

524
1959/2

246 9



524/2

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მ თ ა მ ბ ე 24

ტომი XXII, № 1

ქიმიური, ქართული მემკვიდრეობა

1959

ი ა ნ ე რ ი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი



შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

- 1. ნ. ვეკუა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). წრფივი შეუღლების ერთი სასახლეო ამოცანის შესახებ რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის 3
- 2. გ. თევზაძე. ბადეთა თეორიის ერთი ამოცანისა და პრექტიული სივრცის ზოგიერთი კლასის ზედაპირების შესახებ 9

ფიზიკა

- 3. ნ. წილთსანი. ორმეზონების დეიტონზე გაფანტვა და დეიტონის მაგნიტური მონენტი საშუალოდ ბმის თეორიით 17

ბიოფიზიკა

- 4. ა. ქარცივაძე. დახრილ ზედაპირზე მზის სხივების დაცემის კუთხის განსაზღვრის საკითხისათვის 25

ასტროფიზიკა

- 5. ი. ქუმისიშვილი. ერიდანის ო-ს სიკაშკაშის ირგვულარული ცვალებადობის შესწავლა 33

ასტრონომია

- 6. ა. ტორონჯაძე. კაპტენის 43 არეში შთანთქმის სიდიდეთა შესწორებული მნიშვნელობანი 41

ბიოგრაფია

- 7. ლ. მარუაშვილი. მეოთხეული პერიოდის თბილი და მშობლი ეპოქის („მინდვლისული ინტერგლაციის“) პალეოგეოგრაფიული პირობები კავკასიაში 47

პალეოგეოლოგია

- 8. ლ. გაბუნია. ლისტრიოდონის პირველი მონაბავარი საბჭოთა კავშირის მიოცენში 55

ტექნიკა

- 9. ა. მუჩაიძე. ცილინდრებში საწვავის მიწოდების უთანაბრობის გავლენა მრავალცილინდრიანი დგუშებიანი ძრავას სიჩქარის რეჟიმის მდგრადებაზე 57
- 10. თ. კვიციანი. ბეტონების დეფორმაციის მიადული შესახებ 63

ენერგეტიკა

- 11. ჯ. ასათიანი. ელექტროფიციერებელი რკინიგზის ელექტრომომარაგების სისტემის პარამეტრების დისკრეტული მნიშვნელობის ეკონომიური შერჩევა 67

სამიო სპეციალური

- 12. ა. მიქელაძე. ნახშირის თხელი და საშუალო სისქის აშლილი ფენების დამუშავების ზოგიერთი თავისებურება 71

ფიზიოლოგია

- 13. ს. ბააზოვა. ნათენში სომატოტროპური და ფუნქციური ლოკალიზაციის საკითხისათვის 79

მასპარიმენტული მედიცინა

- 14. ვლ. ჟღენტი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და ლ. შარაშიძე. ფილტვების ინტარორგანული ნერვული წარმოქმნების სტრუქტურულ ცვლილებათა დინამიკა ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს 87

კლინიკური მედიცინა

- 15. კ. კაციაძე და ნ. იოვაშვილი. დიფთერიის ლაბორატორიული დიაგნოსტიკის საკითხისათვის 95

მედიცინური მედიცინა

- 16. ტ. გუდავა. ფრთის რიგის თანხმავანთა ცვლილებებისათვის ხუნძურ-ანდიურ ენეში 101

მთროგრაფია

- 17. გ. ჯალბაძე. აღმოსავლეთ საქართველოს მთიანეთის სამიწათმქვედო იარაღები 107

არქეოლოგია

- 18. დ. კახანაძე. უცხო ნიშნების ნიხედვით საქართველოში მოჭრილი ზოგიერთი მონეტის წარმოშობის საკითხისათვის 115

ხელოვნების ისტორია

- 19. რ. ყენია. ხახულის ღვთისმშობლის ხატის მოჭედლობის საკითხისათვის 121

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
გ ლ ა გ ბ ე

ტომი XXII

ძიებითარი, ქართული გამომცემა

1959



7735

მათემატიკა

6. ვიკაშა

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

წრფივი უმუდლები ერთი სასაზღვრო ამოცანის
უმსახებ რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის

ვთქვათ, D^+ მარტივადბმული არეა $z = x + iy$ კომპლექსური ცვლადის სიბრტყეზე, რომელიც შემოსაზღვრულია მარტივი შეკრული გლუვი კონტურით L . ვიგულისხმობთ, რომ L წირის მხების მიერ რაიმე მუდმივ მიმართულებასთან შედგენილი კუთხე აკმაყოფილებს H (პელდერის) პირობას. დადებით მიმართულებად L -ზე მივიღოთ ის მიმართულება, რომელიც D^+ არეს მარცხნივ ტოვებს.

ვთქვათ, $\alpha_j(t_0)$, $\delta_{kv}(t_0)$, $\gamma_{kv}(t_0)$ ($j, v = 1, 2, \dots, n$; $k = 0, 1, \dots, m$) L კონტურზე მოცემული ფუნქციებია, რომელნიც აკმაყოფილებენ H პირობას. ვიგულისხმობთ, რომ ამ ფუნქციებს L კონტური თავის თავში გადაყავთ ურთიერთ ცალსახად, ამასთან δ_{kv} , γ_{kv} ფუნქციები ცვლიან შემოვლის მიმართულებას L კონტურზე, ხოლო $\alpha_j(t_0)$ ფუნქციები ინარჩუნებენ L კონტურზე შემოვლის მიმართულებას (t_0 და $\alpha_j(t_0)$ შემოწერენ L კონტურს ერთი და იმავე მიმართულებით)⁽¹⁾.

ამ შენიშვნაში ჩვენ განვიხილავთ შემდეგ ამოცანას: მოვინახოთ ორი ვიქტორი

$$\varphi(z) = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n) \quad \text{და} \quad \psi(z) = (\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n),$$

რომელნიც მერომორფულნი არიან D^+ არეში⁽²⁾, შემდეგი სასაზღვრო პირობით:

$$\begin{aligned} \varphi_j[\alpha_j(t_0)] = & \sum_{k=0}^m \sum_{v=1}^n A_{jkv}(t_0) \psi_v^{(k)}[\delta_{kv}(t_0)] + \\ & + \sum_{k=0}^m \sum_{v=1}^n B_{jkv}(t_0) \overline{\psi_v^{(k)}[\gamma_{kv}(t_0)]} + g_j(t_0) \end{aligned} \quad (1)$$

$$(j = 1, 2, \dots, n),$$

⁽¹⁾ შეიძლება განვიხილოთ L კონტურზე შემოვლის სხვა შემთხვევები, რომელზედაც ნათქვამი იქნება ქვემოთ.

⁽²⁾ ჩვენ ვსარგებლობთ იმ განმარტებებით და აღნიშვნებით, რომლებიც მოყვანილია სტატიაში [1].

სადაც $A_{j\kappa\nu}(t_0)$, $B_{j\kappa\nu}(t_0)$, $g_j(t_0)$ ($k = 0, 1, \dots, m$; $j, \nu = 1, 2, \dots, n$) მოცემული ფუნქციებია, რომელნიც H პირობას აკმაყოფილებენ; $\psi_\nu^{(k)}(t_0)$ აღნიშნავს

$$\frac{d^k \psi_\nu(\zeta)}{d\zeta^k} [\psi_\nu^{(0)}(t_0) \equiv \psi_\nu(t_0)]$$

წარმოებულის სასაზღვრო მნიშვნელობას L -ზე.

ძნელი არ არის დამტკიცება იმისა, რომ ადგილი აქვს ტოლობებს

$$\frac{d^k \psi_\nu(t_0)}{dt_0^k} = \psi_\nu^{(k)}(t_0) \quad (k = 1, 2, \dots, m). \quad (2)$$

ვუძებოთ (1) ამოცანის ისეთი ამოხსნები, რომ $\psi_\nu^{(m)}(t_0)$ სასაზღვრო მნიშვნელობები აკმაყოფილებდნენ H პირობას.

ამ სასაზღვრო ამოცანიდან, როგორც კერძო შემთხვევა, მიიღება ამოცანა, რომელიც ჩვენ მიერ განხილულია სტატიაში [1]. ეს ამოცანა, როგორც ქვემოთ იქნება ნაჩვენები, ამოიხსნება იგივე მეთოდით, რომლითაც ამოხსნილია ზემოხსენებულ სტატიაში განხილული ამოცანა.

თუ მხედველობაში მივიღებთ (1) სასაზღვრო პირობებს და მე-(2) ტოლობებს, ადვილად დავასკვნით, რომ (1) ამოცანის ყოველი ამოხსნა ასე წარმოიდგინება:

$$\psi_\nu(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\rho_\nu(t) dt}{t - \zeta} + \Gamma_\nu(\zeta) \quad (3)$$

$(\nu = 1, 2, \dots, n),$

$$\begin{aligned} \varphi_j(\zeta) = & \sum_{k=0}^m \sum_{\nu=1}^n \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{A_{j\kappa\nu} [\beta_j(t)] \rho_\nu^{(k)} [\delta_{\kappa\nu j}(t)] + B_{j\kappa\nu} [\beta_j(t)] \overline{\rho_\nu^{(k)} [\gamma_{\kappa\nu j}(t)]}}{t - \zeta} dt + \\ & + \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{g_j [\beta_j(t)] dt}{t - \zeta} + R_j(\zeta) \quad (j = 1, 2, \dots, n), \end{aligned} \quad (4)$$

სადაც $\beta_j(t)$ არის $\alpha_j(t)$ ფუნქციის შებრუნებული ფუნქცია, $\Gamma_\nu(\zeta)$ და $R_j(\zeta)$ წარმოადგენენ $\psi_\nu(\zeta)$ და $\varphi_j(\zeta)$ ფუნქციების მთავარ ნაწილებს D^+ არეში, $\delta_{\kappa\nu j}(t) = \delta_{\kappa\nu} [\beta_j(t)]$, $\gamma_{\kappa\nu j}(t) = \gamma_{\kappa\nu} [\beta_j(t)]$, $\rho(t) = (\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n)$ — საძიებელი

ვექტორია, $\rho_\nu^{(k)}(t) = \frac{d^k \rho_\nu(t)}{dt^k}$ ($k = 0, 1, \dots, m$) ($\rho_\nu^{(0)} \equiv \rho_\nu$).

(1) ცხადია, მე-(3) ტოლობიდან გვექნება

$$\psi_\nu^{(k)}(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\rho_\nu^{(k)}(t) dt}{t - \zeta} + \Gamma_\nu^{(k)}(\zeta) \quad (5)$$

$(k = 0, 1, \dots, m),$

$(\psi_\nu^{(0)} \equiv \psi_\nu, \rho_\nu^{(0)} = \rho_\nu, \Gamma_\nu^{(0)} = \Gamma_\nu).$

მე-(4) და მე-(5)-ს საფუძველზე (1) სასაზღვრო პირობები, ადვილი გამოთვლების შემდეგ, გვაძლევენ შემდეგ ინტეგრალ-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას:

$$T_j \rho \equiv \sum_{k=0}^m \sum_{\nu=1}^n \frac{1}{2\pi i} \int_L \left[\frac{A_{jk\nu}(t) \alpha'_j(t)}{\alpha_j(t) - \alpha_j(t_0)} + \frac{A_{jk\nu}(t_0) \delta'_{k\nu}(t)}{\delta_{k\nu}(t) - \delta_{k\nu}(t_0)} \right] \rho_{\nu}^{(k)} [\delta_{k\nu}(t)] dt +$$

$$+ \sum_{k=0}^m \sum_{\nu=1}^n \frac{1}{2\pi i} \int_L \left[\frac{B_{jk\nu}(t) \alpha'_j(t)}{\alpha_j(t) - \alpha_j(t_0)} - \frac{B_{jk\nu}(t_0) \Omega_{k\nu}(t_0, t)}{t - t_0} \right] \rho_{\nu}^{(k)} [\overline{\gamma_{k\nu}(t)}] dt =$$

$$= F_j(t_0) \quad (j = 1, 2, \dots, n), \quad (6)$$

სადაც

$$\Omega_{k\nu}(t_0, t) = \frac{\overline{\gamma'_{k\nu}(t)} (t - t_0)}{\gamma_{k\nu}(t) - \gamma_{k\nu}(t_0)} \bar{t}^2 \quad (7)$$

($t' = \frac{dt}{ds}$, s რეალური აბსცისია),

$$F_j(t_0) = \frac{1}{2} g_j(t_0) - \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{g_j(t) \alpha'_j(t) dt}{\alpha_j(t) - \alpha_j(t_0)} - R_j[\alpha_j(t_0)] +$$

$$+ \sum_{k=0}^m \sum_{\nu=1}^n \{ A_{jk\nu}(t_0) \Gamma_{\nu}^{(k)} [\delta_{k\nu}(t_0)] + B_{jk\nu}(t_0) \overline{\Gamma_{\nu}^{(k)} [\gamma_{k\nu}(t_0)]} \}. \quad (8)$$

განვიხილოთ ახლა შემთხვევა, როცა $\alpha_j(t_0)$ ფუნქციები ცვლიან L კონტურზე მიმართულებას, ხოლო $\delta_{k\nu}(t_0)$ და $\gamma_{k\nu}(t_0)$ ფუნქციები ინარჩუნებენ L -ზე შემოვლის მიმართულებას. ამ შემთხვევაში, როგორც ადვილად მიიღება, მე-(6) სისტემის ნაცვლად გვექნება შემდეგი სისტემა

$$T_j \rho = -F_j(t_0) \quad (j = 1, 2, \dots, n). \quad (9)$$

ვთქვათ ახლა $\alpha_j(t_0)$, $\delta_{k\nu}(t_0)$, $\gamma_{k\nu}(t_0)$ ინარჩუნებენ L წირზე შემოვლის მიმართულებას. მაშინ მე-(6) სისტემის ნაცვლად მივიღებთ

$$\sum_{k=0}^m \sum_{\nu=1}^n \frac{1}{2\pi i} \int_L \left[\frac{A_{jk\nu}(t) \alpha'_j(t)}{\alpha_j(t) - \alpha_j(t_0)} - \frac{A_{jk\nu}(t_0) \delta'_{k\nu}(t)}{\delta_{k\nu}(t) - \delta_{k\nu}(t_0)} \right] \rho_{\nu}^{(k)} [\delta_{k\nu}(t)] dt +$$

$$+ \sum_{k=0}^m \sum_{\nu=1}^n \frac{1}{2\pi i} \int_L \left[\frac{B_{jk\nu}(t) \alpha'_j(t)}{\alpha_j(t) - \alpha_j(t_0)} + \frac{B_{jk\nu}(t) \Omega_{k\nu}(t_0, t)}{t - t_0} \right] \rho_{\nu} [\overline{\gamma_{k\nu}(t)}] dt =$$

$$= F_j(t_0) \quad (j = 1, 2, \dots, n). \quad (10)$$

განვიხილოთ პირველად მე-(6) სისტემა. ეს სისტემა, ცხადია, ასე შეიძლება გადავწეროთ:

$$\sum_{k=0}^m \sum_{\nu=1}^n \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{K_{j k \nu}(t_0, t) \rho_{\nu}^{(k)}[\delta_{k \nu}(t)] dt}{t-t_0} +$$

$$+ \sum_{k=0}^m \sum_{\nu=1}^n \frac{1}{2\pi i} \int_L H_{j k \nu}(t_0, t) \overline{\rho_{\nu}^{(k)}[\gamma_{k \nu}(t)]} dt = F_j(t_0), \quad (11)$$

სადაც

$$K_{j k \nu}(t_0, t) = \frac{A_{j k \nu}(t) \alpha'_j(t) (t-t_0)}{\alpha_j(t) - \alpha_j(t_0)} + \frac{A_{j k \nu}(t_0) \delta'_{k \nu}(t) (t-t_0)}{\delta_{k \nu}(t) - \delta_{k \nu}(t_0)},$$

$$H_{j k \nu}(t_0, t) = \frac{B_{j k \nu}(t) \alpha'_j(t)}{\alpha_j(t) - \alpha_j(t_0)} - \frac{B_{j k \nu}(t_0) \Omega_{k \nu}(t_0, t)}{t-t_0}.$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ $\Omega_{k \nu}(t_0, t_0) = 1$, მაშინ გვექნება

$$H_{j k \nu}(t_0, t) = \frac{H_{j k \nu}^0(t_0, t)}{|t-t_0|^\alpha} \quad (0 \leq \alpha < 1),$$

სადაც $H_{j k \nu}^0(t_0, t)$ აკმაყოფილებენ H პირობას.

მე-(11) სისტემა კიდევ ასე შეიძლება გადავწეროთ:

$$\sum_{k=0}^m \sum_{\nu=1}^n \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{K_{j k \nu}^*(t_0, t) \rho_{\nu}^{(k)}(t) dt}{t-t_0} +$$

$$+ \sum_{k=0}^m \sum_{\nu=1}^n \frac{1}{2\pi i} \int_L H_{j k \nu}^*(t_0, t) \overline{\rho_{\nu}^{(k)}(t)} dt = F_j^*(t_0), \quad (12)$$

სადაც

$$K_{j k \nu}^*(t_0, t) = \frac{K_{j k \nu}[\delta_{k \nu}(t_0), \delta_{k \nu}(t)] \delta'_{k \nu}(t) (t-t_0)}{\delta_{k \nu}(t) - \delta_{k \nu}(t_0)},$$

$$H_{j k \nu}^*(t_0, t) = H_{j k \nu}[\delta_{k \nu}(t_0), \gamma_{k \nu}(t)] \gamma'_{k \nu}(t),$$

$$F_j^*(t_0) = -F_j[\delta_{k \nu}(t_0)].$$

თუ ვისარგებლებთ მატრიცული აღნიშვნებით, მე-(12) სისტემა საბოლოოდ ასე შეიძლება გადავწეროთ

$$\sum_{k=0}^m \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{D_k(t_0, t) \rho^{(k)}(t) dt}{t-t_0} + \sum_{k=0}^m \frac{1}{2\pi i} \int_L V_k(t_0, t) \overline{\rho^{(k)}(t)} dt = F^*(t_0), \quad (13)$$

სადაც

$$D_k(t_0, t) = \| K_{j k \nu}(t_0, t) \| \quad (j, \nu = 1, 2, \dots, n),$$

$$V_k(t_0, t) = \| H_{j k \nu}(t_0, t) \| \quad (j, \nu = 1, 2, \dots, n),$$

$$F^*(t_0) = (F_1^*, F_2^*, \dots, F_n^*).$$

მე-(13) არის პირველი გვარის სინგულარულ ინტეგრო-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა, რომელიც წარმოადგენს კერძო შემთხვევას [1] სტატიის განხილული სისტემისა. ეს სისტემა ექვივალენტურია [1-6] სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა გარკვეული სისტემისა. ასეთივე შედეგი, ცხადია, მიიღება მე-(10) სისტემის მიმართაც.

ამრიგად, (1) სასაზღვრო ამოცანა ექვივალენტურია გარკვეული აზრით სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემისა, რომლის თეორიაც კარგად არის ცნობილი.

სავსებით ანალოგიური შედეგი მიიღება შემდეგი სახის სასაზღვრო ამოცანის მიმართაც

$$\begin{aligned} \varphi_j^+[\alpha_j(t_0)] &= \sum_{k=0}^m \sum_{\nu=1}^n A_{jk\nu}(t_0) \varphi_\nu^{(k)}[\delta_{k\nu}(t_0)] + \\ &+ \sum_{k=0}^m \sum_{\nu=1}^n B_{jk\nu}(t_0) \overline{\varphi_\nu^{(k)}[\gamma_{k\nu}(t_0)]} + g_j(t_0), \end{aligned} \quad (14)$$

სადაც

$$\varphi_\nu^{(k)}(t) = \frac{d^k \varphi_\nu^-(t)}{dt^k} \quad (k = 0, 1, \dots, m),$$

$[\varphi_\nu^{(0)}(t) \equiv \varphi_\nu^-(t)]$; $\varphi_\nu^+(t)$ და $\varphi_\nu^-(t)$ აღნიშნავენ საძიებელი $\varphi_\nu(z)$ უბან-უბან პოლომორფული ფუნქციის სასაზღვრო მნიშვნელობებს L -ზე. მე-(14) სასაზღვრო ამოცანა წარმოადგენს ჩვენ მიერ [7] სტატიის განხილული ამოცანის გარკვეულ განზოგადებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ა. რაზმაძის სახელობის
თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 5 9.1952)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. П. Век уа. Об одной системе сингулярных интегро-дифференциальных уравнений и ее приложениях в граничных задачах линейного сопряжения. Труды Тбилисского Математического института, т. XXIV, 1957.
2. Л. Г. Магнарадзе. Об одной системе линейных сингулярных интегро-дифференциальных уравнений и о линейной граничной задаче Римана. Сообщения Акад. Наук ГССР, т. IV, № 1, 1943.
3. Л. Г. Магнарадзе. Теория одного класса линейных сингулярных интегро-дифференциальных уравнений и ее применения к задаче колебания крыла аэроплана конечного размаха, удара о поверхность воды и аналогичным. Сообщения Академии Наук ГССР, т. IV, № 2, 1943.
4. Ю. М. Крикунов. О решении обобщенной задачи Римана и линейного сингулярного интегро-дифференциального уравнения. Доклады АН СССР, т. XXXV, № 2, 1952.

5. Ю. М. Крикунов. Обобщенная краевая задача Римана и линейное сингулярное интегро-дифференциальное уравнение. Учение записки Казанского Гос. Университета, т. 116, книга 4, 1956.
6. Р. С. Исаханов. О некоторых дифференциальных граничных задачах теории аналитических функций. Сообщения Академии Наук ГССР, т. XXI, № 1, 1958.
7. Н. П. Векуа. Об одной граничной задаче линейного сопряжения для нескольких неизвестных функций. Труды Тбилисского Университета им. Сталина, т. 56, 1955.

მათემატიკა

ბ. თაყაიძე

ბადეთა თეორიის ერთი ამოცანისა და პროექციული სივრცის
ზოგიერთი კლასის ზედაპირების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჭოლოშვილმა 21.2.1958)

ამ შრომაში ნორდენის ნორმალიზებულ ზედაპირთა მეთოდით [1], პროექციულ სივრცეში, ახალი ხერხით ვახდენთ ბადეთა თეორიის შემდეგი ამოცანის ამოხსნას: ზედაპირზე განისაზღვროს ისეთი შეუღლებული ბადე, რომლის ჩებიშევის ვექტორი წინასწარაა მოცემული. ევკლიდური სივრცისათვის ეს ამოცანა დასვა და ამოხსნა ნ. ეფიმიოვი [2], ხოლო აფინური ბმულობის სივრცეებისათვის — ვ. შულიკოვსკიმ [3]. ჩვენ მიერ მიღებული ფორმულების სიმარტივე საშუალებას გვაძლევს, მაგალითად, აფინურ სივრცეში განვსაზღვროთ ყველა ისეთი ზედაპირი, რომელთაც გადატანის ბადეების უსასრულო სიმრავლე აქვთ. უფრო ზუსტად, განისაზღვრა ასეთი ზედაპირებისათვის β და γ ინვარიანტები ((26) ფორმულა) და შინაგანი ბმულობების ყველა დანარჩენი კოეფიციენტი. ჩვენ ვაჩვენებთ, მაგალითად, რომ მიღებული ფორმულებიდან გამომდინარეობს ს. ფინიკოვის თეორემა იმ ზედაპირების შესახებ, რომლებსაც აქვთ ∞ სიმრავლე ფოსის ბადეებისა [4]; ამ ფორმულებიდან შეიძლება მიღება სხვა ცნობილი შედეგებისაც.

განვიხილოთ ნორდენის აზრით ნორმალიზებული ზედაპირი სამგანზომილებიან პროექციულ სივრცეში [1]. (G, Γ) -თი აღენიშნოთ მასზე ინდუცირებული შეუღლებული გეომეტრიების წყვილი, b_{ij} (i -თი k (ინდექსები ყველგან იღებენ 1, 2 მნიშვნელობებს) — ამ წყვილის საბაზისო ბადე, ე. ი. ზედაპირის ასიმპტოტური ბადე. a_{ij} იყოს ზედაპირის რაიმე შეუღლებული ბადის ტენზორი $a_{ij} b^{ij} = 0$, რომლის ნორმირება ისეა შერჩეული, რომ ადგილი აქვს ტოლობას $\sqrt{b_{11} b_{22} - b_{12} b_{21}} = \sqrt{a_{11} a_{22} - a_{12} a_{21}}$. ვერტორად ყველგან გამოვიყენებთ ისეთ ბივექტორს, რომლის მთავარი მნიშვნელობა $\epsilon_{12} = \sqrt{b_{11} b_{22} - b_{12} b_{21}}$. განვიხილავთ რა $c_{ij} = -b_{ij}^m a_{mj}$ ბადეს, უშუალოდ შეიძლება შემოვწმდეს შემდეგ ტოლობათა სამართლიანობა:

$$b_i^m b_m^j = -\delta_i^j; \quad a_i^m a_m^j = -\delta_i^j; \quad c_i^m c_m^j = -\delta_i^j;$$

$$a_i^m b_m^j = c_i^j; \quad b_i^m c_m^j = a_i^j; \quad c_i^m a_m^j = b_i^j.$$

c_{ij} ბადის c_i ჩებიშევის ვექტორისათვის გვაქვს [1]

$$c_i = b_i + \alpha_i, \tag{1}$$

(¹ სიმკვლისათვის ვიტყვი „ b_{ij} ბადე“, ნაცვლად იმისა, რომ ვთქვათ „ბადე, რომლის ტენზორია b_{ij} “.

ბოლო a_{ij} ბადის ζ_i მეორე გვარის ჩებიშევის ვექტორისათვის —

$$\zeta_i = -b_i + a_i, \quad (2)$$

სადაც a_i და a_i არიან a_{ij} ბადის, შესაბამისად, პირველი და მეორე გვარის ჩებიშევის ვექტორები.

ზედაპირის ნებისმიერი შეუღლებული g_{ij} ბადის ნორმირებული ტენზორი შეიძლება შემდეგნაირად ჩაიწეროს:

$$g_{ij} = a_{ij} + \lambda c_{ij}, \quad (3)$$

სადაც $\lambda(u^1, u^2)$ არის ზედაპირის (u^1, u^2) მრუდწირული კოორდინატების სკალარული ფუნქცია. დავუშვათ, რომ $g_{mn}g^{mn} = 2(1 + \lambda^2) \neq 0$. ორი c_{ij} , g_{ij} , ბადის 2 φ ურთიერთკუთხისათვის გვაქვს [1]

$$\lambda = i \cos 2\varphi. \quad (4)$$

თუ (3) ტოლობის მიხედვით გამოვიტვით g_{ij} ბადის ჩებიშევის ვექტორს, გარკვეული გარდაქმნის შემდეგ მივიღებთ

$$b_i \lambda = 2(g_m - c_m) b_i^m \lambda^2 - L_m b_i^m \lambda + 2(g_m - a_m) b_i^m, \quad (5)$$

სადაც

$$b_i \lambda \equiv \frac{\partial \lambda}{\partial u^i},$$

$$a^{mn} \left(\nabla_m c_{ni} - \frac{1}{2} \nabla_i c_{mn} \right) + c^{mn} \left(\nabla_m a_{ni} - \frac{1}{2} \nabla_i a_{mn} \right) = L_i. \quad (6)$$

გარდაქმნათ (6) გამოსახულება. განვიხილოთ ჯამი

$$a^{mn} \nabla_i c_{mn} + c^{mn} \nabla_i a_{mn} = a^{mn} \nabla_i (c^{pq} \varepsilon_{mp} \varepsilon_{nq}) + c^{mn} \nabla_i a_{mn} = \\ = a_{pq} \nabla_i c^{pq} + c^{mn} \nabla_i a_{mn} = \nabla_i (a_{pq} c^{pq}) = 0,$$

სადაც მხედველობაში მიღებულია ტოლობა [1]:

$$\nabla_k \varepsilon_{ij} = 2\omega_k \varepsilon_{ij}.$$

ამიტომ გვაქვს

$$L_i = a^{mn} \nabla_m c_{ni} + c^{mn} \nabla_m a_{ni}. \quad (7)$$

$a^{mn} c_{ni} = -b_i^m$, $c^{mn} a_{ni} = b_i^m$ ტოლობების კოვარიანტული გაწარმოება და შემდეგ შეკრება გვაძლევს

$$a^{mn} \nabla_m c_{ni} + c^{mn} \nabla_m a_{ni} = -(c_{ni} \nabla_m a^{mn} + a_{ni} \nabla_m c^{mn}).$$

ახლა (7) ტოლობა იღებს შემდეგ სახეს

$$L_m b_i^m = -a_{in} \nabla_m a^{mn} + c_{ni} \nabla_m c^{mn}.$$

მაგრამ

$$a_{ni} \nabla_m a^{mn} = -a^{mn} \nabla_m a_{ni}; \quad c_{ni} \nabla_m c^{mn} = -c^{mn} \nabla_m c_{ni},$$

ამიტომ

$$L_m b_i^m = a^{mn} \nabla_m a_{ni} - c^{mn} \nabla_m c_{ni}. \quad (8)$$

მეორე მხრივ, თვით ჩებიშევის ვექტორის ფორმულა გვაძლევს

$$a^{mn} \nabla_m a_{ni} = 2a_i + \frac{1}{2} a^{mn} \nabla_i a_{mn};$$

ბადეთა თეორიის ერთი ამოცანისა და პროექტ. სივრცის ზოგერთი ზედაპირების შესახებ

$$c^{mn} \nabla_m c_{ni} = 2c_i + \frac{1}{2} c^{mn} \nabla_i c_{mn}$$

ამიტომ (8) შეიძლება შემდეგი სახით გადაიწეროს

$$L_m b_i^m = 2(a_i - c_i) + \frac{1}{2} (a^{mn} \nabla_i a_{mn} - c^{mn} \nabla_i c_{mn}).$$

ახლა ვაჩვენოთ, რომ $a^{mn} \nabla_i a_{mn} - c^{mn} \nabla_i c_{mn} = 0$. მართლაც, $\frac{1}{2} \varepsilon^{mn} \varepsilon^{rs} a_{mr} a_{ns} = 1$

ტოლობის კოვარიანტული გაწარმოება გვაძლევს

$$a^{ns} \nabla_k a_{ns} = 4a_k, \tag{9}$$

სადაც მხედველობაში მივიღეთ ფორმულა $\nabla_k \varepsilon^{ij} = -2a_k \varepsilon^{ij}$.

სრულიად ასევე გვაქვს $c^{ns} \nabla_k c_{ns} = 4a_k$. ამიტომ

$$L_m b_i^m = 2(a_i - c_i). \tag{10}$$

ამრიგად, სამი a_{ij} , b_{ij} , c_{ij} ურთიერთ აპოლარული ტენზორისათვის, რომელთა ნორმირება შეთანხმებულია, გვაქვს შემდეგი ტოლობა

$$b_i^k \left[a^{mn} \left(\nabla_m c_{nk} - \frac{1}{2} \nabla_k c_{mn} \right) + c^{mn} \left(\nabla_m a_{nk} - \frac{1}{2} \nabla_k a_{mn} \right) \right] = 2(a_i - c_i). \tag{11}$$

ამიტომ (1), (5), (10) ტოლობანი გვაძლევს

$$d_i \lambda = 2(g_m - b_m - \alpha_m) b_i^m \lambda^2 - 2(a_i - b_i - \alpha_i) \lambda + 2(g_m - a_m) b_i^m. \tag{12}$$

შემოვიყვანოთ აქ შეუღლებული ბადის ცნობილი ინვარიანტი [1]:

$$A_i = -\frac{1}{2} \tilde{a}^{rs} B^k_{rs} a_{ki} = \alpha_i - a_i + b_i,$$

მივიღებთ

$$d_i \lambda = 2 \left(\bar{r}_i - \frac{1}{2} \bar{A}_i \right) \lambda^2 + 2A_i \lambda + 2 \left(\bar{r}_i + \frac{1}{2} \bar{A}_i \right), \tag{13}$$

$$r_i = g_i - a_i - \frac{1}{2} A_i. \tag{14}$$

აქ ნებისმიერ x_i ვექტორისათვის შემოღებულია აღნიშვნა $\bar{x}_i = x_m b_i^m$.

რიკატის დიფერენციალურ განტოლებათა (13) სისტემის ინტეგრებადობის პირობას აქვს სახე

$$(2\bar{r} : - \bar{A} : + 4\bar{r}_i A^i - 2\bar{A}_i A^i) \lambda^2 + (2A : - 8\bar{A}_i \bar{r}^i) \lambda + (2\bar{r} : + \bar{A} : + 4A_i \bar{r}^i + 2A_i \bar{A}^i) = 0, \tag{15}$$

სადაც, ისე როგორც ვ. შულიკოვსკის თან [3] $\varepsilon^{ij} \partial_j x_i = x_i$; $x_m b_i^m = \bar{x}_i$, ნებისმიერი x_i , y_i ვექტორებისათვის.

როგორც ცნობილია [1], შეუღლებული ბადის გრინის ლერძი მისი ჩემბიშევის ვექტორით განისაზღვრება. ამიტომ ზედაპირზე რომ არსებობდეს საერთო გრინის ლერძის მქონე უსასრულო სიმრავლე ბადეებისა, აუცილებელია და საკმარისი რიკატის (14) სისტემის სრული ინტეგრებადობა; ე. ი.

(15) ტოლობა აგივეობად უნდა იქცეს, რაც გვაძლევს შემდეგ სამ განტოლებას

$$\left. \begin{aligned} 1. A: -4\bar{A}_i \bar{r}^i &\equiv A: -4A_i r^i = 0, \\ 2. \bar{A}: +4A_i \bar{r}^i &\equiv \bar{A}: -4\bar{A}_i r^i = 0, \\ 3. \bar{r}: +A_i \bar{A}^i &\equiv \bar{r}: -\bar{A}_i A^i = 0. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

როცა $A_i \bar{A}^i \neq 0$ (როგორც ქვემოთ დავინახავთ, $A_i \bar{A}^i = 0$ ტოლობა ახასიათებს წრფოვან ზედაპირებს), მაშინ პირველი ორი განტოლება გვაძლევს

$$r_i = -\frac{1}{4A_i \bar{A}^i} [(A:) \bar{A}_i - (\bar{A}:) A_i]. \quad (17)$$

ამრიგად, ისეთი არაწრფოვანი ზედაპირების ინვარიანტული ნიშანი, რომელთაც აქვთ ∞ სიმრავლე საერთო გრინის წიბოს (ორადულად — გრინის ღერძი) მქონე ბადეებისა, არის (16)-ს მესამე ტოლობა, რომელშიაც r_i განსაზღვრულია (17)-ით. მრუდწირულ კოორდინატთა ასიმპტოტურ სისტემაში ამ პირობას აქვს შემდეგი სახე

$$\partial_{12} \lg(\beta\gamma) = 8\beta\gamma, \quad (18)$$

სადაც β, γ ზედაპირის ცნობილი პროექციული ინვარიანტებია.

როგორც ცნობილია, (18) დიფერენციალური განტოლების ზოგადი ამოხსნა არის

$$\beta\gamma = \frac{f'(u') F'(u'')}{4[f'(u') + F'(u'')]^2},$$

სადაც $f(u')$, $F(u'')$ ინტეგრაციის ნებისმიერი ფუნქციებია. თუ მრუდწირული კოორდინატების გასწვრივ, u^1, u^2 პარამეტრებს სათანადოდ შევცვლით და ისევ ძველ აღნიშვნებს დავტოვებთ, მაშინ ჩვენი პირობა ასე ჩაიწერება

$$\beta\gamma = \frac{1}{4(u^1 + u^2)^2}. \quad (19)$$

შევნიშნოთ, რომ მრუდწირული კოორდინატების ასიმპტოტურ სისტემაში გვექნება: $b_{12} = i$, $A_n \bar{A}^n = -2i\beta\gamma$, ხოლო (17) მიიღებს სახეს $r_1 =$

$$= \partial_1 \left(\lg \beta^{\frac{1}{4}} - \frac{1}{2} \rho \right), \quad r_2 = \partial_2 \left(\lg \gamma^{\frac{1}{4}} + \frac{1}{2} \rho \right), \quad \text{სადაც } a_{11} = e^\rho, \quad a_{22} = e^{-\rho}.$$

მეორე მხრივ, (14) გვაძლევს $r_1 = g_1 + \frac{1}{2} G_{11}^1 - \frac{1}{2} \partial_1 \rho$; $r_2 = g_2 + \frac{1}{2} G_{22}^2$

$+ \frac{1}{2} \partial_2 \rho$, ამიტომ ვიღებთ

$$g_1 = \partial_1 \lg \sqrt[4]{\beta} - \frac{1}{2} G_{11}^1, \quad g_2 = \partial_2 \lg \sqrt[4]{\gamma} - \frac{1}{2} G_{22}^2, \quad (20)$$

სადაც G_{11}^1, G_{22}^2 არის ზედაპირის ნორმალეზებული ინდუცირებული პირველი გვარის აფინური ბმულობის კოეფიციენტები.

თუ ზედაპირის ნორმალეზებად არჩეულია ფუბინის წრფეები, მაშინ გვაქვს [5]:

$$G_{11}^1 = d_1 \lg(\beta\gamma); \quad G_{22}^2 = d_2 \lg(\beta\gamma); \quad b_{12} = \beta\gamma = \frac{1}{4(u^1 + u^2)^2}. \quad (21)$$

(20) გამოსახულება ახლა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$g_1 = -\frac{1}{4} d_1 \lg(\beta\gamma^2), \quad g_2 = -\frac{1}{4} d_2 \lg(\gamma\beta^2).$$

ამ ფორმულებიდან უშუალოდ მიიღება ვ. შულცოვსკის შემდეგი ორი შედეგი [3]: 1) (21)-ე კვადრ. ფორმის სიმრუდე = -8. 2) ფუბინისა და ვილჩინსკის წრფეთა საშუალო წრფე ემთხვევა საძიებელი ბადეების საერთო გრინის წიბოს (ღერძს).

მე-2 გვარის შინაგანი გეომეტრიისათვის (13) ფორმულას აქვს შემდეგი სახე:

$$d_i \lambda = 2(\gamma_m - \alpha_m + A_m) b_i^m \lambda^2 - 2A_i \lambda + 2(\gamma_m - \alpha_m) b_i^m, \quad (22)$$

სადაც γ_i არის g_{ij} ბადის მე-2 გვარის ჩებიშევის ვექტორი.

როგორც ცნობილია [1], აფინურად ნორმალიზებული გადატანის ზედაპირი იმით ხასიათდება, რომ მისი ასიმპტოტური ბადისათვის არსებობს შეუღლებული ჩებიშევის ბადე (ე. წ. გადატანის ბადე). ამიტომ, ამ შემთხვევისათვის (3) ფორმულაში ფუნქცია λ აკმაყოფილებს (13) სისტემას, რომელშიაც $g_i = 0$, ე. ი.

$$d_i \lambda = -2(a_m + A_m) b_i^m \lambda^2 + 2A_i \lambda - 2a_m b_i^m. \quad (23)$$

(23) სისტემის ინტეგრებადობის პირობას შემდეგი სახე აქვს:

$$(\bar{a}: + \bar{A}: + 2\bar{a}_i A^i + 2\bar{A}_i A^i) \lambda^2 - (4\bar{A}_i \bar{a}^i + A:) \lambda + (\bar{a}: + 2A_i \bar{a}^i) = 0, \quad (24)$$

სადაც

$$\bar{a}: = \varepsilon^{ij} d_j \bar{a}_i; \quad \bar{A}: = \varepsilon^{ij} d_j \bar{A}_i; \quad \bar{a}_i = b_i^m a_m; \quad \bar{A}_i = b_i^m A_m.$$

(23) და (24) განტოლებების თავსებადობის პირობებით განისაზღვრება გადატანის ზედაპირი.

განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც (24) იგივეობა არის, ე. ი., როცა ზედაპირს აქვს ∞ სიმრავლე გადატანის ბადეებისა. (16) და (17) ფორმულებში ახლა უნდა დავუშვათ, რომ $r_i = -a_i - \frac{1}{2} A_i$, ხოლო (20) ტოლობა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$G_{11}^1 = d_1 \lg \beta^{\frac{1}{2}}; \quad G_{22}^2 = d_2 \lg \gamma^{\frac{1}{2}}.$$

თუ ჩვენი ზედაპირის პირველი გვარის ნორმალად მივიღებთ აფინური სივრცის ე. წ. აფინურ ნორმალს, მაშინ მასზე გვექნება ლის ექვიაფინური ნორმალიზაცია; ამიტომ $G_{12}^1 = G_{21}^2 = 0$, $R_{12} = R_{21}$. ეს უკანასკნელი ტოლობა ახლა ნიშნავს, რომ

$$d_{12} \lg \frac{\beta}{\gamma} = 0;$$

ამიტომ შეგვიძლია დავუშვათ, რომ

$$\frac{\beta}{\gamma} = \frac{e^{2V}}{e^{2U}}, \quad (25)$$

სადაც $V(u^2)$, $U(u^1)$ ინტეგრაციის ნებისმიერი ფუნქციებია. (19) და (25) ტოლობანი გვაძლევენ

$$\beta = \pm \frac{e^{V-U}}{2(u^1+u^2)}, \quad \gamma = \pm \frac{e^{U-V}}{2(u^1+u^2)}$$

მაგრამ აქ U , V ფუნქციები არ შეიძლება ნებისმიერი იყოს, ვინაიდან აფინური ნორმალის მიერ ინდუცირებული მე-2 გვარის გეომეტრია არის პროექციულ-ევკლიდური, ე. ი. უნდა შესრულდეს პირობა $\nabla^k \rho_{ik} = 0$, სადაც ρ_{ij} არის მე-2 გვარის გეომეტრიის რიჩის ტენზორი:

$$\rho_{11} = \partial_2 \beta + \frac{1}{2} \frac{\beta}{\gamma} \partial_2 \gamma; \quad \rho_{22} = \partial_1 \gamma + \frac{1}{2} \frac{\gamma}{\beta} \partial_1 \beta; \quad \rho_{12} = \beta \gamma + \frac{1}{2} \partial_{12} \lg \gamma.$$

აქედან ვიღებთ, რომ

$$\rho_{11} = \frac{3e^{V-U}}{4(u^1+u^2)^2} - \frac{e^{V-U}V'}{4(u^1+u^2)}; \quad \rho_{22} = \frac{3e^{U-V}}{4(u^1+u^2)^2} - \frac{e^{U-V}U'}{4(u^1+u^2)}; \quad \rho_{12} = \frac{3}{4(u^1+u^2)^2};$$

ხოლო მე-2 გვარის ბმულობის დანარჩენი კოეფიციენტებისათვის გვაქვს

$$\Gamma_{11}^1 = -\frac{1}{2} \left(U' + \frac{1}{u^1+u^2} \right); \quad \Gamma_{22}^2 = -\frac{1}{2} \left(V' + \frac{1}{u^1+u^2} \right).$$

მე-2 გვარის გეომეტრიისათვის პროექციულ-ევკლიდურობის პირობა განსაზღვრავს $U(u^1)$, $V(u^2)$ ფუნქციებს და β და γ -თვის მიიღება შემდეგი გამოსახვანი

$$\left. \begin{aligned} \beta &= \frac{a_1(u^2)^3 - a_2(u^2)^2 + a_3 u^2 - a_4}{2(u^1+u^2)[a_1(u^1)^3 + a_2(u^1)^2 + a_3 u^1 + a_4]}, \\ \gamma &= \frac{a_1(u^1)^3 + a_2(u^1)^2 + a_3 u^1 + a_4}{2(u^1+u^2)[a_1(u^2)^3 - a_2(u^2)^2 + a_3 u^2 - a_4]}, \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

სადაც a_1, a_2, a_3, a_4 მუდმივი სიდიდეებია, რომლებიც ერთდროულად ნული არ ხდება. ამიტომ ამ გამოსახვებში არსებითია მხოლოდ 3 მუდმივი.

განვიხილოთ ახლა ევკლიდურ სივრცეში ფოსის ზედაპირები. ასეთ ზედაპირებზე არსებობენ შეუღლებული გეოდეზიური ბადეები (ე. წ. ფოსის ბადე). თუ g_{ij} ფოსის ბადეა, მაშინ მისი მე-2 გვარის ჩებიშევის ვექტორი $\gamma_i = 0$ და ამიტომ (22) სისტემა შემდეგ სახეს იღებს

$$\partial_i \lambda = 2\bar{l}_i \lambda^2 - 2A_i \lambda + 2(\bar{l}_i - \bar{A}_i), \quad (27)$$

სადაც

$$l_i = b_i - a_i, \quad \bar{l}_i = b_i^m l_m, \quad \bar{A}_i = b_i^m A_m.$$

ამ სისტემის ინტეგრებადობის პირობა არის

$$(\bar{l}_i - 2\bar{l}_i A^i) \lambda^2 - (4\bar{l}_i \bar{A}^i + A_i) \lambda + (\bar{l}_i - \bar{A}_i - 2A_i \bar{l}^i + 2A_i \bar{A}^i) = 0, \quad (28)$$

სადაც

$$\bar{L}_i := \epsilon^{ij} \partial_j \bar{L}_i; \quad \bar{A}_i := \epsilon^{ij} \partial_j \bar{A}_i.$$

(27), (28) განტოლებათა თავსებადობის პირობა განსაზღვრავს ისეთ ფოსის ზედაპირს, რომელსაც აქვს ერთი ან ორი ფოსის ბადე (იხ. [2, 3]).

ს. ფინიკოვმა აჩვენა, რომ მხოლოდ მინიმალურ ჰელიკოიდებზე არსებობს ∞ სიმრავლე ფოსის ბადეებისა. ეს შედეგი შეიძლება მივიღოთ (27) ფორმულებიდანაც. მართლაც, (27) გადავწეროთ ზედაპირის მრუდწირული კოორდინატების ასიმპტოტურ სისტემაში

$$\begin{aligned} \partial_1 \lambda &= 2i(-A_1 + \alpha_1)\lambda^2 - 2A_1\lambda + 2i\alpha_1, \\ \partial_2 \lambda &= 2i(A_2 + \alpha_2)\lambda^2 - 2A_2\lambda - 2i\alpha_2 \\ &(\text{აქ } i^2 = -1) \end{aligned}$$

და λ -ს ნაცვლად შემოვიყვანოთ ახალი μ უცნობი

$$\lambda = i \frac{\mu e^{2\rho} + 1}{\mu e^{2\rho} - 1}$$

(აქ, ისე როგორც წინადა, $a_{11} = e^\rho$, $a_{12} = 0$, $a_{22} = e^{-\rho}$). μ -ს მიმართ მიიღება ფინიკოვის განტოლებათა სისტემა ([2], 46 გვ. ფორმულა (60)):

$$\partial_1 \mu = 2I_{22}^1 - 2\mu I_{11}^1 \quad \partial_2 \mu = -2\mu^2 I_{11}^2 + 2\mu I_{22}^2,$$

სადაც I_{ij}^k არის საძიებელი ზედაპირის სფერული ანასახის ქრისტოფელი. თუ ამ განტოლებებზე ჩავატარებთ ფინიკოვის მსჯელობას, გაწარმოებებისა და გამორიცხვების გზით მივალთ დასკვნამდე, რომ ჩვენი ზედაპირი არის მართი ჰელიკოიდი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.3.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. П. Норден. Пространства аффинной связности. М.—Л., 1950.
2. Н. Е. Ефимов. Инвариантные характеристики некоторых сетей и поверхностей. Труды семинара по вект. и тенз. анализу, вып. V, 1941.
3. В. И. Шуликовский. О тройках и семействах сетей. Ученые записки Казанского гос. университета им. В. И. Ульянова-Ленина, т. III, кн. 8, 1951.
4. С. П. Фиников. Изгибание на главном основании и связанные с ним геометрические задачи. М.—Л., 1937.
5. А. П. Норден. О внутренних геометриях поверхностей проективного пространства. Труды семинара по вект. и тенз. анализу, вып. VI, 1948.

ფიზიკა

ნ. ჟილოსანი

π-მეზონების დეიტონზე გაფანტვა და დეიტონის მაგნიტური მომენტი საშუალებდო ზმის თეორიით

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისოვმა 4.7.1958)

I. საშუალებდო ზმის თეორიის გამოყენება ორნუკლონიანი სისტემის ბმული ველისათვის განხილულია [1]-ში. ბმული და თავისუფალი მეზონური ველების ერთდროული განხილვა საშუალებას მოგვცემს გამოვიტვალოთ პროცესები თავისუფალი მეზონების მონაწილეობით.

7735

ტაკედას [2], მაკის, სატოსა და ტომონაგას [3] მიერ განხილულია საშუალებდო ზმის თეორიის გამოყენება π-მეზონების ნუკლონზე გაფანტვისათვის. წინამდებარე ნაშრომში ანალოგიური გამოთვლები ჩატარებულია π-მეზონების დეიტონზე გაფანტვისათვის.

გაფანტვის პროცესი განხილვება როგორც დეიტონის ბმული ველისა და თავისუფალი მეზონისაგან შემდგარი სისტემის გადასვლა ანალოგიურ მდგომარეობაში თავისუფალი მეზონის შთანთქმისა და გამოსხივების საშუალებით. მეზონის შთანთქმის დროს დეიტონი გადადის აღგზნებულ მდგომარეობაში და, თუ დაცემული მეზონის ენერგია ახლოს არის აღგზნების ენერგიასთან, ადგილი ექნება რეზონანსულ გაფანტვას.

მეზონის გადასვლა თავისუფალიდან ბმულ მდგომარეობაში აიწერება თავისუფალი და ბმული ველების ურთიერთქმედების V ჰამილტონიანით. სტაციონარული მდგომარეობების განხილვისას ჩვენ ვუშვებდით, რომ მეზონი ერთდროულად კი არ ურთიერთქმედებს ორივე ნუკლონთან, არამედ ურთიერთქმედებს A-ნუკლონთან ან B-ნუკლონთან (ჰაიტლერ-ლონდონის მიახლოება). იმავე დაშვებას ვაკეთებთ ამ შემთხვევაშიც, მაშინ

$$V = V_A + V_B,$$

სადაც

$$V_i = \sum_{u,\rho,m} \{ \omega_{iu} (a_{mi}^{\rho\sigma} - \frac{f}{\sqrt{2}} \tau'_\rho \sigma'_m) a_{mi}^{\rho u} + \omega_{iu}^* (a_{mi}^{\rho\sigma} - (-1)^m \frac{f}{\sqrt{2}} \tau_{-\rho} \sigma_{-m}^t) a_{mi}^{\rho,u} \} \epsilon_m$$

სადაც $a_{mi}^{\rho u}, a_{mi}^{\rho u}$ თავისუფალი მეზონების შთანთქმისა და გამოსხივების ოპერატორებია.

$$\omega_{0u} = \int \Psi_0^*(k) k_0 \Psi_u(k) dk,$$

$$\omega_{0u}^* = \int \Psi_0(k) k_0 \Psi_u^*(k) dk.$$

$$\epsilon_m = \begin{cases} I & m = I \\ I & m = 0 \\ -I & m = -I \end{cases}$$



თუ მივიღებთ ოპერატორებს

$$A_{ms}^{\rho} = a_{ms}^{\rho_0} - \frac{f}{2} \tau_{-p} \sigma_{-ms}, \quad A_{ma}^{\rho} = a_{ma}^{\rho_0} - \frac{f}{2} \tau_{-p} \sigma_{-ma},$$

სადაც

$$a_{ms}^{\rho_0} = \frac{I}{\sqrt{2}} [a_{mA}^{\rho_0} + a_{mB}^{\rho_0}], \quad a_{ma}^{\rho_0} = \frac{I}{\sqrt{2}} [a_{mA}^{\rho_0} - a_{mB}^{\rho_0}]$$

და მათ შესაბამის შეუღლებულ ოპერატორებს $A_{ms}^{\rho*}, A_{ma}^{\rho*}$, გვექნება

$$V = \sum_{u, \rho, m} [\omega_{0u} \{A_{ms}^{\rho*} a_{ms}^{\rho u} + A_{ma}^{\rho*} a_{ma}^{\rho u}\} + \omega_u^* \{A_{ms}^{\rho} a_{ms}^{\rho u*} + A_{ma}^{\rho} a_{ma}^{\rho u*}\}] \varepsilon_m. \quad (1.1)$$

π -მეზონების გაფანტვა დეიტონზე აიწერება განტოლებით

$$(H_0 + H_u + U) \Psi = E \Psi, \quad (1.2)$$

სადაც $U = V \frac{I}{E - H_0 - H_u} V$ ირის ვატსონის ეფექტური პოტენციალი [4].

Ψ -ფუნქცია გავშალოთ თავისუფალი მეზონისა და ორნუკლონიანი სისტემის სხვადასხვა სტაციონარული მდგომარეობების ფუნქციების მიხედვით

$$\Psi = \sum c(v, u, \rho, m) \chi(v) \varphi_u(\rho, m), \quad (1.3)$$

$\chi(v)$ არის ბმული ველის v აღგზნებული მდგომარეობის ტალღური ფუნქცია, ხოლო $\varphi_u(\rho, m)$ — u მდგომარეობაში მყოფი თავისუფალი მეზონის ტალღური ფუნქცია. თუ (1.3) ჩავსვათ (1.2)-ში, მივიღებთ

$$(E - \varepsilon_v - \omega_u) c(v, u, \rho, m) = \sum_{u', v', \rho', m'} (v, u, \rho, m | U | v', u', \rho', m') c(v', u', \rho', m'), \quad (1.4)$$

სადაც

$$\begin{aligned} & (v, u, \rho, m | U | v', u', \rho', m') = \\ & = \omega_{0u}^* \omega_{0u} \left[\frac{[(v | A_m^{\rho s} | v'') + (v | A_m^{\rho a} | v'')][(v'' | A_m^{\rho s*} | v') + (v'' | A_m^{\rho a*} | v')]}{E - \varepsilon_{v'}} + \right. \\ & \left. + \frac{[(v | A_m^{\rho s*} | v'') + (v | A_m^{\rho a*} | v'')][(v'' | A_m^{\rho s} | v') + (v'' | A_m^{\rho a} | v')]}{E - \varepsilon_{v''} - \omega_u - \omega_{u'}} \right], \quad (1.5) \end{aligned}$$

$E = p_0 + \varepsilon_0$ სისტემის სრული ენერგიაა,

p_0 — ენერგია დაცემული მეზონისა, ხოლო

ε_0 — დეიტონის ძირითადი მდგომარეობის ენერგია.

$$E - \varepsilon_{v''} = p_0 - \Delta \varepsilon_{v''},$$

$$E - \varepsilon_{v''} - \omega_u - \omega_{u'} = -p_0 - \Delta \varepsilon_v,$$

$\omega_u = \omega_{u'} = p_0$ (დრეკადი გაფანტვა).

მიღებული განტოლება ემთხვევა [2]-ში მოყვანილ (28) განტოლებას, განსხვავება გვაქვს მხოლოდ მატრიცულ ელემენტებში $(v, u, \rho, m | U | v', u', \rho', m')$. ეს განტოლება დაწვრილებით განხილული და ამოხსნილია [2] შრომაში.

ჩვენ გამოვიყენებთ იქ მიღებულ გამოსახულებას „ p “ მდგომარეობის შესაბამისი დრეკადი გაფანტვის ფაზისათვის:

$$\operatorname{tg} \delta_{\tau, J} = - \frac{\pi p_0}{p} \frac{F_{\tau, J}(p_0) |\Psi_0(p)|^2}{F_{\tau, J}(p_0) \int (k_0^2 - p_0)^{-1} |\Psi_0(k)|^2 dk - W_{\tau, J}}, \quad (1.6)$$

სადაც

$$F_{\tau, J}(k_0) = 1 - (k_0 - \omega_0) W_{\tau, J},$$

$$W_{\tau, J} = \frac{(\nu, u, \rho, m | U | \nu', u', \rho', m')}{\omega_{u'}^* \omega_{0u}}. \quad (1.7)$$

T და J -სისტემის სრული იზობარული და სპინური მომენტებია შესაბამისად. ამგვარად, გაფანტვის $\delta_{\tau, J}$ -ფაზების გამოთვლა დაიყვანება მატრიცული $W_{\tau, J}$ ელემენტების განსაზღვრაზე.

2. (1.5)-დან $W_{\tau, J}$ -სათვის ვღებულობთ

$$W_{\tau, J} = \sum_{\nu''} \frac{[(\nu | A_m^{\rho\sigma} | \nu'') + (\nu | A_m^{\rho\sigma} | \nu'')] [(\nu'' | A_m^{\rho\sigma*} | \nu) + (\nu'' | A_m^{\rho\sigma*} | \nu)]}{p_0 - \Delta \varepsilon \nu''} +$$

$$+ \sum_{\nu''} \frac{[(\nu | A_m^{\rho\sigma*} | \nu'') + (\nu | A_m^{\rho\sigma*} | \nu'')] [(\nu'' | A_m^{\rho\sigma} | \nu) + (\nu'' | A_m^{\rho\sigma} | \nu)]}{-p_0 - \Delta \varepsilon \nu''}. \quad (1.8)$$

თუ გამოვიყენებთ გადასმადობის თანათარღობებს

$$[H_0 a_m^{\rho\sigma*}] = -(\omega_0 + \Omega_m) a_m^{\rho\sigma*} + \frac{f}{2} \tau_\rho \sigma_{ms} (\omega_0 + \Omega_m),$$

$$[H_0 a_m^{\rho\sigma}] = (\omega_0 + \Omega_m) a_m^{\rho\sigma} - \frac{f}{2} \tau_{-\rho} \sigma_{-ms} (\omega_0 + \Omega_m)$$

და ვისარგებლებთ ფორმულით

$$(\nu' | [HL] | \nu) = (\varepsilon \nu' - \varepsilon \nu^0) (\nu' | L | \nu^0),$$

მივიღებთ

$$\left. \begin{aligned} (\nu' | A_m^{\rho\sigma*} | \nu^0) &= -\frac{f}{2} \frac{\varepsilon \nu' - \varepsilon \nu^0}{(\varepsilon \nu' - \varepsilon \nu^0) + \omega_{ms}} (\nu' | \tau_\rho \sigma_{ms} \varepsilon_m | \nu^0), \\ (\nu' | A_m^{\rho\sigma} | \nu^0) &= -\frac{f}{2} \frac{\varepsilon \nu' - \varepsilon \nu^0}{(\varepsilon \nu' - \varepsilon \nu^0) + \omega_{ma}} (\nu' | \tau_\rho \sigma_{ma} \varepsilon_m | \nu^0), \\ (\nu'' | A_m^{\rho\sigma*} | \nu^0) &= \frac{f}{2} \frac{\varepsilon \nu' - \varepsilon \nu^0}{\omega_{ms} - (\varepsilon \nu' - \varepsilon \nu^0)} (\nu'' | \tau_{-\rho} \sigma_{-ms} \varepsilon_m | \nu^0), \\ (\nu'' | A_m^{\rho\sigma} | \nu^0) &= \frac{f}{2} \frac{\varepsilon \nu' - \varepsilon \nu^0}{\omega_{ma} - (\varepsilon \nu' - \varepsilon \nu^0)} (\nu'' | \tau_{-\rho} \sigma_{-ma} \varepsilon_m | \nu^0), \end{aligned} \right\} \quad (1.9)$$

დასადგენი გვრჩება $\chi(\nu^0)$ და $\chi(\nu')$ ფუნქციების სახე. საწყისი მდგომარეობის ფუნქციები ჩვენთვის ცნობილია, ეს ფუნქციები გამოთვლილია [1]-ში.

რადგანაც $\pi + D$ სისტემას შეიძლება ჰქონდეს იზობარული და ჩვეულებრივი სპინის მნიშვნელობები $T_{\pi\kappa} = 1$; $J_{\pi\kappa} = 0, 1, 2$, ამიტომ საწყისი ფუნქციებისათვის გვექნება

$$\chi_{\text{საფ}}^0(T_{\text{სა}} = 1, J_{\text{სა}} = 0) = \frac{1}{\sqrt{3}} \{D_{11}^{00} \pi_{-}^{+} - D_{10}^{00} \pi_{0}^{+} + D_{1-1}^{00} \pi_{+}^{+}\},$$

$$\chi_{\text{საფ}}^1(T_{\text{სა}} = 1, J_{\text{სა}} = 1) = \frac{1}{\sqrt{2}} \{D_{11}^{00} \pi_{0}^{+} - D_{10} \pi_{+}^{+}\},$$

$$\chi_{\text{საფ}}^2(T_{\text{სა}} = 1, J_{\text{სა}} = 2) = D_{11}^{00} \pi_{+}^{+},$$

სადაც D_{1m}^{00} დეიტონის ძირითადი მდგომარეობის ტალღური ფუნქციაა სხვადასხვა m -სათვის (m დეიტონის სპინის პროექცია).

იმ საშუალებდ მდგომარეობების ტალღური ფუნქციების განსასაღვრად, რომლებიც შეესაბამებიან π -მეზონების გაფანტვას $T=1, J=0$; $T=1, J=1$, და $T=1, J=2$ მდგომარეობაში, ჩატარებულია გამოთვლები ანალოგიურია იმისა, რაც გეჟონდა [1]-ში $T=0, J=1, W=1$ -სათვის.

აქ მოყვანილია მხოლოდ საბოლოო შედეგები ტალღური ფუნქციებისა და ძირითადი მდგომარეობების ენერგიებისათვის.

$$\chi_{\text{საფ}}^0(T=1, J=0) = 0,9897\phi_0 + 0,3496\phi_1 + 0,1083\phi_2.$$

$$\phi_0 = \Sigma_{00} T_{11}, \quad \phi_1 = \sum_{\rho=1,0; m=0, \pm 1} (-1)^{m+\rho} \Sigma_{1m} T_{1\rho} \pi_{-m}^{+\rho},$$

$$\phi_2 = \sum_{m=0, \pm 1} (-1)^m \Sigma_{1m} T_{00} \pi_{-m}^{+}, \quad \Delta\varepsilon = 0,1237 \omega_0.$$

$$\chi_{\text{საფ}}^1(T=1, J=1) = 0,0096 \phi_1^1 - 0,0126 \phi_2^1 + 0,0186 \phi_3^1 + 0,4260 \phi_4^1$$

$$\phi_1^1 = \sum_{\rho=1,0; m=1,0} (-1)^m \Sigma_{1m} T_{1\rho} \pi_{1-m}^{+\rho}, \quad \phi_2^1 = \sum_{\rho=1,0} (-1)^\rho T_{1\rho} \Sigma_{00} \pi_{+}^{+\rho},$$

$$\phi_3^1 = \sum_{m=1,0} (-1)^m T_{00} \Sigma_{1m} \pi_{1-m}^{+}, \quad \phi_4^1 = \Sigma_{00} T_{00} \pi_{+}^{+},$$

$$\Delta\varepsilon = 0,5103 \omega_0.$$

$$\chi_{\text{საფ}}^2(T=1, J=2) = \frac{1}{\sqrt{2}} \Sigma_{11} [-T_{11} \pi_{+a}^0 + T_{10} \pi_{+a}^+]. \quad \Delta\varepsilon = 0,5081,$$

სადაც Σ_{em} და T_{em} ორი ნუკლონის სპინური და იზობარული ტალღური ფუნქციებია, e -სრული მომენტისა და m -პროექციისათვის.

ამ სამი შემთხვევისათვის გამოთვლილია $W_{\tau, J}$ -ს მნიშვნელობები $f=0,3$ -სათვის

$$\left. \begin{aligned} W_{\tau=1, J=2} &= -0,0644 \frac{p_0 - 1,1358 \omega_0}{p_0^2 - 0,2580 \omega_0^2}, \\ W_{\tau=1, J=1} &= -0,0041 \frac{1}{p_0 + 0,5103 \omega_0}, \\ W_{\tau=1, J=0} &= \frac{0,0003 \omega_0}{p_0^2 - 0,0434 \omega_0^2}, \end{aligned} \right\} \quad (1.10)$$

სადაც

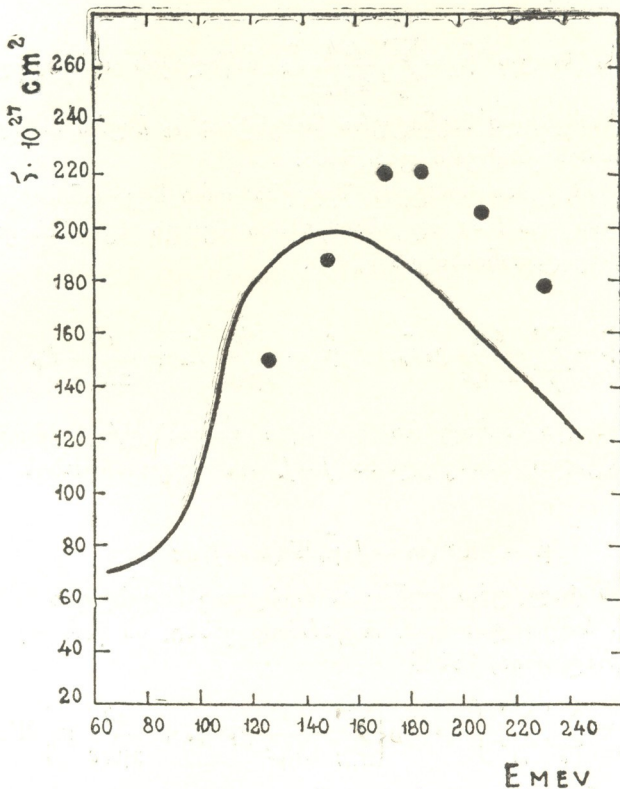
$$\omega_0 = 2,9452 \mu [I].$$

სხვადასხვა მდგომარეობის წილი რეზონანსულ გაფანტვაში განისაზღვრება $W_{\pi, J}$ სიდიდით. (1.10)-დან ჩანს, რომ ამ გაფანტვაში ძირითადი წილს შეაქვს $T = 1, J = 2$ მდგომარეობას. $J = 2$ და $J = 0$ მდგომარეობის შესაბამისი რეზონანსული ენერგიები წანაცვლებულია, მაგრამ $J = 0$ მდგომარეობის რეზონანსი გაფანტვის განიკვეთში არ მჟღავნდება, რადგანაც ამ შემთხვევაში პოტენციალური გაფანტვა შესაძლებელია აჭარბებს რეზონანსულს.

თუ გამოვთვლით

$$\sigma_{\pi, J} = \frac{4\pi}{p^2} \sin^2 \delta_{\pi, J} = \frac{4\pi}{p^2} \frac{\operatorname{tg}^2 \delta_{\pi, J}}{\operatorname{tg}^2 \delta_{\pi, J} + 1} \quad (1.13)$$

და მხედველობაში მივიღებთ, რომ $T = 1, J = 2; T = 1, J = 1; T = 1, J = 0$ მდგომარეობების წონები შესაბამისად $\frac{5}{9}, \frac{3}{9}, \frac{1}{9}$ -ის ტოლია; გაფანტვის სრულ



ნახ. 1

შავი წრეები π -მეზონების დეიტონზე გაფანტვის განიკვეთის ექსპერიმენტული მნიშვნელობებია, უწყვეტი ხაზი—განიკვეთის თეორიული მნიშვნელობა



ლი განიკვეთისათვის დაცემული მეზონის სხვადასხვა ენერგიების დროს მივიღებთ

$E \text{ Mev}$	64	93	116	136	156	175	192	210	225	247
-----------------	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

$\sigma \cdot 10^{27} \text{cm}^2$	73,4	92,2	174	194	200	175	172	152	147	130
------------------------------------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

გრაფიკზე მოყვანილია ექსპერიმენტული მონაცემები π -მეზონის დეიტონზე გაფანტვისათვის [5]. უწყვეტი ხაზები იძლევა თეორიული განიკვეთის მნიშვნელობებს. როგორც ჩანს, თვისობრივი თანხვედრა კარგია (ნახ. 1).

II. Ψ -მდგომარეობაში ნაწილაკთა სისტემის მაგნიტური მომენტი განისაზღვრება გამოსახულებით

$$\mu = \int \Psi^* \hat{\mu} \Psi d\tau,$$

სადაც

$$\hat{\mu} = \hat{\mu}_s + \hat{\mu}_L;$$

$$\hat{\mu}_s = \sum_k \frac{e_k \hbar}{2M_k c} g_k \hat{s}_k \text{ წარმოადგენს ნაწილაკის სპინით გამოწვეულ მაგნიტურ მომენტს, ხოლო } \hat{\mu}_L = \sum_k \frac{e_k \hbar}{2M_k c} \hat{L}_k \text{ ნაწილაკის ორბიტალურ მოძრაობასთან დაკავშირებული მაგნიტური მომენტი; } e_k \text{ } k\text{-ური ნაწილაკის მუხტია, ხოლო } g_k \text{ — გირომაგნიტური ფაქტორია.}$$

ჩვენს შემთხვევაში სისტემა შედგება ორი ნუკლონისა [$L=0$ და $L=2$ მდგომარეობებში] და $l=1$ მდგომარეობაში მყოფი მეზონისაგან. პროტონისათვის $g_p=2$, ნეიტრონისათვის $g_n=0$.

ამგვარად,

$$\hat{\mu}_s = \sum_p \frac{e \hbar}{2M_p c} g_k \hat{s}_p, \quad \hat{\mu}_L = \frac{e \hbar}{2\mu_\pi c} \hat{L}_\pi + \frac{e \hbar}{2M_p c} L_p$$

დაკვირვებული მაგნიტური მომენტი განისაზღვრება როგორც $\hat{\mu}_s$ ოპერატორის საშუალო მნიშვნელობა $J=J_s=m$ მდგომარეობის შესაბამისი Ψ ფუნქციით

$$\mu = \int \Psi^* (m=J) \hat{\mu}_s \Psi (m=J) d\tau$$

დეიტონის ტალღური ფუნქცია, რომელიც მიღებულია საშუალოდ ბმის თეორიაში [1], ჩაწერილია k, l, m წარმოდგენაში. ამ წარმოდგენაში L^* გარავლების ოპერატორია, მაშინ

$$L^*_m = \sum_{L=0} \sum_e \sum_m \int dk \Psi_D \left\{ \sum_{A,B} \frac{e \hbar}{2M_p c} g_p \cdot s_{pA} + \frac{e \hbar}{2\mu_\pi c} m \right\} \Psi_D.$$

თუ ჩავსვამთ $\Psi_D = C_0 \Psi_0 + C_1 \Psi_1 + C_2 \Psi_2$ [1], მივიღებთ ბმის მუდმივას სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის, მაგნიტური მომენტის შემდეგ მნიშვნელობებს (Ψ_D -მდგომარეობის წონა აღებულია 4%):

f	0	0,2	0,3	0,35	0,4
μ	1,0000	0,9737	0,9469	0,8542	0,8175.

$f=0,35$ დროს მაგნიტური მომენტისათვის ვიღებთ მნიშვნელობას, რომელიც ძლიერ ახლოა $\mu_{\text{ქსა}}=0,8565$. f -ის ასეთი შერჩევის დროს დეიტონის ბმის ენერჯია ტოლია $2,3 \text{ Mev}$ -სა.

ამგვარად, ბმის მუდმივას სათანადო შერჩევით $f=0,35$ შესაძლებელია მივიღოთ ექსპერიმენტულ მონაცემებთან დამაკმაყოფილებელი თანხვედრა როგორც დეიტონის მაგნიტური მომენტისა, ისე ბმის ენერჯისათვის. უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენ მიერ შერჩეული მნიშვნელობა ბმის მუდმივასათვის არ ეწინააღმდეგება სხვა ავტორების მონაცემებს.

სტალინის სახელობის
 თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 4.7.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ნ. წილასანი. ორნუკლონიანი სისტემის საშუალოდ ბმის თეორიისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XXI, № 3, 1958.
2. G. Takeda. Application of the Intermediate Coupling Theory to the Scattering of Pseudoscalar Mesons by a Nucleon. Phys. Rev., 95, 1954, 1078.
3. Z. Maki, I. Sato and S. Tomonaga. The Scattering Problem in the Intermediate Coupling Theory. Progr. Theoret. Phys. (Japan), 9, 1953, 607.
4. K. Brueckner and K. Watson. The Construction of Potentials in Quantum Field Theory. Phys. Rev., 90, 1953, 699.
5. J. Ashkin, J. Blaser, F. Teiner, J. Gorman and M. Stern. Total Cross Sections for Negative and Positive Pions in Hydrogen and Deuterium. Phys. Rev., 96, 1954, 1104.

გეოფიზიკა

ა მარცხვამი

დახრილ ზედაპირზე მზის სხივების დაცემის კუთხის
განსაზღვრის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ხარაძემ 16.6.1958)

მზის პირდაპირი რადიაციის ნაკადი ნებისმიერად ორიენტირებულ დახრილ ზედაპირზე განისაზღვრება ფორმულით

$$J_c = J_{\perp} \cos Z_c,$$

სადაც J_{\perp} წარმოადგენს ნაკადს სხივებისადმი მართობ ზედაპირზე, Z_c — დახრილ სიბრტყეზე სხივების დაცემის კუთხეს.

$\cos Z_c$ -ს გამოსათვლელად [1, 2, 3, 4, 6] შრომებში მოცემულია ფორმულები, რომელთა დაყვანა ერთნაირ სახეზე ადვილად ხდება. განვიხილოთ ორი სახე ამ ფორმულებისა:

$$\cos Z_c = \cos Z_{\odot} \cos \beta + \sin Z_{\odot} \sin \beta \cos(\alpha - A_{\odot}) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \cos Z_c = & (\sin \varphi \cos \beta - \cos \varphi \sin \beta \cos \alpha) \sin \delta + \\ & + (\cos \varphi \cos \beta + \sin \varphi \sin \beta \cos \alpha) \cos \delta \cos t + \\ & + \sin \alpha \sin \beta \cos \delta \sin t. \end{aligned} \quad (2)$$

აქ Z_{\odot} , A_{\odot} , t , δ სათანადოდ აღნიშნავენ: მზის ზენიტურ მანძილს, აზიმუტს, საათიერ კუთხეს და დახრილობას. α და β ფერდობის აზიმუტი და დახრილობის კუთხეა, ხოლო φ — ადგილის განედი.

კერძოდ, როცა $\beta = 0$ (ჰორიზონტალური ზედაპირი), (2) ფორმულიდან ვღებულობთ ცნობილ თანფარდობას

$$\cos Z_{\odot} = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t. \quad (3)$$

მ. ავერკიევა [3] ისარგებლა (1) ფორმულით და შეადგინა უნივერსალური ცხრილები და ნომოგრამები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ საძიებელი სიდიდე ნებისმიერი ფერდობისათვის, თუ ცნობილია α , β , Z_{\odot} და A_{\odot} . როგორც თვითონ ავტორი აღნიშნავს, ამ ნომოგრამებით სარგებლობისას ცთომილებები იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ მათი გამოყენება მხოლოდ საორიენტაციო გამოთვლების დროს შეიძლება.

გარდა ამისა, საჭიროა წინასწარ Z_{\odot} და A_{\odot} სიდიდეთა განსაზღვრა, რაც დაკავშირებულია მნიშვნელოვანი მოცულობის გამოთვლებთან.

Z_{\odot} და $\cos Z_{\odot}$ განსაზღვრა ჩვეულებრივ (3) ფორმულის მიხედვით აგებული ნაბოკოვის [5] ნომოგრამის შემწეობით წარმოებს. ეს ნომოგრამა უზრუნველყოფს აქტივობებისათვის პრაქტიკისათვის საჭირო სიზუსტეს.

შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ ნებისმიერი ფიქსირებული დახრილი სიბრტყისათვის მზის სხივების ვარდნის კუთხის პოვნა მოცემული δ და t -სათვის დაიყვანება გარკვეულ φ_1 განედისათვის მზის ზენიტური მანძილის განსაზღვრაზე, უკანასკნელი კი გრაფიკულად ნაბოკოვის ნომოგრამის შემწევობით მოიძებნება.

ამ შემთხვევაში φ , α და β მუდმივები იქნება.

აღნიშნოთ

$$\left. \begin{aligned} a &= \sin \varphi \cos \beta + \cos \varphi \sin \beta \cos \alpha \\ b &= \cos \varphi \cos \beta + \sin \varphi \sin \beta \cos \alpha \\ c &= \sin \alpha \sin \beta \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

ადვილია ჩვენება, რომ

$$a^2 + b^2 + c^2 = 1$$

(4) აღნიშვნების გათვალისწინებით (2) ტოლობა მიიღებს სახეს

$$\cos Z_c = a \sin \delta + (b \cos t + c \sin t) \cos \delta. \quad (5)$$

აქედან გარდაქმნით მივიღებთ

$$\cos Z_c = a \sin \delta + \sqrt{1 - a^2} \cos \delta \cos \left[\frac{\pi}{2} - (t + \psi) \right], \quad (6)$$

სადაც

$$\psi = \arctg \frac{b}{c}. \quad (7)$$

თუ უკანასკნელს (3)-ს შევადარებთ, დავრწმუნდებით, რომ მისი მარჯვენა მხარე წარმოადგენს გამოსახულებას, რომელიც განსაზღვრავს მზის ზენიტური მანძილის კოსინუსს გარკვეულ $\varphi_1 = \arcsin a$ განედზე $t_1 = \frac{\pi}{2} - (t + \psi)$

სათიერი კუთხისათვის. ამიტომ (6) შეიძლება გადავწეროთ ასეთი სახით

$$\cos Z_c = \sin \varphi_1 \sin \delta + \cos \varphi_1 \cos \delta \cos t_1. \quad (8)$$

φ_1 და ψ ადვილად გამოითვლება წინასწარ, რის შემდეგ $\cos Z_c$ -ს მოსაძებნად შეიძლება (8) ფორმულის მიხედვით აგებული ნაბოკოვის ნომოგრამით ვისარგებლოთ.

აღსანიშნავია, რომ φ_1 შეიძლება უარყოფით სიდიდესაც წარმოადგენდეს, რაც იმას ნიშნავს, რომ ექვივალენტური ჰორიზონტალური ზედაპირი შესაძლოა დედამიწის სამხრეთ ნახევარსფეროში მდებარეობდეს.

(8) ფორმულიდან ჩანს, რომ $(Z_c)_{\min}$ -ს ადვილი აქვს, როცა $t_1 = 0$, ე. ი. როცა λ სიგრძედზე, სადაც ფერდობია განლაგებული, მზის სათიერი კუთხე $t = \frac{\pi}{2} - \psi$.

აღნიშნულის გეომეტრიული აზრი იმაში მდგომარეობს, რომ ყოველი ფერდობისათვის, რომელიც მდებარეობს წერტილში (φ , λ) კოორდინატებით, შესაძლოა გავავლოთ იგივე ორიენტაციის გარე ნორმალის მქონე ერთადერთი მისადმი პარალელური სიბრტყე, მხები დედამიწის ზედაპირისა (φ_1 , λ_1) წერტილში.

დროის იმ მომენტში, როდესაც წერტილში (φ, λ) მზე ჰორიზონტზე მალა იმყოფება, ფერდობი გაშუქდება ისევე, როგორც აღნიშნული მისი პარალელური ზედაპირი, რომელიც (φ_1, λ_1) წერტილში ჰორიზონტის სიბრტყეს თანხვდება. ამასთან, ერთდროულ მომენტებში სხივთა დაცემის კუთხეები ტოლი აღმოჩნდება.

განვიხილოთ ორი კერძო შემთხვევა:⁽¹⁾

1. სამხრეთი ფერდობი ($\alpha = 0^\circ$)

თანახმად (4), (5) და (7) ფორმულებისა,

$$\cos Z_{ioc} = \sin(\varphi - \beta) \sin \delta + \cos(\varphi - \beta) \cos \delta \cos t$$

$$\varphi_1 = \varphi - \beta, \quad \lambda_1 = \lambda$$

ცხადია, ამ შემთხვევაში კუთხე Z_{ioc} აღწევს მინიმუმს კემარიტ შუადღეს ($t = 0$); ამასთან

$$(Z_{ioc})_{min} = \varphi - \beta - \delta$$

ΔON_1B განხილვიდან (ნახ. 1) ჩანს, რომ ზოგიერთ განედებზე იმ დღეებში, როცა $\delta > \varphi$, ფერდობები, რომელთათვის

$$\varphi - \beta < \delta - \frac{\pi}{2},$$

არ იქნება სხივფენილი.

$$\text{მართლაც, როცა } \varphi - \beta = \delta - \frac{\pi}{2},$$

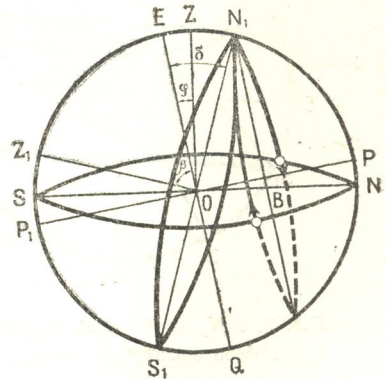
მაშინ

$$\cos Z_{ioc} = \sin \delta \cos \delta (\cos t - 1)$$

და $t = 0$ -თვის

$$Z_{ioc} = \frac{\pi}{2},$$

ე. ი. მზის სხივი მხოლოდ ეხება ფერდობის ზედაპირს. ცხადია, რომ როგორც შუადღემდე, ისე ნამუადღევს ფერდობი ვერ იქნება სხივფენილი.



ნახ. 1

SN—ჰორიზონტის სიბრტყე, P—მსოფლიოს პოლუსი, QB—ცის თადის ეკვატორი, Z—ზენიტი, ON_1 —ფერდობის ზედაპირის ნორმალი

$$\varphi - \beta < \delta - \frac{\pi}{2}$$

პირობის შესრულების დროს ფერდობი მით უმეტეს არ იქნება სხივფენილი.

⁽¹⁾ განიხილება ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში მდებარე ისეთი ფერდობები, რომელთათვისაც $\beta > 0$.

2. ჩრდილო ფერდობი ($\alpha = 180^\circ$)

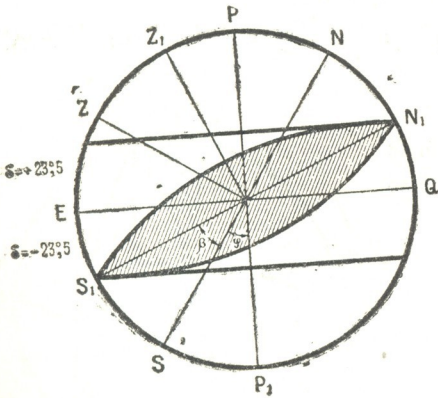
მსგავსად ზემოთ აღნიშნულისა,

$$\cos Z_{cc} = \sin(\varphi + \beta) \sin \delta + \cos(\varphi + \beta) \cos \delta \cos t \tag{9}$$

$$\varphi_1 = \varphi + \beta.$$

$$\lambda_1 = \begin{cases} \lambda & \text{როცა } \varphi + \beta < \frac{\pi}{2} \\ \lambda + \pi & \text{როცა } \varphi + \beta > \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

განვიხილოთ ჩრდილო ფერდობის სხივების რამდენიმე შემთხვევა $\varphi + \beta$ კუთხის მნიშვნელობათა მიხედვით.



ნახ. 2. S_1N_1 —ფერდობის ზედაპირი (დანარჩენი აღნიშვნები იგივეა, რაც ნახ. 1-ზე)

1. $\varphi + \beta < 66,5$

ნახ. 2 ჩანს, რომ განსახილავ შემთხვევაში ფერდობი აღმოჩნდება სხივების δ კუთხის ყოველი მნიშვნელობისათვის დღე-ღამეში მხოლოდ ერთხელ გარკვეული დროის განმავლობაში.

$$(Z_{cc})_{min} = \varphi + \beta - \delta$$

გვექნება მზის ზემო კულმინაციის მომენტში.

2. $66,5 < \varphi + \beta < \frac{\pi}{2}$

როგორც წინა შემთხვევაში, ფერდობები დღე-ღამეში მხოლოდ ერთი პერიოდის განმავლობაში გაშუქდებიან და სხივების დაცემის კუთხე, მინიმუმს

$(Z_{cc})_{min} = \varphi + \beta - \delta$ ჰქვამარტ შუადღეს მიაღწევს. გამონაკლისი გვექნება მზის უარყოფითი დახრილობის იმ შემთხვევებში, როცა

$$|\delta| \geq \frac{\pi}{2} - (\varphi + \beta)$$

ასეთ დღეებში ფერდობი არ გაშუქდება.

3. $\varphi + \beta = \frac{\pi}{2}$

როცა $\delta \leq 0$, ფერდობი არ გაშუქდება, ხოლო დადებითი დახრილობის შემთხვევაში გვექნება გაშუქების ერთი შუალედი, რომლის დროს დაცემის კუთხეს პრაქტიკულად მუდმივი მნიშვნელობა ექნება (δ კუთხის ცვლილებებს ამ შუალედში არ ვღებულობთ მხედველობაში), ამასთან

$$Z_{cc} = \frac{\pi}{2} - \delta = \text{const.}$$

$$4. \frac{\pi}{2} < \varphi + \beta < \frac{\pi}{2} + \delta$$

როცა $\varphi \geq \frac{\pi}{2} - \delta$, მაშინ ფერდობი, ისევე, როგორც პორიზონტალური ზედაპირი, გაშუქებული აღმოჩნდება მთელი დღე-ღამის განმავლობაში (ნახ. 3) და $(Z_{cc})_{min}$ დაემთხვევა მზის ქვემო კულმინაციის მომენტს (წერტილი c ნახ. 3-ზე).

ნახაზიდან ჩანს, რომ $(Z_{cc})_{min} = \pi - (\varphi + \beta + \delta)$.

განედებისათვის $\varphi < \frac{\pi}{2} - \delta$

(ნახ. 3 სათანადო სიბრტყე აღნიშნულია $S_2 N_2$ -ით) არც ფერდობი და არც პორიზონტალური სიბრტყე არ იქნება გაშუქებული მთელი დღე-ღამის განმავლობაში. $(Z_{cc})_{min}$ მოსანახავად ვისარგებლოთ ცნობილი ფორმულით

$$\cos t = -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta.$$

შევიტანოთ იგი (9)-ში და მცირეოდენი გარდაქმნის შემდეგ გვექნება

$$\cos (Z_{cc})_{min} = \sin \beta \sin \delta \sec \varphi. \quad (10)$$

როგორც ნახ. 3-დან ჩანს, თუ $\delta < 0$, აღნიშნული ფერდობები არ იქნება გაშუქებული.

$$5. \varphi + \beta > \frac{\pi}{2} + \delta. \quad (11)$$

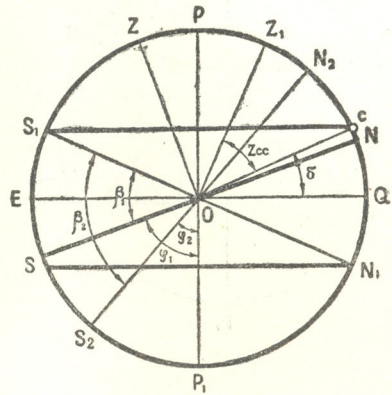
განიხილება მხოლოდ შემთხვევა, როცა $\delta > 0$, რადგან, თუ $\delta < 0$, ფერდობის გაშუქება არ ხდება.

რადგან მხედველობაში მხოლოდ ისეთი ზედაპირები გვაქვს, რომელთათვის $\beta < \frac{\pi}{2}$, ამიტომ (11) პირობას ადგილი ექნება მხოლოდ მაშინ, როცა $\varphi > \delta$.

ჩრდილოეთ ფერდობებს, რომელთათვის სრულდება (11) პირობა და აგრეთვე უტოლობა $\delta < \varphi < \frac{\pi}{2} - \delta$, როგორც ნახ. 4 ჩანს, ექნებათ გაშუქებულობის ორი პერიოდი (მონაკვეთები $c_1 c_2$ და $c_3 c_4$) Z_{cc} ორი მინიმუმით მზის ამოსვლის (c_1) და ჩასვლის (c_4) წერტილებში.

$(Z_{cc})_{min}$ განისაზღვრება (10) ფორმულის შემწვობით.

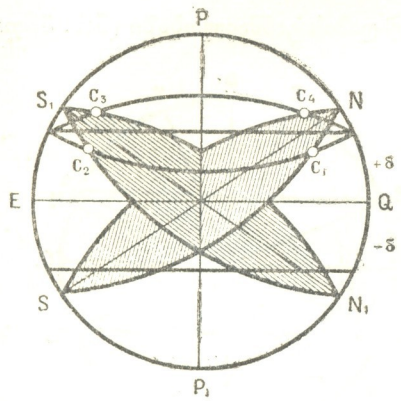
ადვილი მისახვედრია, რომ ნებისმიერი ექსპოზიციის ზედაპირი (φ, λ) წერტილში გაშუქებული აღმოჩნდება ისევე, როგორც გარკვეული ან ჩრდილო



ნახ. 3

ან სამხრეთი ფერდობი წერტილში, რომელიც მდებარეობს რაღაც λ_1 სიგრძეზე და იმავე განედზე.

გარდა ამისა, ახალ პუნქტში ფერდობის დახრილობის კუთხე ჰორიზონტთან განირჩევა თავის პირვანდელი მნიშვნელობისაგან და ზოგიერთ შემთხვევაში კი შეიძლება ნულის ტოლიც იყოს.



ნახ. 4

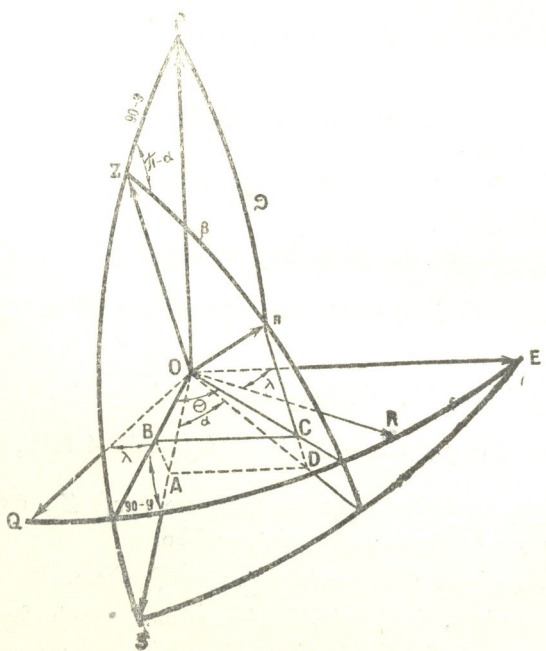
λ_1 სიგრძედის და ჰორიზონტისადმი ახალი დახრილობის კუთხის (β_1) მოსანახავად განვიხილოთ ნახ. 5, სადაც OQ_1RE არის განედის წრის სიბრტყე, OSE —ჰორიზონტი და On —ფერდობის ზედაპირის გარე ნორმალი.

ნახაზიდან ჩანს, რომ

$$\lambda_1 = \lambda + \Theta.$$

Θ კუთხის გასაგებად მივმართავთ სწორკუთხა სამკუთხედებს OAB , OAD და OBC , გვექნება

$$\text{tg } \Theta = \text{tg } \alpha \sin \varphi$$



ნახ. 5

ცხადია აგრეთვე, რომ

$$\beta_1 = \varphi - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right),$$

φ კუთხის განსასაზღვრავად PnZ სფერული სამკუთხედიდან გვექნება

$$\cos \varphi = \sin \varphi \cos \beta - \cos \varphi \sin \beta \cos a$$

მაშინ (4) აღნიშვნების თანახმად,

$$\beta_1 = \varphi + \arccos a - \frac{\pi}{2}$$

და რადგან $\varphi_1 = \arcsin a$, საბოლოოდ გვექნება

$$\beta_1 = \varphi - \varphi_1.$$

შევნიშნავთ, რომ $\beta_1 > 0$ შეესაბამება სამხრეთ, ხოლო $\beta_1 < 0$ — ჩრდილო ექსპოზიციის ფერდობს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოფიზიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 25.6.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. Т. Смоляков. Об изучении инсоляции земных поверхностей. Журнал геофизики и Метеорологии, т. VI, вып. 4, 1929.
2. М. С. Аверкиев. Инсоляция плоской поверхности, наклонной к горизонту на широте г. Горького. Ежемесячник горьковского Краевого Управления Единой гидрометеорологической службы СССР, вып. 11—12 (35—36), 1933.
3. М. С. Аверкиев. Вспомогательные графики и таблицы для расчета инсоляции различно-ориентированных поверхностей. Труды Московского Гидрометеорологического института, вып. I, 1939.
4. А. Н. Гордов. Расчет прямой солнечной радиации на различно ориентированные наклонные поверхности для широты 42° . Материалы по агроклиматическому районированию субтропиков СССР, вып. II, 1938.
5. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 5, 1947.
6. R. Geßler. Die Stärke der unmittelbaren Sonnenbestrahlung der Erde in ihrer Abhängigkeit von der Auslage unter den verschiedenen Breiten und zu den verschiedenen Jahreszeiten. Veröffentlichungen des Preußischen Meteorologischen Instituts Nr 330 Abhandlungen Bd VIII, Nr 1, 1925.

ი. ჭუხიძე

მრიდანის ν -ს სიკაშკაშის ირეზულარული ცვალებადობის
უმსწავლა

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ე. ხარაძემ 27.3.1958)

ცვალებადი ვარსკვლავი νEri მიეკუთვნება βCMa -ის ტიპის მცირე-რიცხოვან, მაგრამ მეტად საინტერესო ვარსკვლავთა ჯგუფს.

νEri -ის სხივური სიჩქარეების ცვალებადობა აღმოჩენილ იქნა 1903 წელს ე. ფროსტიხსა და ვ. ადამსის მიერ [1]. ეს ვარსკვლავი გამოიკვლია 1920 წელს ფ. ანროტომ [2]. მან შეაგროვა νEri -ის ძველი დაკვირვებები და დაადგინა, რომ იგი ეკუთვნის βCMa -ის ტიპს. მან აგრეთვე მოგვცა სხივური სიჩქარეების ცვალებადობის პერიოდი, 0.23667 დღე-ღამის ტოლი. 1926 წელს ფ. ანროტომ [3] კვლავ თავი მოუყარა მანამდე ცნობილ სხივურ სიჩქარეებს. მან ვერ მონახა ისეთი პერიოდი, რომელიც კარგად დააკმაყოფილებდა ყველა დაკვირვებას. ეჭვს ვარეშე იყო ორი ფაქტი:

1. ცვალებადობის პერიოდი მცირეა და 2. ცვალებადობის ამპლიტუდა არ რჩება მუდმივი, არამედ განიცდის დიდ ცვლილებას 80 კმ/სეკ-დან 20 კმ/სეკ-მდე. ამ ცვალებადობის პერიოდი ფ. ანროტომ 7.9444 დღე-ღამედ მიიჩნია.

νEri -ის სიკაშკაშის ცვალებადობაში ეჭვი მიიტანა ლაუმ [4], მაგრამ ფოტოელექტრული დაკვირვებებით სიკაშკაშის ცვალებადობა დაადგინა ბეიკერმა [5], რომელმაც სიკაშკაშის ცვალებადობის ამპლიტუდა $0^m.1$ -ზე უფრო ნაკლებად მიიჩნია და მოგვცა ელემენტები:

$$\text{Max} = 2424465^p.764 + 0^p.15430 E.$$

ბეიკერის მიერ მოცემული პერიოდი დიდად განსხვავდება ანროტოს მიერ გამოყვანილი პერიოდისაგან, რაც მიგვითითებს იმაზე, რომ პერიოდი შეიძლება ცვალებადი იყოს.

1929 წელს ამ ვარსკვლავით დაინტერესდა ვ. ცესევიჩი [6]; მან მოგვცა სხივური სიჩქარეების ცვალებადობის პერიოდი $p = 0^p.1735073$. მას შემდეგ, რაც მან გამოთვალა $O-C$ სხვაობები დაკვირვებულ და გამოთვლილ მაქსიმუმის მომენტებს შორის, აღმოჩნდა, რომ ეს სხვაობები პერიოდულად იცვლება. პერიოდისათვის ვ. ცესევიჩმა მოგვცა ორი მნიშვნელობა $H_1 = 38.75_p$ და $H_2 = 39.49_p$, ამასთან ვ. ცესევიჩი დასძენს, რომ მეორე პერიოდი უკეთესად წარმოდგენს დაკვირვებებს.

βCMa -ის ტიპის ვარსკვლავთ ჯგუფს საბოლოოდ მიაკუთვნებენ 10 ვარსკვლავს. საკითხი, თუ რა მიზეზები იწვევს ამ ტიპის ვარსკვლავების სიკაშკაშეებისა და სხივური სიჩქარეების ცვალებადობას, დღემდე ღია რჩება. მრავალრიცხოვანი ფაქტები, რომლებითაც ხასიათდება ამ ვარსკვლავების სიკაშკაშისა და სხივური სიჩქარეების ცვალებადობა, აქამდე არ არის ახსნილი. მათ შორის ისეთ ვარსკვლავებსაც ვხვდებით, რომლებსთვისაც ორი ან მეტი პერიოდი არსებობს. მათთვის დამახასიათებელია სიკაშკაშის მრუდის სახისა და ამპლიტუდის ცვალებადობა. ზემოთ ნათქვამიდან ცხადია, რომ დეტალური შესწავლა ამ ჯგუფის ერთი წარმომადგენლისაც კი დიდ ინტერესს წარმოადგენს და სასარგებლოა ამ ტიპის ვარსკვლავთა რთული თვისებების ახსნისათვის.

νEri -ზე ჩვენი ყურადღება მიაქცია პროფ. პ. პარენაგომ 1950 წლის დეკემბერში და რადგან ამ ტიპის ვარსკვლავები ფოტოგრაფიული მეთოდებით, სიკაშკაშის ამპლიტუდის სიმცირის გამო, ძნელი შესასწავლია, ამიტომ გადავ-



წყვიტეთ ეს ვარსკვლავი შეგვესწავლა ელექტროკოლორიმეტრიული მეთოდით. პირველი დაკვირვება νEri -ზე მოვახდინეთ 1950 წლის 13 დეკემბერს. დაკვირვება წარმოებდა აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის სავარსკვლაო ელექტროფოტომეტრზე სპექტრის ორ უბანში, რომელთა ეფექტური ტალღის სიგრძეებია $\lambda_{eff} = 381\mu\mu$ და $\lambda_{eff} = 527\mu\mu$. შესადარებელ ვარსკვლავად აღებული იყო $BD-3^{\circ}809$ და μEri . დაკვირვება და დამუშავება მიმდინარეობდა აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში შემუშავებული მეთოდის მიხედვით [7, 8, 9].

პირველმავე დაკვირვებებმა გვიჩვენა νEri -ის როგორც სიკაშკაშის, ისე ფერის ცვლილება; სიკაშკაშის მაქსიმუმში ვარსკვლავი უფრო ლურჯია, ვიდრე სიკაშკაშის მინიმუმში. ეს ცვლებადობები ამჟღავნებენ ისეთსავე პერიოდულობას, როგორსაც სხივური სიჩქარეები. აგრეთვე შემჩნეულ იქნა სიკაშკაშის ამპლიტუდის ცვლებადობა დაახლოებით $0^{\circ}.20$ -დან $0^{\circ}.05$ -მდე. წინასწარი შედეგები გამოქვეყნებულ იქნა 1951 წელს ასტრონომიულ ცირკულარში [10].

დაკვირვებები წარმოებდა 1950 წლიდან 1958 წლამდე. სულ დაკვირვება შესრულებული იყო 35 ღამეს, რომლის განმავლობაში მიღებული იყო 616 წერტილი ყვითელ და ლურჯ სხივებში, თითოეულში ცალ-ცალკე. ყველა დაკვირვება მიყვანილია ერთ სისტემაზე.

ჩვენი დაკვირვებების ერთი რომელიმე პერიოდით წარმოდგენა და საშუალო მრუდის აგება შეუძლებელია.

1952 წელს სტრუვემ და მისმა კოლეგებმა [11] ხელახლა შეისწავლეს νEri -ის სხივური სიჩქარეები და დაადგინეს, რომ მისი სხივური სიჩქარეების ცვლებადობა შედგება ორი რხევისაგან, პერიოდობით: $p_1 = 0^{\circ}1779$ და $p_2 = 0^{\circ}1735089$. მათ მიუთითეს აგრეთვე მესამე პერიოდზე p_3 , რომელიც შემდეგნაირად უნდა იყოს დაკავშირებული p_1 და p_2 -თან:

$$\frac{I}{p_3} = \frac{I}{p_2} - \frac{I}{p_1}$$

ჩვენი შევეცადეთ ჩვენი დაკვირვებები წარმოგვედგინა ორი რხევის ინტერფერენციით. საფუძვლად აღებულ იქნა ზემოხსენებული სპექტროსკოპიული ელემენტები. მათ შესასწორებლად ავიღეთ უდიდესი მაქსიმუმის მომენტები სპექტრის ლურჯ უბანში, ვგულისხმობთ რა, რომ ამ მომენტებში უნდა მოხდეს ორივე რხევის მაქსიმუმების დამთხვევა. ასეთი მომენტი აღმოჩნდა 10, სადაც 4 მაქსიმუმის მომენტი აღებული გვაქვს უოკერის დაკვირვებებიდან [12]. მაქსიმუმის მომენტები გამოვთვალეთ სპექტროსკოპიული ელემენტებით: $p_1 = 0^{\circ}17798546$ და $p_2 = 0^{\circ}1735089$.

ცხრილი 1

	Max hel I. D.	E_1	$O-C_1$	E_2	$O-C_2$	დამკვირვებელი
1	2433629.460	I	0.002	I	0.007	ქუმსიშვილი
2	2433657.230	157	0.006	161	0.015	ქუმსიშვილი
3	2433670.731	233	-0.020	239	-0.018	უოკერი
4	2433677.681	272	-0.011	279	-0.008	უოკერი
5	2433953.580	1822	0.010	1869	0.010	ქუმსიშვილი
6	2434031.801	2093	-0.003	2147	-0.004	უოკერი
7	2434029.755	2250	0.008	2308	0.014	უოკერი
8	2434740.240	6242	-0.025	6403	-0.023	ქუმსიშვილი
9	2435160.320	8602	0.009	8824	-0.010	ქუმსიშვილი
10	2435395.580	9924	-0.028	10180	-0.030	ქუმსიშვილი

1 ცხრილის პირველ სვეტში მოცემულია დაკვირვებული მაქსიმუმის მომენტები იულიუსის დღეებში, მეორე და მესამე სვეტებში მოცემულია p_1 პერიოდით გამოთვლილი ეპოქა და დაკვირვებულსა და გამოთვლილ მაქსიმუმის მომენტებს შორის სხვაობა, სათანადოდ. მეოთხე და მეხუთე სვეტში კი შესაბამისად წარმოდგენილია იგივე სიდიდეები, გამოთვლილი p_2 პერიოდით.

უმცირეს კვადრატთა მეთოდით ამოხსენით განტოლებათა სისტემა:

$$\Delta M_0 + E\Delta p = O - C, \tag{1}$$

სადაც ΔM_0 არის საწყისი ეპოქის შესწორება, Δp კი—პერიოდის შესწორება. შესწორებული ელემენტებია: $M_{01} = 2433629^{\circ}280$, $p_1 = 0^{\circ}17798410$, $M_{02} = 2433629^{\circ}284$, $p_2 = 0^{\circ}17350713$.

დაკვირვებული მრუდის ორ შემადგენელ მრუდად დაყოფის მიზნით მოძებნილ იქნა სიდიდეები J_{1max} , J_{1min} , J_{2max} , J_{2min} , რომლებიც წარმოადგენენ პირველი და მეორე მრუდის სიკაშკაშეებს მაქსიმუმში და მინიმუმში, შესაბამისად. მათ მოსაძებნად ამოხსენით განტოლებათა სისტემა:

$$\begin{aligned} J_{1max} + J_{2max} &= A, \\ J_{1min} + J_{2min} &= B, \\ J_{1max} + J_{2min} &= C, \\ J_{2max} + J_{1min} &= D, \\ J_{1max} + J_{1min} &= J_{2max} + J_{2min} \end{aligned} \tag{2}$$

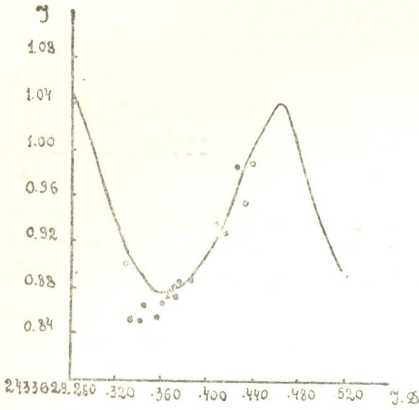
მეხუთე განტოლება, შემოყვანილი ორივე მრუდის საშუალო სიკაშკაშის ტოლობის დაშვებით, დამატებულია იმ აუცილებლობით, რომ პირველ ოთხ განტოლებაში დამოუკიდებელი განტოლებები მხოლოდ სამია; მართლაც, ადვილი საჩვენებელია, რომ $A+B-C=D$. A და B სიდიდეები წარმოადგენენ შესა-

ბამისად იმ მრუდის მაქსიმუმს და მინიმუმს, რომელიც აგებულია $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$

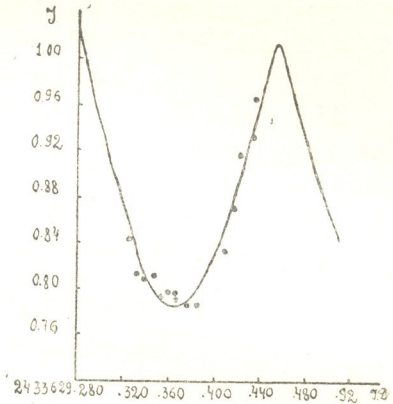
ფაზით და შესაბამისი დაკვირვებული სიკაშკაშით, როცა φ_1 საკმაოდ ახლოა φ_2 -თან. C სიდიდე წარმოადგენს იმ მრუდის მაქსიმუმს, რომელიც აგებულია φ_1 ფაზით და სათანადო დაკვირვებული სიკაშკაშეებით, როცა φ_2 მოთავსებულია 0.4 და 0.6 ფაზას შორის, ე. ი. ისეთი დაკვირვებული სიკაშკაშეებით, რომელთაც დამატებული აქვთ მეორე საძიებელი მრუდის სიკაშკაშის მინიმუმი. D სიდიდე წარმოადგენს იმ მრუდის მაქსიმუმს, რომელიც აგებულია φ_2 ფაზით და სათანადო დაკვირვებული სიკაშკაშეებით, როცა φ_1 მოთავსებულია 0.4 და 0.6 ფაზას შორის, ე. ი. ისეთი დაკვირვებული სიკაშკაშეებით, რომელთაც დამატებული აქვთ პირველი საძიებელი მრუდის სიკაშკაშის მინიმუმი.

A , B , C და D სიდიდეებისათვის ყვითელ სხივებში აღებულ იქნა შემდეგი მნიშვნელობები: $A=1.050$, $B=0.876$, $C=0.956$, $D=0.970$. ლურჯ სხივებში აღებული იყო $A=1.020$, $B=0.780$, $C=0.880$, $D=0.920$. (2) განტოლებათა სისტემის ამოხსნით მივიღეთ ყვითელი სხივებისათვის: $J_{1max} = 0.522$, $J_{1min} = 0.442$, $J_{2max} = 0.528$, $J_{2min} = 0.434$. ლურჯი სხივებისათვის: $J_{1max} = 0.500$, $J_{1min} = 0.400$, $J_{2max} = 0.520$, $J_{2min} = 0.380$. გვაქვს რა თითოეული მრუდისათვის მაქსიმუმისა და მინიმუმის წერტილები, ადვილი საპოვნელია შემადგენელი მრუდები.

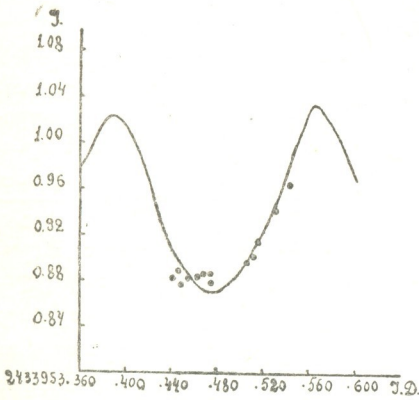
ეს მეთოდი გამოყენებული აქვს ნ. ფლორიას [13] AC And-ს მიმართ. ჩვენ მიერ ნაპოვნი ორი მრუდით აგებულ იქნა დაკვირვების ყოველი ღამისათვის შეჯამებადი მრუდები. საილუსტრაციოდ მოგვყავს რამდენიმე მრუდი:



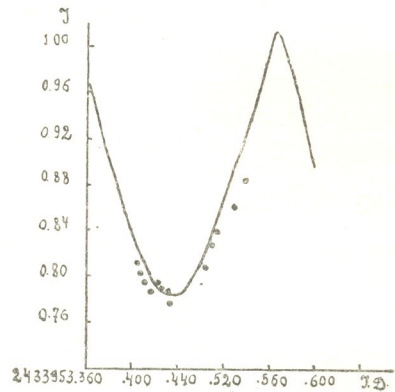
ნახ. 1-ა



ნახ. 1-ბ



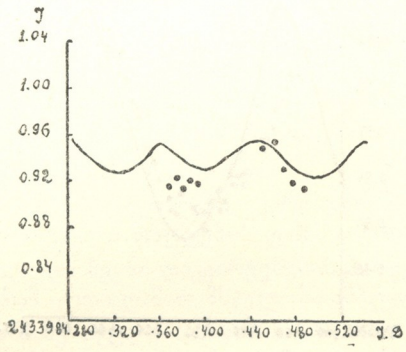
ნახ. 2-ა



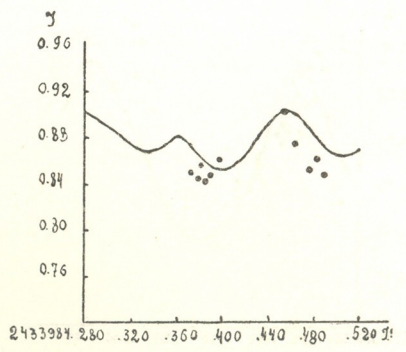
ნახ. 2-ბ

ნახ. 1-ა-ზე სამი წერტილი—2, 3 და 5—ამოვარდნილია, თუმცა ეს ამოვარდნა არ აღემატება 0.03 , რაც დასაშვებია. სამაგიეროდ იმავე ღამის დაკვირვებები, ლურჯ სხივებში, მოცემული ნახ. 1-ბ-ზე, კარგადაა წარმოდგენილი. ნახ. 3-ა და 3-ბ წარმოადგენს იმ შემთხვევას, როცა შემადგენელი მრუდების ფაზები ურთიერთჩამორჩენილია ნახევარი პერიოდით. როგორც ამ ნახაზზე ვხედავთ, დამთხვევა დაკვირვებული სიკაშკაშეებისა გამოთვლილ მრუდთან კარგია.

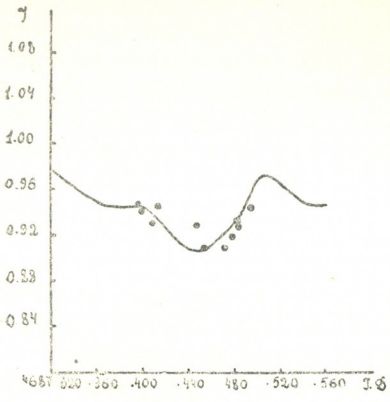
ნახ. 5-ა — 5-ბ და ნახ. 6-ა — 6-ბ გაცილებით ცუდადაა დაკმაყოფილებული. ნახ. 5-ა და 5-ბ-ში შეიმჩნევა, რომ შეჯამებადი მრუდი დაკვირვებულის მიმართ გადაადგილებულია მარცხნივ დაახლოებით 0.02 დღეღამით ყვითელ სხივებში და თითქმის 0.04 დღეღამით ლურჯ სხივებში. ნახ. 6-ა და 6-ბ-ში კი, პირუკუ, გამოთვლილი მრუდი ჩანაცვლებულია მარჯვნივ და ჩამოწეულია ცოტათი ქვევით.



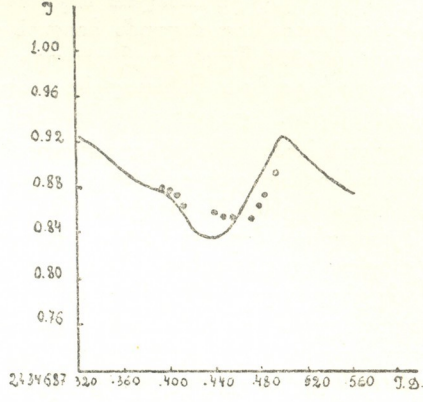
ნახ. 3-ა



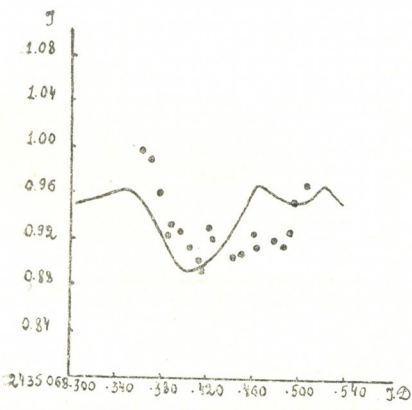
ნახ. 3-ბ



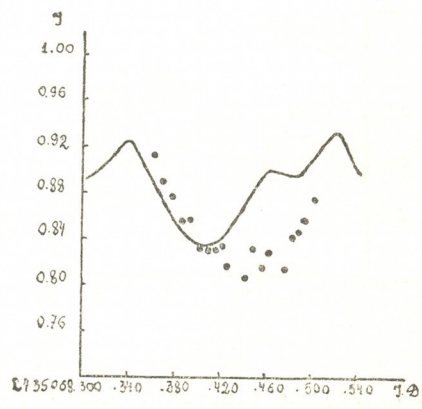
ნახ. 4-ა



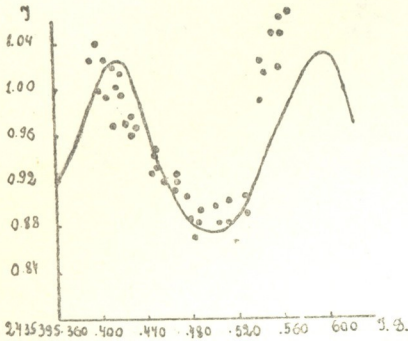
ნახ. 4-ბ



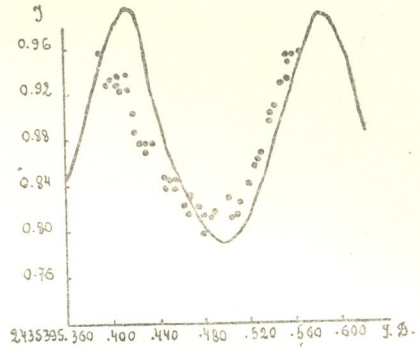
ნახ. 5-ა



ნახ. 5-ბ



ნახ. 6-ა

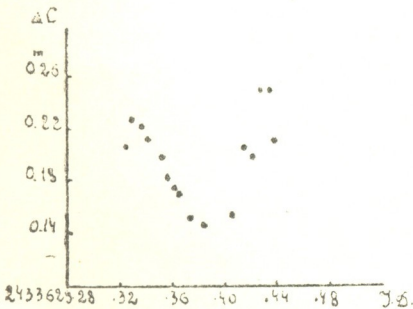


ნახ. 6-ბ

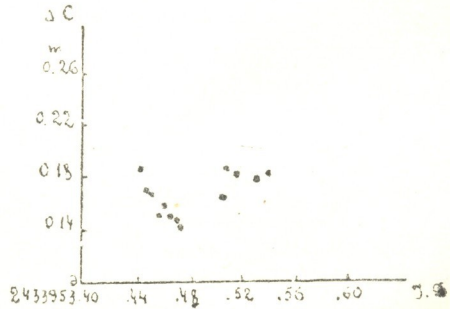
დაკვირვებული მასალის ნაკლად მიგვაჩნია ის, რომ იგი წყვეტილია; ერთ ობსერვატორიას არ ძალუძს მიიღოს უწყვეტი მასალა. სრულყოფილი მასალის მისაღებად 1956 წლის ნოემბერ-დეკემბერსა და 1957 წლის იანვრის დასაწყისში ბ. კუკარკინის წინადადებით მოვაწყვეთ ერთდროული კობერირებული დაკვირვებები. დაკვირვებებში მონაწილეობის მიღების სურვილი გამოთქვა უცხოეთის მრავალმა ობსერვატორიამ, მაგრამ უამინდობის გამო ეს ღონისძიება სრულფასოვნად ვერ განხორციელდა (მცირერიცხოვანი დაკვირვებების მიღება მოხერხდა ჩვენს ობსერვატორიაში, აგრეთვე ტოკიოს ობსერვატორიაში, სადაც ამ პერიოდში ჰურუჰატამ და მისმა კოლეგებმა *v Eri*-ს ელექტროფოტომეტრიული დაკვირვებები შეასრულეს 7 ღამეს [14]).

მიუხედავად ზოგიერთი გამოწაკლისისა, გამოთვლილი მრუდები კარგად აკმაყოფილებს დაკვირვებებს და გვაფიქრებინებს, რომ *v Eri*-ის სიკაშკაშის ცვალებადობა დიდი ალბათობით შეიძლება იყოს ორი პულსაციის ჯამი.

v Eri-ის ფერის ცვლილება ვერ შენიშნეს სხვა დამკვირვებლებმა, მაგრამ, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ჩვენ მიერ აშკარად იქნა შემჩნეული ფერის ცვლილება—კერძოდ, სიკაშკაშის მაქსიმუმში ვარსკვლავი უფრო ლურჯია, ვიდრე



ნახ. 7-ა



ნახ. 7-ბ

რე სიკაშკაშის მინიმუმში. ფერის ცვლილება *v Eri*-ში ისეთივეა, როგორც ცუ-ფეიდებში, ე. ი. სიკაშკაშის მაქსიმუმში ვარსკვლავი უფრო ცხელი უნდა იყოს ვიდრე მინიმუმში.

საილუსტრაციოდ მოგვყავს ფერის ცვლილების მრუდი ორი დამისათვის: ნახ. 7-ა-ბ მოცემულია ფერის ცვლილების მრუდები, სადაც აბსცისათა ღერძზე გადაზომილია დაკვირვების მომენტები ი უ ლ ი უ სის დღეებში, ხოლო ორდინატთა ღერძზე — ფერის მაჩვენებლები ვარსკვლავიერ სიდიდეებში, რომლებიც აღებულია იმ აზრით, რომ $v Eri$ უფრო ლურჯია, ვიდრე შესადაარბელი ვარსკვლავი $\Delta C = Ca - Cv$.

ფერის ცვლილება კარგადაა შესამჩნევი ისეთი დაკვირვებისათვის, როცა შემადგენელი მრუდების ფაზები ერთმანეთს ემთხვევა. ფერის ცვლილების ამპლიტუდა ჩვენი დაკვირვებების პირველი დამისათვის თითქმის $0^m 15$, აღწევს, მაგრამ ერთი დამით მსჯელობა ამპლიტუდაზე ზოგადად, როცა სიკაშკაშის მრუდის სახე იცვლება, სწორი არ არის და $0^m 15$ ამპლიტუდა გადაჭარბებულად მიგვაჩნია. თუ ავიღებთ საშუალო მრუდებს სეზონის მიხედვით [15], ვნახავთ, რომ ფერის ცვლილების ამპლიტუდა საშუალოდ $0^m 04$ რიგისაა.

1950 წლიდან ს ტ რ უ ვ ე და მისი თანამშრომლები შეუდგნენ βCMa ტიპის ვარსკვლავების სისტემატურ სპექტროსკოპიულ შესწავლას. ეს გამოკვლევები ამჟამადაც წარმოებს. ს ტ რ უ ვ ე ს შრომიდან [16] მოგვყავს ცხრილი, რომელშიც მიმდევრობით მოცემულია ამ ვარსკვლავების სია, სიკაშკაშის და სხივური სიჩქარეების ცვალებადობის პერიოდები თითოეული ვარსკვლავისათვის, სხივური სიჩქარის ამპლიტუდა, სიკაშკაშის ცვალებადობის ამპლიტუდა და სპექტრული კლასი ნათების კლასთან ერთად. ვარსკვლავები განლაგებულია პერიოდის შემცირების მიხედვით. პირველი ვარსკვლავის პერიოდია 6 საათი, უკანასკნელის — 3 საათი. 10 ვარსკვლავიდან 4-ს აქვს ორი პერიოდი, დანარჩენებს კი მხოლოდ ერთი (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

	ვარსკვლავი	p_1	p_2	$2k_1$ კმ/სეკ	$2k_2$ კმ/სეკ	Δm_1	Δm_2	სპექტრული ტიპი
1	βCMa	$6^h 00^m$	$6^h 02^m$	12	6	$0^m.03$	—	B1 II—III
2	σSco	$5^h 44^m$	$5^h 55^m$	15	110	—	0.08	B1 III
3	$\xi^1 CMa$	$5^h 02^m$	—	36	—	0.01	$5^h 0.045$	B1 IV
4	BW Vul	—	4 49	—	150	—	—	B2 III
5	12 DD Lac	4 44	4 38	15	36	0.02	0.042	B2 III
6	βCep	4 34	—	18—46	—	—	0.02—0.05	B2 III
7	$v Eri$	4 16	4 10	22	49	—	0.067	B2 III
8	16 EN Lac	4 06	4 04	9	30	—	0.035	B2 IV
9	δCet	3 52	—	13	—	—	0.025	B2 IV
10	γPeg	3 38	—	7	—	—	0.015	B2 IV

სხივური სიჩქარეებისა და სიკაშკაშის ყველაზე დიდი ამპლიტუდა ახასიათებს $BW Vul$ -ს, რომლის პერიოდი გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე βCMa -სა და σSco -ს პერიოდები.

საბოლოოდ დამუშავებული თეორია, რომელიც დამაკმაყოფილებლად ხსნიდეს βCMa -ს ტიპის ვარსკვლავების ცვალებადობის მექანიზმს, ჯერჯერობით არ არსებობს. მხოლოდ პულსაციის ეფექტი ვერ ხსნის ამ ვარსკვლავების თავისებურებებს, ისე, როგორც ვერ ხსნიან ამ ფაქტებს სხვა არსებული ჰიპოთეზებიც (თანამგზავრის ჰიპოთეზა, არარადიალური პულსაცია, ტურბულენტური ლაქა და სხვა).

1957 წელს გამოქვეყნდა ვან ჰოფის ნაშრომი [17] β CMA-ის ტიპის ვარსკვლავების ცვალებადობის მექანიზმის შესახებ. იგი ეყრდნობა ორი სხვადასხვა ფორმის პულსაციის ურთიერთქმედებას; ვან ჰოფის ჰიპოთეზა კარგად ხსნის β CMA-ის ტიპის ვარსკვლავებში არსებულ ყველა დაკვირვებულ მოვლენას. განსაკუთრებით კარგადაა ახსნილი ამ ტიპის ზოგიერთი ვარსკვლავისათვის ორი თითქმის ტოლი პერიოდის არსებობა.

შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ ვან ჰოფის ჰიპოთეზა ყველაზე უკეთ ხსნის γ Eri-ის როგორც სხივური სიჩქარეების, ისე სიკაშკაშის ცვალებადობას. ამ დაშვებით ჩვენი ელექტროკოლორიმეტრიული დაკვირვებებით მიღებული სიკაშკაშის მრუდები მარტივ და ბუნებრივ ახსნას პოულობენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აბასთუმნის ასტროფიზიკური

ობსერვატორია

(რედაქციას მოუვიდა 1.4.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. E. B. Frost and W. S. Adams. Five Stars whose Radial velocities vary. *Apj*, 17, 1903, 150—154.
2. F. Henroteau. A spectrographic study of early class B stars. *Publ. Dom. obs. Ottawa* 5, № 3, 1921.
3. F. Henroteau. The spectroscopic system γ Eridani. *Publ. Dom. obs. Ottawa*, 9, № 4, 1927, 119—126.
4. H. E. Lau. Bemerkungen zur Revised Harvard Photometry. *AN* 196, 1914, 425—430.
5. R. H. Baker. Variable stars of very small range. *Publ. A. S. P.* 38, 1926, 86—96.
6. В. П. Цесевич. γ Эридана—замечательная звезда типа β Canis Majoris. *АЖ XXI*, 3, 1944, 94—98.
7. Н. Л. Магалашвили. Электроколориметрия затменной переменной U Ophiuchi. *Бюлл. Абастуманской астрофизической обсерватории* № 10, 1949, 1—44.
8. В. Б. Никонов. Опыт построения фундаментального каталога фотоэлектрических цветовых эквивалентов звезд спектральных типов В8 и В9. *Бюлл. Абастуман. астрофизической обсерватории*, 14, 1953.
9. Н. А. Размадзе. Фотоэлектрические наблюдения планетарных туманностей и диффузной туманности Ориона. *АЖ XXXIII*, 1, 1956.
10. Я. И. Кумсишвили. Электроколориметрические наблюдения γ Эридана. *АЦ*, № 112, 1951, 12.
11. O. Struve and K. D. Abhyankar. The spectrum of NU Eridani. *Apj*, 122, 3, 1955, 409—416.
12. M. F. Walker. Photoelectric observations of NU Eridani. *Apj*, 116, 2, 1952, 391—397.
13. Н. Ф. Флоря. An investigation of the variable star AC Andromedae. *АЖ XIV*, 1, 1947, 11—32.
14. M. Huruata, M. Kitamura and N. Sato. Photoelectric Observations of the β Canis Majoris star, NU Eridani. *Tokyo Bull.* 2, 95, 1957, 1011—1017.
15. Я. И. Кумсишвили. Электроколориметрическое исследование γ Эридана. *Пер. Зв. II*, 1, 1956, 42—49.
16. O. Struve. An interesting group of pulsating stars. *Publ. A. S. P.* 67, 396, 1955, 135—153.
17. A. Van Hoof. The mechanism at work in the β Canis Majoris stars. *Publ. A. S. P.* 69, 409, 1957.

ასტრონომია

ა. ტორონჯაძე

კაპტეინის 43 არეში შთანთქმის სიდიდეთა
შესწორებული მნიშვნელობანი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ხარაძემ 3.3.1958)

შრომებში [1, 2, 3] ჩვენ შევნიშნეთ, რომ CE -ს (ფერის სიჭარბე) $(m-M)$ -ზე (შთანთქმისაგან დამახინჯებული მანძილის მოდული) რეგრესიის მრუდი, რომლის მიხედვითაც ჩვეულებრივ დაადგენენ გალაქტიკის მოცემულ მიმართულებათა შთანთქმის სიდიდის მანძილისაგან დამოკიდებულებას, სისტემატურად გადაიხრება ორთოგონალური საშუალო კვადრატული რეგრესიის მრუდისაგან [4,5], რომელიც წარმოადგენს $(m-M)$ -ის CE -ზე ჭეშმარიტი დამოკიდებულებისადმი ყველაზე საუკეთესო მიახლოებას ჭეშმარიტებასთან სიახლოვის მაქსიმუმის პრინციპის აზრით.

ეს გარემოება წარმოადგენს ერთ-ერთ მიზეზს სისტემატური ცთომილებისას ფერის სიჭარბეთა მეთოდით გამოთვლილ ვარსკვლავთა შორისი შთანთქმის მონაცემებში. მეორე მიზეზს, რომელიც ამახინჯებს მშთანთქმელი ნივთიერების განაწილების დაკვირვებულ სურათს, წარმოადგენს ჩვენ მიერ [1,2] შრომებში შესწავლილი ცვალებადობა γ მამრავლისა, რომელსაც შერჩევითი შთანთქმა სრულ შთანთქმად გადაყავს.

სავსებით ცხადია, რომ მნიშვნელოვანია ცნობილ გამოქვეყნებული შრომების შედეგების შესწორება სისტემატურ გადახრათა აღნიშნული წყაროების ეფექტის მხედველობაში მიღებით.

ყველაზე უფრო სწორი იქნებოდა ყოველი მიმართულებისათვის, რომლისათვისაც ცნობილია მონაცემები ვარსკვლავთა ფერის სიჭარბეებისა და სპექტრების შესახებ, აგვეგო ორთოგონალური საშუალო კვადრატული რეგრესიის მრუდები. მაგრამ ასეთი პროგრამის განხორციელება დაკავშირებულია დიდ გამოთვლით სამუშაოს შესრულებასთან.

თუ მხედველობაში მივიღებთ ამ გარემოებას, მიზანშეწონილად უნდა ჩავთვალოთ გალაქტიკის გარკვეული მიმართულებისათვის უკვე აგებულ შთანთქმის მანძილისაგან დამოკიდებულების შესწორების თუნდაც მიახლოებითი ხერხის შემუშავება. ქვემოთ მოწოდებულია ერთი ასეთი მიახლოებითი ხერხი, რომელიც ჩვენ გამოვიყენეთ [6] შრომაში XXXVIII, XL, XLII, XLIV, XLVI ცხრილების სახით მოყვანილ, კაპტეინის 43 არეში შთანთქმის სიდიდის შესახებ მონაცემების შესასწორებლად.

შრომაში [2], ე. ხარაძის [6] მონაცემების მიხედვით, კაპტეინის 5 არისათვის (№№ 8, 9, 19, 20, 24) დაწერილებით იყო შესწავლილი რეგრე-

სიის მრუდები და დადგენილი იყო ($m - M - 10$)-ის CE -საგან დამოკიდებულებანი.

შრომში [6] მოყვანილ შთანთქმის მანძილზე დამოკიდებულებათა მონაცემების შესწორებისათვის ჩვენ დავუშვებთ, რომ (6)-ში გამოკვლეულ ყველა კაპტეინის არისათვის CE -ს ($m - M - 10$)-ზე რეგრესიის მრუდების გადახრა ორთოგონალური საშუალო კვადრატული რეგრესიის სათანადო მრუდებისაგან ისეთივეა, როგორც [2]-ში გამოკვლეული კაპტეინის №№ 8, 9, 19, 20, 24 არეებისათვის. გალაქტიკის სიბრტყეში განლაგებული არეებისათვის ეს დაშვება საკმარისი სიმკაცრით შეესაბამება ჭეშმარიტებას, იმის გამო, რომ სხვადასხვა მიმართულება გალაქტიკის სიბრტყეში ერთიმეორისაგან ძირითადად განსხვავდება Δa_0 -ის მნიშვნელობებით (იხ. [2]); მაგრამ Δa_0 -ის მნიშვნელობის შეცვლა იწვევს რეგრესიის მრუდების პარალელურ გადანაცვლებას ორდინატების მიმართულებით. თუ მიმართულება არ იმყოფება გალაქტიკის სიბრტყეში, მაშინ რეგრესიის მრუდები არა მარტო ჩანაცვლება პარალელურად, არამედ ფორმასაც შეიცვლის. ამ შემთხვევაში ჩვენი დაშვება მხოლოდ მიახლოებით შეიძლება შეესაბამებოდეს სინამდვილეს და ამ მიახლოების ხარისხი მით უფრო ცუდია, რაც უფრო დიდად განსხვავდება აღებული მიმართულებისათვის აგებული CE -ს ($m - M$)-ზე რეგრესიის მრუდი იმავე მრუდისაგან კაპტეინის №№ 8, 9, 19, 20, 24 არეებისათვის. ვინაიდან №№ 8, 9, 19, 20, 24 არეები გალაქტიკის სიბრტყეშია, უნდა ვიგულისხმოთ, რომ ჩვენი დაშვება უარეს შედეგებს მოგვცემს მაღალ გალაქტიკურ განედებზე განლაგებული არეებისათვის, მაგრამ იმის გამო, რომ მაღალ გალაქტიკურ განედებზე შთანთქმის სიდიდე მცირეა, ჩვენი დაშვების საფუძველზე გამოთვლილ შესწორებათა უზუსტობის შედეგად გამოწვეული შეცდომაც მცირე იქნება.

თუ გამოვალთ ჩვენი დაშვებიდან, [6] შრომის მონაცემთა შესწორება შეიძლება განხორციელდეს შემდეგნაირად:

[6]-ში კაპტეინის 43 არისათვის, ცალ-ცალკე, ზემოთ ჩამოთვლილი ცხრილების სახით მოცემულია ფუნქცია $A_1(r_1)$ (A_1 აღნიშნავს შთანთქმის სიდიდეს, r_1 — შესაბამის მანძილს). მოცემული მიმართულებისათვის A_1, r_1 მონაცემებისა და

$$y_1 = 5 \lg r_1 + A_1$$

$$CE_1 = \frac{A_1}{5.2}$$

ფორმულების გამოყენებით შეიძლება აღვადგინოთ CE -ის y -ზე რეგრესიის მრუდი, ე. ი. მრუდი $y_1(CE_1)$. გამოვიყენებთ რა [2]-ს მონაცემების მიხედვით სხვაობებს CE -ს ($m - M$)-ზე რეგრესიისა და ორთოგონალური საშუალო კვადრატული რეგრესიის მრუდებს შორის, დამოკიდებულება $y_1(CE_1)$ შეიძლება გარდაექმნათ ჭეშმარიტ დამოკიდებულებად $y(CE)$ და ამ უკანასკნელის მიხედვით ავაგოთ ფუნქცია $A(r)$ (A — შთანთქმის შესწორებული მნიშვნელობა, r — მანძილის შესაბამისი შესწორებული მნიშვნელობა). საესე-

ბით ცხადია, რომ $\gamma_1(CE)$ -დან $y(CE)$ -ზე გადასვლისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ზემოთ მითითებული რეგრესიის მრუდებს შორის სხვაობები როგორც აბსცისების (ΔCE), ისე ორდინატების (Δy) გასწვრივ.

მაგრამ, ვინაიდან (6)-ში $A_1(r_1)$ დამოკიდებულებების ასაგებად გამოყენებული იყო CE -ს ($m - M$)-ზე რეგრესიის მრუდები და რეგრესიის მრუდების აგებისას სისტემატური ცთომილება წარმოიქმნება იმ ცვლადში, რომლის მიმართაცაა აგებული რეგრესიის მრუდი (ჩვენს შემთხვევაში $m - M$), რეგრესიის მრუდიდან $\gamma_1(CE_1)$ y -ის CE -ზე კვშმარიტ დამოკიდებულებაზე გადასასვლელად უნდა გამოვიყენოთ სხვაობები ორდინატების გასწვრივი Δy .

1 ცხრილში მოყვანილია გათვალისწინებული შესწორებისათვის საჭირო მონაცემები.

ცხრილი 1

CE	A ₁	A	ΔA	y	y	Δy	k
0,00	00	0,00	—	—	—	0,48	1,086
10	52	57	+0,05	-3,02	-3,26	24	1,091
20	1,04	1,04	0,00	-1,03	-1,24	21	1,102
30	1,56	1,45	-0,11	+0,28	+ 17	11	1,107
40	2,08	1,81	-0,27	+1,27	-1,31	— 04	1,112
50	2,60	2,14	-0,46	+2,10	+2,32	— 22	1,117
60	3,12	2,45	-0,67	+2,81	+3,23	— 42	1,122
70	3,64	2,74	-0,90	+3,45	+4,09	— 64	1,127
80	4,16	3,01	-1,15	+4,03	+4,90	— 87	1,138
90	4,68	3,28	-1,40	+4,56	+5,67	-1,11	1,143
1,00	5,20	3,51	-1,69	+5,03	+6,42	-1,39	1,148
1,50	7,80	4,72	-3,08	+7,18	+9,90	-2,72	1,180

მე-5 სვეტში მოყვანილია ორთოგონალური საშუალო კვადრატული რეგრესიის მრუდი, მე-6 სვეტში — CE -ს ($m - M$)-ზე რეგრესიის მრუდი, მე-7 სვეტში — სხვაობები ამ მრუდებს შორის. შესწორება ხორციელდება შემდეგნაირად: განვიხილოთ $A_1(r_1)$ მრუდის რაიმე წერტილი (A_1, r_1). A_1 -ის აღებულ მნიშვნელობას შეესაბამება ფერის სიჭარბე

$$CE_1 = \frac{A_1}{5.2}.$$

CE -ს ამ მნიშვნელობით გამოითვლება შთანთქმის შესწორებული მნიშვნელობა $A = \gamma CE$, სადაც γ უნდა ავიღოთ [2]-ის მონაცემების მიხედვით. 1 ცხრილის პირველი სამი სვეტი ამყარებს დამოკიდებულებას CE , A_1 და A -ს შორის. გამოვთვალოთ r -ს შესწორებული მნიშვნელობა. CE -ს განსახილავ მნიშვნელობას CE -ს y -ზე რეგრესიის მრუდის მიხედვით შეესაბამება y -ის გარკვეული მნიშვნელობა γ_1 . CE -ს იმავე მნიშვნელობის ორთოგონალური საშუალო კვადრატული რეგრესიის მრუდის მიხედვით შეესაბამება მნიშვნელობა y .

ცხადია, რომ

$$\int \lg r_1 = y_1 - A_1,$$

$$\int \lg r = y - A.$$

აქედან

$$\int \lg \frac{r}{r_1} = (y - y_1) - (A - A_1),$$

$$r = r_1 k(CE),$$

სადაც

$$k = 10^{0.2\Delta y} \cdot 10^{-0.2\Delta A},$$

$$\Delta y = y - y_1, \Delta A = A - A_1.$$

1 ცხრილის მე-8 სვეტში მოყვანილია $k(CE)$ -ს მნიშვნელობები, რომლებიც გამოთვლილია ამავე ცხრილის მე-4 და მე-7 სვეტების მონაცემებით. ამგვარად, r -ის შესწორებული მნიშვნელობა მიიღება r_1 გამრავლებით kCE კოეფიციენტზე. ამ შესწორებათა შეტანით ჩვენ მივიღებთ შთანქმის მანძილზე ქეშმარიტი დამოკიდებულების (A, r) წერტილს, რომელიც შეესაბამება CE -ს y -ზე რეგრესიის მრუდის მიხედვით აგებულ $A_1(r_1)$ დამოკიდებულების გარკვეულ წერტილს (A_1, r_1). თუ ასეთ გამოთვლებს შევასრულებთ ყოველი (A_1, r_1) წერტილისათვის, ჩვენ ავაგებთ შესწორებულ დამოკიდებულებას $A(r)$.

აღწერილი ხერხი ჩვენ გამოვიყენეთ მასალაზე კაპტენის 43 არისათვის [6]. შესწორებული დამოკიდებულებები შთანქმის მანძილზე კაპტენის 43 არისათვის მოყვანილია მე-2 ცხრილში. არეები ამ ცხრილში დალაგებულია ისევე, როგორც [6]-ში, გალაქტიკური განედების მიხედვით დაჯგუფების შესაბამისად.

ცხრილი 2

კა	100პს	200	300	500	700	1000	1200	1500	1700	2000	2200
8	0,53	1,15	1,31	1,61	1,75	1,77	1,85	2,21	2,55	2,78	2,85
9	1,13	1,50	1,78	2,02	2,09	2,12	2,12	2,15	2,16	—	—
19	0,42	0,75	0,92	1,18	1,51	1,84	2,01	2,12	2,13	2,55	2,87
24	0,92	1,21	1,34	1,54	1,77	2,13	2,34	2,52	2,57	2,62	2,68
40	0,47	0,59	0,70	1,25	1,50	1,84	2,05	2,13	2,16	2,33	2,40
18	0,53	0,75	1,32	1,60	1,73	2,19	2,40	2,42	2,43	—	—
23	0,76	0,93	1,16	1,16	1,37	1,49	1,75	1,85	1,85	1,90	1,92
25	0,82	0,95	1,05	1,39	1,58	1,75	1,84	1,88	1,88	—	—
39	0,77	0,85	1,00	1,40	1,52	1,66	1,69	1,80	1,93	1,99	2,07
41	0,66	1,12	1,25	1,35	1,48	1,79	2,00	2,35	2,65	—	—
2	0,61	0,67	1,00	1,26	1,56	1,82	1,90	1,93	2,02	—	—
3	0,37	1,03	1,29	1,65	1,82	1,92	1,97	—	—	—	—
7	0,81	1,15	1,43	1,94	2,11	2,13	2,13	2,13	—	—	—
10	0,36	0,70	1,17	1,53	1,60	1,70	1,77	1,88	1,98	—	—
17	0,51	0,57	0,75	1,19	1,35	1,48	1,52	1,61	1,73	—	—
20	0,00	0,15	0,34	0,69	0,78	0,90	1,31	1,80	1,83	1,93	1,95
21	0,40	0,55	0,57	0,90	1,24	1,37	1,46	1,55	—	—	—
22	0,40	0,57	0,68	0,80	0,97	1,26	1,42	1,65	1,89	—	—

კა	100პს	200	300	500	700	1000	1200	1500	1700	2000	2200
26	0,50	0,57	0,57	0,94	1,05	1,43	1,73	1,85	—	—	—
38	0,37	0,40	0,40	0,44	0,65	0,88	1,00	1,30	—	—	—
42	0,41	0,45	0,69	1,00	1,28	1,68	1,84	2,10	2,10	2,10	—
43	0,25	0,38	0,43	0,75	0,85	1,02	1,17	1,25	1,26	—	—
1	0,42	0,45	0,55	0,87	1,07	1,29	1,50	—	—	—	—
4	0,27	0,38	0,44	0,74	0,83	0,83	0,83	0,85	0,92	—	—
5	0,15	0,22	0,28	0,30	0,55	0,84	0,98	1,09	1,12	1,15	1,19
6	0,37	0,40	0,40	0,47	0,55	0,57	0,60	0,84	—	—	—
11	0,10	0,11	0,24	0,43	0,59	0,77	0,89	1,10	—	—	—
12	0,23	0,24	0,24	0,24	0,39	0,55	0,66	0,92	—	—	—
16	0,17	0,21	0,24	0,29	0,30	0,50	0,65	0,77	—	—	—
27	0,10	0,18	0,23	0,28	0,30	0,51	0,71	0,95	—	—	—
28	0,17	0,18	0,23	0,40	0,54	0,95	1,13	1,18	—	—	—
36	—	0,17	0,23	0,29	0,34	0,50	0,57	0,59	0,61	0,70	—
37	—	0,10	0,21	0,28	0,49	0,76	0,87	0,95	—	—	—
13	0,10	0,19	0,27	0,34	0,35	0,42	0,45	0,52	0,60	0,65	0,66
14	0,27	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40	0,45	0,45	0,46	—	—
15	0,16	0,22	0,24	0,30	0,35	0,42	0,51	0,65	0,72	0,77	—
29	0,16	0,23	0,24	0,33	0,45	0,56	0,60	0,70	0,77	0,84	0,90
30	0,22	0,24	0,24	0,36	0,40	0,58	0,54	0,60	0,70	—	—
31	0,16	0,22	0,29	0,30	0,34	0,39	0,40	0,45	0,52	0,59	0,60
32	0,23	0,24	0,28	0,37	0,40	0,53	0,65	0,77	0,90	—	—
33	0,16	0,18	0,23	0,30	0,42	0,54	0,61	0,74	0,82	0,85	0,90
34	0,21	0,24	0,28	0,30	0,37	0,48	0,54	0,59	0,69	—	—
35	0,15	0,17	0,21	0,36	0,40	0,53	0,57	0,58	0,65	—	—

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აბასთუმნის ასტროფიზიკური
ობსერვატორია

(რედაქციას მოუვიდა 3.3.1958)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. А. Ф. Горонджадзе. Исследование зависимости от избытка цвета множителя переводящего избирательное поглощение в полное I., Астрон. журн. **35**, 1, 1958.
2. А. Ф. Горонджадзе. Исследование зависимости от избытка цвета множителя переводящего избирательное поглощение в полное II., Астрон. журн. **35**, 4, 1958.
3. ა. ტორიჯაძე. შთანთქმელი ფენის დისკრეტული სტრუქტურისა და გაზომვათა შემთხვევითი ცთომილებების გავლენის შესახებ ვარსკვლავთ ფერის სიჭარბეთა მეთოდით კოსმოსური შთანთქმის გამოკვლევისას. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. XX, № 2, 1958.
4. ა. ტორიჯაძე. შთანთქმელი ფენის დისკრეტული სტრუქტურისა და გაზომვათა შემთხვევითი ცთომილებების გავლენის მხედველობაში მიღების შესახებ ვარსკვლავთ ფერის სიჭარბეთა მეთოდით კოსმოსური შთანთქმის გამოკვლევისას. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. XXI, № 1, 1958.
5. Г. Крамер. Математические методы статистики. Москва, 1948.
6. Е. К. Харалдзе. Каталог показателей цвета 14.000 звезд и исследование поглощения света в Галактике на основе цветовых избытков звезд. Бюлл. Абаст. астроф. обс. **12**, 1952.

გეოგრაფია

ლ. ბარუაშვილი

 მეოთხეული პერიოდის თბილი და მშრალი ეპოქის
 („მინდელ-რისული ინტერგლაციალის“) პალეოგეოგრაფიული
 პირობები კავკასიაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ჯავახიშვილმა 4.6.1958)

ლიტერატურაში მრავალჯერ იყო აღნიშნული, რომ დედამიწის მეოთხეული წარსულის შესახებ დასავლეთ ევროპაში წამოყენებული მოსაზრებების გადატანა ევროპისგარეშე მხარეებში მეტწილად მექანიკურ, არასაკმარისად კრიტიკულ ხასიათს ატარებდა. ამგვარი გადატანის დამსაბუთებელი ადგილობრივი ფაქტობრივი მასალის უქონლობა არათუ აბრკოლებდა ამა თუ იმ მოვლენის მსგელობის რეგიონულ თავისებურებათა გამოვლინებას, არამედ გაუბედავად და არასაიმედოდ ხდოდა საერთოდ მეოთხეული ისტორიის დასავლეთური (უმთავრესად ალპური) სქემების გამოყენებას.

ავტორის მონოგრაფიაში კავკასიის გაყინვარებისდროინდელი პალეოგეოგრაფიული ვითარების შესახებ ნაცადი იყო ალპური სკოლის იდეებით ნაკარნახევი შეხედულებების გადასინჯვა ამ მთიან მხარეში ჰავის მეოთხეულ რხევათა შესახებ და კერძოდ გაყინვარების სიმძლავრის შესახებ [10]. ამ შრომით მიზნად ვისახავთ, კომპლექსური მეთოდის გამოყენებით, დავასაბუთოთ კავკასიის ყელის ტერიტორიაზე იმ კლიმატური ფაზის გამოვლინების ხასიათი, რომელსაც, ალპებისა და ჩრდილო ევროპის მკვლევართა მიერ შემოღებული ტერმინოლოგიის თანახმად, მინდელ-რისული გაყინვარებათმორისული (ინტერგლაციალური) ეპოქა ეწოდება.

მინდელ-რისული ინტერგლაციალის სტრატეგრაფიული და პალეოგეოგრაფიული ცნება ჩამოაყალიბეს ავსტრიელმა მეცნიერებმა ა. პენკმა და ე. ბრიუკნერმა შრომაში „ალპები ყინულოვან ხანაში“ (1909 წ.). ემყარებოდნენ რა ე. წ. ჰეტინგის ბრექჩიის ნამარხ ფლორას, რომელიც ნაპოვნი იყო აღმოსავლეთ ალპებში, ქ. ინსბრუკის მიდამოში, რისულსა და მინდელურ მორენებს შორის მოქცეულ ნაფენებში, ხსენებულმა მკვლევარებმა ალპების ლანდშაფტი აღადგინეს იმ სახით, როგორც იყო იგი მინდელ-რისულ გაყინვარებათმორისულ ეპოქაში: ზღვის დონიდან 1150 მ სიმაღლეზე, ჩრდილო განედის 47—48°-ზე იზრდებოდა თანამედროვე ალპებისათვის უცხო, საკმაოდ ნაზი ჰავის მაჩვენებელი მცენარეები — შქერი (პონტური როდოდენდრონი), ჭყორი, ბზა, ურთხელი, სურო, თხილი, ვერხვი, ვაზი; საშუალო წლიური ტემპერატურა 8,6—9° აღწევდა, ნაცვლად დღევანდელი 5,2°-ისა; თოვლის საზღვარი დაახლოებით 400 მეტრით მაღლა იმყოფებოდა ახლანდელთან შედარებით. ანალოგიური ფლორის შემცველი მინდელ-რისული ნაფენები ალპების სხვა ნაწილებშიც არის ნაპოვნი და მაშინდელი ჰავის თბილ ხასიათს გვიდასტურებს [5, 18].

მინდელ-რისულ გაყინვარებათმორისულ ეპოქას გარკვეული ადგილი უჭირავს სტრატეგრაფიულსა და პალეოგეოგრაფიულ კონცეფციებში, რომლებიც ალპებსა და ჩრდილო ნახევარსფეროს კონტინენტური გაყინვარების არეებს

ეხება. ყინვარგარეშე არეებში გაყინვარებათშორისულ შუალედებს (მინდელ-რისის ჩათვლით) ინტერპლუვიალები ანუ არიდული ფაზები შეესაბამება. საყოველთაოდ მიღებულია აზრი, რომ მინდელ-რისული ინტერგლაციული ყველაზე უფრო თბილია და ხანგრძლივი მეოთხეული პერიოდის გაყინვარებათშორისულ ეპოქებს შორის, და რომ იგი, კლიმატოგენეტური ფაქტორების ხასიათის მიხედვით, თავისებურებას იჩენს [1, 15]. მისი კლიმატური დახასიათებისათვის ალპებში პოვნილ პალეობოტანიკურ საბუთებთან ერთად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს რუსეთის ვაკის გაყინვარებათშორისული ნაფენების ნამარხი მცენარეული მტვრის ანალიზის შედეგებიც. მცენარეული ზონები აღნიშნულ ვაკეზე იმ დროს ჩრდილოეთისაკენ იყო გადაადგილებული ისე, რომ, მაგალითად, დღევანდელი ლენინგრადის მიდამოები ფართოფოთლოვანი ტყეების ზონაში იყო მოქცეული, ხოლო შერეული (წიწვნარ-ფართოფოთლოვანი) ტყეები, როგორც ჩანს, ყინულოვანი ოკეანის სანაპირომდე აღწევდა [6]. ლანდშაფტის ანალოგიური ცვლილების ნიშნები გამოვლინებულია გერმანიაში [4], ჩრდილო ამერიკაში [17] და ა. შ.

კავკასიაში გაყინვარებათშორისული ეპოქების ნამდვილი ნიშნები სრულიად არ იყო ცნობილი, თუ არ ჩავთვლით ბაქოს მახლობლად მდებარე ბინაგადის ასვალტურ სამარხს, რომელსაც რის-ვიურმულად ვარაუდობდნენ. მინდელ-რისული კლიმატური ვითარების ფაქტობრივ მაჩვენებლად გვევლინება ნამარხი ფაუნა, რომელიც აღმოჩენილია კარსტული მღვიმის კულდარო I-ის კულტურულ ნაფენებში და დამაკმაყოფილებლად არის არქეოლოგიური მეთოდით დათარიღებული (ცხოველთა ძვლები ნაპოვნია ქვის იარაღებთან ერთად, რომლებიც მიეკუთვნება აშელისა და მუსტიეს სტადიებს, ე. ი. უახლესი სინქრონიზაციული სქემების [7] მიხედვით, მინდელ-რისულ ინტერგლაციას). ამ ფაუნის შედგენილობაში შედის მგელი, მელა, მღვიმური დათვი, მაჩვი, ლეოპარდი, ზაზუნა, მცირე აზიის თრია, მაჭვლარბი, მარტორქა, გარეული დორი, კეთილშობილი ირემი, შველი, არხარი, დომბა ან გარეული ხარი და რომელიღაც დიდი ზვლიკი ვარანის ტიპისა.

მღვიმე მდებარეობს ზღვის დონიდან დაახლ. 1700 მ სიმაღლეზე, კავკასიონის სამხრეთული კალთების ზოლში, რიონის მარცხენა შემდინარის ჭვავორის აუზში, სოფ. ჩასავალის სანახებში. ნ. ვერეშჩაგინი, რომელსაც შეუსწავლია და აღუწერია მღვიმის ფაუნისტური ნაშთები, იმ დასკვნამდე მისულა, რომ აქაური ფიზიკურ-გეოგრაფიული ვითარება აშელ-მუსტიეს ეპოქაში თანადროული პირობებისაგან არსებითად განსხვავებული უნდა ყოფილიყო, სახელდობრ „ქსეროფიტული ლანდშაფტი და წინააზიური ტიპის ფაუნისტური კომპლექსი ლეოპარდით, მაჭვლარბით, თრიათი, არხართა და უზარმაზარი ხელიკით ფართო ენის სახით შემოდიოდა სამხრეთიდან, სურამსა და იმერეთზე გადამოვლით, კავკასიონის ფარგლებში“. განსხვავებას, რომელიც შეიმჩნევა კულდაროს დღევანდელ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებსა და ნამარხი ფაუნის ხასიათით დამოწმებულ იმდროინდელ პირობებს შორის, ნ. ვერეშჩაგინი ხსნის რაიონის გეომორფოლოგიური განვითარებით და კერძოდ იმით, რომ მაშინ „ცენტრალური ამიერკავკასია წარმოადგენდა შედარებით დაბალ ზეგანს ნაზად მოხაზული ბეჭობებით. რაიონის ჰავა, ალბად, ახლანდელზე თბილი იყო და უახლოვდებოდა ამჟამად აღმოსავლეთ ამიერკავკასიის მტკვრის დაბლობში ან არაქსის შუაწელის ხეობაში არსებულ ჰავას...“ იმავე მკვლევარის აზრით, „კულდარო I მღვიმეში ნაპოვნი ძველი სიცოცხლის კვლები ნაწილობრივ მაინც უნდა ადასტურებდნენ გეოლოგთა (მხედველობაშია ლ. ვარდანიანი და ნ. ნიკოლაევი — ლ. მ.) შეხედულებებს კავკასიაში მეოთხეული პერიოდის მან-

ძილზე მომხდარი გრანდიოზული დიფერენცირებული აზეცებების შესახებ“ [3], გვ. 1349).

6. ვერეშაგინის ზემომოტანილ პალეოგეოგრაფიულ დასკვნებში სამართლიანად ის წარმოგვიდგება, რაც კულაროს მღვიმეში აშელური და მუსტიერული დროის მონადირეთა ცხოვრების კლიმატურ გარემოს ეხება. მართლაც, ნამარხი ფაუნის შედგენილობაში ცხოველთა იმგვარი სახეობების არსებობა, როგორიცაა: ლეობარდი, მაჩვზღარბი, ვარანისებური ხვლიკი და სხვები, მიგვითითებს თანადროულთან შედარებით უფრო მეტ სითბოსა და სიმშრალეზე არა მარტო უშუალოდ მღვიმის მიდამოში, არამედ რიონის აუზის უმეტეს ნაწილშიც.

მაგრამ ავტორის მოსაზრება მინდელ-რისული ინტერგლაციის დროიდან რელიეფში მომხდარი გრანდიოზული ცვლილებების შესახებ მისაღებად ვერ ჩაითვლება გეოლოგიურ და გეომორფოლოგიურ ფაქტებთან მისი შეთანხმების შეუძლებლობის გამო. რელიეფის განვითარება ისეთ მთიან ქვეყნებში, როგორც კავკასიონია, ტექტონიკური მოძრაობებისა და მათთან ერთდროული დენუდაციის (პირველ რიგში მდინარეული ეროზიის) შერწყმული გავლენით წარმოებს.

მთიან ეროზიული ხეობების გამომუშავების პროცესში ეგზოგენური აგენტები ანგრევენ, მიეზიდებიან და შორს აფენენ ქანების უზარმაზარ მასებს; ხეობათა მოცულობა იზრდება როგორც კალაპოტის გაღრმავების, ისე ფერდობთა მოცვეთის, უკუდახვევის გზით. ამიტომაც მთიანი ქვეყნების ზედაპირის მიკრორელიეფური ფორმების არსებობა ხანმოკლეა, დენუდაცია მათ სწრაფად სპობს. აღწერილი მღვიმე მდებარეობს ჩასავლის ქედის სამხრეთულ ფერდობზე—მდ. ჯეჯორის ხეობის მარჯვენა მხარეზე, მდინარის ახლანდელ დონეზე 250—300 მეტრით მაღლა და ხსენებული ქედის თხემზე დაბლა; მისი ფსკერი სამხრეთისკენაა დაქანებული. ჯეჯორის მარჯვენა შენაკადის ხევისაკენ, რაც უნდა მოწმობდეს მღვიმის განვითარების კავშირს ხეობის ეროზიულ გამომუშავებასთან.

6. ვერეშაგინის დებულება იმის შესახებ, რომ კულტურული ნაფენების დაგროვების ხანაში აქაური რელიეფი ბრტყელი იყო, უგლისხმობს მღვიმის გაჩენას ჯეჯორისა და მისი შენაკადის ხეობათა უმნიშვნელო ჩაჭრილობის პირობებში; იმის შემდეგ ხეობები ასეული მეტრებით გაღრმავდა, ასეთ გაღრმავებას კი აუცილებლად თან სდევდა ხეობის გვერდების სათანადო მონგრევა—უკუდახვევა, რის შედეგადაც მღვიმის მნიშვნელოვანი მონაკვეთი უნდა განადგურებულიყო.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ადამიანს ხანგრძლივად ბინადრობა შეეძლო მხოლოდ მღვიმის ცოტად თუ ბევრად განათებულსა და მშრალ შესავალ ნაწილში და ისიც მხოლოდ იმის შემდეგ, რაც დამთავრდა წყლის ნაკადის მიერ გვირაბის ინტენსიური გამომუშავების სტადია, მაშინ მოსაზრება იმის შესახებ, რომ კულტურული ნაშთები აქ შეიძლება შენახულიყო მღვიმის დონეზე მდ. ჯეჯორის ან მისი შენაკადის კალაპოტის ყოფნის დროიდან, წარმოუდგენელი გახდება. ამავე დროს ხეობების ჩაღრმავება მღვიმის დონის ქვევით გაცილებით უფრო გვიან მოხდა, ვიდრე კავკასიონის მთიანი რელიეფის განვითარების დაწყება. მღვიმის მდებარეობის მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ, რომ იგი გაჩენილა ზედაპირის ღრმა ეროზიული დანაწევრების პირობებში და, მაშასადამე, მის მცხოვრებთ, რომლებმაც ზემოაღწერილი კულტურული შრე წარმოაქმნეს, მთიან ქვეყანაში უცხოვრიათ.

ამრიგად, კულაროს მღვიმის ნამარხი ფაუნისტური კომპლექსის სითბომოყვარული და ქსეროფიტული იერი იმას კი არ მოწმობს, რომ კავკასიონმა თა-

ვისი გეომორფოლოგიური სახე მეოთხეული პერიოდის მეორე ნახევარში (მინდელ-რისული ეპოქის შემდეგ) გამოიმუშავა, არამედ კლიმატური პირობების რევიონულ ცვლილებას, რომელმაც შესაძლებელი გახადა კავკასიონის მთიანეთში წინა აზიის მშრალ ზეგანთა ფაუნის წარმომადგენლების შექრა.

კავკასიის ჰავის მინდელ-რისული რყევის ხასიათის განსაზღვრა და ოდენობითი გამოსახვა სტრატეგრაფიული მონაცემების საფუძველზე და კერძოდ შემოაღწერილ მღვიმურ ნაფენებში დაცული ფაუნისტური საბუთების მიხედვით ამჟამად ძნელია: ცხოველთა ნაშთები შეიძლება სხვადასხვა ჰიფსომეტრიული და ლანდშაფტური სარტყელებიდან იყოს მოტანილი ნანადირევის სახით, ამიტომაც მათი პალეოგეოგრაფიული ვაგება შეიძლება სხვადასხვაგვარი იქნეს.

სტრატეგრაფიული დამოწმებებს შეიძლება მივამელოთ ბიოგეოგრაფიული ფაქტები, რომლებიც აგრეთვე გვიჩვენებენ კავკასიის მეოთხეულ წარსულში რომელიმე ფრიად თბილი და მშრალი კლიმატური ფაზის არსებობას. ამ უკანასკნელის დათარიღება და ოდენობითი გამოსახვა მხოლოდ პალეოგეოგრაფიულ საბუთთა ორივე (სტრატეგრაფიული და ბიოგეოგრაფიული) ჯგუფის შეპირისპირების გზით შეიძლება. მეოთხეული პერიოდის თბილი და მშრალი ეპოქის ბიოგეოგრაფიული ნიშნები მდგომარეობენ კავკასიის ფლორის შემადგენელი მთელი რიგი მეზოფილური ელემენტების გეოგრაფიული გავრცელების თავისებურებებში, რომლებიც არ შეიძლება აიხსნას თანადროული კლიმატური პირობებით, სუბსტრატის სხვაობებით, ადამიანის ზემოქმედებით, ან კიდევ ყინვარული და გაყინვარების შემდგომი ეპოქების კლიმატური პირობებით.

ამგვარი ბოტანიკურ-გეოგრაფიული ფაქტების რიცხვს ეკუთვნის, უწინარეს ყოვლისა, მთის მუქწიწვიანი ტყეების—ნაძენარ-სოჭნარების გავრცელება [8]. როგორც ცნობილია, აღმოსავლეთური ნაძვისა და კავკასიის სოჭის გეოგრაფიული არეალი კავკასიის ყელის დასავლურ ნახევარშია მოთავსებული (45°-იანი მერიდიანის დასავლეთით); ტყეების აღნიშნული ტიპი კოლხეთის ლანდშაფტური ოქის ტყიანი სარტყელის ზედა ნაწილთანა დაკავშირებული, 1000—2000 მ სიმაღლეებზე მდებარე ჰიფსომეტრიულ სარტყელთან (განსაკუთრებულ განვითარებას 1400—1800 მ სიმაღლეზე აღწევს). თავისი გავრცელების არეალისა და ჰიფსომეტრიული სარტყელის ფარგლებში მუქწიწვიანი ტყეები წყვეტილად არის განვითარებული, მთელ რიგ მდინარეულ აუზებში ისინი არ მოიპოვება. კერძოდ, ყურადღებას იპყრობს სოჭნარ-ნაძენარი ტყეების არყოფნა ბზიფის, კოდორის, სვანეთისა და ლეჩხუმის ქედთა სამხრეთ კალთების ზოგიერთ ხეობაში (დასავლ. და ცენტრალური კავკასიონი). ნაძენარ-სოჭნარების გავრცელების ანომალიებს გარკვეული კანონზომიერება ემჩნევათ: ტყეების ეს ტიპი არ იზრდება ჰიფსომეტრიულად შედარებით ნაკლებად განვითარებულ აუზებში, იმ დროს, როდესაც უფრო მაღალ აუზებში ის არის. დაბალი აუზების ჰიფსომეტრიული ზღვრები (იხ. ქვემოთ) ამჟამად არ შეიძლება მუქწიწვიანი ტყეების განვითარებისათვის ხელშემშლელ ფაქტორს წარმოადგენდეს, რამდენადაც ამ ტყეების გავრცელების ქვედა ზღვარი გაცილებით დაბალია აღნიშნულ ჰიფსომეტრიულ ზღვრებზე; ამიტომაც აღწერილი კანონზომიერება (ნაძენარ-სოჭნარების უქონლობა შედარებით დაბალ აუზებში) გამოცანად გამოიყურება.

ბიოგეოგრაფიული საბუთების მეორე ჯგუფს, რომელიც ინტერესს იპყრობს კავკასიის პალეოკლიმატურ ცვლილებათა პრობლემასთან დაკავშირებით, შეადგენენ აღმოსავლეთ ამიერკავკასიის ფარგლებში არსებული, კოლხეთისა და პირკანიკის მეზოფილურ მცენარეთა იზოლირებული ადგილსამყოფელე-

ბი [8]. ამ მხრივ განსაკუთრებით საყურადღებო მხარეა მთიანი (ალაზან-გალმა) კახეთი — ნამდვილი მუზეუმი თავისი ძირითადი არეალებიდან ძლიერ დაშორებული რელიქტებისა. კავკასიონის მთავარი ქედის კახეთში შემავალი ნაწილის ცალკეულ მთიან ხეობებში შემონახულია ურთხელის, ძელქვის, ბზის, წყავისა და კოლხეთისა და თალიშის ფლორის ზოგიერთი სხვა წარმომადგენლის ადგილსამყოფელები.

კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის ის ნაწილი, რომელიც კახეთს დაჰყურებს, საკმაოდ ერთგვაროვანია გეოლოგიური სტრუქტურის, კლიმატური პირობებისა და მეურნეობრივი ათვისებულობის მიხედვით, ამიტომაც ზემოხსენებული მეზოფილური ელემენტების წყვეტილი გავრცელება შეუძლებელია მათი დღევანდელი საარსებო პირობების სხვადასხვაობის შედეგად მივიჩნიოთ. იგივე ითქმის ანალოგიური ადგილსამყოფელების შესახებ აზერბაიჯანსა და სომხეთში. ამავე დროს კოლხეთისა და ჰირკანიის მცენარეულ მეზოფიტთა წყვეტილი გავრცელება აღმოსავლეთ ამიერკავკასიაში არც იმ კლიმატური ცვლილებების შედეგი შეიძლება იყოს, რომელთაც ადგილი ჰქონდათ მეოთხეული პერიოდის გაყინვარებათა ეპოქებში, კავკასიონის ლანდშაფტური სარტყელების 600—700 მეტრით დაბლა დაწვევისას (დებრესის მეტი სიდიდის საფიქრებლად საბუთებში არ გაგვაჩნია (იხ. [10]) ან გაყინვარების შემდგომ ეპოქაში (კერძოდ ე. წ. გაყინვარების შემდგომი ოპტიმუმის ფაზაში, რომელსაც დაახლოებით 5000 წლის წინათ ჰქონდა ადგილი).

მეზოფიტების გეოგრაფიული განაწილების აღნიშნული თავისებურება მხოლოდ გაყინვარებათშორისული ეპოქის უაღრესად თბილი და არიდული კლიმატური ვითარების შედეგად შეიძლება შექმნილიყო.

დავუბრუნდეთ დასავლეთ საქართველოს ნაძვანარ-სოჭნარ ტყეებს. ზღვრული სიმაღლე იმ აუზებისა, რომლებიც მცენარეულობის ამ ტიპს მოკლებულია, ბზიფისა და კოდორის ქედებისათვის 2400—2500 მ ეთანასწორება, სვანეთის და ლეჩხუმის ქედებისათვის კი — 2800—3100 მ და, ამგვარად, 1000—1500 მეტრით აღემატება ნაძვისა და სოჭის გავრცელების თანადროულ ჰიფსომეტრიულ სარტყელს. როგორც მოტანილი რიცხვებიდან ჩანს, აღნიშნული ზღვრის სიმაღლის ცვალებადობა შეესაბამება დასავლეთი და ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ კალთებზე ლანდშაფტური სარტყელების ჰიფსომეტრიული მდებარეობის ცვალებადობას. ისეთი კლიმატური ვითარება რომ შეიქმნებოდეს, რომლის დროსაც მუქწიწვიანი ტყეების ზედა საზღვარი 1000—1500 მეტრით მაღლა იქნება მათი დღევანდელი გავრცელების სარტყელთან შედარებით. აღნიშნულ აუზებში ასეთი ტყეების არსებობა შეუძლებელი უნდა გახდეს. ამგვარ მდგომარეობას შეიძლება ადგილი ჰქონოდა მინდელ-რისულ ეპოქაში, რომლის კლიმატური პირობების არიდული ხასიათიც კუდარო I მღვიმის ზემოაღწერილი პალეოლითური ნადგომითაა დამოწმებული. იმავე ხანაში უნდა მომხდარიყო, ალბათ, აღმოსავლეთ ამიერკავკასიაში მეზოფილური ფლორის გეოგრაფიული არეალის დაწვევით-შემცირებაც, — არეალისა, რომელიც არეკლილია კახეთ-აზერბაიჯანის აქჩაილიურსა და აფშერონულ ნაფენებში ნაპოვნი პალეობოტანიკური საბუთებით [12].

მუქწიწვიან ტყეებს მოკლებული აუზების ზედა ნაწილების სიმაღლის სიჭარბე აღნიშნულ ტყეების თანადროული გავრცელების სარტყელის სიმაღლესთან შედარებით ორ ფაქტორის უნდა მიეწეროს: ა) ჰავის განსხვავებულ ხასიათს მინდელ-რისულ ეპოქაში და ბ) შემდგომი დროის ტექნიკურ აზვევებებს. ისმის კითხვა თითოეული ფაქტორის ხვედრითი მნიშვნელობის შესახებ, რაც ჩვენ ამ შემთხვევაში პალეოკლიმატოლოგიური თვალსაზრისით გვაინტერესებს. ეჭვს

გარეშეა, რომ კავკასიონის მთიანეთს, რომელიც უახლესი გეოტექტონიკური შეხედულებების თანახმად ინტენსიური გვიანდელკაინოზოური აზვევები ზონად გვევლინება [11], მეოთხეული პერიოდის მეორე ნახევარის განმავლობაში მნიშვნელოვანი აწევა უნდა განეცადა და ამას საგრძნობლად უნდა გაეზარდა მისი ღერძისა და გვერდითი ქედების აბსოლუტური სიმაღლე. მაგრამ სიმაღლისმატების ამპლიტუდი ისე დიდი არ იქნებოდა, როგორც ამას ალპურ ნახევობათა უახლესი ტექტონიკური აქტივობის შესახებ გამოთქმული უკიდურესი მოსაზრებების მიმდევარნი ფიქრობენ [2]. როგორც კუდარო I მღვიმის აღწერილობიდან შეგვეძლო დაგვეჩინა, გვიჯორის ხეობა დასახელებული მღვიმის ფორმირების აქტიური ფაზის შემდეგ დაახლოებით 250—300 მეტრით იქნა ეროზიით გაღრმავებული, რაც ჩასავლის ქედის სათანადო აზვევებას მოწმობს.

ამრიგად, ამ ქედის აღმავალი მოძრაობის ამპლიტუდი მინდელ-რისული ეპოქის შემდეგ განვლილი დროის განმავლობაში 250—300 მეტრზე ნაკლები უნდა ყოფილიყო. ისიც კი არის შესაძლებელი, რომ ამ აზვევების სიდიდის უმეტესი ნაწილი მინდელ-რისულზე უფრო ადრინდელ დროს ეკუთვნოდეს. რაც შეეხება ბზიფის, ფანავის, სვანეთისა და ლეჩხუმის ქედთა აზვევების სიდიდეს მინდელ-რისულის შემდეგ, ამის შესახებ ამჟამად ზუსტი მონაცემები არ მოიპოვება; თუ იმას დავეყრდნობით, რომ კავკასიონის სისტემამ უახლოეს გეოლოგიურ წარსულში თალური აზვევებები განიცადა, და რომ ამ თალურ სტრუქტურაში ბზიფის, ფანავის, სვანეთისა და ლეჩხუმის ქედებს, ერთი მხრივ, და ჩასავლის ქედს, მეორე მხრივ, დაახლოებით ანალოგიური ადგილი უკავიათ, აღნიშნული სიდიდე ჩასავლის ქედის ამოწევის ამპლიტუდთან ახლო მდგომარეობაში უნდა იქნებოდა.

ჩამოთვლილი ქედების აზვევების ამპლიტუდა მინდელ-რისული ეპოქის შემდეგ მაქსიმალურად 300—400 მეტრს შეიძლება აღწევდეს და, მათსადაამე, მუქწიწვიან ტყეებს მოკლებული აუზების ამაღლებულობის უმეტესი ნაწილი ამ ტყეთა თანადროული გავრცელების ზონიდან მიზეზობრივად უნდა უკავშირდებოდეს ლანდშაფტურ სარტყელთა ზევითკენ გადაადგილებას, კლიმატური რყევის გავლენით, მინდელ-რისულ ეპოქაში. ამ ეპოქის ობტიმალურ ფაზაში ნაძვნარ-სოჭნართა სარტყელი 600—1000 მეტრით უფრო მაღლა იმყოფებოდა, ვიდრე ამჟამად.

ჩვენ ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ ალპების მინდელ-რისულ თოვლის საზღვარს იქაურ თანადროულ თოვლის საზღვარზე 400 მეტრით მაღლად ვარაუდობენ, რაც პალეობოტანიკურ საბუთებზეა დამყარებული. მართალია, ეს გამოანგარიშება, ისევე როგორც კავკასიონის მუქწიწვიანი სარტყელის მინდელ-რისული ამაღლებულობის განსაზღვრა, მიახლოებითია და შეიძლება ასეთი მეტრობით ცდომილებას შეიცავდეს, მაინც, ჩვენი აზრით, ამ ორი სიდიდის ურთიერ-შეპირისპირების საფუძველზე შეიძლება დაეასკვნათ, რომ ჰაერის მინდელ-რისული რყევა და მისი გავლენები მთიან ლანდშაფტურ სარტყელთა ზევითკენ გადაადგილება კავკასიაში უფრო ძლიერი იყო, ვიდრე ალპებში.

რამდენადაც კავკასიონი საშუალოდ 4—5°-ით სამხრეთით მდებარეობს ალპებზე, ასეთი დასკვნა თანხმობაში იმყოფება როგორც ბოტანიკოსების მიერ დადგენილ კანონზომიერებასთან, რომელიც ახასიათებს მეოთხეული პერიოდის რიდილი ფაზების გავლენის განაწილებას ხმელთაშუაეთში ([9], გვ. 163—165), ისე უახლეს პალეოკლიმატოლოგიურ ჰიპოთეზებსაც, რომლებიც მეოთხეულის რხევითი კლიმატური ცვლილებების გამომწვევ მიზეზად ატმოსფერული ცირკულაციის პერიოდულ გაძლიერება-შესუსტებასა და, კერძოდ, ჰაერის მასების მერიდიანული გადატანის ცვალებადობას სთვლიან [16].

აღებთან შედარებით უფრო სამხრეთული მდებარეობა კავკასიას უფრო მგრძობიარედ ხდიდა კლიმატის გათბობისა და გამშრალების ტენდენციების მიმართ, რასაც გაყინვარებათაშორისულ, ინტერპლუვიალურ ეპოქებში ჰქონდა ადგილი აციებისა და განესტინების ფაზების მიმართ, რომლებიც ახასიათებდა ყინვარულ ეპოქებს, საწინააღმდეგო მდგომარეობას ვხედავთ — ალბები მათ უფრო მძაფრად განიცდიდენ, ვიდრე კავკასიის მთები.

დასკვნა

ალბებისა და ჩრდილო ევროპის მინდელ-რისული ეპოქის [18, 4] ერთდროულად კავკასიაში მოხდა ჰავის შეცვლა გათბობისა და არიდინაციის მიმართულებით. ამ ცვლილებას აქ უფრო მეტი ამაპლიტუდი ახასიათებდა, ვიდრე ევროპის დასახელებულ მხარეებში (ლანდშაფტური სარტყელების მინიმალური ამალემა 600—1000 მეტრით განიზომება). მარადული თოვლის საზღვარი მდებარეობდა 3500—4500 მ სიმაღლეზე (თანადროული 2800—3800 მეტრის ნაცვლად). ხოლო ტყიანი სარტყელის ზედა საზღვარი — 2500—3300 მ-ზე, ყინვარები მაშინ შეიძლება შერჩენილიყო მხოლოდ ცენტრალური კავკასიონის უმაღლეს მასივებზე. ტყეები შესაფრებული იყო კავკასიონისა და სამხრეთ კავკასიის მთიანეთში და მეტ განვითარებას ჩრდილოეთ ფერდობებზე აღწევდნენ. ტყიანი სარტყელი ქვევითკენ არიდულ ტყესტეპში (სავანაში) გადადიოდა, რომელიც, თავის მხრივ, ნახევრადუდაბნოსა და შემდეგ (სულ დაბლა და რიონ-მტკვრის წყალგამყოფის აღმოსავლეთით) უდაბნოს უთმობდა ადგილს.

არიდული პირობები დამყარდა არამარტო აღმოსავლეთ ამიერკავკასიაში, არამედ აგრეთვე კოლხეთშიც. მაგალითად, სამეგრელოში იმ დროს მიმდინარეობდა ფიზიკური გამოფიტვის ინტენსიური პროცესები, რომელთა შედეგადაც ჩამოყალიბდა ამ რაიონში ფართოდ გავრცელებული მთის კალთების კირქვიანი ბრეკჩიები. ოკეანის მინდელ-რისულმა ტრანსგრესიამ, რომელიც გამოწვეული იყო წინამორბედი გაყინვარების მიერ შებოჭილი წყლის მასების მობილიზაციით, და რომელმაც, სხვათა შორის, შავი ზღვისა და კასპიის ზღვის ღრმულელებიც დაიპყრო (ურუნჯიკული აუზი [13, 14]), ვერ შესძლო არსებითად შეერბილებინა უდაბნოს სუნთქვა, კავკასიას რომ უტევდა სამხრეთიდან. კავკასიის ორგანული სამყაროსათვის ეს ეპოქა უფრო მეტი ავბედობისა და განსაცდელის დრო იყო, ვიდრე კავკასიის მიერ გადატანილი რომელიმე გაყინვარების ეპოქა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ვანუშტის სახელობის
გეოგრაფიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 5.6.1958)

დამოუკმაპული ლიტერატურა

1. К. Брукс. Климаты прошлого. Перевод с английского. Москва, 1952.
2. Л. А. Варданянц. Постплиоценовая история Кавказско-Черноморско-Каспийской области. Ереван, 1948.
3. Н. К. Верещагин. Плейстоценовые позвоночные из пещеры Кударо I в Юго-Осетии и их значение для разработки истории фауны и ландшафтов Кавказа. ДАН СССР, т. 113, № 6, 1957.

4. П. Вольдштедт и др. Исследования межледниковых отложений северо-западной Германии. Сборник „Вопросы геологии четвертичного периода“, перевод с немецкого, изд-во иностр. литературы. Москва, 1955.
5. И. П. Герасимов и К. К. Марков. Четвертичная геология. Москва, 1939.
6. В. П. Гричук. Растительность Русской равнины в нижне- и среднечетвертичное время. АН СССР. Труды инс-та географии, вып. 46, 1950.
7. В. И. Громов. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР (млекопитающие, палеолит). АН СССР. Труды Инс-та геологич. наук, вып. 64, геологии. сер. № 17, 1948.
8. А. А. Гроссгейм. Растительный покров Кавказа. Москва, 1948.
9. В. П. Малеев. Основные этапы истории растительности Средиземноморья в четвертичный период. Известия Всесоюзного Географического общества, № 2, 1940.
10. Л. И. Маруашвили. Целесообразность пересмотра существующих представлений о палеогеографических условиях ледникового времени на Кавказе. Тбилиси, 1956.
11. Н. И. Николаев. Новейшая тектоника СССР, Изд. АН СССР, М.—Л., 1949.
12. И. В. Палибин. Этапы развития флоры прикаспийских стран со времени мелового периода. Изд. АН СССР, 1936.
13. Г. И. Попов. О стратиграфическом расчленении и сопоставлении черноморских и каспийских четвертичных отложений. ДАН СССР, т. 101, № 1, 1955.
14. П. В. Федоров. Стратиграфия четвертичных отложений и история развития Каспийского моря. Труды Геологич. ин-та АН СССР, Вып. 10, 1957.
15. М. Шварцбах. Климаты прошлого. Перевод с немецкого. Изд-во иностранн. литературы. Москва, 1955.
16. М. С. Эйгенсон. Очерки физико-географических проявлений солнечной активности. Львов, 1957.
17. R. F. Flint. Glacial geology end the pleistocene epoch. New York and London, 1949.
18. A. Penck and E. Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. I—III, Leipzig, 1901—1909.

პალეონტოლოგია

ლ. გაბუნია

ლისტრიოდონის პირველი მონაცოვარი საბჭოთა კავშირის მიოცენში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. დავითაშვილმა 12.3 1958)

ამასწინათ საჩხერის რაიონში, ჭიჭინაძის გორაზე, მოყვითალო-მორუხო ქვიშაქვებში სოფელ ქორეთის საშუალო სკოლის მასწავლებელმა მ. გოვატი-შვილმა ნახა კარგად დაცული ნამარხი საძირე კბილი. აღნიშნულ ქვიშაქვებში გვხვდება ასევე სპანიოდონტელები (*Spaniodontella*), რომლებიც საშუალებას გვაძლევენ დავათარილოთ ნაპოვნი კბილი კარაგანულად (შუა მიოცენი).

ქორეთის მონაცოვრის გამოკვლევამ დაგვანახა, რომ საქმე გვაქვს თავისებურ ნამარხ ღორისმაგვართან, ლისტრიოდონთან (*Listriodon*), რომლის ნაშთები დღემდე არ იყო ნახული საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე.

ქორეთის ნამარხი კბილი (ქორეთის საშუალო სკოლის კოლექცია, № 16), საშუალო მოცვეთილობის ზედა მარცხენა პირველი მოლარი (M¹), ზრდადსრულეზულ ინდივიდს ეკუთვნის. მისთვის დამახასიათებელია ერთობლიობა არქაული ნიშნებისა, როგორც არის, მაგალითად, არსებობა მხოლოდ ძირითადი, მარტივი აგებულების ბორცვებისა, და ისეთი თავისებური სპეციალიზაციის ნიშნისა, როგორიცაა წინა და უკანა განივი ქედების განვითარება. ეს უკანასკნელი აპირობებს ქორეთის ნამარხი ღორის დიდ მსგავსებას ტაპირებთან და ასხვავებს მას ყველა ღორისმაგვართაგან, გარდა ლისტრიოდონებისა, რომლებიც ს ი მ პ ს ო ნ მ ა (1945) ლისტრიოდონტინების (*Listriodontinae*) ქვეოჯახში გამოყო. ამ ქვეოჯახის წარმომადგენელთა შორის ქორეთის ლისტრიოდონს ყველაზე მეტად უახლოვდება *Listriodon splendens* H. v. M., ცნობილი შო-დე-ფონის, სიმორის, ტურნონის, ლა-გრევის, შტანჰეიმისა და სხვა ადგილების მიოცენიდან. *L. splendens*-ის პირველი ზედა მოლარი, სსრკ მეცნ. აკადემიის პალეონტოლოგიის ინსტიტუტში დაცული ტიპური ეგზემპლარის ყალიბისა და მეიერის, დებერესა და სხვათა აღწერების მიხედვით, თითქმის არ განსხვავდება ქორეთის ნამარხი კბილისაგან. მსგავსება ამ ორ ეგზემპლარს შორის იმდენად დიდია, რომ ჩვენ შესაძლებლად მივიჩნიეთ გავგე-საზღვრა ქორეთის სახე, როგორც *L. cf. splendens*.

რაკი *L. splendens* ამიერკავკასიაში და დასავლეთ ევროპაში შუა მიოცენთან არის დაკავშირებული, ალბათ, იგი აღნიშნული ქვეყნების ტერიტორიაზე დაახლოებით ერთსა და იმავე დროს ცხოვრობდა. თუ გავითვალისწინებთ ასევე იმ გარემოებას, რომ *L. splendens*-ისა და მასთან ერთად გავრცელებული ფორმების ნაშთების შემცველ კონტინენტურ წყებებს, დეპერენ (1887) და ზოგიერთი სხვა ავტორი შუა მიოცენის ზედა ნაწილს აკუთვნებენ, ხოლო კარაგანი უდავოდ თავსდება ამავე სართულის ზედა ნაწილში, შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ქორეთის მონაცოვარი ადასტურებს ლისტრიოდონის ნაშთების დასავლეთ ევროპის ადგილსაპოვებელთა ძველი დათარიღების სისწორეს.

რა თქმა უნდა, ძნელია მსჯელობა კავკასიის კარაგანული ფაუნის შესახებ მხოლოდ ერთი სახის მიხედვით, მაგრამ შესაძლებელია, რომ *L. splendens*-ის პოვნა ჩვენ კარაგანულში მაინც მოწმობდეს უფრო მჭიდრო კავშირის არსებობას დასავლეთ ევროპის ფაუნასთან კარაგანულ დროს, ვიდრე წინა, ჩოკრაკულ საუკუნეში, როდესაც ძუძუმწოვართა ფაუნა მთლიანად აზიურ იერს ატარებდა.

ახალი მონაპოვარი სამუალებას გვაძლევს საგრძნობლად გავაფართოვოდ შუამიოცენურ ხმელეთის ხერხემლიანთა გავრცელების არე ჩვენში (დღემდე ეს ფაუნა ცნობილი იყო მხოლოდ ჩრდილო კავკასიის ბელემოჩეტის რაიონიდან). აღსანიშნავია ასევე, რომ ქორეთის ნამარხი კბილი, რომელიც საბჭოთა კავშირში ლისტრიოდონის ნაშთის პოვნის პირველ შემთხვევას წარმოადგენს, ამავე დროს ხმელეთის ხერხემლიანთა პირველი მონაპოვარია კარაგანულ ნალექებში საერთოდ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 პალეობიოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.3.1958)

დაკოწმავალი ლიტერატურა

1. Ch. Depéret. Recherches sur la succession des faunes de vertébrés miocènes de la Vallée du Rhone. Arch. Mus. His. Nat. Lyon. T. IV, 1887.
2. G. G. Simpson. The principles of classification and a classification of Mammals. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 85, 1945.

ტყეპიკა

ა. მუხაიძე

ცილინდრებში საფავის მიწოდების უთანაბრობის გავლენა მრავალცილინდრიანი ღეჟუბიანი ძრავას სიჩქარის რეჟიმის მდგრადობაზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. მახლდიანმა 28.2.1958)

თანამედროვე სატრანსპორტო დგუშებიანი შიდაწვის ძრავას ერთ-ერთი ძირითადი ტექნიკური მაჩვენებელია მისი სწრაფსვლიანობა. ამ პარამეტრის გაუმჯობესებას ძრავას კონსტრუირების დროს საერთოდ დიდ ყურადღებას აქცევენ. დგუშებიანი ძრავას სწრაფსვლიანობის გაზრდის პრობლემა მჭიდრო-დაა დაკავშირებული მისი სხვადასხვა სამუშაო პირობებში შემგუებლობის გაუმჯობესებასთან და სამუშაო სიჩქარის რეჟიმის საიმედო მდგრადობის უზრუნველყოფასთან, რადგანაც ძრავასა და მისი დამხმარე აღჭურვილობის მდგრადი მუშაობა სიჩქარის რეჟიმის მთლიან დიაპაზონზე წარმოადგენს მთავარ შესაფასებელ კრიტერიუმს მისი ექსპლოატაციის დროს.

სამუშაო რეჟიმის მაღალი მდგრადობის უზრუნველყოფას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება თვითაღებადი (დიზელის) სატრანსპორტო ძრავებისათვის, ვინაიდან ამ ძრავებს მამრუნებელი მომენტის მრუდი სიჩქარის რეჟიმის დროს, ჩვეულებრივად, ნაკლები სიმრუდისა აქვთ, რაც საგრძნობლად აუარესებს მათ დინამიკურ თვისებებს.

ცნობილია, რომ ზღვრულ ბრუნთა რიცხვებზე ძრავას ნგრევის ან მუშაობის უნარიანობის დაკარგვის თავიდან ასაცილებლად, აგრეთვე სამუშაო სიჩქარის რეჟიმის მდგრადობის ამაღლების მიზნით, სატრანსპორტო დიზელები, როგორც წესი, აღჭურვებიან ბრუნვათა რიცხვის რეგულატორებით, რომლებიც ახდენენ მათი დინამიკის კორექტირებას. ამავე დროს ძრავას აღჭურვა სიჩქარის რეჟიმის ავტომატური რეგულირების სისტემით იწვევს მისი მუშაობის ზოგიერთ სპეციფიკურ თავისებურებას, ვინაიდან დგუშიანი ძრავა, ბრუნვათა რიცხვის რეგულატორთან⁽¹⁾ ერთად შეთანადებული, წარმოადგენს გარკვეულ პოტენციალურ-რხვეით სისტემას, მგრძნობიარეს სხვადასხვა სახის აღმგზნებლებზე. ამასთან დაკავშირებით მსჯელობა დგუშიანი ძრავას დინამიკურ თვისებებზე, რომლის მუშაობის მართვა ხდება ცენტრიდანული რეგულატორით, შესაძლებელია მხოლოდ ძრავასა და რეგულატორის ერთობლივი მუშაობის დაწვრილებითი ანალიზის საფუძველზე, კვლევის არსებულ მეთოდულ კავშირებში სათანადო ცვლილებებისა და დამატებების შეტანით.

საქმე ისაა, რომ რეგულირებისა და დგუშიანი ძრავას მუშაობის რეჟიმის მდგრადობის საკითხების შესწავლის საყოველთაოდ მიღებული მეთოდიკა ემყარება იმ დაშვებას, რომ მამრუნებელი მომენტის სიდიდე დამოკიდებულია მხოლოდ ძრავას მართვის ორგანოს მდებარეობისა და მისი ლილვის ბრუნთა რიცხვისაგან და რომ მამრუნებელი მომენტის სიდიდის ყოველგვარი ცვალებადობა დამოკიდებულია მხოლოდ ამ ორი ფაქტორის ცვალებადობისაგან, ფაქ-

(1) მხედველობაშია მექანიკურ ცენტრიდანულ ბრუნთა რიცხვის რეგულატორი.

ტობრივ კი თვით დგუშოანი ძრავას სამუშაო პროცესის მიმდინარეობა განაპირობებს დგუშზე მოქმედი წნევის არამუდმივობას, აგრეთვე სასარგებლო მუშაობის ცილინდრიდან მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმის საშუალებით ლილვზე გადაცემის შედეგად მიიღება ძრავას მბრუნებელი მომენტის პერიოდული არათანაბრობა. ეს უკანასკნელი გავლენას ახდენს მისი კუთხური სიჩქარის პერიოდული მდგენელის საშუალო მნიშვნელობაზე.

ძრავას მბრუნებელი მომენტის პერიოდული მდგენელი მათემატიკურად შეიძლება წარმოვიდგინოთ ფურიეს შესაფერისი მწკრივის სახით. ამის შესაბამისად მბრუნებელი მომენტი გამოისახება ფორმულით

$$M = M_0 + M(t),$$

სადაც M_0 ძრავას მბრუნებელი მომენტის საშუალო მნიშვნელობაა; $M(t)$ — მისი პერიოდული მდგენელი, რომელსაც, თავის მხრივ, აქვს მნიშვნელობა:

$$M(t) = \sum_{k=2/\pi}^{k=\infty} C_k \cdot \sin(K\cot + \varepsilon_k),$$

სადაც C_k გეომეტრიული მდგენელის ამპლიტუდაა;
 K — ჰარმონიულობის მიმდინარეობის მაჩვენებელი;
 ω — წრიული სიხშირე;
 t — დრო;
 ε_k — ჰარმონიულობის საწყისი ფაზა;
 τ — ძრავას ტაქტიანობის მაჩვენებელი.

ძრავას ლილვის კუთხური სიჩქარეც შესაფერისად შეიძლება წარმოვიდგინოთ ანალოგიური ჯამით:

$$\omega = \omega_0 + \omega(t),$$

სადაც: ω_0 ძრავას ლილვის კუთხური სიჩქარის საშუალო მნიშვნელობაა, ხოლო $\omega(t)$ — მისი პერიოდული მდგენელი, განპირობებული დროის მიხედვით მბრუნებელი მომენტის სიდიდის არამუდმივობით.

ცნობილია, რომ დგუშოანი ძრავა კუთხური სიჩქარის გადახრის ზღვრების შესაზღუდავად აღიჭურვება მქნევართი, რომლის ინერცია რამდენადმე ამცირებს პულსაციას და ნაწილობრივ ათანაბრებს ძრავას სვლას მისი მუშაობის ერთი ციკლის განმავლობაში; მიუხედავად ამისა, მაინც რჩება კუთხური სიჩქარის გარკვეული არათანაბრობა.

კუთხური სიჩქარის ეს პერიოდული ცვლილებები გარდუვალია ყოველი დგუშოანი მანქანისათვის. ისინი, მოქმედებენ რა პოტენციალურ-რხევით სისტემაზე, როგორსაც წარმოადგენს შიდაწვის ძრავა ბრუნთა რიცხვის ცენტრიდანულ რეგულატორთან შეთანაწყობით, იწვევს მის გაქანებას, ხოლო იმ შემთხვევაში, თუ არსებობს გარკვეული თანაფარდობა სისტემის პარამეტრებსა და აღმგზნების ფაქტორის ჰარმონიულ მდგენელს შორის, მასში შესაძლებელია წარმოიქმნას იძულებითი რხევები და რეზონანსული მოვლენებიც კი, რომელნიც დაარღვევენ რეგულატორის ქუროს მდგრად მდგომარეობას (და, მაშასადამე, მასთან კინემატიკურად შეერთებული საწვავის მიწოდების ორგანოს); ამით დაირღვევა ძრავას ლილვის კუთხური სიჩქარის მნიშვნელობის მდგრადობაც.

რეზონანსის დროს ძრავას სვლის უთანაბრობამ შეიძლება საგრძნობლად გადააჭარბოს დასაშვებ საზღვრებს, განსაკუთრებით მაშინ, თუ აღმგზნები ფაქტორის სისტემაში მოქმედი მარენოზანანსებელი ჰარმონიკის ენერგია საკმაოდ დიდია⁽¹⁾.

ცენტრიდანული რეგულატორის მქონე სწრაფსვლიანი დგუშებიანი ძრავას რეჟიმის იძულებითი რხევის საკითხი დაწვრილებითაა შესწავლილი და დამუშავებული ჩვენი მკვლევრების ნაშრომებში. მათ შეძლეს იძულებითი რხევების წარმოქმნის პროცესის გაანალიზება, ოდენობრივი და ხარისხობრივი შეფასების მიცემა და დასახეს ღონისძიებანი ასეთ მოვლენათა წინააღმდეგ საბრძოლველად [1, 2]. ამ მკვლევართა შრომებში განხილულია სხვადასხვა შემთხვევები იძულებითი რხევების წარმოქმნისა და რეზონანსისა იმ სისტემაში, რომელიც შედგება დგუშებიანი შიდაწვის ძრავისაგან. მისი მუშაობის სამართა ბრუნვა რიცხვის რეგულატორისა და მომხმარებლისაგან. შემთხვევები განხილულია როგორც დამყარებელი, ისე გარდამავალი რეჟიმისათვის. ამ ნამუშევართა შედეგად დამუშავებულია საერთო მეთოდოლოგია სისტემაში რეზონანსის გასათვალისწინებლად და მასთან ბრძოლის ღონისძიებათა მისაღებად.

მაგრამ პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ზოგჯერ ესა თუ ის სარეგულირებელი სისტემა მასში რხევითი პროცესების წარმოქმნის შესაძლებლობის შესწავლისას აკმაყოფილებს მდგრადობის ყველა მაჩვენებელს თავისი სიჩქარის რეჟიმების მილიან დიაპაზონზე, მაშინ როდესაც ცალკეულ შემთხვევებში მისი მუშაობის დროს არ არის გამორიცხული შესაძლებლობა რეჟიმის იძულებითი რხევების წარმოქმნისა და რეზონანსისაც კი. პრაქტიკაში ამგვარი მოვლენები შესაძლებელია ხშირად მოხდეს, რის გამო მათი შესწავლა გარკვეული ყურადღების ღირსია.

საქმე ისაა, რომ მუხლა ლილვის ბრუნვის არათანაბარი კუთხური სიჩქარე, რაც გამოწვეულია დგუშებიან ძრავაში სამუშაო პროცესის მიმდინარეობითა და მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმის სპეციფიკურობით, მოსალოდნელია რამდენადმე გაძლიერდეს, რადგან შესაძლებელია დაიბრუნოს ცალკეული ცილინდრების მუშაობის თანაბრობა იმის გამო, რომ კარბიურატორიან ძრავებში ცილინდრების შევსებისა და მათში შესული საწვავი ნარევის შედგენილობის სხვადასხვაობა არსებობს, ხოლო დიზელებში — საწვავის მიწოდების უთანაბრობა ცილინდრების მიხედვით.

მრავალცილინდრიან შიდაწვის ძრავაში ყველა ცილინდრის იდენტურად მუშაობისას, როცა აფეთქება ხდება თანაბარი მორიგეობით, მისი ჯამური მახარუნებელი მომენტის ცვალებადობის დიაგრამა მრუდმხარას შემობრუნების კუთხის მიმართ წარმოადგენს პერიოდულ ფუნქციას, რომლის სიხშირე თანაბარჯერადაა ციკლთა სიხშირისა; ამასთან თანაბრადჯერადობის კოეფიციენტი ტოლია ცილინდრების რიცხვისა, ვინაიდან ცალკეული ცილინდრების მომენტების ცვალებადობის მრუდები ერთნაირია, თუმცა ერთმანეთის მიმართ გადაადგილებულია $\frac{720}{i}$ -ით ოთხტაქტიანი, ხოლო $\frac{360}{i}$ -ით ორტაქტიანი ძრავისთვის, სადაც i ცილინდრების რიცხვია. ამის შესაბამისად ერთი ცილინდრის მახარუნებელი მომენტის პერიოდული მდგენელის ნებისმიერი შემადგენელი ჰარმონიკი წინ უსწრებს იმავე რივის სათანადო ჰარმონიას, რომელიც მო-

ჰყვება ცილინდრის მუშაობის თანამიმდევრობას $K \frac{2\pi}{i}$ სიდიდით, სადაც K

(1) ბევრ შემთხვევაში პერიოდული მდგენელი შესაძლებელია ჰქონდეს აგრეთვე მახარუნებელი მომენტის მომხმარებელს, მაშინ ძრავასა და მომხმარებლის მომენტის პერიოდული მდგენელები ურთიერთთან იკრიბებიან.

ჰარმონიკის რიგია. ამასთან, ჯამური მამრუნებელი მომენტის დიაგრამის გაშლაში ჰარმონიულ მდგენელებად იქნებიან მხოლოდ ის ჰარმონიკები, რომლებიც თავისი რიგის მეხედვით თანაბარჯერადი არიან თანაფარდობისა

$$\frac{i}{\tau/2}, \text{ სადაც } \tau \text{ ძრავას ტაქტიანობის კოეფიციენტია.}$$

ასე, მაგალითად, ოთხცილინდრიანი ოთხტაქტიანი ძრავასათვის ჯამური მამრუნებელი მომენტის დიაგრამის გაშლაში შევა ჰარმონიკები, თავისი რიგის მიხედვით თანაფარდჯერადები სიდიდისა:

$$\frac{i}{\tau/2} = \frac{4}{4/2} = 2, \text{ ე. ო. } K=2; 4; 6; 8; 10; 12 \dots$$

შესაბამისად ოთხცილინდრიანი ორტაქტიანი ძრავასთვის გვექნება:

$$\frac{i}{\tau/2} = \frac{4}{2/2} = 4, \text{ ე. ო. } K=4, 8, 12, 16, 20, 24 \dots$$

იძულებითი რხევებისა და რეზონანსული მოვლენების წარმოქმნის შესაძლებლობა რხევით სისტემაში, რომელიც შედგება ძრავასა, რეგულატორისა და მომხმარებლისაგან, განპირობებულია განსწორებულ დიაგრამაში ძრავას (და მომხმარებლის) მომენტის იმ მდგენელის არსებობით, რომლის მიმართაც მგრძობიარეა მოცემული სისტემა. თუ გაშლის დროს აღმოჩნდება, რომ პერიოდულად მოქმედი ფაქტორის შედგენილობაში არ მოქმედებს ჰარმონიულობის მაჩვენებლები, რომლებსაც შეუძლიათ აღძრან სიჩქარის რეჟიმის იძულებითი რხევები, მაშინ შესაძლებელია სისტემის მდგრადი მუშაობის გარანტირება [1].

უნდა აღინიშნოს, რომ ძრავას მუშაობის დროს შესაძლებელია ადგილი ექნეს საწვავის თანაბარი მიწოდების დარღვევის შემთხვევებს, ანდა მუშაობიდან ცალკეული ცილინდრების გამორთვასაც კი. ეს შეიძლება მოხდეს სხვადასხვა ავარიული შემთხვევების ან საწვავმიწოდებელი აპარატურის რეგულირების დარღვევის გამო, რადგანაც სწრაფსვლიანი სატრანსპორტო დიზელის საწვავმიწოდებელი აპარატურის საწვავის მიწოდების თანაბრობა წესრიგდება იმ პირობებზე დაყრდნობით, რომ მოხდეს მთლიანი მიწოდება ნომინალურ სიჩქარის რეჟიმზე. ცხადია, რომ ძრავას მუშაობის რეჟიმის შეცვლისას (განსაკუთრებით დატვირთვის შეცვლის დროს) საგრძობლად გაუარესდება სხვადასხვა ცილინდრში საწვავის მიწოდების თანაბრობა. გარდა ამისა, ძრავას მუშაობისას არ არის გამორიცხული ფრქვევანას ნახვრეტის ჭუჭყით ამოვსების ან სხვა დეფექტების წარმოქმნის შესაძლებლობა, რის გამოც ცალკეულმა ცილინდრებმა შეიძლება იმუშაონ დანარჩენ ცილინდრებთან შედარებით განსხვავებულად, ანდა მუშაობიდან გამორთულნიც კი აღმოჩნდნენ ერთი ან რამდენიმე ცილინდრის მუშაობაში ამგვარი უთანაბრობის გამო მათი მამრუნებელი მომენტის მრუდები არ იქნება შესაფერვაროვანი და მრავალცილინდრიანი ძრავას ჯამური მამრუნებელი მომენტის დიაგრამის პერიოდი გაუთანაბრდება ძრავას ციკლის პერიოდს. ამიტომ ჯამური მამრუნებელი მომენტის დიაგრამის შესაფერი ჰარმონიული გაშლით აღმოჩნდება ციკლის წრიული სიხშირის მქონე და მისი სიხშირის თანაჯერადი ჰარმონიკები. ფურეის შესაფერისი მწკრივები, შედგენილი იქნება ჰარმონიულობის მაჩვენებლებით, რომელთა რიგია

ა) ოთხტაქტიანი ძრავასთვის

$$K = \frac{1}{2}; 1; 1\frac{1}{2}; 2; 2\frac{1}{2}; 3 \dots$$

და ბ) ორტაქტიანი ძრავასთვის

$$K=1; 2; 3; 4; 5; 6; \dots$$

საიდანაც გამომდინარეობს, რომ მრავალცილინდრიანი დიზელის ცალკეული ცილინდრების ნორმალური მუშაობის დარღვევა იწვევს დაბალი სიხშირის ჰარმონიკების წარმოქმნას მაბრუნებელი მომენტის პერიოდული მდგენელში, რომლებსაც ამ შემთხვევაში შეუძლია აღძვას რეჟიმის იძულებითი რხევები.

ამგვარად, მაბრუნებელი მომენტის პერიოდულ მდგენელში დამატებითი ჰარმონიკის წარმოქმნამ შესაძლებელია საგრძნობლად დაარღვიოს სისტემის მდგრადობა და თუ სისტემა ნორმალური მუშაობის დროს დამაკმაყოფილებელი იყო იძულებითი რხევებისა და რეგულატორის ქუროს რეზონანსის ან ძრავას ლილვის კუთხური სიჩქარის მიმართ, მაშინ ცილინდრების მუშაობის თანაბრობის დარღვევამ, რაც იწვევს მაბრუნებელი მომენტის პერიოდულ მდგენელში ახალი დამატებითი ჰარმონიკების და პირველ რიგში დაბალი სიხშირის ჰარმონიკების წარმოქმნას, შეიძლება მიიყვანოს ამ რხევების მკვეთრ გაძლიერებამდე, განსაკუთრებით მაშინ, თუ ეს ჰარმონიკები შედის სისტემათა რეზონანსში.

მრავალცილინდრიანი ძრავას სამუშაო რეჟიმის მდგრადობაზე სხვადასხვა ცილინდრში საწვავის მიწოდების თანაბრობის დარღვევის გავლენის საილუსტრაციოდ ქვემოთმოყვანილ ცხრილში მოცემულია ოთხცილინდრიანი ოთხტაქტიანი ძრავას D-35 მაბრუნებელი მომენტების პერიოდული მდგენელების ჰარმონიული გაშლის შედეგები იმ შემთხვევებისათვის, როცა ის მუშაობს მთლიანი დატვირთვით და ნომინალური ბრუნთა რიცხვით ($n=1400$ ბრ/წუთ). იქვე მოცემულია ოთხცილინდრიანი ორტაქტიანი ЯАЗ-204 დიზელის მონაცემები მისი მუშაობის დროს უქმი სვლის მცირე ბრუნთა რიცხვზე ($n=1000$ ბრ/წ.). მოყვანილი მონაცემები მიღებულია მათი ტანგენციალური ძალებას

ცხრილი

ორტაქტიანი ოთხცილინდრიანი D—35 ძრავას მაბრუნებელი მომენტის პერიოდული მდგენელების ჰარმონიკების ამპლიტუდური მნიშვნელობები მთლიანი დატვირთვით მისი მუშაობისას ($n=1400$ ბრ/წუთი) და ორტაქტიანი ოთხცილინდრიანი ЯАЗ-204 ძრავას იგივე მაჩვენებლები მისი მუშაობის დროს უქმი სვლით ($n=1000$ ბრ/წუთ.)

ჰარმონიკის რიგი	ძრავა D—35		ძრავა ЯАЗ —204	
	ყველა ცილინდრის თანაბარი მუშაობა	მუშაობა ერთ ცილინდრში ფეთქვის გამოტოვებით	ყველა ცილინდრის თანაბარი მუშაობა	მუშაობა ერთ ცილინდრში ფეთქვის გამოტოვებით
1/2		13,65		
1		6,28		
3/2		10,45		5,84
2	7,35	20,4		
5/2		6,82		7,18
3		7,15		
4	25			9,07
5			40,4	48,6
6	8,82			7,74
8				7,43
10	0,45		8,83	
12	0,247			
16			0,445	
20			1,35	
24			12	
			1,14	

დიაგრამების ჰარმონიული ანალიზის შედეგად, რომლებიც აგებული იყო აღნიშნული რეჟიმებით მომუშავე ძრავადან ართმეული ინდიკატორული დიაგრამების მიხედვით. ჰარმონიული ანალიზი ჩატარებული იყო როგორც ყველა ცილინდრების თანაბრად მუშაობის, ისე ერთ-ერთი ცილინდრის მუშაობიდან გამორთვის შემთხვევებისათვის.

მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ მუშაობიდან ერთი ცილინდრის გამორთვის დროს მატრუნებელი მომენტის დიაგრამის ჰარმონიულ მდგენელებად გაშლასში წარმოიქმნება დამატებითი დაბალი ტონის ჰარმონიკები (კერძოდ, $D-35$ ძრავასთვის, ასეთ ჰარმონიკებს წარმოადგენენ $K = \frac{1}{2}$ და $K = 1 - \frac{1}{2}$),

რომელთა ამპლიტუდური მნიშვნელობები საკმაოდ დიდია. ამ ჰარმონიკებმა შეიძლება გამოაწვიონ მდგრად სისტემებში რხევითი პროცესები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მეტალურგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 6.3.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. Г. Калиш и П. А. Поляков. Влияние периодической составляющей движущего момента на устойчивость режима поршневого двигателя. Труды НАМИ № 70, Вынужденные колебания режима двигателя. Машгиз, 1953.
2. А. Н. Мучаидзе. Исследование вынужденных колебаний режима быстроходного поршневого двигателя, работающего под управлением центробежного регулятора. Москва, НАМИ, 1954.
3. М. Г. Серебрянников. Гармонический анализ. ОГИЗ. Москва, 1948.

რ. კვიციანი

ბეტონის დეფორმაციის მოდულის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზაქარაიამ 22.3.1958)

ბეტონი კუმშვის შემთხვევაში არ ემორჩილება ჰუკის კანონს. ამიტომ დეფორმაციებსა და ძაბვებს შორის დამოკიდებულება არაწრფეა. ასეთი მასალებისათვის მთლიანი დეფორმაცია შედგება დრეკადი და პლასტიკური დეფორმაციებისაგან და პლასტიკური დეფორმაცია იზრდება ძაბვის გაზრდასთან ერთად. მასალის დრეკადი თვისებები ხასიათდება დრეკადობის კოეფიციენტით:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon},$$

მაგრამ ბეტონისათვის $\frac{\sigma}{\varepsilon}$ შეფარდება ცვალებადია. ამიტომ, თუ ცნობილია ფუნქციონალური დამოკიდებულება $\sigma = f(\varepsilon)$, მაშინ ნამდვილი დეფორმაციის მოდული E განისაზღვრება შეფარდებით

$$E = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}.$$

პრაქტიკაში გამოყენება აქვს დეფორმაციის მოდულის პირობით მნიშვნელობას, რომელიც წარმოადგენს ძაბვისა და შესაბამისი დეფორმაციის ფარდობას. არჩევენ დეფორმაციის მოდულის ორ სახეს:

1. დრეკადი დეფორმაციის მოდულს

$$E_{\text{დრეკ.}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{\text{დრეკ.}}}; \quad (1)$$

2. მთლიანი დეფორმაციის მოდულს

$$E_{\text{მთლ.}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{\text{მთლ.}}}. \quad (2)$$

ნამდვილი დეფორმაციის მოდული გამოისახება იმ კუთხის ტანგენსით, რომელსაც $\sigma = f(\varepsilon)$ მრუდის მხები ადგენს დეფორმაციის ღერძთან, ხოლო პირობითი მთლიანი დეფორმაციის მოდული არის იმ კუთხის ტანგენსი, რომელიც შედგენილია მრუდის შესაბამის წერტილში და კოორდინატთა სათავეში გამავალი ქორდით და დეფორმაციის ღერძით.

დატვირთვის მიყენების სიჩქარის მიხედვით ერთმა და იმავე მასალამ შეიძლება გამოაჩვენოს მყიფეც და პლასტიკური თვისებებიც [1], რის გამოც შეიძლება სხვადასხვა იყოს სიმტკიცის ზღვარი.

ვ. ტროიციკის მიერ [2] მძიმე ბეტონის ნიმუშების გამოცდით მიღებული შედეგები ორი სხვადასხვა დატვირთვის მიყენების V_1 და V_2 სიჩქარეებზე მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

სვეტი 100×25×25 სმ			
ძაბვა %-ით აღებული R-დან	ჩქარი გამოცდა $V_1=1,6$ კგ/სმ ² 1 წუთში	ნელი გამოცდა $V_2=0,10$ კგ/სმ ² 1 წუთში	E_2 E_1
	ფარდობითი დეფორმაციები		
	E_1	E_2	
10	26×10 ⁻⁶	43×10 ⁻⁶	1,65
20	49 "	94 "	1,92
30	79 "	167 "	2,11
40	113 "	248 "	2,19
50	154 "	342 "	2,22
60	198 "	450 "	2,27
70	245 "	578 "	2,36
80	318 "	755 "	2,38
90	413 "	960 "	2,33
95	490 "	1102 "	2,25
100	605 "	1562 "	2,58

როგორც ცხრილიდან ნათლად ჩანს, დატვირთვის მიყენების სიჩქარის 16-ჯერ შემცირებამ გამოიწვია დეფორმაციის ზრდა და მათი ფარდობა საშუალოდ 2÷2,5-ჯერ გაიზარდა. აგებული გრაფიკებიდან $\sigma = f(\epsilon)$ (ნახ. 63, [2]), შეგვიძლია მივიღოთ, რომ დატვირთვის მიყენების V_1 სიჩქარეზე ბეტონის პრიზმული (25×25×100 სმ ნიმუშების გამოცდით) სიმტკიცის ზღვარი $R_1 = 86,4$ კგ/სმ², ხოლო V_2 სიჩქარეზე $R_2 = 86,7$ კგ/სმ².

გავითვალისწინოთ $R_1 = R_2 = 86,6$ კგ/სმ² (რადგან R_1 და R_2 ერთმანეთისაგან მცირედ განსხვავდებიან) და გამოვითვალოთ დეფორმაციის მოდული (2) ფორმულით. დეფორმაციის მოდულის მნიშვნელობანი, განსაზღვრული სიმტკიცის ზღვარის ნაწილის შესაბამის ძაბვებზე, მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

სვეტი 100×25×25 სმ			
ძაბვა %-ით, ად- ბული R-დან	მთლიანი დეფორმაციის მოდული $E_{მოდ.}$, კგ/სმ ²		შეფარდება E_1 და E_2 შორის
	$V_1=1,6$ კგ/სმ ² 1 წუთში	$V_2=0,10$ კგ/სმ ² 1 წუთში	
20	353470	184260	1,92
40	306550	139680	2,19
50	281170	126610	2,22
60	262470	115470	2,27
80	217860	91770	2,37

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ერთისა და იმავე მასალისათვის V_1 და V_2 სხვადასხვა სიჩქარეებზე განსაზღვრული დეფორმაციის მოდული ურთიერთ შორის საგრძნობლად განსხვავებულია (საშუალოდ 2,2-ჯერ).

ჩვენ ჩავატარეთ მრავალრიცხოვანი ცდები პემზაბეტონისაგან დამზადებულ 15×15×45 სმ პრიზმებზე სხვადასხვა ხნოვანობისას (მე-7, 28-ე, 90-ე, 180 დღეს) და სხვადასხვა დატვირთვის მიყენების სიჩქარეებზე

($V_1 \cong 1,4$ კგ/სმ², $V_2 \cong 15$ კგ/სმ², $V_3 \cong 195$ კგ/სმ² 1 წუთში). 740-დღიანი ხნოვანობის ნიმუშები გამოცდილ იქნა დატვირთვის მიყენების სიჩქარეებზე $V_0 \cong 0,11$ კგ/სმ² და $V_1 \cong 1,63$ კგ/სმ² 1 წუთში.

ჩატარებული ექსპერიმენტებიდან [3] გამომდინარეობს, რომ დატვირთვის მიყენების სხვადასხვა სიჩქარეზე ერთისა და იმავე ხნოვანობის ნიმუშების გამოცდით სიმტკიცის ზღვარის ნაწილის (0,1 R, 0,2 R, 0,3 R, ...) შესაბამისი ძაბვისა და ამ ძაბვის შესაბამისი დეფორმაციის ფარდობა იზრდება დატვირთვის მიყენების ზრდასთან ერთად, რის გამოც ასეთ პირობებში დეფორმაციის მოდული ოდნავ მატულობს (ცხრილი 3).

ცხრილი 3

28-ე დღეს განსაზღვრული დეფორმაციის მოდულის მნიშვნელობები

ძაბვა σ , კგ/სმ ²	დატვირთვის სიჩქარე			დეფორმაციის მოდული			შეფარდება			სიმტკიცის ზღვარი კგ/სმ ² -ით და მოცულობითი წონა ტმ-ით
	$V_1=1,5$ კგ/სმ ² 1 წუთში	$V_2=15,8$ კგ/სმ ² 1 წუთში	$V_3=190,2$ კგ/სმ ² 1 წუთში	E_{V_1} , კგ/სმ ²	E_{V_2} , კგ/სმ ²	E_{V_3} , კგ/სმ ²	E_{V_2} და E_{V_1}	E_{V_3} და E_{V_1}	E_{V_3} და E_{V_2}	
	ფარდობითი დეფორმაციები									
	ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3							
0,2 R	287×10^{-6}	292×10^{-6}	300×10^{-6}	46480	48970	51330	1,05	1,10	1,05	$R_1 = 66,7$
0,4 R	560 "	577 "	582 "	47640	49570	52920	1,04	1,11	1,07	$R_2 = 71,5$
0,5 R	705 "	723 "	730 "	47300	49450	52740	1,05	1,11	1,07	$R_3 = 77,0$
0,6 R	859 "	879 "	898 "	46590	48810	51450	1,05	1,10	1,06	$\gamma_1 = 1,32$
0,8 R	1233 "	1263 "	1280 "	43280	45290	48130	1,05	1,11	1,06	$\gamma_2 = 1,33$ $\gamma_3 = 1,31$

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, დატვირთვის მიყენების სხვადასხვა (V_2 და V_1) სიჩქარეზე განსაზღვრული დეფორმაციის მოდული განსხვავდება ერთმანეთისაგან საშუალოდ 1,05-ჯერ, V_3 და V_1 სიჩქარეზე გამოცდისას 1,11-ჯერ და V_3 და V_2 სიჩქარეზე — 1,07-ჯერ.

ანალოგიური ცდები ჩატარებულ იქნა მძიმე ბეტონზე. მძიმე ბეტონი დაპროექტებულ იქნა 120 კგ/სმ² სიმტკიცით. 1 მ³ ბეტონის შემადგენლობა: ცემენტი აქტივობით 286 კგ/სმ²—250 კგ, ქვიშა—790 კგ, ლორღი—1176 კგ და წყალი 186 ლიტრი (კგ). პრიზმები 10×10×30 სმ ზომებით გამოცედით 34 დღის ხნოვანობით ორი (V_1 და V_2) დატვირთვის სხვადასხვა სიჩქარეზე (ცხრილი 4). დეფორმაციები განსაზღვრულ იქნა 100 მმ ბაზიანი სარკიანი ტენზომეტრებით ნიმუშების განუწყვეტელი დატვირთვის შემთხვევაში. თითოეული დატვირთვის სიჩქარეზე გამოცდილ იქნა სამ-სამი ნიმუში. მე-4 ცხრილში მოცემულია სიმტკიცის ზღვარის ნაწილის 0,1 R, 0,2 R, 0,3 R, ... (სადაც R არის მოცემული დატვირთვის სიჩქარეზე განსაზღვრული პრიზმული სიმტკიცის ზღვარი) შესაბამისი ფარდობითი დეფორმაციის სიდიდეები, ამას გარდა დეფორმაციის მოდული, სიმტკიცის ზღვარი და მოცულობითი წონა.

მე-4 ცხრილში მოყვანილ დეფორმაციათა ფარდობა ($\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}$) გვიჩვენებს, რომ დატვირთვის სიჩქარის დაახლოებით 19-ჯერ გაზრდამ გამოიწვია სიმტ-

ცხრილი 4

ძაბვა σ , კგ/სმ ²	დატვირთვის სიჩქარე		ϵ_1 ϵ_2	დეფორმაციის მოდული		შეფარდება E_{V_1} და E_{V_2}	სიმტკიცის ზღვარი კგ/სმ ² -ით და მოცულობითი წინა ტ ^{0.9} -ით
	$V_1=0,15$ კგ/სმ ² 1 წუთში	$V_2=2,5$ კგ/სმ ² 1 წუთში		E_{V_1} კგ/სმ ²	E_{V_2} კგ/სმ ²		
	ფარდობითი დეფორმაცია						
	ϵ_1	ϵ_2					
0,2 R	107×10^{-6}	103×10^{-6}	1,04	178880	198640	1,11	$R_1 = 95,7$ $R_2 = 102,3$
0,4 R	240 "	237 "	1,01	159500	172660	1,08	
0,5 R	325 "	322 "	1,01	147230	158880	1,08	$\gamma_1 = 2,37$ $\gamma_2 = 2,37$
0,6 R	423 "	417 "	1,02	135740	147190	1,08	
0,8 R	722 "	703 "	1,03	106040	116420	1,10	
0,95 R	1222 "	1187 "	1,03	74400	81870	1,10	

კიციის ზღვარის ნაწილის შესაბამისი დეფორმაციების უმნიშვნელო შემცირება. მძიმე ბეტონისათვის დატვირთვის სხვადასხვა (V_1 და V_2) სიჩქარეზე განსაზღვრული დეფორმაციის მოდული განსხვავდება ერთმანეთისაგან საშუალოდ 1,09-ჯერ.

დეფორმაციის მოდულთა შორის დამოკიდებულება, რაც განსაზღვრულია დატვირთვის ორ სხვადასხვა სიჩქარეზე, შეიძლება გამოისახოს ფორმულით

$$E_{V_n} = \frac{E_{V_k}}{1 + \frac{R_k}{R_n} \frac{\epsilon_k}{\epsilon_n}}$$

სადაც ϵ_k , ϵ_n , R_k , R_n ფარდობითი დეფორმაციები და სიმტკიცის ზღვარი განსაზღვრულია ორ (V_k და V_n) დატვირთვის მიყენების სიჩქარეზე, ამასთან $V_k < V_n$. ჩვენ მიერ ჩატარებული, ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ წილადის მნიშვნელში შემავალი

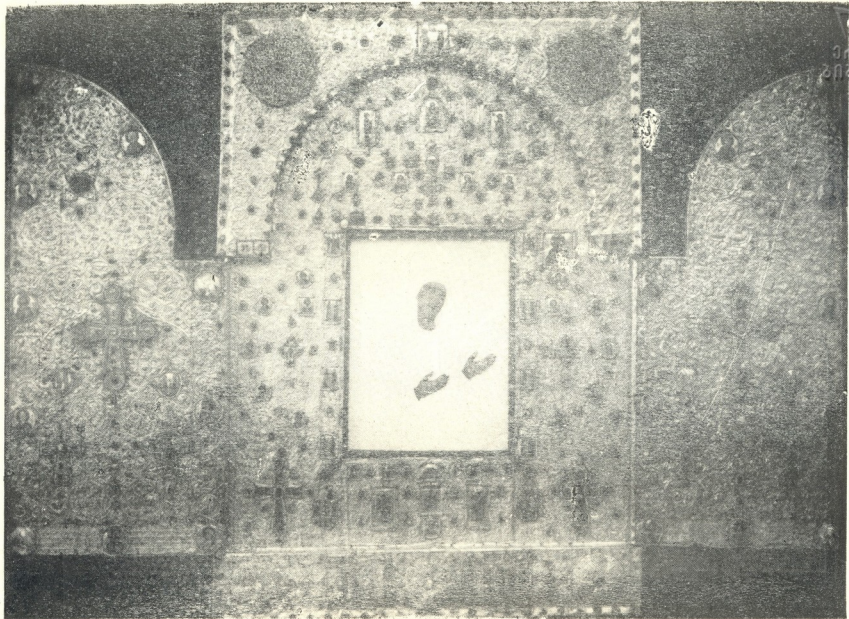
$\frac{R_k}{R_n} - \frac{\epsilon_k}{\epsilon_n}$ სიდიდე იმდენად მცირეა, რომ პრაქტიკული საკითხების გადაჭრის შემთხვევაში შეიძლება მისი უგულებელყოფა. ამის შედეგად სათანადო მიახლოებით შეგვიძლია მივიღოთ, რომ პრაქტიკულად $E_{V_k} \cong E_{V_n}$ ე. ი. დეფორმაციის მოდული არ არის დამოკიდებული დატვირთვის სიჩქარეზე.

ვ. ი. ლენინის სახელობის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა თბილისის ინსტიტუტი

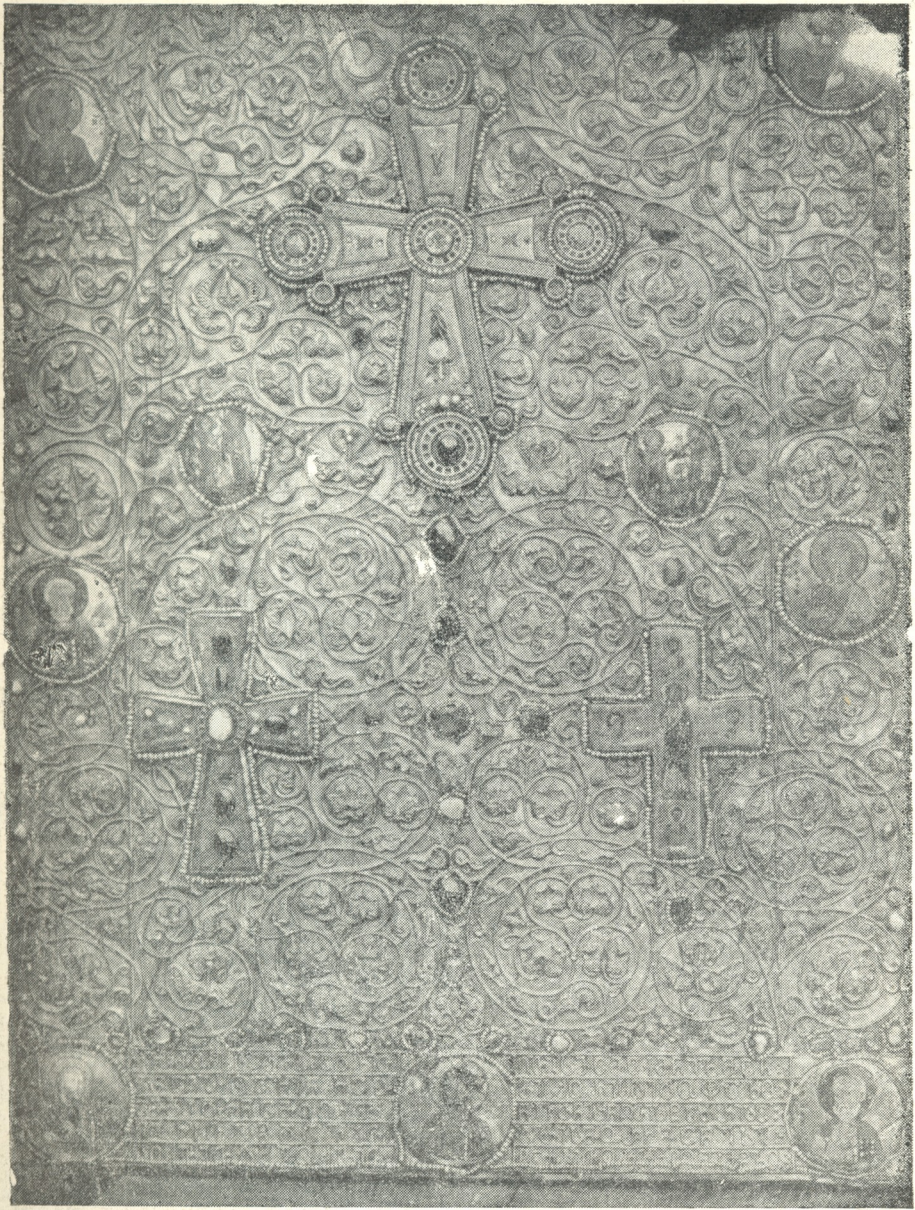
(რედაქციას მოუვიდა 3.4.1958)

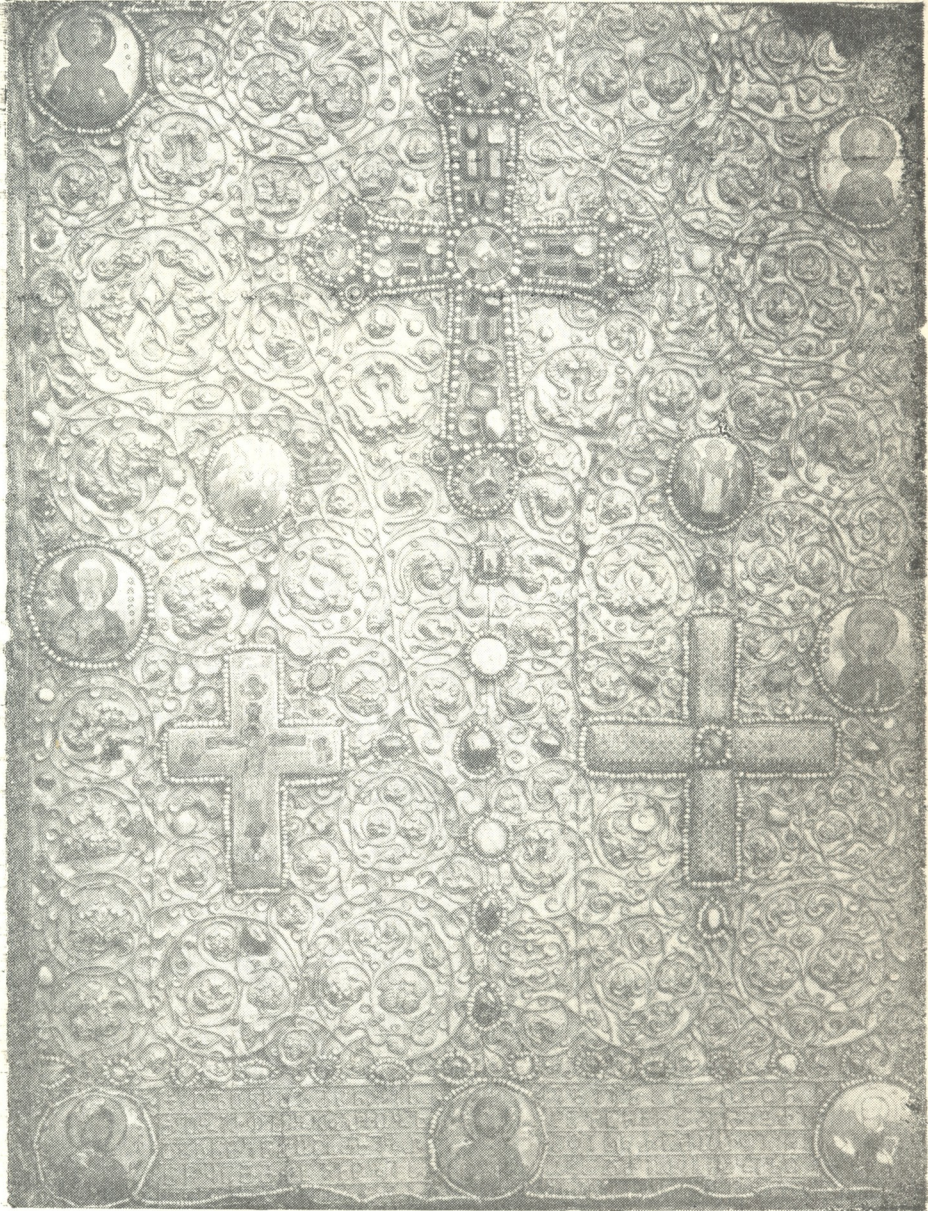
დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. А. Остащев. Зависимость деформации материалов от времени действия нагрузки и скорости ее приложения. Изд. Академии Архитектуры Украинской ССР, 1954.
2. Е. А. Троицкий. Влияние скорости нагружения на деформации бетона. Труды Казанского инст. инж. Коммунального строительства, вып. V, 1938.
3. О. П. Квирикадзе. Влияние скорости нагружения на деформации легкого бетона Библиотека ТБИИЖТ-а, 1957.

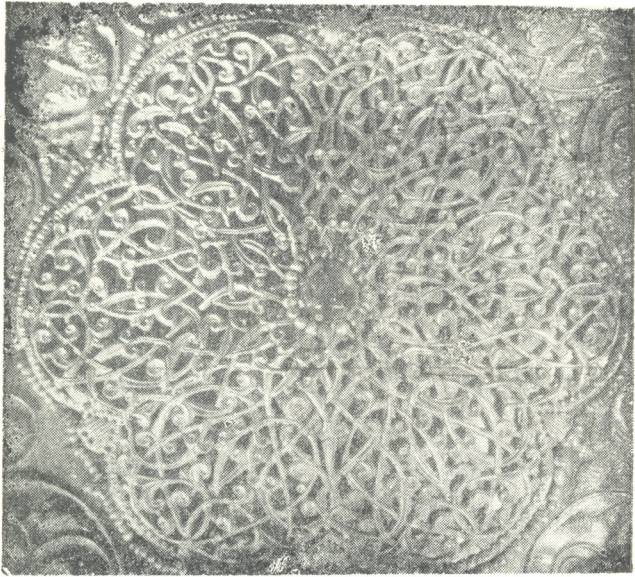


ტაბ. 1

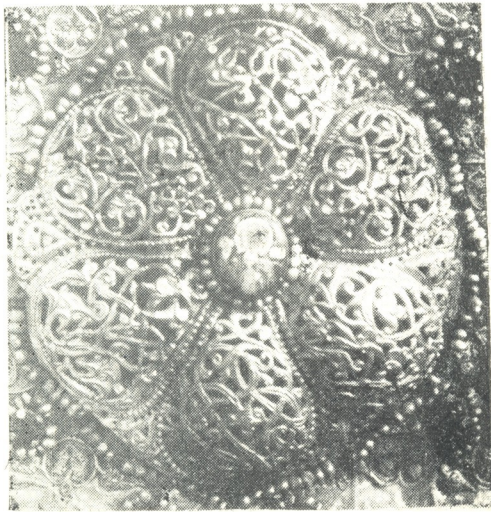




ტბ. 3



ტაბ. 4



ტაბ. 5

წ. ასათიანი

ელექტროფიციკრებული რკინიგზის ელექტრომომარაგების
სისტემის პარამეტრების დისკრეტული მნიშვნელობის
ეკონომიური შერჩევა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიევა 5.6.1958)

ელექტროფიციკრებული რკინიგზების შიდა ელექტრომომარაგების სისტემის ძირითადი პარამეტრების — საკონტაქტო ქსელის სადენების განივკვეთისა და წვევის ქვესადგურებს შორის მანძილის არჩევა წარმოებს ეკონომიკური პირობების გათვალისწინებით [1]. სხვადასხვა ავტორს [2, 3, 4, 5] მოცემული აქვს ელექტროფიციკრებული რკინიგზის პარამეტრების განსაზღვრის ეკონომიკური ანგარიშები წლიური ხარჯების მინიმუმის მიხედვით. ზოგი მათგანი [2, 3] არ ითვალისწინებს ქვესადგურებს შორის მანძილის გავლენას წლიურ ხარჯებზე. დანარჩენები [4, 5] კი ითვალისწინებენ სადენების განივკვეთისა და ქვესადგურებს შორის მანძილის გავლენას წლიურ ხარჯებზე.

მაგრამ ეკონომიკურად ოპტიმალური პარამეტრების გამოყენება უმეტეს შემთხვევაში შეუძლებელია, ვინაიდან მათ წარედგინებათ დამატებითი მოთხოვნები. მაგალითად, საკონტაქტო ქსელის სადენების განივკვეთი q უნდა შეესაბამებოდეს სტანდარტულ კვეთებს; წვევის ქვესადგურებს შორის საშუალო მანძილი l კი უნდა შეესაბამებოდეს მათი (ქვესადგურების) მთელ რიცხვს. ამის გამო ეკონომიკური ანგარიშის შედეგად მიღებული სადენების კვეთი და ქვესადგურებს შორის მანძილი ჩვეულებრივად მრგვალდება.

წინამდებარე შრომაში მოცემულია q და l -ის დისკრეტულ მნიშვნელობამდე დამრგვალების ეკონომიკურად დასაბუთებული ხერხი.

საკონტაქტო ქსელის სადენების განივკვეთისა და ქვესადგურებს შორის მანძილისაგან დამოკიდებული წლიური ხარჯები შეიძლება გამოისახოს შემდეგი განტოლებით:

$$T = AqL + Bl^2 \left(\frac{1}{q} + k \right) L + C \left(\frac{L}{l} + 1 \right), \quad (1)$$

სადაც: AqL წლიური ანარიცხებია საკონტაქტო ქსელის ღირებულებიდან;

$Bl^2 \left(\frac{1}{q} + k \right) L$ — წლიური ხარჯები, რომელიც დაკავშირებულია წვე-

ვის ქსელში დაკარგული ენერგიის ღირებულებისა და მატარებლის სიჩქარეზე კვეთის გავლენასთან [2];

$k = r_p \rho$ — შეფარდება სარელსო წრედის გრძივი წინაღობისა სპილენძის გამტარების ხვედრით წინაღობასთან;

$C \left(\frac{L}{l} + I \right)$ — წლიური საექსპლოატაციო ხარჯები და ანარიცხები ქვესადგურის ღირებულებიდან, რომელნიც წვევის ქვესადგურების $\left(\frac{L}{l} + I \right)$ რაოდენობის პროპორციულია;

L — ელექტროფიცირებული უბნის სიგრძე.

წლიური ხარჯების მინიმუმის პირობა $\left(\frac{\partial \Gamma}{\partial q} = 0 \text{ და } \frac{\partial \Gamma}{\partial l} = 0 \right)$ გამოისახება შემდეგი განტოლებებით:

$$q = l \sqrt{\frac{B}{A}} \quad (2,1)$$

და

$$2 Bl^3 \left(\frac{I}{q} + k \right) = C. \quad (2,2)$$

მოყვანილი (2) განტოლებების ამოხსნით განისაზღვრება პარამეტრების ეკონომიკურად ოპტიმალური მნიშვნელობა — q_0 და l_0 . მაგრამ პრაქტიკულად შეიძლება განხორციელდეს მხოლოდ უახლოესი სტანდარტული განაკვეთი — q_1 ან q_2 ($q_1 < q_0 < q_2$) და შესაძლებელი საშუალო მანძილი — l_1 ან l_2 ($l_1 < l_0 < l_2$). ეკონომიკური თვალსაზრისით q_1 და q_2 განიკვეთებისა და l_1 და l_2 მანძილების ექვივალენტობის პირობად უნდა მივიჩნიოთ წლიური ხარჯების ტოლობა:

$$\Gamma(q_1, l_1) = \Gamma(q_2, l_2), \quad (3)$$

სადაც Γ გამოსახულია (1)-ის მიხედვით. თუ დავუშვებთ, რომ $l_1 = l_2$, მაშინ (3)-დან მივიღებთ ექვივალენტური კვეთის მნიშვნელობას:

$$q_3 = \sqrt{q_1 q_2}. \quad (4)$$

ანალოგიურად, თუ მივიღებთ (3)-ში, რომ $q_1 = q_2$, ექვივალენტური მანძილის მნიშვნელობა იქნება

$$l_3 = \sqrt[3]{l_1 \frac{l_1 + l_2}{2} l_2}. \quad (5)$$

ამგვარად, განიკვეთისა და მანძილის დისკრეტულ მნიშვნელობათა შერჩევის მიმდევრობა შემდეგია: უნდა განისაზღვროს ეკონომიკურად ოპტიმალური პარამეტრები — q_0 და l_0 , შერჩეულ იქნეს უახლოესი q_1 და q_2 სტანდარტული განიკვეთები და შესაძლებელი მანძილები — l_1 და l_2 . შემდეგ (5) და (6) ფორმულების თანახმად უნდა განისაზღვროს q_3 და l_3 . განიკვეთის ეკონომიკურად ოპტიმალური (q_0) და ექვივალენტური (q_3) მნიშვნელობების შედარების შედეგად თუ აღმოჩნდა, რომ $q_0 < q_3$, მაშინ გამოყენებულ უნდა იქნეს სტანდარტული კვეთი q_1 , ვინაიდან მისი განხორციელება ნაკლებ წლიურ ხარჯებს გამოიწვევს. თუ $q_0 > q_3$, იმავე მოსაზრებით უნდა განხორციელდეს

კვეთი q_2 , თუკი $q_0 = q_3$, კვეთები q_1 და q_2 წლიური ხარჯების თვალსაზრისით ტოლფასია. ამ შემთხვევაში უპირატესობა უნდა მიეცეს ნაკლებ q_1 კვეთს, რადგანაც მისი განხორციელება გამოიწვევს მასალის ეკონომიას და სამშენებლო ღირებულების შემცირებას. ანალოგიურად შედარებულ უნდა იქნეს l_0 და l_3 . თუ $l_0 < l_3$, უნდა განხორციელდეს l_1 , თუ $l_0 > l_3$, მაშინ — l_2 . თუკი აღმოჩნდა, რომ $l_0 = l_3$, მაშინ შეიძლება განხორციელდეს როგორც l_1 , ისე l_2 . ამ უკანასკნელ შემთხვევაში უპირატესობა უნდა მიეცეს მეტ l_2 მანძილს, ვინაიდან მისი განხორციელება შეამცირებს ქვესადგურების რაოდენობას და, მაშასადამე, მათს სამშენებლო ღირებულებას.

წინამდებარე შრომაში მოცემული (5) ფორმულას აქვს ზოგადი მნიშვნელობა და იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საერთო მოხმარების ქსელის ანგარიშის დროსაც. ამ უკანასკნელის შემთხვევაში სტანდარტული კვეთის შერჩევა ზემოაღნიშნული წესით წარმოებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. დიდებულის სახელობის
ენერგეტიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 5.6.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Технические условия проектирования электрофикации железных дорог (ТУПЭ-57), М., 1957.
2. В. Е. Розенфельд и др. Электрические железные дороги. М., 1957.
3. К. Г. Марквардт. Энергоснабжение электрофицированных железных дорог. М., 1948.
4. К. Г. Кучма. К вопросу выбора параметров системы энергоснабжения электрических железных дорог. Техника железных дорог, № 9, 1950.
5. И. Я. Рышковский. Неиспользованные возможности системы постоянного тока и распредел. питание контактной сети электрических железных дорог. Труды ДИИТ-а, в. 24, М., 1954

ა. მიქელაძე

ნახშირის თხელი და საშუალო სისქის აშლილი ფენების
დამუშავების ზოგიერთი თავისებურება

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 4.7.1968)

ნახშირის საბადოებს ხშირად განლაგების რთული სამთოგეოლოგიური პირობები აქვს. იცვლება ნახშირის ფენებისა და გვერდითი ქანების სისქე და აღნაგობა. ზოგჯერ ფენები მოლუნული, დანაოჭებული, გაწყვეტილია და ა. შ.

ნახშირის ფენების დამუშავება ამგვარ უბნებში ჩვეულებრივ გაძნელებულია და მრავალი სპეციფიკური თავისებურებით ხასიათდება: ძნელია ფენების განლაგების ნამდვილი სურათის დადგენა, რთულია სამთო გამონამუშევრების გაყვანა-გამაგრება და შენახვა, მეტწილ შემთხვევებში ძნელია წმენდითი სამუშაოების წარმოება, დიდი ნახშირის დანაკარგები და სხვ.

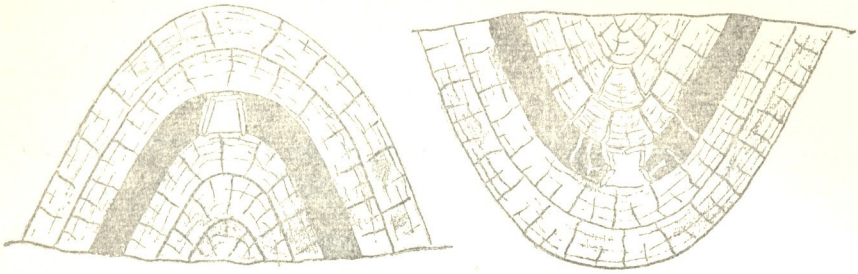
ქვემოთ განხილულია ნახშირის თხელი და საშუალო სისქის აშლილი ფენების დამუშავების ზოგიერთი თავისებურება, ძირითადად კი აშლილობის გველენა სამთო გამონამუშევრების შენახვასა და წმენდითი სამუშაოების წარმოებაზე.

ნაოჭის ზონებში სამთო-მოსამზადებელ გამონამუშევრებს ჩვეულებრივ თაღებში, მულდებში ან მის ფრთებზე განალაგებენ. მათი შენახვის პირობები ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდება. გამონამუშევრები მულდებში დიდი წნევის ქვეშა და ისინი უფრო ადვილად განიცდიან დეფორმაციას, ვიდრე თაღებში. შედარებით ხელსაყრელ პირობებშია ნაოჭის ფრთებზე გაყვანილი გამონამუშევრები.

ნაოჭის სხვადასხვა ნაწილში არსებული სამთო წნევის სიდიდეებს შორის განსხვავება და აგრეთვე გამონამუშევრების სხვადასხვაგვარი დეფორმაცია უნდა აიხსნას: ა) ანტიკლინალებში ბუნებრივი თალისა და სინკლინალებში უკუ-თალის არსებობით (ნახ. 1); ბ) ფენების ვარდნით მულდებში გამონამუშევრისაკენ, ხოლო თაღებში — გამონამუშევრისაგან (ნახ. 1, 2); გ) გამონამუშევრის ირგვლივ სამთო წნევის კონცენტრაციით, რომელიც მის მდგრადობაზე ნაოჭის მულდებში უფრო ძლიერ გავლენას ახდენს, ვიდრე ნაოჭის თაღებში (ნახ. 2); დ) სხვა ფაქტორებით (ფენის სისქე, გვერდითი ქანებთან სუსტი კონტაქტი, წყალი და სხვ.), რომლებიც ფენისა და გვერდითი ქანების დეფორმაციას ნაოჭის მულდებში უფრო მეტად აჩქარებენ, ვიდრე ნაოჭის თაღებში.

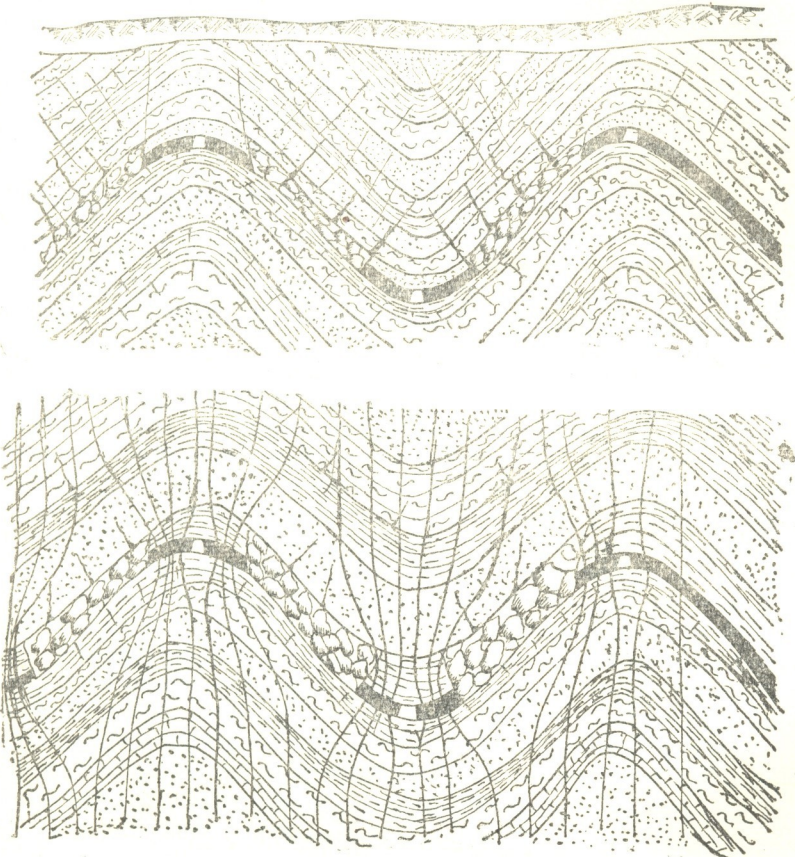
ნაოჭის მულდებსა და თაღებში გაყვანილი გამონამუშევრების მდგრადობაზე გარკვეულ გავლენას ახდენს აგრეთვე მეზობელ ფრთებზე წმენდითი სამუშაოების ურთიერთგანლაგება. მაგ., არასიმეტრიულ ანტიკლინალში უფრო ციცაბო ფრთაზე წინსწრებით მუშაობისას ღერძის გასწვრივ გაყვანილი გამონამუშევრის შენახვა წმენდით სამუშაოებს შორის უბანში მეტისმეტად რთულდება. ეს გამოწვეულია გამომუშავებულ სივრცეში თალის ქანების დაცოცებით (ნახ. 3). დამრეც ფრთაზე წმენდითი სამუშაოების წინსწრებისას კი, პირუკუ, ანტიკლინალის ღერძის გასწვრივ გაყვანილი გამონამუშევარი ბევრად უფრო

ხელსაყრელ პირობებში იმყოფება (ნახ. 3). არასიმეტრიულ სინკლინალში საე-
სებით საწინააღმდეგო სურათია.



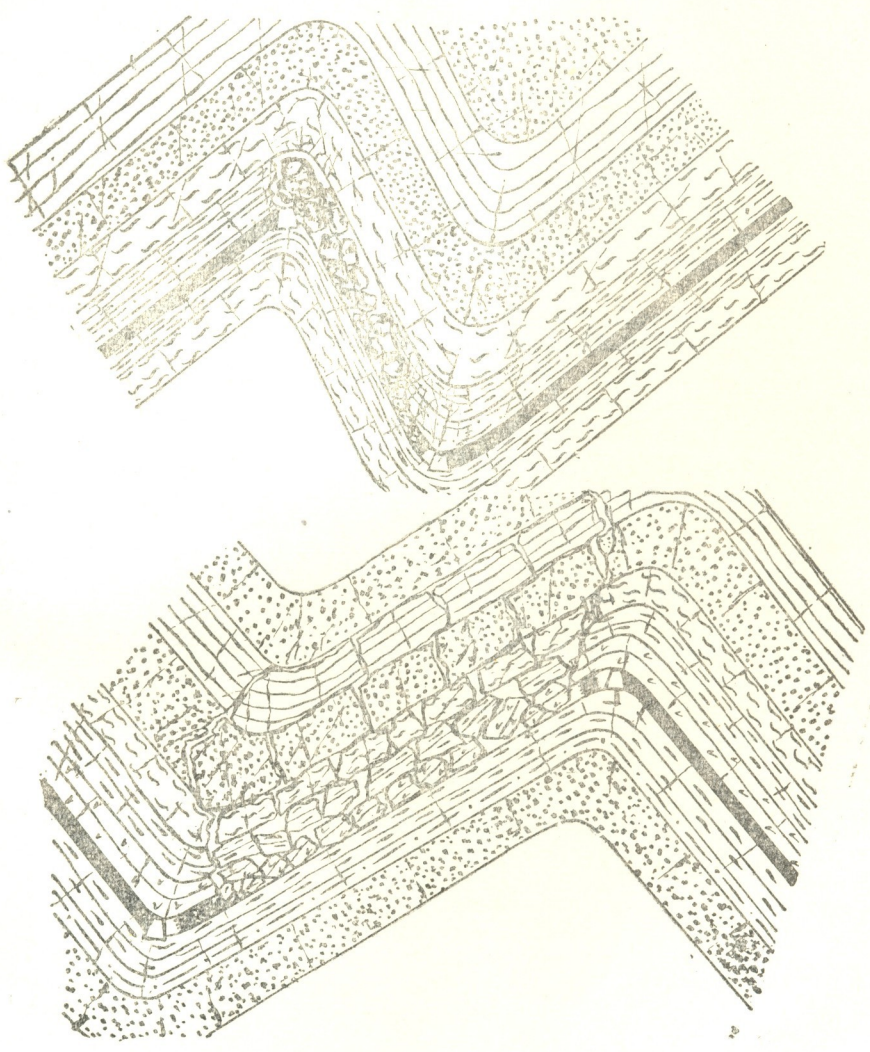
ნახ. 1

განსაკუთრებით მძიმე შემთხვევებში, როცა მუღლებში გაყვანილი გამო-
ნამუშევრები ფენების უკუსვლით დამუშავების დროსაც კი ძლიერ დიდ დე-
ფორმაციას განიცდიან, საჭიროა სავლე მომზადება. გამონამუშევრები გაყვა-



ნახ. 2

ნილ უნდა იქნეს საგები გვერდის ქანებში ნაოჭის ღერძული სიბრტყიდან მოშორებით. საველე მომზადების შემთხვევაში. თუ ნაოჭა სტრუქტურები დიდ მანძილზე ვრცელდება (>400—500 მ), მაშინ სასურველია მათი დაყოფა 300—400 მ სიგრძის ამოსაღებ უბნებად. ასეთი უბნები შახტის ველში შეიქმლება დამუშავდეს პირდაპირი სვლით, ხოლო თვით ფენები ამოსაღებ უბნებში — უკუსვლით.



ნახ. 3

არა ნაკლებ რთული და საინტერესოა ნაოჭა ზონებში წმენდითი სამუშაოების ხასიათი, განსაკუთრებით ნაოჭის მეზობელი ფრთების ერთდროულად დამუშავებისას. არასიმეტრიულ სინკლინალში დამრეც ფრთაზე წმენდითი სამუშაოების წინსწრებით მუშაობისას, ციცაბო ფრთის ჰერის ქანები დაყოფ-

ბას ცდილობენ, რაც გამონამუშევრების თვითდაქცევის საშიშროებას ქმნის. ხელსაყრელი პირობები იქმნება ციკაბო ფრთაზე სამუშაოების მცირე წინსწრებისას (8—10 მ). ამ დროს თუ მუშაობა წარმოებს ჭერის ჩამოქცევით, ლავის ქვედა ნაწილი კარგად ამოიყორება; მეორე ფრთაზე კი ქანების დაცოცების საშიშროება აცლებულია.

არასიმეტრიულ ანტიკლინალში ამა თუ იმ ფრთაზე სამუშაოების წინსწრება წმენდითი სამუშაოების მდგრადობაზე შესამჩნევ გავლენას არ ახდენს.

ციკაბო ნაოჭებში ერთ-ერთი ფრთის წმენდითი სამუშაოებით მეორე ფრთის გამოზემუშავების (სინკლინალებში) ან ღერძული გამონამუშევრების დარღვევის (ანტიკლინალებში) ასაცილებლად მეზობელ ფრთებზე ლავების ურთიერთწინსწრება ჩამოქცევის ბიჯს არ უნდა აღემატებოდეს (5-7 მ). ნებისმიერი ნაოჭის მეზობელ ფრთებზე, თუ წმენდითი სამუშაოები ურთიერთწინსწრების გარეშე წარმოებს, სანგრევები და სამგრევლო სამაგრი გაძლიერებული დაწოლის ქვეშე შეიძლება მოხდეს, გაძნელებს ჭერის ჩამოქცევა, ხოლო განსაკუთრებულ შემთხვევებში ლავაც დაიქცევა.

დამრეც და დიდი ნაოჭების ზონებში ფენების დამუშავებისას ასეთი გარეულებები იშვიათია და ნაოჭის მეზობელი ფრთები შეიძლება ცალ-ცალკე გამოუმუშავდეს.

წმენდითი სანგრევის კონტურში ნახშირის ფენის მკვეთრი გადაღუნვისას საჭიროა სამუშაოების, განსაკუთრებით კი სამთო წნევის, ფრთხილი მართვა. როცა ლავის ქვედა ნაწილი ციკაბოა და ზედაც დამრეცი, მაშინ გადაღუნვის ზონაში სანგრევის დაცოცების მეტი საფრთხეა, ხოლო როცა ლავის ქვედა ნაწილი დამრეცია და ზედა ციკაბო, მაშინ პირველში ჭერის ჩამოქცევისას მეორეში მისი ჩამოცოცებისა და დაქცევის საშიშროება იქმნება. ამიტომ ორივე შემთხვევაში ფენის გადაღუნვის ადგილზე საჭიროა რამდენიმე რიგად ჯარგვალეების დადგმა. სასურველია აგრეთვე ამ უბნის ნაწილობრივი ან მთლიანი ამოვსება.

ფენების წყვეტების გავლენა დამუშავების პირობებზე ბევრად უფრო მნიშვნელოვანი და მრავალფეროვანია, ვიდრე ნაოჭების გავლენა.

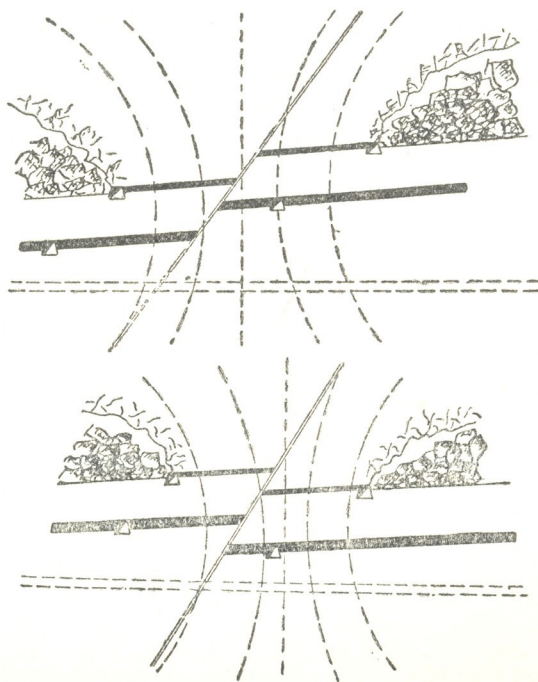
სამთო-გამყვანი სამუშაოებისათვის განსაკუთრებით საშიშია ღია ნაბრალოანი წყვეტები, რომლებიც წარმოადგენილია დარღვეული და დაქუცმაცებული ქაბით. ამ შემთხვევაში არცთუ იშვიათია წყლის დიდი მოღენა. ასეთ პირობებში ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოები უნდა შეიზღუდოს და ზოგჯერ აიკრძალოს კიდევაც. უფრო პერსპექტიული იქნება დარღვეული და დაქუცმაცებული ქანების წინასწარი გამკვრივება (ცემენტაცია), რაც საგრძნობლად გააუმჯობესებს გამონამუშევრების გაყვანისა და შენახვის პირობებს.

ტექტონიკური წყვეტების ზონებში გამონამუშევრების შენახვის სიძნელის მეორე მნიშვნელოვან მიზეზს წარმოადგენს სამთო წნევის ნორმალური განაწილების დარღვევა და მისი კონცენტრაცია ცალკეულ უბნებზე. ეს მოვლენა განსაკუთრებით შესამჩნევია ფენთა ჯგუფის დამუშავებისას, თუ შემდებარე ფენებში წყვეტის ზონებთან ნახშირის მთელანებს ტოვებენ. ძირითადი სამთომოსამზადებელი გამონამუშევრების ის უბნები, რომლებიც გვხვდება შეყურსული წნევის ზონებში, უფრო ადვილად განიცდიან დეფორმაციას, ვიდრე ამ ზონის გარეთა უბნები (ნახ. 4), ამიტომ ასეთი გამონამუშევრები წყვეტების ზონების ან მათთან დასატოვებელი მთელანების გარეთ უნდა იქნენ გაყვანილი. თუ ეს არ მოხერხდება, გამონამუშევრების თავზე მდებარე უბნიდან ნახშირის მაქსიმალური გამოღებისაკენ უნდა ვისწრაფოდეთ. ამასთან აუცილებელია საბადოს ჰიდროგეოლოგიური პირობების გათვალისწინებაც.

განსხვავებულ წნევასა და დეფორმაციას განიცდიან აგრეთვე ფენების წყვეტის სხვადასხვა ფრთაზე გაყვანილი გამონამუშევრები (განსაკუთრებით დამუშავების მთლიანი სისტემის დროს). მიახლოებით შეიძლება ჩაითვალოს,

რომ ფენების წყვეტის ზედაპირის გამონამუშევრისაკენ ვარდნისას ამ უკანასკნელის შენახვისათვის უფრო ხელსაყრელი პირობები არსებობს, ვიდრე წყვეტის ზედაპირის გამონამუშევრისაგან ვარდნისას (იმ პირობით, რომ მეორე ფრთა არაა გამოშვებული). სამაგიეროდ, სამთო წნევის გამოვლინების კანონზომიერება პირველ შემთხვევაში ნაკლებად ცხადი და სტაბილურია, ვიდრე მეორე შემთხვევაში.

ფენების წყვეტის ფრთებზე გამონამუშევრების შენახვის არაერთნაირი პირობები გამოწვეულია შემდეგით (ნახ. 4):



ნახ. 5

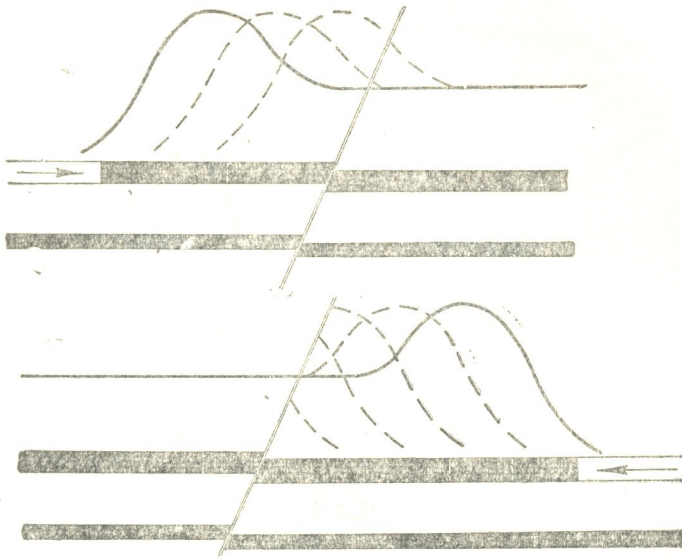
ა) ფენების წყვეტის საგებ ფრთაზე მისი დამუშავებით შექმნილი საყრდენი წნევა მთლიანად გამონამუშევარსა და მის გასწვრივ დატოვებულ ნახშირის მთელანაზე გადადის. სახურავი ფრთის დამუშავებისას საყრდენი წნევა წყვეტის საგებ გვერდზე გადადის და ამიტომ ნახშირის მთელანა ნაწილობრივ განიტვირთება. საყრდენი წნევისა და მთელანის განტვირთვის ხარისხი დიდადა დამოკიდებულია ნახშირის სიმაგრის, ფენების დახრის, წყვეტის ხასიათის, ნაპრალის დაქანების, გვერდითი ქანების თვისებებისა და სხვა გარემოებათაგან.

ბ) ფენთა ჯგუფის დაღმავალი რიგით დამუშავებისას წყვეტის საგებ ფრთაზე განლაგებული გამონამუშევრები ზედა ფენებში დატოვებული მთელანების ქვეშ განვითარებულ შეყურსული წნევის ზონაში შეიძლება მოხვდეს. წყვეტის სახურავი ფრთის გამონამუშევრები ჩვეულებრივ ამ ზონის გარეთ იმყოფება.

ძლიერ ციცაბო ნაპრალის შემთხვევაში წყვეტის სხვადასხვა ფრთაზე გაყვანილი გამონამუშევრების შენახვის პირობებს შორის განსხვავება ისპობა, ხო-

ლო სამთო წნევა, აგრეთვე გამონამუშევრების დეფორმაცია, შეიძლება გაიზარდოს.

ფენების წყვეტის ზონებსა და მათ სიახლოვეს წმენდითი სამუშაოების თავისებურებათა შესწავლა გვიჩვენებს, რომ ისინი ზემდებარე ქანების არათანაბარ წნევასა და დეფორმაციას განიცდიან. ერთსა და იმავე სანგრევეში, როგორც მის გასწვრივ, ისე სანგრევის გადაადგილებასთან ერთად სავრძობლად იცვლება ნახშირის გამოღების პირობები. ჰერის ქანების ჩამოქცევის ხასიათი და წმენდითი სამუშაოების უსაფრთხოება ბევრადაა დამოკიდებული ფენების წყვეტაზე. განსაკუთრებით სახიფათოა განივი წყვეტა, რომლის დროსაც ლავის სანგრევი წყვეტის ნაპრალის პარალელურადაა განლაგებული. წმენდითი სამუშაოების წყვეტასთან მიახლოებისას დამუშავებაში მყოფი ქანების დაძვრის ინტენსივობა და სამთო წნევა მკვეთრად იზრდება. წყვეტის ზედაპირთან საგებ ფრთიდან მიახლოებისას გაძლიერებული დაწოლის ნიშნები უფრო მეტად იჩენს თავს, ვიდრე საწინააღმდეგო მიმართულებით. ამ მოვლენის ბუნება ზემოთ იყო ახსნილი და ნაჩვენებია ნახ. 5-ზე.



ნახ. 5

განივი წყვეტების დროს, თუ ნაპრალობის ლავის მიყვანა შესაძლოა, მაშინ მის გაღმა გადასვლა სასურველია მთელი ფრონტით განხორციელდეს. ლავის სანგრევის გასწვრივ ერთმანეთისაგან 5—10 მ დაცილებით საჭიროა წყვეტის მეორე ფრთაზე 1,2—2 მ სიღრმისა და ასეთივე სიგანის სპირალებით შეჭრა. მათი ერთმანეთთან შეერთების შემდეგ შესაძლებელია წყვეტის მეორე ფრთაზე წმენდითი სამუშაოების ნორმალურად წარმართვა. უნდა აღინიშნოს, რომ ლავის მთელი ფრონტით წყვეტის ზონის გადასვლა დაწეული ფრთიდან აწეულისაკენ ბევრად უფრო ადვილია, ვიდრე საწინააღმდეგო მიმართულებით. ამიტომ პირველის დროს ასეთი გადასვლა შეიძლება შესრულდეს 3—5 მ ამპლიტუდის წყვეტის დროსაც კი. მეორე შემთხვევაში წყვეტის ამპლიტუდა 1,5—2 მ არ უნდა აღემატებოდეს. სხვა დანარჩენ შემთხვევებში წყვეტის ზონის გადასვლის მიზნით საჭირო იქნება დამატებითი დაჭრა.

გრძივი წყვეტის შემთხვევაში სიძნელეებს ნაკლებად მწვავე, მაგრამ სა-
მაგიეროდ მუდმივი ხასიათი აქვს. გადაადგილების ძალიან მცირე ამპლიტუ-
დის შემთხვევაში (0,8—1 მ) საჭიროა წყვეტის ზონის გაძლიერებული გამაგ-
რება. წყვეტის ხაზის გასწვრივ საგებ ფრთაზე ზოგჯერ ჯარგვალეებიც უნდა
დაიდგას. მეორე ფრთის ქანები საკმარისია გამბრჯენი ბიგებით გამაგრდეს.

როდესაც გრძივი წყვეტა ფენს მთლიანად გადაფარავს, მაშინ ლავი უბ-
ნებად უნდა დაიყოს. წმენდითი სამუშაოები შეიძლება ორნაირად განხორცი-
ელდეს: ა) ლავის ქვედა ნაწილი 2-3 მ უსწრებს ზედას და მათ შორის კავშირი
აღმავალი გამკვეთებით ან კვერშლავებით ხორციელდება; ბ) წყვეტის გასწვრივ
საგებ და სახურავ ფრთებში ურთიერთპარალელური სასულეები გაიყვანება,
რომლებიც ყოველ 8—10 მ ერთმანეთთან ერთდება.

პირველი სქემის ნაკლია გაყვანის პროცესში აღმავალი გამკვეთებისა და
კვერშლავების განიავების სიძნელე; მეორე კი დამატებით მოითხოვს სასუ-
ლეების გაყვანას და მათში კონვეერების დადგმას. პირველი სქემა შეიძლება
რეკომენდებულ იქნეს 2-3 მ ნაკლები ამპლიტუდის წყვეტებისათვის, ხოლო
მეორე — არა უმეტეს 5—8 მ ამპლიტუდის მქონე წყვეტებისათვის.

დიავონალური წყვეტის შემთხვევაში, თუ მისი ამპლიტუდა არ აღემატება
1-2 მ, გადასვლა შეიძლება განხორციელდეს დაჭრითი სამუშაოების გარეშე.
ამასთან ნახშირისა და მასალების მოხერხებული ტრანსპორტისათვის საჭიროა
სახურავი და საგები ფრთის ქანების გამოშვრილი ნაწილების მონგრევა-მოს-
წორება, უფრო დიდი წყვეტისას კი — ახალი ლავის ჩვეულებრივი წესით
გაჭრა.

ნახშირის აშლილი ფენების დამუშავების ყველაზე რაციონალური მეთო-
დი უკუსვლითი ლავები. პირდაპირ ლავებთან შედარებით მათ დიდი უპირა-
ტესობა აქვთ. ამოსაღები გამონამუშევრების გაყვანის პროცესშივე ზუსტდება
ფენების განლაგების პირობები, გადავილებულია მათი შენახვა, უმჯობესდება
წმენდითი სანგრევის განიავება, ადვილად ხორციელდება ტექტონიკური წყვე-
ტების გადალახვა, მცირდება ნახშირის დანაკარგები და სხვ. ლავების სიგრძე
80—100 მ არ უნდა აღემატებოდეს. უფრო გრძელ ლავებში გაძნელებულია
წმენდითი სამუშაოები და, რაც მთავარია, მათი შენახვა სანგრევის ნელი გადა-
ადგილების გამო. აშლილ უბნებზე მოკლე ლავები (60—80 მ) უზრუნველყოფენ
წმენდითი სამუშაოების წარმართვის მოქნილობას და ნორმალურ გადაადგი-
ლებას.

ძლიერ აშლილი ფენების დამუშავებისას სვეტების გამოღება უფრო ხელ-
საყრელია აღმავალი ზოლებით ან კამერულ-სვეტური მეთოდით. სასურველია
აგრეთვე სვეტების სივანე 30—40 მ შემცირდეს. განსაკუთრებით ძნელ პირო-
ბებში აშლილი ფენები შეიძლება კამერებით დამუშავდეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
სამთო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10.8.1958)



ფიზიოლოგია

ს. ბააზოვა

ნათხემში სომატოტოპური და ფუნქციური ლოკალიზაციის
საკითხისათვის

(წარნაღვინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაკურაძემ 9.10.1958)

სომატოტოპურ და ფუნქციურ ლოკალიზაციას ადამიანის ნათხემში ერთ-ერთი წამყვანი ადგილი უკავია ფუნქციითა ლოკალიზაციის პრობლემაში. ინტერესი ამ საკითხის შესწავლისადმი იმითაა გამოწვეული, რომ მრავალრიცხოვანი დაკვირვებები ნათხემის დაზიანებაზე დაავადებათა სხვადასხვა ფორმისა და დაზიანების პროცესის სხვადასხვა ლოკალიზაციისას, გარეგნულად ძლიერ ხშირად ვლინდება ერთგვარად და აგრეთვე ერთსა და იმავე დაზიანებისას სხვადასხვაგვარად. აქედან ცხადია, რომ ნათხემის დაზიანებისას ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის შესწავლას არსებითი მნიშვნელობა ენიჭება ნერვული სისტემის სხვადასხვა განყოფილების მოშლილობის ხასიათისა და მექანიზმის გასარკვევად ნათხემის პათოლოგიურ პროცესში.

ნათხემში სომატოტოპური და ფუნქციური ლოკალიზაცია სადღეისოდ დადგენილია მხოლოდ ცხოველებზე ექსპერიმენტული გამოკვლევებით, მაგრამ დღემდე ჯერ კიდევ არაა სასვებით ნათელი, თუ ეს ლოკალიზაცია რამდენად ვლინდება ადამიანის ნათხემის დაავადების კლინიკაში. შესაძლებელია რომ იყოს ცხოველებზე მიღებული შედეგები ადამიანს მივაკუთვნოთ, ამას უდიდესი მნიშვნელობა ექნება, რადგან მიღწეული იქნებოდა დიდი სიზუსტე პათოლოგიური კერის ლოკალიზაციის მონაცემების შესახებ, რაც ამჟამად არ გაგვაჩინა ნათხემის სპეციალური მიდამოების მიმართ: ამას კი განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ჩირურგიული დახმარების აღმოჩენის საჭიროების შემთხვევებში.

ნათხემის ფუნქციითა შესახებ აზრთა სხვადასხვაობის მიუხედავად, მკვლევართა უმრავლესობა ამ უკანასკნელ 10—20 წლის მანძილზე იზიარებს შეხედულებას მხოლოდ იმის შესახებ, რომ ნათხემი ანატომიურ კავშირში იმყოფება მთელ რიგ რეცეპტორულ და მოტორულ ნერვულ აპარატებთან, რომ ის დაკავშირებულია აფერენტულ და ეფერენტულ სისტემებთან და განიხილება როგორც თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის დამხმარე, რომლის საშუალებითაც ხორციელდება ნერვული იმპულსების გადაცემა პერიფერიიდან ცენტრისაკენ, და პირიქით. თვლიან, რომ ნათხემი შემაკავებელ გავლენას ახდენს ორგანიზმის რეფლექსურ მოქმედებაზე და მისი დაზიანება იწვევს კუნთოვანი სისტემის მოქმედების დარღვევას და მამოძრავებელი აპარატის მოშლილობას.

ჩვენ გვიანტერესებდა მხოლოდ ერთი საკითხი—როგორია სომატოტოპური და ფუნქციური ლოკალიზაცია მამოძრავებელი ფუნქციებისა და კუნთოვანი ტონუსის სხვადასხვა კუნთებში ნათხემის დაზიანების დროს, ამ ლოკალიზაციის შესაბამისად?

მეოცე საუკუნის განმავლობაში მოწოდებული იყო ანატომიური და ფუნქციური ლოკალიზაციის სქემები ნათხემში (ვერზილოვი, ბოლკი, ბარანი, ინგვარი, ლარსელი, ედრიანი, ფულტონი, სნაიდერი და სხვ.).

გამოთქმული იყო აზრი, რომ ნათხემის ცალკეული მორფოლოგიური უბნები დამოკიდებულებაში იმყოფებიან განსაზღვრულ კუნთოვან ჯგუფებთან, რომ ნათხემი ახდენს რა თითოეული ცალკეული კუნთის მოქმედების რეგულირებას, ამავე დროს ის რეგულაციას ახდენს კუნთების მუშაობისას რთულ აქტებში. დღემდე ჯერ კიდევ არაა სავსებით ნათელი საკითხი იმის შესახებ, თუ როგორია ამ ლოკალიზაციის გამოვლინება ადამიანის ნათხემის დაავადებათა კლინიკაში.

მიუხედავად კლინიკურ დაკვირვებათა დიდი რაოდენობისა და ექსპერიმენტული მონაცემებისა, რომლებიც ანატომიური გამოკვლევებითაა დადასტურებული, ნათხემის სიმპტომათოლოგია დიდი ხნის განმავლობაში არ იყო საკმაოდ დამუშავებული და დაავადების დიაგნოზის დასმა ზოგჯერ ვარაუდით უხდებოდათ. არც ისე იშვიათი იყო შემთხვევები, როდესაც ვრცელი მორფოლოგიური ცვლილებანი ნათხემში კლინიკურად მიმდინარეობდა გარეგანი ნიშნების გამოვლინების გარეშე და, პირიქით, დაავადება ოდნავ შესამჩნევი სტრუქტურული ცვლილებებით, იძლეოდა მკაფიოდ გამოსახულ სიმპტომებს.

ბლოკის სქემის საფუძველზე მიღსი და ვაიზენბურგი ცდილობდნენ შეედგინათ ადამიანის ნათხემის ფუნქციათა ლოკალიზაციური სქემა. როგორც ცნობილია, ბლოკმა თავის გამორკვევებში ცხოველებზე შეიტანა შედარებით ანატომიური მეთოდის პრინციპი. ამიტომ, მიღსისა და ვაიზენბურგის აზრით, ხელის კორდინაციის ფუნქციები გამომდინარეობენ ნათხემის ჰემისფეროს ზემო ზედაპირიდან, ფეხისა—ქვემო ზედაპირიდან, ხოლო ცენტრები, რომლებიც წარმართავენ თავის, სახის, ენისა და ხორხის მუსკულატურას, თავსედებიან ჭიის ზემო განყოფილებაში; ჭიის დანარჩენ განყოფილებებში კი ლოკალიზდება ტანის მუსკულატურის წარმმართველი ცენტრები. ეს მონაცემები დადასტურებულ იქნა ხოლმის მიერ 40 ავადმყოფზე დაკვირვებებისა და მათი შესწავლის საფუძველზე. ამ ავადმყოფებს ჰქონდათ ნათხემის ჭრილობა, მიყენებული ცეცხლმსროლელი იარაღით. ხოლმმა აწარმოვა შემდგომი დაკვირვებები აგრეთვე ნათხემის დაზიანებით დაავადებულ 100 ავადმყოფზე.

მთელი რიგი ფიზიოლოგიური მეთოდების გამოყენებით (ქრონაქსიმეტრია, ელექტრომიოტონომეტრია, ელექტრომიოგრაფია), ჩვენც ვცდილობდით გვეპასუხნა ამ კითხვაზე. ელექტროენცეფალოგრაფიულ გამოკვლევებს ამ შემთხვევებში ჩვენ ვიყენებდით თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ფუნქციური მდგომარეობის დასაზუსტებლად.

ექსპერიმენტული მამოძრავებელი სინჯების გამოყენებით ჩატარებულმა ჩვენმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ არსებობს შესაძლებლობა კოორდინაციის მეტად ნატიფი დარღვევების გამოვლინებისა კიდურებში, მოძრაობისა და სტატიკის დროს (კიმოგრაფიული რეგისტრაციით). იმ შემთხვევებში კი, როცა მოძრაობების მოშლილობა კიმოგრაფიულად არ ვლინდება, ამ ცვლილებებს გამოვლინება შესაძლებელი ხდება ქრონაქსიმეტრიულად, ელექტრომიოტონომეტრიულად და ელექტრომიოგრაფიულად, რომლებიც მიგვითითებენ პერიფერიული ნერვულ-კუნთოვანი აპარატის მოშლილობაზე ნათხემის პათოლოგიის დროს. ეს გამოკვლევები საფუძველს გვაძლევენ ჩავთვალოთ, რომ სხეულის ცალკეული ნაწილის კუნთებს უპირატესი დამოკიდებულება აქვს ნათხემის განსაზღვრულ განყოფილებებთან და რომ ეს ლოკალიზაცია მკაფიოდ მოხაზულია.

ამ ნაშრომში ჩვენ ვცდილობდით მხოლოდ ქრონაქსიმეტრიული მონაცემების ფიზიოლოგიური ანალიზისა და ნერვოლოგიური სიმპტომატიკის ურთიეროდაპირისპირების გზით მიგვეღწია ჩვენს მიერ დასმულ ამოცანის გადაჭრისათვის—დავედგინა ნათხემში სიმპტომატური ფუნქციური ლოკალიზაცია.

კლინიკური დაკვირვებისა და ფიზიოლოგიური გამოკვლევების საფუძველზე, რომელთა უმრავლესი შემთხვევები დადასტურებულია საოპერაციო მაგიდაზე, აგრეთვე ანატომიურ-მორფოლოგიური დაკვირვებებით ჩვენ მიერ დადგენილია, რომ ჩონჩხის კუნთების ქრონაქსიმეტრული ცვლილებები მეტად ნატიფი და ადრეული ინდიკატორია ნათხემის უმსუბუქესი დაზიანების დროსაც კი. ქრონაქსიმეტრიულ მონაცემებს, მოპოებულს იმ ავადმყოფთა გამოკვლევით, რომლებსაც ნათხემში ქონდათ დაზიანების სხვადასხვა კერობრივი ლოკალიზაცია ოპერაციამდე ვუფარდებდით იმ ქრონაქსიმეტრულ მონაცემებს, რომელთაც ვაგროვებდით ოპერაციის შემდგომ სხვადასხვა ვადებში, ოპერაციისა, რომელიც მდგომარეობდა ნათხემის ჰემისფეროების განსაზღვრულ განყოფილებათა რეაქციაში, რათა უფრო ადვილი ყოფილიყო ნათხემის შიდა სიმსივნის ამოკვეთა თავის ქალას უკანა ღრუდან. ვცდილობდით რა გვეპოვა ქრონაქსის დამოკიდებულება თავის ქალას უკანა ღრუში მოთავსებული სიმსივნის ადგილსამყოფელთან, ჩვენ ანალიზი ვავუკეთეთ ქრონაქსიმეტრულ მონაცემებს და იმ დასკვნამდე მივედით, რომ ნათხემის გარეთ (ნათხემ-ხიდის კუნთებში, მეოთხე პარაკუჭში) სიმსივნის არსებობის შემთხვევაში არ ვლინდება რაიმე კანონზომიერება კუნთების ქრონაქსის ცვლილებების სახით კერის მხარეზე ან კუნთების ერთ ჯგუფში, ეს მაშინ, როცა ნათხემის სიმსივნით დაავადებულ ავადმყოფთა უმრავლესობას უპირატესად აღმოაჩნდა ქრონაქსის გახანგრძლივება და ანტაგონისტთა კუნთების ქრონაქსის უფარდებათა გაუკუღმართება დაზიანების კერის მხარეზე.

ერთმანეთს შევეუდარეთ რა ქრონაქსიმეტრიული მასალები და ნათხემების კერობრივი დაზიანების ტოპოგრაფიული მონაცემები, ჩვენ გამოვავლინეთ, რომ მოტორული ქრონაქსის გახანგრძლივება ჩონჩხის ყველა კუნთში არაა ერთნაირი ხარისხისა. დადგენილ იქნა ქრონაქსის უპირატესი გახანგრძლივება ერთი რომელიმე კიდურის კუნთებში ან ამ კიდურის კუნთების მხოლოდ ერთ ჯგუფში; ამასთან ქრონაქსის ცვლილებას დანარჩენ კუნთებში ადგილი არ აქვს. ამის საფუძველზე შევეცადეთ გამოვეყენებოთ პერიფერიული ნერვულ-კუნთოვანი აპარატის ფუნქციური მდგომარეობის გამოკვლევის ქრონაქსიმეტრიული მეთოდი, რათა დაგვედგინა შესაფერისი ლოკალიზაცია ნათხემში.

როცა ჩვენ ვამბობთ სხეულის რომელიმე ნაწილის მამპრავებელ ფუნქციითა მოშლის ლოკალიზაციის შესახებ, მხედველობაში გვაქვს ის გარემოება რომ მოცემული მოშლილობა უპირატესად გვხვდება ნათხემში პათოლოგიური კერის ერთი რომელიმე გარკვეული ლოკალიზაციის დროს. ჩვენ მიერ დადგენილია, რომ უმეტეს შემთხვევებში იმისაგან დამოკიდებულებით, თუ ნათხემის რომელ განყოფილებაში ლოკალიზდება პროცესი, ქრონაქსის უპირატესი ცვლილებანი ვლინდება ხელში, ფეხში, სახეზე თუ ტანზე, შესაბამისად ბლოკის შედარებით ანატომიური სქემისა და აგრეთვე მიღებისა და ვაიზენბერგის მოსაზრებებისა. როგორც ცნობილია, ეს ავტორები შეეცადნენ შეედგინათ ადამიანის ნათხემის ფუნქციის ლოკალიზაციური სქემა ბლოკის სქემის საფუძველზე.

დაკვირვება № 1. ავადმყოფი ნ. ნ. ნ. 32 წლისა (ავადმყ. ისტ. № 23423), შემოვიდა ბოტკინის სახელობის საავადმყოფოს ნეირო-ქირურგიულ განყოფილებაში (ნქგ) 1955 წლის 20 ოქტომბერს. საავადმყოფოში მოყვანამდე ერთი თვის განმავლობაში მას თავის ტკივილები აწუხებდა. ტკივილები თანდათან ძლიერდებოდა და თავის მდგომარეობის ოდნავ შეცვლისას, პირღებინება ეწყებოდა. ობიექტურად, თავის იძულებითი პოზა ისეთი იყო, რომ ავადმყოფი მარჯვენა გვერდზე უნდა დაწოლილიყო და თავი დახრილი ჰქონოდა. თავის ოდნავი ამოწრავებაც კი დაუყოვნებლივ პირღებინებასა და მაჯისცემის შენე-

ლებას იწვევდა. ავადმყოფის გვერზე გახედვისას აღინიშნება მკაფიოდ ჰორი-ზონტალური, დიდი ამპლიტუდის ნისტაგმი, ხოლო ზევითკენ ახედვისას—მცირე ამპლიტუდის ნისტაგმი, მარცხენა სახის ნერვის ცენტრალური პარეზი, ყლაპვის რეფლექსის უქონლობა და ცუდი ფონაცია. მყესოვანი პერიოსტალური რეფლექსები მარცხნივ უფრო ძლიერია. მას თან ახლავს პათოლოგიური პირამიდული ნიშნები და კერნიგის სიმპტომი ორივე მხარეზე, კუნთური ტონუსის დაწვევა მარცხენა ხელში; ინტენციური კანკალი თითქვირისისა და მუხლქუსლის სინჯების შესრულების დროს, მარცხნივ; მსუბუქი ადიადოხოკინეზია და ყიფ-შიძის სიმპტომი მარცხენა ხელში.

ქრონაქსიმეტრიულად ოპერაციამდე ორივე მხარეზე მოტორული ქრონაქსიის გახანგრძლივების ფონზე მარცხენა ხელის კუნთებში აღინიშნება უფრო ძლიერი გახანგრძლივება, რაც უფრო მკვეთრადაა გამოსახული დისტალურ სეგმენტებში და ადგილი აქვს ანტაგონისტთა კუნთების ქრონაქსიის შეფარდების გაუკუღმართებას (იხ. ცხრილი).

ოპერაციის დროს აღმოჩნდა მორბილო კონსისტენციის ინფილტრატული სიმსიენე 3X3X4 ზომისა, რასაც ნათხემის მარცხენა ჰემისფეროს ზემო დისტალური ნახევარი ეკავა და ვრცელდებოდა ნათხემის შუა ფენისაკენ.

დაკვირვება № 2. ავადმყოფი ხ. მ. მ. (ავადმყ. ისტ. № 25507) შემოვიდა პოტკინის სახელობის საავადმყოფოს ნქგ-ში 1955 წლის 22 დეკემბერს. ავადმყოფი უჩივოდა თავის ტკივილს პირღებინებით. ობიექტურად ავადმყოფი წევს მარცხენა გვერდზე იძულებით მდგომარეობაში; როცა ის გვერდზე გაიხედავს, ვლინდება ჰორიზონტალური სწრაფად მქრობადი ნისტაგმი; აღინიშნება მარჯვენა ცხვირ-ტუჩის ნაოკის გასწორება, ყლაპვის მკვეთრი დარღვევა და ფონაციის დროს ხმაში ცხვირისებრი ელფერი. მყესოვანი და პერიოსტალური რეფლექსები მარჯვნივ უფრო ძლიერია. თით-ცხვირის სინჯის შესრულების დროს ვლინდება მსუბუქი ინტენციონური კანკალი, ორივე მხარეზე; მუხლქუსლის სინჯის დროს—კორდინაციის დარღვევა ორივე მხარეზე, უფრო მკვეთრად გამოხატული მარცხნივ (გამოჩნდა საავადმყოფოში მოყვანიდან თვენახევარის შემდეგ).

ოპერაციის დროს აღმოჩნდა და გაკვეთილ იქნა ნათხემის მარცხენა ჰემისფეროს ცისტა. გაკვეთისას მასში აღმოჩნდა 50 მლ სითხე. ცისტას ეკავა ჰემისფეროს ზედა ორი მესამედი, უშუალოდ ჭიის გვერდით.

ქრონაქსიმეტრიულად ოპერაციამდე ნახულ იქნა მოტორული ქრონაქსიის გახანგრძლივება მარცხენა კიდურებზე. უპირატესად მარცხენა ხელის პროქსიმალურ სეგმენტებში ანტაგონისტ კუნთებში ქრონაქსიის გათანაბრებით, ხოლო ქვედა კიდურებში შესამჩნევი იყო მომხრელ და გამშლელ კუნთთა მოტორული ქრონაქსიის თანაბარი გახანგრძლივება შეფარდების შენარჩუნებით 1:2 (იხ. ცხრილი).

დაკვირვება № 3. ავადმყოფი ა. ვ. დ. (ავადმყ. ისტ. № 20667) შემოვიდა ნქგ-ში 1955 წლის 1 ნოემბერს. ავადმყოფი უჩივოდა 1/2 წლის ხანდაზმულობის მუდმივ და ზომიერ თავის ტკივილებს, რაც შეტევების სახით ძლიერდებოდა. ტკივილების გაძლიერებისას ავადმყოფს ჰქონდა გულისრევა და პირღებინება, თვალთ უზნეულდებოდა და კარგავდა ცნობიერებას (კრუნჩხვების გარეშე). ობიექტურად, კუნთების ტონუსი მსუბუქად დაქვეითებული აქვს მარცხენა კიდურებში, მარცხენა ცხვირ-ტუჩის ნაოკის გასწორებულა, დიადოხოკინეზიაზე სინჯის დროს მარცხენა ხელში ვლინდება არაზუსტი მოძრაობები, დაიარება ოდნავ გაბოტილი, მცირე გადახრით მარცხნივ.

ოპერაციის დროს აღმოჩნდა, რომ ნათხემის უკანა ზედაპირზე შუა და ქვედა მესამედის საზღვარზე მარცხენა ჰემისფეროს ქვედა ნახევარში, მედიალურ-

მოტორული ქრონაქსის მარცხენა მხარე

ავადმყოფები (ინიციალები)	სიმსივნის ლოკალიზაცია	მარჯვ. თუ მარ- ცხენა მხარეა	bic.	tric.	fl.d.s.	ext.de	int	quadr	bic.f.	tib.a	gastr	exfebl	fl.cl.l	iut
ბ. ნ. ხ., დაკ- ვირ. № 1	ინფილტრ. სიმსივნე მარ- ცხენა ჰემისფეროს წინა ლატერალურ ნაწილში	მარჯ. მარცხ.	0,99 1,98	0,96 1,82	0,89 2,28	0,94 2,80	0,52 2,00	0,46 0,48	0,82 0,88	0,48 0,52	0,92 0,82			
ბ. მ. მ., დაკ- ვირ. № 2	ციკტ. მარცხენა ჰემისფე- როს წინა მედიალურ ნა- წილში	მარჯ. მარცხ.	0,24 0,98	0,47 1,12	0,41 0,64	0,76 0,78	0,52 0,56	0,34 0,31	0,53 0,64	0,46 0,51	0,58 0,74	0,98 0,89	1,12 0,93	
ა. ვ. დ., დაკ- ვირ. № 3	გლიოზა მარცხენა ჰემისფე- როს ქვედა 1/2, მედია- ლურად მოთავსებული	მარჯ. მარცხ.	0,60 0,68	0,54 0,60	0,82 0,86	0,78 0,68	— —	0,58 1,92	0,68 1,90	0,72 1,90	0,78 0,82	0,79 0,99	0,89 0,98	
რ. ი. ა., დაკ- ვირ. № 4	ანგიორეტიკულომა მარცხე- ნა ჰემისფეროს ქვედა ლატერალურ ნაწილში	მარჯ. მარცხ.	0,15 0,16	0,28 0,28	0,30 0,30	0,46 0,46	0,32 0,34	0,14 0,22	0,36 0,36	0,30 0,86	0,54 0,60	0,40 0,98	0,62 0,80	0,38 0,86
ს. ვ. დ., დაკ- ვირ. № 5	სმენის მარჯვენა ნერვის ნევრინომა	მარჯ. მარცხ.												
	მარჯვენა ჰემისფეროს ქვე- მო ლატერ. მესამედის რეზექცია	მარჯ.							0,49 0,30	0,59 0,46	0,89 0,35	0,80 0,64	0,97 0,40	1,12 0,43
ლ. ა. ი., დაკ- ვირ. № 6	ჰიოსა და მარჯვენა ჰემის- ფეროს წინა ნაწილის ასტროციტომა	მარჯ. მარცხ.	3,28 1,96	3,16 1,76	2,80 0,90	1,72 0,76	1,16 0,98	1,28 0,40	1,32 0,99	1,08 0,70	1,04 0,98	0,97 0,89		
					frouf	meuf	ef.clm	splen.	delt	bic.	tric.	fl.d.s.	ext.de	iut

სამედიცინო საბჭოთაო აკადემია და ფუნქციონირებს ლოკალიზაციის საკითხისათვის

რად, უშუალოდ ჭიასთან აღმოჩნდა გლიომა ზომით 3X3X2 სმ, რაც ამოკვეთილ იქნა.

ქრონაქსიმეტრიულად, ოპერაციამდე, მოტორული ქრონაქსია ორივე მხარეზე იყო გახანგრძლივებული უმეტესად მარცხნივ. ამასთან უფრო უხეში გახანგრძლივება გამოვლინდა ფეხის პროქსიმალურ სეგმენტებში (იხ. ცხრილი).

დაკვირვება № 4. ავადმყოფი რ. ი. ა. (ავადმყ. ისტ. № 18703) შემოვიდა ნქგ-ში 1955 წლის 29 სექტემბერს 1½ წლის ხანდაზმულობის გაურკვეველი ლოკალიზაციის თავის ტკივილებით (ტკივილების თანდათანობითი გაკლიერებით), რასაც ბოლო დროს თან ახლდა პირღებინება. დაავადების კლინიკურ სურათში ავადმყოფობაზე დეკვირვებით ერთი თვის მანძილზე ავადმყოფს ჰქონდა უმინიმუმ, მაგრამ მუდმივი ხასიათის ტკივილი კისერ-კეფის მიდამოში, მაგრამ ამასთან ერთად მას ჰქონდა ამავე ლოკალიზაციის შეტევითი ხასიათის ძლიერი ტკივილები, რაც შუბლისაკენ ვრცელდებოდა. ამას თან ახლდა თავბრუსხვევა გულისრევით, მაგრამ პირღებინების გარეშე. ობიექტურად, გამოკვლევისას აღინიშნება მცირე ამპლიტუდის არამუდმივი ნიასტაგმი, უფრო ნათლად გამოხატული მარჯვნივ. რქოვანას რეფლექსი უფრო სუსტია, მარჯვენა ცხვირ-ტუჩის ნაოჭი სუსტადაა გამოხატული და აღინიშნება კუნთოვანი ტონუსის მცირე დაქვეითება მარჯვენა კიდურებში. თავის ტკივილების უკიდურესად გამწვავებისას სენსიბილიზირებულ რომბერგის პოზაში ავადმყოფი ქანაობს მარჯვნივ.

ოპერაციის დროს ნათხემის მარცხენა ჰემისფეროს ქვედა ლატერალურ ნაწილში აღმოჩნდა ცისტური ღრუ, რომლის ლატერალურ ზედაპირზე მოთავსებული იყო ანგიორტეკულომა ზომით 1,5X2X0X1 სმ.

ქრონაქსიმეტრიულად, ოპერაციის წინ აღინიშნებოდა კუნთის მოტორული ქრონაქსიის გახანგრძლივება მარცხენა ფეხში უპირატესი გახანგრძლივებით დისტალურ სეგმენტებში და ანტაგონისტი კუნთების ქრონაქსიის გათანაბრება (იხ. ცხრილი).

ამ შემთხვევების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ნათხემის პათოლოგიაში ქრონაქსიმეტრიული ცვლილებები შეიძლება გამოვლინდეს ძლიერ ადრე, იგი ვლინდება ტვინის საერთო სიმპტომებთან ერთად, იმ დროს, როდესაც ჩვეულებრივი ნევროლოგიური გამოკვლევებისას, ნათხემის ლოკალური სიმპტომები კერა არ ჩანს, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში ქრონაქსიმეტრიული ცვლილება შეიძლება იყოს დაავადების პირველი გამოვლინება.

საინტერესოა, რომ ნათხემის ჰემისფეროს ქვედა, ლატერალური ნაწილის რეზექციის შემდეგ, რაც ჩატარდა როგორც წინასწარი ეტაპი ნათხემ-ხიდის კუნთებში არსებულ სიმსივნის ამოსაკვეთად, ოპერაციის შემდგომ პერიოდში გამოვლინდა კორდინაციის დარღვევა ქვედა კიდურში დაზიანების კერის მხარეზე. ამავე მხარეზე კუნთების ქრონაქსიის გახანგრძლივებით ანტაგონისტი კუნთების ქრონაქსიის შეფარდების გაუკუღმართებით ნათხემის ჰემისფეროს რეზექციურებული უზნის შესაბამისად, რაც ზოგიერთ შემთხვევაში რჩებოდა კორდინატორული მოშლილობის აღდგენის შედეგადაც.

დაკვირვება № 5. ავადმყოფი ს. ვ. დ. (ავადმყ. ისტ. № 523). დაავადების კლინიკურ სურათში აღინიშნება მარჯვენა მე-8 ნერვის დაზიანების მკაფიო სიმპტომიკა. სიყრუე და ვესტიბულური აგზნებადობის მოშლა მარჯვნივ, ტონუსის დაქვეითება უფრო მეტად გამოხატულია მარჯვენა კიდურებში, კორდინაციის დარღვევა თით-ცხვირის სინჯის დროს მარჯვენა ხელში და სტატიკისა და სიარულის მოშლილობა.

ოპერაციის დროს მარჯვენა ნათხემ-ხიდის კუნთებში მარჯვენა ჰემისფეროს ქვედა ლატერალური მესამედის რეზექციის შემდეგ ინტრაკაპსულარულად

ამოკვეთილ იქნა ნევრინომა ზომით 4X5X5 სმ სიმსივნის მახლობელ დიდი ცისტატურით, რაც გაკვეთილ იქნა. სიმსივნის შექმდგოში აეროიდის მიმდინარეობა გაურთულებელი: ნევროლოგიურ სტატუსში ქუსლ-მუხლის სინჯის დროს მარჯვენა ფეხში რჩებოდა ერთგვარი ჰიპერმეტრია და მასში კუნთური ტონუსსა დაქვეითება.

ქრონაქსიმეტრიულად ოპერაციამდე ჩვენ მიერ გამოკვლეულ ყველა კუნთში აღინიშნა მოტორული ქრონაქსიის გახანგრძლივება, რაც ოდნავ სცილდებოდა ნორმის საზღვრებს. ამასთან მარჯვენა და მარცხენა მხარეზე არ იყო შესამჩნევი განსხვავება.

ოპერაციის შემდეგ მარჯვენა ფეხში გამოვლინდა ქრონაქსიის მკვეთრი გახანგრძლივება, უფრო მეტად დისტალურ ნაწილებში, ვიდრე პროქსიმალურებში, ხოლო დანარჩენ კუნთებში ქრონაქსია დარჩა ისეთივე, როგორც იყო ოპერაციამდე.

ჩვენ მიერ წარმოდგენილი კლინიკური და ქრონაქსიმეტრიული მასალის ანალიზით ვლინდება, რომ ნათხემის ჰემისფეროების სიმსივნის დროს ვითარდება უმთავრესად მოტორული ქრონაქსიის გახანგრძლივება დაზიანების კერის ჰომომოტორულად. დაზიანების მხარეზე ანტაგონისტი კუნთების ქრონაქსიების გათანაბრებით ან მათი ქრონაქსიების შეფარდების გაუკუღმართებით დაღვენაღია, რომ ნათხემის ჰემისფეროების წინა-ზემო ნაწილებში სიმსივნის ლოკალიზაციის დროს ვლინდება კუნთების მოტორული ქრონაქსიის გახანგრძლივება ხელებში (დაკვირვება № 1 და № 2); ნათხემის ჰემისფეროს ქვედა-უკანა ნაწილებში სიმსივნის არსებობისას კი ადგილი აქვს ფეხების კუნთების მოტორული ქრონაქსიის გახანგრძლივებას (დაკვირვება № 3 და № 4). ამას გარდა ვლინდება, რომ ქრონაქსიის გახანგრძლივება ყველა კიდურის კუნთში ერთი და იგივე როლია. თუ დაზიანების კერა ნათხემის ჰემისფეროს უფრო მედიალურ ნაწილებშია, მაშინ ვლინდება ქრონაქსიის უპირატესი გახანგრძლივება კიდურების პროქსიმალურ კუნთებში (დაკვირვება № 2 და № 3), ხოლო, თუ დაზიანების კერა ჰემისფეროს ლატერალურ ნაწილებშია, ქრონაქსიის გახანგრძლივება უფრო მკვეთრადაა გამოხატული კიდურების დისტალურ სეგმენტებში (დაკვირვება № 5).

მაგრამ, თუ კლინიკურად ან კომპოგრაფიულად შეგვიძლია დავადგინოთ კიდურებში კორდინაციის დარღვევა, სახისა და კისრის კუნთების ფუნქციონალური მდგომარეობის დადგენა შესაძლებელია მხოლოდ ქრონაქსიმეტრიულად.

დაკვირვება № 6. ავადმყოფი ლ. ა. ი. (ავადმყ. ისტ. № 9144). კლინიკურად აღინიშნება ნათხემის მარჯვენა ჰემისფეროს სიმსივნის სურათი უნეში ტატოკინეტიკური მოშლილობებითა და მარჯვენა ხელში კორდინაციის მსუბუქი მოშლით.

ოპერაციის დროს გამოვლინებული და ამოკვეთილია ნათხემის ცისტოვანი ასტროციტომა, რომელიც მოთავსებული იყო მარჯვენა ჰემისფეროს წინა ნაწილისა და ჭიის მიდამოში, მის წინა-ზედა ნაწილში.

ქრონაქსიმეტრიულად ადგილი აქვს სახისა და კისრის კუნთების ქრონაქსიის მკვეთრ გახანგრძლივებას, გაცილებით უფრო მკვეთრად გამოხატულს მარჯვენა და მარჯვენა ხელში, უპირატესად პროქსიმალურ სეგმენტებში.

ჩვენი ქრონაქსიმეტრიული გამოკვლევები და კლინიკური დაკვირვებები საფუძველს იძლევიან ჩავთვალოთ, რომ სხეულის ზოგიერთი ნაწილის მუსკულატურას აქვს ერთგვარი უპირატესი დამოკიდებულება ნათხემის განსაზღვრულ ნაწილებთან და რომ ეს ლოკალიზაცია განსაკუთრებით მტკიცეა დაკავშირებული კუნთების განსაზღვრულ ჯგუფთან. ზემო კიდურებისათვის ეს ლოკალიზაცია განისაზღვრება ჰომოლატერალურად ნათხემის წინა განყოფილე-

ბებში, ხოლო ქვემო კიდურებისათვის—ჰომორალურად ნათხემის უკანა განყოფილებებში. ამასთან ქრონაქსიმეტრული ცვლილებები ყველა კიდურის კუნთში თანაბრად გამოსახული არაა; მოტორული ქრონაქსიის უპირატესი გახანგრძლივება კიდურების პროქსიმალურ ან დისტალურ სეგმენტებში. სიმსივნის ლოკალიზაციისას ჰემისფეროს მედიალურ უბნებში, ჭიის მახლობლად, უმთავრესად, ცვლილება პროქსიმალურ სეგმენტებშია, ხოლო, თუ პათოლოგიური კერა ჰემისფეროების ლატერალურ ნაწილებშია, მაშინ ცვლილებები უპირატესად დისტალურ სეგმენტებშია.

მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენ მიერ შემჩნეული კანონზომიერებანი ყველა ავადმყოფს არ ეხება, ჩვენი მონაცემების საფუძველზე მაინც ვფიქრობთ, რომ ცდა იმისა, რათა დაკავშირებულ იქნეს ქრონაქსიმეტრული ცვლილებების დინამიკა სხვა კლინიკურ-ფიზიოლოგიურ მაჩვენებლებთან, ნათხემის კერობრივი პათოლოგიის დროს, საინტერესო და პერსპექტიულია. ჩვენ მიერ მიღებული ქრონაქსიმეტრიული ცვლილებები ნათხემის კერობრივი დაზიანებისას და ამ კერების სხვადასხვა ადგილზე ლოკალიზაციისას, არსებითად ავსებს ნათხემში ლოკალიზაციის შესახებ არსებულ სქემებს.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 9.10.1958)



მსსპერიმენტული მემცინა

ვლ. ჟღენტი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და ლ. შარაშიძე

ფილტვების ინტაროგრაფიული ნერვული წარმოქმნების
სტრუქტურულ ცვლილებათა დინამიკა მსსპერიმენტული
ტუბერკულოზის დროს

შეიძლება დადგენილად ჩაითვალოს, რომ პათოლოგიურ პროცესთა აღმოცენება-განვითარების საფუძველს ნერვულ-რეფლექსური მოქმედების დარღვევა წარმოადგენს.

უკანასკნელი 5 წლის მანძილზე ჩვენ მიერ ნაწარმოები დაკვირვებების საფუძველზე გამოირკვა, რომ ამა თუ იმ ორგანოში ტუბერკულოზური პროცესის აღმოცენებას წინ უძღვის შესაფერი საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურული ძვრები მათი ირიტაციული და დისტროფიული ცვლილებების სახით.

ფილტვების ტუბერკულოზის დროს სხვადასხვა ორგანოს თუ ქსოვილის საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურული ცვლილებების შესწავლამ ცხადყო, რომ ხორხსა და ხორხსარქველში, ბრონქებში, თავის ტვინის რბილ გარსებში, ნაწლავებსა და ვაჟის შიდა სასქესო ორგანოებში ტუბერკულოზური პროცესის აღმოცენებამდე გარკვეული ხნით ადრე ადგილი აქვს მათი საინერვაციო მექანიზმების ჯერ ირიტაციულ, ხოლო შემდეგ უკვე დისტროფიულ ცვლილებებს, რომლებიც უნდა ვიფიქროთ, საფუძვლიან უდევს რიბერკულოზური პროცესის დალოკალების განსაკუთრებულ სიხშირეს ამ ორგანოებში ფილტვების ტუბერკულოზის მიმდინარეობისას.

ამასთან ერთად კანის, ჩონჩხის განივზოლიანი კუნთებისა და კუჭის საინერვაციო მექანიზმები ფილტვების ტუბერკულოზის დროს, როგორც წესი, ინარჩუნებენ თავიანთ ნორმალურ სტრუქტურას, ან იშვიათად განიცდიან მხოლოდ მსუბუქი ირიტაციული ხასიათის ცვლილებებს. აღნიშნულ ორგანოთა საინერვაციო მექანიზმების ასეთი „ინტაქტობა“ ფილტვების ტუბერკულოზის დროს, უნდა ვიფიქროთ, საფუძვლად უდევს სპეციფიკური პროცესის დალოკალების განსაკუთრებულ იშვიათობას ამ ორგანოებში ფილტვების ტუბერკულოზის მიმდინარეობის დროს.

ამგვარად, როგორც ჩანს, საინერვაციო მექანიზმების ამა თუ იმ სტრუქტურულ მდგომარეობას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ორგანოთა და ქსოვილთა ტუბერკულოზიადმი მიდრეკილებისა და რიზისტენტობის შექმნის საქმეში და საფუძვლად უდევს სხვადასხვა ორგანოსა და ქსოვილში სპეციფიკური პროცესის მეტ-ნაკლები სიხშირით დალოკალებას.

ცხადია, რომ სპეციფიკური პროცესის აღმოცენებასა და დალოკალიზაციაში ნერვული სისტემის სტრუქტურულ ცვლილებათა სწორი განსაზღვრის საქმეში განსაკუთრებული მნიშვნელობა უნდა მიენიჭოს ამ ცვლილებების შესწავლას ტუბერკულოზის აღმოცენების ადრეულ ეტაპებზე: ტუბერკულოზის ე. წ. ბაცილემიის პერიოდთან დაწყებული, ე. ი. პერიოდთან ტუბერკულოზის ადგილობრივი გამოვლინების გარეშე იმ პერიოდამდე, როდესაც შინაგან ორგანოებსა და ქსოვილებში ადგილი აქვს სპეციფიკური კერების აღმოცენებას.

ამ მიზნით ჩვენ მიერ შესწავლილია ნერვული სისტემის სტრუქტურულ ცვლილებათა თავისებურებანი ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის აღმოცენება-განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე.

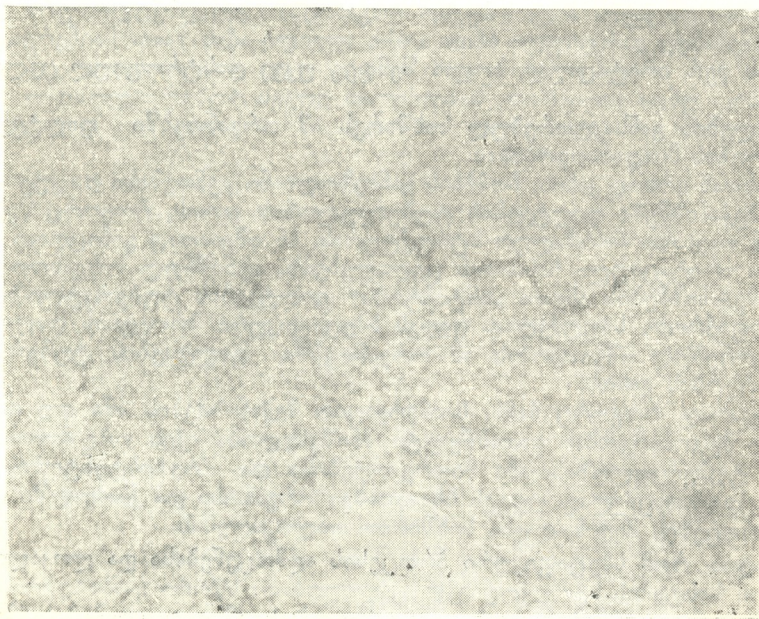
ამ შრომაში განხილულია მხოლოდ ფილტვების პერიფერიულ ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურული ცვლილებების დინამიკა ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს ზღვის გოჭებში.

ზღვის გოჭები, რიცხვით 18, დაინფექტებულია ხარის ტიპის კულტურით. დაინფექტება ნაწარმოებია 0,01 მგ კულტურის შეყვანით კანქვეშ. გოჭები მოკლულია დაინფექტებიდან 3 საათის, 24 საათის, ორი დღე-ღამის, 4 დღე-ღამის, 10 დღე-ღამის, 20 დღე-ღამის, 1 თვისა და 1 1/2 თვის შემდეგ.

ნაჭრები მიკრობათოლოგიური გამოკვლევისათვის აღებულია ორივე ფილტვის სხვადასხვა უბნიდან. ცელოიდინიანი და გაყინული ანათლები შეღებილია ჰემატოქსილინ-ეოზინით და გავერცხლილია გროს-ბილშოვსკი-ლავერენტიევის მეთოდით.

ფილტვების ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურული ცვლილებების შესწავლამ დინამიკურ ჭოილში ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის აღმოცენება-განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე საშუალება მოგვცა დაგვედგინა, რომ ფილტვებში სპიკიფიკური პროცესის აღმოცენებამდე გარკვეული ხნით ადრე უკვე აღდგოლი აქვს ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურულ ცვლილებებს.

ნერვულ წარმოქმნათა ასეთი ცვლილებები გვხვდება დაინფექტებიდან უკვე 3 საათის შემდეგ და მდგომარეობს ღერძცილინდრთა ირიტაციულ მოვლენებში (სურ. 1).



სურ. 11. მიკროფოტო. მკრძნობიარე ნერვული დაბოლოების ტერმინალური ღერძცილინდრის გატლანქება და ვარიკოზობა ფილტვის პარენქიმაში ზღვის გოჭის ტუბერკულოზური კულტურით დაინფექტირებიდან 3 საათის შემდეგ. იმპრეგნაცია გროს-ბილშოვსკი-ლავერენტიევით. 15x40

განსაკუთრებით ხაზგასასმელია ის გარემოება, რომ ფილტვების ნერვულ წარმოქმნათა შორის ირიტაციული ცვლილებები ამ დროისათვის გვხვდება მხოლოდ აფერენტული ტიპის საინერვაციო ძეკანიზმებში მსხვილი მიელებისანი ნერვული ბოჭკოებისა და მათი დაბოლოებების ლერძცილინდრებში; ეფერენტული ტიპის ნერვულ წარმოქმნათა ლეოძცილინდრები კი ჯერ კიდევ სრულიად უცვლელია.

დაინფექტებიდან 24 საათის შემდეგ ფილტვების აფერენტული ტიპის ნერვულ წარმოქმნებში ადგილი აქვს აღნიშნულ ირიტაციულ ცვლილებათა გაღრმავებას და მსუბუქ დისტროფიულ შოვლესათა განვითარებას ლეოძცილინდრთა ვაკუოლიზაციის სახით, სრულიად უცვლელი ეფერენტული ტიპის ნერვულ წარმოქმნათა ფონზე (სურ. 2).



სურ. 2. ნიკროფოტო. მგრძნობიარე ნერვული ბოჭკოს ტერმინალურ დაუტოტებათა გატლანქება და ვარიკოზობა ფილტვის პარენქიმაში ზღვის გოჭის ტუბერკულოზური კულტურით დაინფექტებიდან 24 საათის შემდეგ. იმპრეგნაცია გროს-ბილშოვსკი-ლაფერენტევიტ. 10×40

დაინფექტებიდან 48 საათის შემდეგ აფერენტულ ნერვულ წარმოქმნათა ირიტაციულ და მსუბუქ დისტროფიულ ცვლილებებთან ერთად გვხვდება ეფერენტული საინერვაციო მექანიზმების ირიტაციაც. აქვე უნდა აღიიშნოს, რომ ეფერენტული ტიპის ნერვული წარმოქმნებიდან ირიტაციული ცვლილებები ამ დროისათვის გამოხატულია მის მხოლოდ სიმპატიკურ ნაწილში—სისხლის მიღების კედლებში არსებულ უმიეღინო ნერვულ ბოჭკოთა ლერძცილინდრებში.

ნერვულ წარმოქმნათა ანალოგიური ცვლილებებია დადგენილი დაინფექტებიდან 4 დღე-ღამის შემდეგაც.

დაინფექტებიდან 10 დღე-ღამის შემდეგ ადგილი აქვს ლერძცილინდრთა ირიტაციული და დისტროფიული ცვლილებების ლიკვიდაციისა და მათი სტრუქტურის აღდგენის მოვლენებს.

დაინფექტებიდან 20 დღე-ღამის შემდეგ, ფილტვების ნერვულ წარმოქმნებში ისევ ვხვდებით აფერენტული ტიპის ნერვულ ბოჭკოთა და მათ დაბოლოებათა და სიმპათიკურ ნერვულ ბოჭკოთა ლერძცილინდრების ირიტაციისა და დისტროფიის სურათს.

აღნიშნული ცვლილებები თანდათან ძლიერდება, რის გამოც დაინფექტებიდან 1—1½ თვის შემდეგ ფილტვების ნერვულ წარმოქმნებში ლერძცილინდრთა მკვეთრი ირიტაციისა და შორსწასული დისტროფიის სურათია. ნერვულ წარმოქმნათა დისტროფიის პარალელურად ამ დროისათვის აქა-იქ ადგილი აქვს ლერძცილინდრთა რეგენერაციის მოვლენებსაც.

ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურული ცვლილებების შედარება ფილტვებში განვითარებულ სხვა ცვლილებებთან ცხადყოფს, რომ პირველი ორი დღის განმავლობაში, როდესაც აფერენტული ტიპის ნერვულ წარმოქმნებში ირიტაციისა და მსუბუქი დისტროფიის მოვლენებია, ფილტვების სხვა ქსოვილოვანი ელემენტების მხრივ ჯერ კიდევ არავითარი სტრუქტურული ხასიათის ცვლილებების არსებობას ადგილი არა აქვს.

შემდგომ, ეფერენტულ სიმპათიკურ ნერვულ წარმოქმნათა ირიტაცია და მსუბუქი დისტროფია ემთხვევა ფილტვებში სისხლის მიმოქცევის დარღვევის, შემუშებისა და პატარ-პატარა ლიმფოიდურ-უჯრედოვანი ინფილტრაციის მოვლენებს.

ცოტა უფრო მოგვიანებით, როდესაც ნერვულ წარმოქმნებში აღინიშნება მათი ხომალური სტრუქტურის აღდგენა, ფილტვებში ადგილი აქვს სისხლის მიმოქცევის მოშლისა და შეშუპების ლიკვიდაციის მოვლენებს, რის გამო ამ დროისათვის იქ გვხვდება მხოლოდ პატარ-პატარა ლიმფოიდურ-უჯრედოვანი ინფილტრატები წვრილ სისხლმილთა ირგვლივ.

როდესაც აფერენტული ტიპისა და სიმპათიკური ნერვული ბოჭკოების ლერძცილინდრებში ადგილი აქვს განმეორებით ირიტაციული და დისტროფიული ცვლილებების განვითარებას, ფილტვებში აღინიშნება წვრილსისხლმილთა ანლომალია—პერიადვენტიციურად პატარ-პატარა არასპეციფიკური ექსუდაციური ანთებადი კერების ჩამოყალიბება.

მომდევნო პერიოდებში ნერვულ წარმოქმნათა ირიტაციული და დისტროფიული ცვლილებების გაღრმავება ემთხვევა ფილტვებში ჯერ ტიპობრივი ხორკლების ჩამოყალიბებას პერიფოკუსური ექსუდაციური ანთების განვითარებით, ხოლო შემდეგ სპეციფიკური კერების გავრცელებას, მათში ნეკრობიოზული პროცესების გაძლიერებას და ხაჭოსებრი ნეკროზის ფართო უბნების წარმოქმნას.

ლიტერატურაში საკითხი ფილტვების ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურული ცვლილებების შესახებ როგორც ადამიანის, ისე ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს სულ რამდენიმე შრომითაა წარმოდგენილი [1, 2, 3].

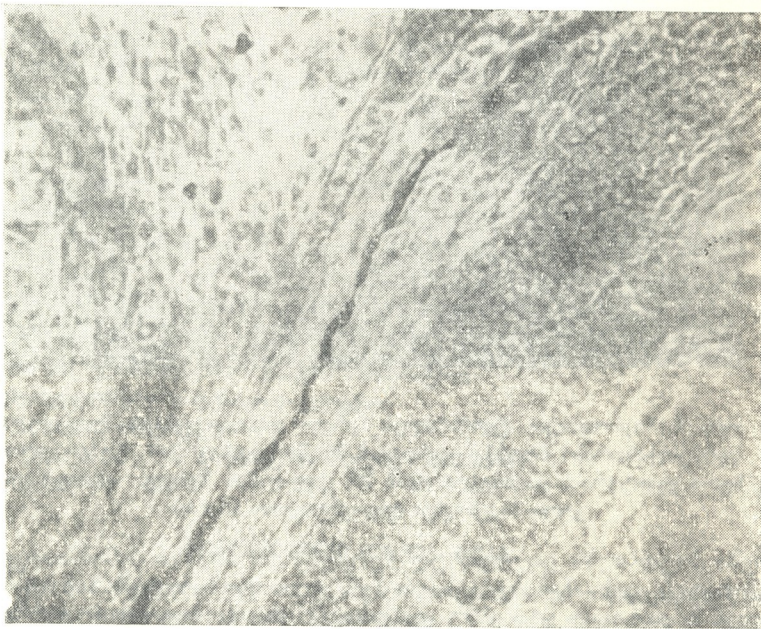
ერთადერთი შრომა, სადაც დაწვრილებით აწერილია ფილტვების ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურული ცვლილებები ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის აღმოცენება-განვითარების პროცესში, ეკუთვნის ლ. ივანოვას. ავტორს ნერვული სისტემის სხვა ნაწილებთან ერთად შესწავლილი აქვს ფილტვების ინტრაპულარულ ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურული ცვლილებები ზღვის გოჭებში, რომლებიც დაინფექტებული იყვნენ ადამიანის ტიპის M. 13 ტუბერკულოზური შტამის 0,0001 მგ-ის კანქვეშ შეყვანით. ნერვული სისტემის სტრუქტურული ცვლილებების მიხედვით ავტორს გამოყოფილი აქვს ოთხი ფაზა.

ლ. ივანოვას მონაცემებით, ფილტვების ინტრამურულ ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურული ცვლილებების განვითარებას ადგილი აქვს ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის მეორე ფაზაში.

ჩვენი დაკვირვებები ცხადყოფს, რომ ფილტვების აფერენტული ტიპის ნერვულ წარმოქმნებში სტრუქტურული ცვლილებების განვითარებას ადგილი აქვს დაინფექტიბიდან უკვე 3 საათის შემდეგ.

ჩვენსა და ივანოვას მონაცემებს შორის ასეთი განსხვავების მიზეზს უნდა წარმოადგენდეს ის გარემოება, რომ ლ. ივანოვა ფილტვების ნერვულ წარმოქმნათა ცვლილებებს იხილავს ერთად და არ ატარებს დიფერენციაციას აფერენტული და ეფერენტული ტიპის ნერვულ წარმოქმნებში არსებულ ცვლილებებს შორის.

საკუთარი მასალის შესწავლამ ცხადყო, რომ ფილტვების ინტრამურულ ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურული ცვლილებების შესწავლისას ყურადღება უნდა მიექცეს იმ გარემოებას, რომ სრულიად უცვლელი ნერვული ბოჭკოებისა და მათი დაბოლოებების პარალელურად შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს შორსწასული დისტროფიის მდგომარეობაში მყოფ ნერვულ ბოჭკოთა არსებობასაც.



სურ. 3. მიკროფოტო. წვრილი სისხლძარღვის გაყოფებით არსებული ღერძცილინდრის ფრაგმენტაცია ზღვის გოჭის ტუბერკულოზური კულტურით დაინფექტიბიდან 20 დღე-ღამის შემდეგ. იმპრეგნაცია გროს-ბილშოვსკი-ლაგრენტიევით. 15X40

აფერენტულ და ეფერენტულ ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურულ ცვლილებებზე ყურადღების გაძახვილება ცხადყოფს, რომ ფილტვების აფერენტულ ნერვულ წარმოქმნებში სტრუქტურული ცვლილებების არსებობას ადგილი

აქვს დაინფექტიებიდან უკვე სამი საათის შემდეგ, რასაც შემდგომ თან სდევს გარკვეული ცვლილებები ეფერენტულ ნერვულ წარმოქმნებშიც. ამასთანავე განსაკუთრებით ხაზგასასმელია, რომ ეფერენტულ ნერვულ წარმოქმნებს შორისაც კი ეს ცვლილებები სრულიად სხვადასხვა ინტენსივობითა და ექსტენსივობით ვითარდება. ასე, მაგალითად, თუ გარკვეული პერიოდისათვის სისხლის მილბების ნერვული წარმოქმნები უკვე შორსწასული დისტროფიის მდგომარეობაშია, ბრონქების ეპითელიუმსა და კუნთოვან შრეში არსებული ნერვული წარმოქმნები ამ დროისათვის ჯერ კიდევ სრულიად უცვლელია (სურ. 3 და 4). ეს



სურ. 4. მიკროფოტო. ტერმინალურ ნერვულ დაბოლოებათა შეუცვლელი დერძკლინდრები ბრონქის კუნთოვან შრეში ზღვის გოჭის ტუბერკულოზური კულტურით დაინფექტიებიდან 20 დღე-ღამის შემდეგ. იმპრეგნაცია გროს-ბილშოვსკი-ლაფერენტიევი. 15 X 40

გარემოება მიუთითებს ეფერენტულ ნერვულ წარმოქმნათა სიმპათიკური ნაწილის უპირატეს დაზიანებაზე ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის აღმოცენება-განვითარების ადრეულ ეტაპებზე და გასაგებს ხდის რიგ კლინიკურ დაკვირვებებს, რომელთა თანახმადაც ტუბერკულოზის ადრეული ფორმების დროს ადგილი აქვს ავადმყოფთა შორის პარასიმპათიკური ნერვული სისტემის ტონუსის მომატების მოვლენებს რიგი დამახასიათებელი კლინიკური სიმპტომების სახით.

ლ. ივანოვა ფილტვების ნერვულ წარმონაქმნთა სტრუქტურული ცვლილებების შესწავლის შედეგად აღნიშნავს, რომ ფილტვებში ადგილობრივი ტუბერკულოზური პროცესის განვითარების პარალელურად ადგილი აქვს ამ ორგანოს ნერვულ ბოჭკოებში ცვლილებების განვითარებასაც. *ქვენტი*

საკუთარი მასალის შესწავლის შედეგად მიღებული მონაცემები ცხადყოფს, რომ ფილტვების ეფერენტული ნერვული წარმოქმნების სტრუქტურული ძვრე-

ბი მათი ირიტაციული და მსუბუქი დისტროფიული ცვლილებების სახით ვითარდება ფილტვებში რაიმე სხვა ცვლილებების განვითარებამდე გარკვეული ხნით ადრე. შემდგომ, აფერენტულ ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურულ ცვლილებებს ემატება ეფერენტულ სიმპათიკურ ნერვულ წარმოქმნათა ირიტაცია და დისტროფია, რაც ემთხვევა ფილტვებში სხვა, დასაწყისში არასპეციფიკური, ხოლო შემდეგ სპეციფიკური ხასიათის ცვლილებების განვითარებას. ყველა ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს, რომ ფილტვების ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურული ცვლილებები ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს პირველადია და საფუძვლად უდევს ფილტვებში სპეციფიკური პროცესის აღმოცენებას.

დ ა ს კ ე ნ ა

ფილტვების ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურული ცვლილებები, მათი ირიტაციისა და დისტროფიის სახით, ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს ვითარდება ფილტვებში რაიმე სხვა სტრუქტურულ ცვლილებათა განვითარებამდე. ეს ცხადყოფს, რომ ფილტვების საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურული ცვლილებები ამ დროს პირველადია და საფუძვლად უდევს ფილტვებში სპეციფიკური პროცესის აღმოცენებას.

ყველაზე ადრეულ სტრუქტურულ ცვლილებებს ფილტვების საინერვაციო მექანიზმებში ადგილი აქვს აფერენტული ტიპის ნერვულ წარმოქმნებში, ეფერენტულ ნერვულ წარმოქმნებში კი სტრუქტურული ცვლილებები უფრო მოგვიანებით ვითარდება. ამასთანავე ეფერენტული ტიპის ნერვულ წარმოქმნებში სტრუქტურული ცვლილებები ვითარდება არა ერთდროულად: თუ გარკვეულ პერიოდში სისხლძარღვთა საინერვაციო მექანიზმები უკვე შორსწასული დისტროფიის მდგომარეობაშია, ეპითელისა და ბრონქების კედლების კუნთოვანი შრის ნერვული წარმოქმნები ამ დროისათვის ჯერ კიდევ სავსებით უცვლელია. ეს გარემოება მიუთითებს ეფერენტული საინერვაციო მექანიზმების სიმპათიკური ნაწილის უფრო ადრეულ და უპირატეს დაზიანებაზე და სიმპათიკურ-ადრენალური სისტემის ნაკლებობის განვითარებაზე ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის აღმოცენება-განვითარების ადრეულ ეტაპებზე.

საქართველოს სსრ ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტრო

ტუბერკულოზური სამეცნიერო-კვლევითი

ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 28.2.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. Е. Иванова. Динамика патоморфологических изменений в центральной нервной системе при экспериментальном туберкулезе. Вопросы патогенеза и терапии туберкулеза. Труды Института туберкулеза АМН СССР, в. 1, Москва, 1953, стр. 30—40.
2. В. И. Пузык, О. А. Уварова. Пато-гистологическая характеристика изменений нервной системы при различных формах туберкулеза у человека. Труды Республиканского Научно-исследовательского института туберкулеза. Министерство здравоохранения Грузинской ССР, т. VIII, 1957, стр. 275—292.
3. Н. Е. Ярыгин. Патоморфология вегетативной нервной системы при экспериментальном туберкулезе; патоморфология вегетативной нервной системы при туберкулезе. Москва, 1956, стр. 103—113.

კლინიკური მდიცინა

ბ. კაციტაძე და ნ. იოვაშვილი

დიფთერიის ლაბორატორიული დიაგნოსტიკის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. ტატიშვილმა 3.7.1958)

დიფთერიის დროულ (ადრეულ) დიაგნოსტიკას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს როგორც პროფილაქტიკის, ისე განსაკუთრებით მკურნალობის ეფექტურობისათვის. ვინაიდან დაავადების გამოსავალი ბევრადაა დამოკიდებული სპეციფიკური მკურნალობის დაწყების დროზე.

მიუხედავად საყოველთაოდ აღიარებული დებულებისა, რომ დიფთერიის დიაგნოზის დასმა და შრატით მკურნალობის დაუყოვნებლივ დაწყების საკითხი ძირითადად უნდა წყდებოდეს კლინიკური ნიშნების მიხედვით, ლაბორატორიული მონაცემები კი გამოყენებული უნდა იქნეს მხოლოდ როგორც დამხმარე, დღესაც ხშირია შემთხვევები, როდესაც დიაგნოზის დადგენა და სპეციფიკური მკურნალობის დაწყება ხდება მხოლოდ და მხოლოდ ლაბორატორიული დასტურის მიღების შემდეგ. ასე, მაგალითად, სტალინის სახელობის რაიონში 1954-55 წლის განმავლობაში დიფთერიით დაავადებულთა 49,0%-ს დიაგნოზი დაუდგინეს და მკურნალობა დაუწყეს მხოლოდ ლაბორატორული გამოკვლევებიდან პასუხის მიღების შემდეგ. პროფ. გ. კვიციანილის ცნობით, 1955 წ. პირველ ნახევარში ავადმყოფთა 28,4% ჰოსპიტალიზირებულ იქნა მხოლოდ ლაბორატორული დასტურის მიღების შემდეგ.

მ. ბიბინივილის ცნობით, 1949-51 წლებში დაგვიანებით ჰოსპიტალიზირებულთა 25,0% მოდიოდა ისეთ შემთხვევებზე, სადაც დიფთერიით დაავადებაზე ეჭვის მიტანის მიუხედავად, უბნის ექიმი მკურნალობის დაწყებისა და ჰოსპიტალიზაციის საკითხს წყვეტდა მხოლოდ ლაბორატორული დასტურის მიღების შემდეგ.

ამავე დროს ცნობილია, რომ დიფთერიის კლინიკური დიაგნოზის დადასტურება, მეტწილად ვერ ხერხდება ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევით. კლინიკური და ბაქტერიოლოგიური შედეგების დამთხვევის სიხშირე სხვადასხვა ავტორების მონაცემების მიხედვით მერყეობს 46%-დან 88,0%-მდე.

გ. კვიციანილის მონაცემებით, 1937-48 წლების განმავლობაში კლინიკური და ბაქტერიოლოგიური კვლევის შედეგების დამთხვევის სიხშირე მერყეობდა 46%—77,9%-ს შორის; ე. ალექსანიანის [1] მონაცემებით იგი 64,0%-ს შეადგენდა, ხოლო ე. ხრუშჩოვას მიხედვით — 88,7%-ს [2].

ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევის შედეგი ბევრადაა დამოკიდებული მასალის აღების ხარისხზე, დათესვის დროულობაზე და მიკროსკოპირების წესების ზუსტად დაცვაზე, რასაც, სამწუხაროდ, ხშირად არ ექცევა სათანადო ყურადღება. მასალის აღებას ხშირად სათანადო მომზადებისა და კონტროლის გარეშე ანდობენ საშუალო სამედიცინო პერსონალს, აგვიანებენ დათესვას, ნაცხებს ყოველთვის არ სინჯავენ სათანადო გულსყურით (უარყოფითი პასუხის გაცემა უნდა ხდებოდეს არანაკლებ 30—40 მხედველობის არის დაბეჭიბებითი გასინჯვის შემდეგ). ამ წესების შეუსრულებლობა ადიდებს უარყოფითი პასუხების რაოდენობას.

როგორც ცნობილია, დიფთერიის ლაბორატორიული დიაგნოსტიკა ემყარება ლეფლერის ან რუს ნიადაგზე 24-საათიანი ნათესიდან დამზადებულ ნაცხის ბაქტერიოსკოპიის შედეგს. აღნიშნული ნიადაგები მოწოდებულია, როგორც ელექტიური, სადაც 24 საათის განმავლობაში დიფთერიის ჩხირის ზრდა უწყრებს დანარჩენი ფლორის ზრდას. მკვლევართა ნაწილი (ხ. ფორშტერი [3]; გ. გალპერი და ფ. შავზისი [4]; ლ. ტერეზა [5] და სხვ.). ლეფლერისა და რუს ნიადაგებს არ თვლიან საკმარისად ელექტიურად, ვინაიდან არა-იშვიათად აქვს ადგილი ბანალურ ფლორის უხვ ზრდას, რაც ჩრდილავს დიფთერიის ჩხირის ზრდას.

რიგ მკვლევართა აზრით, დიფთერიის ჩხირის ზოგიერთი შტამები იჩენენ ზრდის სუსტ უნარს, ვერ ასწრებენ სათანადოდ გამრავლებას 24 საათისათვის და ამიტომ გვირჩევენ ასეთ შემთხვევებში ნათესის 48 საათზე დატოვებას.

24 საათზე უარყოფითი ნათესის 48 საათზე დატოვებით და ხელახალი გასინჯვით დადებითი პასუხის სისშირის მატება მიუღიათ: ლ. მარგოლინას და ე. კრაშენინიკოვას [6] — 20,4%-ით, მ. ჩუვალოვასა და ლ. ა. როზენმანს [7] — 25,3%-ით, ბ. რომანოვსა და ა. გერშევიჩს [8] — 13,7%-ით, ნ. იტერს [9] — 11,9%-ით. სამწუხაროდ, არც ერთი დასახელებულ ავტორთაგანი არ აღნიშნავს, როგორი იყო ზრდა 24 საათისათვის იქ, სადაც დადებითი პასუხი მიიღეს მხოლოდ 48 საათის შემდეგ.

დიფთერიაზე ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევის შესახებ ამჟამად მომქმედ ინსტრუქციით, რაც დამტკიცებულია სსრ კავშირის ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს მიერ 1951 წ. 5 მარტს, ნათესი ისინჯება 18—24-საათიანი ინკუბირების შემდეგ და პასუხის გაცემა ხდება მხოლოდ დადებით შემთხვევებზე. ყველა უარყოფითი შედეგის მომცემი ნათესი, მიუხედავად იმისა, 24 საათისათვის იძლეოდა სუსტ თუ კარგ საერთო ზრდას, რჩება 48-საათიანი ზრდის შემდეგ განმეორებით გასასინჯად და მხოლოდ ამის შემდეგ გაიცემა პასუხი.

დიფთერიაზე 24-საათიანი ისეთ ნათესების დატოვება 48-ე საათზე ხელმეორედ გასასინჯად, სადაც, მიუხედავად კარგად გამოხატული საერთო ზრდისა, დიფთერიის ჩხირი არ იყო აღმოჩენილი, არ მიგვაჩნდა სწორად, ვინაიდან, თუ ნათესში არსებულმა დიფთერიის ჩხირმა 24 საათისათვის ვერ მოასწრო ზრდის სათანადო განვითარება, როცა მის ზრდის უპირატესი შესაძლებლობა ჰქონდა, ნაკლებად მოსალოდნელია მისი გამრავლება ისეთ ნიადაგზე, სადაც 24 საათისათვის ბანალური ფლორა უხვადაა ვაზრდილი. ამასთან, შექმნილია პირობები დიფთერიის ჩხირის ზრდის დასაჩრდილავად. ასეთი ნათესების 48 საათზე დატოვება სრულიად ზედმეტად დატვირთავს ლაბორატორიას და, რაც მთავარია, არ არც გამოიციხული შესაძლებლობა, რომ ზოგი ბაქტერიოლოგი, ნათესის 48-ე საათზე განმეორებითი გასინჯვის იმედით, ნაკლები სიბეჯითით გასინჯავს 24-საათიან ნათესიდან დამზადებულ ნაცხს და დიფთერიის ჩხირებას მცირე რაოდენობით არსებობისას ვერ შეამჩნევს მათ. ასეთი ნათესიდან 48-საათიან ზრდის შემდეგ დამზადებულ ნაცხში მათი პოვნა უკვე შეუძლებელი იქნება, ბანალური ფლორის კიდევ უფრო უხვი ზრდით მათი სრული დაჩრდილების გამო. ამგვარად, უმრავლეს შემთხვევაში ხელოვნურად და სრულიად უშედეგოდ ხდება პასუხის გაცემის ერთი დღე-ღამის დაგვიანება.

გამოთქმული მოსაზრების სისწორის წინასწარი შემოწმების მიზნით ერთ-ერთი ჩვენგანის მიერ (კ. კაციტაძე) დამუშავებულ იქნა ინფექციურ სნეულეზბათა კლინიკის ბაქტერიოლოგიური ლაბორატორიის 1952 წლის მასალები.

სულ დამუშავებულ იქნა 5.893 ანალიზის შედეგი, მათ შორის 1.417 დადებითი. დადებითი შედეგების 83,0% მიღებულია 24-საათიანი ნათესის გასინჯვით, 17,0% კი—48-საათიანი გასინჯვით. სამწუხაროდ, ლაბორატორია არ აწარ-

მოებდა აღნიშვნას, თუ როგორი იყო ზრდა 24 საათისათვის იქ, სადაც დადებითი პასუხი მიიღეს მხოლოდ 48-საათიანი ზრდის შემდეგ.

1417 დადებითი პასუხიდან, დაავადების დღისა და პასუხის მიღების დროს მიხედვით შესწავლა მოხერხდა 1159 შემთხვევისა, რომელიც მიღებული იყო 491 ავადმყოფზე. გამოირკვა, რომ 345 ავადმყოფის (70,3%) მასალაში დიფთერიის ჩხირებს ყოველთვის ნახულობდნენ 24-საათიან ნათესში.

45 ავადმყოფის (9,2%) მასალაში დიფთერიის ჩხირებს ნახულობდნენ მხოლოდ 48-საათიან ნათესში, მათ შორის 38 შემთხვევაში დიფთერიის ჩხირები ნახულ იქნა მხოლოდ თითოჯერ, 7-ში კი — ორ-ორჯერ.

101 ავადმყოფის (20,6%) მასალაში დიფთერიის ჩხირები ნახულ იქნა ხან 24- და ხან 48-საათიან ნათესში; მათ შორის 16 ავადმყოფის (3,3%) მასალაში დიფთერიის ჩხირები ნახულია 48-საათიან ნათესში მხოლოდ პირველი (დაავადების დასაწყისში) გასინჯვისას, შემდეგ კი ჩხირების ნახვა ყოველთვის ხდებოდა 24 საათზე.

38 ავადმყოფის (7,7%) მასალაში, 48-საათზე დადებითი პასუხი მიღებულია გამოკვლევათა შუალედებში, დაავადების დასაწყისში და დაბოლოების დროს ნაწარმოებ ანალიზებისას დიფთერიის ჩხირებს პოულობდნენ 24 საათზე.

47 ავადმყოფის (9,6%) მასალაში დაავადების დასაწყისში დიფთერიის ჩხირებს ნახულობდნენ 24 საათზე, დაბოლოებისას კი — 48 საათზე.

მოყვანილი მასალის ანალიზმა შესაძლებლობა მოგვცა დავასკვნათ:

1. ლაბორატორულად დადასტურებულ დიფთერიის 491 შემთხვევიდან, დიფთერიის ჩხირი 48-საათიან ნათესში ნახულ იქნა მხოლოდ 46, ანუ 9,4%-ში. ვერ მოხერხდა დადგენა, თუ როგორი იყო ზრდა 24 საათისათვის იმ 46 შემთხვევაში, სადაც დიფთერიის ჩხირები ნახულ იქნა მხოლოდ 48-საათიან ინკუბირების შემდეგ.

2. დიფთერიის ჩხირების ნახვა 9,4%-ში მხოლოდ 48-საათიან ნათესში ყოველთვის არ უნდა იყოს გამოწვეული კლებს-ლევლერის ჩხირების ზოგიერთი შტამის ზრდის უნარის სისუსტით, ხშირად ამის მიზეზი შეიძლება იყოს ნათესის 18—24-საათიან ინკუბირებაზე უფრო ადრე გასინჯვა (გვიან დათესვა, თერმოსტატის შემთხვევითი გამოთიშვა და სხვა) ანდა 48 საათის შემდეგ განმეორებითი გასინჯვის იმედით 24-საათიან ნათესიდან დამზადებული ნაცხის არასათანადო სიბეჯითით გასინჯვა.

48 საათით დატოვებულ უნდა იქნეს მხოლოდ ისეთი ნათესი, სადაც 24 საათისათვის ზრდა სუსტია ან სულ არ აღინიშნება; უშედეგოა და ლაბორატორიის ფუჭი დატვირთვა 48 საათზე ისეთ ნათესის დატოვება, სადაც, მიუხედავად საერთო უხვი ზრდისა, 24 საათისათვის დიფთერიის ჩხირები არ იქნა ნახული. ამის დასადასტურებლად ჩვენ ჩავატარეთ 527 ავადმყოფის გამოკვლევა და მათგან 232 შემთხვევაში დადებითი პასუხი მივიღეთ.

მასალას ვუღებდით ერთხელ მშრალი ტამპონით, სამედიცინო ინსტიტუტის ინფექციურ კლინიკაში მოთავსებულ ავადმყოფებს. დათესვას ვაწარმოებდით ლეფლერის ნიადაგზე მასალის აღებისთანავე დავიკვლევდით ზუსტად 24- და 48-საათიან ინკუბირების შემდეგ. ვსწავლობდით როგორც დიფთერიის ჩხირებს, ისე სხვა ბანალური ფლორის ზრდის სიუხვეს 24-და 48-საათიან ნათესებში; მიღებული შედეგები მოყვანილია პირველ და მე-2 ცხრილებში.

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, დიფთერიაზე ნათესების 80,3%-ში 24 საათისათვის ზრდა უხვია და სრული შესაძლებლობაა პასუხის გაცემის, 48 საათზე პასუხის გადატანა საჭიროა მხოლოდ შემთხვევათა 19,7%-ში.

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, 232 დადებით შემთხვევიდან 24-საათიან ნათესში დიფთერიის ჩხირები აღმოჩენილ იქნა 215, ანუ 92,7%; მათ შორის 147 (63,4%) შემთხვევაში დიფთერიის ჩხირი ვნახეთ როგორც 24-, ისე 48-საათიან ნათესში; 68, ანუ 29,3%-ში კი მხოლოდ 24-საათიან ნათესში.



ცხრილი 1

შემთხვევათა საერთო რიცხვი	საერთო ზრდის ხასიათი	
	უზვი 24 საათისათვის	სუსტი 24 საათისათვის და უზვი 48 საათისათვის
527	423—80,3%	104—19,7%

ცხრილი 2

დადებით შემთხვევათა რიცხვი	მათ შორის		
	დადებითი როგორც 24, ისე 48 საათზე	დადებითი 24 საათზე და უარყოფითი 48 საათზე	უარყოფითი 24 საათზე და დადებითი 48 საათზე
232	147 ⁽¹⁾ =63,4%	68 ⁽²⁾ =29,3%	17 ⁽³⁾ =7,3%

48-საათიან ნათესში მათი აღმოჩენილობა უნდა აიხსნას ბანალური ფლორის უზვი ზრდის გამო დიფთერიის ჩხირების ზრდის დაჩრდილვით.

17 შემთხვევაში (7,3%) დიფთერიის ჩხირები აღმოჩენილია მხოლოდ 48-საათიან ნათესში, ყველა ამ შემთხვევაში 24 საათისათვის ადგილი ჰქონდა სუსტ ზრდას.

ჩვენ ვერ ვნახეთ ვერც ერთი ისეთი შემთხვევა, სადაც 24 საათისათვის დამაკმაყოფილებელი ზრდის პირობისას, 24 საათზე დიფთერიის ჩხირი არ ყოფილიყო აღმოჩენილი და მისი ნახვა შესაძლებელი გამხდარიყო 48-საათიანი ზრდის შემდეგ; ისეთი შემთხვევების სიხშირე კი, სადაც 24-საათიან ნათესში აღმოჩენილი იყო დიფთერიის ჩხირები, მაგრამ მისი ნახვა ვეღარ მოხერხდა 48-საათიანი ზრდის შემდეგ, 29,3%-ს აღწევდა.

დასკვნა

1. დიფთერიაზე ბაქტერიოლოგიურად დადებით შემთხვევათა 92,7%-ში პასუხს ვღებულობთ 24-საათიანი ნათესის გამოკვლევით. ისეთ შემთხვევათა სიხშირე, სადაც 24-საათიან ნათესში ვერ ხერხდება დიფთერიის ჩხირების აღმოჩენა, მაგრამ იგი ნახულ იქნა 48-საათიან ნათესში, არ აღემატება 7,3%-ს. ყველა ამ შემთხვევაში 24 საათისათვის ზრდა სუსტად აღინიშნება. შემთხვევათა 29,3%-ში დიფთერიის ჩხირების ნახვა შესაძლებელია მხოლოდ 24-საათიან ნათესში, 48 საათისათვის მათი ნახვა შეუძლებელი ხდება ბანალური ფლორის უზვი ზრდით დაჩრდილვის გამო.

2. ვინაიდან დიაგნოსტიკური მიზნით ნაწარმოებ გამოკვლევებისას 24-საათიან ზრდაზე უარყოფითი შედეგის მიღებისას, 48-საათიანი ზრდის შემდეგ დადებითი პასუხის მიღება მოსალოდნელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ 24 საათისათვის ზრდა სუსტი იყო, ლაბორატორიებს უნდა მიეცეთ უფლება, 48

(¹ მათ შორის როგორც 24, ისე 48 საათზე დიფთერიის ჩხირების ერთნაირი სიხვეით იყო 88 შემთხვევაში; ბევრი 24 და ცოტა 48 საათზე—29 შემთ. ცოტა 24 და ბევრი 48 საათზე—30 შემთხვევაში (აქედან 5 შემთ. 24 საათისთვის სუსტი ზრდა იყო),

(² მათ შორის 39 შემთხვევაში 24 საათისათვის ზრდა სუსტი იყო,

(³ 17-ვე შემთხვევაში 24 საათისათვის ზრდა სუსტი იყო.

საათზე განმეორებით გამოსაკვლევად დასტოვონ მხოლოდ ისეთი ანალიზები, სადაც 24 საათისათვის ზრდა სუსტი იყო, დანარჩენ შემთხვევებში კი პასუხის გაცემა უნდა აწარმოონ 24-საათიან ნათესის გამოკვლევის შედეგის მიხედვით.

3. ლაბორატორიების ზედმეტი დატვირთვისაგან განთავისუფლებისა და პასუხის გაცემის დაჩქარების მიზნით საჭიროა სათანადოდ შეიცვალოს სსრ კავშირის ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს მიერ 1951 წ. 5 მარტს დამტკიცებული ინსტრუქციის („დიფთერიაზე ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევის შესახებ“) მე-6 პუნქტის ის ნაწილი, რომელიც მოითხოვს, 48-საათზე განმეორებით გამოსაკვლევად დატოვებას, გარდა ისეთი ანალიზებისა, სადაც 24 საათისათვის სუსტი ზრდა იყო, აგრეთვე ყველა ისეთი ანალიზისას, სადაც, მიუხედავად კარგი ზრდისა, 24-საათიან ნათესში დიფთერიის ჩხირები არ იყო აღმოჩენილი.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 3.7.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. А. Алексанян, Г. Б. Гукасиан и А. Е. Мкртычян. О роли типов дифтерийных возбудителей в эпидемиологии дифтерии. Сборник трудов ин-та эпидемиологии и микробиологии Минздрава Армянской ССР, вып. 1, 1951.
2. Ф. М. Хрущова, Ф. М. Тейтельбаум и А. Д. Матвеева. Бактериологическая диагностика дифтерии. Советский врачебный журнал, № 1, 1941.
3. Х. К. Форштер. Макроскопическая диагностика дифтерийных бацилл на среде Клауберга. ЖМЭИ, том XV, вып. 4, 1935.
4. Г. С. Гальпер и Ф. Я. Шаввис. К бактериологической диагностике дифтерии. Вопросы возрастной иммунологии. Ленинград, 1947.
5. Л. И. Тереза. Быстрая бактериологическая диагностика дифтерии по методу Золе. Труды Московского городского бактериологического ин-та, вып. II, 1937.
6. Л. Т. Марголина и Е. И. Крашениникова. К методике исследования слизи из зева на дифтерию. Лабораторная практика, № 2, 1931.
7. М. Т. Чувалова и Л. А. Розенман. Антибиотики в борьбе с дифтерийным бациллоносительством. Педиатрия, № 6, 1953.
8. Б. И. Романов и А. И. Гершевич. К методике исследования на дифтерию. Лабораторная практика, № 3, 1932.
9. Н. С. Игтер. Сравнительные результаты исследования материала на дифтерийную палочку в различные промежутки времени. Лабораторная практика, № 2, 1931.

ტ. გულავა

ერთი რიგის თანხმობანთა ცვლილებებისათვის ხუნძურ-ანდიურ
ენებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა არნ. ჩიქობავამ 14.6.1958)

ხუნძურ-ანდიურ თანხმობანთა ცვლილებებში შეინიშნება სისტემურობა: გარკვეული ცვლილება თანხმობანთა გარკვეულ ჯგუფებს შეეხება, მაგ. „მაგარი“ შიშინა სპირანტები და აფრიკატები გადადიან სათანადო სისინებში ახვასურსა და ჭამალურში ([1] გვ. 22), „რბილი“ სისინა სპირანტები და აფრიკატები ახვასურში სათანადო შიშინა თანხმობანებს იძლევიან (იქვე, გვ. 20). აფრიკატები განიცდიან სპირანტიზაციას (როგორც „რბილები“ ([1], გვ. 18,) ისე „მაგრებიც“), „მაგარი“ მკვეთრი აფრიკატები იცვლებიან სათანადო ფშვინვიერებით (ტინდიურში, ლოდობერიულში, განსაკუთრებით დიდოურ ენებში) და სხვ. ყველა ეს ცვლილება „სპონტანური“ა. ასეთივე სისტემურობა დასტურდება პოზიციურად შეპირობებულ ბგერათცვლილებებშიც: გარკვეული ცვლილება აქაც თანხმობანთა გარკვეულ ჯგუფს შეეხება.

ხუნძურ-ანდიურ ენებში სისტემურობით ხასიათდება აგრეთვე ერთი ფონეტიკური მოვლენა, რომელსაც თანხმობანთა ხშვის მოშლის ტენდენცია შეიძლება ვუწოდოთ. ეს შეეხება ბაგისმიერ ხშულ თანხმობანებს, „მაგარ“ მკვეთრ აფრიკატებს, აგრეთვე წინაენისმიერ მჟღერ ხშულ თანხმობანებს (1. ამჯერად ეს უკანასკნელი საკითხი გვინტერესებს.

ხუნძურ-ანდიურში სამი მჟღერი თანხმობანი გვაქვს, რომელთა წარმოებაში წინაენისმიერი ხშვა მონაწილეობს: **დ**, **ნ** და **რ** (2. როგორც ცნობილია, **დ** სუფთა ხშულია, **ნ**-ს კი გარდა ხშვისა აქვს დამატებითი მომენტიც (ნაზალურობა), ხოლო **რ**, როგორც ვიბრანტი, გულისხმობს მაგარი სასის მიმართ ენის წვერის გარკვეულ მოქმედებას (დარტყმა), რაც კონკრეტულ შემთხვევაში შეიძლება გავიგოთ როგორც „ხშვა“ (რამდენადაც ჩვენთვის არსებითია წინა ენის შეხება რომელიმე საარტიკულაციო წერტილთან).

სამივე ეს თანხმობანი ერთნაირ ცვლილებას განიცდის: იშლება ხშვის მომენტი, უკეთ—იშლება საარტიკულაციო წერტილთან ენის წვერის შეხების მომენტი. ამ ცვლილების შედეგი სხვადასხვანაირია იმის მიხედვით, თუ გარდა ხშვისა რა დამატებითი არტიკულაცია აქვს სათანადო თანხმობანს (**დ**, **ნ**, **რ**-ს).

(1) იქნებ ამავე ტენდენციის ანარეკლი იყოს აფრიკატთა სპირანტიზაცია, რაც გავრცელებული მოვლენაა როგორც ანდიურ ენებში, ისე ხუნძური ენის სამხრულ დიალექტებშიც.

(2) ამავე რიგში ჩადგებოდა აფრიკატები **ძ** და **ჯ**, მაგრამ **ძ** და **ჯ** ფონემები ამ ენებში დაკარგულია.

დ-სა და რ-ს ცვლილებები ერთმანეთთან მჭიდროდაა დაკავშირებული, ამიტომ პირველად ნ-ს ცვლილებებს შევხებით.

ნ-ს ცვლილებები. ანდიურ ენებში ნ-ს ცვლილებების ძირითადი შედეგია ნაზალიზებული ხმოვნების წარმოქმნა.

ანდიურ ენებში ცვლილებას განიცდის აუსლაუტის ნ (უფრო იშვიათად ანლაუტის ნ), ოღონდ გასათვალისწინებელია, რომ ის, რაც ამჟამად აუსლაუტისეულია, ისტორიულად ინლაუტისეული (resp. ინტერვოკალური) შეიძლება იყოს, რამდენადაც არაიშვიათად ნ-ს მომდევნოდ ხმოვანია სავარაუდებელი. თანხმოვანი ნ, კარგავს რა ხშვის მომენტს, „სუფთა ნაზალურობად“ იქცევა, ეკედლება მეზობელ ხმოვანს და იწვევს მის განაზალურებას⁽¹⁾.

რამდენიმე მაგალითი: ბოთლ. წაიე, ჭამ. წაჲ || წაჲე, ტინდ. ცაიე, ბაგვ. საიე, კარ. წაიე „მარილი“. ამოსავალია *წაიე, შდრ. ხუნდ. წაიე || წაჲე, ანდ. წოიე, ახვ. წაიე || წაჲე.

ბოთლ. მასა (←ბასაე, შდრ. ლოდობ. ბასაე), ჭამ. ბასაე, ტინდ. ბასოე, ბაგვ. ბასაე, კარ. ბასაე „უამბო“, ამოსავალია *ბასან. შდრ. ანდ. ბოსან, ახვ. მაჩანი (←ბაჩანი), ხუნდ. ბიცანა.

ბოთლ. წოუიე (ლოდობ. ცოუიე), ჭამ. წოუჲ (|| →წოუჲ), ტინდ. ცოუიე, ბაგვ. სჷთიე, კარ. წოუიე, ახვ. წოუჲ „არწივი“. ამოსავალია *წოუიე, შდრ. ანდ. წოუიე, ხუნდ. წოუიე || წოუჲ.

ჭამ. ლიჲიე, ბაგვ. ლიჲეი, კარ. ლიჲეი „წყალი“. ამოსავალია *ლიჲეი, შდრ. ანდ. ლიჲეი, ხუნდ. ლიჲიე || ლიჲიე, ლაკ. შიინ, დარგ. შინ, წახურ. ხჷან... ([3], გვ. 83, [4], გვ. 192).

ხუნძურში (resp. ხუნძახურში, რომელიც სალიტერატურო ხუნძურის ფუძე დიალექტია) ნ-ს ცვლილება თითქოს არ განუცდია. მაგრამ ანდიურ ენებთან შედარება გვიჩვენებს, რომ ხუნძურსაც არაიშვიათად ნ თანხმოვანი უნდა ჰქონდეს მოკვეცილი:

ხუნდ. კოჲჲ „კვამლი“ ←*კოჲიე, შდრ. ტინდ. ქოჲიე. ბაგვ. კოჲიე, კარ. (ტოქიტ. დიალ.) კაჲინ. შდრ. აგრეთვე ლეზგ. გოჲიე. წახ. ქუმა, ალულ. ქუმა... ქართ. კუამლ—, მეგრ. კუმა... ([5], გვ. 706).

ხუნდ. ცი „დათვი“ ←*ცინ (*ცინი?). შდრ. ბოთლ. სიე, ჭამ. სეჷიე, ტინდ. სიე, ბაგვ. სიე, ახვ. შიე.

ხუნდ. ქუჲ || ქჷი „ჭედილა“ ←*ქჷიე, შდრ. ანდ. ქუნ, ბოთლ. ქუჲიე, ჭამ. ქუჲე, ბაგვ. ქჷიე, კარ. ქუჲიე.

ხუნდ. ტი „ალო“ ←*ტინ (←*ტინი), შდრ. ანდ. ლინნი, ბოთლ. ციჲცი (ლოდობ. ნიჲცი), ჭამ. ცრე, ტინდ. ცრე, ბაგვ. ციე || კიე, კარ. ტინი⁽²⁾.

(1) აქ-იქ ნაზალურობის ელემენტიც გამჭრალია. მაგ. ჭამ. ჰჷ ← || ჰჷჲ „თესლი“, შდრ. ბაგვ. ჰჷიე, კარ. ხუჲიე, ბოთლ. ხჷჲიე, ანდ. შენ, ხუნდ. ხჷან. ახვან. რეშე ←*რეშენ, ჭამ. რეში ←*რეშინ „წელიწადი“, შდრ. ბოთლ. რეშენ, ხუნდ. სონ. ხშირად ნაზალურობის ელემენტი გადასმულია (მაგ. ბოთლ. ჟისა←ჟისაჲ „ნახა“ და სხვ. ([2], გვ. 143).

(2) ნ დაკარგულად უნდა ვივარაუდოთ ანდიურ ენაშიც კოჲჲ „კვამლი“ და სეჲ „დათვი“-სიტყვების მიხედვით.

იმ სიტყვებს, რომელთაც **ნ** მოჰყვებიან, ირიბ ბრუნვებში (ჩვეულებრივად ნათესაობითში) ბრუნვის ნიშნის წინ **დ** გამოაჩნდება (კაჟედ ულ „კეამლის“, ციდ-ულ „დათვის“, ქუედ-ულ „ჭედლის“, ტიდ-ულ „ალაოსი“), რაც მინიშნებელი ჩანს სახელობითის ფუძეში **ნ**-ს დაკარგვისა,

ამრიგად, ხშვის მომენტის მოშლის შედეგად **ნ** როგორც თანხმოვანი იკარგება: ანდიურ ენებში შემორჩენილია ამ თანხმოვანის ნაზალური ელემენტი, რაც მეზობელი ხმოვნის განაზალურებას იწვევს, ხოლო ხუნძურში (საფიქრებელია ანდიურ ენაშიც) **ნ**-ს სრული დაკარგვა გვაქვს.

დ-სა და **რ**-ს ცვლილებები. ინტერვოკალურ პოზიციაში **დ** სხვადასხვა ანდიურ ენაში სხვადასხვაგვარ ცვლილებას განიცდის.

დ → **რ** განსაკუთრებით დამახასიათებელია ბაგვალური ენისათვის (გარდა თლისური და ხუშტადური მეტყველებისა). იგივე პროცესი გავრცელებულია (ოღონდ შედარებით ნაკლებად) კარატული ენის ანჩხურ კილოკავშიც (გემყარებით ზ. მაჰომედბეკოვას გამოკვლევას). მაგალითები (ბაგვალურიდან): ირა „არის“, შდრ. ბოთლ⁽¹⁾. იდა; ფურილა „ქროლვა“, შდრ. ბოთლ. ფუდი; ჰარი „იტირა“, შდრ. ბოთლ. ჯადა; ჰარი „თხოვა“, შდრ. ბოთლ. ხადუ; კრა „ორი“, შდრ. ბოთლ. კედა; არამ „ადამიანი“, შდრ. ხუნძ. ჭადამ (ნასესხ. სიტყვა); მესერ „ოქრო“ (← მესერი ← მესედი), შდრ. ბოთლ. მისიდი; ჰურ (← ჰური ← ჰუდი) „შეშა“, შდრ. ბოთლ. ჰუდი... მაგალითები ანჩხურიდან: კრა „ორი“, ლურე „შეშა“, ერელ „ნიეთი“ (შდრ. კარ. ჰედელა), ბეჩე-როჟ „მდიდარი“ (ხუნძ. ბეჩედაჟ), მესერ „ოქრო“... სხვა პოზიციაში **დ** უცვლელია: ბაგვ. ჰაბდა (ანჩხ. ლაბდა) „სამი“, დარჟ (← დადუ) „საღვებელი“ (ხუნძ. დად) და მისთ.

დ → **რ** პროცესის შედეგად ბაგვალურში ერგატივის ნიშანი **დ** წარმოდგენილია **რ**-ს სახით: იმაშაურ-რ „მამა“, ელა-რ „პირმა“... იმაშაურ მომდინარეობს *იმაშაური ← *იმაშაური ფორმისაგან: ჯერ ინტერვოკალური **დ** → **რ**, ხოლო შემდეგ **ი** ხმოვანი მოკვეცილია (შდრ. ზენოთ მესერ „ოქრო“). ვიწრო ხმოვნების, (**ი**, **უ**) მოკვეცა აუსლაუტში გავრცელებულია ბაგვალურში (აგრეთვე ჭამალურშიც. შდრ. [7], გვ. 16, [9], გვ. 303). ერგატივის **დ** დაცულია ბაგვალურშივე არა ინტერვოკალურ პოზიციაში: მეჭელ-დ „ცხვირმა“, ვარან-დ „აქლემმა“, მესერ-დ „ოქრომ“, ესებ-დ „გვერდმა“...

დ → **რ** სხვა ანდიური ენებისათვის დანახასიათებელი არ არის, მაგრამ თითო-ორი მაგალითი ყველგან დაიძებნება. მაგ., ახვახ. წარი „წვიმა“ (შდრ. ხუნძ. წად). ახვახ. ხარი „თხოვა“ (შდრ. ბოთლ. ხადუ), ტინდ. ხერი „უკან“ (შდრ. ხუნძ. ხადუბ)... ბოთლ. ჭამ., ბაგვ., კარ. ღერუ „კოვზი“ (შდრ. ხუნძ. ღუდ ← *ღედუ)...

ზოგი ფაქტი გვაფიქრებინებს, რომ **დ** → **რ** სრულებით უცხო არც ხუნძურისათვის ყოფილა:

ხუნძ. ჰარ-ანა „თხოვა“ ← *ჰად- (შდრ. ბოთლ. ხადუ, ჭამ. ხად, ანდ. ხოდი).

(1) შესაპირისპირებლად მაგალითები მოგვეყვს ბოთლისურიდან. ასევე **დ**-იანი ფორმებია ანდიურ ენათა უმეტესობაში.

ხუნდ. ტურუ „კლდე“ ← *ტულდუ (შდრ. ბოთლ. ტუდი, ჭამ. ტორდ, ბაგვ. (თლის.) ტედა, კარ. ტედა).

ხუნდ. ჰური ← || ფური „ქარი“ ← *ფუდი (შდრ. ბოთლ. ფუდი).

დ → ლ. ზოგი ანდიური ენისათვის (უპირატესად კარატულიათვის) დამახასიათებელია ინტერვოკალურ პოზიციაში ისტორიული დ-ს ნაცვლად ლ-ს გამოვლენა. დ-ს უშუალო გადასვლა ლ-ში ნაკლებადაა მოსალოდნელი, უფრო ბუნებრივი ჩანს დ → რ → ლ, ე. ი. საქმე ეხება დ-სგან მიღებული რ-ს ცვლილებას. დ → ლ არაა ისე სისტემატური ხასიათისა, როგორც დ → რ.

დ → (რ →) ლ-ს შემთხვევები შენიშნულია მეტწილად კარატული ენის ტოქიტურ დიალექტში. ზმნის ფუძის სუფიქსი⁽¹⁾ დ ტოქიტურში იძლევა ლ-ს: თულ- „დაფურთხება“ (შდრ. ბოთლ. თუდ-; ბაგვ. თურ-← თუდ-).

ფულ- „ქროლვა“ (შდრ. ბოთლ. ფუდ-, ბაგვ. ფურ-← ფუდ-).

ჰალ- „თხოვნა“ (შდრ. ბოთლ. ხად-, ანდ. ხოდ-, ბაგვ. ჰარ-← ჰად-).

გოჩილ- „გადასახლება“ (ნასესხ. ფუქეა, შდრ. ბოთლ. =ლოდ. გოჩიდ-, ანჩიხ. გოჩირ-← გოჩიდ-).

თუნქულ- „დარტყმა“ (ნასესხ. ფუქეა, შდრ. ბოთლ. თუნქიდ-. ტინდ. = აქნ. -ანდ. თუნქიდ-, ბაგვ. თუნქურ-← თუნქულ- ...)

დ → (რ →) ლ პროცესის შედეგად კარატულში ერგატივის ნიშნად ლ გაპოლის⁽²⁾: ჰეკუაშო-ლ „კაცმა“, მაშალაი-ლ „ქალიშვილმა“, ისო-ლ „კატამ“.. უნდა ვიფიქროთ, რომ მაშალაი-ლ ← *მაშალაი-ლი (← მაშალაი-რი) ← *მაშალაი-დი. ეს უკანასკნელი ფორმა ჩვეულებრივია ანდიურ ენებში (მაგ. ბოთლიხურში), ხოლო *მაშალაირი ი ხმოვნის მოკვეციტთ ბაგვალურში გვაქვს (იხ. ზემოთ დ → რ).

დ → ლ სპორადულად ახვასურშიც შეინიშნება (— შედარებით ახალი ნასესხები ზმნური ფუძეები იღებენ ლ „თემის ნიშანს“, რომელიც ისტორიული დ-ს მონაცვლეა, მაგ. გოჩილ-ერი „გადასახლდა“ (შდრ. ზემოთ ტოქიტ. გოჩილ-), ბუქილ-არი „მოატყუა“ (შდრ. ჭამ. ხუხილ, ანჩიხ. ქუქაირე, ტოქიტ. ქუქაილი) და სხვ.

ხუნდურში დ → ლ არა ჩანს, თუ ისტორიულად დ-სგან მომდინარე არ აღმოჩნდება ის ლ, რომელიც „დ თემის ნიშნიან“ ზმნებს აქვთ აწმყო-მყოფადის ფორმებში: ინფინიტ. ყოტიზე ← ყოტიდე „ქრა“ ([6], გვ. 93), მაგრამ აწმყ. ყოტულა, მყოფ. ყოტილა⁽³⁾. შდრ. „ნ თემის ნიშნიანი“ ზმნა: ინფინიტ. ბიციენ „მბობა“, აწმყ. ბიციუნა, მყოფ. ბიცინა...

დ → დ, ჰ, უ 0 (ნოლი). ტინდიურსა და ჭამალურში ინტერვოკალური დ გადადის ინტერდენტალურ მქდერ სპირანტ ლ-ში. ტინდიურში დ → დ დასტურდება სოფ. ტინდის კოლოკავში არსებითად მხოლოდ უფროსი თაობის მეტყველებაში. ახალი თაობა დ-ს ნაცვლად ჰ-ს ხმარობს (ტინდიურის სხვა

⁽¹⁾ ამგვარ სუფიქსებს (*დ, *წ) „თემის ნიშნებს“ ვეძახით. დაწვრილებით სხვაგან.

⁽²⁾ ანალოგიური მოსახრება კარატულში ერგატივის ლ ნიშნის წარმოშობის შესახებ წარმოდგენილი აქვს ზ. მაჭოძე დ ბეკოვას.

⁽³⁾ ზოგ დიალექტში ლ-ს შემცველი ინფინიტივიც გვაქვს (—ყოტლე).

კილოკავები კი, მაგ. ეჩედური, აქნადური, ანდიდური, **დ**-ს ჩვეულებრივად ინახავენ): იღა || იაა „არის“ (ეჩედ. იღა), კედა || კედა „ორი“ (ეჩედ. კედა), გიღუ || გიღუ „კატა“ (ეჩედ. გიღუ), ლადა || ლადა „ხევი“ (ეჩედ. ლადა)...

ტინდიურში (აულ ტინდის მეტყველებაში) **დ**→**ჰ**-ს შედეგად ერვატივის ნიშნად **დ**-ს ნაცვლად **ჰ** გვაქვს; იმუ-**ჰ**(ი) „მამამ“. სარუ-**ჰ**(ი) „მელამ“... **დ** შენახულია სხვა აულების მეტყველებაში (იმოდი, საროდი...), აგრეთვე საკუთრივ ტინდიურშიც კი, როცა **დ**-ს წინ თანხმომანი დგას, მაგ. საკ. ტინდ. ქტარ-დი „თოკმა“, „თოკით“ ([8], გვ. 349).

ჭამალურში (აულ ქვ. ჰაქვარის მეტყველებაში) **დ**→**ღ** მაშინ ხდება, როცა წინამავალი ხმოვანია **ი** ([7], გვ. 18).

ტინდიურში (აულ ტინდის მეტყველებაში) წინამავალ **ა**-სა და მომდევნო **ო/უ**-ს შორის **დ**-ს ნაცვლად **ღ**-ს ვხვდებით (**ღ** აკუსტიკურად ჰგავს ძლიერ ველარიზებულ მედერ სპირანტს), ახალი თაობა **ღ**-ს ნაცვლად **ჟ**-ს გამოსთქვამს (ხოლო აქნადურსა და ანდიდურში **ღ** გვაქვს): ხალო || ხალო || ხოყო ← ხაყო „დალია“ (შდრ. ბოთლ. ხუღუ).

ჰინაჟუ „ღრუბელი“ (შდრ. აქნ-ანდ. ჰინაღუ)

ზოგჯერ **დ**-ს ნაცვლად **ჟ** გვაქვს **ი**-სა და მომდევნო **უ**-ს შორისაც: ჩიიჟუ „შორი“ (შდრ. აქნ.-ანდ. ჩიიღო, ბოთლ. ჰიიღუ).

ღ, **ჟ** (და **ღ**) უშუალოდ **დ**-საგან მიღებული კი არ უნდა იყოს, არამედ **დ**-ს დაკარგვის შემდეგ განვითარებული ინტერვოკალურ პოზიციაში.

ზმნის „თემის ნიშნად“ **დ**-ს ნაცვლად **ჰ** ახასიათებს კარატული ენის არჩოულ კილოკავსა და ტინდიური ენის საკ. ტინდიურ კილოკავს.

დ-ს და **რ**-ს უკვალოდ დაკარგვა მეტ-ნაკლებად თითქმის ყველა ანდიურ ენაში გვაქვს, მაგრამ განსაკუთრებით გავრცელებულია იგი ჭამალურში, შედარებით ნაკლებად ბაგვალურში და კარატულში (აულ კარატას მეტყველებაში), მაგ. ჭამ. ხა- „სმა“ (შდრ. ნამყო ხად. ნამყოში ფუძისეული თანხმომანი აღდგა. ანალოგიური ზმნები საკმაოდ მრავალია)⁽¹⁾, წა „წვიმა“ (შდრ. ხუნდ. წად).

ბაგვალურში „ხმომანფუძიან“ ზმნათა რიგ ფორმაში (მაგ. ნამყოში). იკარგება **რ** (←**ღ**): სჲ (←*საი-ი←*საარ-ი←*სად-ი) „დალია“ (შდრ. კარ. წარე, ახვ. წარერი. ანდ. წადი ...) შდრ ბაგვალურივე აწყო-კონკრ. სარ-ახირა (←*წადახ იღა) „სვამს“.

ღ (||**რ**) დაკარგული ჩანს სიტყვაში „წვიმა“: ანდ. წა, ბოთლ. წაჰ, კარ. წაჰ, ტინდ. ცაჰ, ბაგ. საჰ.

რ დაკარგულია ჭამალურში: ყაჟ ←ყარუ „დრო“, ლეჟ ←ლერუ „კოვზი“, ყეჟ ←ყერუ „ხორბალი“... (ამოსავალი ფორმები დაცულია სხვა ანდიურ ენებში). ასევე: სჰ „მელა“←სარი, წეჟ „სახელი“←წერი, ჩჰ „თმა“←ჩარა, ზჰ „ყი-

(¹ ნამყოს ნიშანი (ხმოვანი **ი**, ან, უფრო ნაკლებ მისალოდნელია, უ) ამგვარ ზმნებს ჭამალურში დაკარგული აქვთ.



ნული“←ზარი... აქა-იქ რ-ს ადგილას ჟ-ს ვპოულობთ (მაგ. ხუა←ხურა „ყა-ნა“, ბიაცა←*ბირაცა „კავი“⁽¹⁾.

ტინდიურ ენაში რ-ს (აგრეთვე ღ-ს) ცვლილებების შესახებ იხ. [8], გვ. 350—351.

კარატულში (აულ კარატას მეტყველებაში) რ (←ღ) რიგი ზმნის ფუძეში დაკარგულია: ხნ-„თხოვნა“.

ანდიურ ენებში ინტერვოკალური ღ-ს ცვლილებების სხვადასხვა სახეს კარგად ასახავს-ღ „თემის ნიშნისა“ და ერგატივისეული ღ ნიშნის ვარიანტების გათვალისწინება:

„თემის ნიშანი“	ერგატივის ნიშანი
ლოდობ. გოჩიდ- „გადასახლდა“ ²	ლოდობ. -ღი
ტინდ., არჩ. გოჩიღ-	ტინდ. -ჟი (←ღი)
ახვ., ტოქიტ- გოჩიღ-	კარ. -ლ (←ლი)
ბავგ. გოჩირ-	ბავგ. -რ (←რი)

ამრიგად, ხუნძურ-ანდიურ ენებში წინაენისმიერმა მჟღერმა თანხმოვნებმა (ღ, რ. ნ) ხმვის ქომენტის მოშლის შედეგად ინტერვოკალურ პოზიციაში გარკვეული ცვლილებები განიცადეს. ცვლილებათა ძირითადი სახეები სხვადასხვა ენასა და დიალექტში სხვადასხვანაირია: 1-ნ→ჟ (ნაზალური ხმოვანი), ჟ→0 (ნოლი), 2. ღ→რ, ღ→(რ→) ლ, ღ→ღ→ჟ, რ→ჟ, ღ || რ→0 (ნოლი) (→ჟ, ლ, ჟ— ბგერათიართვა).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 16.6.1958)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. N. Trubetzkoy Studien auf dem Gebiete der vergleichenden Lautlehre der nordkaukasischen Sprachen. I. Die „kurzen“ und „geminieren“ Konsonanten der awaroandischen Sprachen. Caucasia, № 3, 1926.
2. ტ. გულდავა. მესამე გრამატიკული კლასის ნიშნის ერთი ვარიანტი ხუნძურ-ანდიურ-დიდოურ ენებში. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, ტ. IV, თბილისი, 1953.
3. N. Trubetzkoy. Nordkaukasische Wortgleichungen. Wiener Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes, ტ. 37, 1, 2, Wien. 1930.
4. N. Trubetzkoy. Les consonnes latérales de langues caucasiques-septentrionales. Bull. de la société de linguistique de Paris. 23, 1922.
5. ტ. გულდავა ქართულ-ხუნძური ლექსიკური შეხვედრების შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. შობამგ. ტ. XV, № 10, თბილისი, 1954.
6. არს ჩიქობავა. ინფინიტის დიალექტური ვარიაციები ხუნძურში. ენიმკის შობამგ., ტ. I, თბილისი, 1937.
7. А. А. Бокарев. Очерк грамматики чамалинского языка. Москва—Ленинград, 1949.
8. ტ. გულდავა. ტინდიური ენის ფონეტიკური მიმოხილვა. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, ტ. V, თბილისი, 1953.
9. ი. ცერცვაძე. ანდიური ენის ფონეტიკის საკითხებისათვის. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, ტ. V, თბილისი, 1953.

(¹ ჭამალურს რ-ს ცვლილებები ახასიათებს ანლაუტშიც. ირკვევა, რომ ჭამალური ენის ჰადირულსა და ჰავეარულ დიალექტებში საკუთარი მარაგის რ-ზე დაწყებული სიტყვა თითქოს არც კი დასტურდება. ყველა თავკიდური რ გადავიდა ჟ-ში ან უ-ში: რ→ჟ მომადვენო ა, ე, ი ს წინ. ხოლო რ→უ მომადვენო უ, ო-ს წინ (მაგ. ჯაქა← რაქა „გული“, ჯელა←რელა „ხელი“, ჯიტა←რიტა „ხორცი“; უშა←როშა „ხე“, უშტა←რუტა „უღელი“). რ→უ შესაძლებელია მომდინარეობდეს რ→ჟ→უ-საგან (ჟ-ს ასიმილაციით მომადვენო უ, ო-სთან, როგორც ამას ვარაუდობს პროფ. შ. გაფრინდაშვილი).

(² გოჩიდ-, გოჩიღ- და მისთ. არის ზმნის ფუძე, რომელსაც დაერთვის, დროის, კილოსა და მისთ. ნიშანი.

მთროგრავიძე

ბ. ჯალაბაძე

აღმოსავლეთ საქართველოს მთიანეთის სამიწათმოქმედო იარაღები

(ხმის მთროგრავიძული მასალების მიხედვით)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩიტაიამ 3.7.1958)

არქეოლოგიური მონაცემების მიხედვით საქართველოს ტერიტორიაზე ენეოლითის ხანიდან დასტურდება როგორც მარტივი სამიწათმოქმედო იარაღები (ტარსაგებიანი რქები, ლულოვანი ძვლები), ისე ხორბლეულის ზოგიერთი სახეობა ([6], 683—684, [11], 208—210; [3], 565). უფრო მოგვიანებით მიწათმოქმედებაში ჩნდება სპილენძ-ბრინჯაოსა და რკინის იარაღები. იზრდება ხორბლეულის ჯიშები ([7], 17; [13], 174—212).

ეთნოგრაფიული მასალების მიხედვით სავარაუდოა, რომ ლითონის იარაღების გვერდით დიდი ადგილი ეჭირა ხის სამეურნეო იარაღებსაც. მიწის სამუშაოებზე ხის იარაღებს საქართველოში გვიან ხანობამდე იყენებდნენ. ასეთ იარაღებს განეკუთვნებოდა: თოხები, ბარები, ჩეკ-სარკეები, მარგილები, სახენელი იარაღის უმარტივესი სახეობა კავწერა და სხვ. ამ მხრივ სანიშნუთ მასალას გვაძლევს დასავლეთ საქართველოს მთიანი რაიონების მიწათმოქმედება, სადაც ხის იარაღების, სახელდობრ ბარის და თოხის ხანგრძლივი არსებობა განაპირობა სათოხნმა კულტურებმა და რბილმა ნიადაგებმა. აღმოსავლეთ საქართველოს მთის ნიადაგები რადიკალურად განსხვავდება დასავლეთ საქართველოს მთის ნიადაგებისაგან. იგი უფრო მწირია, ხრიოკი და ამდენად მიწათმოქმედებისათვის ნაკლებად ხელსაყრელი. აღმოსავლეთ საქართველოს მთის მიწათმოქმედებას თავისი ეკონომიური წონით მესაქონლეობა ჭარბობს. მაგრამ როგორც ირკვევა, მიწათმოქმედებას იმავე მთაში საკმაოდ დიდი მნიშვნელობა ენიჭებოდა. ამ ჭრილში საინტერესო სურათს ხევის მიწათმოქმედების შესწავლა იძლევა.

ხევი ანუ დღევანდელი ყაზბეგის რაიონი მდებარეობს კავკასიონის გადაღმა, იქ, სადაც ჩამოდის მდ. თერგის ზედა ნაწილი მორენული ხეხვებითა და ყინულოვანი შენაკადებით. ხევი მაღალმთიანი რაიონია; აქ წლიური საშუალო ტემპერატურა 5°-ს არ აღემატება. სახნავ-სათვის მიწების ძირითადი ფართობები ზღვის დონიდან 1800—2000 მეტრზე მდებარეობს, ნიადაგი მწირია და ხრიოკლოვანი. სახნავთა უმეტესობა დაფერდებულ ადგილებზე მოდის. ხევის მთიანი ფერდობების უმრავლესობა მკვეთრი კლდოვანი რელიეფურობის გამო მიწათმოქმედებისათვის უვარგისია, გამოსადეგია წვრილფეხა მესაქონლეობისათვის. როგორც ვასული საუკუნისათვის, ისე დღეისათვის ხევიში მეურნეობის წამყვან დარგად მესაქონლეობა ითვლება. მიწათმოქმედების ძველმა კულტურამ, როგორც ჩანს, ორი დიდი დარტყმა განიცადა, ერთი XIX საუკუნის II ნახევარში, როცა წვრილფეხა მესაქონლეობას ფართოდ მოჰკიდა ხელი ადგილობრივმა მოსახლეობამ, რადგან ამ დროს მათ საშუალება მიეცათ გამოეყენებინათ ჩრდილოეთ კავკასიის საზამთრო საძოვრები. ამავე დროს ადგილობრივი მეცხვარეობიდან მიღებულ ნედლეულზე, კამიტალიზმის თანდათანობით განვითარების შედეგად, დიდი მოთხოვნილება იყო. ამიტომ ხევის მეცხვარეობა ვიწრო შინამოხმარების ჩარჩოებიდან თავისუფლდებოდა და სამრეწველო ორომ-ტრიალში ებმებოდა. ამ გარემოებამ ადგილობრივთა მთელი სამეურნეო ინტე-

რესები მეცხვარეობას დაუმორჩილა და იგი ამ მხარის ეკონომიკის ძირითად და წამყვან დარგად აქცია.

ხევის მიწათმოქმედების მემინდვრობის დარგისათვის მეორე დარტყმა XIX საუკუნის მიწურულში დაიწყო; ამჯერად ხევის გაჩნდა კართოფლის კულტურა, რამაც უკვე XX საუკუნის I მეოთხედში ხორბლეული კულტურებისათვის გამოყენებული სახნავ-სათესი ფართობების ძირითადი ნაწილი დაიკავა.

სამეცნიერო ლიტერატურაში ხევის მოსახლეობა მოხვედრების სახელს ატარებს. არქეოლოგიური მონაცემებით ირკვევა, რომ დღევანდელი ხევის ტერიტორიაზე მოსახლეობა უძველესი დროიდან დაბინავებულია. ხევის ტერიტორიაზე მდიდრად არის წარმოდგენილი ბრინჯაოს კულტურა. ყაზბეგში აღმოჩენილი ბრინჯაოს კულტურის ნაშთები თავიანთი დანიშნულების გარკვეულ ახსნას ადგილობრივ ეთნოგრაფიულ ყოფაში პოულობენ. ეს გარემოება უთუოდ იმის მაჩვენებელია, რომ პრეისტორიული ხანიდან დღემდე ამ რაიონში მოსახლეობას უწყვეტი ბინადრობა ჰქონდა და საუკუნეებით შემუშავებული კულტურული ტრადიციებიც თაობიდან თაობაზე გადადიოდა, რამაც თითქმის დღემდე მოაღწია ([5], 34).

ხევის არქეოლოგია და ისტორია ჯერ კიდევ შესასწავლია. მრავალი ძველი ციხე და ნამოსახლარი, რომლებიც განლაგებულია ხეობების კალთებზე, გვაძლევს საბაბს ვიფიქროთ, რომ ადგილობრივი მოსახლეობა ეწეოდა შერწყმული სახის (მიწათმოქმედება-მესაქონლეობა) მეურნეობას, მაგრამ ადგილობრივი ბუნებრივი და სავარეო პირობების გამო მტკიცედ ლიმიტირებულს.

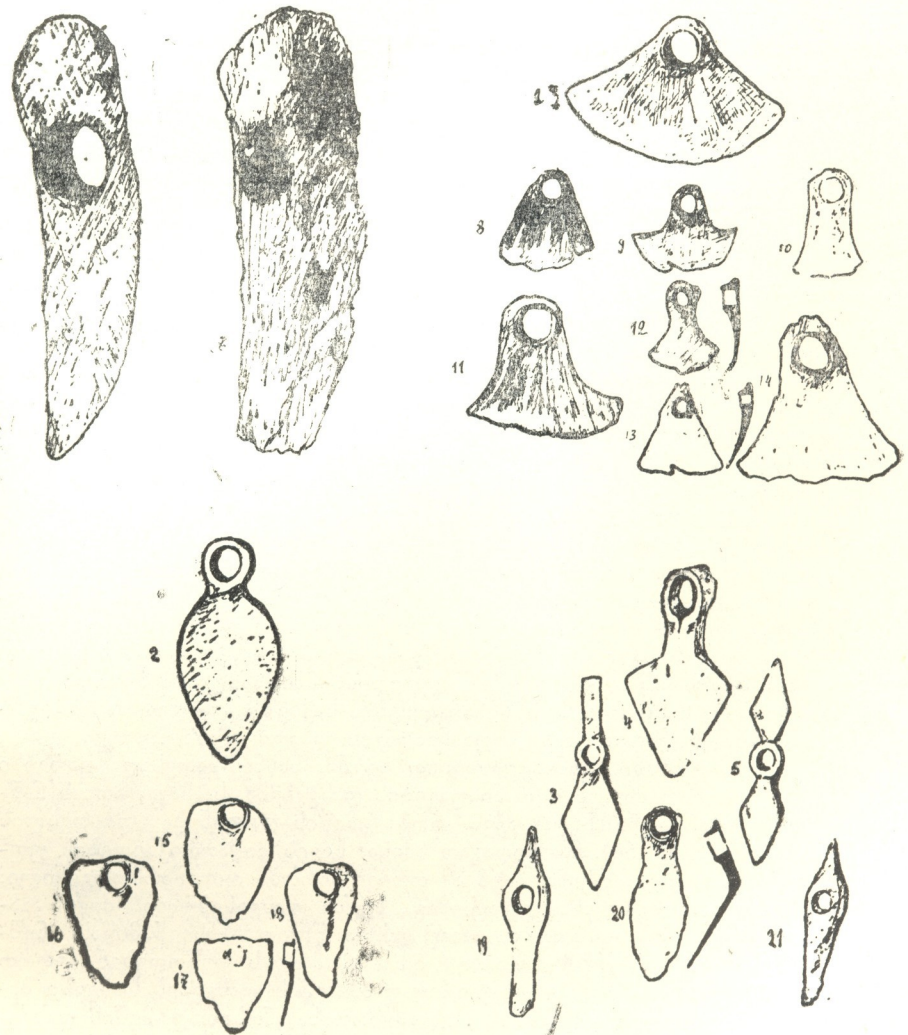
ხევის მიწის სივიწროვეს სასოფლო თემი მწვავედ განიცდიდა. ეს გარემოება კარგად არის ასახული XVIII საუკუნის ერთი საჩივრის წიგნში, რომელიც „ერთიან გარბანელთ“ შეუდგენიათ:

„ქ. ღთნ ბედნიერის ხემწიფის ძის ვახტანგის ჭირი სულ ერთიან გარბანელთ მოგვეცეს. მერმე ამას მოგახსენებთ, ჩვენო მოწყალე: სნოელი ელისაშვილი შიო იყარა სნოდამ და აქ გარბანს მოვიდა და სახლს აქ არ ვაგებინებდით, მაგრამ თოფ იარაღი ხელში ეჭირა... უნდა ავყარადეთ, თორემ იმის მეზობლის თავი არა მაქვს და არც ალავი გვაქვს იმთენ და ღმერთი გაგიმარჯვებს ერთი წამალი დაგვადევე, თორემ... მეტი ილაჯ არა გვაქვს... ჩვენ წელს ხევა და თესვა არ შეგვიძლია, თუ ის კაცი აქ არის და ეს ერთი კვირა არის შიშვილით დავიხოცენით. ღმერთი გაგიმარჯვებს, სამართალი გვიბოძე, ქკს უჰა (481) = 1783 წ.“ ([5], 47). ამ საჩივარზე იმდროინდელ ხევის გამგებელს ვახტანგ ბატონიშვილს განკარგულება გაუცია ხევის ნაცვლისადმი, რომ „სნოელს ელაშვილს შიოს რაც გარბანს სახლი გაეკეთებინოს, იმაზე მეტს ნულარ გააკეთებინებო“ ([5], 47).

თუ რა ხასიათის მეურნეობა ბატონობდა ხევის, ამის შესახებ რაიმე ისტორიული ცნობა არ მოგვეპოვება. XVIII საუკუნის ისტორიკოსის ვახუშტი ბატონიშვილის ცნობით, ხევის მეურნეობა წარმოდგენილი იყო მიწათმოქმედებისა და მეცხოველეობის დარგებით. „ჭეობა ჭევისა არს მოსავლიანი: ხორბლისა, ქრთილისა, სელისა, შერვისა, შთასავლით ვველეთამდე“ ([2], 68).

რაც შეეხება მეცხოველეობას, ვახუშტი ბატონიშვილი ორიოდ სიტყვით გადმოგვცემს, რომ „პირუტყვნი, რაც ოდენ ეჭვევის, მრავალნი, ცხვარი უოლმო“. აღნიშნული გარემოება ფრიად საყურადღებოა. მესაქონლეობის საკითხს ვახუშტი უკავშირებს ხევის გარემოს, მის ფართობს, რომ იქ მეცხოველეობა იმ ზომაზე ყოფილა განვითარებული, როგორც ამას საძოვარი ილაღები და სათიბები აკმაყოფილებდა. ამასთან საგულისხმოა ვახუშტის ცნობა ხევის პირობებისათვის უდუმო ცხვართან დაკავშირებით, რომელსაც ალბათ ადგილობრივ არამომთაბარე პირობებში უხდებოდა ცხოვრება.

აღნიშნული გარემოებები გვაპარაუდებინებს, რომ XVIII საუკუნისათვის, და ეგების უფრო ადრეც, მიწის მოსავლიანობაზე ბევრად უნდა ყოფილიყო დამოკიდებული ადგილობრივ მოსახლეთა მდგომარეობა. ამიტომ მიწის ყოველი გოჯი ხევში განსაკუთრებული მოვლა-დაცვის ობიექტს წარმოადგენდა, რაზედაც კარგად მეტყველებს ხევის ეთნოგრაფიულ ყოფაში შემორჩენილი სამეურნეო იარაღები და მიწათმოქმედებასთან დაკავშირებული სხვადასხვა წეს-ჩვეულებები.



სურ. 1, 2, 3, 4, 5 — ხევში გავრცელებული თოხები; 6—21—არქეოლოგიური თოხები საქართველოს ტერიტორიიდან

მინდვრის კულტურის ის სახეები, რომლებსაც XVIII საუკუნეში ვახუშტი ბატონიშვილი ხევისათვის ამოწმებდა, გვიანდლამდე თითქმის არ შეცვლილა. ერთი ესაა, რომ ხევის ეთნოგრაფიულ ყოფაში მოწმდება მასალები ცერცვის

კულტურის არსებობის შესახებაც, ვახუშტი ბატონიშვილი ამას არ იხსენიებს. XIX საუკუნეში ამ კულტურებს ემატება კართოფილი, რომელმაც მძლავრად მოიკიდა ფეხი ადგილობრივ მიწათმოქმედებაში.

სახნავ-სათეს მიწას ხევში ყანა ეწოდება. ეს ტერმინი აქ თავისი ძველი მნიშვნელობითაა შემონახული. აქაური ყანა ნიადაგის მხრივ სხვადასხვა თვისებისაა. მიწების ძირითადი ნაწილი, ადგილობრივთა დაკვირვებით, მოსავლის მოყვანას ასწრებს. ამგვარი ყანები ქვიშა-რიყიანია და მწირი. მათ ქვიშრობებს უწოდებენ.

მეორე კატეგორიის ნიადაგში შედის ბ ა ლ ყ უ მ ი მიწები. ტერმინი ბალყუმი თიხნარი მიწების აღმნიშვნელია. ქვიშრობებთან შედარებით იგი ზომიერი თვისებებით ხასიათდება. მესამე კატეგორიას სამყარო მიწები განეკუთვნება. სამყარო მიწები შეიცავს ძალზე მცირე სახნავ ფენას. ზოგჯერ სამყარო მიწას სახნავად ვერცკი იყენებენ და მასზე მხოლოდ დამყარება, ე. ი. დასახლება ხდება. მოხვევები იცნობენ სხვა ნიადაგებსაც, მაგ., ხ ი რ ხ ა ტ ს, რომელშიც ძალაგამოლეული, გამოფიტული მიწა იგულისხმება.

როგორც აღნიშნული იყო, ხევში მკაცრ გეოგრაფიულ გარემოსთანა გვაქვს საქმე. უტყეობის გამო მთის რელიეფი შიშველი ფერდობების სახით არის წარმოდგენილი. ეს ფერდობები ნალექების წყალობით ჩამორეცხილია და ზედა სახნავი რბილი ნიადაგი კლდის ფენებსა და ქვიშრობებზეა დასული. ყოველივე ამის გამო ჭირნახულის მოსაყვანად საჭირო ფართობებს თავისებური დამუშავება ესაჭიროება. ამ ხასიათის სამუშაოებიდან პირველი რიგის საქმიანობას წარმოადგენდა ნიადაგის გასუფთავება ქვებისაგან, რასაც ა რ ჩ ე ვ ა ს ა ნ გ ა რ ჩ ე ვ ა ს უწოდებდნენ. ნიადაგის გარჩევა წარმოებდა როგორც მიწის მოხვნა-მოწვრაქვებამდე, ისე მის შემდეგაც. მეგროვილ ქვებს წინსაფრებში კრეფდნენ და შემდეგ სახნავი მიწის გვერდში აგროვებდნენ. ხშირად სახნავი მიწის ნაპირებში იმდენი ქვა გროვებოდა, რომ მისგან ღობეს ავლებდნენ. ასეთ ღობეს ყო რ ე ეწოდებოდა. სახნავ-სათესი ნიადაგების მოპოვების საქმეში ნიადაგის გარჩევა ერთი ძირითადი პროცესთაგანი იყო. იგი მუშაობის ერთ სეზონში არ მთავრდებოდა და თანდათანობით არჩეული ქვაც ზღუდის გამაგრებას ხმარდებოდა. ამ მხრივ გარჩევა კარგ სამუშალებას წარმოადგენდა ფართობის დაცვისათვის როგორც ზვავებისა და ნიაღვრებისაგან, ისე პირუტყვისაგან. საერთოდ ამ ღონისძიებას ხევის მიწათმოქმედებაში უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა ნიადაგების დაცვისა და სახნავი ფენის შენარჩუნების საქმეში. ცხადია, ამასთან ერთად არსებითი მნიშვნელობა ენიჭებოდა ნიადაგის გააპტივებასაც.

მთის მემინდვრეობაში, განსაკუთრებით ხევში, სახნავ-სათესად ვარგისი მიწების სიმცირის გამო ძნელი იყო ნიადაგების დასვენება. ს. მაკალათიას ნაშრომში ხევის შესახებ აღნიშნული აქვს, რომ „მიწის დასვენება და თესლის ცვლა აქ არ იციან“ ([5], 64). მიუხედავად ამისა, ხევის მიწათმოქმედების უფრო ახლო გაცნობამ დაგვარწმუნა, რომ აქ ორივე პირობა იყო წარმოდგენილი: მიწის დასვენებაც და თესლის ცვლაც. მაგ., ხევში დასვენებული მიწის გამომხატველია ტერმინი ყ ა მ ი რ ი, რაც ერთი წლით ნასვენ მიწას ნიშნავს. ორი წლით ნასვენ მიწას ყ ა მ ი რ ი ს ყ ა მ ი რ ს უწოდებენ, უფრო დიდი ხნით დასვენებულს კი გ ა ბ ო ტ ე ბ უ ლ ს. მიწის დასვენებას ხევში მიწის გამოცვლასაც უწოდებენ ([2], 194). კლაფროთის ცნობითაც, მიწის დასვენება ხევში 4-5 წლით სცოდნიათ ([12], 282).

ანალოგიური მდგომარეობაა თესლმონაცვლების მხრივაც. იგი, მართლაც, მკრთალი სახითაა წარმოდგენილი, მაგრამ მისი უარყოფა არ შეიძლება. მაგ. სოფ. სიონის 75 წლის მცხოვრები ალექსი გრიგოლის-ძე კვირჭიშვილის ცნობით, „სიონში მშრალი სვილი (ე. ი. მხოლოდ სვილი, სხვა ხორბლეულის გაუჩვევლად) არ მოგვეყვდა, მოგვეყვდა ქერ-სვილი. აქ ყაზბეგელები მოდიოდნენ და ქერსვილში გვიცვლიდნენ მშრალ-სუფთა ქერს“. სოფ. ტყარშეთის 95 წლის

მცხოვრები ვანო შიოს-ძე მაისურაძის გადმოცემით, „ჩვენ (ე. ი. ტყვარშეთე-ლებს) სიონიდან მოგვექონდა სვილი, იქაური სვილი აქ კარგი მოდიოდა, აქაური ქერით ისინი იყვნენ დაინტერესებულნი“. ანალოგიური მონაცემები დამოწმებულ იქნა ხევის სხვა სოფლებშიც. ყოველივე ეს საფუძველს გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ ხევის მიწათმოქმედებამ იცოდა თესლის ცვლა.

ხევის მიწათმოქმედების თანამიმდევარი პროცესებიდან აღსანიშნავია ნი-აღავის დამუშავება ხელით სამუშაო და გამწვევი ძალით მოქმედი იარაღებით. აქედან ჩვენ გამოვყოფთ ხელით სამუშაო იარაღებს, როგორც მეტად თავისე-ბურს თავისი ფორმითა და დანიშნულებით.

ყველაზე მარტივი ფორმის იარაღი, რომელიც აღმოსავლეთ საქართველოს ბარსა და დასავლეთ საქართველოშია გავრცელებული ჩეკის, მარგლის, სარე-კის და წამის სახით, ხევში არ გვხვდება. ამ იარაღების გამოყენება სათანადო სამეურნეო კულტურებთან და გარკვეული ხასიათის ნიადაგებთან არის დაკავ-შირებული. მაგ., ჩეკი ქართლსა და კახეთში, ხოლო სარეკი რაჭაში მოხსული ან ღაბარული ნიადაგის მსხვილი ნაწილაკების დასაშლელად და ყანის მარგვლის დროს იხმარებოდა. წამი სვანეთში ფეტვის კულტურასთან იყო კავშირში, მარ-გვლს კი ბოლქვიანთა დასარგავად და ამოსაყრელად იყენებდნენ. სამაგიეროდ ხევი საქართველოს სხვა კუთხეებთან შედარებით თავისებური ხელით სამუშაო იარაღებით არის წარმოდგენილი. ამ იარაღებიდან მნიშვნელოვანია წერაქვი. როგორც ადგილობრივი ნიადაგების პირველადი დამუშავებისათვის აუცილე-ბელი საშუალება.

მოხეური წერაქვი აღნაგობის მიხედვით საქართველოს სხვა რაიონებში გავრცელებულ წერაქვებისაგან ნაკლებ განსხვავდება. მისი ორივე სამუშაო პირის სიგრძე ერთნაირი ზომისაა. ოღონდ ერთი მათგანი წვერიანია, მეო-რე კი ფართოპირიანი. წერაქვს შუაში სატარე აქვს. ხევში ამ იარაღის სა-შუალებით დაწერაქვება ხდებოდა უბირი, ბალყუმი ნიადაგებისა. წერაქვს ად-გილობრივად თ ო ხ ს უწოდებენ, ხოლო წერაქვით შესრულებულ მუშაობას — თ ო ხ ა ს.

ხევში გამოყენებული იყო აგრეთვე ბარი. მოხეური ბარი აღნაგობით უფ-რო ნიჩაბს წაგავს, ვიდრე ბარს. მას სატერფული არ გააჩნია. ბარი საერთოდ სპეციფიკური იარაღია და იგი უფრო მეტადეობა-მევენახეობასთან არის დაკავ-შირებული. მთის პირობებში მას ან ძალზე ვიწრო დანიშნულებით იყენებდნენ, ან სწორი ტარის ნაცვლად 90°-ით მოხრილ ტარს უგებდნენ. ასეთ ბარს როგორც ფორმა, ისე სახელიც ეცვლებოდა და მას ბართოხას უწოდებდნენ. ბარით შეს-რულებულ მუშაობას ხევში შაბარვას უწოდებენ. ამ იარაღით ხდება კარტო-ფილის ბუნდისათვის მიწის შემოყრა.

ხელით სამუშაო იარაღების მესამე სახეობაა მოხეური თოხი, რომელიც მრავალგვარია: მხრებდაშვებული, ფოთლისებრი, რომბისებრი, ნისკარტიანი და უყუო.

1. მხრებდაშვებული თოხი რკინისაა. შედგება ყუისა და სამუშაო პირისა-გან. საშუალო ანაზომებია: სიმაღლე 18 სმ, პირის სიგანე 28 სმ, რომელიც ყუ-ისაკენ თანდათან ვიწროვდება და 8 სმ-მდე დგება. ყუა შიგნითაა წანაზარდი. პირი თხელია და კუნჭულებით ბლაგვი. თოხების როგორც ამ სახეობას, ისე სხვას, ადგილობრივი მჭედლები ჰედდენ. მჭედლების გარდა ადგილობრივი ცივი ჰედვით აწარმოებდნენ ყუის ნაწილებზე თოხის სამუშაო პირის დარჩილ-ვას. თოხების ამ სახეობას იყენებდნენ ნაკვლის დასახვეტად, ბელტების დასა-ფშენელად და კარტოფილის ბუნდებისათვის მიწის შემოსაყრელად. ამავე თოხს იყენებდნენ კარტოფილის თესვის დროს ორმოებში ჩაყრილი თესლისა-თვის მიწის მისაყრელად.

2. ფოთლისებრი თოხი აგრეთვე რკინისაა, მტკიცედ ნაჭედი ყუით და თხე-ლი სამუშაო პირით. მისი საშუალო ანაზომებია: ყუის სიგანე 5,5 სმ, სამუშაო

პირის უდიდესი სიგანე, რომელიც ყუის ქედიდან 10—12 სმ დაშორებაზე მოდის 11 სმ. ქვემოთ კი სამუშაო პირი ვიწროვდება და სწორ კუთხეს ქმნის. თონის მთლიანი სიმაღლე ყუის ქედიდან 26,5 სმ-ია. ყოველივე ეს მას წარმოაჩენს, ფოთლისებრი ფორმის იარაღად. თოხების ამ სახეობას ამზადებდნენ ცხელი ქედვით. იცოდნენ ნაკვეთ ყუაზე სამუშაო პირის დარჩილვაც ორი-სამი სამსკვალით. ფოთლისებრი თოხს იყენებდნენ კარტოფილის ბუდნის შემოსაყრელად და ბუდნის ამოსაშლელად, როცა კარტოფილის ამოღება ხდებოდა.

3. თოხის მესამე სახეობას განეკუთვნება რომბისებრი ფორმის თოხები, რომელთა უმრავლესობას ორი სამუშაო პირი ახასიათებს ან კომბინირებული სახითაა წარმოდგენილი, მაგ., წერაქვისებური ნისკარტით. თოხის სიმაღლე 22—26 სმ. რომბისებრი სამუშაო პირი ყუიდან 4—6 სმ-იანი ბრტყელი ლერიითაა დაშორებული და ამის მერე იწყება სამუშაო პირის გაფართოება რომბის ფორმაზე. სამუშაო პირის უდიდესი სიგანე 8—10 სმ-ს აღწევს. ამგვარი თოხი მზადდება ისევე, როგორც წერაქვი ან ცალწერაქვი, იმ განსხვავებით, რომ მას სატარე ოვალური კი არა, არამედ მრგვალი აქვს. სამუშაო პირს გაუბრტყელებენ იმ ვარაუდით, რომ ოთხკუთხედის ფორმა მიიღოს. ამ ოთხკუთხედს სამუშაო წვერი წაგრძელებული აქვს მცირე ზომაზე. რომბისებრი თოხი სამუშაოდ მარჯვეა და უფრო მკვიდრი, ვიდრე ფოთლისებრი თოხი. საერთოდ თოხების სხვა სახეებთან შედარებით იგი უფრო ხშირად გამოიყენება როგორც საკართოფლე ნაკვეთებში, ისე საყანურებში ბელტების დასაფშვინელად ან ყანის დასაწერაქვებლად ყანის გარჩევის დროს. ამ იარაღით სრულდებოდა წერაქვის მომდევნო მუშაობა: ქვა-ლორღის ამოყრა, კარტოფილის ბუდნებს შორის ბალახის გათოხნა და ბუდნაზე მიწის შემოყრა.

4. ნისკარტიანი ანუ კომბინირებული თოხები აქ მოავალგვარია, რომელთაგან გამოირჩევა ერთ-ერთი ფორმა თონისა, მხრებდაშვებული ტანით, ბრტყელი სამუშაო პირით, მტკიცედ ნაჭედი ყუითა და კონუსისებრი წვერით ანუ ნისკარტით. ამ თოხის გამოყენება ხდება ქვალორღიან ადგილებში ნიადაგის გასაფხვიერებლად.

5. თოხის მეტად თავისებურ ფორმას განეკუთვნება უყუო თოხი, რომელიც წარმოდგენილია რკინის უბრალო ფურცლისაგან. ამ ფურცელს აქვს ზემოთ აღწერილი მხრებდაშვებული თოხის ფორმა. ახასიათებს მოკლე გორდა პირი, ოღონდ შევიწროვების ადგილზე ყუის ნაცვლად წარმოდგენილია 3 სმ დიამეტრის მქონე ტარსაგები ნაჩვრეტი. ტარსაგები ნაჩვრეტი კეთდება ზურგნიდან ის რის დარტყმით, რის გამოც სატარე ნაჩვრეტის ირგვლივი არე შეხინჯილია. თოხის ეს სახეობა თვითნაკეთია. მსუბუქი და სახელდახელოდ სახმარი. იგი ხშირად ენაცვლება ფუნქციებში მხრებდაშვებულ ყუიან თოხს, ოღონდ მასთან შედარებით ნაკლებ საიმედოა, რადგან ტარი მყარად ვერ უმაგრდება.

ხევივე გვხვდება თვითნაკეთი თოხების მრავალსახეობა. ყოველ მათგანს აქვს მიდრეკილება წაწვეტებული სამუშაო პირისაკენ. თუ წვეტიანი არა, აქაურ თოხებს ოვალური ფორმის სამუშაო პირი მაინც აქვთ. ეს გარემოება იმითაა შეპირობებული, რომ ყველა ამ თოხის დანიშნულება ძირითადად მიწის აჩქეკვა, ხრიოკი ქვიანი ზედაპირის გარღვევის გაადვილებაა. ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოირჩევა ფოთლისებრი და რომბისებრი თოხები, რომლებიც თავისი დანიშნულებით, ხელსაყრელნი არიან ნიადაგის პირველადი დამუშავებისათვის. რაც შეეხება მხრებდაშვებულ და უყუო თოხებს, მათ უფრო ნიადაგის მეორე რიგის სამუშაოების დროს იყენებდნენ (ნათესების შემოთოხნა).

ხევის პირობებში გამოყენებული თოხების ზოგიერთი ტიპი, სახელდობრ მხრებდაშვებული თოხი, გვხვდება მის ახლო რაიონებში ხევსურეთსა და მთიულეთში. იგივე თოხის ტიპები ვავრცელებულია აგრეთვე კახეთსა, ქართლსა

და იმერეთში. საყურადღებოა, რომ აქაც მათი გავრცელება მთაგორიან რაიონებში მდებარე სოფლებზე მოდის.

მხრებდაშვებული თოხი, რომელიც საქართველოს ეთნოგრაფიულ ყოფაში ასე ფართოდ არის გავრცელებული, ფორმით წააგავს და ახლო დგას როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოს ბრინჯაოს ხანის თოხებთან ([9]. 82—93); [13]. 174—212); [8]. 92—112). თოხის ეს ფორმა შეპირობებული იყო როგორც სამეურნეო კულტურებითა და ნიადაგების ხარისხიანობით, ისე ლითონის რაობითა და რაოდენობით. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ბრინჯაოს ხანაში რადგან ძნელი იყო ლითონის მოპოვება, ხელოსანი ცდილობდა მის რაციონალურად გამოყენებას. იგი დიდ ყურადღებას სამუშაო პირის გამოწყობას უთმობდა, თოხის არასამუშაო ნაწილები კი (მხრები, ყბები) მისთვის მეორეხარისხოვანი იყო. ამ გარემოებას თავისი შემდგომი გავრცელება მოეპოვება რკინის ხანის თოხების ფორმაში და უფრო გვიან კი საქართველოს მთის რაიონებში გავრცელებულ თოხებში [4, 8, 9, 13].

რომბისებრი თოხის ანალოგიური თოხები საქართველოს ეთნოგრაფიულ ყოფაში არ გვხვდება. მათი განვითარება ადგილობრივი ხასიათისა ჩანს. იგი უნდა მომდინარეობდეს მოხეური წერაქვიდან, რომლის სამუშაო პირი მიღებულია წერაქვის სამუშაო პირის გაბრტყელების ნიადაგზე.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ხევში გავრცელებულ თოხებს გამოყენება ჰქონდა უმთავრესად ნიადაგების პირველადი დამუშავებისათვის. მოხეური რომბისებური თოხი იმერებს აგრეთვე დასავლეთ საქართველოში ნაპოვნი ბრინჯაოს ხანის რომბისებური თოხების შემოწერილობას ([4], 317).

მეტად თავისებური მოხეური თოხებიდან მაინც ფოთლისებრი და უყუო თოხებია. ფოთლისებრი თოხი იმით იქცევა ყურადღებას, რომ მისი ანალოგიური დასავლეთ საქართველოს ბრინჯაოს ხანის თოხებშიაც მოიძებნება ([4], 317). ბრინჯაოს ფოთლისებურ დასავლურ თოხს სატარე გამოყოფილი არა აქვს, მაგრამ შემოწერილობით იგი კარგად ემთხვევა ყუაგამოყოფილ მოხეურ ფოთლისებრ თოხს. სატარის გამოყოფა თოხის სამუშაო ტანიდან გარეთ გვიანი შენაძენია; შეიძლება ვივარაუდოთ რკინის ხანის გვიანი პერიოდი. რკინის ხანის ადრეული პერიოდის თოხები კვლავ უყუოდ გვხვდება. მაგ., ისეთი სახით, როგორიცაა მოხეური უყუო თოხი, ე. ი. მას აქვს მოკლე გორდა პირი და ისრით ზურგიდან გაკეთებული სატარე ნაჩვრეტი.

აქვე უნდა მივუთითოთ მოხეური თოხებისათვის დამახასიათებელ ერთ საერთო ნიშანზე; სახელდობრ იმაზე, რომ მათ ყუაზე ქეჩო არ გააჩნიათ, რომელიც ახასიათებს კახეთში, ქართლში, რაჭაში, იმერეთში, სვანეთში, სამეგრელო-აფხაზეთსა და ჩერქეზეთში გავრცელებულ თოხებს. თოხზე ქეჩოს საჭიროება ნიადაგების თავისებურებით იყო შეპირობებული. ქეჩოიან თოხებს მარჯვედ ხმარობდნენ ნახნავის ან ნაბარის დაჩერკვის დროს ბელტების დასაფშენელად თესლის მიბარებისას.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მოხეური თოხების აქ ჩამოთვლილი ფორმები სავსებით უპასუხებდა მთის მეტად თავისებური ზონის მიწათმოქმედებას.

იყო თუ არა ადგილზე საბრძოლო და სამეურნეო დანიშნულების იარაღებისათვის საჭირო ლითონის წარმოება, ამის შესახებ რაიმე ცნობა არ მოგვეპოვება. არც ხალხშია შემონახული საამისო მასალა. უფრო გვიანდელი ეთნოგრაფიული ცნობებით, რომლებიც ჩვენ მიერ ადგილზე იქნა 1957 წელს მოპოვებული, დგინდება, რომ მოხევე მჭედლები სამეურნეო იარაღისათვის საჭირო რკინის ძაუფიყაულან ეზიდებოდნენ. გამზადებული რკინის სამეურნეო იარაღები (სახნისები, ნამგლები, ცელები, თოხები და სხვ.) დიდი რაოდენობით შემოდიოდა მთიულეთ-გუდამაყრიდან. საგულისხმო და ხანგასასმელია ისიც, რომ ამავე რაიონებიდან შემოაქვინდათ კერამიკული ჭურჭელი, რომელსაც სორბლეულზე ცვლიდნენ.

ჩამოთვლილი გარემოებანი იმაზე მიუთითებენ, რომ ამ პატარა და თავისებურ მიკრორაიონში, მიუხედავად მიწათმოქმედების არახელსაყრელი პირობებისა, მეშინდერეობა მაინც სათანადო სიმაღლეზე მდგარა. მოხეური თოხების მსგავსება ბრინჯაოს ხანის თოხებთან ერთი მეტად საინტერესო მოვლენაა. მათი შემდგომი შესწავლა საშუალებას მოგვცემს წარმოვიდგინოთ ბრინჯაოს ხანაში გამოყენებული სხვადასხვა ფორმის თოხების ფუნქცია. როგორც ზემოთ უკვე ითქვა, სპილენძ-ბრინჯაოს თოხების მრავალსახეობა შეპირობებული იყო როგორც სამეურნეო კულტურების რაობით, ისე ნიადაგების ხარისხიანობით. თუ ვივარაუდებთ, რომ ბრინჯაოს ხანაში მთაში მეტალურგია დაწინაურებულ მდგომარეობაში იყო ([10], 54) და მესაქონლეობაც ამავე დროისათვის წინა პლანზე იდგა, ამასთან ერთად იმასაც თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ იმ პერიოდისათვის მთასა და ბარს შორის ინტენსიური ურთიერთობის დამყარება ძნელი საქმე იყო, შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ისტორიული ხანისათვის მთას, კერძოდ ხევს, თავისი საკუთარი მემინდვრეობიდან მიღებული პროდუქცია აკმაყოფილებდა ([13], 211).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აკად. ს. ჯანაშიას სახელობის
საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმი
(რედაქციას ნოუვიდა 3.7.1958)

დავითშვილი ლიტერატურა

1. ვახუშტი ბატონიშვილი. აღწერა სამეფოსა საქართველოსაჲ (საქართველოს გეოგრაფია). თბილისი, 1941.
2. ვ. ი. თონიშვილი. ხენა-თესვა ხევში. სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სტუდენტთა სამეცნიერო შრომების კრებული, № 6, 1953.
3. Н. Киладзе. Многослойный археологический памятник „Сагварджилე“. Сообщения АН ГССР, т. XIV, № 9, 1953.
4. Б. А. Куфтин. К вопросу о древнейших корнях грузинской культуры на Кавказе, Вестник Музея Грузии, т. XII-В, 1944.
5. ს. მაკალათია. ხევი. 1934.
6. В. Менабде. Ботанико-систематические данные о хлебных злаках древней Колхиды. Сообщ. Груз. фил. АН СССР, ч. 1, № 9, 1940.
7. В. Менабде. Грузия древняя страна пшеничных. 1950.
8. ბ. რეხვიაშვილი. ქართული სამეურნეო იარაღი. აკად. ს. ჯანაშიას სახელობის საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის მოამბე, ტ. XVIII-ბ, 1954.
9. G. Citavia. Nakhbau in westlichen Georgien (Kolxis), Agrarethnographie, Veröffentlichungen des Instituts für Deutsche Volkerkunde, Band 13. Berlin, 1957.
10. Б. Б. Пиотровский, Археология Закавказья. Ленинград, 1949.
11. Н. Хоштария. Дыха-Гудзуба, древнее население Колхидской низменности. Сообщения АН ГССР, V, № 2, 1945.
12. ივ. ჯავახიშვილი. საქართველოს ეკონომიური ისტორია, ნაწ. I, 1930.
13. თ. ჯაფარიძე. მიწათმოქმედებია იარაღები დასავლურ ქართულ კულტურაში. სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 49, 1952.

დ. კახანაძე

უცხო ნიშნების მიხედვით საქართველოში მოჭრილი ზოგიერთი მონეტის წარმოშობის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. წერეთელმა 13.5.1958)

უკანასკნელ დროს წარმოებს თანამიმდევრული მუშაობა ჩვენში მოჭრილი იმ მონეტების ჭეშმარიტი წარმოშობის დასადგენად, რომლებსაც ქართულად სულ არ თვლიდნენ ან თვლიდნენ პირობით. გარეგანი ნიშნები ასეთი მონეტების საკითხს არ სჭრიდა და დამკვიდრებული აზრის გამოსწორების საშუალებას არ იძლეოდა. მაგალითად, ზოგს ჰგონია, რომ მონეტას, რომელსაც ქართულად აწერია — I „ტფილისი“, II — „ქართული ფული“ — ქართულია. მაგრამ, რადგან ეს მონეტები 1804—1810 წწ. იჭრებოდა, როდესაც საქართველო მეფის რუსეთს შეუერთდა აშკარა ხდება მონეტების ჭეშმარიტი წარმოშობა. პირიქით, XIII ს. მეორე ნახევრის თბილისური ფული, მოჭრილი ჰულაგუიდური დრამის ტიპით, რომელიც იუწყება მხოლოდ ელხანის სახელს, არაბულად გადმოცემულ ქრისტიანულ ლოცვას და ჯვრის გამოსახულებას — ქართულია. უცხო წარწერები და უცხო მფლობელის სახელის ხსენება, ხოლო ქართული წარწერისა და ქართველი მეფის სახელის გაქრობა აძლევდა საბუთს ზოგიერთ მკვლევარს საქართველოში მონღოლების მიერ მოჭრილ მონეტათა რიცხვში ჩაეთვალა ასეთები. მონეტაზე ქრისტიანული ლოცვისა და ჯვრის გაჩენას თვლიდნენ საერთო მოვლენის კერძო შემთხვევად, როდესაც დამპყრობლის მონეტა დაპყრობილი ქვეყნის ადგილობრივ ნიშნებს ინარჩუნებს.

ე. პახომოვი ფიქრობს, რომ თბილისური დრამის ტიპი ათვისებულია XIII—XIV სს. სომხეთისა და არა სირიისა ან პალესტინის მონეტებისაგან. „Теперь после открытия монголо-армянских монет, амбоzs ის — имеется основание думать, что передаточную роль сыграли армянские княжества хулагуидского времени. Были ли это князья Северной Армении как Мхаргдзели и др., ставшие фактически независимыми от своих сюзеренов, царей Грузии, или же какие-нибудь эфемерные владетели Южной Армении, решить пока трудно“ [1], 153). ამიტომ, იმდროინდელი თბილისური დრამები მან ქრისტიანულ-ჰულაგუიდურად მიიჩნია.

რამდენად მართებულია ამ მონეტათა მონღოლური წარმოშობის დასადგენად გამოყენებული მეთოდი?

ცნობილია, რომ ელხანთა ხელისუფლება შეზღუდული იყო ადგილობრივი ფეოდალებით — ქართველი მეფეები და მათი ყმადნაფიცები სამცხეში, ჩრდ. სომხეთში, შარვანში და სხვ. ([2], 686). თბილისური მონეტის ქართული წარმოშობის უარყოფა მიგვიყვანს დასკვნამდე, რომ საქართველოს სახელმწიფოში შემაგულ თუნდაც დამოუკიდებელ სომხეთში საკუთარი მონეტა იჭრება, ხოლო ქართველი მეფეები ამ რეგალიით ვერ სარგებლობდნენ. მართალია, პირველ შემთხვევაში მსჯელობა სპილენძის მონეტაზეა, რომელიც შინაური ბაზ-

რისთვის იჭრებოდა, ხოლო მეორეში — ვერცხლზეა, რომელიც საზღვარგარეთ გასატანადაც იყო გამიზნული, მაგრამ თავის დროზე ამის შესახებ საჭირო განმარტებანი მოცემული იყო ([3], 74, 75).

ახალმოგვიური მოვლენა არის რუსულ ნუმიზმატიკაშიც. ი. ტოლსტოი აღნიშნავს, რომ, როდესაც XIV ს. რუსული ფულის მოჭრა განახლდა „იმ не толь была придана форма татарских, но они все снабжены арабскими надписями“. მონეტა, რომელზედაც სულთან თოხთამიშ ხანის სახელია, რუსული წარწერა და რუს მთავრის სახელი არ არის, მკვლევარმა შესაძლოდ ცნო დიმიტრი დონელისთვის მიეწერა ([4], 152). ცხადია, რომ ამასთან შედარებით თბილისური მონეტა მეტი უფლებით ჩაითვლება ქართულად თუნდაც იმიტომ, რომ მისი ზედწერილი ასახავს ქართველების იდეოლოგიას, ხოლო თბილისში მისი მოჭრის ფაქტს არავინ უარყოფს.

ზემოაღნიშნულის გამო, თავის დროზე თბილისური დრამების მონღოლურ წარმოშობაზე მე უარი ვთქვი და ქართულ-ჰულაგუიდურად ვაღიარე ([3], 75). მაგრამ ამის შემდეგაც თბილისურ დრამებს მაინც მონღოლურად თვლიან და ძველებურად ქრისტიანულ-ჰულაგუიდურებს უწოდებენ, თუმცა ნუმიზმატთა ნაწილმა გარკვეული ყოყმანის შემდეგ ჩემი აზრი გაიზიარა ([5], 66). მაგალითად, ე. პახომოვი განაგრძობს თბილისური დრამების მიმართ „ქრისტიანულ-ჰულაგუიდურის“ სახელწოდების ხმაურებას მაშინ, როდესაც ვარაუდით სადაც სომხეთში მოჭრილ მონეტებს უყოყმანოდ „სომხურ-ჰულაგუიდურად“ თვლის ([6], 49). სავსებით ნათელია, რომ ერთი სახელწოდება მეორესთან შეუთავსებელია, რადგან ერთის ხმაურება მეორის გამოყენებას გამორიცხავს.

ამრიგად, საჭიროა ისეთი მონაცემების მოძებნა, რომლებიც საქმის ნამდვილ ვითარებას გამოარკვევს. რადგან ნუმიზმატიკური მასალა ამოიწურა, ნივმართე წყაროებს, რომლებსაც სადავო საკითხი ხშირად გადაუწყვეტია. იმდროინდელმა წერილობითმა წყაროებმა განსაკუთრებით საინტერესო ცნობები შეინარჩუნეს.

ყაზან ყაანის დროს ჩატარებული ფულის რეფორმის თანამედროვე ისტორიკოსი რაშიდ-აღ-დინი იუწყება, რომ რეფორმამდე ელხანთა სახელმწიფოს სხვადასხვა ნაწილებში ფულის სინჯი სხვადასხვანაირი ყოფილა, და აღნიშნავს, რომ „ამ უწყობათა აღმოფხვრა ისლამის ხელმწიფემ ... გადასწყვიტა ასე: უპირველეს ყოვლისა თავისი შეხედულების მიხედვით მონეტის (ნიმუში) დაადგინა, ზედ ისეთი ნიშანი დასვა, რომ ვერავინ შესძლებდა მის დაყალბებას და ბრძანა, რომ მთელ მის სამფლობელოში ოქრო და ვერცხლი ამ (ნიშნის) მიხედვით მოჭრილიყო, რადგან ყველგან მონეტები ღმერთისა და (მისი) მოციქულის სახელით ყოფილიყო. საქართველოშიც კი, სადაც მონეტები არასოდეს მოჭრილა ღმერთისა და მისი მოციქულის სახელით, ამ აუცილებლობის გამო აგრეთვე იწყეს (მისი მოჭრა), რადგან მის გარდა (სხვა მონეტებს) უკვე არსად ექნებოდა გასავალი. ასე რომ იმ ადგილებშიც საჭირო გახდა ასეთი მონეტის მოჭრა, თუმცა ისინი (ქართველები) არ ცნობდნენ (ყაზან ყაანის) ძალაუფლებას. წინააღმდეგ შემთხვევაში მათ ფულს აღარსად ღებულობდნენ“ ([7], 271).

თვით ნუმიზმატიკური ძეგლები თუ თავისთავად ასე აშკარა საშუალებას არ იძლეოდა XIII ს. ჩვენში სამონეტო საქმიანობისათვის თვალის გაგვეღვენანა ისე, რომ ეჭვი აღარ დავკრჩინოდა, ისტორიკოსი პირდაპირ ამბობს, რომ რეფორმამდე ჩვენებური მონეტა იჭრებოდა მაჰმადის სახელის მოუხსენებლივ, რითაც იმდროინდელი თბილისური მონეტა დანარჩენებისაგან მართლაც შესამჩნევად განსხვავდება ([8], 79). ისიცაა აღნიშნული, რომ რეფორმის შემდეგ ქართველები დაწესებული ნიმუშის მიხედვით ჭრიან ფულს, წინააღმდეგ შემთხვევაში მათ ფულს სხვაგან გასავალი არ ექნებოდათ. და ბოლოს იმასაც ამბობს, რომ სხვადასხვა ადგილებში ფულის სინჯიც სხვადასხვანაირი ყოფილა

და ამის გამოსასწორებელი ზომები იყო მიღებული. დასტურდება, რომ ეს უკანასკნელი ცნობაც სიმართლეს არ უხვევს და ოფიციალური ისტორიკოსისათვის დამახასიათებელი გაზვიადება არ ყოფილა იმ მფლობელის საქმიანობისა, რომელსაც ის ემსახურებოდა.

XIII—XIV სს. სხვადასხვა მონეტების შემოწმებებით დასტურდება, რომ XIII ს. მეორე ნახევრის ერანული და სელჯუკური დრამების სინჯი 875—916-ს უდრის, რეფორმის შემდეგდროინდელი ყაზან ყაანის დრამების სინჯი მყარია—916, ხოლო ჩვენთვის საინტერესო თბილისური დრამებისა, 600—875-ს შორის წერყეობს.

ამრიგად, სხვადასხვა ხასიათის მონაცემები ისე დამაჯერებლად მოწმობენ თბილისური დრამის ქართულ წარმოშობაზე, რომ განმარტებანი ზედმეტი იქნებოდა. მაგრამ ორიოდ სიტყვით მაინც განვმარტავთ ჩვენში ასეთი მონეტის ვაჩინის მიზეზს.

უცხო მფლობელთა სახელით აღბეჭდილ მონეტებთან ერთად ჩვენში ისეთებიც იჭრებოდა, რომლებიც ქართველი მეფის სახელსაც იხსენიებენ. ასეთები გაცილებით უფრო იშვიათებია, რასაც სათანადო ახსნა აქვს.

ქართულ-ჰულაგუიდური დრამის ტიპი, როგორც უკვე აღნიშნული გვქონდა, გადაღებულია ჰულაგუიდური მონეტიდან იმავე მიზეზით, რომლებმაც ხელი შეუწყო ევროპულ ანალოგიების გაჩენას. უკანასკნელს ე. პახომოვი სამართლიანად ხსნის ქრისტიანებისათვის მუსლიმანური ყაიდის მონეტის საჭიროებით ([1], 150).

ეკონომიურმა და პოლიტიკურმა პირობებმა XIII ს. მეორე ნახევარში აიძულა ქართველი მეფეები მიეცათ თავიანთი მონეტებისათვის სახე, რომელიც პას ფართო გავრცელების საშუალებას მისცემდა. ამიტომ, საგარეო ბაზარზე გასატანად დიდი რაოდენობის ქართულ-ჰულაგუიდური დრამები იჭრებოდა და მართლაც ისინი მრავლად ჩნდება საქართველოში და მეზობელ რესპუბლიკებშიაც. ხოლო ქართველ მეფეთა სახელებით აღბეჭდილი მონეტების იშვიათობა ალბათ იმით აიხსნება, რომ მათ უფრო ჭრიდნენ ხელისუფლების ერთ-ერთი რევალიის განსახორციელებლად.

აღნიშნულის გამო ვფიქრობთ, რომ თბილისური მონეტის წარმოშობის გარკვევისას საჭიროა ისეთივე საზომების გამოყენება, როგორსაც ხმარობენ მათი რუსული და ევროპული ანალოგიების მიმართ. და რადგან მონეტა ქართულია, საჭიროა შესაფერისი სახელწოდებაც.

*
* *

XVII—XVIII სს. თბილისურმა ვერცხლმა საბოლოოდ დაკარგა ეროვნული ნიშნები და სავსებით იმეორებს ერანული მონეტის ტიპს. მონეტის ზომა და წონა შეეფარდება ერანში მიღებულ სტანდარტს, სპარსული ზედწერილი შაჰის სახელს იუწყება. ზედწერილის საკულტო ნაწილი არაბულია, თარიღი — პიჯრით. ქართული წარწერა, ქართველი მეფის სახელი ან ქრისტიანული ლოცვა არა ჩანს. ერანული მონეტისაგან განმასხვავებელი ნიშანი მხოლოდ მოჭრის ადგილია, — თბილისი. ამრიგად, ქართველებისათვის უცხო იდეოლოგიისა და შინაარსის შემცველი ზედწერილები საფუძველს იძლეოდა ეს მონეტები ერანის ზარათუხანის ერთ-ერთი ფილიალის პროდუქციად ჩაგვეთვალა ([9], 89). ამ მონეტათა ქართული წარმოშობის შესახებ მსჯელობა სხვა მონაცემების გარეშე შეუძლებელი ხდებოდა, მაგრამ იმდროინდელი წერილობითი საბუთები ამ აზრს საფუძვლიანად ცვლის.

დაახლოებით 1678 წელს ბატონიშვილი თეიმურაზი სწერდა რუსეთის მეფე თევდორე ალექსის ძეს, რომ სულეიმან შაჰი ომით ემუქრებოდა ვახტანგ V-ს

მრავალი მიზეზების გამო და, კერძოდ, საკუთარი ფულის მოჭრის უფლების მითვისებისათვის (110, 99).

ვახტანგ VI-ის კანონთა კრებული შეიცავს „თეთრის გარიგების“ სპეციალურ თავს, სადაც გათვალისწინებულია ფულის მოჭრის პროცედურა და წესები. ამავე დროისა, სამწუხაროდ, ამჟამად დაკარგული საბუთი, რომლის ამონაწერი ექვთ. თაყაიშვილის მზრუნველობით ჩვენს განკარგულებაშია, „ნასყიდა თავ-წლადარს—ნათქვამია აქ—ასლანის აწონილი შვიდი მისხალი ოქრო გაუგზავნე შაურების მოსაჭრელად. ოცდათვრამეტი შაური გამოგზავნა. ესეც ასლანას ავაწონინე. შვიდს მისხალს აკლდა ნახევარი მისხალი და ხუთი მუხულო“⁽¹⁾.

აღსანიშნავია აგრეთვე დაახლოებით 1752 წ. პაპუნა ორბელიანის ცნობა იმის შესახებ, რომ თეიმურაზმა და ერეკლემ გადასცეს ზარაფხანას საკუთარი თავისი ქონება და მოაჭრევენ ოქროსა და ვერცხლის ფული (111, 9).

ამ საბუთებიდან აშკარად ჩანს, რომ XVII ს. მესამე მეოთხედიდან სახელმწიფო ხაზინასა და ზარაფხანას განაგებენ ქართველები, რომლებიც საჭიროების დროს ოქროს მონეტებსაც ჭრიან.

მაგრამ აღსანიშნავია ისიც, რომ ამ საბუთების თანადროული თბილისური მონეტები გარეგნულად ერანულია და ქართული მათ არაფერი არ ემჩნევა. ამიტომ დაგვრჩენია დავადგეთ აზრს, რომ შემოსხენებული საბუთები სწორედ ამ მონეტებს ითვალისწინებს, რომლებიც გარეგანი ნიშნების მიხედვით ერანის ზარაფხანის ქართული ფილიალის პროდუქციად იყო მიჩნეული.

დავსვათ კითხვა: რატომ იკავებდნენ თავს ქართველი ფინანსისტები ეროვნული ხასიათის მონეტების გამოშვებისაგან და რატომ აძლევდნენ მას ერანული ფულის სახეს?

იმდროინდელი ევროპელი მოგზაური არქანჯელო ლამბერტი ამაზე გარკვეულ პასუხს იძლევა. ის მოგვითხრობს, რომ, როდესაც ლევან II დადიანმა (1611—1657 წწ.) სამეგრელოში სომხები დაასახლა, საკუთარ ზარაფხანას ერანული ყაიდის ფული მოაჭრევენა ამ სომეხ ვაჭართა შორის გასაერცვლებლად, რომლებიც სავაჭროდ ერანში ხშირად მოგზაურობდნენ [12].

უკვე XVI საუკუნიდან ერანულმა მონეტამ საერთაშორისო ბაზარზე ფართო გავრცელება მიიღო. ერანის სფეროში მოქცეული ამიერკავკასიის აღმოს. ნაწილის ეკონომიური და პოლიტიკური ინტერესები მჭიდროდ იყო გადახლართული ერანის ინტერესებთან და შექმნილი პირობების გამო აღმოსავლეთი საქართველო ცნობდა ერანის ჰეგემონიას. ვახტანგ V-ს ესმოდა, რომ ეროვნულ-ქართული ხასიათის ფულის მოჭრა ვერ დააკმაყოფილებდა ქვეყნის მოთხოვნილებას. ასეთ მონეტებს გასავალი მხოლოდ საქართველოში ექნებოდა და ხაზინას სარგებლობას ვერ მოუტანდა. საფიქრებელია, რომ ამ მიზეზების გამო ვახტანგმა ისარგებლა მეზობლისა და ნათესავის ლევან დადიანის გამოცილებით და შეჩერდა ისეთი მონეტის ტიპზე, რომელიც ერანისაგან დამოკიდებულებასაც ასახავდა და ქვეყნის ეკონომიურ ინტერესებსაც დააკმაყოფილებდა. შესაძლებელია, რომ ვახტანგის სწორედ ამ ნაბიჯმა სულელომან შაჰის განრისხება გამოიწვია. ერანული ტიპის თბილისური ვერცხლის გაჩენა ამ პოლიტიკური და ეკონომიური ინტერესების მკვეთრი დაპირისპირების შედეგია.

ეს სამონეტო ტიპი, რომელიც ასახავდა ერანისაგან საქართველოს დამოკიდებულებას და ამავე დროს ფართო გასავალს ხელს უწყობდა, შერჩა საქართველოს XVII ს. მეორე ნახევრამდე და ზოგჯერ მამინაც იჭრებოდა, როდესაც ამ დამოკიდებულებასზე მსჯელობაც არ შეიძლება. მაგალითად, ნადირ შაჰის სიკვდილის შემდეგ ერანში არეულობა რომ დაიწყო და საქართველომ ერანს თავი დააღწია, აქ წლების მანძილზე განაგრძობენ ერანის შაჰის სახელით

(¹ პროფ. ექვთ. თაყაიშვილის თქმით, ეს საბუთი ვახტანგ VI-ის ხელმოწერილია.



ფულის მოჭრას, თუმცა კარგად ცნობილია, რომ ამ დროს შაჰის ბატონობას ბოლო მოეწოდა.

ყურადღება მივაქციოთ ე. პახომოვის ერთ განმარტებასაც.

„Иранская медь... — ამბობს ის — в XV веке полностью превращается в монету местную, городскую, выпускаемую совершенно независимо от династических смен, только от имени города. Этот порядок был унаследован организаторами ново-персидского государства — сефевидами, на рубеже XV—XVI столетий и сохранился неизменным до XIX века как в самой Персии, так и в государствах, когда-либо входивших в неё. Приняв характер монеты местной, медь испытывает на себе воздействие экономических условий различных в различных областях государства и общая система распалась, по-видимому, на ряд частных, объединявших каждая лишь районы с одинаковыми условиями жизни местных денежных систем“ ([9], 88).

1708 წლიდან თბილისური სპილენძის მონეტაზე უკვე ჩნდება ქართველი მეფის სახელი. რამდენად დასაშვებია იქნებოდა რომ თუნდაც ამ დროს ერანის სახელმწიფოში შემაჯალ თბილისში ორი ზარაფხანა არსებულებოდა, — ცალკე სპილენძის მონეტებისათვის, რომელიც „აერთიანებდა ადგილობრივ სამონეტო სისტემებს“, და ცალკე ვერცხლისთვის, რომელსაც ერანის ზარაფხანის ფილიალი უშვებდა? უფრო დაუშვებელია, რომ ერთსა და იმავე ზარაფხანას ორი განყოფილება ჰქონდა: ერანული — ვერცხლისა და ოქროსათვის და ქართული — სპილენძის მონეტებისათვის.

მოყვანილი მოსაზრებანი იმიტაც მტკიცდება, რომ უცხოური ტიპის მსგავსად საკუთარი ფულის მოჭრა დამახასიათებელი ყოფილა სხვა ქვეყნებისთვისაც. ამგვარ მოვლენებს ძველთაგანვე ადგილი ჰქონდა მთელ რიგ ქვეყნებში. მკაფიო მაგალითს, როდესაც საკუთარ მონეტას უცხო იერი ეძლევა, ისევ რუსული ნუმიზმატიკიდან მოვიყვანთ. ცნობილია, რომ აქ ათეული წლების მანძილზე იჭრება ოქროს მონეტა, რომელიც ჰოლანდიურისაგან არ განსხვავდება ([13], 145).

ეკონომიურ-პოლიტიკური ინტერესებით გამოწვეული ასეთი მონეტის ქეშმარიტ ხასიათს და დანიშნულებას ა. ზოგრაფი ასე ხსნის: „Торговой монетой“ — ამბობს ის — „принято в настоящее время называть монету выпускаемую в количестве, намного превышающем потребности внутреннего рынка, с намерением пустить её в обращение на внешние рынки, на которых она охотно принимается“ ([14], 99).

XVII—XVIII სს. თბილისურ ვერცხლს, როგორც ვხედავთ, შერჩენილი აქვს სავაჭრო მონეტისთვის დამახასიათებელი ნიშნები. ის ინარჩუნებს ფართო ბაზარზე მიმოქცევაში მყოფი ერანული მონეტის სახეს და ამ ბაზარზე გაერცხვების უნარიანობას, რაც დასტურდება ამ მონეტების მრავალჯერ აღმოჩენით ჩვენს მიწა-წყალზე, მთელ კავკასიასა და ჩრდილო კავკასიაშიც-კი.

დასკვნები

1. არქანჯელო ლამბერტი კონკრეტულად ასახელებს XVII ს. პირველი ნახევრის სამეგრელოში მოჭრილი ერანული ყაიდის ვერცხლის ფულს;
2. ბატონიშვილი თეიმურაზი იუწყება, რომ XVII ს. მეორე ნახევარში ერანის შაჰმა ომი დააპირა იმ მიზეზით, რომ ვახტანგ V შაჰნავაზი საკუთარ ფულსა ჰქრის;

3. ვახტანგ VI XVIII საუკუნის დასაწყისში ფულის მოჭრის საქმიანობის გამოსასწორებლად კანონებს წერს, რაც, რა თქმა უნდა, ეხება ქართველებსა და არა ერანელებს;

4. პაპუნა ორბელიანი იტყობინება, რომ XVIII ს. შუა წლებში ხაზინა და ზარაფხანა ქართველ მეფეთა გამგებლობაშია.

5. ამავე დროს XVII—XVIII სს. მთელ მანძილზე ეროვნული ხასიათის ქართული ვერცხლის მონეტები არ ჩანს;

6. ანალოგიური მოვლენები სხვა ქვეყნების ნუმისმატიკურ ძეგლებსაც ახასიათებს.

ყველაფერი ეს საბოლოოდ ამაგრებს ჩვენს მოსაზრებას, რომ XVII ს-დან მოყოლებული მეფის რუსეთთან შეერთებამდე საქართველოში საკუთარი ფული იჭრება, რომელიც რიგი მიზეზების გამო ერანული ყაიდისა იყო. ზოგჯერ ამა თუ იმ მიზეზის გამო ქართული მთავრობა შეზღუდული იყო თავის მოქმედებაში და ფულის მოჭრაც დროებით წყდებოდა. მაგრამ ძირითადად სამონეტო საქმიანობის მსვლელობა მის ხელში იყო და ამიტომ ერანული ყაიდის ვერცხლიც შეტანილი უნდა იქნეს საკუთრივ ქართულ მონეტათა რიცხვში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ს. ჯანაშიას სახელობის

საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმი

(რედაქციას მოუვიდა 13.5.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Е. А. Пахомов. О нескольких медных монетах, чеканенных в Армении в XIII—XIV вв. Тифлис, 1927.
2. Очерки Истории СССР, XIV—XV вв. Москва, 1953.
3. Д. Г. Капанадзе. О нескольких спорных медных монетах, чеканенных в XIII—XIV вв. Сообщения АН ГССР, т. VII, № № 1—2, 1946.
4. И. И. Толстой. Деньги вел. кн. Дмитрия Ивановича Донского. Записки нумизм. отд. ЗНОРАО, т. I, в. 4, 1910.
5. თ. ღოშოშვილი. დავით VII-სა და ვახტანგ III-ის ფულები. აკად. ს. ჯანაშიას სახელობის საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის მონამბე, XV-B, 1948.
6. Е. А. Пахомов. Монетные клады Азербайджана... вып. IV, Баку, 1949.
7. Рашид аддин. Сборник летописей, т. III, М.—Л., 1946.
8. Д. Г. Капанадзе. Грузинская нумизматика. Москва, 1955.
9. Е. А. Пахомов. Вес и достоинство медной монеты Тифлиса XVII—XVIII вв, Баку, 1928.
10. М. Броссе. Переписка грузинских царей с русскими государями. СПб, 1911.
- 13 ივ. ჯავახიშვილი. ქართული საფას-საზომთა მკოდნეობა ანუ ნუმისმატიკა-მეტროლოგია. თბილისი, 1925.
12. Арканджело Ламберти. Описание Колхиды. Сборник материалов для описания местностей и племён Кавказа, вып. 43. Тифлис, 1913.
13. С. А. Розанов. Золотые лобанчики, ТОНГЭ, т. I. Ленинград, 1945.
14. А. Н. Зограф. Античные монеты. МИА, 16. 1951.



ხელოვნების ისტორია

რ. შენია

ხახულის ღვთისმშობლის ხატის მოჭედილობის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩუბინაშვილმა 14.3.1958)

საქართველოს სსრ ხელოვნების სახელმწიფო მუზეუმის სეიფში დაცული XII საუკუნის I ნახევრის დიდი ზომის კარედი ხატი, რომელიც მუზეუმში გადმოტანამდე რვა საუკუნის მანძილზე გელათის მონასტერში ინახებოდა, ცნობილია ხახულის ღვთისმშობლის ხატის სახელით.

ხახულის ოვთისმშობლის კარედი (ტაბ. 1) წარმოადგენს მხატვრობად დამუშავებულს და ორგანულად მთლიან ძეგლს, რომლის საერთო კომპოზიციაში ყოველი ნაწილი ისეა ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული და შეფარდებული, რომ შექმნილია ერთი მთლიანი შთაბეჭდილება. კარედი მთლიანად მოჭედილია ლითონით და ძირითადად სხვადასხვა ზომის მინაწერის ლორწინებითაა განსაზღვრავენ ხატის შინაარსობლივ მხარეს, ხოლო ჭედური ამ შემთხვევაში ფონის დანიშნულებას ასრულებს და წმინდა დეკორატიული ხასიათის ელემენტად გვევლინება.

კარედის მთელი ფონი დაფარულია ჭედური ფოთლოვანი ორნამენტით, რომლის ერთმანეთში გადახლართული ღეროები მთელ არეზე ვითარდება. ღეროების თავისუფალი დინება ფოთლების გარშემო წრეებს ქმნის. ყოველი წრის შიგნით სხვადასხვა რაოდენობის სტილიზებული ფოთოლია მოთავსებული. ხშირად ღერო ფოთოლს ორ წრედ აქვს შემოხვეული, ერთ მათგანს კაუჭები დაჰყვება, რასაც თავისებური მხატვრული ელფერი შეაქვს. ორნამენტი მთლიანად სადა ფონზეა ამოყვანილი. პუნსონი ნახშირია ფონის წერტილებით შევსებისათვის მხოლოდ კარებზე მოთავსებული წარწერების ფონისათვის. ორნამენტი თავისუფლად ვითარდება კარედის მთელ არეზე. წრეებისა და ფოთლების რაოდენობაც მეტად ცვალებადია და ზომაც განსხვავებული. ჭედურით შესრულებული ორნამენტის განლაგება ითვალისწინებს მთელ არეზე გაბნეულ სხვადასხვა ზომის და ფორმის მინაწეროვან სამკაულებსა და ძვირფას ქვებს. ამისდა მიხედვით იცვლება სიდიდე და ფორმა წრეებისა, ხოლო იმ ადგილებში, სადაც წრეების მოხაზვა შეუძლებელია, მოცემულია ღეროების თავისუფალი დინება. ღეროს ორივე მხარეს ხახეარფოთოლია მოთავსებული. თვით ფოთლების ფორმაც, სიდიდე და რაოდენობაც ადგილის მიხედვით იცვლება. იმდენად თავისებურია და თავისუფალი ყოველი ნაწილის დამუშავება, რომ სიმეტრია, რომელიც ესოდენ დამახასიათებელია კარედის მორთულობის საერთო აღნაგობისათვის (მინაწერების კომპოზიციური განაწილების დროს) არ არის დაცული ფონის მოჭედილობისას. ეს განსაკუთრებით თვალსაჩინოა ცენტრალური ნაწილის მარცხენა და მარჯვენა ნაწილების დამუშავებაში. თუ ხატის მარცხენა ნაწილში ორნამენტი თავისუფლად, გაშლილად ვითარდება, მარჯვენა ნაწილში იგი მეტად შემჭიდროებულია და გადატვირთული კაუჭებით. ერთ ადგილას პუნსონიც კი არის ნახშირი. მხატვრული შთაბეჭდილების გაძლიერების მიზნით ფოთლები ზემოდან გულდასმით და ზედმიწევნითაა დამუშავებული. ძნელად შესამჩნევ უწვრილეს ხაზებსაც ვხვდებით მარჯვენა კარზე.

ხსულის კარედის მოჭედილობის ორნამენტის მოტივი—წრეში მოთავსებული ფოთლოვანი ორნამენტი—მეტად გავრცელებულია შუასაუკუნეების საქართველოში. XI—XII საუკუნის ქართული ჭედური ხელოვნების ძეგლებზე—მღვიმევის, კაცხის ხატებზე, დავით აღმაშენებლის პინაკზე, ანჩისხატზე და მთელ რიგ სვანურ ხატებზე, ხშირად გვხვდება ეს მოტივი. მაგრამ აღსანიშნავია, რომ ყველა ძეგლი მის სხვადასხვა ვარიანტს იძლევა. ყოველ შემოქმედს საკუთარი სიახლე და ნიარსახეობა შეაქვს. ხსულის დვინსმშობლის ხატის კარედზედაც სწორედ ამ ორნამენტის ერთ-ერთ სახეობას, ერთ მის ვარიანტს ვხვდებით. ყოველი ელემენტის პლასტიკური დამუშავებით ხსულის ხატის ორნამენტი ახლო დგას XI საუკუნის ძეგლებთან. მაგრამ ამასთანავე, მათთან განსხვავებით, მისთვის დამახასიათებელია დეკორატიულობის განსაკუთრებული ხაზგასმა და მეტად რთული ნახატი.

კარედის მოჭედილობის გაცნობისას ყურადღებას იპყრობს ის გარემოება, რომ თავისი ხასიათითა და მოჭედილობის შესრულების მანერით იგი სრული ერთგვაროვნებას არ ამჟღავნებს. ეს განსხვავება შესაძინევი ხდება კარედის დეტალური შესწავლის მეოხებით. ნახატისადმი თავისებური მიდგომით და მისი დამუშავების განსხვავებული ხასიათით გამოიყოფა სხვადასხვა ნაწილი.

ინდივიდუალური მიდგომა უპირველესად ორნამენტის კომპოზიციური განლაგებით გამოიხატება. ორივე კარი მსგავსი ფოთლოვანი ორნამენტითაა მოჭედილი, მაგრამ ნახატის განლაგება სხვადასხვაგვარია. ერთისათვის—მარცხენა კარისათვის (ტაბ. 2) — დამახასიათებელია ორნამენტის ფართო განლაგება. სისადავე, ხოლო მეორისათვის (ტაბ. 3) — ფონის მთლიანი შეესება და ორნამენტის მჭიდროდ განლაგება. ამასთანავე მარცხენა კარზე ორნამენტი ქვემოთა ნაწილიდან იწყება, თანდათან იშლება და მიმართულია ზემოთკენ. მარჯვენა კარზე კი ეს სისტემა დარღვეულია. მოცემულია ღეროების ერთიანი ხლატი. მარჯვენა კარის ორნამენტი არ არის გადატვირთული ცალკეული დეტალებით. იგი ლაღად, გაშლილად ვითარდება მთელს არეზე. კაუჭები მეტად მცირე რაოდენობითაა ნახმარი. პატარა კაუჭების ნაცვლად, რაც ისე ჭარბად გვხვდება მარჯვენა კარზე, აქ ვხვდებით დიდ კაუჭებს, რომლებიც წრეებს კვეთს და მათ გარეთაა შემოხაზული. ორნამენტი ისეა განაწილებული და განლაგებული, რომ მოჩანს ლითონის სადა ზედაპირი. მოცემულია დაპირისპირება ლითონის სადა ზედაპირსა და რელიეფურ ორნამენტს შორის, რაც ორნამენტის ნახატს მკაფიოს და ნათელს ხდის. თავისებურია ამ ნაწილის თვით ორნამენტის შესრულების მანერაც. ორნამენტი გადმოცემულია თანაბარი, ერთნაირი რელიეფით, რომელიც იშვიათადაა დარღვეული. არსად არ გვხვდება ფონისაგან მკვეთრად გამოყოფილი ხაზები, ფონისაკენ გადასვლა რბილი და თანაბარია.

სხვაგვარადაა გადაწყვეტილი მარჯვენა კარი. ის სისადავე და სილაღე, რომელიც მარცხენა კარს ახასიათებს, აქ აღარ არის გამოყენებული. ფონი მჭიდროდ და მთლიანადაა შევსებული რელიეფური ორნამენტით. იგი გადატვირთულია ორმაგი შემორკველითა და ჭარბად ნახმარი როგორც პატარა, ასევე დიდი კაუჭებით, რომლებიც ღეროებისა და ფოთლების სახითაა დამუშავებული. აქ აღარ გვხვდება სადა ზედაპირისა და რელიეფური ნახატის დაპირისპირება, რადგან ფონი ყველგან კაუჭებითაა შევსებული, ხოლო ორნამენტის მეტ-ნაკლები სიმაღლით დამუშავება უფრო მეტად აჭრელებს ამ ნაწილს. აქცენტირებულია ფოთოლი, რომელიც მკვეთრად შემოხაზულია და ხაზებთან შედარებით მაღალი რელიეფით გადმოცემული. ამ ნაწილზე ყურადღებას პირველად მაღალი რელიეფით დამუშავებული ფოთლები იზიდავენ, რომლებიც ნათლად გამოიყოფიან ღეროების წნულისაგან, ხოლო შემდეგ ხდება მათ გარშემო დახვეული ღეროების ათვისება.

ორნამენტის ამგვარი საერთო კომპოზიციური გადაწყვეტის და მისი შესრულების მანერის განსხვავებას იმ დასკვნამდე მივყავართ, რომ კარები სხვადასხვა ოსტატის მიერ უნდა იყოს შესრულებული. ამას უფრო ცხადად ადასტურებს ცალკეული დეტალების შედარებაც.

რადგან მარცხენა კარის ოსტატს ფოთოლიც და ღეროც ორნამენტის თანაბარ ნაწილებად აქვს მიჩნეული, ამიტომ ფოთლების დამუშავებისას იგი ცდილობს მისცეს მათ ღეროებთან თანაბარი სიძაღლის რელიეფი. უფრო სწრაფად, ფოთლებს იგი მრგვალ, ამობერილ სახეს კი არ უტოვებს, როგორც ეს მარჯვენა კარზე გვხვდება, არამედ ზემოდან დამუშავებისას ხელოსანი მის შუაგულს ყოველთვის ადაბლებს, აღრმავებს და მათ ნაპირებს კეცავს. ამ გადმოკეცილ ნაპირებს, ერთმანეთზე დალაგებულ სიბრტყეებს, ხელოსანი მისთვის ჩვეული თანდათანობითი გადასვლებით ამუშავებს. ასეთი ხერხით დამუშავებული ფოთლი დაბალი რელიეფის შთაბეჭდილებას ქმნის და ხაზებთანაა გათანაბრებული. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ორივე შემთხვევაში ფოთლის დამუშავებისას პლასტიკურობა აქვს შენარჩუნებული.

მარცხენა კარის ოსტატი ფოთლის დამუშავებისას ყოველთვის ადგილით ნაკარნახევ ფორმას აძლევს მას. ფოთლების დამუშავებისას უწვრილეს ხაზებთან ერთად ზემოდან პუნსონსაც ხმარობს, რომელიც გამოყენებულია დეკორატიული შთაბეჭდილების გაძლიერების მიზნით. მარჯვენა კარის ხელოსანი ცდილობს შეუნარჩუნოს ფოთოლს ამობერილი ფორმა. ამას იმით აღწევს, რომ ფოთლის გადმოკეცილ ნაპირებს მკვეთრად მოხაზავს და ყოველ მის ნაწილს დამოუკიდებელ, დასრულებულ ფორმას აძლევს. იქმნება შთაბეჭდილება, რომ ფოთოლზე სხვა ფოთლებია დალაგებული, რაც რელიეფურობას მატებს. აღსანიშნავია ყოველი ხაზის მკვეთრი გამოკვეთა. ორნამენტი ამ ნაწილზე უფრო მეტად ერთგვაროვანია. ხშირად ვხვდებით მოტივთა განმეორებას, რაც იშვიათია მარცხენა კარის მოჭედილობისათვის. ღეროები ყველგან გადაკვეთილია გარკვეული მანძილით დაშორებული პარალელური წყვილი ხაზებით. მარცხენა კარის ოსტატი ხაზს ერთი გავლით ასრულებს და იშვიათად უბრუნდება მას ზემოდან დასამუშავებლად. მხოლოდ აქა-იქ გვხვდება, ღეროების გაყოფის ადგილებში, გადაკვეთით პარალელური ხაზები. აღსანიშნავია ისიც, რომ მარცხენა კარის ხელოსანი ყოველთვის არ ექვემდებარება წინასწარ გამზადებულ ნახატს, ხშირად წინასწარი ნახატისაგან დამოუკიდებლად მოქმედებს, მუშაობის პროცესში თავისებურად უცვლის მას სახეს. ვხვდებით ისეთ შემთხვევებსაც, როდესაც პუნსონით მოხაზული ნახატის რომელიმე დეტალი დაუმუშავებლად დატოვებული, არა ადგილის სიმციროს გამო, არამედ იმიტომ, რომ იმ ადგილას მუშაობის დროს ხელოსანი მიერ მთლიანად შეცვლილია ნახატი, ვხვდებით ისეთ შემთხვევებსაც, როდესაც წინასწარ განსაზღვრული რგოლის ფართობი შეცვლილია უფრო მცირე ზომის რგოლით. მხოლოდ პუნსონით გავლებული ხაზი წაშლილია. გათხაზულია ზემოთან ხაზის საშუალებით⁽⁴⁾.

ლალი ნახატი, ხშირად ორნამენტის მუშაობის პროცესში მისი შეცვლა, არათანაბრობა დეტალების დამუშავებაში გვიჩვენებს, რომ ხელოსანი შემდეგბითად უდგება ორნამენტის ტექნიკური შესრულების პროცესს. იგი მექანიკურად კი არ ასრულებს დავალებულ სამუშაოს, მის მიერ შესრულებული ყოველი ნაწილი გააზრებულია და გადასხვაფერებული.

უფრო ნაკლებ დამოუკიდებლობას იჩენს მეორე ხელოსანი. იგი არასოდეს არ უხვევს გვერდს წინასწარ მოცემულ ნახატს, ყოველთვის ემორჩილება მას და ზედმიწევნით ზუსტად ამუშავებს.

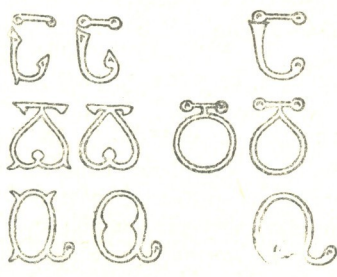
(4) მაგალითისათვის შეგვიძლია დავასახელოთ მარცხენა ნაპირის ზედა ნაწილი გადაკვეთილ ხაზთან. მარცხენა ნაპირის სიგრძეზე რამდენიმე ადგილას დაუმუშავებლად დატოვებული შემოხაზული რგალი, ფოთლი. მარცხენა კარის ზემოთ შემორკალული ხაზი შემდეგ ვადაკეთებულია სულ სხვა ფორმის ფოთლად და სხვა.

კარების ხელოსნების განსხვავებული მხატვრული მიდგომის თვალსაჩინო მაგალითს წარმოადგენს კარების ბოლოს მოთავსებული წარწერები. მარცხენა კარის წარწერა მოქცეულია საერთო ჩარჩოს შიგნით, რომელიც დანაწევრებული ხაზის სახით მთელ კარებს გარშემო დაჰყვება. შიდა ნაწილისაგან იგი უბრალო ხაზით გამოყოფს მას. მარჯვენა კარზე კი შიდა ნაწილისაგან გამომყოფი ხაზი ისევეა ხელოსნის მიერ დამუშავებული, როგორც კარის მთელ კონტურზე დაყოლებული ხაზი. ამით ხელოსანი წარწერას ჩარჩოს მსგავს შემოფარგვლას უკეთებს და უფრო ნათლად გამოყოფს მას. წარწერის ფონი მარცხენა კარზე პუნსონირებულია სწორი ვერტიკალური პარალელური ხაზების სახით. მაგრამ ეს ხაზები ისეა შემჭიდროებული, რომ იქმნება მთლიანი პუნსონის შთაბეჭდილება. მარჯვენა კარზე კი პუნსონი გადმოცემულია ჰორიზონტალური ხაზებით, რაც სხვა მხატვრულ შთაბეჭდილებას იძლევა. საყურადღებოა ისიც, რომ მარცხენა კარის ხელოსანი პუნსონს წვრილი, წვეტიანი იარაღის—პუნსონის—საშუალებით ასრულებს. ამავე იარაღს ხმარობს იგი ფოთლების პუნსონირების დროსაც. მარჯვენა კარის ხელოსანი კი პუნსონს მეორე იარაღით—დაჭიკნული ზედაპირის მქონე თეგის საშუალებით—ასრულებს. პუნსონს იგი არსად არ ხმარობს. ასევე, მარჯვენა კარის ხელოსანი უწვრილესი ხაზების გაკლებისას ყალამს ხმარობს, მარცხენა კარის ოსტატი კი თეგს.

წარწერის ასოების მოხაზულობა შესრულებულია სხვადასხვა ხელით. მარცხენა კარის წარწერა შესრულებულია მოხდენილი მრგვალი ასოებით. ყოველი ასო გამოკვეთილია და მხატვრულად დამუშავებული წერტილებით, ზოგან პატარა განშტოებებით და კაუჭებით. ასოები საშუალო ზომისაა და არა თანაბრად განლაგებული. თუ ერთი სტრიქონი მჭიდროდ დაწერილი ასოებისაგან შედგება, სამაგიეროდ მეორე სტრიქონში ასოები ერთმანეთისაგან ზომამზე მეტადაა დაშორებული. ეს იმიტომ ხდება, რომ ხელოსანი თანაფარდობას იცავს არა სიტყვებს, არამედ სტრიქონებს შორის.

მარჯვენა კარზე ასოები გამოყვანილია პატარა ზომისა. მათ კუთხოვანი მოხაზულობა აქვთ. ყოველ ასოს ოთხივე მხრივ ოსტატი კაუჭებს უკეთებს, რაც მტკ დიკორატიულობას მატებს მას.

განსხვავებულია ზოგიერთი ასოს მოხაზულობაც. მარცხენა კარის შემსრულებელი ოსტატი „დონის“ (D) მორგავალზე ნაწილს ზიპით ჰორიზონტალურ ხაზთან პატარა ვერტიკალური ხაზით აერთებს. მარჯვენა კარის ხელოსანი კი წაგრძელებულ ოვალურ ნაწილს უშუალოდ უერთებს ჰორიზონტალურ ხაზს. ასევე განსხვავებულად დამუშავებულია „ანის“ (C) მოხაზულობა ოსტ. (სურ. 1). ამრიგად, წარწერის მხატვრული დამუშავება საესებით შეეფარდება ყოველი კარის საერთო მხატვრულ დამუშავებას.



სურ. 1

ასეთივე განსხვავებული ხელი და განსხვავებული გემოვნება იგრძნობა კარედის ცენტრალური ნაწილის შესრულებაშიც. აქაც, პირველ ყოვლისა, ყუ-

რადღებას იპყრობს განსხვავება კომპოზიციურ აგებაში, რაც თვალნათლივ იგრძნობა ჩარჩოების დამუშავებაში. ზემოთა ჩარჩო გამოირჩევა თავისი სისადავით. მასზე მოცემულია მხოლოდ სამი დიდი აქცენტი, ორი გამჟღავნებელი და დიდი ზომის მინანქრის ლორფინი, დარჩენილი არე კი ფოთლოვანი ორნამენტითაა შევსებული. ორნამენტი იმავე ხერხითაა დამუშავებული და ნახატი-სადმი ისეთივე მიდგომა მქონდა, როგორც მარცხენა კარის დამუშავებაში იგრძნობა. ფოთლები ყველგან ერთი ღეროთაა შემორჩენილი. კაუჭები არსად არ გვხვდება. ფოთლებიც მარცხენა კარის მსგავსადაა დამუშავებული, რაც იმავე ოსტატის ხელზე მივცილობთ.

ამ მხრივ ქვემოთა ჩარჩო სრულიად საწინააღმდეგო სურათს იძლევა. იგი იმდენად მჭიდროდაა შევსებული სამკაულებით, რომ შეუძლებელია ორნამენტის მთლიანი დინების მოცემა. აქ მოთავსებულია სამი ვარდული, ხოლო მათ შორის არე დიდ და მცირე ზომის მინანქრებითა და მინანქრის ფორფიტებისაგან შემდგარი დეკორატიული ჯგუფითაა შევსებული. სამკაულებს შორის დარჩენილ მეტად მცირე ადგილებში ხელოსანი ორნამენტის ცალკეულ მოტივებს ათავსებს. ასეთი კომპოზიციური გადატვირთვა და ორნამენტის ცალკეული დეტალების დამუშავება გვიხვეწებს, რომ აქ მეორე ხელოსნის ნაწარმოებთან გავეყვანო. განსხვავებულად არის დამუშავებული ვარდულებიც. ვარდულებში, რომლებიც მათ მხატვრულ დანიშნულებასთან ერთად სანაწილის როლსაც ასრულებენ, შესრულებულია ჭედივითი ხელოვნების რთული ტექნიკით. ორი ზემოთა ვარდულის ნახატი სტილიზებული ღეროების ხლართისაგან შემდგარ მთლიან ბადეს წარმოადგენს, რომელიც გარშემო მოხარჩოებულია ორნამენტული ზოლით (ტაბ. 4). ეს ზოლი კომპოზიციურად ასრულებს სანაწილებს და ხაზს უსვამს მის დანაწევრებულ მოხაზულობას. კუთხეები პატარა ფულის მოყვანილობის აქცენტებითაა შევსებული. ცენტრი გამოყოფილია ძვირფასი ქვით—საფირონით. ვარდულების ორნამენტი ოდნავ სახეცვლილ ვარიანტს იძლევა. მათ დამუშავებაშიც იგრძნობა ამ ხელოსნისთვის დამახასიათებელი დამუშავების მანერა. ვარდულები რელიეფური, ამობერილი ფორმით კი არ არის დამუშავებული, მას გამლილი ფორმა აქვს და ფონისაგან გადასვლა თანდათანობითაა.

მეორე ხელოსნისთვის დამახასიათებელი ორნამენტის რელიეფური დამუშავებისადმი მისწრაფება განსაკუთრებული სიცხადით ვარდულების დამუშავებაშიც იგრძნობა. ვარდულები მოცემულია რელიეფური ნახევარსფეროების სახით (ტაბ. 5). სამივე ნახევარსფეროს ამობერილი ზედაპირი მრავალყურა ფოთლების სახითაა დანაწევრებული. ყოველი ფოთლი შემორჩენილია დანაწევრებული ხაზებით და ცალკეულ შეკრულ კომპოზიციას წარმოადგენს. წრიული შემოფარგვლის შთაბეჭდილების შენარჩუნების მიზნით ფოთლებს შორის დარჩენილი არეები გეომეტრიული ორნამენტის დეტალებითაა დამუშავებული. მრავალყურა ყვავილის შთაბეჭდილებას აძლიერებს გამოყოფილი ცენტრი, რომელშიც ამყვამდ მინანქარი მოთავსებული. გვერდებში მოთავსებული ვარდულები ოდნავ სახეცვლილი გეომეტრიული წესულობითაა დამუშავებული, ცენტრალურ ვარდულზე კი მოცემულია ღეროების წესი.

რაც შეეხება ცენტრალურ ნაწილს, ღვთისმშობლის ხატის გარშემო არეს, აქაც გამოიყოფა ამ ხელოსნების მიერ შესრულებული ნაწილები. ამ ნაწილზე მოცემულია მცირე ზომისა და დაბალი რელიეფით დამუშავებული იგივე ფოთლოვანი ორნამენტი, რომლითაც კარედის ფონია მთლიანად შევსებული. ერთ ნაწილზე ჩვენ ვხვდებით ორნამენტის ნახატის სისადავს, მეორეზე—სიმჭიდროვესა და დიდძალ კაუჭებს; ხატის მარცხენა არე და ზემოთა ნაწილი ორგანულადაა ერთმანეთთან დაკავშირებული და ერთმანეთის გავრძელებას წარმოადგენს. მათ დამუშავებაში ერთი ხელი იგრძნობა. ხატის მარჯვენა არე გამოიყოფა მისგან ორმაგად შემოკრული ღეროებით, რომელთა შორის მო-

თავსებულ ზოლზე მწკრივად კაუჭები დაყოლებული. ეს ნაწილი, მისი მობირდაპირე ნაწილისაგან განსხვავებით, ბევრად გადატვირთულია და შეშვებულ-რობებული. იქმნება ისეთი შთაბეჭდილება, თითქოს ორნამენტი აქ უფრო დიდი რაოდენობითაა და უფრო დიდი ზომით მოცემული, თუმცა აქ იგივე პროპორციებია დაცული. ამავე ხელითაა დამუშავებული ხატის ქვემოთ მოთავსებული ზოლი.

კარედის შუა ნაწილზე ვხვდებით ასევე ორივე ხელოსნისათვის დამახასიათებელ პუნსონირებას. ხატის მარჯვენა არეზე ხელოსანი ერთ პატარა ნაწილზე პუნსონს ხმარობს, რომელიც ისევე ჰორიზონტალური ხაზებითა აქვს დამუშავებული, როგორც წარწერის ფონზე. მარცხენა კარის ხელოსანი, ხატის ზემოთ არეზე მისთვის დამახასიათებელ პუნსონირებით—ზედაპირის წერტილებით დასერვით—ავსებს ფოთლის გარშემო არეს.

შედარებით დაბალი რელიეფით შესრულებულ ნახატს და ფოთლების ზედაპირს ორივე ხელოსანი მათთვის დამახასიათებელი მანერით ამუშავებს. მარცხენა ნაწილზე ვხვდებით რბილსა და თანაბარ გადასვლებს რელიეფური ნახატიდან ფონისაკენ. ფოთლების ნაპირები, ისევე როგორც მარცხენა კარზე, გადაკეცილია ისე, რომ ნაკლები რელიეფურობის შთაბეჭდილება შექმნას. ფოთლის შუაგული ჩაღრმავებულია. მარჯვენა ნაწილზე ფოთლები მკვეთრად შემონახულია და ნათლად გამოყოფილი ფონისაგან. ფოთლის ზედაპირი, მარჯვენა კარის მსგავსად, ერთმანეთზე დალაგებული ფოთლების სახითაა დამუშავებული.

ამრიგად, საბოლოოდ მივიღივართ იმ დასკვნამდე, რომ კარედი მთლიანად მოჭედილია არა ერთი ხელოსნის მიერ, როგორც ამას ჩვეულებრივ აღნიშნავენ მკვლევარები ([1], გვ. 23); ([2], გვ. 39); ([3], გვ. 224), არამედ ორი ხელოსნის მიერ (1. ერთ ხელოსანს ეკუთვნის ენტრალური არის უმოტესი ნაწილი—ზედა ჩარჩო, ფონის ზედა ნახევარწრიული არე, ხატის მარცხენა ნაწილი და მარჯვენა კარის დასრულება; მეორე ხელოსნის მიერ კი შესრულებულია ხატის მარჯვენა და მის ქვემოთა არე, ქვემოთა ჩარჩო და მარჯვენა კარი. ეს ორი ხელოსანი შემოქმედების ხასიათით ერთმანეთისაგან განსხვავდება. მარცხენა კარის ოსტატი, ფანტაზიით გატაცებული, ქმნის და ასრულებს ერთდროულად. მარჯვენა კარის ოსტატისათვის კი მთავარია წინასწარ გააზრებული კომპოზიციის მაღალი ოსტატობით შესრულება. მაგრამ ორივე ხელოსანს აერთიანებს ერთი საერთო მხატვრული მიმართულება, ორივე ემორჩილება ერთ იდეას—დეკორატიული და მდიდარი ნივთის შექმნის სურვილს. მათ შორის, როგორც ჩანს, მთავარი მარცხენა კარის შემსრულებელი ოსტატი უნდა იყოს. მას უნდა ეკუთვნოდეს ხატის მთლიანი კომპოზიციის შექმნა და საერთო ხელმძღვანელობაც. ამიტომაც, რომ მუშაობას იგი შემოქმედებითად უდგება, მაშინ როდესაც მეორე ხელოსანი გვევლინება წინასწარ მოცემული ესკიზის შემსრულებლად. მიუხედავად იმისა, რომ ზოგჯერ იგი წინასწარ მოცემულ სქემას თავისებურად ამუშავებს, ხშირად მიმბაძველობას მაინც აღწევს თავს. მისთვის დამახასიათებელ გადატვირთულობის შთაბეჭდილების შექმნას უბრალო ხერხით—ორმაგი შემორკალითა და ორნამენტალური დეტალების გახშირებით აღწევს.

ტექნიკურად კარედი მთლიანად მაღალი ოსტატობითაა შესრულებული. კარედის შემსრულებელი ორივე ხელოსანი ბრწყინვალედაა დაუფლებული ქედური ხელოვნების ტექნიკას, ორივე დასრულებული ოსტატია.

(1) შ. ამირანაშვილს „ბექა ოპოზარის“ მეორე გამოცემაში (თბილისი, 1956 წ. გვ. 39) გამოთქმული აქვს აზრი, რომ კარედი შესრულებულია სამი ოსტატის მიერ, ხოლო არაა მოცემული სტილისტიკური ანალიზი და არც განსაზღვრულია, რომელ ხელოსანს რა ნაწილის შესრულება მიეკუთვნება.

კარედის მასალის შესახებ ერთმანეთის საწინააღმდეგო მოსაზრებები გვაქვს. ერთნი მასსაღად ოქროს მიიჩნევენ, მეორენი კი — ოქროში მოვარაყებულ ვერცხლს.

გელათის სიძველეთა აღწერის აქტში ვკითხულობთ: „ხატი სახელისა ღმერთის მშობლისა, ბუდე ამისა ხატისა და კარნი შეჭედილი ოქროთი ფრიად მდიდრულად შემკული...“ ([4], გვ. 116). ამრიგად, ამ აღწერით უნდა ვიგულისხმოთ, რომ კარედი მთლიანად ოქროთი ყოფილა მოჭედილი. ამავე აზრს იმეორებს გ. წერეთელი ([5], გვ. 250), რომელმაც კარედის წარწერებთან ერთად მოგვცა მისი ზოგადი აღწერაც. ქართულ სიძველეთა მკვლევარი ნ. კონდაკოვი კი კარედის მასალად ოქროში მოვარაყებულ ვერცხლს მიიჩნევდა ([1], გვ. 6). იგივე აზრი გამოთქმული ჰქონდა თავის შრომებში შ. ამირანაშვილს ([2], გვ. 39; [3], გვ. 224). მან ერთგვარად განამტკიცა ნ. კონდაკოვის მიერ წამოჭრილი აზრი⁽¹⁾.

ამრიგად, მიუხედავად აზრთა სხვადასხვაობისა, კარედის მასალად მიღებული იყო ოქროში მოვარაყებული ვერცხლი და ბოლო დრომდე ცნობილი იყო იგი როგორც ოქროში მოვარაყებული ვერცხლით მოჭედილი.

თავიდანვე კარედზე დაკვირვება ეჭვს ბადებდა მთელი კარედის მასალის ერთიანობაზე, რადგან ცენტრალური ნაწილის ღრმა ბუნებრივი ოქროს ფერი და მისი ბზინვარება გამოიყოფა კარების ჩამქრალ ოქროსფერ ტონისაგან. ამიტომ, ჩვენ მიერ 1953 წელს ჩატარებულ იქნა ცდა კარედის მასალის დადგენისათვის. ქვაზე ვადატანილი იქნა კარედის ყოველი ნაწილის ლითონი ხაზების სახით, რომელიც შემდეგ სპეციალური სითხის (100% ოქროს ხსნარის) საშუალებით იქნა შემოწმებული. გამოიკვია, რომ კარედის ცენტრალური ნაწილი მოჭედილია მალალი სინჯის ოქროთი, ხოლო ორივე კარი ოქროში მოვარაყებული ვერცხლით. მოვარაყება ძველი წესით ცეცხლის საშუალებით არის ჩატარებული, რის გამოც ღრმა მოვარაყებაა. ამ ღრმა მოვარაყებამ შეიყვანა შეცდომაში ზოგიერთი მკვლევარი, რომლებმაც კარედის მასალად ოქრო მიიჩნიეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.4.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. Кондакови Д. Бакрадзе. Опись памятников древности в некоторых храмах и монастырях Грузии. СПб, 1890.
2. შ. ამირანაშვილი. ბექა ობიზარი, თბილისი, 1937.
3. III. Амиранашвили. История грузинского искусства, т. I. Москва, 1950.
4. Д. Гордеев. Материалы к обследованию гелатских древностей. Сისტორია მზამბე, წიგნი I, 1925.
5. Г. Церетели. Полное собрание надписей. Древности Восточные. Москва, 1891.

(¹ მაგრამ აღსანიშნავია, რომ ავტორი „ბექა ობიზარის“ მეორე გამოცემაში კარედის მასალად უკვე ოქროსა და ოქროში მოვარაყებულ ვერცხლს ასახელებს, თუმცა ამავე წელს გამოცემულ პოპულარული ლექციების ციკლში (Вклад Грузии в сокровищницу художественной культуры, 1956) კარედის მასალად მას კვლავ ოქროში მოვარაყებული ვერცხლი აქვს დასახელებული.



მთ. რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 10.1.1959; შეკვ. № 2214; ანაწყოების ზომა 7×11;
ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 8,84;
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 11,3; უე 01403; ტირაჟი 800

დ ა მ ტ კ ი ც ე ბ უ ლ ი ა
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 31.1.1957 წ.

დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მონაგზის“ შესახებ

1. „მონაგზი“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მონაგზს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მონაგზს“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს; არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრი-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მონაგზის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრი-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრი-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: 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 ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და აღვლმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის 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.

აკადემიის მისამართი: თბილისი, კეკელიძის ქ. 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЕ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XXII, № 1, 1959

Основное, грузинское издание