

1957 ლ



524

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
გ ლ ა მ ბ ე

გომი XVIII, № 1

ქიკიტაძე, ქართული ზამთრება

9

1957

ი ა ნ ვ ა რ ი

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

- 1. შ. მიქელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრი-კორესპონდენტი). შესაძლოდ მაღალი სიზუსტის მქონე კვანძოტურული ფორმულები ჯგერადი ინტეგრალებისათვის 3
- 2. ც. დიდიძე. ალგებრათა არაასოციაციური თავისუფალი ჯამები გაერთიანებული ქვეალგებრით 11

ფიზიკა

- 3. ა. ლოგუნოვი და ა. თავხელიძე. დისპერსიული თანაფარდობანი მეზონ-ნუკლონურ დაჯახებათა პროცესებისათვის ფიქსირებული ნუკლონის შემთხვევაში 19

ბიოფიზიკა

- 4. ე. სავარენსკი და ე. ჯიბლაძე. კავკასიონის მიწისძვრათა ენერჯის შესახებ ძიებითი ტექნიკური 25

ქიმიური ტექნოლოგია

- 5. ნ. ჯინჭარაძე და კ. ქუთათელიძე. ცეცხლგამძლე ცემენტის მიღება დოლომიტისა და ალუმიტისაგან 31

ბიოქიმია

- 6. მ. ბრეგაძე. კავშირი ცხველის თმთან საფარველსა და სპერმატოზოიდებში არსებული გოგირდის რაოდენობას შორის 39

გეოგრაფია

- 7. გ. გურგენიძე. ქვემო ქართლის მოსახლეობის გეოგრაფიისათვის 47

გეოლოგია

- 8. ე. ვახანია და დ. პაპავა. დეზუსის დეპრესიის ქვედა მიოცენური ნალექები 55

ტიქნიკა

- 9. ნ. პოპოვი და ა. ტატიშვილი. ჰიდროფობული დანამატების გავლენა მსუბუქი ბეტონების თვისებებზე 59
- 10. ი. დუდუშაური. სასრულო სიხისტის მქონე ზოლის ანგარიში დრეკად ნახევარ-სიბრტყეზე რეაქციული მზები კინეზის გათვალისწინებით 67
- 11. გ. ხაზალია. დამრეცი სფერული გარსების წვრევის სტრუქტურის დადგენა ექსპერიმენტულ-თეორიული გზით 75

ენტომოლოგია

- 12. გ. დოლიძე. კომბოსტოს თავის მანე მწერების შესწავლისათვის აღმოსავლეთ საქართველოში 83

ზოოლოგია

- 13. ა. პატარიძე. ოლიგოზეტას ახალი სახეობა—*Nais iorensis*—მდინარე იორიდან 91

მასპირიმიენტული მიკრობიოლოგია

- 14. გ. ბოკორიშვილი. მოტეხილობის შეზღუდვის პროცესის ზოგადი პათოლოგიური-ანატომიური დახასიათება კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჯახების პირობებში 95
- 15. ა. სიხარულიძე. კუჭის მექანორეცეპტორების გალიზიანების გავლენა სისხლში შაქრის შემცველობაზე 103
- 16. ე. ცინცაძე. გლაუკომით დაავადებულთა სინათლის ჰიპოტენზური ეფექტის შექმნის შეზღუდვის მდგომარეობისაგან დამოკიდებულების შესახებ 109

ენათმეცნიერება

- 17. კ. წერეთელი. *ka-sa-* კაუხატივის კვალი თანამედროვე ასურული ენის ურმიის დიალექტში 117

ხელოვნების ისტორია

- 18. ზ. მაისურაძე. სამთავროს სამაროვნის ორმოსამარნების შავი და რუხი კრიალა ქურჭლის მხატვრულად შემოღობის ტექნიკური ხერხების შესახებ 125



საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

გ ლ ა მ ბ ე

ტომი XVIII

ძიებითარი, ქართული გამომცემი

1957

0 2 6 3 2 4 0

7304



მათემატიკა

შ. მიქელაძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

შესაქლოდ მაღალი სიზუსტის მქონე კვლავატურული ფორმულები
ჯერადი ინტეგრალებისათვის

§ 1. სხვადასხვა განზოგადება

ვთქვათ, კომპლექსური z ცვლადის სიბრტყის G არეში მოცემულია a, a_1, a_2, \dots, a_m ერთმანეთისაგან განსხვავებული წერტილები; ვთქვათ, გარდა ამისა, მოცემულია $f(z)$ ფუნქცია, რეგულარული G -ში.

განვიხილოთ $f(z)$ -ის m -ური რიგის გაყოფილი სხვაობა z არგუმენტის a, a_1, \dots, a_m მნიშვნელობათათვის. ნაწილობითი ინტეგრების ფორმულის შრავალჯერ გამოყენებით დავრწმუნდებით, რომ

$$\begin{aligned}
 f(z, a_1, \dots, a_m) &= f(a, a_1, \dots, a_m) + \frac{z-a}{1!} \frac{d}{da} f(a, a_1, \dots, a_m) \\
 &+ \frac{(z-a)^2}{2!} \frac{d^2}{da^2} f(a, a_1, \dots, a_m) + \dots + \frac{(z-a)^s}{s!} \frac{d^s}{da^s} f(a, a_1, \dots, a_m) \\
 &+ \frac{1}{s!} \int_a^z (z-u)^s \frac{d^{s+1}}{du^{s+1}} f(u, a_1, \dots, a_m) du. \quad (1)
 \end{aligned}$$

[1]-ში (გვ. 39-43) ნამდვილი ცვლადისათვის ჩატარებული მსჯელობის განმეორება G არეში რეგულარული $f(z)$ ფუნქციისათვის გვიჩვენებს, რომ

$$\frac{d^p}{da^p} f(a, a_1, \dots, a_m) = p! \underbrace{f(a, a, \dots, a, a_1, \dots, a_m)}_{p+1}.$$

(1)-ში z შევცვალოთ $a + Ht$ -თი (სადაც H საზოგადოდ წარმოსახვითი რიცხვია, ხოლო t -ნამდვილი ცვლადი) და გარდაქმნათ მიღებული გამოსახულება უკანასკნელი ფორმულის დახმარებით; ეს მოგვცემს

$$f(a + Ht, a_1, \dots, a_m) = \sum_{\nu=0}^s (Ht)^\nu \underbrace{f(a, a, \dots, a, a_1, \dots, a_m)}_{\nu+1} + R_s, \quad (2)$$

სადაც

$$R_s = \frac{1}{s!} \int_a^{a+Ht} (a + Ht - u)^s \frac{d^{s+1}}{du^{s+1}} f(u, a_1, \dots, a_m) du.$$

ცვლადთა შეცვლა $u = a + \tau H$ ფორმულის დახმარებით, სადაც τ ახალი ცვლადია, მოგვცემს:

$$R_s = (1+s) H^{s+1} \int_0^t (t-\tau)^s \underbrace{f(a + \tau H, \dots, a + \tau H, a_1, \dots, a_m)}_{s+2} d\tau. \quad (3)$$

მე-(2) ფორმულიდან, კერძოდ, შეიძლება მივიღოთ ნამდვილი არგუმენტების მქონე გაყოფილი სხვაობის დაშლა (იხ. [2], § 2). ამისათვის საკმარისია შევარჩიოთ კენტი რიცხვი სიმეტრიულად განლაგებული $a, a_{\pm\nu} = a \pm H t_\nu$ კვანძებისა, მივიღოთ $a = 0, H = 1$ და გავამარტივოთ მე-(3) დამატებითი წევრი საშუალო მნიშვნელობის თეორემის დახმარებით.

განვიხილოთ ფორმულები, რომლებიც მიიღება ნიუტონის ან ლაგრანჟის საინტერპოლაციო ფორმულებისა და მე-(2) ფორმულის გამოყენებით:

$$f(a + tH) = \sum_{\nu=1}^m H^{\nu-1} \prod_{k=1}^{\nu-1} (t-t_k) f(a + t_1 H, \dots, a + t_\nu H) + H^m \prod_{k=1}^m (t-t_k) \sum_{\nu=0}^s \underbrace{f(a, a, \dots, a, a_1, \dots, a_m)}_{\nu+1} (Ht)^\nu + R_{m+s}, \quad (4)$$

$$f(a + tH) = \sum_{\nu=1}^m l_\nu(t) f(a + t_\nu H) + H^m \prod_{k=1}^m (t-t_k) \sum_{\nu=1}^s \underbrace{f(a, a, \dots, a, a_1, \dots, a_m)}_{\nu+1} (tH)^\nu + R_{m+s}, \quad (5)$$

სადაც

$$l_\nu(t) = \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq \nu}}^m \frac{t-t_k}{t_\nu-t_k},$$

$$R_{m+s} = (1+s) H^{m+s+1} \prod_{k=1}^m (t-t_k) \times \int_0^t (t-\tau)^s \underbrace{f(a + \tau H, \dots, a + \tau H, a_1, \dots, a_m)}_{s+2} d\tau.$$

§ 2. შესაძლოდ მაღალი სიზუსტის მქონე კვადრატურული ფორმულები

განვიხილოთ (t_a და t_β ნამდვილი რიცხვებია)

$$\int_A^B \int_A^z \dots \int_A^z f(z) dz^n = \frac{H^n}{(n-1)!} \int_{t_a}^{t_\beta} (t_\beta - t)^{n-1} f(a + Ht) dt, \quad (6)$$

n -ჯერადი ინტეგრალი, აღებული $A = a + Ht_a$ და $B = a + Ht_\beta$ წერტილებით შემოსაზღვრული მონაკვეთით, რომელიც მთლიანად G არეშია მოთავსებული. გამოვიყენოთ შესაძლოდ მაღალი სიზუსტის მქონე კვადრატურული ფორმულები მე-(6)-თვის. ეს შეიძლება განვახორციელოთ მე-(6)-ის მარჯვენა ინტეგრალის ნიშნის ქვევით მდგომი $f(a + Ht)$ ფუნქციის დაშლით ერთ-ერთი მე-(4) ან მე-(5) ფორმულის მიხედვით და t_k რიცხვების ამორჩევით ისე, რომ

$$\int_{t_a}^{t_\beta} (t_\beta - t)^{n-1} t^\nu \prod_{k=1}^m (t - t_k) dt = 0 \quad (\nu = 0, 1, \dots, s). \quad (7)$$

მე-(5) ფორმულის გამოყენება მოგვცემს შემდეგი სახის (შესაძლოდ მაღალი სიზუსტის მქონე) კვადრატურულ ფორმულას:

$$\int_A^B \int_A^z \dots \int_A^z f(z) dz^n = H^n \sum_{\nu=1}^m A_\nu f(a + t_\nu H) + R_{m+n+s+1}, \quad (8)$$

სადაც

$$A_\nu = \frac{1}{(n-1)!} \int_{t_a}^{t_\beta} (t_\beta - t)^{n-1} L_\nu(t) dt,$$

$$R_{m+n+s+1} = \frac{s+1}{(n-1)!} H^{m+n+s+1}$$

$$\times \int_{t_a}^{t_\beta} \left[(t_\beta - t)^{n-1} \sum_{k=1}^m (t - t_k) \int_0^t (t - \tau)^s f(a + \tau H, \dots, a + \tau H, a_1, \dots, a_m) d\tau \right] dt,$$

ხოლო t_k ($k = 1, 2, \dots, m$) რიცხვები აკმაყოფილებენ მე-(7) განტოლებათა სისტემას. ცხადია, რომ თუ $s < m$, ყოველი t_k -ს განსაზღვრისათვის წინასწარ უნდა დავასახელოთ მათი $m - s - 1$ მნიშვნელობა, ხოლო დანარჩენები ვიპოვოთ მე-(7) განტოლებათა სისტემის ამოხსნით.

კვადრატული ფორმულების კონსტრუირებისათვის შესაძლებელია წინასწარ შეირჩეს ზოგიერთი კვანძი და კოეფიციენტი, ხოლო დანარჩენები კი მოიძებნოს მე-(7) დამოკიდებულებისა და A_v კოეფიციენტების გამოსათვლელი ფორმულების დახმარებით. თუ a , H და მე-(7) პირობებით განსაზღვრული t_k რიცხვები ნამდვილია, ეს ფორმულები მოგვცემს, კერძოდ, მე-[2]-ში გამოყვანილ ფორმულებს. როცა $n = 1$ მე-(8) ფორმულა მიგვიყვანს გაუს-მარკოვის ტიპის ფორმულამდე კომპლექსური არისთვის.

§ 3. სიმეტრიულკვანძებიანი კვადრატული ფორმულები
იმ შემთხვევაში, როცა (7)-ში $n = 1$, $t_a = -t_b$, $s = 0$ და t_k რიცხვები შერჩეულია ისეთნაირად, რომ

$$\int_{-t_b}^{t_b} (t - t_1)(t - t_2) \dots (t - t_m) dt = 0, \quad (9)$$

ჩვენ ვღებულობთ H^{m+2} სიზუსტის მქონე კვადრატულ ფორმულებს, რომლებიც ჩვეულებრივი განსაზღვრული ინტეგრალის გამოთვლისათვის გამოდგება. როცა t_k რიცხვები ნებისმიერია (არ აკმაყოფილებენ მე-(9) განტოლებებს), შესაბამის კვადრატულ ფორმულებს ექნებათ სიზუსტე H^{m+1} .

ახლა ავიღოთ t_k წერტილები, წყვილ-წყვილად სიმეტრიული ნულოვანი წერტილის მიმართ (რომელიც აგრეთვე საინტერპოლაციო კვანძადაა მიღებული). ამ წერტილებისთვის მე-(9) პირობა მექანიკურად კმაყოფილდება. ამიტომ, მეტი სიზუსტისთვის, ქვემოთ შევჩერდებით ისეთ $t_{\pm v}$ რიცხვებზე, რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობას: $t_{-v} = -t_v$. ამ რიცხვებს შეესაბამება \pm სიბრტყეზე $z_{\pm v} = a \pm t_v H$ კვანძები, სიმეტრიული a წერტილის მიმართ.

$t_{\pm v}$ რიცხვების ამგვარ შერჩევას ის უპირატესობაც აქვს, რომ ასეთი შერჩევის შედეგად საინტეგრო ფუნქციის

$$f_v \equiv f(a + t_v H) \text{ და } f_{-v} \equiv f(a - t_v H)$$

მნიშვნელობათა შესაბამისი $A_{\pm v}$ კოეფიციენტები თანატოლი ხდება. ამაში ადვილად დავრწმუნდებით, თუ A_{-v} და A_v კოეფიციენტების გამოსათვლელი ფორმულების აგებულებას დავაკვირდებით.

განვიხილოთ თავდაპირველად $2r + 1$ კვანძიანი (რომელთაგანაც $t_0 = 0$) კვადრატული ფორმულები, რომლებსაც აქვთ სახე:

$$\int_{a - Ht_b}^{a + Ht_b} f(z) dz = H \sum_{v=0}^r A_v (f_{-v} + f_v) + R_{m+s+2}, \quad (10)$$

$$\left. \begin{aligned} A_0 &= \frac{(-1)^r}{t_1^2 t_2^2 \dots t_r^2} \int_0^{t_\beta} \sum_{k=1}^r (t^2 - t_k^2) dt, \\ A_\nu &= \frac{1}{\prod_{\substack{k=0 \\ k \neq \nu}}^r (t_\nu^2 - t_k^2)} \int_0^{t_\beta} \prod_{\substack{k=0 \\ k \neq \nu}}^r (t^2 - t_k^2) dt \quad (\nu \neq 0) \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$$R_{2r+s+3} = (s+1) H^{2r+s+3} \int_{-t_\beta}^{t_\beta} \left[t \prod_{k=1}^r (t^2 - t_k^2) \times \int_0^t \frac{(t-\tau)^s f(a+\tau H, \dots, a+\tau H, a, a \pm t_1 H, \dots, a \pm t_r H) d\tau}{s+2} \right] dt. \quad (12)$$

მე-(7) განტოლებანი მე-(10) ფორმულისთვის ლებულობენ სახეს

$$\int_{-t_\beta}^{t_\beta} t^{\nu+1} \prod_{k=1}^r (t^2 - t_k^2) dt = 0 \quad (\nu = 0, 1, \dots, s). \quad (13)$$

ლუწი რიცხვის კვანძებისთვის გვექნება, რომ

$$\int_{a-Ht_\beta}^{a+Ht_\beta} f(z) dz = H \sum_{\nu=1}^r B_\nu (f_{-\nu} + f_\nu) + R_{2r+s+3},$$

სადაც

$$B_\nu = \frac{1}{\prod_{\substack{k=1 \\ k \neq \nu}}^r (t_\nu^2 - t_k^2)} \int_0^{t_\beta} \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq \nu}}^r (t^2 - t_k^2) dt.$$

$$R_{2r+s+3} = (s+1) H^{2r+s+2} \int_{-t_\beta}^{t_\beta} \left[\prod_{k=1}^r (t^2 - t_k^2) \right]$$

$$\times \int_0^t (t-\tau)^s f(\underbrace{a + \tau H, \dots, a + \tau H}_{s+2}, a \pm t_1 H, \dots, a \pm t_r H) d\tau \Big] dt. \quad (14)$$

მე-(7) განტოლებანი უკანასკნელი ფორმულისთვის ლებულობენ სახეს:

$$\int_{-t_\beta}^{t_\beta} t^\nu \prod_{k=1}^r (t^2 - t_k^2) dt = 0 \quad (\nu = 0, 1, \dots, s). \quad (15)$$

შეგვირდეთ დაწვრილებით კენტი რიცხვის მქონე კვადრატურულ ფორმულაზე. კვანძებიდან ერთ-ერთი, $t_0 = 0$; დანარჩენები კი (ნულისგან განსხვავებულნი) უნდა აკმაყოფილებდნენ განტოლებას

$$\prod_{k=1}^r (t^2 - t_k^2) = t^{2r} + \alpha_1 t^{2r-2} + \alpha_2 t^{2r-4} + \dots + \alpha_{r-1} t^2 + \alpha_r = 0, \quad (16)$$

სადაც $\alpha_1, \alpha_2, \dots$ რიცხვითი კოეფიციენტებია, რომლებიც განსაზღვრას მოითხოვენ.

ვთქვათ, $t_r = i$. სიმარტივისთვის მივიღოთ $t_\beta = 1$. რამდენადაც $t_{\pm r} = \pm i$ რიცხვები მე-(16) განტოლების ფესვებს წარმოადგენენ, $\alpha_1, \alpha_2, \dots$ კოეფიციენტები

$$\alpha_r - \alpha_{r-1} + \dots \mp \alpha_1 \pm 1 = 0 \quad (17)$$

პირობას უნდა აკმაყოფილებდნენ. უკანასკნელში ზემოთა ნიშნები r -ის ლუწ მნიშვნელობებს შეესაბამება, ხოლო ქვემოთა—კენტს. გარდა ამისა, იმისთვის, რომ ასაგები ფორმულა შესაძლოდ მაღალი სიზუსტისა იყოს, ეს კოეფიციენტები, (13)-ის მიხედვით, როცა $t_\beta = 1$, უნდა აკმაყოფილებდნენ შემდეგ $r-1$ წრფივ ალგებრულ განტოლებათა სისტემას:

$$\frac{\alpha_r}{\nu+2} + \frac{\alpha_{r-1}}{\nu+4} + \dots + \frac{\alpha_2}{2r+\nu-2} + \frac{\alpha_1}{2r+\nu} + \frac{1}{2r+\nu+2} = 0 \quad (18)$$

$$(\nu = 1, 3, \dots, 2r-3).$$

მე-(17) და მე-(18) დამოკიდებულებები საშუალებას გვაძლევენ გამოვწეროთ r უცნობიანი პირველი ხარისხის ალგებრულ განტოლებათა სისტემა α_ν ($\nu = 1, 2, \dots, r$) უცნობთა განსაზღვრისათვის. ამ სისტემას ერთადერთი ამონახსენი ექნება, თუ

$$\Delta_r = \begin{vmatrix} I & -I & \dots & \mp I \\ \frac{I}{a_1 + b_1} & \frac{I}{a_1 + b_2} & \dots & \frac{I}{a_1 + b_r} \\ \frac{I}{a_2 + b_1} & \frac{I}{a_2 + b_2} & \dots & \frac{I}{a_2 + b_r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{I}{a_{r-1} + b_1} & \frac{I}{a_{r-1} + b_2} & \dots & \frac{I}{a_{r-1} + b_r} \end{vmatrix},$$

დეტერმინანტი, სადაც

$$a_1 = 1, a_2 = 3, a_3 = 5, \dots, a_{r-1} = 2r - 3, \\ b_1 = 2, b_2 = 4, b_3 = 6, \dots, b_{r-1} = 2r - 2, b_r = 2r,$$

ნულისგან განსხვავებული იქნება.

ამ დეტერმინანტის პირველი სტრიქონის ელემენტების შესაბამისი მინორები კოშის თეორემის მიხედვით გამოითვლება. ისინი ტოლნი არიან

$$\frac{\prod_{i>k} (a_i - a_k) (b_i - b_k)}{\prod_{i,k} (a_i + b_k)}$$

აქედან ჩანს, რომ ყოველი მინორი დადებითია, რამდენადაც a_i და b_i რიცხვები იზრდება $i (> k)$ ნიშნაკის ზრდასთან ერთად. მაშასადამე, Δ_r დეტერმინანტის დაშლა პირველი სტრიქონის ელემენტების მიხედვით ახლან განხილული მინორების არითმეტიკული ჯამი (და ამიტომ ნულისგან განსხვავებულიც) იქნება. ამრიგად, მე-(17) და მე-(18) განტოლებები $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r$ კოეფიციენტებს ცალსახად განსაზღვრავენ. ახლა ჩვენ შეგვიძლია ამოვხსნათ მე-(16) განტოლება და ვიპოვოთ უცნობი t_1, t_2, \dots, t_{r-1} კვანძები.

ასე, როცა $r = 2$, ნივთიერებ განტოლებებს:

$$\frac{1}{3} \alpha_2 + \frac{1}{5} \alpha_1 + \frac{1}{7} = 0, \\ \alpha_2 - \alpha_1 + 1 = 0.$$

აქედან ვიპოვით უცნობ α_1 და α_2 კოეფიციენტებს. გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ საძიებელი კვანძი

$$t^4 + \frac{5}{14} t^2 - \frac{9}{14} = 0$$

განტოლების ფესვია. ამრიგად,

$$t_0 = 0, t_1 = \sqrt[3]{\frac{3}{14}}, t_2 = i.$$

ახლა მე-(11) ფორმულების დახმარებით გამოვივლით A_r კოეფიციენტებსაც. საბოლოოდ ვიპოვით კვადრატურულ ფორმულას

$$\int_{a-H}^{a+H} f(z) dz = \frac{H}{3105} \left\{ 3128 f(a) + 1568 \left[f\left(a + \frac{3H}{\sqrt{14}}\right) + f\left(a - \frac{3H}{\sqrt{14}}\right) \right] - 27 [f(a-iH) + f(a+iH)] \right\},$$

ზუსტს ყველა 7-ზე ნაკლები ან 7-ის ტოლი ხარისხის მქონე მრავალწევრისთვის. რამდენადაც განხილულ შემთხვევაში $r = s = 2$, თანახმად მე-(12)-ისა, უკანასკნელი ფორმულის სიზუსტის ხარისხი იქნება H^9 .

ლუწი რიცხვის $t_1, t_2, \dots, t_{r-1}, t_r = i$ კვანძების შემთხვევაში მე-(16) განტოლების $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r$ კოეფიციენტებმა უნდა დააკმაყოფილოს, ერთი მხრივ, მე-(17) პირობა, ხოლო, მეორე მხრივ, ქვემოთყვანილი განტოლებები:

$$\frac{\alpha_r}{\nu+1} + \frac{\alpha_{r-1}}{\nu+3} + \dots + \frac{\alpha_2}{2r+\nu-3} + \frac{\alpha_1}{2r+\nu-1} + \frac{1}{2r+\nu+1} = 0$$

$$(\nu = 0, 2, \dots, 2r-4).$$

მივიღოთ $r = 2$, $t_2 = i$ და $\nu = 0$. გვექნება კვადრატურული ფორმულა (რომლის სიზუსტის ხარისხი H^7 არის)

$$\int_{a-H}^{a+H} f(z) dz = \frac{H}{21} \left\{ 20 \left[f\left(-\sqrt{\frac{2}{5}}H\right) + f\left(\sqrt{\frac{2}{5}}H\right) \right] + [f(-iH) + f(iH)] \right\},$$

ზუსტი ყველა 5-ზე ნაკლები ან 5-ის ტოლი ხარისხის მქონე მრავალწევრისთვის. ეს ჩანს მე-(14) ფორმულიდან, თუ მასში მივიღებთ $s=1$ (რამდენადაც, როცა $s=1$, მე-(15) განტოლებას ნებისმიერი t_k რიცხვები დააკმაყოფილებენ) და $r = 2$.

შესაძლოდ მაღალი სიზუსტის მქონე ფორმულები განმეორებითი ინტეგრალებისთვის ისევე გამოიყვანება, როგორც ფორმულები ჩვეულებრივი განსაზღვრული ინტეგრალებისთვის. მოგვყავს ერთ-ერთი ასეთი ფორმულა ორჯერადი ინტეგრალის გამოთვლისათვის, რომლის სიზუსტის ხარისხი H^7 არის:

$$\int_{a-H}^{a+H} dz \int_{a-H}^z f(z) dz = \frac{H^2}{15} [24f(a) + 8f(a-H) - (1+i)f(a-iH) - (1-i)f(a+iH)].$$

იგი ზუსტია ყველა 4-ზე ნაკლები ან 4-ის ტოლი ხარისხის მქონე მრავალწევრისთვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 21.5.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

1. Ш. Е. Микеладзе. Численные методы математического анализа. Москва, 1953.
2. Ш. Е. Микеладзе. Формулы механических квадратур для кратных интегралов. Труды Тбил. мат. инст., 22, 1956.

გათმავლობა

ც. ღიღიძე

**ალგებრათა არაასოციაციური თავისუფალი ჯამები
ბაერთიანებული ქვეალგებრით**

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჰოლოშვილმა 5.11.1956)

§ 1. ყველა ალგებრა, რომლებზედაც ქვევით იქნება ლაპარაკი, განიხილება ერთსა და იმავე P ველზე.

თუ R A ალგებრის ნებისმიერი ქვესიმრავლეა, (R) -ით აღვნიშნავთ R სიმრავლის მიერ A ალგებრაში წარმოქმნილ ვექტორულ სივრცეს P ველზე.

ვთქვათ, მოცემულია A_α (α გაიზენს ნებისმიერი სიმძლავრის მქონე S სიმრავლე) ალგებრათა სიმრავლე შემდეგი თვისებებით: $A_\alpha \cap A_\beta = U$ ყველა ინდექსისათვის $\alpha, \beta \in S$, სადაც U წარმოადგენს ქვეალგებრას ყოველ A_α , $\alpha \in S$, ალგებრაში.

ავიღოთ U ალგებრაში რაიმე Z ბაზისი და შევავსოთ იგი ყოველი α -სათვის, $\alpha \in S$, A_α ალგებრის ბაზისამდე L_α სიმრავლით. ვუწოდოთ A_α ალგებრათა არაასოციაციური თავისუფალი ჯამი გაერთიანებული U ქვეალგებრით შემდეგნაირად განსაზღვრულ A ალგებრას: A ალგებრის ბაზისს წარმოადგენს ყველა ისეთი არაასოციაციური სიტყვა ZUL სიმრავლის მიმართ, $L = \cup_{\alpha \in S} L_\alpha$, რომლებშიც არც ერთი ფრჩხილი,

რომლის სიგრძე უდრის 2-ს, არ შეიცავს ელემენტებს ერთსა და იმავე A_α ალგებრიდან. სიტყვათა გადამრავლება შემდეგნაირად ხდება: სიტყვები, რომელთა სიგრძე უდრის ერთს და ეკუთვნიან ერთსა და იმავე A_α ალგებრას, გადამრავლდებიან ამ ალგებრაში არსებული გადამრავლების წესის მიხედვით, ყველა სხვა შემთხვევაში კი ჩავსვამთ ფრჩხილებში პირველ სიტყვას და მივუწერთ მარჯვნიდან ფრჩხილებში ჩასმულ მეორე სიტყვას.

A_α , $\alpha \in S$, ალგებრათა არაასოციაციურ თავისუფალ ჯამს გაერთიანებული ქვეალგებრით შემდეგნაირად აღვნიშნავთ:

$$A = \left\{ \sum_{\alpha \in S}^* A_\alpha; U \right\}.$$

თუ $S = 1, 2, \dots, n$, მაშინ დავწერთ აგრეთვე

$$A = \{A_1 * A_2 * \dots * A_n; U\}.$$

ძნელი არ არის ჩვენება, რომ A_α ალგებრათა არაასოციაციური თავისუფალი ჯამი გაერთიანებული U ქვეალგებრით არ არის დამოკიდებული იმაზე, თუ რომელ ბაზისს ავირჩევთ U ალგებრაში და რა სიმრავლით შევავსებთ მას A_α , $\alpha \in S$, ალგებრის ბაზისამდე.

G ალგებრას ვუწოდებთ თავისუფალ ალგებრას $U \subseteq G$ ქვეალგებრის მიმართ და აღვნიშნავთ

$$G = [U; M; \bar{F}],$$

თუ G -ში შესაძლებელია მოიძებნოს ისეთი თავისუფალი ქვეალგებრები F და \bar{F} , რომ F ალგებრის თავისუფალ წარმომქმნელთა რაიმე M სიმრავლისა და U ქვეალგებრის რაიმე Z ბაზისისათვის სრულდება შემდეგი პირობები:

1) როცა

$$m \in M \text{ და } u \in U,$$

მაშინ

$$mu \in U \text{ და } um \in U;$$

2) ყველა არაასოციაციურ ისეთ სიტყვათა სიმრავლე ZUM სიმრავლის მიმართ, რომლებშიც ყოველი ფრჩხილი, რომლის სიგრძე ორია, შედგება M სიმრავლის ორი ელემენტისაგან, შეადგენს U და F ალგებრების მიერ წარმოქმნილ G_0 ალგებრის ბაზისს.

3) G ალგებრა წარმოადგენს G_0 და \bar{F} ალგებრათა არაასოციაციურ თავისუფალ ჯამს.

დავამტკიცოთ, რომ U ალგებრის Z ბაზისი, რომელიც გამოიყენება U ალგებრის მიმართ თავისუფალ G ალგებრის განსაზღვრაში, შეიძლება შეიცვალოს U ალგებრის ნებისმიერი Z' ბაზისით. ამისათვის საკმარისია დავამტკიცოთ Σ' სიმრავლის წრფივად დამოუკიდებლობა G ალგებრაში, სადაც Σ' წარმოადგენს ყველა ისეთ არაასოციაციურ სიტყვათა სიმრავლეს $Z'UM$ სიმრავლის მიმართ, რომლებშიც ყოველი ფრჩხილი, რომლის სიგრძე ორია, შედგება M სიმრავლის ორი ელემენტისაგან. ვთქვათ, გვაქვს

$$\varphi = \alpha_1 \sigma'_1 + \alpha_2 \sigma'_2 + \dots + \alpha_k \sigma'_k = 0,$$

სადაც $\alpha_i \in P$, ერთი მაინც $\alpha_i \neq 0$, $i = 1, 2, \dots, k$, და $\sigma'_1, \sigma'_2, \dots, \sigma'_k$ განსხვავებული სიტყვებია Σ' სიმრავლიდან. შეიძლება ვიგულისხმობთ, რომ $\sigma'_1, \dots, \sigma'_k$ სიტყვებს აქვთ ერთნაირი სიგრძე, ფრჩხილების ერთნაირი განლაგება და შესაბამის ადგილებზე ერთნაირი ელემენტები M სიმრავლიდან. ამრიგად, ისინი შეიძლება განსხვავდებოდნენ მხოლოდ Z სიმრავლის ელემენტებით.

შევცვალოთ ახლა σ'_i -ში, $i = 1, 2, \dots, k$, ყოველი მამრავლი $m \in M$ მამრავლით (mm). მივიღებთ კვლავ Σ' სიმრავლიდან აღებულ სასრული რაოდენობის სიტყვათა არატრივიალურ წრფივ კომბინაციას φ' , რომელიც კვლავ ნულის ტოლი უნდა იყოს. მართლაც, Σ' სიმრავლის ელემენტთა შეცვლისას მათი გამოსახულებით Σ ბაზისში, მსგავს წევრებს φ' -ში იგივე კოეფიციენტები აქვთ, როგორც აქვთ მსგავს წევრებს φ ფუნქციაში σ'_i ელემენტების შეცვლის შემდეგ მათი გამოსახულებით Σ ბაზისში. მაგრამ φ' წარმოადგენს U და F^2 ალგებრათა არაასოციაციური თავისუფალი ჯამის $U * F^2$ ბაზისის განსხვავებულ ელემენტთა არატრივიალურ წრფივ კომბინაციას. მივიღებთ წინააღმდეგობა.

თეორემა 1. ვთქვათ, ალგებრა A წარმოადგენს A_α , $\alpha \in S$, და G ქვეალგებრათა არაასოციაციურ თავისუფალ ჯამს გაერთიანებული U ქვეალგებრით და ამასთანავე

1) ალგებრა U იდეალია ყველა A_α -ში, $\alpha \in S$;

2) ალგებრა G წარმოადგენს თავისუფალ ალგებრას U ქვეალგებრის მიმართ,

$$G = [U; M; \bar{F}].$$

ვთქვათ B A ალგებრის ნებისმიერი ქვეალგებრაა. თუ

$$V = U \cap B, B_\alpha = A_\alpha \cap B, (\alpha \in S)$$

(აქედან ცხადია, რომ V იდეალია ყოველ B_α -ში, $\alpha \in S$), მაშინ B ალგებრა წარმოადგენს B_α , $\alpha \in S$, და G' ქვეალგებრათა არაასოციაციურ თავისუფალ ჯამს გაერთიანებული V ქვეალგებრით, სადაც G' თავისუფალი ალგებრაა V ქვეალგებრის მიმართ,

$$G' = [V; M'; \bar{F}'],$$

ამასთან M' წარმოადგენს $(A_\alpha, \alpha \in S, M) \cap B$ ვექტორული სივრცის ნებისმიერ ბაზისის $(B_\alpha, \alpha \in S)$ ვექტორული სივრცის მიმართ.

მოგვყავს ამ თეორემის დამტკიცების ძირითადი მომენტები.

ავიღოთ V ალგებრის რაიმე X ბაზისი და შევავსოთ იგი ჯერ U ალგებრის Z ბაზისამდე Y სიმრავლით და შემდეგ B_α ალგებრის ბაზისამდე L_α სიმრავლით ყოველი α ინდექსისათვის, $\alpha \in S$. ადვილი სანახავია, რომ $Z \cup L_\alpha$ წრფივად დამოუკიდებელი სიმრავლეა. შევავსოთ იგი N_α სიმრავლით A_α ალგებრის ბაზისამდე ყოველი α -სთვის, $\alpha \in S$, და ბოლოს, ავიღოთ \bar{F} ალგებრის თავისუფალ წარმომკმნელთა რაიმე \bar{M} სისტემა.

აღვნიშნოთ Σ -ში $Z, L = \cup_{\alpha \in S} L_\alpha, N = \cup_{\alpha \in S} N_\alpha, M$ და \bar{M} სიმრავლეთა

სიმრავლურ-თეორიული გაერთიანება და განვიხილოთ Σ სიმრავლის მიმართ ყველა ისეთი არაასოციაციური სიტყვები, რომლებშიც არც ერთი ფრჩხილი, რომლის სიგრძე ორს უდრის, არ შეიცავს ორ ელემენტს ერთსა და იმავე A_α ალგებრიდან, და აგრეთვე არ შედგება ორი ისეთი ელემენტისაგან, რომელთაგან ერთი ეკუთვნის Z სიმრავლეს და მეორე M -ს. ცხადია, რომ A ალგებრის ყოველი ელემენტი ცალსახად ჩაიწერება Σ -ში შემაჯავლი სიტყვების ჯამის სახით P ველიდან აღებული კოეფიციენტებით. ამრიგად, A ალგებრის ყოველ ელემენტს აქვს გარკვეული ხარისხი Σ სიმრავლის მიმართ.

განვიხილოთ B ალგებრის ყველა იმ ელემენტთა $H_k, k=0, 1, 2, \dots$ სიმრავლე, რომელთა ხარისხი არ აღემატება k -ს. ცხადია, $H_0 = 0$, და რომ ყოველი H_k ვექტორული სივრცეა. ავაგოთ H_1 სივრცის ბაზისი. შემოვიღოთ აღნიშვნა:

$$H'_1 = (A_\alpha, \alpha \in S, M) \cap H_1.$$

შევესთო წრფივად დამოუკიდებელ ელემენტთა სიმრავლე $XUL \subset H'_1$ რაიმე M' სიმრავლით H'_1 სივრცის ბაზისამდე და შემდეგ $XULUM'$ ბაზისი K_{11} სიმრავლით H_1 სივრცის T_1 ბაზისამდე,

$$T_1 = XULUM'UK_{11}. \quad (1)$$

ვთქვათ, ყოველი $k = 1, 2, \dots, n-1$ ინდექსისათვის უკვე ავაგეთ H_k სივრცის T_k ბაზისი H_{k-1} სივრცის მიმართ. ავაგოთ H_n სივრცის T_n ბაზისი H_{n-1} სივრცის მიმართ შემდეგნაირად: განვიხილოთ სიმრავლე

$$\bigcup_{i=1}^{n-1} T_i T_{n-i},$$

სადაც $T_i T_{n-i}$; $n > 2$ -თვის წარმოადგენს ყველა შემდეგი სახის ელემენტთა სიმრავლეს: $t_i t_{n-i}$, სადაც $t_i \in T_i$, $t_{n-i} \in T_{n-i}$, ხოლო $T_1 T_1$ ყოველი ისეთი ორი თანამამრავლის ნამრავლია T_1 სიმრავლიდან, რომელთაგან ორივე არ ეკუთვნის ერთსა და იმავე A_α ალგებრას, ან ერთდროულად არ ეკუთვნის ერთ-ერთი თანამამრავლი X -ს ხოლო მეორე M' სიმრავლეს.

შემდეგი სისტემის

a) $l^{(i)} l^{(j)}$, $l^{(i)}$ და $l^{(j)}$ ეკუთვნიან სხვადასხვა L_α სიმრავლეებს,

$$i, j = 1, 2, \dots, m;$$

b) $x_i K_j^{(i)}$, c) $K_j^{(i)} x_i$, $x_i \in X$, $K_j^{(i)} \in K_{11}$, $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$;

d) $l^{(i)} K_j^{(i)}$, e) $K_j^{(i)} l^{(i)}$, $l_i \in L$, $K_j^{(i)} \in M' \cup K_{11} = K_1$, $i = 1, 2, \dots, m$;

$$j = 1, 2, \dots, m;$$

f) $K_j^{(i)} K_l^{(j)}$, $K_j^{(i)} \in K_1$, $i, j = 1, 2, \dots, m$,

წრფივად დამოუკიდებლობიდან H_1 სივრცის მიმართ, ადვილად გამოძინა-რეობს $T_1 T_1$ სიმრავლის წრფივად დამოუკიდებლობა H_1 სივრცის მიმართ. (აღენიშნოთ, რომ $b) \cup c)$, $d) \cup e)$ და $f)$ სისტემათა H_1 სივრცის მიმართ წრფივად დამოუკიდებლობის დამტკიცების დროს შეგვიძლია ვისარგებლოთ შესაბამისად K_{11} სიმრავლის წრფივად დამოუკიდებლობით H'_1 სივრცის მიმართ, K_1 სიმრავლის წრფივად დამოუკიდებლობით A_α ალგებრის მიმართ, და ბოლოს K_1 სიმრავლის წრფივად დამოუკიდებლობით $(U, B_\alpha, \alpha \in S) \cap H_1$ სივრცისა და A_α ალგებრის მიმართ). ხოლო სისტემის

$$t_l^{(i)} t_l^{(i-1)} \quad (k = 1, 2, \dots, m; l = 1, 2, \dots, v),$$

სადაც

$$t_l^{(i)} \in T_i \text{ და } t_l^{(i-1)} \in T_{n-i},$$

წრფივად დამოუკიდებლობიდან H_{n-1} სივრცის მიმართ, გამოძინა-რეობს $T_i T_{n-i}$ სიმრავლის წრფივად დამოუკიდებლობა H_{n-1} სივრცის მიმართ. ამის შემდეგ ძნელი არ არის ვაჩვენოთ $\bigcup_{i=1}^{n-1} T_i T_{n-i}$ სიმრავლის წრფივად დამოუკიდებლობა H_{n-1} სივრცის მიმართ.

შევესოთ ახლა $\bigcup_{i=1}^{n-1} T_i T_{n-i}$ სიმრავლე K_{n_1} სიმრავლით H_n სივრცის ბაზისამდე H_{n-1} სივრცის მიმართ. ამრიგად,

$$T_n = \bigcup_{i=1}^{n-1} T_i T_{n-i} \cup K_{n_1}, \quad n \geq 2. \quad (2)$$

B ალგებრის ბაზისი შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$\bigcup_{n=1}^{\infty} T_n.$$

შემოვიღოთ აღნიშვნები:

$$\bar{M}' = \bigcup_{n=1}^{\infty} K_{n_1}, \quad \Sigma' = XULUM'U\bar{M}'.$$

(1) და (2) ფორმულებიდან ვხედავთ, რომ ბაზისი $\bigcup_{n=1}^{\infty} T_n$ შედგება Σ' სიმრავლის მიმართ აღებული ყველა ისეთი არაასოციაციური სიტყვებისაგან, რომლებშიც არც ერთი ფრჩხილი, რომლის სივრცე ორს უდრის, არ შეიცავს ელემენტებს ერთსა და იმავე B_α , $\alpha \in S$, ალგებრიდან, და აგრეთვე არ შედგება ორი ისეთი ელემენტისაგან, რომელთაგან ერთ-ერთი ეკუთვნის X სიმრავლეს, ხოლო მეორე M' სიმრავლეს. აქედან მოჩანს, რომ ალგებრა B წარმოადგენს B_α , $\alpha \in S$, და G' ალგებრათა არაასოციაციურ თავისუფალ ჯამს გაერთიანებული V ქვეალგებრით, ამასთან

$$G' = [V; M'; \bar{F}'],$$

სადაც \bar{F}' თავისუფალი ალგებრაა \bar{M}' თავისუფალი წარმომქმნელებით. ბოლოს M' სიმრავლის შერჩევიდან ადვილად მოჩანს, რომ M' წარმოადგენს $(A_\alpha, \alpha \in S, M)$ ი B ვექტორული სივრცის ბაზისს $(B_\alpha, \alpha \in S)$ ვექტორული სივრცის მიმართ.

თეორემა დამტკიცებულია.

ვთქვათ, $G = U$, მაშინ გვაქვს:

შედეგი 1. თუ ალგებრა A წარმოადგენს $A_\alpha, \alpha \in S$, ქვეალგებრათა არაასოციაციურ თავისუფალ ჯამს გაერთიანებული U ქვეალგებრით, ამასთან U წარმოადგენს იდეალს ყოველ $A_\alpha, \alpha \in S$, ალგებრაში, მაშინ A ალგებრის ყოველი B ქვეალგებრა წარმოადგენს $B_\alpha = B \cap A_\alpha, \alpha \in S$, ქვეალგებრათა და G ქვეალგებრის არაასოციაციურ თავისუფალ ჯამს $V = U \cap B$ ქვეალგებრის მიმართ, ამასთან

$$G = [V; M; \bar{F}],$$

სადაც M არის $(A_\alpha, \alpha \in S) \cap B$ ვექტორული სივრცის ნებისმიერი ბაზისის $(B_\alpha, \alpha \in S)$ ვექტორული სივრცის მიმართ.

როდესაც $A = G$, გვაქვს:

შედეგი 2. თუ G არის თავისუფალი ალგებრა U ქვეალგებრის მიმართ,

$$G = [U; M; \bar{F}],$$

G — G ალგებრის ნებისმიერი ქვეალგებრა, და $V = G' \cap U$, მაშინ G' თავისუფალი ალგებრაა V ალგებრის მიმართ,

$$G' = [V; M'; \bar{F}'],$$

სადაც M' წარმოადგენს $(U, M) \cap G'$ ვექტორული სივრცის ნებისმიერ ბაზისს V -ს მიმართ.

შეიძლება აიგოს მაგალითი, რომელიც აჩვენებს, რომ თეორემა 1-ის ანალოგიურ თეორემას შეიძლება არ ჰქონდეს ადგილი იმ შემთხვევაში, როდესაც ალგებრა U არ წარმოადგენს იდეალს $A_\alpha, \alpha \in S$, ალგებრებში.

§ 2. G ალგებრის განსაზღვრიდან ადვილად გამომდინარეობს შემდეგი დებულება:

ლემა. თუ U_2 ალგებრა იდეალია A ალგებრაში, მაშინ A არ შეიძლება შეიცავდეს $U_1 \cong U_2$ ქვეალგებრის მიმართ თავისუფალ G ქვეალგებრას, თუ $G \neq U_1$.

თიორემა 2. ვთქვათ, მოცემულია A ალგებრის ორი თავისუფალი გაშლა,

$$A = \left\{ \sum_{\alpha \in S_1}^* A_\alpha; U_1 \right\} \text{ და } A = \left\{ \sum_{\beta \in S_2}^* B_\beta; U_2 \right\},$$

ამასთან ქვეალგებრები U_1 და U_2 წარმოადგენს იდეალებს შესაბამისად $A_\alpha, \alpha \in S_1$, და $B_\beta, \beta \in S_2$, ალგებრებში. ვთქვათ, აგრეთვე $U_2 \neq 0$ და $U_2 \subseteq U_1$, მაშინ ყოველი $\beta \in S_2$ ინდექსისათვის ან $B_\beta \subseteq U_1$, ან არსებობს ცალსახად განსაზღვრული ინდექსი $\alpha \in S_1$, რომლისთვისაც გვაქვს $B_\beta \subseteq A_\alpha$.

ძნელი არ არის დავამტკიცოთ შემდეგი დებულება

თიორემა 3. ვთქვათ,

$$A = \left\{ \sum_{\alpha \in S_1}^* A_\alpha; U_1 \right\}, \quad (3)$$

$$A = \left\{ \sum_{\beta \in S_2}^* B_\beta; U_2 \right\}, \quad (4)$$

ამასთან U_1 და U_2 წარმოადგენს იდეალებს შესაბამისად $A_\alpha, \alpha \in S_1$, და $B_\beta, \beta \in S_2$, ალგებრებში. თუ $U_1 \cap U_2 \neq 0$ და წარმო-

ადგენს იდეალს U_1 და U_2 ალგებრებში, მაშინ ორი (3) და (4) გაშლა ერთმანეთს ემთხვევა.

შედეგი. A ალგებრის ყველა თავისუფალი გაშლა არასოციაციურ თავისუფალ ჯამად გაერთიანებული ერთი და იმავე U ქვეალგებრით ერთმანეთს ემთხვევა, თუ $U \neq 0$ და წარმოადგენს იდეალს მოცემულ გაშლათა ყოველ თავისუფალ შესაკრებში.

ავტორი მადლობას უძღვნის ა. კუროშს იმ დიდი ყურადღებისათვის, რომელიც მან გამოიჩინა ავტორის მიმართ ამ შრომაზე მუშაობის დროს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ა. რაზმაძის სახელობის
თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 5.11.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Г. Курош. Неассоциативные свободные алгебры и свободные произведения алгебр. Мат. сб. (нов. с.) 20(62):2, 1947, 239—262.
2. А. Г. Курош. Неассоциативные свободные суммы алгебр, Мат. сб. (нов. с.) 37 (79):2, 1955, 251—264.
3. H. Neuman n. Generalized free products with amalgamated subgroups, I. II. Amer. J. Math. 70 (1948), 590—625; 71, 1949, 491—540.
4. E. Witt. Über freie Ringe und ihre Unterringe, Math. Zeitschrift, 58, 1953, 113—114.

4304



ფიზიკა

ა. ლოგუნოვი და ა. თავხელიძე

**დისპერსიული თანაფარდობანი მეზონ-ნუკლონურ დაჯახებათა
პროცესებისათვის ფიქსირებული ნუკლონის შემთხვევაში**

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ე. მამასახლისოვმა 13.8.1956)

გაბნევის ფორმალური თეორია, რომელიც აგებულია გაბნევის მატრიცის უნიტარობისა და სიმეტრიის თვისებებზე, იძლევა შესაძლებლობას გამოვსახოთ რეაქციის ამპლიტუდა ფაზური წანაცვლებებით. ფაზური წანაცვლებების სიდიდე დამოკიდებულია დაჯახების პროცესის დინამიკისაგან. ვინაიდან გაბნევის ფორმალური თეორიის აგების დროს პროცესის დინამიკას არ ვითვალისწინებთ, ბუნებრივია, რომ ასეთი განხილვისას უცნობი რჩება ფაზურ წანაცვლებათა სიდიდე. ექსპერიმენტალურ მონაცემებზე დაყრდნობით ფაზურ წანაცვლებათა სიდიდის განსაზღვრა დიდ ინტერესს წარმოადგენს, გვაძლევს რა შესაძლებლობას უფრო ღრმად შევისწავლოთ მეზონ-ნუკლონურ ურთიერთმოქმედების ბუნება.

მუხტური დამოუკიდებლობის ჰიპოთეზის გამოყენებით S და P ტალღების მიახლოებაში შესაძლებელია მივიღოთ ფაზურ წანაცვლებათა რამდენიმე შესაძლო მნიშვნელობა. ეს არაცალსახეობა შეიძლება თავიდან იქნეს აშორებული მიზეზობრიობის პრინციპის გამოყენებით. მართლაც, მიზეზობრიობის პრინციპის საფუძველზე გოლდბერგერმა [1] მიიღო დისპერსიული თანაფარდობები, რომლებიც აკავშირებენ ერთმანეთთან წინ გაბნევის ამპლიტუდის ერმიტულ და ანტიერმიტულ ნაწილებს, რომელთა შემწეობითაც შესაძლებელია გავაკეთოთ სწორი არჩევანი მეზონ-ნუკლონურ დაჯახებათა ფაზური წანაცვლებისათვის.

გოლდბერგერის მეთოდი არ გამოიყენება ფოტოდაბადების ტიპის რეაქციებისათვის, როდესაც საწყის და საბოლოო მდგომარეობაში გვაქვს სხვადასხვა მასების მქონე ბოზონები. ნ. ბოგოლიუბოვის მიერ დამუშავებულია ზოგადი პრინციპები დისპერსიული თანაფარდობების მიღებისა, რომელიც გამოიყენება ნებისმიერი ტიპის რეაქციისათვის. მისი მეთოდის არსს შეადგენს თეორემები ანალიზურობის შესახებ, რომლებიც ეძიება მიზეზობრიობის პრინციპის საფუძველზე.

სტატიაში ჩვენ განვიხილავთ მეზონ-ნუკლონური დაჯახების პროცესის ფიქსირებული ნუკლონის შემთხვევაში. შრომის მიზანია უნიტარობისა და მიზეზობრიობის პრინციპებზე დაყრდნობით მივიღოთ ლოუ და ჩუს [2,3] განტოლებები მეზონ-ნუკლონურ დაჯახებათა ფაზური წანაცვლებებისათვის. მეორე მხრივ, წინამდებარე ნაშრომი წარმოადგენს ნ. ბოგოლიუბოვის მეთოდის

ილუსტრაციას გაბნევის ამოცანებისათვის ფიქსირებული წყაროს შემთხვევაში.

§ 1. მეზონ-ნუკლონური გაბნევის რეაქციის ამპლიტუდა

ფიქსირებულ ნუკლონთან π -მეზონური ველის ურთიერთქმედების ლაგრანჟიანი შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგი სახით:

$$L(t) = -(f_0/\mu) \psi^+(t) \tau_\lambda \sigma_\lambda \varphi_\lambda^{(\alpha)}(t) \psi(t), \quad (1.1)$$

სადაც

$$\varphi_\lambda^{(\alpha)}(t) = -\frac{i}{(2\pi)^{3/2}} \int \frac{dq}{V 2E_q} [\varphi_\lambda^{(+)}(q) e^{iEqt} - \varphi_\lambda^{(-)}(q) e^{-iqt}] q^{(\alpha)} v(q)$$

გადასმის თანაფარდობების გამოყენებით ვღებულობთ

$$\begin{aligned} [\varphi_{p'}^{(-)}(q), \varphi_\mu^{(\alpha)}(t)] &= -\frac{i}{(2\pi)^{3/2}} \frac{q^\alpha v(q)}{V 2E_q} e^{iEqt} \delta_{\mu p'} \\ [\varphi_\mu^{(\alpha)}(t), \varphi_p^{(+)}(q)] &= \frac{i}{(2\pi)^{3/2}} \frac{q^\alpha v(q)}{V 2E_q} e^{-iEqt} \delta_{\mu p}, \end{aligned} \quad (1.2)$$

საიდანაც

$$\begin{aligned} [\varphi_{p'}^{(-)}(q), S] &= -\frac{i}{(2\pi)^{3/2}} \frac{v(q)}{V 2E_q} \int e^{iEqt} q^\alpha \frac{\delta S}{\delta \varphi_{p'}^{(\alpha)}(t)} dt \\ [S, \varphi_p^{(+)}(p)] &= \frac{i}{(2\pi)^{3/2}} \frac{v(p)}{V 2E_p} \int e^{-iEqt} p^\alpha \frac{\delta S}{\delta \varphi_p^{(\alpha)}(t)} dt. \end{aligned} \quad (1.2a)$$

S-მატრიცის ფორმალზმის გამოყენებით, მეზონ-ნუკლონური დაჯახების მატრიცული ელემენტი შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგი სახით

$$S(s, p, p'; q', p') = (2\pi)^3 \langle \Phi_s^+ \varphi_{p'}^{(-)}(q) S \varphi_p^{(+)}(p) \Phi_s \rangle, \quad (1.3)$$

სადაც Φ_s აღნიშნავს გამბნევის სპინური და იზოტოპური მდგომარეობის ამპლიტუდას ურთიერთქმედებით წარმოდგენაში, რომელიც წარმოადგენს ვაკუუმს ბოზონებისათვის.

გადავვამთ რა (1.3) დაბადების ოპერატორს უკიდურესად მარცხნივ, ხოლო გაჩენისას უკიდურესად მარჯვნივ, (1.2a) გამოყენებით მივიღებთ

$$S(s, p, p'; q', p') = \frac{v(q)v(p)}{V 4E_p E_q} \int e^{i(Eqt - Ep't')} p^\alpha q^\beta \langle \Phi_s^+ \frac{\delta^2 S}{\delta \varphi_p^{(\alpha)}(t') \delta \varphi_{p'}^{(\beta)}(t)} \Phi_s \rangle dt dt'.$$

შემდგომ p და q ინდექსების ქვეშ ვიგულისხმებთ მეზონის როგორც იმპულსს, ისე სახეობას საწყის და საბოლოო მდგომარეობაში. ზემოთქმულის გათვალისწინებით π -მეზონების გაბნევის მატრიცული ელემენტი შეიძლება შემდეგი სახით ჩაიწეროს.

$$S_{pq} = \frac{v(p)v(q)}{V 4E_p E_q} e^{i(Eqt - Ep't')} p^\alpha q^\beta \langle \Phi_s^+ \frac{\delta^2 S}{\delta \varphi_p^{(\alpha)}(t') \delta \varphi_q^{(\beta)}(t)} \Phi_s \rangle dt dt' \quad (1.4)$$

ჩავთვალოთ, რომ Φ_s აღწერს გამბნევეს, რომელიც იმყოფება უმდაბლეს ენერგეტიკულ მდგომარეობაში. მაშინ ყოველგვარი სპონტანური პროცესი გამოირიცხება და

$$S\Phi_s = \Phi_s. \quad (1.5)$$

S —მატრიცის უნიტარობის გათვალისწინებით

$$S^+\Phi_s = \Phi_s. \quad (1.6)$$

(1.6) გათვალისწინებით (1.4) გამოთქმა შემდეგი სახით შეიძლება ჩაიწეროს:

$$S_{pq} = \frac{v(p)v(q)}{V 4E_p E_q} \int e^{i(E_q t - E_p t')} p^\alpha q^\beta \langle \Phi_{s'} | \frac{\delta^2 S}{\delta \varphi_p^\alpha(t') \delta \varphi_q^\beta(t)} S^+ \Phi_s \rangle dt dt'. \quad (1.7)$$

განვმარტოთ ოპერატორი

$$j_p^\alpha(t) = i \frac{\delta S}{\delta \varphi_p^\alpha(t)} S^+ \quad (1.8)$$

და ვუწოდოთ მას მეზონური დენის ოპერატორი. ადვილია ჩვენება, რომ $j_p^\alpha(t)$ ერმიტული ოპერატორია.

(1.8) გამოთქმის ვარიირებით მივიღებთ შემდეგ თანაფარდობას.

$$\frac{\delta^2 S}{\delta \varphi_p^\alpha(t) \delta \varphi_q^\beta(t')} S^+ = -i \frac{\delta j_p^\alpha(t')}{\delta \varphi_q^\beta(t)} - j_p^\alpha(t') j_q^\beta(t). \quad (1.9)$$

ინდექსების t' , p , α და t , q , β გადანაცვლებით მიღებული გამოსახულების გამოკლებით (1.9) გამოთქმიდან ვღებულობთ

$$\frac{\delta j_p^\alpha(t')}{\delta \varphi_q^\beta(t)} - \frac{\delta j_q^\beta(t)}{\delta \varphi_p^\alpha(t')} = -i [j_q^\beta(t) j_p^\alpha(t') - j_p^\alpha(t') j_q^\beta(t)]. \quad (1.10)$$

განვიხილოთ გამოთქმა

$$\langle \Phi_{s'} | j_q^\beta(t) j_p^\alpha(t') \Phi_s \rangle,$$

რისთვისაც გადავიღეთ გაიზენბერგის წარმოდგენაში:

$$\langle \Phi_{s'} | j_q^\beta(t) j_p^\alpha(t') \Phi_s \rangle = \langle \psi_{s'} | J_q^\beta(t) J_p^\alpha(t') \psi_{s'} \rangle. \quad (1.11)$$

აქ J არის დენის ოპერატორი გაიზენბერგის წარმოდგენაში და $\psi_{s'}$ კი—მდგომარეობის ამპლიტუდა იმავე წარმოდგენაში. დაევშვათ, რომ სისტემის ჰამილტონიანს, \hat{H} რომელიც შედგება ნუკლონისა და მეზონური ველებისაგან, გააჩნია საკუთარ ფუნქციათა სრული სისტემა, რომლებსაც აღვნიშნავთ $\psi_{s,n}$. \hat{H} ინდექსით აღინიშნება სისტემის იმპულსი, n -ით კი დანარჩენი ქვანტური რიცხვები. n -ური მდგომარეობის ენერგია ტოლია

$$E_n = \sqrt{M^2 + \vec{p}^2}$$

საკუთარ ფუნქციათა სრულ სისტემის არსებობის დაშვების საფუძველზე გვაქვს

$$\begin{aligned} \langle \dot{\psi}_s^* J_q^\beta(t) J_p^\alpha(t') \psi_s \rangle &= \left(\frac{1}{2\pi} \right)^3 \int \overline{d\epsilon} \sum_n \langle \dot{\psi}_s^* J_q^\beta(t) \psi_{\bar{\epsilon},n} \rangle \\ &> \langle \dot{\psi}_{\bar{\epsilon},n}^* J_p^\alpha(t') \psi_s \rangle. \end{aligned} \quad (1.12).$$

ტრანსლაციური ინვარიანტობის მოსაზრებიდან ოპერატორი $J_p^\alpha(t)$ შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$J_p^\alpha(t) = e^{i\hat{H}t} J_p^\alpha(0) e^{-i\hat{H}t}. \quad (1.13)$$

ჩავსვამთ რა (1.13) გამოთქმას (1.12) და გავითვალისწინებთ, რომ $\psi_{\bar{\epsilon},n}$ არის \hat{H} ოპერატორის საკუთარი ფუნქცია, მივიღებთ

$$\begin{aligned} F_{pq}^{ss'}(t-t') &= \langle \dot{\psi}_s^* J_q^\beta(t) J_p^\alpha(t') \psi_s \rangle = \\ &= \left(\frac{1}{2\pi} \right)^3 \int \overline{d\epsilon} \sum_n \langle \dot{\psi}_s^* J_q^\beta(0) \psi_{\bar{\epsilon},n} \rangle \langle \psi_{\bar{\epsilon},n}^* J_p^\alpha(0) \psi_s \rangle e^{-iE_n(t-t')}. \end{aligned} \quad (1.14)$$

ანალოგიურად ტრანსლაციური ინვარიანტობის საფუძველზე ვღებულობთ:

$$\begin{aligned} \langle \dot{\Phi}_s^* \frac{\delta^2 S}{\delta \varphi_p^\alpha(t') \delta \varphi_q^\beta(t)} \Phi_s \rangle &= V F_{pa;q\beta}^{ss'}(t-t') \\ \langle \dot{\Phi}_s^* \frac{\delta j_p^\alpha(t')}{\delta \varphi_q^\beta(t)} \Phi_s \rangle &= W_{pa;q\beta}^{ss'}(t-t') \\ \langle \dot{\Phi}_s^* j_p^\alpha(t') j_q^\beta(t) \Phi_s \rangle &= P F_{pa;q\beta}^{ss'}(t'-t) \end{aligned} \quad (1.15)$$

P ველებს გადასმის ოპერატორია, რომლითაც ვახდენთ ვარიირებას.

დავამყაროთ ზოგიერთი თანაფარდობა, რომლებიც აკავშირებენ F , V და W ფუნქციებს. (1.4) განთქმის შედარებით მისსავე კომპლექსურად შეუღლებულ გამოთქმასთან ვაღვნიშნავთ

$$F_{pa;q\beta}^{ss'}(t) = F_{q\bar{\epsilon};p\alpha}^{s's}(-t). \quad (1.16)$$

(1.10) და (1.9) გამოთქმებიდან ვღებულობთ

$$\begin{aligned} V_{pa;q\beta}^{ss'}(t) &= -i W_{p\beta;q\alpha}^{ss'}(t) - P F_{pa;q\beta}^{ss'}(-t) \\ W_{pa;q\beta}^{ss'}(t) - P W_{pa;q\beta}^{ss'}(-t) &= -i [F_{pa;q\beta}^{ss'}(t) - P F_{pa;q\beta}^{ss'}(-t)] \\ W_{pa;q\beta}^{ss'}(t) &= P W_{q\beta;p\alpha}^{ss'} \end{aligned} \quad (1.17)$$

შემოღებული აღნიშვნების (1.15) გათვალისწინებით (1.7) ფორმულა შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგი სახით:

$$S_{pq} = \frac{v(p)v(q)}{V 4E_p E_q} \times$$

$$\times \int e^{i \frac{E_p - E_q}{2} (t + t')} + i \frac{E_q + E_p}{2} (t - t') t^{\alpha} q^{\beta} V_{pa;qb}^{ss'}(t) dt dt', \quad (1.18)$$

საიდანაც $(t+t')$ ინტეგრების შედეგად მივიღებთ

$$S_{pq} = i\pi \frac{v(p)v(q)}{V \frac{E_p E_q}{4}} \delta(E_p - E_q) T_{pq}^{ss'} \left(\frac{E_p + E_q}{2} \right), \quad (1.19)$$

სადაც

$$T_{pq}^{ss'} \left(\frac{E_p + E_q}{2} \right) = -i \int dt e^{i \frac{E_p + E_q}{2} t} t^{\alpha} q^{\beta} V_{pa;qb}^{ss'}(t)$$

§ 2. დამხმარე ამპლიტუდა M_{pq} და მისი თვისებები

$$\mathfrak{M}_{pq}^{ss'} = -i \frac{v(p)q(v)}{V \frac{E_p E_q}{4}} \int e^{i(E_q t - E_p t')} t^{\alpha} q^{\beta} \langle \Phi_s^* \frac{\delta J_p^{\alpha}(t')}{\delta \Phi_q^{\beta}(t)} \Phi_s \rangle dt dt', \quad (2.1)$$

რომელიც (1.15) საფუძველზე შეიძლება გადავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\mathfrak{M}_{pq}^{ss'} = i\pi \frac{v(p)v(q)}{V \frac{E_p E_q}{4}} \delta(E_p - E_q) M_{pq}^{ss'} \left(\frac{E_p + E_q}{2} \right), \quad (2.2)$$

სადაც

$$M_{pq}^{ss'} \left(\frac{E_p + E_q}{2} \right) = - \int e^{i \frac{E_p + E_q}{2} t} t^{\alpha} q^{\beta} W_{pa;qb}^{ss'}(t) dt.$$

ვაჩვენოთ, რომ ფიზიკურ არეში $(\bar{p}, \bar{q}$ არსი ვექტორებია და $E > \mu$) T და M ამპლიტუდები ემთხვევა ერთმანეთს. მართლაც

$$T_{pq}^{ss'} \left(\frac{E_p + E_q}{2} \right) - M_{pq}^{ss'} \left(\frac{E_p + E_q}{2} \right) = i \int d\epsilon \sum_n \langle \Phi_s^* J_p^{\alpha}(0) \Phi_{\epsilon,n} \rangle \times \\ \times \langle \Phi_{\epsilon,n} J_q^{\alpha}(0) \Phi_s \rangle t^{\alpha} q^{\beta} \delta \left(\frac{E_p + E_q}{2} + E_n \right),$$

ვინაიდან δ -ფუნქციის არგუმენტი ფიზიკურ არეში ყოველთვის მეტია ნულზე, ამიტომ $T_{pq} - M_{pq} = 0$ სხვაობა და T და M ამპლიტუდები ემთხვევა ერთმანეთს. ამრიგად, T ამპლიტუდის ნაცვლად შეიძლება შემოვიყვანოთ M ამპლიტუდა, რომელიც ისევე ზუსტად აღწერს პროცესის ხასიათს, როგორც T ამპლიტუდა.

M ამპლიტუდის თვისებების დაწვრილებით შესწავლისათვის წარმოვადგინოთ ის შემდეგი სახით:

$$M_{pq}^{ss'} = D_{pq}^{ss'} + i A_{pq}^{ss'}, \quad (2.3)$$

სადაც

$$D_{pq}^{ss'} = \frac{I}{2} (M_{pq}^{ss'} + \dot{M}_{pq}^{s's}) \quad (2.3a)$$

$$A_{pq}^{ss'} = \frac{I}{2i} (M_{pq}^{ss'} - \dot{M}_{pq}^{s's}). \quad (2.3b)$$

(2.3a) და (2.3b) გამოთქმებში M_{pq} ამპლიტუდის გამოსახულების ჩასმით და (1.17) გათვალისწინებით მივიღებთ

$$\begin{aligned}
 A_{pq}^{ss'} &= -\frac{1}{2i} \int e^{i \frac{E_p + E_q}{2} t} \{ W_{pa;qb}^{ss'}(t) - P W_{pa;qb}^{ss'}(-t) \} p^{\alpha} q^{\beta} dt = \\
 &= \frac{1}{2} \int e^{i E q t} \{ F_{pa;qb}^{ss'}(t) - P F_{pa;qb}^{ss'}(-t) \} p^{\alpha} q^{\beta} dt \\
 D_{pq}^{ss'} &= \frac{1}{2} \int e^{i E q t} \{ W_{pa;qb}^{ss'}(t) + P W_{pa;qb}^{ss'}(-t) \} p^{\alpha} q^{\beta} dt.
 \end{aligned} \tag{2.4a}$$

მიღებული ფორმულების საფუძველზე ადვილი დასადგენია შემდეგი მნიშვნელოვანი თანაფარდობები:

$$P_{ss'} A_{pq}^{ss'}(E) = -A_{pq}^{ss'}(-E) \tag{2.5}$$

$$P_{ss'} D_{pq}^{ss'}(E) = D_{pq}^{ss'}(-E), \tag{2.5a}$$

სადაც $P_{ss'}$ —სპინების გადასმის ოპერატორია.

(2.5) და (2.5) გამოთქმებიდან შეიძლება შედგენილ იქნეს შემდეგი კომბინაციები:

$$(1 \pm P) A_{pq}^{ss'}(E) = A_{pq}^{ss'}(E) \pm P_{ss'} A_{pq}^{ss'}(E),$$

$$(1 \pm P) D_{pq}^{ss'}(E) = D_{pq}^{ss'}(E) \pm P_{ss'} D_{pq}^{ss'}(E),$$

რომლებიც ხასიათდებიან ლუწობის შემდეგი თვისებებით:

$$(1+P) A_{pq}^{ss'}(E) \text{ არის } E\text{-ს კენტი ფუნქცია,}$$

$$(1-P) A_{pq}^{ss'}(E) - E\text{-ს ლუწი ფუნქცია,}$$

$$(1+P) D_{pq}^{ss'}(E) - E\text{-ს ლუწი ფუნქცია და}$$

$$(1-P) D_{pq}^{ss'}(E) - E\text{-ს კენტი ფუნქცია.}$$

მომდევნო სტატიაში გაბნევის ამპლიტუდისათვის დადგენილი ლუწობის თვისებები გამოყენებული იქნება დისპერსიულ თანაფარდობათა მისაღებად.

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

დამოწმებული ლიტერატურა

1. M. L. Goldberger. Phys. Rev. 99, 979, 1955.
2. F. E. Low. Phys. Rev. 97, 1392, 1955.
3. F. E. Low und G. F. Chew. Phys. Rev. 101, 1570, 1956.

(რედაქციის მოუვიდა 16.8.1956)

გამოვლინება

მ. სამარენსკი და მ. ჯიბლაძე

კავკასიონის მიწისძვრათა ენერგიის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ჯანელიძემ 17.3.1956)

მიწისძვრათა მიზეზების გამოვლინებისა და სეისმოდარაიონების შესწავლისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს მიწისძვრათა წარმოშობის პირობების გამორკვევას და ეპიცენტრების განლაგების შესწავლას მათი სიძლიერის გათვალისწინებით.

ამ შრომის მიზანია კავკასიონის მიწისძვრათა კლასიფიკაცია მათი ენერგიის მიხედვით და ეპიცენტრთა გეოგრაფიული განლაგების განსაკუთრებულობის შესწავლა.

პოტენციალური ენერგია, რომელიც გროვდება დედამიწის ქერქში განუწყვეტელი დრეკადი დეფორმაციის გამო, მიწისძვრის დროს იხარჯება ქანების მთლიანობის დარღვევაზე და ნაწილობრივ გადადის დრეკად ტალღათა ენერგიაში. აქედან გამომდინარეობს, რომ ენერგია, რომელიც მიწისძვრის მთელ პროცესს განსაზღვრავს, არ უდრის დრეკად ტალღათა ენერგიას. უნდა შევნიშნოთ, რომ მუშაობაც, რომელიც სრულდება დედამიწის ქერქის თანდათანობითი დეფორმაციის პროცესში, არ გროვდება მთლიანად მომავალ მიწისძვრათა დრეკადი პოტენციალური ენერგიის სახით. ეს ენერგია ნაწილობრივ იხარჯება პლასტიკურ დეფორმაციათა შეუქცევად პროცესებზე. აქედან გამომდინარეობს, რომ მიწისძვრათა ენერგიის განსაზღვრის საკითხი მეტად რთულია.

ენერგიის განსაზღვრის მეთოდები ამჟამად მხოლოდ დრეკად ტალღათათვის არსებობს. შემდგომ ვიგულისხმებთ, რომ მიწისძვრათა საერთო ენერგია პროპორციულია დრეკად ტალღათა ენერგიისა და პროპორციულობის კოეფიციენტი ერთნაირია მოცემული რეგიონის მიწისძვრებისათვის.

მიწისძვრის კერის მიერ გამოხსივებულ დრეკად ტალღათა ენერგიის განსაზღვრის მეთოდი პირველად ბ. გოლიცინმა [1] შეიმუშავა და შემდეგ დააზუსტა გ. ჯეფრეისმა [2]. ამ იდეის შემდგომი განვითარება და ენერგიის შეფასებისათვის სკალის შექმნა სეისმურ სადგურთა მონაცემების მიხედვით განახორციელეს კ. რიხტერმა და ბ. გუტენბერგმა [3, 4].

კავკასიონის მიწისძვრათა ენერგიის განსაზღვრისას ჩვენ გამოვიყენეთ გოლიცინის ცნობილი ფორმულა [1]. ეს ფორმულა მიღებულია იმ დაშვებით,

რომ დრეკად ტალღათა ინტენსივობა ერთნაირია გამოსხივების წყაროდან ყოველი მიმართულებით.

უკანასკნელ ხანებში ნაჩვენებია [5], რომ მიწისძვრების დროს რხევების ამპლიტუდათა ველი უმეტეს შემთხვევაში საკმაოდ კარგად აპროქსიმირდება დიპოლის ველით. რადგან თითოეული მიწისძვრისათვის ენერჯის გამოსხივების მოგეზულობის მახასიათებელი ცნობილი არ არის, ამიტომ ენერჯის მნიშვნელობად ვიღებდით ეპიცენტრის მიმართ სხვადასხვა მიმართულებით განლაგებული სეისმური სადგურების შესაბამისი ენერჯიების საშუალო არითმეტიკულს.

გოლიცინი გულისხმობდა, რომ დრეკად ტალღათა ენერჯის განსაზღვრისას შეიძლება შემოვიფარგლოთ მხოლოდ მოცულობითი ტალღების განხილვით. სინამდვილეში კი მიწისძვრის დროს წარმოიქმნება როგორც მოცულობითი, ისე ზედაპირული ტალღები. ამიტომ გოლიცინის ფორმულა საშუალებას იძლევა შევადგასოთ დრეკად ტალღათა ენერჯის სიდიდე მხოლოდ რიგის სიზუსტის მიხედვით. აღსანიშნავია, რომ ასეთი შეფასება არსებითია, რადგანაც სუსტი და ძლიერი მიწისძვრები ერთიმეორისაგან დაახლოებით ოცი რიგით განსხვავდება [5, 6].

შემდგომ სიმოკლისათვის მიწისძვრის დრეკად ტალღათა ენერჯის ეუწოდებთ უბრალოდ მიწისძვრის ენერჯის და აღნიშნავთ E ასოთი.

სეისმურ სადგურთა დაკვირვებების დამუშავების საფუძველზე (1912 — 1953 წწ.) მიწისძვრათა ენერჯის განსაზღვრისათვის ჩვენ შევადგინეთ სკალარეგისტრაციის ზღვრული სიშორის მიხედვით ¹.

სკალა კავკასიონის მიწისძვრათა ენერჯის შეფასებისათვის რეგისტრაციის ზღვრული სიშორის მიხედვით

ენერჯის ლოგარითმი გრადებით	რეგისტრაციის ზღვრული სიშორე კმ.	საბჭოთა კავშირის უშორესი სეისმური სადგურები, რომლებიც აღნიშნავენ კავკასიონის მიწისძვრებს
15	150	უმეტეს შემთხვევაში რხევები შეიძლება ჩაიწეროს 1—2 სეისმურ სადგურში
16	300	ჩაწერილია ახლობელ სადგურებში
17	600	ჩაწერილია კავკასიის ყველა სადგურში
18	1200	ჩაწერილია ყირიმის, სვერდლოვსკისა და აშხაბადის სადგურებში
19	2500	ჩაწერილია შუა აზიის, მოსკოვისა და პულკოვოს სადგურებში
20	5000	ჩაწერილია ირკუტსკისა და ვლადივოსტოკის სადგურებში

კავშირის დამყარება მიწისძვრების ენერჯისა და სიძლიერეს (ბალიანობას) შორის პრაქტიკულ ინტერესს იწვევს [4, 8]. ასეთი კავშირის დამყარების

¹ ზღვრული სიშორე ეწოდება მანძილს ეპიცენტრიდან უშორეს სეისმურ სადგურამდე, რომლის სეისმოგრამაზე ჯერ კიდევ შეიძლება რხევების ჩაწერა.

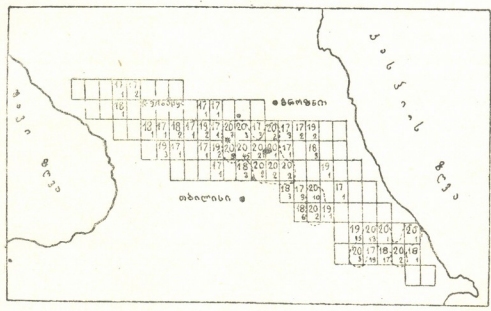
სიძნელე იმაში მდგომარეობს, რომ ის დამოკიდებულია კერის სიღრმესა და ზომაზე. უნდა შევნიშნოთ, რომ კავკასიონის ზონაში მიწისძვრათა კერების უმეტესობა მცირე სიღრმეებზე მდებარეობს.

კავკასიონის მიწისძვრათა ენერჯის შესახებ ინსტრუმენტალური და მაკროსეისმური მონაცემების შედარებით მივიღეთ შემდეგი მიახლოებითი დამოკიდებულება ბალიანობასა (N) და ენერჯის მაჩვენებელს (E) შორის.

$$N = E - 13.$$

აღსანიშნავია, რომ ჩვენი გამოკვლევა ადასტურებს ზოგად შედეგს მიწისძვრათა სიხშირესა და სიძლიერეს შორის კავშირის შესახებ [9, 10].

მიწისძვრათა ენერჯებისა და ეპიცენტრების განლაგების მიხედვით შეიძლება გარკვეული წარმოდგენა ვიქონიოთ ამა თუ იმ რაიონში ტექტონიკურ პროცესების აქტივობაზე. ამ მიზნით ჩვენ შევადგინეთ ენერჯის სიმკვრივეთა რუკა ზემოხსენებული პერიოდისათვის (1912—1953 წ.წ.) (ნახ. 1). თითოეული



ნახ. 1

უჯრა რუკაზე მოიცავს ფართს: $0,2$ სიგანელი \times $0,2$ სიგრძელზე. უჯრაში დიდი რიცხვი გვიჩვენებს ჯამური ენერჯის ლოგარითმს, მცირე — იმ მიწისძვრათა ეპიცენტრების რიცხვს, რომლებიც მოხდა აღნიშნულ ფართობში. ენერჯის სიმკვრივეთა რუკიდან ჩანს, რომ ყაზბეგის, კახეთისა და შემახის რაიონები პოტენციალური ენერჯის უდიდესი დაგროვებით ხასიათდება.

მიწისძვრები თანამედროვე ტექტონიკური პროცესების შედეგს წარმოადგენს. ეს პროცესები გამოვლინდება აგრეთვე დედამიწის ზედაპირის უახლეს გეოლოგიურ დიფერენცირებულ მოძრაობებში. ამასთან დაკავშირებით საინტერესოა ვერტიკალური მოძრაობის ინტენსივობის შედარება მიწისძვრათა ენერჯის განაწილებასთან.

ხაზი უნდა გაეხევიას იმას, რომ დრეკადი ძალები და დეფორმაციის ენერჯია განისაზღვრება არა ტექტონიკური ამოწვევისა და დაძირვის სიდიდით, არამედ მათი კონტრასტულობით. ერთგვარ ოვანი დეფორმაციის შემთხვევაში კონტრასტულობის ზომად შეიძლება მიღებულ იქნეს თვით ეს დეფორმაცია.

ცნობილია, რომ დეფორმაციის ენერჯია შეიძლება დანაწილდეს მოცულობის შეცვლის ენერჯიად და ფორმის შეცვლის ენერჯიად [4]. არის საფუძველი ვიფიქროთ, რომ მიწისძვრები დაკავშირებულია დედამიწის ქერქში ფორმის შეცვლის ენერჯიის დაგროვებასთან.

თუ დავუშვებთ, რომ ვერტიკალური მოძრაობები ხდება მუდმივი სიჩქარით [11, 12], ხოლო სიმაღლეთა ცვლილება ერთეულოვან დროში Δx ბაზაზე ტოლია Δh სიდიდისა, მაშინ დეფორმაციის მუდმივი სიჩქარის დროს,

$$E_f = \mu \left(\frac{\Delta h}{\Delta x} \right)^2 \cdot t^2,$$

სადაც E_f არის ფორმის შეცვლის ენერჯია, μ — გრუნტის მოდული, ხოლო t — პროცესის ხანგრძლივობა.

ჩვენ შევძელით გვესარგებლა უახლესი რხევითი მოძრაობის მხოლოდ საშუალო სიჩქარეებით, რომლებიც განისაზღვრება გეოლოგიური და გეომორფოლოგიური მეთოდებით. ასეთი გზით მიღებული მონაცემები [13, 14, 15] იმ ცალკეული პუნქტებისათვის, რომლებიც ახასიათებენ კავკასიონის ძირითად გეოტექნიკურ ზონას, გვიჩვენებს, რომ კავკასიონის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში ვერტიკალური მოძრაობის სიჩქარე აღწევს 10—15 სმ საუკუნეში. კავკასიონის დანარჩენ ნაწილში ეს სიჩქარე ნაკლებია [4].

ვისარგებლეთ რა ასეთი მონაცემებით, ჩვენ შეგაფასეთ დეფორმაციის სიჩქარე კავკასიონის სხვადასხვა ნაწილისათვის. დეფორმაციის სიდიდე კავკასიონის აღმოსავლეთ ნაწილში ერთი რიგით მეტი აღმოჩნდა ($\gamma = 10^{-7}$ წელიწადში), ვიდრე მის დასავლეთ ნაწილში ($\gamma = 10^{-8}$ წელიწადში), რაც არ ეწინააღმდეგება მიწისძვრათა ენერჯიის შემომოყვანილ განაწილებას (ნახ. 1).

თუ გავაერთიანებთ 20 ენერჯიის მაჩვენებლის მქონე არეებს, რომლებიც რუკაზე გამოყოფილია კონტურით, მათი შედარება კარგ თანხმობას გვაძლევს უკანასკნელი II საუკუნის მაკროსეისმურ მონაცემებთან [16]. ეს შედეგი გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს კავკასიის სეისმოლოგიის დეტალიზაციისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 29.2.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Б. Б. Голицын. О землетрясении 18 февраля 1911 г. Изв. Росс. АН, 9, 1915, стр. 999.

2. H. Jeffreys. The Pamir earthquake of 1911 February 18 in relation to the depth of earthquake foci. *Month. Not. Roy. Astr. Soc., Geophys. Suppl.* 1 No. 2, 1923, 23.
3. B. Gutenberg and C. F. Richter. *Seismicity of the earth and associated phenomena* Princeton university press. 1949.
4. Е. Ф. Саваренский и Д. П. Кириос. Элементы сейсмологии и сейсмометрии. Изд. 2-ое. Техтеориздат, 1955.
5. С. Л. Соловьев. Об определении энергии землетрясения. *Труды Геофиз. ин-та АН СССР*, 30 (157), 1955.
6. С. Л. Соловьев и Э. А. Джибладзе. Изменение потока энергии сейсмических волн с расстоянием. *Изв. АН СССР, сер. геофизическ.* 5, 1955, стр. 162.
7. В. И. Кейлис-Борок. К вопросу об исследовании источников, эквивалентных очагам землетрясений. *Труды геофиз. инст. АН СССР* 9 (136), 1950, стр. 20.
8. Н. В. Шебалин. О связи между энергией, балльностью и глубиной очага землетрясения. *Изв. АН СССР, сер. геофизическая* 4, 1955, стр. 377.
9. Е. Ф. Саваренский. Совещание по вопросам обработки сейсмических наблюдений и составлению атласа сейсмичности СССР. *Изв. АН СССР, сер. геофизическая* 2, 1954, стр. 202.
10. Е. Ф. Саваренский. Сейсмичность СССР, итоги и перспективы ее изучения. *Труды геофиз. инст. АН СССР № 25 (152)*, 1954.
11. H. Venioff. Earthquakes and Rock creep. *Bull. Seismol. Soc. America* 41, No. 1, 1951, 50.
12. В. А. Магницкий. *Основы физики Земли*. Госгеодезиздат, 1953.
13. В. В. Белоусов. *Основные вопросы геотектоники*. Госгеолтехиздат, 1954.
14. А. Б. Ронов. Объемный метод изучения колебательных движений земной коры. *Изв. АН СССР, сер. геолог.* № 1, 1949.
15. В. Е. Ханин. Геотектоническое развитие юго-восточного Кавказа. *Азнефтиздат*, 1950.
16. Е. И. Бюс. Сейсмические условия Закавказья. Часть II, Изд. АН ГССР, 1952.

ცხრილი 1

დასახელება	დანაკარგი ხურებით	H ₂ O+	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O
ალუნიტი I	—	9,21	9,25	34,94	1,66	0,29	0,16	35,28	7,68	1,58
ალუნიტი II	—	7,01	39,14	21,42	3,98	0,29	0,16	23,23	4,04	0,73
ალუნიტი III	—	2,71	57,20	15,30	3,98	0,40	0,31	15 34	3,32	1,38
დოლომიტი	45,49	—	0,52	0,18	1,66	31,61	20,20	0,34	—	—

ზემოთ აღნიშნული საძი შედგენილობის შესაბამის ნარევებში კომპონენტების შეფარდება ასეთია: № 1—2 წონითი ნაწილი დოლომიტისა: 1 წ. ნ. ალუნიტ 1-თან; № 2—3,5 წ. ნ. დოლომიტისა :1 წ. ნ. ალუნიტ II-თან და № 3—3,5 წ. ნ. დოლომიტისა : 1 წ. ნ. ალუნიტ III-თან.

ნარევების გამოწვევა ხდებოდა შესაბამისად 1100°, 900° და 1000°C სილიტის ღუმელში 2 საათის დაყოვნებით.

მიღებული შემცვეარი მასა (არ შეიძლება მას ეწოდოს კლინკერი) იფქვებოდა წისქვილებზე (ნარჩენი — 5% № 0074 საცერზე გაცრის შემდეგ).

II. ცემენტის რენტგენოგრაფული და პეტროგრაფული გამოკვლევა

ცემენტი № 1. ცემენტის ძირითადი მასა შედგება ხუთკალციუმიანი სამალუმინატის, პერიკლაზისა და კალციუმის სულფატისაგან. საგრძობლად ნაკლები რაოდენობით შეიცავს ორკალციუმიან სილიკატს. გარდა ამისა მასში გვხვდება კალიუმის სულფატი, ორკალციუმიანი ფერიტი, და კალციუმის მონოალუმინატი.

ცემენტი № 2. ცემენტის ძირითადი მასა შედგება ორკალციუმიანი სილიკატისა და პერიკლაზისაგან; მცირე ოდენობით გვხვდება ხუთკალციუმიანი სამალუმინატისა და კალციუმის სულფატის მარცვლები.

ცემენტი № 3. ძირითადი მასა, ისევე როგორც № 2 ცემენტში, წარმოდგენილია ბელიტით და პერიკლაზით; მცირე რაოდენობითაა კალციუმის სულფატი, ხუთკალციუმიანი სამალუმინატი და ორკალციუმიანი ფერიტი.

ყველა ცემენტში მოიპოვება დაუსულელი Al₂(SO₄)₃ სულ მცირე რაოდენობით. მიუხედავად ამისა, ცემენტების ქიმიური შედგენილობის და ზემომოყვანილ გამოკვლევის საფუძველზე გამოანგარიშებულია ცემენტების მინერალოგიური შედგენილობა (ცხრილი 2 და 3).

ცხრილი 2

ცემენტის ქიმიური შედგენილობა

დასახელება	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O
ცემენტი № 1	5,18	16,87	2,80	31,74	20,09	18,42	4,48	0,42
ცემენტი № 2	14,78	6,56	3,27	39,66	25,58	8,42	1,73	—
ცემენტი № 3	20,32	6,45	3,16	38,22	24,86	5,95	1,04	—

ცხრილი 3

ცემენტის მინერალოგიური შედგენილობა

დასახელება	K_2SO_4	Na_2SO_4	$2CaO \cdot SiO_2$	$2CaO \cdot Fe_2O_3$	$5CaO \cdot 3Al_2O_3$	$CaSO_4$	MgO
ცემენტი № 1	7,89	0,91	14,14	4,53	30,75	22,66	19,12
ცემენტი № 2	2,82	—	41,01	5,38	12,16	13,85	24,77
ცემენტი № 3	1,70	—	51,62	4,74	10,94	8,96	22,04

III. ფიზიკურ-მიქანიკური ბამოცლა

1. ცემენტის ცომის გამოცდა

ვინაიდან ცეცხლგამძლე ცემენტების გამოსაცდელად სტანდარტი არ არსებობს, მიზანშეწონილია ცემენტის ცომის ისეთი მაჩვენებლების შესწავლა, რომელთაგან დამოკიდებულია ცეცხლგამძლე ბეტონების თვისებები.

ა) ცემენტისაგან ნორმალური სისქის ცომის მისაღებად საჭირო წყლის რაოდენობისა და შეკვრის ვადების განსაზღვრა ჩატარებულია 310—41 სტანდარტის მიხედვით. შედეგები მოყვანილია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

დასახელება	წყლის რაოდენობა ნორმ. სისქის ცომისათვის %-ში	შეკვრის ვადები	
		დასაწყისი	ბოლო
ცემენტი № 1	50	5 წუთი	20 წუთი
ცემენტი № 2	64	2 „	3 „
ცემენტი № 3	60	10 „	15 „

ცემენტის შეკვრის ასეთი მცირე ვადების ასახსნელად შეიძლება შემდეგი ითქვას: ცემენტი № 1 შეიცავს 30%-დე ხუთკალციუმიან სამალუმინატს, რომელიც ხასიათდება შეკვრის მოკლე ვადებით. გარდა ამისა, ცემენტი შეიცავს ტუტეებს — K_2SO_4 და Na_2SO_4 სახით და $CaSO_4$. უკანასკნელი ცემენტის გამოწვის ტემპერატურაზე (1100°) ნაწილობრივ უნდა დაიშალოს $mCaSO_4 \cdot nCaO$ ტიპის კომპლექსური მარილის წარმოქმნით. ცემენტის წყალთან შერევისას ტუტე ლითონების სულფატები სწრაფად იხსნება, ასევე კომპლექსური მარილიდან ხსნარში გადადის კალციუმის ჟანგი. მათი ურთიერთქმედებისას წარმოიშობა მაღალდისპერსული თაბაშირი, რომელიც აქტიურად მოქმედებს ალუმინატებთან და ამით აჩქარებს ჰიდროსულფოალუმინატის წარმოშობას [1]. უკანასკნელი შეიძლება წარმოიშვას უშუალოდ ხუთკალციუმიანი სამალუმინატის მოქმედებით კალციუმის სულფატთან.

№ 2 ცემენტის სწრაფი შეკვრის მიზეზად უნდა ჩაითვალოს მასში მაგნიუმის ქანგის შეცულობა, რომელიც ცემენტის გამოწვევის ტემპერატურის (900°) შესაბამისად, აქტიურ მდგომარეობაში იმყოფება. კალიუმის და კალციუმის სულფატები, $MgCl_2$, $MgSO_4$ და სხვა მარილების მსგავსად, ზრდიან მის ხსნადობას და, მასთანადავ, მის გადაყენას ჯერ გელში, შემდეგ კი კრისტალურ შენახარდში.

№ 3 ცემენტის შეკვრის მოკლე ვადები, მისი გამოწვევის ტემპერატურის (1000°) შესაბამისად, შეიძლება ნაწილობრივ აიხსნას მაგნიუმის ქანგის ჰიდრატაციით, უფრო მეტად კი ტუტე ლითონების სულფატებისა და კომპლექსური მარილისაგან მიღებული კირის მოქმედებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ ცეცხლგამძლე შემავსებელთან ამ ცემენტის „გახსნის“ დროს ბეტონების შეკვრის ვადები ძალზე დიდდება და არ აძნელებს მუშაობას.

ბ) ცემენტის მექანიკური სიმტკიცე შესწავლილია ვიბრაციის წესით დაყალიბებული სათანადო ზომის ნიმუშების (20×20×20 მმ) გამოცდით.

როგორც მე-5 ცხრილიდან ჩანს, ცემენტის მექანიკური სიმტკიცე კუმშვაზე მთლიანად დამოკიდებულია მინერალოგიური შედგენილობისაგან.

ცემენტის მექანიკური სიმტკიცე კუმშვაზე კგ/სმ² ცხრილი

გამოცდის ვადები	1 დღე	3 დღე	7 დღე	28 დღე	3 თვე
ცემენტი № 1	200	310	440	540	500
ცემენტი № 2	—	90	175	210	200
ცემენტი № 3	—	100	140	175	200

№ 1 ცემენტი სწრაფად მაგრდება—მექანიკური სიმტკიცე დღე-ღამის შემდეგ შეადგენს 200 კგ/სმ², სამი დღე-ღამის შემდეგ — 310 კგ/სმ², შემდგომ კი, თიხირცემენტთან განსხვავებით, მექანიკური სიმტკიცე ისევ მნიშვნელოვნად იზრდება და 28 დღეს იგი შეადგენს 540 კგ/სმ².

№ 2 და № 3 ცემენტი, რომელიც ძირითადად ბელიტისაგან შედგება, არ მაგრდება სწრაფად: მექანიკური სიმტკიცე მესამე დღეს შეადგენს 90 და 100 კგ/სმ², ხოლო 28 დღისათვის — 210 და 175 კგ/სმ².

2. ცემენტის ხსნარის გამოცდა

ა) ცემენტების სიმტკიცე ხსნარში ცეცხლგამძლე შემავსებელთან (ქრომო-მაგნეზიტური და მაგნეზიტური აგურების ლეწი) შესწავლილია სათანადო ნიმუშების გამოცდით (პრიზმები — 10×10×40 მმ.).

ცემენტისა და შემავსებლის ფარდობა შეადგენდა 1:4; შემავსებელში 12% როდენობით წვრილად დაფქული შეცხოვადი მიკროშემავსებელი იყო.

ნიმუშები იწნებოდა 300 კგ/სმ² წნევის ქვეშ. შეკუმშვაზე მათი გამოცდა ხდებოდა ცემენტის გამოსაცდელად საერთო წესით გათვალისწინებულ ვადებში (ცხრილი 6). აქვეა მოყვანილი ცემენტის სიმტკიცის შესწავლის შედეგები უშემაჯესბლოდ.

ცხრილი 6

ხსნარის მექანიკური სიმტკიცე კგ/სმ²

გამოცდის ვადები	1 დღე	3 დღე	7 დღე	28 დღე	3 თვე
ცემენტი № 1	280	600	675	875	900
ცემ.+ქრომომაგნეზ.	—	210	260	260	290
ცემ.+მაგნეზიტი	—	320	—	400	400
ცემენტი № 2	—	170	240	600	300
ცემ.+ქრომომაგნეზ.	—	—	140	150	150
ცემ.+მაგნეზიტი	—	—	185	230	130
ცემენტი № 3	—	250	350	500	525
ცემ.+ქრომომაგნეზ.	—	—	125	133	150
ცემ.+მაგნეზიტი	—	—	100	183	170

მე-6 ცხრილის მონაცემებიდან ირკვევა, რომ ხსნარის მექანიკური სიმტკიცე საკვებით ეთანადება ცემენტის სიმტკიცეს. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ შემავსებელიც გარკვეულ გავლენას ახდენს ხსნარის სიმტკიცეზე; კერძოდ, მაგნიზიტიურ შემავსებელზე დამზადებული ნიმუშების მექანიკური სიმტკიცე მეტია (100—400 კგ/სმ²), ვიდრე ქრომომაგნეზიტიურ შემავსებელზე დამზადებული ნიმუშებისა (125—290 კგ/სმ²), რაც აიხსნება მაგნეზიტისა და საკვლევი ცემენტის ზოგიერთი სიახლოვით.

ბ) ნიმუშების მდგრადობა წილების მიმართ შესწავლილია კონუსების მეოლით.

ცემენტის ხსნარს ემატებოდა ერთ შემთხვევაში მარტენის, ხოლო მეორე შემთხვევაში ბრძმელის წილა შეფარდებით 70:30.

გამოირკვა, რომ საკვლევი ხსნარები 1640°-მდე წილამდგრადებია მარტენისა და ბრძმელი წილების მიმართ.

გ) კუმშვაზე მექანიკური სიმტკიცის დამოკიდებულება გახურების ტემპერატურისაგან შესწავლილია სათანადო ნიმუშებზე (პრიზმები 10×10×40 მმ.).

28 დღის განმავლობაში ჰაერზე შენახვის შემდეგ ხდებოდა ნიმუშების გახურება 100—1400° (100° ინტერვალთ) და მაქსიმალურ ტემპერატურაზე 2 საათის დაყოვნებით. ღუმელის გაცივების შემდეგ ხდებოდა ნიმუშების ამოღება და მათი გამოცდა იმავე დღეს (ცხრილი 7).

თერმოსტატში 200°-ზე გახურებული ნიმუშების მექანიკური სიმტკიცე რამდენადმე მეტია გახურებულ ნიმუშების სიმტკიცეზე, რაც აიხსნება გელის შემქმნელობით, 200°-ზე ზეით ნიმუშების მექანიკური სიმტკიცე მცირდება, 800°-ზე იგი მკვეთრად ეცემა და გრძელდება მისი თანდათანობითი შემცირება.

გახურებისას ხსნარის მექანიკური სიმტკიცის შემცირება გამოწვეულია მასში შემავალი ცემენტის ჩაჯდომისა და შემავსებლის თერმული გაფართოების

ხსარის მექანიკური სიმტკიცის ცვალებადობა ხურებისაგან დამოკიდებულებით

ცემენტები	ნიმუშ. ტიპი	ზღვრული სიმტკიცე კუმშვაზე კგ/სმ ² და ფარდობითი სიმტკიცე %-ში										
		100	200	400	600	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
ქრომომაგნეზიტის შემავსებელი												
№ 1	260	300	285	230	200	100	100	100	73	60	200	260
	100	115	110	89	81	38,5	38,5	38,5	28,1	23,1	77	100
№ 2	150	170	140	140	80	35	27	20	20	27	100	260
	100	114	94	94	53,4	23,4	18	13,4	13,4	18	67	174
№ 3	125	180	160	110	100	80	70	40	27	33	620	660
	100	144	128	88	80	64	56	32	21,6	26,4	500	528
მაგნეზიტის შემავსებელი												
№ 1	400					120	97	93	100	93		730
	100					27,3	22,1	21,1	22,8	21,1		160
№ 2	220					53	28	27	27	66		500
	100					24,1	12,8	12,3	12,3	30,0		228
№ 3	173					70	40	40	53	73		1300
	100					40,5	23,2	23,2	31,0	42,3		752

ერთდროული გავლენით. მექანიკური სიმტკიცის მაქსიმალური დაწევა შემჩნეულია 1100—1150° პირობებში. ამ დროს სიმტკიცე ეცემა 20—60 კგ/სმ²-მდე, რაც შეადგენს საწყისი სიმტკიცის 13—23%. შემდეგ ნიმუშის შეცხოების ხარჯზე სიმტკიცე იზრდება და 1350°-ზე აღწევს 100—620 კგ/სმ², ხოლო 1400°-ზე—260—660 კგ/სმ².

აღნიშნულ ტემპერატურებზე ნიმუშები დეფორმაციას არ განიცდიან, ჩაჯდომა კი აღწევს 3%-მდე.

3. ცემენტების გამოცდა ბეტონში

ა) ბეტონის მექანიკური სიმტკიცის გამორკვევა ხდებოდა ვიბრაციის წესით დამზადებულ ნიმუშებზე (100×100×100 მმ).

შემავსებლად აღებული იყო ქრომომაგნეზიტის აგურის ლეწი შემდეგი გრანულომეტრიული შედგენილობით:

- მარცვლები ზომით 30 მმ—5 მმ—45%
- " " 5 მმ—0,5 მმ—43%
- " " <0,15 მმ—12%

ცემენტისა და შემავსებლის ფარდობა შეადგენდა 1:4, წყლისა და ცემენტისა — 0,70 : 0,75. სხვადასხვა ვადებში განსაზღვრული სიმტკიცე კუმშვაზე მოყვანილია მე-8 ცხრილში.

აპრივად, მიღებულია საშუალო ბეტონი 100 და 200 მარკისა.

მიღებული ბეტონები მიეკუთვნება ბეტონების მძიმე სახეებს — მათი მოცულობითი წონა სათანადოდ შეადგენს 2,75, 2,6, 2,7 ტ/მ³.

ბ) ცეცხლამძლე ნაწარმის ხარისხი დიდადაა დამოკიდებული მათ სამშენებლო სიმტკიცეზე გახურებულ მდგომარეობაში.

ცხრილი 8

ბეტონების მექანიკური სიმტკიცე

გამოცდის ვადები	3 დღე	7 დღე	28 დღე	ბეტონის მარკა
ბეტონი № 1	200	200	247	200
ბეტონი № 2	63	86	117	100
ბეტონი № 3	73	77	122	100

ჩვეულებრივი ცეცხლგამძლეებისათვის ამ მაჩვენებლის გამორკვევა ნაკლებად მიზანშეწონილია იმის გამო, რომ გამოცდის პრაქტიკულად შესაძლებელი ტემპერატურის ფარგლებში (1100—1200°) ნაწარმი უძლებს დასაშვებზე გაცილებით მეტ წნევას. ცეცხლგამძლე ბეტონებისათვის კი ეს მაჩვენებელი მეტად მნიშვნელოვანია, ვინაიდან აღნიშნულ ტემპერატურულ ინტერვალში (1000 — 1200°) ბეტონებს აქვთ მინიმალური მექანიკური სიმტკიცე.

ცდები ტარდებოდა დანადგარზე, რომელიც მოწყობილი იყო ლიტერატურაში ცნობილი სქემის მიხედვით. მიღებული მონაცემები მოყვანილია მე-9 ცხრილში.

ცხრილი 9

ბეტონის მექანიკური სიმტკიცე გახურებულ მდგომარეობაში

გამოცდის ტემპერატურა	110°	800°	1000°	1100°	1200°
ბეტონი № 1	97 100%	8,4 8,6%	8,4 8,6%	12,6 12,9%	—
ბეტონი № 2	76 100%	8,4 11%	8,4 11%	8,4 11%	12,6 16,5%
ბეტონი № 3	84 100%	15,1 18%	12,6 15%	16,8 20%	—

ცნობილია, რომ დატვირთვა წყობაში ჩვეულებრივ არ აღემატება 1 კგ/სმ², ამიტომ მექანიკური სიმტკიცის მნიშვნელოვნად შემცირება 8 — 13 კგ/სმ²-მდე არ წარმოადგენს საშიშროებას. მით უმეტეს, გახურების პროცესში ბეტონი აღნიშნულ ტემპერატურულ ინტერვალს გაივლის მოკლე დროის განმავლობაში, ხოლო შემდეგი გახურებით ბეტონების სიმტკიცე იზრდება და 1350° იგი 15—36 კგ/სმ² აღწევს.

გ) ბეტონის დეფორმაციის ტემპერატურა 2 კგ/სმ² დატვირთვის პირობებში ცეცხლგამძლე მასალების თვისებათა ძირითადი ფაქტორია და განსაზღვრავს მათი გამოყენების ტემპერატურულ ინტერვალს.

ჩვენი ნიმუშებისათვის იგი განსაზღვრულია ლენინგრადის ცეცხლგამძლე მასალების ინსტიტუტში და მოყვანილია ცხრილში 10.

ამგვარად, ჩვენ მიერ შესწავლილი ბეტონები შეიძლება გამოყენებული იყოს დაძაბულ პირობებში შემდეგ მაქსიმალურ ტემპერატურებზე: ბეტონი № 1 — 1280°, ბეტონი № 2 — 1350°, ბეტონი № 3 — 1400°.

ცხრილი 10

დასახელება	დაშლის დასაწყისი	4 ⁰ /o	40 ⁰ /o	შენიშვნა
ბეტონი № 1	1280	1300	1300	დაიშალა
ბეტონი № 2	1280	1370	1380	"
ბეტონი № 3	1410	1420	1420	"

ხოლო ქრომომაგნეზიტური აგურის დეფორმაციის ტემპერატურა არ აღემატება 1450⁰-ს, თიხირცემენტისა და ქრომომაგნეზიტისაგან მიღებული ბეტონისა 1280⁰-ს, თიხირცემენტის და შამოტისაგან მიღებული ბეტონისა აღწევს 1400⁰-მდე.

დ) სამივე ბეტონის ცეცხლგამძლეობა (სტანდარტი 4069—48) აღემატება 1700⁰-ს.

დასკვნები

1. დოლომიტისა და ალუნიტის ბაზაზე მიღებულია ცეცხლგამძლე ცემენტი, რომელიც თავისი თვისებებით არ ჩამოუვარდება თიხირ- და პორტლანდ-ცემენტებს ცეცხლგამძლე ბეტონების წარმოებაში.

2. დეტალურად შესწავლილია სამი სხვადასხვა შედგენილობის ცეცხლგამძლე ცემენტის თვისებები.

3. რენტგენოგრაფიული და პეტროგრაფიული გამოკვლევის შედეგად დადგინილია სამი ცემენტის მინერალოგიური შედგენილობა.

4. ახალი ცემენტის, როგორც შემკვრელისა და ქრომომაგნეზიტური აგურის ლეწის, როგორც შემავსებლის ბაზაზე, მიღებულია სამი სახის ბეტონი, რომელთა გამოყენება შესაძლებელია 1700⁰-ზე, ხოლო დიდი დაძაბულობის პირობებში — 1300⁰—1400⁰-ზე.

5. მიღებული ბეტონების დანერგვა წარმოებაში დიდად შეამცირებს მათ ღირებულებას თიხირ- და პორტლანდცემენტებისაგან მიღებულ ბეტონებთან შედარებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 18.6.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Ю. М. Бутт, Г. С. Рояк. Ускорение процессов твердения путем добавки сульфата натрия. «Цемент», № 4, 1954.
2. К. Д. Некрасов. Огнеупорные бетоны, их свойства и применение. Стройиздат, 1949.

ბიომიკია

მ. ბრეზაძე

**კაფშირი ცხოველის თმოვან საფარველსა და სპერმატოზოიდეზში
არსებული გოგირდის რაოდენობას შორის**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. ქომეთიანმა 20.10.1956)

ცნობილია, რომ კანსა და თმოვან საფარველში განუწყვეტლოვ მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის სხვადასხვა პროცესი უზრუნველყოფს ორგანიზმისათვის საჭირო პლასტიკური ნივთიერებების, მათ შორის გოგირდოვანი შენაერთების წარმოქმნას, რომლებიც ვაცილებით მეტი რაოდენობით გვხვდება თმოვან საფარველში, ვიდრე სხვა ორგანოებსა და ქსოვილებში. სხვადასხვა ორგანიზმში გოგირდის განაწილების შესახებ არსებული მასალის შედარებისას ირკვევა, რომ ცხვრის ხორცში მისი რაოდენობა მილიგრამობით აღებული უდრის 0,23%-ს, ძროხის ხორცში—0,14%-ს, ქათმის კვერცხში 0,20-ს, თმოვან საფარველში (მატყლში) კი მისი რაოდენობა 3—4%-ს აღწევს [1].

თმოვან საფარველში გოგირდის დიდი რაოდენობით არსებობა საშუალებას იძლევა ვიფიქროთ, რომ გოგირდშემცველი მჟავები, ე. ი. ის ნივთიერებები, რომლებიც მთავარ როლს უნდა თამაშობდნენ მატყლის წარმოქმნაში, მეტა რაოდენობით უნდა გვხვდებოდეს მეტი მატყლის მომცემ ცხოველთა ორგანოებსა და ქსოვილებში. მცირე მატყლის მომცემ ცხოველებთან შედარებით.

მარკოვას [2] მიერ ჩატარებულმა ცდებმა დაგვანახვა, რომ ცხვრის სისხლის პლაზმის ცილები და ერითროციტები ვაცილებით მდიდარია გოგირდით (ცისტინითა და მეთიონინით), ვიდრე მსხვილფეხა საქონლისა და ცხენისა, ე. ი. მცირეთმოვანი საფარველის მქონე ცხოველებისა.

კაქსის [3] მიერ თმოვანსაფარველიან ცხოველებზე (ვირთაგვებზე, ძაღლებზე) ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ კაზეინის ჰიდროლიზატი ნაკლები საკვები ღირებულებით ხასიათდება თმოვანსაფარველიან ცხოველთათვის ადამიანთან შედარებით. ეს მონაცემები მტკიცდება ალისონის [3] მიერ ძაღლებსა და ადამიანებზე ჩატარებული ცდებითაც. ეს ავტორები აღნიშნულ განსხვავებას იმ გარემოებით ხსნიან, რომ ძაღლებისა და ვირთაგვების მთელი სხეული დაფარულია თმოვანი საფარველით და ამიტომ მათ გოგირდშემცველი მჟავების მოთხოვნილება უფრო მეტი აქვთ, ვიდრე ადამიანს.

ნაგორნიმ და კასატკინამ [4] ვირთაგვებზე ჩატარებული ცდებით დაადგინეს, რომ თმის საფარველის სისზირის მრული ემოხვევა ცხოველის ორგანიზმში არსებული გოგირდის რაოდენობის გამომსახველ მრულს.

ზოგმა მეცნიერმა ჩაატარა სხვადასხვა ცხოველის თესლისა და სხვადასხვა ჯიშის ცხვრის მატყლის ქიმიური ანალიზი.

სერებრიაკოვმა [5] სხვადასხვა ჯიშის ცხვრის მატყლის ქიმიური შესწავლისას დაგვანახვა, რომ მატყლში გოგირდის რაოდენობა მკიდროდ უკავშირდება მატყლის სისქეს. მერინოსის ჯიშის ცხვრებს მატყლში მეტი აქვთ გოგირდი, ვიდრე ღუმთან ცხვრებს. აქედან გამომდინარეობს, რომ ხშირმატყლოვან ცხოველებს მეტი უნდა ჰქონდეთ გოგირდის მოთხოვნილება.

პოპოვამ [6] ყოჩის, ბულის, ცხენისა და ღორის თესლის ქიმიური შედგენილობის შესწავლისას აღმოაჩინა, რომ ყოჩის თესლი 20-ჯერ მეტ გოგირდს შეიცავს ბულის თესლთან შედარებით და 33-ჯერ მეტს, ვიდრე ცხენისა, ხოლო ღორის თესლში გოგირდი უმნიშვნელო რაოდენობით გვხვდება. მონაცემები შესაძლებლობას იძლევა ვივარაუდოთ ცხოველის თმისა და საფარველსა და სპერმატოზოიდებში არსებული გოგირდის რაოდენობათა შორის კავშირის არსებობა.

ამ შესაძლო კავშირის გამოვლინების მიზნით ჩვენ აკადემიკოს მილოვანოვის ხელმძღვანელობით ჩავატარეთ რიგი ცდები სხვადასხვა ჯიშის ცხოველებზე,

მ ე თ ო დ ი კ ა

როგორც ლაბორატორიულ პირობებში, ისე მეურნეობაში მუშაობისას თესლს ვიღებდით ხელოვნური ვაგინის მეთოდით. ცდებს ვატარებდით ყოჩებსა, ბულებსა და მამალ კურდღლებზე. თესლში გოგირდის საერთო რაოდენობას ვსაზღვრავდით როგორც ცენტროფუგირებამდე, ისე ცენტროფუგირების შემდეგ. საერთო გოგირდს ვსაზღვრავდით ბენედიქტისა და დენისის [7] მეთოდით. ზოგ შემთხვევაში შემოწმების მიზნით საერთო გოგირდი ისაზღვრებოდა კლიმენკოს [8] ტიტრომეტრული მეთოდით.

იმის გამო, რომ ცხოველები სხვადასხვა დროსა და პირობებში იძლევიან განსხვავებული რაოდენობის თესლს სპერმატოზოიდების ცვალებადი რიცხვით, შედარებითი მონაცემების მიღების მიზნით საერთო გოგირდის რაოდენობა მილიარდ სპერმატოზოიდებზე გადათვლით გამოისახებოდა.

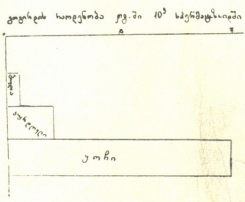
ცდები აღნიშნულ ცხოველებზე ჩატარდა 1952—1954 წლებში. 1952 — 1953 წ.წ. ჩატარდა ცდები ნახევრად ნახმატყლიანი ქართული ჯიშის 38 ყოჩზე. 1954 წელს ჩავატარეთ ცდები საკავშირო სასოფლო-სამეურნეო გამოფენაზე ექსპონატის სახით წარმოდგენილ სხვადასხვა ჯიშის 93 ყოჩსა და 5 ბულაზე და საკავშირო მეცხოველეობის ექსპერიმენტული ინსტიტუტის ვივარიუმში (ხელოვნური გამრავლების ლაბორატორიის ცდებისათვის) მყოფ სხვადასხვა ჯიშის 33 მამალ კურდღელზე.

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

მიღებულმა შედეგებმა ნათლად დაგვანახვა, რომ თესლში შემავალი გოგირდი ძირითადად სპერმატოზოიდშია, ხოლო სპერმის სითხეში იგი უმნიშვნელო რაოდენობით გვხვდება.

აქედან გამომდინარე, ჩვენ შევისწავლეთ საერთო გოგირდის რაოდენობა შვიცის, სიმენტალურის, კოსტრომულისა და ტაგილური ჯიშის ბუდეების, გორნასტაის, შინშილის, ფლანდრიისა და შამპანის კურდღელთა და 29 ჯიშის ყოჩების სპერმატოზოიდებში.

გამოკვლევებმა ნათელყო, რომ სპერმატოზოიდში გოგირდის რაოდენობა ბუდეებს ნაკლები აქვთ, ვიდრე კურდღლებსა და ყოჩებს. სპერმატოზოიდებში გოგირდის რაოდენობა ცხვრებს 20-ჯერ, ხოლო კურდღლებს 4-ჯერ მეტი აქვთ, ვიდრე ბუდეებს (იხ. ნახ. 1, სადაც მოცემულია სხვადასხვა ჯიშის ცხოველთა სპერმატოზოიდებში გოგირდის რაოდენობა მიკროგრამობით).



ნახ. 1

ამგვარად, ირკვევა, რომ მატყლის მომცემი ცხოველების სპერმატოზოიდებში გოგირდის მეტი რაოდენობაა, ვიდრე მცირეთმოვანი საფარველის მქონე ცხოველებისაში. აქედან გამომდინარე, ჩვენ შევისწავლეთ ურთიერთდამოკიდებულება მატყლის ნაპარსის რაოდენობასა და სპერმატოზოიდებში არსებული გოგირდის რაოდენობას შორის როგორც ერთსა და იმავე, ისე სხვადასხვა ჯიშის ყოჩებში (იხ. ცხრილი 1).

ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემების განხილვისას ცხადი ხდება, რომ დიდი რაოდენობის ნაპარსის მქონე კავკასიის ჯიშის ყოჩებს (რომელთა მატყლის გაურეცხავი ნაპარსი 9-ჯერ მეტია, ვიდრე ჰისარულისა და 3-ჯერ მეტი, ვიდრე მიხნოური ჯიშის ცხვრებისა) გოგირდის რაოდენობა 10⁹ სპერმატოზოიდში 880 მკგ აქვთ, ე. ი. 15-ჯერ მეტი, ვიდრე ჰისარულისა და 3-ჯერ მეტი, ვიდრე მიხნოური ჯიშის ყოჩების 10⁹ სპერმატოზოიდში. 10⁹ სპერმატოზოიდში გოგირდის რაოდენობის ასეთსავე სურათს იძლევა ცხვრის სხვა ჯიშების შესწავლაც: მაგალითად, ასკანიური ჯიშის ცხვრების 16,5 კგ ნაპარსით, გროზნოული ჯიშისა— 16,1 კგ, სტავროპოლის ჯიშისა—14,6 კგ ნაპარსით და სხვა. ზემოხსენებული ჯიშის ცხვრების 10⁹ სპერმატოზოიდში გაცილებით მეტი გოგირდია, ვიდრე ჰისარული, რომანოული და ედელბაევის ჯიშის ნაკლები რაოდენობის მატყლის მომცემი ცხვრების სპერმატოზოიდში.

ამგვარი პირდაპირი დამოკიდებულება მატყლის ნაპარსსა და სპერმატოზოიდში გოგირდის რაოდენობას შორის ვლინდება ერთისა და იმავე ჯიშის

ცხრილი 1

გოგირდის რაოდენობა სხვადასხვა ჯიშის ცხვრების სპერმატოზოიდებში
(საშუალო ჯიშების მიხედვით)

ჯ ი შ ი	ყოჩების რაოდენობა	ცოცხალი წონა (კგ-ში)	გაურეცხავი მატყლის ნაპარსი (კგ-ში)	გოგირდის რაოდ. 10 ⁹ სპერმატოზ. μგ-ში
პისარული	4	156	2,0	60
რომანოული	2	98,7	3,3	90
სარაჯინისა	2	118	3,4	100
ედელბაგვისა	2	136	4,1	100
თუმური	2	92	4,4	200
ლიტვის თავშავა	2	137	5,6	200
ქართული	2	106	5,8	200
ლატვიის მუჭთავა	2	118	5,8	200
მიხნოური	2	111	6,1	300
კუჩუგუროული	2	—	6,2	300
რომნი მარშ X მიხნოური	2	125	7,0	100
კუიბიშეური	3	140	7,0	300
პრეკოსი X ჩრდილ. მოკლეკუდიანი	5	112	7,8	300
ლინკოლი X მიხნოური	2	127	8,8	300
კორიდელი	2	121	8,8	300
პრეკოსი	4	132	9,1	450
ციგაის	3	119	9,4	300
ყაზახური ნახმატყლიანი	2	112	9,6	300
ნახმატყლიანი X დუმიანები	2	143	10,1	300
ახერბაიჯანის მთის მერინოსი	4	99	10,6	400
ყაზახური-არხარომერინოსი	2	125	11,5	400
ალტაისა	5	115	12,9	500
სტავროპოლისა	6	135	14,6	460
სალკისა	3	113	14,6	460
კავკასიის X საბჭ. მერინოსი	2	111	15,1	700
გროზნოული	3	100	16,1	700
საბჭოთა მერინოსები	6	119	16,2	650
ასკანიური	4	133	16,5	770
კავკასიური	6	133	18,3	880

ცხვრების შესწავლის დროსაც განსხვავებული რაოდენობის მატყლის მომცემ ქართული ჯიშის ცხვრებში მეტი საერთო გოგირდის რაოდენობას ვხვდებით მეტი მატყლის ნაპარსის მომცემი ყოჩების სპერმატოზოიდებში (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილში არსებული მონაცემები გვიჩვენებს, რომ მატყლის საშუალო ნაპარსის გადიდებით იზრდება 10⁹ სპერმატოზოიდში საერთო გოგირდის რაოდენობაც. მაგ.: როგორც ცხრილიდან ჩანს, ცხვრების, რომელთა მატყლის ნაპარსი=3.2 კგ, 10⁹ სპერმატოზოიდში გოგირდის რაოდენობა 85 μგ-ია, 3,8 კგ მატყლის ნაპარსის შემთხვევაში 121 μგ. 4,2 კგ ნაპარსზე — 188 μგ, ხოლო ყველაზე დიდი რაოდენობის მატყლის ნაპარსის დროს (5,1 კგ) გოგირდის რაოდენობა სპერმატოზოიდში 227,5μგ-მდე აღის.

შევისწავლეთ აგრეთვე ერთისა და იმავე ქართული ჯიშის, ერთნაირი ასაკისა და თანაბარი საერთო პროდუქტიულობის მქონე ცხვრების სპერმატოზოიდში გოგირდის რაოდენობა და მიღებული მონაცემები შეგუდარეთ ერთისა და იმავე ასაკისა და თანაბარი რაოდენობის მატყლის ნაპარსის მომცემ, მაგრამ

ცხრილი 2
ქართული ჯიშის ცხვრების მატყლის ნაპარსი და
გოგირდის რაოდენობა სპერმატოზოიდებში

ყოჩების რაოდენობა	მატყლის ნაპარსის საშუ- ალა (კგ-ში) $M \pm m$	10 ⁶ სპერმატოზოიდში გო- გირდის საშუალო რაოდენ- ობა $\mu\text{გ-ში}$ $M \pm m$
10	3,24 \pm 0,01	85 \pm 17,6
10	3,84 \pm 0,01	121 \pm 13,2
10	4,28 \pm 0,11	188 \pm 2,02
8	4,7 \pm 0,01	227,5 \pm 3,1

განსხვავებული ცოცხალი წონის მქონე ცხვრების სპერმატოზოიდში არსებული გოგირდის რაოდენობას. შედეგმა დაგვანახვა, რომ სპერმატოზოიდში გოგირდის რაოდენობას ამ შემთხვევაშიც გარკვეული კავშირი აქვს მხოლოდ და მხოლოდ მატყლის ნაპარსის რაოდენობასთან და არ არის დამოკიდებული ცხვრის ცოცხალ წონაზე.

ამგვარად, გამოკვლეულ იქნა პირდაპირი კორელაცია ყოჩის მატყლის ნაპარსსა და სპერმატოზოიდში არსებული გოგირდის რაოდენობას შორის (იხ. ცხრილი 3).

ცხრილი 3
კორელაცია ქართული ჯიშის ცხვრების მატყლის ნაპარსსა და სპერმატოზოიდში
არსებული გოგირდის რაოდენობას შორის

ყოჩების რაოდენობა	მატყლის ნაპარსის საშუ- ალა კგ-ში	10 ⁶ სპერმატოზოიდში გო- გირდის საშუალო რაოდენ- ობა $\mu\text{გ-ში}$	კორელაციის კოეფიციენტი მატყლის ნაპარსსა და სპერ- მატოზოიდში არსებულ გო- გირდა შორის
38	3,7	150	+2,2

ნაზმატყლიან, ნახევრად ნაზმატყლიან და უხეშმატყლიან ცხვრებზე ჩატარებული ცდებით მიღებული მონაცემების შედარებისას გამოირკვა, რომ ნაზმატყლიანი ცხვრების სპერმატოზოიდებში გოგირდი თითქმის 3-ჯერ მეტია, ვიდრე უხეშმატყლიანი ცხვრების სპერმატოზოიდებში და 1,8-ჯერ მეტია, ვიდრე ნახევრად ნაზმატყლიანი ცხვრებისაში.

ამ მონაცემების საფუძველზე ცხადი ხდება პირდაპირი კავშირის არსებობა მატყლის ნაპარსსა და სპერმატოზოიდებში არსებული გოგირდის რაოდენობას შორის როგორც ერთისა და იმავე ჯიშზე, ისე სხვადასხვა ჯიშის ცხვრებში.

როგორც ცნობილია, ორგანიზმის მოთხოვნები გარემოსადმი, იცვლება ცხოველის ხნოვანების მიხედვით, თვისობრივად იცვლება აგრეთვე ორგანიზმის უჯრედებისა და ქსოვილების ფუნქციონალური მდგომარეობა, იცვლება

ორგანიზმში ნივთიერებათა ცვლა და სასქესო უჯრედების მდგომარეობა. ამიტომ ბუნებრივია ვივარაუდოთ, რომ მატყლის ნაპარსსა და სპერმატოზოიდში არსებული გოგირდის რაოდენობას შორის ჩვენ მიერ მიღებულ დადებით კორელაციაზე შექმლო გავლენა ექონია ყოჩების ასაკსაც. ამ შესაძლებელი გავლენის გამოსავლინებლად ჩვენ 2 წლის განმავლობაში ვსწავლობდით ურთიერთკავშირს მატყლის პროდუქტულობასა და სპერმატოზოიდში გოგირდის რაოდენობას შორის 1,5 წლიდან 6,5 წლამდე ასაკის ქართული ჯიშის ცხვრებზე.

სპერმატოზოიდში არსებული გოგირდისა და მატყლის ნაპარსის ოდენობას შორის კავშირის შესასწავლად ჩვენ მიერ ჩატარებულმა ცდებმა შემდეგი დაგვანახვა: მატყლის პროდუქტულობა იზრდება 5,5 წლამდე, შემდეგ კი თანდათან მცირდება, ასევე გოგირდის რაოდენობა სპერმატოზოიდში მატულობს 5,5 წლამდე და შემდეგ იწყებს შემცირებას.

დავადგინეთ რა როგორც მატყლის ნაპარსის, ისე სპერმატოზოიდში არსებული გოგირდის რაოდენობის ზრდა ასაკთან დაკავშირებით, დავინტერესდით გამოგვეჩვენა, თუ რომელ ასაკში უფრო მეტად ახასიათებს ჩვენს ცხოველებს (ყოჩებს) ეს ინტენსიური ზრდა. ამ მიზნით 1952 წ. ვაწარმოვეთ დაკვირვებანი 1,5 წლიდან 5,5 წლამდე ასაკის ყოჩებზე; ამავე ყოჩებზე ჩავატარეთ ცდები ერთი წლის შემდეგაც. 1953 წ. მიღებული შედეგების შედარებისას გავჩვენებ, რომ 1,5-დან 2,5 წლის ასაკში ყოჩის მატყლის ნაპარსის ნამატი უდრის 0,5 კგ, გოგირდისა კი — 90 μg , ხოლო 2,5 — 3,5 წლის ყოჩის მატყლის ნამატი შეადგენს 1,1 კგ, გოგირდისა კი 106 μg , 3,5-დან 4,5 წლამდე — მატყლის ნაპარსი იზრდება 0,7 კგ-ით, გოგირდი კი — 100 μg ; 4,5-დან 5,5 წლამდე მატყლის ნამატი უდრის მხოლოდ 0,2 კგ და გოგირდისა კი — 25 μg . ამგვარად, სხვადასხვა ასაკის ყოჩებზე ჩატარებული ცდები შესაძლებლობას იძლევა ვიფიქროთ, რომ მატყლის ნაპარსისა და სპერმატოზოიდში არსებული გოგირდის რაოდენობის მატების ინტენსივობა უფრო მეტად შესამჩნევია 1,5 — 4,5 წლის ასაკში.

აქედან გამომდინარეობს, რომ მატყლის ნაპარსისა და სპერმატოზოიდში გოგირდის რაოდენობის ზრდა ემთხვევა ყოჩების მაღალი ცხოველმყოფელობის პერიოდს. ლიტერატურული მონაცემებიდან [9] ცნობილია, რომ ცხოველები პროდუქტულობის უმაღლესი მაჩვენებლებით ხასიათდებიან არა ახალგაზრდობის, არამედ უკვე მომწიფების ხანაში. მართლაც ცხვარი სრულ განვითარებას აღწევს 2—4 წლის ასაკში, რაც გამოიხატება მისი მატყლის ნაპარსის ზრდით. სიბერის მოახლოებისას კი (ცხვრისათვის 6 წლის ასაკში) ცხოველის პროდუქტულობა მცირდება.

ამგვარად, ჩვენი გამოკვლევების საფუძველზე ირკვევა, რომ თესლში საერთო გოგირდის განსაზღვრა ძირითადად გამოხატავს სპერმატოზოიდში არსებულ გოგირდის რაოდენობას და რომ მატყლის მომცემი ცხოველების სპერმატოზოიდი უფრო მდიდარია გოგირდით, ვიდრე მცირეთმოვანი საფარველის

მქონე ცხოველებისა. მეტი მატყლის მომცემი ყოჩების სპერმატოზოიდები ხასიათდებიან გოგირდის უფრო დიდი რაოდენობით დაგროვების უნარით, ვიდრე ნაკლები მატყლის მომცემი ყოჩებისა, რაც განპირობებული უნდა იყოს ორგანიზმის მიერ მატყლის წარმოქმნისათვის საჭირო გოგორღმემცველი ნივთიერების მოთხოვნილებით.

ამგვარად, ჩვენგან ჩატარებული ცდების საფუძველზე შეგვიძლია შემდეგი დასკვნების გამოყვანა:

1. ცხოველის თესლში გოგირდი ძირითადად სპერმატოზოიდში გვხვდება, რაც მტკიცდება მთლიან თესლში, სპერმატოზოიდებსა და სპერმის სითხეში გოგირდის რაოდენობის შესწავლით.

2. მეტი თმოვანი საფარველის მქონე ცხოველების (კურდღლების, ყოჩების) სპერმატოზოიდებში მეტია გოგირდი, ვიდრე მცირე თმოვანი საფარველის მქონე ცხოველებისაში (ბუღები).

3. არსებობს პირდაპირი კავშირი მატყლის ნაპარსისა და სპერმატოზოიდებში არსებული გოგირდის რაოდენობას შორის როგორც სხვადასხვა ჯიშის, ისე ერთისა და იმავე ჯიშის ცხვრებში; მეტი რაოდენობის მატყლის მომცემი ყოჩების სპერმატოზოიდებში მეტია გოგირდი, ვიდრე ნაკლები მატყლის მომცემი ყოჩების სპერმატოზოიდებში.

4. მატყლის პროდუქტულობა და სპერმატოზოიდებში გოგირდის რაოდენობა იზრდება ცხვრის ასაკის ზრდის პარალელურად 5,5 წლამდე.

5. როგორც მატყლის ნაპარსის, ისევე სპერმატოზოიდებში გოგირდის უფრო ინტენსიურ მატებას ადგილი აქვს 1,5 — 4,5 წლის ასაკში.

საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის სამინისტრო
მეცხოველეობისა და ვეტერინარიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი
თბილისი
(რედაქციას მოუვიდა 20.11.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Н. Николаев. Овцеводство, Москва, 1955.
2. К. В. Маркова. Труды ВИЖ-а, т. 18, Москва, 1948.
3. И. Г. Б е л е н ь к и й. Парэнтральное белковое питание человека и животных. Москва, 1950.
4. А. В. Нагорный, Е. И. Косенкина. Ученые записки Харьковского государственного университета, т XXV, 1947.
5. И. А. Троицкий. Рост шерсти и пути повышения шерстной продуктивности овец, Москва, 1953.
6. В. К. Милованов. Искусственное осеменение с/х животных. Москва, 1940.
7. Ю. Лепинский. Успехи зоотехники, т. 3, вып. 3, 1937.
8. В. С. Асатиани. Биохимический анализ. Тбилиси, 1949.
9. М. Ф. Иванов. Овцеводство. Москва, 1934.

ბეობრაზობა

ბ. ბურბანიძე

ქვემო ქართლის მოსახლეობის ბეობრაზობისათვის

(ქველი და ახალი ბანახლეობის საკითხები)

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ა. ჯავახიშვილმა 2.1.1956)

ჩვენი კვლევის ობიექტია დღევანდელ ქალაქ რუსთავისა და გარდაბნის, მარნეულის, ბოლნისის, დმანისის, თეთრი წყაროსა და წალკის ადმინისტრაციული რაიონების ანუ ქვემო ქართლის (თბილისის გამოკლებით) მოსახლეობის ქველი და ახალი განსახლების შესწავლა.

ქვემო ქართლი აღმოსავლეთ საქართველოს სამხრეთ ნაწილში მდებარეობს, მისი ტერიტორია 5,9 ათასამდე კვ. კმ უდრის, რაც რესპუბლიკის ტერიტორიის დაახლოებით 8,1%-ს შეადგენს. ქვემო ქართლი დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ 130, ხოლო ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ 60-ზე მეტ კილომეტრამდე გრძელდება. აქაური მოსახლეობის უდიდესი ნაწილი განლაგებულია მდინარეთა (ხრამის, ალგეთის, მაშავერას, ნაწილობრივ მტკვრისა და სხვა) ხეობებში, ხოლო მცირე ნაწილი — წალკის ქვაბულის ირგვლივ. პირველში განსახლებულია დღევანდელი გარდაბნის, მარნეულის, ბოლნისის, დმანისისა და თეთრი წყაროს ადმინისტრაციული რაიონების, ხოლო მეორეში — წალკის ადმინისტრაციული რაიონის მოსახლეობა.

ვ. ჯ ა ო შ ვ ი ლ ი ქვემო ქართლში, ბუნებრივი პირობებისა და რესურსების მიხედვით, ადმინისტრაციულ რაიონებთან შესაბამისად, სოფლის მეურნეობის სამ ძირითად ქვერაიონს (ზონას) გამოყოფს [4]: 1. ქვემო ქართლის ვაკეს, 2. მთისწინეთისა და ტყის ზონას და 3. წალკა-დმანისის ზეგანს. პ ი რ ვ ე ლ შ ი მას შეაქვს გარდაბნისა და მარნეულის რაიონების ტერიტორია, რომლის საწარმოო პროფილია მარცვლეული და ბოსტნეული კულტურები და სახორცე-სამაძვლე მიმართულების მეცხოველეობა (ცხვარი); მეორეში შეაქვს ბოლნისისა და თეთრი წყაროს რაიონები, სადაც წამყვანია მარცვლეულის წარმოება, მიყვანა-მეზღობა და სახორცე-სარძეო მიმართულების მეცხოველეობა (ძროხა), ხოლო მესამეში — დმანისისა და წალკის რაიონები, რომლებიც ცნობილი არიან თავისი სახორცე-სარძეო მეურნეობით (ძროხა), მეკარტოფილეობითა და აგრეთვე მარცვლეულის წარმოებით.

ქვემო ქართლი საქართველოს სამხედრო-პოლიტიკურ და კულტურის ისტორიაში იმთავითვე უაღრესად მნიშვნელოვან როლს თამაშობდა. იგი, როგორც ცნობილია, საქართველოს გულის, ჯერ მცხეთისა და შემდეგ თბილისის,

სამხრეთ-აღმოსავლეთის კარი იყო და ამიტომ მისი ფორპოსტის (ჩამკეტის) როლს ასრულებდა.

ჯერ კიდევ ჩვენს ერამდე ქვემო ქართლი მჭიდროდ დასახლებული მხარე იყო იმდროინდელი პირობების შესაბამისად საკმაოდ განვითარებული მეურნეობით. პირველ საუკუნეებშივე ქვემო ქართლის მსხვილი დასახლებული პუნქტები — რუსთავი, სამშვილდე, ბოლნისი, მანგლისი, ვარდაბანი და სხვა — საქართველოს დედაქალაქებთან—მცხეთასა და თბილისთან—ერთად იხსენიება.

უაღრესად მნიშვნელოვანია ქვემო ქართლის წვლილი ქართული კულტურის ისტორიაში (ბოლნისის სიონი, წულრულაშენი, დმანისის ციხე-ქალაქი, სამშვილდე, კლდე-კარნი, ქოლაგირის ციხე, ქვეშის ციხე და სხვ). საკმარისია აღინიშნოს, რომ „ყველაზე ადრინდელი ნიმუში ქართული ენისა და ქართული წერისა ჯერჯერობით არის ბოლნისის ტაძრის წარწერები, რომლებიც V საუკუნის მიწურულს ეკუთვნის (483—4 წ.)“ [3].

პირველი მძიმე დანაკლისი ქვემო ქართლმა არაბების შემოსევისას განიცადა. იგი მონგოლების სათარეშო მოედნადაც იყო ქვეული. მაგრამ ყველაზე საშინელი შაჰ-აბასის შემოსევით გამოწვეული უბედურება იყო, როდესაც დაიწყო ამ კუთხის მკვიდრი მოსახლეობის გაყვლა-გასრევის, აყრა-გადასახლების, დალაშქვრისა და დახარკვის მძიმე პერიოდი, რამაც საბოლოო ანგარიშში ეკონომიურად და პოლიტიკურად წელში გაწყვეტა მოსახლეობა. გაჩნდნენ ნასოფლარები და ნაქალაქარები, ამოვარდნილი, აყრილი და უკაცრიელი ადგილები. გახშირდა ადგილობრივ მკვიდრთა იძულებით გაძევებისა და ასეთ „თავისუფალ მიწებზე“ უცხო ტომთა დასახლების ოპერაციები.

ასეთი გარედან მოქმედი მიზეზების, ქვეყნის შიგნით არსებული აუტანელი ბატონყმური პირობების, ტყვეებით ვაჭრობისა და სხვათა მიზეზით ადგილობრივი მოსახლეობა თანდათანობით ან უმცირესობაში მოექცა (დღევანდელი ბოლნისისა და დმანისის რაიონები), ან თითქმის მთლიანად მოისპო (ვარდაბანი, მარნეული, წალკა).

ჯერ კიდევ ვახუშტის მიერ ჩატარებული აღწერიდან ჩანს, რომ ქვემო ქართლის მოსახლეობა XVIII საუკუნის პირველ მეოთხედში საგრძნობლად შეთხელებული ყოფილა. ხაზგასმით შეინიშნება სოფლის მოსახლეობის მცირეკომლიანობა. ასე, მაგალითად, ვახუშტის მიერ აღწერილ [1] 554 სოფელში ასეთი მდგომარეობა იყო (იხ. ცხრილი 1):

ცხრილი 1

სოფლების რაოდენობა	საშუალოდ ერთ სოფელში ცხოვრობდა კომლი
158	3,3
331	11,2
62	37
3	137
554	11,7

დაუსრულებელი ომებისა და თავდასხმათა შედეგად შემდგომ პერიოდში შიდა ქართლის მოსახლეობა კიდევ უფრო შემცირების გზას დაადგა.

სხვადასხვა საისტორიო წყაროში ძალიან ხშირად გვხვდება ამ კუთხის ავბედითი ცხოვრებისა და მდგომარეობის დამადასტურებელი საბუთები და სიტყვები: აყრილი, ამოვარდნილი, ამოწყვეტილი, ნასოფლარი და სხვ.

იმდროინდელი ქვემო ქართლის გლეხობა — ეს ბურჯი მოსახლეობისა, მსგავსად საქართველოს სხვა კუთხეებისა, ორმაგ ტანჯვას განიცდიდა: ერთი მხრივ, აქაური მებატონეების — ორბელიანების, ბარათაშვილების, ყაფლანიშვილების, არღუთაშვილებისა და სხვათა ფეოდალურ ექსპლუატაციას, ხოლო, მეორე მხრივ, გარეშე მტერთა გაუთავებელ თავდასხმა-აწიოკებას.

როგორც ცნობილია, მოსახლეობის აყრა-გაწყვეტის პროცესს საზღვარი დაედო საქართველოს რუსეთთან შეერთების შემდეგ. XIX საუკუნის დამდეგიდანვე დაიწყო დაუსახლებელ მიწებზე ჯერ გერმანელი კოლონისტების ჩამოსახლება (ბოლნისის რაიონში), შემდეგ თურქეთიდან ლტოლვილი სომხებისა და ბერძნების დასახლება (წალკის რაიონში). XIX საუკუნის ორმოციანი წლებიდან ჩნდება რუსული მოსახლეობაც, ჯერ სამხედრო ნაწილების განლაგების, ხოლო შემდეგ დუხობორებისა და სხვათა სახით (თეთრი წყაროს, დმანისისა და გარდაბნის რაიონებში)... ამით აიხსნება ის გარემოება, რომ საქართველოს თითქმის არც ერთ ადმინისტრაციულ და ეკონომ-გეოგრაფიულ რაიონში ჩვენ არა ვგაქვს ისეთი ჭრელი მოსახლეობა, როგორც ქვემო ქართლშია. ეს პროცესი ჩასახლებისა შემდეგაც, თვით პირველი მსოფლიო ომის დაწყებამდეც, არ შეწყვეტილა. ადგილობრივ შემორჩენილმა მოსახლეობამაც გარეთავდასხმებისაგან ერთგვარად შველა იკრძაო და მშვიდობიან სამეურნეო საქმიანობას შეუდგა. ყოველივე ამან მოსახლეობის თანდათანობით მატებას დიდად შეუწყო ხელი. ბუნებრივია, ეს მატება განსაკუთრებით შესამჩნევი გახდა საბჭოთა ხელისუფლების პირობებში განხორციელებული დიდი აღმშენებლობითი მუშაობის მეოხებით.

საბჭოთა ხელისუფლების წლებში მოსახლეობის ტერიტორიულ განსახლებაშიც საგრძნობ ცვლილებებს ჰქონდა ადგილი. მაგრამ იგი გამოწვეული იყო ძირფესვიანად სხვა მიზეზებით. ეს გამოწვეული იყო არა შუღლით, თავდასხმა-აწიოკებითა და ტყვეთა წაყვანით, არა ურთიერთ უწყალო ქვლევით, არამედ მშვიდობიანი მშენებლობით. ეს იყო გამოწვეული ქვემო ქართლის სოფლის მეურნეობის სოციალისტური გარდაქმნით კოლმეურნეობათა, მტკს-ებისა და საბჭოთა მეურნეობათა მშენებლობის საფუძველზე. და ბოლოს, რაც მთავარია, ეს იყო გამოწვეული იმ გიგანტური სამრეწველო მშენებლობით, რაც ამ კუთხეში განხორციელდა რუსთავის მეტალურგიული ქარხნისა და ხრამის ჰიდროელექტროსადგურის მშენებლობით, აგრეთვე მრავალი წვრილი სასოფლო-ეღსადგურისა და რესპუბლიკური და რაიონული მნიშვნელობის რიგ სამრეწველო საწარმოთა შექმნით (ტუფის, ანდეზიტის, მარმარილოს, საამშენებლო ქვების, აგურ-კრამიტის, ერობო-ყველის, ხე-ტყისა და სხვათა სახით).

გასული საუკუნის ოთხმოცდაათიანი წლებიდან 1939 წლამდე ქვემო ქართლის მოსახლეობის დინამიკა ადმინისტრაციული რაიონების მიხედვით (ათას სულობით) მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

რაიონები	წლები				მოსახლეობის რიცხვი ტერიტორიის 1 კვ. კმ-ზე 1939 წ.
	1886	1917	1926	1939	
გარდაბანის	6,5	8,8	12,2	17,8	32,6
მარნეულის	21,2	31,3	37,0	48,9	50,0
ბოლნისის	10,3	20,4	25,2	34,2	46,2
თეთრი წყაროს	24,2	34,4	37,4	44,4	38,2
დმანისის	11,9	22,0	24,5	33,9	27,7
წალკის	21,5	35,6	33,2	40,3	38,9
ს უ.ლ	95,6	152,5	169,5	219,5	38,5

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ნახევარი საუკუნის განმავლობაში ქვემო ქართლის მოსახლეობა ერთიორად და მეტად გაიზარდა. ეს ზრდა საბჭოთა ხელისუფლების წლებში ორი უკანასკნელი აღწერის შუალედში (1926—1939 წ.წ.) უფრო სწრაფი ტემპით ხასიათდებოდა. მოსახლეობის სიმჭიდროვე მთელი ტერიტორიის 1 კვ. კმ-ზე 38,5 სულს უდრიდა, რაც რესპუბლიკურ საშუალოს 2,5 სულით სჭარბობდა.

დიდი სამამულო ომის წლებში, ცნობილი გარემოების გამო, მოსახლეობამ ზრდის მხრივ ერთგვარი შეფერხება განიცადა. მიუხედავად ამისა, სადღეისოდ, ომამდელთან შედარებით, საგრძნობლად გაზრდილია ქვემო ქართლის მოსახლეობა. ეს ზრდა პირველ რიგში ახლად შექმნილ ქალაქ რუსთავზე მოდის.

სადღეისოდ ქვემო ქართლში მცხოვრებთა სამ-მეოთხედზე ცოტა მეტი (76%) სოფლის მოსახლეობაზე მოდის, 15% — ქალაქის (რუსთავის) მოსახლეობაზე, ხოლო 9% — ქალაქის ტიპის დასახლებულ პუნქტებზე (ბოლნისი, მანგლისი, მოლოტოვო, თეთრი წყარო, შაუმიაინი).

ქვემო ქართლის სოფლის მოსახლეობა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულეობით საკმაოდ უზრუნველყოფილია. მიწების მორწყვის (თბილისისა და რუსთავის მახლობლად მდებარეობის შესაბამისად), კულტურათა უფრო სწორი შეთანაწყობის, მეცხოველეობის შემდგომი განვითარებისა და სხვა ოპტიმალურ პირობათა განხორციელების წყალობით ქვემო ქართლს აქვს და ახლო მომავალში უფრო მეტად შეექმნება პირობები სოფლის მოსახლეობის შედარებით მეტი რაოდენობით დასაქმებისათვის.

ქვემო ქართლის შრომისუნარიანი მოსახლეობის ოთხ მეხუთედზე მეტი — 84% მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაშია ჩაბმული; (მათ შორის კოლ-

მეურნეობებში—71%); მოსახლეობის დანარჩენი 16% განათლების, კულტურის, ჯანდაცვის, ტრანსპორტისა და კავშირგაბმულობის, ვაჭრობისა და სხვა ორგანიზაცია-დაწესებულებებში მუშაობს.

1926 წლის აღწერით, ქვემო ქართლის მოსახლეობაში მეტი ხვედრითი წილით აზერბაიჯანელები გამოირჩეოდნენ (37,5%), შემდეგ სომხები (20%), ბერძნები (18,6%), ქართველები (11,4%), რუსები (4,2%) და სხვა.

ამჟამად ქალაქ რუსთავის მოსახლეობის უმრავლესობას ქართველები შეადგენენ; მათ მოსდევენ: რუსები, უკრაინელები, სომხები და სხვა; ადმინისტრაციული რაიონების მიხედვით ქართველები ძირითადად თეთრი წყაროს, ბოლნისისა და დმანისის რაიონებში არიან განსახლებულნი. უკანასკნელი იგი წლის განმავლობაში, მორწყვის სამუშაოების გაშლისა და აქ განხორციელებული საქართველოს მცირემიწიანი რაიონებიდან გვემინი ჩამოსახლების გამო, ქართულმა მოსახლეობამ იმატა აგრეთვე გარდაბნისა და მარნეულის რაიონებში.

სომხები ცხოვრობენ წალკის, მარნეულის, თეთრი წყაროსა და ბოლნისის რაიონებში; აზერბაიჯანელები — გარდაბნის, მარნეულის, ბოლნისისა და დმანისის რაიონებში; ბერძნები — წალკის, დმანისისა და თეთრი წყაროს რაიონებში; რუსები — თეთრი წყაროსა და გარდაბნის რაიონებში.

საქართველოში საბჭოთა ხელისუფლების დამყარებამდე ქვემო ქართლი მთლიანად, რესპუბლიკის სხვა რაიონებთან შედარებით, მოსახლეობის კულტურული დონის, მატერიალური კეთილდღეობისა და ჯანმრთელობის დაცვის მხრივ ერთ-ერთი ყველაზე ჩამორჩენილი კუთხე იყო. წერა-კითხვა მოსახლეობის სულ რამდენიმე პროცენტმა იცოდა. მაგალითად, ქვემო ქართლის ისეთ დიდ ნაწილში, როგორც ყოფ. ბორჩალოს მაზრა იყო, 1923 წლის აღწერით, წერა-კითხვა მოსახლეობის მხოლოდ 1,6%-მა იცოდა, სკოლები და ჯანდაცვის დაწესებულებანი თითოეულ ჩამოსათვლელი იყო.

ეს მდგომარეობა ისტორიას ჩაბარდა. საკმარისია აღინიშნოს, რომ 1954 წლისათვის ქვემო ქართლში მარტო განათლების სამინისტროს სისტემის 351 სკოლა მოქმედებდა 50.000-მდე მოსწავლეთა და 3500-მდე მასწავლებლით. განათლების საქმეზე წლიურად 39—40 მლნ. მანეთი იხარჯება.

ქვემო ქართლში გამოდის საქალაქო და რაიონული 7 გაზეთი, რომელთა ერთდროული ტირაჟი 14 ათას ცალს უდრის.

1954 წლისათვის ქვემო ქართლში იყო: 73 ბიბლიოთეკა-სამკითხველო, კულტურის 4 სახლი, 82 კლუბი, 34 კინოდანადგარი, მხარეთმცოდნეობის (რუსთავისა და ბოლნისის სარაიონთაშორისო მნიშვნელობის) 2 მუზეუმი და სხვ.

როგორც აღვნიშნეთ, რევოლუციამდე აქ სამედიცინო დაწესებულებანი, სამხედრო უწყების ხაზით მოქმედ ლაზარეთებს თუ არ ვივლისხმებთ, თეთრი წყაროსა და მანგლისში თითქმის არ იყო. ამჟამად ქვემო ქართლში მოქმედებს 28 საავადმყოფო 840 საწოლით, 63 საფერწლო პუნქტი, 6 სამშობიარო სახლი და სხვა. 1954 წლისათვის ქვემო ქართლს 1740 სტლისაგან შემდგარი სამედიცინო პერსონალი ემსახურებოდა, მათ შორის 469 ექიმი იყო. მარტო 1954 წელს ჯანმრთელობის დაცვაზე ბიუჯეტიდან 20 მილიონ მანეთამდე დაიხარჯა.

თბილისის საგარეუბნო ჯგუფის კურორტებს წყნეთთან, კოჯორთან და კიკეთთან ერთად მანგლისი და თეთრი წყაროც მიეკუთვნება. პირველი მდებარეობს თბილისის დასავლეთით, 52 კლმ დაშორებით, 1230 მ ზღვის დონიდან, მეორე — თბილისის სამხრეთ-დასავლეთით 63 კლმ-ის მანძილზე, 1200 მ ზღვის დონიდან. ორივე საგარეუბნო კურორტის მაღალი მდებარეობა, გრილი ჰავა, ტენიანობა, ცივი წყალი და სხვა ზაფხულის პერიოდში თბილისიდან და სხვა ადგილებიდან ბევრ დამსვენებელს იზიდავს.

დღევანდელი ქვემო ქართლის 6 ადმინისტრაციულ რაიონზე მოდის 345 დასახლებული პუნქტი, მათ შორის 1 ქალაქი (რუსთავი) და 5 დაბა (მოლოტოვო, მანგლისი, თეთრი წყარო, ბოლნისი (ყოფ. ლუქსემბურგი) და შაქმიანი; აქედან თეთრი წყარო და ბოლნისი. სოფ. გარდაბანთან (ყოფ. ყარაიან-ზი), მარნეულთან (ყოფ. ბორჩალო), დმანისთან (ყოფ. ბაშკიჩეთი) და წალკასთან (ყოფ. ბარმაქსიზი) ერთად რაიონული ცენტრებია.

ქვემო ქართლში სოფლები ძირითადად დასახლებულია არა გაფანტვით, სახლთანვე საკარმიდამო მეურნეობით, არამედ კომპაქტურად, და ამ მხრივ მათი განსახლების ტიპი საერთოდ აღმ. საქართველოს სხვა სოფლების მსგავსია.

გარდა ზემოთ აღნიშნული დასახლებული პუნქტებისა (სოფლებისა), დასახლების სრულიად ახალი ტიპი იქმნება საბჭოთა ხელისუფლების დროს მოწყობილი მანქანა-ტრაქტორთა სადგურების, საბჭოთა მეურნეობებისა და სამრეწველო საწარმოების ირგვლივ. თითოეულ მათგანს განვითარების შემდგომი პერსპექტივები აქვს.

ამჟამად ქვემო ქართლში არის 163 გამსხვილებული კოლმეურნეობა, 6 საბჭოთა მეურნეობა (მეცხოველეობისა და მევენახეობის მიმართულებისა) და 15 მტს-ი. პარტიისა და ხელისუფლების მიერ უკანასკნელ წლებში სოფლის მეურნეობის შემდგომი აღმავლობის ხაზით მიღებული დადგენილებების შესაბამისად მტს-ების საქმიანობა, როლი და ამოცანები კიდევ უფრო გაიზარდა, რაც იწვევს მტს-ის, როგორც ახალი, კეთილმოწყობილი დასახლებული პუნქტის ზრდას (მტს-ის ადმინისტრაციული შენობების აგება, დამხმარე მეურნეობათა მოწყობა, ბინათმშენებლობა, კულტურულ-საგანმანათლებლო დაწესებულებათა მშენებლობა და სხვა).

სამრეწველო საქმიანობის გაზრდამ ქვემო ქართლში სულ ათიოდე წლის განმავლობაში საქართველოს ინდუსტრიის სიამაყე — მეტალურგთა მრავალათასიანი ქალაქი რუსთავი შექმნა. ასევე შეიქმნა ხრამჰესის მშენებლობასთან დაკავშირებით დაბა მოლოტოვო, სოფ. სადახლოს ახლოს მარმარილოსა და კირქვის წარმოებასთან დაკავშირებით ახალი დასახლება და სხვა.

მოსახლეობის ტერიტორიულ განსახლებაზე ერთგვარი გავლენა იქონია აგრეთვე აქ განხორციელებულმა გეგმიანმა დასახლებამაც საქართველოს მცირემიწიანი რაიონებიდან. ათი-თხუთმეტი წელია, რაც ქვემო ქართლის ზოგიერთ ადმინისტრაციულ რაიონში (გარდაბანში, მარნეულში, ბოლნისში, თეთრი წყაროში), მათს სამეურნეო ათვისებასთან დაკავშირებით ხორციელდება გეგმიანი დასახლება.

ზემოთ აღნიშნულმა ღონისძიებებმა საგრძნობლად შეცვალა ქვემო ქართლის მოსახლეობის განაწილება მთელი ტერიტორიისა და სასოფლო-სამეურნეო ფართობების მიხედვით, დასახლების ტიპიც, შენობა-ნაგებობანიც, მისი კეთილმოწყობაც და, შესაბამისად, მატერიალური პირობები, კულტურული დონე და სხვა.

ქვემო ქართლის პირობებში დიდი მნიშვნელობა აქვს მოსახლეობის განაწილებას ჰიფსომეტრული ზონების მიხედვით. ამ მხრივ ქვემო ქართლის ადმინისტრაციული რაიონებიც ერთიმეორისაგან საკმაოდ განსხვავდება. ქვემო ქართლში დასახლებული პუნქტების განლაგება სიმაღლის მიხედვით ამის დადასტურებას იძლევა (იხ. ცხრილი 3).

ცხრილი 3

სიმაღლე ზღვის დონიდან	დასახლებული პუნქტების რაოდენობა								მთელი მოსახლეობის რაოდენობა % ცხოვრობს
	პ. რუსთავი	რა ი ო ნ ე ბ ი							
		გარდაზნის	მარნეულის	ბოლნისის	თეთრი წყაროს	დმანისის	წალკის	სულ, ქვემო ქართლში	
200—400 მეტ-მდე	I	18	38	3	—	—	—	60	34,0
401—600 "	—	—	22	16	5	—	—	43	15,5
601—800 "	—	—	6	21	16	—	—	43	7,6
801—1000 "	—	—	5	3	16	5	—	29	5,9
1001—1200 "	—	—	3	—	32	11	—	46	6,9
1201—1400 "	—	—	—	—	28	29	—	57	9,6
1401 და მეტი	—	—	I	—	9	15	42	67	20,5
ს უ ლ	I	18	75	43	106	60	42	345	100,0

ქვემო ქართლის მოსახლეობის ერთ მესამედზე მეტი განლაგებულია ზღვის დონიდან არა უმეტეს 400 მეტრისა, მოსახლეობის დაახლოებით ნახევარი ცხოვრობს არა უმეტეს 600 მ, ერთ მესამედამდე ცხოვრობს 601—1400 მეტრს შუა ზღვის დონიდან, ხოლო მეხუთედი — 1400 მეტრზე მაღლა. დ. უკლებსა სიმაღლით დაყოფის მიხედვით ქვემო ქართლში 6 ზოლს გამოყოფს [2].

ადმინისტრაციული რაიონების მიხედვით ყველაზე დაბალ ზონაში გაშენებულია ქალაქი რუსთავი (300 მ ზ. დ.), მთლიანად გარდაზნის რაიონი და მარნეულის დასახლებული პუნქტების ნახევარზე მეტი. 600—1000 მეტრს შორის გაშენებულია მარნეულის რაიონის სოფლების თითქმის მთელი ნახევარი და თეთრი წყაროს მესამედზე მეტი. ბოლნისის რაიონი ძირითადად გაშენებულია 400—800 მ ზ. დ., ხოლო დმანისის რაიონი — 1000 მეტრის ზემოთ. ყველაზე მაღლა მდებარეობს მთლიანად წალკის რაიონი (1400 მეტრზე ზევით).

ქვემო ქართლის ერთი სოფლის საშუალო მოსახლეობა 500—700 სულს შორის მერყეობს. თუმცა არის სოფლები, რომელთა მოსახლეობა რამდენიმე ათას სულს უდრის და, პირუკუ, ვხვდებით მცირე დასახლებულ პუნქტებსაც 50—100 სულამდე მცხოვრებით. ამ მხრივ გამოირჩევიან ბოლნისის, დმანისის, და თეთრი წყაროს რაიონის სოფლები. ცხადია, ასეთ სოფლებში საკოლმე-

ურნეო მშენებლობა ან თვით კულტ-საგანმანათლებლო, ჯანდაცვის ან სასკოლო მომსახურება გარკვეულ სიძნელეს იწვევს. სასურველი იქნებოდა, დასახულიყო ღონისძიება შეძლებისამებრ მათი კომპაქტურად დასახლებისათვის.

ქვემო ქართლის სოფლებში, ჩვენი აზრით, შესაძრნევი საცხოვრებელი შენობათა ექვსი ძირითადი ტიპი: პირველი — ესა ძველი ქართული გლეხური სახლის ტრადიციული შენობის ტიპი, რომელიც გაბატონებულია თეთრ წყაროს რაიონში, დმანისსა და ნაწილობრივ ბოლნისში; მეორე ტიპი წარმოდგენილია ირანულ-თურქული ყაიდის შენობებით. გავრცელებულია გარდაბნისა და ნაწილობრივ მარნეულის რაიონში, ალიზისაგან ან თიხისაგანაა აშენებული, ბანიანი სახურავით, ოდნავ წინდახრილი. იგი საკმაოდ შეგუებულია ზაფხულის ცხელ, მშრალ დღეებთან და ზამთრის ქარსა და სიცივეებთან; მესამე ტიპს წარმოადგენს ძირითადად ქვისაგან აშენებული საცხოვრებელი შენობები, წალკის, თეთრი წყაროსა და ნაწილობრივ დმანისის რაიონში. ეს შენობები წალკის რ-ში ნახევრად მიწაშია აგებული და პირტუცვის სადგომთან ერთად ერთ ქერქვეშ მოწყობილი; მეოთხე ტიპი, ე. წ. გოთური სტილით ნაგები მაღალსახურავიანი შენობები, გავრცელდა XIX საუკუნის პირველ ნახევარში გერმანელი კოლონისტების ჩამოსახლებასთან დაკავშირებით. იგი გავრცელებულია ბოლნისისა და ნაწილობრივ თეთრი წყაროს რაიონში (დაბა ბოლნისი, სოფ. ასურეთი და სხვა); მეხუთე ტიპია რუსულ-უკრაინული; პატარა, გარედან თეთრად შეღებილი სახლები (ძირითადად გავრცელებულია თეთრი წყაროს რაიონში, გვხვდება გარდაბან-დმანისის რაიონებშიც); მეექვსე ტიპი, რომელიც ახლა იკადავს გზას, არის ახალი სოფლების შენობები, რომელთა შენება დიდი სამამულო ომის შემდგომ დაიწყო — კეთილმოწყობილი 2—3 ოთახიანი ბინებითა და ღია აივნით. ქუჩების ორივე მხარე გეგმიანადაა გაშენებული. სოფლებს ამშვენებს კეთილმოწყობილი გზები, წყალსადენი, ელექტროშუქი, მთელი რიგი საერთო დანიშნულების კულტსაყოფაცხოვრებო და სამეურნეო შენობები და სხვ.

ზემოაღნიშნული ექვსი ტიპიდან მომავალი ამ მეექვსეს ეკუთვნის. იგი საბჭოთა სოციალისტური სოფლის პირმოა. ასეთ სოფლებს მიეკუთვნება: სოფ. გამარჯვება გარდაბნის რაიონში, ახალი დასახლება № 1 და № 2 — მარნეულის რაიონში, ახალი რატევანი — ბოლნისის რაიონში და ასურეთის მშენებლობა თეთრი წყაროს რაიონში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ვახუშტის სახელობის
 გეოგრაფიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 2.1.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ი. ლორთქიფანიძე. ქვემო ქართლი XVIII საუკუნის პირველ მეოთხედში, ნაწ. III, IV, თბილისი, 1938.
2. დ. უკლება. ქვემო ქართლის ბუნებრივი პირობები და რესურსები. თბილისი, 1956.
3. ა. შანიძე. ქართული ენის გრამატიკა, ნაწ. II. თბილისი, 1954.
4. ვ. ჯაღიშვილი. ქვემო ქართლის სასოფლო-სამეურნეო დარაიონებისათვის. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შიამბე, ტ. XVII, № 5, თბილისი, 1956.

ბიოლოგია

მ. შახანიძე და ღ. ჰაპავა

ლეჩხუმის დებრესიის ქვედა მიოცენური ნალექები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. კაპარავამ 12.3.1956)

ამას წინათ ჩვენ მიერ ჩატარებულმა გეოლოგიურმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ ლეჩხუმის დებრესიაში ქვედამიოცენური ნალექები მესამეული სისტემის სხვა ჰორიზონტებთან ერთად საგრძნობლადაა გავრცელებული.

მდინარეების ცხენისწყლისა და ჯონოულას წყალგამყოფ ქედზე, სოფ. ჭკუმის მიდამოებში, დეხვირის ანტიკლინის (ა. ჯანელიძის აზრით, [4]) ჩრდილოეთ ფრთაზე მაიკოპური წყების ქვედა ნაწილის ტიპობრივ მაიკოპურ თიხებს (პირველი დასტა), როგორც ეს გრაფიკული დანართიდან ჩანს, მოსდევს ამავე წყების ზედა ნაწილის ქვიშაქვებისა და თიხების მძლავრი დასტების მორიგეობა.

ჭრილის მეორე (20 მ), მეოთხე (150 მ), მეექვსე (80 მ), მერვე (20 მ) და მეთექვსმე (20 მ) დასტები წარმოდგენილია მეტწილად არაკარბონატული, მეტნაკლებად ქვიშიანი ფიქლებრივი და ფურცელა თიხებით, კარბონატული თიხებისა და უფრო იშვიათად ქვიშაქვების შუაშრეებით, რომლებიც საერთოდ ემსგავსებიან წყების ქვედა ნაწილის თიხებს. თიხები მაკროფაუნას არ შეიცავენ. არც მათი ნიმუშების მიკროფაუნისტურმა შესწავლამ მოგვცა მოსალოდნელი შედეგი. მხოლოდ მეორე დასტაში აღმოჩნდა, მართალია ღირბი, მაგრამ აფხაზეთის საყარაულოს ჰორიზონტის ნალექებში ცნობილი მიკროფაუნა: *Cutulina s.*, *Nonion sp.*, *Bulimina caprolithnides* Andre, *B. elongata* Orb. და *Rotalia ex. gr. beccarii* Linné (განსაზღვრა მიკრობალეონტოლოგმა ქ. არჩაძემ).

ჭრილის მესამე (30 მ), მეხუთე (70 მ), მეშვიდე (10 მ) და მეცხრე (30 მ) დასტები წარმოდგენილია კვარციანი ქვიშაქვებით. აქედან უკანასკნელი სამი დასტა საკმაოდ სქელშრეებრივია და შეიცავს თიხიანი ქვიშაქვებისა და თიხების თხელ შუაშრეებს, კარბონატული მაგარი ქვიშაქვების დიდი ზომის სფერულ კონკრეციებს, მცენარეულ ნაშთებსა და იშვიათად მურა ნახშირის მცირე ზომის ლინზებს. მესამე დასტა კი უფრო მეტად წარმოადგენს თხელშრეებრივი ქვიშაქვებისა და ქვიშიანი თიხების მორიგეობას.

მეხუთე დასტის ქვედა ნაწილში ნაპოვნია *Pectunculus* sp. და *Nonion sacaraulensis* O. Djan. მეცხრე დასტის ფუძეში კი ჩვენ მიერ ვ. აგევეთან ერთად შეგროვებულია კოწახურის ჰორიზონტისათვის [3] დამახასიათებელი ფაუნა: *Congerina* cf. *transcaucasica* David., *Oncophora socialis* Rzehak და *Cardium* cf. *carilicum* David. მაიკოპის წყებას, რომელიც ამ ქრილში თავდება მეათე დასტის (20 მ) არაკარბონატული ფურცელა თიხებით, თანხმობით მოჰყვება (მეთერთმეტე დასტა) ოდნავ ქვიშიანი მერგელებრივი ნაცრისფერი თიხები (11 მ), ქვიშაქვებისა და მკვრივი მერგელების შუაშრეებით და თარხნული ჰორიზონტის ფაუნით: *Abra parabilis* Zhizh., *Natica helicina* Brocc., *Turbonilla brevis* Reuss, *Nassa restitutiana* Font. (განსაზღვრა პალეონტოლოგმა ქ. სირაძემ).

ამავე დასტის თიხების ნიმუშებში აღმოჩნდა: *Sigmoilina tenuis* (Cz.), *Nonion boueanus* (Orb.), *Nonion granosus* (Orb.), *Rotelia beccarii* (Linné), *Globigerina tarchanensis* Subb. et Chutz. და *Loxococoncha carinata* Lnkls. (განსაზღვრა ქ. არჩვაძემ).

თარხნულ ჰორიზონტს შესამჩნევი ხარვეზის გარეშე მოჰყვება მოყვითალო შრეებრივი ქვიშაქვები ჩოკრაკული ფაუნით; მათ შორის აღსანიშნავია ქართლის ოსტრეებიანი შრეებისათვის დამახასიათებელი მოზრდილი ოსტრეები (*Ostrea griphoides* Schloth. და სხვა).

აღწერილი ქრილის ანალოზი და მისი შედარება ლეჩხუმის მიოცენური ნალექების სხვა ქრილებთან საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ დასტები 2—10 (430 მ) მაიკოპური წყების ზედა ნაწილს წარმოადგენს და ქვედა მიოცენს ეკუთვნის.

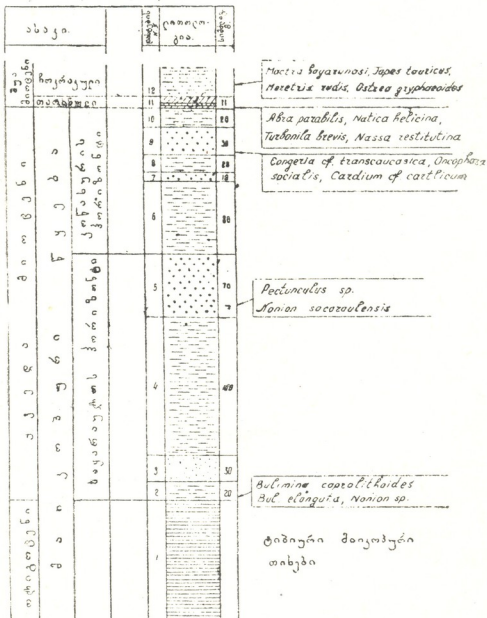
ლეჩხუმის დებრესიის ჩრდილო ფრთაზე (ორბელის წვერის გადასასვლელის სამხრეთით) ტიპობრივ მაიკოპურ თიხებზე განლაგებულ ნალექების ფუძეში 1946 წელს ე. ვახანიძე და შ. კიტოვანმა [1, 2] იპოვეს საყარაულოს ჰორიზონტისათვის დამახასიათებელი ფაუნა (განსაზღვრა გ. ხარატიშვილმა). ამავე ჰორიზონტს უნდა მიეკუთვნოს 2—5 დასტები, რომელთა საერთო სიმძლავრე ჭკუმის ქრილში უდრის 270 მ., ხოლო კოწახურის ჰორიზონტის — 160 მ.

ორბელის წვერის ქრილში საყარაულოს ჰორიზონტს მოჰყვება მაიკოპური თიხების მსგავსი თიხები ქვიშაქვების 3 დასტით. ქვედა დასტის სიმძლავრე უდრის 2 მეტრს, შუა და ზედა დასტებისა კი — შესაბამისად 8 და 50 მეტრს. მესამე დასტა შეიცავს ცუდად დაცულ ფაუნას, საიდანაც ადვილად გამოირჩევა *Oncophora socialis* Rzehak. და *Melanopsis* sp. მაიკოპური წყება ამ ქრილში თავდება 30 მეტრის სისქის არაკარბონატული თიხებით, რომლებზედაც თანხმობით ძვეს თარხნული მიკროფაუნის შემცველი ნაცრისფერი კარბონატული თიხები.

იმავე წყალგამყოფ ქედზე (ჭკუმის ქრილის სამხრეთით, წიფერჩის სინკლინის დასავლეთ პერიკლინში) უსახელოს ქვიშაქვების ზედა ნაწილში

[1, 4, 5] გამოიყოფა 10 მეტრის სისქის შრეებრივი თიხიანი ქვიშაქვების დასტა კარბონატული თიხებისა და მერგელების შუაშრეებით.

ქვედა მიოცენური ნაღვეების კრიტიი სოფ. ჭყუშთან.



ნახ. 1

დასტის ქვედა ნაწილიდან შეგროვებულ და განსაზღვრულ იქნა შემდეგი ფაუნა: *Leda fragilis* Chemn., *Cuspidaria cuspidata* Ol., *Corbula gibba* Ol., *Natica helicina* Brocc., *Nassa restitutana* Font. და სხვა, რომლებიც შემცველი

ქანების თარხნულ ასაკს ადასტურებს, შუა ნაწილში და სახურავში კი აღმოჩნდა: *Spaniodontella intermedia* Andrus., *Cardium andrussovi* Sok., *Dosinia lupinus* Linné, *Venus marginata* Hörn., *Ervilia trigonula* Sok., *E. pussilla* Philip., *E. Praepodolica* Andrus., *Corbula gibba* Ol., *Cerithium cattleyae* Baily, *Buccinum* sp. და სხვა. (ჩვენი და ქ. სირაძის განსაზღვრა), რომლებიც შემცველ ქანებს ჩოკრაკულად ათარიღებენ.

უსახელოს ქვიშაქვებში თარხნული ჰორიზონტის საგებიდან 50 მეტრის ქვევით ჩვენ შევავროვეთ და განვსაზღვრეთ *Congerina* cf. *transcaucasica* David., *Oncophora socialis* Rzehak, *Cardium* sp. და *Melanopsis* sp., რომლებიც აღნიშნული ქვიშაქვების ამ ნაწილის კოწახურის შესატყვის ასაკს ადასტურებენ.

ზემომოყვანილი ფაქტები საფუძველს გვაძლევს დავასკვნათ: ლეჩუმის მაიკოპური წყების ზედა ანუ ქვიშაქვიანი ნაწილი ასაკობრივად ქვედა მოცენს ეკუთვნის; ის ორი დამოუკიდებელი ჰორიზონტით — საყარაულოთი და კოწახურით — არის წარმოდგენილი; საყარაულოს კოწახური მოსდევს, ეს უკანასკნელი კი თარხნულის ქვეშ მდებარეობს; თარხნული თანხმობით ადევს კოწახურს და ჩოკრაკულით იფარება.

საქართველოს ნავთობსარეწაოს
სამმართველო
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 13.3.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Е. К. Вахания. О возрасте песчанников Усахело. Бюл. треста Грузнефть, № 1, 1948.
2. Е. К. Вахания. О присутствии халумского и сақараульского горизонтов в Рачинско-Лечхумской депрессии. Труды ГПИ им. С. М. Кирова, Горно-геол. сборник № 3 (38), 1955.
3. Л. Ш. Давиташвили. О стратиграфическом положении коцахурских слоев (предварительное сообщение). ОНТИ НКТП СССР. Инф. сб. НГРИ. 1934.
4. А. И. Джанелидзе. Геологическое наблюдение в Окрибе и в смежных частях Рачи и Лечхума. Труды Грузинского филиала АН СССР, 1940.
5. И. В. Качаравა. Рачинско-Лечхумский бассейн и смежные районы в палеогеновое время. Труды Института геологии АН ГССР, сер. геол., т. II (VII), 1944.
6. Б. Ф. Мефферт. Геологический очерк Лечхума. Материалы по общей и прикладной геологии, вып. 140, 1930.

ტაძინკა

6. ჰოკოში და ა. ტატიშვილი

ჰიდროფობული დანამატების გავლენა მსუბუქი ბეტონების თვისებებზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრივემა 7.4.1956)

ფოროვანი შემავსებლების (მაგალითად, წიღები და სხვა) ძირითად ნაკლოვანებად ითვლება მარცვლების არასწორი ფორმა და ძალზე განვითარებული დიდფოროვანი ზედაპირი, რაც აძნელებს მსუბუქი ბეტონების ჩაწყობას. ბეტონის ცუდი წყობადობა კი იწვევს ნაკეთობების არაერთგვაროვნებას [1]. წყობადობის გასაუმჯობესებლად საჭიროა ცემენტის ხარჯის გაზრდა. ასეთივე ეფექტის მიღება წყლის ხარჯის გადიდებითაც შეიძლება, მაგრამ ამ შემთხვევაში შეიძლება ადგილი ექნეს ბეტონის განშრევალობას. ამ მოვლენების თავიდან აცილების მიზნით, როგორც აღვნიშნეთ, საჭიროა გავადილოთ ცემენტის ხარჯი, ან შევიყვანოთ სისტემაში საგრძნობი რაოდენობის წვრილად დაფქული დანამატები (მაგ. დაფქული წიღები და ა. შ.).

როგორც პირველ, ისე მეორე შემთხვევაში იზრდება ბეტონის მოცულობითი წონა და თბოგამტარობა. ამასთანავე წვრილად დაფქული დანამატები ხშირად იწვევენ სიმტკიცისა და ყინვაგამძლეობის საგრძნობლად შემცირებას. ცნობილია, რომ თბოგამტარობა გარკვეულ დამოკიდებულებაში იმყოფება მსუბუქი ბეტონების მოცულობით წონასთან, მაგრამ ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში თითქმის ერთნაირი მოცულობითი წონის მქონე ბეტონებს საექსპლუატაციო პირობებში განსხვავებული თბოგამტარობის კოეფიციენტი ახასიათებს. უკანასკნელი დამოკიდებულია ბეტონის აღნაგობაზე. ამასთან დაკავშირებით ყველაზე ეფექტური უნდა იყოს განაწილებული მცირე ფორები და კაპილარები ჰიდროფობიზებული ზედაპირებით. ამგვარად, 1 მ² კედლის შემომზღუდველი კონსტრუქციისათვის მინიმალური მოცულობითი წონის მისაღებად მოცემული სიმტკიცის დროს საჭიროა არა მარტო მოცულობითი წონის რეგულირება, არამედ ბეტონის ხარისხისა და მისი ფოროვანებისაც, რომელიც დაკმაყოფილებს სათანადო თბოგამტარობის კოეფიციენტს და გამოიწვევს ცემენტის მინიმალურ ხარჯს. როგორც ფოროვანობის ხარისხი, ისე მასზე დამოკიდებული დიდზომიანი ნაკეთობების ერთგვაროვნება პირველ რიგში განპირობებულია ბეტონის ჩაწყობადობით. მსუბუქი ბეტონების ჩაწყობადობა გაცილებით უფრო რთულია, ვიდრე ჩვეულებრივ მკვრივ შემავსებლებ-

ზე მომზადებული ბეტონებისა. ამრიგად, ძირითადი წინააღმდეგობანი, რომლებიც არსებობს მსუბუქ ბეტონებში და საჭიროებს გადალახვას, მასში მდგომარეობს, რომ ბეტონისათვის კარგი წყობადობის მისანიჭებლად და სიმტკიცის გასაღიდეზლად საჭიროა ცემენტისა და წვრილად დაფქული დანამატების ხარჯის გადიდება, ხოლო მოცულობითი წონისა და თბოგამტარობის შესამცირებლად საჭიროა ამ ხარჯის ყოველმხრივი შემცირება. მოცულობითი წონისა და სიმტკიცის მაჩვენებლების ყველაზე უფრო ხელსაყრელი შეხამება, რომელიც უზრუნველყოფს ცემენტის მინიმალურ ხარჯვას და 1 მ² მსუბუქი ბეტონების ნაკეთობათა უმცირეს წონას, ჩვენი ცდების საფუძველზე მიიღება ბეტონებში შემავსებლების ყველაზე კომპაქტური განლაგებით.

ამ შემთხვევაში ცემენტის ქვა, რომელიც მსუბუქ ბეტონში ყველაზე უმძიმეს ნაწილს წარმოადგენს, მცირე ადგილს იკავებს. ამ თვალსაზრისით ყველაზე ეფექტური იქნება მსუბუქი ბეტონების „ზოდური“ მჭიდრო აღნაგობა—ერთმანეთთან ახლოს მდებარე მარცვალთაშუა სიცარილეების ცემენტის ხსნარით სრული ამოვსება. ამასთანავე ბეტონის მოცულობითი წონის შესამცირებლად საჭიროა, რომ მაცემენტებელი ნივთიერება შეიცავდეს წყლისა და ჰაერის გადიდებულ რაოდენობას ძალზე მცირე განცალკევებული ფორების სახით.

აქამდე ცემენტის ხარჯვის ეკონომიის საკითხი წვრილად დაფქული დანამატების გადიდების ხარჯზე წყდებოდა. ცემენტის ეკონომიის ასეთი გზა იწვევდა მოცულობითი წონისა და თბოგამტარობის გადიდებას. ამისათვის, ზოგიერთ შემთხვევაში, საჭიროა უფრო ეფექტური მეთოდის გამოიხევა, რომელიც უზრუნველყოფს არა მარტო ცემენტის ეკონომიას, არამედ მიგვაახლოებს ზემოაღნიშნულ ბეტონის „იდეალურ აღნაგობასთან“. ზოგი ასეთი გზა გამოიღინარეობს აკადემიკოს პ. რებინდერის ნაშრომებიდან [1], ზედაპირულად აქტიური დანამატების შესახებ.

ცნობილია, რომ წყობადობის გაუმჯობესება ბეტონებში ადვილადაა შესაძლებელი მათ შედგენილობაში ჰიდროფობული დანამატების შეყვანით (მილონაფტი და სხვა). ეს რაციონალური და ადვილი მეთოდი მსუბუქი ბეტონებისათვის დღემდე გამოუყენებელია. აგრეთვე ამ გზით შეიძლება მიღწეულ იქნეს ცემენტის 10—25% ეკონომია (ბეტონის სხვადასხვა სიმტკიცის დროს) ბეტონის ყინვაგამძლეობის მკვეთრად გაზრდასთან ერთად.

მილონაფტის და სხვა დანამატების ასეთი ეფექტური მოქმედება მსუბუქ ბეტონებზე დადგენილია სსრკ არქიტექტურის აკადემიის სამშენებლო ტექნიკის ინსტიტუტში [2], ჩვენ მიერ ჩატარებული სისტემატური კვლევებით. მ. ხიგეროვიჩის [3], ნ. პოპოვისა და სხვათა შრომებიდან ცნობილია, რომ ჰიდროფობული დანამატები პლასტიკურობას შესძენენ ბეტონების ნარევისა და ხსნარებს. ამასთან ისინი მძლავრად მოქმედებენ ცემენტის მცირეხარჯიან სისტემებზე და ნაკლებად ეფექტური არიან მსუბუქ ბეტონებში, სადაც ცემენტის ხარჯი დიდია. ჰიდროფობული დანამატები ჰიდროფობულს ხდიან კაპილარებს, რაც ადიდებს ბეტონების ყინვაგამძლეობას.

ჩვენ მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა გვაჩვენა, რომ ჰიდროფობული დანამატების შეყვანით საგრძნობლად უმჯობესდება მსუბუქი ბეტონების ჩაწყობადობა

ბა, რაც გვაძლევს ცემენტის ხარჯის შემცირების ან ბეტონის სიმტკიცის გაღ-
დების საშუალებას. ცდებით დამტკიცდა, რომ ჰიდროფობული დანამატების
შეყვანისას მსუბუქ ბეტონებში წყლის მოთხოვნილება იზრდება (ობტიმალური
შემჰიდრობისას). ჩვენ მიერ ბეტონების ნიმუშების დასამზადებლად ჩატარე-
ბულ ცდებში შემავსებლად ვიყენებდით კაშიროს წიდებს, რომლებიც მიღებუ-
ლია მოსკოვის ოლქის ნახშირის მტვეროვან მდგომარეობაში გამოწვით, და
ლენინგრადის თიხებიდან დამზადებულ მუდმივ წონამდე გამომშრალ კერამზი-
ტის ღორღს, რის შემდეგაც ვადგენდით ვარკვეულ მარცვლოვანი შედგენილო-
ბის სისტემებს. მკიდედ ვიყენებდით „400“ მარკის პორტლანდცემენტს. ჰიდრო-
ფობულ დანამატებად კი მიღნაფტსა და დანამატ „ЦНИПС — I“ - ს (ხის
ასანული სქელფისი). ცემენტის ხარჯი მერყეობდა 125-დან 400 კგ/მ³, ხოლო
ჰიდროფობული დანამატებისა 0,06-დან 0,5%-მდე. ბეტონის ყოველი ცალკეული
შედგენილობისათვის ცდების საშუალებით დადგენილ იქნა წყლის ხარჯი, რო-
მელიც ობტიმალურ წყობადობას იძლეოდა.

ობტიმალურ წყლის ხარჯს ვსაზღვრავდით ბეტონის მინიმალური გამოსა-
ვალით ან მაქსიმალური შემჰიდრობის კოეფიციენტით. წყლის ობტიმალური
ხარჯი ყოველთვის ევარდებოდა ბეტონის მინიმალურ გამოსავალს და მის მაქსი-
მალურ სიმტკიცეს. ბეტონის შემჰიდრობა წარმოებად ვიბროდაწოლით. მიღე-
ბული იყო ნიმუშების გაორთქლების შემდეგი რეჟიმი: 2+12+3 საათი. ეს ნიმუ-
შები 6—8 საათის შემდეგ იცდებოდა სიმტკიცეზე. ნიმუშების ნაწილი ორ-
თქლით არ მუშავდებოდა და იცდებოდა 3, 7, 28, 90 და 360 დღის შემდეგ. ჩვენ
გამოვიკვლიეთ მსუბუქი ბეტონების შემდეგი ძირითადი თვისებები (როგორც
ჰიდროფობული დანამატებით, ასევე უიმისოდ — საკონტროლო ნიმუშები):
ჩაწყობადობა, კუბიკური და პრიზმული სიმტკიცე, დეფორმაციულობა, ყინვა-
მედეგობა, წყალშთანქმელობა, კაპილარული შეწოვა, თბოგამტარობა და სხვ.

პირველ რიგში შევისწავლეთ წყლის ხარჯის გავლენა ბეტონის ძირითად
თვისებებზე და გამოირკვა, რომ ობტიმალური წყლის ხარჯი გვაძლევს მაქსიმა-
ლურ სიმტკიცეს ვიბრაციის მოცემული პარამეტრების შეუცვლელად. ცდებმა
გვიჩვენა აგრეთვე, რომ წყლის ობტიმალური ხარჯი იძლევა არა მარტო კარგ
ჩაწყობადობას, არამედ ბეტონის ნარევის მაქსიმალურ დაკავშირებულობას.
დადგენილ იქნა აგრეთვე, რომ ჰიდროფობული დანამატები აუჭოზბიყებენ მსუ-
ბუქი ბეტონის ჩაწყობადობას, იწვევენ მათ უკეთეს შემჰიდრობას, რაც
ადასტურებს ჰიდროფობული დანამატების მაპლასტიფიცირებელ გავლენას.
ჩვენ მიერ ჩატარებულ ცდებში ჰიდროფობულ დანამატთან ნიმუშებს როგორც
ობტიმალური წყლის ხარჯის დროს, ისე ამ ხარჯის გადაჭარბებისას ყოველთვის
ჰქონდათ საკონტროლო ნიმუშზე უკეთესი წყობადობა და უფრო მაღალი სიმ-
ტკიცე.

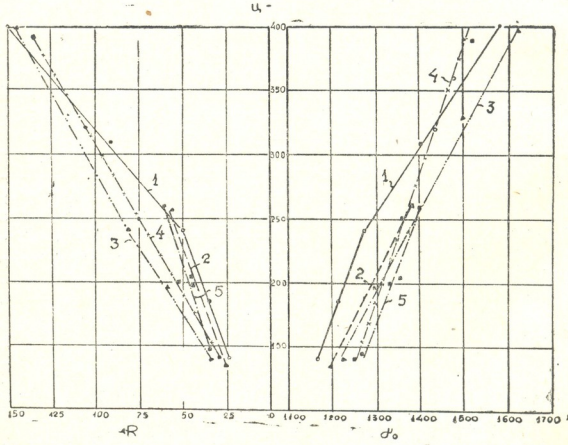
წყლისა და ჰიდროფობული დანამატის ობტიმალური ხარჯის დროს მიღ-
წეულ იქნა შემავსებლების მაქსიმალური კომპაქტური ჩალაგება, რაც გვაძ-
ლევდა უდიდეს მოცულობით წონას და აქედან გამომდინარე უდიდეს სიმტკი-

ცეს. საჭიროა აღინიშნოს, რომ მსუბუქ ბეტონებში საერთოდ უკეთესია წყლის ხარჯის ოდნავი ზედმეტობა, ვიდრე მისი ნაკლებობა.

ჰიდროფობული დანამატის ხარჯის გადიდება (გარკვეულ ზღვრამდე) იწვევს ბეტონის სიმტკიცისა და შემჭიდროების კოეფიციენტის გაზრდას. წყლის ხარჯის შემცირებისას კი დანამატის მოქმედების ეფექტიანობა კლებულობს და ბოლოს ასეთი ბეტონის სიმტკიცე ნაკლები ხდება საკონტროლო (უდანამატო) ბეტონისაზე.

ეს კანონზომიერება წარმოადგენს კერძო შემთხვევას ცნობილი დებულებისა, რომ ბეტონის ყოველ შედგენილობას შეეფარდება წყლის მხოლოდ ერთი ოპტიმალური ხარჯი, რომელიც იძლევა ბეტონის უდიდეს სიმტკიცეს. ეს დებულება სამართლიანი აღმოჩნდა აგრეთვე ჰიდროფობულდანამატებიანი ბეტონებისათვის.

სიმტკიცისა და მოცულობითი წონის დამოკიდებულება ცემენტისა და ჰიდროფობული დანამატების ხარჯისაგან



ნახ. 1. II—ცემენტის ხარჯი კგ/მ³, R—სიმტკიცე კგ/სმ², γ_0 —მოცულობითი წონა კგ/მ³; 1—უდანამატო ნიმუშები, 2, 3, 4 და 5—მილონაფტის შემცველი ნიმუშები შესატყვისად 0,0625, 0,125, 0,25 და 0,5% ცემენტის ხარჯიდან

პირველ ნახაზზე მოცემულია ვიბრირებული ბეტონი კამიროს წილებზე 0,06-დან 0,5%-მდე მილონაფტის დამატებით (მილონაფტის % მოცემულია

მშრალ ნივთიერებაზე გადათვლით ცემენტის ხარჯიდან). ბეტონებში, კერამზიტის, ტერმოზიტისა და პემზის შემავსებლებზე. ჰიდროფობული დანამატების მოქმედების ეფექტი დაახლოებით იგივეა, რაც კაშირის წიღებზე (ნახ. 1). მოცემული ნახაზიდან ჩანს, რომ მილონაფტის შეყვანისას იზრდება ბეტონის სიმტკიცე და მისი მოცულობითი წონა.

მართალია, ჰიდროფობული დანამატები იწვევენ „ემულგირებული“ ჰაერის წარმოქმნას ბეტონში (უმცირესი ფორების სახით), მაგრამ ბეტონის ჩაწყობადობის საგრძნობლად გაუმჯობესება ამ დროს იწვევს შემავსებლების ძალიან მჭიდრო განლაგებას. ამის გამო ბეტონის ფოროვანობა კი არ იზრდება, არამედ კიდევაც მცირდება და ცემენტის ქვა უფრო წვრილფოროვანი ხდება.

როგორც მოცემული ნახაზიდან ჩანს, მილონაფტის ოპტიმალური ხარჯი ამ შემთხვევაში ცემენტის წონის 0,25% აღმოჩნდა. ამ ხარჯის როგორც გადიდება, ისე შემცირება იწვევს ბეტონის სიმტკიცის შემცირებას. ამავე ნახაზიდან ჩანს, რომ ბეტონის „50“ სიმტკიცის მიღება საკონტროლო ნიმუშებში შესაძლებელი იქნა ცემენტის დაახლოებით 240 კგ ხარჯის დროს, ხოლო ჰიდროფობული დანამატის დროს ეს ხარჯი 180 კგ-ით გამოიხატა. ამასთანავე ორივე სახის ბეტონის მოცულობითი წონა პრაქტიკულად ერთნაირია, ე. ი. 0,8—0,85 კგ. მილონაფტის შეყვანით ბეტონში, რომელიც დაახლოებით 35 კაბ. ლირს, შეიძლება 50—60 კგ ცემენტის ეკონომია.

ცდება გვიჩვენა, რომ დროის განმავლობაში (ჩვენს შემთხვევაში 1000 დღემდე) დანამატის ბეტონების სიმტკიცე იზრდება. როგორც ჩვენი, ასევე სხვა შრომებიდან [4, 5] გამოვლინდა, რომ ბეტონის ყინვაგამძლეობა მისი ერთი და იმავე შედგენილობის დროს დამოკიდებულია ჩაწყობადობისაგან და საუკეთესო მაჩვენებლებს აღწევს ჩაწყობადობის ოპტიმალური ხარისხის დროს. ეს უკანასკნელი გამოიხატება ბეტონის მინიმალური გამოსავალით მოცემული ვიბრირების გარკვეული მნიშვნელობის დროს. დანამატისა და ბეტონებმა გაუძლეს გაყინვისა და გაღობის 85—100 და მეტ ციკლს, ხოლო საკონტროლო ნიმუშებმა მხოლოდ 45—55 ციკლს.

ჰიდროფობიზებული ბეტონების ყინვაგამძლეობის ხარისხის გადიდება შეიძლება აიხსნას კაპილარული შეწოვის შემცირებით და ამასთან დაკავშირებით წყლის მიგრაციის შემცირებით ბეტონის კაპილარებში. ყინვაგამძლეობის გადიდება აგრეთვე შეიძლება დაუკავშირდეს ბეტონის სტრუქტურის მთლიანად გაუმჯობესებას. ამ დებულების დასასაბუთებლად სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის გეოლოგიის ინსტიტუტში ჩვენი თხოვნით გეოლოგიისა და მინერალოგიის დოქტორმა ვ. ლაპინმა ჩაატარა ჰიდროფობული და საკონტროლო ბეტონების მიკროშლიფების შესწავლა. ამ მიკროშლიფების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ უდანამატო ბეტონებში მსხვილი ფორებისა და კავერნების ქაოსური განლაგება ჰიდროფობიზირებულ ბეტონებში წვრილ და თანაბრად განაწილებული ფოროვანობით იცვლება.

ყინვაგამძლეობის გადიდების ახსნა შეიძლება აგრეთვე იმ გარემოებით, რომ ამ ბეტონების ორთქლით დამუშავების შემდეგ საკონტროლო ნიმუშებში ნათლად ჩანდა მიკრობზარები, ხოლო ჰიდროფობიზებულ ბეტონებში ასეთი ბზარები არ არის.

ბეტონის დეფორმაციის თვისებების შესასწავლად დამზადდა როგორც დანამატიანი, ასევე საკონტროლო ნიმუშები. ნიმუშების გამოცდით დადგინდ იქნა, რომ პრიზმული სიმტკიცის ფარდობა კუბიკურ სიმტკიცესთან უფრო მაღალია, ვიდრე გათვალისწინებულია ნორმებით (CH:II). ამასთანავე პრიზმების მოცულობითი წონაც მეტია, ვიდრე კუბიკებისა. ამის ახსნა იმით შეიძლება, რომ უფრო დიდი მოცულობის ნიმუშებში ბეტონი უფრო მჭიდროდ და კომპაქტურად განლაგდება. ცდებით მიღებული დრეკადობის მოდულებიც უფრო მაღალი მნიშვნელობისაა, ვიდრე ნ. პოპოვისა, მ. სიმონოვის და სხვათა მიერ აღრე მიღებული სიდიდეები.

დრეკადობის მოდულის ასეთი გადიდება მსუბუქ ბეტონებში ვიბრირების თავისებურებით აიხსნება.

ცდებმა გვიჩვენა აგრეთვე, რომ ნიმუშის ზომის შემცირებით ვიბრირებულ-მსუბუქ ბეტონებში ბეტონის სიმტკიცის მაჩვენებლები მცირდება. მაგალითად, სიმტკიცე ნიმუშისა, რომლის წიბოც 10 სმ უდრის, აღმოჩნდა 80% იმ ნიმუშისა, რომლის წიბოც 20 სმ შეადგენდა. აქედან გამომდინარე დიდზომოვან ნაკეთობებში, ვიბრირების უცვლელი პარამეტრების დროს, სიმტკიცე უფრო მეტი აღმოჩნდა, ვიდრე ამ ნაკეთობის საკონტროლო (სტანდარტულ) ნიმუშებში. ანალოგიური შედეგია მიღებული სსრკ არქიტექტურის აკადემიის საცდელ პოლიგონზე ჩატარებული მრავალრიცხოვანი ცდების ანალიზის საფუძველზე.

ცდებით დადგინდ იქნა, რომ დრეკადობის მოდული როგორც ჰიდროფობული დანამატებიან, ისევე საკონტროლო ნიმუშებში დაახლოებით ერთნაირია, თუმცა ჰიდროფობული დანამატის შემცველ ნიმუშებში ფარდობითი დეფორმირება რამდენადმე გაუმჯობესდა.

უნდა აღინიშნოს, რომ მსუბუქი ბეტონების დეფორმადობაზე გადამწყვეტო გავლენა მოახდინა შემავსებლის სახეობამ და მისმა მარცვლოვანმა შედგენილობამ.

მიღებულ მაჩვენებელთა ერთობლიობა გვაძლევს საშუალებას აღვნიშნოთ, რომ ჰიდროფობული დანამატების გამოყენება მსუბუქ ბეტონებში გვაძლევს არა მარტო ცემენტის ეკონომიას, არამედ ვალწევთ ბეტონის სიმტკიცის, მოცულობითი წონის, ყინვაგამძლეობისა და სხვათა რაციონალურ შეხამებას.

საერთოდ ჰიდროფობული დანამატების გამოყენება მსუბუქ ბეტონებში არ წარმოადგენს სირთულეს და გვაძლევს საშუალებას კარგ ტექნიკურ-ეკონომიურ ეფექტს მივაღწიოთ.

აქედან გამომდინარეობს, რომ ჰიდროფობული დანამატების გამოყენება მსუბუქ ბეტონებში (განსაკუთრებით მკვლე ბეტონებში) სავალდებულოდ უნდა ჩაითვალოს. თუმცა მსუბუქ ბეტონებში ამ დანამატების შეყვანამ შეიძლება გამოიწვიოს ადრე ასაკში (28 დღემდე) სიმტკიცის ზრდის შენელება, ყინვაგამძლეობისა და სტრუქტურის მკვეთრი გაუმჯობესება და სხვა გვაძლევს უფლებას ამ შემთხვევაშიც გამოვიყენოთ ჰიდროფობული დანამატები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 25.4.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. А. Попов. Эффективный способ сберечь цемент. Строительная газета от 22/1 1956 г. № 10/218.
2. А. З. Татишвили. Влияние гидрофобизирующих добавок на основные свойства легких бетонов. Автореферат, АА СССР, Москва, 1955.
3. М. И. Хигерович, Х. М. Лейбович. О влиянии добавок на содержание воздуха в растворных и бетонных смесях. Информационное сообщение. НИИ Цемент, № 19 и 20, Москва, 1954.
4. А. И. Конопленко. Морозостойкость бетона и способы ее повышения. Автореферат, МИСИ Москва, 1950.
5. М. И. Хигерович. Гидрофобный цемент и его применение в строительстве. Москва, 1951.

ტექნიკა

ი. ლუღუშაური

სასრულო სიხისტის მქონე ზოლის ანგარიში დრეკად ნახევარსიბრტყეზე რამაძვიშლი მხმბი ზინმების ბათვალისწინებით

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ზაერეივა 5.5.1956)

დრეკად ფუძეზე მდებარე კონსტრუქციის (კოჭისა და ფილის) ანგარიში კონსტრუქციისა და ფუძის საკონტაქტო ზედაპირთა შეხების სხვადასხვა ხასიათისათვის (ხახუნის გაუთვალისწინებლად, სრული შეჭიდულობის დროს, ხახუნის მუდმივი კოეფიციენტისათვის და სხვა) ცნობილია მხოლოდ იმ კერძო შემთხვევისათვის, როდესაც კონსტრუქციას აქვს უსასრულოდ დიდი სიხისტე [1—6]. სასრულო სიხისტის მქონე კონსტრუქციის მიმართ კი, როდესაც კონსტრუქცია განიცდის განივ ლუნვას, რამდენადაც ჩვენთვისაა ცნობილი, საანგარიშო მეთოდები დამუშავებულია მხოლოდ იმ კერძო შემთხვევისათვის, როდესაც ხახუნი კონსტრუქციის ძირსა და ფუძის ზედაპირს შორის არ არსებობს.

ქვემოთ მოცემულია დრეკადობის თეორიის ბრტყელი ამოცანის გადაწყვეტა დრეკად ნახევარსიბრტყეზე ზოლის განივი ლუნვის შესახებ ზოლისა და ნახევარსიბრტყის საკონტაქტო ზედაპირის სრული შეჭიდულობის შემთხვევაში.

დრეკად ნახევარსიბრტყეზე მდებარე სასრულო სიხისტის ზოლის განივი ლუნვა

ვიხილავთ $h = 2c$ სისქის, $L = 2l$ სიგრძისა და ერთეული სიგანის მქონე დრეკად ნახევარსიბრტყეზე მდებარე ზოლის განივ ლუნვას. მოცემული დატვირთვა $q(\bar{x})$ განაწილებულია კოჭის სიგრძეზე ნებისმიერი კანონის თანახმად (ნახ. 1).

ამოცანა განიხილება ბრტყელი დეფორმაციის პირობებში. კოჭის ლუნვის განტოლება გამოიყვანება იმ შემთხვევისათვის, როდესაც კოჭის სისქისა და მისი სიგრძის ფარდობა არ აღემატება ზღვარს, რათა გამოყენებულ იქნეს ბერნულის ჰიპოთეზა ბრტყელი კვეთების შესახებ.

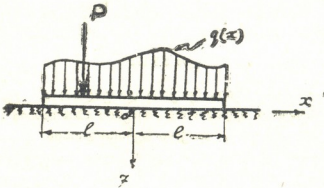
ზოლიდან გამოყოფილი მცირე პრიზმის (ზომებით გეგმაში 1,0 და dx , სიმაღლით $2c$) წონასწორობის პირობები იძლევა (ნახ. 2).

$$\frac{dQ_x}{dx} = q(\bar{x}) - p(\bar{x}), \quad (1)$$

$$Q_x = -\frac{dM_x}{dx} + ct(\bar{x}). \quad (2)$$

თუ ჩაესვამთ (2) გამოსახულებას (1) ტოლობაში და მივიღებთ მხედველობაში, რომ

$$M_x = -D \frac{d^2 W_n}{dx^2}, \quad (3)$$



ნახ. 1

კოქის ლუნვის განტოლება უგანზომილებო კოორდინატებში $x = \frac{\bar{x}}{l}$ მიიღებს სახეს:

$$\frac{D}{l^3} \frac{d^3 W_n}{dx^3} + \alpha \frac{dt(x)}{dx} = q(x) - p(x), \quad (3)$$

სადაც W_n ზოლის შუალედი სიბრტყის წერტილების ვერტიკალური გადაადგილებებია,

$q(x)$ მოცემული გარეგანი დატვირთვაა, $p(x)$ და $t(x)$ ნორმალური და მხები რეაქციული ქინებია,

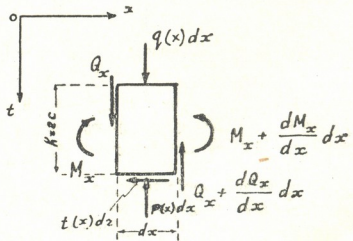
$$D = \frac{E_n h^3}{12(1 - \nu_n^2)} \text{— ზოლის ცილინდრული სიხისტე,}$$

E_n და ν_n შესაბამისად ზოლის მასალის დრეკადობის მოდული და პუასონის კოეფიციენტია,

$$\alpha = \frac{h}{L} \text{— ზოლის სისქისა და სიგრძის ფარდობა.}$$

ზოლის საკონტაქტო ზედაპირის ჰორიზონტალური გადაადგილებანი შესაძლებელია წარმოდგენილ იქნეს გამოსახულებით:

$$U_n(x) = -cW'_n(x). \quad (4)$$



ნახ. 2

ფუძის ზედაპირის წერტილების ვერტიკალური და ჰორიზონტალური გადაადგილებანი განისაზღვრება ცნობილ გამოსახულებათა საშუალებით [6]:



$$W_0(x) = -\frac{2(1-\nu_0^2)l}{\pi E_0} \int_{-1}^{+1} p(\xi) \ln|x-\xi| d\xi + \frac{(1+\nu_0)(1-2\nu_0)l}{2E_0} \left[\int_{-1}^x t(\xi) d\xi - \int_x^{+1} t(\xi) d\xi \right], \quad (5)$$

$$U_0(x) = -\frac{2(1-\nu_0^2)l}{\pi E_0} \int_{-1}^{+1} t(\xi) \ln|x-\xi| d\xi - \frac{(1+\nu_0)(1-2\nu_0)l}{2E_0} \left[\int_{-1}^x p(\xi) d\xi - \int_x^{+1} p(\xi) d\xi \right], \quad (6)$$

სადაც E_0 და ν_0 ფუძის დრეკადობის მოდული და პუასონის კოეფიციენტი, $p(\xi)$ და $t(\xi)$ —ნორმალური და მხები ქინვები ფუძის ზედაპირზე საზღვრებში $-1 \leq \xi \leq +1$.

ამოცანა ზუსტად იქნება გიდაწყვეტილი, თუ მოვახერხებთ $p(\xi)$ და $t(\xi)$ ფუნქციების ისეთ მნიშვნელობათა მონახვას, რომლებიც დააკმაყოფილებენ, ერთი მხრივ, წონასწორობის განტოლებებს, ხოლო, მეორე მხრივ, შემდეგ საკონტაქტო პირობებს:

$$W_n(x) \equiv W_0(x), \quad (7)$$

$$U_n(x) \equiv U_0(x).$$

როგორც ქვემოთ დავინახავთ, დასახული ამოცანის პრაქტიკულად მოსახერხებელი ამოხსნა შეიძლება მიღებულ იქნეს, თუ საძიებელ ფუნქციებს $p(\xi)$ და $t(\xi)$ წარმოვადგენთ ჩებიშევის მწკრივების საშუალებით, ე. ი. წინასწარ ჩავთვლით შესაძლებლად წარმოდგენილ იქნეს ფუძის ზედაპირის წერტილთა ვერტიკალური და ჰორიზონტალური გადაადგილებანი (5) და (6) შემდეგი სახით:

$$W_0(x) = \frac{2(1-\nu_0^2)l}{E_0} \left[A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} A_n T_n(x) \right] - \frac{(1+\nu_0)(1-2\nu_0)l}{E_0} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{1}{m+1} B_{m+1} V_{m+1}(x), \quad (8)$$

$$U_0(x) = \frac{2(1-\nu_0^2)l}{E_0} \left[B_0 + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} B_m T_m(x) \right] + \frac{(1+\nu_0)(1-2\nu_0)l}{E_0} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n+1} A_{n+1} V_{n+1}(x), \quad (9)$$

სადაც

$$T_k(x) = \cos(k \operatorname{arc} \cos x)$$

ჩებიშევის პირველი გვარის მწკრივია,

$$V_k(x) = \sin(k \operatorname{arc} \cos x)$$

ჩებიშევის მეორე გვარის მწკრივი.

თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ⁽¹⁾

$$\int_{-1}^{+1} \frac{T_k(\xi)}{\sqrt{1-\xi^2}} \ln |\xi - x| d\xi = -\frac{\pi}{k} T_k(x),$$

$$\int_{-1}^x \frac{T_k(\xi)}{\sqrt{1-\xi^2}} d\xi - \int_x^{+1} \frac{T_k(\xi)}{\sqrt{1-\xi^2}} d\xi = -\frac{2}{k} V_k(x), \quad (8)$$

ნორმალური და მხები ჭინვები ფუძის ზედაპირზე, რომლებიც იწვევენ გადაადგილებებს (8) და (9), წარმოდგენილი იქნება შემდეგი სახით:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} \sum_{n=0}^{\infty} A_n T_n(x), \quad (10)$$

$$n = 0, 1, 2, \dots$$

$$t(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} \sum_{m=0}^{\infty} B_m T_m(x). \quad (11)$$

$$m = 0, 1, 2, \dots$$

წინასწორობის განტოლებანი წინასწარვე იძლევიან (10) გამოსახულების პირველი ორი კოეფიციენტის, ხოლო (11) გამოსახულების პირველი კოეფიციენტის მნიშვნელობებს.

მართლაც, თუ ზოლის გარე ტვირთების ვერტიკალურ მდგენელთა ტოლქმედს აღვნიშნავთ P_0 , ჰორიზონტალურ მდგენელთა ტოლქმედს— T_0 , ხოლო მათ ჯამურ მომენტს ზოლის შუა წერტილის მიმართ— M_0 , გვექნება:

$$\sum_{n=0}^{\infty} A_n \int_{-1}^{+1} \frac{T_n(x) dx}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{P_0}{l},$$

(¹ პირველი ინტეგრალის ამოხსნა მოცემულია ტექნ. მეცნ. დოქტორის პ. კლუბინის მიერ [6], სადაც ჩებიშევის პირველი გვარის მწკრივის გამოყენებით წარმოდგენილია ამავე ამოცანის გადაწყვეტა. რეაქციული მხები ჭინვების გაუთვალისწინებლად, ბოლო ორი ინტეგრალი ადვილად იხსნება $t = \cos \theta$ აღნიშვნის გამოყენებით.

$$\sum_{m=0}^{\infty} B_m \int_{-1}^{+1} \frac{T_m(x) dx}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{T_0}{l},$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} A_n \int_{-1}^{+1} \frac{x T_n(x) dx}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{M_0}{l^2}.$$

თუ მივიღებთ მხედველობაში (12) ტოლობათა ინტეგრალქვეშ გამოსახულებების ორთოგონალობას განაკვეთზე $-1 \leq x \leq +1$, გვექნება:

$$A_0 = \frac{P_0}{\pi l}, \quad B_0 = \frac{T_0}{\pi l}, \quad A_1 = \frac{2M_0}{\pi l^2}.$$

დანარჩენი კოეფიციენტები (10) და (11) გამოსახულებებისა მონახება (7) საკონტაქტო პირობათა დაკმაყოფილებით.

თუ (10) და (11) გამოსახულებებს ჩავსვამთ (3) განტოლებაში, შესაბამისი ინტეგრების მოხდენის შემდეგ მივიღებთ ზოლის შუალედი სიბრტყის წერტილების ვერტიკალურ გადაადგილებათა გამომსახველ ტოლობას, რომლის შედგენილობაში იქნება ყველა საძიებელი კოეფიციენტი A_n და B_m :

$$W_n(x) = \frac{l^4}{D} \left[f_q(x) - \sum_{n=0}^{\infty} A_n f_n(x) - \alpha \sum_{m=0}^{\infty} B_m f'_m(x) + C_1 \frac{x^3}{6} + C_2 \frac{x^2}{2} + C_3 x + C_4 \right],$$

სადაც,

$$f_q^{IV}(x) = q(x),$$

$$f_n^{IV}(x) = \frac{T_n(x)}{\sqrt{1-x^2}},$$

$$f_m^{IV}(x) = \frac{T_m(x)}{\sqrt{1-x^2}}.$$

ჩავსვამთ რა (14) გამოსახულებას (4) ტოლობაში, მივიღებთ ზოლის ძირის წერტილების ჰორიზონტალურ გადაადგილებათა გამომსახველ ტოლობას, რომლის შედგენილობაში აგრეთვე იქნება ყველა საძიებელი კოეფიციენტი A_n და B_m :

$$U_n(x) = -\frac{\alpha l^4}{D} \left[f'_q(x) - \sum_{n=0}^{\infty} A_n f'_n(x) - \alpha \sum_{m=0}^{\infty} B_m f''_m(x) + C_1 \frac{x^2}{2} + C_2 x + C_3 \right].$$

თუ შევიტანთ (8), (9), (14) და (15) სიდიდეებს საკონტაქტო პირობათა გამომსახველ ტოლობებში (7) და შევჩერდებით ამა თუ იმ ხარისხის მწკრივებზე იმისდა მიხედვით, თუ რა სიზუსტე გვსურს, შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს საძიებელი კოეფიციენტები A_n და B_m .

იმისათვის, რომ შესაძლებელი გახდეს კოჭისა და ფუძის საკონტაქტო ზედაპირთა წერტილების ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ გადაადგილებათა შედარება, მიღებულ განტოლებათა მარჯვენა და მარცხენა ნაწილებს ვშლით x -ის ხარისხობრივ მწკრივებად. თუ ასეთი სახით წარმოდგენილ განტოლებებში გავუტოლებთ ერთმანეთს მარჯვენა და მარცხენა ნაწილების x -ს ერთისა და იმავე ხარისხის წინ მდგომ კოეფიციენტებს, მივიღებთ განტოლებათა საკირო რიცხვს.

განვიხილოთ კერძო შემთხვევა, როდესაც ზოლზე მოქმედებს ნებისმიერად განაწილებული და z ღერძის მიმართ სიმეტრიული დატვირთვა. ამ კერძო შემთხვევაში, ცხადია, (10) გამოსახულება წარმოდგენილ უნდა იქნეს ლუწი მწკრივებით, ხოლო (11) გამოსახულება—კენტი. კერძოდ, თანაბრად განაწილებული ტვირთის შემთხვევაში ინტენსივობით q ვვუქნება:

$$W_n(x) = \frac{l^4}{D} \left[C_1 \frac{x^3}{6} + C_2 \frac{x^2}{2} + C_3 x + C_4 + \frac{1}{24} qx^4 - A_0 f_0(x) - \alpha B_1 f'_1(x) - A_2 f_2(x) - \alpha B_3 f'_3(x) - A_4 f_4(x) - \dots \right], \quad (16)$$

$$W'_n(x) = \frac{l^3}{D} \left[C_1 \frac{x^2}{2} + C_2 x + C_3 + \frac{1}{6} qx^3 - A_0 f'_0(x) - \alpha B_1 f''_1(x) - A_2 f'_2(x) - \alpha B_3 f''_3(x) - A_4 f'_4(x) - \dots \right]. \quad (17)$$

მივიღებთ რა მხედველობაში (ა) გამოსახულებას:

$$M_x = -l^2 \left[C_1 x + C_2 + \frac{1}{2} qx^2 - A_0 f''_0(x) - \alpha B_1 f'''_1(x) - A_2 f''_2(x) - \alpha B_3 f'''_3(x) - A_4 f''_4(x) - \dots \right]. \quad (18)$$

თუ გავითვალისწინებთ (2) ტოლობის:

$$Q_x = -l [C_1 + q \cdot x - A_0 f'''_0(x) - A_2 f'''_2(x) - A_4 f'''_4(x) - \dots]. \quad (19)$$

მულტიპლები C_1 , C_2 , C_3 და C_4 განისაზღვრება შემდეგი პირობებიდან:

როდესაც $x=0$: $W'(x) = 0$, $Q_x = 0$.
 „ $x = \pm l$: $M_x = 0$, $Q_x = 0$.

რაც ვვადგენს:

$$C_1 = C_3 = 0, \quad C_2 = \frac{1}{2} q. \quad (20)$$

კოეფიციენტი C_4 შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს კოჰისა და ფუძის საკონტაქტო ზედაპირთა შუა წერტილების ვერტიკალურ გადაადგილებათა გატოლებით.

დასახული ამოცანის აქ მოცემული ამოხსნის სიზუსტის დადგენის მიზნით საკმარისია შემოწმდეს, თუ რამდენად კმაყოფილდება საკონტაქტო პირობები (7). წონასწორობის პირობები კი ამოხსნაში ზუსტადაა დაკმაყოფილებული.

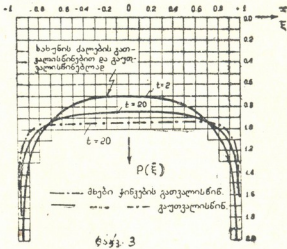
საანვარიშო სიდიდეთა უგანზომილებო ეპიურები რეაქციული მხები ჭინვების მხედველობაში მიღებით და მიუღებლად კერძო შემთხვევათათვის: $\alpha = 0,3$, $\nu_0 = 0,35$, $n = 2; 4; m = 1; 3$ და მოქნილობის მაჩვენებლის $t = 2$ და $t = 20$ შემთხვევათათვის მოცემულია ნახ. 3, 4, 5 და 6. ნამდვილი მნიშვნელობანი რეაქციული ჭინვების $p(x)$ და $t(x)$, მომენტის M_x და ზოლის შუალედი სიბრტყის გაღუნვის $W(x)$ შესაძლებელია განსაზღვრულ იქნეს უგანზომილებო ეპიურათა $p(x)$, $t(x)$, \bar{M}_x და $\bar{W}(x)$ ორდინატების გამრავლებით შესაბამის მამრავლებზე შემდეგი გადაყვანი ფორმულების საფუძველზე:

$$p(x) = \bar{p}(x) \cdot q, \quad M_x = \bar{M}_x \cdot ql^2,$$

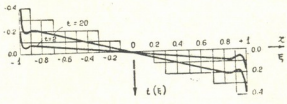
$$t(x) = \bar{t}(x) \cdot q, \quad W(x) = \bar{W}(x) \cdot ql.$$

ამოხსნის სიზუსტის შემოწმებამ დაშაკმაყოფილებელი შედეგი მოგვცა განხილული რიცხვითი მაგალითებისათვის.

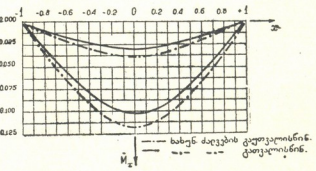
ჩვენ მიერ მიღებული მაქსიმალური მღუნავი მომენტებისა და გაღუნვის ისრების შედარებამ პ. კლუბინის მიერ მიღებულ სათანადო შედეგებთან [9], რომლებიც მიღებულია ამავე ამოცანათა ამოხსნის შედეგად, ოღონდ ხახუნის მიედველობაში მიუღებლად, გვიჩვენა, რომ $t = 2$ შემთხვევაში გავლენა რეაქციული მხები ჭინვებისა მღუნავ მომენტზე შეადგენს 13,6%, ხოლო გაღუნვის ისარზე — 24,4%. $t = 20$ შემთხვევაში შესაბამისად 23,3% და 78,8%.



ნახ. 3

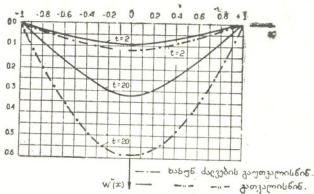


ნახ. 4



ნახ. 5

ამრიგად, ფუძეზე მდებარე სასრულო სიხისტის ზოლის განივი ლუნვის დროს თანაბრად განაწილებული ტვირთის შემთხვევაში ხახუნის არსებობა ზოლის ძირსა და ფუძის



ნახ. 6

ზედაპირს შორის საგრძნობლად ამცირებს მღუნავ მომენტსა და გალუნვის ისარს; ამიტომ დრეკად ფუძეზე მდებარე სასრულო სიხისტის კონსტრუქციის (კოჭის ან ფილის) ანგარიშის დროს რეაქციული მხები ქინეების გათვალისწინებას შეუძლია მოგვეცეს საგრძნობი ეკონომიური ეფექტი.

კონსტრუქციისა და ფუძის საკონტაქტო ზედაპირებს შორის არსებული ხახუნის გავლენა რეაქციულ ნორმალურ ქინეებზე იზრდება მოქნილობის მაჩვენებლის (f) გაზრდით და პრაქტიკულად უმნიშვნელო ხდება აბსოლუტურად ხისტი კონსტრუქციის შემთხვევაში ($f = 0$).

კერძო შემთხვევისათვის, როდესაც $f = 0$, ასეთსავე დასკვნამდე მივიდა პროფ. ვ. ფლორინი [4].

აქ მოცემული მეთოდით შესაძლებელია გადაწყვეტილ იქნეს რიგი ამოცანები, როგორც, მაგალითად, ასიმეტრული დატვირთვის შემთხვევა, ან შემთხვევა როცა ზოლის სიხისტე ცვალებადია გრძივი მიმართულებით და სხვა. ეს ამოცანები ჩვენ მიერ შემდგომ იქნება განხილული.

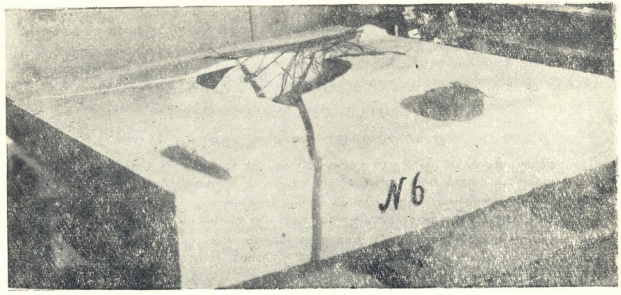
ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის

თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 3.4.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

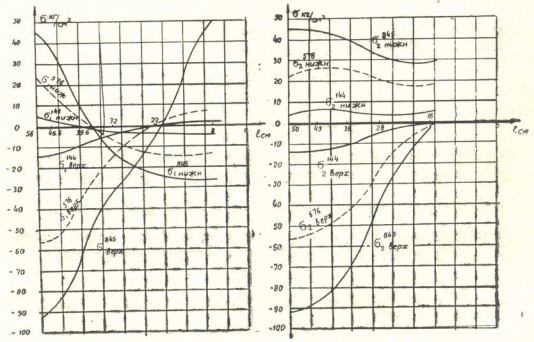
1. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. АН СССР, 1954.
2. В. М. Абрамов, Проблема контакта упругой полуплоскости с абсолютно жестким фундаментом при учете сил трения, ДАН СССР, т. XVII, № 4, 1937.
3. В. А. Флорин, Расчеты основания гидротехнических сооружений, 1948.
4. Л. А. Галин. Вдавливание штампа при наличии трения и сцепления, Прикл. мат. и мех., т. IX, вып. 5, 1945.
5. И. Я. Штаерман. Контактная задача теории упругости, Гостехиздат, 1949.
6. П. И. Клубин. Расчет балочных и круглых плит на упругом основании. Инж. сборник, т. XI, 1952.



ნახ. 2

ვების არათანაბარი განაწილება. ამ შემთხვევაში გარსის ცენტრალური ნაწილი პერიფერიულთან შედარებით საგრინობლად დიდი კუმშვისა და გაჭიმვის ძაბვების მოქმედებას განიცდის; მატულობს მოღუნავი ძაბვების შეფარდება ლერძულთან პირველის უფრო ინტენსიური მატების გამო, მატულობს გარსის ცენტრალური ნაწილის ხალუნვები პერიფერიულთან შედარებით.

ეს ცვლილებები, გამოწვეული დატვირთვის ფართის შემცირებით, თავის მხრივ იწვევს გარსის ტვირთამტანობის შემცირებას.



ნახ. 3

დატვირთვის ფართის შემცირება, სხვა ყველა პირობის შეუცვლელად, ზრდის გარსის ცენტრალური ნაწილის დანგრევის შესაძლებლობას და პირუკუ. ნახ. (1, 2) გამოსახულია № 2 და № 6 გარსების გამოცლით მიღებული დანგრევის სქემები. სხვა გარსებისათვის ტანგენციალურ (σ_τ) და რადიალურ (σ_r) ძაბვათა დამახასიათებელი განაწილება ნაჩვენებია (3) ნახაზზე.

§ 2. დამრეცი სფერული ბარსების ანგარიში

ა) ძირითადი განტოლებები

თხელკედლიანი დამრეცი გარსების თეორია, კერძოდ სფერული გარსებისა, დამუშავებული იყო ძირითადად საბჭოთა მეცნიერების მიერ.

განსაკუთრებული შედეგები ამ მხრივ მიღწეულია ვ. ვლასოვის შრომებში [1], სადაც ფორმულირებულია დამრეცი გარსების ტექნიკური თეორია.

დამრეცი გარსების ანგარიში ვ. ვლასოვს დაჰყავს შემდეგი სახის ორ ურთიერთდაკავშირებულ კერძოწარმოებულებიან დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემაზე:

$$\begin{aligned} \frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \varphi - \nabla_i^2 W &= 0, \\ \nabla_i^2 \varphi + D \nabla^2 \nabla^2 W &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

აქ ∇^2 და ∇_i^2 აღნიშნულია მეორე რიგის დიფერენციალური ოპერატორი [1];

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} - \text{ცილინდრული სიმტკიცეა.}$$

ბ) გეგმაში მრგვალი დამრეცი სფერული გარსის ანგარიში ღერძსიმეტრიულ დატვირთვაზე

იმდენად, რამდენადაც ძირითად განტოლებაში (1) ღერძსიმეტრიული ამოცანებისათვის საძიებელი ფუნქციები $\varphi = \varphi(\xi)$ და $W = W(\xi)$ და მოცემული ფუნქცია $Z = Z(\xi)$ დამოკიდებულია ერთ ცვლადზე ξ , განტოლება (1) ზოგიერთი გარდაქმნის შემდეგ მიიღებს სახეს:

$$\nabla^2 \nabla^2 W + W - \frac{R^2}{Eh} Z = 0 \quad (2)$$

სადაც

$$\nabla^2 = \frac{d^2}{d\xi^2} + \frac{1}{\xi} \frac{d}{d\xi}.$$

ეს განტოლება ღერძსიმეტრიული დეფორმაციის შემთხვევისათვის ემთხვევა ღრეკად ფუძეზე მდებარე ფილის ლუნვის განტოლებას ფუძის კოეფიციენტით— K , რომელიც გარსის ღრეკადი თვისებებით გამოისახება $K = \frac{Eh}{R^2}$.

(2) განტოლების ამოსნა ღრეკად ფუძეზე მდებარე ფილის ანალოგიურად [2] დამრეცი სფერული გარსებისათვის მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$0 \leq \xi \leq \alpha$$

$$W^{(1)} = -\frac{q\pi\alpha}{2} \left[-\frac{2}{\pi\alpha} + Z'_4(\alpha) Z_1(\xi) + Z'_3(\alpha) Z_2(\xi) + A_3 Z_1(\xi) + A_4 Z_4(\xi) \right]$$

$$\alpha \leq \xi \leq l$$

$$W^{(2)} = -\frac{q\pi\alpha}{2} [Z'_2(\alpha) Z_3(\xi) + Z'_1(\alpha) Z_4(\xi) + A_3 Z_1(\xi) + A_4 Z_2(\xi)].$$

აქ მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები:

$$Z_1(\xi) = \operatorname{Re} I_0(\xi\sqrt{i}); \quad Z_3(\xi) = \operatorname{Im} I_0(\xi\sqrt{i});$$

$$Z_2(\xi) = \operatorname{Re} I_0(\xi\sqrt{i}); \quad Z_4(\xi) = \operatorname{Im} I_0(\xi\sqrt{i}).$$

$l = \frac{r}{r_0}$ და $\alpha = \frac{r_H}{r_0}$, შესაბამისად, გარსის დაყვანილი რადიუსი და და-

ტვირთვის წრის რადიუსია. ამ გამოსახულებაში $r_0 = \sqrt{\frac{R^2 E}{12(1-\nu^2)}}$ დრეკადობის მახასიათებელია, r_H —დატვირთვის წრის რადიუსი, ხოლო r —გარსის მიმდინარე კოორდინატა.

ვსარგებლობთ რა მლუნავი მომენტებისა და გადამჭრელი ძალების გამომთვლელი ფორმულებით [1], მივიღებთ:

რადიალური და ტანგენციალური მლუნავი მომენტები, როცა $0 \leq \xi \leq \alpha$

$$G_1^{(1)} = \frac{q\pi\alpha r_0^3}{2} [Z'_4(\alpha)\bar{Z}_2(\xi) - Z'_3(\alpha)\bar{Z}_1(\xi) + A_3\bar{Z}_2(\xi) - A_4\bar{Z}_1(\xi)]$$

$$G_1^{(2)} = \frac{q\pi\alpha r_0^3}{2} [Z'_4(\alpha)\bar{Z}_2^*(\xi) - Z'_3(\alpha)\bar{Z}_1^*(\xi) + A_3\bar{Z}_2^*(\xi) - A_4\bar{Z}_1^*(\xi)]$$

როცა $\alpha \leq \xi \leq l$

$$G_1^{(2)} = \frac{q\pi\alpha r_0^3}{2} [Z'_2(\alpha)\bar{Z}_4(\xi) - Z'_1(\alpha)\bar{Z}_3(\xi) + A_3\bar{Z}_2(\xi) - A_4\bar{Z}_1(\xi)]$$

$$G_2^{(2)} = \frac{q\pi\alpha l_0^3}{2} [Z'_2(\alpha)\bar{Z}_4^*(\xi) - Z'_1(\alpha)\bar{Z}_3^*(\xi) + A_3\bar{Z}_2^*(\xi) - A_4\bar{Z}_1^*(\xi)]$$

გადამჭრელი ძალები, როცა $0 \leq \xi \leq \alpha$

$$Q^{(1)} = \frac{q\pi\alpha r_0}{2} [Z'_4(\alpha)Z'_2(\xi) - Z'_3(\alpha)Z'_1(\xi) + A_3Z'_2(\xi) - A_4Z'_1(\xi)]$$

როცა $\alpha \leq \xi \leq l$

$$Q^{(2)} = \frac{q\pi\alpha r_0}{2} [Z'_2(\alpha)Z'_4(\xi) - Z'_1(\alpha)Z'_3(\xi) + A_3Z'_2(\xi) - A_4Z'_1(\xi)]$$

აქ

$$\bar{Z}_1(\xi) = Z_1(\xi) + \frac{m-1}{m} \frac{Z'_2(\xi)}{\xi}; \quad \bar{Z}_3(\xi) = Z_3(\xi) + \frac{m-1}{m} \frac{Z'_4(\xi)}{\xi}$$

$$\bar{Z}_2(\xi) = Z_2(\xi) - \frac{m-1}{m} \frac{Z'_1(\xi)}{\xi}; \quad \bar{Z}_4(\xi) = Z_4(\xi) - \frac{m-1}{m} \frac{Z'_3(\xi)}{\xi}$$

$$\bar{Z}_1^*(\xi) = \frac{1}{m} Z_1(\xi) - \frac{m-1}{m} \frac{Z'_2(\xi)}{\xi}; \quad \bar{Z}_3^*(\xi) = \frac{1}{m} Z_3(\xi) - \frac{m-1}{m} \frac{Z'_4(\xi)}{\xi}$$

$$\bar{Z}_2^*(\xi) = \frac{1}{m} Z_2(\xi) + \frac{m+1}{m} \frac{Z'_1(\xi)}{\xi}; \quad \bar{Z}_4^*(\xi) = \frac{1}{m} Z_4(\xi) + \frac{m-1}{m} \frac{Z'_3(\xi)}{\xi}$$

აქ

$$m = \frac{1}{\nu}$$

ღერძული ძალები T_1 და T_2 გამოისახება φ ფუნქციის საშუალებით

$$T_1 = \frac{1}{r_0 \xi} \frac{d\varphi}{d\xi}; \quad T_2 = \frac{1}{r_0^2} \frac{d^2\varphi}{d\xi^2} \quad (5)$$

ძაბვათა ფუნქცია φ დაკავშირებულია ჩალუნვასთან დიფერენციალური განტოლებით

$$\frac{d^2\varphi}{d\xi^2} + \frac{1}{\xi} \frac{d\varphi}{d\xi} = -\frac{Eh}{R} r_0^2 W(\xi). \quad (6)$$

დიფერენციალური განტოლების (6) ზოგადი ამონახსნი მიიღებს სახეს: როცა

$$\varphi^{(1)} = \frac{Eh}{R} r_0^2 (C_1 \ln \xi + C_2 + \varphi_w^{(1)}) \quad (7)$$

როცა

$$\varphi^{(2)} = \frac{Eh}{R} r_0^2 (C_3 \ln \xi + C_4 + \varphi_w^{(2)}).$$

კერძო ამონახსნებს $\varphi_w^{(1)}$ და $\varphi_w^{(2)}$ გამოვსახავთ შემდეგნაირად: როცა

$$\varphi_w^{(1)} = D_0 \xi^2 + D_1 Z_1(\xi) + D_2 Z_2(\xi) + D_3 Z_2(\xi) + D_4 Z_1(\xi) \quad (8)$$

როცა

$$\varphi_w^{(2)} = D_5 Z_3(\xi) + D_6 Z_4(\xi) + D_7 Z_1(\xi) + D_8 Z_2(\xi).$$

კოეფიციენტების შედარება $\Delta\varphi_w^{(1)} = W^{(1)}$, $\Delta\varphi_w^{(2)} = W^{(2)}$ გვაძლევს $D_0, D_1, D_2, \dots, D_8$ მნიშვნელობას. (5), (7), (8) ფორმულებით სარგებლობის შედეგად მივიღებთ გამოსახულებებს T_1 და T_2 -თვის. ამასთან ერთად მუდმივები C_1 და C_2 მოითხოვება პირობიდან

როცა $\xi = 0, T_1^{(1)} = T_2^{(2)} \neq 0$

როცა $\xi = \alpha, T_1^{(1)} = T_2^{(2)}$

როცა $0 \leq \xi \leq \alpha,$

$$T_1^{(1)} = \frac{q\pi\alpha R}{2} \left[-\frac{1}{\pi\alpha} + Z'_3(\alpha) \frac{Z'_1(\xi)}{\xi} - Z'_4(\alpha) \frac{Z'_2(\xi)}{\xi} + A_4 \frac{Z'_1(\xi)}{\xi} - A_3 \frac{Z'_2(\xi)}{\xi} \right]$$

$$T_2^{(2)} = \frac{q\pi\alpha R}{2} \left[-\frac{1}{\pi\alpha} - Z'_4(\alpha) Z''_2(\xi) + Z'_3(\alpha) Z''_1(\xi) + A_4 Z''_1(\xi) - A_3 Z''_2(\xi) \right]$$

როცა

$$T_1^{(2)} = -\frac{qR\alpha^2}{2\xi^2} + \frac{qR\pi\alpha}{2} \left[Z'_1(\alpha) \frac{Z'_3(\xi)}{\xi} - Z'_2(\alpha) \frac{Z'_4(\xi)}{\xi} + A_4 \frac{Z'_1(\xi)}{\xi} - A_3 \frac{Z'_2(\xi)}{\xi} \right]$$

$$T_2^{(2)} = -\frac{qR\alpha^2}{2\xi^2} + \frac{qR\pi\alpha}{2} [Z'_1(\alpha) Z''_3(\xi) - Z'_2(\alpha) Z''_4(\xi) + A_4 Z''_1(\xi) - A_3 Z''_2(\xi)].$$

A_3 და A_4 მუდმივები განისაზღვრება სასაზღვრო პირობებიდან.

ბ) გეგმაში სწორკუთხოვანი დამრეცი სფერული გარსების ანგარიში

განსახილველ შემთხვევაში (1) განტოლებაში ∇^2 და ∇_k^2 შემდეგნაირად გამოისახება:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad \nabla_k^2 = \frac{1}{R} \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right). \quad (9)$$

მლენავი მომენტები და ლერძული ძალები გამოისახება φ და W ფუნქციებით, შემდეგი ფორმულების საშუალებით:

$$T_1 = \frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}, \quad T_2 = \frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}, \quad S = -\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\partial y}, \quad (10)$$

$$G_1 = D \left(\frac{d^2 W}{dx^2} + \nu \frac{d^2 W}{dy^2} \right), \quad G_2 = D \left(\frac{d^2 W}{dy^2} + \nu \frac{d^2 W}{dx^2} \right), \quad (11)$$

$$H = -D(1 - \nu) \frac{d^2 W}{dx dy},$$

$$Q_1 = -D \left[\frac{d^3 W}{dx^3} + (2 - \mu) \frac{d^3 W}{dx dy^2} \right], \quad Q_2 = -D \left[\frac{d^3 W}{dy^3} + (2 - \mu) \frac{d^3 W}{dx^2 dy} \right]. \quad (12)$$

ძაბვათა და გადაადგილებათა ფუნქციებს, აგრეთვე დატვირთვას გამოვსახავთ ორმაგი ტრიგონომეტრიული რიგის სახით:

$$\varphi = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} A_{mn} \sin \lambda_n x \sin \mu_m y, \quad (13)$$

$$W = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} B_{mn} \sin \lambda_n x \sin \mu_m y, \quad (14)$$

$$Z = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} C_{mn} \sin \lambda_n x \sin \mu_m y. \quad (15)$$

უშკველია, რომ გამოსახულებები (10), (11), (12) აკმაყოფილებენ შემდეგი სახის სასაზღვრო პირობებს:

$$\begin{aligned} x = y = 0 \quad G_1 = T_1 = W = 0 \\ x = x_0 \quad y = y_0 \quad G_2 = T_2 = W = 0, \end{aligned} \quad (16)$$

რაც გარსის ნაპირების სახსროვანი დაყრდნობის შესატყვისია. (13), (14), (15) და (1) განტოლებიდან მივიღებთ A_{mn} და B_{mn} კოეფიციენტის მნიშვნელობებს. C_{mn} კოეფიციენტი განისაზღვრება ტვირთის მოდების სახეობის მიხედვით. მაგალითად, ცენტრალურად მოდებული კვადრატული დატვირთვისათვის ექნება სახე

$$C_{mn} = \frac{16}{mn \pi^2} \cos \lambda_n d \cos \mu_m d, \quad (17)$$

სადაც

$$\lambda_n = \frac{n\pi}{x_0}, \quad \mu_m = \frac{m\pi}{y_0},$$

d მანძილია გარსის კიდიდან დატვირთვამდე.

მონახული კოეფიციენტებია ჩასმით და (10), (11), (12) გამოსახულებების მიმართ დიფერენცირების სათანადო ოპერაციების ჩატარებით ადვილად შეგვიძლია საანგარიშო ფორმულების მიღება.

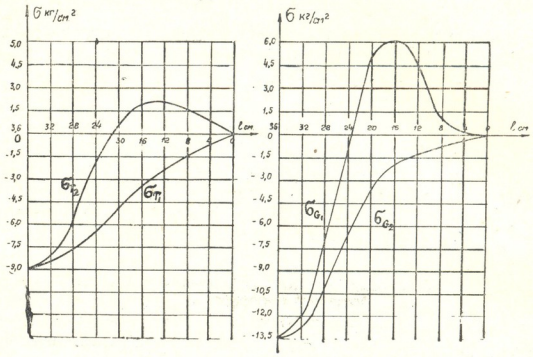
მიღებული თეორიული შედეგების გამოყენებით ვიანგარიშებთ გამოცდილი გარსების მოდვლები. ამ ანგარიშების შეაბამისად ნახ. 4 გამოსახულია ღერძული ძალებისა და მღუწავი მომენტებისაგან გამოწვეულ ძაბვათა განაწილება გარსებში.

ძაბვათა საანგარიშო ეპიურების შედარება ცდით მიღებულ დანგრევის სქემებთან გვიჩვენებს, რომ დამახასიათებელი ბზარების წარმოქმნა და განვითარება გარსის უფრო დაძაბული ნაწილებიდან იწყება.

ანგარიშში, მასალის პლასტიკური თვისებების გათვალისწინების მიზნით, ჩვენი ამოცანებისათვის გამოსაყენებელია პროფ. კორენევის მიერ წამოყენებული მიახლოებითი მეთოდი დრეკად ფუძებზე მდებარე ფილების დრეკად-პლასტიკური ანგარიშისა [2]. ამ გზით მიღებულ გარსის ტვირთამტანიანობა სამჯერ და კიდევ უფრო მეტჯერ აღემატება დრეკადი ანგარიშით მიღებულ შედეგებს.

ცდებით მიღებული დანგრევის სქემების საფუძველზე ჩვენ მიერ მოცემულია გარსების ანგარიში ზღვრული მდგომარეობის მეთოდით [3].

ამრიგად, ზემოთ მოყვანილი ექსპერიმენტული და თეორიული მონაცემები გარსის ფაქტიურ მუშაობასა და ტვირთამტანობაზე ასახულებენ სტატიში [3] მიღებულ საანგარიშო დანგრევის სქემებს, აგრეთვე დრეკად



ნახ. 4

ფუძეზე მდებარე ფილის მიახლოებით დრეკად-პლასტიკური ანგარიშის [2] გამოყენების შესაძლებლობას გარსების მიმართ.

მოყვანილი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მცირე ფართზე განაწილებული დატვირთვებისათვის მლუნავი მომენტების მისაღებად საჭიროა არამატურის ჩაწყობა გარსის როგორც ქვემო, ისე ზემო ზედაპირზე.

გარსის ცენტრისაკენ რადიალური მლუნავი მომენტების ნიშანცვლადობა საშუალებას გვაძლევს ზედა რადიალური ლეროების ნაწილი ავლუნოთ და ქვედა ზონაში გადავიყვანოთ.

ამით მივიღებთ არამატურის ეკონომიას, ამასთანავე არამატურის აღუნული ზონები მიიღებენ განივ ძალებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 23.11.1956)
დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. З. Власов. Теория оболочек. 1949.
2. Б. Г. Коренев. О расчете неограниченной плиты, лежащей на упругом основании, с учетом пластических деформаций. Сборник трудов ЦНИПС-а. Исследование прочности, пластичности и ползучести строительных материалов. 1955.
3. Г. И. Хавалия. Расчет пологих сферических оболочек по предельному состоянию. Сообщения АН Грузинской ССР, т. XVII, № 9, 1956.

ენტომოლოგია

ბ. ლოლიძე

კომბოსტოს თავის მავნე მწერების შესწავლისათვის აღმოსავლეთ საქართველოში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 15.5.1956)

კომბოსტო ფართო მოხმარების პროდუქტია და მას მრავალნაირი გამოყენება აქვს. მისი მოსავლიანობის გადიდების საქმეში, სხვა ფაქტორებთან ერთად, თვალსაჩინო როლს ასრულებს კომბოსტოს მავნე მწერებთან ბრძოლა.

საქართველოში კომბოსტოს მავნე მწერების გამოვლინება და გამოკვლევა ძირითადად 1914 წლიდან დაიწყო. ამჟამად საქართველოში გამოვლინებულია კომბოსტოს მავნე მწერების 68 სახეობა [1, 2, 6, 7]. მიუხედავად ამისა, მრავალი მავნე მწერის ბიოლოგია ჯერ კიდევ არ არის საკმარისად შესწავლილი. ასევე არ მოგვეპოვება დაწვრილებითი ცნობები იმის შესახებ, თუ რა ზიანი მოაქვთ ამა თუ იმ მწერებს კომბოსტოსათვის თავის დახვევის ფაზაში. ამ შრომის მიზნად დავისახეთ ეს ხარვეზი ნაწილობრივ მაინც შევეცხოთ.

მასალა და მეთოდები

კომბოსტოს თავის მავნე მწერებს ვსწავლობდით 1953-56 წლების განმავლობაში. მათი სახეობრივი შედგენილობის, არელებისა და მავნეობის ზონების დასაზუსტებლად ჩავატარეთ მარშრუტული გამოკვლევები საქართველოს როგორც დაბლობ ზონაში, ისე მაღალმთიან ადგილებში. ამავე დროს ყურადღებას ვაქცევდით ცალკეული მწერის განსაკუთრებული უარყოფითი სამეურნეო მნიშვნელობის დადგენას. კერძოდ, ვრცლად შევისწავლეთ ყველაზე უფრო საშიში მავნებელი—კომბოსტოს ხვატარი (*Barathra brassicae* L.) აგრეთვე დიდი ლენტურა ხვატარი (*Tryphaena pronuba* L.) ეს უკანასკნელი კომბოსტოს თავის ახლადგამოვლინებული მავნებელია საქართველოს პირობებში. სათანადო ცდები და დაკვირვებები ჩავატარეთ როგორც ლაბორატორიულ პირობებში (საქართველოს მცენარეთა დაცვისა და სას.-სამეურნეო ინსტიტუტებში), ისე საცდელ ნაკვეთებზე (საქართველოს სას.-სამ. ინსტიტუტის თბილისის სასწავლო მეურნეობაში, თბილისის აგრობიოლოგიურ სადგურში, დმანისის რაიონის სოფ. ორზუმანში, კასპის რაიონის სოფ. ივოეთში და სხვა).

ბრძოლის ღონისძიების დაზუსტების მიზნით კომბოსტოს ხვატარის საწინააღმდეგო აგროტექნიკური ხასიათის საშუალებებიდან დადგენილ იქნა ნიადაგის მორწყვის ვადები, სარეველებთან ბრძოლის მნიშვნელობა, ნიადაგის დამუშავების წესები; ქიმიური ღონისძიებებიდან კი ლაბორატორიულ და საველე პირო-

ბებში გამოცდილ იქნა დღტ-ს, ჰექსაქლორანის, თიოფოსის, ნიკოტინსულფატი-სა და სხვა პრეპარატები.

კომბოსტოს თავის მავნე ნეკროზოზაუნი სახეობრივი შედეგნილოზა

1953-1956 წლების განმავლობაში ჩატარებული დაკვირვებებისა და ცდების შედეგად დადგინდ იქნა, რომ თავის ახვევის ფაზაში კომბოსტოს აზიანებენ მავნე მწერების შემდეგი სახეობები

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. <i>Brevicoryne brassicae</i> L. | —კომბოსტოს ბუგრი; |
| 2—4. <i>Eurydemo ornata</i> L. | } —კომბოსტოს ჯვაროსანთა ბაღლინჯოები; |
| <i>Eur. festiva</i> L. | |
| <i>Eur. fieberi</i> Scop. | |
| 5—7. <i>Pyllatrete atra</i> F. | } —ჯვაროსანთა რწყილები; |
| <i>Py. nigripes</i> F. | |
| <i>Py. vitata</i> F. | |
| 8. <i>Athalia colibri</i> Christ. | —რაფსის მგერხავა; |
| 9. <i>Plutella maculipennis</i> Curt. | —კომბოსტოს ჩრჩილი; |
| 10. <i>Pieris rapae</i> L. | —თაღამის თეთრულა; |
| 11. <i>P. napi</i> L. | —თაღამურას თეთრულა; |
| 12. <i>Barathra brassicae</i> L. | —კომბოსტოს ხვატარი; |
| 13. <i>Agrotis Segetum</i> Schiff. | —შემოდგომის პურეულის ხვატარი; |
| 14. <i>Tryphaena pronuba</i> L. | —დიდი ლენტურა ხვატარი; |
| 15. <i>Mesographe forficalis</i> L. | —კომბოსტოს ალურა; |
| 16. <i>Chorthophila brassicae</i> Bouche. | —კომბოსტოს ბუზი; |
| 17. <i>Muscina stabulans</i> Flln. | —ბინის ბუზი; |
| 18. <i>Mus. assimilis</i> Flln. | |

ამ სახეობებიდან მავნეობის თვალსაზრისით ყველაზე დიდი უარყოფითი მნიშვნელობა აქვთ კომბოსტოს ბუგრს, თაღამის თეთრულას, კომბოსტოს ჩრჩილს, კომბოსტოს ხვატარსა და დიდ ლენტურა ხვატარს. ვინაიდან პირველი სამი სახეობა საქართველოს პირობებში შედარებით უკეთესადაა შესწავლილი, ამიტომ ქვემოთ მოგვყავს უკანასკნელი ორი სახეობის შესახებ ჩვენი გამოკვლევების შედეგები.

1. კომბოსტოს ხვატარი

საქართველოსთვის ეს მავნეებელი პირველად მოხსენებული ჰყავს ვინოგრადოვს (1870 წ.) მანკლისში. ჩვენში ამ მავნებლის გავრცელებას აგრეთვე აღნიშნავდნენ ბ. უვაროვი [5], რ. სავენკო [4], ეკ. ჭიბერაშვილი [8] და სხვ.

ჩვენ ეს მწერი გვხვდებოდა საქართველოს ყველა დაბლობ ზონაში, აგრეთვე ჯავის (1324 მ. ზღ. დ.), წალკის (1464 მ), ბოგდანოვკის (2077 მ), ახალქალაქის

(1717 მ), თეთრიწყაროს (1143 მ), ხულოს (934 მ), ბორჯომის (ბაკურიანი—1703 მ, წაღვერი—1026 მ) რაიონების მაღალმთიან ზონებში.

კომბოსტოს ზვატარი ძლიერ აზიანებს კომბოსტოს თავის ახვევის ფაზაში, ხოლო ყვავილვან კომბოსტოს—ყვავილობის პერიოდში. ამ დროს მისი მატლები ძვრებიან მცენარის შიგნითა ნაწილში და იკვებებიან ფოთლებითა და მისი საზრდელი კვირტით, აგრეთვე ღეროს წვეროს ნორჩი ნაწილით. ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდებითა და დაკვირვებებით დადგინოდა, რომ, თუ ერთ მცენარეზე 4-10 მატლია, ასეთი მცენარე თავს ვერ იკეთებს. ამავე დროს ხშირად მცენარეზე გვხვდებოდა უკანასკნელი ხნოვანების 45-58 ცალამდე მატლი (მაგალითად, დმანისში, კასპში), რის გამოც ზოგიერთი მცენარიდან მარტო მურკები იყო დარჩენილი. თავახვეული კომბოსტო საგრძნობლად ზიანდება აგრეთვე ტექნიკურ სიმწიფეში. აქ ზვატარი აკეთებს სხვადასხვა მიმართულების ხვრელებს, აგრეთვე სვრის ფოთლებს ექსკრემენტებით. ასეთი დაზიანების გამო მოსავლის ხარისხი საგრძნობლად უარესდება და პროდუქცია შესანახადაც უვარგისია, ვინაიდან მალე ლბება.

2. დიდი ლენტურა ზვატარი

ეს სახეობა მსოფლიოს ყველა ნაწილშია გავრცელებული (9). ჩვენ მიერ იგი საქართველოსათვის პირველად 1954 წელს იქნა აღნიშნული კომბოსტოზე თბილისის გარეუბნის, გარდაბნის, კასპის, გორის და სხვა რაიონებში.

დიდი ლენტურა ზვატარისა და კომბოსტოს ზვატარის მიერ გამოწვეული დაზიანება თავისი ხასიათით ძლიერ წააგავს ერთმანეთს. ამ მავნებლის მიერ გამოწვეული ზარალი სხვა მავნებლების მიერ გამოწვეულ ზარალთან შედარებით მცირეა, რაც მავნებლის რიცხობრივი სიმცირით უნდა აიხსნას; მასობრივი გამრავლების დროს მას გაცილებით მეტი ზიანის მოტანა შეუძლია, როგორც ეს მოხდა 1955 წელს.

კომბოსტოს თავის მანვე მწერების უმთავრეს სახეობათა ბიოლოგიის ძირითადი მომენტები

1. კომბოსტოს ზვატარი

ამ მავნებლის მკვებავ მცენარეებად ლიტერატურულ წყაროებში [3, 8] დასახელებულია მცენარეთა 17 სახეობა. ჩვენი მონაცემების მიხედვით, კომბოსტოს ზვატარის საკვები მცენარეები შეიძლება სამ ჯგუფად დავეყოთ იმისდა მიხედვით, თუ რომელ მათგანს უფრო ეტანება მავნებელი (იხ. ცხრილი 1).

1 ცხრილის მიხედვით თუ ვიმსჯელებთ, მავნებლის მიმზიდველ საკვებს განსაკუთრებით 7 სახეობა წარმოადგენს (მათზე მავნებელი უფრო მეტი რაოდენობით გვხვდება). მავნებლის შედარებით ნორმალურ საკვებს ეკუთვნის 6 სახეობა (მავნებელი ნორმალურად იკვებება, მაგრამ ამ სახეობებზე იგი მცირე რაოდენობით გვხვდება). ხოლო მავნებელი იძულებით გვხვდება მცენარის 8 სახეობაზე (მისაღები საკვების უქონლობის დროს).

ცხრილი 1

კომბოსტოს ხვატარის საკვები მცენარეების დაჯგუფება

განსაკუთრებით მიმზიდველი	შედარებით ნორმალური	ძილუბითი
1. კომბოსტოს ყველა ჯიშის — <i>Brassica</i> sp.	1. ცერცივი — <i>Vicia faba</i> L.	1. მსხალი — <i>Pyrus</i> sp.
2. ბოლოკი — <i>Raphanus Sativum</i> L.	2. ლობიო — <i>Phaseolus</i> sp.	2. ვაშლი — <i>Malus domestica</i> Borkh.
3. ბოლოკა — <i>Rapistrum rugosum</i> L.	3. სოია — <i>Glicine hispida</i> Maxim	3. ვაზი — <i>Vitis</i> sp.
4. სალათა — <i>Lactuca sativa</i> L.	4. ყაყარა — <i>Papaver</i> sp.	4. კარტოფილი — <i>Solanum tuberosum</i> L.
5. ჭარხალი — <i>Beta Vulgaris</i> L.	5. მზესუმზირა — <i>Helianthus annuus</i> L.	5. თამბაქო — <i>Nicotiana</i> sp.
6. ნაცარქათამა — <i>Chenopodium album</i> L.	6. ხაზვი — <i>Allium cepa</i> L.	6. პომიდორი — <i>Lycopersicon-masculentum</i> mill.
7. თუთა — <i>Morus</i> sp.		7. სიმინდი — <i>Zeamays</i> L.
		8. ხორბალი — <i>Triticum</i> sp.

მარტო ამ სიით არ ამოიწურება კომბოსტოს ხვატარის მკვებავი მცენარეები საქართველოს პირობებში, ამიტომ ამ მიმართულებით გამოკვლევები უნდა გაგრძელდეს.

ქვემოთ მოგვყავს ზოგიერთი მცენარით კომბოსტოს ხვატარის მატლების გამოკვების შედეგები (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

სხვადასხვა მცენარით კვების გავლენა კომბოსტოს მატლების სიცოცხლის უნარიანობაზე

საკვები მცენარე	მატლების დაღუპვის %	შენიშვნა
1. კომბოსტო	17	მატლების უმრავლესობა (75—85%) იღუპებოდა უკანასკნელ ორ ასაკში
2. ბოლოკა	28	
3. ნაცარქათამა	56	
4. თუთა	62	
5. ჭარხალი	74	
6. სიმინდი	100	

მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ მატლების განვითარება დიდადაა დამოკიდებული საკვებზე. თუ ერთმანეთს შევედარებთ პირველი და მეორე ცხრილების მონაცემებს, დაინახავთ, რომ განსაკუთრებით მიმზიდველი საკვებიც კი, როგორცაა თუთა და ნაცარქათამა, ბიოლოგიური თვალსაზრისით ამ მკვებლის მეორეხარისხოვანი საკვებია (იხიცემა 56%—62%) იმ დროს, როცა კომბოსტოსა და ბოლოკაზე დაღუპვის პროცენტი 17-28-ით განისაზღვრება. ამგვარად, კომბოსტოს ხვატარის საკვები მცენარეებიდან ძირითადად მხოლოდ ჯვაროსნები უნდა ჩაითვალოს. მცენარეების დანარჩენი სახეობები, რომლებიც ჩამოთვლილია 1 ცხრილის პირველ და მეორე სვეტში, მეორეხარისხოვან საკვებს წარმოადგენს.

გ ა ნ ვ ი თ ა რ ე ბ ი ს ც ი კ ლ ი. კომბოსტოს ხვატარის განვითარების ციკლი სქემატურად ასე გამოიხატება: ქართლის დაბლობ ზონაში იგი წელიწადში იძლევა სამ გენერაციას. პირველი გენერაციის პეპლები გამოფრენას იწყებენ აპრილის ბოლო რიცხვებიდან, მეორისა—ივლისის ბოლო დეკადაში, მესამისა კი—სექტემბრის მეორე ნახევრიდან. მთიან ზონებში (დმანისი, წალკა, თეთრა წყარო და სხვა) კომბოსტოს ხვატარი მხოლოდ ორი თაობის მოცემას ასწრებს. კომბოსტოს ხვატარის ჭუპრი ზამთრობს ნიადაგში, 1-12 სმ-ის სიღრმეზე მატლის მიერ მიწის ნაწილაკებისაგან გაკეთებულ აკვანში. მოზამთრე ჭუპრებიდან პეპლების გამოფრენა ერთ თვეზე მეტ ხანს ჭიანურდება, შემდგომი თაობებისა კი 15 დღის განმავლობაში გამოფრინდება.

პეპლები დამატებით საკვებად ღებულობენ ნექტარსა და წყალს, თუმცა მათ ამის გარეშეც შეუძლიათ მოგვეცნენ სასქესო პროდუქცია. პეპლობა იწყება გამოფრენიდან 2-4 დღის შემდეგ. განაყოფიერების მეორე დღეს (ზოგჯერ იმავე დღესაც) დედალი კვერცხებს დებს. პეპელა მათ ათავსებს მომეტებულად საკვები მცენარეების ფოთლებზე, ქვედა მხრიდან. კვერცხებს დებს ჯგუფურად (9-216 ცალს). ერთ დედალს საშუალოდ შეუძლია დადოს 615 კვერცხი (მაქსიმუმი 2106). კვერცხებიდან მატლების გამოჩეკა იწყება 4-9 დღეში. მატლს აქვს ექვსი ხნოვანება. უკანასკნელი ხნოვანების მატლები ძვრებიან დახვეულ თავში და შიგნითა ფოთლებით იკვებებიან.

მატლებს მესამე ასაკიდან ახასიათებს სხვადასხვა სახის შეფერვა (მწვანე, მოყავისფრო, მოშაო, ნაცრისფერი და სხვა). ფერების ყველა ეს ვარიაცია უკანასკნელ ხნოვანებაში მურა ფერში გადადის. ბუნებრივ პირობებში მატლები 24-32 დღეში ამთავრებენ განვითარებას.

კომბოსტოს ხვატარის ბიოლოგიაში საინტერესო მოვლენას წარმოადგენს ჭუპრების დიაპაუზაში გადასვლა. ამ მოვლენის მიზეზი საბოლოოდ ჯერ კიდევ არაა დაზუსტებული. დიაპაუზაში ვარდება პირველი გენერაციის ჭუპრების 22-32%, მეორე გენერაციის 45-60%, ხოლო მესამე გენერაციის ჭუპრები ჩვენს პირობებში 100%-ით იზამთრებენ.

დიაპაუზაში გადასული ზაფხულის ჭუპრების უმრავლესობა პეპლებს მხოლოდ მეორე წლის გაზაფხულზე იძლევა. ამავე დროს მათი 90-95% დედლებია. ამგვარად, დიაპაუზის ხანგრძლივობა ჩვენს პირობებში 8-13 თვემდე მირყობს. შემჩნეულია ისიც, რომ პირველი თაობის შემთხვევაში დიაპაუზაში გადასული ჭუპრების 25-35% პეპლებს იძლევა იმავე წლის ზაფხულის დამლევისთვის (აგვისტო), რაც განვითარების საერთო ციკლის მესამე გენერაციას ემთხვევა.

თუ მხედველობაში მივიღებთ აღნიშნულ მოვლენას, მაშინ შეიძლება ვიფიქროთ, რომ პეპლების გაჭიანურებით გამოსვლა განსაკუთრებით გაზაფხულისა და შემდგომი გენერაციების შემთხვევაში გამოწვეული უნდა იყოს (სხვა ფაქტორებთან ერთად) ჭუპრების დიაპაუზაში ყოფნის სხვადასხვა ხანგრძლივობით.

ჩვენ დაწვრილებით შევისწავლეთ კომბოსტოს ხვატარის განვითარების სხვადასხვა ფაზაზე ტემპერატურის, შეფარდებითი ტენიანობის, კვების, მზის რადიაციისა და სხვა ფაქტორების მოქმედება. მიღებული შედეგები გამოქვეყნებულ იქნება ცალკე, ახლა მოვიყვანთ მხოლოდ ზოგიერთ ცნობას ნიადაგის როლის შესახებ მავნებლის დაქუპრების საქმეში.

გამოირკვა, რომ თიხნარ ნიადაგში ქუპრები განლაგებულია 1-9 სმ-ზე, მაგრამ უფრო მეტი რაოდენობით (54%) გვხვდება იგი 4-სმ-ის სიღრმეზე. საბოსტნე, გაპატივებულ ნიადაგში ისინი აღმოჩნდნენ 1-15 სმ-ის სიღრმეზე, დიდი რაოდენობით კი (43%) 7-სმ-ის სიღრმეზე. აღსანიშნავია ისიც, რომ სიღნარში დაქუპრებას ჩვეულებრივ ადგილი აქვს 4-21 სმ-ის სიღრმის ფარგლებში. ნიადაგში ქუპრების ამგვარი განლაგება დამოკიდებულია დაქუპრების მომენტში ნიადაგში ტენის რაოდენობაზე; მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობას. დაქუპრების წინ მიწის ნაწილაკებისაგან მატლები ქუპრის აკვნას ამზადებენ.

2. დიდი ლენტურა ხვატარი

ეს სახეობა უცხოურ ლიტერატურაში [9] ცნობილია როგორც ვაზის, კარტოფილისა და ბოსტნის მავნებელი. მიუხედავად ამისა, მისი ბიოლოგია დღემდე არ არის შესწავლილი. საქართველოს პირობებში ის კომბოსტოს გარდა აზიანებს ჭარხალს, სალათას, ხახვს; სხვა კულტურებზე იგი არ შეგვიმჩნევია.

დიდი ლენტურა ხვატარი საქართველოს პირობებში ზამთრობს ქუპრისა და უკანასკნელი ხნოვანების მატლის სახით მიწის ნაწილაკებისაგან გაკეთებულ აკვანში. ზაფხულზე პეპლების გამოფრენა საველე პირობებში 1955 წელს მაისის შუა რიცხვებიდან დაიწყო, ლაბორატორიულ პირობებში კი—აპრილის პირველი დეკადიდან, როცა ჰაერის ტემპერატურა საშუალოდ 16,5-18⁰-ის ფარგლებში მერყეობს. მეორე თაობის პეპლების ფრენა აგვისტოს ბოლო რიცხვებიდან მიმდინარეობდა.

ამგვარად, ეს მავნებელი ჩვენში ორი თაობის მოცემას ასწრებს. მისი კვერცხების პროდუქცია 370-886 ცალს აღწევს. თუმცა კვერცხების დების დამთავრების შემდეგ პეპლების საკვერცხეებში კიდევ აღმოჩნდა დაუღებელი 135—475 ცალი კვერცხი. ჩვენი დაკვირვებით, ეს მავნებელი კვერცხებს რიგობად დებს ნაცარქათამაზე, სიმინდის ღეროზე და ფოთლებზე და სხვაზე, უფრო ხშირად ნიადაგის ახლოს.

კვერცხების დება ლაბორატორიულ პირობებში 6-8 დღეს გაქიანურდა. ჩანასახის განვითარების ხანგრძლივობა, როცა ჰაერის ტემპერატურა 21,6-23,2⁰-ს უდრიდა, 5-9 დღეს გრძელდებოდა. მატლების განვითარება 38—49 დღეს მიმდინარეობდა; იმ დროს ტემპერატურა ლაბორატორიაში 22,6—23,2⁰-ის ფარგლებში მერყეობდა. მატლები აქტიურნი აღმოჩნდნენ დილისა და საღამოს საათებში, ხოლო დაქუპრების წინ ისინი დღისითაც აქტიურნი იყვნენ და ნია-

დაგში ჩასვლამდე საკმაო მანძილს გადაიძინებ. ნიადაგში დატუპრება ხდება 5-12 და ზოგჯერ 21 სმ-ის სიღრმეზე.

ბირეული თაობის კუპრის ფაზა ლაბორატორიაში 23-34 დღეს გრძელდებოდა. დიდი ლენტურა ზეატარის პეპლები ღამით აქტიურობენ (საღამოს 9-10 საათიდან). ამ დროს მათ კარგად იზიდავს სინათლის წყარო. დღისით ისინი მყოფრო და ბნელ ადგილებში იმალებიან.

კომბოსტოს ხმატართან ბრძოლის ღონისძიებანი

აგროტექნიკური ღონისძიებებიდან კარგი შედეგი მივიღეთ ნიადაგში მატლების გადასვლის შემდეგ მორწყვით. ამ დროს ნიადაგში ახლადჩასული მატლების 58-65% დაიღუპა. გადარჩენილი მატლები მორწყულ ნიადაგში ღრმად ვერ ჩადიან და ზედაპირის ახლოს იტუპრებიან. ასეთი ტუპრები ნიადაგის აჩენვითაც ზედაპირზე ამოიყრება და მალე იღუპებიან ზაფხულში მზის რადიაციის, ხოლო ზამთარში ყინვების გავლენით. ეფექტური ღონისძიება აღმოჩნდა აგრეთვე სარეველების (განსაკუთრებით ნაცარქათამასა და ბოლოკას) მოსპობა. ეს მცენარეები მატლისა და შემდეგ მისი პეპლების საყვარელ საკვებს წარმოადგენენ.

ქიმიური საშუალებებიდან განსაკუთრებით მიზანშეწონილი აღმოჩნდა ჰექსაქლორანისა და დდტ-ს ფხვნილების შეფრქვევა (ნორმა 30 კგ ჰექტარზე). ცდები ჩატარდა კომბოსტოს თავის ახვევის პერიოდში როგორც ლაბორატორიაში, ისე მინდვრად. ცდამი აღირიცხებოდა 100-100 მატლი თითოეული ვარიანტიდან. შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 4

დდტ-ს და ჰექსაქლორანის ფხვნილების შეფრქვევის მოქმედება კომბოსტოს ზეატარის მატლებზე

მატლების გადასმის დრო	მატლების სიკვდილიანობა %-ით											
	ლაბორატორიაში						მ ი ნ დ ვ რ ა დ					
	დდტ			ჰექსაქლორანი			დდტ			ჰექსაქლორანი		
	24 საათ. შემ.	48 საათ. შემ.	72 საათ. შემ.	24 საათ. შემ.	48 საათ. შემ.	72 საათ. შემ.	24 საათ. შემ.	48 საათ. შემ.	72 საათ. შემ.	24 საათ. შემ.	48 საათ. შემ.	72 საათ. შემ.
შეფრქვევისთანავე	36	69	78	44	72	87	28	48	60	16	67	78
შეფრქვევის მეხუთე დღეს	32	47	49	31	56	63	12	15	17	22	34	38
შეფრქვევის მეათე დღეს	27	37	44	25	43	49	4	11	13	7	15	21

შენიშვნა: მინდვრად ჩატარებული ცდების აღრიცხვის პერიოდში ნალექები არ ყოფილა.

მე-3 ცხრილიდან ირკვევა, რომ მინდვრის პირობებში ჰექსაქლორანის ფხვნილი უფრო ტოქსიკურია კომბოსტოს ხვატარის მატლების მიმართ, ვიდრე დღტ მიუხედავად იმისა, რომ ლაბორატორიაში ორივე ინსექტიციდი თითქმის ერთსა და იმავე შედეგს იძლევა. აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ მინდვრის პირობებში დღტ-ს და ჰექსაქლორანის ტოქსიკურობა ლაბორატორიულთან შედარებით უფრო სწრაფად ეცემა, მაგრამ ეს მოსალოდნელიც იყო, ვინაიდან ამ შემთხვევაში გავლენას ახდენს მზის რადიაცია, ტემპერატურა და სხვა გარემო ფაქტორები. ამგვარად, კომბოსტოს ხვატარის მატლების წინააღმდეგ ბრძოლაში უპირატესობა უნდა მიეცეს ჰექსაქლორანის პრეპარატებს, მით უმეტეს, რომ როგორც ჩვენ შევამჩნიეთ, იგი დამაფრთხობლად მოქმედებს თეთრულების პეპლებზე და მათ მატლებსაც ხოცავს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 მცენარეთა და ცევის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 19.6.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. Н. Богданов-Катков. Энтомологические экскурсии на огороды и бахчи. Сельскохозяйств. М., 1932.
2. Г. Я. Бей-Биенко и др. Сельскохозяйственная энтомология. Сельхозгиз. М.—Л., 1955.
3. И. В. Кожанчиков. Об условиях перехода капустной совки (*Barathra brassicae* L.) на питание новыми растениями. Доклады АН СССР, том XXIII, № 2, 1950.
4. Р. Ф. Совенко. Перечень вредителей сельскохозяйственных культур ЗСФС, часть I, Беспозвоночные. Тбилиси, 1935.
5. Б. П. Уваров. Обзор вредителей сельскохозяйственных растений Тифлисской и Ереванской губернии за 1916—1922 гг. Тифлис, 1918.
6. В. И. Щеголев. *Noctuidae*, вредящие техническим культурам на Северном Кавказе. Защита растений от вредителей, т. VI, № 3—4, Л., 1929.
7. ნ. ალექსიძე. ბოსტან-ბაღის მავნებლები. სახელგამი, თბილისი, 1937.
8. ე. კიბრაშვილი. მასალები კომბოსტოს მავნე ენტომოფაუნის შესწავლისათვის საქართველოში. სტალინის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. XXIX, 1946.
9. Paul Sorauer Handbuch der pflanzenkrankheiten, Band IV, 2, Lieferund, 1953.



ზოოლოგია

ა. პატარიძე

ოლიგოხეტას ახალი სახეობა—*Nais iorensis*—მდინარე იორიდან

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ფ. ზაიცემა 16.5.1956)

თბილისის წყალსაცავისა და მდინარე იორის ოლიგოხეტების შესწავლისას ჩვენ ვიპოვეთ ოლიგოხეტას ერთი ფორმა, რომელიც განსხვავდება დღემდე ცნობილი სახეობებისაგან. აღნიშნული ფორმა აღვწერეთ როგორც ახალი სახეობა—*Nais iorensis* sp. nov. (მასალა დავაფიქსირეთ 2% იანი ფორმალინით)⁽¹⁾.

Nais iorensis Pataridze sp. nov.

სხეულის სიგრძე—1,5—2 მმ, სიგანე სარტყლის არეში—171—266 μ . სეგმენტების რაოდენობა—16—24; თავის ფრთეული განიერი და მომრგვალებულია. მისი სიგრძე თითქმის 1,5-ჯერ მოკლეა მისი ფუძის სიგანეზე. თვალები აქვს. ნაწლავი ფართოვდება თანდათანობით, განსაკუთრებით კი VI—VII სეგმენტების არეში.

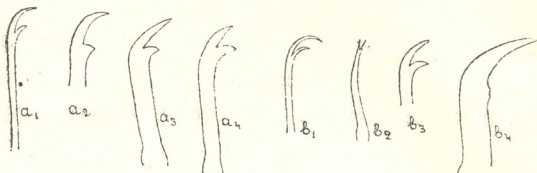
მუცლის II—V სეგმენტების ჯაგრების თითოეულ კონაში 5—6 ჯაგარია, მათი სიგრძე აღწევს 88—110 μ , სიშსხო—2 μ . ამ ჯაგრების დისტალური კბილები 2,5-ჯერ უფრო გრძელია პროქსიმალურზე, ამავე დროს იგი ძლიერ მოხრილია ისე, რომ წარმოქმნის წრეხაზის 1/4-ს (სურ. 3, c_1). ნოდულუსი მოთავსებულია ჯაგრის პროქსიმალური ბოლოდან სიგრძის 1/3 — 1/4 ნაწილზე.

მუცლის ჯაგრის კონები, დაწყებული VI სეგმენტიდან სხეულის ბოლომდე შეიცავენ 2—3 ჯაგარს. მათი სიგრძე VI სეგმენტში 74—91,2 μ , ხოლო სიშსხო 3,8—5,7 μ უდრის; VII—XI სეგმენტებში არის გიგანტური ჯაგრები, სიგრძით 83—102 μ , სიშსხოთი 7,6 μ . XI სეგმენტის შემდეგ მუცლის ჯაგრები უცბად წვრილდება, თანდათანობით კლებულობს სიგრძეში 45 μ -მდე, ხოლო მათი სიშსხო (4 μ) უცვლელი რჩება.

მუცლის VI—XXIV სეგმენტების ჯაგრების დისტალური კბილები უფრო გრძელია პროქსიმალურზე (3—4-ჯერ). დისტალური კბილების სიშსხო ფუძესთან აღწევს 3—5,5 μ -ს, ნოდულუსი მოთავსებულია ჯაგრების

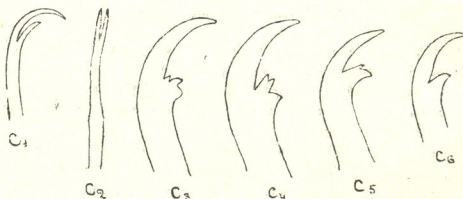
(¹ მასალა გარკვეულ იქნა მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზოოლოგიის მუზეუმში უფროსი მეცნიერ თანამშრომლის ნ. ს. ოკოლსკაიას ხელმძღვანელობით.

დისტალური ბოლოდან 1/3 ნაწილზე. (VI) VII—XV სეგმენტების მუცლის ჯაგრები პროქსიმალურ და დისტალურ კბილებს შორის შეიცავს 1—2 სხვა-



სურ. 1. *Nais bretscherei* Mich. მუცლის ჯაგრები: a_1 —II სეგმენტიდან; a_2 —VI სეგმენტიდან; a_3 —VIII სეგმენტიდან; a_4 —XV სეგმენტიდან; 1000 X. (Sperber-ის მიხედვით, 1952)

სურ. 2. *Nais bretscherei* Mich. მუცლის ჯაგრები: b_1 —II სეგმენტიდან; b_2 —VI სეგმენტიდან; b_3 —VIII სეგმენტიდან; b_4 —ნემსისებრი ჯაგარი VI სეგმენტიდან. (Piguet-ის მიხედვით, 1966. გადიდება არაა მოცემული)



სურ. 3. *Nais iorensis* Pataridze sp. nov. მუცლის ჯაგრები: c_1 —II სეგმენტიდან; c_2 —VI სეგმენტიდან; c_3 —VIII სეგმენტიდან; c_4 —XV სეგმენტიდან; c_5 —ნორმალური ჯაგარი XXIV სეგმენტიდან; c_6 —ნემსისებრი ჯაგარი VI სეგმენტიდან. 1233 X

დასხვა ფორმის კბილებს (სურ. 3, c_3 , c_4 , c_5)⁽¹⁾. სხეულის ბოლო სეგმენტების მუცლის ჯაგრები არ შეიცავს დამატებით კბილაკებს (სურ. 3, c_6).

ზურგის ჯაგრები იწყება VI სეგმენტიდან და თითოეული კონა შეიცავს 1 თმისებრ და 1—2 ნემსისებრ ჯაგარს. თმისებრი ჯაგარი სწორი, სადა, მოკლე და წვრილია; მისი სიგრძე 152—172 μ , ე. ი. ცოტათი მცირეა სხეულის სიგანეზე; ნემსისებრი ჯაგრები სიგრძით აღწევს 66,8—76 μ , გაორკაპებულია წვერში, რომლის კბილები გრძელი და პარალელურია (სურ. 3, c_2).

(¹ ჩვენ მიერ მოზოფეული 5 ეგზემპლარიდან 2 ეგზემპლარის VI სეგმენტის ჯაგრებს არ ჰქონდა დამატებითი კბილაკები.)

ნოდულუსი მოთავსებულია ჯაგრების დისტალური ბოლოდან 1/3 ნაწილზე-
თმისებრი ჯაგრები ნემსისებრ ჯაგრებზე გრძელია 2—2,8-ჯერ.

ზემოთ აღწერილი სახეობა ნაპოვნია (5 ეგზემპლარი) 1953 წლის 19
მაისს მდინარე იორის შუა დინებაში, სოფელ პალდოსთან (აღმოსავლეთ სა-
ქართველო). აღებულია 5—50 სმ სიღრმიდან; გრუნტი-შავი ლამი მრავალ-
რიცხოვანი წვრილი მცენარეული ნარჩენებით; წყლის $t^{\circ} 17^{\circ} C$.

ეს სახეობა ყველაზე უფრო ახლოს არის ე. პიგეს (E. Piguet, 1906) და
ქრ. სპერბერის (Ch. Sperber, 1952) მიერ ხელშეორედ აღწერილ *Nais bret-
scheri* Mich.-თან, რომლისაგანაც შემდეგი ნიშნებით განსხვავდება: 1. ზურვის-
ნემსისებრი ჯაგრების დისტალური ბოლოს ღრმად გაორკაპებით; 2. (VI)
VII—XV სეგმენტების მუცლის ჯაგრებზე დამატებითი კბილაკების არსებო-
ბით (სურ. 3, c_3 , c_4 , c_5); 3. სხეულის უკანა ნაწილის მუცლის ჯაგრების
დისტალური კბილების მეტი სიგრძით (3—4-ჯერ გრძელია იმავე ჯაგრის
პროქსიმალურ კბილთან შედარებით).

ამ განსხვავებული ნიშნების საფუძველზე შესაძლებლად მიგვაჩნია ჩვენ
მიერ აღწერილი ფორმა გამოეყოთ როგორც ახალი სახეობა და ვუწოდოთ
მას *Nais iorensis Pataridze* sp. nov.—მისი პოვნის ადგილის (მდინარე იორის)
აღსანიშნავად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 16.5.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Emile Piguet. Observation: sur les Naididae et revision systematique de
quelques espèces de cette famille (Dissertation). Rev. suisse Zool., vol. 14. Genève.
1906.
2. Christina Sperber. A guide for the determination of European Naididae.
Zoologiska bidrag. Band, XXIX, Uppsala, 1952.



მასპერმენტული მიღწინა

ბ. ბოგორიშვილი

**მოტენილობის შეზღუდვის პროცესის წომავლი პათოლოგიური-
ანატომიური დახასიათება კვებისა და თავდაცვის
რეფლექსების შეჯახების პირობებში**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვლ. ჟღენტმა 8.10.1956)

პერიფერიული ნერვული სისტემის გავლენას ძვლის მოტეხილობის შეზრდაზე მრავალი ავტორი სწავლობდა.

ძვლის ქსოვილის რეგენერაციულ პროცესებზე ცენტრალური ნერვული სისტემის უმაღლესი ნაწილების გავლენის საკითხი ექსპერიმენტულად დღემდე გადაუწყვეტელია.

ამასთან ერთად ი. პავლოვის, მისი მოწაფეებისა და მიმდევრების შრომებით გამოკვლეულია, რომ ცენტრალური ნერვული სისტემის უმაღლესი ნაწილების ფუნქციური დასუსტების დროს ვითარდება შინაგან ორგანოთა მოქმედებისა და სასიცოცხლო ფუნქციების მოშლა. მიუხედავად ამისა, დღემდე ღიად რჩება ცენტრალური ნერვული სისტემის უმაღლესი ნაწილების მოშლილი ფუნქციის გავლენის საკითხი ძვლის ქსოვილის რეგენერაციულ პროცესებზე.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვევსო ეს ხარვეზი და შეგვესწავლა ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის მნიშვნელობა ძვლის კორძის განვითარებაზე

ჩვენ მიერ გამოყენებული ზემოქმედება ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე კვებისა და თავდაცვის რეაქციის შეჯახებაში მდგომარეობდა.

მასალა და მეთოდიკა

გამოკვლევა ჩატარეთ 73 კურდღელზე, 16 კატასა და 5 ძაღლზე. ცდისათვის გამოვიყენეთ დაახლოებით ერთი წლის კურდღლები, წონით საშუალოდ 1,5—2 კგ, 3—5 წლის ასაკის უბრალო ჯიშის ძაღლები და შედარებით ახალგაზრდა კატები. საკონტროლო და საცდელ ცხოველებს ერთნაირად ვკვებავდით. სულ ჩატარდა ცდების სამი სერია.

1 სერიის ცდებში შეისწავლებოდა მოტეხილობის შეზრდა საკონტროლო ჯგუფის ცხოველებში (16 კურდღელი, 2 კატა, 2 ძაღლი).

კურდღლებს მარჯვენა იდაყვის ძვლის მოტეხა მორფიუმ-ეთერის ნარკოზით ჩავატარეთ ასეპტიკურ პირობებში. განაკვეთი ტარდებოდა იდაყვის ძვლის გარეთა ზედაპირზე. იდაყვის ძვლის შუა მესამედში გატეხას ან რეზექციას ვაკეთებდით ლისტონის პატარა მაკრატლით.

კატებსა და ძაღლებს უუხერხავდით მარჯვენა სხივის ძვალს შუა მესამედში. კატებს ოპერაციას ვუკეთებდით ჰექსენოსტაპის ხსნარის ნარკოზით, ხოლო ძაღლებს — მორფიუმ-ეთერის ნარკოზით. ამ სერიის ცდებში ჩავატარეთ სპეციალური საკონტროლო დაკვირვება: ცხოველებზე ოპერაციამდე 1—2-ჯერ ვმოქმედებდით ელდენით. ასეთსავე ზემოქმედებას ელდენით ვახდენდით ოპერაციის შემდეგაც (3—6 ვოლტის ძაბვის ელდენი კურდღლებისათვის, 4—8 ვოლტის ძაბვისა — კატებისათვის და 8—12 ძაბვისა — ძაღლებისათვის).

II სერიის ცდებში იდაყვის ძვლის (2 კურდღელი) ან სხვიის ძვლის გატეხას (10 კატა და 3 ძაღლი) ზუსტად იმგვარადვე ვაწარმოებდით როგორც I სერიის ცდებში.

ცენტრალური ნერვული სისტემის უმაღლესი ნაწილების ფუნქციის მოშლისათვის II სერიის ცდებში ცხოველებს უტარდებოდათ კვერისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჩახება. რამდენიმე დღით ადრე ძვლის დაზიანებამდე და რამდენჯერმე ოპერაციის შემდეგ (თუ ხანგრძლივად ტარდებოდა ცხოველებზე დაკვირვება).

რეფლექსების შეჩახების ტექნიკა კურდღლებზე შემდეგში მდგომარეობდა: მშიერ კურდღელს, რომელსაც მიმაგრებული ჰქონდა ელექტროდები, ვაძლევდით სტაფილოს (ჭარხალთან ერთად). როგორც კი იწყებდა კურდღელი ჭამას, მაშინვე ვიწვევდით ცხოველის გალიზიანებას 3—6 ვოლტის ძაბვის ელდენით.

ცალკეულ ცდებში რამდენჯერმე გამოვიყენეთ მაგნიუმის ან ბენზინის აფეთქება, ან კიდევ 500-სანთლიანი მქრქალი ელნათურა ავანთით ჭამის დროს. ზოგიერთ შემთხვევაში კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჩახებას ვიწვევდით იმგვარად, რომ გალიაში მყოფ მშიერ კურდღელთან, რომელიც ეს-ეს იყო იწყებდა ჭამას, თოკით მიუშვებდით ძაღლს; ძაღლი ყეფით მიგარდებოდა ცხოველს, რაც იწვევდა კურდღლის ზედმიწევნით ძლიერ აგზნებას. ასეთი ცდების შემდეგ საცდელი ცხოველები სავსებით იცვლიდნენ ქცევას. ისინი ხდებოდნენ მშობარა, ადვილად აგზნებადი, ხშირად არ იღებდნენ საკვებს თასიდან, გალიის იატაკიდან კი ხარბად იღებდნენ საკვებს.

კატებში კვების რეაქციას ვიწვევდით თავის ან ნელლი ხორცის მიცემით, ხოლო თავდაცვის რეაქციას — ცხოველის გალიზიანებით 4—8 ვოლტის ძაბვის ელდენით.

ძაღვებში კვების რეაქციას ვიწვევდით ნელლი ხორცის მიცემით, ხოლო თავდაცვის რეაქციას — 8—12 ვოლტი ძაბვის ელდენით ტრანსფორმატორიდან.

რეფლექსების შეჩახებისას ცხოველებს (კატებს, ძაღლებს) აღენიშნებოდათ აგზნების მეტად ძლიერ გამოხატული რეაქცია, ხშირად უნებლიე შარდვა, იშვიათად დეფეკაციაც. ისინი ტრიალებდნენ და მოუსვენრობას იჩენდნენ. რეფლექსების შეხლის შემდეგ იცვლიბოდა ცხოველის ქცევა. ცხოველები არათუ არ იღებდნენ საკვებს, ხორცის დანახვისას გარბოდნენ მისგან.

რეფლექსების განმეორებით შეჩახებას ვახდენდით სხვა ადგილას ანდა იმავე ოთახში. ყველა შემთხვევაში კვებისა და თავდაცვითი რეფლექსების შეჩახების მომენტში ცხოველისაგან იზოლირებულად ვიმყოფებოდით.

III სერიის ცდებში გამოკვლევა ჩატარდა 28 კურდღელზე. შესრულებული გამოკვლევის ხასიათის მიხედვით ცდების ეს სერია შეიძლება სამ ჯგუფად დაიყოს.

პირველი ჯგუფის (10 კურდღელი) ცხოველებს უტარდებოდათ კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჩახება, აგრეთვე მარჯვენა იდაყვის ძვლის გატეხა მორფოჟენიტიკის ნარკოზით ისეთივე წესით, როგორითაც მეორე სერიის კურდღლებს. შემდეგ ბარბამილის 2%-იანი ხსნარით (0,07 ბარბამილი ცხოველის კილოგრამ წონაზე) ვიწვევდით კურდღლის გაგრძელებულ მედიკამენტურ ძილს. ბარბამილის ხსნარის აღნიშნული დოზა დღეში ორჯერ შეგვყავდა 7—8 დღის განმავლობაში.

ამ სერიის ცხოველების მეორე ჯგუფს (8 კურდღელი) მარჯვენა იდაყვის ძვლის გატეხა ჩაუტარდა უტკივრობის გარეშე.

ცხოველების მესამე ჯგუფს (10 კურდღელი) მარჯვენა ნიდაყვის ძვლის გატეხა ისე ჩაუტარდა, როგორც მეორე ჯგუფის ცხოველებს, უტკივრობის გარეშე.

მაგრამ როგორც პირველი ჯგუფის ცხოველების შემთხვევაში, ვიჟინბდით გაგრძელებულ მედიკამენტურ ძილს ბარბამილის ხსნარით.

ძვლის გატეხის ოპერაციის შემდეგ ძვლის ქსოვილის რეგენერაციის პროცესს ყველა შემთხვევაში რენტგენოლოგიურად ვსწავლობდით ეტაპურად [4, 5]. დაკვირვების დამთავრების შემდეგ ცხოველებს ვკვლავდით და ძვლის კორძის მასალას ვიღებდით მიკროსკოპული გამოკვლევისათვის.

I და II სერიის კურდღლების ძვლის კორძის მიკროსკოპულ გამოკვლევას მოტეხილობის შემდეგ ვაწარმოებდით მე-3—5—7—14—21—30—45—60 დღეს, კატებისას—მე-15—21—30—45—60—75 დღეს, ძაღლებისას—30—60—75—85—90 დღეს, მესამე სერიის კურდღლებისას კი—21—30—45 დღეს.

ძვლის კორძის მასალა ჩვეულებრივ მუშავდებოდა, როგორც მიღებულია ჰისტოლოგიურ ტექნიკაში.

ანათლების შედეგებს ვაწარმოებდით ჰემატოქსილინოზინით და ვან-გიზონით. ვაკეთებდით სერიულ ანათლეს.

სულ მომზადებული და აღწერილი იყო რამდენიმე ასეული მიკროსკოპული პრეპარატი.

მიღებული შედეგების განიხილვა

პირველი (საკონტროლო) სერიის ცდები დაყენებული იყო საკუთარი მასალის მიღების მიზნით, რომელთანაც შეგვეძლებოდა შეგვედარებინა შემდგომი სერიის ცდებით მიღებული მიკროსკოპული გამოკვლევის შედეგები. ჩვენ ვნახეთ, რომ მესამე დღეს კურდღლის მოტეხილი ძვლის ნატეხებს შორის ნაპრალო ამოვსებული იყო შედეგებული სისხლის კოლტებით. ჩაღრმავებებში აღინიშნებოდა ნაკლებდიფერენცირებული შემაერთქსოვილოვანი უჯრედები — ოსტეოგენური ტიპის ქსოვილის გამოჩენა და ერთეული ოსტეოციტები. მე-5 დღეს კურდღლის გატეხილი ძვლის ნატეხებს შორის ჩანდა უკვე ნაკლებდიფერენცირებული, შემაერთი, ნაწილობრივ გრანულაციური ქსოვილის მსგავსი და ოსტეოგენური ქსოვილის შედარებით დიდი უბნები.

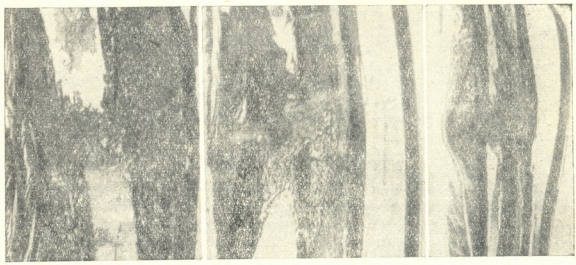
მე-7—მე-10 დღეს ძვლის განვითარების პროცესი საგრძნობ აქტივიზაციას განიცდის. ძვლის ნატეხთა ბოლოები დაფარულია ოსტეოგენური და ოსტეოიდური ქსოვილით. აღინიშნება აგრეთვე ქონდროიდული და ხრტილის ქსოვილის საკმაოდ დიდი უბნები.

მე-14—21-ე დღეს კურდღლებს ძვლის ნატეხებს შორის სივრცე გამოვსებული იაქვ ოსტეოიდური და ახალგაზრდა ძვლის ქსოვილის ნაზარდით. ქონდროიდული და ხრტილის ქსოვილის რაოდენობა კი მცირდება (სურ. I-ა). კატის ძვლის მოტეხილობის მიდამო ამ დროისათვის ჯერ კიდევ გამოვსებულია ფიბრული ქსოვილის ხარისხებით, ქონდროიდული და ხრტილის კუნძულაკებით რომლებიც ნაწილობრივ ოსტეოიდურ და ახალგაზრდა ღრუბლისებრ ძვლის ქსოვილში გადადის.

30-ე — 35-ე დღისათვის კურდღლის ძვლის ნატეხთა ბოლოები მთლიანად შეერთებულია ურთიერთთან ახლად განვითარებული ღრუბლისებრი ძვლის ქსოვილით (სურ. 2-ა). კატისა და ძაღლის ძვლის ნატეხთა შორის ვიწრო ნაპრალოისებრი სივრცე ჯერ კიდევ გამოვსებულია ოსტეოგენური ქსოვილით, რომელიც ოსტეოიდურსა და ძვლის ხარისხებშია გადაზდილი. ახალგაზრდა ძვლის ქსოვილის რაოდენობა მცირეა. აღინიშნება ქონდროიდული და ხრტილის ქსოვილის კუნძულაკები.

მე-60 დღეს კურდღლის ძვლის ყოფილი მოტეხილობის ადგილი უკვე ძნელად აღინიშნება. ახლად განვითარებული ძვლის ქსოვილი ამ უბანში კორტი-

კალური შრის თითქმის მთელ სიგრძეზე ღებულობს კომპაქტურ სახეს და მკვეთრი საზღვრის გარეშე გადადის მოტეხილი ძვლის ქსოვილში. კატის მოტეხილი ძვლის ნატეხებს შორის სივრცე ჰისტოლოგიურად აღინიშნება ვიწრო ნაპრა-ლის სახით. ოსტეოიდურ ხარისებს შორის ჩანს ვრცელი ნაზარდები, აგებული ღრუბლისებრი ძვლის ტიღზე. ძაღლის მოტეხილი ძვლის ნატეხებს შორის სივრცე მე-60 დღისათვის ჩვეულებრივ ამოვსებულია მწიფე და უმწიფარი ძვლის ხარისებით. უკანასკნელი ძირითადად შემორჩენილია ძვლის კორძის ცენტრალურ ნაწილში.



სურ. 1. მოტეხილობის შემზრდის პროცესის კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჯახების შემდეგ (მოტეხილობიდან მე-21 დღეს): ა—საკონტროლო კურდღელი, ბ—საცდელი კურდღელი, გ—საცდელი კურდღელი (მედიკამენტური ძილით მკურნალობის პირობებში)

მხოლოდ 75-ე დღეს კატის მოტეხილი ძვლის ნატეხები შეერთებულია ღრუბლისებრი ძვლის ქსოვილით (სურ. 3-ა), რომელიც ჯერ კიდევ არასაკმარის გაკირულია (რაც კარგად აღინიშნება რენტგენოგრაფიაზე).

ცდების მეორე სერია მიძღვნილია კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჯახების პირობებში ძვლის განვითარების პროცესის შესწავლისადმი.

კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჯახების შემდეგ რეგენერაციული პროცესის მიმდინარეობაში საგრძნობი განსხვავება აღინიშნება საკონტროლო სერიასთან შედარებით.

მე-3—მე-5 დღეს კურდღლის ძვლის ნატეხებს შორის სივრცე გამოვსებულია სისხლით და ფიბრინის ძაფებით. პერიოსტისა და ენდოსტის მხრივ აღინიშნება ოსტეოგენური ქსოვილის უჩრდოვანი ელემენტების ზედმიწევნით სუსტად გამოხატული ფორმირება.

მე-7 დღეს აღინიშნება ოსტეოგენური ელემენტების რაოდენობის მომატება და არამკვეთრად გამოყოფილი უმნიშვნელო რაოდენობის ოსტეოგენური ხარისები, რომლებიც პერიოსტული და ენდოსტული ნაზარდების სახით ვითარდება.

მე-14 დღეს კურდღლის პერიოსტული ნაზარდები ინარჩუნებენ ოსტეოიდურ ხასიათს. კარგად გამოირჩევიან ქონდროიდული და ხრტილის ქსოვილის კუნძულაკები. ძვლის ხარისების გაკირვა სუსტადაა გამოხატული. ენდოსტულ ნაზარდებს ახალგაზრდა ოსტეოიდური ხარისების თხელი შრის სახე აქვს და

გარედან ოსტეობლასტებითაა დაფარული. ძვლის კორძის ცენტრალური ნაწილი ნაკლებდიფერენცირებული უჯრედებით მდიდარი ახალგაზრდა ფაშარის შემავრთი ქსოვილისაგან შედგება.

ამ დროისათვის კატის როგორც პერიოსტული, ისე ენდოსტული ძვლის განვითარება ზედმიწევნით სუსტადაა გამოხატული, აღინიშნება მხოლოდ ძვლის ენდოსტულ ზედაპირზე ვიწრო ოსტეოდური ხარისხების წარმოქმნა. ძვლისაზრდელა გასქელებულია მისი უჯრედოვანი ელემენტების პროლიფერაციის ხარჯზე.

21-ე—30-ე დღეს მხოლოდ ზოგიერთ კურდღელს აღენიშნება ძვლის ნატეხთა ბოლოების ნაწილობრივი შეერთება ოსტეოდური და ახალგაზრდა ძვლის ქსოვილით. ძვლის ენდოსტული კორძი ძირითადად აგებულია გაუკირავი ოსტეოდური ხარისხებისაგან და მცირე რაოდენობით ახალგაზრდა ღრუბლისებრი ძვლის ქსოვილით. ნატეხთა შორის სივრცეში ჩანს აგრეთვე ხრტილის ქსოვილი (სურ. 1, 2-ბ). კატებს პერიოსტული და ენდოსტული ნაზარდი სუსტად აქვთ განვითარებული, ის არასაკმაოდ გაკირულია. ნატეხთა შორის ნაპრალისებრი სივრცე და კორძის ცენტრალური ნაწილი შედგება ნაზოქკოიანი შემავრთ-ქსოვილოვანი ნაზარდებისაგან, რომელთა ხარისხებს შორის მოთავსებულია ქონდროიდული და ხრტილის ქსოვილის უბნები.



სურ. 2. მოტეხილობის შეზრდის პროცესი კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჯახების შემდეგ (მოტეხილობიდან 30 დღის შემდეგ): ა—საკონტრალო კურდღელი, ბ—საცდელი კურდღელი

ძვლის ნატეხთა ბოლოების კორტიკალური ფორტიტის კომპაქტურ ნივთიერებაში ამ პერიოდისათვის ყველა ცხოველს აღენიშნება ძვლის ნივთიერების გარკვევით გამოხატული რეზორბციის მოვლენები.

45-ე დღეს კურდღლის ძვლის ნატეხები ძირითადად შეერთებულია ოსტეოდური ქსოვილით და ძვლის ნატეხთა შორის სივრცე პრაქტიკულად არ

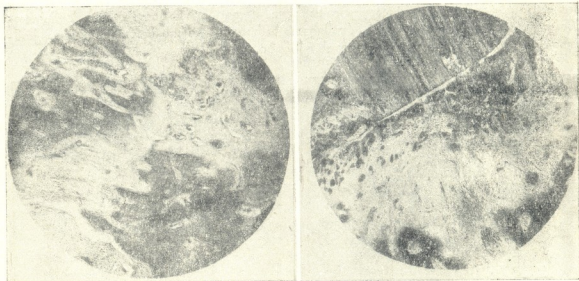
აღინიშნება. კატისა და ძაღლის შემთხვევაში მას ნაპრალის სახე აქვს, რომელიც ძირითადად ბოქვოვან-ხრტილოვანი ქსოვილით და ფიბრული ქსოვილის ნაზარდებითაა გამოვსებული.

მე-60 დღეს კურდღლის ძვლის მთლიანობის აღდგენა ძირითადად დამთავრებულია, თუმცა თავისი სტრუქტურით ახლად განვითარებული ქსოვილი მთლიანად გაფორმებული არაა (არაკომპაქტიზებულია).

კატებსა და ძაღლებს ძვლის ნატეხთა კონსოლიდაცია არ აღენიშნებათ. ძვლის კორძის ცენტრალური ნაწილი ამოვსებული რჩება ფიბრული ქსოვილით, რომლის პერიფერიულად მოთავსებულია ხრტილის ქსოვილი.

75-ე დღეს კატის ძვლის ნატეხებს შორის ნაპრალი ვიწროვდება მისი არადიფერენცირებული ოსტეოგენური, ნაწილობრივ ოსტეოიდური, აგრეთვე ხრტილოვანი და მჰიდრობოქვოიანი ქსოვილით გამოვსების გამო (სურ. 3-ბ).

ძაღლს ძვლის ნატეხების სრული შეზრდა 90-ე დღესაც არ აღენიშნება. ძვლის ნატეხთა ზედაპირი დაფარულია მრავალრიცხოვანი ძვლის ხარისებით,



სურ. 3. მოტეხილობის შეზრდის პროცესი კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჯახების შემდეგ მოტეხილობიდან 75 დღის შემდეგ: ა—საკონტროლო კატა, ბ—საცდელი კატა

რომელიც მკვეთრი საზღვრის გარეშე გადადიან ხრტილში, უმწიფარ ოსტეოგენურ ქსოვილში და მჰიდრო შემადგენელი ქსოვილის ხარისებში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ამ სერიის მთელ რიგ ცხოველებს ფრაგმენტთა ბოლოების თვით ძვლის ქსოვილში, ხოლო ზოგჯერ ახლადგანვითარებულ ძვლის ქსოვილშიც აღენიშნებოდა დესტრუქციულ-დისტროფიული მოვლენები რეზორბციული ღრუებისა და ჰოვერსის არხების გაგანიერების სახით. კორტიკალური ფირფიტის ზედაპირზე და მის სისქეში აღინიშნება ოსტეოკლასტიური რეზორბციის მოვლენები.

ამრიგად, ზემოთ მოყვანილი მოკლე აღწერიდან ჩანს, რომ კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების განმეორებით შეჯახებისას ძვლის ქსოვილის რეგენერაციის პროცესი გაუკუღმართებულ ხასიათს იღებს. ოსტეოგენური ელემენტების განვითარების ტემპი და მათი გაკირვის პროცესი მკვეთრად დაბრკოლებულია, რის შედეგადაც დაზიანებული ძვლის აღდგენის პროცესი ვადებისა და

სრულდებულულების მიხედვით განსხვავდება იმისაგან, რაც საკონტროლო ცხოველებს აღენიშნებათ.

მესამე სერიის ცდებში იმის გამო, რომ დადგენილ იქნა, თუ როგორ უარყოფითად მოქმედებს ძვლის რეგენერაციის მიმდინარეობაზე ნერვულ ქსოვილში აღმოცენებული პათოლოგიური იმპულსები (ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციური დაზიანების შედეგად), მიზანშეწონილი იყო დაკვირვება გვეწარმოებინა, თუ როგორ წარიმართება ძვლის განვითარების პროცესი ამ პათოლოგიური იმპულსების „მოხსნის“ პირობებში. ამ მიზნით დაყენებული იყო ცდების მესამე სერია. ამ მოსაზრების დამტკიცებას წარმოადგენდა ისიც, რომ მედიკამენტური ძილის დროს ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქცია, მრავალი ავტორის აზრით, ნორმალიზებას განიცდის.

როგორც ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, მედიკამენტური ძილი მოტეხილობის პირველ პერიოდში, კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჩახების პირობებში შესრულებული მოტეხილობის დროს, ნამდვილად დადებით გავლენას ახდენს მოტეხილობის შეზღუდვის პროცესზე. 21-ე დღეს ცხოველების გაგრძელებული ძილის პირობებში, განსხვავებით იმ ცხოველებისაგან, რომელთაც მკურნალობა არ ჩატარებიათ, ძვლის ნატეხები შეერთებული ჰქონდათ ოსტეოიდური და ახლად განვითარებული ახალგაზრდა ძვლის ქსოვილით: ძვლის კორძის ცენტრალურ ნაწილში, მართალია, ჭერ კიდევ აღინიშნებოდა ქონდროიდული და ოსტეოგენური ქსოვილის მომცრო უბნები (სურ. 1-გ).

45-ე დღეს ძვლის ნატეხების შემაერთმა ღრუბლისებრი ძვლის ქსოვილმა მწიფე ხასიათი მიიღო, ქონდროიდული და ხრტილის კუნძულაკები კი არ აღინიშნებოდა.

მედიკამენტური ძილის დადებითი თერაპიული ეფექტის მოსაზრების დასამტკიცებლად დაყენებული იყო ცდები, სადაც მოტეხილობა შესრულებულ იქნა უტკივრობის გარეშე და ერთი ჯგუფის ცხოველებს ტრავმის მიყენების პირველ პერიოდში უტარდებოდა ძილი მკურნალობა. ამ პირობებში, ე. ი. ძილით მკურნალობის შედეგად, ჩვენ ასევე მივიღეთ ძვლის ქსოვილის რეგენერაციული პროცესის რამდენადმე გაუმჯობესება.

იმის გამო, რომ ამ მიმართულებით შედარებით ცოტა ცდაა ჩატარებული, ზემოთაღნიშნული მესამე სერიის ცდები შეიძლება შეფასებულ იქნეს როგორც წინასწარი შედეგი, რომელიც დამატებით შემოწმებას მოითხოვს.

ექსპერიმენტული მასალის ანალიზი საფუძველს იძლევა ვიფიქროთ, რომ საცდელი ცხოველის ძვლის ქსოვილის შეზღუდვის პროცესში მიღებული ცვლილებები არ შეიძლება მექანიკურ ფაქტორებს მიეკუთვნოს, რადგან საკონტროლო და საცდელი ცხოველების მოტეხილი ძვლების იმობილიზაციის პირობები საესებით ერთნაირი იყო.

ყველა სხვა პირობა შეძლებისდაგვარად ასევე ერთნაირი იყო (სქესი, ასაკი, კვების პირობები და სხვ.). ბოლოს, გამორიცხულია აგრეთვე ელექტროდენის მოქმედება, რადგანაც ამ გამაღიზიანებელს საკვების გარეშე ვიყენებდით საკონტროლო ცხოველებზეც.

ამრიგად, არსებობს საკმაო საფუძველი ვიფიქროთ, რომ იმ ცხოველების ძვლის რეგენერაციის მიმდინარეობის პროცესში ცვლილებები, რომელთაც კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჩახება ჰქონდათ გაკეთებული, ცენტრალური ნერვული სისტემის და პირველ რიგში მისი უმაღლესი ნაწილების პათოლოგიური მდგომარეობით უნდა აიხსნას, მით უფრო, რომ ძვლის რეგენერაციული პროცესის მიმდინარეობაში მსგავსი გადახრები მიღებულია ძალბებზე უმაღლესი ნერვული მოქმედების მოშლისას, აგრეთვე ძაღლის თავის ტვინის ჰემისფეროს ტრავმული დაზიანების დროს.

დასკვნები

1. საკონტროლო ცხოველების ძვლის ქსოვილის რეგენერაცია მიმდინარეობს: ა) პირველ რიგში პერიოსტის ენდოსტისა და ძვლის ტვინის ოსტეოგენური ელემენტების ხარჯზე. ძვლის რეგენერაციის დასაწყისი მოვლენები აღინიშნება უკვე მოტეხილობის მესამე დღეს; ბ) კურდღლის იდაყვის ძვლის დიაფიზური მოტეხილობის აღდგენისათვის სავსებით საკმარისია 45—60 დღე, ხოლო ძაღლისა და განსაკუთრებით კატის ვატეხილი სხივის ძვლის აღდგენისათვის გაცილებით მეტი დროა საჭირო (დაახლოებით 70—90 დღე); გ) მოტეხილობის ადგილის რეგენერაციის პროცესი მოტეხილი ძვლის ბოლოების ორივე მხარეს თითქმის ერთნაირი ინტენსივობითაა გამოხატული; დ) შემაერთი და ხრტილის ქსოვილის გაფორმება აღინიშნება ნაადრევ ვადებში და ძირითადად მოტეხილობის მიდამოში; ე) ძვლის ქსოვილის განვითარების პროცესი არაპირდაპირი მეტაპლაზიის ვხით ძირითადად გამოხატულია მოტეხილობის ახლოს და ძვლის ნატეხებს შორის.

2. კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების განმეორებითი შეჯახების შემდეგ ძვლის ქსოვილის რეგენერაციის პროცესის მიმდინარეობა გაუკუღმართებულ ფორმას იღებს. ამ პირობებში ახლად განვითარებული ძვლის ქსოვილი თავისი აგებულებითა და განვითარების სისწრაფით განსხვავდება საკონტროლო ცდებში მიღებული ძვლის გაფორმების მიმდინარეობისაგან. ოსიფიკაციის პროცესი შეჩერებულია.

3. კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჯახების შემდეგ მოტეხილობის დაგვიანებით კონსოლიდაციის გარდა საკონტროლო სერიასთან შედარებით აღინიშნებოდა: ა) პერიოსტული კორძის სრული ან ნაწილობრივი არარსებობა, ხშირად სუსტა განვითარება; ბ) ენდოსტური კორძის განვითარებაში ჩამორჩენა და კორძში ხტილის ქსოვილის ჭარბი განვითარება; გ) ახლად წარმოქმნილი ძვლის ქსოვილის ოსიფიკაციური პროცესის შენელება; დ) შემაერთი და ხრტილოვანი ქსოვილი გვხვდება არა მარტო მოტეხილობის არეში, არამედ მისგან მოშორებითაც, პერიოსტული კორძის არეშიც და საგრძნობლად მოგვიანებულ პერიოდში.

4. გაგრძელებული მედიკამენტური ძილი მოტეხილობიდან პირველი კვირის განმავლობაში კვებისა და თავდაცვის რეფლექსების შეჯახების შემდეგ ხელს უწყობს ძვლის კორძის განვითარებას, თუმცა გაფორმების ვადები (და თვით გაფორმების პროცესიც) ნაკლებად განსხვავდება საკონტროლო ჯგუფის ვადებისაგან.

5. ჩვენი ექსპერიმენტული მონაცემები ნებას გვაძლევს გამოვქვათ მოსაზრება, რომ რაციონალური სამკურნალო ღონისძიება მოტეხილობის მკურნალობისას ისეთი იქნება, რომელიც ადგილობრივი პათოგენური ფაქტორების მოსპობასთან ერთად აღადგენს ცენტრალური ნერვული სისტემის უმაღლესი ნაწილების ნორმალურ ფუნქციას.

სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის აკად. ი. პავლოვის

სახ. ლენინგრადის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტის

კორტიკოსიცერული ლაბორატორია

ლენინგრადის ს. კიროვის სახ. ექიმთა დახელოვნების

ინსტიტუტის პათოლოგიური ანატომიის კათედრა

თბილისის სამედიცინო ინსტიტუტის

პათოლოგიური ანატომიის კათედრა

(რედაქციას მოუვიდა 8.10.1956)

მასპარეზობის მეთოდები

ა. სინარულიძე

**კუჭის მექანორეცეპტორების გალიზიანების გავლენა სისხლში
შაქრის შემცველობაზე**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 12.10.1956)

ცენტრალური შეკავების მოვლენის შესწავლისას რიგი ავტორების მიერ ნაჩვენებია, რომ კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის რეცეპტორების, მათ შორის კუჭის მექანორეცეპტორების ძლიერი გალიზიანება იწვევს ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემის მოქმედების როგორც აგზნებას, ისე შეკავებას. შეკავება, რომელიც გამოვლინდება შედარებით ძლიერი გალიზიანებისას, ხშირად ატარებს ზოგად, განფენილ ხასიათს.

ნაჩვენებია იყო, რომ კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მექანორეცეპტორების ძლიერი გალიზიანება იწვევს ჩონჩხის მუსკულატურის რეფლექსური მოქმედების შეკავებას [3, 4, 10], კუჭის სეკრეციული მოქმედების დაკნინებას [1, 2, 6, 9].

როგორც ჩვენ მიერ ძალღებზე ჩატარებული ცდებით გამოირკვა, კუჭის მექანორეცეპტორების საკმაოდ ძლიერი გალიზიანება იწვევს თავდაცვით-მამოძრავებელი რეაქციების, ნერწყვისა და კუჭის წვენის პირობითი და უპირობო რეფლექსური სეკრეციის შეკავებას, ე. ი. შეკავება მოიცავს ცენტრალური ნერვული სისტემის (ცნს) ფართო ფარგლებს, ე. ი. შეკავება ატარებს ზოგად, განფენილ ხასიათს. ჩონჩხის მუსკულატურისა და საჭმლის მომნელებელი ჭირკვლების მოქმედების შეკავებას, გამოწვეულს კუჭის მექანორეცეპტორების გალიზიანებით, ყოველთვის თან სდევს სისხლში შაქრის შემცველობის მომატება, ე. ი. კუჭის მექანორეცეპტორების საკმაოდ ძლიერი გალიზიანებით გამოწვეულ ცენტრალურ შეკავებას ყოველთვის თან ახლავს ჰიპერგლიკემია.

ქერქული შეკავების შესწავლისას რიგი ავტორების მიერ ნაჩვენებია, რომ ამ დროს ადგილი აქვს სისხლში შაქრის შემცველობის მომატებას [5, 11]

მეორე მხრივ, ნაჩვენებია, რომ კუჭის მექანორეცეპტორების გალიზიანება (ძლიერი ან სუსტი) იწვევს განსაზღვრულ ძვრებს სისხლში შაქრის შემცველობის მხრივ [7, 8].

რაკი დავრწმუნდით, რომ კუჭის მექანორეცეპტორების გალიზიანებით გამოწვეული შეკავების დროს სისხლში შაქრის შემცველობა ყოველთვის მატულობს, გადავედით ამ საკითხის დაწვრილებით შესწავლაზე. ჩვენ ამ გამოკვლევებით ვსწავლობდით მხოლოდ სისხლში შაქრის შემცველობის ცვლილებებს სხვადასხვა პირობებთან დაკავშირებით. სრულიად გასაგები მიზეზების გამო

ჩვენ საჭიროდ არ ვთვლიდით თვალყური გვედევნებინა ერთდროულად სხვა ეფექტებისათვის, რომელნიც ცენტრალური შეაკვების განვითარებაზე მიგვიითობდა.

მეთოდიკა

ცდები ტარდებოდა ბასოვის წესით ოპერირებულ კუჭისფისტულიან ძაღლებზე. კუჭში ფისტულის გზით შეგვყავდა რეზინის თხელკედლიანი ბალონი, რომელიც რეზინის მილის საშუალებით დაკავშირებული იყო წყლის რეზერვუართან. ვაწარმოებდით კუჭში მოთავსებულ ბალონის გაბერვას მასში 37⁰-მდე გამთბარი წყლის 400-800 მლ-მდე შეყვანით.

ძაღლს ყურის ნიჟარიდან ვუღებდით სისხლს, რომელშიც ვსაზღვრავდით შაქარს ჰაგედორნიენსენის მეთოდით. სისხლს შაქრის განსაზღვრისათვის ვიღებდით კუჭში მოთავსებულ ბალონში წყლის განსაზღვრული რაოდენობის შეყვანამდე და შეყვანიდან 1—2, 15, 30 და 60 წუთის შემდეგ.

ბალონში წყლის შეყვანას და გამოშვებას ვაწარმოებდით სხვადასხვა ვარიანტით: ზოგ შემთხვევაში ბალონის გაბერვის შემდეგ წყალს მაშინვე უკან ვუშვებდით, ზოგჯერ გაბერილ ბალონს კუჭში ვტოვებდით ერთი საათის განმავლობაში. ცდების განსაზღვრულ სერიებში ბალონში წყალი შეგვყავდა და ვუშვებდით 5-5 წუთის ინტერვალით 90 წუთის განმავლობაში.

ზემოაღნიშნული ცდები გავიმეორეთ ცხოველების ატროპინიზაციის (1 მგ კანქვეშ ცხოველზე) და ერგოტამინიზაციის (1-3 მგ კუნთებში ცხოველზე) პირობებში.

ცდები გავიმეორეთ აგრეთვე ძაღლებზე, რომელთაც წინასწარ გადაკვეთილი ჰქონდათ შიგნეულობისა და ცთომილი ნერვები.

მიღებული შედეგები

წინასწარ ვსაზღვრავდით სისხლში შაქრის შემცველობის მერყეობას ერთი საათის განმავლობაში დროის სხვადასხვა ინტერვალთ. გამოირკვა, რომ შაქრის დონის მერყეობა ერთი საათის განმავლობაში უზმოდ არ აღემატება 4-6 მგ %-ს;

სისხლში შაქრის შემცველობაზე კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანების გავლენის შესწავლის მიზნით კუჭში ფისტულის გზით შეყვანილ რეზინის ბალონში ვათავსებდით 600-800 მლ წყალს. კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანების გავლენის შესწავლის მიზნით კუჭში ფისტულის გზით შეყვანილ რეზინის ბალონში ვათავსებდით 600-800 მლ წყალს. კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანებას ვაწარმოებდით ერთჯერადად, ე. ი. ბალონში წყლის განსაზღვრული რაოდენობის შეყვანის შემდეგ მას უკან ვუშვებდით ისე, რომ გაბერილი ბალონი კუჭში დატოვებული იყო 1-2 წუთის განმავლობაში.

უზმოდ მყოფ ძაღლებში შაქრის დონე სისხლში საშუალოდ 60-70 მგ %-ს შეადგენდა; კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანება (კუჭში მოთავსებულ ბა-

ლონში 600-800 მლ წყლის შეყვანა) იწვევს სისხლში შაქრის შემცველობის მომატებას 15-20 მგ %-ით. თავდაპირველი მომატების შემდეგ სისხლში შაქრის შემცველობა თანდათან ეცემა, ისე რომ ერთი საათის შემდეგ თითქმის უბრუნდება საწყის დონეს.

ცდების შემდგომ სერიაში კუქში მოთავსებულ ბალონში 800 მლ წყლის შეყვანის შემდეგ წყალს უკან აღარ ვუშვებდით და კუქში მოთავსებული გაბერილი ბალონი დატოვებული იყო ერთი საათის განმავლობაში. კუქში მოთავსებული ბალონის ხანგრძლივად დატოვება ისეთსავე ეფექტს იძლევა, როგორც კუქში მოთავსებული ბალონის წყლით გაბერვა და წყლის უკან მაშინვე გამოშვება, ე. ი. კუქის მექანორეცეპტორების ერთჯერადი გალიზიანება კუქში მოთავსებულ ბალონში წყლის 600-800 მლ-ის შეყვანით იწვევს სისხლში შაქრის შემცველობის მომატებას.

როგორც ამ სურათიდან ჩანს, კუქის მექანორეცეპტორების გალიზიანებისას სისხლში შაქრის შემცველობა თავდაპირველი მომატების შემდეგ მაინც ეცემა, მიუხედავად იმისა, რომ კუქში მოთავსებული გაბერილი ბალონი დატოვებულია მთელი ცდის განმავლობაში. ეს, ჩვენი აზრით, გამოწვეული უნდა იყოს კუქის მექანორეცეპტორების და მთელი რეფლექსური რკალის ადაპტაციით ხანგრძლივი მექანიკური გამაღიზიანებლის მიმართ.

რათა შეძლებისდა გვარად თავიდან აგვეცილებინა კუქის მექანორეცეპტორების ადაპტაცია გამაღიზიანებლისადმი, გალიზიანებას ვაწარმოებდით 5-5 წუთის ინტერვალით, ისე რომ ბალონში წყლის შეყვანის შემდეგ (600-900 მლ) წყალს უკან ვუშვებდით. ცდა მიმდინარეობდა 90-120 წუთის განმავლობაში. აღმოჩნდა, რომ კუქის მექანორეცეპტორების მრავალჯერადი გალიზიანების შემთხვევაში სისხლში შაქრის შედარებით მაღალი დონე შეიძლება შევინარჩუნოთ ერთ საათზე მეტი ხნის განმავლობაში, მაშინ როცა მექანორეცეპტორების ერთჯერადი გალიზიანებისას ერთი საათის შემდეგ სისხლში შაქრის შემცველობა თითქმის უბრუნდებოდა საწყის დონეს.

საკონტროლო ცდებმა ბალონში წყლის სხვადასხვა რაოდენობის შეყვანით გვიჩვენა, რომ კუქში მოთავსებულ ბალონში შედარებით მცირე რაოდენობის წყლის შეყვანა არ იწვევს სისხლში შაქრის შემცველობის შესამჩნევ მომატებას. ეს ეფექტი კარგად არის გამოხატული ბალონში შედარებით დიდი რაოდენობის წყლის შეყვანისას (იხ. ცხრილი 1).

როგორც ზემოთ მოყვანილი ცდებიდან ჩანს, კუქის მექანორეცეპტორების ძლიერი გალიზიანება იწვევს სისხლში შაქრის შემცველობის მკვეთრ მომატებას. იმ საკითხის გარკვევის მიზნით, თუ რა ნერვული გზებით ხორციელდება ეს რეფლექსი, ჩვენ პირველ რიგში მივმართეთ პარასიმპათიკური ნერვულა სისტემის (ცთომილი ნერვის) ბლოკირებას. პარასიმპათიკური ნერვული სისტემის ბლოკირებისათვის გამოვიყენეთ ატროპინი 0,1% ხსნარის სახით, 1,0 მლ-ის რაოდენობით. ატროპინს ვუშვებდით კანქვეშ და სათანადო ეფექტის მიღწევის შემდეგ (გუგების გაფართოება, პულსის გაზშირება და სხვ.), რაც დამახ-

ცხრილი 1

უხმოდ	ბალონით	15 წ.	30 წ.	60 წ.	შ ე ნ ი შ ვ ნ ა
	გაბერვის შემდეგ იმ წუთ- სავე	შემდეგ	შემდეგ	შემდეგ	
71	76	70	65	73	კუჭში მოთავსებულ ბალონში შეყვანილია 220 მლ წყალი და დატოვებულია ერთი საათით
66	69	74	71	66	კუჭში მოთავსებულ ბალონში შეყვანილია 300 მლ წყალი
70	75	80	76	73	კუჭში მოთავსებულ ბალონში შეყვანილია 400 მლ წყალი
73	90	86	80	81	კუჭში მოთავსებულ ბალონში შეყვანილია 500 მლ წყალი
68	87	85	78	76	კუჭში მოთავსებულ ბალონში შეყვანილია 600 მლ წყალი

სიათებელია პარასიმპათიკური ნერვული სისტემის გამოთიშვისათვის, ვიმოკრებდით ზემოაღნიშნულ ცდებს ბალონით.

აღმოჩნდა, რომ სისხლში შაქრის შემცველობა 6-10 მგ %-ით მატულობს ატროპინის (0,1%—1,0) შეყვანის შემდეგ. ამის შემდეგ კუჭის კედლების გაჭიმვა ბალონით კვლავ იწვევს სისხლში შაქრის დონის მომატებას, ე. ი. ატროპინის მოქმედების ფონზე კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანებით გამოწვეული ეფექტი ძალაში რჩება. ცხადია, რომ კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანებით გამოწვეულ ამ რეფლექსის განხორციელებაში პარასიმპათიკური ნერვული სისტემის ეფერენტული ნაწილი არ იღებს პირდაპირ მონაწილეობას. აღნიშნული ეფექტის გამოწვევაში სიმპათიკური ნერვული სისტემის როლის დადგენის მიზნით ჩვენ ზემოთაღნიშნული ცდები გავიმოკრეთ ცხოველების ერგოტამინიზაციის ფონზე. სიმპათიკური ნერვული სისტემის გამოთიშვის მიზნით ერგოტამინს ვხმარობდით 2,0—3,0 მგ-ს თითოეულ ცხოველზე.

აღმოჩნდა, რომ ერგოტამინის (2,0-3,0 მგ ცხოველზე) შეყვანა იწვევს შაქრის შემცველობის დაქვეითებას 8—10 მგ %-ით და ამ ფონზე კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანებას (კუჭში მოთავსებულ ბალონში 600-800 მლ წყლის შეყვანას) აღარ მოსდევს სისხლში შაქრის დონის მომატება. ეს, ჩვენი აზრით, იმაზე მიუთითებს, რომ აღნიშნულ რეფლექსში (კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანების შედეგად სისხლში შაქრის შემცველობის მომატება) სიმპათიკუსი ასრულებს რეფლექსური რკალის ეფერენტული ნაწილის როლს.

ჩვენ დავაინტერესა საკითხმა—რა გავლენას მოახდენდა კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანება სისხლში შაქრის შემცველობაზე შიგნეულობის ნერვების გადაკეთის შემდეგ. ამ მიზნით ძალღებზე, რომლებსაც გადაკეთი-

ლი ჰქონდათ შიგნეულობის ორივე ნერვი (ორმხრივი რენტროპერიტონეალური სპლანქნიოტომია) ჩავატარეთ ზემოთ აღნიშნული ცდები კუჭში მოთავსებულ ბალონში 600-800 მლ წყლის შეყვანით.

აღმოჩნდა, რომ შიგნეულობის ორივე ნერვის გადაკვეთის შემდეგ კუჭის კედლების გაჭიმვა ბალონში წყლის შეყვანით უეფექტოა — იგი არ იწვევს სისხლში შაქრის შემცველობის მომატებას.

მხოლოდ ცთომილი ნერვების გადაკვეთის შემდეგ (ორმხრივი ტრანსპლევრალური ვაგოტომია) კუჭის მექანიკური გაღიზიანება (ბალონში 600 მლ წყლის შეყვანა) აგრეთვე არ იწვევს სისხლში შაქრის შემცველობის მომატებას.

მიღებული შედეგების განხილვა და დასკვნები

ჩვენი ცდებით გამოირკვა, რომ კუჭის მექანორეცეპტორების შედარებით ძლიერი გაღიზიანება იწვევს სისხლში შაქრის შემცველობის მკვეთრ მომატებას მიუხედავად იმისა, კუჭში მოთავსებულ გაბერილ ბალონს 1-2 წუთით დავტოვებთ თუ მთელი ცდის განმავლობაში (ერთი საათით). კუჭის მექანორეცეპტორების ბალონით მრავალჯერადი გაღიზიანება იწვევს სისხლში შაქრის შემცველობის შედარებით უფრო ხანგრძლივად მომატებას (ერთ საათზე მეტი), ვიდრე ბალონით ერთჯერადი გაღიზიანება. ცხოველის ატროპინიზაცია (0,1%—1,0) არ სპობს კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანებით გამოწვეულ ეფექტს — სისხლში შაქრის დონის მომატების სახით.

აღნიშნული ეფექტი ისპობა ცხოველისათვის 2—3 მგ ერგოტამინის შეშხაპუნების ან ცთომილი და შიგნეულობის ნერვების გადაკვეთის შემდეგ.

რადგან ატროპინი არ ხსნის პიპერგლიკემიურ ეფექტს, რასაც იწვევს ბალონის გაბერვით კუჭის კედლების გაღიზიანება; ვაგოტომიის შემდეგ კუჭის კედლების გაჭიმვის ეფექტის არსებობა იმით უნდა აიხსნას, რომ ვაგოტომიით გამოითიშა რეფლექსური რკალის აფერენტული ნაწილი. ამრიგად, კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანებით გამოწვეული რეფლექსური პიპერგლიკემია უნდა ხორციელდებოდეს რეფლექსური რკალით, რომლის აფერენტული ნაწილი გაივლის ცთომილი ნერვების შემადგენლობაში. რაც შეეხება ამ რეფლექსის ეფერენტულ გზას, იგი, როგორც ერგოტამინით და სპლანქნიოტომიის შემდეგ ჩატარებული ცდებით გამოირკვა, შიგნეულობის ნერვებით უნდა იყოს წარმოდგენილი.

ლიტერატურული მონაცემების საფუძველზე და ჩვენი გამოკვლევებით ცნობილია, რომ კუჭის მექანორეცეპტორების ძლიერი გაღიზიანებისას ადგილი აქვს ცნს-ის ზოგად, განფენილ შეკავენას. ჩვენ ვფიქრობთ, რომ კუჭის მექანორეცეპტორების ძლიერი გაღიზიანებით გამოწვეული ცვლილება სისხლის ქიმიზმში, რაც სხვათა შორის შედარდება შაქრის შემცველობის ცვლილებებით ცნს-ში და პირველ რიგში თავის ტვინის ქერქში განვითარებული შეკავენის პროცესის ანარეკლს წარმოადგენს. ეს შეკავენა უნდა განაპირობებდეს ცხოველის მთელი კვებითი ქცევის დამახასიათებელ ცვლილებებს გაძღომის შემდეგ.

ჩვენი აზრით, კუჭის მექანორეცეპტორების ძლიერი გაღიზიანების შედეგად ადგილი აქვს დიდი ჰემისფეროების ქერქის შეკავებას (კავდება ცხოველის პირობით-რეფლექსური მოქმედება) და ინლუქციის პრინციპის საფუძველზე ქერქქვეშა წარმონაქმნების აგზნებას. ეს აგზნება შესაძლოა ეხებოდეს ვეგეტატიურ ქერქქვეშა ცენტრებს და, კერძოდ, სიმპათიკურ ნაწილს. სიმპათიკუსის აგზნების შედეგად სიმპათიკუსით ღვიძლთან მიტანილი იმპულსებით ადგილი უნდა ჰქონდეს გლიკოგენის გაძლიერებულ დაშლას და სისხლში შაქრის ჰარზად გადასვლას. ერთდროულად სიმპათიკუსით თირკმელზედა ჯირკვლვებთან მოსული იმპულსები უნდა იწვევდეს ადრენალინის ჰარზ პროლუქციას, რაც თავის მხრივ იწვევს ჰიპერგლიკემიას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიის
 და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. აბესაძე. კუჭის მექანორეცეპტორების როლის შესახებ კუჭის სერვაციულ მოქმედებაში თბილისი, 1954.
2. А. И. Баранов, О функциональном взаимоотношении между пищевым центром и желудочными железами. Бюлл. экпер. биол. и мед., т. 33, в. 1, 1952, стр. 25.
3. И. С. Беритов и А. Н. Бакурадзе. Общее торможение при раздражении рецепторов и чувствительных нервов внутренних органов. Тр. Инст. физиологии, 115, Тбилиси, 1943.
4. И. А. Булыгин. О нервных механизмах интероцептивных влияниях с желудка на спинной и гол. мозг. Труды ИЭМ, 13-ое совещ. по физиол., 1948, стр. 19.
5. Г. Х. Бунатиян. Условное внутреннее торможение и его роль в обмене веществ. Известия АН Арм. ССР, т. V, № 4, Ереван, 1952.
6. А. М. Вишубский. Работа желудочных желез при разных сортах жирной пищи, СПб., 1900.
7. О. П. Желтова и П. Н. Милешин. Влияние раздражения интероцепторов желудка на внутрисекр. функций поджелудочной железы. 9-ая Всесоюзн. конф. студ. научн. общ. мединст. Тезисы, стр. 9, М., 1954.
8. А. И. Караев. Значение интероцепторов в регуляции углеводного обмена, VIII, Всесоюзн. съезд физиол., Тезисы, М., 1955, стр. 279.
9. К. Н. Кржишковский. Новые материалы по физиологии жел. желез. СПб., 1906.
10. Г. П. Михайловский. Интероцептивные влияния на некоторые функции ц. н. с., обусловленные раздражением механорецепторов желудочно-кишечного тракта. М., 1951.
11. К. Я. Шишловская. Изменение функционального состояния высших отделов ц. н. с. и динамика уровня сахара в крови. Горький, 1953.

მასპატიმრებლური მდივინა

3. ცინცაძე

**გლაუკომით დაავადებულთა სინათლის ჰიპოტენზური ეფექტის
შუშის შემკრების მდგომარეობისაგან დამოკიდებულების
შესახებ**

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა კ. ჩიქოვანმა 31.10.1956)

რიგი გამოკვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ გლაუკომით დაავადებულთა თვალის შიგნითა წნევა სიბნელეში მატულობს, სინათლეზე კი კლებულობს (გრენჰოლმი [14], ე. ზეიდელი [15], ა. ფეიგენბაუმი [13], გვ. 577—596), ზ. კამინსკაია და ნ. გუბინა [7], ო. მაიროვ და ე. გლიკინა [10], რ. ზარეცკაია [6], თ. ალექსიძე [1] და სხვ.).

ამ საფუძველზე ე. ზეიდელის მიერ [15] წარმოდგენილ იქნა შუქსიბნელის სინჯი გლაუკომის აღრეული დიაგნოსტიკისათვის.

ამ საკითხის შემსწავლელი ავტორები თვალის შიგნითა წნევის არაერთნაირ ცვლილებებს ღებულობდნენ სინათლისა და სიბნელის გავლენის შედეგად. ეს ძირითადად იმით უნდა აიხსნას, რომ ავტორთა უმრავლესობა არ ითვალისწინებდა სინათლის სიკაშკაშეს სიბნელით დატვირთვამდე და დატვირთვის შემდეგ.

არ შევებვივართ რა სიბნელის სინჯის დიაგნოსტიკური ღირებულების საკითხს, წინა ნაშრომში ჩვენ [11] შევისწავლეთ გლაუკომით დაავადებულთა თვალის შიგნითა წნევის ცვლილება არა ავადმყოფთა სიბნელიდან სინათლეზე გადაყვანისას, არამედ მათი თეთრი სინათლის ერთი დოზირებული სიკაშკაშიდან და ექსპოზიციიდან მეორეში გადაყვანისას, რომლის დროსაც მუშაობს დღის მხედველობის აპარატი.

501 გამოკვლევის საფუძველზე, რაც ჩატარდა 41 გლაუკომით დაავადებულზე, ნაჩვენებია იყო, რომ თეთრი სინათლის სიკაშკაშის ცვლილებისას (2 მილისტილიდან 10, 30 ან 90 მილისტილიამდე) და 15, 30 ან 45 წუთის განმავლობაში მისი ექსპონირებისას აღინიშნება გლაუკომით დაავადებულთა თვალის შიგნითა წნევის შემცირება. თვალის შიგნითა წნევის ამ შემცირებას თეთრი სინათლის სიკაშკაშისა და ექსპოზიციის ცვლილების სინათლის ჰიპოტენზური ეფექტი ეწოდა. ჩვენ მიერ მოყვანილ ნაშრომში ნაჩვენებია იყო აგრეთვე გლაუკომით დაავადებულთა სინათლის ჰიპოტენზური ეფექტის დამოკიდებულება ავადმყოფობის სტადიისა და თვალის შიგნითა წნევის კომპენსაციის ხარისხისაგან. ამან საშუალება მოგვცა შეგვეჩინა გლაუკომით და-

ავადებულთათვის ოპტიმალური პირობები, რომლის დროსაც აღინიშნება თვალის შიგნითა წნევის უდიდესი შემცირება.

გლაუკომით დაავადებულთათვის სინათლის ჰიპოტენზური ეფექტის დადგენა ჩვენ წინაშე სახავდა ახალ ამოცანას—გაგვეჩილა ოფტალმოტონუსზე სინათლის მოქმედების მექანიზმის საკითხი.

ამ საკითხის გადაწყვეტას აქტუალური მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან შესაძლებლობას მოგვცემს გამოვანახოთ ხერხი, რომლის შემწეობითაც შევძლებთ გავაძლიეროთ გლაუკომით დაავადებულთათვის თვალის შიგნითა წნევის შემამცირებელი გავლენა სინათლისა.

ოფტალმოტონუსზე სინათლის მოქმედების მექანიზმი არასაკმაოდაა გამოკვლეული.

მკვლევარებს [7, 10, 13], რომლებიც ამ საკითხის გადაწყვეტაზე მუშაობდნენ, სინათლის გავლენით თვალის შიგნითა წნევის დაწევის მიზეზად მიაჩნდათ ადგილობრივი ცვლილებები, რომლებიც ხდება თვალში, და არ ითვალისწინებდნენ ცენტრალური მექანიზმების როლს თვალის შიგნითა წნევის რეგულაციაში.

რ. ბრონშტეინმა [2], რომელმაც თვალის შიგნითა წნევის შემამცირებელი მწვანე სინათლის მოქმედება შეუხამა ბგერის პირობით გამაღიზიანებელს, შეძლო აღენიშნა თვალის შიგნითა წნევის პირობით-რეფლექსური შემცირება დაწყებით სუბკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულთა ბგერის გამაღიზიანებლის იზოლირებულ მოქმედებისას.

ამ ნაშრომის საფუძველზე შეიძლება დავუშვათ, რომ სინათლის ზემოქმედებით თვალის შიგნითა წნევის დაწევაში მონაწილეობას იღებენ აგრეთვე თვალის შიგნითა წნევის რეგულაციის ცენტრალური, კერძოდ ქერქოვანი მექანიზმები.

რიგი ნაშრომებით დადგენილია სინათლის შეგრძნების პირობით-რეფლექსურ ცვლილებათა შესაძლებლობა (ა. დოლინი [5], კ. კეჩქეივი და ო. მატეუშენკო [9]), რაც იმას გვიჩვენებს, რომ სინათლის შეგრძნების საბოლოო დონე დამოკიდებულია მისი ქერქოვანი ცენტრების აგზნებადობისაგან.

ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით, გლაუკომით დაავადებულებში არსებობს კავშირი თვალის შიგნითა წნევის დონესა და სინათლის შეგრძნების მდგომარეობას შორის. რიგმა ავტორებმა (ა. ჩენცოვი [12], ა. ფიგენბაუმი [13], გვ. 596—607), ა. დაშევსკი [4], ლ. კაცნელსონი [8]) ცხადყვეს, რომ გლაუკომით დაავადებულებში თვალის შიგნითა წნევა და სინათლის შეგრძნება უკუდამოკიდებულებაშია. ეს თავს იჩენს იმით, რომ თვალის შიგნითა წნევის მომატებასთან ერთად აღინიშნება სინათლის შეგრძნების შემცირება.

მაგრამ ამ საკითხის გადაწყვეტაზე მომუშავე ავტორებმა ვერ დაადგინეს ამ შეფარდების დამოკიდებულება დაავადების სტადიისა და თვალის შიგნითა წნევის კომპენსაციის ხარისხისაგან. ჩვენ გადავწყვიტეთ შეგვესწავლა გლაუკომით დაავადებულთა სინათლის შეგრძნების მდგომარეობა ავადმყოფობის სტადიისა და თვალის შიგნითა წნევის კომპენსაციის ხარისხისაგან დამოკიდებით თანახ-

მად პირველადი გლაუკომის დინამიკური კლასიფიკაციისა, ბ. პოლიაკის [3] მიხედვით.

მეორე მხრივ, ღებობდა საკითხი: ხომ არ არის დაკავშირებული გლაუკო-
მით დაავადებულებში ჩვენ მიერ აღნიშნული სინათლის ჰიპოტენზური მოქმე-
დება მათი სინათლის შეგრძნების მდგომარეობასთან.

ამ ნაშრომის მიზანს შეადგენდა:

1. შეგვესწავლა, თუ რა დამოკიდებულება არსებობს გლაუკომით დაავა-
დებულებში სინათლის შეგრძნების მდგომარეობასა, დაავადების სტადიასა და
თვალის შიგნითა წნევის კომპენსაციის შორის.

2. დავედგინა, არსებობს თუ არა გლაუკომით დაავადებულებში ურთიერთ-
დამოკიდებულება სინათლის ჰიპოტენზურ მოქმედებასა და სინათლის შეგრძ-
ნების მდგომარეობას შორის.

სინათლის შეგრძნებას გლაუკომით დაავადებულებში ვარკვევდით ნაგელის
ადაპტომეტრით ჩვეულებრივი მეთოდით.

გამოვიკვლიეთ 32 გლაუკომით დაავადებული—55 თვალი. ავადმყოფთა
შორის იყო 23 ქალი და 9 მამაკაცი. ავადმყოფები ასაკით იყვნენ 31-დან 74
წლამდე. ავადმყოფები დაყოფილი იყვნენ 5 ჯგუფად: 1. დაწყებითი კომპენსი-
რებული გლაუკომით 14 თვალი; 2. დაწყებითი სუბკომპენსირებული გლაუკო-
მით 9 თვალი; 3. განვითარებული კომპენსირებული გლაუკომით 8 თვალი;
4. განვითარებული სუბკომპენსირებული გლაუკომით 10 თვალი; 5. განვითარე-
ბული არაკომპენსირებული გლაუკომით 14 თვალი.

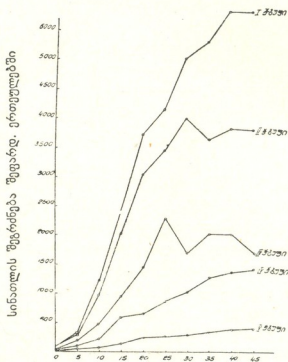
სინათლის შეგრძნების გამოკვლევის შედეგები წარმოდგენილია 1 სურათ-
ზე. ამ სურათზე ნაჩვენებია ავადმყოფთა სინათლის შეგრძნების საშუალო არით-
მეტიკული ნიშნეულობანი ჯგუფების მიხედვით.

სინათლის შეგრძნების 1 მრუდის შედარება მეორესთან გვიჩვენებს, რომ
დაწყებითი კომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულთ უფრო მეტი სინათ-
ლის შეგრძნება აქვთ, ვიდრე დაწყებითი სუბკომპენსირებული გლაუკომით და-
ავადებულთ. ორივე ჯგუფის ავადმყოფები მიეკუთვნებოდნენ გლაუკომის და-
წყებით სტადიას და განირჩეოდნენ თვალის შიგნითა წნევის კომპენსაციის ხარის-
ხის მხრივ, რომელიც პირველი ჯგუფის ავადმყოფებში არ აღემატებოდა სინ-
დიის სვეტის 28 მმ, ხოლო მეორე ჯგუფის ავადმყოფებში მერყეობდა სინდი-
ის სვეტის 29-დან 35 მმ-მდე. მაშასადამე, სინათლის უფრო მაღალი შეგრძნე-
ბის არსებობა დაწყებითი კომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში
შესაძლებელია აიხსნას თვალის შიგნითა წნევის უფრო დაბალი დონით.

სინათლის შეგრძნების მდგომარეობისა და თვალის შიგნითა წნევის ურთი-
ერთდამოკიდებულება შეიძლება აღინიშნოს აგრეთვე გლაუკომის განვითარებუ-
ლი სტადიით დაავადებულებში (მე-3, მე-4 და მე-5 მრუდი ზემოდან).

თუ შევადარებთ სინათლის შეგრძნების მე-3, მე-4 და მე-5 მრუდს, უნდა
აღვნიშნოთ, რომ განვითარებული კომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულთ
(მე-3 მრუდი) უფრო მაღალი სინათლის შეგრძნება აქვთ, ვიდრე განვითარებუ-

ლი სუბკომპენსირებული გლაუკომით (მე-4 მრუდი) და განვითარებული არაკომპენსირებული გლაუკომით (მე-5 მრუდი) დაავადებულთ. ამ ჯგუფის ავადმყოფებში (მე-3 მრუდი) თვალის შიგნითა წნევა უფრო დაბალია, ვიდრე დანარჩენი ორი ჯგუფის ავადმყოფებში.



დრო წუთობით

სურ. 1. სინათლის შეგრძნება გლაუკომით დაავადებულთა სხვადასხვა ჯგუფში

ყველაზე დაბალი სინათლის შეგრძნება აღენიშნებოდა განვითარებული არაკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულთ, რომლებსაც ყველაზე მაღალი თვალის შიგნითა წნევა ჰქონდათ.

სინათლის შეგრძნების მდგომარეობის მიხედვით განვითარებული სუბკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულთ (მე-4 მრუდი) შუათანა მდგომარეობა უკავიათ განვითარებული კომპენსირებული და განვითარებული არაკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულთა შორის.

მაშასადამე, შეიძლება ვიფიქროთ, რომ დაავადების განვითარებული სტადიით ავადმყოფებშიც სინათლის შეგრძნების მდგომარეობა თვალის შიგნითა წნევის კომპენსაციის ხარისხით განისაზღვრება.

ამასთან კომპენსაციის მოშლა, რომლის გამოხატულებასაც თვალის შიგნითა წნევის მომატება წარმოადგენს, სინათლის შეგრძნების შემცირებას იწვევს.

სინათლის შეგრძნების მდგომარეობასა და დაავადების განვითარების სტადიას შორის კავშირის საკითხის განსახილველად ერთმანეთს დაუვშობისპიროთ

გლაუკომის დაწყებითი სტადიით დაავადებულთა სინათლის შეგრძნება და გლაუკომის განვითარებული სტადიით დაავადებულთა სინათლის შეგრძნება.

1 მრუდის მესამესთან და მე-2 მრუდის მეოთხესთან შედარებიდან ჩანს, რომ სინათლის შეგრძნების საბოლოო დონე დაწყებითი გლაუკომით დაავადებულებში უფრო მაღალია, ვიდრე განვითარებული გლაუკომით დაავადებულებში.

ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რომ სინათლის შეგრძნება დამოკიდებულია არა მხოლოდ თვალის შიგნითა წნევის აბსოლუტური დონისაგან, არამედ გლაუკომის განვითარების სტადიისაგანაც. ამასთან, გლაუკომატოზური პროცესის განვითარებასთან ერთად წარმოებს სინათლის შეგრძნების შემცირება.

იმ საკითხის გასარკვევად, არსებობს თუ არა გლაუკომით დაავადებულებში დამოკიდებულება სინათლის ჰიპოტენზურ ეფექტსა და მათი სინათლის შეგრძნების მდგომარეობას შორის, ჩვენ გამოვიკვლიეთ ავადმყოფთა ორი ჯგუფი: 1. დაწყებითი და განვითარებული სუბკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულნი, 2. დაწყებითი და განვითარებული არაკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულნი.

ორივე ჯგუფის ავადმყოფებში გამოკვლეულ იქნა თეთრი სინათლის 15, 30 და 45 წუთის განმავლობაში 10, 30 და 90 მილისტილბის სიკაშკაშის გავლენა თვალის შიგნითა წნევაზე (80 გამოკვლევა თითოეული ჯგუფისათვის) ჩვენ მიერ წინათ აღწერილი მეთოდით [11].

გარდა ამისა, თითოეულ ამ ავადმყოფთაგანს ნაგელის ადაპტომეტრით ჩაუტარდა სინათლის შეგრძნების გამოკვლევა.

ჩვენ ვიმედოვნებდით, რომ ერთსა და იმავე ავადმყოფში თვალის შიგნითა წნევაზე სინათლის მოქმედებისა და სინათლის შეგრძნების გამოკვლევა შესაძლებლობას მოგვცემდა რამდენადმე უფრო ახლოს გავცნობოდით მათ შორის კავშირის არსებობას.

პირველი ჯგუფის დაწყებითი და განვითარებული სუბკომპენსირებულთა გლაუკომით დაავადებულებში გამოკვლეულ იქნა 9 თვალი (6 კაცი). ავადმყოფთა შორის იყო 5 ქალი და ერთი მამაკაცი. ავადმყოფები იყვნენ 40-დან 74 წლამდე ასაკისა.

ამ ჯგუფის ავადმყოფებში სინათლის შეგრძნება და თვალის შიგნითა წნევის ცვლილებები თეთრი სინათლის ზემოქმედებით წარმოდგენილია 1 ცხრილში.

ცხრილიდან ჩანს, რომ ავადმყოფებს შედარებით მაღალი სინათლის შეგრძნებით აღენიშნებათ სინათლის უფრო მკვეთრად გამოხატული ჰიპოტენზური ეფექტი. ეს ჩანს იქიდან, რომ სინათლის გავლენით წნევის დაწვევის შემთხვევები უფრო ხშირად აღინიშნება, ხოლო წნევის მაქსიმალური დაწვევის სიდიდე უფრო ნათლად გამოხატულია, ვიდრე შედარებით დაბალი სინათლის შეგრძნების მქონე ავადმყოფებში.

მაგალითად, ავადმყოფ მ-ას, რომელსაც აღენიშნებოდა შედარებით მაღალი სინათლის შეგრძნება (5556 ერთეული), 9 გამოკვლევიდან სინათლის გავლენით

ცხრილი 1

სინათლის შერჩევა და თვალის შიგნითა წნევის ცვლილებები
გლავუკომით დაავადებულებში

№.წ.რიგზე	გვარი	გამოსაკვ- ლვეი თვალი	სინათლის შერჩევა 'შეფარდებითი ერთე- ულებით		სინათლის ჰიპოტენზური ეფექტი			
			დაწყე- ბითი სი- დიდე	საბოლოო სიდიდე	გამოკვ- ლვეათა რაოდე- ნობა	წნევის დაწევის რაოდე- ნობა	ეფექტის არარსე- ბობის რა- ოდენობა	წნევის მაქსი- მალური და- წევა სინდი- ყის სვეტის მმ

სუბკომპენსირებული გლავუკომა

1	მ-ა	მარცხენა	125	5556	9	7	2	6
2	ტ-ვი	მარცხენა	83	3333	9	4	5	6
		მარჯვენა	125	1667	9	5	4	5,5
3	პ-ა	მარჯვენა	89	2273	8	5	3	6
4	კ-ა	მარჯვენა	113	1923	9	4	5	4
5	ბ-ჩი	მარჯვენა	16	1250	9	4	5	5
		მარცხენა	8	909	9	1	8	2,5
6	ლ-ა	მარჯვენა	12	910	9	0	9	—
		მარცხენა	12	833	9	0	9	—

სინათლის შერჩევის
საშუალო სიდიდე შეფარ-
დებით ერთეულებით

64	2072			
----	------	--	--	--

არაკომპენსირებული გლავუკომა

1	მ-ა	მარჯვენა	42	3125	9	6	3	19
2	ფ-ა	მარჯვენა	52	1333	9	4	5	15
3	კ-ა	მარჯვენა	2	833	9	2	7	4
4	ს-ი	მარჯვენა	23	500	9	2	7	8
5	ე-ა	მარჯვენა	12	500	9	1	8	6
6	ზ-ა	მარცხენა	25	500	8	1	7	4,5
7	პ-ა	მარჯვენა	21	384	9	1	8	6,5
		მარცხენა	15	357	9	1	8	6
8	ნ-ვი	მარცხენა	6	62	9	0	9	—

სინათლის შერჩევის
საშუალო სიდიდე შეფარ-
დებითი ერთეულებით

23	843			
----	-----	--	--	--

თვალის შიგნითა წნევამ 7-ჯერ დაიწია, ხოლო დაწევის მაქსიმალურმა სიდიდემ შეადგინა სინდიყის სვეტის 6 მმ.

ავადმყოფ ბ-ჩს კი მარცხენა თვალში სინათლის შეგრძნების საბოლოო სიდიდე გაცილებით დაბალი ჰქონდა (909), ვიდრე ავადმყოფ მ-ას. ამასთან 9 გამოკვლევიდან სინათლის გავლენით თვალის შიგნითა წნევამ დაიწია მხოლოდ 1-ჯერ, ხოლო წნევის მაქსიმალურმა დაწევამ სულ შეადგინა სინდიის სვეტის 2,5 მმ.

დაწყებითი და განვითარებული არაკომპენსირებული გლაუკომით მე-2 ჯგუფის ავადმყოფებში გამოკვლეულ იქნა 9 თვალი (8 კაცი). ავადმყოფთა შორის იყო 6 ქალი და 2 მამაკაცი. ავადმყოფები იყვნენ 40-დან 69 წლამდე ასაკისა.

1 ცხრილი გვიჩვენებს, რომ არაკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში ისეთივე დამოკიდებულება არსებობს სინათლის შეგრძნების მდგომარეობასა და სინათლის ჰიპოტენზურ მოქმედებას შორის, როგორც სუბკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში.

კავშირი სინათლის შეგრძნების დონესა და სინათლის ჰიპოტენზურ ეფექტს შორის ვლინდება აგრეთვე სუბკომპენსირებული და არაკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულთა მონაცემების შედარებისას.

ჩატარებულ გამოკვლევათა ანალიზმა ცხადყო, რომ სინათლის შეგრძნება სუბკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში უფრო მაღალი აღმოჩნდა, ვიდრე არაკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში.

ასე, სინათლის შეგრძნების საშუალო დაწყებითი სიდიდე სუბკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში უდრიდა 64 ერთეულს, არაკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში კი — მხოლოდ 23 ერთეულს.

სინათლის შეგრძნების საშუალო საბოლოო სიდიდე სუბკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში უდრიდა 2072 ერთეულს, არაკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში კი მხოლოდ 843 ერთეულს.

სუბკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში სინათლის ჰიპოტენზური ეფექტიც უფრო მკვეთრად გამოხატული აღმოჩნდა, ვიდრე არაკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში. ეს იმით გამოიხატა, რომ სუბკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში სინათლის ჰიპოტენზური ეფექტი აღინიშნებოდა უფრო ხშირად (80-დან 30 შემთხვევაში), ეფექტის არარსებობა კი უფრო იშვიათად (80-დან 50 შემთხვევაში), ვიდრე არაკომპენსირებული გლაუკომით დაავადებულებში (წნევის დაწევის 18 შემთხვევა და ეფექტის არარსებობის 62 შემთხვევა 80 შემთხვევიდან).

ჩვენ მიერ აღნიშნული კავშირი სინათლის ჰიპოტენზურ ეფექტსა და სინათლის შეგრძნების მდგომარეობას შორის გლაუკომით დაავადებულებში საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ ოფტალმოტონუსზე სინათლის მოქმედების რეფლექსური ბუნების შესახებ.

დასკვნები

1. სინათლის შეგრძნება გლაუკომით დაავადებულებში დამოკიდებულია თვალის შიგნითა წნევის სიმაღლისა და დაავადების განვითარების სტადიისაგან.

2. თვალის შიგნითა წნევის კომპენსაციის თანაბარი ხარისხის არსებობისას გლაუკომის დაწყებითი სტადიით დაავადებულებში აღინიშნება უფრო მაღალი სინათლის შეგრძნება, ვიდრე განვითარებული სტადიით დაავადებულებში.

3. გლაუკომის თანაბარი სტადიით დაავადებულებს ყველაზე მაღალი სინათლის შეგრძნება აღინიშნებათ კომპენსირებული წნევის დროს, ნაკლებ მაღალი—სუბკომპენსირებული წნევის დროს და ყველაზე დაბალი—არაკომპენსირებული წნევის დროს.

4. გლაუკომით დაავადებულებში ჰიპოტენზური ეფექტი თეთრი სინათლის გავლენით შესაძლოა დამოკიდებულია მათი სინათლის შეგრძნების მდგომარეობისაგან.

ექიმთა დახელოვნების

თბილისის სახელმწიფო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 31.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Т. А. Алексидзе. О влиянии зеленого и белого света на внутриглазное давление. Сборник информ. метод. материалов, № 2, Гос. НИ инст-та глазных болезней им. Гельмгольца. 1954, стр. 30—41.
2. Р. И. Бронштейн. Изменение внутриглазного давления (эластонометрических данных) под влиянием белого, зеленого и красного света у здоровых людей и у больных глаукомой. Сборник информ. метод. материалов, № 2, Гос. НИ инст-та глазн. болезн. им. Гельмгольца, 1954, стр. 41—49.
3. Инструкция к схеме динамической классификации первичной глаукомы по Б. А. Поляку. Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Л., 1952.
4. А. И. Дашевский. Адаптационная пилокарпиновая проба для ранней диагностики проромальной глаукомы. Вести. офтальм., т. 18, вып. 3, 1941, стр. 241—249.
5. А. И. Долин. Новые факты к физиологическому пониманию ассоциаций у человека. Архив биол. наук. т. 42, вып. 1—2, 1936, стр. 275—284.
6. Р. Б. Заредкая. Влияние световых побочных раздражителей на внутриглазное давление нормальных и глаукоматозных глаз. Москва, 1944.
7. Э. А. Каминская, и Н. М. Губина. Диагностическое значение и смысл пробы Зейделя. Вести. офтальм., т. 12, вып. 4, 1938, стр. 479—484.
8. Л. А. Кацнельсон. Влияние витаминов «А» и «В₂» на некоторые функции органа зрения при глаукоме. Москва, 1951.
9. К. Х. Кекчев и О. А. Матюшенко. Влияние сенсорных раздражений на чувствительность периферического зрения. Сообщение 1-ое. Булл. экспер. биол. и мед., т. 2, вып. 5, 1936, стр. 358—360.
10. О. А. Майорова и Е. С. Гликина. Ранняя диагностика глаукомы при помощи провокационных проб. Вести. ОФТАЛЬМ., т. 15, вып. 3—4, 1939, стр. 120—129.
11. В. И. Цинцадзе. Влияние различных яркостей белого света на внутриглазное давление больных глаукомой. Сборник информационно-методических материалов, № 4, Государственного НИ инст-та глазных болезней им. Гельмгольца, 1956, стр. 27—36.
12. А. Г. Ченцов. Адаптация к темноте и глаукома. Русск. офтальм. журнал., т. I, № 1, 1922, стр. 235—259.
13. A. Feigenbaum. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde und für augenärztliche Fortbildung. B. 80, 1928.
14. Grünholm. Archiv für Augenheilkunde B. 66. 1910. S. 346—377 und. B. 67, 1910, S. 136—180.
15. E. Seidel. Albr. von Graef. Archiv für. Ophthalm. B. 102, 1920, S. 415—420.

ენათმეცნიერება

ქ. შანიძე

 §ა- /sa- კაუზატივის კვალი თანამედროვე ასურული ენის ურმის
 დიალექტში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. წერეთელმა 1.3.1956)

სემიტური ზმნის ნაწარმოებ თემათა შორის კაუზატივს მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს (ეს თემა ყველა სემიტური ენისთვისაა დამახასიათებელი, სადაც კი თემათა წარმოება ცოცხალია). ე. წ. „ძირითად“ და ინტენსივის თემასთან ერთად კაუზატივი სემიტური ზმნის თემათა წარმოების ბირთვის ქმნის.

კაუზატივის თემისათვის, როგორც ეს სახელწოდებიდანაც ჩანს, დამახასიათებელია, უმთავრესად, ზმნის კაუზატიური (იძულებითი) შინაარსის გადმოცემა. მაგრამ გვხვდება შემთხვევები, როდესაც კაუზატივის თემაში ზმნა ინტენსივის გაგებას იძლევა და შინაარსეულად ინტენსივის თემას ემთხვევა მთლიანად. კაუზატივის თემისათვის განსაკუთრებით დამახასიათებელია ნასახელარი ზმნების წარმოებაც ([1], გვ. 527). ასეთია სემიტური კაუზატივის სემანტიკური ფუნქცია.

კაუზატივის თემის წარმოება ხდება გარკვეული პრეფიქსების დართვით. ისინი, დაერთიან ძირითადი თემის ზმნას, რომელიც წმინდა ფუძეს (თემის

მაწარმოებლების გარეშე) წარმოადგენს; ასეთია: არაბული I თემა ($\sqrt{\text{فعل}} < \sqrt{\text{فعل}}$ „გააკეთა“), ებრაული Qal ($\sqrt{\text{פעל}}$), არამეული P^aal ($\sqrt{\text{פעל}}$). აქედან იწარ-

მოება კაუზატივის თემა. თემის მაწარმოებლებად სემიტურ ენებში გვხვდება: ოა-, ha-, sa- და §ა- პრეფიქსები. აქედან პირველი ორი ერთმანეთის ფონეტიკური ვარიანტებია, რომელთაგან უძველესად ha-ს მიიჩნევენ. იგივე ითქმის პრეფიქსების მეორე წყვილზე (sa-, §ა-), რომელთაგან ერთი სისინა ვარიანტია—sa, ხოლო მეორე კი შიშინა სახეობა—§ა. არის ცდები ha-/ოა- და sa-/§ა-მაწარმოებლებიც გენეტურად ერთმანეთს დაუკავშირონ.

კაუზატივის ha-/ოა- მაწარმოებელი გავრცელებულია დასავლურ სემიტურ ენებში (ებრაულ-ფინიკიური, არამეული, არაბული, ეთიოპური), ხოლო sa-/§ა-სამხ. არაბულსა და აქადურში (უფრო ზუსტად რომ ვთქვათ, sa- გავრცელებულია მინეურში, ხოლო აქადურში მისი შიშინა ვარიანტი §ა-).

sa-/§ა- მაწარმოებელი, სამხ. არაბულის გარდა, უნდა ყოფილიყო გავრცელებული სხვა დას. სემიტურ ენებშიც ha-/ოა-ს გვერდით. აქედან—sa, სისინა

სახეობა, არაბულსა და ეთიოპურში (სამხრეთ-დასავლურ სემიტურში), ხოლო ჰა—ებრაულსა და არამეულში (ჩრდილო-დასავლურ სემიტურში).

არაბულში ამჟამად ცოცხალია *sa*-კაუზატივის რეფლექსივი, ე. წ. X თემა (سأفعل), რომელიც კაუზატივის რეფლექსივის ერთად ერთი ფორმაა. *sa*-კაუზატივის თემას, რომელიც არაბულისათვისაა დამახასიათებელი, საკუთარი რეფლექსივი არ გააჩნია და იყენებს ოდესღაც არსებული *sa*-კაუზატივის რეფლექსივის. გარდა ამისა, არაბულში აქა-იქ დასტურდება *sa*-კაუზატივის ზმნები.

ებრაულში *sa*-კაუზატივი ცოცხალი არ არის. არ არის არც მისი რეფლექსივის ფორმები; მაგრამ ბიბლიის ტექსტებში დადასტურებულია ორიოდ ფორმა *sa*-კაუზატივის ზმნის მიმღეობისა, როგორცაა קָוַן „ალი“ ([2], გვ. 16).

არამეულში კაუზატივის წარმოების თვალსაზრისით მეტი მრავალფეროვნებაა. ბიბლიის არამეულში, ებრაულის მსგავსად, *ha*-მაწარმოებელია, ხოლო დანარჩენ არამეულ ენებში (თალმუდის არამეულში, სირიულში, მანდურში და სხვ.), არაბულის მსგავსად,—*a*. ამ *ha*-/*a*-პრეფიქსის გვერდით აქა-იქ, მაგრამ ბევრად უფრო ხშირად, ვიდრე სხვა დას. სემიტურ ენაში, გვხვდება *sa*-/*sa*-პრეფიქსი. აღსანიშნავია, რომ არამეულში ამ პრეფიქსის ორივე ვარიანტი გვხვდება: *sa*-ც და *sa*-ც. აქედან, უფრო ბუნებრივი იყო არამეულისათვის, მხოლოდ *sa*-ყოფილიყო ხმარებაში, რადგან არამეული, ებრაულისა და აქადურის მსგავსად, ჰს ხმარობს არაბული *s*-ს შესატყვისად. ამგვარად, არამეული *sa*-ს გვერდით მის სისინა ვარიანტსაც (*sa*) ხმარობს, რაც სამხ. დასავლურ სემიტურისთვისაა დამახასიათებელი. აქვე უადგილო არ იქნება შეინიშნოს, რომ არამეული ხშირად ავლენს არაბულისათვის თუ ეთიოპურისათვის დამახასიათებელ ენობრივ ფაქტებს და ერთგვარ გარდამავალ ადგილს იჭერს ებრაულსა და, მაგალითად, არაბულს შორის.

თანამედროვე ასურულ (აღმოსავლურ არამეულ) **დიალექტებში** ძველი არამეული თემების საფუძველზე ჩამოყალიბდა ზმნის უღვლილების ორი ჯგუფი (ორი კლასი), უკეთ—ორი უღვლილება. აქედან ერთს (ე. წ. I უღვლილებას) საფუძვლად დაედო ძირითადი თემის (*P^{ae}al*-ის) ნაზმნარი სახელები (მიმღეობანი და მასდარი), ხოლო მეორეს (ე. წ. II უღვლილებას)—ნაწარმოები თემების ნაზმნარი სახელები. ამ უკანასკნელში თავს იყრის ძველი ინტენსივისა და კაუზატივის თემებიც ([3]).

კაუზატივის თემის მიმღეობებს შერჩათ *m* მაწარმოებელი მიმღეობისა, რაკი მას თემის მაწარმოებელი *a* ხმოვანი მოსდევდა. მიმღეობის პრეფიქსი *m*+თემის მაწარმოებელი *a*>*ma*, რაც გვხვდება არა მარტო თხრობით კილოში, რომელიც მთლიანად ნაზმნარ სახელებს ემყარება, არამედ ბრძანებთ კილოშიც, რომელიც წმინდა ზმნური ფორმაა. აქ კაუზატივის მიმღეობის *ma* გადმოტანილია თხრობითი კილოდან ანალოგიით. ასე გვაქვს,



მაგალითად, ურმიული *māktiv* „დააწერინებს“, < კაუზატივის აქტ. მიმღობა **aktiv* + მიმღობის მაწარმოებელი *m*. ასევე მისი ბრძანებითიც: *māktiv* „დააწერინე!“ ([4], გვ. 106). ყველა სხვა შემთხვევაში (ე. ი. თანხმოვნის წინ) მიმღობის *m* დაკარგულია. დაკარგულია ის ინტენსივის თემაში და კაუზატივის თემაში, თუ ამ უკანასკნელს თანხმოვანზე დაწყებული პრეფიქსი აწარმოებს (*ša, sa*). ამგვარად, *ša-* და *sa-* კაუზატივის თემიდან ნაწარმოებ ზმნებში *m* (*ma*) აღარ გვხვდება¹.

თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ დღეს ასურულ დიალექტებში გვმინაცია დაკარგულია [6], მაშინ - გასაგები იქნება, რომ *ša-*, *sa-* კაუზატივის ზმნები ვეღარ განსხვავდებიან ინტენსივის ზმნებისაგან, რომელთაც თემის მახასიათებელი ნიშანი—*II* ძირეულის გვმინაცია დაკარგული აქვთ.

ამდენად, *ša-* და *sa-* კაუზატივის ზმნების გარკვევისათვის საჭიროა სათანადო ზმნების ეტიმოლოგიის (ისტორიის) გარკვევა. განვიხილოთ ჩვენთვის საინტერესო თვალსაზრისით რამდენიმე ზმნა.

1. *šāriq* **𐎱𐎠𐎼𐎢** ზმნაში თ. ნ ე ლ დ ე კ ე *ša-* კაუზატივს (ე. წ. *Šafel-*) ხედავს. მისი აზრით, *šāriq* უნდა იყოს *riq*-ძირიდან ნაწარმოები. აქვე ნელდევს მოაქვს ზმნა *šaḡriq* (**𐎱𐎠𐎼𐎢𐎡**), რომელიც *šāriq*-ის იშვიათად ხმარებული, პარალელური ფორმაა და სირიული **𐎱𐎠𐎼𐎢𐎡** (*siḡiq*), რომელიც „...აგრეთვე კუ“-დან უნდა იყოს ნაწარმოები“ ([7], გვ. 194). ზმნა *šāriq*-ს ვხვდებით ა. მაკლემანისა და ა. კალაშევის ლექსიკონებშიც; მაკლემანთან: **𐎱𐎠𐎼𐎢𐎡** *to eat all the inside; to peck out* (თვალები) ([5], გვ. 313); კალაშევთან—*šraqta* **𐎱𐎠𐎼𐎢𐎡** *высасывать* ([8], გვ. 338). საინტერესოა, რომ ამავე მნიშვნელობით გვხვდება *ma-* კაუზატივში იგივე ზმნა—*mraqta*—**𐎱𐎠𐎼𐎢𐎡**, რაც იმავე ავტორებთანაცაა დადასტურებული: *šraqta*=*mraqta* ([8], გვ. 405), მაკლემანთან—**𐎱𐎠𐎼𐎢𐎡** 1) *to suck clean*; 2) *to cleanse, scour; polish* ([5], გვ. 200). შდრ., ასევე, *rāiḡi* || *raq* „აფურთხებს“ (**𐎱𐎠𐎼𐎢**), რაც I უღ. ზმნაა (ე. ი. *P^{al}*-იდან ნაწარმოები), და *raqta* (*raiḡiq*) *плевать*, [8], გვ. 357; *ruqta* *плевок*, იქვე, გვ. 359, *ruḡi* *слюна*, გვ. 358; მაკლემანთან: **𐎱𐎠𐎼𐎢𐎡** და **𐎱𐎠𐎼𐎢** *to spit* ([5], გვ. 228).

2. *šahlip* **𐎱𐎠𐎼𐎢𐎡** „გამოცვლის, შეცვლის“. ამ მნიშვნელობით გვხვდება ეს სიტყვა მაკლემანთან და კალაშევთან ([5], გვ. 202; [8], გვ. 401). მაკლემანთან მითითებულია, რომ ეს ძვ. სირიული *Šafel-*ია (ე. ი. შეესატყვისება სირიულ *Šafel-*-ს) და ნაჩვენებია ამ ზმნის ძირითადი თემა—*hālip* **𐎱𐎠𐎼𐎢**. აქაც იგივე მნიშვნელობაა, რაც *šahlip*-ში, მხოლოდ გარდაუვალი მნიშვნელობით:

¹ ა. მაკლემანს თავის ლექსიკონში მოაქვს ასეთი ზმნები *m*-სთან ერთად, თუმცა ტრანსკრიფციისას ამ *m*-ს ფრჩხილებში წერს ([5], გვ. 185, 201, 202 და სხვ.).

„მის ნაცვლად იქნება; შეიცვლება“. აქედან ცნობილი გამოთქმა: *āvun hlā-puh!* „შენ გენაცვალე“ (ზუსტად შეესიტყვება ქართულ გამოთქმას!). შდრ. კალაშევთან: *hlāpuh āvin* „жертвой твоей сделаюсь!“ ([8], გვ. 390). აღსანიშნავია, რომ *šahlip*-ის ზუსტი შესატყვისია (როგორც შინაარსით, ისე ფორმის თვალსაზრისით) *mašlip* **مشليپ**, რაც უკვე *hlp*- ძირის ზმნის *აა-კაუზატივის* (*Afel*-ის) მიმღობაა. ამგვარად, *hlālip* ზმნიდან დღეს ურბიულში დაცულია *კაუზატივის* ორივე წარმოება, როგორც *აა-კაუზატივი* *mašlip*-ის სახით, ისე *ša-კაუზატივი* *šahlip*-ის სახით⁽¹⁾.

ზმნების ასეთი პარალელური ხმარება დადასტურებულია ურმიის დიალექტის სხვადასხვა ლექსიკონშიც ([5], გვ. 169, 202; [8], გვ. 333 და 401; [10], გვ. 477). კალაშევთან ამ ორ სიტყვას შორის ცოტაოდენი განსხვავებაა: *šahlip*—„გამოცვლის, გამოიცვლება (перемениать, -ся)“; შეიცვლის, შეიცვლება (изменять, -ся)“, ხოლო *mašlip*—„ცვლის, გამოცვლის (сменять, менять)“. აღსანიშნავია ისიც, რომ კალაშევის მიხედვით *šahlip*-ს გარდამავალი მნიშვნელობაც შეიძლება ჰქონდეს და გარდაუვალიც: „გამოცვლის“ და „გამოიცვლება“, „შესცვლის“ და „შეიცვლება“, *mašlip*-ს კი მხოლოდ გარდამავალი მნიშვნელობა: „ცვლის, შეცვლის, გამოცვლის“. ეს მომენტი ხაზგასასმელია, რადგან ამის მიხედვით იქმნება შთაბეჭდილება, რომ *კაუზატივის* ის ფორმა, რომელიც ამჟამად (და ძველ არამეულშიც) ყველაზე უფრო გავრცელებული და ჩვეულებრივია—*mašlip* (*აა-კაუზატი.*) მხოლოდ გარდამავალი მნიშვნელობისაა, ხოლო ის ფორმა, რომელიც არამეულისათვის ნაკლებად და დამახასიათებელი და თანაბდროვე დიალექტებისათვის უაღრესად იშვიათი—გარდაუვალ მნიშვნელობასაც ადვილად ღებულობს, ე. ი. მასში „*კაუზატიურობა*“ ნაკლებად შეიგრძნობა. რომ ეს მართლაც ასეა, ამაში ქვემოთ სხვა ზმნებთანაც დავაწმუნდებით.

3. მაკლემანის ლექსიკონში დამოწმებულია ზმნა *šāvīd* **شاييد** (მისთან — **شاييد** || **شاييد**) და ნიშნავს „ავიწროებს; ძალას ატანს, აწუხებს“ და „არტყამს“ ([5], გვ. 203). იქვე შენიშნულია, რომ ეს არის სირიული **شاييد** *šābīd*, ე. ი. *šbd*-ძირის ზმნის *šafel*-ი (*ša-კაუზატივი*). ძირითად თემაში *šbd*—*švīd* **شاييد** ნიშნავს „აკეთებს“, ხოლო *აა-კაუზატივი*ში—*māšvīd* **مشاييد**—„აკეთებინებს, აძალბებს“. აქაც *აა-კაუზატივის* და *ša-კაუზატივის* ფორმებში **شاييد** ზმნის მნიშვნელობანი ერთგვარად განსხვავდებიან: *māšvīd* „აკეთებინებს“, ხოლო *šāvīd* „ავიწროებს, აწუხებს; ძალას ატანს“. ამასთანავე *აა-კაუზატივის* თემაში მოცემული ზმნის მნიშვნელობა უფრო ახლო დგას ძირითად თემასთან, წარმოადგენს მის *კაუზატივის* უშუალოდ. თუ შეიძლება ითქვას, აქ *კაუზატივის* პირველადი მნიშვნელობაა დაცული, *ša-კაუზატივის* თემაში კი—

(¹ ეს ზმნა სირიულშიც ორ თემაში გვხვდება: *Afel*-ში და *šafel*-ში ([9], გვ. 236).

მეორეული მნიშვნელობა, შემდეგ განვითარებული: „აკეთებინებს“, „აძალებს გააკეთოს“ > „ძალას ატანს“, „აძალებს“ > „ავიწროებს; აწუხებს“.

4. šalhim **შაღჰ** („დაწვავს“) იხმარება ალკოშის დიალექტში. მართებული უნდა იყოს მაკლემანის შენიშვნა, რომელიც შესაძლებლად მიიჩნევს ეს სიტყვა დაუქავშიროს სირიულ **ܫܠܗܝܢ** - ს ([5], გვ. 203), შდრ. ებრაული **שָׁלַח** ([2], გვ. 16). **ܫܠܗ** თანამედროვე ასურულში დაცულია **შა** და **ሠ**-ს სახით (lāha **ሠ** „ალი; ცეცხლი“ და lahi ან lāji **ሠ** || **ሠ** „იწვის, ალი უკიდია“), აქედან მისი კაუზატივი—„ალს, ცეცხლს უკიდებს; წვავს“.

თანამედროვე ასურულში კაუზატივის წარმოებისას სუსტი ძირიდან ხშირია სუსტი ძირეულის უკვალოდ დაკარგვა. ასეთ შემთხვევაში კაუზატივში დაცული მიმღეობის მაწარმოებელი m-ს წყალობით ზმნის ფორმა სწორ ზმნას ემსგავსება (შდრ. mālip **ܡܠܝܦ** „ასწავლის“ < mālip < ma+Vlip, ან māqum **ܡܩܘܡ** maqum-ისათვის < m+a+Vqum „დაგამს; აყენებს“). მსგავსი ვითარება მოსალოდნელია ša- თუ sa-თი ნაწარმოებ კაუზატივის ფორმებშიც. ასე უნდა გვექონდეს სიტყვაში šigda „ხარება“ და ზმნაში šadir „გზავნის“.

5. šigda < šihdā **ܫܗܕܐ** სიტყვაში უნდა გამოიყოს ძირეულები hđ, რომელიც უქავშირდება Vhđi-ს: hādi (**ܗܕܝ**) „უხარია“ (შდრ. ებრ. **הָדַד**, არამ. **ܗܕܝܢ** „უხაროდა“ და აქადური hādū იმავე მნიშვნელობით). რაც შეეხება šī-ს, რომლის შესატყვისად სირიულში აზავე სიტყვაში ša- არის (šuhda **ܫܗܕܐ**), ეს უნდა მიუთითებდეს იმაზე, რომ აქ საქმე გვაქვს ნაზმნარ სახელთან, რომელსაც საფუძვლად ša- კაუზატივის ფორმა უძევს (qutl-ფორმა—II ულ. ზმნების ნამყო დროის მიმღეობა, როგორიცაა mutva **ܡܘܬܘܘܐ** „დადებული“, bušla **ܒܘܫܠܐ** „მოხარული“ და მისთ., ხოლო qitl—აბსტრაქტის ტიპი). ეს ša-მაწარმოებელი დაცული უნდა იყოს მეორე სახელში—šadūta „სიხარული; გახარება“, რომელიც კალაშევთან გვხვდება ([8], გვ. 399). აქ d-ს წინ h > ḡ, რომელიც ხმოვნის შემდეგ სულ დაიკარგა: šahdūta > šag-dūta > šadūta (გ-ს დაკარგვა ხმოვნის შემდეგ თანამედროვე ასურულში უჩვეულო არ არის: pāli „ჰყოფს“ < pālī, šada „ნუში“ < šagdā და მისთ.). კაუზატივის მაწარმოებლის თანხმოვნური ელემენტი ძირს შეებორცა და ახალი ძირი šhđ მივიღეთ. ამ მეორეული ძირიდან, რომელიც „გახარებას; სასიხარულო ამბის ცნობებას“ უნდა ნიშნავდეს (შდრ. სირ. **ܫܗܕܐ**), ნაწარმოები **ܡܫܗܕܘܬܐ** mašhadā „სახარება“ და mašhid **ܡܫܗܕ** „სახარების ქადაგება“.

როგორც šhd—ზმნის 2a-კაუზატივი (Afel-ი) (mašhadta ზუსტად: „გახარება (ვისიმე)“ > „სახარება“) (შდრ. [5], გვ. 201—202).

6. šādir **شَادِرْ** „გზავნის“. იგი ჯერ კიდევ სირიულში იხმარება და წარმოადგენს šdr-ძირიდან ნაწარმოები ზმნის ინტენსივს. შესაძლებელია ეს šādir უკავშირდებოდეს dīr (თუ—dur-ძირს), საიდანაც არამეულში და კერძოდ თანამედროვე დიალექტებშიც გვაქვს ზმნა dāīr **دَائِرْ** „დაბრუნდება; გაბრუნდება“.

7. ურმიის დიალექტში გვხვდება სახელი šuvhārā **شَوَهْرَا** — „სიამაყე“ და მასთან დაკავშირებული სიტყვები: ზმნა štohūri **شَوْهْرِي** „ამაყობს“ და ზედსართავი štorāna **شَوْرَانَا** „ამაყი“ (შდრ., აგრეთვე, [10], გვ. 31). პირველი სიტყვა šuvhāra („სიამაყე“) აბსტრაქტაა, რომელიც bhr-ძირიდან ნაწარმოები ša- კაუზატივიდანაა მიღებული. ასეთი ზმნა, მართალია, ურმიის დიალექტში არ გვხვდება, მაგრამ იგი დამოწმებულია სირიულში და თანამედროვე დიალექტებიდან—ტიარისა და ალკოშის დიალექტებში: šōhir **شَوْهْر** და ნიშნავს „ამაყობს; ამაყია“ ([5], გვ. 201). ურმიის დიალექტში, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ამ მნიშვნელობისაა štohīr **شَوْهْر**, რაც სხვა არაფერია, თუ არ ša- კაუზატივის (Šafel-ის) რეფლექსივი¹. ამგვარად, აქაც, ზემოდასახელებულ სიტყვებში (šuvhāra, štohūri, štorāna, šōhir) ša- კაუზატივის კვალი უნდა გვქონდეს.

როგორც ზემოთაც აღვნიშნეთ, ურმიის დიალექტში ša- კაუზატივის კვალიც ჩანს. ასე უნდა გვქონდეს შემდეგ მაგალითებში:

8. šāriq **شَارِقْ** ვფიქრობთ მოდის **شَارِقْ**-დან, თუმცა ეს ზმნა I უღეილებიდანაა—„გახდება (похудет)“, მაგრამ მისი კავშირი ṽriq-თან („დაცლა“) აშკარად ჩანს. საინტერესოა, რომ ხსენებული ზმნის ვნებითი გვარის მიმღეობა šriqā **شَرِيقَا** იხმარება „ცარიელის“ მნიშვნელობით, რაც მაკლემანს მიაჩნია მეტაფორულ გამოთქმად „გამხდართან“ შედარებით ([5], გვ. 232). საყურადღებოა ისიც, რომ šriqā-ს ეს მნიშვნელობა („ცარიელი“) სირიულშიც გვხვდება ([9], გვ. 501).

9. sārgid **سَارْجِدْ** გვხვდება **سَارْجِدْ** rāgid-ის გვერდით და ორივეს თითქმის თანაბარი მნიშვნელობა აქვს: „ცახცახებს, კანკალებს“. კალაშევთან ვკითხულობთ: „sārgādtā (sārgid)—трясти, сотрясать, колебать ([8], გვ. 365) და irgādtā (rāgid)—трястись, трепетать (იქვე, გვ. 293), აქედან—irgudā, ri-gudā, riigudā—трепет, судорога (იქვე); მაკლემანთან: „**سَارْجِدْ** to totter,

¹ რეფლექსივის შესახებ თანამედროვე ასურულში ჩვენ ცალკე წერილში ვისაუბრობთ.

shake, shiver“ ([5], გვ. 186) და „**ܫܕܘܢܐ** to shiver, tremble, to be startled“, აქედან—**ܫܕܘܢܐ**—trembling, shivering, fear და **ܫܕܘܢܐ**—one who shivers ([5], გვ. 289); შდრ. აგრეთვე **ܫܕܘܢܐ** содрогаться ([10], გვ. 429) და **ܫܕܘܢܐ** дрожать ([10], გვ. 43). მაკლემანი ლექსიკონში უთითებს, რომ sargid < rāgid ([5], გვ. 186)⁽¹⁾. საინტერესოა, რომ კალაშევიცა და მაკლემანიც ცდილობენ განასხვავონ ამ ორი ზმნის მნიშვნელობანი და ამ განსხვავებაში ჩანს, რომ ერთს (rāgid-ს) გარდაუვალი მნიშვნელობა აქვს, ხოლო მეორეს (sārgid-ს)—გარდამავალი და, მაშასადამე, დაცულია კაუზატივისათვის დამახასიათებელი სემანტიკა. მაგრამ ერთიც უნდა ითქვას. ასეთი განსხვავება ყოველთვის არ არის ცხადი და სწორედ ამით უნდა აიხსნას, რომ „Русско-сирский лексикон“-ში ორივე ზემოაღნიშნულ სიტყვასთან გარდაუვალი მნიშვნელობაა მოცემული: „дрожать“ და „содрогаться“. ამ სიტყვებს შორის ვერც ჩვენ ვხედავთ რაიმე არსებით განსხვავებას. ჩვენი მასალის მიხედვით ორივე სიტყვა: rāgid და sārgid ერთგვარი მნიშვნელობის მქონენი არიან. მაგრამ როგორც არ უნდა იყოს დღეს, ერთი უმეტესია: sārgid წარმოშობით rāgid ზმნის კაუზატივია.

10. ერთნაირი მნიშვნელობით გვხვდება ურმიულში ზმნები **ܫܒܝܪܐ** saġbir და **ܫܒܝܪܐ** ḥābir—„მოინახულებს, სანახავად წავა“. კალაშევიცა: saġ-barta (saġbir)—навещать (больного, знакомого) ([10], გვ. 364) და ḥabarta (ḥābir)—допрашивать; поздороваться, приветствовать (იქვე, გვ. 382). მაკლემანთან **ܫܒܝܪܐ**-თან მითითებაა **ܫܒܝܪܐ**-ზე და მოცემულია იქ განმარტება: „to visit, to go and see“; **ܫܒܝܪܐ** ნაწილაკთან ერთად: „to go to ask after the health of“ ([5], გვ. 185); **ܫܒܝܪܐ** — „to ask after the health of“ (იქვე, გვ. 168). როგორც ვხედავთ მაკლემანთან და, შეიძლება ითქვას, კალაშევიცა saġbir-სა (<saġbir) და ḥābir-ს ერთნაირი მნიშვნელობა აქვს. ყოველ შემთხვევაში, მათ მნიშვნელობათა შორის კავშირი ცხადია. ḥābir მოდის ḥabbir-იდან და, მაშასადამე, ḥbr-ძირის ზმნის ინტენსივს წარმოადგენს. ინტენსივისა და კაუზატივის მნიშვნელობათა დამთხვევა სემიტურში ჩვეულებრივია ([1], გვ. 526). ამგვარად, აქ უნდა გვექონდეს ერთის მხრით ḥbr-ძირის ზმნის ინტენსივი: ḥābir < ḥabbir და მეორეს მხრით ამავე ზმნის sa- კაუზატივი (თუ შეიძლება ითქვას—Safel-ი) ანალოგიური მნიშვნელობით.

ვფიქრობთ, აღნიშნული ადასტურებს აღმოსავლურ არამეულში ša-/sa-კაუზატივის (Šafel, Safel-ის) ოდესღაც არსებობას. ამგვარად აქაც, როგორც

(¹ ამ ძირს სემიტურში სხვაგანაც ვხვდებით, შდრ., მაგალითად, ებრ. ܫܕܘܢܐ).

ეს სხვა სემიტურ ენებში შეიმჩნევა, ²a-/ha- კაუზატივის გვერდით ša-/sa- კაუზატივიც იხმარებოდა. არ არის გამორიცხული შესაძლებლობა, რომ ერთ დროს ša-/sa- ფორმანტით კაუზატივის წარმოებას ისეთივე ძალა ჰქონდა, როგორც ²a- (თუ ha-) ფორმანტს, რომელიც შემდეგში დას. სემიტურში კაუზატივის წარმოების დომინირებულ სახედ გადაიქცა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ენათმეცნიერების ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.3.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. C. Brockelmann. Grundriss der vergleichenden Grammatik der semitischen Sprachen, B. I, Berlin, 1908.
2. C. Brockelmann. Semitische Sprachwissenschaft, 2-Aufl, Berlin, 1916.
3. კ. წერეთელი. ზმნის უღვლილების სისტემა თანამედროვე ასურულ დიალექტებში, ენათმეცნიერების ინსტიტუტის შრომები, აღმოსავლურ ენათა სერია, ტ. II, თბილისი, 1957.
4. A. J. Maclean. Grammar of the Dialects of Vernacular Syriac, Cambridge, 1895.
5. A. J. Maclean. A Dictionary of the Dialects of Vernacular Syriac, Oxford, 1901.
6. კ. წერეთელი. გემინაციის შესახებ ურმიის არამეულ დიალექტში, საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XIII, № 9, 1952.
7. Th. Nöldeke. Grammatik der neusyrischen Sprache, Leipzig, 1868.
8. А. Калашев. Русско-айсорский и Айсорско-русский словарь, СМОПІК, вып. XX, Тифлис, 1894.
9. C. Brockelmann. Lexicon Syriacum³, Halis, 1928.
10. Русско-сирский лексикон, Урмия, 1909.



ხელოვნების ისტორია

ზ. მაისურაძე

სამთავროს სამარკონის ორგმოსამარხმზის უბნი და რუხნი ქრილა
ჰურჭლის მხატვრულად შემკობის ტმქნიკური ხმარხმზის უმსახმზ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩუბინაშვილმა 14.11.1955)

სამთავროს გათხრის დროს მოპოვებული კერამიკული ნაწარმი მთლიანად მხატვრულია, მიუხედავად იმისა, ჭურჭელს გაანჩია თუ არა რაიმე დეკორატიული შემკულობა.

ყოველ ჭურჭელს, ზომისა და დანიშნულების მიუხედავად, ატყვია ოსტატის მაღალი მხატვრული გემოვნების ხელი. კლასიკურ სიმალღემდეა აყვანილი ჭურჭლის ყალიბის გარეგანი დახვეწილობა, სიმსუბუქე და სილალე; თავდაჭერილი და შნოიანი დეკორატიული შემკულობა მას სანდომიან და მიმზიდველ ნაწარმად ხდის. ოსტატი სხვადასხვა ხერხს მიმართავდა კერამიკულ ნაწარმზე მხატვრულ-დეკორატიული შემკულობის მისაღებად. ჩვენ შევნიშნეთ რვაგვარი ასეთი ტექნიკური ხერხი. ვერც ერთი შემთხვევა ვერ ვნახეთ ისეთი, რომ ოსტატს მხოლოდ ერთი ხერხით ჰქონდეს შემკული ნაწარმი. მას გამოუყენებია ორი, სამი, ოთხი და შეიძლება მეტი ხერხიც.

ეს ტექნიკური ხერხებია:

I. ს გ რ ა ფ ი ტ ო ს ხ ე რ ხ ი. ეს ხერხი გულისხმობს ტყავის სიმაგრის მქონე გათლილ, გაწმენდილ და გამოუწვავ ნაწარმზე წვეტიანი საკაწრავი იარაღით სხვადასხვა დეკორატიული სახის ამოკაწვრას. საკაწრავი ხელსაწყო შეიძლება ყოფილიყო ერთბილიანი ან მრავალბილიანი, სავარცხლისებრიც კი. ეს კარგად ირკვევა ჭურჭლებზე ამოკაწრულ ცალხაზოვან ან მრავალხაზოვან ტალღისებრ სარტყლებზე.

II. ა მ ო კ ვ ე თ ი ს ხ ე რ ხ ი. როდესაც კერამიკული ნეღლი ნაწარმო ტყავის სიმაგრემდე იყო მიღწეული, გასუფთავებული, გაწმენდილი და შეიძლება დაგლუვებულიც, მაშინ ოსტატი წინასწარ მოფიქრებულ ორნამენტულ სახეებს ამოჭრიდა (ამოკვეთდა) ხელსაწყო დანით ჭურჭლის კეცში.

III. დ ა გ ლ უ ვ ე ბ ი ს ხ ე რ ხ ი. საგლუვებელი ხელსაწყოს საშუალებით (რაც შეიძლება ყოფილიყო ძვლის, ზზისა ან ბრინჯაოსი) ოსტატი აგლუვებდა ტყავის სიმაგრის მქონე ნაწარმის ზედაპირს. იგი ნაწარმს მთლიანად ან ნაწილობრივ აგლუვებდა. დაგლუვებული და დაუგლუვებელი ზედაპირების მონაცვლეობით ის ქმნიდა დეკორატიულ სახეობას.

IV. დ ა ჭ ე დ ვ ე ს ხ ე რ ხ ი. ჩარხზე დაყალიბების შემდეგ, როცა ნაწარმს ჯერ კიდევ დიდი სირბილე და პლასტიკურობა ახასიათებდა, ოსტატი ხის, ქვის ან სხვა რაიმე მასალაზე გაკეთებულ რელიეფურ სახეს დააქდევდა ნაწარ-

მის კედელს. საქდვევი რომ ადვილად ამძვრალიყო და თიხას არ მიკვროდა, აშკარაა, საქდვევის ზედაპირს ფარავდა ზეთით ან რაიმე ცხიმით. ზეთი და ცხიმი აქ გვევლინება როგორც საიზოლაციო ფენა, რომელიც წყალში არ იხსნება და არ აძლევს თიხას საშუალებას მიეკრას ნივთს. საქდვევი შეიძლება სხვადასხვა სახისა ყოფილიყო. ოსტატი ამ ცალკეული სახეების კომბინაციებით იღებდა სხვადასხვა დეკორატიულ მოტივს.

V. დაძვრვის ხერხი. მას ოსტატები ფართოდ იყენებდნენ. ყველა ქურჭლის ყურს, სადა იქნება იგი თუ გრებილი (თოკისებრი), აგრეთვე სხვადასხვა ზომისა და მოყვანილობის „სათითურებს“, ოსტატი ხელით ძვრავდა, ასუფთავებდა და სასურველ ალაგას აკრავდა ნაწარმს. ყურს გარდა ოსტატი ქურჭელზე აძვრავდა სხვადასხვა სახის შვერილებს—„ლილებს“ და ცხოველებსაც კი, მაგ. ხელიკს და სხვა. ნაწარმზე დაძვრვა აუცილებლად მის ნედლ მდგომარეობაშივე ხდებოდა. მშრალ ნაწარმს სველი თიხა არ მიეკვროდა, ასცილდებოდა ან თვით ქურჭელი გასკდებოდა.

VI. გაკრიალები და გამჭრქალები ხერხი. უკვე თითქმის მშრალ ნაწარმს ოსტატი უსვამდა სველი ქსოვილის ნაჭერს, სწრაფად სწმენდა და აკრიალებდა დაბალბეწვიანი ტყავის ნაჭრით. ამ დროს იხურება „დაილსება ყველა ფორი, რომელიც თიხის ნაწარმის ჰაერზე შრობითაა წარმოქმნილი. ნაწარმის მთელი ზედაპირი იღებს რბილ, ხორბლისებრ ბზინვარებას. თუ ოსტატს სურდა გარკვეულ ადგილებზე „ჩაეჭრო“ ეს ბზინვა და მიეღო მჭრქალი ზედაპირი, იგი სველი ნაჭრის მოსმით ხსნიდა ფორებს. ამ შემთხვევაში ფორიდან ადგილებში მიიღება მჭრქალი ზედაპირი (კრიალა ზედაპირის საწინააღმდეგოდ).

VII. შეკვამვლის ხერხი. სამთავროს კერამიკის მიღების ტექნოლოგიაში ნაწარმის შეკვამვლა მიზნად ისახავდა მისი უსიამოვნო გახუნებული ფერის შეცვლას შავად ან რუხ მონაცრისფროდ. გამოიშვარ და შეკვამულ ნაწარმს წმენდდნენ და იგი პრიალდებოდა ბზინვარებამდე. ბზინვარების შედეგად ყოველი მხატვრულ-დეკორატიული სახე უფრო მკაფიოდ და რელიეფურად ჩანდა.

VIII. ინკრუსტაციის ხერხი. ეს ხერხი წმინდა ტექნიკური ხასიათისაა. მას არავითარი კავშირი არა აქვს ნაწარმის მიღების საერთო ტექნოლოგიურ პროცესებთან. ამ შემთხვევაში ჩვენ მხედველობაში გვაქვს კერამიკული ნაწარმი, რომლის კეცშიც მოთავსებულია ობსიდიანის „სარკმელი“. ასეთ ნაწარმს რიტუალური დანიშნულება ჰქონდა. მასზე დაკვირვებამ დაგვარწმუნა, რომ ობსიდიანის „სარკმელი“ ნაწარმზე მაშინ კეთდებოდა, როცა უკვე დასრულდებოდა ნაწარმის გამოწვა და შეკვამვლა, რის შემდეგაც ქურჭლის სასურველ ადგილას, გვერდზე თუ ფსკერზე ამოტეხდნენ კეცს იმ ზომით რა ზომისაც იყო მათ ხელთ არსებული ობსიდიანის ნაჭერი. მას მჭიდროდ ჩაამაგრებდნენ კედელში და შექმნიდნენ „სარკმელს“. აშკარად ჩანს, რომ ობსიდიანის ბუდის ნაპირები ნაწარმის გამოწვის შემდეგაა ამოტეხილი და არა ნაწარმის ნედლ მდგომარეობაში ყოფნისას. ნაწარმი რომ ნედლი ყოფილიყო, „სარკმლის“ კედლები სუფთად და მოხდენილად იქნებოდა გამოყვანილი, იმ-

გვარადვე, როგორც ნაწარმის მთელი ყალიბის მოყვანილობა და შემკულობა გამოჰყავდათ, ჩვენ კი ამ შემთხვევაში მხოლოდ უსწორმასწორო ნაპირების მქონე სარკმლებთან გვაქვს საქმე.

შავ ჭურჭელზე თეთრი მასით ინკრუსტირების ტექნიკას გავეცანით მოსკოვში, სადაც ისტორიული მუზეუმის არქეოლოგიური განყოფილების ფონდებში დაცულია შავი და რუხი კრიალა ჭურჭლის ფრაგმენტები აზერბაიჯანის სსრ ტერიტორიიდან. იგი მოპოვებულია გასული საუკუნის 80-იან — 90-იან წლებში კიროვაბადის მახლობლად (დღევანდელ ხანლართან) არქეოლოგ ივანოვსკის მიერ 1896 წელს ჩატარებული გათხრების დროს სოფელ ქედაბეკსა და სოფ. ყარამურადს შორის.

ამ ფრაგმენტების შესწავლამ გამოავლინა აშკარა იგივეობა, შემკობის ხერხთა ჩათვლით, სამთავროს ორმოსამარხების ასეთსავე კერამიკასთან, რომელიც თარიღდება ძვ. წელთაღრიცხვის XV—IV საუკუნეებით. გამონაკლისს შეადგენს მხოლოდ ინკრუსტაციის ხერხი.

მუზეუმის ფონდებში დაცული შავი კრიალა კერამიკული ჭურჭლის ეს ფრაგმენტები მოხატულია გეომეტრიული ორნამენტით. ორნამენტი ამოკაწრულია კეცზე (სგრაფიტო). ამონაკაწრი ამოვსებულია თეთრი მასით. გოროდ-ცოვის მოსაზრებით, ეს მასა მიღებულია დაფქული ძვლისა და რალაც მჭიდროვანი ნივთიერებით (შეიძლება კაზეინით).

ამ ფრაგმენტებზე ჩვენი დაკვირვების შედეგი ასეთია: კეცი კარგადაა გამოშვარი; უმეტეს შემთხვევაში იგი წვრილმარცვლოვანი და წმინდაფოროვანია; ყველა ჭურჭელი გაკეთებულია ჩარხზე და ვაგლუვებულია სიკრიალემდე; ორნამენტი ნედლ კეცზეა ამოკაწრულ-ამოლარული; ღარები ამოვსებულია ძლიერ ფხვიერი თეთრი მასით. ზოგ ალაგას თეთრი მასა ამოლარულს გართთა და კეცს ზემოდან აზის სქელი კოშტების სახით, რაც აშკარად ჩანს.

თეთრი მასის ზემოთ ჩამოთვლილი ნიშნები გვაფიქრებინებს, რომ შესაძლოა აქ საქმე გვქონდეს დისპერსიული, წვრილმარცვლოვანი კირის ან ცარცის დანალექთან, რომელიც საუკუნეთა მანძილზე დაეღეკა და მთელ ჭურჭელს გადაეფარა თხელ ფენად. ჭურჭლის მოპოვების შემდეგ, როცა იგი გარეცხეს, ზედა ფართო არეებიდან დანალექი ადვილად მოშორდა, ხოლო ჩაღრმავებულ, წვრილ ხაზებსა და წერტილებში ჩარჩა. ზოგიერთი ფრაგმენტის ორნამენტული შემკულობა ნაწილობრივ გაშიშვლებულია ამ მასისაგან. საფიქრებელია, რომ ეს ინკრუსტაცია თეთრი მასით ბუნებრივი, ნიადაგში მყოფი კალციუმის შემცველი წყლების შედეგია და არა ადამიანის წინასწარი, მიზანშეწონილი მოქმედებისა თავისი მხატვრული ჩანაფიქრის უფრო მეტი ამტკყველებისათვის, მით უმეტეს, რომ არავითარი წებოს ან სხვა რაიმე შემკვრელი ცემენტის კვალი სრულებით არ შეინიშნება.

მეორე მხრივ, შეიძლება დაისვას საკითხი იმის შესახებ, რომ წებოს ნივთიერება საუკუნეთა მანძილზე გამოიფიტა, გადაგვარდა ან დაიშალა იმავე ნიადაგურ წყლებში. მაგრამ რა შემკვრელი ნივთიერება უნდა ყოფილიყო, რომელიც ჭურჭლის ხმარების დროს არ დაიშლებოდა? თუ მას ასეთი ცემენტოვანი სიმკვრივე ჰქონდა, მაშინ იგი დროთა განმავლობაში, იმავე ნია-



დაგური წყლების მოქმედებით, უფრო უნდა გამკვრივებულიყო და დაკროდა ნაწარმს. მომავალი არქეოლოგიური გათხრები დაგვეხმარება ამ მეტად სერიოზული საკითხის სწორად გადაწყვეტაში.

ჩვენ მიერ გარჩეული სამთავროს ორმოსამარხებში ნაპოვნი შავი და რუხი, კრიალა ჭურჭლის ტექნოლოგიური და მხატვრულად შემკობის ტექნიკური ხერხები ადასტურებს მცხეთის ტერიტორიაზე XV—IV საუკუნეებში მცხოვრები ხალხის კერამიკული შინამრეწველობის მაღალ დონეს.

ჭურჭლებსა და ფრაგმენტებზე დაკვირვებამ აშკარად დაგვანახვა ამ ხალხის როგორც ოჯახური ყოფა, ისე საერთო მეურნეობის დონე, მატერიალური დოვლათი და მრავალფეროვნება. ამის უდავო დამამტკიცებელია კერამიკული ნაწარმის დიდი ნაირსახეობა, რაც მოპოვებულია მრავალი წლის მანძილზე სისტემატური და მეცნიერული არქეოლოგიური კვლევა-ძიების შედეგად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.11.1955)

—



მთ. რედაქტორი აკად. ნ. მუსხელიშვილი

ხელმოწერილია დასაბუქდად 28.1.1957; შეკვ. № 1; ანაწყობის ზომა 7×11;
 ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 8,3;
 ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 10,9; უე 01022; ტირაჟი 1000



დ ა მ ტ კ ი ც ე ბ უ ლ ი ა
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 31.1.1957 წ.

დებულება „საბარტმელ ოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშა-
კებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკლე-
ვების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს
სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8
ბეჭდური (10 სააღრიცხვო-საგამომცემლო) თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახე-
ვარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარა-
ლელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს,
არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები
უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭ-
დება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით.
წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე
აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულ და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვე-
ვაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად
თითოეულ ენაზე, საეხებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტ-
ში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორები-
სა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ, მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდა გვარად
სრული: საჭიროა აღინიშნოს ევრნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა,
გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის
სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლი-
ტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მა-
ხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღინიშნოს დასახელება
და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება
რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებთან შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრულა
ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარ-
მოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციის უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან და-
ბეჭდვას იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ
ენებზე.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლისძის ქ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XVIII, № 1, 1957

Основное, грузинское издание