

1957



524

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
მ თ ე მ ბ ე

ტომი XVIII, № 3

9

ქიკითარი, ქართული გამომცემი

1957

მ ა რ ა პ

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი



შ ი ნ ბ ა რ ს ი

მათემატიკა

1. თ. გეგელია. ი. პრივალვის ძირითადი ლემა სივრცითი პოტენციალებისათვის	257
მაქანიკა	
2. მ. მიქელაძე. ანიზოტროპული, თითქმის ცილინდრული გარსების პლასტიკურ-ხისტი ანალიზი	265
დრეპალოზის თეორია	
3. ი. ამენხაძე. წრიული ღეროთი არმირებული კვადრატული განიკვეთის მქონე პრიზმული ძელის გრეზა	271
ფიზიკა	
4. გ. ტილაშვილი. ზოგერთი მსხუტე გულის სტრუქტურის შესახებ	279
5. თ. დავითაშვილი. სინათლის ნაკადების რეგისტრაციის მეთოდის შესახებ	283
გეოფიზიკა	
6. ა. ცხაკაია და დ. სიხარულიძე. სოჭის რაიონის სეისმურობა და 1955 წლის 21 და 27 დეკემბრის კრასნაია პოლიანის მიწისძვრა	287
მალმტარონიკა	
7. გ. მუსხელიშვილი და ნ. კილაძე. ინდუქტიობისა და ტევადობის მზომი	293
მინია	
8. მ. მხარეულიშვილი. თბილისის თერმული წყლების ჰიდროქიმიური გამოკვლევა	299
აბრეშინია	
9. თ. ზარდალიშვილი. ბორისა და მანგანუმის ხსნარებში თესლის დაღობის გავლენა შაქრის ტარხლის ზრდა-განვითარებაზე	307
გეობტრაფია	
10. ლ. ვლადიმეროვი. თუშეთის მდინარეთა ჩამონადენის გამოკვლევისათვის	311
გეოლოგია	
11. ე. ვახანია. კოლხიდის სერიის ასაკის შესახებ	315
კრისტალოგრაფია	
12. ი. ქილითაური. ზოგერთი ფერადი ლითონის კრისტალების ზრდის წახანაგების მიკრორელიეფის შესწავლის საკითხისათვის	321
ტამენიკა	
13. დ. თოლორაია. ასაწყობი მშენებლობისათვის ჯოჯგურე ამწის ახალი ტიპის შესახებ	327
14. მ. კალანდაძე. „მხკ“ ტიპის ელექტრობურღებში მიწოდების ძალის რეგულირების საკითხისათვის	331
15. გ. ნაჭყებია. ორგზიანი ელექტროფიცირებულ რკინიგზების საკონტაქტო ქსელის დაცვა მოკლედ შერთვის დენებისაგან	337
ბოტანიკა	
16. გ. კოსტავა. კოლხეთის დაბლობის ტყემცენარეების ტრანსპირაციული უნარის შესახებ	341
მეტეოლოგია	
17. ე. ტატიშვილი. ზრდის პირობების გავლენა ვეკალიპტის მერქნის ანატომიურ აღნაგობაზე	349
მასპერიმენტული მემორია	
18. ა. კვალაიაშვილი. სქესობრივი მომწიფება და ძვლოვანი სისტემა	357
ენათმეცნიერება	
19. გ. თოფურია. ბრძანებთის წარმოებისათვის ლეგოურში	363
ისტორია	
20. ოთ. ლორთქიფანიძე. სტრაბონის ცნობა იბერიის მოსაზღვრების პირველი გენოისის შესახებ	369
არქეოლოგია	
21. პ. ფირფელაშვილი. თრიალეთსა და სამთავროში არქეოლოგიური თხრისას აღმოჩენილი გველისგამოსახულებიანი ტურქლების დანიშნულების შესახებ	377

მათემატიკა

თ. გიგელია

0. პრივალოვის ძირითადი ლემა სივრცითი პოტენციალებისათვის

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ვეჯუამ 10.4.1956)

ვთქვათ, S აღნიშნავს შეკრულ, კვადრებად ზედაპირს ევკლიდეს სან-განზომილებიან სივრცეში, ხოლო P, Q და R —ამ სივრცის წერტილებს. D^+ -ით აღვნიშნოთ S -ით შემოსაზღვრული სასრული არე, ხოლო D^- -ით— $L+D^+$ -ის დამატება მთელ სივრცეში. განვიხილოთ განზოგადებული პოტენციალი

$$\Phi(R) = \iint_S \frac{M(Q,R)\varphi(Q)}{r^2(Q,R)} dS_Q, \quad (1)$$

სადაც $M(Q,R)$ მოცემული ფუნქციაა, განსაზღვრული Q -ს მიმართ S -ზე ყოველი R წერტილისათვის S -ის რომელიმე $G(S)$ მიდამოდან; $\varphi(Q)$ პოტენციალის სიმკვრივეა, ხოლო $r(Q,R)$ —მანძილი Q და R წერტილებს შორის.

(1) ინტეგრალის სასაზღვრო თვისებები კარგადაა შესწავლილი, როცა $\varphi(Q)$ მიეკუთვნება უწყვეტ ფუნქციას გარკვეულ კლასებს (იხ. მაგ., [1--6]). თუ $\varphi(Q)$ ლებეგის აზრით ჯამებადი ფუნქციაა S -ზე [$\varphi(Q) \in L(S)$], მაშინ საკმაოდ გლუვი S ზედაპირებისათვის შესწავლილია (1) ინტეგრალის სასაზღვრო თვისებები იმ შემთხვევაში, როცა Φ არის ორმაგი ფენის პოტენციალი ან მარტივი ფენის პოტენციალის ნორმალური წარმოებული [7].

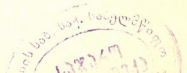
ჩვენი მიზანია შევისწავლოთ (1) ინტეგრალის სასაზღვრო თვისებები ჯამებადი სიმკვრივის შემთხვევაში, როცა $M(Q,R)$ და S აკმაყოფილებს საკმაოდ ზოგად პირობებს.

1. ვთქვათ, P წერტილში S ზედაპირს აქვს მხები $\pi(P)$ სიბრტყე. აღვნიშნოთ $\mathcal{H}(P)$ -ით S -ის გარე ნორმალის ორტი ამ წერტილში, ხოლო $S'(P, \delta)$ -ით S -ის ბნული ნაწილი, რომელიც შეიცავს P -ს და მოთავსებულია δ -რადიუსიანი წრიული ცილინდრის შიგნით, რომლის ღერძი $\mathcal{H}(P)$ -ზე გადის. ვავტაროთ აგრეთვე P წერტილიდან $l(P)$ სხივი ისე, რომ $l(P) \cdot \pi(P) = P$.

ვთქვათ, ახლა ყოველი R წერტილისთვის $G(S)$ -დან $M(Q,R)$ თითქმის ყველგან განსაზღვრული ზომადი ფუნქციაა Q -ს მიმართ S -ზე და აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

- a) $|M(Q,K)| < M = \text{const}$ ყოველი R წერტილისათვის $G(S)$ -დან და თითქმის ყველა Q -სათვის S -დან;
- b) როგორც უნდა იყოს R_1 და R_2 $G(S)$ -დან

730x



$$|M(Q, R_2) - M(Q, R_1)| < \frac{Mr(R_1, R_2)}{r(R_1, Q) + r(R_2, Q)}$$

თითქმის ყველა Q -სათვის S -დან;

c) არსებობს ზღვარი

$$\lim_{R \rightarrow P, R \in I(P)} \Gamma(R) = \Gamma_1(P),$$

სადაც

$$\Gamma(R) = \iint_S \frac{M(Q, R)}{r^2(Q, R)} dS_Q, \quad R \in G(S) - S;$$

d) არსებობს ინტეგრალი

$$\Gamma(P) \equiv \iint_S \frac{M(Q, P)}{r^2(Q, P)} dS_Q = \lim_{\delta \rightarrow 0} \iint_{S(P, \delta)} \frac{M(Q, P)}{r^2(Q, P)} dS_Q,$$

სადაც $S(P, \delta) = S - S'(P, \delta)$.

შევნიშნოთ, რომ ზემოთ დამოწმებულ შრომებში განხილული პოტენციალები აკმაყოფილებენ ამ პირობებს (იხ. დაწვრილებით [5]-ში).

აღვნიშნოთ $C(P, \delta)$, Q' და $dS_{Q'}$ -ით ორთოგონალური პროექცია $\pi(P)$ სიბრტყეზე, სათანადოდ, $S'(P, \delta)$ ზედაპირის, Q წერტილისა და dS_Q -ს, ხოლო $h(P)$ -ით — ისეთი დადებითი რიცხვი, რომ როგორც უნდა იყოს $Q \in S'(P, h)$, $dS_Q \subset C(P) dS_{Q'}$, სადაც $C(P) \ll \infty$ და დამოუკიდებელია Q -საგან.

2. ვთქვათ, $\varphi(Q) \in L(S)$ და განვიხილოთ სხვაობა

$$I(P, l, \delta) = \iint_S \frac{M(Q, R) \varphi(Q)}{r^2(Q, R)} dS_Q - \iint_{S(P, \delta)} \frac{M(Q, P) \varphi(Q)}{r^2(Q, P)} dS_Q,$$

სადაც $R \in I(P)$ და $r(P, R) = \delta$.

თეორემა 1. თუ S ზედაპირის P წერტილი ჯამებადი $\varphi(Q)$ ფუნქციის ლებეგის წერტილია და დაცულია წინა პუნქტში მოთხოვნილი პირობები, მაშინ

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} I(P, l, \delta) = \varphi(P) [\Gamma_1(P) - \Gamma(P)].$$

დამტკიცება. ვთქვათ, თეორემით მოთხოვნილი პირობები შესრულებულია, მაშინ

$$I(P, l, \delta) = I_0(P, l, \delta) + J(P, l, \delta), \quad (2)$$

სადაც

$$I_0(P, l, \delta) = \varphi(P) \left\{ \iint_S \frac{M(Q, R)}{r^2(Q, R)} dS_Q - \iint_{S(P, \delta)} \frac{M(Q, P)}{r^2(Q, P)} dS_Q \right\},$$

$$J(P, l, \delta) = \iint_S \frac{M(Q, R) f(Q)}{r^2(Q, R)} dS_Q - \iint_{S(P, \delta)} \frac{M(Q, P) f(Q)}{r^2(Q, P)} dS_Q,$$

$$f(Q) = \varphi(Q) - \varphi(P) \in L(S).$$

c და d -დან უშუალოდ მიიღება, რომ

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} I_0(P, l, \delta) = \varphi(P) [\Gamma_l(P) - \Gamma(P)]. \quad (3)$$

დავამტკიცოთ ახლა, რომ $J(P, l, \delta) \rightarrow 0$, როცა $\delta \rightarrow 0$. ზოგადობის შეუზღუდველად შეგვიძლია ვიგულისხმოთ, რომ $f(Q)$ არაუარყოფითი ფუნქციაა S -ზე. გარდა ამისა, რადგანაც $f(P) = 0$ და P ლეზევის წერტილია f -სათვის, ამიტომ

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \iint_{S'(P, \delta)} f(Q) dS_Q = 0. \quad (4)$$

სადაც

$$J(P, l, \delta) = J_1(P, l, \delta) + J_2(P, l, \delta, \varepsilon) + J_3(P, l, \delta, \varepsilon), \quad (5)$$

$$J_1(P, l, \delta) = \iint_{S'(P, \delta)} \frac{M(Q, R) f(Q)}{r^2(Q, R)} dS_Q,$$

$$J_2(P, l, \delta, \varepsilon) = \iint_{S(P, \varepsilon)} \frac{M(Q, R) f(Q)}{r^2(Q, R)} dS_Q - \iint_{S(P, \varepsilon)} \frac{M(Q, P) f(Q)}{r^2(Q, P)} dS_Q,$$

$$J_3(P, l, \delta, \varepsilon) = \iint_{\sigma(P, \varepsilon, \delta)} \frac{M(Q, R) f(Q)}{r^2(Q, R)} dS_Q - \iint_{\sigma(P, \varepsilon, \delta)} \frac{M(Q, P) f(Q)}{r^2(Q, P)} dS_Q,$$

$$\sigma(P, \varepsilon, \delta) = S(P, \delta) - S(P, \varepsilon); \quad h > \varepsilon > \delta.$$

შევადგინოთ ეს ინტეგრალები. რადგანაც $l(P)$ არ ძეგს მხებ სიბრტყეში, ამიტომ მოიძებნება ისეთი დადებითი h_0 რიცხვი ($h_0 < h$), რომ $S'(P, h_0)$ ზედაპირის ყოველი Q წერტილისათვის

$$r^2(Q, R) > r^2(Q, P) + r^2(P, R) - 2\alpha r(Q, R) r(P, R),$$

სადაც $0 < \alpha < 1$. აქედან

$$r^2(Q, R) > [\delta^2 + r^2(Q, P)](1 - \alpha). \quad (6)$$

(6)-ის ძალით, თუ $\delta \leq h_0$, მაშინ

$$|J_1(P, l, \delta)| < \frac{M}{1 - \alpha} \iint_{S'(P, \delta)} \frac{f(Q)}{\delta^2 + r^2(Q, P)} dS_Q < \frac{M}{(1 - \alpha) \delta^2} \iint_{S'(P, \delta)} f(Q) dS_Q$$

და (4)-დან დავასკვნით, რომ

$$J_1(P, l, \delta) \rightarrow 0, \text{ როცა } \delta \rightarrow 0. \quad (7)$$

შევადგინოთ ახლა $J_2(P, l, \delta, \varepsilon)$. რადგანაც b -ს ძალით,

$$\frac{M(Q, R)}{r^2(Q, R)} \rightarrow \frac{M(Q, P)}{r^2(Q, P)},$$

როცა $\delta \rightarrow 0$, თანაბრად Q -ს მიმართ $S(P, \varepsilon)$ -ზე, ამიტომ

$$J_2(P, l, \delta, \varepsilon) \rightarrow 0 \text{ როცა, } \delta \rightarrow 0. \quad (8)$$

დავამტკიცოთ, რომ $J_3(P, l, \delta, \varepsilon) \rightarrow 0$, როცა $\varepsilon \rightarrow 0$. გვაქვს

$$|J_2(P, l, \delta, \varepsilon)| < J_3 + J_2'' + J_2''', \quad (9)$$

სადაც

$$J_3 = M\delta \iint_{\sigma(P, \varepsilon, \delta)} \frac{f(Q) dS_Q}{r^2(Q, R) r(Q, P)}, \quad J_3'' = M\delta \iint_{\sigma(P, \varepsilon, \delta)} \frac{f(Q) dS_Q}{r^2(Q, P) r(Q, R)},$$

$$J_3''' = M\delta \iint_{\sigma(P, \varepsilon, \delta)} \frac{f(Q) dS_Q}{r^2(Q, P) [r(Q, R) + r(Q, P)]}.$$

ვთქვათ, $\varepsilon < h_0$, მაშინ $\sigma(P, \varepsilon, \delta)$ -ს ყოველი Q წერტილისათვის ძალაში იქნება (6) უტოლობა და, მაშასადამე,

$$J_2 < \frac{M\delta}{1-\alpha} \iint_{\sigma(P, \varepsilon, \delta)} \frac{f(Q) dS_Q}{r(Q, P) [\delta^2 + r^2(Q, P)]} < \frac{CM\delta}{1-\alpha} \iint_{\gamma(P, \varepsilon, \delta)} \frac{f(Q') dS_{Q'}}{(\delta^2 + \rho^2) \rho'},$$

სადაც $\rho = r(Q', P)$, ხოლო $\gamma(P, \varepsilon, \delta) = C(P, \varepsilon) - C(P, \delta)$. პოლარკოორდინატებზე გადასვლით მივიღებთ, რომ

$$J_2 < \delta \int_{\delta}^{\varepsilon} \frac{d\psi(\rho)}{\rho(\delta^2 + \rho^2)},$$

სადაც $\psi(\rho)$ აბსოლუტურად უწყვეტი ფუნქციაა $[0, \varepsilon]$ სეგმენტზე და, (4)-ის ძალით, $\rho^2 \psi(\rho) \rightarrow 0$, როცა $\rho \rightarrow 0$. ნაწილობითი ინტეგრებით ზედა უტოლობიდან მივიღებთ, რომ

$$\begin{aligned} J_2 &\leq \frac{\delta\varepsilon}{\delta^2 + \varepsilon^2} \frac{\psi(\varepsilon)}{\varepsilon^2} + \delta \int_{\delta}^{\varepsilon} \frac{\psi(\rho)(\delta^2 + 3\rho^2)}{\rho^2(\delta^2 + \rho^2)^2} d\rho < \\ &< \frac{\psi(\varepsilon)}{\varepsilon^2} + 4\delta \max_{\rho \in [0, \varepsilon]} \frac{\psi(\rho)}{\rho^2} \int_{\delta}^{\varepsilon} \frac{d\rho}{\rho^2} \rightarrow 0, \text{ როცა } \varepsilon \rightarrow 0. \end{aligned} \quad (10)$$

ანალოგიურად მიიღება, რომ

$$J_3'' \rightarrow 0 \text{ და } J_3''' \rightarrow C, \text{ როცა } \varepsilon \rightarrow 0. \quad (11)$$

(9), (10) და (11)-ის ძალით,

$$J_2(P, l, \delta, \varepsilon) \rightarrow 0, \text{ როცა } \varepsilon \rightarrow 0, \quad (12)$$

ხოლო (2), (3), (5), (7), (8), (12) ფორმულების ძალით თეორემის დამტკიცება მთავრდება.

3. ვთქვათ, P წერტილში S ზედაპირს აქვს მხები სიბრტყე. განვსაზღვროთ ინტეგრალი

$$\Phi(P) \equiv \iint_S \frac{M(Q, P) \varphi(Q)}{r^2(Q, P)} dS_Q, \quad (13)$$

როგორც ზღვარი

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \iint_{S(\delta)} \frac{M(Q, P) \varphi(Q)}{r^2(Q, P)} dS_Q, \quad (14)$$

თუ იგი არსებობს და ვუწოდოთ სინგულარული ინტეგრალი კოშის მთავარი მნიშვნელობის აზრით⁽¹⁾.

დამტკიცებული თეორემიდან უშუალოდ გამომდინარეობს შემდეგი შედეგი. თუ შესრულეებულია თეორემა 1-ის პირობები, მაშინ

$$\lim_{R \rightarrow P, R \in I} \Phi(R) = \Phi_i(P)$$

ზღვრის არსებობისათვის აუცილებელია და საკმარისი (13) სინგულარული ინტეგრალის არსებობა, ამასთან

$$\Phi_i(P) = [\Gamma_i(P) - \Gamma(P)] \varphi(P) + \iint_S \frac{M(Q, P) \varphi(Q)}{r^2(Q, P)} dS_Q. \quad (15)$$

ვთქვათ, ახლა კუთხე $l(P)$ -სა და $\pi(P)$ -ს შორის, რომელიც φ -თი აღვიწინოთ, ნაკლებია $\pi/2$. განვიხილოთ წრიული $K(P, \vartheta)$ კონუსი, რომელსაც ღერძად აქვს $\pi(P)$, ხოლო მსახველად $l(P)$. შემოვიღოთ შემდეგი განმარტება. ვიტყვი, რომ $\Gamma(R)$ -ს აქვს კუთხური სასაზღვრო $\Gamma^-(P)$ მნიშვნელობა P წერტილში D^- -დან, თუ არსებობს

$$\lim_{R \rightarrow P, R \in K(P, \vartheta) \cap G(S)} \Gamma(R) = \Gamma^-(P)$$

ყოველი ϑ -სათვის ($0; \pi/2$)-დან. ანალოგიურად განიმარტება კუთხური სასაზღვრო მნიშვნელობა P წერტილში D^+ -დან და $\Gamma^+(P)$ -ით აღინიშნება.

თეორემა 2. თუ არსებობს $\Gamma^+(P)$ და $\Gamma^-(P)$ კუთხური სასაზღვრო მნიშვნელობები და შესრულეებულია თეორემა 1-ის პირობები, მაშინ (1) ინტეგრალის კუთხური სასაზღვრო მნიშვნელობების არსებობისათვის P წერტილში აუცილებელია და საკმარისი (13) სინგულარული ინტეგრალის არსებობა, ამასთან

(1) სინგულარული ინტეგრალი შეიძლება განმარტოთ სხვაგვარადაც, სახელდობრ: (14) ზღვარში S' -ის სახით შევიძლია ვიკულისხმეთ S -ის ნაწილი, მოათავსებული ბრადისფორს სფეროს შიგნით, ცენტრით P წერტილში. მართალია, ასეთი განსაზღვრა უფრო ზოგადია (იხ., მაგ., [5]), მაგრამ ზოგიერთ გართულებას აწვევს შეფასებებში და ამიტომ ამ სტატიაში ზემოთ მოყვანილი განმარტებით ვისარგებლებთ.

$$\Phi^\pm(P) = [\Gamma^\pm(P) - \Gamma(P)] \varphi(P) + \iint_S \frac{M(Q, P) \varphi(Q)}{r^2(Q, P)} dS_Q. \quad (16)$$

ამ თეორემის დამტკიცება ადვილად შეიძლება ზემოთ მიღებული შეფასებების გამოყენებით, თუ გავითვალისწინებთ, რომ $J_1, J_2, J_3 \rightarrow 0$, როცა $\delta \rightarrow 0$ და $\varepsilon \rightarrow 0$, თანაბრად φ -ს მიმართ $[0, \varphi_0]$ სეგმენტზე, სადაც $\varphi_0 < \pi/2$.

თეორემა 2 წარმოადგენს განზოგადებას სივრცითი პოტენციალებისათვის ი. პრევალოვის [8] ცნობილი ძირითადი ლემისას, რომელიც მან მიიღო კოში-ლემების ტიპის ინტეგრალებისათვის⁽¹⁾.

თუ S საკმაოდ გლუვი ზედაპირია თეორემა 2-დან, ა. კალდერონისა და ა. ზიგმუნდის [9] ერთი შედეგის დახმარებით შეიძლება მივიღოთ $M(P, Q)$ -ს დამატებით შეზღუდვებში, რომ,

თუ $\varphi(Q) \in L^p(S)$ $p > 1$, არსებობს და შემოსახვრულია $\Gamma(P)$, $\Gamma^+(P)$, $\Gamma^-(P)$ თითქმის ყველგან S -ზე, მაშინ არსებობს თითქმის ყველგან S -ზე (1) ინტეგრალის კუთხური სასახვრუმნიშვნელობები. ისინი $L^p(S)$ კლასის ფუნქციებია და გამოისახებიან (16) ფორმულებით.

ანალოგიური დებულებები კოში-ლემების ტიპის ინტეგრალებისათვის მიღებულია [8] და [10]-ში.

4. განვიხილოთ ერთი მაგალითი. ვთქვათ, $R = (\xi_1, \xi_2, \xi_3)$, $Q = (x_1, x_2, x_3)$, $P = (\eta_1, \eta_2, \eta_3)$ ევკლიდეს სამგანზომილებიანი სივრცის წერტილებია. $n(Q) = \alpha(Q)i + \beta(Q)j + \gamma(Q)k$ S -ის გარე ნორმალის ორტია Q წერტილში. შემოვიღოთ აღნიშვნები

$$\begin{aligned} \sigma(Q, R) &= \alpha(Q)(x_1 - \xi_1) + \beta(Q)(x_2 - \xi_2) + \gamma(Q)(x_3 - \xi_3), \\ \sigma_{12}(Q, R) &= \beta(Q)(x_1 - \xi_1) - \alpha(Q)(x_2 - \xi_2), \quad \sigma_{13}(Q, R) = \gamma(Q)(x_1 - \xi_1) - \\ &\quad - \alpha(Q)(x_3 - \xi_3), \\ \sigma_{23}(Q, R) &= \gamma(Q)(x_2 - \xi_2) - \beta(Q)(x_3 - \xi_3) \end{aligned}$$

და განვიხილოთ ფუნქცია [5]

$$\begin{aligned} M(Q, R) &= a_1 \frac{\sigma_{12}(Q, R)}{r(Q, R)} + a_2 \frac{\sigma_{23}(Q, R)}{r(Q, R)} + a_3 \frac{\sigma_{13}(Q, R)}{r(Q, R)} + \\ &+ \sum_{m, k=0}^N [b_{mk}(x_1 - \xi_1)^m (x_2 - \xi_2)^k + c_{mk}(x_1 - \xi_1)^m (x_3 - \xi_3)^k + \\ &+ d_{mk}(x_2 - \xi_2)^m (x_3 - \xi_3)^k] \frac{\sigma(Q, R)}{r^{m+k+1}(Q, R)}, \end{aligned} \quad (17)$$

სადაც $a_1, a_2, a_3, b_{mk}, c_{mk}, d_{mk}$ ($m, k = 1, \dots, N$) ნებისმიერი მუდმივებია.

⁽¹⁾ ი. პრევალოვი [8] ამტკიცებს ლემას კოში-სტილტესის ტიპის ინტეგრალებისათვის. ამგვარი განზოგადება შეიძლება ჩვენს შემთხვევაშიც.

(17) ფორმულით განსაზღვრული $M(Q, R)$ აკმაყოფილებს a და b პირობებს. ადვილად გამოითვლება ამ შემთხვევაში $\Gamma(R)$ [5].

$$\Gamma(R) = \begin{cases} 4\pi \sum_{m,k=0}^{N'} (b_{mk} + d_{mk} + c_{mk}) \frac{(m-1)!!(k-1)!!}{(m+k+1)!!}, & R \in D^+ \\ 0, & R \in D^-, \end{cases}$$

სადაც შტრიხი Σ -ზე აღნიშნავს, რომ შეჯამება ხდება მხოლოდ ლუწი m -ისა და k -ის მიმართ. მაშასადამე, S -ის ყოველ P წერტილზე $\Gamma(R)$ უწყვეტად გაგრძელებადია და

$$\Gamma^+(P) = 4\pi \sum_{m,k=0}^{N'} (b_{mk} + c_{mk} + d_{mk}) \frac{(m-1)!!(k-1)!!}{(m+k+1)!!}.$$

გამოვითვალოთ ახლა $\Gamma(P)$, როცა $P \in S$. S -ის ყოველი P წერტილისათვის, სადაც მას მხები სიბრტყე აქვს

$$\iint_S \frac{\sigma_{12}(Q, P)}{r^3(Q, P)} dS_Q = \iint_S \frac{\sigma_{13}(Q, P)}{r^3(Q, P)} dS_Q = \iint_S \frac{\sigma_{23}(P, Q)}{r^3(Q, P)} dS_Q = 0,$$

$$\iint_S \frac{(x_1 - \eta_1)^m (x_2 - \eta_2)^k}{r^{m+k+3}(Q, P)} \sigma(Q, P) dS_Q = \iint_S \frac{(x_1 - \eta_1)^m (x_3 - \eta_3)^k}{r^{m+k+3}(Q, P)} \sigma(Q, P) dS_Q =$$

$$= \iint_S \frac{(x_2 - \eta_2)^m (x_3 - \eta_3)^k}{r^{m+k+3}(Q, P)} \sigma(Q, R) dS_Q =$$

$$= \begin{cases} 2\pi \frac{(m-1)!!(k-1)!!}{(m+k+1)!!} \text{— ლუწი } m \text{ და } k \text{ სათვის,} \\ 0, \text{ ყველა სხვა შემთხვევაში,} \end{cases}$$

სადაც ინტეგრალები განმარტებულია კოშის მთავარი მნიშვნელობის აზრით. მაშასადამე,

$$\Gamma(P) = 2\pi \sum_{m,k=0}^N \frac{(m-1)!!(k-1)!!}{(m+k+1)!!}.$$

თუ ახლა S საკმაოდ გლუვია და $\varphi(Q) \in L^p(S)$, მაშინ არსებობს $\Phi^+(P)$ და $\Phi^-(P)$, ისინი $L^p(S)$ კლასის ფუნქციებია და

$$\Phi^\pm(P) = \pm 2\pi \sum_{m,k=0}^N \frac{(m-1)!!(k-1)!!}{(m+k+1)!!} \varphi(P) + \iint_S \frac{M(Q, P) \varphi(Q)}{r^2(Q, P)} dS_Q$$

თითქმის ყველა P -სათვის S -ზე.

შეენიშნავთ, რომ ყველგან ჩატარებულ მსჯელობებში ხ პირობა შეიძლება შეცვლილ იქნეს უფრო ზოგადი

$$|M(Q, R_2) - M(Q, R_1)| < \omega \left(\frac{r(R_1, R_2)}{\min\{r(R_1, Q), r(R_2, Q)\}} \right)$$

პირობით, სადაც $\omega(t) \downarrow 0$.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 20.4.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. М. Ляпунов. Работы по теории потенциала. Москва, 1949.
2. Н. М. Гюнтер. Теория потенциала. Москва, 1953.
3. W. Trjitzinsky. Multidimensional principal integrals, boundary value problems and integral equations, Acta Math., vol. 84, № 1—2, 1950, pp. 1—128.
4. Т. Г. Гегелиа. О граничных значениях интеграла типа Коши для негладких поверхностей. Сообщения АН Груз. ССР, т. XV, № 8, 1954, стр. 481—488.
5. Т. Г. Гегелиа. Граничные свойства обобщенных пространственных потенциалов. Труды ТГУ им. Сталина, т. 56, 1955, стр. 185—206.
6. Т. Г. Гегелиа. Об одной обобщенной теореме Г. Жиро. Сообщения АН Груз. ССР, т. XVI, № 9, 1955, стр. 657—663.
7. G. Fichera. Teoremi di compattezza sulla frontiera di un dominio per taluni sistemi di funzioni, Annali di Matematica pura ed applicata, t. XXVII, ser. 4, 1948, p. 1—28.
8. И. И. Привалов. Граничные свойства аналитических функций, Москва, 1950.
9. A. Calderon and A. Zygmund. On the existence of certain singular integrals, Acta Math., vol. 88, № 1—2, 1952, pp. 85—140.
10. Б. В. Хведелидзе. Некоторые свойства особых интегралов в смысле главного значения Коши—Лебега. Сообщения АН Груз. ССР, т. VIII, № 5, 1947, стр. 283—290.

მ. მიქელაძე

ანიზოტროპული, თითქმის ცილინდრული ბარსების
პლასტიკურ-ხისტი ანალიზი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 25.10.1956)

შრომაში მოცემულია პლასტიკურ-ხისტი ანალიზი ანიზოტროპული, თითქმის ცილინდრული გარსებისა, რომლებიც რადიალურად მიმართული დატვირთვის ქმედებას განიცდიან. თითქმის ცილინდრულ გარსად ნაგულისხმევია ცილინდრულთან მახლობელი, შედარებით მცირე სისქის მქონე ბრუნვის ჭრუვი სხეული, რომელიც ბოლოებიდან შემოსაზღვრულია სიმეტრიის z ღერძისადმი მართობული სიბრტყეებით, ხოლო გვერდებიდან — $h_1(z)$ და $h_2(z)$ ბრუნვის ზედაპირებით. თითქმის ცილინდრული გარსის ფარდობითი გადახრა ჩვეულებრივი წრეწრისგან დავახსიანათო წარმოებულის $d\bar{h}(z)/dz$ სიდიდით, სადაც $\bar{h}(z) = 1/2 [h_1(z) + h_2(z)]$. უკანასკნელი ჩათვალათ იმდენად მცირედ, რომ შესაძლებელი იყოს მისი კვადრატის უგულვებელყოფა ერთთან შედარებით. გარსის სისქის $h(z) = h_2(z) - h_1(z)$ სიმკვრივის კრიტერიუმად, დრეკადი გარსების კლასიკური თეორიის წაბაძვით, მივიღოთ $h(z)/\bar{h}(z)$ შეფარდების ერთთან შედარებით უკუგდების შესაძლებლობა.

გარსის $h(z)$ სისქის სიმკვრივის ვარაუდობა საშუალებას გვაძლევს უკუვადლოთ რადიალური ნორმალური ძაბვები R_r , ხოლო სიბრტყეთა ორი წყვილით: $z, z+dz, \vartheta, \vartheta+d\vartheta$ -თი გარსიდან გამოყოფილი მცირე ელემენტის დაძაბული მდგომარეობა მივიჩნიოთ როგორც ბრტყელი ($Z_r \neq 0, \vartheta_{\theta} \neq 0$). ხსენებული ელემენტის წონასწორობის განტოლებებს აქვთ სახე

$$\frac{d(\bar{h}M_r)}{dz} = Q_r \bar{h}, \quad \frac{d(Q_r \bar{h})}{dz} = -q_r \bar{h} - T_{\theta}$$

სადაც M_r, Q_r და T_{θ} შესაბამისად აღნიშნავენ ელემენტის წახნაგთა სიგრძის ერთეულზე მომქმედ მღუნავ მომენტა, გადამქრელსა და რგოლურ ძალებს, ხოლო q_r აღნიშნავს განაწილებული დატვირთვის ინტენსივობას. გამოწერილ განტოლებებში არ შედის რგოლური მღუნავი მომენტი M_{θ} და ღერძული ძალა T_r . მომენტი M_{θ} , როგორც ამას ქვემოთ დაეინახავთ, M_r -ის პირდაპირპროპორციულია, T_r ძალა კი ნულის ტოლია თვით გარსზე მომქმედი დატვირთვის თავისებურების გამო ($q_r \neq 0, q_{\theta} = 0$).

წონასწორობის განტოლებათა შედგენისას მომენტთა დადებით მიმართულებად მივიჩნიეთ ისეთი, რომელსაც გარსის გარეთა $h_2(z)$ ბოქვების გაქმევა შეესაბამებოდა. გადამქრელ Q_r ძალასა და განაწილებულ q_r დატვირ-

თვის ვთვლიდით დადებითად, თუ თითოეული მათგანის მიმართულება თანხედებოდა r ღერძის მიმართულებას. რგოლური T_{θ} ძალების ნიშანს ვიღებდით მათ მიერ გამოწვეული დეფორმაციის ნიშნის შებრუნებულად.

წონასწორობის ორი განტოლების საფუძველზე შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{d^2(\bar{h}M_z)}{dz^2} + T_{\theta} = -J\rho\bar{h}, \text{ სადაც } J\rho = q_r. \quad (1)$$

რამდენადაც შემდგომ ლაპარაკია გარსის მხოლოდ ზღვრული წონასწორობის შესახებ, მოსახერხებელია დატვირთვა q_r წარმოვადგინოთ $J\rho$ ნამრავლის სახით, სადაც მუდმივი J აღნიშნავს ზღვრული დატვირთვის ინტენსივობას, z კოორდინატის ფუნქციას, ρ კი — ერთგვარ „ერთეულ დატვირთვის“, რომლის J -ჯერაც გაზრდით ხდება ტვირთბიდვის უნარიანობის ამოწურვა.

გარსის მასალის დენადობის პირობა ასე გამოიყურება [1]:

$$F(Z_z, \theta_{\theta}) = \frac{Z_z^2}{\sigma_{zz}^2} - \frac{Z_z\theta_{\theta}}{\sigma_{zz}\sigma_{\theta\theta}} + \frac{\theta_{\theta}^2}{\sigma_{\theta\theta}^2} = I, \quad (2)$$

სადაც σ_{zz} და $\sigma_{\theta\theta}$ დენადობის ზღვართა მნიშვნელობებია შესაბამისად ღერძული და რგოლური მიმართულებით.

თუ დავუშვებთ დენადობის $F(Z_z, \theta_{\theta})$ ფუნქციასთან გაიგივებული პლასტიკური პოტენციალის არსებობას, ხოლო გარსის სისქის მიხედვით დეფორმაციათა სიჩქარეების განაწილების კანონს ჩავთვლით წრფივად, მივიღებთ შემდეგ დამოკიდებულებებს ძაბვებსა და დეფორმაციათა სიჩქარეებს შორის:

$$\frac{du}{dz} - \varphi \frac{d\bar{h}}{dz} - (\bar{h} - r) \frac{d\varphi}{dz} = \lambda \left(\frac{2Z_z}{\sigma_{zz}^2} - \frac{\theta_{\theta}}{\sigma_{zz}\sigma_{\theta\theta}} \right) \quad (3)$$

$$\frac{w}{\bar{h}} = \lambda \left(\frac{2\theta_{\theta}}{\sigma_{\theta\theta}^2} - \frac{Z_z}{\sigma_{\theta\theta}\sigma_{zz}} \right),$$

სადაც u და $w = [\bar{z}, \bar{h}(\bar{z})]$ წერტილის გადაადგილების სიჩქარის ღერძული და რადიალური კომპონენტებია (დაგრძელებისა და ვალუნვის სიჩქარეები), φ — გარსის რგოლური განივკვეთის მობრუნების კუთხის სიჩქარე: $\varphi = d\omega/dz$ (მობრუნების კუთხის დადებით მიმართულებად მიღებულია ისეთი, რომელსაც გარსის გარეთა $h_z(\bar{z})$ ბოქვების გაკმევა შეესაბამება). დენადობის კოეფიციენტად წოდებული, ახლახან გამოწერილ ფორმულაში შემავალი სკალარული მამრავლი λ დამოკიდებულია მხოლოდ z კოორდინატზე, ვინაიდან, თანახმად პლასტიკურ-ხისტი გარსის განმარტებისა [2,3], პლასტიკურობის წარმოქმნა გარსის სისქის მიხედვით მყისიერად ხდება.

ავტორის გამოკვლევებული შრომების [4,5] კვალდაკვალ წარმოვადგინოთ ძაბვის ტენზორის Z_k და θ_{θ} კომპონენტები, როგორც შესაბამისი მემბრანული P_k და ლუნვითი σ_k ძაბვების ჯამი ($k = z, \theta$). ამგვარი წარმოდგენის შედეგად დენადობის პირობა (2) აღიწერება გამოსახულებათა შემდეგი წყვილით:

თვის ვთვლიდით დადებითად, თუ თითოეული მათგანის მიმართულება თანხედებოდა r ღერძის მიმართულებას. რგოლური T_{θ} ძალების ნიშანს ვიღებდით მათ მიერ გამოწვეული დეფორმაციის ნიშნის შებრუნებულად.

წონასწორობის ორი განტოლების საფუძველზე შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{d^2(\bar{h}M_r)}{dz^2} + T_{\theta} = -Jp\bar{h}, \text{ სადაც } Jp = q_r. \quad (1)$$

რამდენადაც შემდგომ ლაპარაკია გარსის მხოლოდ ზღვრული წონასწორობის შესახებ, მოსახერხებელია დატვირთვა q_r წარმოვადგინოთ Jp ნამრავლის სახით, სადაც მუდმივი J აღნიშნავს ზღვრული დატვირთვის ინტენსივობას, z კოორდინატის ფუნქციას, p კი — ერთგვარ „ერთეულ დატვირთვას“, რომლის J -ჯერაც გაზრდით ხდება ტვირთბიდის უნარიანობის ამოწურვა.

გარსის მასალის დენადობის პირობა ასე გამოიყურება [1]:

$$F(Z_r, \theta_{\theta}) = \frac{Z_r^2}{\sigma_{zz}^2} - \frac{Z_r \theta_{\theta}}{\sigma_{zz} \sigma_{\theta\theta}} + \frac{\theta_{\theta}^2}{\sigma_{\theta\theta}^2} = 1, \quad (2)$$

სადაც σ_{zz} და $\sigma_{\theta\theta}$ დენადობის ზღვართა მნიშვნელობებია შესაბამისად ღერძული და რგოლური მიმართულებით.

თუ დავუშვებთ დენადობის $F(Z_r, \theta_{\theta})$ ფუნქციასთან გაიგივებული პლასტიკური პოტენციალის არსებობას, ხოლო გარსის სისქის მიხედვით დეფორმაციათა სიჩქარეების განაწილების კანონს ჩავთვლით წრფივად, მივიღებთ შემდეგ დამოკიდებულებებს ძაბვებსა და დეფორმაციათა სიჩქარეებს შორის:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dz} - \varphi \frac{d\bar{h}}{dz} - (\bar{h} - r) \frac{d\varphi}{dz} &= \lambda \left(\frac{2Z_r}{\sigma_{zz}^2} - \frac{\theta_{\theta}}{\sigma_{zz} \sigma_{\theta\theta}} \right) \\ \frac{w}{\bar{h}} &= \lambda \left(-\frac{2\theta_{\theta}}{\sigma_{\theta\theta}^2} - \frac{Z_r}{\sigma_{\theta\theta} \sigma_{zz}} \right), \end{aligned} \quad (3)$$

სადაც u და $w = [\bar{z}, \bar{h}(\bar{z})]$ წერტილის გადაადგილების სიჩქარის ღერძული და რადიალური კომპონენტებია (დაგრძელებისა და გაღუნვის სიჩქარეები), φ გარსის რგოლური განეკვეთის მობრუნების კუთხის სიჩქარე: $\varphi = du/dz$ (მობრუნების კუთხის დადებით მიმართულებად მიღებულია ისეთი, რომელსაც გარსის გარეთა $h_z(\bar{z})$ ბოჭკოების გაჭიმვა შეესაბამება). დენადობის კოეფიციენტად წოდებული, ახლახან გამოწერილ ფორმულაში შემაველი სკალარული მამრავლი λ დამოკიდებულია მხოლოდ z კოორდინატზე, ვინაიდან, თანახმად პლასტიკურ-ხისტი გარსის განმარტებისა [2,3], პლასტიკურობის წარმოქმნა გარსის სისქის მიხედვით მყისიერად ხდება.

ავტორის გამოქვეყნებული შრომების [4,5] კვალდაკვალ წარმოვადგინოთ ძაბვის ტენზორის Z_k და θ_{θ} კომპონენტები, როგორც შესაბამისი მემბრანული P_k და ლუნეთი σ_k ძაბვების ჯამი ($k = z, \theta$). ამგვარი წარმოდგენის შედეგად დენადობის პირობა (2) აღიწერება გამოსახულებათა შემდეგი წყვილით:

$$\sigma_{\theta} = \frac{\sigma_{\theta 0}}{2\sigma_{\theta s}} \sigma_r \quad \left(M_{\theta} = \frac{\sigma_{\theta 0}}{2\sigma_{\theta s}} M_s \right)$$

და

$$F(\sigma_r, p_{\theta}) = \frac{3}{4} \frac{\sigma_r^2}{\sigma_{\theta s}^2} + \frac{p_{\theta}^2}{\sigma_{\theta 0}^2} = 1. \quad (4)$$

შესაბამისად შეიცვლებიან (3) დამოკიდებულებანიც:

$$\frac{du}{d\chi} - \varphi \frac{d\bar{h}}{d\chi} - (\bar{h}-r) \frac{d\varphi}{d\chi} = \lambda \left(\frac{3}{2} \frac{\sigma_r}{\sigma_{\theta s}^2} - \frac{P_{\theta}}{\sigma_{\theta s}\sigma_{\theta 0}} \right) \frac{w}{\bar{h}} = \frac{2\lambda}{\sigma_{\theta 0}^2} P_{\theta} \quad (5)$$

ახლა უკვე ადვილად შესამჩნევია რადიალური, ღერძული და კუთხური გადაადგილებების სიჩქარეთა შორის არსებული კავშირი

$$\frac{\sigma_{\theta 0}}{2\sigma_{\theta s}} \frac{w}{\bar{h}} = -\frac{du}{d\chi} + \varphi \frac{d\bar{h}}{d\chi}.$$

(5), (4) და ამგვარადვე (3), (2) დამოკიდებულებების ანალიზი ცხად-ყოფს არსებობას ხსენებულ დამოკიდებულებათა ურთიერთგამომთიშავი წინა-აღმდეგობისა, რომლის გადალახვის ერთ-ერთი შესაძლებელი გზა მდგომარეობს დენადობის (4) პირობის შეცვლაში შემდეგი ინტეგრალური პირობით [2, 3, 6]:

$$\frac{1}{h} \int_{\bar{h}-h/2}^{\bar{h}+h/2} \left(\frac{3}{4} \frac{\sigma_r^2}{\sigma_{\theta s}^2} + \frac{p_{\theta}^2}{\sigma_{\theta 0}^2} \right) dr = 1.$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ $\sigma_r = -\frac{12(\bar{h}-r)}{h^3} M_s$, ხოლო $P_{\theta} = \frac{T_{\theta}}{h}$, უკანასკნელი პირობა მოგვცემა ზღვრული წირის განტოლებას M_s , T_{θ} სიბრტყეში:

$$F(M_s, T_{\theta}) = \frac{3}{4} \left(\frac{M_s}{\sigma_{\theta s} h^2 / 2 \sqrt{3}} \right)^2 + \left(\frac{T_{\theta}}{\sigma_{\theta 0} h} \right)^2 = 1. \quad (6)$$

ახლა ადვილია დავრწმუნდეთ იმაშიც, რომ გარსის მასალის დენადობის კანონს შეიძლება მიეცეს სახე:

$$\frac{w}{\bar{h}} = \frac{d\varphi}{d\chi} = \frac{\partial F}{\partial T_{\theta}} = \frac{\partial F}{\partial M_s}$$

დადგენილ თანაფარდობას მოვპოვება თვალსაჩინო გეომეტრიული განმარტება: $\frac{d\varphi}{d\chi}$ და $\frac{w}{\bar{h}}$ კომპონენტების მქონე გარსის მასალის დენადობის სიჩქარის ვექტორი მიმართულია (6) ზღვრული წირის გარენორმალის სწვრივად.

მიღებული ფორმულების გამოყენება საშუალებას გვაძლევს გამოვიტვალოთ $\hbar(\chi)$ ზედაპირის ერთეულზე მოსული მექანიკური ენერჯის დისიპაციის სიჩქარე D :

$$D = M_s \frac{d\varphi}{d\chi} + \frac{w}{\hbar} T_\theta = 2h \left[\frac{\sigma_{ss}^2 h^2}{36} \left(\frac{d\varphi}{d\chi} \right)^2 + \frac{\sigma_{s\theta}^2}{4} \left(\frac{w}{\hbar} \right)^2 \right]^{1/2}.$$

უბრალო შემოწმებით ვრწმუნდებით მოყვანილი ფორმულების სამართლიანობაშიც

$$\frac{\partial D}{\partial \left(\frac{d\varphi}{d\chi} \right)} = M_s, \quad \frac{\partial D}{\partial \left(\frac{w}{\hbar} \right)} = T_\theta.$$

სამართლიანია აგრეთვე თეორემა ზღვრული წონასწორობის შესახებ [2], ჩამოყალიბებული კვლევის საგნად ქცეული ამოცანისათვის. თეორემის დამტკიცება ემყარება შემდეგი ორი უტოლობის გამოყენებას:

$$M_s \frac{d\varphi}{d\chi} + \frac{w}{\hbar} T_\theta < T I'$$

და

$$(M_s - M_s^0) \frac{d\varphi}{d\chi} + (T_\theta - T_\theta^0) \frac{w}{\hbar} > 0,$$

სადაც

$$T^2 = \frac{3}{4} \left(\frac{M_s}{\sigma_{ss} h^2 / 2 \sqrt{3}} \right)^2 + \left(\frac{T_\theta}{\sigma_{s\theta} h} \right)^2,$$

$$I'^2 = 4h^2 \left[\frac{\sigma_{ss}^2 h^2}{36} \left(\frac{d\varphi}{d\chi} \right)^2 + \frac{\sigma_{s\theta}^2}{4} \left(\frac{w}{\hbar} \right)^2 \right],$$

ხოლო M_s^0 და T_θ^0 ღერძული მლუნავი მომენტი და რგოლური ძალაა, რომლებიც ეკუთვნიან ძაბვით ნებისმიერ სტატიკურად დასაშვებ ველს.

აღენიშნავთ, რომ პირველი უტოლობა მტკიცდება შვარცის უტოლობის გამოყენებით, მეორე კი — პირველის დახმარებით. აქვე დავძენთ, რომ მეორე უტოლობა გამოხატავს ჰილიის ცნობილ პრინციპს [7] მაქსიმალური პლასტიკური მუშაობის შესახებ.

ამგვარად, ამოცანა ანიზოტროპული, თითქმის ცილინდრული გარსის ტვირთზიდვის უნარიანობის განსაზღვრის შესახებ დაიყვანება სტატიკურად და კინემატიკურად დასაშვები ამოხსნების აგებაზე.

შეჩერდეთ სტატიკურად დასაშვები ამოხსნის აგების საკითხზე. ქვემოთ მსჯელობის საგნად გვექნება კლასი ისეთი გარსებისა, რომელთა საგრძე $2l$ -ის ტოლია და რომლებსაც გააჩნიათ სიმეტრიის სიბრტყე $\chi = 0$

$$[\hbar(\chi) = \hbar(-\chi), h(\chi) = h(-\chi) \text{ და } p(\chi) = p(-\chi)].$$

ცხადია, რომ ამოცანის სტატიკურად დასაშვები ამოხსნის მიღების ყველაზე უფრო მარტივი გზა მდგომარეობს ზღვრული (6) ელიფსის შეცვლაში მარტკუთხედით, რომლის გვერდებია:

$$t = \pm t_0 \text{ და } m_s = \pm \frac{2}{V_3} \sqrt{1 - t_0^2},$$

სადაც

$$t = \frac{T_\theta}{\sigma_{\theta\theta} h}, \quad \text{ხოლო} \quad m_s = \frac{M_s}{\sigma_{ss} h^2 / 2 \sqrt{3}}$$

ამასთანავე შესაძლებელია, რა თქმა უნდა, თავიდანვე შევარჩიოთ t_0 -ის სავსებით გარკვეული სტატიკურად დასაშვები მნიშვნელობა ($t_0 < 1$), მაგრამ შეიძლება აგრეთვე (და კიდევაც უკეთესია) განვიხილოთ უკანასკნელი როგორც პარამეტრი, რომლის რიცხვითი მნიშვნელობის დადგენა ხდება ქვემოთ მოყვანილი მოსაზრებების საფუძველზე.

თუ მოვიმარჯვებთ მაკლორენის ფორმულას, ინტეგრალით წარმოდგენილი ნაშთი წვერით, და ერთდროულად მხედველობაში მივიღებთ წონასწორობის (1) განტოლებას, გვექნება

$$-\frac{\sigma_{ss}}{2\sqrt{3}} \bar{h} h^2 m_s = \frac{\sigma_{ss}}{3} \sqrt{1 - t_0^2} (\bar{h} h^2)_{z=0} - J_s \int_0^l (z - \xi) \bar{h} p d\xi + \sigma_{\theta\theta} t_0 \int_0^l (z - \xi) h d\xi$$

(ნიშნაკი „S“ მიუთითებს იმაზე, რომ ზღვრული დატვირთვის ინტენსივობის მნიშვნელობა J ქვეშარიტი კი არაა, არამედ მიახლოებითია, რომელიც ძალისა და მომენტის სტატიკურად დასაშვებ ველს შეესაბამება).

ზღვრული დატვირთვის ინტენსივობას განვსაზღვრავთ, თუ გავითვალისწინებთ გარსის ბოლოების დამაგრების პირობებს: $m_s = 0$, როცა $z = l$, თუ გარსის კიდეები თავისუფალადაა დაყრდნობილი, ან კიდევ

$$m_s = - \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{1 - t_0^2}$$

კიდეების ხისტად ჩამაგრების შემთხვევაში.

ამნაირი გზით ნაპოვნი ზღვრული დატვირთვის ინტენსივობა J_s განსაზღვრულია t_0 პარამეტრის სიზუსტით. უკანასკნელი შევარჩიოთ ისეთნაირად, რომ ზღვრული დატვირთვის სტატიკურად დასაშვებმა J_s ინტენსივობამ მაქსიმუმს მიაღწიოს. მაშ, t_0 პარამეტრის განმსაზღვრელ განტოლებას ექნება

სახე
$$\frac{dJ_s}{dt_0} = 0.$$

მოგვყავს t_0 პარამეტრის მნიშვნელობანი გარსის კიდეთა დამაგრების სხვადასხვა შემთხვევისათვის:

$$t_0 = - \frac{\int_0^l (l - \xi) h d\xi}{\left[\frac{\sigma_{ss}}{3\sigma_{\theta\theta}} (\bar{h} h^2)_{z=0} \right]^2 + \left[\int_0^l (l - \xi) h d\xi \right]^2}^{1/2}$$

კიდეთა თავისუფლად დაყრდნობის შემთხვევაში და

$$f_0 = \frac{\int_0^l (l - \xi) h d\xi}{\left(\left\{ \frac{\sigma_{\max}}{3\sigma_{\theta 0}} [(\bar{h}h^2)_{z=0} + (\bar{h}h^2)_{z=l}] \right\}^2 + \left[\int_0^l (l - \xi) h d\xi \right]^2 \right)^{1/2}}$$

კიდეთა ხისტად ჩამაგრების დროს.

ამგვარად, სტატიკურად დასაშვებია ამონახსნის აგება დაიყვანება კვადრატურებზე.

ასევე კვადრატურებზე დაიყვანება კინემატიკურად დასაშვები ამონახსნის, ე. ი. ტვირთიძღვის უნარიანობის ზედა საზღვრის დადგენაც. ამ დებულების ნათელსაყოფი მსჯელობა სავსებით ისეთივეა, როგორც ადრევე გვქონდა გამოყენებული შრომაში [2]. აქვე დავეძნეთ, რომ კინემატიკურად დასაშვები ამონახსნის აგების გამარტივების მიზნით შეიძლება გამოვიყენოთ სინჩარეთა ველი, რომელიც ჩვეულებრივი, იზოტროპული, მუდმივი სისქის მქონე წრიული ცილინდრული გარსის ზღვრული წონასწორობის მდგომარეობას შეესაბამება [8].

დასასრულს აღვნიშნავთ, რომ რადიალურად მიმართული დატვირთვის ქვეშ მოქცეული მუდმივი სისქის მქონე თითქმის ცილინდრული (კონუსური, პარაბოლური და სხვა) გარსების მაგალითზე შეიძლება დავრწმუნდეთ, თუ რამდენად გონივრულია განხილვა დაძაბული მდგომარეობისა ისეთ კვეთებში, რომლებიც მართობულნი არიან არა $\bar{h}(z)$ შუა ზედაპირისადმი, არამედ გარსის სიმეტრიის z ღერძის მიმართ. წინააღმდეგ შემთხვევაში გარსის მასალის დენადობის პირობა, (6)-გან განსხვავებით, რომელიც ბრტყელი წირის განტოლებას წარმოადგენს, ძალებისა და მომენტების ოთხგანზომილებიან სივრცეში შემოწერილი შეკრული ჰიპერზედაპირის განტოლებით გამოიხატებოდა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 25.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. L. W. Hu and Joseph Marin. Anisotropic Loading Functions for Combined Stresses in the Plastic Range J. appl. mech. 22, 1, 1955, 77-85.
2. М. Ш. Микеладзе, Общая теория анизотропных жестко-пластических оболочек, Известия АН СССР, ОТН, № 1, 1957.
3. М. Ш. Микеладзе. Жестко-пластический изгиб анизотропных круглых дисков несимметричного профиля, Известия АН СССР, ОТН, № 2, 1957.
4. М. Ш. Микеладзе, О несущей способности первоначально анизотропных оболочек, ДАН СССР, 98, 6, 1954.
5. М. Ш. Микеладзе, О пластическом течении анизотропных оболочек, Известия АН СССР, ОТН, № 8, 1955.
6. В. И. Розенблум, Приближенная теория равновесия пластических оболочек, ПММ, 18, 3, 1954.
7. R. Hill. On the State of Stress in a Plastic-Rigid Body at the Yield Point. The Philosophical Magazine vol. 42 seventh series № 331, august, 1951, 868-875.
8. P. G. Hodge. Rigid-plastic analysis of symmetrically loaded cylindrical shells J. appl. mech. 21, 4, 1954, 336-342.

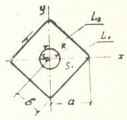
ღრმკაღრობის თეორია

ი. აბინზაღ

წრიული ღრმითი არმირებულ კვარტული ბანიკვეთის მქონე პრიზმული ძელის ბრეხბ

(წარმოადგინა აკადემიკოსბა ნ. მუხელიშვილბა 10.2.1956)

1. განვიხილოთ გრეხბ პრიზმული ძელისბ, რომელიც შედგენილიბ თანღერძული, ერთმანეთში ზადგმული ბა ერთმანეთთან გვერდითი ზედბპირის გასწვრივ შეწებებული სხვბდასხვბ ერთგვაროვანი ბა იზოტროპული მასბლიღსბგბნ დამზბადებული ორი ძელისბგბნ; თელის განიკვეთბ შედგებბ ორი არიღსბგბნ: კვბრბტიღსბგბნ, რომლისგბნაც ამოკვეთილიბ მბღსბლის ის ნაწილი, რომელიბაც უკბვიბ გარკვეული რბდიღსის ცენტრბლური წრე, ბა სხვბ დრეკბდი თვისებების მქონე გულიღსბგბნ, რომელიც ზადგმულიბ ზვრეღსში. M იყოს მგრეხბვი მომენტი, რომელიც მოდებულიბ გბნღსბხიღვ შედგენილ ძელზე.



როგორც ცნობილიბ [1], შედგენილი ძელის ბაბბბული მდგომარეობის განსაზღვრბ საკუთრივ გრეხის დროს ბაიყვბნებბ კომბბლიკსური ცვლბდის $\varphi_1(x)$ ბა $\varphi_2(x)$ ფუნქციების განსაზღვრბზე, რომლებიც შესბბამისბდ რეგულბრული არიბნ S_1 ბა S_2 არეებში¹ ბა განისაზღვრებბბნ პბრობებიღბნ:

$$\varphi_1(t) + \overline{\varphi_1(t)} = \overline{it} + E L_1\text{-ზე,} \quad (1,1)$$

$$\mu_1 [\varphi_1(t) + \overline{\varphi_1(t)}] - \mu_2 [\varphi_2(t) + \overline{\varphi_2(t)}] = (\mu_1 - \mu_2) \overline{it} + E_2 L_2\text{-ზე,} \quad (1,2)$$

$$[\varphi_1(t) - \overline{\varphi_1(t)}] - [\varphi_2(t) - \overline{\varphi_2(t)}] = 0 L_2\text{-ზე,} \quad (1,3)$$

სბდაც M_j შესბბამისბდ S_j გარემოს ძვრის მოდულიბ; $t - L_j$ -ის წერტილის ბფიქსი; E_1, E_2 —მუღმევი სიდიდეები. ზოგბდობის ბაურღვევბლ შეიძლება მივიღოთ, რომ

$$E_1 = (\mu_1 - \mu_2) R^2 + E_2 = 0.$$

შემოვიყვბნოთ L_2 წრეზბზე ნამდვილი ბამხმბრე ფუნქციბ (ღ. შერბბანი, [2]).

$$\omega(t) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 [\varphi_j(t) + \overline{\varphi_j(t)}]. \quad (1,4)$$

თუ (1,3) ბა (1,4) წვერობრივ შევეკრებოთ, მივიღებო

$$\varphi_1(t) + \overline{\varphi_2(t)} = \omega(t). \quad (1,5)$$

¹ S_1 არებ, რომელიც შემოსაზღვრულიბ L_1 ოთხკუთხედიბ (ამოხსნის გამბრტივებისღთვის გბრე კონტურის ვცვლით მრუდზბზოვანი ოთხკუთხედიბ, რომელიც სბკმბოდ ბბღოსბბ კვბრბტიღბ) ბა R რბდიუსიბნი L_2 წრეზბზით; S_2 ბღნიშვბვ წრეს.

7301



(1,5) საფუძველზე, (1,2) პირობიდან L_2 -ზე გვექნება

$$\varphi_1(t) + \varphi_2(t) + \lambda \omega(t) \quad \left(\lambda = \frac{\mu_2 - \mu_1}{\mu_1 + \mu_2} \right). \quad (1,6)$$

კოშის ტიპის ინტეგრალის თვისებების საფუძველზე (1,6) ფორმულა შეიძლება ასეთი სახით ჩაიწეროს:

$$\varphi_1(t) - \lambda \lim_{\substack{\zeta \rightarrow t \\ L_2 \text{ გარედან}}} \frac{1}{2\pi i} \int_{L_2} \frac{\omega(t_1)}{t_1 - \zeta} dt_1 = -\lambda \lim_{\substack{\zeta \rightarrow t \\ L_2 \text{ შიგნიდან}}} \frac{1}{2\pi i} \int_{L_2} \frac{\omega(t_1)}{t_1 - \zeta} dt_1 + \varphi_2(t). \quad (1,7)$$

მაშასადამე,

$$\varphi(\zeta) - \varphi_1(\zeta) - \lambda \frac{1}{2\pi i} \int_{L_2} \frac{\omega(t_1)}{t_1 - \zeta} dt_1 \quad (1,8)$$

ფუნქცია, განსაზღვრული ორადბმულ S_1 არეში შეიძლება ანალიზურად გაგრძელებულ იქნეს S_2 არეში. ამნაირად, $\varphi(\zeta)$ ფუნქცია რეგულარული იქნება $S = S_1 + S_2$ არეში, რომელიც შემოსაზღვრულია მრუდხაზოვანი L_1 ოთხკუთხედით.

(1,7) და (1,8) საფუძველზე S_2 არეში გვექნება

$$\varphi(\zeta) = \varphi_2(\zeta) - \lambda \frac{1}{2\pi i} \int_{L_2} \frac{\omega(t_1)}{t_1 - \zeta} dt_1. \quad (1,9)$$

თუ ახლა (1,1) სასაზღვრო პირობებში $\varphi_1(\zeta)$ ფუნქციის ნაცვლად ჩავსვამთ მის გამოსახულებას (1,8)-დან, ზოგიერთი გარდაქმნის შემდეგ L_1 ზე მივიღებთ

$$\varphi(t) + \overline{\varphi(t)} = \lambda \sum_{k=0}^{\infty} \alpha_k \left\{ \left(\frac{R}{t} \right)^{k+1} + \left(\frac{R}{\bar{t}} \right)^{k+1} \right\} + t\bar{t}, \quad (1,10)$$

სადაც უცნობ

$$\alpha_k = \frac{1}{2\pi i R^{k+1}} \int_{L_2} \omega(t_1) t_1^k dt_1, \quad (1,11)$$

ფუნქციონალებს ჩავთვლით ნამდვილად.

ცნობილია, რომ S არეში რეგულარული $\varphi(\zeta)$ ფუნქცია შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგი სახით

$$\varphi(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_{L_1} \frac{f(t_1)}{t_1 - \zeta} dt_1 + ic, \quad (1,12)$$

სადაც $f(t)$ რაიმე ნამდვილი ფუნქციაა. $\varphi(\zeta)$ ფუნქციის სასაზღვრო მნიშვნელობები, სოხოცკი-პლემელის თეორემის საფუძველზე, როცა $\zeta \rightarrow t$ L_1 -ზე, იქნება

$$\varphi(t) = \frac{f(t)}{2} + \frac{1}{2\pi i} \int_{L_1} \frac{f(t_1)}{t_1 - t} dt_1 + ic. \quad (1,13)$$

(1,13)-დან (1,10) საფუძველზე $f(t)$ განსაზღვრისათვის მივიღებთ ფრედ-ჰოლმის ინტეგრალურ განტოლებას

$$f(t) + \frac{1}{2\pi i} \int_{L_1} f(t_1) d \ln \frac{t_1 - t}{t_1 - t} = \lambda \sum_{k=1}^{\infty} \left[\left(\frac{R}{t} \right)^{k+1} + \left(\frac{R}{t} \right)^{k+1} \right] \alpha_k + i\bar{t}. \quad (1,14)$$

2. ავიღოთ ფუნქცია, რომელიც აღებული წესიერი მრუდსაზოვანი კვადრატის გარენაწილს ასახავს (ერთეული γ წრეხაზის გარენაწილზე) ასეთი სახით

$$z = A \left(\zeta + \frac{m}{\zeta^3} \right), \quad \left(A = \frac{a+b}{2}, \quad m = \frac{a-b}{a+b} = \frac{1}{9} \right). \quad (2,1)$$

თუ (2,1) გამოყენებით (1,14)-ში ცვლადთა შეცვლას მოვახდენთ, ვისარგებლებთ ბინომის დაშლით და შევცვლით შეჯამების რიგს, მაშინ (1,14) მაგიერ მივიღებთ

$$f^*(\tau) + \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} f^*(\tau_1) \left[\frac{1}{\tau_1} + \sum_{k=1}^{\infty} m^k (\xi \alpha^{k-1} + \eta \beta^{k-1}) \right] \times \\ \times d\tau_1 = \sum_{n=0}^{\infty} b_n \left(\tau^n + \frac{1}{\tau^n} \right). \quad (2,2)$$

ამ ტოლობაში მიღებულია, რომ

$$b_n = b_n^* + \frac{1}{2} \varepsilon_n^{(0)} A^2 (1 + m^2) + \varepsilon_n^{(4)} A_n^2 \quad (n = 0, 1, 2, \dots) \quad (2,3)$$

$$b_n^* = \lambda \sum_{k=E(n)}^{n-1} \left(\frac{R}{A} \right)^{k+1} m^{n-(k+1)} c_{-(k+1)}^{n-(k+1)} \alpha_k \quad (2,4)$$

$$\varepsilon_n^{(4)} = \begin{cases} 1, & n = k, \text{ სადა } k = 0, 4 \\ 0, & k > 4, \end{cases} \quad E^*(n) = (n-1) - 4E \left(\frac{n-1}{4} \right)$$

$E \left(\frac{n-1}{4} \right)$ — უდიდესი მთელი რიცხვია $\frac{n-1}{4}$ -ში;

$$\xi = \frac{\tau_1^2 + 2\tau_1\tau + 3\tau^2}{\tau_1^2\tau^2}, \quad \eta = \tau(3\tau_1^2 + 2\tau_1\tau + \tau^2)$$

$$\alpha = \frac{\tau_1^2 + \tau_1\tau + \tau^2}{\tau_1^3\tau^3}, \quad \beta = \tau_1\tau(\tau^2 + \tau_1\tau + \tau^2), \quad f(t) = f^*(t).$$

3. m პარამეტრის შედარებითი სიმცირის გამო (2,2) განტოლების ამოხსნა ვეძიოთ მწკრივის სახით

$$f^*(\tau) = \sum_{n=0}^{\infty} m^n f_n(\tau). \quad (3,1)$$

(2,2) განტოლებაში შევიტანოთ (3,1)-დან $f^*(\tau)$ მნიშვნელობა და ერთმანეთს გაუუტოლოთ ორივე მხარის პარამეტრის ერთნაირი ხარისხების კოე-

ფიციენტები. მაშინ მივიღებთ რეკურენტულ დამოკიდებულებებს, რომლებიც იძლევიან შესაძლებლობას ყველა $f_n(\tau)$ მიმდევრობით განსაზღვრისას.

ჩვენ დავკმაყოფილდით პირველი ექვსი $f_n(\tau)$ ($n = 0, 1, \dots, 5$) ფუნქციის განსაზღვრით. როგორც შემდეგში დავინახავთ, ეს მოგვეცემს შესაძლებლობას ნივალწიით ამოცანის საკმაოდ ზუსტ ამოხსნას. თუ გავითვალისწინებთ (3,1), გვექნება

$$f^*(\tau) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n \left(\tau^n + \frac{1}{\tau^n} \right).$$

ქვემოთ მოგვეყავს a_n ($n = 0, 4, 8, \dots$) კოეფიციენტების გამოსახულებები, რომლებიც მოცემული ამოცანის ამოხსნისათვის აუცილებელია:

$$\begin{aligned} a_0 &= b_0 = \frac{1}{2} A^2 (1 + m^2) \\ a_4 &= (1 - 6m^2 + 36m^4) b_4 + 8m^3 (-1 + 6m^2) b_8 - 3m^4 b_{12} \\ a_8 &= 4m^3 (-1 + 6m^2) b_4 + (1 - 38m^4) b_8 - 72m^5 b_{12} \\ a_{12} &= b_{12} - m^4 b_4 - 48m^5 b_8; \quad a_n = b_n \quad (n = 16, 17 \dots). \end{aligned} \quad (3,2)$$

4. (2,1) ფუნქციის შებრუნებული $g(\tau)$ ფუნქციის ლორანის მწკრივად დაშლას τ მოდულის საკმარისად დიდი მნიშვნელობებისათვის აქვს სახე

$$g(\tau) = \frac{\tau}{A} \sum_{k=0}^{\infty} a_k^* \left(\frac{A}{\tau} \right)^{4k}, \quad (4,1)$$

სადაც:

$$\begin{aligned} a_0^* &= 1, \quad a_1^* = -m, \quad a_2^* = -3m^2, \quad a_3^* = -15m^3, \quad a_4^* = -91m^4, \\ a_5^* &= -612m^5, \quad a_6^* = -4389m^6 \text{ და ა. შ.} \end{aligned}$$

თუ (4,1) ხარისხიდან მწკრივს ავიყვანთ n ხარისხში, მაშინ მივიღებთ

$$g^n(\tau) = \left(\frac{\tau}{A} \right)^n \sum_{k=0}^{\infty} D_k^{(n)} \left(\frac{A}{\tau} \right)^{4k}. \quad (4,2)$$

აქ კოეფიციენტები გამოითვლება თანდათანობით თანახმად შემდეგი რეკურენტული ფორმულისა:

$$D_0^{(n)} = a_0^{*n}, \quad D_k^{(n)} = \frac{1}{k a_0^*} \sum_{k_1=1}^k [k_1(n+1) - k] a_{k_1}^* D_{k-k_1}^{(n)}, \quad (k \geq 1). \quad (4,3)$$

(1,14) და (4,2) ძალით მივიღებთ შემდეგ ფუნქციას

$$\varphi(\tau) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n \sum_{k=0}^{\infty} D_k^{(n)} \left(\frac{\tau}{A} \right)^{n-4k} + ic, \quad (4,4)$$

სადაც τ წერტილის ავიქსია, რომელიც L_1 შიგნით მდებარეობს.

იმ წრის შიგნით, რომელიც მრუდხაზოვან კვადრატშია ჩახაზული, $\varphi(z)$ ფუნქცია დაიშლება ტეილორის მწკრივად. ეს მწკრივი შეიძლება მიღებულ იქნეს (4,4)-დან, თუ z ამ წრეშია მოთავსებული.

თუ (4,4)-ში ახალ $v = n - 4k$ ინდექსს შემოვიტანთ და შეჯამების რიგს კვლავ გადავსვამთ, მივიღებთ

$$\varphi(z) = \sum_{v=0}^{\infty} d_v \left(\frac{z}{R}\right)^v + ic, \tag{4,5}$$

სადაც

$$d_v = \left(\frac{R}{A}\right)^v \sum_{n=v}^{\infty} a_n D_{n-v}^{(n)}. \tag{4,6}$$

5. თუ (1,8) და (1,9)-ის ტოლობებიდან $\varphi_j(f)$ მნიშვნელობას (1,5) პირობებში ჩავსვამთ და ისევ ვისარგებლებთ კოშის ტიპის ინტეგრალების ზღვრული მნიშვნელობების თეორემებით, მაშინ მცირე გარდაქმნის შემდეგ L_2 -ზე მივიღებთ

$$\omega(t) = \varphi(t) + \overline{\varphi(t)} + \lambda \alpha_{-1}. \tag{5,1}$$

აქ

$$\alpha_{-1} = \frac{1}{2\pi i} \int_{L_1} \frac{\omega(t_1)}{t_1} dt_1.$$

თუ (4,5) გავითვალისწინებთ, მაშინ (5,1) მივიღებთ

$$\omega(t) = \sum_{v=0}^{\infty} d_v \left\{ \left(\frac{t}{R}\right)^v + \left(\frac{R}{t}\right)^v \right\} + \lambda \alpha_{-1}. \tag{5,2}$$

(5,2) ფორმულების საფუძველზე (1,11)-დან გვექნება:

$$\alpha_{-1} = -\lambda \alpha_{-1} - 2 \sum_{n=0}^{\infty} a_n D_{n-4}^{(n)} \tag{5,3}$$

$$\alpha_e = -\left(\frac{R}{A}\right)^{e+1} \sum_{n=e+1}^{\infty} a_n D_{n-e-1}^{(n)} \quad (e = 0, 1, 2, \dots). \tag{5,4}$$

მას შემდეგ, რაც წრფივ ალგებრულ განტოლებათა სისტემიდან განსაზღვრული იქნება α_e ($e = 0, 1, 2, \dots$), (5,3) ტოლობიდან ვიპოვოთ α_{-1} (2,3) და (3,2) ფორმულებიდან გვექნება

$$a_n = \sum_{k=1}^{\infty} \delta_{nk} b_k^2 + \frac{1}{2} \delta_{n0} A^2 (1 + m^2) + \delta_{n,4} A^2 m, \tag{5,5}$$

სადაც

$$\begin{aligned} \delta_{0,k} &= 1, \quad k = 0; \quad \delta_{4,4} = 1 - 6m^2 + 3m^4, \quad \delta_{4,8} = 8m^2(-1 + 6m^2); \\ \delta_{0,k} &= 0, \quad k \neq 0; \quad \delta_{4,12} = -3m^4, \quad \delta_{4,k} = 0 \quad k > 12; \\ \delta_{8,4} &= 4m^2(-1 + 6m^2), \quad \delta_{8,8} = 1 - 38m^4; \quad \delta_{12,4} = -m^4, \quad \delta_{12,8} = -48m^4 \end{aligned}$$

$$\delta_{8,12} = -72 m^5, \delta_{8,k} = 0 \quad k > 12; \delta_{12,12} = 1, \delta_{12,k} = 0, \quad k > 12$$

$$\delta_{n,k} = 1 \quad k = n, \quad (n = 16, \dots)$$

$$\delta_{n,k} = 0, \quad k \neq n.$$

თუ a_n სიდიდეებს (5,5) ფორმულებიდან (5,4) ტოლობებში ჩავსვამთ და ვავითვალისწინებთ, რომ $\delta_{n,0} = 0$ ($n \neq 0$), $\delta_{n,4} \neq 0$ ($n = 4, 8, 12$) და $\delta_{n,4} = 0$ ყველა დანარჩენი n -ისათვის, მაშინ შეჯამების რიგის გადასმის შემდეგ, გვექნება

$$\alpha_e = \sum_{k=1}^{\infty} M_{e,k} b_k^* - A^2 m \left(\frac{R}{A} \right)^{e+1} \sum_{n=4}^{12} \delta_{n,4} \frac{D_{n-e-1}^{(n)}}{4}, \quad (5,6)$$

სადაც

$$M_{ek} = - \left(\frac{R}{A} \right)^{e+1} \sum_{n=e+1}^{\infty} \frac{D_{n-e-1}^{(n)}}{4} \delta_{n,k}.$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ (2,4) ფორმულას, (5,6) ტოლობას და მოვახდენთ შეჯამების რიგის გადაცემას, მაშინ α_{k1} უცნობების განსასაზღვრელად მივიღებთ წრფივი განტოლებების უსასრულო სისტემას

$$\alpha_e = \sum_{k_1=0}^{\infty} q_{k_1,e} \alpha_{k_1} + f_e, \quad (5,7)$$

სადაც

$$q_{k_1,e} = \lambda \left(\frac{R}{A} \right)^{k_1+1} \sum_{k=k_1+1}^{\infty} M_{e,k} m \frac{k-(k_1+1)}{4} C_{-(k_1+1)}^{k-k_1+1} \quad (5,8)$$

$$f_e = -A^2 m \left(\frac{R}{A} \right)^{e+1} \sum_{n=4}^{12} \delta_{n,4} \frac{D_{n-e-1}^{(n)}}{4} \quad (e < 11), \quad f_e = 0 \quad (e > 11).$$

(5,7) წარმოადგენს ერთგვაროვანი განტოლებების წრფივ სისტემას α_e ($e = 2, 6, 10, \dots$) და α_e ($e = 4, 8, 12, \dots$) უცნობების მიმართ. იმის გამო, რომ ისინი ცალსახად განისაზღვრება, ამიტომ უნდა ჩავთვალოთ ნულებად.

თუ ამ სისტემაში მივიღებთ, რომ

$$1 - q_{ee} = c_{\nu e}, \quad -q_{k_1,e} = c_{n_1 \nu}, \quad \alpha_e = c_{\nu}, \quad f_e = f_{\nu}^{(e)},$$

სადაც

$$\nu = \frac{e-3}{4}, \quad n = \frac{k_1-3}{4},$$

მაშინ იგი მიიღებს შემდეგ სახეს

$$\sum_{n=0}^{\infty} c_{n_1 \nu} x_n = f_{\nu}^{(e)} \quad (n, \nu = 0, 1, 2, \dots). \quad (5,9)$$

უქანასკნელი სისტემიდან, როცა $\frac{R}{A} = 0,84$ და $\mu_2 = 20 \mu_1$ მიმდევრობითი მიახლოებების მეთოდით ამოხსნილია პირველი ათი განტოლება. აღსა-

ნიშნავია, რომ საკმაოდ ზუსტი ამოხსნის მოსაძებნად საჭირო შეიქნა სულ ოთხი მიახლოება.

ცხრილი 1

n	0	1	2	3	4
$\frac{x_n}{A^2}$	$-0,397808 \cdot 10^{-1}$	$-0,233679 \cdot 10^{-2}$	$0,25552 \cdot 10^{-3}$	$-0,5809 \cdot 10^{-5}$	$-0,4051 \cdot 10^{-8}$
n	5	6	7	8	9
$\frac{x_n}{A^2}$	$0,1168 \cdot 10^{-5}$	$-0,2151 \cdot 10^{-6}$	$0,298 \cdot 10^{-7}$	$-0,290 \cdot 10^{-8}$	$0,15 \cdot 10^{-9}$

α_k ($k = 3, 7, 11, \dots$) კოეფიციენტების განსაზღვრის შემდეგ, რომლებიც (1,11) ძალით წარმოადგენს $\omega(t)$ ფუნქციის ფურიეს მწკრივის კოეფიციენტებს, შეგვიძლია დავწეროთ

$$\omega(t) = - \sum_{k=3}^{\infty} \alpha_k \left\{ \left(\frac{t}{R} \right)^{k+1} + \left(\frac{R}{t} \right)^{k+1} \right\} + \alpha_{-1}. \quad (5,10)$$

(4,5), (4,6) და (5,4) ტოლობათა გამო გვაქვს

$$\varphi(\zeta) = - \sum_{k=3}^{\infty} \alpha_k \left(\frac{\zeta}{R} \right)^{k+1} + ic + d_0.$$

საერთოდ რომ ვთქვათ, ეს დაშლა გამოსადეგია მხოლოდ კვადრატში ჩახაზული წრის წერტილებისათვის. წერტილებისათვის, რომლებიც მოთავსებულია ამ წრის გარეთ, საჭიროა ვისარგებლოთ (4,4) ფორმულით.

თუ L_2 წრეხაზზე შემოვლის მიმართულებას გავითვალისწინებთ (1,8) და (5,11) ტოლობებიდან, S_1 არეში გვექნება:

$$\varphi_1(\zeta) = \varphi(\zeta) - \lambda \sum_{k=3}^{\infty} \alpha_k \left(\frac{R}{\zeta} \right)^{k+1}. \quad (5,12)$$

(5,11) გამოსახვის ძალით გვაქვს:

$$\varphi_1(\zeta) = - \sum_{k=3}^{\infty} \alpha_k \left\{ \left(\frac{\zeta}{R} \right)^{k+1} + \lambda \left(\frac{R}{\zeta} \right)^{k+1} \right\} + d_0 + ic. \quad (5,13)$$

ამ ფორმულის შეეხება ის, რაც უკვე ნათქვამი იყო (5,11) მიმართ. ბოლოს (1,9), (5,10) და (5,11) ტოლობებიდან S_2 არეში გვექნება

$$\varphi_2(\zeta) = -(1-\lambda) \sum_{k=3}^{\infty} \alpha_k \left(\frac{\zeta}{R} \right)^{k+1} + \lambda \alpha_{-1} + d_0 + ic. \quad (5,14)$$

ადვილად დავრწმუნდებით უშუალო შემოწმებით, რომ მოძებნილი φ_j ფუნქციები ზუსტად აკმაყოფილებენ (1,2) და (1,3) საკონტაქტო პირობებს L_2 წრეხაზზე.

სიდიდეების მნიშვნელობანი

$$\Delta\% = \varphi_1 + \frac{\varphi_1 - i\bar{\zeta}}{i\bar{\zeta}} 100\%,$$

რომლებიც ახასიათებს სიზუსტის ხარისხს და რომელთა $\varphi_1(\zeta)$ მოძებნილი ფუნქცია აკმაყოფილებს სასაზღვრო პირობებს $t = ia$, $t = be^{i\frac{\pi}{4}}$ წერტილებში, განსახილველი მავალითისათვის შესაბამისად არის $0,00485\%$ — $0,00783\%$. ამგვარად, სასაზღვრო პირობები L_1 საზღვარზეც საკმარისი სიზუსტითაა შესრულებული.

6. განსახილველი არმირებული ძელისათვის სიხისტე გრების დროს განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$D = \mu_1 \frac{\pi R^4}{2} \left\{ \frac{\mu_1}{\mu_2} + \frac{2}{\pi} \left(\frac{A}{R} \right)^4 \left[1,4925 - \frac{\pi}{2} \left(\frac{R}{A} \right)^4 \right] \right\} + 4 \mu_1 A^2 m \pi \left\{ \sum_{n=4}^{\infty} a_n \sum_{\nu=0}^n D_{n-\nu}^{(n)} \left(C_{\nu}^{+\frac{1}{4}} m^{\frac{\nu+1}{4}} - C_{\nu}^{-\frac{1}{4}} m^{\frac{\nu-1}{4}} \right) - \lambda \alpha_3 \left(\frac{R}{A} \right)^4 \right\}.$$

განხილულ პრინციპში $D = 35,84 \mu R^4$.

ცხრილი 2

ζ	$\frac{b^3}{M} \tau_z^{(1)}$	$\frac{b^3}{M} \tau_z^{(1)}$	ζ	$\frac{b^3}{M} \tau_z^{(1)}$	$\frac{b^3}{M} \tau_z^{(2)}$
$\frac{R}{R+a}$	$0,368 \cdot 10^{-1}$	0,735	$Re^{i\frac{\pi}{4}}$	$0,383 \cdot 10^{-1}$	0,767
$\frac{R+a}{2}$	$0,322 \cdot 10^{-1}$	—	$\frac{R+b}{2} e^{i\frac{\pi}{4}}$	$0,407 \cdot 10^{-1}$	—
a	$0,280 \cdot 10^{-1}$	—	$be^{i\frac{\pi}{4}}$	$0,429 \cdot 10^{-1}$	—

მე-2 ცხრილის მონაცემების შედარება ძაბვების მაქსიმალურ მნიშვნელობებთან, რომლებიც [3] სტატიაშია მოყვანილი $\tau_{max} = 0,6114 \frac{M}{b^3}$ მთლიანი მრუდბაზოვანი ოთხკუთხედისათვის ჩანს, რომ არმირების დროს ხდება ძელის, როგორც პერიფერიული, ისე ცენტრალური არმირებული ნაწილის ძაბვის ძლიერი დაცემა.

ახერხაიჯანის ნათის ამოღების
სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი
ბაქო

(რედაქციას მოუვიდა 10.2.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. Москва, 1954.
2. Д. И. Шерман. Кручение эллиптического цилиндра, армированного круговым стержнем. Инженерный сборник, том X. Институт Механики АН СССР, 1951.
3. Д. И. Шерман и М. З. Народецкый. О кручении некоторых призматических тел. Инженерный сборник, том VI, Институт Механики АН СССР, 1950.

ფიზიკა

ბ. ზილაშვილი

ჯოგინერტი მსუბუჟი გულის სტრუქტურის შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისოვმა 28.9.1956)

იმის მიხედვით, თუ რა რეაქციები მიმდინარეობს ატომის გულზე, გულს იბილავენ ან ისეთ სისტემად, რომლის შემადგენელი ნაწილაკები არ ხასიათდება ინდივიდუალობით (როცა ადგილი აქვს ურთიერთქმედებას მთელ გულთან), ანდა როგორც სისტემას, რომელშიც არსებითია თითოეული ნაწილაკის მხოლოდ ინდივიდუალური მდგომარეობა.

დამოუკიდებელ ნაწილაკთა მოდელი, ერთი მხრივ, ხოლო წვეთობრივი მოდელი, განხილული როგორც უწყვეტი სისტემა, მეორე მხრივ, წარმოდგენენ ზღვრულ შემთხვევებს. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ რიგ შემთხვევებში უფრო სამართლიანია ის საშუალოდ მოდელი, რომლის თანახმად ატომგული განიხილება როგორც ნუკლონთა დამოუკიდებელი ჯგუფებისაგან შედგენილი სისტემა.

ატომგულის სტრუქტურული ერთეულების შედგენილობის საკითხი შეიძლება ასე თუ ისე უშუალოდ შემოწმდეს ატომგულური ენერგეტიკული დონეების ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზით, რადგან ეს უკანასკნელი დამოკიდებულია სისტემის თავისუფლების ხარისხის რიცხვზე. როგორც ნაჩვენებია იყო [1, 2], ატომგულის დონეების სიმკვრივე ისეთია, რომ სათანადო თავისუფლების ხარისხი დაახლოებით 2—3-ჯერ მცირეა იმ სიდიდესთან შედარებით, რომელიც განისაზღვრება ატომგულის შემადგენელი ნეიტრონებისა და პროტონების საერთო რიცხვით. ამიტომ შეიძლება ვიფიქროთ, რომ გულის ენერგეტიკული დონეების თვალსაზრისით არსებითია არა ნეიტრონთა და პროტონთა საერთო რიცხვი, არამედ ისეთი ცალკეული ჯგუფების რიცხვი, რომლებიც საშუალოდ ორი, ან სამი ნაწილაკისაგან შედგებიან.

გარდა ამისა, შრომაში, რომელშიც შეისწავლება 340 Mev ენერგიის მქონე პროტონების ურთიერთქმედება მსუბუქ გულებთან, რა დროსაც ადგილი აქვს „ვარსკვლავების“ წარმოქმნას, გამოთქმულია აზრი იმის შესახებ, რომ მსუბუქ გულებს გააჩნიათ მკვეთრად გამოხატული სტრუქტურული აღნაგობა. ამ სტრუქტურულ ერთეულებად ისინი გულისხმობენ დეიტონებს, ტრიტონებსა და α ნაწილაკებს.

მსუბუქი გულების იზოტოპების განაწილების შესწავლისას შემდეგ ზოგად დასვენებამდე მივედით:

მსუბუქი გულები შესაძლებელია განვიხილოთ როგორც ნუკლონებისაგან შედგენილი ისეთი ჯგუფების კომბინაცია, რომლებიც ხასიათდებიან მაქსიმალური ბმის ენერგიით თავისუფალ მდგომარეობაში. ეს სიმწავს შემდეგს: როგორც ცნობილია, ორი ნეიტრონი, ისევე როგორც ორი პროტონი, არ იძლევა ბმულ მდგომარეობას, ხოლო პროტონი და ნეიტრონი იძლევა სუსტად ბმულ მდგომარეობას ენერგიით $\varepsilon = 2,2 \text{ Mev}$. ამიტომ ის გულები, რომლებიც შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ${}^2_2\text{He}^{4+}$ ნარჩენს მიმატებული ნეიტრონები ან პროტონები, ჩვენი დაშვების თანახმად იქნებიან β -აქტიური, ამასთან პირველ შემთხვევაში ადგილი ექნება β -აქტობას, მეორეში კი β^+ -ისას, ვინაიდან ასეთი გადასვლა იძლევა (np)-ს ბმულ მდგომარეობას. გარდა ამისა, იმის გამო, რომ ტრიტონის ბმის ენერგია $\varepsilon(H^3) = 8,42 \text{ Mev}$ მეტია He^3 ბმის ენერგიაზე $\varepsilon = 7,72 \text{ Mev}$. გულებში ადგილი უნდა ჰქონდეს He^2 -ის გარდაქმნას ტრიტონად β^+ გამოსხივების თანხლებით. ასეთი გადასვლა მოგვცემს უფრო სტაბილურ გულებს. ამრიგად, ჩვენი დაშვების თანახმად, იმ შემთხვევებში, როცა ნაჭარბ ნეიტრონებსა და პროტონებს შეუძლიათ გაერთიანდნენ He^3 -ად, შესაბამისი გულები უნდა იყვნენ β^+ და k აქტიური. მაგალითად, Li^6 , რომელიც შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც (${}_2He^4 + {}_1H^2$), უნდა იყოს მდგრადი სისტემა (np ბმა), მაშინ როცა გული ${}_4Be^6$ უნდა იყოს β^+ აქტიური, ხოლო ${}_2He^6$ β^- აქტიური, რაც სინამდვილეში ასეც არის. ასევე Li^7 , რომელიც შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ($He^4 + H^3$), მდგრადია, ხოლო ${}_4Be^7$ ($He^4 + He^3$) არის k აქტიური. ასევე აზოტს ექნება ორი მდგრადი იზოტოპი N^{14} და N^{15} , რომლებიც შეესაბამება (np) და H^2 -ის ბმას. შევნიშნოთ, რომ კულონური ურთიერთქმედების გამო კომბინაცია np , O^{16} გულის შემდეგ არახელსაყრელი ხდება და იცვლება (nn) კომბინაციით (თითქოს ადგილი აქვს დეიტონის გახლეჩას გულის კულონური ველით), ხოლო H^3 კომბინაცია ხელსაყრელია Cd^{40} -მდე (მსუბუქი გულები). მაგალითად, ${}_{16}S^{35}$ არის β^- აქტიური, ${}_{17}Cl^{35}$ კი მდგრადია.

შევნიშნავთ, რომ აღნიშნული სქემით გამოთვლილი ატომგულის ლუწობა და მდგომარეობები თანხვედრა იმას, რასაც იძლევა გულის გარსული მოდელი. მაგალითად, ვინაიდან He^4 და H^2 ის ლუწობა $w=1$ და ვინაიდან Li^6 -ის სპინი $I=1$ -ს, ამიტომ Li^6 -ის ლუწობაც $w=1$. ასევე, რადგან ჰელიუმს სპინი არა აქვს, ხოლო დეიტონის სპინი $I=1$, ამიტომ Li^7 იმყოფება S მდგომარეობაში. ასევე მარტივად ვაჩვენებთ, რომ Li^7 უნდა იყოს p მდგომარეობაში.

მოცემული სქემით გამოთვლილი მაგნიტური მომენტები საკმარისად ახლოსაა სინამდვილესთან. მაგალითად, Li^6 -ის მაგნიტური მომენტი საკმარისად დიდი სიზუსტით უდრის დეიტონისა და α -ნაწილაკის მომენტების ჯამს, ამასთან რადგან α -ნაწილაკის მომენტი ნულის ტოლია, Li^6 -ის მომენტს განსაზღვრავს დეიტონი.

იმ გულების მომენტი, რომლებიც შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ${}_2X^{4+} + H^3$, შეგვიძლია ვიპოვოთ ფორმულით [4]:

$$\mu = \rho g_i l + \frac{1}{2} g_s; \quad \rho = \frac{3 + 4k}{12k} \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

სადაც ტრიტონის g ფაქტორი შემდეგნაირად განისაზღვრება

$$\mu_1 = \frac{eh}{2M_0C} g_1 l, \quad \mu_2 = \frac{eh}{2MC} g_2 s; \quad (2)$$

M_0 არის ($X^{12} + H^3$) სისტემის დაყვანილი მასა, M კი—ნუკლონისა. l ორბიტალური, ქვანტური რიცხვია, s კი—სპინი. გამოთვლები Li^7 -ისათვის გვაძლევს $\mu = 3,55$ (გულური მაგნეტონებით), გარსული ზოდელი Li^7 -ისათვის იძლევა 3,79 მნიშვნელობას. ასევე, მაგალითად, ${}_{13}Al^{27}$ -ისათვის $\mu = 3,72$ -ის ტოლია, რაც საკმარისად ახლოსაა ექსპერიმენტულ 3,64 მნიშვნელობასთან და ა. შ.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 1.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. Девонс. Энергетические уровни ядер. 1950, стр. 165.
2. В. И. Мамасаклисов. Плотность ядерных уровней и структурные единицы ядра. Труды инст. физики АН ГССР, т. III, 1955.
3. P. Cifre, G. Combe. Sur la traversée des noyaux légers et lourds de l'emulsion Photographique par des protons de 340 Mev. C.-r. Acad. sci, № 4, 1954, 239, 351—353.
4. В. И. Мамасаклисов и Г. А. Чилашвили. Расщепление легких ядер в кулоновом поле. Сообщения АН ГССР, т. XVII, № 9, 1956.

თ. ლავიტაშვილი

სინათლის ნაკადების რეზონანსის მეთოდის შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ე. ანდრონიკაშვილმა 13.11.1956)

თანამედროვე ფოტოელექტრონული მამრავლებლები, რომლებსაც გაძლიერების დიდი კოეფიციენტი აქვთ ($M=10^5-10^6$), $10^{11}-10^{12}$ ლუმენის რიგის სინათლის ნაკადის რეგისტრაციის საშუალებას იძლევიან [1]. მარტორირებელი ხელსაწყო მუშაობისათვის საჭიროა ფოტოელექტრონული მამრავლებლის გამოსასვლელი სიგნალის შემდგომი გაძლიერება. ამ მიზნებისათვის მუდმივი დენის გამაძლიერებლების გამოყენება სხვადასხვა სიძნელებთანაა დაკავშირებული. ასეთებია: ფოტოელექტრონული მამრავლებლის სიბნელის დენის ფლუქტუაციის გავლენა გამოსასვლელ სიგნალზე, მცირე გაძლიერება, ნულის დრეიფი და სექსპულუატაციო ხსიათის სიძნელები.

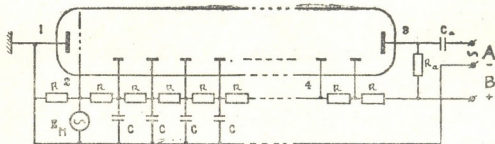
ამ ნაკლოვანებებისაგან თავისუფალი არიან ცვლადი ძაბვის გამაძლიერებლები. თუ გაძლიერება ვაწარმოებთ ცვლადი ძაბვის, ვიწრო გატარების ზოლის მქონე გამაძლიერებლით, შეიძლება ფოტოელექტრონული მამრავლებლის სიბნელის დენის ფლუქტუაციის გავლენის შემცირება გამოსასვლელ სიგნალზე. მაგალითად: თუ ფოტოელექტრონული მამრავლებლის გაძლიერების კოეფიციენტი 10^5 და სიბნელის დენია 10^{-9} ამპერი, გამაძლიერებლის გატარების ზოლის შემცირება 2 ჰერცამდის ამცირებს სიბნელის დენის ფლუქტუაციას $1,3 \times 10^{-11}$ ამპერამდის. მეორე მხრივ, ფოტოელექტრონული მამრავლებლის მუდმივი გამოსასვლელი სიგნალის გასაძლიერებლად ცვლადი დენის გამაძლიერებლის საშუალებით საჭიროა მისი გარდაქმნა ცვლად სიგნალად. ამყამად მიღებულია ფოტოელექტრონული მამრავლებლის ფოტოკათოდზე დაცემული მუდმივი სინათლის ნაკადის გარდაქმნა ცვლად ნაკადად მექანიკური გარდაქმნელების საშუალებით. ასეთ გარდაქმნას აქვს რიგი ნაკლოვანებები, რომლებიც არსებითად ამცირებენ ამ მეთოდის გამოყენების არეს.

ჩვენ შევქმელით შეგვექმნა ფოტოელექტრონული მამრავლებლის მუდმივი გამოსასვლელი სიგნალის ცვლად სიგნალად გარდაქმნის მარტივი და კომპაქტური მეთოდი. იგი ელექტრონული ველის საშუალებით ფოტოელექტრონულ მამრავლებელში ელექტრონული ნაკადის მოდულაციასთანაა დაკავშირებული.

თუ ფოტოელექტრონულ მამრავლებელში ელექტრონების ნაკადზე შემოქმედებას ვაწარმოებთ ცვლადი ელექტრონული ველით, მისი სიმკვრივე შეიძლება მოდულირებულ იქნეს ამ ველის ცვლილებების კანონის შესაბამისად.

ამრიგად გარდაქმნილი ელექტრონული ნაკადი მამრავლებლის ანოდურ წინა-ლობაზე შექმნის ცვლად ძაბვას, რომლის გაძლიერება შესაძლებელია ცვლადი ძაბვის ვიწრო გატარების ზოლის მქონე გამაძლიერებლით.

ჩვენი სამუშაოებისათვის გამოყენებული იყო ფოტოელექტრონული მამრავლებელი $\Phi\Omega Y-19$. მისი ჩართვის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე.



ნახ. 1. ფოტოელექტრონული მამრავლებლის ჩართვის პრინციპული სქემა. ნაჩვენებია ფოტოელექტრონული მამრავლებლის: 1—ფოტოკათოდი, 2—დიაფრაგმა, 3—ანოდი, 4—ემიტერები (ნახაზე მოყვანილია $\Phi\Omega Y-19$ -ის საწყისი და საბოლოო კასადები), E_M —ცვლადი ძაბვის გენერატორი, R_A —ანოდური წინალობა, R —მაღალი ძაბვის გამყოფის წინალობები, C —ემიტერების მიწაზე გამსხნელი კონდენსატორები, C_A —გადასასვლელი კონდენსატორი. B მომჭერებზე მოდებულია მაღალი ძაბვა, A მომჭერებიდან იხსნება ფოტოელექტრონული მამრავლებლის გამოსასვლელი სიგნალი

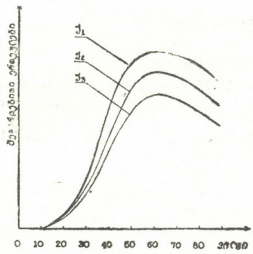
როგორც ნახ. 1-დან ჩანს, ის მით განსხვავდება ჩვეულებრივი ჩართვის სქემებისგან, რომ დიაფრაგმაზე ამაჩქარებელი ძაბვის გარდა გენერატორიდან E_M მიწოდებულია ძაბვა U_M . პარაზიტული ინდუქციური დენების ზემოქმედების შესამცივრებლად დიაფრაგმის მეზობელი ემიტერები გახსნილია მიწაზე C კონდენსატორების საშუალებით.

განვიხილოთ ფოტოელექტრონული მამრავლებლის მუშაობა ასეთი ჩართვის დროს.

ფოტოკათოდ-დიაფრაგმას სივრცეში ელექტრონულ ნაკადზე ზემოქმედებენ მუდმივი E და ცვლადი E_M ელექტრული ველები. დროის იმ მომენტებში, როცა $E_M = 0$, მუდმივი E ველის ზემოქმედებით ელექტრონები აჩქარდებიან, გაივლიან დიაფრაგმას და გამრავლებიან ემიტერებთან დაჯახებისას. დროის დანარჩენ მომენტებში, ცვლადი E_M ველის ზემოქმედების გამო, ისინი დამატებით აჩქარდებიან ან დამუხრუჭდებიან. ამიტომ ელექტრონული ნაკადის სიმკვრივე იწყება ცვლილებას E_M ელექტრული ველის ცვლილების კანონის შესაბამისად.

ფოტოელექტრონული მამრავლებლის გამოსასვლელი სიგნალის დიაფრაგმაზე მოდებული ცვლადი ძაბვის სიდიდისაგან ექსპერიმენტულად მიღებული დამოკიდებულება ფოტოკათოდის განათებულობის სამი სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ფოტოელექტრონული მამრავლებლის გამოსასვლელი სიგნალი იზრდება E_M -ის გადიდებასთან ერთად და მაქსიმუმის მიღწევის შემდეგ იწყებს შემცირებას. ეს სავსებით გასაგებია: სანამ $E_M < E$, E_M -ის გადიდება იწვევს ელექტრონების თანაბრად აჩქარებასა და შემცირებას. როცა $E_M = E$, E_M -ის შემდგომი გადიდება გამოიწვევს იმას, რომ დროის ზოგიერთ მომენტში ელექტრონები ვეღარ მიაღწევენ დიაფრაგმას და ამიტომ გამოსასვლელი სიგნალი დამახინჯდება.



ნახ. 2. ფოტოელექტრონული მამრავლებლის გამოსასვლელი სიგნალის დამოკიდებულება დიაფრაგმაზე მოდებული ცვლადი ძაბვის სიდიდისაგან, ფოტოკათოდის სამი სხვადასხვა განათებულობისათვის $y_1 > y_2 > y_3$. აბსცისის ღერძზე გადაზომილია დიაფრაგმაზე მოდებული ცვლადი ძაბვა ვოლტებით, ორდინატთა ღერძზე—ფოტოელექტრონული მამრავლებლის გამოსასვლელი სიგნალი შეფარდებითი ერთეულებით

ამრიგად, ფოტოკათოდის უცვლელი განათებულობის დროს გამოსასვლელი სიგნალი დამოკიდებულია დიაფრაგმაზე მოდებული ცვლადი ძაბვის სიდიდისაგან: სანამდის $E_M < E$, გამოსასვლელი სიგნალი იზრდება E_M -ის გადიდებასთან ერთად და როცა $E_M = E$, იგი დამახინჯების გამო იწყებს შემცირებას. გამოსასვლელი სიგნალის ასეთი დამოკიდებულება ცვლადი მამრავლებელი ძაბვისაგან ემთხვევა ელექტრონული მილაკის სტატიკურ მოდულაციურ მახასიათებელს [2].

ფოტოელექტრონული მამრავლებლის მუდმივი გამოსასვლელი სიგნალის ცვლადად გარდაქმნის ასეთი მეთოდი არ საჭიროებს სინათლის ნაკადის მოდულაციას. კვარციტ სტაბილიზებული ცვლადი ძაბვის გენერატორის გამოყენებით შესაძლებელია ფოტოელექტრონული მამრავლებლის გამოსასვლელი სიგნალის სიხშირის დიდი სიხუსტით სტაბილიზაცია. თავის მხრივ ეს საშუალებას იძლევა შევამციროთ ცვლადი ძაბვის გამამდიერებლის გატარების ზოლი მინიმუმამდის და ფოტოელექტრონული მამრავლებლის სიბნელის დენის ფლუქტუაციის გავლენა გამოსაჯალ სიგნალზე.

როგორც მეთოდის აღწერიდან ჩანს, ელექტრონული ნაკადის მოდულირება შესაძლებელია აგრეთვე ცვლადი მაგნიტური ველითაც. კონსტრუქციის შეცვლით შესაძლებელია შევქმნათ ფოტოელექტრონული მამრავლებლები, რომლებსაც ექნებათ ელექტროდები სპეციალურად მოდულაციისათვის. გადაზხრელი ფირფიტების მოთავსებით სივრცეში ფოტოკათოდი—დიაფრაგმა

მივიღებთ ფოტოელექტრონულ მამრავლებელს რხევადი ელექტრონული სხივით, ან ბადეების დამატებით—მრავლბადიან ფოტოელექტრონულ მამრავლებლებს, რომელთა გამოყენება შესაძლებელი იქნება თანხვედნის ან ანტი-თანხვედნის სტეპებში.

დასასრულ, მადლობას ვუძღვნი გ. მუსხელიშვილს მრავალი რჩევისა და შენიშვნისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 13.11.1956)

დავოწმებული ლიტერატურა

1. Н. О. Чечик, С. М. Файнштейн и Т. М. Лифшиц. Электронные умножителя. Государственное Издательство Технико-Теоретической литературы, Москва, 1955.
2. Я. С. Ицхоки. Нелинейная радиотехника. Издательство «Советское радио», Москва, 1955



გამოწვიბა

ა. ცხაპია და ღ. სხარაშლიძე

სოჭის რაიონის სეისმურობა და 1955 წლის 21 და 27 დეკემბრის კრასნაია პოლიანის მიწისძვრა

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ვ. კუბრაქემ 28.11.1956)

სეისმურობის თვალსაზრისით კავკასიონის ჩრდილო-დასვლეთი ნაწილი და მისი შავი ზღვის სანაპიროები, ცენტრალურ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ რაიონებთან შედარებით, წყნარ რაიონად ითვლება. კავკასიის ამ ნაწილის სეისმურობა ნაკლებადაა შესწავლილი, რადგანაც სუსტი მიწისძვრების სეისმოგენეტიკური ზონის გამოსაკვლევად სეისმური სადგურები „სოჭი“ და „ზუგდიდი“ არაა საკმარისი, ხოლო კავკასიისა და ყირიმის ყველა სხვა სადგური ძლიერ დაშორებულია ამ რაიონისაგან.

სეისმურობის დარაიონებათა რუკის მიხედვით კავკასიონის ეს მხარე ექვსბალიან ზონას მიეკუთვნება.

ი. მუშკეტოვისა და ა. არლოვის რუსეთის იმპერიის მიწისძვრების კატალოგში [1], თბილისის ფიზიკური ობსერვატორიის ყოველთვიურ მეტეოროლოგიურ ბიულეტენში [2], სსრკ ტერიტორიის მიწისძვრათა კატალოგში [3], რუსეთის გეოგრაფიული საზოგადოების კავკასიის განყოფილებების უწყებებში [6], ე. ბიუსის [4, 5], ლ. ვარდანიანცისა [7] და სხვა ნაშრომებში მოიპოვება ცნობები მიწისძვრების შესახებ ამ რაიონში. ეს მიწისძვრები, ზოგიერთი გამოწვევის გარდა, ქ. სოჭის რაიონში შეგრძნობილ იქნა სუსტად. მათი კერები მეტ შემთხვევაში სხვა რაიონშია განლაგებული.

სრული წარმოდგენა რომ გვექონდეს სოჭი-კრასნაია პოლიანის რაიონის მიწისძვრების სიძლიერისა და სიხშირის შესახებ, ქვემოთ მოგვყავს ზოგიერთი ქრონოლოგიური ცნობა იმ მიწისძვრების შესახებ, რომლებიც შეგრძნობილ იქნა მდინარეების ფსოუსა და შახეს ხეობებს შორის მოთავსებულ ცალკეულ პუნქტებში.

1870 წ. 8 ივლისს მიწისძვრა მოხდა შავი ზღვის სანაპიროზე, სოჭის რაიონში, რომელმაც გაწყვიტა ინგლის-ინდოეთის ტელეგრაფის კაბელი. სოფელ ლენოში მიწისძვრა შეგრძნობილ იქნა უფრო ძლიერად, სადაც სახლების უმრავლესობა საგრძნობლად დაზიანდა. ეს მიწისძვრა შეგრძნობილ იქნა ქ. სოჭაში. ამ დღეს აქ შეგრძნობილ იქნა აგრეთვე სამი მიწისძვრა.

1870 წ. 9, 11, 12, 15, 16, 17 ივლისს „სოფ. ლენოში“ და შავი ზღვის სანაპიროს გასწვრივ მიწისძვრები გრძელდებოდა. ეს მიწისძვრები საკმაო სიძლიერით შეგრძნობილ იქნა შემდეგ სანაპირო პოსტებში: ადღერი, დახოვსკი (სოჭი) და კუბანსკი, ფორტებში: ლაზარესკი, გოლოვინსკი და ბოქი ვოდი. დახოვ-

სკის პოსტის ახლოს მეორედ გაწყდა ინგლის-ინდოეთის ტელეგრაფის წყალქვეშა კაბელი. გადმოცემის მიხედვით, მიწისძვრის შედეგად კაბელზე გადმონგრავა უზარმაზარი წყალქვეშა კლოე, რის გამოც კაბელი საგრძნობლად დაზიანდა“ [1].

1878 წ. 21 დეკემბერს ქ. სოქაში¹ შეგრძნობილ იქნა მიწისძვრა, რომლის სიძლიერე უცნობია.

1879 წ. 5 იანვარს დილის 7 საათიდან 11 საათამდე შეგრძნობილ იქნა 4 ბიძგი (III—IV ბ.), 14 იანვარს ერთი ბიძგი (III—IV ბ.).

1900 წ. მარტში მიწისძვრა შეგრძნობილ იქნა მდინარეებს აგურსა და ხოსტას შორის; აპრილში მიწისძვრები უფრო მეტი სიძლიერით განმეორდა, მაგრამ მას არავითარი ზიანი არ მოჰყოლია; ივნისში ქ. სოქაში მდ. ბუზგუს ხეობაში შეგრძნობილ იქნა ნიადაგის ძლიერი შერყევა (IV ბ.). 2 ავისტოს შეგრძნობილ იქნა ორი ბიძგი ახუნის მთის ახლოს (V ბ.) [7].

1901 წ. 28 ივნისსა და 27 სექტემბერს შეგრძნობილ იქნა მიწისძვრა (V ბ.).

1905 წ. 21 ოქტომბერს მიწისძვრა შეგრძნობილ იქნა ორჯერ (IV—V ბ.).

1909 წ. 28 იანვარს მიწისძვრის ძალა IV ბ. აღწევდა, 14 თებერვალს V ბ. და 17 თებერვალს III ბ.-ს.

1912 წ. 29 ოქტომბერს ქ. სოქიდან მდ. შახემდე შეგრძნობილ იქნა სამი ბიძგი ხმაურით, რომლის დროსაც „ჩამოცვივდა შეღესილი მასალა, ღუმელთა საკვამლე მიღების მეტი ნაწილი დაზიანდა“ (V—VI ბ.).

1913 წ. 19 იანვარს მიწისძვრის ძალა VI ბ.-ს აღწევდა.

18 მარტს შეგრძნობილ იქნა ორი ბიძგი (III ბ.).

1928 წ. 16 აპრილს 2 ს. და 30 წუთზე შეგრძნობილ იქნა მიწისძვრა (V ბ.). ეს მიწისძვრა, გარდა ქალ. სოქისა, შეგრძნობილ იქნა ძველ მაცესტასა და ნავაგინსკოეში (IV ბ), ხოსტასა და ახუნში (III ბ.) [3].

1930 წ. 17 იანვარს შეგრძნობილ იქნა მიწისძვრა ძველ მაცესტაში (III ბ.), 21 იანვარს 5 საათზე მაცესტასა, სოქსა და ხოსტაში შეგრძნობილ იქნა ორი ბიძგი (III ბ.).

1931 წ. 18 თებერვალს 11 ს. და 2 წუთზე შეგრძნობილ იქნა მიწისძვრა (III ბ.).

1932 წ. 29 ოქტომბერს 22 ს. და 30 წ. შეგრძნობილ იქნა მიწისძვრა (III ბ.).

შახეში 1912 წ. 10-დან 29 იანვრამდე ყოველდღე შეიგრძნობოდა მიწისძვრის ეპიცენტრი ქ. სოქიდან 30 კილომეტრის მანძილზეა.

შახეში 1912 წ. 10-დან 29 იანვრამდე ყოველდღე შეიგრძნობოდა მიწისძვრები, ზოგჯერ საკმაოდ ძლიერი, რომლის დროსაც „რამდენიმე შენობა შესამჩნევად დაზიანდა“ (VI ბ.), 29 ოქტომბერს შეგრძნობილ იქნა მიწისძვრა (V—VI ბ). სუსტი ბიძგები განმეორდა 1-დან 7 ნოემბრამდე (VI—V ბ.) [2].

ხამიშკში 1928 წ. 16 აპრილს 2 საათსა და 30 წუთზე შეგრძნობილ იქნა მიწისძვრა (III ბ.).

ქრანსნაია პოლიანაში ჩვენთვის ცნობილია მხოლოდ 1909 წ. 28 იანვრის 2 ს. 24 წუთის მიწისძვრა, რომელიც შეგრძნობილ იქნა იქ V—VI ბალის სიძლიერით [4].

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, შავიზღვის სანაპიროს სხვა პუნქტებიდანაც მოიპოვება ცნობები იქ ნაგრძნობი მიწისძვრების შესახებ, რომელთაც თან სდევდა

(1 კრონოლოგიურ ცხრილში, სადაც არ არის ნაჩვენები მიწისძვრის შეგრძნობის ადგილი, ქ. სოქა იგულისხმება.



შენობების დაზიანება (ტუფსე, ანაპა და სხვა). უნდა აღინიშნოს, რომ ამ მიწისძვრათა ზოგიერთი კერა არ არის განლაგებული საკვლევ რაიონში. მიუხედავად ამისა, ცალკეულ პუნქტებში შეგროვებული ცნობები მიწისძვრების შეგრძნობისა და გამოვლენების შესახებ იძლევა მასალას ამ რაიონის სეისმურობის დასახსიათებლად. უნდა ვიფიქროთ, რომ სოჭი-კრასნაია პოლიანას რაიონში მომხდარი ყველა მიწისძვრის მიმართ არ მოგვეპოვება სრული ცნობები. ექვს გარეშეა ის ფაქტიც, რომ თითქმის ყველა მიწისძვრა შეგრძნობილი არ იყო მდინარეებს ფსოუსა და შახეს ხეობებს შორის დასახლებულ პუნქტებში. ცნობები ამ რაიონში მომხდარი მიწისძვრების შესახებ მოგვეპოვება გასული საუკუნის მეორე ნახევრიდან. ეს ცნობები ძირითადად შეგროვებულია იმ ადგილებიდან, სადაც განლაგებული იყო სამხედრო პოსტები, მეტეოსადგურები და სხვა. ისინი უთუოდ არასრულია და ამიტომ მათ საფუძველზე მეტად ძნელია მიწისძვრების სიძლიერის დადგენა და ეპიცენტრის ლოკალიზაცია.

შესაძლებელია ვიფიქროთ, რომ ზოგიერთი ზემოაღნიშნული მიწისძვრის ეპიცენტრები ემთხვევა კრასნაია პოლიანას 1955 წლის 21 და 27 დეკემბრის მიწისძვრის ეპიცენტრს. როგორც 1955 წ. 21 და 27 დეკემბრის კრასნაია პოლიანის მიწისძვრის დროს, ისე 1870 წ. ივლისში მომხდარმა მიწისძვრებმა სიძლიერემ სოფ. ლესნოისში VII ბალს მიაღწია. ჩვენი აზრით, უკანასკნელი მიწისძვრის ეპიცენტრი მოთავსებული უნდა იყოს 1955 წლის 21 და 27 დეკემბერს მომხდარი მიწისძვრის პლეისტოცენური არეში. კრასნაია პოლიანა მაშინ უთუოდ დაუსახლებელ ადგილს წარმოადგენდა და ამიტომ ცნობები იქ მომხდარი მიწისძვრების შესახებ არ შეიძლებოდა მიგვეღო. უნდა შევნიშნოთ აგრეთვე, რომ კავკასიისა და შავი ზღვის სანაპიროს სხვა პუნქტებში ძირითადად ხის შენობები იყო, რომლებიც, როგორც ცნობილია, VII-ბალიან მიწისძვრებს ადვილად უძლებენ.

1932 წელს მუშაობა დაიწყო სოკის სეისმურმა სადგურმა, სადაც დადგმულ იქნა პ. ნიციფოროვის სისტემის ოპტიკური რეგისტრაციის სეისმოგრაფები, გამადიდებლობით 400-მდე. 1950 წელს ეს ხელსაწყო შეცვლილ იქნა დ. კონოსის ტიპის სეისმოგრაფებით. ამ სეისმური სადგურის მიერ 1933 წლიდან 1955 წლამდე (1940—1945 და 1951—1953 წლების გამოკლებით) რეგისტრირებულია 50-მდე ადგილობრივი მიწისძვრა, რომელთა ფაზათა სხვაობა $\bar{x} - \bar{p}$ 1-დან 7 წამამდე იცვლება; მათი ეპიცენტრული მანძილები უფრო მეტად 40 კილომეტრამდეა. არის მიწისძვრების ჩანაწერები ეპიცენტრით თვით ქ. სოჭში, ფაზათა სხვაობით $\bar{x} - \bar{p} = 1-2$ წმ, რომელთაგანაც ზოგიერთი შეგრძნობილი იქნა [8, 9, 10].

1955 წლის 21 დეკემბერს 19 ს. 54 წუთზე გრინვიჩის დროით ქ. სოჭსა და კრასნაია პოლიანაში შეგრძნობილი იქნა ძლიერი მიწისძვრა, რომელმაც კრასნაია პოლიანას მიდამოებში გამოიწვია შენობების უმნიშვნელო დაზიანება. 27 დეკემბერს 08 საათზე და 42 წუთზე მიწისძვრა უფრო მეტი სიმძლავრით განმეორდა, მან VII ბალს მიაღწია და გამოიწვია კრასნაია პოლიანას რაიონში შენობების საგრძნობი დაზიანება¹. აქ დაზიანდა ოფიცერთა შემადგენლობის დასასვენებ-

¹ ამ მიწისძვრის შედეგები შესწავლილ იქნა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის დედამიწის ფიზიკის ინსტიტუტის (ა. კაცი, პ. ვოლკოვი), საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სააშენებლო საქმის ინსტიტუტის (შ. ჯაბუა, ა. ჩუბოიანი, ა. საფარიანი), საქართველოს სსრ მეცნ. აკად.

ლი სახლი, პიდროლექტროსადგურის, სკოლისა და საცხოვრებელი კაპიტალური შენობები (ქვის). თვით ქ. სოჭში ეს მიწისძვრა ადგილობრივი გეოლოგიური პირობების სხვადასხვაობის გამო შეგრძნობილ იქნა V—VII ბალის სიძლიერით. აქ ყველაზე უფრო მეტად დაზიანდა სასტუმრო „სოქის“ შენობა, სანატორიუმები „ახალი სოჭა“ და „მოსკოვი“, საცხოვრებელი სახლი (ნავორნის № 30) და სხვა.

1955 წლის 21 და 27 დეკემბრის მიწისძვრას მოჰყვა დიდი რაოდენობით მომდევნო ბიძგები, რომლებიც შეგრძნობილ იქნა კრასნაია პოლიანაში. 1955 წლის 21 დეკემბრიდან 1956 წლის 24 იანვრამდე კრასნაია პოლიანაში (ჰესის შენობის რაიონში) შეგრძნობილ იქნა დაახლოებით 40 მიწისძვრა, რომელთაგანაც ზოგიერთმა VI ბალს მიადწია. აღსანიშნავია, რომ კრასნაია პოლიანაში შეგრძნობილი მიწისძვრებიდან ყველა არ იქნა რეგისტრირებული სოჭის სეისმური სადგურის მიერ იქ დადგმული სეისმოგრაფების არასაკმარისი მგრძნობიარობისა და, შესაძლებელია, სეისმური სადგურის ადგილმდებარეობის განსაკუთრებული გეოლოგიური პირობების გამო. ადგილობრივად შეკრებილი მაკროსეისმური მასალებითა და ანკეტური მონაცემების მიხედვით 1955 წლის 27 დეკემბრის მიწისძვრა ცალკეულ პუნქტებში შემდეგი სიძლიერით გამოვლენდა: კრასნაია პოლიანა VII ბ, ლესნოე, პიატი კილომეტრი VI — I ბ; გოლიცინო, ესტონსკი სადოკი, კუდენსტა, სლანცევი რუდნიკი, ხამიშკი, ჩიჟიხე VI ბ; განთაიდი, სოჭი V — VI ბ; ადლეი, აიგბა, აჟეკი, ახლარი, ვაგრა, დზირბა, ერმოლოვკა, მაეცსტა, მედოვეევკა, ნავოგინო, პლასტუნკა, შილოვკა ნიჟ., იურევიჩი V ბ, დავომისი IV—V ბ, გუზირბოლი, კუჯანოვო, ლესელიძე, ლოო, სოლოხ აული IV ბ, გოლოვინკა III—IV ბ, ლაზარევსკაია III ბ.

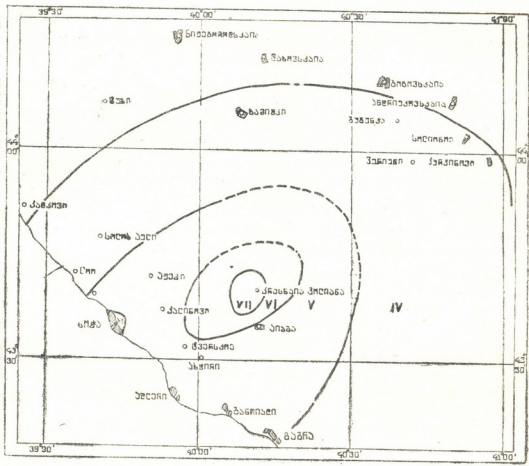
ეს მონაცემები დატანილია სქემატურ რუკაზე (სურ. 1). ჩვენს განკარგულებაში არსებული მონაცემების საფუძველზე გატარებულ იქნა VII, VI, V და IV-ბალიანი იზოსეისტები. კრასნაია პოლიანას რაიონი უმეტესად ეპიცენტრული ზონაა, მაგრამ VII-ბალიანი და სხვა იზოსეისტების ზუსტად გამოყოფა ვერ მოვახერხეთ იმის გამო, რომ დასახლებული პუნქტები კრასნაია პოლიანას ჩრდილო-დასავლეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში არ გვაქვს. VI-ბალიანი ინტენსივობა ქ. სოჭში, როგორც ამის შესახებ ზემოთ იყო აღნიშნული, გამოწვეულია განსაკუთრებული ვიწროლოკალური გეოლოგიური პირობებით. კავკასიონის ჩრდილოეთი მხრიდან მიწისძვრის შეგრძნობის შესახებ ცნობები მოგვეპოვება მხოლოდ შემდეგ პუნქტებში: ხამიშკი, გუზირბოლი, კუჯანოვო.

მიწისძვრის VII ბალის სიძლიერით შეგრძნობის მცირე ფართი და ეპიცენტრიდან მანძილის მიხედვით ინტენსივობის სწრაფი შემცირება გვაძლევს საფუძველს ვიფიქროთ, რომ მიწისძვრის კერა ზედაპირულია. ეს მოსაზრება კარგად ეთანხმება ს. მედვედევის ფორმულის $H = 7 \sqrt{S_2 + S_3}$ საშუალებით გამოთვლილი კერის სიღრმის სიდიდეს. ფორმულაში H მიწისძვრის კერის სიღრმეა, S_2 და S_3 არის ეპიცენტრიდან მეორე და მესამე იზოსეისტებით შემოსაზღვრული ფართი, გამოსახული არასი კვადრატული კილომეტრებით. ამ ფორმულით გამოთვლილი კერის სიღრმის სიდიდე 10 კილომეტრის რიგისაა [13].

გეოფიზიკის ინსტიტუტის (ა. ცხაკაია, დ. სიხარულიძე) და სოჭის სეისმური სადგურის გამგის (ს. ერეისკო) უშუალო მონაწილეობით.

დაწერილობითი ცნობები ამ მიწისძვრის შესახებ მოცემულია შ. ჯაბუას, ა. ჩურაიანის ა. საფარაინისა და ა. ცხაკაიას შრომაში: «Отчет комплексной группы Института строительного дела и Института геофизики АН ГССР по обследованию последствий Краснополянского землетрясения 21—27 декабря 1955 г.».

კრასნაია პოლიანას მიწისძვრა რეგისტრირებულია სსრკ ბევრი სეისმური სადგურის მიერ. კავკასიისა და ყირიმის⁽¹⁾ სეისმური სადგურების ჩანაწერების საფუძველზე ჩვენ განვსაზღვრეთ სამი მიწისძვრის ეპიცენტრის მდებარეობა: 21 დეკემბრის 19 საათ. 54 წუთ. 52 წამის, 27 დეკემბრის 08 საათის, 42 წუთის,



ნახ. 1

57 წამის და 08 საათის 55 წუთის, 22 წამის⁽²⁾. სამივე მიწისძვრისათვის მივიღეთ ეპიცენტრის კოორდინატების თანმთხვევა პუნქტში $\varphi = 43,98 N$; $\lambda = 40,2 E$ ეს პუნქტი კრასნაია პოლიანიდან დაშორებულია დაახლ. 10 კილომეტრზე.

სეისმოგრამების შედარებით გამოირკვა, რომ სეისმურ სადგურებში ბორჯომი, თბილისი, ბაკურიანი, ბოჯანოვკა, ზუგდიდი, ახალქალაქი და სხვ. 21 დეკემბრის 10 ს. 54 წ. 52 წამ. მიწისძვრა ჩაწერილია უფრო დიდი ამპლიტუდებით, ვიდრე 27 დეკემბრის 08 ს. 42 წ. 57 წ. მიწისძვრა, ამასთანავე პირველი მიწისძვრა შეგვძნობილ იქნა უფრო მეტივე ძალით, ვიდრე მეორე, რაც უთუოდ მიუთითებს პირველი მიწისძვრის ცენტრის სიღრმის უფრო მეტ სიდიდეზე. ორივე მიწისძვრის ინტენსივობა $M = 4 \frac{1}{2}$ რიგისაა.

(1) ამ მიწისძვრების ყირიმის სეისმური სადგურების სეისმოგრამების ფოტოასლი და ანალიზი გადმოზავნილ იქნა სიმფეროპოლის სეისმური სადგურის გამგის ი. პოპოვის მიერ, რისთვისაც მადლობას ვუცხადებთ.

(2) მიწისძვრის წარმოშობის დრო.

არსებული მონაცემებით, ქ. ტუაფსეში მიწისძვრა შეგრძნობილ იქნა VII ბალის სიძლიერით, ხოლო ანაპაში მიწისძვრის ძალამ VII—VIII ბალს მიაღწია [3]. მიუხედავად ამისა, კავკასიის შავი ზღვის მთელი სანაპირო დაწყებული მდინარე ენგურის ხეობიდან, სეისმური დარაიონების რუკის მიხედვით მიკუთვნებულია VI-ბალიან ზონას.

გასული საუკუნის დამლევიდან დღემდე 27 დეკემბრის VII-ბალიანი მიწისძვრა არის ყველაზე უფრო ძლიერი, ზუსტად განსაზღვრული ეპიცენტრით, რომელიც კრასნაია პოლიანის რაიონში მდებარეობს. ამასთან დაკავშირებით კრასნაია პოლიანის რაიონი სეისმური დარაიონების მიხედვით აუცილებლად VII-ბალიან ზონას უნდა მივაკუთვნოთ.

1955 წლის 27 დეკემბრის VII-ბალიანი მიწისძვრის ეპიცენტრი ქ. სოჭიდან 40 კილომეტრის მანძილზეა. ამ მიწისძვრამ ქალაქის ზოგიერთი შენობა საკმაოდ დააზიანა. გეოლოგიური პირობების თავისებურების გამო ეს მიწისძვრა აქ სხვადასხვა სიძლიერით გამოვლინდა. ცალკეულ პუნქტებში მიწისძვრამ VII ბალს მიაღწია. სოჭის სეისმური სადგურის ჩანაწერების მიხედვით ირკვევა, რომ თვით ქალაქის რაიონშიაც არსებობს დამოუკიდებელი სუსტი მიწისძვრების კერები. ამასთანავე, თუ მივაქცევთ ყურადღებას იმ გარემოებას, რომ ქ. სოჭში მიმდინარეობს სანატორიუმების, დასასვენებელი და სხვა სახლების დიდი მშენებლობა, ჩვენი აზრით, აუცილებელია, ქ. სოჭის რაიონი და კავკასიის შავი ზღვის სანაპირო VII-ბალიან ზონას მიეკუთვნოს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოფიზიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 28.11.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. В. Мушкетов и А. П. Орлов. Каталог землетрясений Российской Империи. Записки РГО, т. XXVI, Петербург, 1893.
2. Ежемесячный метеорологический бюллетень Тифлисской физической Обсерватории. Тифлис, 1898—1915 г.г.
3. Каталог землетрясений на территории СССР, вып. III. труды сейсм. инст. АН СССР, № 95, 1944.
4. Е. И. Бю с. Сейсмические условия Закавказья, часть I и II. Тбилиси, 1948 г. и 1952.
5. Е. И. Бю с. Черноморско-Сухумское землетрясение 19.I-1935 г. кв. сейсм. бюллетень, том XII, № 4, Тбилиси, 1940.
6. В. В. Радудевич. Заметка о землетрясении в имени Камышевка. Сочинского округа, Черноморской губернии 20 июля 1900 г. Известия Кавк. Отд. Русск. Географ. Общ., том XII, Тифлис, 1900.
7. Л. А. Варданянц. Сейсмотехника Кавказа. Труды Сейсм. Инст. АН СССР № 64, Ленинград—Москва 1935 г.
8. Бюллетень региональн. Сейсмич. станции Кавказа, М.—Л., 1933—1939.
9. Бюллетень Сейсмич. станций СССР—Москва, 1940—1954.
10. Положение по строительству в сейсмических районах. Москва, 1952.
11. Ш. А. Джабуа, А. А. Чураян, А. И. Сафарян, А. Д. Цхакая. Отчет комплексной группы Института строительного дела и Института геофизики АН Грузинской ССР по обследованию последствий Краснополянского землетрясения 21—27 декабря 1955 г.
12. С. В. Медведев. Оценка сейсмичности балльности в зависимости от грунтовых условий. Труды Геоф., 14 (144), Москва, 1952.

ელემტრონიკა

ბ. მუსხლივილი და ნ. კილაძე

ინდუქტიობისა და ტევადობის გზომი

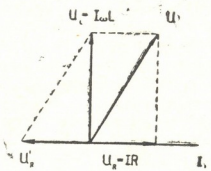
(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ე. მამასახლიძემ 25.1.1957)

ხელსაწყობები, რომლებსაც იყენებენ ინდუქტიობისა და ტევადობის გასაზომად ლაბორატორიებში, გარდა სხვა ნაკლისა, რთულია საექსპლუატაციოდ და დასამზადებლად.

ჩვენ მიერ შემუშავებულმა ელექტრონულმა სქემამ, რომელშიც გამოყენებულია სრული წინაღობის აქტიური მდგენელის კომპენსაციის მეთოდი [1], საშუალება მოგვცა შეგვექმნა მარტივი ხელსაწყო, რომელიც გასაზომი სიდიდეების ფართო შუალედში საკმარის სიზუსტეს უზრუნველყოფს.

სრული წინაღობის აქტიური მდგენელის კომპენსაციის მეთოდის ნათელსაყოფად განვიხილოთ ვექტორული დიაგრამა იმ წრედისა, რომელიც შეიცავს L ინდუქტიობისა და R აქტიური წინაღობის მქონე კოჭას. თუ წრედში გადის ω სიხშირის I დენი, ექტორულ დიაგრამას ექნება ნახ. 1-ზე ნაჩვენები სახე.

აქ U ძაბვის სრული ვარდნაა კოჭაზე, U_R ძაბვის ვარდნის აქტიური მდგენელია და U_L —რეაქტიული მდგენელი. თუ კოჭას ბოლოებზე U'_R ძაბვას მოვ-



ნახ. 1

დებთ, რომელიც სიდიდით ტოლია U_R ძაბვისა, ხოლო მისდამი 180° -ით ფაზა გადანაცვლებულია, მაშინ ძაბვის ვარდნის U_R აქტიური მდგენელი მთლიანად დაკომპენსირდება. ამავე დიაგრამიდან ჩანს, რომ კოჭას ბოლოებთან შეერთე-

ბული ვოლტმეტრის ჩვენება U'_R ძაბვის ამპლიტუდის გაზრდისას (ნულიდან) მცირდება და მინიმუმს აღწევს მაშინ, როდესაც U'_R -ის ამპლიტუდა უტოლდება U_R -ის ამპლიტუდას (ე. ი. ინდუქტიობის კოქსზე ძაბვის ვარდნის აქტიური მდგენელის სრული კომპენსირების დროს). U'_R ძაბვის ამპლიტუდის შემდგომი გაზრდისას ვოლტმეტრის ჩვენებანი იწყებენ ზრდას.

ნათქვამიდან ჩანს, რომ მინიმუმის დროს ვოლტმეტრის ჩვენება ინდუქტიობის პროპორციულია და შეიძლება მისი სკალის უშუალოდ ამ სიდიდეებში დაგრაღულირება (დენის ძალისა და სიხშირის მუდმივი მნიშვნელობისას). ანალოგიურად შეიძლება გაიზომოს ტევადობაც, თუმცა ამ შემთხვევაში ხელსაწყო სკალა წრფივი აღარ იქნება, რადგან რეაქტიული წინაღობა ტევადობის უკუპროპორციულია.

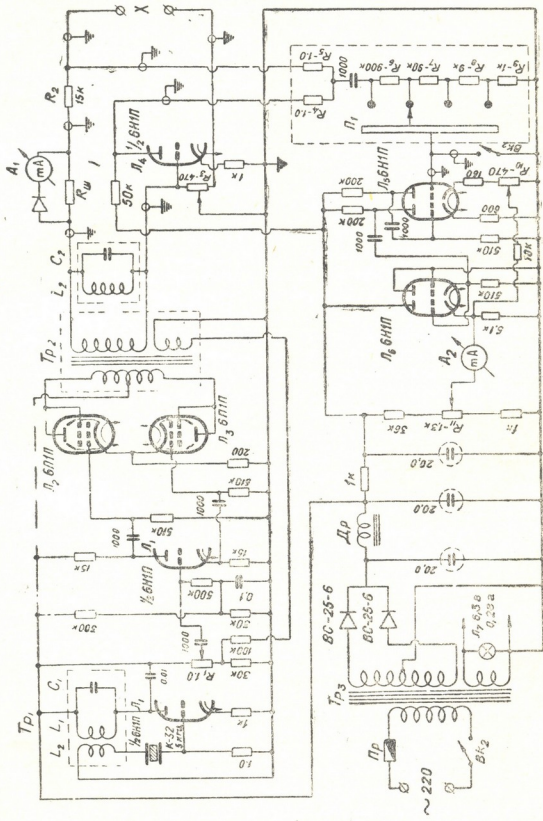
ჩვენ მიერ შემუშავებული და დამზადებული ხელსაწყოს დანიშნულებაა 0,1 მჰნ-დან 1 მჰნ-მდე ინდუქტიობისა და 100 პფ-დან 10 მკფ-მდე ტევადობის გაზომვა. ეს დიაპაზონი დანაწილებულია ხუთ ქვედიაპაზონად: პირველზე იზომება ინდუქტიობა 0,1 მჰნ-დან 1,0 მჰნ-მდე და ტევადობა 10 მკფ-დან 1 მკფ-მდე; მეორეზე—1—10 მჰნ და 1—0,1 მკფ; მესამეზე—10—100 მჰნ და 0,1—0,01 მკფ; მეოთხეზე—100 მჰნ—1 მჰნ და 0,001 მკფ—1000 პფ და, ბოლოს, მეხუთე ქვედიაპაზონზე ტევადობა იზომება 1000 პფ-დან 100 პფ-მდე. გაზომვები წარმოებს 5000 ჰც სიხშირეზე.

ხელსაწყოს სრული სქემა მოყვანილია ნახ. 2-ზე.

ცვლადი დენის გენერატორად გამოყენებულია A_1 მილაკის მარცხენა ტრიოდი, რომლის ანოდიური დატვირთვა L_1C_1 მომართული კონტურია. გენერატორის სიხშირე სტაბილიზებულია $K-32$ კვარცის ვაკუუმური რეზონატორით. სიხშირის კვარცით სტაბილიზება პრაქტიკულად მთლიანად გამორიცხავს ხელსაწყოს იმ ცთომილებას, რომელიც გამოწვეულია სიხშირის ცვალებადობით და ამასთანავე ამარტივებს გენერატორისა და გამოსასვლელი გამაძლიერებლის სქემებს. გარდა ამისა, კვარციან გენერატორს მკვებავი ძაბვების სტაბილიზება არ სჭირდება და ჩართვის შემდეგ იგი სამუშაო სიხშირეს სწრაფად იძლევა. გენერატორის მუშაობის მდგრადობა უზრუნველყოფილია Tp_1 ტრანსფორმატორის L_1 და L_2 კოქებს შორის ხისტი კავშირით. A_1 მილაკის მარცხენა ტრიოდის ანოდიდან მიღებული ცვლადი დენი, გამოსავალი დენის R_1 რეგულატორის გავლით, ხვდება ფაზის მბრუნებელში (A_1 მილაკის მარჯვენა ტრიოდით) და შემდგომ გამოსავალ კასკადში. ამ უკანასკნელმა უნდა უზრუნველყოს დიდი ამპლიტუდის (180 ვოლტამდე) დაუმახინჩებელი სინუსოიდური დენის მიღება დატვირთვის ფართო შუალედში ცვლილების პირობებში.

მაღალი რიგის პარამნიკები პრაქტიკულად საესებით ისნობა გამოსავალზე L_2C_2 მომართული კონტურის ჩართვით. დატვირთვის ცვალებადობის გაკლებინა შემცირებულია R_2 პარაზიტული წინაღობისა და A_2, A_3 გამოსავალი მილაკების ტრიოდული ჩართვით.

გამზომ წრედში, დენის კონტროლისათვის, ჩართულია ხუთმილიამპერიანი მილიამპერმეტრი A_4 . იმის გამო, რომ I—IV ქვედიაპაზონებზე გაზომვები წარ-



მოებს 5,0 მა, ხოლო V კვედიააზონზე 0,5 მა დენის ძალისას, მილიამპერმეტრის სკალაზე მხოლოდ ორი დანაყოფია, რომლებიც შეესაბამება ამ სიდიდეებს.

გასაზომ ინდუქტიობაზე (ტევადობაზე) ძაბვის სრული ვარდნის აქტიური მდგენელის კომპენსირებისათვის საჭირო ძაბვის მისაღებად R_3 აქტიური წინაღობა და A_4 ტრიოლია გამოუყენებელი. R_3 წინაღობაზე გამოყოფილი ძაბვის ფაზა თანხვედბა წრედში დენის ფაზას, ე. ი. გასაზომ ინდუქტიობაზე (ტევადობაზე) ძაბვის ვარდნის აქტიურ მდგენელის ფაზას. A_4 ტრიოლი ფაზას აბრუნებს 180° -ით. R_3 წინაღობის საშუალებით ხდება ამ ძაბვის ამპლიტუდის რეგულირება. A_4 ტრიოლიდან მიღებული ძაბვა და ძაბვა გასაზომი ინდუქტიობიდან (ტევადობიდან) შემრევის R_4 და R_5 წინაღობების მეშვეობით ხდება კათოდურ ვოლტმეტრში.

ვოლტმეტრის შესასვლელი წრედი ძაბვის დამყოფისა (წინაღობები R_6, R_7, R_8, R_9), Π_1 გადამრთველისა და Bk_1 ამომრთველისაგან შედგება. ძაბვის დამყოფისა და Π_1 გადამრთველის საშუალებით ხორციელდება ერთიდან მეორე კვედიააზონზე გადასვლა, ხოლო Bk_1 - ამომრთველი იხმარება ვოლტმეტრის ნულზე დაყენებისას. შესავალი ძაბვა ორკასკადიანი გამაძლიერებლით (მილაკი A_5) ძლიერდება, ხდება დიოდურ დეტექტორში (A_6 მილაკის მარჯვენა ნახევარი) და გამართვის შემდეგ—დენის გამაძლიერებელში (A_6 მილაკის მარცხენა ნახევარი). დენის გამაძლიერებლის კათოდში 3 მა A_2 მილიამპერმეტრია ჩართული. ვოლტმეტრში ძლიერი უარყოფითი უკუკავშირია გამოყენებული. უკუკავშირის ძაბვა დიოდის მიერ გამართული ძაბვის გაუფილტრავი კომპონენტის ხარჯზე მიიღება და იხსნება დენის გამაძლიერებლის კათოდიდან. ძლიერი უკუკავშირის გამოყენება ვოლტმეტრის წრფიობას აუმჯობესებს და მკვებავი ძაბვისა და სქემის პარამეტრების ცვლილებების გავლენას ამცირებს. R_{10} წინაღობის საშუალებით ვოლტმეტრის რეგულირება ისე ხდება, რომ 1,0 მმ ინდუქტიობის გაზომვისას ისარი სკალის მთელ სიგრძეზე იხრება (რაც 78,5 მგ მგრძნობიარობას შეესაბამება).

ნახ. 2-ზე მოყვანილი კვების სქემა დამატებით განმარტებას არ მოითხოვს.

გაზომვები ხორციელდება შემდეგნაირად: ხელსაწყოს უერთდება გასაზომი ინდუქტიობა (ტევადობა). დენის რეგულატორისა (ცვლადი წინაღობა R_1) და მილიამპერმეტრის (A_1) მეშვეობით წრედში საჭირო დენი მყარდება. ფაზის მაბრუნებლიდან (A_4) მიღებული მაკომპენსირებელი ძაბვის ამპლიტუდის შეცვლით (R_3 ცვლადი წინაღობის საშუალებით) აღწევენ ვოლტმეტრის (A_2) მინიმალურ ჩვენებას, რომელიც გასაზომ სიდიდეს შეესაბამება.

ნათქვამიდან ჩანს, რომ ხელსაწყოს საექსპლუატაციოდ ფრიად მარტივია და გაზომვის დრო მინიმუმამდეა დაყვანილი.

გაზომვების ცთომილება გამოწვეულია დენისა და ძაბვის გაზომვის ცთომილებითა და იმ ცთომილებებით, რომლებსაც სამუშაო სიხშირის ცვალებადობა, მაღალი რიგის ჰარმონიკებისა და პარაზიტული ტევადობისა და ინდუქტიობის არსებობა იწვევს. დიდი ინდუქტიობის კეშმარტი სიდიდის გაზომვისას ცთომილება შეიძლება მნიშვნელოვანი გახდეს (ისევე, როგორც ბოგირიანი ტიპის ხელსაწყობში), რადგანაც დიდ ინდუქტიობას, როგორც წესი, თან სდევს დიდი პარაზიტული ტევადობა. მართლაც, ადვილია იმის ჩვენება, რომ ფარდობითი ცთომილება პროპორციულია $\omega^2 LC / (\omega^2 LC - 1)$, სადაც ω ხელსაწყოს სამუ-

შაო სიხშირეა, L —ჰემმარიტი ინდუქტიობა და C —პარაზიტული ტევადობა. ეს ცთომილება დაბალ სიხშირეებზე გაზომვისას უმნიშვნელო ხდება. გარდა ამისა, მოცემული დეტალის სიდიდის გაზომვისას მისთვის სამუშაო სიხშირეზე, აღნიშნულ ცთომილებას აღარა აქვს მნიშვნელობა, რადგანაც ხშირად ინდუქტიობის ეფექტური სიდიდის ცოდნა საკმარისი. იგივე ეხება ტევადობის გაზომვასაც.

ეს ცთომილებები, რომლებსაც იწვევს დენისა და ძაბვის არაზუსტი გაზომვა, სიხშირის ცვალებადობა და მაღალი რიგის ჰარმონიკების არსებობა, შეიძლება ნებისმიერად შემცირდეს.

ჩვენ მიერ დამზადებული ხელსაწყო საშუალებას იძლევა ინდუქტიობისა და ტევადობის ეფექტური მნიშვნელობა გაიზომოს ცთომილებით, რომელიც არ აღემატება 2,5%-ს.

სამუშაო სიხშირის 50 ჰერცამდე შემცირებით ადვილია ხელსაწყოს დიაპაზონის გაზრდა რამდენიმე ასეულ ჰერცამდე. ამ შემთხვევაში დენის წყაროდ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სამრეწველო ქსელი, თუმცა სიხშირის არასტაბილურობა ცთომილებას გაზრდის 2-3%-ით.

ამას გარდა, ტევადობის გასაზომი სკალა შეიძლება წრფივი გაკეთდეს, თუ ძაბვის გაზომვის ნაცვლად მოხდება წრედში დენის ძალის გაზომვა, რადგანაც დენი I პროპორციულია wC -სი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 25.1.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. J. M. Marzolf. Inductance Meter. Electronics, v. 23, № 5, 1950.

ჰიზია

მ. მზარეულიშვილი

თბილისის თერმული წყლების ჰიდროქიმიური გამოკვლევა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 28.1.1957)

საბჭოთა საქართველო მინერალური წყლების რაოდენობითა და ნაირსახეობით სსრ კავშირში შემავალ ერთ-ერთ უმდიდრეს რესპუბლიკას წარმოადგენს. ეს აიხსნება საქართველოს ტერიტორიის რთული გეოლოგიური აღნაგობით, რომელიც სათანადო პირობას უქმნის სხვადასხვა აიროვანი და მარილოვანი შედგენილობის მინერალური წყლების ფორმირებას და ზედაპირზე მათ გამოსვლას.

საქართველოს მინერალურ წყლებს შორის თბილისის თერმულ წყლებს ერთ-ერთი საპატიო ადგილი უკავია.

თბილისის თერმული წყლები უძველესი დროიდანაა ცნობილი. ისინი დიდი პოპულარობით სარგებლობენ.

პირველი გამოკვლევები ამ თერმებისა, რაც გამოიხატებოდა წყლის მარტივ ქიმიურ ანალიზში, ჩატარებულია 1829 წელს. შემდგომ წლებში თბილისის თერმული წყლები რიგ ქიმიკოსთა კვლევის ობიექტი გახდა. მაგრამ, როგორც გამოირკვა, ყველა ეს სამუშაო აღწერილობითი ხასიათისაა და ნათელ წარმოდგენას არ იძლევა თბილისის თერმების ქიმიური ბუნებისა და ფორმირების საკითხზე.

წინამდებარე შრომაში მიზნად დავისახეთ, ჰიდროგეოქიმიურ გამოკვლევათა საფუძველზე მოგვეცა თბილისის საბადოს სხვადასხვა უბნის თერმული წყლების შედარებით სრული დახასიათება.

თბილისის თერმული წყლების გამოსავლები განლაგებულია მდინარე მტკვრის ორივე ნაპირას. აღნიშნული თერმების ბუნებრივი გამოსავლები (ბალნეოლოგიური კურორტის უბანი) დაკავშირებულია თბილისის ანტიკლინის ღერძულ, დანაპრალიანებულ ზოლთან. აღნიშნული ნაოქის როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ ნაწილში დაძირვის გამო ბალნეოლოგიური კურორტის უბანში ვლებულობთ ერთ-ერთ ძირითად წყალშემცავ პორიზონტს—შუა ეოცენის წყებებისგან შემდგარ ფანჯარას. თერმული წყლების ბუნებრივი გამოსავლების უმეტესობა თავმოყრილია მდინარე მტკვრის მარჯვენა ნაპირას, სადაც შუა ეოცენის წყებები გარშემორტყმულია ზედა ეოცენის ნავთლულის წყებით, რის

გამოც აქ წარმოებს მინერალური წყაროების სახით მიწისქვეშა წყლების ბუნებრივი განტვირთვა.

1932 წლიდან თბილისის საბადოს თერმული წყლების ბალნეოლოგიურ უბანში პერიოდულად წარმოებდა არაღრმა ბურღვები, რის შედეგადაც წყლის საერთო დებიტი გაიზარდა.

1952 წ. ამიერკავკასიის ნახშირის ტრესტის მიერ თბილისის მიდამოების სხვადასხვა უბანში, თერმული წყლის ახალი რესურსის გამოვლინების მიზნით, გაყვანილია ღრმა ბურღილები, რის შედეგადაც შუა ეოცენის წყებიდან საკმაოდ დიდი დებიტის თერმული წყალი მიღებული, რამაც გამოიწვია არსებული წყლის ჯამური დებიტის მკვეთრად გაზრდა.

ამჟამად თბილისის ტერიტორიაზე ფუნქციონირებს 25 ბურღილი და წყარო.

თბილისის თერმების ძირითადი გამოსავლების ქიმიური შედგენილობა შემდეგი მაჩვენებლებით ხასიათდება:

ბურღილი № 2

$$H_2S_{0.014}M_{0.31} \frac{Cl\ 40\ HCO^3\ 34\ co^{322}}{(K+Na)\ 72\ Ca\ 21} \ t_{43,5^{\circ}D}\ 1.600.000\ \text{ლ/დღ.}$$

ბურღილი № 4

$$H_2S_{0.013}M_{0.40} \frac{Cl\ 42\ HCO^3\ 38}{(K+Na)\ 69\ Ca\ 22} \ t_{44^{\circ}D}\ 86.400\ \text{ლ/დღ.}$$

ბურღილი № 6

$$H_2S_{0.032}M_{0.93} \frac{SO^4\ 40\ HCO^3\ 32}{(K+Na)\ 67\ Ca\ 30} \ t_{29^{\circ}D}\ 205.700\ \text{ლ/დღ.}$$

ბურღილი № 7

$$H_2S_{0.009}M_{0.53} \frac{SO^4\ 50\ HCO^3\ 21}{Ca\ 53\ (K+Na)\ 35} \ t_{37^{\circ}D}\ 145.900\ \text{ლ/დღ.}$$

ღრმა ბურღილი № 1

$$H_2SO_{0.011}M_{0.24} \frac{Cl\ 41\ co^3\ 36}{(K+Na)\ 90} \ t_{47,5^{\circ}D}\ 909.000\ \text{ლ/დღ.}$$

ღრმა ბურღილი № 3

$$H_2S_{0.021}M_{0.81} \frac{SO^4\ 51\ Cl\ 33}{(K+Na)\ 49\ Ca\ 47} \ t_{39^{\circ}D}\ 690.000\ \text{ლ/დღ.}$$

ღრმა ბურღილი № 5

$$M_{4.7} \frac{Cl\ 98}{(K+Na)\ 62\ Ca\ 38} \ t_{43,5^{\circ}D}\ 1.382.000\ \text{ლ/დღ.}$$

ღრმა ბურღილი № 7

$$H_2S_{0.003}M_{2.9} \frac{Cl\ 98}{(K+Na)\ 66\ Ca\ 38} \ t_{39^{\circ}D}\ 1.209.000\ \text{ლ/დღ.}$$

წყარო „გოგილო“

$$H_2S_{0.068}M_{1.31} \frac{Cl\ 45\ So^4\ 29}{(K+Na)\ 70\ Ca\ 24} \ t_{21^{\circ}D}\ 993\ \text{ლ/დღ.}$$

ქიმიური თვალსაზრისით თბილისის თერმები საკმაოდ რთულ სურათს ქმნიან; ჩატარებულმა გამოკვლევამ დაგვანახა, რომ ბურღილების № 2, 4, 8, ღრმა ბურღილი № 1-ის, წყარო „A“-ს წყლები (ე. ი. ბალნეოლოგიური ზონის ცენტრალური უბანი) წარმოადგენენ სუსტი მინერალიზაციის მქონე ტუტე თერმებს, რომლებიც ხასიათდება მაღალი ტემპერატურით და pH-ით. აღნიშნული წყლების მაღალი pH გაპირობებულია კარბონატ, ჰიდროკარბონატ და ჰიდროსულფიდოიდებით.

ამ მცირე მინერალიზაციის მქონე თერმებში ანიონებიდან წამყვანი ადგილი უკავია ქლორს და ჰიდროკარბონატს, ხოლო კატიონებიდან იონანტრიუმს.

ბურღილი № 6-ს, წყარო „გოგილოს“ (ბალნეოლოგიური ზონის დასავლეთი ნაწილი) და ღრმა ბურღილი № 3-ის წყლები ხასიათდება სუსტი ტორე თვისებებით და შედარებით გაზრდილი მინერალიზაციით. ამ ჯგუფის წყლები თავისი ქიმიური შედგენილობით ქლორიდულ-სულფატურ ან სულფატურ-ქლორიდულ წყლებს მიეკუთვნება.

ბურღილი № 7 და ზოგიერთი ძველი წყარო („S₁ + S₂“, „L₂“ და სხვები) თავიანთი ქიმიური შედგენილობით გარდამავალია ზემოაღნიშნული ჯგუფის წყლებს შორის.

წყლების ცალკე ჯგუფს ქმნიან ქალაქის განაპირას (26 კომისრის რაიონი) მდებარე ღრმა ბურღილები № 2, 5 და 7-ის წყლები. თბილისის საბადოსათვის ეს ყველაზე მინერალიზებული თერმებია, რომლებიც განირჩევიან სხვა თერმებისგან არა მარტო მინერალიზაციით და ქიმიური ტიპით, არამედ აირის შემცველობითაც. ამ ჯგუფის წყლების მარილოვანი შედგენილობა ძირითადად ნატრიუმისა და კალციუმის ქლორიდებითაა გაპირობებული.

ამ ნაერთთა შედარებით მაღალი მაჩვენებლებით ხასიათდება ღრმა ბურღილი № 5-ის წყალი, რომელსაც ამავე დროს ყველაზე დიდი დებიტი და მინერალიზაცია აქვს. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ სულფატები ამ წყალში უმნიშვნელო რაოდენობითაა, რაც შეიძლება აიხსნას დესულფირებული მიკრობების ცხოველყოფილობით [1].

თბილისის თერმების ჰიდროქიმიურ მონაცემთა შედარება გვიჩვენებს, რომ საბადოს რაიონში შესაძლებელია ქიმიური მაჩვენებლებით განსხვავებული წყლების სამი ძირითადი ჯგუფის გამოყოფა: ა) ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმისანი (ბალნეოლოგიური ზონის ცენტრალური ნაწილი), ბ) ქლორიდულ-სულფატურ-ნატრიუმ-კალციუმისანი (იმავე ზონის აღმოსავლეთი ნაწილი), გ) ქლორიდულ-ნატრიუმ-კალციუმისანი (ღრმა ბურღილების წყლები).

თბილისის თერმებში განსაზღვრულია აგრეთვე სხვადასხვა ვალენტოვნების გოგირდის ხუთი სახეობა: გოგირდწყალბადი, ჰიდროსულფიდი, სულფიტი, თიოსულფიტი და სულფატიონები (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

წყაროები და ბურღილები	მგ/ლ					
	ΣH_2S	თავ. H_2S	HS'	S_2O_3''	SO_3''	SO_4''
„გოგილო“	68,00	16,70	40,80	8,40	0,05	179,80
№ 6	32,50	11,00	19,50	1,10	0,10	259,10
№ 1	17,10	0,40	18,50	2,80	0,20	44,40
№ 2	14,30	0,20	13,50	4,20	—	8,20
№ 4	10,20	0,20	7,40	0,50	1,20	23,40
№ „W“	9,20	0,10	6,10	2,10	1,20	36,40
№ 7	9,00	0,12	4,30	1,40	0,10	200,80
„E+Q“	7,50	0,10	5,30	2,10	0,30	58,40
„A“	7,30	0,10	6,30	1,40	0,02	40,70

ამ მიმართულებით ჩატარებულმა გამოკვლევამ დაგვანახა, რომ წყარო „გოგილოს“, ბურღილ № 6-ის წყლები გოგირდწყალბადის და მისი დისოციაციის პროდუქტების შედარებით მაღალი შემცველობით ხასიათდება. აღნიშნულ წყლებში საერთო ტიტრირებული გოგირდის რაოდენობა 32-დან 68 მგ/ლ-ია. გოგირდწყალბადის შედარებით დაბალი შემცველობით ხასიათდება ბურღილ № 2, 4, 8, „E+Q“ და წყარო „A“-ს წყლები.

დაქანგვის შუალედ პროდუქტებს თბილისის თერმები შეიცავენ. ეს გარემოება მიუთითებს იმაზე, რომ თბილისის თერმებში ქანგვითი პროცესები ბოლომდე არ მიმდინარეობს და მიწის პირზე გამოსვლამდე, წყლის ძირითადი ნაკადის მტკნარი წყლებით განზავების შედეგს წარმოადგენს.

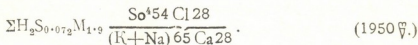
ძირითად კომპონენტებთან ერთად თერმული წყალი შეიცავს მიკროელემენტებს: ბრომს, იოდს, ამონიუმსა და ბორის მკვავს.

წყლის ქიმიურ ტიპსა და ქრისტის გეოლოგიურ კომპლექსს შორის კავშირის გამოსაკვლევად შევისწავლეთ ლანების იონურ-მარილოვანი შედგენილობა წყლის გამოტუტვის მეთოდით. საანალიზო კერნების სინჯები, რიცხვით 19, შერჩეული იყო ისეთნაირად, რომ შეგვესწავლა თბილისის საბადოს თერმული წყლის გამოკვლეული ჟბნის მთელი ქრისტი—შუა, ქვედა ეოცენი—პალეოცენი.

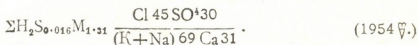
სინჯების გამოტუტვას ვაწარმოებდით ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე, გამოხდილი წყლით, ქანსა და წყალს წონასწორობის დამყარებამდე. ექსპერიმენტმა მეტად საინტერესო შედეგი მოგვცა. გამოირკვა, რომ სიღრმეში წყლის ქიმიური სახე იცვლება, ის ხდება მეტად მეტამორფიზებული წყლის კალციუმის ქანის ნატრიუმზე გაცვლითი აღსორბციის შედეგად. ამავე ექსპერიმენტმა გვიჩვენა, რომ ქლორიდული წყლების ფორმირება არ წარმოებს მო-

ცემული წრილის აღნიშნულ წყებებში. ამიტომ შესაძლებელია ვივარაუდოთ, რომ ის მომდინარებს უფრო დიდი სიღრმიდან (კარცი?). აღნიშნულით მტკიცდება ზოგიერთი მკვლევრის მოსაზრება თბილისის რაიონში ზღვიური ტიპის ქლორიდული წყლების შემცველი გეოქიმიური ზონის არსებობის შესახებ [2,3].

ერთისა და იმავე წყაროს სხვადასხვა წლებში ჩატარებული წყლის ქიმიური ანალიზების შედეგების შედარებამ გვიჩვენა, რომ ადგილი აქვს წყლის ქიმიური შედგენილობის ცვლილებას, რაც ნათლად ჩანს წყარო „გოგილოს“ და ბურღილ № 6-ის მაგალითზე. წყარო „გოგილოს“ ქიმიური შედგენილობა „სპეცტროის“ გვირაბის გაყვანამდე (მდ. მტკვრის მარცხენა ნაპირი) შემდეგი მაჩვენებლებით ხასიათდებოდა:



აღნიშნული გვირაბის გაყვანის შემდეგ გახსნილ იქნა რა მინერალური—ძირითადად სულფატური და ალაგ-ალაგ წყარო „გოგილოს“ ტიპთან მიახლოებული წყლები, მკვეთრად შემცირდა „გოგილოს“ წყლის არამარტო მინერალიზაცია და დებიტი, არამედ შეიცვალა მისი იონურ-მარილოვანი შედგენილობაც:



ზემოთქმულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ გვირაბმა წაართვა წყარო „გოგილოს“ შედარებით მინერალიზებული სულფატური შემადგენელი ნაწილი, რის გამოც მის იონურ-მარილოვან შედგენილობაში ქლორიდებმა დაიკავეს გაბატონებული ადგილი, აღნიშნული გარემოება კი მიგვითითებს იმაზე, რომ წყარო „გოგილოს“ წყალი ქლორიდული და სულფატური წყლების ნარევის წარმოადგენს.

წყლის ქიმიზმში ცვლილება შემჩნეული იყო აგრეთვე სხვა ბურღილის წყლებშიც. მაგალითად, ბურღილი № 6, რომელიც ნეიტრალურ-ქლორიდულ-სულფატურ-ნატრიუმ-კალციუმისანი იყო, ამჟამად ტუტე თვისებების სულფატურ-ქლორიდულ-ნატრიუმ-კალციუმისანი გახდა, რაც აგრეთვე წყლის ნარევაობაზე მიუთითებს.

მაშასადამე, როგორც ზემოთ აღნიშნული მოვლენების, ასევე ჩვენს განკარგულებაში მყოფი მასალების ანალიზს, იმ დასკვნამდე მივყავართ, რომ თბილისის თერმები ნარევი წყალს წარმოადგენს, რომელშიაც მონაწილეობას უნდა იღებდნენ შემდეგი ქიმიური ტიპის წყლები: ყველაზე დიდი სიღრმიდან მომდინარე ზღვიური წარმოშობის ქლორიდული წყლები ძირითადად ნატრიუმისანი. თანამედროვე ინფილტრაციული წარმოშობის ჰიდროკარბონატ-ნატრიუმისანი ან სულფატ-ნატრიუმისანი წყლები და ქრლის სულ ზედა ნაწილში ჰიდროკარბონატ-კალციუმისანი ან სულფატ-კალციუმისანი წყლები (შესაძლებელია განსაზღვრულ შემთხვევაში ორივე).

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ბალნეოლოგიური უბნის აღმოსავლეთ ნაწილის წყლები პირველ რიგში სულფატურის შემდეგ ქლორიდულისა და ჰი-

დროკარბონატული წყლების ნარევეს წარმოადგენენ. სულფატური წყლების არსებობა გაპირობებულია ზედა ეოცენისა და შუა ეოცენის ზედა ნაწილის თაბაშირიანობით.

ბალნეოლოგიური უბნის ცენტრალური ნაწილის მინერალური წყლებიც: ქლორიდული, სოდიანი და სულფატური წყლების ნარევეს წარმოადგენენ, მაგრამ ამ ნარევეში სულფატების როლი უმნიშვნელოა.

ქალაქის განაპირას, თრიალეთის ნაოჭთა სისტემის დაძირულ ნაწილში განლაგებული ღრმა ბურღილების წყლები, მიღებული იმავე ძირითადი წყალშემცავი ჰორიზონტიდან, ზღვიური წარმოშობის შედარებით მინერალიზებული ქლორ-ნატრიუმის წყლებია.

ამგვარად, თბილისის რაიონში შესაძლებელია შემდეგი ჰიდროქიმიურ-გეოქიმიური ზონების გამოყოფა:

I ზონა. მოიცავს სტრუქტურას ზედა ნაწილს და დაკავშირებულია რაიონის დასავლეთ ნაწილის ფართოდ გაშვებულ ზედა ეოცენის, ოლიგოცენისა და დასავლეთით შუა ეოცენისა და ფლიშის ვულკანოგენურ წყებასთან. ეს არის ზონა შედარებით თავისუფალი წყალცვლისა. რაიონის დასავლეთი ნაწილის წყლები მინერალიზებულია თაბაშირიანი ქანების გამოტუტვის ხარჯზე (ამიტომ ისინი ძირითადად სულფატურ-კალციუმისაა), შუა ეოცენის ვულკანოგენური წყება კი ძირითადად ჰიდროკარბონატულ-კალციუმის წყლებს გვაძლევს.

II ზონა (გარდა მავალი). ამ ზონის წყლები შეიძლება რამდენიმე ქვეჯგუფად დავყოთ: 1) სულფატურ-კალციუმ-ნატრიუმის ან სულფატურ-ნატრიუმ კალციუმისა; 2) ჰიდროკარბონატ-კალციუმ-ნატრიუმის ან ჰიდროკარბონატ-ნატრიუმ-კალციუმისა.

ბირველი ჯგუფის წყლების ფორმირება თაბაშირიანი ქანებში ხდება; მეორე ჯგუფის წყლები ჩვეულებრივად მტკნარია და ფორმირებულია არათაბაშირიანი ქანებში. ორივე შემთხვევაში ადგილი აქვს წყლის კალციუმის ქანის ნატრიუმზე გაცვლითი აღსორბციის პროცესს.

III ზონა. ამ ზონაში ფორმირდება მაქსიმალურად მეტამორფიზებული, შედარებით დაბალი მინერალიზაციის სოდიანი ან გლაუბერიანი წყლები.

IV ზონა შეიცავს დიდად მინერალიზებულ ზღვიური წარმოშობის ქლორიდულ წყლებს, რომელთაც გერტიკალურ ჭრილში სტრუქტურის სულ ქვიდა ნაწილი უკავიათ.

დასკვნები

1. თბილისის თერმული წყლების ფიზიკურ-ქიმიური ბუნების შესწავლის მიზნით სხვადასხვა სტრატეგრაფიული ჰორიზონტებიდან აღებული წყლის 70 სინჯის სრული ქიმიური ანალიზის საფუძველზე, თბილისის თერმული წყლები იონურ-მარილოვანი შედგენილობის მხრივ შეიძლება შემდეგ ძირითად ჯგუფებად დაიყოს: ა) ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმის, ბ) ქლორიდულ-სულფატურ-ნატრიუმ-კალციუმის, გ) ქლორიდულ-ნატრიუმ-კალციუმის.

2. არსებული და ჩვენ მიერ მიღებული ჰიდროქიმიური და გეოქიმიური მასალების საფუძველზე თბილისის რაიონში შეიძლება სამი ძირითადი ჰიდროგეოქიმიური ზონის გამოყოფა: ზედა ზონა—ჰიდროკარბონატ-კალციუმიანი ან შედარებით მინერალიზებული სულფატურ-კალციუმიანი წყლებით; შუა ზონა—მეტამორფიზებული ჰიდროკარბონატ-ნატრიუმიანი ან სულფატ-ნატრიუმიანი წყლებით; ქვედა ზონა—ზღვიური წარმოშობის ქლორ-ნატრიუმიანი წყლებით.

3. თბილისის საბადოში სხვადასხვა მინერალიზაციის, ქიმიური შედგენილობისა და ტემპერატურის წყლების არსებობა გაპარობებულია აღნიშნული საბადოს უბნებს შორის სტრუქტურულ-მორფოლოგიური და გეოდინამიკური პირობების განსხვავებულობით.

4. ფიზიკურ-ქიმიურ მაჩვენებლებზე და წყლის ფორმირების ჰიდროგეოდინამიკურ პირობებზე დაყრდნობით გამოთქმულია მოსაზრება თბილისის თერმების ნარეგობის შესახებ.

5. თბილისის თერმების დიდი მარაგი და წყლის მრავალფეროვნება მისი კონცენტრაციისა და იონურ-მარილოვანი შედგენილობის მხრივ ფართო პერსპექტივას უქმნის თბილისს, როგორც ბალნეოლოგიურ კურორტს, მისი შემდგომი ზრდისა და განვითარებისათვის.

საქართველოს სსრ ჯანდაცვის სამინისტრო
კურორტოლოგიისა და ფიზიკური მეთოდებით
მკურნალობის სამეცნიერო-კვლევითი
ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას წოვიდა 28.1.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. В. Мзареулишвили. Новые данные о физико-химической природе тбилиских термальных вод. Труды гос. научно-исследовательского института курортологии, т. XXII, 1955.
2. Ш. Р. Чубинидзе. Перспективы выявления гидроминеральных ресурсов на территории г. Тбилиси. Тезисы доклада в межинститутской конференции по вопросам изучения курортных ресурсов в Азербайджанской ССР, Армянской ССР и Грузинской ССР, 1954.
3. Д. В. Качаравა. Минеральные воды грузинской глыбы, Автореферат, 1955.

აბრძენიძე

ო. ზარდალიშვილი

**ბორისა და მანგანუმის ხსნარებში თესლის დაღვრვის გავლენა
შაქრის ზარხლის ზრდა-ბანვეითარებაზე**

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ჰანიშვილმა 28.9.1956)

მცენარეთა ნორმალური ზრდა-განვითარებისა და მოსავლიანობის გაღვივებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მიკროელემენტებს—ბორს, მანგანუმს, სპილენძს, კობალტს და სხვა. როგორც მიკროელემენტები (აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, კალციუმი, რკინა და სხვ.). ისე ცალკეული მიკროელემენტიც განსაზღვრულ როლს ასრულებენ მცენარის ორგანიზმში მიმდინარე ბიოქიმიურ პროცესებში.

ბორი ხელს უწყობს მცენარეში ნახშირწყლების დაგროვებას და გადაადგილებას, ადიდებს ცილოვანი აზოტის რაოდენობას, ხელს უწყობს მცენარეში მიწრაფული ფოსფორის გარდაქმნას ორგანულ შენაერთებად, ზრდის ქლოროფილის რაოდენობას და სხვ.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ბორს მცენარეთა სასქესო ორგანოების მომწიფებისა და განაყოფიერებისათვის. ბორის გამოთიშვა საკვები არედან, თუნდაც მხოლოდ თესლის დამწიფების წინ, ამცირებს თესლის რაოდენობასა და ხარისხს.

ასევე დიდ როლს ასრულებს მანგანუმი მცენარის სასიცოცხლო პროცესებში. მანგანუმი აძლიერებს სუნთქვისა და ფოტოსინთეზის ინტენსივობას, ააქტივებს ფერმენტულ პროცესებს, ხელს უწყობს ნიტრატული ფორმების აღდგენას და ამონიაკური ფორმების დაქანგვას, რის შედეგად მცენარეში ძლიერდება ნივთიერებათა ცვლა და ორგანული ნივთიერების სინთეზი. განსაკუთრებულად მნიშვნელობა აქვს მანგანუმს ვიტამინ C-ს სინთეზში: მანგანუმის გარეშე ამ ვიტამინს წარმოქმნა არ ხდება.

ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების გამოყენების სხვადასხვა წესი არსებობს: შეტანა ხვნის წინ, თესვის დროს მწკრივში, გამოკვების დროს (როგორც ფესვური, ისე ფესვგარეშე გამოკვება) და სათესლე მასალის თესვისწინა დაღვრვა ბორისა და მანგანუმის ნაერთების ხსნარებში.

ყველა ამ წესს აქვს თავისი დადებითი და უარყოფითი მხარეები. მცენარის ბუნებისა და ნიადაგურ პირობათა თავისებურებისაგან დამოკიდებით გამოყენების ჩამოთვლილი წესები სხვადასხვა შედეგს იძლევა, ამიტომ საჭიროა შესწავლილი იქნეს ბორისა და მანგანუმის გამოყენების ყველა წესი სხვადასხვა კულტურაზე და პრაქტიკულად ის წესი გამოვიყენოთ, რომელიც მოსავლიანობის მატებასთან ერთად ადვილად განსახორციელებელი და იაფი იქნება.

ამ სტატიაში ვიხილავთ ბორისა და მანგანუმის გამოყენების ერთ-ერთი წესს — სათესლე მასალის თესვისწინა დაღობვის—გავლენას შაქრის ჭარხლის ზრდა-განვითარებაზე, კერძოდ ძირის წონაზე. ამ წესის უპირატესობა ნიადაგში შეტანასთან შედარებით შემდეგში მდგომარეობს: მიკროსასუქების ნიადაგში შეტანისას მათი თანაბარი განაწილება ძნელია, ამასთან ნაწილი მიკროელემენტებისა ირეცხება ნიადაგიდან, ნაწილს მოიხმარენ ნიადაგის მიკროორგანიზმები, ნაწილი გადადის უხსნად ფორმაში და სხვ. სათესლე მასალის თესვისწინა დაღობვის დროს კი ყველა ჩამოთვლილი პირობა აცილებულია და თანაც მიკროსასუქები მეტად მცირე რაოდენობით იხარჯება. ბორისა და მანგანუმის გამოყენების ეს წესი თავისი ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება სხვა წესებს [1, 2, 3, 4].

აღნიშნული საკითხი ინსაველებოდა სავეგეტაციო ცდის მეთოდით 1954—1955 წლებში, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და მელიორაციის ინსტიტუტის სტაციონარზე სოფ. ქვემო ხანდაკში (კასპის რაიონი), მდელის-ალუვიურ კარბონატულ ნიადაგზე.

1954 წელს ჩატარებულ ორი სხვადასხვა სავეგეტაციო ცდით გამოირკვა, რომ ბორისა და მანგანუმის ხსნარებში სათესლე მასალის დაღობვით გამოწვეული ეფექტი მეტია პირველდაწყებით ზრდაზე, ხოლო შემდეგ ეს ეფექტი მცირდება. მაგალითად, ბორისმქავას 0,02% ხსნარში თესლის დაღობვის შემდეგ 10 გამოხშირული მცენარის წონა 14,7%-ით მეტი იყო ფონთან შედარებით, ხოლო ცდის აღრიცხვისას ძირის წონა 10% აღემატებოდა ფონს; მანგანუმის სულფატის 0,1% ხსნარში თესლის დაღობვით 10 გამოხშირული მცენარის წონა 14,2% გაიზარდა ფონთან შედარებით, ხოლო ცდის აღების დროს ძირის წონა მხოლოდ 6,2% აღემატებოდა ფონს.

მიღებული შედეგების შესამოწმებლად და დასაზუსტებლად 1955 წელს დავაყენეთ ერთი სავეგეტაციო ცდა შვიდვარიანტიანი სქემით.

ცდა დაყენებულ იქნა 0,6 კგ აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის ტევალობის ჭურჭლებში, ცდის ფონად ვიხმარეთ ტოლენსის ნაზავის ორმაგი დოზა 1 კგ ნიადაგისათვის. ბორიან და მანგანუმიან სასუქად აღებული გვქონდა ქიმიურად სუფთა ბორის მქავა და მანგანუმის სულფატი. ჭურჭლები დაიტენა 13.V-ს. საცდელი თესლი დაითესა 14 მაისს. თითო ჭურჭელში ჩათესეთ ხუთ-ხუთი თესლი. როგორც წინა წელს, თესლი ორი დღით ადრე აღმოცენდა იმ ვარიანტებზე, სადაც თესლი დამბალი იყო ბორისა და მანგანუმის ხსნარებში. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ მცენარეთა რაოდენობა იმ ვარიანტებზე, სადაც შაქრის ჭარხლის თესლი ბორისა და მანგანუმის ხსნარებში იყო დამუშავებული, 4,5—13,6%-ით მეტი იყო ფონთან შედარებით.

რადგან ცდა დაყენებული გვქონდა მცირე ტევალობის ჭურჭელში, მცენარეები გამოკვეთებთ გამოხშირიდან 12 დღის შემდეგ. გამოხშირვა და გამოხშირულ მცენარეთა აწონა ჩავატარეთ 10 ივნისს ორი წყვილი ნამდვილი ფოთლის ფაზაში. ცდა აღებულ იქნა 26 ივლისს. შედეგები მოყვანილია ცხრილში. საერთო მდგომარეობას გამოხშირვის მომენტისათვის გვიჩვენებს სურ. 1.

როგორც ვხედავთ, ბორისა და მანგანუმის ხსნარებში თესლის დაღობვით გამოწვეული ბიოქიმიური ცვლილებები მეტი სიძლიერით იჩენს თავს აღმოცე-

ბორისა და მანგანუმის ხსნარებში თესლის დაღობვის გავლენა ზრდა-განვითარებაზე

ნების და პირველდაწყებითი ზრდის დროს, სწორედ ამიტომ გამოხშირულ მცენარეთა წონა, საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით, უფრო მეტ სხვაობას იძლევა, ვიდრე ძირების წონა ცდის აღებისას. მაგრამ, მიუხედავად ამისა, ძირების წონის მატება ფონთან შედარებით ჩვენს ცდაში მაინც 8,5—14,0% უდრის, რაც სავსებით დამაკმაყოფილებელია, მით უმეტეს, რომ ბორისა და მანგანუმის გამოყენების ეს წესი მეტად მარტივი და იაფია და ყოველთვის აანაზღაურებს გაწეულ შრომას.

ცხრილი
ბორისა და მანგანუმის ხსნარებში ჭარხლის თესლის დაღობვის გავლენა მცენარის პირველდაწყებით ზრდასა და ძირის წონაზე

№ პარაგრაფი	ც დ ის ს ქ ე მ ა	ერთი მცენარის საშუალო წონა გამოშვების დროს — 10 VI (გ-ბით)	% ფონთან	ძირის საშუალო წონა მოსავლის აღებისას — 26.VII (გ-ბით)	% ფონთან
1	ჭარხლის თესლი, დამბალი წყალში 24 საათის განმავლობაში (ფონი)	0,42	100	36,4	100
2	ჭარხლის თესლი, დამბალი 24 საათის განმავლობაში $H_2B_4O_7$ -ის 0,02%	0,47	111,9	38,2	105,2
3	ჭარხლის თესლი, დამბალი 24 საათის განმავლობაში $H_2B_4O_7$ -ის 0,05%	0,49	119,0	39,5	108,5
4	ჭარხლის თესლი, დამბალი 24 საათის განმავლობაში $H_2B_4O_7$ -ის 0,1%	0,47	111,9	38,8	106,5
5	ჭარხლის თესლი, დამბალი 24 საათის განმავლობაში $MnSO_4$ -ის 0,1%	0,51	121,4	40,8	112,0
6	ჭარხლის თესლი, დამბალი 24 საათის განმავლობაში $MnSO_4$ -ის 0,5%	0,51	121,4	41,5	114,0
7	ჭარხლის თესლი, დამბალი 24 საათის განმავლობაში $MnSO_4$ -ის 1%	0,48	114,2	39,8	109,3

ჩვენ მიერ გამოცდილი სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარებიდან ყველაზე კარგი გამოდგა ბორის მჟავას 0,05% და მანგანუმის სულფატის 0,5% ხსნარი.

მიკროელემენტების ხსნარებში თესლი ღებება 24 საათის განმავლობაში. თესლისა და ხსნარის შეფარდება უნდა იყოს ასეთი — 1:3. ერთ ჰაზე შაქრის ჭარხლის დასათესად, 32 კგ სათესი ნორმის დროს საჭიროა 90-95 ლიტრი 0,05%-იანი ბორის მჟავას და 0,5%-იანი მანგანუმის სულფატის ხსნარი. ამ კონცენტრაციის ხსნარების დასამზადებლად საჭიროა 45-48 გ ბორის მჟავა და

450-480 გ მანგანუმის სულფატი. ნიადაგში შეტანისას კი იხარჯება 11 კგ-ზე მეტი ბორის მჟავა და 30 კგ მანგანუმის სულფატი, ან 25-30 კგ მარგანეცის შლამი.



სურ. 1

ამრიგად, თესლის დაღობვისას საჭიროა 200-ჯერ ნაკლები ბორის მჟავა და 60-ჯერ ნაკლები მანგანუმის სულფატი, ვიდრე ნიადაგში შეტანისას.

დასკვნა

1. ბორისა და მანგანუმის ხსნარებში თესლის დაღობვა ზრდის თესლის აღმოცენების უნარსა და ენერჯის.

2. ხსნარში დაღობვით თესლში მომხდარი ბიოქიმიური ცვლილებები უფრო მეტი სიძლიერით იჩენს თავს ზრდის საწყის სტადიაზე. თესლს დაღობვით შაქრის ჭარხლის ძირის მატება 8,5—14% უდრის.

3. ბორისა და მანგანუმის გამოყენების ეს წესი ყურადღების ღირსია სიიფისა და სიმარტივის გამო. ამ მეთოდის პრაქტიკული გამოყენებისათვის საჭიროა ფართო მასშტაბით ჩატარდეს ლაბორატორიულ-მინდვრული და საწარმოო ხასიათის ცდები საქართველოს მეჭარხლეობის ძირითად რაიონებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და
მელიორაციის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.9.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Е. А. Гудько. Влияние микроэлементов на урожай хлопчатника. Труды конф. по микроэлементам. Изд. АН СССР, Москва, 1952.
2. Ф. Е. Маленев. Влияние микроэлементов на урожай и устойчивость картофеля к болезням. Земледелие, № 2, 1954.
3. А. Г. Михайловский и М. М. Смельняк. Предпосевная обработка семян растворами микроэлементов. Земледелие, № 7, 1954.
4. М. Школьник и К. Макарова. Повышение урожайности ячменя с помощью предпосевной обработки семян в растворе борной кислоты. Достижения науки и передового опыта в сельском хозяйстве, № 4, 1954.

გომბრაფია

ლ. ვლადიმეროვი

თუშეთის მდინარეთა ჩამონადენის გამოკვლევებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ჯავახიშვილმა 15.1.1956)

1951 წლამდე თუშეთი მდინარეთა ჩამონადენის რეჟიმის მხრივ სრულიად გამოუკვლეველი იყო.

კავკასიის ან საქართველოს მდინარეთა ჩამონადენისადმი მიძღვნილ შრომებში [1,2,5,6] თუშეთის მდინარეთა ჩამონადენის გეოგრაფიული განაწილება და რეჟიმი სქემატურად შეუქმდებოდა.

მაგრამ ეს დახასიათებები ემყარებოდა მომიჯნავე აუზების ჩამონადენის საკმაოდ უხეში მონაცემების ინტერპოლაციას, ჩამონადენთა შესახებ გვაძლევდნენ მხოლოდ ზოგად წარმოდგენას.

1951 წელს სცადეს დაეხასიათებინათ თუშეთის მდინარეთა ჩამონადენი იმ დროისათვის არსებული ორთვიანი დაკვირვებისა და მდ. ალაზანზე დაკვირვების მონაცემების მიხედვით. ამ ცდებმა მიგვიყვანა საკმაოდ გადაჭარბებულ მონაცემებთან თუშეთის მდინარეთა ჩამონადენის შესახებ. ვერტიკალური ზონალობა და მთიან ოლქებში ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება მხედველობაში მიღებული არ ყოფილა.

ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტმა 1952 წელს პირველად მიიღო უტყუარი მონაცემები თუშეთის მდინარეთა ჩამონადენის შესახებ. არ იყო საქართველოს სსრ ჰიდრომეტსამსახურის სამმართველოს მიერ თუშეთში ჩატარებული მოკლევადიანი, ხოლო გარემომცველ მდინარეებზე მრავალწლიანი სტაციონარული დაკვირვებების მასალები და გეოგრაფიის ინსტიტუტის ექსპედიციის მონაცემები.

მონაცემები თუშეთის მდინარეთა ჩამონადენის შესახებ დაზუსტდა 1953 წელს [3,4].

გარემომცველ მდინარეთა შესახებ დაკვირვებათა გრძელრივიანი მონაცემები გამოყენებულია ჩამონადენთა კანონზომიერების დასაყარებლად და აგრეთვე როგორც ანალოგები.

თუშეთი წარმოადგენს ანდის ყოისუს ზემო დინების აუზს, შემოსაზღვრულს სამხრეთიდან მთავარი ქედით, ჩრდილოეთიდან კი უფრო მაღალი გვერდითი ქედით.

თუშეთის ძირითადი მდინარეებია თუშეთის ალაზანი და პირიქითის ალაზანი. მათი შერთვის შემდეგ მდინარეს თუშეთის ალაზანი ჰქვია და მხოლოდ ქვემოთ, დაღესტნის ტერიტორიაზე, მას ანდის ყოისუს ეძახიან.

თუშეთში მდინარეები ლებულობენ შერეული სახის კვებას: ყინულოვან, თოვლის, წვიმისა და მიწისქვეშა წყლებისაგან. უმეტესი მნიშვნელობა მაღალ-მთიანეთის თოვლსა და მიწისქვეშა წყლებს აქვთ.

უზარმაზარი ქვაყრილებისა და თიხა-ფიქლების ძლიერი დაქუცმაცებულობა ხელს უწყობს მიწისქვეშა წყლების ფორმირებას.

ქვაყრილები აკუმულირებენ მდნარ წყლებს, რომლებიც ვოკლუზიის სახით გამოედინებიან ქვაყრილების ქვეშ.

დიდი დებიტით ხასიათდება სალ კლდეთა ნაპრალებიდან გამომავალი წყაროები, რომლებიც სწრაფად წარმოშობენ ციცაბო ფერდობზე მშფოთვარედ ჩამომდინარე მდინარეებს.

მიწისქვეშა კვება დაკავშირებულია უმთავრესად თუშეთ-ალაზნის ზედა და საშუალო დინებასთან, პირიქითის ალაზნისა და მის შემდინარეებთან.

ყინულოვან კვებას ლებულობენ მხოლოდ გვერდითი ქედის სამხრეთ ფერდობის მდინარეები—პირიქითის ალაზნის მარცხენა შემდინარეები.

ალაზნის აუზში გაყინვარების მოედანი დართლოს წყალსაზომ სადარაჯომდე შეადგენს $5,2^0/0$ -ს, შესართავამდე კი $4,6^0/0$ -ს.

თუშეთი ჩრდილო კავკასიიდან ამიერკავკასიაში გარდამავალ კლიმატურ ზონაში მდებარეობს.

ე. ნაფეტვარიძის [7] გამოკვლევების მიხედვით, თუშეთში ამინდის პირობებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სამხრეთის ციკლონურ და ტალღური აღრევების გავლენას. ამ პროცესების დროს თუშეთში საკმაოდ საგრძნობი რაოდენობის ნალექი მოდის.

ამ აუზების დატენიანებაში ბევრად უფრო ნაკლებ როლს თამაშობენ აღმოსავლეთიდან და დასავლეთიდან შემოჭრის პროცესები.

თუშეთის ჰავა ხასიათდება მკვეთრად გამოხატული კონტინენტურობით; ცივი, საკმაოდ ხანგრძლივი ზამთრით, გრილი ზაფხულით და დღეღამური ტემპერატურის დიდი ამპლიტუდით.

ნალექთა რაოდენობა და თოვლის საფარის სიძლიერე მაღალმთიანი კავკასიის დასავლეთით იმავე სიმაღლეზე მდებარე რაიონებთან შედარებით აქ საგრძნობლად და დაქვეითებული [7].

თავისი ბუნებრივი პირობებით თუშეთი ბევრად უფრო ახლო მთავარი ქედის ჩრდილოეთ, ვიდრე სამხრეთ ფერდობის მდინარეთა აუზთან.

თუშეთის მდინარეებზე საშუალო ჩამონადენის სიდიდე და მისი ცვალებადობის ხასიათი სიმაღლესთან ერთად თითქმის მდ. თერგის ზემო დინების აუზის ანალოგიურია. საშუალო ჩამონადენის ვერტიკალური ზონალობა თუშეთში კარგადაა გამოხატული. თუშეთის საშუალო ჩამონადენის მოდული შეადგენს 30 ლ/სეკ/კმ²-დან უფრო ტენიან დასავლეთ ნაწილში 15 ლ/სეკ/კმ²-მდე შედარებით გვალვიან აღმოსავლეთ ნაწილში.

შემდეგ დაღესტანთან საზღვრიდან აღმოსავლეთისაკენ შეფარდებითი წყლიანობის უფრო მკვეთრი შემცირება წარმოებს.

თუშეთის მდინარეების წლიური ჩამონადენის ვარიაციის კოეფიციენტი თუ გარემომცველ მდინარეებზე დაკვირვებების მონაცემების მიხედვით ვიშჯალებზე, $0,10-0,15$ შეადგენს.

თუშეთის მდინარეთა წლიური ჩამონადენის მცირე ცვალებადობა სი-
მალოს მიხედვით კლიმატური ელემენტების ცვალებადობის შემცირებით
აიხსნება.

თუშეთის მდინარეთა ჩამონადენის რეჟიმი ტიპობრივია მაღალმთიანი
ოლქისათვის, რომელიც იზოლირებულია მაღალი ქედებით. ეს იზოლირება
აძლიერებს ჰავის კონტინენტურობას.

ზამთარში თუშეთის მდინარეები ხასიათდება მდგრადი რეჟიმით, მაგ-
რამ ყინულხერგოვანი მოვლენები ხანდახან იწვევენ დებიტის ხანმოკლე, მაგ-
რამ მკვეთრ მერყეობას. ზოგიერთი მდინარე დროდადრო ხარჯავს მთელ წყალს
ზეყინულის წარმოქმნაზე. ცალკეულ შემთხვევებში შეიძლება დებიტის არა
მხოლოდ მკვეთრი დაქვეითება, არამედ, ყინულოვანი პროცესების გავლენით,
ჩამონადენის სრული შეწყვეტაც კი.

ზამთრის პერიოდში თუშეთის მდინარეთა კვება მიწისქვეშა წყლებით,
წყაროების სიმრავლესთან დაკავშირებით, საკმაოდ მნიშვნელოვანია.

წყალდიდობა ადრე იწყება და ადრევე მთავრდება შედარებით უფრო
თბილ და ყინულოვან კვებას მოკლებულ თუშეთის ალაზნის აუზში.

პირიქითის ალაზნის აუზში ყინულოვანი კვების არსებობა განაპირობებს
წყალდიდობის უფრო გვიან დამთავრებას და ხარჯის დიდ დღეღამურ ამპ-
ლიტუდას.

წყალდიდობა თუშეთში ფორმირდება მხოლოდ და მხოლოდ თოვლიანი
და ყინულოვანი წყლების ხარჯზე.

თუშეთის ყველა შედარებით მნიშვნელოვანი მდინარე საწყისს ყინულე-
ბიდან და თოვლიდან იღებს.

საკმაოდ მნიშვნელოვანი გაზაფხულის ნალექები აქ (წლიური რაოდენო-
ბის 30%-მდე) შუა და ზემო ზონებში მოდის თოვლის სახით, რომელიც მხო-
ლოდ ზაფხულში დნება.

უფრო უხვია ზაფხულის სეზონების ნალექები (წლიური რაოდენობა და-
ახლოებით 40%). მაგრამ ზაფხულშიც ნალექის მოსვლას მეტწილად თან ახ-
ლავს ტემპერატურის საგრძნობი დაცემა, რის შედეგადაც ზემო ზონებში ნა-
ლექი თოვლის სახით მოდის. ამიტომ თუშეთის მდინარეებზე, როგორც წესი,
წვიმები არ იწვევენ ჩამონადენის საგრძნობ გადიდებას. შემოდგომის პერიოდი
ხასიათდება ჩამონადენის შემცირებით, რაც გრძელდება ზამთრის წყალმცი-
რობამდე.

შემოდგომის წვიმები აქ მხოლოდ იშვიათ წლებში იწვევენ ჩამონადენის
მცირე გადიდებას, რადგან აუზების ზემო ნახევარში ნალექები ამ დროს ჩვე-
ულებრივ თოვლის სახით მოდის.

თუშეთში ჩამონადენის პროცენტული განაწილება თვეების მიხედვით
ასეთ სურათს იძლევა:

ყველაზე უხვწყლიანი თვე პირიქითის ალაზანზე, რომელსაც აქვს უფრო
მაღალი აუზი და დებულობს ყინულოვან კვებას, ივლისია, თუშეთის ალაზანზე
კი—ივნისი.

შედარებით უფრო წყლიან სეზონად ითვლება ზაფხული, ამასთანავე, პირ-
იქითის ალაზანზე ჩამონადენი ზაფხულის განმავლობაში შეადგენს ნახევარზე

ბელოვოდა

ბ. მახანი

კოლხიდის სერიის ასპიის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. კაპარავამ 12.3.1956)

ცენტრალურ სამეგრელოს დებრესიაში ფართოდ გავრცელებულია კონტინენტალური ნალექების წყება, რომელიც პირველად 1928 წ. ბ. მეფერტი-მა [4] გამოყო პორფირიტული კონგლომერატების სახელწოდებით, ხოლო უფრო გვიან მას მ. ძველია იამ [2] კოლხიდის სერია უწოდა.

წყების ასაკი დღევანდლამდე საკამათო საკითხია მკვლევართა შორის. ბ. მეფერტი და ავტორთა ერთი ნაწილი ამ წყებას ასაკობრივად კიმერულ სართულს უტოლებს, ავტორთა მეორე ნაწილი — პლიოცენურის უფრო ახალგაზრდა ჰორიზონტებს, ხოლო მ. ძველია — მთელი დროის მონაკვეთს პონტური სართულიდან ჩაუდურამდე ჩათვლით, მაშინ, როცა ჩვენი მონაცემებით ის შეიძლება მეოთხეულს მიეკუთვნოს.

წყება გავრცელებულია ენგურს, ხობისწყალს, ოხსომურსა და ტეხურს შორის მდებარე წყალგამყოფებზე. ჩრდილოეთით წყება სამეგრელოს ქედის სამხრეთ კალთით ისაზღვრება, სამხრეთით კი ქ. ზუგდიდის პარალელამდე აღწევს. წყება თითქმის ჰორიზონტალურადაა განლაგებული და მკვეთრი უთანხმოებით ფარავს მესამეული ნალექების სხვადასხვა ჰორიზონტს. ჩვენი და დ. პაპავას დაკვირვებით, ეს წყება შედგენილია არამკაფიო შრეებრივი და სუსტად შეცემენტებული ბრექჩიებით და კონგლომერატებით, უსტრუქტურო თიხნარებითა და ცუდად დახარისხებული ფხვიერი ქვიშაქვებით. ბრექჩიები და კონგლომერატები თითქმის მთლიანად შედგენილია ძლიერ გამოფიტული პორფირიტული წყების ქვარგვალებით, რომელთა შორის ზოგ ადგილას, მაგალითად, სოფ. ნაკიანთან, გ. გუჯაბიძის მონაცემების თანახმად, ანდეზიტ-ბაზალტებისა და არკოზული ქვიშაქვების ქვარგვალეხსაც ვხვდებით. ქ. ზუგდიდის აღმოსავლეთით, ს. ნარაზენის მიდამოებში წყების ქვედა ნაწილში პირველად გ. ქელიძემ აღნიშნა დიდალი გრანიტული ქვარგვალეხის არსებობა, რაც ჩვენი მონაცემებითაც დასტურდება. გრანიტული ქვარგვალეხი ჩემ და დ. პაპავას მიერ შემჩნეულ იქნა აგრეთვე წყების ფუძეში რაიონის ჩრდილოეთ ნაწილში მდ. ინწრის ხეობაში ს. საჩინოსთან. აქა-იქ წყების ჭრილში პორფირიტული წყების ქვარგვალეხს შორის ვხვდებით, როგორც გამონაკლისი, კირქვის ქვარგვალეხსაც, რაზედაც წინა მკვლევრებიც მიუთითებენ [2,4].

მთელი წყება აგურისფერია და ამიტომ ადგილობრივ მოსახლეობაში ცნობილია ქითადიხის (წითელი მიწა) სახელწოდებით. გამოფიტვის შემდეგ ეს წყება ხელსაყრელ ნიადაგს წარმოშობს ჩაის კულტურის მოშენებისათვის. მასზე საბჭოთა მეურნეობისა და წალენჯიხის, ზუგდიდის, ჩხორწყუსა და გემგეჰკორის რაიონების კოლმეურნეობათა ჩაის მრავალი პლანტაციაა გაშენებული. წყების წითელი ფერი მასშივე არსებული ლითონიანი მადნეული მინერალების გამოფიტვითაა წარმოშობილი. გ. გუჯაბიძის მონაცემით, წყების თიხნარების ცალკეულ ნიმუშებში ს. ქაქვიჯთან რკინისა და მარგანეცის ჰიდროორჟანგების რაოდენობა 30—35% აღწევს (თვითეულისათვის).

ასეთი სპეციფიკური ლითოლოგიური შედგენილობისა და ფერის გამო ეს წყება, რომელიც უფრო მართებულად შეიძლება წოდებულ იქნეს ქითადიხის წყებად, ადვილად გამოიყოფა ყველა სხვა მის ქვეშ განლაგებული ნალექიდან. რადგანაც წყების დახრის კუთხე ძლიერ მცირეა და არსად არ აღემატება 2°-ს, ის ფართოდაა გავრცელებული მხოლოდ წყალგამყოფებზე, ხოლო მისი ფუძე, ამ რაიონისათვის დამახასიათებელი საკმაოდ რთული დაბალმთიანი რელიეფის გამო, მართალია, რუკაზე ძლიერ დაკლაკნილ კონტურს იძლევა, მაგრამ ოჩხამურის, ქანისწყლისა და ხობისწყლის მდინარეთა ხეობების შესატყვის ფერდობებზე წყებას შეიძლება გავდიოთ ათეული კილომეტრების მანძილზე ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ. ამავე მიმართულებით, რაც წყების დაქანებას ემთხვევა, მისი შემადგენელი ქვარგვლების დიამეტრი თანდათან მცირდება. სამეგრელოს ქედის სამხრეთი კალთის გასწვრივ სოფლების: ჯვარის, ჩყვალერის, ჯვალისა და სანაჭყებიოს მიდამოებში ქვარგვლების დიამეტრი 1 მ აღწევს, მაშინ როცა სამხრეთ სამეგრელოში კორცხელის, ნარაზენის, ქაქვიჯისა და ძველი აბასოუმნის მიდამოებში 0,1—0,2 მ არ აღემატება.

ეს მონაცემები საშუალებას გვაძლევს დავუშვათ ქითადიხის წყების დაგროვება ძირითადად სამეგრელოს ქედის ბაიოსური პორფირიტული წყების რეცხვისა და დაშლის ხარჯზე. მაგრამ, ამასთან ერთად, საჭიროა ავხსნათ იმის მიზეზი, ქითადიხის წყების შედგენილობაში უმნიშვნელო როლს რატომ თამაშობს კირქვის ქვარგვლები, რომლითაც შედგენილია ამ წყების ქვეშ განლაგებული ქვედა პლიოცენური (პონტური და მეოტური) სქელი კონგლომერატები, ხოლო სამეგრელოს ქედის სამხრეთი ფერდის ცარცული და ქვედა პალეოგენური კირქვების უწყვეტი ზოლი ჩრდილოეთით უშუალოდ აკრავს ქითადიხის წყების დაგროვების დებრესიას, მაშინ როცა გრანიტული ქვარგვლების პირველადი წყაროები, ასეთებად თუ ჩავთვლით კავკასიონის წყალგამყოფს (ჩრდილოეთით) და ძირულის მასივს (აღმოსავლეთით), გაცილებით შორს მდებარეობენ ამ დებრესიიდან.

სოფლების: ჯიხასკარის, კორცხელის, ქაქვიჯისა და ორჯონიკიძის მიდამოებში ქითადიხის წყება უთანხმოდაა განლაგებული პონტური სართულის ფაუნით დახასიათებულ ნალექებზე, ხოლო ახალსოფელთან კი შესაძლებელია კიდევ უფრო ახალგაზრდა თიხიან შენარზე, რომელიც შერჩენილია სინკლინის ღერძულ ნაწილში და, მიკროპალეონტოლოგ ზ. იმნაძის დასკვნის

თანხმად, შეიცავს გურიისა და კოლხიდის ველის პლიოცენური, განსაკუთრებით კი ზედა პლიოცენური ნალექებისათვის (გურიისა და ჩაუდური შრეები) დამახასიათებელ შემდეგ მიკროფაუნას *Loxococoncha mitridata* Liv., *Lox. ex. gr. eichwaldi* Liv., *Cythere pravoslavlevi* Schw., *Kaspiocypris duabiensis* sp. n., *K. acronasuta* (Liv).

ეს მონაცემები საშუალებას გვაძლევს დავეშვათ ჭითადიხის წყების მეოთხეული ასაკი, ყოველ შემთხვევაში ის პონტურზე უფრო ახალგაზრდაა. წყების ზედა საზღვარი ეროზიის გამო არსად შენახულა, ხოლო მისი იმ ნაწილის სიმძლავრე, რომელიც დენუდაციას გადაურჩა, სამეგრელოში 150 მ აღწევს წალენჯიხის რაიონული ცენტრის ცოტა ჩრდილოეთით ს. მაზანდარასთან.

რადგანაც ამ მუხჯი წყების ზუსტი სტრატეგრაფიული საზღვრები არსად არა გვაქვს, ამიტომ ჩვენი მოსაზრების დასასაბუთებლად ამ წყების მეოთხეული ასაკის შესახებ იძულებული ვართ დამატებით სხვა ფაქტებიც მოვიშველიოთ. ჯერ-ერთი ის, რომ ჭითადიხის წყება პონტურზეა განლაგებული, მოწმობს, როგორც აღვნიშნეთ, რომ ის პონტურ სართულზე უფრო ახალგაზრდაა. ამასთან ერთად, როგორც ბურღვამ და დაკვირვებებმა გვიჩვენა, კოლხიდის ველის დასავლეთ ნაწილში პლიოცენური უწყვეტი ქრილითაა წარმოდგენილი, ხოლო კიმერული სართულის ნალექები (ფაუნით) ქ. ცხაკაიასთან მკვეთრად და დანაოკებული და მესამეულისა და ცარცულის სხვა უფრო ძველ ჰორიზონტებთან ერთად მონაწილეობენ ეკის ანტიკლინის სამხრეთ ან შეცოცებით გარღვეული ფრთის აგებულებაში.

ბურღვამ გვიჩვენა, რომ ჩაუდური შრეებიც გურიაში სუფსა-ომფარეთის ჩრდილოეთი შვეული ფრთის აგებულებაში იღებენ მონაწილეობას. ეს მონაცემები და აგრეთვე ის გარემოება, რომ პლიოცენურ ჰორიზონტებს შორის დასავლეთ საქართველოში საგრძნობი კუთხური უთანხმოება არ არსებობს, მიგვითითებს, რომ პლიოცენური ნალექების ძირითადი დანაოკება მოხდა ან პლიოცენის ბოლოს, ჩაუდური საუკუნის მიწურულში, ან უფრო გვიან — მეოთხეულის დასაწყისში. ამ დანაოკებაში არ მონაწილეობს ჭითადიხის წყება, ის უფრო ახალგაზრდაა ამ დანაოკებაზე, თვითონ კი ძლიერ სუსტად არის დისლოცირებული და ამიტომ შეიძლება ასაკობრივად მხოლოდ მეოთხეულს მიეკუთვნოს.

მართალია, კოლხიდის ველის ფარგლებში და ცენტრალური სამეგრელოს დებრესიის მრავალ ადგილას პლიოცენური ნალექებიც სუსტადაა დანაოკებული, რაზედაც მიგვითითებს ზოგიერთი წინა მკვლევარი, მაგრამ ამასთან ერთად დასავლეთ საქართველოს რიგ რაიონებში, მაგალითად, სოფლების: სუფსის, საეჯიბიოს, ქვალონის მიდამოებში და ეკის, ნაქალაქეისა და ურთის ანტიკლინების ფრთებზე ამ ნალექებს, ი. კ ა ქ ა რ ა ე ვ ა ს ა [3] და ჩვენი მონაცემების თანახმად, მაღალი ვარდნის კუთხე აქვთ და საკმაოდ მკვეთრ დანაოკებას განიცდიან, ხოლო ქ. ცხაკაიასთან, როგორც აღვნიშნეთ, გარღვეული არიან შეცოცებით. ასევე მაღალი დაქანების კუთხითაა განლაგებული მეოტურ-პონტური კონგლომერატები სამეგრელოს ქედის სამხრეთ ფერდის გა-

სწვრივ, სოფლებს: ჯგალის, მუხურისა და ნაფიჩხუოს მიდამოებში, ხოლო ცოტა აღმოსავლეთით ამავე ზოლის გაგრძელებაზე ს. ყულუსთან ეს კონკლომერატები გადაბრუნებულია სამხრეთით და მათზე მკვეთრი უთანხმოებით განლაგებულია ჭითადიხის წყება. უკანასკნელი დაქანებულია სამხრეთ-აღმოსავლეთით. დაქანების კუთხე 2°-ს არ აღემატება. ამ უთანხმოებას უნდა დავემთხვეს აქ მესამეულ და მეოთხეულ ნალექებს შორის სახლვარი.

მაგრამ ჭითადიხის წყება მთელ მეოთხეულ პერიოდს როდი მოიცავს. მასში გამოჩნდებულია უძველესი იმ ტერასებიდან, რომელიც მდ. ენგურს შეუქმნია სამეგრელოს ფარგლებში. ამ ტერასის ფუძე ინგურსა და ჭანისწყალს შორის წყალგამყოფზე, წალენჯიხის ჩაის ფაბრიკასთან და ს. ს. ლიასა და ოხარკალუს მიდამოებში მდებარეობს 300—350 მ აბსოლუტურ სიმაღლეზე. მეორე, უფრო დაბალი ტერასა იმყოფება 250—270 მ სიმაღლეზე, ხოლო თანამედროვე ტერასა მდ. ენგურს მიუყვება ფართო ზოლად. მდ. ენგურის დონე მდ. მაგანის შესართავიდან 2 კმ ჩრდილოეთით იმყოფება 266,7 მ, ს. ჯვართან — 251 მ, ს. ფახულანთან — 189,1 მ, ხოლო ს. ოცარცეს ახლოს 121 მ, რაც შეადგენს მდინარის 1 კმ სიგრძეზე 5—6 მ დახრას მისი დინების მიმართულებით.

დაახლოებით ასეთივე დაქანებით სამხრეთისაკენ ხასიათდება ენგურის სამივე ტერასა ს. ჯვარსა და ქ. ზუგდიდის პარალელებს შორის, ხოლო უფრო სამხრეთით პირველი ორი ზედა ტერასა თანდათან იძირება და ბოლოს კი ისინი არავითარ გამოსახულებას არ პოულობენ კოლხიდის ველის ზღვიური ნაპირის დაბალ რელიეფზე, სადაც უწყვეტი და სქელი (500 მ) მეოთხეული ტერიგენული ნალექები ზღვიურივე ფაუნითაა დახასიათებული. ეს მონაცემები საშუალებას გვაძლევს ჭითადიხის წყება ზღვიური მეოთხეული ნალექების ქვედა ნაწილის (ძველი ევქსინური, უზუნღარული და კარანგანტული შრეების) სინქრონულად ჩავთვალოთ, ენგურის ტერასები კი — ანთროპოგენის უფრო ახალგაზრდა ჰორიზონტების ანალოგობად.

ჭითადიხის წყების გენეზის შესახებ შეიძლება გამოვთქვათ აზრი, რომ ის წარმოქმნილია კონტინენტურ აკუმულატურ დეპრესიაში, ნალექების თავისუფალი აერაციის პირობებში. ეს დეპრესია წყების დალექვამდე თუ ნიველირებული არა, ყოველ შემთხვევაში, საკმაოდ მოვაკებული იყო, რასაც მოწმობს ამ წყებასა და უფრო ძველ ნალექებს შორის კონტაქტის მშვიდი ხასიათი. დეპრესიაში დაილექა ძირითადად სამეგრელოს ქედზე განვითარებული ბაიოსური ქანების დაშლის ხარჯზე წარმოქმნილი ვულკანოგენური მასალა. ცარცული და უფრო ახალგაზრდა ჰორიზონტები ჭითადიხის წყების დალექვამდე ამ ქედის მხოლოდ სამხრეთ ფერდს შერჩა. ამ ფერდის ცარცული ნალექების ნაშალი მასალა შეადგენს იმ უმნიშვნელო მინარევს, რომელსაც ჭითადიხის წყება შეიცავს კირქვის ცალკეული ქვარგვლებისა და მათი მცირე გროვილების სახით. დაახლოებით ასეთივე შეფარდებითაა წარმოდგენილი იურული და ცარცული ნალექების ქვარგვლები მდ. ხობისწყლის თანამედროვე ალუვიონში ს. მუხურის ქვევით, სოფლების: ლეგახარეს, ხაბუმესა და ჩხოროწყუს მიდამოებში. ასეთ აზრს მთლიანად ეთანხმება იმავე მდინა-

რის აუზში ცარცული და იურული ნალექების ნაშალი და გამოტანილი მასალის მოცულობათა შეფარდება. მდ. ხობისწყალი და თითქმის ყველა დანარჩენი მდინარე სამეგრელოს ქედის ფარგლებში და მის მეზობელ აფხაზეთისა და ლეჩხუმის რაიონებში კირქვებში ქმნიან კანიონებს ან მის მსგავს ძლიერ ღრმა და ვიწრო ხეობებს, მაშინ როცა იურულ ნალექებში ამ მდინარეთა და მათი შენაკადების საკმაოდ ფართო ხეობების მქიდრო ბადა ვანეთარებული.

რაც შეეხება გრანიტულ ქვარგვალებს კითადიხის წყების რიგ კრილში, ისინი კავკასიონის წყალგამყოფი ნაწილიდან ძლიერი მდინარის, ენგურის მიერ უნდა იყოს მოტანილი სამეგრელოში.

საქართველოს ნავთობსარეწოს სამმართველო
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.3.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. И. Джанелидзе. К вопросу о геологическом строении центральной части Мегрелии. Сообщения АН ГССР, т. 2, № 3, 1941.
2. М. Ф. Дзвела я. Геологические исследования Мегрелии летом 1936 г., Труды ГИЦ Грузнефти, № 2, 1940.
3. И. В. Качарава. Геология южной части известняковой полосы Мегрелии Труды Груз. Геогр. общ-ва, т. I, 1939.
4. Б. Ф. Мефферт. Геологические исследования Мингрелии. Труды ГГру, вып. 64, 1931.
5. А. Б. Ульянов. Геологическая история Западной Грузии в третичное время. Изд. АН СССР, 1954.
6. Г. Ф. Челидзе. Стратиграфия миоценовых отложений антиклинальной складки Урта. Сообщения АН ГССР, т. XI № 1, 1953.

ქრისტალოგრაფია

ი. შილითაური

ზოზიერტი ფერადი ლითონის ქრისტალების ზრდის წახნაგების მიკრორაქიეფის შესწავლის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თავაძემ 22.3.1956)

ქრისტალების ზრდა, განსაკუთრებით კი სპირალური ზრდა, დიდ ინტერესს იწვევს მკვლევართა შორის.

გ. ლე მ ლ ე ი ნ მ ა [1], ერთ-ერთმა პირველთაგანმა, შეისწავლა სპირალური ზრდა კრემნიუმის კარბიდის ქრისტალების წახნაგებზე. უფრო გვიან ფ. ფრანკმა [2] შექმნა ქრისტალების სპირალური ზრდის დისლოკაციის თეორია. უკანასკნელ ხანებში გამოქვეყნდა ქრისტალების სპირალური ზრდის საკითხებისადმი მიძღვნილი მრავალი ნაშრომი [3, 4, 5, 6], გამოკვლეული და აღწერილია სპირალური მიკრორელიეფის მრავალი სახე. სპირალური ტერასები გვხვდება წრიული და მრავალკუთხა, ამოზურცული და ჩაღრმავებული, მარჯვენა და მარცხენა, ერთსაწყისიანი და მრავალსაწყისიანი. მრავალკუთხა სპირალების ფორმა შეესაბამება იმ წახნაგის სიმეტრიას, რომელზედაც ისინი ვითარდებიან. ხშირად სპირალური ტერასების გარშემოწერილობა ემთხვევა თვით წახნაგის გარე კონტურს [7].

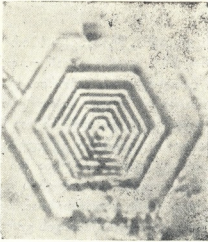
სპირალური ტერასების სიმაღლე სხვადასხვაგვარია, რადგან იგი დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორზე. გვხვდება სპირალური ტერასები, რომელთა სიმაღლე ათასობით ანგსტრემებით განისაზღვრება, და ისეთებიც, რომელთა სიმაღლე მესერის პარამეტრს უდრის. ამ უკანასკნელთა გამოსამკვლავებლად, რაც მიკროსკოპშიც კი ოდნავ შესამჩნევია, გ. ლე მ ლ ე ი ნ მ ა [8] შეიმუშავა ორგინალური მეთოდი, ეგრეთწოდებული „ნამის მეთოდი“. სპირალის პოლუსებზე დაკვირვებამ [7] ცხადყო, რომ ხშირად სპირალური ზრდის აქტიურ ცენტრებს წარმოადგენენ გარეშე მინარეგები.

ამ შრომის ავტორი მიზნად ისახავდა: 1. მიეღო Zn, Cd, Bi და Sb ქრისტალები ზრდის წახნაგებით და 2. შეესწავლა ამ წახნაგების მიკრორელიეფი.

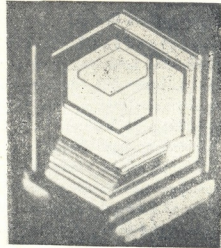
ქრისტალები იზრდებოდნენ როგორც თხევადი, ისე გაზოვანი ფაზისაგან. შიგნიდან ქვარტლით ან თუთიის ქლორიდით დაფარული მინის სინჯარა თავსდებოდა ლუმელში ($t = 450^{\circ}\text{C}$), სადაც ივსებოდა გამდნარი ლითონით [9].

სინჯარის თანდათანობით გადაადგილებისას ზემოთ, ლუმელის ღერძის გასწვრივ 10-12 სმ/წუთი სიჩქარით წარმოიქმნება კრისტალები კარგად განვითარებული ზრდის წახნაგებით. ზოგჯერ წახნაგის სიგრძე 12-15 სმ-ს აღწევს. ამ მეთოდით მიღებულია Zn, Cd და Bi-ის კრისტალები. უკანასკნელის (Bi) კრისტალებზე წარმოიქმნება შედარებით მცირე ზომის წახნაგები. ორთქლიდან კრისტალიზაციით მივიღეთ Cd და Sb კრისტალები.

1. თხევადი ფაზიდან გაზრდილი Zn და Cd (კლასი m. 6 : m) კრისტალების [0001] წახნაგთა მიკროსკოპული შესწავლისას გამოირკვა, რომ წახნაგთა უმრავლესობა დაფარულია ზრდის ტერასებით. უმრავლეს შემთხვევაში ტერასები ჩაკეტილია და ექვსკუთხედის სახე აქვთ (სურ. 1). ტერასების რაოდენობა, სიმაღლე და ზომა სხვადასხვა წახნაგზე სხვადასხვაა, ხოლო თითოეულ წახნაგზე ყველა ტერასი ერთნაირი ორიენტაციისაა. უნდა აღინიშნოს, რომ ყოველი ექვსკუთხა ტერასის ცენტრში იმყოფება ან მცირე ზომის ბურცობი, ან კიდევ სპირალური ხვია (სურ. 1.).



სურ. 1. Cd



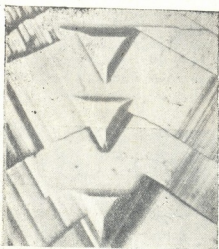
სურ. 2. Cd X134

ზოგჯერ ბურცობების წარმომქმნელი ტერასები თავისებური პროტუბერანცებითაა გადაკვეთილი. ცალკეულ შემთხვევებში წახნაგთა მიკრორელიეფი, ძირითადად, წარმოგვიდგება კონუსურსაფეხურებიანი ბურცობების სახით, რაც აგებულია წრიული ტერასებით.

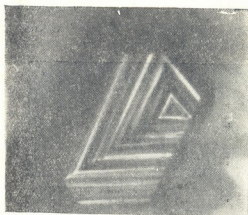
გაზური ფაზიდან გაზრდილ კადმიუმის კრისტალებს აქვს ფირფიტოვანი (ფენობრივი) სახე. ხშირად ყველაზე მეტად განვითარებულ [0001] წახნაგზე შეინიშნება ექვსკუთხა ტერასები, რომელნიც წარმოქმნიან მაღალსაფეხურებიან პირამიდულ ბურცობებს (სურ. "2.).

2. თხევადი მდგომარეობიდან გაზრდილი ბისმუტის კრისტალების [III] ზრდის წახნაგებზე, ჩანს სამკუთხა ტერასები (ნახ. 3). ჩვეულებრივ ეს წახნაგები სინჯარის კედლებთან შეხების ადგილას ძლიერ დეფორმირებულია, რაც დავშირებულია გამყარებისას ბისმუტის საგრძნობ გაფართოებასთან.

3. სურმის კრისტალები მიღებულ იქნა ორთქლიდან კრისტალიზაციით, დახშულ სინჯარაში (0,03 მმ ვერცხლისწყლის სვეტ. წნევის დროს). სინჯარის ქვემო ნაწილი მოვათავსეთ ლუმენში 450-500°C ტემპერატურით, ზემო ნაწილის ტემპერატურა კი შენარჩუნებულ იქნა 150-200°C 72 საათის განმავლობაში. სინჯარის ფსკერზე მყოფი სურმის ნაჭერი სუბლიმაციას განიცდიდა და მისი ორთქლი სინჯარის ზემო ნაწილში კრისტალდებოდა. ამის შედეგად გაი-



სურ. 3. Bi X386

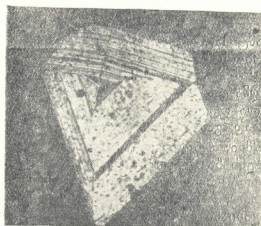


სურ. 4. Sb X68

ზარდა ძლიერ მცირე ზომის კრისტალები. ამ კრისტალთა შესწავლამ დაგვიანახა, რომ: ა) წახნაგები [III] ყველაზე მეტად არის განვითარებული და დაფა-



სურ. 5. Sb X383

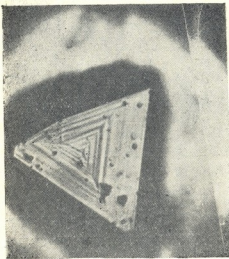


სურ. 6. Sb X86

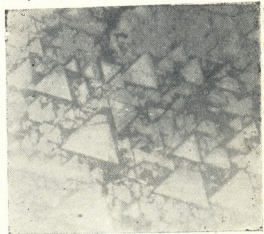
რული სამკუთხა ტერასებით (სურ. 4); ბ) უმეტეს შემთხვევაში ამ ტერასებს სპირალური ფორმა აქვს (სურ. 5); გ) ზოგ შემთხვევაში სპირალის პოლუსებში

შეინიშნება სამკუთხა პირამიდები (სურ. 6); დ) გვხვდება როგორც ერთსაწყისიანი, ისე მრავალსაწყისიანი სპირალები (სურ. 5 და 7).

მიკროსკოპულად შევისწავლეთ აგრეთვე თხევადი ფაზიდან გაზრდილი სურმის მონოკრისტალის პობის ზედაპირი [III]. ტექნოლოგიის სიბრტყის მიმართულებით კრისტალის გაპობისას მიღებულ იქნა ნიმუშები გლუვი ზედაპირით, რომელთა ცალკეული მცირე უბნები გაპობისას დეფორმირდებოდა. ამ ნიმუშებს ვათავსებდით სინჯარაში, სადაც ჰაერი მცირედ იყო გაუხშობიებული (0,03 მმ ვერცხლისწყლის სვეტ.). მას ვდგამდით ტიგელიან ლუმელში, რომელშიც 10-12 საათის განმავლობაში ტემპერატურა მერყეობდა 490-510° C ინტერვალით. ამის შემდეგ გაპობილ ზედაპირზე ხელმოკრედ ჩავატარეთ მიკროსკოპული დაკვირვება. აღმოჩნდა, რომ: ა) განაბობ ზედაპირზე [III] წარმოიქმნა ბრტყელი სამკუთხა ფიგურები (სურ. 8); ბ) სამკუთხედები ჩვეულებრივ



სურ. 7. Sb $\times 86$



სურ. 8. Sb $\times 383$

ფორმირებულია ერთმანეთის პარალელურად, ხოლო იშვიათ შემთხვევაში — ანტიპარალელურად; გ) ზოგჯერ ეს სამკუთხედები ერთდებიან და ქმნიან ერთ დიდ სამკუთხედს.

ბისმუტის, სურმის, თუთიისა და კადმიუმის კრისტალიზაციაზე ჩატარებულმა ცდებმა და მათი ზრდის წახანაგების გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ განხილული ლითონების კრისტალები განსაზღვრულ პირობებში შეიძლება სპირალურად გაიზარდოს. გამოკვლეულ წახანაგებზე სპირალური საფეხურები ძლიერ იშვიათად გვხვდება; ზრდის უფრო მეტად გავრცელებულ ფორმას წარმოადგენს ჩაკეტილი მრავალკუთხა ტერასი. მიკროსკოპულმა დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ ყოველი ტერასი გამოირჩევა შედარებით დიდი სიმაღლით. შემჩნეულ სპირალურ ტერასთა შორის გვხვდება როგორც მარჯვენა, ისე მარცხენა ერთსაწყისიანი და მრავალსაწყისიანი სპირალური ტერასები, რომლებიც ყოველთვის ქმნიან მაღალსაფეხურიან პირამიდულ ბურცოებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი
 თბილისი

6. ბარათაშვილის სახელობის
 გორის სს. პედაგოგიური
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუყვია 29.3.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. Г. Леммлейн. Вестник АН СССР, № 4, 1945, 119.
2. F. C. Frank. Crystal growth Farad. Soc. Discuss, № 5, 1949.
3. A. R. Verma. Spiral growth on Carborundum Crystal Faces, Nature, № 167, 1951, 939.
4. S. Amelinkx. Spiral growth on Carborundum Crystal Faces, Nature, № 167, 1951.
5. A. R. Verma. Interferometric observation of mosaic structure on the (111) face of a single crystal of germanium, Proc. Phys. Soc., № 4, 1954, 359—360.
6. N. Cabrera. Macroscopic spirals and the dislocation theory of crystal growth, I. Chem. Phys, № 6, 1953.
7. Н. В. Глики. О некоторых особенностях внутреннего строения кристаллов карбида, кремния и спирального микрорельефа их граней. ДАН СССР, т. ХСІХ, № 2, 1954.
8. Г. Г. Леммлейн. Обнаружение сверхтонкого рельефа кристаллической грани методом росы. ДАН СССР, т. 58, № 9, 1947.
9. Д. М. Чигвинадзе и Т. Н. Килитаური. Об образовании граней на поверхности металлического кристалла. Сообщения АН СССР, т. XIII, № 1, 1953.

ტანხა

დ. თოლორაია

ასაწყობი მშენებლობისათვის ჯოჯგური ამწის ახალი ტიპის
შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიევა 31.3.1956)

ინდუსტრიულ საბინაო-სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობაში
სამშენებლო დეტალების ძირითად სახეებად ხდებიან კედლის, სართულშუა
გადახურვის, ტიხრის და ა. შ. დიდზომიანი პანელები და ბლოკები, რომლებიც
გამზადების მაღალი ხარისხით ხასიათდებიან.

როგორც პრაქტიკა გვიჩვენებს, სამშენებლო დეტალების წონა მასობრივად
3-5 ტ აღწევს. ასეთი დეტალები ყველაზე უფრო მიზანშეწონილია დამზადე-
ბის, ტრანსპორტირებისა და შენობათა გავრცელებულ არქიტექტურ-კონსტრუ-
ქციულ გადაწყვეტასთან შესაბამისობის (დეტალები „ოთახზე“, „უჯრედზე“)
თვალსაზრისით.

მასობრივი 4-5-სართულიანი საბინაო-სამოქალაქო და სამრეწველო ასაწყ-
ობი მშენებლობა ჯერ კიდევ არაა უზრუნველყოფილი ტექნიკურ-ეკონომი-
ურად მიზანშეწონილი 3-5 ტ ტვირთამწეობის სამონტაჟო ამწეებით. ასეთი სა-
ხის ამწეები მძიმეა და ძვირი (იხ. ცხრ. 1).

მოცემულ საკითხში ძირითადი ამოცანაა მცირე წონისა და შესაბამისად
ეკონომიურად მიზანშეწონილ სამონტაჟო ამწეთა პრაქტიკაში დანერგვა. ისრი-
ანი ამწეების კონსტრუქციების ჩატარებული გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ ამ-
წის ტვირთამწეობის გადიდებისას მკვეთრად იზრდება მისი საკუთარი წონა.
ასეთ მოვლენას არა აქვს ადგილი არაისრიანი ამწეებისათვის. ამ სახის ამწეები-
დან მშენებლობაში ვრცელდება ჯოჯგური ამწეები. სსრკ ქვანახშირის მრეწვე-
ლობის სამინისტროს სისტემაში იყენებენ „პპკ-5“ ტიპის ამწის საცდელ ნიმუშს,
რომელიც დამუშავებულია ინსტიტუტ „გაბროუგლევტომატიზაციას“ მიერ;
ტრესტ „პრომსტანკონსტრუქციის“ საპროექტო კანტორამ დაამუშავა ორკონ-
სოლიანი ჯოჯგური ამწე. მშენებლობაში ჯოჯგურ ამწეებს ხშირად იყენებენ
საზღვარგარეთაც.

ჯოჯგურ ამწეთა ზემოხსენებული ტიპები ოთხსაყრდენიანებია. ცალკეულ
შემთხვევებში, ლიანდაგებზე მოწყობილი მოსაბრუნებელი წრეებით ან სპეცი-
ალური მოწყობილობებით, მუშაობისას მათ შეუძლიათ მოუარონ საბინაო-სამო-
ქალაქო შენობათა კუთხეებს. სამრეწველო მშენებლობებში გამოსაყენებლად
ასეთი ამწეები არ არიან განკუთვნილნი.



ცხრილი 1

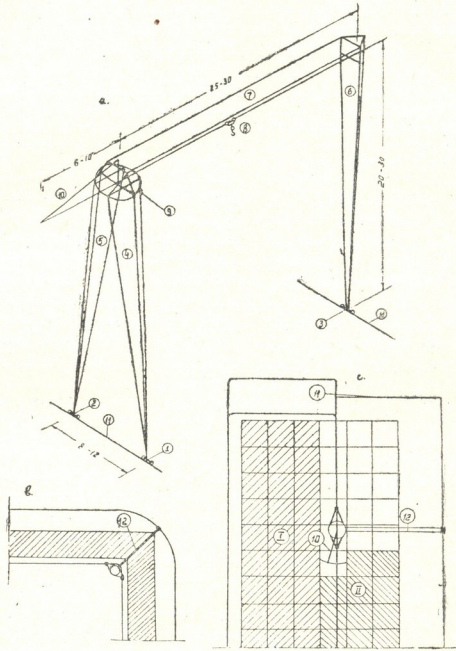
კატ. რიგზე	მაჩვენებლები	განზომილების ერთეული	სამონტაჟო ამწეების მოდელი						
			0-1004(1)	კ-232(1)	კკ-5	ბკმ-3-5-5(1)	ვილფი-45(1)	ფიტ-90(1)	ამწე 3 სასიარულო საბარუნებ. ურიკებით
1	ტვირთამწეობა	ტ.	1,7-8	2,5-12	5	3-5	1,5-6	3-6	5
2	საექსპლუატაციო ტვირთამწეობა	ტ.	5						
3	მანქანის მიერ შესრულებული ოპერაციების ჩამოთვლა		სრულდება სამონტაჟო პროცესის ოპერატორები—სამშენებლო დეტალების საობიექტო საწყობიდან აწვევა, მიწოდება და გამაგრება საპროექტო მდგომარეობაში						
4	წარმადობა		რადგან ამწეთა სამუშაო სიჩქარეები შედარებით ერთი და იგივეა და სამონტაჟო ციკლში ძირითადი ხედვრითი მნიშვნელობა აქვს ხელის სამუშაო ოპერაციების ხანგრძლივობას, ამწეთა წარმადობა დაახლოებით ერთი და იგივეა. მაგალითად, სნ და წ-ის მიხედვით ამწეთა წარმადობა საათში აღწევს მონტირებულ რკინაბეტონის კედლისა და ტიხრების პანელების, წონით 3 ტ მეტს (3 გ ³)						
5	წონა $\frac{\text{საერთო კონსტრუქციული}}$	ტ.	39	44	35,8	$\frac{60,4}{28,4}$	$\frac{50}{23}$	$\frac{—}{46}$	20-25
6	ლიტონის წონა (კონსტრუქციული) 1 საათში პროდუქციის განზომილებაზე—1 მ ² მონტირებულ რკინაბეტონზე (იხ. პუნქტი 4)	ტ.	13	14,3	11,9	9,5	7,7	15,3	6,7-8,3
7	გაბარითები		უზრუნველყოფენ სამონტაჟო ზონის ორგანიზაციას 4-5-სართულიან ასაწყობ მშენებლობაში						
8	ძრავების საერთო სიმძლავრე	ც. ძ.	120	150	47	72	75	—	50
9	მომსახურე პერსონალის რაოდენობა	—	მემანქანე VII თანრიგის, სამონტაჟო რგოლი						
10	გასაშვები ღირებულება	მან.	224100	470000	—	208000	—	—	75000-80000(2)
11	მანქანა-ცვლის ღირებულება	მან.	225	500	220	—	—	—	100-120(2)

შენიშვნა: სასიარულო მოსაბრუნებელი საბურავიანი ამწის მაჩვენებლები მიღებულია მისი კონსტრუქციის მოკლე საორიენტაციო ანგარიშის საფუძველზე.

(1) ამწეთა საბინაო-საქალაქო შენობების ორმხრივი მომსახურებისას.

(2) მონაცემები არ ითვალისწინებენ დაპროექტების ღირებულებას.

ჩატარებული ანგარიშები გვიჩვენებს, რომ მოცემულ პირობებში მიზანშეწონილია ჯოჯგურ ამწეთათვის ჩვეულებრივად მიღებული ოთხწერტილოვანი დაყრდნობის მაგივრად სამწერტილოვან დაყრდნობაზე გადავიდეთ. თუ ამწის



ნახ. 1

ორ საყრდენს შორის მანძილი 7-9 მ აღემატება და მალი კი 30 მეტრამდეა, მანქანა სავსებით მდგრადია. ეს აიხსნება ჰორიზონტალური დატვირთვებით—ქართით, ინერციით, მოძრავი ბორბლების დარტყმით და სხვ. გამოწვეული გადაამ-

ყირავებელი მომენტის შედარებით მცირე მნიშვნელობით, ვიდრე ამას აქვს ადგილი მაღალ ამწეების შემთხვევაში.

ჯოჯგური ამწის სამსაყრდენიანი სქემის შემთხვევაში უზრუნველყოფილია მისი დიდი მობილირების უნარიანობა და შესაძლებელი ხდება განვითარებული სხვადასხვა სახის სპეციალური მოწყობილობებისაგან ამწის სიმრუდეებზე მობრუნებულად.

ამწის სამ საყრდენზე დაყრდნობით, კონსტრუქციის სიხისტით და სივრცითი მუშაობით მიიღწევა მისი წონის შემცირება სხვა არსებული სახის ჯოჯგურ ამწეებთან შედარებით. ზემოთ თქმულის საფუძველზე დამუშავებულია ჯოჯგური ამწის ახალი ტიპი¹ 4—5 სართულიანი საბინაო-სამოქალაქო და სამრეწველო (20—25 მეტრამდე სიმაღლის) ასაწყობი მშენებლობისათვის, დიდზომიანი სამშენებლო დეტალების (3—5 ტ და მეტი წონის) გამოყენებისას (იხ. სქემა №4¹ ნახ. 1-ზე (ზომები ნაჩვენებია მ-ით).

ჯოჯგური ამწის კონსტრუქცია წარმოადგენს ხისტ კონსტრუქციას, რომელიც სასიარულო ურიკებით (1, 2, 3) ეყრდნობა ლიანდაგის ერთ-ერთ რელსს (11) ორი ფეხით (4,5) და მეორე რელსს კი ერთი ფეხით (6). ხიდი (7) სრულდება სივრცითი ფედმის სახით. მის ქვედა სარტყლად იქნება მონორელსი, რომელზედაც მოძრაობს ტელფერი (8). ხიდისა (7) და ფეხების (4,5) ხისტი შეერთების კვანძზე მოწყობილია წრე, რომელზედაც საკუთარი სასიარულო მოწყობილობით ბრუნდება სამონტაჟო ისარი (10). ისარზე (10), როცა ის ხიდის სიბრტყეშია, გადადის ტელფერი. ისრის (10) საშუალებით სამრეწველო მშენებლობაში ამწე (12) (ნახ. 1, სქემა №4¹) ასრულებს სამონტაჟო სამუშაოებს კარკასული შენობის იმ მაღში, სადაც წინათ დაგებული იყო ლიანდაგის ცალი რელსი. საერთოდ, მოსაბრუნებელი ისრით ხდება საობიექტო საწყობების მომსახურება. ეს საწყობი შეიძლება მოეწყოს შენობის როგორც ერთ, ისე ორივე მხარეს. ამწის სამივე სასიარულო ურიკა წამყვანია და აქვთ მოსაბრუნებელი ბორბლები. ურიკა (3)-ს აქვს ბორბლები „მცურავი“ ჩამოცმით, ის თავისი ღერძის გასწვრივ გადაადგილდება შლიცებზე. ასეთი მოწყობილობა საჭიროა ამწის კონსტრუქციის მრუდი ლიანდაგის გაბარიტში ჩასაყვრად შენობათა კუთხეების ირგვლივ მობრუნებისას. ამწის (12) მრუდი ლიანდაგზე მობრუნებისას (მაგ. სქემა „ „ ნახ. 1) წამყვანია სასიარულო ურიკები (1, 2), ხოლო ურიკა (3)-ის მოტორი გამოირთვება. ამ უბნებზე ლიანდაგი, მასზე ჰორიზონტალური ძალების მისაღებად, მიმართველი რელსით ეწყობა.

1 ცხრილში ნაჩვენებია მოცემული წინადადების მიხედვით ამწის წარმოებაში დანერგვის ტექნიკურ-ეკონომიური დასაბუთება.

პროექტირების, დამზადებისა და გამოყენების თვალსაზრისით განხილული ამწეები არ განსხვავდება სხვა ჯოჯგური სამშენებლო ამწეებისაგან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.5.1956)

¹ წინადადება დამუშავებულია პროფ. ა. კონოროვის კონსულტაციით და განხილულია მშენებლობის ორგანიზაციისა და მექანიზაციის საკავშირო ინსტიტუტის მექანიზაციის ლაბორატორიაში.



ტექნიკა

3. კალანდაძე

„ЭБК“ ტიპის ელექტრობურღებში მიწოდების კალის რემზულირების საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თავაძემ 29.9.1956)

ჭიათურის მარგანეცის საბადოზე მადნის მოპოვების ერთ-ერთ ძირითად ტექნოლოგიურ პროცესს წარმოადგენს შპურების ბურღვა, რომელიც სრულდება ЭБК—2М და ЭБК—2А ტიპის სვეტური ელექტრობურღებით. მთელი მონგრეული მადნის 90% მოიპოვება ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოებით, 10%—მომნგრევი ჩაქუჩებით.

ჭიათურის საბადოს თავისებურების გამო, ერთსა და იმავე სანგრევში გვხვდება რამდენიმე სახის (5-10, ზოგჯერ კი მეტი) მადნისა და შემცველი ქანის შრეები, რომელნიც სხვადასხვა ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით ხასიათდება. მაგალითად, სიმაგრის კოეფიციენტი პროფ. მ. პროტოდიაკონოვის სკალის მიხედვით 0,2-დან 10-მდე მერყეობს, ტენიანობა 3,2%-დან 16,2%-მდე და სხვ.

ცნობილია, რომ სამთო ქანების ყოველი სახეობისათვის შესაძლოა შეიჩინოს ბურღვის ოპტიმალური რეჟიმი (შპინდელის ბრუნვათა რიცხვი, მიწოდების სიჩქარე და საჭრისზე მიყენებული ლერძული ძალა), რომელიც უზრუნველყოფს მაქსიმალურ წარმადობას. მაგრამ ბურღვის თანამედროვე თეორია ვერ კიდევ არ იძლევა საშუალებას დავადგინოთ ის კანონზომიერება და მიმართულება, რომლის მიხედვით ერთობლივად უნდა იქნეს შეცვლილი ჭრისა და მიწოდების სიჩქარეები და საჭრისზე მიყენებული ლერძული ძალა. მიუხედავად ამისა, დადგენილია, რომ მხოლოდ მიწოდების სიჩქარის ავტომატური რეგულირებით შესაძლოა საგრძნობლად გავაუმჯობესოთ ელექტრობურღლის მუშაობა და გავზარდოთ მბურღავების შრომის ნაყოფიერება.

სვეტური ელექტრობურღების შპინდელის მიწოდების სიჩქარის ავტომატურ რეგულირებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ჭიათურის საბადოსათვის მადნისა და შემცველი ქანების სხვადასხვა თვისებისა და წოლის სპეციფიკური პირობების გამო.

თანამედროვე სვეტური ელექტრობურღების კინემატიკურ ჯაჭვში გათვალისწინებულია მუშტებიანი ფრაქციული ქუროს, რომელიც უზრუნველყოფს შპინდელის სიჩქარის ავტომატურ რეგულირებას მისი გასრიალების ხარჯზე. გასრიალებას ადგილი ექნება მაშინ, როდესაც საჭრისზე წარმოქმნილი ლერძული ძალა (სანგრევის რეაქცია) სჭარბობს იმ ლერძულ ძალას, რომელზედაც წინასწარ მომართულია ელექტრობურღი (ფრიქციული ქუროს ზამბარის შეკუმშვის ხარისხი). ხოლო თუ ეს უკანასკნელი მეტია სანგრევის რეაქციაზე, მაშინ გასრიალებას ადგილი აღარ ექნება.

მაგარი ქანების ბურღვა დიდი ღერძული ძალების გამოყენებას მოითხოვს, მაგრამ ჭიათურის პირობებში სასარგებლო ქანის დიდი სიმძლავრე და, მასთან-დამე, გამოყენებული სვეტის დიდი სიმაღლე საშუალებას არ იძლევა ბურღის მიწოდების ძალა 300 კგ-ზე მეტად გაეზარდოს. ასეთი ღერძული ძალა მეტის-მეტად დიდია პლასტიკური, დაბალი სიმაგრის ($f=0,2-0,5$) ბელტას ტიპის მადნებისათვის, რომელნიც ჩაწოლილი არიან მაგარ ქანებთან შენაცვლებით; ასეთი ქანების ბურღვისას სანგრევის რეაქცია ნაკლებია წინასწარ მომართული მიწოდების ძალაზე, ფრიქციული ქურო არ სრიალებს და, მასთანდამე, სიჩქარის ავტომატური რეგულირება არ ხერხდება. ხოლო თუ ელექტრობურღის მიწოდების ძალას პლასტიკური რბილი ქანების ბურღვისათვის მოვმართავთ, მაშინ მაგარი ქანების ბურღვა უარესდება, რაც წარმადობის მკვეთრ შემცირებას იწვევს. მასთანდამე, ბურღვის დიდი წარმადობისა და ბურღვის სიჩქარის ავტომატური რეგულირების მისაღწევად საჭიროა მიწოდების ძალის სიდიდის შეცვლა, რაც ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზეა დამოკიდებული.

ვინაიდან მიწოდების ძალის (ზამბარის შეკუმშვის ხარისხის) რეგულაცია შესაძლოა მხოლოდ ელექტრობურღის დამლის შემდეგ, ამიტომ პლასტიკურ ქანებში ბურღვისას შპინდელის სიჩქარის რეგულაციას მზურღავი ფრიქციული ქუროს ხელით მრავალჯერადი გამორთვის საშუალებით აწარმოებს. ეს გარემოება დიდ გამოცდილებასა და ფიზიკურ შრომას მოითხოვს მზურღავებისაგან; მიუხედავად ამისა, მაინც ადგილი აქვს საბურღი შტანგის ხშირ ჩაჩედვას, ძრავის გადატვირთვას და მის გადაწვას; ამასთან ერთად ფრიქციული მუშტებიანი ქუროს გამორთვა-ჩართვას თან ახლავს დარტყმები, რომლებიც იწვევს მუშტებისა და ელექტრობურღის დანარჩენი დეტალების ნაადრევ ცვეთას.

ამრიგად, თანამედროვე ЭБК ტიპის სვეტური ელექტრობურღების ნაკლად უნდა ჩაითვალოს შემდეგი:

ა) მათი აწყობა შეუძლებელია ბურღვის თბტიმალურ რეჟიმზე იმ შემთხვევაში, როდესაც ერთსა და იმავე სანგრევაში გვხვდება ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით განსხვავებული რამდენიმე სახის მადანი და შემცველი ქანი;

ბ) შპინდელის მიწოდების ჩართვის დროს მუშტებიან ფრიქციულ ქუროში წარმოიქმნება დარტყმები, რომლებიც იწვევს მუშტებისა და სხვა დეტალების ინტენსიურ ცვეთას.

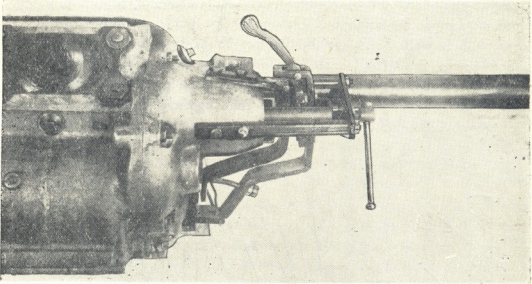
თანამედროვე ЭБК ტიპის სვეტური ელექტრობურღების ძირითად კონსტრუქციულ ნაკლოვანებათა აღმოფხვრის მიზნით, ამავე ბურღის ბაზაზე ჩვენ დავამზადეთ სახეშეცვლილი ფრიქციული ქუროიანი ბურღის საცდელი ნიმუში (ნახ. 1 და 2), რომელსაც ვუწოდებთ ЭБК—2М4 (ელექტრობურღი, სვეტური, მოდერნიზებული, ჭიათურისათვის). მისი მუშაობის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს (ნახ. ნახ. 2 და 3).

ბრუნვითი ძრაობის გადაცემა ელექტროძრავის I ლილვიდან II სავალ ხრახნამდე ხორციელდება სამი წყვილი Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 და Z_6 კბილანებით.

Z_6 კბილანაზე დამაგრებულია (4) მიმმართველი მილისა, რომელიც თავისი შიგა შვერილებით შედის II სავალი ხრახნის გრძივ ღარებში და აიძულებს მას იბრუნოს (7) ვაზნაში ჩამაგრებულ საბურღ შტანგასთან ერთად.

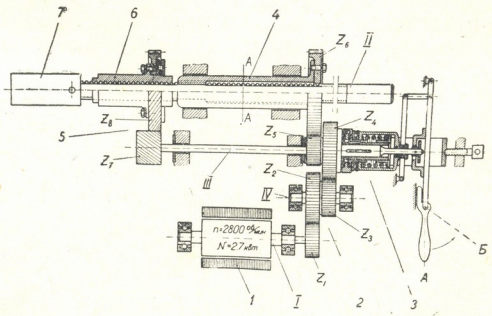
კბილანას ტორსულ ზედაპირზე დამაგრებულია (8) გვირგვინა (ნახ. 3), რომელსაც ირგვლივ სამი (17) თითი აქვს. თითები თავისუფლად შედის (9) ფრიქციული ქუროს შესაბამის დამოკლებში და გადასცემენ მას ბრუნვით ძრაობას. ფრიქციული ქუროს ორივე მხრიდან ამოჩარხულ ნაწილებში ერთი მხრიდან შედის მისაბრჯენი (10) მილისა, ხოლო მეორე მხრიდან (11) მილისა. (10)

მილისა შესაძლოა გადაადგილდეს (11) მილისაზე სოგმანების გასწვრივ. ორივე მილისაზე დამაგრებულია ფრიქციული რგოლები, რომლებიც ფრიქციონის (12)



ნახ. 1. ЭБК-2M4 ტიპის ელექტრობურღის მიწოდების ძალის რეგულატორი

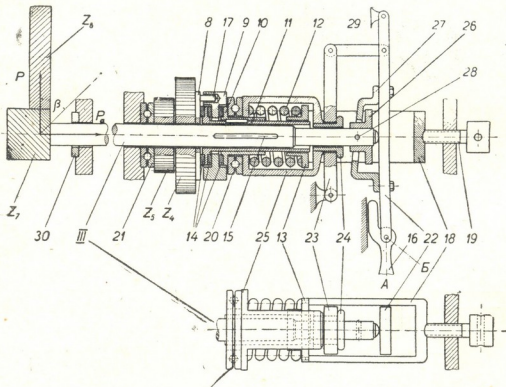
ზამბარის, (13) რგოლის, (18) დამკვიდვავი კავისა და (19) ხრახნის საშუალებით კუმშავენ (9) ფრიქციულ ქუროს. (11) მილისას შეუძლია თავისუფლად გადაადგილდეს III მიწოდების ლილვზე დამაგრებული ორი (15) სოგმანის გასწვრივ.



ნახ. 2. ЭБК-2M4 ტიპის ელექტრობურღის კინემატიკური სქემა

(12) ზამბარის ძალას აწონასწორებს (20) და (21) ბურთოლა მისაბრჭენი საკისრები.

ხახუნის ძალების გავლენით Z_4 კბილანის ძრაობა გადაეცემა (11) მილისას და შემდეგ მოწოდების III ლილვის საშუალებით ირიბკბილებიან Z_7 და Z_8 კბილანებს. ამასთან (26) კავი და (12) ზამბარა არ ბრუნავს. Z_8 კბილანასთან დამაგრებულია მიწოდების (6) ქანჩი. სავალი ხრახნის Z_6 და Z_8 კბილანებისა და ირიბკბილებიანი Z_7 და Z_8 მიწოდების კბილანების გადაცემის რიცხვი ისეა შერჩეული, რომ (6) ქანჩის ბრუნვათა რიცხვი მეტია II სავალი ხრახნის ბრუნვათა რიცხვზე. ბრუნვათა რიცხვების სხვაობის ხარჯზე სავალი ხრახნი გადაადგილება (4) მიმართველი მილისას შიგა შვერილების გასწვრივ. ასე ხდება შინდელის მიწოდება.



ნახ 3. ZBK-2M4 ტიპის ელექტრობურღის შინდელის მიწოდების კვანძი

ელექტრობურღის მართვის მექანიზმი შედგება (16) სახელურის, (22) და (23) ბერკეტების, (24) მილისას, (25) კავის, (26) სამუხრუჭე დისკოსა და (27) კავისაგან. სამუხრუჭე დისკო მიწოდების ლილვთან დამაგრებულია (28) სარქის საშუალებით.

სახელურის A მდგომარეობიდან B მდგომარეობაში შემობრუნებისას (22) ბერკეტი (29) წევას, (23) ბერკეტის, (24) მილისასა და (25) კავის საშუალებით კუმშავს (12) ზამბარას და ათავისუფლებს ხახუნის ძალებისაგან (9) ფრიქციულ ქუროს, რომელიც ამ შემთხვევაში (10) და (11) მილისებს ბრუნვით ძრაობას

ალარ გადასცემს; ამავე დროს (27) კავი შეეხება (26) სამუხრუჭო დისკოს და აიძულებს მას მიწოდების III ლილვთან ერთად გადაადგილდეს Z_7 კბილანას (30) რგოლთან მიბრუნებამდე. მიწოდების III ლილვი და (6) ქანჩი ჩერდება, რის გამოც II სავალი ხრახნი, ბრუნავს რა უძრავ ქანჩში, სწრაფად ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში. სავალ ხრახნსა და ქანჩს აქვს მარცხენა ხრახნკუთხვილი.

მიწოდების ძალის ავტომატური რეგულირება შემდეგნაირად სრულდება: ბურღვის დროს სანგრევის რეაქცია ირიბკბილებიან Z_7 და Z_8 კბილანებზე წარმოქმნის P წრიულ ძალას, რის გამოც Z_7 კბილანა Pa ძალის გავლენით გადაადგილდება მარჯვნივ; ეს გადაადგილება იმდენად მეტია, რამდენადაც მეტია წრიული ძალა, ე. ი. სანგრევის რეაქცია. ირიბკბილებიანი კბილანების ეს თავისებულება ჩვენ გამოვიყენეთ შპინდელის მიწოდების სიჩქარის ავტომატური რეგულირებისათვის.

Z_7 კბილანასთან ერთად გადაადგილდება მიწოდების III ლილვი, რომელიც თავის მოპირდაპირე ბოლოთი გადაადგილებს (22) მიწოდების ბერკეტს მარჯვნივ და შემდეგ (29) წნევას, (23) ბერკეტის, (24) მილისასა და (25) კავის საშუალებით კუმშავს (12) ზამბარას, რის შემდეგ (9) ფრიქციული ქურო რამოდენიმედ თავისუფლდება (10) და (11) მილისების მიერ შექმნილ ხახუნის ძალებისაგან. იწყება ფრიქციული ქუროს ასრიალება და, მასასადამე, მიწოდების III ლილვის ბრუნვითა რიცხვის შემცირება, რაც მიწოდების ქანჩის ბრუნვითა რიცხვისა და, მასასადამე, სავალი ხრახნის შპინდელის მიწოდების სიჩქარის შემცირებას იწვევს.

ბურღვის მიწოდების ძალის ოპტიმალურ სიდიდეზე ასაწყობად განკუთვნილია მისაბრუნებელი ხრახნი (19). შემდგომ განზრახულია ბურღის კორპუსზე გაკეთდეს სკალა, რომლის დანაყოფები აღნიშნავენ მიწოდების ძალის სიდიდეს. ამრიგად, ფრიქციული ქუროს კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა მანქანის დაუშვლად, ბურღვის პროცესში, შეიცვალოს მიწოდების ძალა ხელით და წინასწარ მომართული ძალის ფარგლებში—ავტომატურად.

ორივე შემთხვევაში ბურღვის სიჩქარის რეგულაცია ხორციელდება მიწოდების ძალის სიდიდის შეცვლით, რაც ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზეა დამოკიდებული.

აღნიშნულ ქუროს გამოყენება არ იწვევს ელექტრობურღლის წონის გაზრდას.

საცდელ ნიმუშში ფრიქციული ქუროს ზოგიერთი დეტალი (ნახ. 3, დეტალები 18, 22, 23, 26 და 27) ბურღის კორპუსის გარეთაა მოთავსებული, მაგრამ მათი უფრო კომპაქტური დამზადებისა და კორპუსის უკანა სახურავის ცოტადენი შეცვლის შემდეგ შეიძლება ისინი მოთავსდეს კორპუსის შიგნით. ამ შემთხვევაში საკურო ალარ იქნება (25) კავის დამზადება, რადგან მის მოვალეობას (23) ბერკეტი შეასრულებს.

აღწერილი კონსტრუქციის ელექტრობურღლის საცდელი ნიმუში მოწონებულია „ჭიათურმარგანის“ ტრესტის წარმოების მუშაკთა მიერ და ამჟამად უკვე ინერგება წარმოებაში.

დასკვნები

1. ახალი კონსტრუქციის ფრიქციული ქურო საშუალებას იძლევა მიწოდების ძალის შეცვლით განხორციელდეს ბურღვის სიჩქარის ავტომატური რეგულაცია.

2. ქუროს გამორთვა და ჩართვა ხდება მდორედ, დარტყმების გარეშე, რაც საგრძნობლად ადიდებს ელექტრობურლების ექსპლუატაციის ვადას.

3. წარმოდგენლი ტიპის ელექტრობურლის გამოყენება მიზანშეწონილია იმ საბადოებზე, სადაც მადნეულის ფენი სხვადასხვა ფიზიკურ-მექანიკურ თვისების მქონე შრეებისაგან შედგება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ლითონისა და სამთო საქმის

ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.9.1956)

ტექნიკა

ბ. ნახუზია

 ორგანიზირებული ელექტროფიციციკლებული რეინიგზების საკონტაქტო
 ძსმლის დაცვა მოკლედ შერთვის დინამისაგან

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიეშვილმა 28.1.1957)

ელექტროფიციციკლებული რეინიგზების ნორმალური ექსპლუატაციის უზრუნველყოფის ერთ-ერთ ძირითად პირობას წარმოადგენს საკონტაქტო ქსელის სელექტური და იმედიანი დაცვა მოკლედ შერთვის დენებისაგან. წარმოადგენილი მრავალრიცხოვანი დაცვის სქემები [1] ამა თუ იმ ნაკლოვანებით ხასიათდება, ამიტომ ელექტროფიციციკლებული უზნის იმედიანი დაცვით აღჭურვა აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს. ცნობილია, რომ სწრაფმოქმედი ავტომატური ამომრთველის დაყენების დენი (დაყ.) უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობებს [2]:

$$J_{შეშ. max.} + 200 \cong J_{დაყ.} \cong J_{შ. მ. min.} - 300, \quad (1)$$

სადაც

 $J_{შეშ. max}$ დატვირთვის მუშადენის მაქსიმალური მნიშვნელობაა,

 $J_{შ. მ. min.}$ — მინიმალური მოკლედ შერთვის დენი.

მაგრამ რიგ შემთხვევებში მოკლედ შერთვის დენი თავისი სიდიდით გამოდის დატვირთვის მუშა დენზე ნაკლები. ამ გარემოების გამო ელექტრული წევის საკონტაქტო ქსელების მოკლედ შერთვის დენებისაგან დაცვამ, მიუხედავად მისი აქტუალობისა, ჯერ კიდევ ვერ ჰპოვა ოპტიმალური გადაწყვეტა.

ამჟამად ელექტროფიციციკლებული რეინიგზების საკონტაქტო ქსელების მოკლედ შერთვის დენებისაგან დაცვის მგრძობიარობის გასაძლიერებლად მიმართავენ საშუალოდ სასექციო ქოხურების გამოყენებას, რომლებიც აღჭურვილია სწრაფმოქმედი ავტომატური ამომრთველებით. ასეთი ქოხურები შედარებით დიდ კაპიტალურ დაბანდებებს და საექსპლუატაციო ხარჯებს მოითხოვენ.

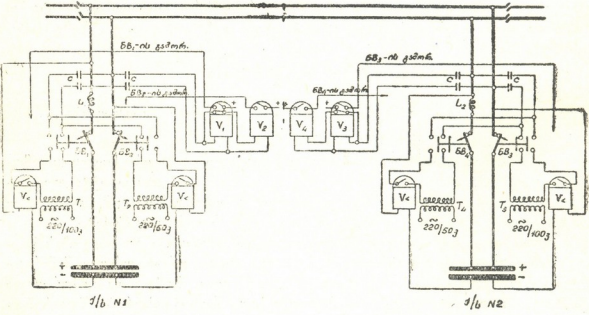
საკონტაქტო ქსელების დასაცავად თუ განვახორციელებთ სწრაფმოქმედი ამომრთველების ურთიერთლოკირებას შემაერთებელი სადენების გარეშე, აღნიშნული კაპიტალური დაბანდებანი და საექსპლუატაციო ხარჯები საგრძობლად შემცირდება.

მოკლედ შერთვის დენებისაგან დაცვის წარმოადგენილი სქემა განკუთვნილია ელექტროფიციციკლებული რეინიგზების ორგანიზირებისათვის, როდესაც

საკონტაქტო ქსელი ორივე მხრიდან იკვებება. ამგვარი სქემით აღნიშნული ბლოკირება თითოეული გზისათვის დამოუკიდებლად ხორციელდება, ნორმალური სისწირის ცვალებადი ოპერატიული დენით. ურთიერთბლოკირებული ამომრთველების კავშირისათვის გამოყენებულია საკონტაქტო ჩამოკიდებულების ორივე ხაზი.

დაცვის სქემა შეიცავს შემდეგ ელემენტებს (იხ. ნახ. 1):

1. მაიზოლირებელი ცალფაზა მკვებავი ტრანსფორმატორები: T_1 და T_3 დამზადებული 220/100 ვოლტმამბეზე და T_2 და T_4 —220/50 ვოლტზე;
2. ძაბვის რელეები V_1, V_3 და V_2, V_4 , რომლებიც მოქმედებენ სათანადოდ T_1, T_3 და T_2, T_4 ტრანსფორმატორების ოპერატიულ წრედში ჩართვისას. ამ რელეების დანიშნულებაა ამორთოს ურთიერთბლოკირებული ამომრთველი ერთი რომელიმეს გამორთვის შემთხვევაში;
3. კონდენსატორები C , რომლების შემწეობით ხდება ცვალებადი დენის ოპერატიული წრედის იზოლირება მუდმივი დენის წვევის ქსელებიდან;
4. დროსელები L_1 და L_2 , რომლებიც უზრუნველყოფენ ორგანიზაციის უბნების მკვებავ ხაზებში პოტენციალთა სხვაობას ცვალებადი ოპერატიული დენის წრედისათვის;
5. მინიმალური ძაბვის რელეები $V<$, განკუთვნილი გადატვირთვის დენებით გამოწვეული ქსელის ყალბი ამორთვის თავიდან ასაშორებლად [3].



ნახ. 1

წარმოდგენილი დაცვის სქემის მოქმედების პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: ნორმალურად სწრაფმოქმედი ყველა ამომრთველი ჩართულია, მათი ბლოკკონტაქტები კი გასხნილია. ამის გამო ცვალებადი დენის ოპერატიული წრედი გაწყვეტილია.

ერთ რომელიმე ხაზზე მოკლედ შერთვის შემთხვევაში გამოირთვება ურთიერთბლოკირებული ამომრთველიდან მხოლოდ ერთი, რომლისთვისაც მოკლედ შერთვის დენი მეტი იქნება ამომრთველის დაყენების დენზე.

ამომრთველის გამორთვისას მისი ბლოკონტაქტებით შეიკვრება ამ ხაზის ტრანსფორმატორის წრედი და ოპერატიული წრედი დადგება ძაბვის ქვეშ. ამ დროს იმოქმედებს მეზობელ ქვესადგურზე მყოფი ძაბვის რელე და გაგზავნის იმპულსს ურთიერთბლოკირებული ხაზის მეორე ამომრთველის გამორთვაზე, რის შედეგადაც საკონტაქტო ქსელის უბანი გამორთული იქნება ორივე მხრიდან. მეორე საკონტაქტო ჩამოკიდებულების ამომრთველების (BB_2 და BB_4) ყალბი გამორთვის თავიდან ასაცილებლად (როცა BB_1 და BB_3 გამოირთვება), V_2 და V_4 ძაბვის რელეების ოპერატიული წრედი გადის V_1 და V_3 რელეების ნორმალურად ჩაყვითლ კონტაქტებზე. გარდა ამისა, ამავე მიზნით V_2 და V_4 რელეები კონტაქტებს კეტავენ დროის ერთგვარი მცირე დაყოვნებით.

რადგან ძაბვის მინიმალური რელეების ($V<-ს$) დაძვრის ძაბვა მიღებულია ქვესადგურის ნომინალური ძაბვის 0,4-დან 0,5-მდე, გადატვირთვის შემთხვევაში რომელიმე ამომრთველის გამორთვისას ბლოკირების წრედები არ შეიკვრება.

წვეის ქვესადგურებზე მყოფი სწრაფმოქმედი ამომრთველების დაყენების დენის შერჩევის პირობების (1) გათვალისწინებით ჩატარდა გაანგარიშებანი [2].

განგარიშებისას მიღებული იყო ორგანიზაციული ელექტროდიცირებული უბნის ნორმალური მუშაობის პირობები, როცა კვება წარმოებს ორმხრივად ოთხაგრეგატიანი ქვესადგურიდან ($N_p = 4$, $N_{min} = 3$; $U_H = 3300$ ვ; $K_1 = 0,06$; $K_2 = 0,04$; $P = 0,05$; $\Delta U_p = 200$ ვ; $J = 500$ ა; $R_H = 0,198$ ომი; $d = 1$; $R_A = 0,012$ ომი, რელსის ტიპი $P 43$).

ჩატარებულმა გაანგარიშებებმა გვიჩვენა: როცა ქვესადგურებს შორის მანძილი 30 კმ-ია, წარმოდგენილი სქემა სელექტურად მოქმედებს 220 მმ² კვეთის სადენების შემთხვევაში დატვირთვის დენის 1400 ამპერამდე, 320 მმ² დროს კი 1800 ამპერამდე, ხოლო როცა საკონტაქტო ჩამოკიდებულები შედგება $2T\Phi - 100 + M - 120 + A - 150$ სკ დენებისაგან დაცვა სელექტურად მოქმედებს დენის 2400 ამპერამდე.

ყველა დანარჩენ შემთხვევაში, როცა დატვირთვის დენები მოყვანილ სიდიდეებს აღემატება, აუცილებელია ერთი სასექციო ქოხურის დადგმა, რომელიც აღჭურვილი უნდა იყოს წარმოდგენილი სქემის მსგავსი ურთიერთბლოკირებული სწრაფმოქმედი ამომრთველებით. იმ შემთხვევაში, თუ ამგვარი უბნის დაცვას მოკლედ შერთვის დენებისაგან ჩვეულებრივი ავტომატური სასექციო ქოხურების სქემით განვახორციელებთ, საჭირო იქნება ორი საშუალებო ქოხურა.

ამგვარად, წარმოდგენილი დაცვის სქემა ქვესადგურზე დადგმული სწრაფმოქმედი ამომრთველების დაცვის მგრძობიარობას საკმაოდ ადიდებს და ამასთანავე ორჯერ ამცირებს აუცილებელ საჭირო სასექციო ქოხურების რაოდენობას.

აღნიშნული დაცვის სქემა შედარებით მარტივი და იაფია. გარდა ამისა, იგი ამსუბუქებს ექსპლუატაციის პირობებს, რადგან უმეტეს შემთხვევაში დაცვის განხორციელებისათვის ყველა საჭირო მოწყობილობა წვევის ქვესადგურებზეა მოთავსებული.

ვ. ი. ლენინის სახელობის რკინიგზის
ტრანსპორტის ინჟინერთა თბილისის ინსტიტუტი
(რედაქციას მოუვიდა 10.1.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. К. Г. Марквардт. Энергоснабжение электрофицированных железных дорог, Москва, 1948.
2. А. В. Воронин. Энергоснабжение электрических железных дорог, Москва, 1954.
3. И. Я Рышковский, К. Г. Кучма. Тяговые подстанции, Москва, 1953.

ბოტანიკა

ბ. კოსტავა

კოლხეთის დაბლობის ტყემცენარეების ტრანსპირაციული უნარის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ჯაფარიძემ 3.10.1956)

კოლხეთის დაბლობზე ნიადაგის ჰიდროლოგიური რეჟიმის შესწავლასთან დაკავშირებით ჩვენ, ამ უკანასკნელი ორი წლის განმავლობაში, ჩავატარეთ ტყემცენარეების მიერ წყლის ტრანსპირაციული ხარჯის დასადგენად საჭირო გამოკვლევები. ამ სამუშაოთა ჩატარება უმთავრესად ნაკარნახევი იყო ნიადაგის წყლის მიმოქცევის ბალანსში იმ ოდენობითი ცვლილებების გარკვევის აუცილებლობით, რომლებიც გარდუვლად თან უნდა სდივდეს აქ ჩატარებულ ჰიდროტექნიკურ, დაშრობითს მელორაციასა და, განსაკუთრებით, წინათ არსებული ფოთლოვანი ტყის პირწმინდად გაკაფვას.

საკითხთან დაკავშირებული გამოკვლევები შესრულებულია ტყემცენარეების ნაწილობრივ განსხვავებულ ადგილსამყოფლობის პირობებში, სახელობრ: პირველ საცდელ საკოლმატაციო ნაკვეთზე, მასზე მეორადად გაბატონებული თხმელის (*Alnus barbata* C. A. M.) ფონზე და, მეორე მხრივ — სოფ. ქალადიდის დასავლეთით მყოფი დაქაობებული, შერეული ტყის ფართობზე, მუხის (*Quercus Hartwissiana*, Stev.), ლაფანის (*Pterocarya caucasica*, C. A. M.), თელის (*Ulmus foliaca*, Gil.), თხმელის (*Alnus barbata*, C. A. M.), რცხილისა (*Carpinus betulus*, L.) და კობიტის (*Fraxinus excelsior*) მონაწილეობით. ტყის ზენით დასახელებულ ძირითად ჯიშობრივ შედგენილობასთან ერთად ზრდა-განვითარების განსაკუთრებული ენერგიით ხასიათდებიან იქ აგრეთვე ხეიარა მცენარეები (*Smilax escelea*, *Hedera colehica* C. Koch, *Periploca graca*) და, ნაწილობრივ, ქვეტყეც.

ვეგეტაციის ხანგრძლივობა, ანუ $+10^{\circ}$ უფრო მაღალი ტემპერატურული რეჟიმის მქონე პერიოდი აქ, ჩვეულებრივ, შუა მარტიდან ნოემბრის მეორე დეკადის ბოლომდე აღწევს და 223 დღეს შეადგენს.

შესწავლილი ობიექტების დეტურ-ჰალისებრი გეომორფოლოგიური პირობები, ერთობის ბაზისის განსაკუთრებით მაღალი დონე, ნიადაგრუნტის წყლის ზედაპირის მახლობლად მდებარეობა და სხვა ფაქტორთა სპეციფიკური შეხამება აპირობებს ნიადაგის პროფილში აერაციის ზონის თითქმის სრულ უქონლობას. უთუოდ ამ გარემოებებს უნდა მიეწეროს ის ფაქტი, რომ ნიადაგწარმოქმნის პროცესებში აქ, განსაკუთრებით კი პირწმინდად ნაკაფების შემ-

თხვევაში, ანაერობიოზისისათვის დამახასიათებელი ფორმებით გამოირჩევა ამის საკმაოდ დამადასტურებელი ნიშან-თვისებას წარმოადგენს ნიადაგის პროფილის სიღრმით მკვეთრად გაძლიერებული გაღებება.

ხემცენარეების მიერ ტრანსპირირებული წყლის აღრიცხვა--დადგენის საკითხი დიდი ხანია იპყრობს მკვლევართა ყურადღებას. ამ დარგში ცნობილი მკვლევრის ლ. ა. ივანოვის (1951 და სხვ.) მიმოხილვის მიხედვით, ეს საკითხი გასული საუკუნის მკვლევართა წარმოდგენით იმდენად რთული და დაუძლეველი იყო, რომ დასმული ამოცანა — თუ რა რაოდენობით აორთქლებს წყალს ესა თუ ის ტყე, ზოგიერთი მათგანის, კერძოდ ჰენელის, აზრით, თითქოსდა ვერანდროს ვერ მიიღებს დადებით პასუხს. მართალია, ჰენელის ამგვარ წინასწარმეტყველებას შემოხეხნებული ავტორი — ლ. ა. ივანოვი არ იზიარებს, მაგრამ ამასთანავე ის სრულიად გარკვევით აღნიშნავს ხემცენარეების ტრანსპირაციის უნარის შესწავლისათვის საიმედო მეთოდის ჯერჯერობით უქონლობას.

თუმცა ზოგიერთი ცნობილი ავტორის მიერ (ვისოცკი, დულოვი, პობოვი და სხვ.) ტრანსპირაციული ხარჯის (უფრო ზუსტად — დესუქციის) ნიადაგის ტენის მიხედვით გაანგარიშება მეთოდურად დადებითი შეფასების ღირსია, მაგრამ მისი გულდასმით განხილვისას ყურადღებას იპყრობს არსებითი მნიშვნელობის ორი ნაკლი. პირველი მათგანია მეტად მაღალი შრომატევადობა, ხოლო მეორე — ამ მეთოდის გამოუყენებლობა ისეთ პირობებში, სადაც ნიადაგურენტის წყლის დონე ზედაპირის მახლობლადაა. უკანასკნელ გარემოებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ჩვენთვის, ვინაიდან კოლხეთის დაბლობის ნიადაგური პირობები, როგორც საყოველთაოდაა ცნობილი, სწორედ ამ ნიშან-თვისებებით ხასიათდება.

ტრანსპირაციის კვლევის მეთოდის შემდგომი განვითარების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საფეხურს წარმოადგენს ლ. ა. ივანოვის მიერ გარკვეული ადგილმდებარეობისათვის დადგენილი კორელაციური კავშირი ჰაერის ტემპერატურულ რეჟიმსა და, მეორე მხრივ, ტრანსპირაციის შორის. ხსენებული „თერმულ-წონითი“ მეთოდი, როგორც უწოდებს მას ავტორი (1941, 1951), პრინციპულად დამახასიათებელი ხემცენარეების მათრქლებელი ნაწილის — მწვანე მასის სწრაფად აწონას იმყარება. აღსანიშნავია, რომ ამ მეთოდის სრულიად დამაკმაყოფილებელ შეფასებას ვხვდებით ა. კომპიევის მიერ ლისინოს სასწავლო-საცდელ სატყეო მეურნეობაში ჩატარებული კვლევითი მუშაობის შედეგებში (1955). რაც ეხება ნაკაფებზე ნიადაგის მეორადი დაჭობების საწინააღმდეგოდ ახლად გაშენებული ტყის მოქმედებას, ამ უკანასკნელის მიერ ტრანსპირაციული ხარჯის ინტენსიფიკაციის საშუალებით.

გავითვალისწინებ რა ლ. ივანოვის მიერ შემუშავებული გრადიენტების რეგიონალური შეზღუდულობა (1° ფარგლები — $4-29^{\circ}$, ხოლო კორელაციის კოეფიციენტი $0,65-0,98$), ტრანსპირაციული მოქმედების დასადგენად იძულებული გავხდით სხვა მეთოდისთვის მიგვემართა, რომლის მოკლე აღწერა მოგვეყავს ქვემოთ.

ცდისათვის წინასწარ შერჩეული ტიპობრივი ხემცენარის ვარჯის ჩრდილოეთისა და სამხრეთის მხარეებზე ინიშნებოდა ექსპერიმენტისათვის გამიზნული დამახასიათებელი ტოტები (ფოთლების კომპლექსი). ამის შემდეგ წარმოებდა დანიშნული ტოტების სწრაფად, უპაერო გარემოში მოჭრა. ამისათვის გადასაჭრელი წერტილი თავსდებოდა წინასწარ აღიღებულსა და გაცივებულ გამოხდილ წყალში. გადანაჭერის სამართლებლით მოსწორების შემდეგ ტოტი გადა-

გვემონდა ირლენდშიერის კოლბაში. წყლიანი კოლბა მასში მოთავსებული ტოტი-
თურთ დაუყოვნებლივ იწონებოდა ავტომატურ სასწორზე, რომლის სიწუსტე
უდრიდა 1 გრამს, და აღირიცხებოდა მისი საწყისი წონა. 2, 5, 10 და 15 წუთის
ექსპოზიციის შემდეგ განმეორებითი აწონით აღირიცხებოდა ამ დროთა ინტერ-
ვალებში ტოტების მიერ ტრანსპირირებული წყლის რაოდენობა.

ცდები ტრანსპირაციაზე შესრულებულია ვეგეტაციის სამივე სეზონში.
დღის განმავლობაში დაკვირვებათა ვადებად აღებული იყო 8, 14 და 19 საათი.
ყოველ განსაზღვრათა განმეორება ოთხჯერადა.

საცდელი ხის ჯიშების ფოთლების საერთო ზედაპირის განსაზღვრის ნაც-
ვლად იძულებული გავხდით შევიჩერებულიყავით აღრიცხვის წონითს მეთოდ-
ზე. ეს გამოწვეული იყო წარმოქმნილი სიძნელით, სახელდობრ იმით, რომ
ფოთლის ფირფიტები აქ, საკოლმბატაციო ნაკვეთზე, ზედმიწევნით იყო დაზიან-
ებული მასობრივად გავრცელებული მავნებლებით.

ტრანსპირაციის საბოლოო გაანგარიშებისათვის მხედველობაში იყო მი-
ღებული ტყის სიწორე, მისი ხნოვანება, ჯიშობრივი შედგენილობა, მეტეორო-
ლოგიური პირობები — ყოველდღიური ამინდების ინდექსირებით — და სხვ.
რაც შეიხება ჰეგეტაციას და უხვად გავრცელებულ ხვიარა მცენარეებს, არსე-
ბული ტექნიკური სიძნელეების გამო იძულებული გავხდით მათ მიერ წყლის
ხარჯის აღრიცხვისგან ჯერჯერობით თავი შეგვიკავებინა.

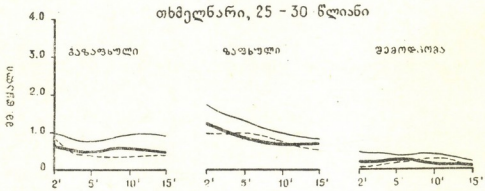
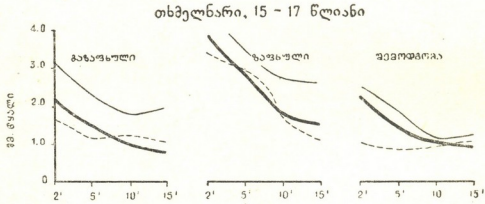
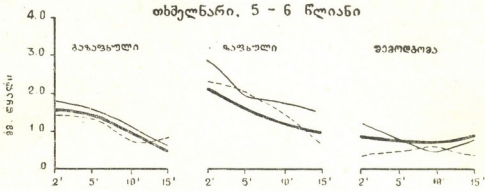
მოპოვებული მასალის განხილვას ვიწყებთ 1-ლ გრაფიკში წარმოდგენილი
მრუდებიდან. მათ შეფასებისას საჭიროა მხედველობაში ვიჭინოთ არა მარ-
ტო საბოლოო შედეგები; არანაკლებ საყურადღებოა ის კვლევის მეთოდის
დასაბუთების თვალსაზრისითაც.

წარმოდგენილი გრაფიკის განხილვისას უპირველეს ყოვლისა ყურადღებას
იპყრობს გადანაჭრების მაქსიმალურად გამოსახული ტრანსპირაცია 2-წუთიანი
ექსპოზიციის შემთხვევაში. ეს თვისება, როგორც ჩანს, ამინდის ყოველგვარ
პირობებში მქალაქდება. გამომდინარე ფიზიოლოგიურ ლიტერატურაში ცნო-
ბილი დებულებიდან იმის შესახებ, რომ მოკვეთილი ტოტის ტრანსპირაციული
უნარი დაკვირვების პირველ წუთებში ძლიერ უახლოვდება რეალურს (6. ა.
მაქსიმოვი, 1938), საბოლოო გაანგარიშებისას ჩვენ მივიღეთ სწორედ ეს მინი-
მალური, 2-წუთიანი ექსპოზიციისათვის აღნიშნული მაჩვენებლები. დროის
უფრო ფართო ინტერვალებში ტრანსპირაციის ინტენსივობის შემცირება უთუ-
ოდ ამ ფიზიოლოგიური პროცესის — წყლის ფიზიკურად აორთქლების — შე-
ნაცვლებით არის გამოწვეული. მართლაც, თანახმად ქვემოთ მოყვანილ მრუდე-
ბისა, წყლის ხარჯის თანდათანობითი შემცირება 5, 10 და 15-წუთიანი ექსპო-
ზიციის შემთხვევებზე მოდის.

გარდა ამისა, 14 საათზე აღნუსხული ტრანსპირაცია უმაღლესი მაჩვენებ-
ლით ხასიათდება. შედარებით მცირეა ის დღის 8 საათზე. რაც შეეხება საღა-
მოს საათებში აღრიცხულ სიდიდეს, ის, ზემოთ განხილულებისაგან განსხვავე-
ბით, მინიმალურად დაბალი მაჩვენებლით ხასიათდება.

სეზონურ ასპექტში ტრანსპირაციის მაქსიმუმი, როგორც მოსალოდნელი
იყო, ზაფხულის თვეებს ემთხვევა. შედარებით მცირეა ის გაზაფხულზე, ხოლო
შემოდგომით ტრანსპირაციის უნარი დაბალ დონეზე იმყოფება. გარდა სეზო-
ნური განსხვავებისა, აღნიშნულია აგრეთვე ტრანსპირაციულ პროცესსა და
ხემცენარეების ასაკს შორის აშკარად გამომქალაქებული კორელაციური კავში-
რი. მაგალითად, თუ ახალგაზრდა, 5—6 წლის ასაკის თხმელნარის ტრანსპირა-
ციული ხარჯი გაზაფხულ-ზაფხულ-შემოდგომის ვადებში შესაბამისად შედ-
გენს 1 ჰექტარ ფართობზე 1 საათის განმავლობაში დაახლოვებით ორს, ორ-ხა-
ხევარსა და ერთი მილიმეტრის მოცულობის წყალს, 15—17-წლიანი თხმელნა-

რის ხარჯი გარემოს ანალოგიურ პირობებში, თანახმად 1 გრაფიკში მოყვანილი მასალისა, თითქმის 1,5-ჯერ აჭარბებს პირველს, ანუ უფრო ახალგაზრდა ასაკი-



დაპირველბა და: — 18 ს. — 19 ს. — 19 ს.

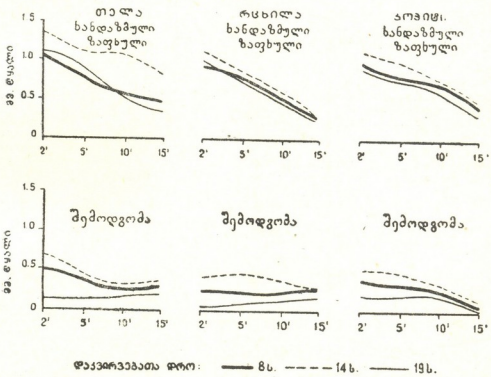
გრაფიკი 1. თხმელნარის ტრანსპირაციის უნარი სეზონების მიხედვით (მმ-ით წელი 1 საათი/ვა)

სას. ტრანსპირაციის მეორე და, როგორც ჩანს, უფრო მკვეთრ დებრესიას აღ-
გული აქვს ხანდაზმული ასაკის თხმელნარებში. ეს ფაქტი დამატებით ადასტუ-

რებს ლიტერატურაში საკმაოდ ცნობილ დებულებას, რომ მცენარეების მიერ წყლის ტრანსპირაციული ხარჯი ჩვეულებრივ მცირდება ჯუჯანასკნელ ასაკში.

უკანასკნელი დებულების გამო საჭიროდ მიგვაჩნია შევნიშნათ, რომ გარკვეული ხემცენარეების ტრანსპირაციული ხარჯის ასაკობრივ ცვალებადობას სერიოზული მნიშვნელობა აქვს ამა თუ იმ ადგილის ჰიდროლოგიური რეჟიმის ფორმირებაში. მაგალითად, გარკვეულია, რომ არიდულ პირობებში გრუნტის წყლის დონის ამოწვევა გადაბერებული ხემცენარეების მიერ წყლის შედარებით შემცირებული ხარჯითაა გამოწვეული (ი. კისელიოვა, 1955). ჭარბტენიან ზონაში ტყის არსებობა კი, მეორე მხრივ, მკვლევართა ერთსულოვანი დასკვნით, იწვევს ნიადაგ-გრუნტის წყლის დონის დაწევას იმ დროს, როდესაც პირველად ნაკადების ფონზე, დატენიანების ანალოგიურ პირობებში, ჩვენ უკვე საქმე გვაქვს ჰიდროლოგიური რეჟიმის გაუარესებასთან და ნიადაგის მეორად დაჭაობებასთან.

კოლხეთის დაბლობზე საკმაოდ გავრცელებული მეზოფილოური ხის ჯიშების: თელის, კოპიტის, რცხილისა და სხვების ტრანსპირაციის უნარი თხმელასთან შედარებით უფრო დაბალი ინტენსივობით ხასიათდება. ამის საილუსტრაციოდ მივმართეთ მე-2 გრაფიკში თავმოყრილი მასალის განხილვას.



დაკვირვებათა დრო: — 86. --- 146. — 196.

გრაფიკი 2. თელის, რცხილისა და კოპიტის ტრანსპირაციის უნარი (მმ-ით წყალი 1 საათ/ჰა)

გრაფიკში ხსენებული სამივე ჯიშის ხემცენარეების ტრანსპირაციული ხარჯი, 25—30-წლიანი თხმელის ხესთან შედარებით, უფრო დაბალი მაჩვენებლებით ხასიათდება. მაგალითად, თუ თელის, რცხილისა და კოპიტის შუაღლის ტრანსპირაციული ხარჯი არ აღემატება 1,0—1,5 მმ 1 საათ/ჰ-ზე, ასაკში შესული თხმელის იგივე მაჩვენებელი თითქმის ნახევარი მილიმეტრით უფრო მე-

ტია. შემოდგომის ვადებში აღნიშნული ტრანსპირაცია დაკვირვებათა უკლებლივ ყველა შემთხვევაში მინიმალურია.

ტრანსპირაციული ხარჯის საბოლოო გაანგარიშებისათვის ჩვენ შევიმუშავეთ და გამოვიყენეთ სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ყოველდღიური ამინდებისა და ტიპობრივი ტყეების ტაქსაციური თავისებურებისათვის დამახასიათებელი ინდექსები. ამის შედეგად გამოირკვა, რომ ტრანსპირაციისათვის საჭირო ნიადაგის წყლის ხარჯი მაღალ სიდიდეს აღწევს. ამის დასადასტურებლად ქვემოთ მოგვყავს სათანადო ცხრილი.

ზოგიერთი ხემცენარის ტრანსპირაციის უნარი

ადგილსამყოფელი, ნიადავი	ხის ჯიწი, ასაკი	საშუალო დღიური მმ/ჰა			ვეგეტაციის განმავლო ბაზი მმ/ჰა
		გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	
კოლმეტაციური ნაკვეთი	თხმელა, 5—6 წლის	—	19,9	4,8	871
ალფეიური-მდელოს კარბონატული, დაკარბებული	თხმელა, 5—6 წლის	—	15,7	4,8	840
	თხმელა, 15—17 წლის	—	12,1	5,3	696
სოფ. ჭალადიდი, ტყე „სადადიო“, ეწერ ლებიანი, მძიმე თიხნარი	თხმელა, 3—4 წლის	14,3	22,1	12,6	1311
	თხმელა, 15—17 წლის	16,8	30,1	20,7	2040
	თხმელა, 25—30 წლის	9,8	16,4	5,3	877
	თელა, ხანდაზმული	—	11,9	11,9	671
	რცხილა, ხანდაზმული	—	10,2	10,2	533
	კოპატი, ხანდაზმული	—	10,8	10,8	635

ცხრილში მოყვანილი მასალიდან ჩანს, რომ ჩვენს ცდებში შესწავლილი ხის ჯიწების უმრავლესობა, განსაკუთრებით სოფ. ჭალადიდის პირობებში, მაღალი ტრანსპირაციული უნარით გამოირჩევა. სეზონურ ასპექტში მაქსიმალური მაჩვენებლებით ხასიათდება ზაფხულის თვეებში აღნუსრული სიდიდეები. გაზაფხულზე და შემოდგომით ტრანსპირაციული ხარჯი შესამჩნევად კლებულობს.

განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია სოფ. ჭალადიდის ადგილსამყოფლის თხმელნარის მეტად დიდი ტრანსპირაციული ხარჯი, რომელიც, თანახმად 15—17-წლიანი ასაკისათვის ჩატარებულ გაანგარიშებისა, ორი ათას მილიმეტრს აღემატება. იმავე თხმელნარის უფრო ახალგაზრდა წარმომადგენლები ამ მხრივ შესამჩნევად ნაკლები ინტენსივობით ხასიათდებიან, თუმცა საშუალო წლიური ხარჯი მაინც საკმაოდ მაღალია და 1300 მმ-ზე ქვევით არ იწევს. ტექნიკური სიძნელების გამო ჩვენ ვერ შევძელით თხმელის უკიდურესად ხანდაზმულ წარმომადგენლებზე ანალოგიური განსაზღვრების ჩატარება, მაგრამ

გამომდინარე მცენარეების განვითარების საერთო ჰაბიტუსიდან, სახელობრ— მეჩხერი ფოთლიანობიდან და ფოთლის განუვითარებლად გაუხეშების მოვლენიდან, ტრანსპირაციული პროცესისათვის საჭირო წყლის ხარჯი ამ შემთხვევაში, როგორც ჩანს, სუსტი ინტენსივობით ხასიათდება.

კოლმატაციურ ნაკვეთზე თხმელნარის მკვეთრად შესუსტებული ტრანსპირაცია გამოწვეულია იმ გარემოებით, რომ ამ პირობებში ფოთლების თითქმის სამი მეოთხედი დაზიანებული იყო მასობრივად გავრცელებული პოლიფაგური მავნებლით, რამაც ბუნებრივად გამოიწვია მაორთქლებელი ზელაპირის მკვეთრად შემცირება.

ამრიგად, ჩატარებული ცდების მრავალჯერად განმეორებებში მიღებული შედეგების თანხედენილობა, აგრეთვე საექსპერიმენტოდ გამოყენებული ხემცენარეების ტრანსპირაციული უნარის ჯიშობრივი განსხვავება საკმაოდ სარწმუნოდ ხდის, რა თქმა უნდა, ხმარებული მეთოდის ფარგლებში, მიღებულ რიცხობრივ მასალას. ამ მხრივ ჩვენი რიცხვებისა და სხვა ავტორების [6, 4, 9] კვლევის შედეგების სიახლოვე უთუოდ ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და საკმაოდ დამაჯერებელი საბუთთაგანია მათი აბსოლუტური მნიშვნელობის თვალსაზრისით. რაც შეეხება ჩვენი ხემცენარეების შედარებით უფრო მაღალ ტრანსპირაციულ უნარს, ეს მძიმე ჰიდროლოგიური რეჟიმითაა ალბათ განპირობებული, რასაც, ზოგიერთი მკვლევრის [10] აზრით, არსებითი მნიშვნელობა აქვს მცენარის მიერ გაძლიერებულად წყლის ხარჯის საქმეში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ნიდაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და
 მელიორაციის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 310.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. А. Иванов. Транспирационная способность листьев древесных пород. Сборник, посвящен В. Л. Комарову, 1939.
2. Л. А. Иванов. Об изменении транспирационной способности древесных пород в течение года в зависимости от температуры. Ботанич. журнал, т. 26, № 2—3, 1941.
3. Л. А. Иванов, А. А. Силина, Д. Г. Жмур и Ю. Л. Цельникер. Об определении транспирационного расхода древостоем леса. Ботанич. журн., т. 36, № 1, 1951.
4. Д. ж. Китредж. Влияние леса на климат, почвы и водный режим. Изд. ИЛ, 1951.
5. И. К. Киселева. Режим грунтовых вод совхоза «Пахта-Арал», Ж-л Почвоведение, № 10, 1955.
6. А. Л. Кошчев. Транспирационная деятельность возобновляющихся древостоев как основной фактор разоблачивания вырубок. Труды Института леса АН СССР, т. 26, 1955.
7. Н. А. Максимов. Краткий курс физиологии растений. Москва, 1938.
8. А. А. Молчанов. Регулирование гидрологического режима территории путем изменения возраста и состава древостоев. Сообщения Института леса, вып., 4, 1955.
9. L. S. Minkler. Transpiration of trees and Forests. Journ. Forestry v. 37, № 4, 1939.
10. В. Т. Schaw. Физические условия почвы и растения. Изд-во ИЛ, Москва, 1955.

2. ტატიშვილი

ზრდის პირობების ბავშვთა ევკალიპტის მისთვის ანატომიურ აღნაგობაზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. გულისაშვილმა 4.7.1956)

Eucalyptus-ის მერქნის აღნაგობის შესწავლისას შესაძლებლობა გვექონდა ჩაგვეტარებინა ევკალიპტის 8 სახის შედარებითი გამოკვლევა. ჩვენს განკარგულებაში იყო ევკალიპტის როგორც ბუნებრივ პირობებში, მათ სამშობლოში, ისე საქართველოს სსრ-ის შავი ზღვის სანაპიროებზე გაზრდილი ნიმუშები. ამ ევკალიპტების ერთმანეთთან შედარებამ საშუალება მოგვცა დაგვიჩვენა მათი მერქნის აღნაგობაში ზოგიერთი განმასხვავებელი ნიშანი, რომელთა წარმოქმნა დაკავშირებულია ამ კულტურის ზრდის ადგილის კლიმატის გავლენასთან.

ევკალიპტის აღნაგობის ზოგად აღწერას აქ არ ვიძლევი, რადგან ის მოციმული გვაქვს სხვა წერილში.

ქვემოთ განხილულია ჩვენ მიერ დადგენილი განმასხვავებელი ნიშნები შავი ზღვის სანაპიროებზე გაზრდილი ევკალიპტის მერქნისა და სამშობლოში გაზრდილი ევკალიპტის მერქნის ანატომიურ აღნაგობაში. ევკალიპტის უცხოური ნიმუშები მიღებული იყო უმთავრესად სიდნეისა და მელბურნის მუზეუმებიდან, უმეტეს შემთხვევაში მათი ზრდის ადგილის არაზუსტი აღნიშვნით, ამიტომ ასეთი ნიმუშების სამშობლოდ ჩვენ „ავსტრალიას“ ვასახელებთ.

1. *E. brydgesiana* R. T. Baker—სოხუმი

ავსტრალია

ამ ნიმუშების მერქნის აღნაგობაში განსხვავება თითქმის არ აღინიშნება. მცირე განსხვავება არსებობს მხოლოდ სხივთა რიგების რაოდენობაში. სოხუმის ნიმუშების მერქანში სხივები უმთავრესად ერთ-ან ორრიგოიანია, გაორმაგებული, ერთრიგოიანი ორფენიანი ნაკვეთებით, თითისტარისებრი, ორრიგოიანი ერთფენიანი დაბოლოებით, ხოლო ავსტრალიის ნიმუშების მერქანში არსებობს სამ- და ოთხრიგოიანი სხივები. სოხუმის ნიმუშებში მრავალრიგოიანი ნაკვეთები შედგება სიმალღზე 3-4-7-12 უჯრედისაგან, ხოლო ავსტრალიური—7-12 და მეტი უჯრედისაგან.

ნიმუშების ორივე შემთხვევაში სხივები ჰეტეროგენული და შერიულ-ჰეტეროგენულია, ამავე დროს სოხუმის ნიმუშებში სხივები მდგომარე უჯრედებით უფრო იშვიათად გვხვდება, ვიდრე ავსტრალიის ნიმუშებში.

2. *E. cinerea* F. v. M.—სოხუმი

„ ავსტრალია

ამ სახის ორივე ნიმუშიმ ჭურჭლები ერთეულადაა, ცალმაგია, მხოლოდ სოხუმის ნიმუშებში შესამჩნევია ჭურჭლების განლაგება ირიბ ხაზებად, იმ დროს, როდესაც ავსტრალიურ ნიმუშებში ასეთი განლაგება უფრო ბუნდოვნადაა გამოსახული.

სხივები ძირითად ერთრიგიანია, ზშირად შუა ნაწილში ორრიგიანი უბნები ორ-სამფენიანია. ავსტრალიურ ნიმუშებში გვხვდება აგრეთვე ორ-სამრიგიანი სხივები. ამავე დროს მრავალრიგიანი უბნები შედგება სიმაღლეზე 7-12 უჯრედისაგან. სხივების სიმაღლე ცვალებადობს თითქმის ერთსა და იმავე საზღვრებში და სოხუმის *E. cinerea*-ს ნიმუშში აღწევს მაქსიმალურ სიდიდეს, 12-25 უჯრედს, იმ დროს, როდესაც იმავე სახის ავსტრალიურ ნიმუშში უჯრედთა რაოდენობა სიმაღლეზე 16-20-ს აღწევს.

3. *E. gigantea* Hook—სოხუმი

„ ავსტრალია

სხვა სახეობებისაგან განსხვავებით *E. gigantea*-ს მერქანში ჭურჭლები მრავალრიცხოვანი, ოვალურ-მრგვალი ფორმისა და არათანაბრად განლაგებულია. ჭურჭლები უმეტეს შემთხვევაში ჩვეულებრივად წლიური შრის ადრეულა ნაწილში, ხანდახან კი ქმნიან რგოლს და რგოლჭურჭლებიანი ჯიშის მერქანის შთაბეჭდილებას ტოვებენ. ეს მოვლენა აღნიშნული იყო ავსტრალიელი ავტორების მიერაც. მაგალითად, ვ ე ლ ჩ ი მიუთითებს, რომ ამ სახეობაში ჭურჭლების არარსებობა ზოგიერთ ზონაში გამოწვეულია მკაცრი ზამთრის პირობებით.

სხივები ორივე ნიმუშში ერთ-ორრიგიანი და ჰეტეროგენულია. მდგომარე უჯრედები სხივის ნაპირას ერთ ფენას ქმნიან. სხივის სიმაღლე უმეტეს შემთხვევაში სოხუმის ნიმუშებში 6-8-უჯრედიანია, არის აგრეთვე 14-16-უჯრედიანიც, ხოლო ავსტრალიის ნიმუშებში—16-20-უჯრედიანი.

4. *E. dalrympleana* Maid.—სოხუმი

„ ახალი სამხრეთი უელსი

„ კვინსლენდი

ამ ნიმუშების შედარების მეოხებით შეიძლება დავასკვნათ, რომ სოხუმისა და ავსტრალიური ნიმუშების მერქანი თითქმის არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. უმნიშვნელო სხვაობა შემჩნეულია მხოლოდ ჭურჭლების განლაგებაში. ასე მაგალითად, სოხუმის *E. dalrympleana*-ს ნიმუშში ერთიგული ჭურჭლები (უმთავრესად ადრეულა მერქანში) შედარებით გრძელ, ირიბ ხაზებად ლაგდება, ვიდრე ევკალიპტის ამავე სახის ავსტრალიურ ნიმუშში. სხივების რიგითობაში განსხვავება თითქმის არ არის, მაგრამ სოხუმის ნიმუშებში სხივების ჰეტეროგენობა სუსტადაა გამოსახული და სხივები შედარებით უფრო დაბალია.

ავსტრალიურ *E. dalrympleana* ს ნიმუშში სხივის უჯრედთა რაოდენობა სიმაღლეზე 14-25-ს აღწევს, ხოლო სოხუმის ნიმუშში სხივები სიმაღლეზე მხოლოდ 6-15 უჯრედისაგან შედგება.

ორივე ნიმუშში პარენქიმა საკმაოდ ჭარბადაა, მაგრამ სოხუმის ნიმუშში ფრთისებრი პარენქიმა თითქმის არ შეიმჩნევა, ავსტრალიის ევკალიპტის მერქანში კი შედარებით კარგად არის გამოსახული. სოხუმის ნიმუშის მერქანის პარენქიმა ვაზიცენტრულია.

- 5. *E. globulus* Labill.—სოხუმი
- " ბათუმი
- " ავსტრალია

ამ სახეობის ყველა ნიმუშის ერთეული (ცალმაგი) ჭურჭლები ზოგჯერ ერთიმეორესთანაა მიახლოებული (ორი საშუქი) და ირიბულად განლაგების ტენდენცია ახასიათებთ. სოხუმის ნიმუშების ჭურჭლები თილენებითაა ამოვსებული, თანაც თილენების გარსი თხელია. მერქნის პარენქიმა ყველა ნიმუშს თითქმის ერთნაირი აქვს და ერთმანეთისაგან მხოლოდ უჯრედების გარსის სისქით განსხვავდებიან. ყველა ნიმუშის სხივები თითქმის ერთრიგაინი, იშვიათად კი ორრიგაინი. სხივის მაქსიმალური სიმაღლე ყველა ნიმუშში ერთსა და იმავე საზღვრებშია მოქცეული და საშუალოდ სიმაღლეზე 15-16-20 უჯრედს აღწევს.

განსხვავება შეიმჩნეულია მხოლოდ სხივის უჯრედების სიგრძეში. სოხუმისა და ბათუმის ნიმუშებში ისინი უფრო წავრძელებული არიან, ვიდრე ავსტრალიის ნიმუშებში (სოხუმის *E. globulus*-ს ნიმუშის სხივის უჯრედთა ღერძის შეფარდება არის 1:8:10, ავსტრალიურ ნიმუშებში კი—1:4:5, ე. ი. თითქმის ორჯერ ნაკლები).

- 6. *E. regnans* F. v. M.—სოხუმი
- " ავსტრალია

სოხუმის *E. regnans*-ის მერქანში ჭურჭლები ერთეულებადაა განლაგებული, მაგრამ გვხვდება აგრეთვე ორი, სამი ან ოთხი მიახლოებული ჭურჭელი, რომელთაც აგრეთვე ირიბად წყობის მიდრეკილება აქვთ. ჭურჭლების მოხაზულობა ორივე ნიმუშში ერთნაირია — მომრგვალო-ოვალური.

პარენქიმა ჭარბია, ვაზიცენტრული. ჭურჭლების ირგვლივ პარენქიმა ორი შრისგან შედგება.

საგრძნობი განსხვავება შეიმჩნევა სხივთა ოდენობაში, მათ რიგითობაში, აგრეთვე სხივის სიმაღლეზე უჯრედთა რაოდენობაში. მაგალითად, ავსტრალიულზე 7-10-12 უჯრედია. სხივის უჯრედების ღერძთა შეფარდება 1:4:5. სხივები თითქმის სწორხაზოვანია. სოხუმის *E. regnans*-ის მერქანში სხივები ერთ-ორრიგაინია. ერთრიგაინ სხივებში ზოგჯერ გვხვდება ორრიგაინი ნაკვეთის ორი ფენა გაორმაგებული ერთრიგაინი დაბოლოებით (დაბოლოება 5-14 უჯრედით). გვხვდება აგრეთვე თითისტარისებრი სხივები, სადაც სხივების უჯრედთა რაოდენობა სიმაღლეზე 5-8-14-20-ს აღწევს.

- 7. *E. stuartiana* F. v. M.—სოხუმი
- " ავსტრალია

ორივე ნიმუშის ჭურჭლები ერთეულებადაა განლაგებული, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ სოხუმის ნიმუშში გვხვდება აგრეთვე მიახლოებული ჭურჭლები, რომლებიც რადიალური და ტანგენციალური მიმართულებითაა განლაგებული. ჭურჭელთა ირიბულად განლაგების დამახასიათებელი მიდრეკილება შეიმჩნეულია ამ ნიმუშებშიც, ამასთანავე ის უფრო კარგად არის გამოხატული წლიური შრის ადრეულა ნაწილში. ამ ნიმუშების სხივების სიმაღლე და რიგითობა განსხვავებულია. სოხუმის ნიმუშებში უმეტესად დაბალი ერთრიგაინი სხივებია (სხივის სიმაღლეზე 5-7 უჯრედია) ; და, როგორც გამოხატვისი, ერთრიგაინი

ავსტრალიაში და შავი ზღვის სანაპიროებზე გაზრდილი ევკალიპტის მერკნის აღნაგობის განმეცხვება

№	ევკალიპტის სახე	ადგილ-სამეცნიერო	მერკნის პარენქიმა		ს ხ ი ვ ე ბ ი			ტურპულები			ფენქციონირება	
			სიგარბე	განლაგება	რიგითობა	სხივის სი-მართე	მრავალ-როგ სხი-ვის სიშ.	ჰეტერო-გენობა	განლაგება	დია-მეტრი		რაოდ. 1 მმ
1	<i>E. brydgetiana</i> R. T. Baker	სოხები			ერთ-ორი-განია, გაორ-მეგებული საშრიგინი		3-4-7 უჯ.	იშეთათად				
"	"	ავსტრალ.					7-12 უჯ.	შრიგად				
2	<i>E. cinerea</i> F. v. M.	სოხები										
"	"	ავსტრალ.										
3	<i>E. gigantea</i> Hook	ბათუმი			ერთიგანი მრავალფენიანი უბნებით	12-15 უჯ.					ირიბული განლაგება	
"	"	სოხები										
"	"	ავსტრალ.			ორ სამფენიანი	16-20 უჯ.	7-12 უჯ.				ირიბული განლაგება მკვეთრი არ არის	
4	<i>E. globulus</i> Labill	ბათუმი	კარბი		ერთიგანი, იშვითად ორიგანი	15 უჯ.	უჯრედ-ნი უფრო წვარულ-ლები				ირიბ ხაზებ.	
"	"	სოხები				16 უჯ.						
"	"	ავსტრალ				20 უჯ.						
5	<i>E. dalrympleana</i> Maid.	სოხები				6-15 უჯ.					გრძელი ირიბ ხაზებად	
"	"	ავსტრალ.	კოტად ან მტად კარბი	ფრთისებრი პარენქიმა არ არის ფრთისებრი პარენქიმა შეინჩვევა		14-25 უჯ.		სუსტად განისა-ხული გამოსა-ხული მკვეთრად			მოკლე ირიბ ხაზებად	ფენქციონირება - ირიბი უფრო აკუმ. ფლავი

ბ ა ბ ი ბ ლ ი ა

1 ცხრილის გაგრძელება

№	ევკალიპტის სახე	ადგილ-სამეცნიერო	მერკნის პარენქიმა		ს ხ ი ვ ე ბ ი			ტურპულები			ფენქციონირება	
			სიგარბე	განლაგება	რიგითობა	სხივის სი-მართე	მრავალ-როგ სხი-ვის სიშ.	ჰეტერო-გენობა	განლაგება	დია-მეტრი		რაოდ. 1 მმ
6	<i>E. regnans</i> F. v. M.	სოხები			ერთ-ორი-განი გაორმ.	6-8-14-20 უჯ.					ირიბ ხაზებად	
"	"	ავსტრალ.			ერთიგანი	7-10-12 უჯ.					მიხლოებუ-ლი ირიბ ხაზებად	
7	<i>E. Stuartiana</i> F. v. M.	სოხები			ერთიგანი რეგულარული მრ. ფენიანი უბნები	5-7 უჯ.						
"	"	ავსტრალ.			ორ-სამრიგინი	12-20 უჯ.						
8	<i>E. viminalis</i> Labill	ბათუმი	კოტად ან მტად კარბი	ფრთისებრი პარენქიმა არის ფრთისებრი პარენქიმა შეინჩვევა	ერთიგანი	7-15 უჯ.						
"	"	ავსტრალ.			ორ-სამრიგინი	14-35 უჯ.						

შენიშვნა: სხივის სი-მართე მრავალფენიანი უბნებით და იმეცხვება ერთი და იმეცხვება რამდენიმე უბნით განმეცხვება არ არის, სხივი შექცევილია.

23. ბიბლიოგრაფია: ბიბლიოგრაფია, № 3, 1957

საბიბლიოთეკო-ინფორმაციო ცენტრი

ანი ორფენიანი უბნებით ავსტრალიურ ნიმუშებში სხივები ძირითადად ორ-სამ-რიგიანია (სიმაღლეზე 12-20 უჯრედია).

მერქნის პარენქიმის განლაგებაში განსხვავება არ შეიმჩნევა.

8. *E. viminalis* Labill.—ბათუმი

ავსტრალია

როგორც ბათუმის, ისე ავსტრალიურ ნიმუშებში ჭურჭლები ერთეულებად და განლაგებული, მაგრამ ბათუმის ნიმუშებში ორ-ორად გვხვდება მიახლოებული ჭურჭლები ძირითადად რადიალური მიმართულებით და ოთხმდე ტანგენტიული მიმართულებით. ეს უკანასკნელები ქმნიან ჭურჭელთა ჩაუფლებს.

სხივები უმთავრესად ერთრიგიანია, მაგრამ ავსტრალიურ ნიმუშებში გვხვდება ორ- და სამრიგიანი სხივები (30%-მდე), იმ დროს როდესაც ბათუმის ნიმუშებში ორ- და სამრიგიანი სხივები სრულიად არ არის. განსხვავება შეიმჩნევა აგრეთვე სხივთა სიმაღლეში. თუ ავსტრალიის ნიმუშებში სხივები სიმაღლეზე 14-32 უჯრედს შეიცავენ, ბათუმის ნიმუშებში მხოლოდ 7-12 უჯრედია.

პარენქიმა ორივე ნიმუშში შედარებით ჭარბადაა და ფრთისებრია, ამავე დროს ის რამდენადმე უკეთ შეიმჩნევა ავსტრალიურ ნიმუშებში, ვიდრე ბათუმის ნიმუშებში.

შედარებითი გამოკვლევის შედეგების შეჯამების საფუძველზე შეგვიძლია აღვნიშნოთ, რომ ეკალიბტის სახეობათა დიდ უმრავლესობაში საერთოდ ზრდის ადგილის პირობების ცვალებადობა თითქმის არ ახდენს გავლენას მერქნის აღნაგობის ნიშან-თვისებებზე. ეს მეტად მნიშვნელოვან გარემოებად უნდა ჩაითვალოს, ვინაიდან ის საშუალებას გვაძლევს მერქნის თვისებების პირველი მიახლოებითი შეფასებისათვის გამოვიყენოთ ავსტრალიის არსებული მონაცემები. მაგრამ ეს მსგავსება სამშობლოში და შავი ზღვის სანაპიროზე გაზრდილი ეკალიბტის მერქნის აღნაგობაში ძირითად ნიშან-თვისებებს ეხება. ამასთან ერთად შეიძლება აღვნიშნოთ ზოგიერთ მეტად საინტერესო განმასხვავებელი ნიშანიც, რაც უმთავრესად მერქნის პარენქიმული ქსოვილის განვითარების ხარისხს მიეკუთვნება. მაგალითად, როგორც საერთო წესი (*E. regnans*-ის გამოკლებით), შეიძლება აღვნიშნოთ შავი ზღვის სანაპიროზე კულტივირებული ეკალიბტების მერქანში სხივთა რიგითობისა და სიმაღლის კლება. ეს განსხვავება რამდენადმე შეიძლებოდა მიგვეწერა სხვადასხვა ეკალიბტის ასაკის განსხვავებისათვის, რადგან ყველა ჩვენი ნიმუში აღებულია 15-20 წლის ასაკის ხეებიდან, მაგრამ ამ მოსაზრებას თითქოს ეწინააღმდეგება დაკვირვებები სხივების შედგენილობის ცვალებადობაზე, რასაც ქვემოთ შევიხებთ.

სხივების რიგითობის ეს შემცირება *E. globulus* და *E. regnans* გარდა შემჩნეულია თითქმის ყველა ნიმუშზე, თანაც ზოგიერთ სახეობაში რიგითობის შემცირება არ იწვევს სხივის სიმაღლის შემცირებას (*E. brydgesiana*); ზოგიერთ შემთხვევაში რიგითობა უცვლელი რჩება, სხივის სიმაღლე კი შემცირებას განიცდის (*E. dalrympleana*). სახეობათა უდიდეს ნაწილში კი ჩვენ გვაქვს ორივე მაჩვენებლის შემცირება. ეს შემცირება რომ შემთხვევითი არ არის, არამედ წარმოადგენს რაღაც არსებით ცვლილებებს სტრუქტურაში და პლასტიკურ ნივთიერებათა დაგროვებისა და გადაადგილების ფიზიოლოგიაში, ამას გვიჩვენებს ის ფაქტი, რომ სხივების ჰეტეროგენობის ხარისხი (რომელიც გვ. *Eucalyptus*-ში საერთოდ მაღალი არ არის) მცირდება შავი ზღვის სანაპიროზე კულტივირებულ ნიმუშებში. როგორც ცნობილია, სხივების ჰეტე-

როგენობა შედარებით მყარი ნიშან-თვისებაა და ხშირად ახასიათებს მთელ რიგ გვარებს, თანაც სხივების პეტეროგენობა იმ ნიშან-თვისებათა რიცხვს ეკუთვნის, რომელიც შესაძლოა არ შეგვხვდეს მწიფე მერქანში, მაგრამ შემჩნეულ იქნეს ახალგაზრდა მერქანში. ამგვარად, ზოგიერთ ჩვენ ნიმუშში შემჩნეული ნაკლები პეტეროგენობა ასაკის გავლენით არ შეიძლება იყოს გამოწვეული. პარენქიმის განლაგება ჩვენ ნიმუშებში საერთოდ მცირედ იცვლება, მაგრამ ორ სახეობაში (*E. dalrympleana* და *E. viminalis*) ფრთისებრი პარენქიმა, მკვეთრად გამოსახული ავსტრალიურ ნიმუშებში, ჩვენს ნიმუშებში გამოსახულია რამდენადმე უფრო ცუდად (*E. viminalis*) ან არ არსებობს (*E. dalrympleana*), რადგან ფრთისებრი პარენქიმას უთუოდ მეტი ხვედრითი მოცულობა უჭირავს, ვიდრე ვაზიცენტრულს. ცხადია, რომ ამ შემთხვევაში ჩვენ ნიმუშებში საქმე გვაქვს პარენქიმული ქსოვილის მოცულობის შემცირების პროცესთან, როგორც ჩვენ მიერ აღნიშნულ სხივების შემცირების შემთხვევაში. დანარჩენ ნიშან-თვისებებში (კუბუკლების განლაგებაში, ტრაქეალური ელემენტების გარსის სისქეში და სხვ.) რამდენადმე არსებით განსხვავებას ვერ ვპოულობთ.

ინტერესს მოკლებული არ იქნებოდა დაგვედგინა ჩვენი და ავსტრალიური ნიმუშების ქიმიური შედგენილობის სხვაობა, რადგან ეს სხვაობა (უმთავრესად გახვეების ხარისხი) უთუოდ მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მერქნის ტექნიკურ თვისებებზე. სამწუხაროდ, ავსტრალიური ნიმუშების მცირე ზომებმა ჩვენ ამ ცდის ჩატარების საშუალება არ მოგვცა.

შავი ზღვის სანაპიროზე კულტივირებული ევკალიპტის სახეობების მერქნის აღნაგობაში შემჩნეული ერთი მიმართულების ცვლილებები უთუოდ დაკავშირებულია გარემო პირობების რომელიმე თავისებურებასთან, რაც გავლენას ახდენს ამ მცენარის ფიზიოლოგიაზე.

ეს თავისებურებანი უმთავრესად დაკავშირებული უნდა იყოს შავი ზღვის სანაპიროზე მკვეთრად გამოსახულ სეზონურობასთან, რაც დიდ გავლენას უნდა ახდენდეს ხის ფიზიოლოგიურ პროცესებზე.

ცხრილში შეჯამებულია ავსტრალიური და შავი ზღვის სანაპიროების ევკალიპტების მერქნის აღნაგობაში ჩვენ მიერ შენიშნული განსხვავებები.

შრომა შესრულებულია ერევანში ჩვენი მივიღონების დროს სომხეთის სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტის მცენარეთა ანატომიის ლაბორატორიაში.

მასალის მოწოდებისა, მნიშვნელოვანი რჩევისა* და მითითებისათვის დიდ მადლობას ვუძღვნი პროფ. ა. იაცენკო-ხმელეცკის.

შრომის წითელი დროშის ორდენისანი

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო

ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 4.7.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Е. М. Татишвили. Эвкалипт. «Древесины Кавказа», том II, 1956.

ა. კვლიაშვილი

სქესობრივი მომწიფება და ძვლოვანი სისტემა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ნათიშვილმა 28.1.1957)

ცნობილია, რომ სქესობრივი მომწიფების პერიოდი ადამიანის ცხოვრების მეტად მნიშვნელოვან ეტაპს წარმოადგენს. სწორედ ამ პერიოდში ხდება მოზარდ ორგანიზმში თვალსაჩინო ძვრები, რომლის ერთ-ერთი ობიექტური გამოხატულებაა ძვლოვანი სისტემაში მიმდინარე გაძვლების პროცესები.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ რენტგენოლოგიურად შეგვესწავლა წინამხრის ძვლების დისტალური ნაწილისა და ხელის მტეენის ძვლების გაძვლების პროცესი ქალიშვილებში.

კვლევის ობიექტად ავირჩიეთ ქალიშვილები, რადგან მათი სქესობრივი მომწიფების დაწყების დრო შეიძლება ზუსტად იქნეს დადგენილი ისეთი უტყუარი ბიოლოგიური ფაქტორის მიხედვით, როგორცაა თვიური. ამ მიზნით გამოვიკვლიეთ ქ. თბილისის მკვიდრი მცხოვრები საშუალო სკოლის 440 მოსწავლე ქალიშვილი 13—17 წლის ასაკში, მათგან 13 წლისა — 72, 14 წ. — 116, 15 წ. — 112, 16 წ. — 69, 17 წ. — 71.

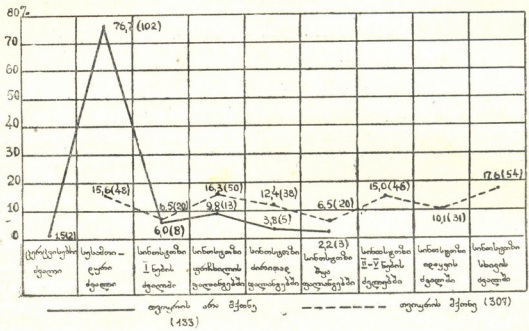
რაც შეეხება 17 წელზე უფროსი ასაკის ქალიშვილებს, მასობრივი გამოკვლევისას თბილისის მცხოვრებთა შორის ვერ ვნახეთ თვიურის მქონე ვერც ერთი ქალიშვილი, რომელსაც არ ჰქონდა დამთავრებული სინოსტოზირების პროცესი სხივის ძვლის დისტალურ ნაწილში, რაც, როგორც აღინიშნა მონაცემებით, სქესობრივი მომწიფების მაჩვენებელია.

ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენს სინამდვილეში იშვიათია ისეთი შემთხვევა, როდესაც 16—17 წლის ქალიშვილს თვიური არა აქვს, მაგალითად, მასობრივი შემოწმებისას ვნახეთ 16 წლის ასაკის მხოლოდ 10 და 17 წლის ასაკის 6 ქალიშვილი, რომელთაც ჯერ კიდევ არ ჰქონდათ თვიური.

ჩვენი კვლევის ძირითად მიზანს შეადგენდა გამოგვეკვლია, თუ რა გავლენას ახდენს ძვლოვანი სისტემის განვითარებაზე სქესობრივი მომწიფება, ე. ი. სასქესო ჭირკვლების აქტიური ჩართვა ენდოკრინული აპარატის მუშაობაში.

აღნიშნული საკითხის შესწავლის მიზნით გამოკვლეული ქალიშვილები ორ ჯგუფად დავყავით ბიოლოგიური მაჩვენებლის—თვიურის არსებობის ან არარსებობის მიხედვით. პირველ ჯგუფში შევიდა 133 ქალიშვილი, რომელთაც ჯერ არ ჰქონდათ თვიური, მეორე ჯგუფში კი თვიურის მქონე 307 ქალიშვილი.

როგორც მოყვანილ დიაგრამაზე ჩანს, გამოკვლეული 133 ქალიშვილიდან, რომელთაც არ ჰქონდათ თვიური, ცერცვისებრი ძვლის გაძვალბა, ოსტეოგენეზის მომდევნო ფაზების გარეშე, აღენიშნებოდა მხოლოდ 2 ქალიშვილს (1,5%), სესამოიღური ძვლისა—102 (76,7%), დანარჩენ 29 ქალიშვილს (21,8%) კი აღენიშნებოდა მტევნის ძვლების შემდგომი დიფერენცირება, კერძოდ, ზოგიერთ მათგანს სინოსტოზი განვითარებული ჰქონდა ნების 1-ლ ძვალში, ზოგიერთს— ფრჩხილის ფალანგებში და ა. შ. შუა ფალანგებამდე.



ნახ. 1. 13—17 წლის ასაკის ქალიშვილთა წინამხრის ძვლების დისტალური ნაწილისა და მტევნის ძვლების თანმიმდევრობით გაძვალბების მაჩვენებლები (პროცენტობით—გამოკვლევათა საერთო რიცხვის მიმართ)

ამავე ასაკის, მაგრამ თვიურის მქონე 307 ქალიშვილიდან კი სესამოიღური ძვლის გაძვალბა, ოსტეოგენეზის შემდგომი ფაზის გარეშე, აღენიშნა მხოლოდ 48 ქალიშვილს (15,6%). დანარჩენ 259 შემთხვევაში (84,4%) კი ნახული იყო ძვლოვანი სისტემის შემდგომი დიფერენცირების მაჩვენებლები სხვიის ძვალში სინოსტოზის განვითარებამდე.

მიღებული მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ძვლოვანი სისტემის დიფერენცირება სხვადასხვააიარად მიმდინარეობს თვიურის მქონე და თვიურის არმქონე ქალიშვილებში; თვიურის არმქონე ქალიშვილთა დიდი უმრავლესობისათვის (76,7%) სესამოიღური ძვლის გაძვალბა ძვლოვანი სისტემის განვითარების ახალ ეტაპს წარმოადგენს და მხოლოდ მათ მცირე რაოდენობას (21,8%) აღენიშნება ძვრები შემდგომი დიფერენცირებისაკენ, კერძოდ, სინოსტოზის განვითარება ნების 1 ლ ძვალში და ა. შ. შუა ფალანგებამდე. ამავე ასაკის, მაგრამ თვიურის მქონე ქალიშვილებში კი სრულიად სხვა სურათი მივიღეთ. კერ-

ძოდ, გამოკვლეულთა მხოლოდ უმცირესობას (15,6%) აღენიშნებოდა სესამოიდური ძვლის გაძვლებაზე შეჩერება, დიდმა უმრავლესობამ კი (84,4%) გაიარა ოსტეოგენეზის სხვადასხვა ფაზა—დაწყებული სინოსტოზის განვითარებით ნების 1-ლ ძვალში და ა. შ. სხვიის ძვლამდე.

ამრიგად, თვიურის არმქონე 133 ქალიშვილიდან არც ერთს არ აღენიშნებოდა სინოსტოზი ნების მე-2 — მე-5 ძვლებში და მით უფრო იდაყვისა და სხვიის ძვლებში, მაშინ როდესაც ამავე ასაკის, მაგრამ თვიურის მქონე ქალიშვილებში სინოსტოზი ნების მე-2—მე-5 ძვლებში განვითარებული ჰქონდა გამოკვლევათა 15%-ს, იდაყვის ძვალში—10,1%, სხვიის ძვალში—(17,6%).

მოყვანილი მონაცემები მოწმობს, რომ სქესობრივი მომწიფების ფაზაში მყოფი ქალიშვილები საგრძნობლად უსწრებენ წინ ძვლოვანი სისტემის განვითარების მხრივ თავიანთ ტოლ ქალიშვილებს, რომლებიც ჯერ არ შესულან ამ ფაზაში.

ამრიგად, სქესობრივი მომწიფების მხრივ ჩამორჩენილი ქალიშვილი ძვლოვანი სისტემის განვითარების მხრივაც ჩამორჩება თავის ტოლებს. აქედან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ სქესობრივი მომწიფება გარკვეულ გავლენას ახდენს ძვლოვანი სისტემის დიფერენცირების ტემპზე.

აღნიშნული საკითხის დაზუსტების მიზნით საჭიროდ ჩავთვაღეთ შეგვედარებინა ერთისა და იმავე ასაკის, მაგრამ სქესობრივი მომწიფების სხვადასხვა პერიოდში მყოფი ქალიშვილების ძვლოვანი სისტემის დიფერენცირების მაჩვენებლები.

ამ მიზნით ორ ქვეჯგუფად დავყავით თვიურის მქონე 307 ქალიშვილი. პირველ ქვეჯგუფში გავერთიანეთ 121 ქალიშვილი, რომელთაც თვიური დაეწყოთ 1—6 თვის წინ, მეორეში—ის 186 ქალიშვილი, რომელთაც თვიური მოუვიდათ 6 თვეზე მეტი ხნის წინ.

როგორც მოყვანილი დიაგრამიდან ჩანს, I ქვეჯგუფში ნებ-ფალანგის პირველი სახსრის სესამოიდური ძვლის გაძვლება, ოსტეოგენეზის შემდგომი ფაზის გარეშე დადგენილ იქნა 39 შემთხვევაში (32,2%), 82 ქალიშვილს კი (67,8%) აღენიშნებოდა მტვენის ძვლების განვითარების სხვადასხვა ფაზა, დაწყებული ნების პირველი ძვლის სინოსტოზირებით და დამთავრებული ნების მეორე-მესამე ძვლებში სინოსტოზის განვითარებით.

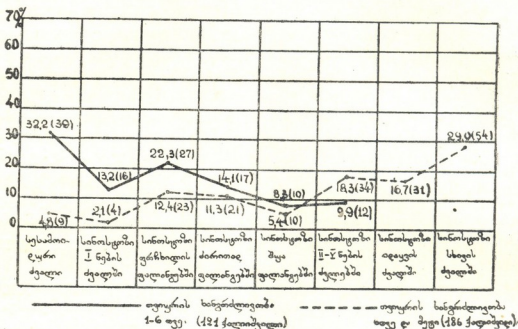
II ქვეჯგუფის ქალიშვილებში კი სრულიად სხვა მაჩვენებლები მივიღეთ.

II ქვეჯგუფში გაერთიანებული ქალიშვილების საერთო რიცხვიდან მხოლოდ უმნიშვნელო პროცენტში (4,8%) ჰქონდა ადგილი I ნებ-ფალანგის სახსარში სესამოიდური ძვლის გაძვლებაზე შეჩერებას. უმრავლესობას კი საგრძნობი ძვრები აღენიშნებოდა ძვლოვანი სისტემის შემდგომი დიფერენცირებისაკენ—ნების I ძვალში სინოსტოზირებიდან სხვიის ძვალში სინოსტოზის განვითარებამდე.

I ქვეჯგუფში არც ერთ ქალიშვილს არ ჰქონდა განვითარებული სინოსტოზი იდაყვისა და სხვიის ძვლებში, მაშინ როდესაც II ქვეჯგუფში სინოსტოზის

განვითარებას იდაყვის ძვალში ადგილი ჰქონდა შემთხვევათა 16,7%-ში, სხვის ძვალში კი—29%.

აღნიშნული ორი ქვეჯგუფის ქალიშვილებში მიღებული მონაცემების ურთიერთშედარება გვიჩვენებს, რომ, რაც უფრო მეტი დროა გასული თვიურის



ნახ. 2. თვიურის მქონე 13—17 წლის ასაკის ქალიშვილების წინამხრის ძვლების დისტალური ნაწილისა და მტევნის ძვლების თანმიმდევრობითი გაძვლების მაჩვენებლები თვიურის არსებობის ზანგრძლივობის მიხედვით (პროცენტობით გამოკვეთულთა საერთო რიცხვის მიმართ)

მოსვლიდან, მით უფრო მეტადაა გამოხატული ძვლოვანი სისტემის დიფერენცირება.

ამრიგად, როგორც პირველი ორი ჯგუფის (თვიურის მქონე და თვიურის არმქონე ქალიშვილები), ისე მეორე ჯგუფის ორივე ქვეჯგუფის ქალიშვილებში (თვიურის დაწყება 1—6 თვის წინ და 6 თვეზე უფრო ადრე) მტევნისა და წინამხრის დისტალური ნაწილის გაძვლების შესახებ მიღებული მონაცემების შედარება გვიჩვენებს, რომ სქესობრივ მომწიფებასა და ძვლოვანი სისტემის განვითარებას შორის მჭიდრო კავშირია.

ჩვენი გამოკვლევებით ირკვევა, რომ 13—17 წლამდე ასაკის ქალიშვილებში, რომლებიც სქესობრივი მომწიფების სტადიაში იმყოფებიან, იდაყვის ძვალში სინოსტოზის განვითარებას ადგილი აქვს მხოლოდ 15 წლის ასაკიდან და ისიც იმ ქალიშვილებში, რომელთაც თვიური მოუვიდათ 6 თვეზე მეტი ხნის წინათ. ამრიგად, თუ ქალიშვილს იდაყვის ძვალში განვითარებული აქვს სინოსტოზი, ეს უფლებას გვაძლევს ვთქვათ, რომ თვიურის დაწყებიდან 6 თვეზე მეტ-მა განვლო.

13—17 წლის ასაკის 440 ქალიშვილის წინამხრის ძვლების დისტალური ნაწილისა და მტევნის ძვლების გაძვალეების მდგომარეობის რენტგენოლოგიური შესწავლის საფუძველზე გამოგვაქვს შემდეგი დასკვნები:

1. სქესობრივი მომწიფება გარკვეულ გავლენას ახდენს ძვლოვანი სისტემის დიფერენცირების ტემპზე;

2. სქესობრივი მომწიფების მხრივ ჩამორჩენილი ქალიშვილები ძვლოვანი სისტემის განვითარების მხრივაც ჩამორჩებიან სქესობრივი მომწიფების ფაზაში მყოფ თავიანთ ტოლ ქალიშვილებს.

3. ჩვენს სინამდვილეში ძალზე იშვიათია შემთხვევა, როდესაც 16-17 წლის ქალიშვილი ჩამორჩებოდეს სქესობრივი მომწიფების მხრივ;

4. სქესობრივი მომწიფების მხრივ ჩამორჩენილ 13-17 წლის ქალიშვილებში მტევნის ძვლების დიფერენცირების საზღვარს წარმოადგენს სინოსტოზის განვითარება შუა ფალანგებში, ამავე ასაკის იმ ქალიშვილებში კი, რომელთაც თვითური მოუვიდათ 1—6 თვის წინ, სინოსტოზის განვითარება ნების მე-2—ნ ძვლებში.

5. როგორც წესი, არასოდეს არ აღენიშნებათ სინოსტოზის განვითარება იდაყვისა და მით უმეტეს სხივის ძვალში იმ ქალიშვილებს, რომელთაც არა აქვთ თვითური, ანდა, თუ მისი დაწყებიდან 6 თვეზე მეტი არ გასულა.

6. იდაყვის ძვალში სინოსტოზის არსებობა მიუთითებს, რომ ქალიშვილს თვითური დასწყება 6 თვეზე მეტი ხნის წინ.

7. ჩვენს მხარეში მცხოვრებ თვითურის მქონე 18 წლის ქალიშვილებში მტევნისა და წინამხრის ძვლების დისტალური ნაწილის გაძვალეების პროცესი სავსებით დამთავრებულია, რაც ადასტურებს მათ სქესობრივ მომწიფებას.

თბილისის სამედიცინო ინსტიტუტი
რენტგენოლოგიისა და რადიოლოგიის
კათედრა

(რედაქციას მოუვიდა 28.1.1957)

ენათმეცნიერება

ბ. თოფურია

ბრძანებითის წარმოებისათვის ლეზგიურში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა არნ. ჩიქობავამ 20.9.1956)

ბრძანებითი ლეზგიურში მრავალგვარად იწარმოება. ხერხდება რამდენიმე ტიპის გამოყოფა; სახელდობრ:

ა) ბრძანებითის საწარმოებლად გამოყენებულია ზმნის ფუძე:

ჭაჭუნ	„აღება“	ბრძ.	ჭაჭუნ
აქაუნ	„ხედვა“	„	აქაუნ

მაგრამ აქ წმინდა ფუძე მინც არაა: ბოლო ხმოვანი უ მასდარის კუთვნილება და წინ უძღვის ნ თანხმოვანს (სხვა ხმოვნებიდან მასდარში შეიძლება შეგვხვდეს ი, ე, ოლონდ იშვიათად).

წმინდა ფუძე წარმოდგენილია ახტის დიალექტში, ყოველგვარი ფორმანტის გარეშე:

აჭათუნ	„დაცემა“	ბრძ.	აჭათ
ჭარალუნ	„ადგომა“	„	ჭარალ
აცუყუნ	„დაჯდომა“	„	აცუყ

კიურიულ დიალექტში (resp. სალიტერატურო ლეზგიურში, აგრეთვე პ. უსლართან) ამგვარ ზმნებს სუფიქსად -ა მოუღიოთ (თუმცა იგი სავალდებულო არაა): აჭათ-ა! ჭარალ-ა! და სხვ.

ბ) რიგ ზმნებთან გამოყენებულია ზმნის ფუძე და მეშველი ზმნის აჭუნ-ის „ქმნა“ ბრძანებითის ფორმა ააა:

თააბ ააა!	(თააბუნ „მოტყუება“)
ფუჩ ააა!	(ფუჩუნ „გაფუჭება“)

ამ ააა-ს შემოკლებაა -ა, სალიტერატურო ლეზგიურში რომ ერთვის ბრძანებითს.

გ) ბრძანებითმა შეიძლება გამოიყენოს ნამყო ძირითადის სამი ფორმიდან ერთ-ერთი:

ბრძანებითი	ნამყო ძირითადი	მასდარი
თურ	თურა	თუნ „დატოვება“
ქაუთურ	ქაუთურა	ქაუთუნ „ქვეშ დადება“

დ) ზმნების ერთ ჯგუფთან ბრძანებითის წარმოება თავისებურია. აქ კანონზომიერების დადგენა ქირს:

ქაუნ	„წვა“	ბრძ.	ქაუგ
აცუნ	„წველა“	„	აცუზ
ჩურუნ	„შეწვა“	„	ჩურუყ

აქვე შემოდის ფუძემონაცვლე ზმნები:

გუნ	„მიცემა“	ბრძ.	ცეე II ჩა (კუბის დიალექტი)
ათაუნ	„მოსვლა“	„	შა

ამ უკანასკნელის მასდარი შუნ, მნიშვნელობით „წასვლა“, გავრცელებულია კასუმენტის რაიონის ზოგ სოფელში. პ. უსლარი მხოლოდ ამ ფორმას იცნობს ([1], გვ. 602). ახტის მეტყველებაში ამ მნიშვნელობით იხმარება ჭ ი ნ.

ამ წერილში შეეჩერდებით ბრძანებითის წარმოების ერთ ტიპზე, სახელდობრ, ბრძანებითის რედუბლიკაციურ წარმოებაზე¹. პ. უსლარს ჩამოთვლილი აქვს საკმაოდ დიდი რიცხვი ამგვარი ზმნებისა, რომლებთანაც სისტემატურად მეორდება ძირის თანხმოვანი; თუ რამდენიმე თანხმოვანია, მაშინ მეორდება უკანასკნელი ([1], გვ. 205).

ერთთანხმოვანიან ძირებთან საკითხი მარტივად წყდება: განმეორებული თანხმოვანი უეჭველად ძირისეულია.

იჭინ	„მარგლა“	ბრძ.	იჭიჭ
აწუნ	„ავსება“	„	აწუწ

საკითხი რთულდება, როდესაც სიტყვა რამდენიმე თანხმოვანისაგან შედგება. მაშინ გასარკვევია, ყველა თანხმოვანია ძირისეული და მეორდება მხოლოდ უკანასკნელი (როგორც ეს პ. უსლარს აქვს აღნიშნული), თუ ყველა თანხმოვანი არაა ძირისეული და ძირს მხოლოდ გაორკეცებული თანხმოვანი წარმოადგენს. ასეთ შემთხვევაში სხვა თანხმოვანთა ფუნქციაა საძებნი.

ზმნის ფორმათა შედარება საშუალებას იძლევა ამ კითხვაზე გარკვეული პასუხი გავცეთ.

მაგალითისათვის ავიღოთ რეყინ „მოკვლა“, „მოკვდომა“. მისი პარალელური ფორმა ყინ პ. უსლარს შეტანილი აქვს ლექსიკონში ([1], გვ. 529). ნამყო ძირითადში მხოლოდ ყენა ფორმა გვხვდება (ნა- დროის ფორმანტია), მისი ბრძანებითია ა ი ყ II რეყ ი ყ (უკანასკნელი იშვიათად იხმარება ახტის დიალექტში). აქ რ- და ა- გრამატიკული კლასის გაქვევებული ნიშანია, ყ თანხმოვანი კი ძირია.

ასევე გამოიყოფა იგივე რ- და ა- ელემენტები რუგუნ „ხარშვა“ და რუხუნ II ხუნ „დაბადება“ მასდარებში.

¹ საერთოდ ბრძანებითის წარმოების შესახებ იხ. პ. უსლარი ([1], გვ. 205—206), Л. И. Жирков ([2], გვ. 76—77); У. А. Мейланова ([3], გვ. 264—274).

პირველის პარალელური ფორმა (2) გ უ ნ იმავე მნიშვნელობით გავრცელებულია ახტის დიალექტში, ხოლო კურახის რაიონის მეტყველებაში იხმარება ა უ გ უ ნ (პ. უსლართან — უ რ გ უ ნ). მისი ბრძანებების ფორმებია: რ უ გ უ გ ო ა უ გ უ გ ო (2) გ უ გ. ძირია გ.

რაც შეეხება რ უ ხ უ ნ ო ხ უ ნ ფორმას, მისი ნამყო ძირითადია ხ ა ნ ა, რ- თავსართის გარეშე, ბრძანებითა რ უ ხ უ ხ ო ხ უ ხ. ცხადია, ძირია ხ.

განმეორებული თანხმოვნის წინამავალი ხმოვნის ფუნქციას აქ არ ვეხებით, აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ იგი მასდარის - უ ნ, - ი ნ დაბოლოების ელემენტია.

ამგვარად, ბრძანებების რედუპლიკაციური წარმოებისას მეორდება ძირისეული თანხმოვანი და არა ფუძე მთლიანად, არ მეორდება კლასის ნიშანი, როგორც ეს ანდიურ ენებში გვაქვს, სადაც რედუპლიკაცია სხვა ფუნქციითაა გამოყენებული (ტ. გუდავა).

რედუპლიკაციის სხვადასხვა მორფოლოგიური ფუნქციით გამოყენება უცხო არაა კავკასიური ენებისათვის, ლეგეტიონში კი ეს ფუნქცია ბრძანებების გაფორმებაში გამოიხატა.

თუ ზემოთ აღნიშნული ანალიზი სწორია, მაშინ შესაძლებელი ხდება იგივე რ- თავსართი გამოყვით სხვა ზმნებშიც:

რელუნ	„ფქვა“	ბრძ.	რე-ლ-უნ-დ
რახუნ	„ლაპარაკი“	„	რა-ხ-უნ-ხ
რუმუნ	„ქსოვა“ (ხალიჩისა)	„	რუ-მ-უნ-მ

ამ შემთხვევაში საინტერესოა სხვა მონათესავე ენებთან შედარება, რაც შომაველის საქმეა.

ამგვარივე ანალიზის შედეგად ხერხდება გამოიყოს აგრეთვე დ- თავსართი რ- პრეფიქსის ტოლი ფუნქციისა:

დაკუნ	„გასივება“	ბრძ.	და-კ-უნ-კ
დუგუნ	„მორწყვა“	„	დუ-გ-უნ-გ

ყურადღებას იქცევს ზმნათა ერთი ჯგუფი, რომელიც გარკვეულ კანონზომიერებას ექვემდებარება, სახელდობრ: თუ ზმნის ფუძე რ თანხმოვნით ბოლოვდება, მაშინ ბრძანებითში ორმაგდება არა რ, არამედ მისი წინამავალი თანხმოვანი. ასეთი ზმნებია:

ჭურუნ	„სიცილი“	ბრძ.	ჭ-ურ-უნ-ჯ
ყურუნ	„გახმოება“	„	ყ-ურ-უნ-ყ
წურუნ	„დნობა“	„	წ-ურ-უნ-წ
ხურუნ	„ქსოვა“	„	ხ-ურ-უნ-ხ

ამგვარ ზმნათა ბრძანებების ფორმა იმაზე უნდა მიუთითებდეს, რომ რ (წინამავალი ხმოვნითურთ) ძირის კუთვნილებას არ შეადგენს. იგი დეტერმინანტ სუფიქსად შეიძლება მივიჩნიოთ. შდრ. ლეზგ. ყ-ურ-უნ და ხუნძ. ბა-

ყუ-აზე „გახმობა“. ამ სახის დეტერმინანტებს დალესტინის სხვა ენებშიც გამოყოფენ, მაგალითად, ხუნძურ-ანდიურ ენებში ([4], გვ. 21—22).

ბრძანებითის რედუპლიკაციური წარმოება ამით არ ამოიწურება. არის მთელი რიგი ზმნები, სადაც გრამატიკული კლასის ნიშანი არა გვაქვს. ამგვარი ზმნები შეიძლება სხვადასხვა ჯგუფში გავაერთიანოთ.

ერთ-ერთი ასეთი ჯგუფია:

ჯუყუნ	„ტირილის შეწყვეტა“	ბრძ.	ჯუყუყ
ჩ(ტ)ყუნ	„დაწოლა“ (давить)	„	ჩ(ტ)ყუყ
ჯაყუნ	„ღეპვა“	„	ჯაყუყ
შუტყუნ	„წურვა“	„	შუტყუყ

ამ ზმნათა ბრძანებითის ფორმებიდან ყურადღებას იქცევს ზმნათა მეორე ნახევარი ყუყ, რომლის მასდარი ყუნ დღესაც ცოცხალია და ნიშნავს „ჭერა“-ს (держать). პირველი ნაწილი სარკვევია. იგი შეიძლება სახელური წარმოშობისა იყოს. ასეთი ზმნები ქართული ლაღად-ყოს ტიპისად შეიძლება მივიჩნიოთ.

კომპოზიტური აგებულებისა ჩანს აგრეთვე ზმნათა ნეორე ჯგუფი:

ალკუნ	„მიკრა“, „დაწებება“	ბრძ.	ალკუკ
გატკუნ	„попасть в руки“	„	გატკუკ
გალკუნ	„მოღება“ (защепиться)	„	გალკუკ
თ(უ)კუნ	„დაკვლა“	„	თუკუკ
ხუკუნ	„ხელის ხლება“	„	ხუკუკ
ჩუკუნ	„расходиться“	„	ჩუკუკ

აქ ნათლად ჩანს, რომ ეს ზმნები ორ ნაწილად იშლება: მეორე ნაწილად გამოიყოფა კუნ—კუკ, რომლის მნიშვნელობის მიკვლევა ამჟამად ვერ ხერხდება. თავის დროზე იგი უნდა ყოფილიყო რომელიღაც დამოუკიდებელი ზმნა, რომელიც რთულ ზმნებს აწარმოებდა.

ზევით აღნიშნული იყო, რომ გამოცალკეებული პირველი ნაწილი სახელური წარმოშობისა უნდა იყოს, მაგრამ ეს იმას არ ნიშნავს, რომ ყველა ზმნაში სახელური ნაწილი ვეძიოთ. არსებობს სხვა შესაძლებლობაც: ივარაუდება პრევერბი.

პრევერბთა სისტემა ამჟამად ლეზგიურში სავსებით მოშლილია, მაგრამ არის ნიშნები, რომ ლეზგიურს პრევერბები მოეპოვებოდა. ასეთი დესკენის გაკეთების შესაძლებლობას იძლევა ზოგიერთი ზმნა:

ეტიკუნ	„ჩამოსვლა“	
ელაჰკუნ	„გადასვლა“	
გელეკუნ	„ჩამორჩენა“ (отстать—პ. უსლართან გვხვდება)	
აჭუკუნ	„გამოსვლა“	
ხუქკუნ	„გამოსვლა“	
ეგეკუნ	„მისვლა“	

ბრძანებითში ამ ზმნებს სუფიქსად -ა მოუდით, ძირია ჭ. იმის მიხედვით, თუ რა ელემენტები დაერთვის ზმნას თავში, მნიშვნელობა იცვლება. თითქოს უნდა შეიძლებოდეს ზოგიერთი ელემენტის მნიშვნელობის დადგენა; სახელდობრ:

ელაქუნ „გადასვლა“. ეს მასდარი უნდა შეიცავდეს მეშველ ზმნას ალა, რომელიც ნიშნავს „არის ზევით, ზედაპირზე“. ალა უფრო ნათლად ჩანს მეორე ზმნაში, რომელიც მოყვანილი აქვს პ. უსლარს: ალუქუნ←ალაქუნ „ჩამოსვლა“ „сойти“. იგივე ალა საერთოს პოულობს ერთ-ერთ ადგილობითი ბრუნვის ნიშანთან: სტოლდალ ალა „მაგვიდაზეა“.

აჭაუქუნ „გამოსვლა“ (სახლიდან...), ხოლო ბრუნვაა ზა-ჭა (ამ ბრუნვას სხვა მნიშვნელობებიც აქვს). ჭა საერთო ელემენტია სახელშიც და ზმნაშიც.

გელექუნ „ჩამორჩენა“ (отстать): გელე უნდა მომდინარეობდეს მეშველი ზმნისაგან გალა „находиться за“, მაშასადამე, გელე „находиться за кем-нибудь“ +სკლის აღმნიშვნელი ჭ ძირი, იძლევა მნიშვნელობას 'отстать'.

მნიშვნელობის ამგვარი შეპირისპირებით პრევერბთა დადგენა სხვა ზმნებშიც შეიძლება¹.

ამგვარად, პრევერბთა საკითხი ლეზგიურში დადებითად წყდება. ამასთანავე ეს საკითხი ადგილობითი ბრუნვის ნიშნებსა და მეშველ ზმნებსაც უკავშირდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 1.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. К. Услар. Этнография Кавказа. Языковедение. VI. Кюринский язык. Тифлис, 1896.
2. Л. И. Жирков. Грамматика лезгинского языка. Махачкала, 1941.
3. У. А. Мейламова. Типы образования повелительного падежения глагола в лезгинском языке. Сборн. Язык Дагестана, II, Махачкала, 1954.
4. ილ. ცერცვაძე. ფუძის დეტერმინატივი სუფიქსებისათვის ზუნძურსა და ანდიურ ენებში (წინასწარი მოხსენება). ენათმეცნიერების ინსტიტუტის V (XI) სამეცნიერო სესია 1954 წლის 10, 11 და 12 ივნისს. მუშაობის გეგმა და თეზისები, თბილისი, 1954.

¹ პრევერბთა საკითხი ვრცლად აქვს განხილული საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენათმეცნიერების ინსტიტუტის უფროს მეცნიერ თანამშრომელს ალ. მაჭომეტოვს მოხსენებაში „პრევერბთა სისტემა ტაბასარანულში“. მოხსენებაში ლეზგიური პრევერბებიცაა განხილული. მოხსენება წაკითხული იყო კავკასიურ ენათა განყოფილების ერთ-ერთ სხდომაზე.

ისტორია

ოთ. ლოკოტიზანიძე

სტრაბონის ცნობა იბერიის მოსახლეობის პირველი ბენოსის
შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ნ. ბერძენიშვილმა 15.10.1956)

სტრაბონის ცნობით, იბერიაში მოსახლე ოთხი გენოსიდან⁽¹⁾ პირველი და უმთავრესია „ქნ ონ თონჯ βιασιλάα και ισθασι και ἀρχιστεῖαν τε και ἡλιαιαν τὸν περὶ πύργον, ὃς δὲ δῆστερος διακρινόμεται και στρατηλαται“ (XI, 3, 6).

ოთიქმის ყველა მკვლევარი (ს. გორგაძე [1], ივ. ჯავახიშვილი [2], ს. კაკაბაძე [3], ს. ჯანაშია ([4], გვ. 145—146), პ. ინგოროყვა [5], გვ. 300), ა. ბოლტუნოვა [6, 7]) სტრაბონისეულ „ბ მსტერიც“ თარგმნის „მეორე მეფის შემდეგ“ და დაასკვნის, რომ მართლმსაჯულებისა და მთავარსარდლობის ფუნქცია იბერიაში ეკუთვნოდა არა მეფეს, არამედ „მეფის შემდეგ მეორე პირს“⁽²⁾. ამასთანავე აღნიშნული ვითარება ითვლება დამახასიათებლად იბერიის ისტორიის მთელი „ანტიკური“ პერიოდისათვის. მხოლოდ ნ. ბერძენიშვილმა გამოთქვა ეჭვი ისეთი მეფის არსებობის შესახებ, რომელსაც არაფერი ეკითხება არც მართლმსაჯულების, არც მთავარსარდლობისა და არც საგარეო ურთიერთობისა (სტრაბონის ცნობით, ეს ფუნქცია ქურუმების ხელთაა). ნ. ბერძენიშვილის აზრით, სტრაბონის ცნობა არ ეთანხმება ჩვენს ხელთ არსებულ სხვა ისტორიულ მონაცემებს [10] (დიონ კასიუსი, ტაციტი, ამიანე მარცელინე, „Monumentum Ancyranum“).

ისინი სულ სხვაგვარად, ვიდრე სტრაბონი, გვიხატავენ იბერთა მეფეებს, სუვერენულ მმართველებს, რომელთა უფლებას შეადგენდა მხედართმთავრობაცა და საგარეო ურთიერთობის საკითხებიც. ამ მეფეებს მართლაც შეეფერებოდათ ეპითეტი „დიდი მეფე“, რომელიც დადასტურებულია არმაზის ბილინგვის ბერძნულ ტექსტში [11] და ერთენოვან არამეულ წარწერაში [12].

(¹ ტერმინი „ბ მსტერიც“ სტრაბონთან სხვადასხვა მნიშვნელობით იხმარება. თ. ყაუხჩიშვილმა დააზუსტა: სტრაბონი ამ ტერმინით გადმოგვცემს, რომ იბერიაში ოთხნაირი ხალხი მოსახლეობს და არა „კლასი“ თუ გვარი—სოციალური გაგებით [8].

(² ვ. მელიქიშვილის აზრით, მეფე უხვნაესი გამგებელია, მაგრამ მის შემდეგ სარდლობა და მართლმსაჯულება ახარია აგრეთვე სამეფო საგვარეულოს წევრს, რომელიც პირველი კაცია მეფის შემდეგ, ხოლო მეზობლებთან ურთიერთობისას იყენებენ ქურუმებს ([9], გვ. 172—173). მაგრამ სტრაბონის ცნობიდან არ ჩანს, რომ ὁ δῆστερος იმავე გვარიდანაა, რომლიდანაც მეფე; ვინაიდან ἡλιαιა აქ არ ნიშნავს გვარს. გარდა ამისა, სტრაბონის ცნობაში საუბარია სწორედ უმადლესი სასამართლო და სამხედრო ხელისუფლებების შესახებ, ვინაიდან მხედართმთავრების არსებობა იბერიაში უშეკვლია და არ საჭიროებდა სპეციალურ მოხსენებას.

არსებითი განსხვავება, ერთი მხრივ, სტრახონისეულ მეფესა და, მეორე მხრივ, სხვა წყაროების მეფეებს შორის სახესებით აშკარაა. ამდენად სახესებით სამართლიანია ნ. ბერძენიშვილის ექვი, რომ „ან სტრახონი მის დრომდის რაღაც დიდი ხნის წინ არსებულ მდგომარეობას ვადმოგვეცემს, ან კიდევ შეცდომაში შეიყვანეს ზეპირად ცნობების მიმწოდებლებმა“ [10]. ჩვენ პირველ შესაძლებლობას ვუჭერთ მხარს.

სტრახონის ცნობის ჩვენთვის საინტერესო ადგილის განმარტებისათვის საქირაო გაირკვეს „გეოგრაფიის“ XI, 3, 6-ის წყაროს საკითხი. სტრახონის „გეოგრაფიის“ წყაროების შესწავლას თითქმის ასი წლის ისტორია აქვს. სადღეისოდ შეიძლება დადგინდეს ჩაითვალოს, რომ „გეოგრაფიაში“ დეტალური იბერიის აღწერა იყოფა ორ ნაწილად, რომლებიც ძირითადად ორ სხვადასხვა წყაროს ემყარება: XI, 3, §§ 1—5 დამყარებულია პომპეუსის ლაშქრობის მონაწილე თეოფანე მიტილინელის თხზულებაზე, ზოგიერთ შემთხვევაში ერატოსტენეს (III—II სს.), ხოლო § 3-ში შესაძლოა პოსიდონიუსის გამოყენებით. რაც შეეხება § 6, სადაც მოცემულია იბერიის სოციალური სტრუქტურის აღწერილობა, როგორც ა. ბოლტუნოვამ უჩვენა: 1) ის დამყარებულია განსხვავებულ წყაროზე, რომელზედაც დაფუძნებულია XI, 3, 1—5; 2) ეს წყარო იძლეოდა იბერიის სოციალური წყობის სურათს ელინისტური უტოპიური სქემების შაბლონის მიხედვით, ანუ საზოგადოების ცალკეულ სოციალურ ჯგუფებად დაყოფის სახით ([13], გვ. 155). ა. ბოლტუნოვას აზრით, სტრახონის „გეოგრაფიის“ XI, 3, 6 დამყარებულია პოსიდონიუს აპამელის „ისტორიაზე“ და განეკუთვნება ძვ. წ. II საუკ. 40—30-იან წლებს ([13], გვ. 159—160). ეს უკანასკნელი მოსაზრება ჩვენ სადავოდ მიგვაჩნია. ა. ბოლტუნოვა ადარებს იბერიის საზოგადოებრივი წყობის სტრახონისეულ აღწერას პოსიდონიუსის ცნობებს პართელთა ჩვევების შესახებ, რომლებიც შემოინახა მხოლოდ სტრახონის „გეოგრაფიაში“, და დაასკვნის, რომ 1) „პოსიდონიუსი, გარდა წმინდა საყოფაცხოვრებო აღწერილობებისა და მოსაზრებებისა პართელთა ეთნიკური წარმომავლობის შესახებ, იძლეოდა აგრეთვე მათი სახელმწიფო დაწესებულებებისა და კანონების აღწერილობას“... და 2) გამოთქმა უკანასკნელ ფრაზაში პართელთა ჩვევების შესახებ „ἐξ ἧς ἀμφὸν τὰς βασιλέας καὶ ἰσχυροὺς“ („გეოგრაფია“ XI, 9, 3) სტილისტურადაც და სინტაქსურადაც ძალიან ახლო დგას XI, 3, 6-თან: „ἐξ οὗ τὰς βασιλέας καὶ ἰσχυροὺς“ ([13], გვ. 159). ეს ორი ადგილი მართლაც ძალიან ჰგავს ერთმანეთს სტილისტურადაც და სინტაქსურადაც, მაგრამ შესაძლებელია, რომ სტრახონმა ისესხა პოსიდონიუსისაგან მხოლოდ გამოთქმა... ან თავისი საკუთარი სიტყვებით გადმოსცა პოსიდონიუსის ცნობა. გარდა ამისა, გვაქვს ტერმინოლოგიური განსხვავებაც: პართელთა მიმართ ახლო ნათესავეების აღსანიშნავად იხმარება ტერმინი οἱ σαρχεαῖς, ხოლო იბერიის მიმართ „μαρχαῖται“; მაგრამ მთავარი ეს კი არაა, არამედ ის, რომ სტრახონის „გეოგრაფიაში“ (XI, 9, 3) შემონახულია პოსიდონიუსის შემდეგი ცნობა: „პართელთა საბჭო (συμβολαί) იყოფა ორ ნაწილად, პირველ მათგანს ქმნიან ახლო ნათესავეები, ხოლო მეორეს—სწავლულნი და მაგები. მეფეებს ირჩევენ ორივე შემადგენლობიდან“.

ეს ადგილი ნათლად მოწმობს, რომ პოსიდონიუსი ვერ ჩაითვლება ისეთ ავტორად, რომელიც იძლეოდა სოციალური წყობის აღწერას „ელინისტური უტოპიური სქემების შაბლონის მიხედვით“, ანუ საზოგადოების „*γῆρας*“-ებად „*μῆρας*“-სებად და ა. შ. დაყოფის სახით. ამრიგად, ა. ბოლტუნოვას საბუთიანობა არ გვაძლევს უფლებას, რომ პოსიდონიუსი მივიჩნიოთ სტრაბონის „გეოგრაფიის“ XI, 3, 6-ის პირდაპირ წყაროდ.

ჩვენი აზრით, სტრაბონის ცნობა იბერიის საზოგადოებრივი წყობის შესახებ ერატოსთენეს მეოხებით პატროკლედან მომდინარეობს, რის შესახებ პირდაპირი მითითება მოგვეპოვება სტრაბონისავე „გეოგრაფიაში“ (XI, 2, 15). კავკასიის საერთო აღწერისას იგი პირდაპირ მიუთითებს ერატოსთენეზე, როგორც თავის წყაროზე. მკვლევარნი ერატოსთენეს თხზულებით სარგებლობის კვალს ხედავენ აგრეთვე XI, 3, 2 და XI, 2, 12—19-ში ([13], გვ. 148—149), მაგრამ უფრო მნიშვნელოვანია სხვა ცნობა: დიდი სავაქრო გზის აღწერისას, რომელიც მიემართებოდა ოქსის მიდამოებიდან კასპიის ზღვისაკენ და მტკვარ-ფაზისის გავლით შავი ზღვისაკენ, სტრაბონი ასახელებს არისტობულეს, რომელმაც, „ისევე როგორც ერატოსთენემ, ეს ცნობები აიღო პატროკლესაგან“ (XI, 7, 3). უკანასკნელი, როგორც ცნობილია, სელევკ ნიკატორისა და მისი ვაჟის ანტიოქეს დროს მართავდა კასპიის ზღვის მახლობლად მდებარე ოლქებს, ძვ. წ. III ს. 90-იან წლებში პატროკლე სელევკ ნიკატორის დავალებით იკვლევდა ამ ოლქების ჩრდ. ინდოეთთან სავაქრო ურთიერთობის ორგანიზაციის შესაძლებლობას [14, 15]. სავსებით სავარაუდებელია, რომ პატროკლეს ექსპედიცია აგროვებდა ცნობებს აგრეთვე იმ ხალხების შესახებ, რომელთა ქვეყანაზეც გადიოდა სავაქრო გზები, მათ შორის იბერიის შესახებაც.

ამგვარად, შეიძლება გამოითქვას მოსაზრება, რომ სტრაბონის „გეოგრაფიაში“ დაცული აღწერა იბერიის საზოგადოებრივი წყობისა განეკუთვნება ძვ. წ. III საუკ. 90-იან წლებს, რაც ეთანხმება იმ მდგომარეობას, რომელიც დგინდება „გეოგრაფიის“ XI, 3, 6-ის ტექსტუალური ანალიზისას.

უპირველეს ყოვლისა უნდა აღინიშნოს, რომ დავას იწვევს ჩვენთვის საინტერესო ადგილის არსებული თარგმანი, სახელდობრ, „*ἡ δὲ δὲσπερας*“-ის როგორც „მეფის შემდეგ მეორე პირის“ გაგება. ასეთ შემთხვევაში სტრაბონი აუცილებლად დაუმატებდა „*μῆρας* *ἢ* *βασίλειᾶ*“ (ე. ი. „მეფის შემდეგ“), ისევე, როგორც, ვთქვათ, კაპადოკიის აღწერისას, სადაც სტრაბონის ცნობით ქურუმი „პატივის მიხედვით არის მეფის შემდეგ მეორე პირი“: *ἕταυ οὐτως* (ქურუმი—ო. ლ.) *δὲσπερας ἕταυ τῆς βασιλείᾳς* [3] *ἢ* *βασίλειᾶ*“ (XII, 2, 3). ან კიდევ იბერიის მოსაზღვრე ალბანიის აღწერისას, სადაც ქურუმობს მეფის შემდეგ ყველაზე უფრო პატივსაცემი პირი „*ἕταυ δὲσπερας ἢ* *βασίλειᾶ*“ (XI, 4, 7) და სხვ. ამიტომ, არსებული თარგმანი, ჩვენი აზრით, ნებისმიერი და ხელოვნურია, ამავე დროს ამ თარგმანიდან გამომდინარე დასკვნებიც სადავოა. ჩვენ უფრო მართებულად მიგვაჩნია ამ ადგილის შემდგენიარად თარგმნა: „ასევე ადამიანთა ოთხი გენოსი მოსახლეობს ამ ქვეყანაში. ერთი და პირველი, რომლისაგანაც სხამენ მეფეებს:

(ერთს—ო. ლ.) უხუცესს ახლო ნათესაობისა (იგულისხმება გარდაცვლილ მეფის მიმართ—ო. ლ.) და ასაკის მიხედვით, ხოლო მეორე (აგრეთვე მეფე—ო. ლ.) მოსამართლეობს და მხედართმთავრობს“.

ამრიგად, სტრაბონის ცნობაში საუბარი უნდა იყოს ორი მეფის შესახებ. მაგრამ როგორ შევეუთავსოთ ეს ცნობა სხვა ისტორიული წყაროების ჩვენებას, რომლებიც გვაცნობენ იბერთა მეფეებს, როგორც ერთპიროვნულ მონარქებს (არტაგი, ფარსმანი, მირიანი და სხვ.). სტრაბონის თხზულებაში ვერ აისახებოდა ქართულ წყაროებში დაცული ცნობა ქართლში ე. წ. ორმეფობის შესახებ, ვინაიდან ეს უკანასკნელი არა უადრეს ახ. წ-ის 30-იანი წლებიდან არის საგულისხმებელი, სტრაბონი კი გარდაიცვალა უკვე 23 წელს. გარდა ამისა, მისი ცნობები, როგორც ითქვა, უფრო ადრინდელ ხანას განეკუთვნება.

ჩვენი აზრით, სტრაბონის ცნობა ასახავს სახელმწიფოებრივი წყობის არქაულ ფორმას, რომელიც არსებობდა იბერიაში სახელმწიფოებრიობის ფორმირების ადრინდელ ეტაპზე. ეს ის პერიოდია, როდესაც საჯარო წელიწადუფლება უკვე გამოეყო ხალხს, მაგრამ პოლიტიკურსა და სოციალურ-ეკონომიურ წყობაში ჯერ კიდევ მძლავრად შეიმორჩენილი გვაროვნული წყობილების ნაშთები.

პოლიტიკური წყობის არქაულობაზე მიუთითებს აგრეთვე ცნობა ტახტის მემკვიდრეობის სისტემის შესახებ: სხამენ მეფეებს „*ააქ' ბუჯაძეძაუ თე ააქ. ზესაძაუ თუ პრეჟაძაძაუ*“. ძალზე საინტერესოა, რომ ტახტის მემკვიდრეობის აუცილებელ კრიტერიუმად მიჩნეულია *ბუჯაძეძაუ* და *ჰესაძაუ*, ე. ი. ხაზგასმულია უხუცესობის პრინციპი უახლოეს ნათესავთა შორის¹.

როგორც ცნობილია, ბერძნულ ენაში ნათესაობის აღსანიშნავად იხმარებოდა ტერმინები „*ბუჯაძეძაუ*“, „*სუყუძეძაუ*“ და ზოგჯერ „*იესაძაუ*“. ტერმინს „*ბუჯაძეძაუ*“, რომელსაც სტრაბონი ხმარობს იბერიის მიმართ, ჩვეულებრივ იურიდიული ტერმინის მნიშვნელობა ჰქონდა და აღნიშნავდა ისეთ ახლო ნათესაობას, რომელიც აძლევდა მემკვიდრეობის უფლებას. „*ბუჯაძეძაუ*“ აღნიშნავდა ნათესაობას კანონიერი ქორწინების გზით, ე. ი. 1) ძმებს მამის მხრივ და მათ შთამომავალთ, 2) დებს მამის მხრივ და მათ შთამომავალთ, 3) მამის ძმებს და მათ შთამომავალთ, 4) მამის დებს და მათ შთამომავალთ, 5) ძმებს დედის მხრივ და მათ შთამომავლებს და 6) დებს დედის მხრივ და მათ შთამომავლებს [16].

ასე რომ, სტრაბონის ცნობაში აისახა ისეთი მდგომარეობა, როდესაც იბერიაში არ იყო ტახტის მემკვიდრეობის მტკიცედ დადგენილი წესი და სამეფო ტახტი ჯერ კიდევ არ გადადიოდა უშუალოდ მამიდან შვილზე, მაშინ როდესაც, ქართული საისტორიო წყაროები და ადგილობრივი ეპიგრაფიკული ძეგლები, როგორც წესი, იბერიის სამეფო ტახტის მამიდან შვილზე გადასვლას გვიდასტურებენ“ ([9], გვ. 174). სტრაბონის ცნობაში კი, როგორც

¹ ფრაზის კონსტრუქცია „*თე...ააქ*“ გვჩინებს, რომ ტახტის მემკვიდრეობის კრიტერიუმად ითვლებოდა როგორც ახლო ნათესაობა, ისე აგრეთვე ასაკით უხუცესობა.

აღვნიშნეთ, ჯერ კიდევ არაა ასახული ის მდგომარეობა, როდესაც იბერიის მეფეებს, ქვეყნის ნამდვილ მესვეურებს, ვინმე კი არ სვამს ტახტზე (...αμφιστασι), არამედ ისინი თვითონ სხდებიან მამულ ტახტზე. გავიხსენოთ ტაციტის მეტად მეტყველი ცნობა იბერიის მეფის ფარსმანის შესახებ, რომელსაც უპყრია „მამული ხელისუფლება“ (imperium gentile) და ფლობს იბერებს „მფლობელობის ძველთაძველი უფლებით“ („obtinebat ...Hiberos Pharasmanes vetusta possessione“. Annales, XII, 44). ჩანს, რომ იბერიის მეფის, კარზე ტახტის უფლების თეორიული დასაბუთება შემუშავებულა. ის თავდაპირველად თვით ქვეშევრდომთათვის, იბერებისათვის იყო განკუთვნილი, მაგრამ საჭირო შემთხვევაში იგი საგარეო ურთიერთობის პირობებშიც გამოიყენება და ეს რომაელებისათვის უკვე ცნობილია. (სტრაბონისეული იბერიის მეფე ჯერ კიდევ შორსაა ამ მდგომარეობისაგან. მან ჯერ კიდევ ვერ მოასწრო ერთპიროვნული ძალაუფლების ხელში ჩაგდება, მაგრამ უკვე ამ გზაზე დგას: სამეფო ტახტი უკვე განსაზღვრული გვარების უფლებაა, რაზედაც მიუთითებს ის გარემოება, რომ მეფის გარდაცვალების შემდეგ ტახტი გადადის მეფის უახლოეს ნათესავებს შორის უხუცესის ხელში.

სტრაბონისეული იბერიის პოლიტიკური წყობის არქაულობაზე მიუთითებს უმაღლესი ხელისუფლების ფუნქციების განაწილება რამდენიმე პირს შორის, რაც აგრეთვე დამახასიათებელია სახელმწიფოებრივი აპარატის განვითარების ადრეული ეტაპისათვის.

ასე მაგალითად, ძველი ასურული პერიოდის ასირიაში (უფრო სწორად, აშურში) ხელისუფლების უმთავრესი ორგანოები მოქცეული იყო რამდენიმე პირის ხელში. ესენი იყვნენ: სახელმწიფო ხაზინადარი და წლის ეპონიმი, ქურუმის მემკვიდრეობითი თანამდებობა. სასამართლო საქმეები ექვემდებარებოდა ukullum-ს, რომელიც განაგებდა აგრეთვე მიწის საკითხებს და სხვ. მხოლოდ შუასასურულ პერიოდს განეკუთვნება ერთმმართველი მეფის უფლების გაძლიერება. საინტერესოა, რომ მეფის ხელისუფლების გაძლიერების ადრეულ ეტაპზე ukullum არ შეიძლებოდა ყოფილიყო მეფე, არამედ მხოლოდ მისი უახლოეს ნათესავთაგანი, მაგრამ გვიან ეს თანამდებობაც მთლიანად მეფის ხელთ გადადის [17].

ბილოსის წარწერების ამოშიფვრის შემდეგ [18] ცნობილი გახდა, რომ მიკენის საზოგადოებაში, რომლისთვისაც აგრეთვე დამახასიათებელია სახელმწიფოებრივი წყობის არქაულობა, უმაღლესი ხელისუფლება ნაწილდებოდა „მეფესა“ და „მხედართმთავარს“ შორის; ამასთან ერთად იხსენიებიან მოხელეები როგორც „მეფისა“, ისე „მხედართმთავრისა“ [19, 20].

არქაულობა დამახასიათებელია სამეფო ხელისუფლებისათვის ძველ სპარტაშიც, სადაც ერთდროულად მართავდა ორი მეფე, რომლებიც წარმოადგენდნენ ყველაზე უფრო გავლენიან არისტოკრატიულ გვარს—ავიადებსა და ევოიპონტიდებს. ისინი მხედართმთავრობდნენ, განაგებდნენ სასამართლო საქმეებს და ასრულებდნენ ქურუმის ფუნქციებს.

(¹ სამწუხაროდ, სტრაბონის ცნობაში არაფერია ნათქვამი პირველი მეფის ფუნქციების შესახებ. სავარაუდებელია, რომ ცნობა ნაკლებია.

ამგვარად, ანალოგიების მასალა აგრეთვე საფუძველს გვაძლევს, რომ სტრაბონის მიერ აღწერილი მმართველობის სისტემაჲ არქაულად და სახელმწიფო ძალაუფლების განვითარების ადრეული ეტაპისათვის დამახასიათებლად მივიჩნით.

სტრაბონისეული იბერიის შეფეხები, ჩვენი აზრით, წარმოადგენდნენ ყველაზე უფრო გავლენიანი არისტოკრატიული გვარების მეთაურებს, რომლებიც ხელისუფლების უმნიშვნელოვანესი ფუნქციების მითვისების შემდეგ შესაფერ მომენტსა და განვითარების გარკვეულ ეტაპზე ახდენენ უმაღლესი ხელისუფლების უზურპაციას ერთ ხელში. ცხადია, ბრძოლა უმაღლესი ხელისუფლებისათვის დიდხანს ვრძელდებოდა, ვიდრე საბოლოოდ არ გაიმარჯვა ყველაზე უფრო ძლიერმა და გავლენიანმა გვარმა, რომელსაც ძველი ქართული და სომხური წყაროები ეძახიან ფარნავაზიანებს, დინასტიის დამაარსებლის ფარნავაზის სახელის მიხედვით. ლეონტი მროველს შემონახული აქვს მეტად საინტერესო ცნობა: ეგრიისის მმართველი ქუჯი აზოს წინააღმდეგ აჯანყების ინიციატორს ფარნავაზს მიმართავს: „შენ ხარ შვილი თავთა მათთა ქართლისათა და შენ გმართებს უფლობა ჩემი... შენ ხარ უფალი ჩუენი და მე ვარ მონა შენი...“ ([21], გვ. 22). კიდევ უფრო საინტერესოა ამ ადგილის ძველი სომხური თარგმანი:

*„ს ზაქსნსაყ თანაოსნსაყ თანზ
ქსაყ სს ვაღ, ს ქსაკს ჯ ჯსქ ჯქსა-
ზოქქსანს. ს აყო ვაღ სსქ, ს სს
ბაოსაყ კი“.*

„ქართლის სახლის პირველ მამასახლისთაგანი ხარ შენ და შეგშენის შენ მთავრობა. და ესლა შენ—ბატონი, და მე—მონა შენი“ [22].

ფარნავაზის აჯანყება და ფარნავაზიანთა დინასტიის დამკვიდრება თარიღდება ძვ. წ. III ს-ის 80—70-იანი წლებით ([5], გვ. 313); აღსანიშნავია, რომ ძველი ქართული საისტორიო ტრადიცია ფარნავაზს მიაწერს ქვეყნის სამხედრო-ადმინისტრაციულ ოლქებად ([21], გვ. 24) ანუ ტერიტორიულ დანაწილებას ([9], გვ. 179).

საინტერესოა, რომ ზემოთ მოყვანილ ძველსომხურ თარგმანში ფარნავაზი „პირველ მამასახლისთაგანია“. ამასთან დაკავშირებით, განსაკუთრებით საინტერესოა შემდეგი ფაქტი: ბაგრატ IV-ის ობიზის სიგელში, მიჯნაძორელთა და ობიზართა დავასთან დაკავშირებით, ნათქვამია: „ავიღე სამამასახლისოასა სამსახურებლისა ჩუენისაგან სოფელი ბარეჯანი და მივეც ობიზართა“ [23]. მოხსენებული ტერმინი „სამამასახლისო სამსახურებელი“ ძალიან ძველია და მიუთითებს იმაზე, რომ გვაროვნულ საზოგადოებაში არსებობდა გარკვეული მიწის ფონდი, რომელიც თემის მიერ „მამასახლისის სამსახურის“ ასანაზღაურებლად იყო გამოყოფილი ([4], გვ. 169). ეს ფაქტი პირდაპირ ანალოგიას პოულობს ძველ ბერძნულ სამყაროში. როგორც ცნობილია, არქაულ პერიოდში ბაილიევისათვის სათემო მიწიდან გამოიყოფოდა დიდი და უხვმოსავლიანი მიწის ნაკვეთი, τέρμενος, რომელსაც სხვა მეთემეთა მიწის ნაკვეთებისაგან განსხვავებით არ ეხებოდა გადანაწილება. პილოსის წარწე-

რების ამოშიფვრის შემდეგ ცნობილი გახდა „ტემენოსის“ არსებობა მიკენის საზოგადოებაში „მეფეებისა“ და „მხედართმთავარებისათვის“. „Τέμενος“, ანუ „სამამსახლისო სამსახურებელი“, რომელსაც ჰქონდა ტენდენცია მეკვიდრობით მამულად ქცევისა, იყო საფუძველი მომავალი „სეფე მიწისა“ (ჯანა ზაძისაჲ). ეს უკანასკნელი იზრდებოდა დაპყრობის გზით. აღნიშნული გარემოება აგრეთვე მიუთითებს მეფის ხელისუფლების „მამასახლისიდან“ ანუ გაუღენიანი არისტოკრატიული გვარის (სახლის) მეთაურისაგან წარმომავლობაზე.

სტრაბონის ცნობაში ყურადღებას იქცევს კიდევ ერთი გარემოება: მართლმსაჯულება იბერიის მეფის (უფრო სწორად, ერთ-ერთი მეფის, ჩვენი გაგებით) უფლებაა („ὁ δὲ δένειρος δειχαιόμενος ἄλλο στρατηλάτῃ“). როგორც ცნობილია, გვაროვნული წყობილებისას „სახალხო კრება სამსჯავროცაა; აქ შემოდის საჩივრები, აქვე ირჩევა ისინი და აქვე გამოაქვთ სიკვდილის განაჩენი“ ([24], გვ. 353). ამასვე ადასტურებს ქართული ეთნოგრაფიული მასალებიც: მაგ. სვანებში თემის ყრილობა „ლუხორ“, „ლუხორ“ განაგებდა თემის ყველი საქმეს, მათ შორის მართლმსაჯულებასაც. ასევეა მართლმსაჯულების საქმეები ჰომეროსის მიერ აღწერილ ბერძნულ საზოგადოებაში, როდესაც ჯერ კიდევ არ არსებობდა პროფესიული მართლმსაჯულება. როგორც იაკ. ლენცემანმა [25] უჩვენა, მდგომარეობა მკვეთრად იცვლება VIII—VII სს. თუ ჰომეროსთან სასამართლო იხსენიება შემთხვევით და იშვიათად, ჰესიოდესთან მთელი თხზულების შინაარსი უკვე სასამართლო საქმეებზეა აგებული. ჰესიოდეს ბასილევსების ძირითადი ფუნქცია მართლმსაჯულებაა, მაშინ როდესაც ჰომეროსისეული ბასილევსების ძირითადი ფუნქცია მხედართმთავრობა იყო. თუ ჰომეროსთან ბასილევსის ჩვეულებრივი ეპითეტია *δεισάρχης* და *δεισάρχης* (ზევისის პირში, ზევისის შობილი), მომდევნო პერიოდის ნაწარმოებებში ისინი იწოდებიან *მესამართლის* (სამართლისმქმნელი). ეს იმიტომ, რომ მართლმსაჯულება უკვე გამოეყო საზოგადოებას და ბასილევსების ფუნქცია გახდა.

სტრაბონის ცნობის საფუძველზე, „ὁ δὲ δένειρος δειχαιόμενος“, შეიძლება დავასკვნათ, რომ იმ დროისათვის იბერიაში მართლმსაჯულება უკვე გამოეყო საზოგადოებას და გახდა ფუნქცია მეფისა, რომელიც გამოხატავდა არა მთელი ხალხის, არამედ მხოლოდ მდიდარი და პრივილეგირებული ზედაფენის ინტერესებს. ამგვარად, სტრაბონის ცნობაში თუნც საზოგადოებრივი წყობის არქაული ფორმა აისახა, მაინც სახეზეა საჯარო ხელისუფლების ისეთი არსებითი ნიშანი, როგორიცაა სასამართლო, ხოლო „სახელმწიფოს არსებითი დამახასიათებელი ნიშანი ისაა, რომ საჯარო ხელისუფლება ჩამოშორებულია ხალხის მასას“ ([24], გვ. 323).

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
(რედაქციას მოუვიდა 20.10.1956)

დამოწმებადული ლიტერატურა

1. ს. გორგაძე. წერილები საქართველოს ისტორიიდან, ნაწ. II; ძველი საქართველო, I, 1909, გვ. 67—68.
2. И. А. Джавахишвили. Государственный строй древней Грузии и древней Армении, СПб., 1901, стр. 16—17.
3. ს. კაკაბაძე. ქართული სახელმწიფოებრიობის გენეზისის საკითხები. „საისტორიო მოამბე“, წ. I, ტფილისი, 1924, გვ. 92.
4. ს. ჯანაშია. საქართველო ადრინდელი ფეოდალიზაციის გზაზე. „შრომები“, ტ. I, თბილისი, 1949.
5. პ. ინგოროყვა. ძველი ქართული მატთან „მოქცევა ქართლისაჲ“ და ანტიკური ხანის იბერიის მეფეთა სია. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის მოამბე, ტ. XI-B, 1941.
6. Очерки по истории СССР, Первобытно-общинный строй и древнейшие государства на территории СССР, под ред. П. Н. Третьякова и А. Л. Монгайта, Москва, 1956, стр. 428.
7. А. И. Болтунова. Иберия и Римская экспансия, Вестник древней истории, 1938, № 4, стр. 164.
8. თ. ყაუხჩიშვილი. Γεσις ტერმინის მნიშვნელობისათვის სტრაბონთან. „მომთხილველი“. ტ. III, თბილისი, 1953, გვ. 247—269.
9. გ. მელიქიშვილი. საქართველოში კლასობრივი საზოგადოებისა და სახელმწიფოს წარმოქმნის საკითხისათვის. თბილისი, 1955.
10. ნ. ბერძენიშვილი. რეცენზია ს. ჯანაშიას წიგნზე „საქართველო ადრინდელი ფეოდალიზაციის გზაზე“. „მომთხილველი“, ტ. III, თბილისი, 1953, გვ. 294.
11. Г. В. Церетели. Армазская билингва, Тбилиси, 1941, стр. 5.
12. Г. В. Церетели. Эпиграфические находки в Мцхета—древней столице Грузии, Вестник древней истории, 1948, № 2, стр. 52.
13. А. И. Болтунова. Описание Иберии в «Географии» Страбона, Вестник древней истории, 1947, № 4.
14. W. I. Neumann. Die Fahrt des Patrokles auf dem Kaspischen Meere. „Hermes“, Berlin, 1884, Bd. 19, S. 165—185.
15. G. Gisinger. Παιροαλις. Pauly—Wissowa, Realenzyklopädie der klassischen Altertumswissenschaft, t. XVIII, s. 2263—64.
16. [Thalheim], Ἀρχαίαια. Pauly-Wissowa, Realenzyklopädie der klassischen Altertumswissenschaft, I, სვ. 210.
17. И. М. Дьяконов. Комментарий к ассирийским законам, Вестник древней истории, 1952, № 4, стр. 236, след.
18. M. Ventris and I. Chadwick. The evidence of Greek dialect in the Mycenaean archives, Journal of Hellenic Studies, 73 (1953), p. 84—103.
19. С. Я. Лурье. Опыт чтения пилосских надписей, Вестник древней истории, № 3, 1955, стр. 19.
20. A. Furumark. Agäische Texte in griechischer Sprache, „Eranos“, LII, 1954, p. 36.
21. „ქართლის ცხოვრება“, ს. ყაუხჩიშვილის რედაქციით, ტ. I, თბილისი, 1955.
22. ილ. აბულაძე. ქართლის ცხოვრების ძველი სომხური თარგმანი. თბილისი, 1953, გვ. 31.
23. ე. თაყაიშვილი. საქართველოს სიძველენი. ტფილისი, 1909, ტ. II, გვ. 4.
24. კ. შარტსი და ფ. ენგელსი. რჩეული ნაწერები, ტ. II, თბილისი, 1950.
25. Я. А. Ленцман. Послегомеровский эпос как источник для социально-экономической истории ранней Греции, Вестник древней истории, 1954, № 3, стр. 68—69.

არქივობიოგრაფია

პ. ზირაძის ბიოგრაფია

თრიალეთისა და სამთავროში არქივობიოგრაფიული მუშაობის
აღმოჩენილი გველისგამოსახულებიანი ზურგების
დანიშნულების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩიტაიამ 25.1.1957)

ძვ. წ. III საუკუნის ბერძენი მწერალი ა. პ. როდოსელი თავის „არგონატიკაში“ გვაწვდის ცნობებს, რომ წამლის დამამზადებელს ჩვენში წამლები განაწილებული ჰქონია მათთვის განკუთვნილ ყუთებში მათი სამკურნალო, მომზადებელი და „ჯადოსნური“ თვისებების მიხედვით. იმავე წყაროში დასახელებულია ის კურპელიც („კასპიური ნიჟარა“), რომელშიაც წამლის დამამზადებელი სამკურნალო მცენარეების წვენს აგროვებდა [1].

ძვ. წ. I ს. ბერძენი ექიმი დიასკორიდო კოლხეთის სამკურნალო მცენარეების აღწერისას მათი გავრცელების ადგილსაც მიუთითებს [2].

ახ. წ. I ს. რომელი ბუნებისმეტყველის პლინიუსის ცნობიდან ჩანს, რომ ჩვენში კამისგან სხვადასხვა წესით რამდენიმე წამალს ამზადებენ. მისი გადმოცემით, როცა მცენარის ღერო სრულ განვითარებას მიაღწევდა, მისგან ღებულობდნენ წვენს, რომელსაც მზეზე აშრობდნენ. მეორე წესით, წამალი მზადდებოდა კამის გამონაწურისა და მისივე ახალი თესლისაგან. ამავე მიზნით ხმარობდნენ იმავე მცენარის დაქრილ ფესვებს, ოღონდ ყვავილობისას. გარდა ამისა, კამის გამონაწურისა და თაფლისაგან საუკეთესო მალამოს დამამზადებაც სცოდნიათ [3].

ყოველივე ზემოთქმულის მიხედვით იბადება კითხვა: თუ ჩვენს წინაპრებს ესოდენ დიდი გამოცდილება ჰქონდათ წამლების დამამზადების საქმეში ჯერ კიდევ ძვ. წ. III საუკუნეში, როგორი იყო ცოდნის დონე უფრო ადრეულ პერიოდში ამ საქმეში? საესვებით გასაგები მიზეზისა გამო, საამისო წერილობითი წყაროები არ მოგვეპოვება, მაგრამ, ჩვენი დაკვირვებით, ამ ხარვეზს ნაწილობრივ მაინც შეავსებს არქეოლოგიური თხრით სადღეისოდ მოპოვებული ზოგიერთი მასალა. კერძოდ, ვგულისხმობთ გველის გამოსახულებით შემკულ რამდენსამეჭურჭელს, რომლებიც მოპოვებულია თრიალეთში, ბაკურციხეში, ქვასათალში, ნაცარგორაზე, არმაზისხევეში, სამთავროში [4] და აგრეთვე სხუმის მთაზე [5]. არქეოლოგიური გათხრებით და რომელთა უმრავლესობა ამჟამად დაცულია საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმში.

საფიქრებელია, რომ, თუ ანტიკურ ხანაში ჩვენში თავდაპირველად სამკურნალო ნედლეულ მასალას სხვადასხვა ყუთში ინახავდნენ, უფრო ადრე, სანამ ყუთების კეთებას ისწავლიდნენ, ამ მასალას, ზაფხულში მოგროვილს, თიხის ჩვეულებრივ დიდ ქურჭლებში შეინახავდნენ და მათგან წლის ყოველ დროს, საჭიროებისამებრ, წმალებს დაამზადებდნენ ყოველდღიურად სახმარ ქურჭელში. როგორც არქეოლოგიური მასალა ადასტურებს, სათანადო ცოდნისა და გამოცდილების დაგროვების მეოხებით ამ მიზნით უკვე სპეციალური, სხვადასხვა ზომისა და ფორმის ქურჭელიც შემოულიათ და ეს უკანასკნელი, გარკვეული მოსაზრების გამო, გველი სხვადასხვაგვარი გამოსახულებითაც შეუმკიათ. ქვემოთ ჩვენ მხოლოდ ასეთ ქურჭლებზე გვეჩვენება საუბარი, მაგრამ ვიდრე მათი დანიშნულების გარკვევას შევეცდებოდეთ, უნდა შევეხთ საკიფს, თუ რა მოსაზრებითაა გველი გამოსახული დასახელებულ ქურჭლებზე, რადგან უმთავრესად სწორედ ეს გამოსახულება უნდა განსაზღვრავდეს მათს დანიშნულებასაც.

არქეოლოგები, თავიანთი მასალის ვარდა, ეთნოგრაფიულ მონაცემებსაც ეყრდნობიან გველის როგორც მფარველი ცხოველის შესახებ (რომლის თაყვანისცემა სვანეთში თითქმის ბოლო ხანებამდე შემოინახა „მეზირის“ კულტის სახით) და ასკენიან, რომ არმაზისხევის ანტიკური დროის ქურჭლის ყურზე დაძერწილ გველის გამოსახულებას მაგიური დანიშნულება ჰქონდა [4].

რაც შეეხება თრიალეთის დიდი ქურჭლის ტანის ირგვლივ მოხატულ გველს, გამოხრელი მასში ხედავს მიმდინარე წყლის ნაკადს და მას სამიწათმოქმედო კულტს უკავშირებს [6, 7].

ამასთანავე ზოგიერთ ხალხში გველი გვევლინება ავი სულებისაგან მფარველად ბავშვის დაბადებისას [8].

ეს სამივე მოსაზრება თითქმის ერთისა და იმავე შინაარსისაა და არქაულ ეპოქათა რელიგიურ რწმენებთანაა დაკავშირებული, ისევე როგორც უძველესი მედიცინის დამახასიათებელი ზოგი სხვა რამ (მაგ. ტრეპანაცია, როგორც ბნედისა თუ კრუნჩხვის გამომწვევ ავ სულთა განდევნის „ლონისძიება“ [იხ. 10, 11, 12]).

ამრიგად, არ უნდა იყოს გამორიცხული შესაძლებლობა, რომ ის ქურჭლები, რომლებზედაც გველია გამოსახული, მაგიური მედიცინის ხანას ეკუთვნოდეს და ამ გამოსახულების დანიშნულებაც ის უნდა ყოფილიყო, რომ „ავი სულისაგან დაეცვა“ მათში შენახული სამკურნალო ნედლეული მასალა. ჭერჯერობით, რა თქმა უნდა, ძნელია იმის თქმა, თუ როდის იწყება ან როდის მთავრდება ჩვენში მაგიური მედიცინის ხანა, მაგრამ, თუ ჩვენი ვარაუდი მართალია, შეგვიძლია ისიც ვივარაუდოთ, რომ მას შუაბრინჯაოს ხანაში უჩინია უკვე თავი.

ჩვენს ყურადღებას იპყრობს, უპირველეს ყოვლისა, ბ. კულტინის მიერ თრიალეთში მოპოვებული თიხის ორი დიდი ქურჭელი, რომლებიც შუაბრინჯაოს ხანის (ძვ. წ. II ათასწლეულის შუა საუკუნეების) მდიდრულ ყორღანულ სამარხებშია აღმოჩენილი. ერთ შემთხვევაში აღდგენილ შავ დიდ დერგზე¹ (სურ. 1)

(¹ დასახელებული ქურჭელი ჩვენ მიერ პირველად ქვეყნდება; იგი მოპოვებულია თრიალეთში 1939 წ. (იხ. სველე აღწ. № 94).

რელიეფურად გამოსახულია კლაკნილი, თავაწეული, ერთიმეორის პირდაპირ მომზირალი ორი გველი; მეორე შემთხვევაში (სურ. 2 ა) გვაქვს დიდი მოწითალო, მოხატული დერგი, რომლის ზედაპირზე ფერადებით გამოსახულია დიდი



სურ. 1

დაკლაკნილი გველი, ხოლო მესამე შემთხვევაში, ბეშთაშენის გვიანი ბრინჯაოს ხანის სამარხში მოპოვებული მოშავო თიხის ქურჭელი (სურ. 2 ბ), რომელიც პირველი ორისაგან განსხვავდება როგორც სილიდით, ისე ფორმით. ამ ქურჭლის მხრებზე გამოსახულია ირგვლივ ერთიმეორის თანმიმდევრობით დაკლაკნილი გველები [6].

ამგვარად, დასახელებული გველისგამოსახულებიანი ჭურჭლები შესაძლებელია ეკუთვნოდეს ქართული ხალხური მედიცინის ისტორიის გარკვეულ საფეხურს—მაგიური მედიცინის ხანას¹ და, ვფიქრობთ, ეს ის პერიოდია ქართული ხალხური მედიცინის ისტორიაში, როდესაც ჩვენში ჩნდებიან ხალხური პროფესიონალი მკურნალები.



ა

ბ

სურ. 2

თუ მხედველობაში მივიღებთ იმ გარემოებას, რომ მაგიური ხანის მკურნალს საკუთარ ოჯახში უხდებოდა სამკურნალო ნედლეული მასალის შენახვა და მისგან შემდგომ მოთხოვნილებისამებრ წამლების მომზადება წლის ყოველი დროისათვის, მისაღები უნდა იყოს ჩვენ მიერ დასახელებული გველისგამოსახულებიანი ჭურჭლების ასეთი ახსნაც.

ვფიქრობთ, რომ ჩვენი მოსაზრების სასარგებლოდ ლაბარაკობს ის გარემოებაც, რომ ასეთ ჭურჭლებზე სხვა არსებათა გამოსახულება არც ერთ შემთხვევა-

(¹ ამ ხანის ცალკე პერიოდად გამოყოფის შესახებ 1936 წ. წერდა ქართული მედიცინის ისტორიის მკვლევარი ლ. კოტეტიშვილი [9].

რის იმ ადგილს, სადაც იგი ზედა განყოფილების ყელში გადადის. გველის პირი და თვალები გამოსახულია ნასვრეტებით. ჭურჭელს მჭიდროდ ეხურვის სარქველი, რომელსაც მოპირდაპირე კიდეებზე აქვს თითო ნასვრეტი (ორთქლის ამოსაშვებად) და გარედან, ცენტრში—დაბალი კოპული.

ჭურჭლის სიმაღლე—17 სმ, პირის დიამეტრი—7, სმ, შეერთების ადგილას გარშემოწერილობა — 4 სმ. ძირის დიამეტრი—6 სმ.

როგორც აღწერილობიდანაც ჩანს, საქმე რაღაც სპეციალური დანიშნულების ჭურჭელთან უნდა გვექონდეს. საშუალო საუკუნეთა წერილობით წყაროს თუ დავეყრდნობით, ამ ხელკოჭობის დანიშნულების გარკვევაც გაგვიადვილდება. სახელდობრ, XI ს. ძეგლის „უსწორო კარაბადინის“ მიხედვით, ნახარშების მომზადებისას გარკვეული წესი უნდა დაეცვათ: „თუ იარაჯფეყრა⁽¹⁾ არ იყოს ყარიყონი⁽²⁾, თურბითი⁽³⁾, ალიქირუმი⁽⁴⁾, ხურმის თესლი, ყაისი⁽⁵⁾, ეს ყველა კოჭობში ჩაყარე, წყლით აავსე და ცომითა ასე მოუგლისე პირი და მოადუღე, ასრე რომე მესამედი დარჩეს“... ან კიდევ: „...კოჭობშიგან ჩაყარე, წყლით აავსე, თავს ჯამი დაახურე და ცომით მოუგლისე და ადუღე, ვინემ მესამედად ჩაყარებოდეს“... [13].

საფიქრებელია, რომ სამთავროში აღმოჩენილი ორსართულიანი ხელკოჭობიც განკუთვნილი უნდა ყოფილიყო ნახარშის მოსამზადებლად. იგი ალბათ წამლების მომზადების საქმეში მეტად დახელოვნებული პირის დაკვეთით არის გაკეთებული, რადგან მასში გათვალისწინებულია ნახარშის დამზადებისათვის საჭირო ორიგინალური პროცედურები. სახელდობრ, ჭურჭლის ქვემო განყოფილება ოდნავ დიდია ზემო განყოფილებაზე, ე. ი. აქ მხედველობაშია მიღებული სამკურნალო ნედლეული მასალის მოცულობა (რომელსაც აღნიშნული ზერელოთ, განსაზღვრული წონითა თუ ოდენობით, მუცელში ყრიდნენ, შემდეგ წყლით ავსებდნენ და ადუღებდნენ) და მისგან მისაღები წამლის ოდენობა. დასაშვებია, წამლის მომზადების მაჩვენებელი იყო დუღილის გამო ზედა განყოფილების წყლისაგან დაცარიელება, რაც თავის მხრივ გულისხმობდა მკურნალის მიერ დროის რაციონალურ გამოყენებას.

ამგვარად, თუ ანტიკური დროის უცხოური წერილობითი წყაროები მიწმობს, რომ ჩვენში წამლების დამზადების საქმე ძველი წელთაღრიცხვის ბოლო ხანებში უკვე სათანადო სიმაღლეზე მდგარა, არქეოლოგიური მასალა ადასტუ-

(¹) შაკიკის წამალია.

(²) ჭრტილის ხის სოკო—*Pinus Larix*.

(³) *Radix Serenariiae*—მცენარისაგან *Aristolochia Serenaria*.

(⁴) *Resina Mastix L.*

(⁵) ჭერამი.

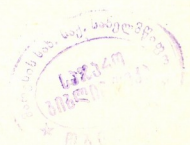
რებს ამ წყაროების სისწორეს და ერთგვარ წარმოდგენას იძლევა ჩვენში მაგიური მედიცინის უფრო ადრეული საფეხურის შესახებ.

აღნიშნული საკითხი ქართული ხალხური მედიცინის ისტორიის შესწავლის თვალსაზრისით დიდ ინტერესს იწვევს და მომავალში განსაკუთრებული ყურადღებისა და შესწავლის ღირსია.

აკად. ს. ჯანაშიას სახელობის
საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმი
(რედაქციას მიუვება 25.1.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. აპოლონიოს როდოსელი. არგონავტიკა, თარგმანი აკ. ურუშაძისა, თბილისი, 1948, გვ. 134—136.
2. В. В. Л а т ы ш е в. Известия древних писателей, греческих и латинских, о Скифии и Кавказе., II СПб, 1906, стр. 507.
3. К Г а н. Известия древних греческих и римских писателей о Кавказе, ч. 1, Тифлис, 1884, გვ. 88.
4. ა. აფაქიძე, გ. გობეჯიშვილი, ა. კალანდაძე, გ. ლომთათიძე. მეცნეა, ტ. I, არმაზისხევის არქეოლოგიური ძეგლები, თბილისი, 1955, გვ. 131, ტაბ. CX, სურ. 7.
5. ალ. კალანდაძე. სოხუმის მთის არქეოლოგიური ძეგლები. სოხუმი, 1953, გვ. 48, ტაბ. XVIII, ტაბ. XIX.
6. Б. А. К у ф т и н. Археологические раскопки в Триалети, I, Тбилиси, 1941, стр. 74, სურ. 82, გვ. 85, გვ. 387, ტაბ. LXXVI.
7. ბ. კუფტინი. ქართული კულტურის უძველესი კერა თრიალეთში. თბილისი, 1949, გვ. 28, სურ. 8.
8. Т. И. Г о л у б к и н а. О зооморфной керамике из Мингечаури, материальная культура Азербайджана, II, Баку, 1951, стр. 114.
9. ხოჯაყოფილი. წიგნი საქიმოა, ლ. კოტეტიშვილის რედაქციით. თბილისი, 1936, გვ. VI—VII.
10. დავით ბატონიშვილი. იადიგარ დაუდი, ლ. კოტეტიშვილის რედაქციით, თბილისი, 1938, გვ. 14.
11. Т. Мейер-Штейнер и К. Зулгоф. Истории медицины, Москва, 1925, стр. 7.
12. პ. ფირფილაშვილი. სამთავროს სამაროვანში გათხრების შედეგად მოპოვებული მასალები ძვალთა სისტემის დავადების შესწავლისათვის. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. XV, № 8, თბილისი, 1954, გვ. 551—558.
13. ქანანელი. უსწორო კარაბადინი, ლ. კოტეტიშვილის რედაქციით, თბილისი, 1940, გვ. 60.



მთ. რედაქტორი აკად. ნ. მუსხელიშვილი

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.8.1957. შეკვ. № 307; ანაწყოების ზომა 7×11;
ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-სავაჭრო ფურცლების რაოდენობა 7,7;
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 10,9; უე 01058; ტირაჟი 1000

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



დებულება „საპარტოვლოს სსრ მიცნიერებათა აკადემიის შიგნით“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური (10 სააღრიცხვო-საგამომცემლო) თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალკე თათოვეულ ენაზე, სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ავტორის სახელწოდება, ნომერი სერვისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სიის მახედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

აკადემიის მისამართი: თბილისი, ძაგინაძის ქ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

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

Основное, грузинское издание