდენობა მცირდება. თუ ანოდად გამოყენებულია ელექტროლიტური მანგანუმი, მაშინ კარბონიზაცია დაბალი ხარისხით მიმდინარეობს. აქ კარბონიზაცია ძირითადად ჰაერის შედგენილობაში არსებული ნახშირორჟანგის ელექტროლიტში შთანთქმით (ჰემოსორბციით) აიხსნება. ამიტომ ასეთ აბაზანაში ხსნარების კორექტირებისათვის საკმარისია ტუტის ახალი ულუფების დამატება, რის შემდგომ აბაზანა აღრინდელ პირობებში მუშაობს. მაგრამ ნამუშევარი ხსნარების მრავალჯერადი გამოყენების შედეგად ელექტროლიტი შეიძლება კალიუმის კარბონატის შესამჩნევ რაოდენობას შეიცავდეს. ანოდებად ფერომანგანუმის, განსაკუთრებით ნახშირბადიან-ფერომანგანუმის, გამოყენებისას მწვავე კალიუმის ხსნარი კარბონიზაციას ვაცილებით უფრო სწრაფად განიცდის. ეს დაკავშირებულია ლითონში მანგანუმისა და რკინის კარბიდების არსებობით, რომელთა ანოდური გახსნა  $CO_2$ -ის გამოყოფით მიმდინარეობს. ეს უკანასკნელი ადვილად შთანთქმება ელექტროლიტით კარბონატის წარმოქმნით.

იმისათვის, რომ დაგვედგინა, შეიცავს თუ არა ანოდზე გამოყოფილი აირი  $CO_2$ -ს, ჩატარდა ცდების რიგი. ხსენებული ცდები ტარდებოდა პირობებში, რომლის დროსაც ელექტროლიტში ჰაერიდან  $CO_2$ -ის შთანთქმა გამორიცხული იყო. 1—6 ცდებში (ცხრილი 1) მიმდევრობით იზრდებოდა დენის სიმკვრივე. ანოდად გამოყენებული იყო ნახშირბადიანი ფერომანგანუმი შედგენილობით:



77,14% Mn; 13,36% Fe და 6,36% C. აირების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ იგი CO<sub>2</sub>-ს უმნიშვნელო რაოდენობით შეიცავს — 0,1-0,2%, ისიც მხოლოდ მაშინ,

ცხრილი 1

ელექტროლიზის პირობების გავლენა გამყოფილი აირების რაოდენობასა და მას შედგენილობაზე (ანოდი—ნახშირბადიანი ფერომანგანუმი)

ცდის №№	ელექტროლიზის შედეგით, გ/ლ			დენის ძალა		ტემპერატურა, °C		დენით გამო-სავალი, %			პროდუქტის გამო-სავალი, %	ენერგ. ხვედრითი ხარჯი, კვტ-ს/კგ	აირის შედგენილობა, %			გამყოფილი აირების რაოდენობა, ლ/ს
	KOH	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	KHCO <sub>3</sub>	დენის ძალა	ძაბვა, ვ	ანოდური დენის სიმკვლე, ა/დმ <sup>2</sup>	KMnO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	Σ	CO <sub>2</sub>			H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>		
1	258	—	—	0,5	2,2	17	2,8	8,0	9,0	17,0	51,0	12,4	—	83,1	17,0	არ განსაზღ.
2	258	—	—	1,8	2,5	18	10,0	11,5	15,8	27,3	71,3	8,6	—	80,2	19,0	„
3	258	—	—	3,0	2,4	18	17,2	12,9	23,1	36,0	85,0	6,1	—	81,2	18,4	0,55
4	258	—	—	4,3	2,6	18	24,0	14,6	24,2	38,8	86,7	6,1	—	81,3	18,0	არ განსაზღ.
5	258	—	—	4,0	2,7	18	25,0	13,7	21,0	34,7	86,0	6,1	0,8	78,3	18,4	0,56
6	258	—	—	5,0	3,1	23	47,0	30,8	18,6	49,4	96,6	6,4	0,2	83,0	16,6	0,52
7	258	103	—	4,0	3,7	20	24,0	12,3	25,9	38,2	88,3	—	—	80,8	18,4	არ განსაზღ.
8	—	300	—	4,1	3,8	20	26,4	47,0	—	47,0	86,8	9,6	—	85,3	14,7	0,55
9	—	180	—	4,0	4,1	20	26,4	37,2	—	37,2	80,4	11,8	0,4	არ გან.	არ გან.	0,57
10	—	—	220	4,1	4,4	23	26,4	17,2	—	19,2	37,0	30,4	31,6	54,3	14,0	0,90

როდესაც დენის სიმკვრივე ან 25 ა/დმ<sup>2</sup>-ის ტოლია, ან მას აჭარბებს. ცდა 6-სათვის შედგენილი ელექტროლიზის მატერიალური ბალანსის გაანგარიშებიდან გამომდინარეობს, რომ გახსნილი ფერომანგანუმის ნახშირბადის 95% ელექტროლიტის შედგენილობაში K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-ის წარმოქმნით შევიდა, რომლის შეცულობა ცდის დასაწყისიდან 1,4 გ/ლ გაიზარდა 18,4 გ/ლ ცდის ბოლოსათვის, ამავე დროს KOH-ის შეცულობა ცდის დასაწყისიდან 241,2 გ/ლ 203 გ/ლ-მდე შემცირდა.

ცდები 7 და 8 გვიჩვენებს, რომ როგორც ნაწილობრივ კარბონიზებული KOH-ის ხსნარი, ისე კალიუმის კარბონატის ხსნარი მთლიანად შთანთქავს ანოდზე წარმოქმნილ CO<sub>2</sub>-ს.

ზემოთ წარმოდგენილი შედეგების 1 კგ ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის 90%-იანი პროდუქტის გამოსავლიანი ანოდური გახსნით 1,997 კგ KMnO<sub>4</sub>-ს ვღებულობთ: KOH-ის თეორიული ხარჯი 0,709 კგ-ს შეადგენს. იმისათვის, რომ გამოყოფილი CO<sub>2</sub> შთანთქას, დამატებით იხარჯება 0,595 კგ KOH და ელექტროლიტში წარმოიქმნება 0,732 კგ K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. თუ ანოდურად გავხსნით საშუალო ნახშირბადიან ფერომანგანუმს, რომელიც 1% C-ს შეიცავს, მაშინ ნახშირბადის დასაკავშირებლად იხარჯება 0,093 კგ KOH და წარმოიქმნება 0,115 კგ K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

ამრიგად, მწვავე კალიუმის ხსნარის კარბონიზაციის ძირითადი მიზეზი შენადნობში არსებული კარბიდების ანოდური გახსნაა, ამიტომ კარბონიზაციის ხარისხი ფერომანგანუმის შედგენილობაში არსებული ნახშირბადის რაოდენობისაგანა დამოკიდებული.

დადგენილია, რომ ელექტროლიზის პროცესს ხელს უწყობს ელექტროლიტის დაბალი ტემპერატურა, ამასთან ტუტე ელექტროლიტებში კალიუმის მან-

განატი მხოლოდ ხსნარშია, იგი არ გადადის ნალექში და არ იწვევს ტექნოლოგიის დარღვევას. ხოლო თუ ტემპერატურა შესამჩნევად სჭარბობს მის ოპტიმალურ მნიშვნელობას, მაშინ  $K_2MnO_4$ -ისა და  $KMnO_4$ -ის ელექტროლიტში ხსნადობა იზრდება და ტემპერატურის შემდგომი შემცირებით შესაძლებელია მან განატის პროდუქტში,  $KMnO_4$ -ის კრისტალებში, მოხვედრა.

პოტაშის ხსნარებს მწვავე კალიუმის ხსნარებთან შედარებით გააჩნიათ გარკვეული „ტექნოლოგიური უპირატესობა“. სახელდობრ ის, რომ ხსენებულ ელექტროლიტში  $KMnO_4$ -ის  $K_2MnO_4$ -ში გადასვლა არ წარმოებს, რაც აადვილებს არა მარტო ელექტროლიზის ჩატარების პირობებს, არამედ სხვა პროცესებსაც — ელექტროლიტის დაწდომასა და ფილტრაციას. მაგრამ  $KOH$ -ის დაბალი ფასი და აგრეთვე ისეთი არსებითი გარემოება, როგორცაა ელექტროენერგიის მცირე ხარჯით პერმანგანატის მიღება, მას კარბონატულ ელექტროლიტთან შედარებით გარკვეულ უპირატესობას ანიჭებს. ამასთან ერთად პრაქტიკაში ისეთი სქემით მუშაობისას, რომლის დროსაც გათვალისწინებული კორექტირების შემდეგ ნამუშევარი ელექტროლიტის აბაზანაში დაბრუნება, იშვიათად ექნებათ საქმე სუფთა არაკარბონიზებულ  $KOH$ -ის ხსნარებთან.

ცხრილი 2

$KOH$ -ის ხსნარში ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის ანოდური გახსნით  $KMnO_4$  მიღების პროცესზე ელექტროლიტის კარბონიზაციის გავლენა

ცდის №№	ელექტროლიტის შედგენილობა, გ/ლ		ძაბვა, მ	ანოდური დენის სიმკვლევე, ა/დმ <sup>2</sup>	ამპერსათებ ს რაოდენობა	მიღებული პროდუქტი, გ		დენით გამოსავალი, %			პროდუქტის გამოსავალი, %	
	$KOH$	$K_2CO_3$				$KMnO_4$	$K_2MnO_4$	$KMnO_4$	$K_2MnO_4$	Σ		
										%		
1	224	—	2,7	28,0	9,0	1,173	2,487	16,94	24,88	41,84	94,2	
2	224	—	2,7	28,0	9,0	1,505	2,475	19,85	22,27	42,07	96,0	
3	210	22	2,8	24,2	9,0	1,505	2,057	19,85	20,58	40,43	96,4	
4	195	43	2,7	24,2	9,48	1,786	2,481	21,20	22,40	43,60	96,0	
5	164	90	2,9	24,0	9,00	1,929	2,002	24,17	17,10	41,27	95,6	
6	164	90	2,8	24,2	9,00	1,921	2,016	24,10	17,22	41,32	არ განს.	
7	150	110	2,9	24,2	9,00	1,679	1,897	22,16	17,10	39,26	96,6	
8	120	155	2,9	25,0	8,25	2,046	1,305	28,9	12,80	41,70	არ განს.	
9	120	155	3,0	28,0	8,25	2,013	1,265	28,4	12,22	40,62	„	
10	105	178	3,2	25,0	5,25	1,027	1,038	23,22	16,01	39,23	„	
11	105	178	3,2	28,0	9,0	2,195	1,200	28,9	10,80	39,70	92,5	
12	75	220	3,5	25,0	9,0	—	არ განს.	38,5	არ განს.	38,5	არ განს.	
13	30	270	3,6	25,0	9,0	3,232	—	40,5	—	40,5	„	
14	—	340	3,7	25,0	9,0	3,201	—	40,1	—	40,1	90,3	

შენიშვნა: დენის ძალა—3 ა, ტემპერატურა—15°, ელექტროლიტის მოკულობა—150 მლ.

ცხრილი 2 შეიცავს ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის ანოდით ჩატარებულ ცდების შედეგებს, რომლებიც საშუალებას იძლევიან შევადაროთ ელექტროლიზის მაჩვენებლები კარბონიზებულ და არაკარბონიზებულ  $KOH$ -ის ხსნარებში.

ამ სერიის ცდებისათვის აღებულია ხსნარები მწვავე კალიუმის კლებადი და  $K_2CO_3$ -ის ზრდადი კონცენტრაციით. დასკვნითი ცდა № 14 ჩატარებულია ხსნარში, რომელიც  $KOH$ -ს არ შეიცავდა, ხოლო  $K_2CO_3$ -ის კონცენტრაცია 340 გ/ლ იყო.





ცხრილი გვიჩვენებს, რომ ჯამური დენით გამოსავალი ხსნარში კარბონატისა და მწვავე კალიუმის ფარდობაზე მცირედ არის დამოკიდებული. რაც შეეხება  $KMnO_4$ -ისა და  $K_2MnO_4$ -ის დენით გამოსავლებს, ცალ-ცალკე მათზე ელექტროლიტის კარბონიზაცია შესაძინევ გავლენას ახდენს, სახელდობრ: ხსნარში რაც მეტია კარბონატის შეცულობა და ნაკლებია მწვავე კალიუმი, მით მეტი ხდება  $KMnO_4$ -ის დენით გამოსავალი, ხოლო  $K_2MnO_4$ -ის გამოსავალი მცირდება. სუფთა კარბონატის ხსნარში მანგანატი არ წარმოიქმნება, მაგრამ პროდუქტის გამოსავალი მცირედ (4—5<sup>0</sup>/<sub>100</sub>-ით) კლებულობს. ყურადღებას იპყრობს აბაზანაზე ძაბვის სიდიდე: ეს უკანასკნელი, ელექტროლიტში კარბონატის შეცულობის ზრდით და მწვავე ტუტის შემცირებით იზრდება.

ელექტროდებზე ძაბვის ზრდის ძირითადი მიზეზებია: ელექტროლიტის ელექტროგამტარობის შემცირება, ელექტროდული პოტენციალების შეცვლა და ელექტროდებზე ჟანგეულების აპკის წარმოქმნა.

ტუტე გარემოში ფერომანგანუმის ანოდებზე, დაბალი ტემპერატურისა და ანოდური დენის მაღალ სიმკვრივეებზე მუშაობისას, ჟანგეულების აპკი თითქმის არ წარმოიქმნება. როგორც ცდება გვიჩვენა, მანგანუმის ანოდზე ხსენებული აპკი ადვილად წარმოიქმნება, მაგრამ იგი იმდენად თხვეირია, თხელია და სუსტადაა დაკავშირებული ანოდის ზედაპირთან, რომ მისგან გამოწვეული აბაზანაზე ძაბვის ზრდა დიდი არ არის.

მანგანუმისა და ფერომანგანუმის ელექტროდებით მუშაობისას ანოდური პოლარიზაცია კარბონატულ ხსნარებში უფრო მაღალია, ვიდრე მწვავე ტუტეებში და ამიტომ კარბონიზაცია ხელს უწყობს ანოდის პოტენციალისა და ელექტროლიტის დროს ძაბვის ზრდას.

ცნობილია, რომ ტუტე ელექტროლიტების ელექტროგამტარობა კარბონატულ და ბიკარბონატულ ხსნარებში ბევრად უფრო ნაკლებია, ვიდრე მწვავე კალიუმის ხსნარში.

ცხრილი 3

ROH-ის ხსნარში ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის ანოდური გახსნით  $KMnO_4$ -ის მიღების პროცესზე ელექტროლიტის კარბონიზაციის გავლენა

ცდის №№	ელექტროლიტის შედარებითობა, გ/ლ		ძაბვა 3	ანოდური დენის სიმკვრივე, ა/დმ <sup>2</sup>	მიღებული პროდუქტი, გ		დენით გამოსავალი %			პროდუქტის გამო-სავალი, %
	KOH	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>			KMnO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	KMnO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	Σ	
1	224	—	2,7—2,8	25,0	1,126	1,331	22,3	18,1	40,4	92,6
2	224	25	"	26,8	0,980	1,445	19,4	19,5	38,9	93,4
3	224	40	"	25,0	1,187	1,342	23,5	18,1	41,6	91,0
4	224	45	"	26,8	0,556	0,611	22,0	16,5	38,5	—
5	224	61	"	28,0	1,247	1,142	24,7	15,4	40,1	89,4
6	224	120	2,8—2,9	25,0	0,662	0,426	26,2	11,5	37,7	—
7	224	250	2,9	25,0	0,710	0,370	28,1	9,0	37,1	—

შენიშვნა: დენის ძალა—3 ა, ტემპერატურა—20—30<sup>0</sup>, ცდების 4,6,7 ჩანგრძლივობა—1 საათი, დანარჩენი ცდებისა—2 საათი.

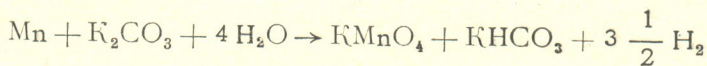
როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, ელექტროლიტში საწყისი ტუტიანობის შენარჩუნებისას, კარბონიზაცია გავლენას არ ახდენს აბაზანის ძაბვაზე. აგ-

რთვე არ იცვლება ელექტროლიზის სხვა მაჩვენებლები, მაგრამ  $KMnO_4$ -ისა და  $K_2MnO_4$ -ის დენით გამოსავლის ფარდობა რამდენადმე უმჯობესდება. უნდა შევნიშნოთ, რომ ეს ფარდობა პირობითია და დამოკიდებულია ელექტროლიზის ხანგრძლივობისაგან. ცდის გახანგრძლივებით ფარდობა იზრდება, რადგან  $KMnO_4$ -ის კრისტალიზაციის ხარისხი იზრდება, ამასთან ელექტროლიტში  $K_2MnO_4$ -ის რაოდენობა თითქმის არ იცვლება.

იმისათვის, რომ რაციონალურად გამოვიყენოთ მწვავე კალიუმის ხსნარში დაგროვილი პოტაში, ელექტროლიზი შეიძლება ჩავატაროთ შემდეგი რიგის დაცვით: ოპტიმალური პირობების თანახმად, საწყის ელექტროლიტად გამოვიყენოთ  $KOH$ -ის 18—20%-იანი ხსნარი და შემდგომ მოვახდინოთ კარბონიზებული ელექტროლიტის კორექტირება ტუტით მანამ, სანამ  $K_2CO_3$ -ის კონცენტრაცია არ გახდება 150—200 გ/ლ-ზე. ამის შემდეგ შევწყვეტთ ტუტის დამატებას და ჩავატარებთ ელექტროლიზის მეორე ციკლს შერეული ელექტროლიტით. გარკვეული დროის შემდეგ მთლიანად დაიხარკება მწვავე კალიუმი და კარბონატის შეცულობა გაიზრდება 250—350 გ/ლ-მდე, რაც კარბონატული ელექტროლიტისათვის ოპტიმუმს წარმოადგენს. შემდეგ აბაზანა იმუშავებს  $K_2CO_3$ -ის ხსნარით.

შეიძლება წარმოვიდგინოთ ელექტროლიზის სხვა ვარიანტიც: პირველი ციკლი ტარდება წინა მაგალითის მიხედვით, ხოლო მეორე — შერეული ელექტროლიტით, ამასთან ელექტროლიტს პერიოდულად დამატება  $KOH$  და აგრეთვე წყალი კარბონატის შეცულობის შესამცირებლად. ცხადია, ელექტროლიტის კორექტირების ამა თუ იმ მეთოდის არჩევა დამოკიდებულია რიგი პრაქტიკული პირობებისაგან.

კარბონატული ელექტროლიტი აგრეთვე შთანთქავს ანოდზე წარმოქმნილ ნახშირორჟანგს. ამასთან წარმოიქმნება ბიკარბონატი. ეს პროცესი მიმდინარეობს კარბიდების შემცველი ფერომანგანუმის ანოდების გამოყენების შემთხვევაში, მაგრამ სხენებულ ელექტროლიტში კარბიდების ანოდური ხსნადობა არ წარმოადგენს  $KHCO_3$ -ის წარმოქმნის მთავარ მიზეზს. ელექტროლიტში ბიკარბონატის დაგროვების ძირითად წყაროს წარმოადგენს  $KMnO_4$ -ის წარმოქმნის პროცესი, რომელიც შეიძლება ასე გამოისახოს:



ამიტომ  $K_2CO_3$ -ის ხსნარების გამოყენებისას ელექტროლიტის საგრძნობი ნაწილი კარბონიზდება მაშინაც კი, როდესაც საანოდე მასალად გამოყენებულია ელექტროლიტური მანგანუმი. ეს უკანასკნელი, როგორც ცნობილია, ნახშირბადს არ შეიცავს.

გრუბემ [1] ჩატარა რა  $K_2CO_3$ -ის 4 N ხსნარში მანგანუმის ანოდური ვახსნა, აღნიშნა, რომ დროის მიხედვით  $KMnO_4$ -ის დენით გამოსავალი კლებულობს, რაც ელექტროლიტში  $KHCO_3$ -ის დაგროვებით აიხსნება. მის მიერ ჩატარებულმა ანოდური აირების ანალიზმა, რომლებიც აღებულიყო ელექტროლიზის დასაწყისიდან სხვადასხვა დროს, უჩვენა, რომ როდესაც ელექტროლიტში  $K_2CO_3$ -ის რაოდენობა 2 N-მდე შემცირდა, ანოდურ აირებში ნახშირორჟანგი აღმოჩნდა.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდების შედეგები, წარმოდგენილი მე-4 ცხრილში, მიგვითითებს, რომ, თუ ელექტროლიტის შედგენილობა იცვლება და იგი დაახლოებით 150—100 გ/ლ  $K_2CO_3$  და 100—140 გ/ლ  $KHCO_3$  შეიცავს, მაშინ ელექ-



ტროლიზის მაჩვენებლები უარესდება, ხოლო აბაზანაზე ძაბვა იზრდება. ცდა II ვეიმოწმებს, თუ როგორ მცირდება ელექტროლიზის მაჩვენებლები ბიკარბონატის სუფთა ხსნარში. ასეთ ელექტროლიტში ანოდური სივრცე ძალზე შემაჯავებულია, რაც იწვევს ანოდზე მანგანუმის უანგეულების წარმოქმნას, რომელიც თანდათან ეკვრის მას სქელი აპკის სახით. ყველაფერი ეს ლაპარაკობს, რომ ელექტროლიტის ბიკარბონატით გამდიდრება არ არის სასურველი.

ცხრილი 4

$K_2CO_3$ -ის ხსნარში ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის ანოდური გახსნით  $KMnO_4$ -ის მიღების პროცესზე ელექტროლიტის კარბონიზაციის გავლენა

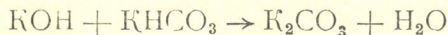
ცდის №.№	ელექტროლიტის შედგენილობა, გ/ლ		ძაბვა, ვ	ტემპერატურა, °C	ამპერ-საათი რაოდენობა	მიღებული $KMnO_4$ გ	დენით გამოცემული, %	პროდუქტის გამოსავალი %	ენერჯის ხვედრითი ხარჯი, კვტ-ს/კგ
	$K_2CO_3$	$KHCO_3$							
1	300	—	3,8	20	6,0	2,000	39,6	88,7	11,4
2	300	20	3,8	23	6,0	2,076	41,1	89,7	11,0
3	300	40	3,8	20	3,0	0,984	38,9	87,4	11,6
4	300	80	3,8	22	6,0	2,025	40,1	86,5	11,3
5	270	20	3,8	22	6,0	2,046	40,5	86,2	11,1
6	270	20	3,8	20	4,5	1,458	38,5	84,1	11,7
7	250	40	3,9	20	6,0	1,920	38,2	85,4	11,9
8	180	50	4,2	22	6,0	1,824	36,3	82,0	12,5
9	150	100	4,3	22	6,0	1,737	34,5	78,6	13,1
10	120	140	4,3	22	6,0	1,668	33,2	74,3	13,7
II	—	200	4,6	23	3,0	0,833	18,0	32,6	32,6

შენიშვნა: დენის ძალა—3 ა, ანოდური დენის სიმკვრივე—25 ა/დმ<sup>2</sup>

ცდებიდან 8, 9 და 10 (ცხრილი 1) ჩანს, რომ 300 გ/ლ  $K_2CO_3$ -ს შემცველი ელექტროლიტით მუშაობისას  $CO_2$  ანოდურ აირებში არ გვხვდება, ხოლო 180 გ/ლ  $K_2CO_3$ -იანი ხსნარის დროს აირად ფაზაში გადადის ნახშირორჟანგის 0,4%, ხოლო  $KHCO_3$ -იან ხსნარებში 1 ამპერ-საათი გატარებული დენით გამოყოფილი აირის მოცულობა თითქმის ორჯერ იზრდება და მის შედგენილობაში შედის  $CO_2$ -ის 31,6%.

შეიძლება გამოვთვალოთ, რომ კარბონატულ ელექტროლიტში ელექტროლიზით მიღებულ ყოველ კილოგრამ  $KMnO_4$ -ზე წარმოიქმნება 0,747 კგ ბიკარბონატი. ამიტომ, თუ ანოდად ნახშირბადიანი ფერომანგანუმი გვექონდა გამოყენებული, რომლის შედგენილობაც ჩვენთვის უკვე ცნობილია, ყოველი კილოგრამი შენადნობის გახსნით 1,491 კგ  $KHCO_3$  წარმოიქმნება და კიდევ დამატებით,  $CO_2$ -ის შთანთქმის გამო, წარმოიქმნება 0,628 კგ  $KHCO_3$ . ანალოგიურ პირობებში საშუალონახშირბადიანი ფერომანგანუმი დამატებით გვაძლევს 0,098 კგ  $KHCO_3$ . ეს გამოთვლა ეხება ისეთ შემთხვევას, როდესაც ელექტროლიტი ნახშირორჟანგს მთლიანად შთანთქავს.

კარბონატულ ელექტროლიტში  $\text{KHCO}_3$ -ის დაგროვება შეიძლება თავიდან იქნეს აცილებული ხსნარში ტუტის უბრალო დამატებით. რეაქცია ტუტესა და ბიკარბონატს შორის განტოლებით



ძალზე სწრაფად და ბოლომდე მიმდინარეობს, ამასთან იგი წარმოების პირობებში ადვილად ხორციელდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 გამოყენებითი ქიმიისა და ელექტრო-  
 ქიმიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.4.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. G. Grube, H. Metzger. Die elektrolytische Darstellung der Alkalipermananaten durch anodische Auflösung des Mangans. Ztschr. f. Elektroch. 29, 100, 1929.
2. К. И. Маджагалалдзе, Г. М. Георгобиани, Л. Д. Цицишвили. О производстве перманганата электроокислением манганата и анодным растворением марганца. Труды Тбилисского химического Института, т. I, 153—174, 1935.
3. П. М. Лукьянов, Н. Г. Бахчисарайцян. Электрохимическое получение перманганата калия непосредственно из пиролюзита и марганцевых сплавов. ЖПХ т. XII, № 3, 324, 1939.
4. Р. И. Агладзе, Г. М. Доманская. Получение перманганата и манганата калия анодным растворением металлического марганца. ЖПХ, т. XXIV, № 8, 793, 1951.
5. Р. И. Агладзе, И. Г. Берикашвили. Получение перманганата анодным растворением ферромарганца в водных растворах едкого кали. Сообщения АН ГССР т. XV, № 6, 1954, 422.

## ქიმიური ტექნოლოგია

კ. ჭუთათელაძე, ე. ზაზინიძე და ე. ზირცხალავა

 ქვამავის სერპენტინიტი როგორც ფორსტერიტული  
 ცეცხლგამძლეების წარმოების ნედლეული

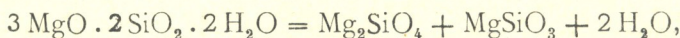
(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თაყაძემ 29.6.1956)

თანამედროვე ტექნიკაში ფორსტერიტულ ცეცხლგამძლეებს დიდი ყურადღება ექცევა. მათი წარმოებისათვის საჭირო ნედლეულის ფართო გავრცელება, რიგი დადებითი თვისებები და ბევრ ლუმელში ფორსტერიტული ცეცხლგამძლეებით მაგნეზიტისა და დინასის შეცვლის შესაძლებლობა მათ მაღალ ცეცხლგამძლე მასალათა რიგში აყენებს.

სერპენტინიტების მნიშვნელოვანი მარაგი საქართველოში, ერთი მხრივ, და ნეტალურგიული, ქიმიური, მანქანათმშენებლობისა და სილიკატური მრეწველობის დარგების განუხრელი განვითარება, მეორე მხრივ, აპირობებენ აღნიშნული ნედლეულის სერიოზული შესწავლისა და ფორსტერიტული ცეცხლგამძლეების წარმოების ორგანიზაციის მიზანშეწონილობას.

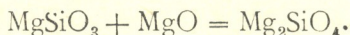
წინამდებარე წერილში გაშუქებულია ფორსტერიტული ცეცხლგამძლეების მიღების საკითხი ქვამავის (წნელისის საბადო) სერპენტინიტების ბაზაზე.

გახურებით სერპენტინიტი იშლება:



მიიღება მაგნიუმის მეტასილიკატი (კლინონესტატიტი) —  $\text{MgSiO}_3$  და მაგნიუმის ორთოსილიკატი (ფორსტერიტი) —  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ . პირველი ამათვანის დნობის ტემპერატურა შეადგენს  $1557^\circ\text{C}$ , ხოლო მეორისა —  $1890^\circ\text{C}$ .

მაგნიუმის მეტასილიკატი, ორთოსილიკატისაგან განსხვავებით, არ არის ცეცხლგამძლე მასალა, ამიტომ აუცილებელია ტექნოლოგიური დამუშავებისას მისი ორთოსილიკატად გარდაქმნა:



მაგნიუმის ქანგის დამატება მიზანშეწონილია კიდევ შემდეგი მოსაზრებით: სერპენტინიტები თითქმის ყოველთვის შეიცავენ რკინის ქანგის ამა თუ იმ რაოდენობას, რაც ამცირებს სერპენტინიტის დნობის ტემპერატურას. მაგნიუმის ქანგის ჭარბი ოდენობა რკინის ქანგთან წარმოქმნის მაგნეზიოფერიტს, ხოლო უქანასკნელის ნარევი ფორსტერიტთან მაღალი ცეცხლგამძლეობით ხასიათდება. ეს ფაქტი წარმოადგენს ძირითად წინაპირობას მაგნიუმის ბუნებრივი სილიკატებისაგან ცეცხლგამძლე მასალების მიღებისათვის. ამრიგად, როგორც წესი, სათანადო კაზმის შედგენილობაში უნდა იყოს არა ნაკლებ ორი კომპონენტი: მაგნიუმის სილიკატი და მაგნიუმის ქანგის შემცველი ნივთიერება.

სერპენტინიტების ქიმიური შედგენილობა და ცვეზგამძლეობა

პუნჯი	სინჯის აღების აღდგენილობა	სინჯების მოკლე მაროსკოპული დახასიათება	ქიმიური შედგენილობა, %										შეფარდება $\frac{MgO}{SiO_2}$	დამახინჯებლობა
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO	CaO	MgO	NiO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	საბუნებისმეტყველო	მცირესი		
10 „აკ“	შტალნა № 18 აღმოსავლეთ. საველე შტრეკი 71 მეტრზე ხედაპირიდან	მუქი ნაცრისფერი დაშლილი სერპენტინიტი	35,61	1,02	7,58	1,75	37,26	0,27	0,30	0,23	13,66	2,32	1,04	1690
11 „აკ“	თბრილი № 7 0,0 მეტრზე ჩრდ. ბოლოდან	მორუხა ნაცრისფერი გამოფიტული სერპენტინიტი	42,07	0,93	11,17	0,56	31,42	0,34	0,35	კვ.	10,28	2,86	0,746	1460
12 „აკ“	შტალნა № 22 42 მეტრზე ხედაპირიდან	მუქი ნაცრისფერი სერპენტინიტი	33,82	0,62	8,38	7,35	31,19	0,24	0,25	კვ.	15,95	1,94	0,928	1410
18 „აკ“	დასავლეთის საველე შტრეკი № 8 შტ.დან 120,5 მეტრზე შტრეკის ნაპირიდან	მუქი ნაცრისფერი ბზარებიანი სერპენტინიტი	38,53	2,40	7,50	2,80	35,05	0,29	0,14	0,21	13,28	0,70	0,909	1500

მოთხოვნები, რომლებიც წაყენდება მაგნეზიურ სილიკატებს

მაგნიუმის ჟანგის დამატება შეიძლება სერპენტინიტის გამოწვამდე და გამოწვის შემდეგაც. ამის მიხედვით არსებობს ფორსტერიტული ცეცხლგამძლეების წარმოების ორი ტექნოლოგიური სქემა.

ერთი მათგანი ითვალისწინებს სერპენტინიტის დაბრიკეტებას გამომწვარ ან კალსტიკურ მაგნეზიტთან ერთად, ბრიკეტების გამოწვას  $1400^{\circ}$  ტემპერატურაზე და ამ ბრიკეტების საფუძველზე ცეცხლგამძლე მასალების დამზადებას როგორც გამოწვით, ისე გამოუწვავად.

მეორე სქემის მიხედვით სერპენტინიტი ნატეხების სახით წინასწარ უნდა გამოიწვას  $1300-1400^{\circ}$ -ზე, შემდეგ დაწვრილმანდეს, გაიცრას ფრაქციების მიხედვით, დაემატოს კალსტიკური და მეტალურგიული მაგნეზიტი და გამოიწვას  $1600-1650^{\circ}$  ტემპერატურისას.

ექსპერიმენტებისათვის აღებული იყო ქვაშავის სერპენტინიტების სამი სექციური და ერთი ტექნოლოგიური სინჯი.

სექციური სინჯები შესწავლილია ფორსტერიტების ნედლეულის გამოცდის მოკლე პროგრამით, ხოლო ტექნოლოგიური სინჯი — სრული პროგრამით.

სინჯების ქიმიური შედგენილობა და ცეცხლგამძლეობა მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილის უკანასკნელ პუნქტში ნაჩვენებია მოთხოვნები, რომელთაც უნდა შეეფერებოდეს მაგნეზიური სილიკატის თვისებები.

ცხრილიდან ირკვევა, რომ ცალკეული ჟანგეულების შეცულობის მიხედვით სერპენტინიტის არც ერთი სინჯი არ წარმოადგენს პირველხარისხოვან ნედლეულს.

### ფორსტერიტული ცეცხლგამძლეების მიღება ბრიკეტების წესით

ბრიკეტების კაზმისათვის გამოყენებული იყო წინასწარ დაწვრილმანებული სერპენტინიტის ტექნოლოგიური სინჯი (ნაწილაკების ზომა 0,088 მმ), მაგნიუმის ჟანგის დასამატებლად — კალსტიკური მაგნეზიტი (ნაწილაკების ზომა 0,066 მმ).

ლიტერატურული წყაროებიდან ცნობილია, რომ ხარისხიანი ცეცხლგამძლე მასალის მისაღებად აუცილებელი ფარდობა  $MgO$  ნედლეულში შეადგენს  $SiO_2$

1,33. აღნიშნული ფარდობის მისაღებად ჩვენს ნედლეულში საჭირო იყო 1,95% მაგნიუმის ჟანგის დამატება. მიუხედავად ამისა, ბრიკეტის თვისებებზე კალსტიკური მაგნეზიტის გავლენის დადგენისა და შედარებითი მონაცემების მიღების მიზნით შესწავლილი იყო კაზმები 15, 20 და 25% მაგნიუმის ჟანგის დამატებით (ფორსტერიტული ცეცხლგამძლეების წარმოებაში ჩვეულებრივ უმატებენ 25%  $MgO$ ).

კაზმის არევა ხდებოდა ფაიფურის ბირთვებიან წისქვილში. კარგად არეულ კაზმს სინესტისთვის ემატებოდა 7—8% წყალი და იწინებოდა ხელის წნეხით 500 კგ/სმ<sup>2</sup> წნევით. მიღებული ნიმუშების ფორმა და ზომები შერჩეული იყო ბრიკეტის გამოცდის სტანდარტული პირობების შისაბამისად. დაწნეხილი ნიმუშები შრებოდა ლაბორატორიის პირობებში, ხოლო გამოწვა წარმოებდა კრიბტოლის ლუმელში.

ნიმუშების შეცხოების ტემპერატურის დადგენის მიზნით გამოწვა ჩატარდა 1300, 1350, 1400 და  $1450^{\circ}$  ტემპერატურაზე და გამოირკვა, რომ  $1400^{\circ}$  სასვებით საკმარისია შემცხვარი კეცის მისაღებად. კაზმი, რომელიც შედგება 75%



სერპენტინიტისა და 25% კალსტიკური მაგნეზიტისაგან, შეცხოებისათვის უფრო მაღალ ტემპერატურას მოითხოვს.

შლიფების მიკროსკოპული შესწავლით გამოირკვა, რომ სამივე კაზმისაგან მიღებული ბრიკეტები ფორსტერიტის წვრილი მარცვლებისა და რუხი იზოტროპული მასისაგან შედგება.

ცხრილი 2

გამომწვარი ბრიკეტის თვისებები

კაზმის №.№	კაზმის შედგენილობა, %		გამოწვის ტემპერატურა	ჩაჯდომა %	მექანიკური გამძლეობა კუმშვაზე, კგ/სმ <sup>2</sup>	მოცულობითი ფორიანობა, %	მოცულობითი წონა, გრ/სმ	დეფორმაციის ტემპერატურა 2 კგ/სმ <sup>2</sup> დატე.		ცეცხლგამძლეობა
	გამოწვ. სერპენტ.	კალსტ. მაგნეზ.						დასაწყისი	40% შეკუმშ.	
17	75	25	1400	17—18	700—750	15,50	2,45	1580	>1600	>1730
18	80	20	1400	17—18	800—870	8,26	2,61	1520	>1600	>1730
19	85	15	1400	18,46—19	900—980	5,98	2,62	1520	>1600	>1730
ბედენის სერპენტ. (ხარკინსტ.)	75	25	1450	18	1250	10,0	2,96	1440	1600	1800

მე-2 ცხრილში ნაჩვენებია კაზმის შედგენილობები და 1400°-ზე გამომწვარი ბრიკეტების გამოცდის შედეგები. შედარების მიზნით იქვეა ბედენის სერპენტინიტის შესწავლის შედეგები [1], (ხარკოვის ცეცხლგამძლე მასალათა ინსტიტუტი).

ფორსტერიტული ცეცხლგამძლე მასალების ნიმუშების შედგენილობაში შევიდა ორ ფრაქციად დაწვრილმანებული (1—0,5 მმ და 0,2—0,0 მმ) ბრიკეტის მასა 90% რაოდენობით და 10% 0,088 მმ დაწვრილმანებული გამოუწვავი სერპენტინიტი.

კაზმის მარცვლოვანი ნაწილის გრანულომეტრიული შედგენილობა შერჩეულია უკანასკნელი თეორიული და პრაქტიკული მონაცემების მიხედვით [3].

ფრაქცია 1 — 0,5 მმ — 73 %,  
 „ 0,2 — 0,0 მმ — 27 %.

7—8% სინესტის კარგად არეული კაზმისაგან იწნეხებოდა ნიმუშები 500 კგ/სმ<sup>2</sup> წნევით და გამოიწვებოდა კრიბტოლის ლუმელში 1600°-ზე 2 საათის დაცულებით.

ნიმუშების გამოცდების შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში. აქვე შედარების მიზნით მოყვანილია ბედენის, ბაყენოვისა და იტალიის სერპენტინიტებისაგან მიღებულ ფორსტერიტულ ცეცხლგამძლე მასალათა შესწავლის შედეგები.







ცხრილი 4

ფორსტერიტული ცეცხლგამძლეების თვისებები

კაბმის №	კაბმის შედგენილობა, %			სიღვანელობა	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	შრ. დაწ.	სიმაღ.
	სიღვანელობა	ფენოლური	ფენოლური								
23	80	5	15	37,01	5,60	8,20	1,70	47,38	—	98,89	—
	70	5	25	31,58	1,80	5,93	1,11	59,32	0,10	100,40	—
				20							
				3							
				1670							
				1540-1560							
				1590							
				2,61	7,62	15,40	1560	1590			
				2,46	2,46	26,2					
				1730	18,40						
				561	518						
				1,24	1,2						
				3,8	—						
				15	25						
				5	5						
				80	70						

მე-2 და მე-3 ცხრილების მონაცემებიდან ირკვევა, რომ მაგნიუმის ჟანგის პროცენტული შედგენილობის 20%-ზე ზევით გაზრდა, თუ ბრიკეტების გამოწვა 1400°-ზე წარმოებდა, იწვევს ნიმუშის მოცულობითი წონისა და მექანიკური სიმტკიცის შემცირებას და ფორიანობის გადიდებას.

ნიმუშებს, რომლებიც შეიცავენ 25% მაგნიუმის ჟანგს, საწყისი დეფორმაციის ტემპერატურა უფრო მაღალი აქვთ, ვიდრე ნიმუშებს 15—20% მაგნიუმის ჟანგით. ამგვარად, 15 და 20% მაგნიუმის ჟანგი სავესებით საკმარისია ხარისხიანი ცეცხლგამძლე მასალის მისაღებად.

მე-3 ცხრილის მონაცემების შედარება გვიჩვენებს, რომ ქვაშავის სერპენტიტის ტექნოლოგიური სინჯის ბაზაზე მიღებული ფორსტერიტული ცეცხლგამძლე მასალა თავისი თვისებებით არ ჩამოუვარდება ბედენის, ბაჟენოვისა და იტალიის ნედლეულის ბაზაზე მიღებულ ცეცხლგამძლეებს.

ფორსტერიტული ცეცხლგამძლეების მიღებანატეხების წესით

ამ შემთხვევაშიაც გამოყენებული იყო ქვაშავის სერპენტიტის ტექნოლოგიური სინჯი, რომლის 3—5 სმ



ზომის ნატეხების გამოწვა ხდებოდა კრიტოლის ლუმელში 1250, 1300, 1350, 1400°-ზე. ცდებით დადგინდა, რომ შეცხოვრილი კეცის მისაღებად სავსებით საკმარისია 1300°. ამ ტემპერატურაზე გამომწვარი მასა წვრილმანდებოდა და იცრებოდა ფრაქციებად 1—0,5 მმ და 0,2—0,0 მმ. გრანულომეტრიული შედგენილობა წინა წესის ანალოგიური იყო. კაზმის შედგენილობაში შედიოდა 80% გამომწვარი სერპენტინიტი ზემოთ აღნიშნული გრანულომეტრიული შედგენილობისა 15% წვრილად დაფქული მეტალურგიული მაგნეზიტი და 5% კაუსტიკური მაგნეზიტი (ნაწილაკების ზომა 0,066 მმ). მასის შემკვრელად დაყალიბებისას გამოყენებული იყო სულფიტის თუთქი 1,5—2%. ნიმუშების დაყალიბება წარმოებდა პირველი მეთოდის ანალოგიურად. გამოწვა მიმდინარეობდა კრიტოლის ლუმელში 1600—1650°-ზე 2 საათის დაცოვნებით.

ნიმუშების გამოცდის შედეგები მოცემულია მე-4 ცხრილში. შედარებისათვის იქვეა ხარკოვის ცეცხლამძლე მასალათა ინსტიტუტის შედეგები.

ცხრილში მოცემული მასალებიდან ირკვევა, რომ ჩვენ მიერ მიღებული ფორსტერიტული ცეცხლამძლეები თავისი თვისებებით არ ჩამოუვარდება ბედენის სერპენტინიტების ბაზაზე მიღებულ ცეცხლამძლეებს. შედარებით დაბალი საწყისი დეფორმაციის ტემპერატურა შეიძლება გამოწვეული იყოს მაგნიუმის ჟანგის ნაკლები ოდენობით კაზმში. ასევე სერპენტინიტის შედარებით დაბალი ხარისხით.

### დასკვნა

1. ფორსტერიტული ცეცხლამძლეების მიღება შესაძლებელია წნელისის საბადოს ქვაშავის უბნის სერპენტინიტის კაუსტიკურ მაგნეზიტთან წინასწარი დაბრიკეტებით.

2. ფორსტერიტული ცეცხლამძლეების მიღება შესაძლებელია ქვაშავის სერპენტინიტის ნატეხების წინასწარი გამოწვით 1300°-ზე და შემდეგ ამ მასაში კაუსტიკური და მეტალურგიული მაგნეზიტის დამატებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ლითონისა და სამთო საქმის  
ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.6.1956)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. М. Цынкина. Краснодарские серпентиниты как сырье для изготовления форстеритовых огнеупоров. Огнеупоры, № 12, 1938, 1682—1690.
2. В. М. Цынкина. Форстеритовые огнеупоры из серпентинитов. Огнеупоры. № 6, 1946, стр. 25.
3. П. П. Будников. Технология керамики и огнеупоров. Госиздат, Москва, 1955.

გეობრაფია

## კ. გოზიშვილი

ამიერკავკასიაში აცივნების გამომწვევი ძირითადი პროცესების  
ზედა ბარიული ველების სტრუქტურის სქემატი

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ა. ჯავახიშვილმა 28.1.1957)

წარმოდგენილ სტატიაში მოცემულია ამიერკავკასიაში და, კერძოდ, საქართველოში ძლიერი აცივნების გამომწვევი ატმოსფერული პროცესების შესწავლის შედეგების ნაწილი, რომელიც შეეხება ზედა ბარიული ველების სტრუქტურას.

ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე ძლიერი ყინვების წარმომქმნელი ატმოსფერული პროცესების თავისებურების გამოვლინების საკითხისადმი მიძღვნილია რიგი შრომები [2, 4, 5, 7, 8, 12], რომლებიც, უმთავრესად, მიწისპირა პროცესებს ეყრდნობა; ნაკლები ყურადღება ექცევა მაღალი ფენების შესწავლას. დღეისათვის არსებული გამოკვლევები [1, 3, 6, 9, 10, 11] ატმოსფეროს მაღალი ფენების სტრუქტურის დაკავშირების შესახებ ამინდის ცვალებადობასთან დედამიწის ზედაპირზე საკითხის უფრო დეტალური შესწავლის საშუალებას იძლევა, ის კი საყურადღებოა მოსალოდნელი ყინვების პროგნოზის დაზუსტების შესაძლებლობის თვალსაზრისით, განსაკუთრებით საქართველოსათვის, სადაც ფართოდაა გავრცელებული სითბომოწყვარული სასოფლო-სამეურნეო კულტურები.

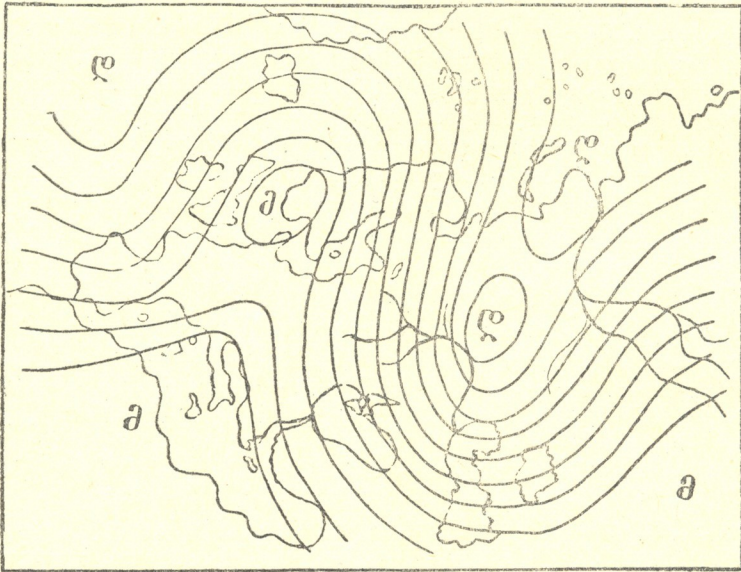
სინოპტიკური პროცესები, რომლებიც განაპირობებენ ჰაერის ცივი ტალღების შემოჭრას ამიერკავკასიის და, კერძოდ, საქართველოს ტერიტორიაზე, შესაძლებლად მიგვაჩნია გავაერთიანოთ შემდეგ სამ ძირითად ტიპში: 1. პოლარული პროცესები, 2. ულტრაპოლარული პროცესები და 3. პროცესები, რომლებიც გაპირობებულია აზიის ანტიციკლონის ზემოქმედებით (ალმოსავლური პროცესი).

აქ მოყვანილი გვაქვს და ვიხილავთ აღნიშნული პროცესების ტიპებისათვის დამახასიათებელი ზედა ბარიული ველების 500 მზ ზედაპირის საერთო სქემებს (რუკებს), რომლებიც შეესაბამება შუა ტროპოსფეროს. ნაწილობრივ შევვხებით აგრეთვე სითბოსა და სიცივის ზედა სტრუქტურას თერმობარიულ (შეფ. ტოპოგრ. 500/1000 მზ+აბს. ტოპოგრ. 700 მზ) და მიწისპირა (სინოპტიკური) რუკებს, თუმცა, სტატიის ზომის განსაზღვრულობის გამო, სათანადო რუკები აქ არ მოგვყავს.

## 1. პოლარული პროცესები

პოლარული პროცესის წარმოქმნას ადგილი აქვს ზედა ბარიული ველის ციკლონური გარდაქმნის დროს. ამ შემთხვევაში დასავლეთით მდებარე ზედა ბარიული ველის ანტიციკლონური კომპონენტი თავისი თნემით მიმართულია სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ, ბრიტანეთის კუნძულებსა და ისლანდიაზე გავ-

ლით — გრენლანდიისაკენ. ასიმეტრიული ზედა ბარიული ველის ჩრდილო ციკლონური კომპონენტი თავისი ღარიტ ვრცელდება ჩრდილოეთიდან სამხრეთით კოლის ნახევარკუნძულსა და უკრაინაზე — შვეი ზღვისა და კავკასიის მიმართულებით. ამასთან აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ზედა ციკლონის ღარის გამოყოფა შავ ზღვაზე (შესაძლებელია ბალკანეთზე), რომლის დროსაც პოლარული ზემოქმედება შეიძლება აღწევდეს ამიერკავკასიის და, კერძოდ, საქართველოს ტერიტორიას (სქემა 1). ამ მიმართულებითვე ვითარდება ზედა თბილი თხემი (ზედა ანტიციკლონის თხემის ღერძის გასწვრივ) და ზედა ცივი ღარი (ზედა ციკლონის ღარის ღერძის გასწვრივ). ამგვარი სიტუაცია, რომელიც აუცილებელ პირობას წარმოადგენს პოლარული ზემოქმედების გასავრცელებლად შორს, სამხრეთით, სრულიად არ არის აუცილებელი აღნიშნული პროცესის ევროპის კონტინენტზე შემოსვლისათვის პროცესის დასაწყისში. პოლარული ზემოქმედების დასაწყებად საკმარისია ციკლონის ღარის გაღრმავება ბალტიის ზღვაზე ან რამოდენიმედ მის სამხრეთით და, ამავე დროს, ზემო ანტიციკლონის თხემის არსებობა ისლანდიაზე — ბრიტანეთის კუნძულებზე. პოლარული ზემოქმედების ამ სტადიაში მიწისპირა ანტიციკლონი ჯერ კიდევ არ არის საკმარისად გაფორმებული და გამოსახულია თხემის სახით, რომლის ღერძი მიმართულია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ. ეს თხემი მიწისპირა ცივი ფრონტის ზურგში მოძრაობს.



სქემა 1. ზედა ბარიული ველის სტრუქტურა პოლარული პროცესის მოქმედების დროს

ზედა ფრონტალური ზონის შესასვლელის ქვეშ ძლიერდება მიწისპირა ანტიციკლონი, რასაც პოლარული პროცესების დროს, ჩვეულებრივად, ადგილი აქვს კონტინენტზე — ბალტიკის სამხრეთით. წნევის დინამიკურ ზრდაზე აქ მიუთითებს აბსოლუტური ტოპოგრაფიის შემხვედრი იზოჰიფსები, ხოლო წნევის ინტენსივობის დინამიკურ ცვლილებაზე — შეფარდებითი ტოპოგრაფიის იზოჰიფსების შემჭიდროება, ე. ი. იზოჰიფსებს შორის მანძილის შემცირება დინე-

ბის მიმართულებით. ჩრდილო ციკლონის ღარსა და დასავლეთ ანტიციკლონს შორის მდებარე ზედა ფრონტი, პოლარული მოქმედების განვითარებასთან ერთად, უფროდაუფრო მერიდიონალური ხდება და მხოლოდ შავი ზღვის ჩრდილო სანაპიროზე გადადის განედურ მიმართულებაზე — წამყვანი დინების მიმართულებათა შესაბამისად. მოყვანილ სქემაზე ეს ჩანს შავი ზღვის რაიონში. დინების ასეთი მიმართულება შუა ტროპოსფეროში, შავ ზღვაზე (დასავლეთიდან — აღმოსავლეთისაკენ, ხოლო ზოგჯერ სამხრეთ-დასავლეთიდან) აპირობებს ციკლონის ან მისი ღარის გამოსვლას ამიერკავკასიაზე. ამ ციკლონების ზურგიდან იჭრება სიცივე საქართველოს ტერიტორიაზე.

მაგრამ მხოლოდ ეს გარემოება არ შეიძლება ჩაითვალოს საკმარისად იმისათვის, რომ შევძლოთ უშუალოდ ამიერკავკასიაში სიცივის შემოჭრის მიმართულების განსაზღვრა; ამის გარკვევა კი მნიშვნელოვანია საქართველოში სიცივის შემოჭრის პროგნოზისათვის, რადგან ამ შემოჭრის მიმართულებასთან დამოკიდებით ამინდის პირობები საქართველოს ცალკეულ ნაწილებში ძლიერ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. საქართველოში ცივი ჰაერის დასავლეთიდან შემოჭრის შესაძლებლობა, რასაც უმეტეს შემთხვევაში ადგილი აქვს პოლარული პროცესის განვითარების დროს, სხვა ნიშნებთან ერთად შეიძლება განესაზღვროთ კონვერგენციით და დივერგენციით ზედა დინების ველში. ასეთი შემოჭრის მხოლოდ დასავლეთიდან განსახორციელებლად საჭიროა იყოს დინებათა კონვერგენცია შავ ზღვაზე ან მის აღმოსავლეთ სანაპიროზე და დივერგენცია კავკასიის აღმოსავლეთ რაიონებზე, ან კასპიის ზღვის ჩრდილო-დასავლეთ სანაპიროებზე. ამასთან ერთად საჭიროა მივაქციოთ ყურადღება ფრონტის ცვლილებებს სიმაღლეზე თბილ და ცივ მასებს შორის ტემპერატურების კონტრასტების ნიხედვით და მხედველობაში ვიქონიოთ, რომ ზოგჯერ მიწისპირა რუკაზე ამ კონტრასტების გამოჩვენება ძნელდება, ზედა რუკებზე კი ეს ჩანს. ვერტიკალურად მეტად განვითარებული პოლარული პროცესების დროს უნდა ვიქონიოთ მხედველობაში, რომ ზედა ფრონტები ხშირად აღწევენ 500 მზ ზედაპირის ღონემდე და უფრო მაღლაც. ზედა ფრონტები აქ მიემართება შეფარდებითი ტაპოგრაფიის იზოჰიფსების გასწვრივ — ტემპერატურის უდიდესი კონტრასტების ზონაში.

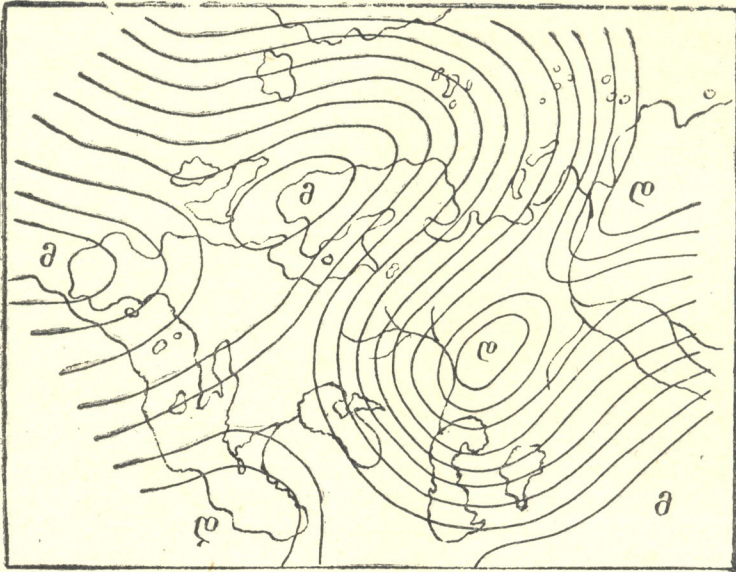
1 სქემაზე წარმოდგენილია ჰაერის დინება შუა ტროპოსფეროში პოლარული პროცესის ზემოქმედების დროს, როდესაც ადგილი აქვს ცივი ჰაერის მასების შემოჭრას საქართველოში დასავლეთიდან. უნდა შევნიშნოთ, რომ აღნიშნული სქემა ზამთრის პროცესებს ეკუთვნის და, გარდა ამისა, უმთავრესად, იმ პროცესებს, რომლითაც ხდება არქტიკული ჰაერის მასების გავრცელება სამხრეთით — ამიერკავკასიისაკენ.

## 2. ულტრაპოლარული პროცესები

ულტრაპოლარული პროცესების წარმოქმნას ატმოსფეროში ადგილი აქვს ზედა დეფორმაციული ველების ანტიციკლონური გარდაქმნის დროს. ამ პროცესებისათვის დამახასიათებელია ანტიციკლონის გავრცელება კარის ზღვიდან ან მასთან მოსაზღვრე რაიონებიდან სამხრეთ-დასავლეთით. შუა და ქვედა ტროპოსფეროს დინებათა ველში წამყვანი დინები (ზედა დეფორმაციული ველის დასავლეთ ანტიციკლონურ კომპონენტის აღმოსავლეთ პერიფერიაზე) მიმართულია ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთისაკენ. აღნიშნული ზედა ანტიციკლონის თხემი მიმართულია სამხრეთ-დასავლეთიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით და მდებარეობს საფრანგეთზე, სამხრეთ სკანდინავიაზე, კოლის ნახევარკუნძულსა და ახალ მიწაზე (სქემა 2). ამავე მიმართულებითაა გავრცე-

ლებული თბილი თხემი, რომელიც დაკავშირებულია ხმელთაშუა ზღვის ღრმადი ან უფრო სამხრეთით მდებარე სითბოს მძლავრ კერასთან.

ზედა დეფორმაციული ველის ჩრდილო ციკლონური კომპონენტი, რომელიც დაკავშირებულია ჩრდილო-აღმოსავლეთით მდებარე სიცივის ძირითად კერასთან, თავისი ღარიტ მიმართულია მდ. ობის ქვემო დინებიდან და სამხრეთ ურალიდან მდ. ვოლგის ქვემო დინებისაკენ და შემდეგ შავ ზღვაზე გავლით ვრცელდება ბალკანეთამდე და ხმელთაშუა ზღვის აღმოსავლეთ ნაწილამდე ასიმეტრიული ზედა დეფორმაციული ველის ციკლონური და ანტიციკლონური კომპონენტების ასეთი განლაგების დროს ძლიერდება სიცივის ადვექცია



სქემა 2. ზედა ბარიული ველის სტრუქტურა ულტრაპოლარული პროცესის მოქმედების დროს

ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთით. ზედა ფრონტალური ზონა, რომელიც მდებარეობს 500/1000 მმ შეფარდებითი ტოპოგრაფიის იზოჰიფსების უბეტესი შემჭიდროების გასწვრივ, ახალი მიწიდან შავი ზღვისაკენ გადის. ამ ფრონტალური ზონის შესავალთან, მდ. პეჩორას ქვედა დინების რაიონში წარმოიქმნება მიწისპირა ანტიციკლონი. ეს ანტიციკლონი, ჩვეულებრივ, მიწისპირა ცივი ფრონტის ზურგში მოძრაობს სამხრეთ-დასავლეთისაკენ, თანდათან ძლიერდება და სწრაფად იპყრობს საბჭოთა კავშირის მთელ ევროპულ ტერიტორიას. მიწისპირა ცივი ფრონტი, აღწევს რა კავკასიონს, ანელებს თავის მოძრაობას სამხრეთისაკენ და კავკასიონის ჩრდილო ფერდობებს მიჰყავს გასწვრივი მიმართულებით. ულტრაპოლარული შემოქმედება ამ სტადიაში უკვე წარმოადგენს ჰაერის ცივი მასების ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე როგორც აღმოსავლეთიდან, ისე დასავლეთიდან შემოჭრის საფრთხეს.

სამხრეთ ნაწილში (შავსა და კასპიის ზღვებზე) ულტრაპოლარული პროცესი, დინების მიმართულების მხრივ, მცირედ განსხვავდება წინა სქემისაგან (პოლარული პროცესი).



დასავლეთიდან ან აღმოსავლეთიდან საქართველოში ცივი ჰაერის შემოსვლის ნიშნები სრულიად ანალოგიურია ზემოთ მოყვანილი პოლარული შემოქმედების ნიშნებისა. შემოჭრა დამოკიდებულია დინებათა კონვერგენციასა და ზედა ფრონტალური ზონის გაძლიერებაზე, შავი და კასპიის ზღვების რაიონში. როგორც დადგენილია, ცივი ჰაერის შემოჭრა საქართველოში იმ მხრიდან უფრო ძლიერია, სადაც აღნიშნული მოვლენები უფრო მკაფიოდაა გამოსახული.

იშვიათ შემთხვევაში, ულტრაპოლარული ღერძით მძლავრი შემოქმედების დროს, რომელიც სამხრეთით შორს ვრცელდება, შუა ტროპოსფეროს დინება შავ ზღვაზე და მის სამხრეთით უფრო მერიდიონალურ მიმართულებასღებულობს. ეს დინება, აღწევს რა შავი ზღვის სამხრეთ რაიონებს, შემობრუნდება აღმოსავლეთისაკენ და სამხრეთ-დასავლეთიდან გამოდის ამიერკავკასიაზე. ამ შემთხვევაში ციკლონური მოქმედება შედარებით უფრო სამხრეთით ვითარდება, ვიდრე ჩვეულებრივად. ასეთი სიტუაცია ხელს უწყობს საქართველოში ცივი ჰაერის ერთსა და იმავე დროს დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან შემოჭრას.

ცალკეულ შემთხვევაში ულტრაპოლარული შემოქმედება ვითარდება არა ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან, როგორც ჩვეულებრივად, არამედ ჩრდილოეთიდან — ბარენცის ზღვის მხრიდან და ვრცელდება სამხრეთისაკენ. მაშინ ტროპოსფეროს ქვედა ნახევრის დინებათა ველში ზედა ფრონტალური ზონის არეში სიცივის ადვექცია თითქმის ზუსტად მერიდიონალურ მიმართულებას იღებს. ზედა დეფორმაციული ველის აღმოსავლეთ ანტიციკლონური კომპონენტის თხემის ღერძი ამ დროს მიმართული უფრო მეტად ჩრდილოეთიდანაა, ვიდრე ეს ნაჩვენებია მე-2 სქემაზე.

ამ ღერძით ხდება ძლიერ ცივი კონტინენტალური ჰაერის მასების გავრცელება ამიერკავკასიაზე უმოკლესი გზით.

### 3. პროცესები, რომლებიც გაპირობებულა აზიის ანტიციკლონის შემოქმედებით (აღმოსავლური პროცესი)

აზიის, ანუ, როგორც ამბობენ, ციმბირის ანტიციკლონის ზეგავლენა საქართველოს ტერიტორიაზე მიმდინარე ატმოსფერულ პროცესებზე საკმაოდ პნიშვნელოვანია, უმთავრესად, ზამთარში. ეს გავლენა განსაკუთრებით ემჩნევა აღმოსავლეთ საქართველოს და ამიერკავკასიის დანარჩენ აღმოსავლეთ ნაწილს. აღნიშნული გარემოება თავის გამოსახულებას პოულობს იანვრის საშუალო წნევის განაწილების რუკებზე.

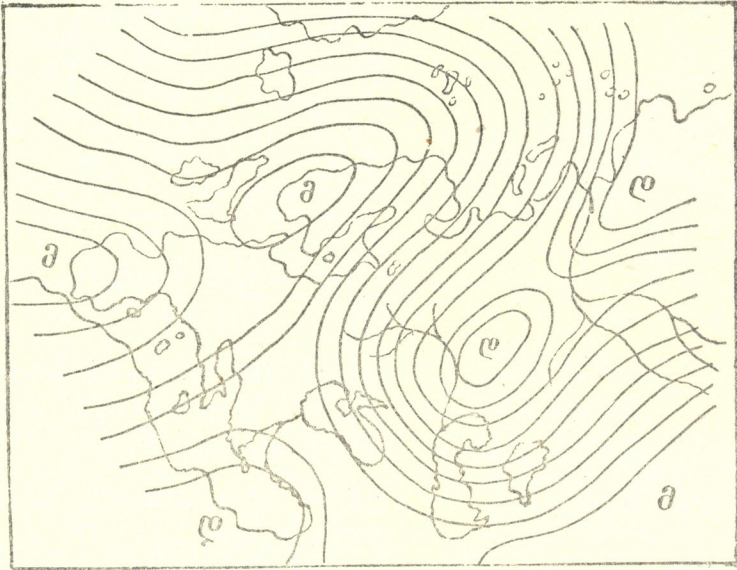
განხილული პროცესების მსგავსად, აზიის ანტიციკლონის მოქმედების დროსაც კავკასიონი საკმაოდ აფერხებს ჰაერის ცივ დინებას სამხრეთისაკენ, რადგან ეს დინება დაახლოებით ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთისაკენ მიემართება. ცივი დინება ზოგჯერ გადაჭრის რა კასპიის ზღვას აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ, შედარებით შეუფერხებლად ვრცელდება ამიერკავკასიის აღმოსავლეთ ნაწილზე (კერძოდ აღმოსავლეთ საქართველოზედაც).

როგორც ულტრაპოლარული, ისევე აზიის ანტიციკლონის მოქმედება ვითარდება ზედა დეფორმაციული ველის ანტიციკლონური გარდაქმნის დროს. ამ პროცესის დამახასიათებელი დინება შუა ტროპოსფეროში გამოსახულია მე-3 სქემაზე.

ულტრაპოლარული პროცესებიდან განსხვავებით, აქ სიცივის ადვექციას ადგილი აქვს საბჭოთა კავშირის ევროპულ ტერიტორიაზე მდებარე ზედა დეფორმაციული ველის აღმოსავლეთ ანტიციკლონური კომპონენტის სამხრეთ-



აღმოსავლეთ პერიფერიაზე. ამ ანტიციკლონის ჩრდილო თხემი მიმართულია აღმოსავლეთისა და ჩრდილო-აღმოსავლეთისაკენ — კუბიშევსა და სვერდლოვსკზე — მდ. ობის შუა დინებამდე, ხოლო სამხრეთი თხემი შავ ზღვამდე ვრცელდება. ზედა დეფორმაციული ველის აღმოსავლეთ ციკლონურ კომპონენტს ამ დროს უფრო სამხრეთული მდებარეობა უჭირავს, ვიდრე ულტრაპოლარული პროცესების შემთხვევაში. ამ ციკლონის დარი მიმართულია ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან ომსკზე, არალისა და კასპიის ზღვებზე. ასინეტრიული ზედა დეფორმაციული ველის აღნიშნული კომპონენტების ასეთი განლაგებისას კასპიის და არალის ზღვების რამდენიმედ ჩრდილოეთით (ზედა ფრონტალური ზონის შესასვლელის ქვეშ) ძლიერდება ანტიციკლონის თხემი. ამ ფრონტალური ზონის დელტის ქვეშ (ამიერკავკასიისთან, ან რამდენიმედ სამხრეთით) შესაძლებელია ციკლონის წარმოქმნა.



სქემა 3. ზედა ბარიული ველის სტრუქტურა აზიის ანტიციკლონის მოქმედების დროს

ქვედა ანტიციკლონის სამხრეთ-დასავლეთ პერიფერიებზე გამავალი მიწისპირა ცივი ფრონტი დასაწყისში მიმართულია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ, მიჰყვება მდ. ვოლგის შუა დინებას და კასპიის ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროს. შემდეგ, სიცივის ადვექციის გაძლიერებისა და შუა ტროპოსფეროში წნევის დინამიკური ზრდის გამო, ეს ფრონტი იწყებს გადანაცვლებას სამხრეთ-დასავლეთით — ამიერკავკასიისაკენ. შუა ტროპოსფეროს ამგვარი სტრუქტურის დროს ცივი ჰაერი გარს უვლის აღმოსავლეთიდან კავკასიონს და მდ. მტკვრის ხეობით ვრცელდება ამიერკავკასიის მხოლოდ აღმოსავლეთ ნაწილზე. იგი მოიცავს საქართველოს აღმოსავლეთ ნაწილსაც.

მე-3 სქემაზე გამოსახულია შუა ტროპოსფეროს დინებათა ველის სურათი ცივი ჰაერის აღმოსავლეთ საქართველოში შემოჭრის პერიოდისათვის. ამ სქემით ხდება უმთავრესად აღნიშნული ზემოქმედების გავრცელება უფრო სამხრეთით მდებარე რაიონებზე და აგრეთვე კავშირის ევროპულ ტერიტორიაზედაც. განსხვავება შეიძლება იყოს მხოლოდ წამყვან დინებათა მიმართულებებ-

ში. ზოგ შემთხვევაში ამ დინებამ შეიძლება მეტად სამხრეთული მიმართულება მიიღოს, ზოლო სხვა დროს — მეტად დასავლეთური.

ცივი ჰაერის ვერტიკალური სიმძლავრე, აზიის ანტიციკლონის მოქმედების შემთხვევაში ჩვეულებრივად ნაკლებია, ვიდრე სხვა პროცესების დროს. ამის გამო შუა ტროპოსფეროს რუკებზე სიცივის ადვექცია ყოველთვის კარგად არ გამოისახება და მაშინ საჭიროა დავიხმაროთ უფრო დაბალი ფენის რუკები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ვახუშტის სახელობის

გეოგრაფიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.2.1957)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. Н. Бельская. Южные циклоны и условия их перемещения на Европейскую территорию СССР. Труды ЦИП, вып. 17 (44), 1949.
2. Н. И. Бельский. Резкие колебания температуры на Черноморском побережье Кавказа, сопровождающиеся морозами (синоптический анализ). Материалы по агро-климатическому районированию субтропиков СССР, т. 1, 1936.
3. И. П. Ветлов. Фронтогенез и преобразование высотных деформационных полей. Труды ЦИП, вып. 20 (47), 1951.
4. К. С. Гогитшили. Некоторых особенностях атлосферных процессов, препятствующих проникновению холодного воздуха на юг Кавказа. Метеор. и Гидрол., № 3, 1957.
5. Т. А. Дулетова, З. Е. Борсук. К вопросу о морозах в Западной Грузии. Материалы по агро-клим. районированию субтропиков СССР, т. 1, 1936.
6. Г. Д. Зубян. Вопросы пространственной структуры и анализа фронтов. Труды ЦИП, вып. 25 (52), 1951.
7. М. А. Кюрегян. Интенсивные волны холода в Закавказье и их синоптические условия. Доклады Всесоюз. акад. с/х. наук, вып. 1 (4), 1937.
8. Е. А. Напетваридзе. Циркуляционные процессы атмосферы на территории Грузии, как фактор её климата. Сообщения АН Грузинской ССР, т. VIII, № 3, 1947.
9. Х. П. Погосян, Н. Л. Таборовский. Адвективно-динамические основы фонтологического анализа. Труды ЦИП, вып. 7 (34), 1948.
10. Х. П. Погосян. 1. Адвективно-динамический анализ антициклогенеза; 2. Полярные антициклоны и их адвективно-динамическая природа; 3. Механизм ультраполярных вхождений. Труды НИУ ГУГМС, сер. 2, вып. 6, 1943.
11. Н. Н. Романов. К вопросу о краткосрочном прогнозе заморозков в Средней Азии. Метеорол. и Гидрол., № 3, 1952.
12. Н. А. Ширкина. Синоптические условия сильных холодов на Кавказе. Геофиз., 5—2, 1928.

ი. სანაძე და მ. სარქისოვა

## თიხოვანი მინარევის მნიშვნელობა გაჯის სამშენებლო თვისებებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზაფრეევმა 23.10.1956)

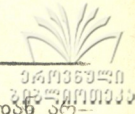
გაჯის გამოყენების პრაქტიკა სამშენებლო საქმეში და ზოგიერთი კვლევა გვიჩვენებს, რომ ხშირად იმ გაჯს, რომელიც ცოტაოდენ თაბაშირს შეიცავს, უკეთესი სამშენებლო თვისებები აქვს, ვიდრე ბევრი თაბაშირის შემცველს. მშენებლობის პრაქტიკაში ხშირია შემთხვევა, როდესაც გაჯის ბათქაში, მოცულობითი ცვლილებების გამო, დიდძალი ბზარებით ისერება.

როგორც პირველი, ისე მეორე მოვლენა, აუცილებლად გაჯში მყოფ თიხას უნდა მივაწეროთ. ამაში სავსებით გვარწმუნებს თაბაშირ-კირისა და თაბაშირ-თიხის დუღაბების შედარება. უკანასკნელს ხშირად აქვს უფრო მაღალი მონაცემები წყვეტასა და კუმშვაზე, ვიდრე თაბაშირ-კირის დუღაბს. თაბაშირ-თიხის დუღაბის ეს თვისება უნდა აიხსნას თიხის პლასტიკურობით, რაც ხელს უწყობს წყლის ნაკლებ დამატებას, ე. ი. წყალთაბაშირის მაჩვენებლის შემცირებას, აგრეთვე თვით თიხის მჭიდრა თვისებებით. ერთდროულად დადგენილია, რომ თაბაშირ-თიხის დუღაბები თიხის წონითი 60% და მეტი შემცველობისას განიცდიან ნუკლებას, რითაც უნდა ავხსნათ გაჯის ბათქაშის დასერვა ბზარებით.

იმისა მისხედვით, თუ რა როლენობითაა თიხა გაჯში, მისი მნიშვნელობა გაჯის თვისებებისათვის ორგვარი იქნება. იმ შემთხვევაში, როდესაც თიხა მცირე როლენობითაა გაჯში, ის იქნება პლასტიკურობის მიმცემი მინარევი. ხოლო გაჯის გამყარება და გამყარების სისწრაფე მთლიანად თაბაშირისაგან იქნება დამოკიდებული. გაჯში თიხის როლენობის 50%/მდე და უფრო მეტზე აყვანისას თიხას, გარდა პლასტიკურობის მიცემისა, მთავარი მჭიდრა ნივთიერების დანიშნულება უნდა მივანიჭოთ. რაც შეეხება თაბაშირს, უკანასკნელ შემთხვევაში მისი დანიშნულება იქნება გამყარების დაჩქარება. შესაძლოა ის იწვევდეს კოლოიდური ნაწილაკების კოაგულირებას, რის გამოც მცირდება შეკლება და უმჯობესდება გაჯის ბათქაშის შრობა. ცხადია; გაჯისათვის მიღებული თიხის ზღვრული როლენობის შემცველობის პირობებთან ერთად აუცილებლად ექნება ადგილი შუალედ პირობებსაც.

გაჯში თიხის მინარევის მნიშვნელობის შესახებ გამოთქმული აზრისათვის ინტერესს მოკლებული არ არის ის გარემოება, რომ თაბაშირ-თიხის დუღაბების მომზადებისას უფრო მიზანშეწონილად მიაჩნიათ ჩვეულებრივი სააგურე თიხის გამოყენება, ხოლო თვით თიხას გამოცდიან პლასტიკურობაზე, ქვიშის, ხსნადი მარილებისა და ორგანულ ნივთიერებათა შემცველობაზე.

გამომწვარი გაჯისათვის თიხის მინარევის პლასტიკურობის მნიშვნელობის გამოსაკვლევად შესაძლო იყო შეგვესწავლა მხოლოდ ბუნებრივი გაჯის პლასტიკურობა, მაგრამ ვინაიდან გაჯი პოლიდისპერსიულ ნივთიერებას წარმოადგენს, რომელიც მჭიდროდაა დამოკიდებული თაბაშირისა და სხვა მინარევთა მარცვლების სიდიდეზე, რომლებიც დამამკლვებელთა როლს თამაშობენ, ამიტომ გადავწყვიტეთ მიგვემართა არაპირდაპირი მეთოდისათვის, სახელობრ, გაჯის თიხოვანი მინარევის ნაწილაკთა სიდიდის განსაზღვრისათვის.



ფაშარი მასალების დისპერსიულობის განსაზღვრის ყველა მეთოდთან ერთად ჩეული იყო სედიმენტური ანალიზი, დაწვრილებით დამუშავებული პროფ. ლიუტინის მიერ. ვარკვეული მიზეზის გამო, ამ მეთოდის პირდაპირი გამოყენება ბუნებრივ გაჯზე შეუძლებელი გახდა. მიუხედავად იმისა, რომ სუსპენზიაში შეგვყავდა მდგრადობის ნივთიერება  $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$  სახით, გარდუვალად ჰქონდა ადგილი შედეგებს (კოაგულირებას), ვინაიდან სუსპენზიაში იმყოფებოდა კალციუმის იონები. ამიტომ გადავწყვიტეთ მოგვეცილებინა გაჯისაგან თიხის მინარევი და უკანასკნელზე მოგვეხდინა ყველა მანიპულაცია სედიმენტური ანალიზისა.

გაჯიდან თიხის მინარევის გამოყოფის მიზნით ბუნებრივ გაჯს ვამუშავებდით ქლორამონიუმის ნორმალური ხსნარით, რის შედეგად თაბაშირი და კარბონატები იხსნებოდნენ და გადადიოდნენ ხსნარში, თიხა კი ფილტრზე რჩებოდა.

ქიმიური ანალიზისა და მიკროსკოპის შემწეობით ვარკვევდით, თუ რამდენად სრული იყო თაბაშირისა და კარბონატების გახსნა ქლორამონიუმის ხსნარში. ამის შესახებ წარმოდგენას იძლევა ცხრილი 1.

ცხრილი 1

საბადოს დასახელება	$\text{NH}_4\text{Cl}$ -ით დამუშავება	გამოკვლევა მიკროსკოპით		ქიმიური შედგენილობა						
		თაბაშირი	კალციუმ-კარბონატი	ხურ. ნაქ.	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{SO}_3$
მულანლო	არ დამუშავ.	არის	არის	14,52	29,23	7,78	4,19	19,16	0,56	23,34
"	ერთჯერადი დამუშავება	არ არის	არ არის	6,65	59,43	17,92	3,30	0,89	1,85	0,90
ზეანო	არ დამუშავ.	არის	არის	16,12	39,88	8,16	3,59	17,90	1,02	9,30
"	ერთჯერადი დამუშავება	არ არის	არის (1)	7,43	63,20	14,94	5,43	4,49	1,79	0,72

ცხრილიდან ჩანს, რომ ბუნებრივი გაჯის ერთჯერადი დამუშავება არ აღწევს მიზანს, რაზედაც მიგვიითებებს საბადო ზეანის სინჯი, სადაც დადგინდა კალციუმ-კარბონატის შემცველობა დამუშავების შემდეგ. ამ მიზეზის გამო შემდგომ ბუნებრივი გაჯი ორჯერ მუშავდებოდა ქლორამონიუმის ხსნარით.

გაჯის თიხის მინარევი, მიღებული ქლორამონიუმის დამუშავებით, ფილტრზე გარეცხვის შემდეგ ( $\text{SO}_4$  და  $\text{Cl}$  იონების განშორების მიზნით) შრებოდა  $105^\circ$  და ამგვარად მომზადებული განიცდიდა სედიმენტურ ანალიზს. უკანასკნელის შედეგები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

მე-2 ცხრილის მონაცემების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ გაჯის თიხოვანი მინარევი არ წარმოადგენს მაღალი დისპერსიულობის ნივთიერებას, ვინაიდან კოლოიდურ ნაწილაკთა რაოდენობა ნავარაუდები მიახლოებით 20,25—37,50% საზღვრებში მერყეობს (კოლოიდურ ნაწილაკებს უნდა ჰქონდეს 0,1 დიამეტრი, ჩვენ კი გვაქვს ნაწილაკები  $< 0,25$ ).

(1 კარბონატების შემცველობას ადასტურება მარილმჟავათი გასინჯვაც.

საბადოს დასახელება	ნაწილაკთა ზომა მიკრონობით და პროცენტული რაოდენობა							>0,25 მილ- ბული სხვა- ობით
	> 60	60—10	10—5	5—2,5	2,5—1,25	1,25—0,6	0,6—0,25	
დამბალა	32,05	17,95	2,25	5,00	4,00	6,50	8,80	23,45
მულანლო	29,85	7,65	2,50	1,75	11,75	2,00	7,00	37,50
გარდაბანი	28,34	22,41	6,25	3,00	5,00	8,75	6,00	20,25
ზეანი	19,65	3,00	9,50	2,75	7,00	7,00	4,25	34,00

იმისათვის, რომ საბოლოოდ დავასაბუთოთ სტატიის დასაწყისში გაჯის თიხვანი მინარევის მნიშვნელობის შესახებ გამოთქმული აზრი, ქვემოთ მოგვყავს ცხრილი 3. ეს ცხრილი შედგენილია მექანიკური გამოცდების, ქიმიური განსაზღვრების, ქიმიური და დისპერსიული ანალიზების მონაცემთა გადაანგარიშების საფუძველზე.

ცხრილი 3

საბადოთა დასახელება	რაოდენობა %-ით ბუნებრივ გაჯში			ნაწილაკების რაოდენობა <0,25μ %-ით		ზღვრული სიმტკიცე წყვეტაზე კგ/კვ. სმ.		
	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	CaCO <sub>3</sub>	თიხა და სხვა მინარევი	თიხვანი მინარევი	ბუნებრივ გაჯში	3 დღე	7 დღე	28 დღე
დამბალა	76,46	5,87	17,67	23,45	4,14	არ გასინჯ.	23,6	არ გასინჯ.
მულანლო	48,03	6,26	45,71	37,50	17,14	4,5	6,0	6,4
გარდაბანი	36,35	14,31	49,34	20,25	9,99	6,8	8,6	12,8
ზეანი	19,99	20,33	59,68	34,00	20,29	5,9	6,1	6,7

შენიშვნა: უდავოა, ბუნებრივი გაჯის ფაზურ შედგენილობაში გარკვეული პირობებითაა, რომელიც ერთნაირად ვრცელდება ყველა სინჯზე, ხოლო ვინაიდან მონაცემებს ტექნიკური დანიშნულება აქვს, შეიძლება მივიღოთ, რომ მონაცემთა შედარება დასაშვებ ჩარჩოებშია.

მე-3 ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ სიმტკიცის ყველაზე უკეთესი მაჩვენებლები აქვს დამბალას საბადოს სინჯიდან მიღებულ გამომშვარ გაჯს. ეს სავსებით მოსალოდნელი იყო და პირდაპირი შედეგია გაჯში თაბამირის დიდი რაოდენობით შემცველობისა.

მულანლოს, გარდაბანისა და ზეანის სინჯებიდან მიღებული გაჯის სიმტკიცის შედარებისას სწორედ იმაში ვრწმუნდებით, რომ შუალედ გამონაკლისებს მართლაც შეიძლება ჰქონდეს ადგილი. ამას გვიდასტურებს მულანლოს სინჯი, რომელსაც სიმტკიცის მაჩვენებლები, გარდაბანისა და ზეანის სინჯებთან შედარე-



ბით, უფრო მცირე აქვს, მიუხედავად იმისა, რომ თაბაშირის შემცველობა მასში საგრძნობლად მეტია და კოლოიდურ ნაწილაკთა რაოდენობა არც ისე მცირე, ვიდრე გარდაბნისა და ზეანის სინჯებში.

იმ შემთხვევაში, თუ ზეანის სინჯს ცალკეულად შევადარებთ მულანლოსა და გარდაბნის სინჯებს, განსაკუთრებით დამაჯერებელია ის გარემოება, რომ გამომწვარი გაჯის სამშენებლო თვისებებისათვის არამცირე მნიშვნელობა აქვს თიხოვანი მინარევის პლასტიკურობას. ამაზე მეტყველებს ის ფაქტი, რომ  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  შემცველობა ზეანის სინჯში თითქმის 2.5-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე მულანლოს სინჯში, და 2-ჯერ ნაკლები, ვიდრე გარდაბნისაში. მიუხედავად ამ გარემოებისა, ზეანის სინჯის სიმტკიცის მაჩვენებლები უფრო მეტია, ვიდრე მულანლოს სინჯისა, რაც გამოწვეულია თიხოვანი მინარევის პლასტიკურობით, ე. ი. კოლოიდური ნაწილაკების შემცველობის რაოდენობით, რამაც უზრუნველყო ზეანის სინჯის სიმტკიცის შედარებით კარგი მაჩვენებლები.

ჩატარებული ცდებისა და მიღებული მაჩვენებლების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ შემდეგი:

1. გამომწვარი გაჯისათვის, ისე როგორც თაბაშირ-თიხის დუღაბისათვის, არსებითი მნიშვნელობა აქვს თიხის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს და განსაკუთრებით თიხის პლასტიკურობას;

2. პლასტიკურ თიხას გამომწვარი გაჯის შედგენილობაში შეუძლია გამოამყვანოს ისეთი მაღალი შემცველობის უნარი, რომ იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც ბუნებრივ გაჯში  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  რაოდენობა საწუნდებულ მინიმუმზე (30%) საგრძნობლად ნაკლებია, გამომწვარმა გაჯმა სავსებით დააკმაყოფილოს სიმტკიცის მოთხოვნები;

3. არის საფუძველი დავძინოთ, რომ გაჯის სამშენებლო თვისებების დასადგენად უფრო ზუსტი იქნება გაჯში  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  შემცველობისა და მისი პლასტიკურობის დაკავშირება, ვიდრე შევადგათ ბუნებრივი გაჯის გამოყენების შესაძლებლობა გამომწვარი გაჯის წარმოებისათვის მასში თაბაშირის შემცველობის რაოდენობით. ეს უნდა იქცეს შემდგომ კვლევის საგნად, პლასტიკურობის განსაზღვრის ერთ-ერთი მეთოდის გამოყენებით, ვინაიდან ჩვენ მიერ გამოყენებული სელიმენტური ანალიზი წარმოების პირობებში ერთგვარ სიძნელე წარმოადგენს და გამომცდელისაგან შედარებით მაღალ კვალიფიკაციას მოითხოვს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 4.10.1956)

დავმოწმებული ლიტერატურა

1. П. П. Будников. Гипс, его исследование и применение. Стройиздат, 1943.
2. А. В. Волженский. Гипсоизвестковые сухие смеси и гипсоглиняные растворы. БТИ, МПСМ РСФСР. 1947.
3. К. С. Кутателадзе. Исследования физико-химических свойств гажы. ГПИ, 1953.
4. Л. В. Лютин. Коллоидно-химические основы применения глинистых растворов в буровой технике. Труды ВИМС. Вып. 174, М.—Л., 1941.
5. И. М. Овадовский. Гажа и ее применение в строительстве. ИСД АН ГССР, 1950.
6. М. З. Симонов. Гажа и ее применение. Изд. Зак. Ин-та сооружений. Тифлис, 1936.

ტექნიკა

## 3. ბალანსი

## არამირიზებული ბეტონის ზღვრული ზიზვადობის და გაჭიმვაზე სიმტკიცის ზღვრის ფარეს მეთოდით განსაზღვრა

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. მუხაძემ 3.4.1957)

რკინაბეტონის ღუნვადი ელემენტების მუშაობის გამოკვლევა, რკინაბეტონის თეორიის უმნიშვნელოვანესი საკითხია.

ღუნვის შესწავლას საფუძვლად უდევს ბრტყელი კვეთების ჰიპოტეზა. ამ ჰიპოტეზის მართებულობა წმინდა ღუნვის შემთხვევაში როგორც ექსპერიმენტულად, ისე თეორიულად დასაბუთებულია.

ჯერ კიდევ ბახის [1, 2] ცდებით ნაჩვენები იყო, რომ ფოლადისა (დენადობის ზღვარის შემდეგაც კი) და სხვა მასალების (რომლებიც გუჯის კანონს არ ემორჩილებიან) წმიხდა ღუნვისას კვეთები ძორტყელი რჩება. კოჭის რომელიმე კვეთის დაძაბული მდგომარეობის განსაზღვრისათვის საჭიროა ვიცოდეთ ძაბვის სათანადო ეპიურა.

როდესაც ბრტყელი კვეთების ჰიპოტეზა მართებულია, ნორმალური ძაბვების ეპიურა კოჭის სიმალლის მიხედვით წარმოდგენს მასალის მუშაობის დიაგრამის წრფივ გარდაქმნას.

მართლაც, თუ ბრტყელი კვეთების ჰიპოტეზას ანალიზურად გამოგზატვით ფორმულით

$$\varepsilon = A\eta, \quad (1)$$

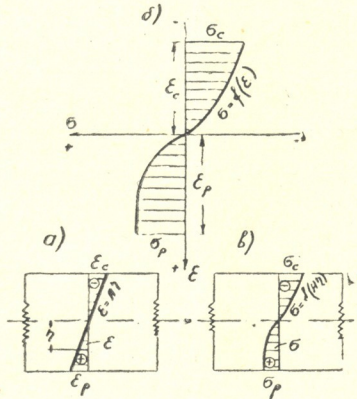
სადაც  $\varepsilon$  ფარდობითი გრძივი დეფორმაციაა,  $\eta$ —მოცემული ბოჭკოდან ნეიტრალურ ღერძამდე მანძილი (ნახ. 1,  $a$ ),  $A$ —პროპორციულობის კოეფიციენტი, და თუ გვექნება დანოკიდებულება  $\sigma = f(\varepsilon)$  მასალის მუშაობის დიაგრამის სახით (ნახ. 1,  $\sigma$ ), მაშინ ადვილად მივიღებთ ნორმალური ძაბვების ეპიურას კოჭის სიმალლის მიხედვით (ნახ. 1,  $\sigma$ ).

ამ ეპიურას განტოლება იქნება  $\varepsilon = f(A\eta)$ , რომელიც გრაფიკულად წარმოდგენს მასალის მუშაობის დიაგრამის წრფივ გარდაქმნას, მხოლოდ დეფორმაციის ღერძის მიხედვით შეცვლილი მასშტაბით. ამ დებულების მართებულობას ადასტურებს ცდები რკინაბეტონის კოჭებისათვისაც, თუ ამ დროს ადვილი არა აქვს არმირებული ბეტონის დენადობას.

მაშასადამე, წმიხდა ღუნვისას ბეტონის ან რკინაბეტონის კოჭის ნორმალური კვეთის დაძაბული მდგომარეობის განსაზღვრისათვის საკმარისია ვიცოდეთ მასალის ძაბვებსა და დეფორმაციებს შორის დანოკიდებულება  $\sigma = f(\varepsilon)$  მოცემულ კვეთში.

საერთოდ, მრუდს  $\sigma = f(\varepsilon)$  დებულებენ ცენტრალურად გაკიშულ და შეკუმშულ ნიმუშებზე წარმოებული ცდებიდან. მაგრამ, როგორც ცნობილია, ასეთი ცდების სწორად დაყენება ძნელია, ამასთან ამ დროს მიღებული შედეგები არაა ზუსტი.

ვინაიდან ლუნვადი ელემენტების სწორად გაანგარიშებისათვის საჭიროა გვექმოდეს დეფორმაციების ნამდვილი მრუდი, ამიტომ ის მიღებულ უნდა იქნეს არა ლერძული დეფორმაციების შედეგად, არამედ ლუნვაზე წარმოებულ ცდებიდან, როგორც ეს პირველად 1906 წელს გადაწყვიტა ფერემ [3].



ნახ. 1

ფერეს მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ბეტონის კოჭის კიდური გაჭიმული და შეკუმშული ბოჭკოების გაზომილი დეფორმაციების მიხედვით განისაზღვრება მათი სათანადო ძაბვები.

ასეთნაირად მიღებული ძაბვებისა და გაზომილი დეფორმაციების გამოყენებით შეიძლება ავავოთ მასალის მუშაობის დიაგრამა, რაც საშუალებას გვაძლევს ადვილად მივიღოთ ნორმალური ძაბვების ეპიურები.

ამ საკითხის დიდი მნიშვნელობის გამო გავაშუქოთ ფერეს მეთოდის გამოყენება რკინაბეტონის კოჭებში ძაბვების განსაზღვრისათვის ი. სტოლიაროვის [4] მეთოდის დაცვით.

განვიხილოთ სწორკუთხოვანი კვეთის რკინაბეტონის კოჭი (ნახ. 2, ა) ერთმხრივი არმატურით. დავუშვათ, რომ კოჭი იტვირთება სტატიკურად ორი შეყურსული ძალით.

ძალებს შორის კოჭის უბანი იმყოფება წმინდა ლუნვის პირობებში (კოჭის საკუთარ წონას მხედველობაში არ ვღებულობთ), ამიტომ ბრტყელი კვეთების ჰიპოთეზის საფუძველზე გვექნება (ნახ. 2, ბ):

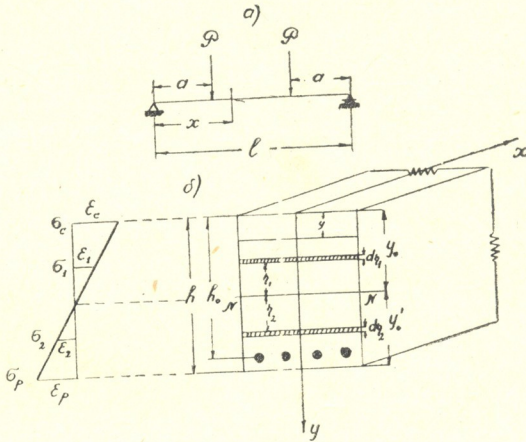
$$\epsilon_1 = \frac{\epsilon_c \eta_1}{\gamma_0}; \quad \epsilon_2 = \frac{\epsilon_p \cdot \eta_2}{\gamma_0'} \quad (2)$$

სადაც  $\epsilon_c$  და  $\epsilon_p$  კიდურ ბოჭკოებში გაჭიმვისა და შეკუმშვის დეფორმაციების აბსოლუტური სიდიდეებია კვეთში.

ამ ბოჭკოებში სათანადო ძაბვები აღვნიშნოთ  $\sigma_c$  და  $\sigma_p$ -ით. რკინაბეტონის კოჭის კვეთის დაძაბული მდგომარეობის განსაზღვრა სტატიკურად ურკვევადი ამოცანაა, რომელშიც უცნობია: არმატურაში და ბეტონის გაჭიმული და შეკუმშული ზონების კიდურ ბოჭკოებში ძაბვები, ბეტონის ორივე ზონაში კოჭის სიმაღლის მიხედვით ძაბვების ეპიურის მრუდები და კოჭის სიმაღლის მიხედვით დეფორმაციების ცვალებადობის კანონი.



ამ ამოცანის გადასაწყვეტად უნდა დავაკმაყოფილოთ სტატიკის, გეომეტრიისა და ფიზიკის აუცილებელი პირობები. სტატიკა იძლევა წონასწორობის 2 განტოლებას. გეომეტრია გვაძლევს (1) დამოკიდებულებას, რომელიც გვიჩვენებს, რომ კოჭის სიმაღლის მიხედვით გრძივი დეფორმაციები იცვლება სწორად



ნახ. 2

ზახის კანონისამებრ. ფიზიკა აკმაყოფილებს სამ პირობას. ამრიგად, ამოცანის გადასაწყვეტად ჩვენ გვაქვს ყველა საჭირო პირობა.

დავწეროთ წონასწორობის განტოლებები (სურ. 2, 6):

$$-\int_0^{y_0} \sigma_1 b d \eta_1 + \int_0^{y'_1} \sigma_2 b d \eta_2 + \sigma_a F_a = 0$$

$$\int_0^{y_0} \sigma_1 b \eta_1 d \eta_1 + \int_0^{y'_0} \sigma_2 b \eta_2 d \eta_2 + \sigma_a F_a (h_0 - y_0) = M,$$

სადაც  $F_a$  არნატურის კვეთია,  $\sigma_a$ —ძაბვა არმატურაში. შევცვალოთ  $\eta_1$  და  $\eta_2$  დეფორმაციებით  $\epsilon_1$  და  $\epsilon_2$ , რისთვისაც გამოვიყენოთ დამოკიდებულებები (2):

$$-\frac{b y_0}{\epsilon_c} \int_0^{\epsilon_c} \sigma_1 d \epsilon_1 + \frac{b y'_0}{\epsilon_p} \int_0^{\epsilon_p} \sigma_2 d \epsilon_2 + \sigma_a F_a = 0$$

$$\frac{b y_0^2}{\epsilon_c^2} \int_0^{\epsilon_c} \sigma_1 \epsilon_1 d \epsilon_1 + \frac{b y_0'^2}{\epsilon_p^2} \int_0^{\epsilon_p} \sigma_2 \epsilon_2 d \epsilon_2 + \sigma_a F_a (h_0 - y_0) = M$$

}  
 }  
 (3)

გარდავქმნათ განტოლებები (3), რისთვისაც კიდური ბოჭკოების დე-ფორმაციების აბსოლუტური ჯამები აღვნიშნოთ

$$e = \varepsilon_c + \varepsilon_p;$$

ვინაიდან

$$y_0 + y'_0 = h,$$

ამიტომ

$$\frac{\varepsilon_c}{y_0} = \frac{\varepsilon_p}{y'_0} = \frac{e}{h}.$$

კოჭის რომელიმე ბოჭკოსათვის დეფორმაციის საერთო გამონატულება იქნება

$$\varepsilon = \frac{(y - y_0) e}{h},$$

საიდანაც: კიდური შეკუმშული ბოჭკოსათვის—

$$\varepsilon_c = \frac{y_0 \cdot e}{h},$$

კიდური გაჭიმული ბოჭკოსათვის—

$$\varepsilon_p = \frac{(h - y_0) e}{h}$$

და არმატურისათვის

$$\varepsilon_a = \frac{(h_0 - y_0) e}{h} = \beta e + \varepsilon, \quad (4)$$

სადაც

$$\beta = \frac{h_0}{h}.$$

მაშინ (3) განტოლებების ნაგვიერ მივიღებთ

$$\left. \begin{aligned} - \int_0^{\varepsilon_c} \sigma_1 d\varepsilon_1 + \int_0^{\varepsilon_p} \sigma_2 d\varepsilon_2 + E_a e \varepsilon_a \mu &= 0 \\ \int_0^{\varepsilon_c} \sigma_1 \varepsilon_1 d\varepsilon_1 + \int_0^{\varepsilon_p} \sigma_2 \varepsilon_2 d\varepsilon_2 + E_a e \varepsilon_a^2 \mu - m e^2 &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

სადაც

$$m = \frac{M}{bh^2}; \quad \mu = \frac{F_a}{bh}$$

არმირების კოეფიციენტი.

ახლა გავადიფერენციალოდ განტოლებები (5)

$$\left. \begin{aligned} \sigma_c d\varepsilon_c - \sigma_p d\varepsilon_p &= E_a \mu \cdot dC \\ \sigma_p \varepsilon_p d\varepsilon_p - \sigma_c \varepsilon_c d\varepsilon_c &= e^2 dm + m e de - E_a \mu d\beta, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

სადაც

$$C = e \epsilon_a = e (\beta e + \epsilon_c); \quad B = e \epsilon_a^2 = e (\beta e + \epsilon_c)^2;$$

(6) განტოლებებიდან საბოლოოდ მივიღებთ:

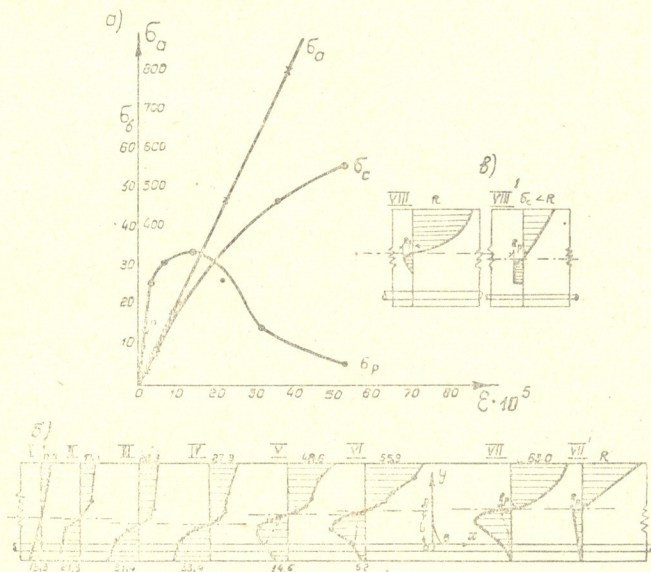
$$\left. \begin{aligned} \sigma_c &= \frac{dm}{d\epsilon_c} \left[ e + 2m \frac{de}{dm} - \frac{E_a \mu}{e} \left( \frac{dB}{dm} - \epsilon_p \frac{dC}{dm} \right) \right] \\ \sigma_p &= \frac{dm}{d\epsilon_p} \left[ e + 2m \frac{de}{dm} - \frac{E_a \mu}{e} \left( \frac{dB}{dm} - \epsilon_c \frac{dC}{dm} \right) \right] \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

არმატურაში ძაბვის განსასაზღვრავად გვექნება განტოლება

$$\sigma_a = E_a \epsilon_a = E_a (\beta e + \epsilon_c) \quad (8)$$

(7) და (8) განტოლებები აკავშირებენ ძაბვებს დეფორმაციებთან რკინაბეტონის კოჭის კვეთში და ამრიგად განსაზღვრავენ ჭეშმარიტ დაძაბულ მდგომარეობას.

ჩვენ გამოვცადეთ ტუფრკინაბეტონის კოჭები  $16 \times 25 \times 230$  სმ ზომით [5] და ამ ცდების შედეგები დამუშავდა ფერეს მეთოდით.



ნახ. 3

მოვიყვანოთ ერთ-ერთი ასეთი ცდის მონაცემებს (ნახ. 3, ა). 16 სერიის 1 კოჭისათვის აგებულია ტუფრბეტონის გაჭიმვისა და შეკუმშვის, აგრეთვე არმატურის დეფორმაციის მრუდები. არმატურა —  $2\Phi 20$  მმ., სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე  $R = 63 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$ , სიმტკიცის ზღვარი გაჭიმვაზე  $R_p = 6,5 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$ . ნიმუში იყო ერთი თვის ასაკისა. შენახვა — ნოტიო.

სათანადო მონაცემები მოყვანილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

დაძაბული მდგომარე- ობა	$m = \frac{M}{bh^2}$ $\frac{კმ}{სმ^2}$	$\epsilon_c \cdot 10^5$	$\epsilon_p \cdot 10^5$	$\epsilon_a \cdot 10^5$	$\sigma_c$ $\frac{კმ}{სმ^2}$	$\sigma_p$ $\frac{კმ}{სმ^2}$	$\sigma_a$ $\frac{კმ}{სმ^2}$	$\gamma_0$ სმ
I	2,25	1,22	0,90	0,60	10,5	13,5	12,7	14,38
II	3,75	3,66	2,70	1,81	17,1	21,3	38,0	14,39
III	5,25	10,98	6,75	4,27	20,3	31,4	89,6	15,48
IV	6,75	22,00	13,50	8,53	27,3	33,4	179,1	15,49
V	8,25	35,40	31,50	22,13	48,6	14,7	404,8	13,23
VI	9,75	52,46	53,00	38,24	55,9	5,2	803,0	12,44
VII	11,25	68,30	73,00	—	65,4	-5,41	1117,6	12,08
VIII	12,75							

თვალსაჩინო ბზარი

ბეტონის მუშაობის მრუდების:  $\sigma_c = f(\epsilon_c)$  და  $\sigma_p = f(\epsilon_p)$  მიხედვით (ნახ. 3, a) აიგო საშიშო კვეთისათვის დაბეჭდვის ეპიურა, რომლებიც ახასიათებენ კოჭის 1 ცხრილში ნაჩვენებ პირველ ექვს დაძაბულ მდგომარეობას.

ბეტონის მუშაობის დიაგრამის დაბეჭდვის ეპიურად გარდაქმნისას, ნაგულისხმევი იყო, რომ პირველის საცდელი წერტილები ურთიერთ შეერთებულია სწორი ხაზებით. ვაჩვენოთ, რომ დაბეჭდვის ყველა ეს ეპიურა (მათ შორის ის ეპიურა, რომელიც მიღებულია ბეტონის დენადობისას, მაგრამ არმატურის ვაგლენის გათვალისწინებით) საკმარისი სიზუსტით აკმაყოფილებს წონასწორობის პირობებს, ე. ი. გრაფიკულად გამოხატავს ტუფორკინაბეტონის კოჭის ნამდვილ დაძაბულ მდგომარეობას მოცემულ კვეთში.

ამისათვის საჭიროა დაბეჭდვის ეპიურებისა და კოჭის გარე დატვირთვების მიხედვით (სურ. 3, ბ) შევადგინოთ წონასწორობის განტოლებები:

$$Z_a + Z_{\sigma} - D = 0 \text{ და } M_{გარ.} - M_{შიგ.} = 0,$$

სადაც  $Z_a$ ,  $Z_{\sigma}$ ,  $D$  დაბეჭდია (სათანადოთ) არმატურაში, ბეტონის გაჭიმულ და შეკუმშულ ზონაში;  $M_{გარ.}$ ,  $M_{შიგ.}$ —გარე და შიგა მომენტები.

სხვაობები  $(Z_a + Z_{\sigma}) - D$  და  $M_{გარ.} - M_{შიგ.}$  გვიჩვენებს მოცემული კვეთის წონასწორობის პირობების დაცვის სიზუსტეს.

ჩვენი კოჭისათვის ასეთნაირად მიღებული შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

დაძაბული მდგომარე- ობა	$Z_a = F_a \sigma_a$ კმ	$Z_{\sigma} = F_{\sigma}^{შ.პ.} \cdot b$ კმ	$D = F_D^{შ.ც.} \cdot b$ კმ	$(Z_a + Z_{\sigma}) - D$ % %	$M_{გარ.}$ კმ სმ	$M_{შიგ.}$ კმ სმ	$M_{გარ.} - M_{შიგ.}$ % %
I	79,8	1147	1208	1,5	22500	21264	5,4
II	238,6	2350	2520	0,8	37500	38633	3,0
III	552,7	3250	3989	0,6	52500	56267	6,5
IV	1124,7	3785	4911	2,0	67500	70548	4,3
V	2919,0	2261	5143	0,7	82500	85054	3,0
VI	5042,0	1021	5563	8,8	97500	98152	0,7

შენიშვნა:  $F_a$ —არმატურის კვეთის ფართი;  $F_{\sigma}^{შ.პ.}$ —გამჭიმავი დაბეჭდვის ეპიურის ფართი;  $F_D^{შ.ც.}$ —კუმშვადი დაბეჭდვის ეპიურის ფართი.

მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ პირველი ოთხი ეპიურა საკმარისი სიზუსტით აკმაყოფილებს კოჭის წონასწორობის პირობებს.

სულ სხვა სურათს მივიღებთ დატვირთვის შემდგომ საფეხურზე, როდესაც ადგილი აქვს გაჭიმული ბეტონის დენადობას, გამჭიმავი ძაბვების ეპიურა თავისი კუზით უფრო მალდება და მეტად ეკვრება კოჭის ნეიტრალურ ღერძს. აქ არმატურის გავლენის გაუთვალისწინებლობა მოგვეცემს დიდ დამახინჯებას.

ი. სტოლიაროვა [7] გვიჩვენა, რომ არმატურის მოქმედების რადიუსი მინიმალურად მის 4 დიამეტრს უდრის. ჩვენც მივიღოთ ეს სიდიდე. არმატურის გავლენა კოჭის სიმაღლის მიხედვით უნდა იცვლებოდეს რაღაც მიღვევითი მრუდის კანონით. დავუშვათ, რომ ეს მრუდი წარმოადგენს კვადრატულ პარაბოლს:  $x = ay^2 + by + C$  და რომ არმატურის გავლენის მაქსიმალური მნიშვნელობა მის ზედაპირთან უდრის 1-ს, ხოლო არმატურის მოქმედების რადიუსი  $-L$ -ს, მაშინ მივიღებთ პარაბოლის შემდეგი სახის განტოლებას:

$$x = \frac{y^2}{L^2} - \frac{2y}{L} + 1.$$

ჩვენს შემთხვევაში პარაბოლის წვერი ხვდება ნიტრალურ ღერძზე.

კოჭის გაჭიმვის ეპიურის მიხედვით ნამდვილი ძაბვების მიღებისათვის საჭიროა ძაბვები გაჭიმულ ზონაში კოჭის სიმაღლის მიხედვით გავამრავლოთ პარაბოლის სათანადო აბსცისებზე.

ასეთნაირად იქნა მიღებული გამჭიმავი ძაბვების V და VI ეპიურები, რომლებიც შემცირებულია ნახ. 3, 6 მათგან წყვეტილი ხაზებით ჩამოჭრილი ფარებით.

ეს გარემოება გათვალისწინებულია მე-2 ცხრილში, რომლიდანაც ჩანს კოჭის კვეთის წონასწორობის პირობების საკმარისად ზუსტი დაცვა V და VI დამატებითი მდგომარეობისასაც კი.

VII ეპიურა, რომელიც გამოხატავს ბზარის წარმოქმნის მომენტს, შეიძლება შეიცვალოს VII' საანგარიშო სქემით. ამ ეპიურისათვის სხვაობები ( $Z_a + Z_c$ ) - D და  $M_{გარ.} - M_{ივ.}$  სათანადოდ შეადგენდნენ 7,5 და 3,6%. ნახ. 3, 6-ზე ნაჩვენებია ძაბვების ეპიურები ბზარის გახსნის შემდეგ.

მსუბუქრკინაბეტონის კოჭების გამოცდის შედეგად მიღებული და ფერეს მეთოდით დამუშავებული ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზი იძლევა საშუალებას გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. რკინაბეტონის კოჭების წმინდა ღუნვის დროს ბრტყელი კვეთების ჰიპოტეზა მაშინაც კი მართებულია, როდესაც მათ გაჭიმულ ზონაში ხდება ბეტონის წმინდა-პლასტიკური დეფორმაცია, ე. ი. როდესაც ადგილი აქვს ბეტონის დენადობას;

2. მსუბუქი ბეტონის არმირება მით უფრო მეტად ამალღებს მისი სიმტკიცის ზღვარს გაჭიმვაზე, რაც უფრო ახლოა ბეტონი არმატურის ზედაპირთან, მაღალია არმირების პროცენტი და ხშირადაა განლაგებული არმატურა;

3. მსუბუქი რკინაბეტონის ღუნვადი ელემენტების შედარებით ძლიერი არმირებისას, როდესაც დაცულია პირობები  $p \cong 1\%$  და  $\omega \cong 0,25$  მათი (ელემენტების) ზღვრული დამატებითი მდგომარეობა ხასიათდება იმით, რომ ძაბვები საშიშ კვეთში ბეტონის კიდურ გაჭიმულ ბოჭკოებში ნულს უდრის, ხოლო ძაბვები კიდურ შეკუმშულ ბოჭკოებში აღწევს R-ბეტონის სიმტკიცის ზღვარს კუმშვაზე. მსუბუქი რკინაბეტონის კოჭის მუშაობის ეს სტადია წინაღ შეუქმნეველი რჩებოდა.



ახლა, როდესაც იგი უკვე დადგენილია, როგორც გამომხატველი ელემენტის ჰემპარიტი ზღვრული დაძაბული მდგომარეობისა, სწორედ მის საფუძველზე უნდა აიგოს ფორმულა მსუბუქი რკინაბეტონის ღუნვადი კონსტრუქციების ბზარწარმოქმნაზე გაანგარიშებისათვის არაირებული მსუბუქი ბეტონის წმინდა-პლასტიკური დეფორმაციების გათვალისწინებით. მუშაობის მსგავს სტადიას,  $\rho$  და  $\omega$  უფრო მაღალი მნიშვნელობის დროს, ადგილი აქვს მძიმე რკინაბეტონის კოჭებშიაც, მაგრამ იმ განსხვავებით, რომ ამ შემთხვევაში ბეტონის კიდურ შეკუმშულ ბოჭკოებში ძაბვები გაცილებით ნაკლებია  $K$ -ზე ე. ი. ისინი ვერ აღწევენ ბეტონის სიმტკიცის ზღვარს კუმშვაზე.

4. იმ გარე ძალის მნიშვნელობა, რომელიც გამოიწვევს მსუბუქი რკინაბეტონის ღუნვად ელემენტებში პირველი ბზარების წარმოქმნას, საკმარისი სიზუსტით შეიძლება განისაზღვროს ექსპერიმენტული მეთოდით. თუ ჩვენ გვაქვს პირობა:  $\rho < 1\%$  ან  $\omega < 0,25$ , მაშინ დატვირთვა, რომელიც იწვევს მასალის მუშაობის დიაგრამაში გარდატეხას, იქნება პირველი ბზარის წარმოქმნის გამოიწვევი ძალა. ერთდროულად, გარდატეხის წერტილის პროექცია დეფორმაციების ღერძზე, ახდენს მსუბუქი ბეტონის ზღვრული დრეკად-პლასტიკური წაგრძელების ფიქსაციას. თუ კი გვაქვს პირობები:  $\rho \cong 1\%$  და  $\omega \cong 0,25$ , მაშინ დატვირთვა, რომლის დროსაც ბეტონის გაჭიმულ კიდურ ბოჭკოებში, საშიშ კვეთში, მიიღება ნოლის ტოლი ძაბვა, იქნება ის ძალა, რომელიც მოქმედებს პირველი ბზარის წარმოქმნის მომენტში.

ბეტონში გამჭიმავი ძაბვის ნულის ტოლი მნიშვნელობა მიიღება, თუ ბზარი გადის ტენზომეტრის ბაზის ფარგლებში — დატვირთვის იმ საფეხურზე, რომელზედაც (7) განტოლებებიდან გამოანგარიშებული გამჭიმავი ძაბვის წინ წარმოიქმნება ნიშანი მინუსი (ვინაიდან გამჭიმავი ძაბვა არ შეიძლება იყოს უარყოფითი, ამიტომ ნიშანი მინუსის გაჩენა ნიშნავს ბეტონში ბზარის წარმოქმნას).

სსრ კავშირის ელექტროსადგურების სამინისტროს  
ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის  
თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 3.4.1957)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Налаи. Пластичность и разрушение твердых тел. Москва, 1954.
2. Б. Л. Николаи. Расчет железобетона с учетом растянутой зоны бетона и действительного закона его деформации. Харьков, 1933.
3. Feret. Etude experimentale du ciment armé. 1906.
4. Я. В. Столяров. Теория железобетона на экспериментальной основе. Харьков, 1934.
5. В. К. Балавадзе. Некоторые вопросы трещинообразования в легком железобетоне, Сообщения АН ГССР, т. XVII, № 4, Тбилиси, 1956.
6. Я. В. Столяров. Введение в теорию железобетона. Москва, 1941.

ენერგეტიკა

ბ. რატიანი

 თბოგაცემა მცირე ზომის წიბოებიანი ზედაპირის საშუალებით  
 დუღილის ღრს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 20.9.1956)

წიბოვანი ხურების ზედაპირებს ტექნიკაში ფართოდ იყენებენ. ძირითადად მათ იყენებენ თბოგადაცემის ინტენსიფიკაციისთვის გამაცხელებელ და გამთბობ აპარატებში. კერძოდ წიბოვანმა ზედაპირებმა გამოყენება ჰპოვა სამაცივრო მანქანების კონდენსატორება და ამორთქლებლებში. ეს იმით აიხსნება, რომ თბოგადაცემის კოეფიციენტი სამაცივრო აგენტის დუღილის მხარეს ამორთქლებლებში და მისი კონდენსაციის მხარეს კონდენსატორებში ბევრად დაბალია ხურების ზედაპირის მეორე მხარის თბოგადაცემის კოეფიციენტთან შედარებით.

წიბოვანი ზედაპირის გაანგარიშება საკმაო სირთულით ხასიათდება. ასეთი გაანგარიშება გულისხმობს ართმეული სითბოს რაოდენობის, თბოგადაცემის კოეფიციენტის, წიბოში ტემპერატურათა განაწილების, გაწიბოვნებული ზედაპირის ხურების ფართისა და მისი წონისა და ღირებულების განსაზღვრას. გაანგარიშებისას სათანადო ყურადღება უნდა მიექცეს წიბოების ტიპის, ზომებისა და მათ განლაგების გავლენას თბოგადაცემის კოეფიციენტზე. წიბოების საშუალებით გადაცემული სითბოს თეორიული გზით განსაზღვრა აგებულია ფურიეს განტოლების ინტეგრირებაზე. ამ ამოცანის ანალიტიკური გადაწყვეტა დაკავშირებულია მათემატიკური ხასიათის საგრძნობ სიძნელეებთან, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, რიგ გამამარტივებელ დაშვებათა მოხდენის გზით რიგი შემთხვევებისათვის მიღებულია ამოცანის მიახლოებითი ამონახსნები. ასეთი თეორიული ხასიათის გამოკვლევები ჩაატარეს შმიტმა, ტენ-ბოშმა, ლ. ილინმა, მ. სტირიკოვიჩმა და სხვებმა.

შემოსხენებული ავტორების მიერ გადაწყვეტილ იქნა წიბოში თბოგამტარობის დიფერენციალური განტოლება [1], რომელსაც შემდეგი ზოგადი სახე აქვს:

$$\vartheta = f(\alpha_p, \alpha_m, \vartheta_0, \lambda, \Phi, l_1, l_2, l_3, \dots) \text{ } ^\circ\text{C.}$$

$$Q = f(\alpha_p, \alpha_m, \vartheta_0, \lambda, \Phi, l_1, l_2, l_3, \dots) \frac{\text{ქალ}}{\text{საათი}}.$$

ამრიგად, წიბოში ტემპერატურის განაწილება და მასში გამავალი სითბოს რაოდენობა დამოკიდებულია გვერდითი და ტორსული ზედაპირების 21. „მოამბე“, ტ. XIX, № 3, 1957

თბოგაცემის კოეფიციენტების  $\alpha_p$  და  $\alpha_m$ , ფუძის ტემპერატურის  $\vartheta_0$ , თბოგამტარობის კოეფიციენტის, წიბოს მასალის, აგრეთვე მისი ფორმისა და გეომეტრიული ზომებისაგან.

მეორე მიმართულება წიბოების საშუალებით თბოგადაცემის შესწავლის დარგში ითვალისწინებს კრიტიკულ განტოლებათა შედგენას მსგავსებისა და ვანზომილებათა თეორიის საფუძველზე. ამ შემთხვევაში საჭირო ხდება აგრეთვე სათანადო ცდების ჩატარება.

ასეთი განტოლებები მიღებული იყო ი. ჩერნობილსკის, ბელეცკისა და სხვათა მიერ.

ხსენებულ კრიტიკულ განტოლებებს შემდეგი ზოგადი სახე აქვს:

$$Nu = f \left( Re, \frac{\lambda}{\lambda_1}, \frac{h}{d}, \frac{\vartheta}{d}, \frac{S}{d} \dots \right).$$

თბოგადაცემა წიბოების საშუალებით დუდილის დროს საკმაო თავისებურებებით ხასიათდება. სახელდობრ, ამ შემთხვევაში თბოგაცემის კოეფიციენტის ლოკალური მნიშვნელობა დამოკიდებულია არა სითხის ჰიდროდინამიკის, არამედ მისი ფიზიკური კონსტანტებისა და ზედაპირის თბური დატვირთვისაგან. ამასთან დაკავშირებით თბოგაცემის კოეფიციენტები წიბოების არმქონე და მცირე ზომის წიბოებიანი მილებისათვის არსებითად არ უნდა განსხვავდებოდეს ერთმანეთისაგან.

ამ მოსაზრების დასადასტურებლად ჩვენ გამოვითვალეთ ტემპერატურათა განაწილება მცირე ზომის წიბოებზე. გამოთვლების დროს გამოიყენებულ იქნა ავტორის ექსპერიმენტული მონაცემები [2]. ლ. ილინისა და მ. სტირიკოვიჩის გამარტივებულ ფორმულას [3, 4], რომელიც განსაზღვრავს ტემპერატურულ დაწნევათა ფარდობას წიბოს ტორსთან და მის ფუძესთან, შემდეგი სახე აქვს:

$$\frac{\vartheta}{\vartheta_0} = \frac{thmr_0(\rho - 1)(1 + 0,35l_m\rho)}{mr_0(\rho - 1)(1 + 0,35l_m\rho)},$$

სადაც

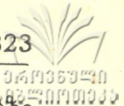
$$m = \sqrt{\frac{2\alpha_0}{\lambda\vartheta}}$$

და

$$\rho = \frac{R}{r_0}.$$

ამ ფორმულაში  $\alpha_0$  თბოგაცემის კოეფიციენტია წიბოს ფუძესთან (ვიღებთ ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით);  $\vartheta$  არის ტემპერატურული დაწნევა წიბოს ტორსულ ზედაპირისათვის;  $\vartheta_0$  წიბოს სისქეა;  $\lambda$  თბოგამტარობის კოეფიციენტია.





ზემოხსენებული ფორმულის საშუალებით განსაზღვრულ იქნა წიბოებზე ტემპერატურათა განაწილება სხვადასხვა წიბოვანი ზედაპირებისათვის (ექსპერიმენტული წიბოვანი მილების გეომეტრიული დახასიათება მოცემულია 1 ცხრილში).

ცხრილი 1

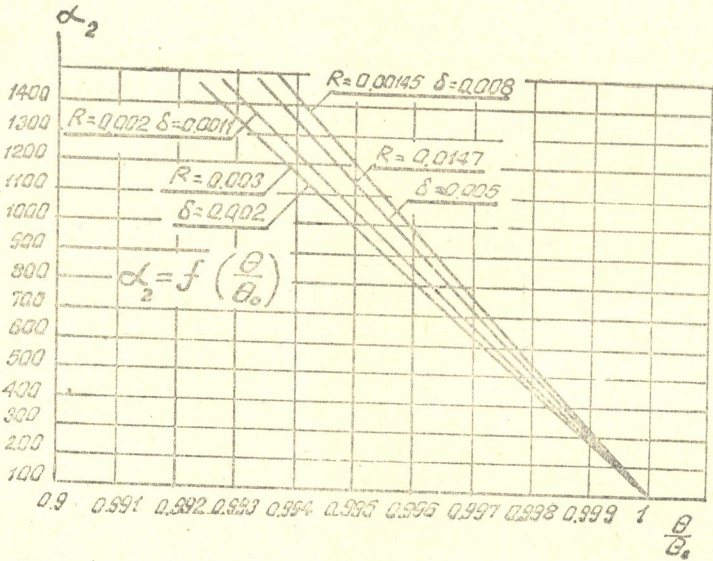
№№ რიგზე	მილების დასახელება	მილის გეომეტრიული დახასიათება									
		d <sub>შინ</sub> მმ	d <sub>ფუძ</sub> მმ	d <sub>გარ</sub> მმ	S მმ	k მმ	წიბოს სისქე			მილების სიგრძე	მილების განაწილების კოეფიცი.
							δ <sub>ფუძ</sub>	δ <sub>საშ</sub>	δ <sub>ტორს</sub>		
1	მილი № 1 (გლუვი, სპილენძის)	10	14	—	—	—	—	—	—	525	—
2	მილი № 2 (გლუვი, სპილენძის)	8	18	—	—	—	—	—	—	170	—
3	მილი № 3 (ნაკორვი, სპილენძის)	8	21,1	24	2	1,45	1,4	0,8	0,4	184	2,1
4	მილი № 4 (მრგვალი, ბრტყელი წიბოებით, სპილენძის)	8	18	24	4	3	2	2	2	170	2,84
5	მილი № 5 (ნაკორვი, სპილენძის)	8	18	22	2	2	1,7	1,1	0,5	170	2,76
6	მილი № 6 (გლუვი, ფოლადის)	8	18	—	—	—	—	—	—	170	—

გამოთვლა წარმოებდა სხვადასხვა სიდიდის თბური ნაკადებისათვის, ე. ი. თბოგაცემის კოეფიციენტის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის. ამ გამოთვლების შედეგები მოცემულია ნახ. 1-ზე, სადაც აბსცისაზე გადაზომილია ტემპერატურულ დაწნევათა ფარდობა  $\frac{\theta}{\theta_0}$ , ხოლო ორდინატაზე—თბოგაცემის კოეფიციენტი  $\alpha_2$ .

როგორც ნახ. 1-დან ჩანს, განსაზღვრული გეომეტრიული ზომების მქონე წიბოსათვის ტემპერატურულ დაწნევათა ფარდობის ცვლილება, გამოწვეულია  $\alpha_2$ -ის ცვალებადობით, მეტად მცირეა. მაგალითად,  $\alpha_2$ -ის 10-ჯერ გადიდებით  $\frac{\theta}{\theta_0}$  მცირდება 1,0-დან 0,995-მდე ბრტყელი წიბოსათვის და 0,995-მდე ნაკორვი წიბოსათვის.

წიბოს გეომეტრიული ზომების შეცვლა, მაგალითად, მისი სიმაღლე R-ის გადიდება, იწვევს თბოგაცემის კოეფიციენტის შემცირებას, ვინაიდან ამ დროს მცირდება ფარდობა  $\frac{\theta}{\theta_0}$ .

ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, რომ ტემპერატურათა განაწილება დუღილის დროს მცირე ზომის წიბოებზე დამოკიდებულია წიბოს ფუძის ტემპერატურისა და თბოგაცემის კოეფიციენტისაგან.



ნახ. 1

ნათქვამის საფუძველზე მცირე ზომის წიბოებისათვის მიღებული ზოგადი განტოლება შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგი სახით:

$$\vartheta = f(\alpha_2, \vartheta_0),$$

$$Q = f(\alpha_2, \vartheta_0).$$

ექსპერიმენტები ჩავატარეთ ფრეონ 12-ის დუღილის დროს სხვადასხვა ზედაპირზე (იხ. ცხრ. 1). ექსპერიმენტული დანადგარის აღწერილობა და ცდების მეთოდოლოგია მოყვანილია ლიტერატურაში [2].

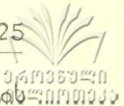
ცდების შედეგები, რომლებიც მიღებულია ფრეონ-12-ის დუღილის დროს წიბოვანი მილების ზედაპირზე, ნახ. 2-ზე მოცემულია კოორდინატებით  $\alpha-q$ .

როგორც ნახ. 1-დან ჩანს, ექსპერიმენტული წერტილები დამაკმაყოფილებლად ლავდება ერთ სწორ ხაზზე. წერტილების მაქსიმალური გაფანტვა 10—15%-ს არ აღემატება.

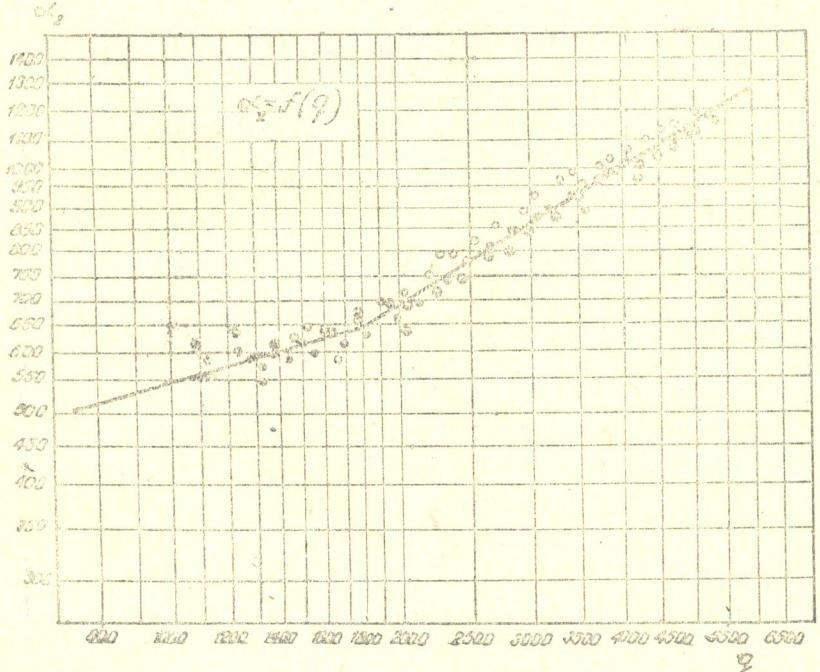
შედარების მიზნით ნახ. 3-ზე წარმოდგენილია ჩვენ მიერ მიღებული ექსპერიმენტული წერტილები როგორც წიბოვანი, ისე გლუვი მილებისათვის.

თბოგაცემის კოეფიციენტის ხსენებული მნიშვნელობანი საკმარისი სიზუსტით ემორჩილება განტოლებას

$$\alpha_2 = Cq^{0.76}.$$



ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ დუღილის დროს თბოგაცემის კოეფიციენტი გლუვი მილისათვის უდრის კოეფიციენტს მცირე ზომის წიბოებიანი მილისათვის. ნათქვამი იმას გულისხმობს, რომ განხილულ პირობებში ტემპერატურათა განაწილება წიბოებზე თანაბარია, ე. ი. წიბოს ფუძის ტემპერატურა. მისი ტორსული ზედაპირის ტემპერატურის ტოლია. უნდა აღინიშნოს, რომ თბოგაცემის კოეფიციენტი  $\alpha_2$ -ის მნიშვნელობის გაანგარიშებას წიბოვანი ზედაპირის შემთხვევაში ჩვენ მთლიანი ზედაპირის ფართის ერთეულისათვის ვახდენდით.



ნახ. 2

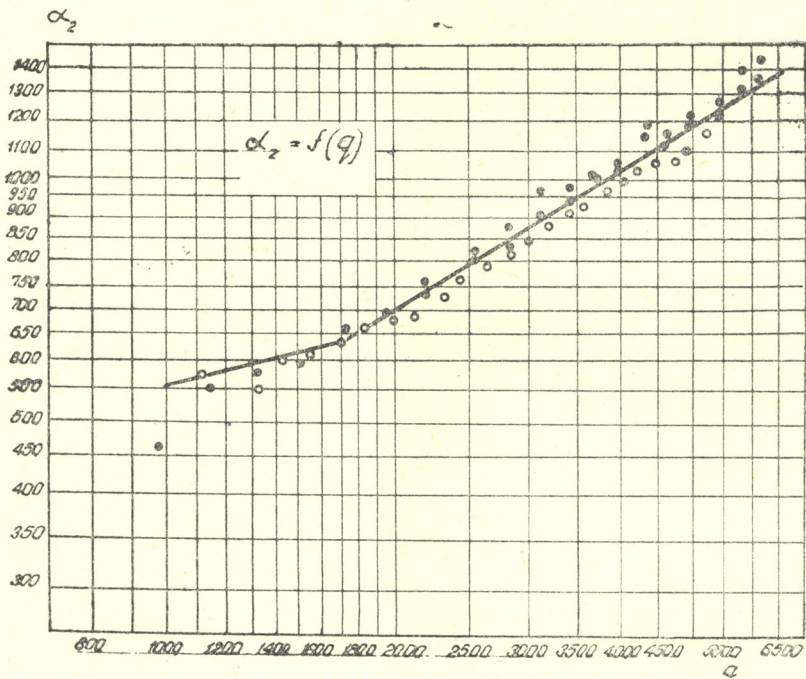
იმ შედეგებს, რომლებიც მიღებულია ამ გამოკვლევის საფუძველზე, განსაზღვრული მნიშვნელობა აქვს ხურების ზედაპირის რაციონალური ფორმის შერჩევის თვალსაზრისით სამრეწველო-სამაცივრო დანადგარების ამოერთკლებლებისათვის, რომლებშიც ამჟამად მხოლოდ წიბოვანი მილები იხმარება.

როგორც ცნობილია, წიბოვანი მილები სხვადასხვანაირად მზადდება. ზოგჯერ ისინი წარმოადგენენ ერთ მთლიან სხმულს, ზოგჯერ კი წიბოები ცალკე მზადდება და შემდეგ ხდება მათი დამაგრება შესაბამის ზედაპირზე. გარდა ამისა, წიბოვანი ზედაპირი შეიძლება მიღებულ იქნეს მილზე სპირალურად ლითონის ლენტის დახვევის გზით. ხურების ფართის გადიდება შეიძლება განხორციელდეს აგრეთვე მილების ზედაპირების გორვით.



ნაგორვი მიწების დამზადების ტექნოლოგია ბევრად მარტივია წიბოვანი მიწების დამზადების სხვა მეთოდებთან შედარებით; ამასთან იმ დროს, როდესაც გორვით მიწის გარე ზედაპირი შეიძლება ორჯერ გავზარდოთ, თვით მიწის გაბარიტები სრულიად არ იცვლება.

ვინაიდან ზემოხსენებულის თანახმად თბოგაცემის კოეფიციენტი მცირე ზომის წიბოებიანი ზედაპირისათვის არ არის დამოკიდებული წიბოების ფორმაზე, მიზანშეწონილია მიწის გაწიბოვნება განვახორციელოთ ხოლმე ყველაზე მარტივი მეთოდით, ე. ი. გორვით.



ნახ. 3

იმისათვის, რომ გაწიბოვნების კოეფიციენტი რაც შეიძლება დიდი აღმოჩნდეს, საჭიროა მინიმუმამდე შევამციროთ ბიჯი წიბოებს შორის და თვით წიბოების სისქე, წიბოების სიმაღლემ კი ამ დროს 2 მმ-ს არ უნდა გადააჭარბოს.

ჩვენ მიერ ჩატარებული გაანგარიშების თანახმად, სითბოს მაქსიმალური რაოდენობის ართმევის შესაძლებლობას იძლევიან შემდეგი გეომეტრიული ზომების მქონე ნაგორვი წიბოები:

- ბიჯი —  $S = 1,3$  მმ
- სიმაღლე —  $h = 1,4$  მმ
- სისქე ფუძესთან —  $\delta = 1,0$  მმ
- ტორსის სისქე —  $\delta_r = 0,3$  მმ.

ასეთი ზომის წიბოების განხორციელების შემთხვევაში გაწიბოვნების კოეფიციენტი აღწევს 4-ს.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ:

1. ფრონის დუღილის დროს ორთქლის წარმოქმნის პროცესი მცირე ზომის წიბოებიანი მილების ზედაპირზე ანალოგიურია ამ პროცესის მიმდინარეობისა გლუვი ზედაპირის მქონე მილებზე, თბოგაცემის კოეფიციენტთა აბსოლუტური მნიშვნელობანი კი ამ მილებისათვის ერთმანეთის ტოლია;

2. ძილების გაწიბოვნება სამაცივრო დანადგარების ამოორთქლებლებისათვის, მათი ზედაპირების გორვის გზით, ამ მილების გაწიბოვნების ყველაზე უფრო ეფექტიან მეთოდს წარმოადგენს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. დიდებულიძის სახელობის

ენერგეტიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 20.9.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. А. Михеев. Основы теплопередачи, 1949.
2. И. И. Чернобыльский, Г. В. Ратиани. Холодильная техника, № 3, 1955.
3. А. А. Ильин, М. А. Стырикович. Советское котлотурбостроение № 19, 1939.
4. Л. Н. Ильин, М. А. Стырикович. Советское котлотурбостроение. № 2, 1940.

## ბოტანიკა

ა. ხიდაშელი და თ. სულაბაძე

თბილისის პირობებში ტორფის აქტივიზებული ბრიკეტებით  
ლიგონის მცენარეების გათბობის ცდა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ჯაფარიძემ 17.12.1956)

ქობულეთის ტორფის ექსპერიმენტალურმა სამუშაო ალ. ხიდაშელის მიერ დამუშავებული ტექნოლოგიით 1955 წელს ადგილობრივი ტორფისაგან დაამზა-  
რა აქტივიზებული უალო და უჯვამლო წვის ბრიკეტების პირველი მასობრივი  
პროდუქცია (12 ტ.). ამ ბრიკეტებს ციტრუსების ნარგავების გასათბობად იყე-  
ნებენ ხანმოკლე ყინვებისაგან დაცვის მიზნით, ამგვარ ყინვებს კი პერიოდულად  
აქვს ადგილი საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში.

1956 წლის იანვარში ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო  
კვლევითი ინსტიტუტის სოხუმის ფილიალმა ჩატარა აღნიშნული ბრიკეტებით  
გათბობის პირველი ცდა ლიგონის მცენარეებზე, რომლებიც მოთავსებული იყო  
ნარლის სამფენიანი ინდივიდუალური და ჯგუფური საფრის ქვეშ.

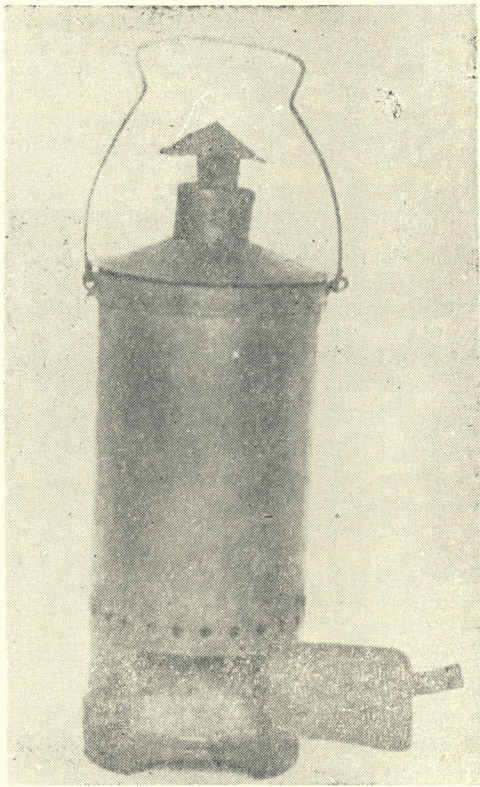
ვინაიდან მარლის საფრის ქვეშ მოთავსებული მცენარეების აქტივიზებული  
ბრიკეტებით გათბობამ დადებითი შედეგი გამოიღო, წინამდებარე სტატიის ავ-  
ტორებმა ანალოგიური ცდები ჩატარეს თბილისში, უფრო მკაცრ კლიმატურ  
პირობებში; საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტის  
მცენარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილების საცდელ ნაკვეთზე.  
ცდების ჩატარებაში, როგორც ტექნიკური მუშაკები, მონაწილეობას იღებდნენ  
ე. პატარიძე, გ. სადრაძე და მ. გოგოლაძე; ცდები ჩატარდა 1956 წლის თებერ-  
ვალ-მარტში. საცდელად აღებული იყო თხის ქოთნებში აღზრდილი ხუთწლია-  
ნი ლიგონის ნათესარები.

ცდებისათვის განკუთვნილი მცენარეები ცივი ორანჟერიიდან გარეთ გავი-  
ტანეთ და მიწაში ჩავვალეთ. ერთი წყვილი მცენარეებისა მოვათავსეთ მარ-  
ლის სამფენიანი საფრის ქვეშ, მეორე წყვილი კი — ნარლის ერთფენიანი საფრის  
ქვეშ. ჩატარებულ ცდებში ბრიკეტების დასაწვავად გამოვიყენეთ ა. ხიდაშელის  
კონსტრუქციის სათბურა (CX-1), ტევადობით 0,5 კგ, და 0,25 კგ ბრიკეტების  
ტევადობის კონსერვის თუნუქის დახვრეტილი კოლოფი. ცდები ტარდებოდა  
როგორც დღის, ისე ღამის საათებში, მშვიდი, ქარიანი და ყინვიანი ამინდების  
პირობებში, აგრეთვე თოვის დროს, როდესაც დადებული თოვლის ფენა 250 მმ  
აღწევდა; გარეთ ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურა კი —5°-დან +7°-მდე  
იცვლებოდა.

ქსოვილის საფრის ზომები იყო —0,9×0,8×1,6 მ. საფარის შიგნით ჰაერის  
ტემპერატურა იზომებოდა ყოველ ნახევარ საათში ნიადაგის ზედაპირიდან 0,60  
და 1,50 მეტრის სიმაღლეზე.

გათბობის პირველი ცდები ჩატარდა მარლის სამფენიანი საფრის ქვეშ, 0,5  
კგ ბრიკეტების ტევადობის სათბურა CX-1-ის გამოყენებით (სურ. 1).

ცდების დროს საფრის შიგნით გარე ჰაერთან შედარებით იქმნებოდა ტემპერატურის მაქსიმალური სხვაობა  $19^{\circ} \div 19,5^{\circ}$  და მინიმალური —  $3^{\circ}$ . ეფექტუ-



სურ. 1. სათბურა CX-1

რი გათბობა გრძელდებოდა ექვს საათს, 0,5 კგ ბრიკეტების დახარჯვით (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

ათვის დრო	გარე ჰაერის ტემპერატურა °C	ჰაერის ტემპერატურა საფრის შიგნით °C			ტემპერატურათა სხვაობის საშუალო ოდენობა	ამინდის მდგომარეობა
		0,6 მ სიმაღლეზე	1,5 მ სიმაღლეზე	საშუალო		
1	2	3	4	5	6	7
13—30	3,0	16,0	13,0	14,5	11,5	უქარო და უნალექო
14—00	3,0	25,0	19,0	22,0	19,0	
14—30	4,0	20,0	24,0	22,0	18,0	"
15—00	4,0	22,0	25,0	23,5	19,5	"
15—30	4,0	21,0	26,0	23,5	19,5	"
16—00	5,0	20,0	23,0	21,5	16,5	"

1-ლი ცხრილის გაგრძელება

1	2	3	4	5	6	7
16—30	5,0	17,0	21,0	19,0	14,0	უქარო და უნალექო
17—00	4,0	15,0	18,0	16,5	12,5	
17—30	4,0	12,0	14,0	13,0	9,0	
18—00	3,0	10,0	12,0	11,0	8,0	ქარი, "სიჩქა- რით 3:4 მ/სეკ-
18—30	3,0	6,0	8,0	7,0	4,0	"
19—00	3,0	8,0	8,0	8,0	5,0	"
19—50		6,0	6,0	6,0	3,0	"

სათბურა CX-1 აღებული საფრებისათვის მეტად მძლავრი გამოდგა და იმ მიზნით, რომ ცდების დროს არ გამოგვეწვია მცენარეების გადახურება, შემდგომ



სურ. 2. მარცხნივ—მარლის სამფენიანი საფარი, მარჯვნივ—  
 ნარმის ერთფენიანი საფარი





ცდებში სათბურას მაგივრად კონსერვის თუნუქის დახვრეტილი კოლოფი გამოყენეთ (ღიამეტრით 77 მმ და სიმაღლით 160 მმ), რომელიც 0,25 კგ ბრიკეტებს იტევდა (იხ. სურ. 2).

ცხრილი 2

მარლის სამფენიანი საფარი

ათვლის დრო	გარე ჰაერის ტემპერატურა °C	ჰაერის ტემპერატურა საფრის შიგნით °C			ტემპერატურათა სხვაობის საშუალო ოდენობა	ამინდის მდგომარეობა
		0,6 მ სიმაღლეზე	1,5 მ სიმაღლეზე	საშუალო		
00-30	-3,0	-2,0	-2,0	-2,0	1,0	წყნარი, ცინვიანი ღამე, უნალექოდ დაიწყო თოვა, სუსტი ქარი
01-00	-3,0	7,0	9,0	8,0	11,0	
01-30	-2,0	7,0	10,0	8,5	10,5	
02-00	-2,0	7,0	9,0	8,0	10,0	
02-30	-2,5	0,5,0	8,0	6,0	9,0	
03-00	-2,5	4,0	6,0	5,0	7,0	
03-30	-2,5	3,0	4,0	0,0	6,0	
04-00	-2,5	2,0	3,0	2,5	5,0	
04-30	-2,0	1,0	2,0	1,5	3,5	
05-00	-2,0	0,0	1,0	0,8	2,8	

ცხრილი 3

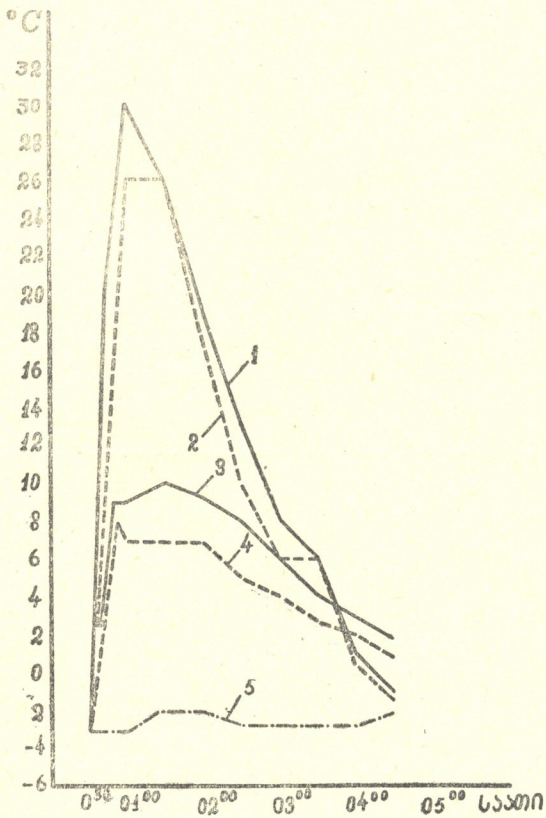
ნარმის ერთფენიანი საფარი

ათვლის დრო	გარე ჰაერის ტემპერატურა °C	ჰაერის ტემპერატურა საფრის შიგნით °C			ტემპერატურათა სხვაობის საშუალო ოდენობა	ამინდის მდგომარეობა
		0,6 მ სიმაღლეზე	1,5 მ სიმაღლეზე	საშუალო		
00-30	-3,0	-2,0	-2,0	-2,0	1,0	წყნარი, ცინვიანი ღამე უნალექოდ
01-00	-3,0	26,0	30,0	28,0	31,0	
01-30	-2,0	26,0	26,0	26,0	28,0	დაიწყო თოვა, სუსტი ქარი
02-00	-2,0	18,0	19,0	18,5	21,0	
02-30	-2,5	10,0	13,0	11,5	14,0	
03-00	-2,5	6,0	8,0	7,0	9,5	
03-30	-2,5	6,0	6,0	6,0	8,5	
04-00	-2,5	0,8	1,2	1,0	3,5	
04-30	-2,0	1,0	0,6	0,3	2,3	
05-00	-2,0	-1,0	-1,0	-1,0	1,0	

ბრიკეტები ზომით  $d=45$  მმ და  $h=20-25$  მმ იმტვირეოდა ოთხ ნაწილად, რომლებითაც შემდეგ ივსებოდა დახვრეტილი კოლოფები — „სათბურა“. სათბურას დასანთებლად მასში ჩატვირთულ ბრიკეტებზე ზემოდან ეწყობოდა ამავე

ბრიკეტების ორი-სამი გავარვარებული ნატეხი. სათბურა იწყებდა ნორმალურ მუშაობას დანთებიდან 10 ÷ 15 წუთის შემდეგ, ხოლო ამის შემდეგ სათბურას ვდგამდით საფრის ქვეშ მცენარეებს შორის. გათბობის ეფექტი იწყებოდა სათბურას დადგმისთანავე და სითბოს ნორმალური გამოყოფა საშუალოდ 5 საათს გრძელდებოდა. ამ ხნის განმავლობაში ბრიკეტების ხარჯვა სულ 0,25 კგ შეადგენდა. გათბობის ტემპერატურული რეჟიმი მოყვანილია მე-2 და მე-3 ცხრილებში და სათანადო გრაფიკებზე (სურ. 3).

ლიმონის მცენარეების მარლისა და ნარმის საფარებში ერთდროულად გათბობის შედეგები მოცემულია მე-4 და მე-5 ცხრილებში და სათანადო გრაფიკზე (სურ. 4).



სურ. 3. შემთბობის ტემპერატურული რეჟიმის გრაფიკი: 1 და 2—ნარმის ერთფენიანი საფრის ქვეშ, 3 და 4—მარლის სამფენიანი საფრის ქვეშ, 1,5 მ (—) და 0,6 მ (- - - -) სიმაღლეზე, 5—საკონტროლო

შემოთ მოყვანილი ცხრილებიდან და გრაფიკებიდან ჩანს, რომ სამფენიანი მარლის საფრისათვის ტემპერატურათა მაქსიმალური სხვაობა ტოლია 10 ÷ 11° და მინიმალური 2,8 ÷ 3°, სათანადოდ, ერთფენიანი ნარმის საფრისათვის კი



ცხრილი 4

მარლის სამფენიანი საფარი

ათვლის დრო	გარე ჰაერის ტემპერატურა °C	ჰაერის ტემპერატურა საფრის შიგნით °C			ტემპერატურათა სხვაობის საშუალო ოდენობა	ამინდის მდგომარეობა
		0,6 მ სიმაღლეზე	1,5 მ სიმაღლეზე	საშუალო		
10—30	2,0	2,0	2,0	2,0	0	ნაწილობრივ
11—00	2,0	11,0	13,0	12,0	10,0	მორთუბლო
11—30	3,0	11,0	13,0	12,0	9,0	ლი ცა უნა-
12—00	5,0	12,0	14,0	13,0	8,0	ლექოდ, სუ-
12—30	7,0	12,0	14,0	13,0	6,0	სტი ქარი,
13—00	6,0	12,0	14,0	13,0	7,0	თოვლის ფე-
13—30	6,0	12,0	14,0	13,0	7,0	ნა 150 მმ
14—00	6,0	10,0	12,0	11,0	5,0	"
14—30	6,0	9,0	11,0	10,0	4,0	"
15—00	6,0	8,0	10,0	9,0	3,0	"
15—30	7,0	8,0	9,0	8,5	1,5	"
16—00	7,0	7,0	8,0	7,6	0,8	"
16—30	6,0	6,0	7,0	6,5	0,5	"

ცხრილი 5

ნარმის ერთფენიანი საფარი

ათვლის დრო	გარე ჰაერის ტემპერატურა °C	ჰაერის ტემპერატურა საფრის შიგნით °C			ტემპერატურათა სხვაობის საშუალო ოდენობა	ამინდის მდგომარეობა
		0,6 მ სიმაღლეზე	1,5 მ სიმაღლეზე	საშუალო		
10—30	2,0	2,0	2,0	2,0	0	ნაწილობრივ
11—00	2,0	26,0	22,0	24,0	11,0	მორთუბლო
11—30	3,0	30,0	30,0	30,0	27,0	ლი ცა უნა-
12—00	5,0	26,0	31,0	28,5	23,5	ლექოდ, სუ-
12—30	7,0	23,0	26,0	24,5	17,5	სტი ქარი,
13—00	6,0	19,0	22,0	20,5	14,5	თოვლის ფე-
13—30	6,0	18,0	21,0	19,5	13,5	ნა 150 მმ
14—00	6,0	17,0	19,0	18,0	12,0	"
14—30	6,0	17,0	18,0	17,5	11,5	"
15—00	6,0	15,0	15,0	15,0	9,0	"
15—30	7,0	13,0	13,6	13,3	6,3	"
16—00	7,0	10,0	10,4	10,2	3,2	"
16—30	6,0	7,0	7,0	7,0	1,0	"

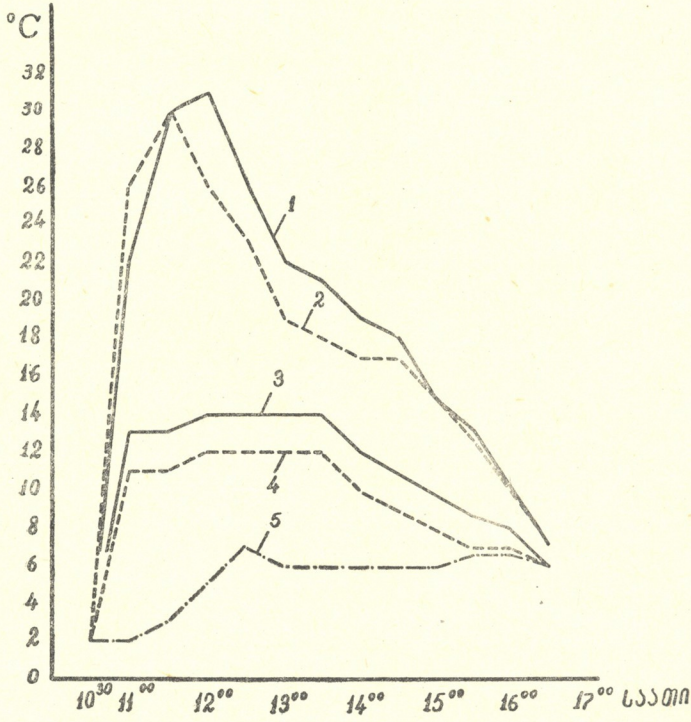
27÷31° და 3,5÷5°. ამრიგად, სხვა თანაბარ პირობებში გათბობის სიბრტყე ეფექტი ერთფენიანი ნარმის საფრის ქვეშ 2÷2,5-ჯერ მეტია, ვიდრე სამფენიანი მარლის ქვეშ. ეს მოვლენა იმით აიხსნება, რომ ნარმის საფარს, რომელიც უფრო მკვრივი ქსოვილისაგან არის, სუსტი აერაცია აქვს, რის გამოც საფრის შიგნით ხდება ნამწვი პროლუქტების (ცხელი გაზების) დაგროვება, რაც იწვევს ტემპერატურის ზრდასა და შენარჩუნებას.

ამ მოსაზრების შემოწმებისათვის ერთ-ერთი ცდის დროს, ჰაერის მიწოდების შეეცირების მიზნით, საფრის ქვედა ბოლოები, მიწაზე დაშვებული, დახშული იქნა მჭიდროდ თოვლის შემოყრით. ამ გარემოებამ გამოიწვია ერთფენიანი ნარ-

მის საფარში ჯერ წვის შეფერხება და შემდეგ კი ცეცხლის მთლიანი ჩაქრობა, მაშინ როდესაც სამფენიანი მარლის საფრის ქვეშ წვა ნორმალურ პირობებში მიმდინარეობდა ბრიკეტების მთლიანად დაწვამდე.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდების დროს ბრიკეტები ადვილად ღვივდებოდა, წვა მიმდინარეობდა შეუფერხებლად, უალოდ და უკვამლოდ, ბრიკეტების სრულ დანაცრიანებად. ცდების დროს არ ყოფილა შემჩნეული რაიმე მავნე გაზების გამოყოფა, რასაც შეეძლო გამოეწვია საცდელი მცენარეების მოწამლა და კსოვილების საფრების დაზიანება.

ლიმონის ყველა საცდელმა მცენარემ, რომლებზეც ჩატარდა გათბობის ცდები ბრიკეტების გამოყენებით, წარმატებით გაიარა გაზაფხულ-ზაფხულის ვეგეტაცია და ნორმალურად ვითარდებოდა. ასევე ნორმალურად ვითარდებოდა ის მცენარეები; რომლებიც მათავსებული იყვნენ ნარმის ერთფენიანი საფრის ქვეშ და რომლების მიმართ განგებ გამოვიყენეთ გათბობის მეტად მკაცრი რეჟიმი — მაღალი ტემპერატურის მოქმედება.



სურ. 4. შეთბობის ტემპერატურული რეჟიმის გრაფიკი: 1 და 2 — ნარმის ერთფენიანი საფრის ქვეშ, 3 და 4 — მარლის სამფენიანი საფრის ქვეშ, 1,5 მ (—) და 0,6 მ (- - - - -) სიმაღლეზე. 5 — საკონტროლო

სამფენიანი მარლის ერთი საფრის გათბობაზე (ჩვენ მიერ გამოყენებული საფრის ზომისათვის) საათში იხარჯება საშუალოდ 50 გრამი ბრიკეტი და იძლევა ტემპერატურათა სხვაობას 7—8° ფარგლებში.

ამრიგად, თბილისის პირობებში ჩატარებული ცდები ლიმონის მცენარეების გათბობაზე ქობულეთის ტორფის ქარხნის მიერ გამოშვებული უალო და უკვამლო წვის აქტივირებული ბრიკეტების გამოყენებით სავსებით ეთანხმება სოხუმში ჩატარებული ანალოგიური ცდების შედეგებს.

### დასკვნები

1. ქობულეთის ტორფის ქარხნის ექსპერიმენტული საამქროს მიერ ა. ხიდაშელის ტექნოლოგიური მეთოდით ადგილობრივი ტორფისაგან დამზადებული (უალო და უკვამლო წვის) აქტივირებული ბრიკეტები ადვილად ინთება და უალოდ და უკვამლოდ იწვის სითბოს თანაბარი განაყოფით.

2. ლიმონის მცენარეების საფრის ქვეშ აქტივირებული ბრიკეტების გათბობისას ადგილი არ ჰქონია მანვან გაზების გამოყოფას, რასაც შეეძლო გამოიწვია მცენარეებისა და საფრის დაზიანება. საცდელი ლიმონის ყველა მცენარეზე გაიარა გაზაფხულ-ზაფხულის ვეგეტაცია და ვითარდება ნორმალურად.

3. მცენარის გათბობის პროცესში საფრის ქვეშ შეიძლება მიღწეულ იქნეს ტემპერატურის აწევა სასურველ დონემდე და გათბობის ხანგრძლივობის რეგულირება ფართო დიაპაზონით.

4. გათბობისას, როდესაც ტემპერატურათა სხვაობა 6—8° ფარგლებში მერყეობს, ლიმონის ერთ მცენარეზე, რომელიც მოთავსებულია მარლის სამფენიანი საფრის ქვეშ, საათში საშუალოდ 50 გრამი სათბობი — უალო ბრიკეტი — იხარჯება. სათბობის ასეთი მცირე რაოდენობით ხარჯვის გამო გათბობა მეტად ეკონომიური და მოსახერხებელია, რადგანაც გათბობის ეს ახალი წესი ხანძრის თვალსაზრისით სავსებით უსაშიშროა, ბრიკეტების წვა კი წარმოებს მარტივ სათბურში — თუნუქის დახვრეტილ კოლოფში, რომელიც მუშაობისას არ მოითხოვს მუდმივ მეთვალყურეობას.

5. ციტრუსებისა და სხვა ძვირფასი კულტურების გათბობა, რეკომენდებული ახალი წესით, უალო და უკვამლო წვის აქტივირებული ბრიკეტების გამოყენებით, ეფექტურია და სასურველია მისი ფართოდ დანერგვა რესპუბლიკის ციტრუსების მეურნეობაში.

6. საქართველოში უალო და უკვამლო წვის ტორფის აქტივირებული ბრიკეტების წარმოება დაყენებულ უნდა იქნეს ტექნიკის უფრო მაღალ დონეზე, რათა გაუმჯობესდეს მისი ხარისხი და შემცირდეს ბრიკეტების ღირებულება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუყიდა 28.12.1956)

ბოტანიკა

ა. მენაღარიშვილი

ვაზის მთავარ კვირტში მოსავლის ჩასახვის დინამიკის  
საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ჯაფარიძემ 4.2.1957)

მთავარ ანუ ძირითად კვირტში ჩანასახის მდგომარეობის შესწავლა ვაზის განვითარების ბიოფაზებში, საშუალებას იძლევა კიდევ უფრო მოხერხებულად ვმართოთ მცენარე ადამიანის სასარგებლოდ.

მეორადი მოსავლის მიღება ზოგჯერ მიზანშეწონილია მთავარი კვირტის ნაადრევად განვითარებით, მაგრამ ეს რომ განვახორციელოთ, უნდა ვიცოდეთ მოცემულ მომენტში კვირტში (რომელიც ფაქტობრივად მომავალ წელს უნდა განვითარდეს) ჩასახულია თუ არა ყვავილენი, რათა მისგან მეორადი მოსავალი იქნეს მიღებული.

გარდა ამისა, აღნიშნული საკითხის შესწავლა ხელს შეუწყობს ისეთი აგროტექნიკური წესების დადგენას, რომელიც ითვალისწინებს ყვავილედების ჩასახვის პერიოდში ვაზის განსაკუთრებულ მოვლას.

ყველა ამის გამო კვირტში მოსავლის ჩასახვის დინამიკის შესწავლას ჯიშების მიხედვით დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ყურძნის მოსავლიანობის გადინების საქმეში.

ამასთან დაკავშირებით 1954—1956 წლებში კვირტში ჩანასახის განვითარებას გსწავლობდით ჯიშ რქაწითელზე დიღმის საბჭოთა მეურნეობაში (გარეუბნის რაიონი). დაკვირვებისათვის აღებული იყო 8—10-წლიანი ვაზები, გაშენებული 1.5×1.25 მ. კვების არეზე. საცდელი ვაზების დატვირთვა უდრიდა 20 კვირტს; ფორმა—ორმხრივი შპალერი.

საანალიზო ნიმუშების აღებას ვაწარმოებდით ვაზის განვითარების შემდეგ პერიოდებში: 15 მაისს, 30 მაისს, 15 ივნისს, 15 ივლისს, 15 აგვისტოს, 15 სექტემბერს, 15 დეკემბერს და 4 აპრილს.

საშუალო ნიმუშის მიღების მიზნით ყლორტები სანაყოფეების ყოველი ზონიდან ავიღეთ. ყლორტებზე პირველიდან მეათე მუხლის ჩათვლით ვიღებდით 20—20 კვირტს ყოველი მუხლიდან. კვირტები მიკროტომის საშუალებით იჭრებოდა სიგრძივი მიმართულებით. ანათლების მიკროსკოპიული შემოწმებით ვსაზღვრავდით ყლორტის ჩანასახის სიგრძეს და მათზე მუხლთშორისებისა და ყვავილედების რაოდენობას.

კვირტების მიკროსკოპიული შემოწმებით მიღებული შედეგები ყლორტის ზონების მიხედვით მოყვანილია ცხრილების სახით.

პირველ ზონაში შედის ყლორტის 1-დან 4 კვირტი; მეორე ზონაში — ყლორტის 5-დან 7 კვირტი და მესამე ზონაში კი 8-დან 10 კვირტი. პირველ ცხრილში წარმოდგენილია ყლორტის ჩანასახის ზრდის დინამიკა.



ყლორტის ჩანასახის ზრდის დინამიკა, გამოზატული  
ოკულარ-მიკრომეტრის დანაყოფით  
1954—1956 წ.წ.

ნიმუშის აღე- ბის თარიღი	ყლორტის ზონები			ერთ კვირტზე საშუალოდ მოდის	პროცენტობითი მა- ტება პერიოდების მიხედვით
	I	II	III		
15.V	4,2	2,8	—	3,5	35,7
30.V	5,1	6,3	4,5	5,3	18,3
15.VI	7,4	8,8	9,4	8,5	32,6
15.VII	8,4	9,3	10,2	9,3	8,2
15.VIII	8,6	9,7	10,8	9,7	4,1
15.XII	8,6	9,8	11,0	9,8	1,0

როგორც ცხრილიდან ჩანს, 15 მაისს პირველი ზონის კვირტში ყლორტის ჩანასახის საშუალო სიგრძე (4, 2) მეტია მეორე ზონის კვირტებთან შედარებით (2,8). მესამე ზონის კვირტებში კი ჩანასახი ჯერ კიდევ წარმოქმნილი არ არის.

30 მაისისათვის მეორე ზონის კვირტებში ყლორტის ჩანასახი ზრდით აჭარბებს პირველი ზონის ჩანასახს, ეს უკანასკნელი კი — მესამე ზონის ჩანასახს.

15 ივნისისათვის მესამე ზონის კვირტებში ყლორტის ჩანასახის სიგრძე (9,4) მეტია მეორე (8,8) და პირველი ზონის ჩანასახის სიგრძესთან (7,4) შედარებით და ამ უპირატესობას ინარჩუნებს ვეგეტაციის ბოლომდე.

სავეგეტაციო პერიოდის მანძილზე ყლორტის ჩანასახის ინტენსიური ზრდა მაისის პირველი ნახევრიდან ივნისის მეორე ნახევრამდე მიმდინარეობს. აქედან მაისის მეორე ნახევარში მისი ზრდა შედარებით სუსტია, რაც გამოწვეულია იმით, რომ ამ პერიოდში ყლორტის წვერის ზონაში წარმოიქმნება ბევრი ახალი კვირტი, რომელთა ფორმირება უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე დანარჩენი ზონის კვირტებში.

ივლისის პირველი ნახევრის შემდეგ ჩანასახის ზრდა საგრძნობლად ნელდება, ხოლო აგვისტოს ბოლო რიცხვებისათვის თითქმის მთლიანად მთავრდება.

ანალოგიური მდგომარეობაა ემბრიონალურ ყლორტზე მუხლთშორისების წარმოქმნის მხრივაც, რაც დასტურდება მე-2 ცხრილის მონაცემებით.

როგორც ჩანს, ემბრიონალურ ყლორტზე მუხლთშორისები მეტი რაოდენობით მაისის პირველი ნახევრიდან ივნისის მეორე ნახევრამდე წარმოიქმნება.

კვირტში ჩანასახის განვითარების შედეგად წარმოიქმნება ყვავილელები, რომელნიც თავიანთი ფორმით საგრძნობლად განსხვავდებიან ერთიმეორისაგან. ვეგეტაციის ბოლოს კვირტში ჩასახულია როგორც ჩამოყალიბებული, ისე გარდამავალი ფორმის ყვავილელები. პირველს გარკვევით მტევნის ფორმა აქვს მიღებული და უფრო სრულყოფილადაა განვითარებული, ხოლო მეორეს მარცვლის ჩანასახები ისე აქვს განწყობილი, რომ ისინი მოგროძო რკალის მავარ ფორმას ქმნიან.

სავეგეტაციო პერიოდის მანძილზე კვირტში გარდამავალი ყვავილელების ნაწილი ჩამოყალიბებულ ყვავილელებად გადაიქცევა. განსაკუთრებით ეს ითქმის ადრე წარმოქმნილ გარდამავალ ყვავილელებზე. გვიან წარმოქმნილი კი

მეტწილად პირველსავე ფორმას ინარჩუნებენ და ვეგეტაციის ბოლოსათვის მათი რაოდენობა კვირტში მეტია, ვიდრე ჩამოყალიბებული ყვავილელებისა.

უნდა აღინიშნოს, რომ კვირტში არსებული ჩამოყალიბებული ყვავილელების მხოლოდ ნაწილია მიღებული გარდამავალი ყვავილელების დიფერენცირების შედეგად. მეტწილად მათ მიღებას წინ უსწრებს ჩამოყალიბებული ყვავილელების წარმოქმნა, რომლებიც დროთა განმავლობაში ფორმირებას განიცდიან და საბოლოოდ ჩამოყალიბებულ ყვავილედად გადაიქცევიან.

ცხრილი 2

ყლორტის ჩანასახზე მუხლთშორისების წარმოქმნა  
 1954-1956 წ.წ.

ნიმუშის აღების თარიღი	ყლორტის ზონები			ერთ კვირტზე საშუალოდ მოდის	პროცენტობით მატება პერიოდების მიხედვით
	I	II	III		
15.V	3,1	2,6	—	2,8	22,4
30.V	5,1	5,4	3,7	4,7	15,2
15.VI	9,5	11,4	12,4	11,1	51,2
15.VII	10,5	12,5	13,1	12,0	7,2
15.VIII	11,0	12,8	13,4	12,4	3,2
15.XII	11,1	12,8	13,5	12,5	0,8

როგორც გამოკვლევით დადასტურდა, მაისის ბოლოს კვირტში გარდამავალი ყვავილელების საშუალო რაოდენობა 0,15 აღწევს. მაქსიმალური რაოდენობით მათი წარმოქმნა ივნისის პირველ ნახევარში მიმდინარეობს. ეს პერიოდი ვაზის ყვავილობის ფაზას ემთხვევა. ივნისის მეორე ნახევრიდან ივლისის მეორე ნახევრამდე, ე. ი. ისერილობის ფაზაში, გარდამავალი ყვავილელების წარმოქმნას საკმაოდ დიდი რაოდენობით აქვს ადგილი, მაგრამ წინა პერიოდთან შედარებით მაინც ნაკლებია. ივლისის მეორე ნახევრის შემდეგ გარდამავალი ყვავილელები ახლად არ წარმოიქმნება, მაგრამ მათი გადასვლა ჩამოყალიბებულ ფორმაში ვეგეტაციის ბოლომდე მიმდინარეობს. ამის გამო კვირტში გარდამავალი ყვავილელების რაოდენობა მაქსიმუმს (1, 42) ივლისის მეორე ნახევარში აღწევს, ხოლო 15 დეკემბრისათვის მათი რაოდენობა კვირტში (1,24) მცირდება.

ჩამოყალიბებულ ყვავილეებს პირველად მაისის ბოლო რიცხვებში ვხვდებით. აღნიშნულ პერიოდში ყლორტის ბაზისისა და შუა ზონის კვირტებში მათი რაოდენობა ერთ კვირტზე საშუალოდ 0,07-ს უდრის.

ეს ფაქტი იმის დამადასტურებელია, რომ საკვიროების შემთხვევაში მთავარი კვირტის ნაადრევად განვითარებით შესაძლებელია დამატებითი მოსავლის მიღება.

ჩანასახი ორი ჩამოყალიბებული ყვავილედით პირველად ისერილობის ფაზის დასაწყისში ვხვდება (ივნისის მეორე ნახევარში). აღნიშნულ ფაზაში ძირითადად მთავრდება ჩანასახზე ორი ყვავილედის ჩამოყალიბება, მაგრამ ნაწილობრივ მისი ფორმირება მარცვლის შეთვალელებისა და სიმწიფის ფაზაშიც მიმდინარეობს. სავეგეტაციო პერიოდის მანძილზე ყვავილელების ჩამოყალიბება



ყველაზე უფრო ინტენსიურად იენისის მეორე ნახევრიდან ივლისის მეორე ნახევრამდე აღინიშნება.

ვეგეტაციის ბოლოს რქაწითელის კვირტში ჩამოყალიბებული ყვავილედის რაოდენობა საშუალოდ 1,16-ს უდრის, განჯურის კვირტში — 0,85-ს, ხოლო ალიგოტეს კვირტში — 1,8-ს.

გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ კვირტში ყვავილედების აბსოლუტური რაოდენობა მთელი სავეგეტაციო პერიოდის მანძილზე მატულობს. განსაკუთრებით მათ ინტენსიურ მატებას ვაზის ყვავილობისა და ისვრილობის ფაზაში აქვს ადგილი.

საინტერესო სურათს იძლევა რქაზე ზონების მიხედვით კვირტში ყვავილედების რაოდენობა. მაგალითად, რქაწითელის ბაზისის კვირტში ჩამოყალიბებული ყვავილედების რაოდენობა საშუალოდ 1,01-ს უდრის, შუა ზონის კვირტებში—1,21-ს, ხოლო წვერის ზონის კვირტებში—1,26-ს. ანალოგიური შედეგებია მიღებული ზ. მოლჩანოვას [2], კ. სტოევის, მ. ნიკოვის [3] და სხვათა ცდებით.

აღსანიშნავია, რომ კვირტში ყვავილედების საბოლოო გაფორმება ვეგეტაციის ბოლოსათვის არ მთავრდება. ეს პროცესი (როგორც ამას ლ. კოლესნიკი [1] აღნიშნავს) კვირტების დაბერვის ფაზაშიც მიმდინარეობს (ე. ი. მომავალი წლის გაზაფხულზე). ამას ადასტურებს ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები.

კვირტების შემოწმებისათვის საანალოზო მასალას გვიან შემოდგომით და გაზაფხულზე ერთსა და იმავე ვაზებიდან ვიღებდით. ორი წლის მონაცემებით გამოირკვა, რომ კვირტის დაბერვის ფაზაში ჩანასახზე 11,7%-ით მეტი ჩამოყალიბებული ყვავილედებია შემოდგომით აღებულ ნიმუშებთან შედარებით. გარდაამავალი ყვავილედების რაოდენობა კი, პირიქით, მეტი რაოდენობით შემოდგომით აღებულ ნიმუშებიდანაა მიღებული.

როგორც ირკვევა, ადრე გაზაფხულზე ჩამოყალიბებული ყვავილედების მეტი რაოდენობა მიღებულია გარდაამავალი ყვავილედების ჩამოყალიბებულ ფორმაში გადასვლის გზით და არა ყვავილედების ახლად წარმოქმნის ნიადაგზე. ამას ისიც ამტკიცებს, რომ კვირტში ყვავილედების აბსოლუტური რაოდენობა შემოდგომით და ადრე გაზაფხულზე აღებულ ნიმუშებში თითქმის თანაბარია (2,39—2,4).

ჩატარებული მუშაობით ირკვევა აგრეთვე, რომ კვირტში ყვავილედების რაოდენობა ვაცილებით მეტია, ვიდრე მათგან განვითარებულ ყლორტზე. მაგალითად, ვეგეტაციის ბოლოს რქაწითელის კვირტში ყვავილედების აბსოლუტური რაოდენობა საშუალოდ 2,4-ს უდრის, მაშინ როდესაც ამავე ვაზიდან განვითარებულ თითოეულ ყლორტზე საშუალოდ 1,1 მტევანი მოდის. აღსანიშნავია, რომ უხვი მოსავლის მიღებისათვის დიდი მნიშვნელობა ექნება არა მარტო კვირტში არსებული ყვავილედების მთლიანად გამოვლინებას, არამედ ამასთან ერთად ყლორტზე გამოტანილი ყვავილედების საბოლოოდ მტევნებად შენარჩუნებას.

ჩვენი დაკვირვებით ჯიმ რქაწითელზე განვითარებული ყლორტები მაისის ბოლომდე ყველა მოსავლიანია, მაგრამ სავეგეტაციო პერიოდში ადგილი აქვს მოსავლიანი ყლორტების ნაწილის გადაგვარებას უმოსავლოდ, რაც ძირითადად ვაზის ყვავილობის ფაზაში მიმდინარეობს. სიმწიფის ფაზისათვის 20 კვირტით დატვირთულ ვაზებზე მოსავლიანი ყლორტების პროცენტი 80,9-ს უდრის, 48 კვირტით დატვირთულ ვაზზე კი — 78,8%-ს.

მოსავლიანი ყლორტების გადაგვარება უმოსავლოდ გამოწვეულია მით, რომ ვაზი ვერ უზრუნველყოფს ყლორტზე გამოტანილი ყვავილედების მთლი-

ანად განვითარებას. ცხადია, მცენარეებს რაც უფრო უკეთეს პირობებში ჩავაყენებთ, მით უფრო ნაკლები იქნება მათი გადაგვარების პროცენტი და შესაძლებელია ვაზის წესიერ მოვლისას გადაგვარებას სრულიად არ ექნეს ადგილი.

### დასკვნები

მაისის დამდეგს რქაწითელის კვირტში ჩამოყალიბებული ყვავილედები ნაწილობრივ ჩასახულია, რაც შესაძლებლობას იძლევა საჭიროების შემთხვევაში (ვაზის დასეტყვის, სუსხისა და სხვა დაზიანებისას) მიღებულ იქნეს დამატებითი მოსავალი მთავარი კვირტის ნაადრევად განვითარებით.

ყვავილედების ჩასახვა და მათი საბოლოო ფორმირება საკმაოდ ვრცელ პერიოდს მოიცავს, ამიტომაც კვირტების უკეთესად ფორმირებისათვის საჭიროა მთელი ვეგეტაციის პერიოდში ვაზის უკეთესად მოვლა. მარტო ყვავილობის ფაზაში (როგორც ამას ზოგიერთი ავტორი მიუთითებს) ვაზის მდგომარეობის გაუმჯობესება ვერ უზრუნველყოფს კვირტში ყვავილედების მეტი რაოდენობით ჩასახვას და მის უკეთესად ფორმირებას.

უზვი მოსავლის მიღებისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ისეთი სპეციფიკური აგროტექნიკური წესების შემუშავებას, რომლებიც ხელს შეუწყობენ კვირტში არსებული ყვავილედების მთლიანად გამოვლინებას და ამ უკანასკნელიდან კარგად განვითარებული მტევნების უკლებლივ შენარჩუნებას.

საქართველოს სსრ მებაღეობის,  
 ჭვეწახეობისა და მეღვინეობის  
 სამეცნიერო-კვლევითი  
 ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.2.1957)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. В. Колесник. Формирование зачатков соцветий в весенний период. Журн. Виноделие и виноградарство СССР, № 8, 1953.
2. З. Я. Молчанова. Некоторые особенности плодоношения винограда. Журн. Виноделие и виноградарство, № 6, 1952.
3. К. Стоев, М. Пиков. Проучване върху залагането на соцветията в пъпките на лозата и възможност за неговато направляване. Лозарство и виноградарство, № 3, 1955.

## გ. დეკანოიძე

 ტეტრანიხისებრი ტკიპების სახეობა *BREVIPALPUS LEWISI* MC  
 GRÉGOR-ის დადგენა საქართველოს პირობებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 18.1.1957)

როგორც ცნობილია, ტეტრანიხისებრი ტკიპები მრავალი კულტურული მცენარის სერიოზული მავნებლებია.

3. რ ე კ ის [3] მონაცემებით, საქართველოში ტეტრანიხისებრი ტკიპების 65 სახეობაა რეგისტრირებული. მისივე აზრით, რეგისტრირებული სახეობები ფაქტობრივი რაოდენობის მხოლოდ ერთ მესამედს შეადგენს.

ცნობილია, რომ ტეტრანიხისებრი ტკიპებიდან ვაზისათვის ყველაზე მასობრივი და საზიანოა აბლაბუდიანი ტკიპა (*Schizotetranychus viticola* Reck). ეს მავნებელი გვხვდება როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოში და თითქმის ყოველწლიურად საგრძნობ ზიანს აყენებს ვენახებს, ხოლო მასობრივი გამრავლების წლებში იწვევს ვაზის ფოთლების სრულ ჩამოცვენას. ამის შედეგად, როგორც წესი, ყურძენი არ მწიფდება ან მტევანი მთლიანად ხმება.

ვაზის ფოთლის აბლაბუდიანი ტკიპა დასავლეთ საქართველოში (ზესტაფონის, ქუთაისის, თერჯოლის, ორჯონიკიძის, ჭიათურისა და საჩხერის რაიონებში) მასობრივად გამოჩნდა 1956 წლის გაზაფხულზე, რის გამოც 100 ჰექტარზე მეტი ვენახი ძლიერ დაზიანდა.

აბლაბუდიანი ტკიპით გამოწვეული დაზიანებისა და გავრცელების დადგენის მიზნით ჩვენ ჩავატარეთ გამოკვლევები ზესტაფონის, ორჯონიკიძის, თერჯოლის, ქუთაისის, ჩოხატაურის, ვანისა და საჩხერის რაიონებში. ამ გამოკვლევების პროცესში ზესტაფონის (საქარის, კვლითის, არგვეთისა და ვაჭევის საბჭოთა მეურნეობების, მიქოიანის სახელობის კოლმეურნეობის, ფეროშენადნობთა ქარხნის მიდამოების) და თერჯოლის (თერჯოლის საბჭოთა მეურნეობის, ლენინის სახელობის კოლმეურნეობის) რაიონების ვენახებში ჩვენ აღმოვაჩინეთ ტეტრანიხისებრი ტკიპების სხვა წარმომადგენელი, სახელდობრ *Brevipalpus lewisi* Mc Grégor (გაარკვია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის უფროსმა მეცნიერმა თანამშრომელმა, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორმა ჰ. რეკმა).

3. რ ე კ ის ცნობით, *B. lewisi* სსრ კავშირის ფარგლებში ჩვენ მიერაა პირველად რეგისტრირებული. ვინაიდან ეს მავნებელი შეუსწავლელია, ქვემოთ



მოგვყავს მის ბიოლოგიაზე ჩვენი დაკვირვებისა და მასთან ბრძოლის ცდების ზოგიერთი შედეგი.

ცნობილია [4], რომ *B. lewisi* აშშ (კალიფორნია) აზიანებს ფორთოხას, ლიმონს, ბროწეულსა და სხვა მცენარეებს, ხოლო საფრანგეთში ვაზსაც.

სხენებული ტკიპა აზიანებს ვაზის ყლორტებს, ფოთლის ყუნწსა და ფირფიტას, აგრეთვე მტევანს. ტკიპები ფოთლებზე სახლდებიან როგორც ქვედა, ისე ზედა მხრიდან, ძარღვების გასწვრივ. დაზიანებული ყლორტი და ყუნწი მოყავისფრო ხდება. ამასთან ტკიპებისაგან ნაჩხველტ ადგილებში წარმოიქმნება ჩაღრმავებები, რის გამო ყლორტი მახინჯდება.

ტკიპებით ინტენსიური დასახლების დროს ყლორტები ხმება, ფოთლები ყვითლდება და ნაადრევად ცვივა.

მავენებელი დიდი რაოდენობითაა აღნიშნული სამრეწველო ვაზის ჯიშ ციქქაზე; იგი აღმოჩენილია საქირე ჯიშის ვაზებზეც.

*B. lewisi* ზამთრობს ზრდასრულ ფაზაში უპირატესად შტამბის ქერქის ქვეშ მერქნის ნაპრალებში მიწის პირის ახლოს. გაზაფხულზე, ვაზის ვეგეტაციის დაწყებისთანავე, გამოზამთრებული ტკიპები გადადიან ახალგაზრდა ყლორტებზე, სადაც იკვებებიან და აპრილის ბოლოს დებენ ოვალურ, მოწითალო კვერცხებს.

უნდა აღინიშნოს, რომ მოწითალო შეფერვა ახასიათებს ტკიპის ყველა ფაზას და მათი ხშირი დასახლების დროს ყლორტები და სხვა ეგვეტაციური ნაწილები მოწითალო ხდება. ბინოკულარის ქვეშ ტკიპის შემჩნევა ადვილია. მისი სხეული ბრტყელია; ზრდასრული დედალი ტკიპის სიგრძე 293—305, ხოლო სიგანე 134,2—146,4 მიკრონს უდრის.

კვერცხებს დებენ ყლორტებზე, ფოთლის ყუნწსა და ფირფიტაზე როგორც ზედა, ისე ქვედა მხრიდან, აგრეთვე მტევანზე. აღნიშნულ ადგილებში კვერცხები შეიმჩნევა როგორც ერთეული სახით, ისე ჯგუფურად. კვერცხის მაქსიმალური დედა აღინიშნა 4/V-ს და 12/V-ს შორის, ხოლო მატლის გამოჩეკა — 24/V-დან თვის ბოლომდე.

*B. lewisi* ნახულ იქნა აგრეთვე საქარის საცდელი სადგურის ექსპერიმენტულ ბაზაზე და სავეგეტაციო სახლში სუფრის ყურძნის ჯიშზე, სადაც ჩავატარეთ დაკვირვებები როგორც დასახლების სიმჭიდროვის, ისე ვაზებზე ტკიპების განაწილების შესასწავლად. გამოირკვა, რომ ტკიპების უმეტესი ნაწილი ივნისამდე ბინადრობს ყლორტებზე. მაგალითად, 29 მაისს აღრიცხვის დროს 10 ფოთოლზე საშუალოდ აღმოჩნდა 240, ხოლო 10 ყუნწზე 232 და 10 სმ სიგრძის 10 ყლორტზე 1113 ტკიპა. ამასთან ტკიპებით უფრო მეტი დასახლება შემჩნეულ იქნა ქვედა იარუსის ფოთლებსა და ყლორტებზე. შემდგომ მათი რაოდენობა გაიზარდა და 12 ივლისს საშუალოდ ერთ ფოთოლზე ქვედა მხრიდან აღმოჩნდა 440, ზედა მხრიდან — 234 ტკიპა, ხოლო ყუნწსა და ყლორტზე კიდევ უფრო მეტი. ავვისტოს ბოლოს ვაზის მიწისზედა ყველა ნაწილი დაიფარა ტკიპებით და მათი ნაცვალი კანით. ამის გარდა, 5 ვაზიდან 3 სრულიად გახმა, ხოლო ორი იმდენად დაუძლურდა, რომ მხოლოდ წვერის ფოთლები შერჩათ.

*B. lewisi*-ს მოძრავი ფაზის წინააღმდეგ ჩვენ გამოვცადეთ ნიუიფ — 100-ის 0.15%-ანი ემულსია და 1%-ანი ქლორტენის ხსნარი. გამოცდის დროს მივიღეთ საცხებიტ დამაკმაყოფილებელი შედეგი: ნიუიფ — 100-ის ტექნიკური ეფექტიანობა 95,2%-ს, ხოლო ქლორტენის 1<sup>9</sup>/<sub>6</sub>-იანი ხსნარისა 100%-ს უდრიდა.

ამრიგად, ამ ტკიპასთან ბრძოლა, სადაც კი იგი აღმოჩნდება, შეიძლება ხსენებული ქიმიკატებით ჩატარდეს.

საქართველოს სსრ მეზღვების,  
 მევენახეობისა და მეღვინეობის  
 სამეცნიერო-კვლევითი  
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 18.1.1957)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. ნ. ალექსიძე. ვაზის უნთავრესი მავნებლები და მათთან ბრძოლა, თბილისი, 1953.
2. ი. ბათიაშვილი და ა. ბაღდავაძე. კულტურული მცენარეების მავნე ტკიპების ფაუნისათვის საქართველოში. საქ. სას.-სამ. ინსტიტუტის შრომები, ტ. XXXIV. თბილისი, 1951.
3. Г. Ф. Рекк. К изучению фауны тетраниховых клещей Грузии. Труды института зоологии, АН СССР, т. XI, Тбилиси, 1953.
4. A. Rambier. Un acarien sur vigne nouvellement observé en France. Le progres agricole et viticole, t. 142, № 49—50, 333:334, 1954.

ფიზიოლოგია

ს. ნარიკაშვილი და ე. მონიავა

 დიფუზური და სემციფიკური თალამო-კორტიკალური  
 საპროექციო სისტემების ურთიერთმოქმედების  
 საკითხისათვის

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 17.6.1957)

უკანასკნელი ათეული წლის განმავლობაში რიგ მკვლევართა მიერ დადგენილი იყო ე. წ. დიფუზური, ანუ არასპეციფიკური თალამო-კორტიკალური საპროექციო სისტემის არსებობა. კლასიკური აფერენტული გზის, ანუ სპეციფიკური სისტემისაგან განსხვავებით, რომლის აქტივაცია იწვევს ქერქის მხოლოდ განსაზღვრული უბნის ნერვული ელემენტების აგზნებას ე. წ. პირველადი პასუხის სახით, დიფუზური სისტემით გავრცელებული იმპულსები აქტივებენ თითქმის მთელ ქერქს და იწვევენ შესაბამის პოტენციალთა წარმოქმნას ან ნელი ელექტრული აქტივობის ზოგად დაკნინებას, დესინქრონიზაციას.

დიფუზური თალამო-კორტიკალური საპროექციო სისტემის აღმოჩენამდე შეგარძნების აღმოცენებასა და მისი მიმდინარეობის თავისებურებას უკავშირებდნენ სპეციფიკური გზების მოქმედებას. დიფუზური თალამო-კორტიკალური საპროექციო სისტემა, რომელიც, ისევე როგორც სპეციფიკური სისტემა, მოქმედებაში მოდის ყოველგვარი პერიფერიული გაღიზიანებით, გარკვეულ როლს უნდა თამაშობდეს შეგარძნების ჩამოყალიბებაში. ამის შესახებ გამოთქმული იყო რამდენიმე მოსაზრება. რამდენიმე ექსპერიმენტული შრომაც მიეძღვნა ზემოხსენებული ორი თალამო-კორტიკალური საპროექციო სისტემის ურთიერთმოქმედების შესწავლას. მაგრამ ამ შრომების შედეგები არ ეთანხმება ერთმანეთს, ისინი არ იძლევიან საკმარის საფუძველს საკითხის გადაწყვეტისათვის. დემპსისა და მორისონის აზრია [1], აგრეთვე მორუცისა და მეგუნის მიხედვით [2], შუამდებარე ტვინის რეტკულური ბირთვების (რომლებიც წარმოადგენენ დიფუზური თალამო-კორტიკალური საპროექციო სისტემის დასაწყისს) ან თავის ტვინის ღეროს რეტკულური ფორმაციის გაღიზიანება (ისეთი, რომელიც ნელი აქტივობის დესინქრონიზაციას იწვევს) შესამჩნევად არ ცვლის სპეციფიკური სისტემის ქერქული ეფექტების — პირველადი პასუხების ამპლიტუდას ან მის თვისებას. მეორე მხრივ, მორუცი, ბრუკჰარტი, ნიმერი, მეგუნი [3], ჯასპერი და აჟმონ-მარსანი [4], ბრემერი [5], დესჟელატი და ლაგრუტა [6], მიუთითებენ დიფუზური თალამო-კორტიკალური საპროექციო სისტემის გავლენით გამოწვეული პირველადი პასუხების ამპლიტუდის საგრძნობ ცვლილებებზე. ამ გამოკვლევით ჩვენ ვცადეთ ამ საკითხის დეტალური შესწავლა, კერძოდ, თუ რა გავლენა აქვს ქერქის პირველად პასუხებზე დიფუზური თალამო-კორტიკალური სისტემის გაღიზიანებას.

## მ ე თ ო დ ი კ ა

ცდები ჩატარდა კატეზზე ნემბუტალის ზერელე ნარკოზით (20 მგ/კგ). სპეციფიკური თალამო-კორტიკალური საპროექციო სისტემის მოქმედების მაჩვენებლად აღებული-იყო პირველადი პასუხები, რომლებიც გამოიყვანებოდა (უნიპოლარულად) დიდი ტვინის ქერქის სომატოსენსორული უბნის ზედაპირიდან. ღიზიანებოდა კონტრალატერალური წინა კიდურის კანი. კასის რიტმული გაღიზიანების ფონზე და პირველადი პასუხების (ქერქის ზედაპირიდან) რეგისტრაციისას წარმოებდა მედიალური თალამური წარმონაქმნების (nn. centralis medialis, centrum medianum, zona incerta) ელექტრული გაღიზიანება (ბიპოლარული ელექტროდებით—მათ შორის მანძილი 0,5 მმ, რომლის ორიენტირება ხდებოდა ჰორსლეი-კლარკის სტერეოტაქსიკური ხელსაწყოთი).

ცდების შემდეგ გაღიზიანების პუნქტები აღინიშნებოდა ელექტროლიზური მეთოდით ჰისტოლოგიური ანალიზისათვის<sup>(1)</sup>.

## ცდების შედეგები და მათი განხილვა

ცნობილია, რომ შუამდებარე ტვინის რეტიკულური წარმონაქმნების (მედიალური და ინტრალამინარული ბირთვების) იშვიათი (10—12/წამში) გაღიზიანებისას დიდი ტვინის ქერქის თითქმის მთელ ზედაპირზე აღმოცენდება ე. წ. „ჩაბმის რეაქცია“ („recruiting response“) — თანდათან მზარდი რიტმული საპასუხო პოტენციალები. ხანგრძლივი გაღიზიანების დროს ეს პოტენციალები პერიოდულად სუსტდება და ძლიერდება (სურ. 1 და 2).

თუ გაღიზიანების სიხშირეს გავზრდით (30—35-მდე), მაშინ „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალების პერიოდული შესუსტება და გაძლიერება უკვე არ აღინიშნება. ამ შემთხვევაში აღმოცენდებიან სუსტი საპასუხო პოტენციალები, რომლებიც ხანგრძლივი გაღიზიანების დროს თანდათან ისპობიან (სურ. 3). თუ გაღიზიანების სიხშირეს კიდევ უფრო გავზრდით, მაშინ, როგორც ცნობილია, ხდება ქერქის ნელი ელექტრული აქტივობის დიფუზური დესინქრონიზაცია (სურ. 4). ქერქის ელექტრული აქტივობის ყველა ეს რეაქცია დიფუზური თალამო-კორტიკალური საპროექციო სისტემის აქტივაციის დამახასიათებელია და ჩვენ მიერ გამოყენებული იყო პირველად პასუხებზე დიფუზური სისტემის გავლენის შესასწავლად.

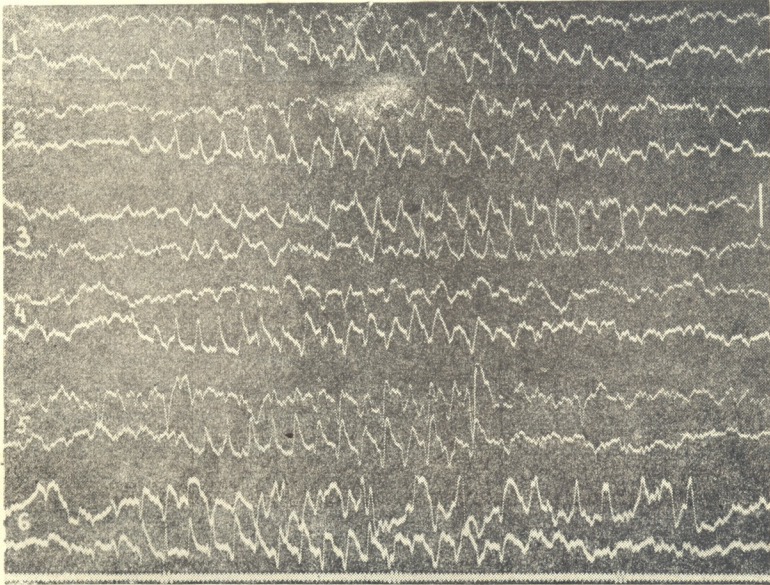
უწინარეს ყოვლისა დადგენილ იქნა, რომ რეტიკულური წარმონაქმნების იშვიათი გაღიზიანების დროს „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალების ამპლიტუდის პერიოდული ცვლილებებისაგან დამოკიდებულებით, პირველადი პასუხები იცვლება სხვადასხვანაირად, „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალთა ამპლიტუდის მომატების შემთხვევაში („waxing“) პირველადი პასუხების ამპლიტუდა იზრდება, მათი შემცირების დროს კი („waning“) პირველადი პასუხები სუსტდება (სურ. 2).

თუ „ჩაბმის რეაქცია“ გამოიწვევა უფრო ხშირი გაღიზიანებებით (როდესაც ქერქში წარმოქმნილი პოტენციალები არ განიცდიან ამპლიტუდის პერიოდულ რხევებს), მაშინ პირველადი პასუხების ამპლიტუდა საგრძნობლად იზრდება მხოლოდ „ჩაბმის რეაქციის“ დასაწყისში (სურ. 3). „ჩაბმის რეაქციის“

(<sup>1</sup> ჰისტოლოგიურ გამოკვლევას აწარმოებდა ნ. თოთიბაძე.

პოტენციალების თანდათანობით შესუსტებასთან ერთად პარალელურად მცირდება პირველადი პასუხების ამპლიტუდაც.

ამრიგად, დიფუზური და სპეციფიკური თალამო-კორტიკალური სისტემის გაღიზიანების ყოველგვარი შეუღლებიანობის პირველადი პასუხების ამპლიტუდა შესამჩნევად იზრდება მხოლოდ მაშინ, როდესაც „ჩამბის რეაქციის“ პოტენციალები, ანუ დიფუზური თალამური სისტემის აქტივობა დიდია. ამ სისტემის აქტივობის შემცირებისას როგორც პერიოდულად, ისე ხანგრძლივი გაღიზიანების ბოლო პერიოდში, პირველადი პასუხები სუსტდება.



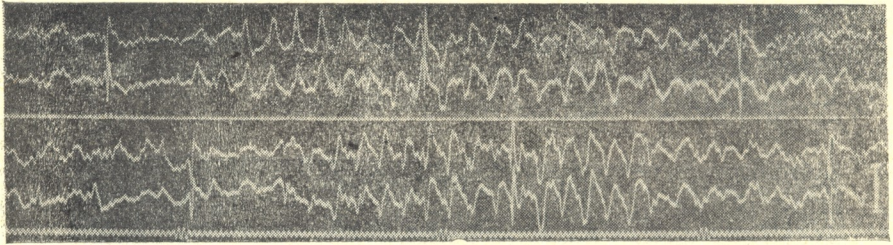
სურ. 1. „ჩამბის რეაქცია“ შუამდებარე ტვინის რეტოკულურა წარმონაქმნების გაღიზიანების დროს. ღიზიანდება *zona incerta* (სიხშირე—10 სეკ.-ში, 12 V, ზღურბლი 5 V): 1,2 და 3 ოსცილოგრამები წარმოადგენენ ერთიმეორის გაკრძელებას. ყოველ ოსცილოგრამაში ზემო მრუდი—*g. suprasylvius med.* პოტენციალები, ქვემო—ქერქის სომატოსენსორული უბნის. კარგად ჩანს პოტენციალების პერიოდული ვაზრდა და შესუსტება; ოსცილოგრამა 4 ზემო მრუდი—*g. lateralis post.* პოტენციალები. ქვემო (როგორც დანარჩენ მომდევნო ოსცილოგრამებში)—ქერქის სომატოსენსორული უბნის; ოსცილოგრამა 5 და 6 ზემო მრუდი—*g. lateralis med.* პოტენციალები. აქ და სხვა მომდევნო სურათებში დრო 20 მსეკ. ამპლიტუდის მაჩვენებელი 0.5 mV

აღსანიშნავია, რომ უკანასკნელ შემთხვევაში პირველადი პასუხის საწყისი ამპლიტუდის აღდგენა ხდება არა მაშინვე, როგორც კი თალამური რეტოკულარული ბირთვების გაღიზიანება შეწყდება, არამედ რამდენიმე ხნის შემდეგ. სხვანაირად რომ ვთქვათ, „ჩამბის რეაქციის“ (როდესაც ის სუსტია) დაბაკინებული გავლენა პირველად პასუხებზე განსაზღვრული შემდეგმოქმედებით ჩასიათდება (სურ. 3).



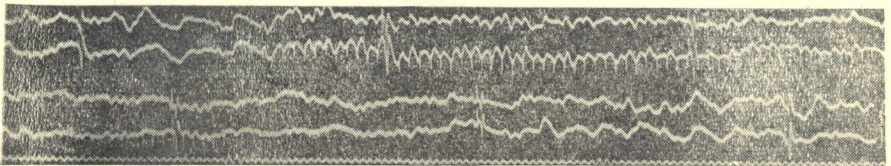


შუამდებარე ტვინის მედიალური სტრუქტურების უფრო მეტი სინხრობით გაღიზიანებისას პირველადი პასუხები. სრულიად არ იცვლება, ან კნინდება მხოლოდ მათი უარყოფითი ფაზა (სურ. 4).



სურ. 2. *Zona incerta*-ს გაღიზიანებით (წამში 10 ჯერ) აღძრული „ჩაბმის რეაქციის“ ფონზე პირველადი პასუხების ცვლილებები. ქემო ოსცილოგრამა წარმოადგენს ზემოა დასახლებულს. ყოველ ოსცილოგრამაზე (აქ და შემდგომ სურათებში) ზემო მრუდი—*s. corialis* პოტენციალები, ქვემო—*g. cruciatus post.* კარგად ჩანს, რომ პირველადი პასუხების ამპლიტუდა „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალების გაზრდის პერიოდში საგრძნობლად იზრდება (მოცემულ შემთხვევაში პირველადი პასუხის უარყოფითი ფაზა)

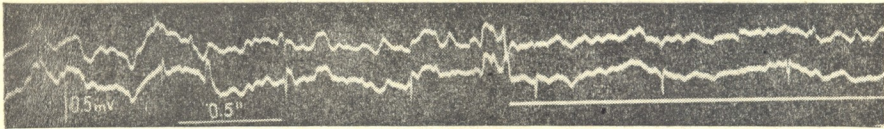
ამრიგად, მედიალური თალამური სტრუქტურის გაღიზიანების ყველა პირობაში, რომელიც იწვევს თითქმის მთელი ქერქის ნეირონული ელემენტების დიფუზურ აქტივაციას, პირველადი პასუხები მეტ-ნაკლებ ცვლილებებს განიცდიან. თუ ვიტყვით მხოლოდ „ჩაბმის რეაქციის“ შესახებ, მაშინ ამ უკანასკნელის



სურ. 3. პირველადი პასუხების ცვლილება „ჩაბმის რეაქციამდე“ (რომელიც მიმდინარეობს პერიოდული გაძლიერებისა და შესუსტების გარეშე) მის ფონზე და ამ რეაქციის შემდეგ. ქემო ოსცილოგრამა ზემოა დასახლებულს. პოტენციალები იწერება ისე, როგორც სურ. 2-ზე. „ჩაბმის რეაქციის“ ფონზე, რომელიც გამოწვეულია *zona incerta*-ს ხშირი გაღიზიანებით (35—სეკ-ში) დასაწყისში (როდესაც ამ რეაქციის პოტენციალები დიდია) პირველადი პასუხების ამპლიტუდა შესამჩნევად იზრდება, „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალების შემდგომი შემცირების დროს პირველადი პასუხები სუსტდება

ლის ფონზე პირველადი პასუხების ამპლიტუდა საგრძნობლად იზრდება, უმრავლეს შემთხვევებში აღინიშნება პირველადი პასუხების უარყოფითი ფაზის გაზრდა, რაზეც მიუთითებდნენ აგრეთვე ჯასპერი და აჟმონ-მარსანი [4]. მაგრამ ცდებმა გვიჩვენა, რომ „ჩაბმის რეაქციის“ ფონზე შეიძლება გაიზარდოს პირველადი პასუხების ორივე ფაზა. ყველაფერი ეს დამოკიდებულია იმისგან, თუ „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალის რომელ პერიოდს ემთხვევა პირველადი პა-

სუხის აღმოცენება. თუ პირველადი პასუხი ემთხვევა „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალის დასაწყისს (აღმავალ მუხლს), მაშინ დადებითი ფაზა განიცდის ბლოკირებას და იზრდება უარყოფითი ფაზა (სურ. 5, ოსცილ. 2 და 3). თუ პირველადი პასუხი ვითარდება „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალის მწვერვალზე, მაშინ სუსტდება ან მთლიანად ისპობა უარყოფითი ფაზა და იზრდება დადებითი (სურ. 5, ოსცილ. 4 და 5).



სურ. 4. ნელი აქტივობის დესინქრონიზაციის გავლენა პირველად პასუხებზე. პოტენციალების ჩაწერა ხდება ისე, როგორც წინა სურათებში. სპონტანური ნელი აქტივობის ფონზე იწერება კანის გაღიზიანებით მიღებული პირველადი პასუხები (ისევე, როგორც წინა სურათებში). შემდგომ ემატება მედიალური თალამური ნაწილის (zona incerta-ს) გაღიზიანება, რაც აღინიშნება ჰორიზონტალური განუწყვეტელი ხაზით; ნელი აქტივობის დესინქრონიზაციისას პირველადი პასუხების უარყოფითი ფაზა ისპობა, დადებითი ფაზა უცვლელია

მაშასადამე, არასპეციფიკური (დიფუზური) სისტემის გავლენით შეიძლება შეიცვალოს საპასუხო რეაქციის ორივე ფაზა, მაგრამ დამახასიათებელია ის, რომ დადებითი ფაზის ვაზრდის შემთხვევაში უარყოფითი აუცილებლად სუსტდება, ისპობა და პირიქით. თუმცა არის ისეთი შემთხვევებიც (უფრო იშვიათად), როდესაც იზრდება ორივე ფაზა.

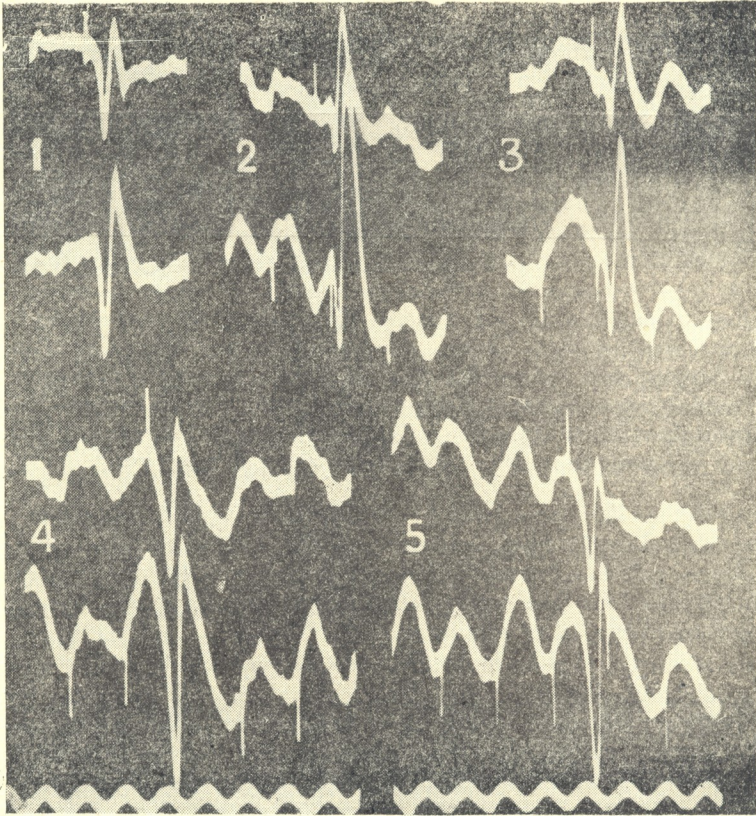
ასეთია არასპეციფიკური თალამო-კორტიკალური სისტემის გავლენა სპეციფიკური სისტემის ქერქულ პასუხებზე. გასაგებია, რომ როგორც ჩვენ მიერ, ისე სხვა მკვლევრების მიერ დადგენილი მონაცემები (პირველადი პასუხების ცვლილება) — ჯერ კიდევ ცოტას ლაპარაკობს საერთოდ შეგვრძნებისა და აღქმის აქტის ორგანიზაციაში დიფუზური სისტემის მნიშვნელობის შესახებ, მაგრამ მიღებული მასალა საშუალებას იძლევა გაკეთდეს ზოგიერთი დასკვნა ორი თალამო-კორტიკალური სისტემის ურთიერთმოქმედების ხასიათის შესახებ.

უპირველეს ყოვლისა, ის გარემოება, რომ პირველადი პასუხი არ ისპობა მაშინ, როდესაც ის ემთხვევა „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალებს, ლაპარაკობს იმის შესახებ, რომ ეს ორი რეაქცია ხორციელდება ქერქის არა ერთისა და იმავე ელემენტებით. სხვანაირად რომ ვთქვათ, სპეციფიკური და არასპეციფიკური საროექციო სისტემები მთავრდება სხვადასხვა ნეირონზე ან ნეირონის სხვადასხვა ნაწილზე. მაგრამ ის ნერვული ელემენტები, რომლებზეც მთავრდებიან არასპეციფიკური სისტემის ბოჭკოები, გავლენას ახდენენ სპეციფიკურ წარმონაქმნებზე და იწვევენ მათ ან გაადვილებას (როდესაც „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალები ინტენსიური არიან), ან დაკნინებას (როდესაც „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალები სუსტდებიან).

უნდა ვიფიქროთ, რომ ეს ურთიერთმოქმედება ხორციელდება ქერქის დონეზე, ვინაიდან ლიტერატურული მონაცემები მუთამდებარე ტვინის რეტყულურ და სპეციფიკურ ბირთვებს შორის ურთიერთმოქმედების შესაძლებლობის წინააღმდეგ ლაპარაკობენ.

ეს საკითხი გადაწყდება ქერქისა და შესაბამისი სპეციფიკური თალამური ბირთვების ერთდროული რეგისტრაციის დროს, რაზედაც ჩვენ

ამყამად ვმუშაობთ. მეორე, რაზედაც შეიძლება ლაპარაკი ჩვენი ცდების საფუძველზე — ეს არის არასპეციფიკური სისტემის გავლენა პირველადი პასუხის ორივე ფაზაზე. რადგანად პირველადი პასუხის დადებითი ფაზა, როგორც



სურ. 5. ქეოქის პირველადი პასუხების ცვლილების სხვადასხვა ხასიათი „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალთა სხვადასხვა ფაზის მიხედვით (სიხშირე—35 სეკ-ში; 8 V) ოსცილოგრაფა 1—პირველადი პასუხი „ჩაბმის რეაქციის“ აღმოცენებამდე, ოსცილოგრ 2 და 3—პირველადი პასუხები ემთხვევა „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალის აღმავალ მუხლს; 4 და 5—პასუხები ემთხვევა „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალის მწვერვალს

ფიქრობენ, წარმოადგენს ქერქის ღრმა შრეების (III—IV) აქტივაციის გამომჟღავნებას, ხოლო უარყოფითი — ზედაპირული შრეებისას, აქედან ნათელი ხდება, რომ არასპეციფიკური ბოჭკოები უნდა მთავრდებოდნენ როგორც ზედაპირულ, ისე ღრმა შრეებში.

დასკვნა

არასპეციფიკურ და სპეციფიკურ თალამო-კორტიკალური საპროექციო სისტემებს შორის ურთიერთმოქმედების შესწავლის მიზნით დანარკოზებულ კატებზე შეისწავლებოდა არასპეციფიკური სისტემის გაღიზიანების გავლენა

დიდი ტვინის ქერქის სომატოსენსორული უბნის პირველად პასუხებზე. ცდებ-  
 მა მოგვცა შემდეგი შედეგები:

1. „ჩაბმის რეაქციის“ ფონზე მიმდინარე დიდი ტვინის ქერქის პირველადი პასუხები, „ჩაბმის რეაქციის“ პერიოდების მიხედვით, საგრძნობ ცვლილებებს განიცდიან: „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალების გაზრდის პერიოდში პირველადი პასუხების ამპლიტუდა იზრდება, მათი შესუსტების დროს კი პირველადი პასუხები მცირდება.

2. როდესაც „ჩაბმის რეაქცია“ აეოიოდული რხევების გარეშე მიმდინარეობს, პირველადი პასუხების ამპლიტუდა მხოლოდ „ჩაბმის რეაქციის“ დასაწყისში იზრდება. „ჩაბმის რეაქციის“ თანდათანობით შესუსტების დროს პირველადი პასუხების ამპლიტუდა საგრძნობლად მცირდება.

3. „ჩაბმის რეაქციის“ ფონზე იცვლება პირველადი პასუხების როგორც უარყოფითი (უმრავლეს შემთხვევაში), ისე დადებითი ფაზები. ერთ-ერთი ფაზის გაადვილების დროს მეორე ბლოკირებას განიცდის. პირველადი პასუხის ცვლილების ესა-თუ ის ხასიათი „ჩაბმის რეაქციის“ ცალკეული პოტენციალების განვითარების სხვადასხვა პერიოდთან დამთხვევით განისაზღვრება: როდესაც პირველადი პასუხი წინ უსწრებს ან დემთხვევა „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალის აღმავალ მუხლს, მაშინ ხდება პირველადი პასუხის უარყოფითი პოტენციალის გაადვილება (დადებითი ბლოკირდება); თუ პირველადი პასუხი მაშინ აღმოცენდება, როდესაც „ჩაბმის რეაქციის“ პოტენციალი მთლიანად განვითარდა, ამ შემთხვევაში გაადვილებას განიცდის დადებითი პოტენციალი (ბლოკირდება უარყოფითი).

4. ელექტროენცეფალოგრამის დესინქრონიზაცია, რომელიც წარმოიქმნება შუამდებარე ტვინის რეტიკულური სტრუქტურის დიდი სიზშირის გაღიზიანების დროს, სუსტ გავლენას ახდენს პირველად პასუხებზე (აქინებებს მხოლოდ უარყოფით პოტენციალს) ან სრულიად არ მოქმედებს მათზე.

5. მიღებული მონაცემები, ერთი მხრივ, იმაზე მიუთითებს, რომ დიფუზური და სპეციფიკური თალამო-კორტიკალური სისტემები ქერქულ დონემდე ერთმანეთისაგან განცალკევებულად შეემართებიან, ხოლო, მეორე მხრივ — იმაზე, რომ ეს სისტემები, ალბათ, ქერქის დონეზე მჭიდროდ ურთიერთმოქმედებენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 აკად. ი. ბერიტაშვილის სახელობის  
 ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 17.6.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. E. W. Dempsey and R. S. Morison. The interaction of certain spontaneous and induced cortical potentials. Amer. J. Physiol, 135, 501, 1942.
2. G. Moruzzi and H. W. Magoun. Brain stem reticular formation and activation of the EEG. EEG clin. Neurophysiol., 1, 455, 1949.
23. „მოამბე“, ტ. XIX, № 3, 1957

3. G. Moruzzi, J. M. Brookhart, W. T. Niemer and H. W. Magoun. Augmentation of evoked electrical activity during spindle bursts. EEG clin. Neurophysiol., 2, 29, 1950.
4. H. H. Jasper and C. Ajmone-Marsan. Thalamocortical integrating mechanisms. Res. Publ. Ass. nerv. ment. Dis., 30, 463, 1952.
5. F. Bremer Some Problems in Neurophysiology. London, 1955, p. 55.
6. J. E. Desmedt and G. La Grutta. The effect of selective inhibition of pseudocholinesterase on the spontaneous and evoked activity of the cat's cerebral cortex. J. Physiol., 136, 20, 1957.

ფიზიოლოგია

რ. ჩუბინიძე

## ნოვარსენოლის გავლენა ძალის პირობით-რეფლექსურ მოქმედებაზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაკურაძემ 22.6.1957)

«თუ არსენოტერაპიისადმი მიძღვნილი შრომები ლიტერატურაში უხვად მოიპოვება, ეს არ შეიძლება ითქვას იმის შესახებ, თუ რა გავლენას ახდენს დარიშხანის პრეპარატები, კერძოდ ნოვარსენოლი, ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციებზე. საკითხი ნოვარსენოლის გავლენის შესახებ უმაღლეს ნერვულ მოქმედებაზე, თითქმის არაა შესწავლილი.

არსებული შრომები ძირითადად ისეთ საკითხებს ეხება, თუ როგორ ნაწილდება დარიშხანი სხვადასხვა ორგანოში და მათ შორის ტვინში, ან რა სტრუქტურული ცვლილებები ვითარდება ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში (ცნს), რა სახის გართულებები გამოიწვევა, რაც ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციის მოშლილობაზე მიუთითებს, და სხვა.

ლიტერატურულ მონაცემებში ნათლად ჩანს, რომ ნოვარსენოლის თერაპიული დოზები უმრავლეს შემთხვევაში იწვევენ ამა თუ იმ სახის ცვლილებებს ნერვული სისტემის მხრივ. ეს ცვლილებები ერთ შემთხვევაში იწვევს მის ფუნქციურ აშლილობას, ხოლო მეორე შემთხვევაში ფუნქციურ აშლილობას თან ერთვის ორგანული დაზიანებები. მაგრამ ლიტერატურაში ჩვენ ვერ შევხვდით ისეთ მასალებს, რომელნიც მიგვიჩვენებენ, თუ რა ცვლილებები მიმდინარეობს უმაღლეს ნერვულ მოქმედებაში არსენოტერაპიის დროს. ამიტომ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა ნოვარსენოლის თერაპიული დოზების გავლენა უპირობო და პირობით რეფლექსურ მოქმედებაზე (ძაღვებზე).

## მ ე თ ო დ ი კ ა

ცდებს ვაყენებდით ორ ძალზე — ყაზბეგსა და ცუგაზე, რომელთაც ჰქონდათ გაკეთებული ყბაყურა ჭირკვლის სადინრის ქრონიკული ფისტულა პავლოვ-გლინსკის წესით. ერთ ძალს, ყაზბეგს, დამატებით ჰქონდა გაკეთებული იზოლირებული პატარა კუჭი პავლოვის წესით.

ზემოაღნიშნულ ძაღვებზე ვიკვლევდით უპირობო და პირობითი რეფლექსების ცვლილებებს. ნოვარსენოლის სამკურნალო დოზის ზეგავლენით გამოყოფილი ნერწყვის რაოდენობის რეგისტრაცია წარმოებდა დროის გარკვეულ მონაკვეთში (სამი წუთის განმავლობაში) მაკარიჩევის მიერ მოწოდებული მეთოდით.

წინასწარ ვადგენდით უპირობო გამაღიზიანებლის (15 გ ორცხობილას ფხვნილის) მოქმედებისას გამოყოფილი ნერწყვის რაოდენობას რამდენიმე დღის განმავლობაში. შემდეგ დღეებში უპირობო გამაღიზიანებლის მიცემამდე



ძალის ორგანიზმში 0,5 საათით ადრე შეგვყავდა ნოვარსენოლის თერაპიული დოზები იმ რაოდენობით და დღეთა ინტერვალთ, რომ არ დარღვეულიყო ათაშანგის სამკურნალო სქემა.

უპირობო სანერწყვე რეფლექსური მოქმედების რეგისტრირების შემდეგ ძალს ყაზბეგს ეძლეოდა კვებითი გამაღიზიანებელი 400 გ შავი პურის და 150 მლ წყლის ნარევის სახით და ვაკვირდებოდით კუჭის სეკრეციის ცვლილებებს ოთხი საათის განმავლობაში.

ვიკვლევდით გამოყოფილი კუჭის წვენის რაოდენობას საათობრივ, მის მჟავიანობას (თავისუფალ მარტილმჟავასა და საერთო მჟავიანობას), კუჭის წვენის გამოყოფის ფარულ პერიოდს.

### მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

ჩვენმა წინა გამოკვლევებმა<sup>(1)</sup> დაგვარწმუნა, რომ ნოვარსენოლი არ არის კუჭის სეკრეციის დამოუკიდებელი ამგზნები — პირიქით, ინექციის დღეს იგი იწვევს საკვების ჭამით აღძრული სეკრეციის შეკავებას, ხოლო ინექციის მომდევნო დღეს კუჭის სეკრეციული მოქმედება ამავე საკვებ გამაღიზიანებელზე გაძლიერებულად კია — ადვილი აქვს ჰიპერსეკრეციას.

საინტერესო იყო შეგვესწავლა ამავე პერიოდში სანერწყვე ჯირკვლების რეაქცია.

ამ მიზნით დავაყენეთ მრავალი ცდა ძაღლებზე უზმოდ, რომელთაც ჰქონდათ გაკეთებული ყბაყურა სანერწყვე ჯირკვლის სადინრის ქრონიკული ფისტულა და აგრეთვე ძაღლებზე, რომელთაც სანერწყვე სადინრის ფისტულის გარდა ერთდროულად ჰქონდათ იზოლირებული პატარა კუჭი პავლოვის წესით და არც ერთ შემთხვევაში არ შეგვიინიშნავს არც ნერწყვის და არც კუჭის წვენის გამოყოფა, მიუხედავად იმისა, რომ დაკვირვება ნოვარსენოლის ინექციის შემდეგ ხდებოდა 0,5—1,5 საათის მანძილზე.

ნოვარსენოლის ინექცია, პირიქით, იწვევს საკვების ჭამით აღძრულ ნერწყვისა და კუჭის წვენის სეკრეციის დაკნინებას. თუ, მაგალითად, ნოვარსენოლის ინექცია წარმოებს ჭამამდე ნახევარი საათით ადრე, როგორც გამოყოფილი ნერწყვის, ისე კუჭის წვენის რაოდენობა გაცილებით უფრო ნაკლებია, ვიდრე ამავე საკვების მიღებისას ნოვარსენოლის ინექციის გარეშე.

ცდებით დადასტურდა, რომ ნოვარსენოლის ინექციის დღეს კუჭის სეკრეციული მოქმედება შეკავებულია დაკვირვების ყველა საათში, ინექციის შემდგომ დღეებში კი სეკრეციის გაძლიერება. ამ ცდებში ნოვარსენოლი ამჟღავნებს ჩვენ მიერ უკვე ადრე აღწერილ დამახასიათებელ მოქმედებას კუჭის სეკრეციულ ფუნქციაზე და ამიტომ მის დეტალურ განხილვას არ შევუდგებით. რაც შეეხება ნერწყვის გამოყოფას უპირობო გამაღიზიანებლის (საკვების ჭამა) მოქმედებისას, იგი შემდეგ სურათს იძლევა.

ნოვარსენოლის ინექციამდე უპირობო გამაღიზიანებლის (საკვების ჭამა) გამოყენებისას სანერწყვე ჯირკვლიდან სამი წუთის განმავლობაში გამოიყოფოდა საშუალოდ 63 წვეთი ნერწყვი (მერყეობა 60-დან 65-მდე), ნერწყვის გამოყოფის ფარული პერიოდი კი 9 წამს უდრიდა.

ნოვარსენოლის 0,1 გ ინექციის შემდეგ ამავე საკვების მიღებისას გამოყოფილი ნერწყვის რაოდენობა 47 წვეთამდე შემცირდა, ხოლო ნერწყვის გამოყოფის ფარული პერიოდი უცვლელი დარჩა.

(<sup>1</sup> მოხსენება ამიერკავკასიის ფიზიოლოგთა, ბიოქიმიკოსთა და ფარმაცოლოგთა მეორე ყრილობაზე. მოხსენების თეზისები გვ. 244—245, თბილისი, 1956 წ.)

ნოვარსენოლის 0,15 გ ინექციის შემდეგ გამოყოფილი ნერწყვის რაოდენობა ამავე საკვების ჭამისას კიდევ უფრო მეტად შემცირდა და სამი წუთის განმავლობაში მხოლოდ 28 წვეთი გამოიყო, მასთან ერთად გახანგრძლივდა ნერწყვის გამოყოფის ფარული პერიოდი — ის 13 წამს უდრიდა.

ნოვარსენოლის 0,2 გ ინექციის შემდეგ გამოყოფილი ნერწყვის რაოდენობა კვლავ მცირე (46 წვეთი) იყო ფონის მაჩვენებელთან შედარებით, მასთან ერთად ნერწყვის გამოყოფის ფარული პერიოდიც რამდენადმე გახანგრძლივდა (11 წამი).

ნოვარსენოლის 0,1—0,15—0,2 გ ინექციების მომდევნო დღეებში გამოყოფილი ნერწყვის რაოდენობა იზრდებოდა და ფონის მაჩვენებლებს უბრუნდებოდა, თუმცა ბევრ შემთხვევაში ფონის მაჩვენებლებთან შედარებით ნერწყვი შედარებით მეტი რაოდენობითაც კი გამოიყოფოდა.

ამრიგად, ცდებით დადასტურდა, რომ ნოვარსენოლის ინექციების შედეგად კუჭის სეკრეციული ფუნქციის მაგვარად ნერწყვის გამოყოფაც განიცდის ცვლილებას, ე. ი. ნოვარსენოლის ინექციის დღეებში კუჭის სეკრეციული ფუნქციის შემცირებასთან ერთად მცირდებოდა გამოყოფილი ნერწყვის რაოდენობაც, ხოლო შემდგომ დღეებში, გამოყოფილი კუჭის წვენის რაოდენობის მომატების მსგავსად, გამოყოფილი ნერწყვის რაოდენობაც მატულობდა.

ანალოგიური ცვლილებები მივიღეთ ნერწყვის გამოყოფის მხრივ უპირობო გამაღიზიანებლის გამოყენებისას მეორე ძალ ცუგაზეც.

უპირობო რეფლექსური მოქმედების შესწავლის შემდეგ ჩვენ დადგინდით, რა გავლენას მოახდენდა ნოვარსენოლის თერაპიული დოზების გამოყენება ცხოველის პირობით რეფლექსურ მოქმედებაზე.

ცდებით ტარდებოდა ცოტად თუ ბევრად იზოლირებულ კაბინაში. ცხოველის გაღიზიანება და სხვა საჭირო მანიპულაციების წარმოება ხდებოდა კაბინის გარედან სპეციალური დანადგარებით, უკანასკნელები კედელში არსებული ხვრელების საშუალებით უკავშირდებოდნენ საცდელ ოთახში არსებულ დანადგარებს.

გამოყოფილი ნერწყვის რეგისტრაცია ამ შემთხვევაშიც მაკარიჩევის მეთოდით ხდებოდა.

პირობით გამაღიზიანებლად აღებული იყო ელექტროზარი (უწყვეტი), რომელიც უუღვლდებოდა 15 გ ორცხოზილას ფხვნილის ჭამას. იგივე ელექტროზარი (წყვეტილი) ჩვენს შემთხვევაში გამოყენებული იყო დიფერენცირებისათვის. დაკვირვება ტარდებოდა 40—60 დღის განმავლობაში. მაგალითისათვის მოგვყავს ძალ ცუგაზე ჩატარებული ცდები.

პირობითი რეფლექსის გამომუშავებას შევუდექით 2.11.54 წ. და ეს რეფლექსი გამომუშავდა მე-9 შეუღლების შემდეგ (3.11.54 წ.). რეფლექსის გამყარება მოხდა 48 შეუღლების შემდეგ. დიფერენცირება წყვეტილ ზარზე აბსოლუტური იყო მე-9 დღეს, 51-ე შეუღლების შემდეგ.

პირობითი რეფლექსი ისაზღვრებოდა პირობითი გამაღიზიანებლის 20 წამის განმავლობაში იზოლირებული მოქმედებით, რის შემდეგაც ზარის მოქმედებით ხდებოდა რეფლექსის გამყარება. გაღიზიანებათა შორის ინტერვალი უდრიდა 4—5 წუთს. პირობითი რეფლექსის გამომუშავებისა და დიფერენცირების გამყარების საილუსტრაციოდ მოგვყავს უშუალოდ ცდების ოქმური ჩანაწერები.



ძალი ცუგა 30.I-1955 წელი

6 <sup>16'</sup> —6 <sup>16'</sup>	ზარი მუდმივი . . . . .	2	წვეთი.
6 <sup>16'</sup> —6 <sup>16'</sup>	ზარი მუდმივი + უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	9	წვეთი.
6 <sup>21'</sup> —6 <sup>21'</sup>	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0	წვეთი.
6 <sup>25'</sup> —6 <sup>25'</sup>	ზარი მუდმივი . . . . .	2	წვეთი.
6 <sup>25'</sup> —6 <sup>26'</sup>	ზარი მუდმივი + უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	8	წვეთი.
6 <sup>31'</sup> —6 <sup>31'</sup>	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0	წვეთი.
6 <sup>36'</sup> —6 <sup>36'</sup>	ზარი მუდმივი . . . . .	2	წვეთი.
6 <sup>36'</sup> —6 <sup>36'</sup>	ზარი მუდმივი + უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	9	წვეთი.
6 <sup>42'</sup> —6 <sup>42'</sup>	ზარი მუდმივი . . . . .	2	წვეთი.
6 <sup>42'</sup> —6 <sup>42'</sup>	ზარი მუდმივი + უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	8	წვეთი.

ძალი ცუგა, 7.2.1955 წელი

ნოვარსენოლის ინექციის წინაღვე

6 <sup>41'</sup> —6 <sup>41'</sup>	ზარი მუდმივი . . . . .	2	წვეთი.
6 <sup>41'</sup> —6 <sup>41'</sup>	ზარი მუდმივი + უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	9	წვეთი.
6 <sup>46'</sup> —6 <sup>46'</sup>	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0	წვეთი.
6 <sup>50'</sup> —6 <sup>50'</sup>	ზარი მუდმივი . . . . .	3	წვეთი.
6 <sup>50'</sup> —6 <sup>51'</sup>	ზარი მუდმივი + უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	9	წვეთი.
6 <sup>54'</sup> —6 <sup>55'</sup>	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0	წვეთი.
7 <sup>00'</sup> —7 <sup>00'</sup>	ზარი მუდმივი . . . . .	2	წვეთი.
7 <sup>00'</sup> —7 <sup>00'</sup>	ზარი მუდმივი + უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	8	წვეთი.
7 <sup>04'</sup> —7 <sup>04'</sup>	ზარი მუდმივი . . . . .	2	წვეთი.
7 <sup>04'</sup> —7 <sup>04'</sup>	ზარი მუდმივი + უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	7	წვეთი.

ამრიგად, მოყვანილი ოქმური ჩანაწერიდან (7.2.55 წ.) ჩანს, რომ ამ დღეს პირობითი გამალიზიანებლის 20 წამის იზოლირებული მოქმედებით მივიღეთ: პირველი გამოყენებისას 2 წვეთი, მეორე გამოყენებისას — 3 წვეთი, მესამე გამოყენებისას — 2 წვეთი, მეოთხე გამოყენებისას — 2 წვეთი. დიფერენცირება წყვეტილ ზარზე ყველა შემთხვევაში აბსოლუტური იყო (0).

8.2.55 წელს 6 ს. 30 წ. ძალი ცუგას ნახევარი საათით ადრე ცდის დაწყებადღე, ინტრავენოზურად შევუყვანეთ 0,075 გ ნოვარსენოლი, გახსნილი 5 მლ. გამობნდილ და გასტერილებულ წყალში. მოგვეყვას ოქმური ჩანაწერი.

7 <sup>05'</sup> —7 <sup>05'</sup>	ზარი მუდმივი . . . . .	1	წვეთი.
7 <sup>05'</sup> —7 <sup>05'</sup>	ზარი მუდმივი + უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	8	წვეთი.
7 <sup>10'</sup> —7 <sup>10'</sup>	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0	წვეთი.
7 <sup>15'</sup> —7 <sup>15'</sup>	ზარი მუდმივი . . . . .	0	წვეთი.
7 <sup>15'</sup> —7 <sup>15'</sup>	ზარი მუდმივი + უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	6	წვეთი.
7 <sup>20'</sup> —7 <sup>20'</sup>	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0	წვეთი.
7 <sup>26'</sup> —7 <sup>26'</sup>	ზარი მუდმივი . . . . .	0	წვეთი.
7 <sup>26'</sup> —7 <sup>26'</sup>	ზარი მუდმივი + უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	7	წვეთი.
7 <sup>30'</sup> —7 <sup>30'</sup>	ზარი მუდმივი . . . . .	0	წვეთი.
7 <sup>30'</sup> —7 <sup>30'</sup>	ზარი მუდმივი + უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	5	წვეთი.



ამრიგად, ორგანიზმში ნოვარსენოლის პირველი შეყვანის დღეს ვამჩნევდით რეფლექსური მოქმედების შემცირებას. კერძოდ, პირობითი გამაღიზიანებლის გამოყენების შემდგომ როგორც პირობითი, ისე პირობით — უპირობო რეფლექსის სიდიდე შემცირდა. ნაცვლად 2—3 წვეთისა პირობით სიგნალზე გამოიყო 1 წვეთი ნერწყვი ან სრულიად არ გამოიყოფოდა, ხოლო პირობით — უპირობო გამაღიზიანებლის გამოყენებისას ნაცვლად 8—9 წვეთისა გამოიყო 6—7 წვეთი ნერწყვი, მასთან ერთად დიფერენცირება აბსოლუტური რჩებოდა.

ნოვარსენოლის (0,075 გ) ორგანიზმში შეყვანის მეორე დღეს მდგომარეობა ისეთივე დარჩა, როგორც იყო ინექციის დღეს. აქ აღსანიშნავია მხოლოდ, რომ გამაღიზიანებლის იზოლირებულად მეოთხედ გამოყენებისას პირობითი რეფლექსის სიდიდე საწყის სიდიდეს დაუბრუნდა (გამოიყო 2 წვეთი ნერწყვი).

ინექციის მესამე დღეს პირობითი გამაღიზიანებლის პირველად გამოყენებისას პირობითი რეფლექსის სიდიდე შემცირებული რჩება, ხოლო შემდგომი გამოყენებისას პირობითი რეფლექსის სიდიდე თითქმის ნორმის ფარგლებშია, მასთან ერთად დიფერენცირება აბსოლუტური რჩება.

11.2.55 წელს ძალ ცუგას 6 ს. 58 წ. შევუყვანეთ 0,112 გ ნოვარსენოლი, ნახევარი საათის შემდგომ პირობითი რეფლექსის მდგომარეობა ასეთი იყო (მოგვყავს ოქმური ჩანაწერი):

7 <sup>28'</sup> —7 <sup>28'</sup>	ზარი მუღმივი . . . . .	1 წვეთი.
7 <sup>28'</sup> —7 <sup>28'</sup>	ზარი მუღმივი+უპირობო გამაღიზიანებელი . . . . .	8 წვეთი.
7 <sup>32'</sup> —7 <sup>32'</sup>	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0 წვეთი.
7 <sup>38'</sup> —7 <sup>38'</sup>	ზარი მუღმივი . . . . .	0 წვეთი.
7 <sup>38'</sup> —7 <sup>38'</sup>	ზარი მუღმივი+უპირობო გამაღიზიანებელი . . . . .	9 წვეთი.
7 <sup>42'</sup> —7 <sup>42'</sup>	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0 წვეთი.
7 <sup>48'</sup> —7 <sup>48'</sup>	ზარი მუღმივი . . . . .	0 წვეთი.
7 <sup>48'</sup> —7 <sup>48'</sup>	ზარი მუღმივი+უპირობო გამაღიზიანებელი . . . . .	7 წვეთი.
7 <sup>53'</sup> —7 <sup>53'</sup>	ზარი მუღმივი . . . . .	2 წვეთი.
7 <sup>53'</sup> —7 <sup>54'</sup>	ზარი მუღმივი+უპირობო გამაღიზიანებელი . . . . .	8 წვეთი.

როგორც ოქმური ჩანაწერიდან ჩანს, ნოვარსენოლის ორგანიზმში განმეორებით შეყვანას შემდეგ იგივე სურათი მივიღეთ, რაც ნოვარსენოლის პირველი ინექციის შემდეგ. გამოჩაყლის წარმოადგენს პირობითი გამაღიზიანებლის მეოთხე გამოყენება, სადაც პირობითი რეფლექსის სიდიდის მაჩვენებელი ორი წვეთი იყო.

ნოვარსენოლის (0,112 გ) ინექციის მეორე დღეს ჩვენ მივიღეთ პირობითი რეფლექსის უფრო სწრაფი აღდგენა და, საზოგადოდ, სანერწყვე ჯირკვლის მაღალი რეაქტიული უნარის გამოვლინება თითქოს უფრო მაღალია, ვიდრე ფონის ცდებში. მოგვყავს ოქმური ჩანაწერი.

ძალ ცუგა, 12 2.1955 წელი

6 <sup>39'</sup> —6 <sup>39'</sup>	ზარი მუღმივი . . . . .	2 წვეთი.
6 <sup>39'</sup> —6 <sup>39'</sup>	ზარი მუღმივი+უპირობო გამაღიზიანებელი . . . . .	9 წვეთი.
6 <sup>44'</sup> —6 <sup>44'</sup>	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0 წვეთი.
6 <sup>49'</sup> —6 <sup>49'</sup>	ზარი მუღმივი . . . . .	4 წვეთი.
6 <sup>49'</sup> —6 <sup>49'</sup>	ზარი მუღმივი+უპირობო გამაღიზიანებელი . . . . .	10 წვეთი.
6 <sup>53'</sup> —6 <sup>54'</sup>	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0 წვეთი.



659'—659'	ზარი მუღმივი . . . . .	2	წვეთი.
659'—659'	ზარი მუღმივი+უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	10	წვეთი.
704'—704'	ზარი მუღმივი . . . . .	2	წვეთი.
704'—704'	ზარი მუღმივი+უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	10	წვეთი.

15.2.55 წელს ძალღ ცუგას მესამედ შეფუყვანეთ ნოვარსენოლი, ახლა უკვე 0,15 გ რაოდენობით. ამ დროს პირობითი რეფლექსის ცვლილებები უფრო ხაკლებად იყო გამოხატული, ვიდრე ნოვარსენოლის 0,112 გ, ანუ წინა ინექციის დროს. მოგყავს ოქმური ჩანაწერი.

712'—712'	ზარი მუღმივი . . . . .	2	წვეთი.
712'—712'	ზარი მუღმივი+უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	9	წვეთი.
717'—717'	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0	წვეთი.
722'—722'	ზარი მუღმივი . . . . .	0	წვეთი.
722'—722'	ზარი მუღმივი+უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	8	წვეთი.
727'—727'	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	1	წვეთი.
732'—732'	ზარი მუღმივი . . . . .	1	წვეთი.
732'—732'	ზარი მუღმივი+უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	8	წვეთი.
736'—736'	ზარი მუღმივი . . . . .	1	წვეთი.
736'—736'	ზარი მუღმივი+უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	8	წვეთი.

ოქმური ჩანაწერიდან ჩანს, ომ ჩვენ გვაქვს პირობითი რეფლექსის ნორმალური მსვლელობის ცვლილება დადებითი პირობითი გამალიზიანებლის მეორედ გამოყენებისას, როდესაც ნერწყვი სრულიად არ გამოიყო, სადიფერენციო გამალიზიანებელზე კი — შეკავების ნაწილობრივი მოხსნა, ე. ი. დიფერენციაციის დარღვევა.

ნოვარსენოლის 0,15 გ ინექციის მეორე დღეს, ე. ი. 16.2.55 წ., ჩვენ გვქონდა პირობითი რეფლექსის თითქმის ნორმალური მსვლელობა. 17.2.55 წ. და 19.2.55 წ. დადებითი გამალიზიანებლის პირველად, მესამედ და მეოთხედ გამოყენებისას გვქონდა პირობითი რეფლექსური მოქმედების თითქმის ნორმალური მსვლელობა, ხოლო მეორედ გამოყენებისას (17.2.55 წ.) პირობით სინჯულზე გამოიყო 1 წვეთი, 19.2.55 წ. კი არც ერთი წვეთი არ გამოყოფილა. სადიფერენციაციო გამალიზიანებელზე როგორც 17.2.55 წ., ისე 19.2.55 წ. ვლებულობით შეკავების მოხსნას.

20.2.55 წ. ძალღ ცუგას ორგანიზმში ცდის დაწყებამდე ნახევარი საათით ადრე ინტრავენოზური გზით შეფუყვანეთ 0,15 გ სოკოასენოლი. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ამ დღეს მივიღეთ დამახასიათებელი სურათი ულტრაპარადოქსალური ფაზის სახით, ე. ი. დადებითი გამალიზიანებლის მოქმედების დროს პირობითი რეფლექსური მოქმედების დამახასიათებელი ეფექტი არ აღინიშნებოდა, მაშინ როდესაც სადიფერენციაციო გამალიზიანებლის მოქმედებისას გვქონდა ნერწყვის გამოყოფა. მოგყავს ოქმური ჩანაწერი.

639—639	ზარი მუღმივი . . . . .	2	წვეთი.
639—639	ზარი მუღმივი+უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	6	წვეთი.
644—644	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	1	წვეთი.
649—649	ზარი მუღმივი . . . . .	0	წვეთი.
649—649	ზარი მუღმივი+უპირობო გამალიზიანებელი . . . . .	9	წვეთი.
654—654	წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	1	წვეთი.

6 <sup>59</sup> —6 <sup>59</sup> ზარი მულმივი . . . . .	1	წვეთი.
6 <sup>59</sup> —6 <sup>59</sup> ზარი მულმივი + უპირობო გამაღიზიანებელი . . . . .	6	წვეთი.
7 <sup>04</sup> —7 <sup>04</sup> ზარი მულმივი . . . . .	0	წვეთი.
7 <sup>04</sup> —7 <sup>04</sup> ზარი მულმივი + უპირობო გამაღიზიანებელი . . . . .	8	წვეთი.

21.2.55 წ. კვლავ გამოვლინდა დიდი ჰემისფეროების ქერქის ფაზური მდგომარეობა, კერძოდ, შეკავებითი ფაზა, რაც გამოიხატებოდა ნერწყვის გამოყოფით როგორც დადებით პირობით, ისე სადიფერენციაციო გამაღიზიანებლის მოქმედებისას. მოგვყავს ოქმური ჩანაწერი.

6 <sup>06'</sup> —6 <sup>06'</sup> ზარი მულმივი . . . . .	0	წვეთი.
6 <sup>06'</sup> —6 <sup>06'</sup> ზარი მულმივი — უპირობო გამაღიზიანებელი . . . . .	7	წვეთი.
6 <sup>11'</sup> —6 <sup>11'</sup> წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0	წვეთი.
6 <sup>16'</sup> —6 <sup>16'</sup> ზარი მულმივი . . . . .	0	წვეთი.
6 <sup>16'</sup> —6 <sup>16'</sup> ზარი მულმივი — უპირობო გამაღიზიანებელი . . . . .	6	წვეთი.
6 <sup>21'</sup> —6 <sup>21'</sup> წყვეტილი ზარი (დიფერენცირება) . . . . .	0	წვეთი.
6 <sup>26'</sup> —6 <sup>26'</sup> ზარი მულმივი . . . . .	0	წვეთი.
6 <sup>26'</sup> —6 <sup>26'</sup> ზარი მულმივი — უპირობო გამაღიზიანებელი . . . . .	8	წვეთი.
6 <sup>31'</sup> —6 <sup>31'</sup> ზარი მულმივი . . . . .	0	წვეთი.
6 <sup>31'</sup> —6 <sup>31'</sup> ზარი მულმივი — უპირობო გამაღიზიანებელი . . . . .	8	წვეთი.

იმისათვის, რომ უფრო ნათელი გახდეს მთლიანი სურათი პირობითი რეფლექსის ცვლილებისა, რასაც იწვევს ნოვარსენოლის თერაპიული დოზების ძაღლის ორგანიზმში შეყვანა, ზემოთ მოყვანილი ოქმური ჩანაწერები მოგვყავს ცხრილის სახით (იხ. ცხრილი).

ამრიგად, ზემოთ მოყვანილი მონაცემებიდან გამომდინარეობს, რომ ნოვარსენოლის თერაპიული დოზების ორგანიზმში შეყვანის შემდეგ ხდებოდა პირობითი რეფლექსური მოქმედების მკვეთრი დარღვევა, კერძოდ: ნოვარსენოლის ინექციის დღეებში დადებით გამაღიზიანებელზე მცირდებოდა პირობითი რეფლექსური მოქმედება, დიფერენცირება პირველი ინექციების დროს აბსოლუტური რჩებოდა. პირობით-რეფლექსური მოქმედების ნორმასთან დაბრუნება ხდებოდა ინექციის მეორე ან მესამე დღეს. ბოლო ინექციების დროს პირობითი რეფლექსური მოქმედების დარღვევა უფრო მკაფიოდ იყო გამოხატული, წარმოიშვა ნევროზული ფაზები — ულტრაპარადოქსალური და შეკავებითი. გაწონასწორებისა და პარადოქსული ფაზები ჩვენს ცდებში არ შეგვიძინებია, რადგანაც ამ მიმართულებით ცდები არ დაგვიყენებია.

აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ჩვენი შრომის დამთავრების შემდეგ, სრულიად დამოუკიდებლევ 1957 წლის მაისში გამოქვეყნდა შრომა ნ. ივანოვასი, რომელიც ირკვევდა თავგებსა და ვირთავებზე ნოვარსენოლის ტოქსიკურობას. ავტორმა დაკვირვების შედეგად მიიღო ჩვენი შედეგების თითქმის ანალოგიური შედეგები. იგი აღნიშნავს, რომ ნოვარსენოლის 5% ხსნარი, შეყვანილი ვირთავების ორგანიზმში ინტრავენოზურად 0,150 მგ 1 გ წონაზე, საცდელ ცხოველებში იწვევს რიგ ცვლილებებს, რომლებიც დამახასიათებელია დიდი ჰემისფეროების ქერქში დაცვითი შეკავების პროცესისათვის და ამ ფონზე ცხოველებს აღენიშნებოდათ ვეგეტატიური ნერვული სისტემის მოშლის ზოგიერთი ნიშანი.

საცდელ ცხოველებში გამოწვეული ცვლილებების აღდგენა ხდებოდა ცალკისებურად, მათ ხან აღენიშნებოდათ დაოღვეული პირობით-რეფლექსური მოქმედების აღდგენა, ხან ისევ დარღვევა, ამასთან ერთად ადგილი ჰქონდა ფაზურ მოქმედებას ნარკოზული და პარადოქსული ფაზის სახით.



ცხრილი

ხალი „ცუგა“

შუღუღების №.წ.	გალიზიანებათა თანამიმდევრობის სქემა	ნოვარსენოლის ინექციამდე პირობითი რეფლექსის მდგომარეობა	Novarsenoli 0,075 გ	მეორე დღე	Novarsenoli 0,112 გ	Novarsenoli 0,112 ინექც. მეორე დღე	Novarsenoli 0,15 გ	Novarsenoli 0,15 გ ინექც. მეორე დღე	Novarsenoli 0,15 გ	Novarsenoli 0,15 ინექც. მეორე დღე	
1	ზარი მუღმივი (20 წამი. პირობითი გამალიზ.)	2	2	2	1	1	1	2	2	0	0
	ზარი მუღმივი (20") + უპირობო გამალიზიან. (20")	9	9	9	8	8	8	9	9	6	8
	წყვეტილი ზარი (დიფერენც. 40")	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2	ზარი მუღმივი (20" პირობითი გამალიზ.)	3	2	3	0	0	0	4	0	3	0
	ზარი მუღმივი (20") + უპირობო გამალიზ. (20")	9	8	9	6	6	9	10	8	9	6
3	წყვეტილი ზარი (40"-დიფერენცირება)	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	ზარი მუღმივი (20" პირობითი გამალიზ.)	2	2	2	0	0	0	2	1	1	0
	ზარი მუღმივი (20") + უპირობო გამალიზ. (20")	9	9	8	7	7	7	10	8	10	6
4	ზარი მუღმივი (20" პირობითი გამალიზ.)	2	2	2	0	2	2	1	2	0	0
	ზარი მუღმივი (20") + უპირობო გამალიზ. (20")	9	8	7	5	5	8	10	8	9	8

შენიშვნა: პირობითი რეფლექსის ცვლილებები ნოვარსენოლის თერაპიული დოზების ზეგავლენით (ციფრობრივი მაჩვენებლები აღნიშნავს გამოყოფილი ნერწყვის წვეთებს).

დასკვნები

1. ნოვარსენოლის თერაპიული დოზები ინექციის დღეს იწვევენ საკვების ჭამით გამოწვეულ კუჭის სეკრეციული მოქმედების შეკავებას, რაც გამოიხატება სეკრეციის ფარული პერიოდის გახანგრძლივებით, წველის რაოდენობის შემცირებითა და მყავიანობის დაქვეითებით. ინექციის მეორე და მესამე დღეს კი, პირიქით, აღვილი აქვს ჰიპერსეკრეციას. თითქმის ასეთივე ცვლილებები ხდება საკვების ჭამით აღძრულ ნერწყვის სეკრეციაში იმ განსხვავებით, რომ შემდეგი მოქმედება აქ შედარებით სუსტად არის გამოხატული.

2. ნოვარსენოლის თერაპიული დოზები განსაკუთრებით მკვეთრ გავლენას ახდენს პირობით რეფლექსურ მოქმედებაზე, რაც ამ მოქმედების მკვეთრი დარღვევით გამოვლინდება. ნოვარსენოლის პირველი ინექციები იწვევს ინექციის დღეს დადებითი პირობითი რეფლექსის შეცირებას ან სრულ გაქრობას და დიფერენცირების დარღვევას, მომდევნო ინექციები კი — დიდი ჰემისფეროების ქერქის აშკარა ფაზურ მდგომარეობას ულტრაპარადოქსული და შეკავების ფაზების გამოვლინებით.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.6.1957)

## მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრება

ა. კვალაიშვილი, ა. რუხაძე, კ. ბიძინაძე და ბ. გვებაძე

## რადიაქტიური ოქლის (J=131) გამოყენება თავის ტვინის სიმსივნეთა დიაგნოსტიკისათვის

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 10.6.1957)

მედიცინის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, ნევროლოგიისა და ნეიროქირურგიის თვალსაჩინო მიღწევების მიუხედავად, ცენტრალური ნერვული სისტემის სიმსივნურ დაავადებათა ამოცნობა, განსაკუთრებით მათი ტოპიკური დიაგნოსტიკა, დღემდე ინარჩუნებს თავის აქტუალობას და კლინიკური მედიცინის ერთ-ერთ რთულ და მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს.

თავის ტვინის სიმსივნეთა დიაგნოსტიკაში, კლინიკური სურათის, ნევროლოგიური მონაცემებისა და დაავადების დინამიკის პარალელურად, გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება დამატებით კლინიკურ-ლაბორატორიულ გამოკვლევებს, კერძოდ ელექტროენცეფალოგრაფიას, პნეუმოენცეფალოგრაფიას, ვენტრიკულოგრაფიას, ანგიოგრაფიას, თვალის ფსკერზე, ზურგის ტვინის სითხეში და კრანოვრადიულად ობიექტური ცვლილებების დადგენას და ამ ცვლილებათა თავისებურებების გარკვევას მოცემულ კონკრეტულ შემთხვევაში.

თავის ტვინის სიმსივნის სიმპტომატოლოგია ხასიათდება უაღრესი სხვადასხვაობით, ზოგადი და ბუდობრივი ნიშნების რთული და მრავალფეროვანი კომბინაციებით. ძალიან ხშირად სიმსივნური დაავადება ატიპობრივ ვითარდება და პათოგნომიური სიმპტომების სიღარიბით მიმდინარეობს, ვერ ვახსოვლობთ ცვლილებებს დამატებითი კლინიკურ-ლაბორატორიული გამოკვლევებითაც. ასევე ხშირად სიმსივნე არ იძლევა თავისი ლოკალიზაციისათვის შესაბამის კლინიკურ ნიშნებს, ან ეს ნიშნები ინიღბება ზოგადი ცერებრული ცვლილებებით, ვლინდება მეზობელი უბნის დაზიანებისათვის სპეციფიკურ მოვლენებთან და საერთო ნეიროდინამიკურ ძვრებთან ერთად. ცენტრალური ნერვული სისტემის მრავალმა დაავადებამ, როგორცაა ფოკალური ენცეფალიტი, თავის ტვინის აბსცესი, ექინოკოკი, ცისტიცერკოზი და სხვა, შეიძლება მოახდინოს თავის ტვინის ტუმორული დაავადების სრული სიმულაცია და, პირიქით, გვხვდება ისეთი შემთხვევებიც, როდესაც სიმსივნე იძლევა ცენტრალური ნერვული სისტემის არასიმსივნური დაავადების კლინიკურ სურათს, რომელთა დიფერენცირება ხშირად შეუძლებელი ხდება.

ზემოაღნიშნული მიზეზების გამო დღესდღეობით საკმაოდ ხშირად აქვს ადგილი საგრძნობ, ზოგჯერ გამოუსწორებელ შეცდომებს თავის ტვინის სიმსივნის ამოცნობისას. ზემოაღნიშნულის გამო გასაგებია, თუ რა უდიდეს ინტერესს იწვევს თავის ტვინის სიმსივნის დიაგნოსტიკის ახალი მეთოდების ძიება.

უკანასკნელ წლებში ხელოვნური რადიაქტიური იზოტოპების დიდი რაოდენობით მიღებასთან დაკავშირებით გაიზარდა მათი გამოყენების ჰორიზონტი მეცნიერების სხვადასხვა დარგში, მათ შორის ბიოლოგიასა და მედიცინაში. რადიაქტიური იზოტოპების გამოყენებით შესაძლებელი გახდა ორგანიზმის

მიმდინარე რთული პროცესების შესწავლა, რაც დღემდე არსებული მეთოდების საშუალებით მიუღწეველი იყო. სამედიცინო პრაქტიკაში რიგ დაავადებათა დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის მიზნით გამოყენებულ რადიაქტიურ იზოტოპთა შორის (ფოსფორი, ნატრიუმი, იოდი) რადიაქტიურმა იოდმა (J—131) თავისი შედარებით ხანმოკლე ხანგვარდაშლის პერიოდის, აგრეთვე ბეტა და გამა გამოსხივების თვისების გამო, განსაკუთრებით ფართო პერსპექტივები გადასალა სამკურნალო პრაქტიკაში მისი გამოყენებისათვის.

ბოლო ხანებში სამედიცინო რადიოლოგიის სახელმძღვანელოებში და თეზისების სახით გამოქვეყნებულ ერთეულ შრომებში (თ. უმანსკი, კ. ბაღმევი) ეხვდებით მითითებებს, რომ ლუგოლის ხსნარით ფარისებრი ჯირკვლის წინასწარი ბლოკირების შემდეგ რადიაქტიური იოდი ჭარბად ერთვება ცენტრალური ნერვული სისტემიდან გამომავალ სიმსივნურ ქსოვილში. ეს ფაქტი საფუძვლად დაედო სიმსივნურ დაავადებათა სადიაგნოსტიკოდ ხსენებული იზოტოპის გამოყენებას.

თავის ტვინის სიმსივნურ დაავადებათა ამოცნობის საქმეში რადიაქტიური იოდის დიაგნოსტიკური ღირებულების დასადგენად ჩვენ კლინიკურ პირობებში შევისწავლეთ აღნიშნულ დაავადებაზე საეკვო 32 ავადმყოფი.

ყველა ავადმყოფს, ნევროლოგიური სტატუსის დადგენისა და სავალდებულო კლინიკურ-ლაბორატორიული ანალიზების შემდეგ, უტარდებოდა ზურგის ტვინის სითხის, თვალის ფსკერის და თავის ქალას რენტგენოგრაფიული გამოკვლევები. ამის პარალელურად ავადმყოფებს ვიკვლივდით რადიაქტიური იოდით. ფარისებრი ჯირკვლის ბლოკირების მიზნით ავადმყოფები 5—7 დღის განმავლობაში ლეზულობდნენ ლუგოლის ხსნარს (20—25 წვეთი 3-ჯერ დღეში). გამოკვლევის დაწყებამდე 1. საათით ადრე ავადმყოფებს უზმოდ ეძლეოდათ (per-os) რადიაქტიური იოდი (J—131) 100 მიკროკიურის აქტივობით.

თავის ტვინის ქსოვილში რადიაქტიური იოდის ჩართვის გამოსავლინებლად, ტვინის ანატომიური წილების შესაბამისად, თავის ქალა იყოფოდა 15 სანორიენტაციო პუნქტად. გარდა ამისა, საჭიროების მიხედვით გაძლიერებული გამოსხივების მიდამოში იკვლიოდა რამდენიმე დამატებითი პუნქტი. რადიაქტიური იოდის ტვინის ქსოვილში ჩართვის დადგენა წარმოებდა „ნ“ დანადგარზე სპეციალურად მოწყობილი, ტყვიის სქელი ფურცლით ეკრანირებული გამამრიცხველის საშუალებით.

ნორმალურად თავის ტვინის სხვადასხვა წილებში რადიაქტიური იოდის ჩართვა გარკვეულ თავისებურებით ხასიათდებოდა: კვდის წილი შედარებით მეტ იმპულსებს იძლეოდა, თხემის წილი, პირიქით, ნაკლებს; საფეეჟლისა და შუბლის წილები ამ მხრივ არ განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან; რაც შეეხება ცალკეულად აღებულ წილს მის სხვადასხვა პუნქტში, ადგილი ჰქონდა რადიოიოდის თანაბარი რაოდენობით გამოსხივებას.

თავის ქალას ესა თუ ის პუნქტი პათოლოგიურ არედ იმ შემთხვევაში ითვლებოდა, როდესაც იგი სიმეტრიულ პუნქტებთან და ნორმალურად რადიაქტიური იოდის ჩართვის თანაბარი უნარის მქონე უბანთან შედარებით ავლინებდა რადიაქტიურობის მომატებას წუთში საშუალოდ 50 იმპულსის ხევით. ამავდროს გათვალისწინებული იყო ტვინის ქსოვილში J-131-ის ჩართვის საერთო ფონი.

რადიაქტიური იოდით გამოკვლევის მონაცემები ყველა ცალკეულ შემთხვევაში უპირისპირდებოდა კლინიკურ დიაგნოზს. მიღებული შედეგები შემოწმდა ოპერაციულად (4 შემთხვევაში) და სექციურად (6 შემთხვევაში). მოგვყავს ამ მხრივ საინტერესო მაგალითები.

თავის ტვინის სიმსივნის დიაგნოზი კლინიკურად დასმული იყო 19 ავადმყოფზე. რადიაქტიური იოდით გამოკვლევის მონაცემები 8 შემ-



თხვევაში საკლებით დაემთხვა კლინიკურ დიაგნოზს; 5 შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა სრულ შეუთავსებლობას, ხოლო დანარჩენ 6 შემთხვევაში კლინიკურად არ იყო ამოცნობილი სიმსივნის ტოპიკა და სიმსივნის ლოკალიზაციის მითითება. შესაძლებელი გახდა მხოლოდ რადიაქტიური იოდით გამოკვლევის შედეგად, რაც შემდეგ დადასტურდა ოპერაციულად. აღნიშნული 6 შემთხვევიდან ერთში კლინიკურად დაისვა უკანა ფოსოს სიმსივნის დიაგნოზი. რადიაქტიური იოდის ჩართვა ამ ავადმყოფს გაძლიერებული აღმოაჩნდა მარჯვენა ჰემისფეროს საფეთქლის, თხემის შუა და მარცხენა, განსაკუთრებით თხემის უკანა და კეფის ზემო პუნქტებში. ოპერაციით დადასტურდა, რომ სიმსივნე მდებარეობდა პარასაგიტალურად, მის უკანა ქვემო წილში მარჯვნივ, ჩაზრდილი კეფის წილში, ნაწილობრივ საფეთქლის წილშიც.

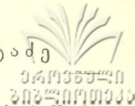
მეორე შემთხვევაში სიმსივნის ლოკალიზაცია კლინიკურად სრულიად არ იყო ნაჩვენები. რადიაქტიური იოდით გამოკვლევისას გაძლიერებულ რადიაციას იძლეოდა შუბლის მარჯვენა, თხემის მარჯვენა და წინა და კეფის მარჯვენა და ზემო წილები. ოპერაციული ჩარევით დამტკიცდა, რომ სიმსივნე ლოკალიზდებოდა მარჯვენა ჰემისფეროს შუბლ-თხემ-საფეთქლის არეში. სიმსივნის ლოკალიზაციის მითითების გარეშე გაუკეთდა ოპერაცია აგრეთვე მესამე ავადმყოფს. რომელსაც რადიაქტიური იოდის ჩართვა გაძლიერებული აღმოაჩნდა მარჯვნივ საფეთქლის, თხემის, კიფის და კეფა-საფეთქლის წილების საზღვარზე. ოპერაციულად დადგინდა, რომ სიმსივნე მდებარეობდა მარჯვნივ საფეთქლის წილის ბაზალურ არეში.

მოყვანილი მაგალითები თვალნათლავ გვიჩვენებს, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში იქ, სადაც კლინიკურად თავის ტვინის სიმსივნის ადგილმდებარეობის ამოცნობა ვერ ხერხდება, სიმსივნის ლოკალიზაციის ზუსტად დადგენა შესაძლებელი ხდება რადიაქტიური იოდის გამოყენებით.

როგორც უკვე აღინიშნა, შესწავლილი 32 ავადმყოფიდან თავის ტვინის არასიმსივნურ დაავადებას კლინიკურად ადგილი ჰქონდა 13 შემთხვევაში. ამ ავადმყოფების რადიაქტიური იოდით გამოკვლევის შედეგები კლინიკურ დიაგნოზს 4 შემთხვევაში არ ეთანხმებოდა და მიღებული მონაცემები სიმსივნის არსებობაზე მიუთითებდა. ყურადღებას იპყრობს 2 შემთხვევა, სადაც რადიაქტიური იოდის დიაგნოსტიკური თვისება განსაკუთრებული ეფექტურობით ვლინდება. ერთ შემთხვევაში საქმე ეხებოდა 45 წლის მამაკაცს, რომელიც უჩიოდა ძლიერ თავის ტკივილს. ობიექტურად მკვეთრად იყო გამოხატული მენინგეალური სინდრომი; ლაბორატორიული გამოკვლევიდან ყურადღებას იპყრობდა აჩქარებული ედრა და იოლი ალბუმინო-ციტოლოგიური დისოციაცია ზურგის ტვინის სითხეში. კლინიკაში ყოფნის მეფე პერიოდში ავადმყოფს ჰქონდა სეპტიკური ცხელება. ყოველივე ამის საფუძველზე კლინიკის მიერ მართებულად დაისვა მენინგო-ენცეფალიტის დიაგნოზი, რასაც კიდევ უფრო სარწმუნოდ ხდიდა ანტიინფექციური მკურნალობით მიღებული ავადმყოფის საერთო მდგომარეობის გაუმჯობესება და ზურგის ტვინის სითხის ნორმალიზაცია. რაც შეეხება რადიაქტიური იოდით გამოკვლევას, იგი სრულიად საწინააღმდეგო მონაცემებს იძლეოდა, სახელდობრ: მარჯვნივ საფეთქლის, თხემის და განსაკუთრებით კეფის წილებში გამოსხივება შედარებით გაძლიერებული იყო, რაც იმ მიდამოში სიმსივნის არსებობაზე ბაღებდა ექვს. ავადმყოფი კლინიკაში გარდაიცვალა და გაიკვთა. პათოლოგ-ანატომიური დიაგნოზი დაემთხვა რადიაქტიური იოდით გამოკვლევის მონაცემებს: აღმოჩნდა თავის ტვინის სიმსივნე მარჯვნივ კეფის წილში.

მეორე შემთხვევაში ავადმყოფ ქალს მშობიარობასთან დაკავშირებით დაბმლავებული ჰქონდა მარცხენა კიდურები, რაც უეცრად განვითარებია დადამ-





ბლავებულ კიდურებში წინასწარ ჯეკსონის ტიპის ეპილეფსიური შეტევების შემდეგ კლინიკაში ყოფნის პერიოდში აღნიშნული შეტევები ავადმყოფს დღეში რამდენიმეჯერ ემართებოდა. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ზურგის ტვინის სითხეში, თვალის ფსკერზე და კრანოგრაფიულად პათოლოგიური ცვლილებები არ იყო ნახული. ამრიგად, გათვალისწინებულ იქნა რა დაავადების უსუალო კავშირი მშობიარობასთან, დამბლების განვითარების უეცარი ხასიათი და ის ფაქტი, რომ დამატებითი გამოკვლევები ნორმალურ სურათს იძლეოდა, კლინიკის აზრი შეჩერდა თავის ტვინის სისხლის მიმოქცევის მოშლაზე (ემბოლია). ამ ავადმყოფის გამოკვლევამ რადიოქტიური იოდით კლინიკური სურათის საწინააღმდეგოდ მოგვცა თავის ტვინის სიმსივნისათვის დამახასიათებელი რადიაციის გაძლიერება მარჯვენა ჰემისფეროში. ავადმყოფი კლინიკაში გარდაიცვალა; სექციაზე ნახულ იქნა თავის ტვინის სიმსივნე მარჯვენა ჰემისფეროში მეორადი თვით სიმსივნური სისხლის ჩაქცევით. გამოდის, რომ სისხლის მიმოქცევის მოშლას ჰქონდა ადგილი, მაგრამ თავის ტვინის სიმსივნის არსებობა მასში სისხლის ჩაქცევამდე საცხებით შენიღბული იყო.

თუ მოყვანილ 5 შემთხვევაში კლინიკური დიაგნოზი და რადიოქტიური იოდით გამოკვლევა ან სრულად არ ემთხვეოდა ურთიერთს ან კიდევ სადღა იყო სიმსივნის ტოპიკა, მომდევნო 4 შემთხვევაში კლინიკურ დიაგნოზებსა და რადიოქტიური იოდით გამოკვლევის მონაცემებს შორის სრულ ინდენტურობას ჰქონდა ადგილი; რადიოქტიური იოდით გამოკვლევით ზუსტად იქნა ამოცნობილი როგორც სიმსივნის არსებობა, ისე მისი ადგილმდებარეობა, რაც დადასტურდა, ისევე როგორც წინა 5 შემთხვევა, სექციურად და ოპერაციულად.

სექციურად და ოპერაციულად დადასტურებული 10 შემთხვევიდან მხოლოდ 1 შემთხვევაში ვერ იქნა დიაგნოსტიკური ტვინის სიმსივნე რადიოქტიური იოდით, მაშინ როდესაც კლინიკამ ზუსტად ამოიცნო მისი არსებობა. დანარჩენი 22 ავადმყოფის რადიოქტიური იოდით გამოკვლევის მონაცემები სექციურად და ოპერაციულად არ ყოფილა შემოწმებული.

ჩვენ მიერ შესწავლილი მასალის ანალიზით რელიეფურად ვლინდება თავის ტვინის სიმსივნური დაავადების დიაგნოსტიკური სიძნელეების 4 ჯგუფი: პირველი ჯგუფის სიძნელეებს მიეწერება სიმსივნური დაავადების ისეთი მიმდინარეობა, რომელიც არ იძლევა შესატყვის ანამნეზს, ნევროლოგიურ სტატუსს და დამახასიათებელ დინამიკას. ამის საპირდაპიროდ კი დამატებითი გამოკვლევებით დადგენილი პათოლოგიური ცვლილებები ზურგის ტვინის სითხეში, თვალის ფსკერზე და კრანოგრაფიულად, სიმსივნურ დაავადებას მოწმობს. სიძნელეთა მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება შემთხვევები, როდესაც დაავადება ხასიათდება ტიპობრივი ტუმორული კლინიკური სურათით, ხოლო დამატებითი ლაბორატორიული გამოკვლევები ამას არ ადასტურებს. რაც შემთხვევებში თავის ტვინის სიმსივნის არსებობას თითქოს ამტკიცებს როგორც კლინიკური მიმდინარეობა და ნევროლოგიური მონაცემები, ისე ცვლილებები ლაბორატორიული გამოკვლევებით, მაგრამ სინამდვილეში საქმე ეხება ცენტრალური ნერვული სისტემის არასიმსივნურ დაავადებას. არც თუ ისე იშვიათად ადგილი აქვს სიმსივნური დაავადების ისეთ შემთხვევებს, როდესაც არც კლინიკურად და არც დამატებითი გამოკვლევებით თავის ტვინში სიმსივნის არსებობაზე ეჭვის მიტანა არ შეიძლება.

აღნიშნულ კლინიკურ-დიაგნოსტიკურ სიძნელეთა გადალახვაში რადიოქტიური იოდით გამოკვლევის მეთოდს გარკვეული დახმარების გაწევა შეუძლია; იგი აადვილებს სიმსივნური დაავადების ამოცნობას და ზოგიერთ შემთხვევაში უფრო ზუსტ მონაცემებს იძლევა, ვიდრე კლინიკურ-ლაბორატორიულ გამოკვლევათა სხვა მეთოდები.



განსაკუთრებით აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ რადიქტიური იოდის საშუალებით შესაძლებელია თავის ტვინის სიმსივნის არა მარტო ამოცნობა, არამედ მისი საკმაოდ ზუსტი ტოპიკური დიაგნოსტიკაც, ამასთან რადიქტიური იოდის თვისება — ჭარბად ჩაერთოს მხოლოდ სიმსივნურ ქსოვილში, რადიო-იოდს ანიჭებს სხვა დაავადებათა მიმართ დიფერენციალურ-დიაგნოსტიკურ ღირებულებას.

წარმოდგენილი შედეგებით მცირე მასალა შესაძლებლობას გვაძლევს გამოვთქვათ წინასწარი მოსაზრება, რომ რადიქტიური იოდით გამოკვლევის მეთოდი ნერვულ სნეულებათა და ნეიროქირურგიული კლინიკებისათვის მნიშვნელოვან შენაძენს წარმოადგენს, რომელიც, როგორც მარტივი და მოსახერხებელი, სხვა კლინიკურ-ლაბორატორიულ მეთოდებთან ერთად ფართოდ უნდა იქნეს გამოყენებული კლინიკურ პრაქტიკაში სიმსივნური დაავადების ამოსაცნობად. უნდა აღინიშნოს აგრეთვე, რომ მიღებული შედეგები არ შეიძლება მიჩნეულ იქნეს ხსენებული მეთოდის შეფასების საბოლოო კრიტერიუმად; საჭიროა ამ მხრივ კვლევის განგრძობა და დასკვნების გამოტანა უფრო დიდი მასალის საფუძველზე.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 27.6.1957)

მეცნიერებათა აკადემიის მიერ

დ. ტვილიანი

თორმეტიწლიანი ნაშრომის მიხედვითი გეოგრაფიული გავრცელების  
 კორონარულ სისტემის მიმოკვლევაში მსხვილიმეტრიული  
 ნიშნის პირობებში

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაკურაძემ 18.7.1957)

კორონარული სისტემის მიმოკვლევის მოშლას, როგორც წარმომადგენელს უნდა იყოს იგი (ორგანული თუ ფუნქციური), ყოველთვის საფუძვლად უდევს ნერვულ-სარეგულაციო მექანიზმების მოშლა (ლანგი, ზელენინი, მისანიკოვი და სხვ.). ბოტკინ-პავლოვის ნევიზმის პრინციპებზე დაყრდნობით ლანგი კორონარული სისტემის მიმოკვლევის მოშლას (გულის ანგინა) განიხილავს როგორც ზოგადი ნევიზმის ადგილობრივ გამოხატულებას, რომლის დროსაც ყველაზე მეტად თავს იჩენს კორონარული სისტემის დარღვევის ფუნქციური უკმარისობა.

არასრულფასოვანი კორონარული სისტემის მიმოკვლევის შედეგად გულის კუნთში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის მოშლისა და გულის კუნთის უჯრედების ბიოელექტრული სტრუქტურის აღდგენითი პროცესების ნორმალური მსვლელობის დარღვევის დროს მრავალი ავტორის [1, 2, 3, 5, 6, 7] მიერ კლინიკასა და ექსპერიმენტში აღწერილია დამახასიათებელი ცვლილებები ელექტროკარდიოგრაფიული (ეკგ) მაჩვენებლების მხრივ — T კბილის სიმართლეში მატება (ე. წ. „გიგანტური“ T კბილი), უარყოფითი T კბილის გადასვლა მკვეთრად დადებითში, დადებითი T კბილის — უარყოფით „კორონარულ“ T კბილში, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში „კორონარულიდან“ კვლავ დადებითში გადასვლა და სხვა. ამჟამად მიღებულია, რომ T კბილის ასეთი ცვლილება (ინფარქტის დროსაც კი) გამოწვეულია არასრულფასოვანი სისტემის მიმოკვლევით განვითარებული გულის კუნთის იშემიური მდგომარეობით. დამახასიათებელ ცვლილებებს განიცდიან ეკგ-ზე სხვა მაჩვენებლებიც. T კბილის მატების პარალელურად კლებულობს R კბილი, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში R კბილი მთლიანად ქრება და მიეღობ QRST კომპლექსს იკავებს მხოლოდ T კბილი (ერთფაზიანი ეკგ-მა). აღნიშნული გამოკვლევისა და კარცევის მიერ (1947 წ.) გამოითქვა აზრი, რომ R და T კბილები ასახავენ გულის კუნთში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის სხვადასხვა ფაზებს: R კბილი ასახავს აერობულ, ხოლო T კბილი — ანაერობულ ფაზას. კორონარული სისტემის მიმოკვლევის მოშლისას შემოდის სხვადასხვა სახის ავტორების მიერ აღწერილია აგრეთვე O და S კბილების გარმავება, S—T სეგმენტის ცთობა იზოელექტრული ხაზის ქვემოთ ან ზემოთ და სხვა. აღნიშნული ცვლილებებიც (ზემოთ დასახელებულ ავტორთა აზრით) გამოწვეულია კორონარული სისტემის მიმოკვლევის მოშლით. აქვე საყურადღებოა ორტნერის, დანიელაშვილის, კალიაევასა და პოხოდკოვას, ნეზლინის, ვინოდმანისა და ლევისონის კლინიკური დაკვირვებები, რომლებიც კორონარული სისტემის მი-



მოქცევის მოშლის დროს (სტენოკარდია) ნახულობდნენ გულის რიტმის გამწვანებასა და სისხლის წნევის მომატებას.

კორონარული სისხლის მიმოქცევის მოშლის პათოგენეზის სადღეისოდ აღიარებულ კორტიკო-ვისცერალური თეორიიდან გამომდინარე წინამდებარე შრომაში მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების გავლენა კორონარულ სისხლის მიმოქცევაზე უმაღლესი ნერვული მოქმედების მოშლის (ექსპერიმენტული ნევროზის) დროს.

## მ ე თ ო დ ი კ ა

ცდები ჩავატარეთ ოთხ ძალზე („ჭრელა“, „ჯილდა“, „ბროლია“ და „წაბლა“).

„ჭრელას“ გაკეთებული ჰქონდა კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის ფისტულები, „ჯილდას“ — კუჭისა, „ბროლიას“ — თორმეტგოჯა ნაწლავისა, ხოლო „წაბლას“ — ბრმა ნაწლავის ფისტულა. თორმეტგოჯა და ბრმა ნაწლავზე ვუკეთებდით ა. ბაკურაძის მიერ მოდიფიცირებულ კანულებს. ძალდ „ჭრელას“ პავლოვ-გლინსკის წესით გაკეთებული ჰქონდა აგრეთვე ყბაყურა ჯირკვლის საღინარის ფისტულა და ვან-ლევერზუმის წესით კანქვეშ გამოყვანილი ჰქონდა საძილე არტერია. ცდებს ვატარებდით ხმის გაუმტარი კამერის პირობებში დილის საათებში. კუჭის, თორმეტგოჯა და ბრმა ნაწლავის მექანიკურ გაღიზიანებას ვაწარმოებდით კანულის გზით შეყვანილი თხელკედლიანი რეზინის ბალონის საშუალებით, რომელიც კამერისწინა ოთახში შეერთებული იყო ვერცხლისწყლის მანომეტრთან და იბერებოდა ზუსტად განსაზღვრული წნევის ქვეშ (თორმეტგოჯა და ბრმა ნაწლავის გაღიზიანებას ვაწარმოებდით 70—100 mm/Hg-ის წნევით, ხოლო კუჭისას — 40—50 mm/Hg-ის წნევით). გაღიზიანება გრძელდებოდა 5—10 წუთს (ერთეულ შემთხვევებში 40—60 წუთს). ელექტროკარდიოგრამას (ეკგ) ვიღებდით კამერისწინა ოთახიდან სიმენს-გალსკეს ფორმის ერთშლიედიანი ელექტროკარდიოგრაფით სამ სტანდარტულ და ერთ გულმკერდის განხრაში გაღიზიანებამდე (ძალის კამერაში დგომის მე-10—მე-15 წუთზე), გაღიზიანების 5—10 წუთზე, ზოგჯერ გაღიზიანების შეწყვეტიდან 5—10 წ. შემდეგ და შედარებით იშვიათად — გაღიზიანების ყოველ წუთზე. სისხლის წნევას ვზომავდით ვან-ლევერზუმის წესით კანქვეშ გამოყვანილი საძილე არტერიიდან ონკომეტრის საშუალებით ვერცხლისწყლის სვეტის მმ-ით იმავე თანმიმდევრობით, როგორც ეკგ-ს ვიღებდით. აღნიშნული მეთოდით ცდებს ვიმეორებდით რამდენიმე დღის განმავლობაში ცენტრალური ნერვული სისტემის ნორმული ფუნქციური მდგომარეობის დროს (ე. ი. ნევროზამდე), ნევროზის დროს და ერთ შემთხვევაში (ძალდი „ჭრელა“) ნევროზული მდგომარეობიდან გამოსვლის შემდეგ.

უმაღლესი ნერვული მოქმედების მოშლას ვიწვევდით კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლით. დაცვით რეფლექსს ვიწვევდით 15—17-ის სიძლიერის ელექტრული გაღიზიანებით.

კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლის დღეს ეკგ-ის გადაღებას და სისხლის წნევის გაზომვას ვაწარმოებდით შეხლამდე, შეხლის შემდეგ გაღიზიანების გარეშე და შეხლის შემდეგ გაღიზიანების დროს. ცხოველის ქცევას კამერაში ვაკვირდებოდით კამერისწინა ოთახიდან სპეციალური სარკმლის საშუალებით.

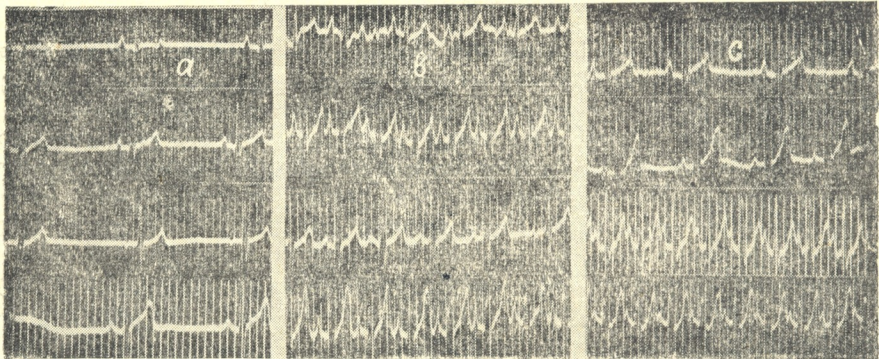
## მიღებული შედეგები

საწყისი მაჩვენებლების დადგენის მთელი ხნის განმავლობაში ეკგ-ის თვი-სობრივი მხარე არც ერთ ძალღში არ იცვლებოდა. ყველა ძალღს აღინიშნებო-და სუნთქვითი არიტმია; T-კბილი ყველა განხრაში იყო დადებითი. ოპერაცი-იდან (ფისტულების გაკეთება) მე-2 დღეს ეკგ-ზე ცვლილებას განიცდიდა ძირი-თადად T კბილი. იგი საწყის სიდიდესთან შედარებით მატულობდა სიმალღეში ზოგიერთ შემთხვევაში ორჯერ და უფრო მეტად და ოპერაციიდან 6—8 დღის შემდეგ უბრუნდებოდა საწყის სიდიდეს. ოპერაციიდან 20—25 დღის შემდეგ ვიწყებდით ცდების ჩატარებას. კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლამღე ცდებს ვიმეორებდით 5—12-ჯერ, რათა დაგვედგინა აღნიშნული ორგანოების მექანიკური გაღიზიანების კორონარულ სისხლის მიმოქცევაზე გავლენის ერთ-გვარი ფონი.

ნევროზამღე კუჭის, თორმეტგოჯა და ბრმა ნაწლავის ხანმოკლე (5—10 წ.) მექანიკური გაღიზიანების დროს ეკგ-ზე ძირითად აღინიშნებოდა გულის რიტმის გახშირება, Q კბილის გაღრმავება განსაკუთრებით პირველ განხრაში, PQ და QT ინტერვალების შემოკლება; P, R და T კბილების უმნიშვნელო ცვა-ლებადობა (P და T კბილები მიდრეკილებას იჩენდნენ მომატებისადმი, ხოლო R კბილი შემცირებისადმი). ეკგ-ული მაჩვენებლების ცვალეზადობა ასეთივე იყო აღნიშნული ორგანოების ერთსაათიანი გაღიზიანების დროსაც და ნორმას უბრუნდებოდნენ გაღიზიანების შეწყვეტიდან 5—10 წუთის განმავლობაში. აღ-ნიშნული ცვლილებები კორონარული სისხლის მიმოქცევის თვალსა-ჩინო მოშლის შესახებ ვერ მეტყველებენ, რაც უნდა აიხსნას გვირგვინოვანი სისხლის მიმოქცევის სრულფასოვანი რეგულაციით ც. ნ. სისტემის ხორმული ფუნქციური მდგომარეობის დროს. სისხლის წნევა თორმეტგოჯა ნაწლავის მე-ქანიკური გაღიზიანების დროს ნევროზამღე მატულობდა 120—140 mm/Hg დან 180—240 mm/Hg მღე და საწყის დონეს უბრუნდებოდა გაღიზიანების შეწყ-ვეტიდან 5—10 წუთის განმავლობაში. გაღიზიანებამღე ძალღები კამერაში მშვიდად იღგნენ, ხოლო გაღიზიანების დროს დროდადრო მოძრაობდნენ და წკმუტუნებდნენ; კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანე-ბის დროს ხშირად აღინიშნებოდა ლებინება, ხოლო ბრმა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების დროს — ღეფეკაცია.

კუჭის, თორმეტგოჯა და ბრმა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანება კიღევე უფრო თვალსაჩინო ცვლილებებს იწვევდა გულის რიტმის, სისხლის წნევისა და ელექტროკარდიოგრაფიული მაჩვენებლების მხრივე კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლის პირველი დღიდანვე. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ძალი „ჭრელას“ სისხლის წნევის საწყისმა დონემ (120—140 mm/Hg) კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლის შემღევე თანდათან აიწია და მე-7—9 დღიდან გაჩერდა სტაბილურად მაღალ ციფრებზე (170—190 mm/Hg). გულის რიტმს ამ მხრივე თვალსაჩინო ცვლილებები არ განუცდია. ექსპერიმენტული ნევროზის ფონზე აღნიშნული ორგანოების მექანიკური გაღიზიანების დროს მიღებული ეკგ-ული ცვლილებები საილუსტრაციოდ მოგვყავს 1-ღ, მე-2-ღ და მე-3-ღ სუ-რათებზე.

როგორც პირველ, მე-2 და მე-3 სურათიდან ჩანს, ექსპერიმენტული ნე-ვროზის პირობებში კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების დროს ეკგ-ზე აღინიშნება ტაქიკარდია, PQ და QT ინტერვალების შემოკლება,

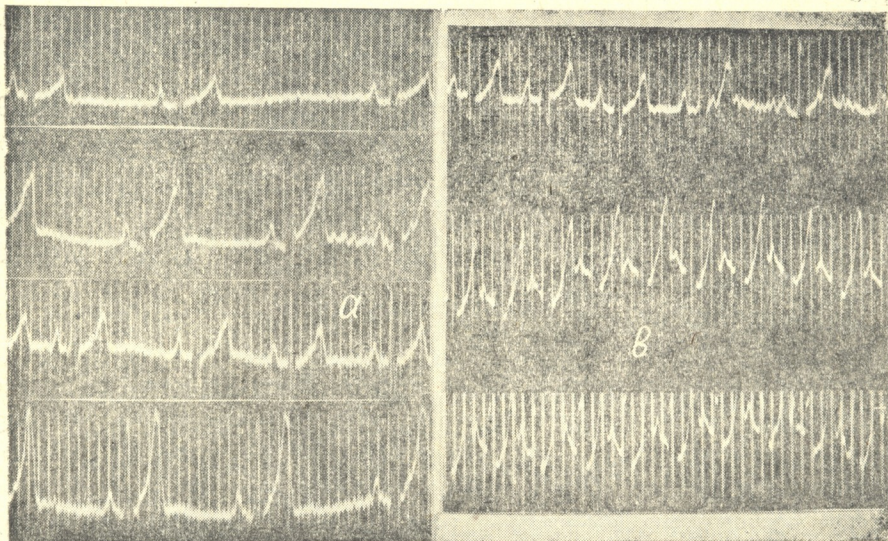


სურ. 1. თორმეტკოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების გავლენა ძაღლ „ჭრელას“ ეკგ-ზე ექსპერიმენტიული ნევროზის დროს:

a—ეკგ I, II, III და IV განხრებში ნაწლავის გაღიზიანებამდე;

b—ეკგ I, II, III და IV განხრებში ნაწლავის გაღიზიანების დაწყებიდან მე-3 წუთზე (კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეზღუდვის I დღე);

c—ეკგ II და IV განხრებში გაღიზიანებამდე და II და IV განხრებში ნაწლავის გაღიზიანების დაწყებიდან მე-5 წუთზე (კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეზღუდვიდან მე-3 დღეს)

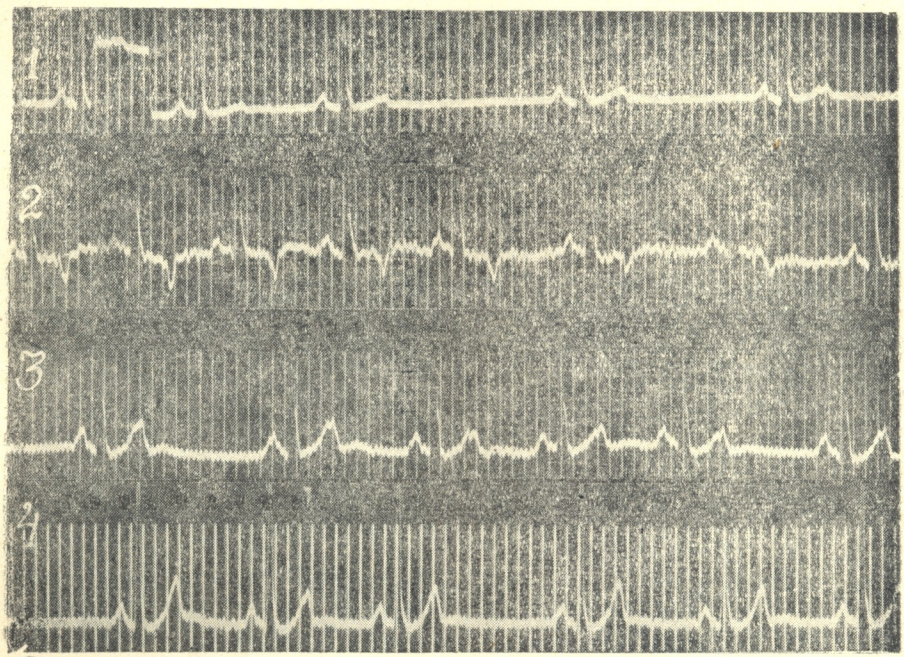


სურ. 2. კუჭის მექანიკური გაღიზიანების გავლენა ძაღლ „ჭრელას“ ეკგ-ზე ექსპერიმენტული ნევროზის დროს (კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეზღუდვიდან მე-13, მე-15 დღეს):

a—ეკგ II და IV განხრებში გაღიზიანებამდე; II-IV განხრებში კუჭის გაღიზიანების დაწყებიდან მე-5 წუთზე;

b—ეკგ (IV განხრებში) გაღიზიანებამდე და კუჭის გაღიზიანების დაწყებიდან მე-5 და მე-10 წუთებზე

Q და S კბილების გაღრმავება, R კბილის დადაბლება და გახლეჩა, „გიგანტური“ T კბილის გაჩენა, დადებითი T კბილის უარყოფით (ე. წ. „კორონარულ“) T კბილში, ხოლო შემდეგ ისევ მაღალ დადებით T კბილში გადასვლა (სურ. 3), P კბილის მატება და S-T სეგმენტის ციომა იზოელექტრული ხაზის ქვემოთ. ცხოველის ქცევის მხრივ აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლის შემდეგ ძალს კამერაში შეყვანის დროს ყოველგვარ



სურ. 3. ძალი „ჯილა“. კუჭის მექანიკური გაღიზიანების გავლენა ეკგ-ზე (IV განზრახვი) ექსპერამენტული ნევროზის დროს (კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლიდან მე-15 დღეს):

- 1—ეკგ. გაღიზიანებამდე,
- 2—ეკგ. კუჭის გაღიზიანების დაწყებიდან მე-20 წამზე;
- 3       "       "       "       მე- 5 წუთზე
- 4       "       "       "       მე-10 წუთზე.

რი მანიპულაციის გარეშე ეწყებოდა კანკალი და არ მიდიოდა საკვებთან. სისხლის წნევის გაზომვისას ძალს ვივარაუდებოდა კი ეწყებოდა კანკალი. გაღიზიანების დროს წკმუტუნებდა, დროდადრო მოძრაობდა, უფრო ადრე ეწყებოდა და შედარებით ხშირად ჰქონდა ლებინება, ვიდრე ნევროზამდე გაღიზიანების დროს. ამის შემდეგ ძალს „ჭრელაზე“ შევწყვიტეთ ცდების ჩატარება; დავასვენეთ. იგი არ შეგვყავდა კამერაში, ვმკუთხალობდით ბროშით (10% 5 მლ ერთ-ზელ დღეში), ხანგამოშვებით ვუზომავდით სისხლის წნევას ვივარაუდში და ვუღებდით ეკგ-ს.

ძალი „ჭრელას“ სისხლის წნევა კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლიდან ორი თვის შემდეგ დაუბრუნდა საწყის დონეს. მაგრამ, მიუხედავად



სისხლის წნევის ნორმალიზაციისა, ძალს კამერაში შესვლისა მაინც ვერცხვად და, კამერაში მიტანილ საკვებთან არ მიდიოდა და დაზგაში დგომისას კანკალებდა. ამის შემდეგ ძალი ყოველდღიურად შეგვყავდა კამერაში და ყოველთვის უუღვამდით საკვებს თევშით; 20—25 წუთის შემდეგ კვლავ ჩავყავდა ვივარიუმში თორმეტგოჯა ნაწლავის გაღიზიანების გარეშე. ამ პირობებში რამდენიმე დღის შემდეგ ძალი უკვე თვითონ შედიოდა კამერაში, აღიოდა დაზგაზე, მშვიდად იღვა და გაბედულად მიდიოდა საკვებთან. აღნიშნული დროის განმავლობაში (კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლიდან ვიდრე ნევროზული მდგომარეობიდან გამოსვლამდე) განსაზღვრული ცვლილებები განიცადეს საწყისმა ეკგ-ულმა მაჩვენებლებმაც. კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლისთანავე ეკგ-ული მაჩვენებლები არ იცვლებოდა, მაგრამ შემდგომ დღეებში ადგილი ჰქონდა T კბილის მატებას, R კბილის დადაბლებას და S-T სეგმენტის აწევას იზოელექტრული ხაზის ზემოთ, განსაკუთრებით II და IV განხრებში (იხ. სურ. 1c და 2a).

აღნიშნულ ცვლილებებს ადგილი ჰქონდა ძალზე ცდების შეწყვეტიდან 1 თვის შემდეგაც. შემდგომ, როცა ძალი „ჭრელა“ გამოვიდა ნევროზული მდგომარეობიდან (სისხლის წნევა დაუბრუნდა საწყის დონეს, ცხოველი თვითონ შედარს კამერაში, მშვიდად ღვას დაზგაზე, გაბედულად მიდის საკვებთან და სხვა), ეკგ-ული მაჩვენებლებიც თანდათან დაუბრუნდა პირვანდელ სიდიდეებს.

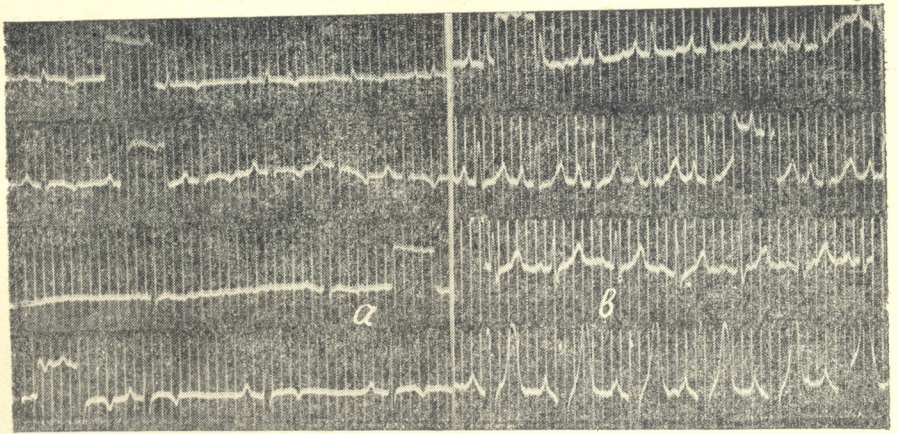
ნევროზული მდგომარეობიდან გამოსვლის შემდეგ ძალი „ჭრელას“ კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანება სისხლის წნევის, გულის რიტმისა და ეკგ-ლი მაჩვენებლების მხრივ ისეთივე სახის ცვლილებებს იწვევდა, როგორსაც ნევროზამდე. მხოლოდ აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ნევროზული მდგომარეობიდან გამოსვლის შემდეგ (როდესაც კვლავ ვაწარმოებდით კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკურ გაღიზიანებას) ძალი „ჭრელას“ საწყის ეკგ-ში მოხდა გარკვეული ცვლილებები: — T კბილი ყველა განხრაში თანდათან დადაბლდა და, ბოლოს, გადავიდა ორფაზიანში ან უარყოფითში (იხ. სურ. 4). იგი ასეთი დარჩა დიდი ხნის განმავლობაში და ამ ფონზე ჩავატარეთ ცდების ახალი სერია — ვააიკე-კუპალიოვის ჰაეროვანი მეთოდით ვაწარმოეთ პირობითი სანერწყვე რეფლექსების გამოწვევა, რათა დაგვედგინა, თუ რა ძვრებს ჰქონდა ადგილი უმადლესი ნერვული მოქმედების მხრივ თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების დროს (როგორც ნევროზამდე, ისე ნევროზის შემთხვევაში). ამ მიზნით დადებით პირობით გამაღიზიანებლებად ავირჩიეთ M 120 (მეტრონომი 120) და სინათლე (150 VT), ხოლო უარყოფით პირობით გამაღიზიანებლად — M 60. უპირობო გამაღიზიანებლად ვხმარობდით HCl-ის 0,25%-იანი ხსნარის 6 მლ თითოეულ შეუღლებაზე. დადებითი პირობითი გამაღიზიანებლის იზოლირებული მოქმედების ხანგრძლივობა უდრიდა 20 სეკუნდს, ხოლო უარყოფითის (M 60) — 30 სეკუნდს. დრო შეუღლებათა შორის უდრიდა 3 წუთს. ყველა ნიშნის მიხედვით, რომელნიც გამოვლინდნენ პირობითი რეფლექსების გამოწვევების პროცესში, ძალი „ჭრელა“ ეკუთვნოდა გაუწონასწორებელ ძლიერ ტიპს ავზნების პროცესების სიჭარბით.

როდესაც დავადგინეთ ნერწყვის პირობითი და უპირობო სეკრეციის ფონი, ვავალიზიანეთ თორმეტგოჯა ნაწლავი და გაღიზიანების დროს ვაწარმოვეთ აღნიშნული რეფლექსების აღნუსხვა. ეკგ-ს ამ დროსაც ვიღებდით გაღიზიანებამდე და თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანებისას. თორმეტგოჯა ნაწლავის 100 mm/Hg წნევით გაღიზიანების დროს პირობითი სანერწყვე რეფლექსის სიდიდე 23,5 წვეტიდან შემცირდა 11,7 წვეტამდე, ხოლო უპირობოსი — 272,3 წვეტიდან 123,2 წვეტამდე. პირობითი სანერწყვე რეფლექსის ფარული



პერიოდი გახანგრძლივდა, ხოლო დიფერენციაცია M 60-ზე კარგად იყო გამოხატული. ეკგ-ული მაჩვენებლების მხრივ ამ დროსაც აღინიშნებოდა იმავე სისხის ცვლილებები. როგორცაც ვღებულობდით საერთოდ თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გალიზიანების დროს ნევროზამდე. კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლის ფონზე თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გალიზიანების დროს პირობითი სანერწყვე რეფლექსის სილიდე შემცირდა 23,6 წვეთიდან 6,9 წვეთამდე (დაახლოებით 3,5-ჯერ), ხოლო უპირობოსი — 243,3 წვეთიდან 132,6 წვეთამდე. უარყოფით პირობით გამალიზიანებელზე (M<sub>60</sub>) დიფერენციაციის უნარი მოიშალა: ნაცვლად 0-სა გამოიყო 3,7 წვეთი ნერწყვი.

ეკგ-ული მაჩვენებლების მხრივ ამ დროს კვლავ აღინიშნებოდა მკვეთრად გამოხატული ცვლილებები (იხ. სურ. 4), რომლებიც ნათლად მეტყველებენ კორონარული სისხლის მიმოქცევის თვალსაჩინო მოშლის შესახებ (ტაქიკარდია, PQ და QT ინტერვალების შემოკლება, Q და S კბილების გაღრმავება, უარყოფითი T კბილის გადასვლა დადებით „გიგანტურ“ T კბილში და სხვა).



სურ. 4. თორმეტგოჯა ნაწლავის მექანიკური გალიზიანების გავლენა ძალი „პრელას“ ეკგ-ზე (I, II, III და IV განხრებში) კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლის დღეს:

- a — ეკგ გალიზიანებამდე;
- b — ეკგ ნაწლავის გალიზიანების დაწყებიდან მე-10 წუთზე

ანალოგიურ, მაგრამ შედარებით სუსტად გამოხატულ ცვლილებებს ჰქონდა ადგილი ეკგ-ლი მაჩვენებლების მხრივ სხვა ძაღლების შემთხვევაშიაც თორმეტგოჯა და ბრმა ნაწლავის მექანიკური გალიზიანების დროს.

მაშასადამე, უნდა ვიფიქროთ, რომ ნევროზის დროს თორმეტგოჯა ნაწლავის (აგრეთვე კუჭისა და ბრმა ნაწლავის) მექანიკური გალიზიანება იწვევს რა სისხლის წნევის მკვეთრ მომატებას და გულის მუშაობის აჩქარებასა და გაძლიერებას, კორონარული სისხლის ძარღვების მხრივ ადგილი აქვს არა ადეკვატურ ან პარადოქსულ რეაქციას (არასაკმარის გაფართოებას ანდა, შესაძლებელია, შევიწროებასაც კი), რაშიაც ხელშემწყობ როლს უნდა თამაშობდეს აგრეთვე გულ-სისხლძარღვთა სისტემისა და საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის ფუნქციური ცვლილებები ნევროზის დროს.

ოპერაციიდან მე-2—მე-3 დღეს აღწერილი ელექტროკარდიოგრაფიული ცვლილებები უნდა აიხსნას როგორც ოპერაციული ჩარევით, ისე სანარკოზო ნივთიერებათა გავლენით და კანულის ჩადგმით ნაწლავში.

### დასკვნა

შინაგანი ორგანოების (კუჭის, თორმეტგოჯა და ბრმა ნაწლავის) მექანიკური გაღიზიანების კორონარულ სისხლის მიმოქცევაზე გავლენაში წამყვან როლს თამაშობს ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციური მდგომარეობა. როდესაც ნორმალურია ცენტრალური ნერვული სისტემის, კერძოდ თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის მარეგულირებელი ფუნქცია, აღნიშნული ორგანოების განსაზღვრული ძალის მექანიკური გაღიზიანება დროის განსაზღვრულ მონაკვეთში არ იწვევს კორონარული სისხლის მიმოქცევის თვალსაჩინო მოშლას. ხოლო როდესაც მოშლილია თავის ტვინის ქერქის მარეგულირებელი ფუნქცია (რასაც ჩვენს შემთხვევაში ვიწვევდით კვებითი და დაცვითი რეფლექსების შეხლით), კუჭის, თორმეტგოჯა და ბრმა ნაწლავის იმავე ძალით გაღიზიანება დროის იმავე მონაკვეთში იწვევს კორონარული სისხლის მიმოქცევის თვალსაჩინო მოშლას, რაც მდგომარეობს გულის რიტმის განზირებაში, სისხლის წნევის მომატებაში, Q და S კბილების გაღრმავებაში, R კბილის დადაბლებასა და გახლეჩაში, T კბილის დამახასიათებელ ცვალებადობაში, S-T სეგმენტის ცთობაში იზოელექტრული ხაზის ქვემოთ და სხვა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 აკად. მ. წინამძღვრიშვილის სახელობის  
 კლინიკური და ექსპერიმენტული  
 კარდიოლოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 18.7.1957)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. Я. Арьев, Е. П. Карцева и Т. К. Воробьева. Клиническая медицина, т. XVIII, 9, 53, 1940.
2. М. Я. Арьев, Е. П. Карцева и Т. К. Воробьева. Клиническая медицина, т. XIX, 9, 26, 1941.
3. М. Я. Арьев и Е. П. Карцева. Клиническая медицина, т. XXV, 2, 35, 1947.
4. А. Н. Бакурадзе. Бюллетень эксп. биол. и мед., приложение к журн. № 1, 1957, 117—119.
5. Я. М. Бритван и А. Г. Кудина. Бюллетень эксп. биол. и медицины 38, 9, 1954, 18—23.
6. А. И. Гефтер. Клиническая медицина, т. XXIX, № 12, 1951, 37—42.
7. Д. М. Гротель. Терапевтический архив, т. VII, в. 6, 1929, 706—734.
8. В. Ф. Зеленин. Клиническая медицина, 17, 1939, 11.
9. Б. В. Илинский. Труды института физ-гии им. М. П. Павлова, т. III, 1954, 335—349.
10. С. И. Каляева и М. Г. Походилова. Сборник «Вопросы кардиологии и гематологии», Л., 1940.
11. Г. Ф. Ланг. Клиническая медицина, т. VIII, № 5, 1935, 621—633.
12. А. Л. Мясников. Журнал высшей нервной деятельности, т. I, в. I, 1951, 99—108.

## ისტორია

ოთ. ლორთქიფანიძე

ანტიკურ ხანაში ინდოეთიდან შავი ზღვისაკენ მიმავალი  
სატრანზიტო-სავაჭრო გზის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩიტაიამ 29.1.1957)

ინდოეთიდან შავი ზღვისაკენ მიმავალი სავაჭრო გზის საკითხი დიდი ხანია იპყრობს მკვლევართა ყურადღებას. ამას წინათ გამოქვეყნებულ ნაშრომებში გ. გოზალიშვილი [1] და ზ. იამპოლსკიმ [2] დამაჯერებლად დაასაბუთეს იმ მეცნიერთა მტკიცების უსაფუძვლობა, რომლებიც უარყოფდნენ ამ გზის არსებობას (ე. ბართოლდი, იაკ. მანანდიანი, ტომსონი, ტარნი).

თავისი ცნობილი წიგნის „ბერძნები ბაქტრიასა და ინდოეთში“ [3] ხელმეორე გამოცემისას 1955 წ. ვ. ტარნმა კვლავ გამოსთქვა უარყოფითი აზრი ამ გზის არსებობის შესახებ. ამასთან დაკავშირებით ჩვენ საქიროდ მიგვაჩნია კიდევ ერთხელ შევეხოთ ამ საკითხს.

ცნობები ამიერკავკასიაზე გამავალი სავაჭრო გზის შესახებ, როგორც ცნობილია, შემონახული აქვთ ძირითადად სტრაბონსა და პლინიუსს. სტრაბონის ცნობით, „მდ. ოქსი<sup>(1)</sup>, რომელიც გამოყოფს ბაქტრიანას სოჯიანასაგან, იმდენად მოსახერხებელია სანაოსნოდ, რომ ინდური საქონელი პირკანიში და მის იქით მდებარე ადგილებში პონტომდე ადვილად ჩააქვთ მდინარეებით“ ([4], II, 1, 15).

სხვა ადგილას სტრაბონი ამ გზის უფრო დაწვრილებით აღწერილობას გვაძლევს: „არისტობულე ოქსს იხსენიებს როგორც უდიდესს მის მიერ აზიაში ნახულ მდინარეთაგან. გარდა ინდოეთის მდინარეებისა. ის და ერატოსთენესი, პატროკლეს სიტყვებით, გადმოგვცემენ, რომ ეს მდინარე სანაოსნოა და მისი საშუალებით ინდური საქონლის დიდი ნაწილი ჩააქვთ პირკანიის ზღვაში. აქედან ვადააქვთ ალბანიაში. (შემდეგ) მტკვრის საშუალებითა და მისი მიმდგომი მხარეების გავლით შეაქვთ ევქსინის პონტოში“ ([4], XI, 7,3).

ამრიგად, ცხადია, რომ სტრაბონი აღწერს იმ სავაჭრო გზას, რომელიც მოემართებოდა ინდოეთიდან მდ. ოქსით კასპიის ზღვამდე, ხოლო შემდეგ მდ. მტკვრითა და „მისი მიმდგომი მხარეების“ გავლით შავი ზღვის სანაპიროებამდე. მტკვრის „მიმდგომი მხარეებამდე“ (τῶν ἐγγύς τῶναυ) უნდა მივიჩნიოთ თანამედროვე რიონ-ყვირილის მაგისტრალი, რომლის შესახებ სტრაბონი წერდა: „ფასილი სანაოსნოა<sup>(2)</sup> სარაპანის (= შორაპნის) სიმაგრემდე, რომელსაც შეუძლია დაიტოს (მთელი) ქალაქის მოსახლეობა. აქედან მტკვრამდე ოთხი დღის სავალია ქვეითისათვის... მდ. ფასიდთან ძეგს იმავე სა-

(<sup>1</sup> მდ. ოქსი თანამედროვე ამუ-დარიაა. ანტიკური დროის მწერალთა ცნობებით იმ დროს იგი კაპიის ზღვას ერთვოდა (იხ. მაგ. [4], II, 1,15; XI, 6,1; XI, 7,3 და სხვ. [5], VI, 50—52); თანამედროვე მეცნიერებაში ამ საკითხებზე ჯერ კიდევ არაა მიღწეული აზრთა ერთიანობა. მკვლევართა დიდი ნაწილი ანტიკურ მწერალთა ჩვენებას სარწმუნოდ მიიჩნევს.

(<sup>2</sup> ფასიდზე ნაოსნობის შესახებ ცნობას გვაწვდის პლინიუსიც ([5], VI, 13).



ხელის მქონე ქალაქი, კოლხთა ემპორიუმში... აქედან ამისამდე და სინოპამდე... ან სამი დღის სამგზავროა ზღვით...<sup>(1)</sup> ([4], XI, 2, 17). სტრაბონის ეს ცნობა ავსებს ამავე ავტორის ზემოთ მოყვანილ ცნობას ([4], XI, 7, 3), რომ 1) საქონელი მდ. მტკვრის შუა დინებიდან სარაპანამდე გადაჰქონდათ სახმელეთო გზით, ე. ი. სურამის გადასასვლელით და 2) რაც განსაკუთრებით საინტერესოა, სტრაბონი მიუთითებს ქალაქ ფასიდის ზღვით ურთიერთობაზე სინოპთან და ამისთან. ამ ურთიერთობის გაცხოველებას, უეჭველია, დიდად შეუწყო ხელი შავ ზღვაზე მოკლე გზის აღმოჩენამ, რომელზედაც მიმოსვლამ უკვე ძვ. წ. IV ს. I ნახევრიდან რეგულარული ხასიათი მიიღო და ხელი შეუწყო ვაჭრობის განვითარებას, ერთი მხრით, სინოპსა, ამისსა და პერაკლევს, ხოლო, მეორე მხრით, ჩრდილოეთ შავიზღვისპირეთის ქალაქებს შორის [6].

სტრაბონის თხზულებიდან ჩანს, რომ ცნობები ინდოეთიდან შავი ზღვისაკენ მიმავალი სავაჭრო გზის შესახებ მოეპოვებოდათ როგორც არისტოტელეს, ისე ერატოსტენეს და რომ ამ ორივე ავტორს ეს ცნობები უსესხებიან პატროკლესაგან (...παρά Πατροκλέους λαβόν) ([4], XI, 7, 3). ეს უკანასკნელი კი, როგორც ცნობილია, იყო კასპიის ზღვის ჩრდილოეთით მდებარე ოლქების მმართველი და ძვ. წ. III ს. 50-იან წლებში სელევკ I ნიკატორის დავალებით იკვლევდა ამ ოლქების ჩრდილოეთ ინდოეთთან სავაჭრო ურთიერთობის შესაძლებლობას [7].

ამგვარად, სტრაბონის ცნობები ინდოეთიდან შავი ზღვისაკენ მიმავალი სავაჭრო გზის შესახებ საკმაოდ სარწმუნო წყაროდან მომდინარეობს.

აღნიშნული სავაჭრო გზის შესახებ ცნობები აქვს შემონახული პლინიუსსაც: „ვარონი დასძენს, აგრეთვე, რომ პომპეუსის ლაშქრობის დროს მისი ბრძანებით გამოკვლეულ იქნა, რომ ინდოეთიდან შეიძლება 7 დღეში ჩასვლა ბაქტრიაში მდ. ბაქტრთან, რომელიც ოქსს ერთვის. აქედან ინდური საქონელი გადააქვთ კასპიის ზღვის იქით მდ. მტკვრით და სახმელეთო გზით. არა უმეტეს 5 დღისა მათ შეუძლიათ მიაღწიონ ფასიდს, რომელიც შავ ზღვას ერთვის“ ([5], VI, 52).

როგორც ვხედავთ, პლინიუსის ცნობაში ეს გზა უფრო დაწვრილებითაა აღწერილი. გარდა ამისა, აშკარაა, რომ ამ გზის აღწერისას პლინიუსი სარგებლობდა სულ სხვა წყაროთი, ვიდრე სტრაბონი. პლინიუსის თხზულების წყაროს ავტორად, თანახმად მისი არაერთი მითითებისა ([5], VI, 50—52), უნდა მივიჩნიოთ მარკუს ტერენციუს ვარონი (ძვ. წ. 116—27 წწ.).

ფ. მიუნცერის აზრით, პლინიუსი, პომპეუსის მითრიდატეს წინააღმდეგ III ომის აღწერისას, სარგებლობდა ვარონის თხზულებებით: „Legationem libri“, III; „De Pompejo“ და „De vita sua“, III<sup>(2)</sup>, ([9], გვ. 275 შემდ.). ვარონის მონაწილეობა პომპეუსის ლაშქრობებში ესპანეთისა და საზღვაო მეკობრეების წინააღმდეგ კარგად ცნობილი ფაქტია, მაგრამ მითრიდატეს წინააღმდეგ III ომში მისი მონაწილეობის შესახებ პირდაპირი ცნობები არ მოგვეპოვება.

(1) Τριῶν ἡμερῶν ἢ ἑῶ. მაგრამ, ვინაიდან მანძილი, ერთი მხრით, სინოპსა და ამისს, ხოლო, მეორე მხრით, ფასიდს შორის გაცილებით მეტია და მისი დაფარვა 2 ან 3 დღეში შეუძლებელია, ფიქრობენ, რომ ციფრები Γ [2] და Β [3] დამახინჯებულია Η [8] და Ο [9]-დან.  
(2) ვარონის ამ ნაშრომებმა ჩვენამდე არ მოაღწიეს, მაგრამ მათი არსებობა ცნობილია იერონიმის კატალოგის მიხედვით.

ი. პომპილოვსკი შესაძლებლად მიიჩნევდა ვარონის მონაწილეობას ამ ლაშქრობაში ([10], გვ. 8 შემდ.) ამავე აზრს გამოთქვამდა ფ. მიუნცერი, რომელმაც სპეციალური გამოკვლევა უძღვნა პლინიუსის „ბუნების ისტორიის“ წყაროების შესწავლას. მიუნცერი ემყარებოდა სოლინის ცნობას, სადაც ვარონი იწოდება მითრიდატეს წინააღმდეგ III ომში პომპეუსის თანამებრძოლად ([9], გვ. 278 შემდ.). ეს აზრი არ გაიზიარა კ. ცინორიუსმა [11] იმ საბუთით, რომ სოლინი ემყარება პლინიუსს, ხოლო ეს უკანასკნელი კი არაფერს ამბობს ვარონის მონაწილეობაზე ამ ლაშქრობაში. როგორც უნდა გადაწყდეს საკითხი ვარონის მონაწილეობის შესახებ მითრიდატეს წინააღმდეგ III ომში<sup>1</sup>, მაინც სავსებით სავარაუდებელია, რომ ვარონს— პომპეუსის უახლოეს პირს ([10], გვ. 6 შემდ.), ჰქონდა სარწმუნო ცნობები მისი აღმოსავლეთში ლაშქრობის შესახებ ([9], გვ. 275) და სწორედ ამ ცნობებით სარგებლობდა პლინიუსი ინდოეთიდან შავი ზღვისაკენ მიმავალი სავაჭრო გზის აღწერისას.

ამგვარად, როგორც სტრაბონი, ისე პლინიუსი მოგვითხრობენ ერთი და იმავე სავაჭრო გზის შესახებ, ამასთან ერთად, თითოეული მათგანი ერთმანეთისაგან განსხვავებულ წყაროს ემყარება. მაშასადამე, არავითარი საფუძველი არ არსებობს, რომ დავუჭვდეთ ამ გზის არსებობაში, მით უმეტეს, რომ ამაზე სხვა ფაქტებიც მიუთითებენ. მაგრამ, ვიდრე ამ ფაქტების დასახელებაზე გადავიდოდეთ, არ შეიძლება გვერდი ავუაროთ სტრაბონისა და პლინიუსის ცნობების ინტერპრეტაციას კისლინგისა [13] და ტარნის [3] შრომებში. ეს მკვლევარი შემდეგ ვარაუდს გამოთქვამენ: 1) პატროკლეს ცნობაში საუბარია ინდოეთიდან ფასილამდე საქონლის გადატანის მხოლოდ შესაძლებლობის შესახებ. ტარნის აზრით, სტრაბონთან ნახსენები სიტყვა „ადვილად“ („... τὸν ὄξειον... φασὶν εὐπλοῖν εἶναι ὅταν τὸν Ἰνδοῦν φέρων ἡπείρου καὶ μακρόν“ — [4], II, 1, 15), მიუთითებს, რომ პატროკლეს სელევკ I ნიკატორისადმი წარდგენილ მოხსენებაში სურდა ეთქვა: „თუ თქვენ გსურთ, შეგიძლიათ ადვილად განახორციელოთ ვაჭრობა ბაქტრიიდან შავ ზღვამდე“; 2) პლინიუსი არა ნაკლებად დამოკიდებული პატროკლეზე, ვიდრე ერატოსტენე, ვინაიდან ყოვლად შეუძლებელია, რომ სელევკ I და პომპეუსს მოახსენეს ერთნაირი და იმავე დროს ერთიმეორისაგან დამოუკიდებელი ცნობები. პომპეუსს უბრალოდ განუემორესო პატროკლეს ცნობილი მოხსენება; 3) ამ გზაზე რომ ინტენსიური ვაჭრობა წარმოებულყო, პომპეუსი არ დაიწყებდა გამოკითხვას მის შესახებ.

სტრაბონის და პლინიუსის ცნობათა ამგვარი გააზრება ჩვენ დაუსაბუთებლად მიგვაჩნია. საქმე ისაა, რომ თუმცა ამ ორი დასახელებული ავტორის ცნობები ძირითად ემთხვევიან ერთმანეთს, იმავე დროს მათ შორის გარკვეული განსხვავებაცაა.

პლინიუსი სტრაბონისაგან განსხვავებით გვაწვდის უფრო დაწვრილებით ცნობებს. მაგალითად, რომ „ინდოეთიდან შეიძლება 7 დღეში ჩასვლა ბაქტრი-

(<sup>1</sup> დალმანისათვის, მაგალითად, საკითხი ღიად რჩება [12].



აში...“ ის აშკარად მიუთითებს აგრეთვე, რომ ინდური საქონელი მდ. მტკვრის გზით მიაქვთ მდ. ფასილამდე და ეს იკავებს 5 დღეს... ([5], VI, 52).

სტრაბონი კი თავის აღწერილობას მდ. ოქსიდან იწყებს, ხოლო შემდეგ უკვე გაურკვეველად და ზოგადად მოგვითხრობს „მტკვრის მიმდგომი მხარეების“ შესახებ ([4], XI, 7,3).

ამ სავაჭრო გზის ამიერკავკასიის ქვეყნებზე გამავალი მონაკვეთის უფრო დაწვრილებითი აღწერილობა პლინიუსთან აიხსნება, ჩვენის აზრით, იმ გარემოებით, რომ ის სარგებლობდა პომპეუსის დავალებით ამიერკავკასიაში შემდგარი ექსპედიციის მასალებით, ხოლო სტრაბონი ემყარებოდა პატროკლეს, რომელიც ცნობებს აგროვებდა კასპიის ზღვის აღმოსავლეთით მდებარე ოლქებში. საერთოდ კი, მეტად საეჭვოა, რომ პომპეუსს ამიერკავკასიაში გაუმეორეს პატროკლეს მოხსენება, რომელიც მან ორი საუკუნით ადრე წარუდგინა შუა აზიის ოლქების მმართველს. შემდეგ, ერთობ საეჭვოა, რომ სტრაბონის ცნობები ასახვენ მხოლოდ პატროკლეს პირად მოსაზრებას, როგორც ვარაუდობენ კისლინგი და ტარნი, ვინაიდან პატროკლე თვითონ ამიერკავკასიაში არ ყოფილა და, მამასა-დაძე, მას შეეძლო მხოლოდ ესარგებლა ცნობებით უკვე მიმდინარე ვაჭრობის შესახებ. სტრაბონისა და პლინიუსის ცნობები მიუთითებენ, რომ ვაჭრობა ამ გზაზე უკვე წარმოებდა [*ἤρξατο, perveniri*]. ამიტომ ვფიქრობთ, სავსებით სწორია ე. შპეკის მოსაზრება, რომ „პატროკლეს დროს ინდური საქონელი უკვე გადაქონდათ ამ გზით“ [14]. და ბოლოს, საეჭვოა, რომ პომპეუსს დაინტერესებდა არარსებული გზა.

ამრიგად, სტრაბონის და პლინიუსის ცნობათა კისლინგისა და ტარნის ინტერპრეტაცია, ვფიქრობთ, დამაჯერებლობას მოკლებულია. ჩვენის აზრით, ამ გზის არსებობა ეჭვსგარეშეა.

ამ გზის არსებობაზე მიუთითებს აგრეთვე ანტიკური მონეტების გავრცელება სავარაუდებელი გზის გაყოლებით როგორც საქართველოს, ისე აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე<sup>(1)</sup>. ამასთან დაკავშირებით საყურადღებოა ქ. თბილისის ტერიტორიაზე ძვ. წ. II ს. ბაქტრიული მონეტის აღმოჩენა ([16], ტაბ. № 72)<sup>(2)</sup>.

აღსანიშნავია, რომ სწორედ ამ გზის გაყოლებაზე მდებარეობს ანტიკური დროის კოლხეთისა და იბერიის ქალაქთა უმრავლესობა. მაგალითად, რიონ-ყვირილის მაგისტრალის მახლობლად ვანსა და დაბლაგომში არქეოლოგიური გათხრების შედეგად აღმოჩენილია საქალაქო ტიპის დასახლებანი. კლავდიუს პტოლემეაიოსთან მოხსენებული *Σινρα* ლოკალიზდება თანამედროვე სურამთან (დიუბუა, პლ. იოსელიანი, ნ. ლომოური). ამ გზის გასწვრივ მდებარეობდნენ იბერიის ქალაქები: გორი, უფლისციხე, კასპი, ურბნისი, სარკინე,

(<sup>1</sup> მრავალრიცხოვანი მონეტების აღმოჩენას აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან ეს საეჭვოდ ხდის სტრაბონის ცნობას, რომ თითქოს „ალბანელები არ სარგებლობენ მონეტებით“ ([4], XI, [4], 4), და ამტიკებს ალბანიის ჩაბმას საერთაშორისო ვაჭრობაში. აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე აღმოჩენილი მონეტების შესახებ იხ. [15].

(<sup>2</sup> ეს ჯერჯერობით ერთადერთი აღმოჩენა, რა თქმა უნდა, ვერ გამოდგება განზოგადების საფუძვლად. მაგრამ თვით ფაქტი ბაქტრიული მონეტის აღმოჩენისა მეტად საყურადღებოა, ხოლო ინდოეთიდან შავი ზღვისაკენ მიმდინარე სატრანზიტო გზის არსებობის პირობებში კანონზომიერიც.

მცხეთა, რუსთავი. სავარაუდებელია, რომ ამ ქალაქების აღმოცენება და მათი განვითარება დამოკიდებული იყო ამ სავაჭრო-სატრანზიტო გზის არსებობაზე<sup>(1)</sup>.

შემდეგ, დიდი ხანია უკვე გამოტყმულია მოსაზრება (ჩვენი აზრით სავსებით დასაბუთებული), რომ რომის იმპერია, რომელიც ცდილობდა ამიერკავკასიაში თავის ბატონობის დამკვიდრებას, მიზნად ისახავდა საკუთარი კონტროლის დაწესებას იმ სავაჭრო-სატრანზიტო გზებზე, რომლებიც ამიერკავკასიის ქვეყნების გავლით მიემართებოდნენ ინდოეთისაკენ [17]. რომაული პერიოდის ვაჭრობისა და სავაჭრო გზების ცნობილი მკვლევარი მ. ჩარლსუორსი, აღნიშნავს რა რომისათვის ცენტრალური აზიის ქვეყნებთან ვაჭრობის მზრდად მნიშვნელობას, ([18], გვ. 57—65; 97—113), მიუთითებს, რომ დიდი სახმელეთო-სავაჭრო გზა, რომელიც მიემართებოდა ინდოეთში სირიიდან პართიის გავლით, არ იყო ხელსაყრელი რომისათვის, ვინაიდან გადიოდა რომისადმი მტრულად განწყობილ ქვეყანაზე. ამიტომ, რომელი იმპერატორები დიდ მნიშვნელობას ანიჭებდნენ საზღვაო გზებს, წითელ ზღვასა და ინდოეთის ოკეანეზე რომ მიემართებოდნენ ([18], გვ. 58). მაგრამ საზღვაო ვაჭრობა დაკავშირებული იყო მთელ რიგ სიძნელეებთან (უამინდობა, მეგობრეთა თავდასხმები და სხვ.). მ. ჩარლსუორსის წიგნში მოტანილია საინტერესო ცნობები ჩინური წყაროებიდან იმის შესახებ, თუ როგორ უშედეგო აღმოჩნდა ჩინელ ვაჭართა ცდა— მიეტანათ აბრეშუმის ნაწარმი რომში საზღვაო გზით ([18], გვ. 157). თუ ამას დავუმატებთ, რომ უკვე ახ. წ. I ს. ვაჭრობა სამხრეთის გზებზე (როგორც სახმელეთო, ისე საზღვაო) მოქცეული იყო ალექსანდრიელი ვაჭრების ხელთ, რომლებიც წარმატებით უწყვეტდნენ კონკურენციას რომაელ ვაჭრებს [19], გასაგები გახდება, თუ რა დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა რომის იმპერიისათვის ამიერკავკასიის ქვეყნებზე გამავალი გზების ხელში ჩაგდებას. ჩვენი აზრით, ამ სავაჭრო-სატრანზიტო გზის რომის სავაჭრო ინტერესების სფეროში მოქცევით აისხნება ის მეტად საინტერესო ფაქტი, რომ სამხრეთ ინდოეთში მრავალ პოულობენ პირველი იმპერატორების მონეტებს, ხოლო ნერონის დროიდან (ახ. წ. 54—68 წწ.), პირიქით, სამხრეთ ინდოეთში რომაული მონეტების რიცხვი კლებულობს, ხოლო ჩრდილოეთ ნაწილში კი შესამჩნევად მატულობს<sup>(2)</sup>.

ეს მონაცემები აგრეთვე ადასტურებენ წერილობითი წყაროების ცნობებს, რომ ანტიკურ პერიოდში ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე გადიოდა დიდი სავაჭრო-სატრანზიტო გზა. ის მოემართებოდა ინდოეთიდან კასპიის ზღვამდე, ხოლო შემდეგ ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე გავლით— მდ. მტკვრით — სურამის გადასასვლელით — მდ. ფასიდით (როინ-ყვირილის მაგისტრალი) აოწევდა შავი ზღვის სანაპიროებს ქ. ფასილთან და შემდეგ ზღვით უკავშირდებოდა მცირე აზიისა და ჩრდ. შავი ზღვისპირეთის ქალაქებს<sup>(3)</sup>.

რამდენადაც, ყველაზე ადრეული ცნობა, ჩვენთვის სადღეისოდ ცნობილი, ამ გზის შესახებ მომდინარეობს პატროკლედან (ძვ. წ. III ს. 90-ანი წლები), ამდენად ამ გზის არსებობა სავარაუდებელია ადრეელისისტორიული ხანიდან.

(1) ამ გზის გაყოლებით მრავალი სამოსახლო აღნუსხული ახერბაიჯანის ტერიტორიაზეც ([2], გვ. 173, 180).

(2) შეად. ([18], გვ. 61). როგორც მცხეთის ნუმიზმატიკური აღმოჩენები ამტკიცებენ სწორედ ნერონის დროიდან იწყება განუწყვეტელი დენა რომაული მონეტებისა [25]. აღსანიშნავია, რომ სწორედ ახ. წ. I ს. შეიმჩნევა, მაგ., იბერიაში რომაული იმპარტის მოზღვავება (კამპანური ბრინჯაოს ნივთები, გემები და სხვ.).

(3) საინტერესოა, ამასთან დაკავშირებით, ბორში ძვ. წ. II ს. ოლბიური დრახმის აღმოჩენა ([16], გვ. 39, ტაბ. 61).

საფიქრებელია, რომ ამ გზის ცალკეული მონაკვეთები, რომელთაც თავდაპირველად ლოკალური მნიშვნელობა ქონდათ, ისახებოდა ჯერ კიდევ წინარეელინისტურ ხანაში, როდესაც ვაჭრობას არ ჰქონდა ისეთი დიდი მასშტაბი, როგორც ჩანს ალექსანდრე მაკედონელის ლაშქრობათა შემდეგ. ასე, მაგალითად, შეიძლება დაბეჯითებით ითქვას, რომ ძვ. წ. V—IV სს. იქმნება რიონ-ყვირილის სავაჭრო მაგისტრალი. ამ მაგისტრალით ხორციელდება სწორედ ძირითადად ადგილობრივი მოსახლეობის გაცხოველებული სავაჭრო ურთიერთობა კოლხეთის ბერძნულ ქალაქებთან (ფასილი, დიოსკურია, პიტიუნტი, გვიენოსი), ხოლო მათი მეოხებით მცირე აზიისა და ჩრდილოეთ შავი ზღვისპირეთის ქალაქებთან. როგორც ჩანს, სწორედ ამ დროს ხდება ფასილის აღმავლობა და მისი გადაქცევა „კოლხთა ემპორიუმად“ (ἐμπόριον τῶν Κόλχων ([4], XI, 2, 3). ეს დებულება მტკიცდება აგრეთვე არქეოლოგიური მონაცემებითაც. ქალაქური ტიპის სამოსახლოს — დაბლა-გომის გათხრებისას მრავლადაა აღმოჩენილი ძვ. წ. V—IV სს. მცირე აზიელი იმპორტული კერამიკის ფრაგმენტები; აქვე აღმოჩენილი მინის ფერადი მძივები, ბ. კუფტინის აზრით, წარმოადგენენ ძვ. წ. VI—IV სს. სირიული სახელოსნოების პროდუქციას [21].

ანტიკური პერიოდის ნაქალაქარ ვანის გათხრისას ნაპოვნია ძვ. წ. VI ს. სამოსური ოქროს სტატერი [22]. ქ. ფასილისა და მდ. ფასილის ზემო წელის ვხითაა შემოტანილი ალბათ ეგვიპტური სკარაბეები, „ფინიკიური მინის“ კურკული და სხვა საგნები, რომლებიც ნაპოვნია რაჭაში [26]. ქ. ფასილით ადგილობრივი პროდუქცია გაჰქონდათ შორს, კოლხეთის გარეთაც [27].

ჯერ კიდევ წინარეელინისტურ ხანაში ბერძნული იმპორტი ამ გზით აღმოსავლეთ საქართველოშიც იჭრება. ამაზე მიუთითებს ბერძნული შავფიგურია-ნი კერამიკის ფრაგმენტის პოვნა ხოვლეში. ფინიკიური საბეჭდავისა მცხეთაში. აღმ. საქართველოს სხვადასხვა კუთხეში ნაპოვნია მინის მრავალწახნაგა საბეჭდავები. ისინი ჩამოსხმული არიან მცირე აზიული ქვის საბეჭდავებიდან, რაც, ათოვ. მაქსიმოვას აზრით, „მოწმობს ამ ქვეყნებს შორის რეგულარულ სავაჭრო ურთიერთობას ძვ. წ. V—IV სს.“ [23].

სავაჭრო ურთიერთობა რომ დასავლეთსა და აღმოსავლეთ საქართველოს შორის ჩვენს მიერ ზემოთ აღნიშნული გზით ჯერ კიდევ წინარეელინისტურ ხანაში ხორციელდებოდა, ამის თვალსაჩინო მოწმობაა 1856 წ. სურამში ძვ. წ. VI—V სს. ვერცხლის აქემენიდური სიკლისი<sup>(2)</sup> აღმოჩენა კოლხურ „თეთრთან“ ერთად ([16], ტაბ. 24). ეს გარემოება მოწმობს, რომ მონეტები სურამში მოხვდნენ სწორედ კოლხეთიდან, როგორც ჩანს, მდ. ფასილით და შემდეგ უკვე სურამის გადასასვლელის გზით.

ამგვარად, საქართველოს ტერიტორიაზე ჯერ კიდევ წინარეელინისტურ ხანაში ისახება სავაჭრო გზის ცალკეული მონაკვეთები, რომლითაც ადგილობრი-

(1 კოლხეთის მოსახლეობის ურთიერთობა ეგვიპტის ზღვის აუზის ხალხებთან იწყება შავი ზღვის აღმ. სანაპიროზე ბერძნული ახალშენების გაჩენამდე დიდი ხნით ადრე. სწორედ, კოლონიზაციის წინარე ხანის ურთიერთობა აისახა მითში არგონავტების შესახებ. კიდევ მეტი, მითში შეიძლება დავინახოთ ორი ეტაპი კოლხეთის ათვისების ცდისა (ჯერ ფრიქსუს, შემდეგ იაზონის ლაშქრობა). მითი შეიცავს ძვირფას ცნობებს კოლხეთის შესახებ, ხოლო კოლხეთის ბუნებრივი პირობების დაწვრილებითი აღწერა, გვაუქვრებინებს, რომ მითი მოუწოდებდა ბერძნებს კოლხეთის კოლონიზაციისაკენ. კოლხეთის მოსახლეობის ურთიერთობაზე ეგვიპტურ სამყაროსთან მიუთითებენ აგრეთვე არქეოლოგიური აღმოჩენებიც [20].

(2 აქემენიდური მონეტების მიმოქცევა კოლხეთში სავსებით კანონზომიერია, თუ გავიხსენებთ ჰეროდოტეს ცნობას აქემენიდთა ირანისაგან კოლხეთის დამოკიდებულების შესახებ (III, 97).



ვი მოსახლეობა ვაჭრობას ეწევა კოლხეთის ბერძნულ ქალაქებთან, ხოლო მათი მეოხებით მცირე აზიისა და ჩრდილოეთ შავი ზღვისპირეთის ქალაქებთან. ამასთან დაკავშირებით საინტერესოა ქსენოფონტეს ცნობა, რომ ის ხშირად ხელავს ხომალდებს, რომლებიც გზას უქცევენ ტრაპეზუნტს — ἔργω δὲ ἐξῶ πλοῖα πωλ-λάκις παραπλέοντα ([8], V, I, 11). საფიქრებელია, რომ ხომალდები, ტრაპეზუნტის გვერდის ავლით მიემართებოდნენ აგრეთვე კოლხეთის ნავსადგურებისაკენ.

ელინისტური ხანიდან, როდესაც ვაჭრობა იღებს „მსოფლიო“ ხასიათს და სავაჭრო ურთიერთობის პროცესში ექცევა არა მხოლოდ მცირე აზია, მესოპოტამია და ეგვიპტე, არამედ შუა აზიის, ინდოეთისა და ჩინეთის შორეული რაიონებიც, იქმნება ერთიანი დიდი სავაჭრო-სატრანზიტო გზა ინდოეთიდან ფასიდისაკენ.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 29.1.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. К. Гозалишвили. О древнем торговом пути в Закавказье, *ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის ინსტიტუტის „შრომები“*, ტ. II, 1956, გვ. 153—160.
2. З. И. Ямпольский. К изучению древнего пути из Каспийского моря по реке Кура через Грузию к Черному морю, *ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის ინსტიტუტის „შრომები“*, ტ. II, 1956, გვ. 161—180.
3. W. Tarn. The Greeks in Bactria and India, Oxford, 1955, pp. 488—490. Appendix 14, The supposed Ox-Caspian trade route.
4. Strabo. Geography, by Jones, London, 1911—27.
5. Plinius C. Secundus. Natural History with an English Translation by H. Rackham I—III (წ. I—XI), 1938—1942.
6. М. И. Максимова. Краткий путь через Черное Море и время его освоения греческими мореходами, *Материалы и исследования по Археологии СССР*, вып. 33, 1954, стр. 51.
7. F. Gisinger. „Πατροκλής“, Pauly-Wissowa, Realenzyklopädie der klassischen Altertumswissenschaft, t. XVIII<sub>4</sub>, სვ. 2263—64; W. J. Neumann. Die Fahrt des Patrokles auf dem Kaspischen Meere, „Hermes“, Berlin, 1884, Bd. 19, s. 165—185.
8. Xenophontis Expositio Gyri recensuit Guilelmus Gemoll, Ed. minor, Lipsiae, 1910.
9. F. Münzer. Beiträge zur Quellenkritik der Naturgeschichte des Plinius, Berlin, 1897.
10. И. В. Помяловский. Марк Теренций Варрон Реатинский и Менинова Сатура, СПб, 1809.
11. C. Sichorius. Römische studien, Berlin, 1922, s. 194.
12. H. Dahlmann. M. Terentius Varro, Pauly-Wissowa-Kroll, Realenzyklopädie..., Supplementband, VI, სვ. 1176.
13. Kissling. Hyrkania. Pauly-Wissowa, Realenzyklopädie..., IX<sub>1</sub>, სვ. 465, 467.
14. E. Spek. Handelsgeschichte des Altertums, Leipzig, 1900, s. 172.
15. Е. А. Пахомов. Монетные клалы Азербайджана и других республик, Баку, 1946, стр. 15—16; Его-же, Монеты Мингечаура, Материальная культура Азербайджана, вып. II, 1951, стр. 141.
16. А. Н. Зограф. Распространение находок античных монет на Кавказе, Труды отд. нумизматики гос. Эрмитажа, т. I, Л. 1945.



საქართველოს  
აкадеმიის  
ბიბლიოთეკა

17. W. Schur. Die Orientalpolitik des Kaisers Nero, „Klio“, XV, 1923, 83-45 შებმდ.
18. M. P. Charlesworth. Trade routes and commerce of the Roman Empire, Cambridge, 1926.
19. M. M. Postovtzeff. The social and economic history of Roman Empire, Oxford, 1926, 83-147.
20. Б. А. Куфтин. Археологическая маршрутная экспедиция 1945 года в Юго-Осетии и Имеретию, Тбилиси, 1949, стр. 80.
21. Б. А. Куфтин. Материалы к археологии Колхиды, Тбилиси, 1950, т. II, стр. 85.
22. ბ. სოჭარია. არქეოლოგიური გათხრები სოფ. ვანში 1947 წ., „მემონზილევი“, ტ. I, 1948, 83-303.
23. М. И. Максимова. Стекланные многогранные печати, найденные на территории Грузии. „ენიმქის“ მონაბე, ტ. X, 1941, 83-92.
24. В. М. Скуднова. Находка колхидских монет и лифосов в Нимфее, „Вестник древней истории“, 1952, № 2, стр. 238—242.
25. Д. Г. Капанадзе. Монетные находки мхетской экспедиции, „Вестник древней истории“, 1955, № 1, табл. I—II.
26. გ. გობეჯიშვილი. არქეოლოგიური გათხრები საბჭოთა საქართველოში, თბილისი, 1952, 83-75.

მთ. რედაქტორი აკად. ნ. მუსხელიშვილი

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 15.9.1957; შეკვ. № 1453; ანაწყობის ზომა 7×11;  
ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 8,7;  
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 10,96; უე 04704; ტირაჟი 1000.

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



დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მორაზის“ 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 საარტიკლო-საგამომცემლო) თაბანის მოცულობითა 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, წარმოასადგევს.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალკე თითოეულ ენაზე, საეცხებით 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 შეძლებისდა გვარად სრული: საჭიროა 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 წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, ორ-ორი უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოუდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლძინის ქ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XIX, № 3, 1957

Основное, грузинское издание