

1957



საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მ ო ე მ ბ ე

ტომი XVIII, № 2

ძიკითარი, შატალი გამოსემა

1957

თ ბ ე რ ვ ე დ ი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი



მათემატიკა

- 1. ბ. ზვედგელიძე. კომპლექსური სინგულარული ინტეგრალური განტოლებათა სისტემების შესახებ 129
- 2. თ. წერეთელი. რიმანის ჯამების შესახებ 137

ფიზიკა

- 3. ს. მატინიანი. K-მეზონების დაშლის საკითხისათვის 143

გამოწიზიკა

- 4. ა. ბალაბუვეცი. ბუმბულისებურ ღრუბელთა ერთი ფორმის შესახებ 149
- 5. ბ. ბალაღაძე. გეოსინკლინური არის სიმჭიმის ძალის ანომალის კლასიფიკაციის საკითხისათვის 155

ასტროფიზიკა

- 6. ი. ალანია. გალაქტიკაში შერჩევითი შთანთქმის შესწავლა მოკლებერიოდინი ცვლილებების ფერის სიჭარბეების მიხედვით 159

ქიმიური ტექნოლოგია

- 7. ნ. ეაკაბაძე, მ. საჩქისოვა და ხ. რუდინა. საქართველოს მინდვრის-შპატინი კვარცის ქვიშები და ღრანიტები როგორც ფაქიზი კვრამიკის წარმოების ნედლეულის ახალი სახე 167
- 8. ი. ბუჩუკური. მანგანუმის შლამების ქიმიური გამდიდრების საკითხისათვის 175

ბიოქიმიკა

- 9. თ. ცეცხლაძე, რ. ყიფიანი, ა. ლაშხია. 7-გამოსხივებით გამოწვეული ღვიწკანის ორგანოლექტიკური და ბიოქიმიური ცვლილებები 183

ბიომედიცინა

- 10. ლ. ვლადიმეროვი. ჩამონადენის კანონზომიერებანი მდინარე ალაზნის აუზში 189

ტიქნიკა

- 11. ვ. შაიშველაშვილი. დამრეცი გარსების ანგარიში ზოლების მეთოდით 197
- 12. ნ. ახვლედიანი. რკინაბეტონის ბრუნვითი გარსების ზღვრული წონასწორობის მეთოდით ანგარიშისათვის 205

მეტალურგია

- 13. თ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და ქ. დოლიაშვილი. MnSi—FeSi—C სისტემის შენადნობების მიკროსტრუქტურა და ზოგიერთი თვისება 211

მიმცინარეობა

- 14. თ. ლეყავა. რწყვის გავლენა იონჯის სათესლე პროდუქტიულობაზე ქვემო ქართლის პირობებში 217

ნიღაზგვინობა

- 15. ი. გოგობერიძე. სამგორის ვაკის ნეოზოგალ-სულფატური (გაჯიანი) ნიადაგების გაჯელტურების საკითხისათვის მიწერალური და მწვანე სასუქებით 225

მატემატიკური მეთოდები

- 16. კ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), გ. გიორგაძე და ვ. ლევიშვილი. ბრომისა და კოფეინის გავლენა სიმსივნის ინდუქცირებაზე ამიერკავკასიის ხაზუნებში 233
- 17. გ. ზვიდაძე. ძვლის ტვინის ცვლილებები თირეოტოქსიკოზის დროს 237

ენათმეცნიერება

- 18. თ. გამყრელიძე. *so, *sa, *tod ნაცვალსახელი და ე. სტერტვანტის „ინდონეზური“ ჰიპოთეზა 241

ხელოვნების ისტორია

- 19. ს. ბარნაველი. საქართველოს ანტიკური საბეჭდავების ისტორიიდან 248

მათემატიკა

ბ. ხვედელიძე

 კოზნიცხულიან სინფულარულ ინტეგრალურ ბანტოლგებათა
 სისტემების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ვეჯუამ 12.6.1956)

1. ამ ნაშრომში ჩვენ ვისარგებლებთ იმ შეთანხმებებითა და პირობებით, რომლებიც შემოღებულია [1]-ში. კერძოდ, როგორც აღნიშნულ ნაშრომში, ვიგულისხმებთ, რომ Γ აღნიშნავს ურთიერთარაგადამკვეთ მარტივ შეკრულ ან გახსნილ ლიპუნოვის წირთა სასრულ ერთობლიობას.

ვთქვათ, $\rho(t)$ არაუარყოფითი თითქმის ყველგან სასრული და თითქმის ყველგან ნულისაგან განსხვავებული ზომადი ფუნქციაა Γ -ზე, ხოლო $\varphi(t) = (\varphi_1, \dots, \varphi_m)$ — ვექტორი, რომლის კომპონენტებიც $L_p(\Gamma; \rho)$ კლასს ეკუთვნის. განვსაზღვროთ $\varphi(t)$ ვექტორის ნორმა ფორმულით

$$\|\varphi\|^p = \int_{\Gamma} \rho(t) \sum_{k=1}^m |\varphi_k(t)|^p ds. \quad (1)$$

ადვილად დავრწმუნდებით, რომ $L_p(\Gamma; \rho)$ კლასის ყველა შესაძლო ვექტორის ერთობლიობა (1) ნორმით შეადგენს წრფივ ნორმირებულ ბანახის სივრცეს. ამ სივრცეს ჩვენ კვლავ $L_p(\Gamma; \rho)$ -თი აღვნიშნავთ.

მარტივად შეიძლება ნაჩვენები იქნეს, რომ $L_p(\Gamma; \rho)$ სივრცეზე განსაზღვრული წრფივი ფუნქციონალის ზოგადი სახეა

$$l\varphi = \int_{\Gamma} \varphi(t) \psi(t) dt, \quad \psi(t) \in L_q(\Gamma; \rho^{1-q}). \quad (2)$$

(2) ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ $L_p(\Gamma; \rho)$ სივრცის შეუღლებული სივრცეა $L_q(\Gamma; \rho^{1-q})$.

შეიძლება დამტკიცებულ იქნეს
 თეორემა 1. თუ

$$\rho(t) = \prod_{k=1}^{m_1} |t - c_k|^{\alpha_k(\beta-1)} \prod_{k=m_1+1}^m |t - c_k|^{-\alpha_k} \quad (0 \leq m_1 \leq m), \quad (3)$$

სადაც წერტილები $c_1, \dots, c_m \in \Gamma$ და $0 < \alpha_k < 1$, $k = 1, \dots, m$, მაშინ

$$\|S\varphi\| \leq M \|\varphi\|, \quad (4)$$

7307

ამასთან ნორმა განხილულია $L_p(\Gamma; \rho)$ სივრცის აზრით, M მუდმივი არაა დამოკიდებული $\varphi(t)$ ფუნქციაზე, ხოლო S კოშის სინგულარული ინტეგრალია.

ეს თეორემა წარმოადგენს მ. რისის [2] ცნობილი თეორემის ვარკვეულ განზოგადებას.

განვიხილოთ წრფივი ოპერატორი

$$N_0\varphi = a(t)\varphi(t) + \frac{b(t)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\varphi(\tau)}{\tau - t} d\tau, \quad (5)$$

სადაც $a(t)$, $b(t)$ აღნიშნავენ n -ური რიგის ცნობილ შემოსაზღვრულ ელემენტებიან კვადრატულ მატრიცებს, ხოლო $\varphi(t) = (\varphi_1, \dots, \varphi_n)$ ვექტორია.

ზემოაღნიშნული თეორემიდან გამომდინარეობს, რომ (5) ოპერატორი $L_p(\Gamma; \rho)$ სივრცეს, სადაც $\rho(t)$ განსაზღვრულია (3) ფორმულით, გადაიყვანს თავის ნაწილში.

თუ გავითვალისწინებთ (2) ფორმულას, ადვილად მივიღებთ, რომ N_0 ოპერატორის შეუღლებული ოპერატორი არის

$$N_0^*\psi = a'(t)\psi(t) - \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{b'(\tau)\psi(\tau)}{\tau - t} d\tau, \quad (6)$$

სადაც $'$ ნიშნავს აღნიშნავს სათანადო მატრიცის ტრანსპონირებას.

ვთქვათ, N წრფივი ოპერატორია⁽¹⁾, რომელიც $L_p(\Gamma; \rho)$ სივრცეს ასახავს თავის ნაწილში.

N ოპერატორს ვუწოდოთ ნეტერის ოპერატორი, თუ მას გააჩნია შემდეგი თვისებები: 1) ერთგვაროვან განტოლებებს $N\varphi = 0$ და $N^*\psi = 0$ (სადაც N^* — შეუღლებული ოპერატორია N -ისა) აქვთ სასრული რაოდენობა ν და ν_* წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნებისა სათანადოდ სივრცეებში $L_p(\Gamma; \rho)$ და $L_q(\Gamma; \rho^{1-\nu})$; 2) იმისათვის, რომ განტოლება $N\varphi = f$ ($f \in L_p(\Gamma; \rho)$) იყოს ამოხსნადი $L_p(\Gamma; \rho)$ სივრცეში, აუცილებელია და საკმარისი, რომ

$$\int_{\Gamma} f(t)\psi_j(t) dt = 0, \quad j = 1, \dots, \nu_*, \quad (7)$$

სადაც $\psi_1, \dots, \psi_{\nu_*}$ წრფივად დამოუკიდებელ ამოხსნათა სრული სისტემაა $N^*\psi = 0$ განტოლებისა $L_q(\Gamma; \rho^{1-\nu})$ სივრცეში.

თუ N ნეტერის ოპერატორია, მაშინ სხვაობას $\nu - \nu_*$ ვუწოდოთ N ოპერატორის ან $N\varphi = f$ განტოლების ინდექსი და იგი აღვნიშნოთ ასე: $\text{ind } N$; ე. ი. $\text{ind } N = \nu - \nu_*$.

2. განვიხილოთ კოშისგულიან დამახასიათებელ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემა

$$N_0\varphi = f. \quad (8)$$

(1) ე. ი. ადიტიური და შემოსაზღვრული.

შემოვიღოთ აღნიშვნები

$$a_0(t) = a(t) + b(t), \quad b_0(t) = a(t) - b(t). \quad (9)$$

ვიგულისხმობთ, რომ მატრიცები $a(t)$, $b(t)$ და ვექტორი $f(t)$ აკმაყოფილებენ პირობებს

$$a(t), b(t) \in \tilde{H}(\Gamma; c_1, \dots, c_m), \quad (10)$$

$\det a_0(t) \cdot \det b_0(t) \neq 0$ ყველგან Γ -ზე.

$$f(t) \in L_p(\Gamma), \quad c_k \in T(\Gamma; |f|^p), \quad k = 1, \dots, m. \quad (11)$$

რაც შეეხება (8) განტოლების ამოხსნას, ვიგულისხმებთ, რომ იგი უნდა განისაზღვროს კლასში

$$L_p(\circ) = L_p\left(\Gamma; \prod_{k=1}^m |t - c_k|^{p-1}\right),$$

სადაც α_k აღნიშნავს $a_0^{-1}(t) b_0(t)$ მატრიცის პარამეტრს c_k ($k = 1, \dots, m$) წერტილში.

თუ გამოვიყენებთ ტ. კარლემანის [3] ცნობილ მეთოდს, მივიღებთ, რომ (8) განტოლების ყოველ $\varphi(t)$ ამოხსნას, ფორმულით

$$\Phi(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\varphi(\tau)}{\tau - z} d\tau, \quad (12)$$

შეესაბამება $L_p(\circ)$ კლასის კოზის ტიპის ინტეგრალით წარმოდგენადი ამოხსნა რიჟან—პრივალოვის შემდეგი წყვეტილი ამოცანისა:

$$\Phi_+(t) = A(t) \Phi^-(t) + B(t), \quad (13)$$

სადაც

$$A(t) = a_0^{-1}(t) b_0(t), \quad B(t) = a_0^{-1}(t) f(t). \quad (14)$$

პირიქითაც, (13) ამოცანის ყოველ $L_p(\circ)$ კლასის კოზის ტიპის ინტეგრალით წარმოდგენად $\Phi(z)$ ამოხსნას, ფორმულით

$$\varphi(t) = \Phi_+(t) - \Phi^-(t), \quad (15)$$

შეესაბამება (8) განტოლების $L_p(\circ)$ კლასის გარკვეული $\varphi(t)$ ამოხსნა.

თუ გავითვალისწინებთ იმ შეზღუდვებს, რომელთაც ჩვენ დავუქვემდებარეთ (8) განტოლების კოეფიციენტები და თავისუფალი წევრი, მივიღებთ, რომ

$$A(t) \in \tilde{H}(\Gamma; c_1, \dots, c_m), \quad \det A(t) \neq 0 \quad \text{ყველგან } \Gamma\text{-ზე}, \quad (16)$$

$$B(t) \in L_p(\Gamma), \quad c_k \in T(\Gamma; |B|^p), \quad k = 1, \dots, m.$$

ამიტომ (15) ფორმულიდან და [1] ნაშრომის (12), (15), (16) ფორმულებიდან მარტივი გამოთვლების შემდეგ მივიღებთ:

იმისათვის, რომ (8) განტოლება ამოხსნადი იქნეს $L_p(\sigma)$ კლასში, აუცილებელია და საკმარისი ადგილი ჰქონდეს შემდეგ ტოლობას:

$$\int_{\Gamma} f(t) [\Omega'(t)]^{-1} Q(t) dt = 0. \quad (17)$$

სადაც

$$\Omega(t) = a_0(t) X^+(t), \quad Q(t) = (Q_{-x_{1-1}}, \dots, Q_{-x_{n-1}}),$$

$X(z)$ აღნიშნავს $A(t)$ მატრიცის კანონიკურ მატრიცს, x_k ($k = 1, \dots, n$) — მის კერძო ინდექსებს, ხოლო Q_α — ნებისმიერ α ხარისხის მრავალწევრს, ამასთან $Q_\alpha \equiv 0$, თუ $\alpha < 0$. როცა შესრულებულია (17) პირობა, მაშინ (8) განტოლების ყველა ამოხსნა $L_p(\sigma)$ კლასში წარმოიდგინება ფორმულით

$$\varphi(t) = A_0(t) f(t) - \frac{B_0(t)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\Omega^{-1}(\tau) f(\tau)}{\tau - t} d\tau + B_0(t) \Omega(t) P(t), \quad (18)$$

სადაც

$$A_0(t) = \frac{1}{2} [a_0^{-1}(t) + b_0^{-1}(t)], \quad B_0(t) = -\frac{1}{2} [a_0^{-1}(t) - b_0^{-1}(t)],$$

$$P(t) = (P_{x_{1-1}}, \dots, P_{x_{n-1}}),$$

ხოლო P_α ნებისმიერი α ხარისხის მრავალწევრია, ამასთან $P_\alpha \equiv 0$, თუ $\alpha < 0$. ვიგულისხმობთ ახლა, რომ $f(t)$ ვექტორი, ნაცვლად (11) პირობებისა, აკმაყოფილებს პირობას $f(t) \in H_\pm$. მაშინ, თუ გავითვალისწინებთ (16) პირობებს და კოშის სინგულარული ინტეგრალის ზოგიერთ ცნობილ თვისებას, მივიღებთ, რომ (შეად. [4]) (18) ფორმულით განსაზღვრული $\varphi(t)$ ფუნქცია H^* კლასს ეკუთვნის⁽¹⁾, ამგვარად, სამართლიანია

თეორემა 2. თუ $a(t)$, $b(t)$ მატრიცები აკმაყოფილებენ (10) პირობებს, $f(t) \in H_\pm$, მაშინ (8) განტოლების $L_p(\sigma)$ კლასის ყოველი ამოხსნა ეკუთვნის H^* კლასს.

განვიხილოთ (8)-თან შედარებით უფრო ზოგადი კოშისგულიან სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემა

$$N_0 \varphi + T \varphi = f, \quad (19)$$

სადაც $a(t)$, $b(t)$ მატრიცები აკმაყოფილებენ (10) პირობებს, $f \in H_\pm$, ხოლო T ოპერატორი ისეთია, რომ მას $L_p(\sigma)$ კლასი გადაყავს H_\pm -ში⁽²⁾.

(1) H^* კლასის განმარტება იხ. [5]-ში (გვ. 236).

(2) მაგალითად, $T \varphi = \int_{\Gamma} k(t, \tau) \varphi(\tau) d\tau$, სადაც $k(t, \tau) \in H$.



თეორემა 2-დან უშუალოდ გამომდინარეობს

შედეგი. (19) განტოლებათა სისტემის $L_p(\sigma)$ კლასის ყოველი ამოხსნა ეკუთვნის H^* კლასს.

აქამდე (19) განტოლებათა სისტემის შესწავლისას საძიებელი ვექტორისათვის დასაშვებ კლასად ყოველთვის H^* კლასს (იხ. [4]) განიხილავდნენ. მაშასადამე, კერძოდ, წინასწარ გულისხმობდნენ, რომ c_k ($k = 1, \dots, n$) წერტილების მახლობლად ამოხსნას აქვს სახე

$$\varphi(t) = \frac{\varphi_*(t)}{(t-c)^\gamma}, \quad (20)$$

სადაც c ნებისმიერი წერტილია c_1, \dots, c_m წერტილებიდან, $\gamma = \alpha + i\beta$, $0 \equiv \alpha < 1$, ხოლო $\varphi_*(t)$ აკმაყოფილებს H პირობას c წერტილის ცალმხრივ მიდამოებში.

ზემოთ მიღებული შედეგის ძალით, (19) განტოლების ყოველი ინტეგრალი (უფრო ზუსტად $L_p(\sigma)$ კლასის) ამოხსნა c_1, \dots, c_m წერტილების მახლობლად წარმოიდგინება (20) სახით.

(18) ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ

$$N_0 \varphi = 0; \quad (8_0)$$

ერთგვაროვანი განტოლების ყოველი $L_p(\sigma)$ კლასის ამოხსნა ეკუთვნის H^* კლასს და ყველა ისინი წარმოიდგინება ფორმულით

$$\varphi(t) = B_0(t) \Omega(t) P(t). \quad (21)$$

ეთქვათ, როგორც [1]-ში,

$$z_1 \equiv \dots \equiv z_\beta \equiv 0 > z_{\beta+1} \equiv \dots \equiv z_n, \quad (22)$$

$$\lambda = z_1 + \dots + z_\beta, \quad \mu = -(z_{\beta+1} + \dots + z_n).$$

მაშინ ცხადია, რომ (21) ფორმულის მარჯვენა მხარეში წრფივად შედის λ სხვადასხვა ნებისმიერი მუდმივი, რომლებიც წარმოადგენენ $P_\alpha(t)$ მრავალწევრთა კოეფიციენტებს. აქედან ადვილად გამოგვყავს, რომ (8₀) განტოლებას $L_p(\sigma)$ კლასში აქვს λ წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნა.

(17) პირობა შეიძლება გადაწეროთ შემდეგი სახით⁽¹⁾:

$$\int_{\Gamma} f(t) \psi_j(t) dt = 0, \quad (23)$$

სადაც

$$\psi_j(t) = [\Omega'(t)]^{-1} R_j(t), \quad j = 1, \dots, \mu, \quad (24)$$

(¹ იხ. [5], გვ. 419.

ხოლო $R_j(t)$ ($j = 1, \dots, \mu$) წარმოადგენს წრფივად დამოუკიდებელ ვექტორებს, რომელთა ყველა კომპონენტი, გარდა ერთისა, ნულია და ეს უკანასკნელი t -ს არაუარყოფით ხარისხს წარმოადგენს.

ანალოგიურად იმისა, როგორც ზემოთ იყო მიღებული (18) ფორმულა, შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ (8₀) განტოლების შეუღლებული

$$N_0^* \psi = 0 \quad (25)$$

განტოლების ყველა ამოხსნა

$$I_q(c_1, \dots, c_m) = L_q \left(\Gamma; \prod_{k=1}^m |t - c_k|^{-\alpha_k} \right)$$

კლასში წარმოიდგინება ფორმულით

$$\psi(t) = [\Omega'(t)]^{-1} Q(t), \quad (26)$$

სადაც

$$Q(z) = (Q_{-x_1 - 1}, \dots, Q_{-x_m - 1}).$$

ამგვარად, ჩვენ ვხედავთ, რომ (25) განტოლებას $I_q(c_1, \dots, c_m)$ კლასში (რომელიც შეუღლებულია $L_p(0)$ კლასისა) აქვს μ წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნა, რომლებიც წარმოადგენილია (26) ფორმულით.

ზემოთ მიღებული შედეგებიდან უშუალოდ გამომდინარეობს შემდეგი დასკვნები:

1) N_0 ოპერატორი, რომლის კოეფიციენტებიც აკმაყოფილებს (10) პირობებს, ნეტერის ოპერატორია.

2) N_0 ოპერატორის ინდექსი ტოლია $A(t)$ მატრიცის ინდექსისა Γ -ზე.

$$\text{ind } N_0 = \lambda - \mu = \text{ind } [A(t); \Gamma] = \sum_{j=1}^N \text{ind } [A(t); \Gamma_j], \quad (27)$$

სადაც $\text{ind } [A(t); \Gamma_j]$ განისაზღვრება [1] ნაშრომის (7) ან (8) ფორმულით.

3. განვიხილოთ ახლა N_0 ოპერატორი შემდეგ შეზღუდვებში: მატრიცები $a(t)$ და $b(t)$ უწყვეტია ყველგან Γ -ზე, გარდა, შეიძლება, წერტილთა სასრული რაოდენობისა c_1, \dots, c_m , სადაც მათ შეიძლება ჰქონდეთ სასრული წყვეტა და $\det a_0(t) \cdot \det b_0(t) \neq 0$ ყველგან Γ -ზე.

აღნიშნულ პირობებში ადვილად შეიძლება ნაჩვენები იქნეს, რომ არსებობს ნეტერის ოპერატორთა ისეთი მიმდევრობა $\{N_r^{(0)}\}$, რომ

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \|N_0 - N_r^{(0)}\| = 0 \quad (28)$$

და, დაწყებული გარკვეული r -დან,

$$\text{ind } N_0^{(r)} = \sum_{j=1}^N \text{ind } [A(t); \Gamma_j]. \quad (29)$$

(28) ტოლობაში ნორმა განხილულია $L_p(\sigma)$ სივრცის აზრით.

ფ. ატკინსონის [6] ერთი შედეგის გათვალისწინებით⁽¹⁾ (28) ტოლობიდან გამომდინარეობს, რომ N_0 არის ნეტერის ოპერატორი და, დაწყებული გარკვეული r -დან,

$$\text{ind } N_0 = \text{ind } N_0^{(r)}. \quad (30)$$

ახლა თუ გავითვალისწინებთ ფ. ატკინსონის სხვა შედეგს⁽²⁾, მივიღებთ, რომ, თუ V სავსებით უწყვეტი ოპერატორია, რომელიც $L_p(\sigma)$ სივრცეს ასახავს თავის ნაწილში, მაშინ $N = N_0 + V$ აგრეთვე ნეტერის ოპერატორი იქნება და

$$\text{ind } [N_0 + V] = \text{ind } N_0. \quad (31)$$

(29), (30), (31) ტოლობებიდან გამომდინარეობს

$$\text{ind } N = \sum_{j=1}^N \text{ind } [A(t); \Gamma_j]. \quad (32)$$

ამგვარად, საბოლოოდ დამტკიცებულია, რომ ნეტერის ყველა თეორემას ადგილი აქვს განტოლებათა სისტემისათვის

$$N\varphi = a(t)\varphi(t) + \frac{b(t)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\varphi(t)}{\tau - t} d\tau + V\varphi = f(t), \quad (33)$$

თუ Γ აღნიშნავს ურთიერთარაგადამკვეთ შეკრულ ან გახსნილ ლიპუნოვის წირთა სასრულ ერთობლიობას, მატრიცები $a(t)$, $b(t)$ უბან-უბან უწყვეტია და $\det [a(t) + b(t)] \det [a(t) - b(t)] \neq 0$ ყველგან Γ -ზე, V სავსებით უწყვეტი ოპერატორია, რომელიც $L_p(\sigma)$ სივრცეს თავის ნაწილში ასახავს, ხოლო $f(t) \in L_p(\sigma)$. კერძოდ, აღნიშნულ პირობებში (33) განტოლების ინდექსი გამოითვლება (32) ფორმულით, სადაც $\text{ind } [A(t); \Gamma_j]$ განისაზღვრება [1] ნაზრომის (7) ან (8) ფორმულით.

შევნიშნოთ, რომ, როცა Γ აღნიშნავს გახსნილ წირებს ან Γ შეკრული წირია, ხოლო მატრიცები $a(t)$, $b(t)$ განიცდიან პირველი გვარის წყვეტას, ნეტერის თეორემები (33) სისტემისათვის აქამდე დამტკიცებული იყო (იხ. [4]) იმ შემთხვევაში, როცა $a(t)$, $b(t)$ მატრიცები აკმაყოფილებენ (10) პირობებს, $\varphi(t) \in H^*$, ხოლო $f(t) \in H_*$.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.6.1956)

⁽¹⁾ იხ. [6], თეორემა IV.

⁽²⁾ იხ. [6], თეორემა III.

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ბ. ხვედელიძე. რიჰან—პრეიკლოვის წყვეტილი ამოცანის შესახებ რამდენიმე უცნობი ფუნქციის შემთხვევაში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XVII, № 10, 1956.
2. M. Riesz. Sur les fonctions conjuguées. Math. Zeitschr., B. 27, 1927.
3. T. Carleman. Sur la résolution de certaines équations intégrales, Arkiv för matematik, astronomi och fysik, B. 16, N. 26, 1922.
4. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. Москва, 1950.
5. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. Москва, 1946.
6. Ф. В. Аткинсон. Нормальная разрешимость линейных уравнений в нормированных пространствах. Мат. сборн., т. 28, № 1, 1951.

ო. ჯამბიელი

რიმანის ჯამების მსახეობა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 26.10.1956)

ამ წერილში განვიხილავთ ერთი სპეციალური სახის რიმანის ჯამების ზოგიერთ თვისებას. როგორც ცნობილია, $f(x)$ ფუნქციას, განსაზღვრულს (a, b) ინტერვალზე, ამ ინტერვალზე ინტეგრებადი ეწოდება, ხოლო I რიცხვს — მისი ინტეგრალი, თუ ყოველი დადებითი რიცხვისათვის ε მოიძებნება ისეთი δ , $\delta > 0$, რომ უტოლობა

$$|\sum f(\xi_i)(x_i - x_{i-1}) - I| < \varepsilon \quad (1)$$

შესრულებული იქნება (a, b) ინტერვალის ყოველი დაყოფისათვის

$$a = x_0 < x_1 < \dots < x_{n-1} < x_n = b, \quad (2)$$

$$\max_i (x_i - x_{i-1}) < \delta, \quad (3)$$

თანაბრად ξ_i , $x_{i-1} \leq \xi_i \leq x_i$ წერტილების მიმართ.

იბადება კითხვა, თუ რამდენად არსებითია რიმანის ინტეგრალის განმარტებისათვის (1) უტოლობის შესრულება ერთდროულად ყოველი (2) დაყოფისათვის, რომელიც (3) პირობას აკმაყოფილებს, და ყოველი ξ_i წერტილისათვის, $x_{i-1} \leq \xi_i \leq x_i$. ხომ არ იქნება საკმარისი მოვითხოვოთ (1) უტოლობის შესრულება თანაბრად ყველა (2) დაყოფის მიმართ, რომლებიც (3) პირობას აკმაყოფილებენ, ხოლო ξ_i წერტილების არჩევა (x_{i-1}, x_i) ინტერვალში როგორმე შევზღუდოთ, მაგალითად, ξ_i წერტილად ყოველთვის ავიღოთ (x_{i-1}, x_i) ინტერვალის მარცხენა ბოლო; ანდა, პირიქით, შეიძლება თუ არა ინტეგრალის განმარტებისას მოვითხოვოთ (1) უტოლობის შესრულება მოცემული $\varepsilon > 0$ რიცხვისათვის ერთი რომელიმე დაყოფისათვის მაინც, მაგრამ უკვე თანაბრად ყველა ξ_i , $x_{i-1} \leq \xi_i \leq x_i$ წერტილის მიმართ.

აღვიღად შევამჩნევთ, რომ ამ უკანასკნელ კითხვაზე დადებითად უნდა ვუპასუხოთ. ქვემოთ მტკიცდება (თეორემა 2), რომ, თუ განვიხილავთ მხოლოდ შემოსაზღვრულ ფუნქციებს, მაშინ პასუხი პირველ კითხვაზეც დადებითი იქნება.

განსაზღვრა 1. ჩვენ ვიტყვი, რომ $f(x)$ ფუნქცია განსაზღვრული (a, b) ინტერვალზე, ეკუთვნის $R_f(a, b)$, $0 \leq \varepsilon \leq 1$ კლასს, თუ

არსებობს ისეთი რიცხვი I_t , რომ როგორც უნდა იყოს $\varepsilon > 0$, მოიძებნება ისეთი $\delta > 0$, რომ (a, b) ინტერვალის ყოველი (x_i) დაყოფისათვის, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას $\max \Delta x_i < \delta$, ადგილი ექნება უტოლობას

$$|\sum f(\Delta_i t + x_{i-1}) \Delta_i - I_t| < \varepsilon, \quad \Delta_i = x_i - x_{i-1}.$$

თეორემა 1. თუ $f(x) \in R_t(0, 1)$, $0 \leq t \leq 1$, მაშინ იგი უწყვეტია თითქმის ყველგან $(0, 1)$ ინტერვალზე.

წინასწარ დავამტკიცოთ შემდეგი ლემა.

ლემა. თუ $f(x) \in R_t(0, 1)$, $0 \leq t \leq 1$, მაშინ იგი შემოსაზღვრულია ყოველ (a, b) ინტერვალში, სადაც $0 < a < b < 1$, როცა $0 < t < 1$, $0 \leq a < b < 1$, როცა $t = 0$ და $0 < a < b \leq 1$, როცა $t = 1$.

$\sum_t (x_i)$ სიმბოლოთი აღვნიშნოთ ჯამი, რომელიც ეთანადება (x_i) დაყოფას და მოცემულ t -ს, $0 \leq t \leq 1$. ვთქვათ,

$$|\sum_t (x_i) - \sum_t (x'_i)| < 1, \quad (4)$$

როცა

$$\max_i (x_i - x_{i-1}) < \delta \text{ და } \max_i (x'_i - x'_{i-1}) < \delta.$$

ვიგულისხმობთ, რომ

$$0 < t < 1 \text{ (1), } x_1 < x_2, x_1, x_2 \in (0, 1), x_2 - x_1 < \delta \text{ და } \xi_1 = (x_2 - x_1)t + x_1.$$

ვთქვათ,

$$\xi_2 > \xi_1, \xi_2 - \xi_1 < t(x_2 - \xi_1), x'_1 = \frac{\xi_1 - xt}{1-t}, x'_2 = \frac{\xi_2 - xt}{1-t},$$

სადაც

$$x \in \left(\frac{\xi_2 - \xi_1(1-t)}{t}, x_2 \right) \text{ და } \xi = (x'_2 - x'_1)t + x'_1 = \varphi(x).$$

I სიმბოლოთი აღვნიშნოთ ის ინტერვალი, რომელშიც φ ფუნქცია ასახავს $\left(\frac{\xi_2 - \xi_1(1-t)}{t}, x_2 \right)$ ინტერვალს. რადგან $x_2 - x_1 < \delta$, ამიტომ (4) უტოლობიდან ადვილად მივიღებთ, რომ

$$1 + \delta |f(\xi_2)| + \delta |f(\xi_1)| \cong \frac{\xi_2 - \xi_1}{1-t} |f(\xi)|, \quad \xi \in I,$$

(1) როცა $t=0$ ან $t=1$, ლემა მტკიცდება ისევე, როგორც რიმანის ინტეგრალის შემთხვევაში.

ეს ნიშნავს, რომ $f(x)$ ფუნქცია შემოსაზღვრულია I ინტერვალში. მაშასადამე, იგი შემოსაზღვრულია ნებისმიერ (a, b) ინტერვალში, $0 < a < b < 1$, რადგან თუ x_1 და x_2 წერტილებს სათანადოდ ავარჩევთ, I ინტერვალში მოხვდება ნებისმიერი წინასწარ დასახელებული წერტილი ξ , $0 < \xi < 1$. ლემადამტკიცებულია.

თეორემის დამტკიცება. საკმარისია ვაჩვენოთ, რომ $f(x)$ უწყვეტია თითქმის ყველგან $(a, 1-a)$ ინტერვალში, $0 < a < \frac{1}{2}$. ვთქვათ, $0 < b < a$. ლემის თანახმად, არსებობს ისეთი M , რომ

$$|f(x)| \leq M, \quad x \in (b, 1-b). \quad (5)$$

$\omega(f; x)$ სიმბოლოთი აღვნიშნოთ $f(x)$ ფუნქციის რბევა x წერტილში. დავუშვათ, რომ $f(x)$ არ არის თითქმის ყველგან უწყვეტი $(a, 1-a)$ ინტერვალში. მაშინ არსებობს ისეთი ზომადი სიმრავლე E , $E \subset (a, 1-a)$, $mE > \alpha > 0$, რომ

$$\omega(f; x) \geq \beta > 0, \quad x \in E. \quad (6)$$

განვიხილოთ $(0,1)$ ინტერვალის ასეთი დაყოფა:

$$0 < \frac{1}{n} < \frac{2}{n} < \dots < \frac{n-1}{n} < 1. \quad (7)$$

ვთქვათ, $0 < \gamma < \alpha$. თუ n რიცხვი საკმაროდ დიდია, მაშინ შეგვიძლია ამოვარჩიოთ ინტერვლების ისეთი სისტემა,

$$\left(\frac{i_j}{n}, \frac{i_j + 1}{n} \right), \quad j = 1, 2, \dots, m,$$

რომ

$$\alpha + \gamma > \frac{m}{n} > \alpha - \gamma \quad (8)$$

და

$$\frac{i_j + 1}{n} - \frac{\gamma}{n} < \eta_j < \frac{i_j + 1}{n}, \quad (9)$$

სადაც $\eta_j \in E$, $j = 1, 2, \dots, m$. გარდა ამისა, შეგვიძლია ვივულისხმოთ, რომ

$$\left(\frac{i_j - 1}{n}, \frac{i_j + 2}{n} \right) \subset (b, 1-b), \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (10)$$

(9) და (6) უტოლობების ძალით, ყოველ

$$\left(\frac{i_j + 1}{n} - \frac{\gamma}{n}, \frac{i_j + 1}{n} \right), \quad j = 1, 2, \dots, m,$$

ინტერვალში არსებობს ისეთი ξ_j და $\bar{\xi}_j$ წერტილები, რომ

$$f(\xi_j) - f(\bar{\xi}_j) \cong \beta, \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (11)$$

შემოვიღოთ აღნიშვნები:

$$a_j = \xi_j - \frac{t}{n}, \quad b_j = \xi_j + \frac{1-t}{n}, \quad \bar{a}_j = \bar{\xi}_j - \frac{t}{n}, \quad \bar{b}_j = \bar{\xi}_j - \frac{1-t}{n},$$

$$c_j = \frac{i_j - t}{n}, \quad d_j = \frac{i_j + 1 - \gamma - t}{n},$$

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

აღვიღოთ შესამოწმებელია შემდეგი უტოლობები:

$$0 < a_j - d_j < \frac{\gamma}{n}, \quad 0 < c_j - b_j < \frac{\gamma}{n},$$

$$0 < \bar{a}_j - \bar{b}_j < \frac{\gamma}{n}, \quad 0 < c_j - b_j < \frac{\gamma}{n}, \quad (12)$$

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

განვიხილოთ ის დაყოფა, რომელსაც მივიღებთ, თუ (7) დაყოფიდან ამოვაგდებთ

$$\frac{i_j}{n}, \quad \frac{i_j + 1}{n}, \quad j = 1, 2, \dots, m$$

წერტილებს. მიღებული დაყოფის საშუალებით შევადგინოთ ორი ახალი დაყოფა. პირველს მივიღებთ, თუ ამ დაყოფის წერტილებს დავუმატებთ d_j , a_j , b_j და c_j წერტილებს, ხოლო მეორეს—თუ დავუმატებთ d_j , \bar{a}_j , \bar{b}_j და c_j წერტილებს. თუ $\varepsilon > 0$ მოცემულია და n საკმარისად დიდია, მაშინ შესაბამისი ინტეგრალური ჯამებისათვის \sum_1 და \sum_2 გვექნება უტოლობა

$$|\sum_1 - \sum_2| < \varepsilon.$$

რადგან

$$(b_j - a_j)t + a_j = \xi_j \quad \text{და} \quad (\bar{b}_j - \bar{a}_j)t + \bar{a}_j = \bar{\xi}_j,$$

ამიტომ ამ უტოლობიდან და (5), (8), (10) და (12) უტოლობებიდან მივიღებთ, რომ

$$\beta(\alpha - \gamma) \cong \varepsilon + 4M\gamma(\alpha + \gamma),$$

რაც შეუძლებელია, თუ ε და γ საკმარისად მცირეა. მიღებული წინააღმდეგობა ამტკიცებს თეორემას.

ამ თეორემიდან და ლებეგის თეორემიდან რიმანის აზრით ინტეგრებადი ფუნქციების შესახებ უშუალოდ მივიღებთ შემდეგ თეორემას.

თეორემა 2. თუ $f(x) \in R_t(0, 1)$, $0 \leq t \leq 1$ და შემოსაზღვრულია, მაშინ იგი ინტეგრებადია რიმანის აზრით.

შევადაროთ R_t კლასი არასაკუთრივი აზრით ინტეგრებადი ფუნქციების კლასს.

ვთქვათ, $\bar{R}(a, b)$ აღნიშნავს რიმანის აზრით არასაკუთრივად ინტეგრებადი ფუნქციების კლასს, რომელთა საგანგებო წერტილებია (a, b) ინტერვალის ბოლოები. ადვილი დასამტკიცებელია: თუ $f(x) \in R_t(a, b)$, $0 \leq t \leq 1$, მაშინ $f(x) \in \bar{R}(a, b)$. მონოტონური ფუნქციებისათვის სამართლიანია შებრუნებული დებულებაც, რომელიც საზოგადოდ სწორი არ არის¹.

განვიხილოთ

$$\sum(t) = \sum f(\Delta_i t + x_{i-1}) \Delta_i \quad (13)$$

ჯამების ზომით კრებადობასთან დაკავშირებული ზოგიერთი საკითხი.

განსაზღვრა 3. ვთქვათ, $f(x)$ არის ზომადი ფუნქცია (a, b) ინტერვალზე. ჩვენ ვიტყვით, რომ (13) ჯამები ზომით კრებადია, თუ ყოველი რიცხვისათვის ε , $\varepsilon > 0$, არსებობს ისეთი $\delta > 0$, რომ

$$mE(|\sum'(t) - \sum''(t)| > \varepsilon) < \varepsilon,$$

როგორც უნდა იყოს $\sum'(t)$ და $\sum''(t)$ ჯამები, რომლებიც ეთანადება (a, b) ინტერვალის (x'_i) , $\max \Delta x'_i < \delta$, და (x''_i) , $\max \Delta x''_i < \delta$,

დაყოფებს.

ადვილი შესამჩნევია, რომ თუ (13) ჯამები ზომით კრებადია, მაშინ არსებობს ზომადი ფუნქცია $\varphi(t)$, $0 \leq t \leq 1$, რომლისკენაც ეს ჯამები ზომით მიისწრაფიან.

თეორემა 3. თუ (13) ჯამები ზომით კრებადია რაიმე $\varphi(t)$ ფუნქციისაკენ, მაშინ $\varphi(t) = \text{const}$, თითქმის ყველგან $(0, 1)$ ინტერვალზე.

განსაზღვრა. ზომად $f(x)$ ფუნქციას ეწოდება Rm -ინტეგრებადი (a, b) ინტერვალზე, ხოლო I რიცხვს მისი Rm -ინტეგრალი, თუ $\sum(t)$ ჯამები ზომით მიისწრაფვიან I რიცხვისაკენ.

ინტეგრალის ეს ცნება ლებეგის ინტეგრალის ცნებაზე ვიწრო არ არის. საკითხი შებრუნებული დებულების სამართლიანობის შესახებ ღიად რჩება.

შევნიშნოთ, რომ Rm -ინტეგრალისათვის სამართლიანია დებულება, რომელიც სწორი არ არის დანჟუა—ბოქსის [2, 3] ინტეგრალისათვის, სახელდობრ: თუ $f(x) \in Rm(a, b)$, მაშინ არსებობს განუსაზღვრელი Rm -ინტეგრალი, რომელიც ინტერვალის უწყვეტი და ადითური ფუნქციაა.

¹ გამოთქმულ დებულებათა ზოგიერთი კერძო შემთხვევა განხილულია, მაგალითად, [1]-ში.

აღნიშნოთ Rm -ინტეგრალის ერთ-ერთი შესაძლო განზოგადება.

$f(x)$ ფუნქციას ეწოდება Rm -ინტეგრებადი (a, b) ინტერვალზე და I რიცხვს მისი ინტეგრალი, თუ

$$\frac{b-a}{n} \sum_{i=0}^{n-1} f \left[\frac{b-a}{n} (t+i) + a \right] \rightarrow I$$

ზომით, როცა $n \rightarrow \infty$.

თეორემა 4. ვთქვათ, $f(x)$ ფუნქცია შეჯამებადია $(0,1)$ ინტერვალზე და პერიოდულია პერიოდით 1, მაშინ ფუნქცია,

$$f(x) = \int_0^1 \frac{f(x+t) - f(x-t)}{t} dt,$$

რომელიც განსაზღვრულია $(0,1)$ ინტერვალის თითქმის ყველა წერტილში (იხ. მაგ., [4]), Rm -ინტეგრებადია $(0,1)$ ინტერვალზე.

ესარგებლობ შემთხვევით მადლობა გამოვუცხადო შ. ფხაკაძეს საყურადღებო მითითებათა მოცემისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 26.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. Поля и Г. Серге. Задачи и теоремы из анализа, 1, ГИИ, Москва, 1956.
2. A. Denjoy. Sur l'intégration riemannienne, C. R. Acad. Sci. Paris, 169, 219—220, 1919.
3. T. J. Boks. Sur les rapport entre les méthodes d'intégration de Riemann et de Lebesgue, Rendiconti del Circolo Matematico Palermo, 45, 1921 (211—264).
4. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды. ГОНТИ, М.—Л., 1939.

ს. მატინიანი

K-მეზონების დაშლის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისოვმა 9.5.1956)

1. ამჟამად ზუსტად არის დადგენილი დაახლოებით 965 m_e მასის მქონე დამუხტული K-მეზონების დაშლის ხუთი სხვადასხვა სქემის არსებობა. ამასთან ერთად სამ სქემაში გარკვეულია მეორადი ნაწილაკების ბუნება [1]— ($K\pi_3 \rightarrow \pi + \pi^0$, $K\pi_3 \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi$ და $\pi^+ + 2\pi^0$, $K\mu_2 \rightarrow \mu + \nu$).

რაც შეეხება $K\mu_3$ - და $K\pi_2$ -ნაწილაკებს, მათი დაშლის ნეიტრალური პროდუქტების ბუნება ბოლო დრომდე ცნობილი არ იყო.

შრომაში [2] დადგენილ იქნა, რომ $K\mu_3$ -დაშლისას ერთ-ერთი ნეიტრალური მეორადი ნაწილაკი არის π^0 -მეზონი. არის მონაცემები, რომ $K\pi_2$ მეზონიც გვაძლევს π -მეზონს, თუმცა არ არის გამორიცხული γ -ქვანტის გამოხსივების შესაძლებლობა [2].

$K\mu_3$ -დაშლის ნეიტრალურ პროდუქტებს შორის π^0 -მეზონის არსებობა შემდგომ ზუსტად დამტკიცდა შრომაში [3], სადაც ამასთან ერთად მტკიცდება, რომ მეორე ნეიტრალურ ნაწილაკს ნულოვანი მასა აქვს (იხილეთ [12]).

ამგვარად, $K\mu_3$ -ნაწილაკისათვის (ან $K\mu_3$ -დაშლის სქემისათვის) გვაქვს:

$$K_{\mu_3}^{\pm} \rightarrow \mu^{\pm} + \pi^0 + \nu (\gamma). \quad (1)$$

γ -ქვანტის არსებობა გვაძლევს ფერმიონულ $K\mu_3$ -ნაწილაკს. მაგრამ ფერმიონული K-ნაწილაკების შემთხვევაში მათი წარმოქმნის (ატომობირთვული ურთიერთქმედების დროს) თეორია რივ სიმძლევებს აწყდება [2, 4].

მაშასადამე, უფრო დამაჯერებელია შემდეგი სქემა:

$$K_{\mu_3}^{\pm} \rightarrow \mu^{\pm} + \pi^0 + \nu. \quad (1')$$

ამ შრომის მიზანია $K\mu_3$ -დაშლისას წარმოქმნილი μ^{\pm} - და π^0 -მეზონების ენერგეტიკული სპექტრის გამოთვლა.

2. განსაზღვრული დასკვნები სპინის შესახებ დღემდე გაკეთებულია მხოლოდ π -მეზონისათვის, რომლისათვის დალიციის [5] ანალიზის საფუძველზე შეიძლება მივიღოთ π -ნაწილაკის ფსევდოსკალარობის (0^-) გარკვეული დასაბუთება [6]. სხვა K-ნაწილაკების სპინების შესახებ კი ცნობები ჯერჯერობით არ არის.

თუ ჩავთვლით K_{μ_3} -ნაწილაკს სკალარულ (ფსევდოსკალარულ) ნაწილაკად, მაშინ შესაბამისი ველების ურთიერთქმედების ჰამილტონიანის სიმკვრივისათვის მივიღებთ შემდეგ გამოსახულებას (ველების პირდაპირი ბმით შემოსაზღვრისას):

$$H^i = g (\bar{\psi}_\mu \Omega \psi_\nu) (\varphi_\pi^* \varphi_\pi), \quad (2)$$

სადაც $\Omega = \gamma_5$ სკალარული და $\Omega = I$ ფსევდოსკალარული K_{μ_3} -ნაწილაკისათვის (ნეიტრონისა და μ -მეზონის ლუწობა ერთსა და იმავედ ითვლება).

(2)-ში ψ_μ , ψ_ν -ფერმიონების, ხოლო φ_π , φ_π^* -ბოზონების ტალღური ფუნქციებია;

g -ორი ფერმიონული და ორი ბოზონური ბმის მუდმივია, რომელსაც სივრცის განზომილება აქვს.

გამოთვლა ხდება იმ სისტემაში, რომელშიც K_{μ_3} -ნაწილაკი უძრავია.

(2)-ის გამოყენებით K_{μ_3} -დაშლის დიფერენციალური ალბათობისათვის მივიღებთ (μ -მეზონისა და ნეიტრონის სპინების ორიენტაციით შეჯამების შემდეგ):

$$dw = \frac{g^2}{(2\pi)^5} |\tilde{M}|^2 d\vec{p}_\mu d\vec{p}_\nu d\vec{p}_\pi \cdot \delta(\vec{p}_\mu + \vec{p}_\nu + \vec{p}_\pi) \delta(M - E_\mu - E_\nu - E_\pi), \quad (3)$$

სადაც

$$|\tilde{M}|^2 = \frac{1}{4ME_\mu E_\nu E_\pi} (E_\mu E_\nu - \vec{p}_\mu \vec{p}_\nu) \quad (h = c = 1) \quad (4)$$

($M - K_{\mu_3}$ -მეზონის უძრავობის მასაა, \vec{p}_i -სამგანზომილებიანი იმპულსია.

აღვნიშნავთ, რომ ნაწილაკების სპინების მიხედვით შეჯამების შემდეგ ვლტულობთ $|\tilde{M}|^2$ -ის ერთნაირ სახეს როგორც სკალარული, ისე ფსევდოსკალარული K_{μ_3} -ნაწილაკისათვის, იმასთან დაკავშირებით, რომ ნეიტრონის მასა ნულს უდრის.

დაშლის სრული ალბათობა განისაზღვრება (3)-ის ინტეგრებით ენერჯისა და იმპულსის შენახვის კანონებით დაშვებულ იმპულსურ სივრცეში; შენახვის კანონები დაცულია სათანადო δ -ფუნქციებით (3)-ში.

გვაქვს:

$$w = \frac{g^2}{(2\pi)^5} \iiint |\tilde{M}|^2 \delta(\vec{p}_\mu + \vec{p}_\nu + \vec{p}_\pi) \delta(M - E_\mu - E_\nu - E_\pi) d\vec{p}_\mu d\vec{p}_\nu d\vec{p}_\pi. \quad (5)$$

3. ინტეგრება (5)-ში ხდება იმპულსებისა და კუთხეების ყველა დასაშვები სიდიდის მიმართ და საკმაოდ რთულია.

ენერგეტიკული სპექტრის მისაღებად ხელსაყრელია იმპულსების ორიენტაციების გამორიცხვის ბეტეს მეთოდით [7] ვისარგებლოთ. [7]-ის თანახმად, სამნაწილაკიანი დაშლისათვის შეიძლება დაიწეროს:



$$\frac{1}{(4\pi)^2} \iiint |\tilde{M}|^2 d\vec{p}_1 d\vec{p}_2 d\vec{p}_3 \delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3) \delta(M - E_1 - E_2 - E_3) \quad (6)$$

$$= \frac{1}{2} \iint |\tilde{M}|^2 E_1 E_2 (M - E_1 - E_2) dE_1 dE_2.$$

$|\tilde{M}|^2$ -ში E_3 და \vec{p}_3 უნდა გამოვსახოთ E_1 -ისა და E_2 -ის საშუალებით შენახვის კანონების გამოყენებით (E_i - i -ური ნაწილაკის სრული ენერჯია).

ორმაგ ინტეგრალ (6)-ში E_2 -ით ინტეგრება ხდება E_2'' -დან E_2' -მდე საზღვრებში, E_2'' და E_2' განისაზღვრება შენახვის კანონებიდან:

$$\begin{Bmatrix} E_2' \\ E_2'' \end{Bmatrix} = \frac{(M - E_1)(M^2 - 2ME_1 + m_1^2 + m_2^2 - m_3^2) \pm p_1 \{M^2 - 2ME_1 + m_1^2 - m_2^2 - m_3^2\}^{1/2}}{2(M^2 - 2ME_1 + m_1^2)} \quad (7)$$

E_2 -ით ინტეგრებისას მივიღებთ პირველი ნაწილაკის სპექტრს. დაშლის სრული ალბათობის მისაღებად უნდა ჩავატაროთ ინტეგრება E_1 -ით, ზღვრებში

$$E_1^{min} = m_1 \text{ - დან } E_1^{max} = \frac{M^2 + m_1^2 - (m_2 + m_3)^2}{2M} \text{ - მდე.}$$

4. გამოვიყენოთ ზემოთ ხსენებული (5)-ის ინტეგრებისათვის \vec{p}_μ -თი და მეორე რომელიმე ნაწილაკის (μ - ან π^0 -მეზონის) იმპულსით. $|\tilde{M}|^2$ -ში ყველა სიდიდის E_μ -ით და E_{π^0} -ით გამოსახვის და π^0 -მეზონის ენერჯიის მიხედვით (5)-ის ინტეგრების შემდეგ, (6)-ის საშუალებით მივიღებთ $K_{\mu\pi}$ -ნაწილაკის დაშლისას წარმოქმნილ μ -მეზონების ენერგეტიკულ სპექტრს (E_μ - μ -მეზონის ენერჯია, რომელიც შეიცავს უძრაობის მასას):

$$wdE_\mu = \frac{g^2}{32\pi^3} \frac{(A - 2ME_\mu) \sqrt{E_\mu^2 - m_\mu^2}}{M(B - 2ME_\mu)^2} \{C + DE_\mu - 2M^2E_\mu\} dE_\mu. \quad (8)$$

ანალოგიურად მივიღებთ π^0 -მეზონების ენერგეტიკულ სპექტრს

$$wdE_\pi = \frac{g^2}{32\pi^3} \frac{(G - 2ME_\pi)^2}{M(F - 2ME_\pi)} \sqrt{E_\pi^2 - m_\pi^2} dE_\pi. \quad (9)$$

აქ შემოღებულია აღნიშვნები:

$$\begin{aligned} A &= M^2 + m_\mu^2 - m_\pi^2, \\ B &= M^2 + m_\mu^2, \\ C &= m_\mu^2 (m_\pi^2 - m_\mu^2 - M^2), \\ D &= M(M^2 + 3m_\mu^2 - m_\pi^2), \\ F &= M^2 + m_\pi^2, \\ G &= M^2 + m_\pi^2 - m_\mu^2. \end{aligned} \quad (10)$$



5. ინტერესს წარმოადგენს g -მულტიპლას რიცხობრივი მნიშვნელობის განსაზღვრა.

ამისათვის უნდა ჩავატაროთ (9) გამოსახულების ინტეგრება E_{π} -ის მიხედვით

$$m_{\pi}\text{-დან } \frac{M^2 + m_{\pi}^2 - m_{\mu}^2}{2M} \text{-მდე.}$$

ინტეგრება გვაძლევს (რიცხობრივი მულტიპლას ჩასმის შემდეგ $M = 492 \text{ MeV}$, $m_{\pi} = 140 \text{ MeV}$, $m_{\mu} = 103 \text{ MeV}$):

$$W_{\mu 3} \equiv \frac{1}{\tau_{\mu 3}} \approx (g m_{\pi})^2 \cdot 10^{20} \text{ სეკ}^{-1}. \quad (11)$$

ავიღებთ რა τ -ს მნიშვნელობისათვის 10^{-8} სეკ. რიგის სიდიდეს, მივიღებთ, რომ

$$\frac{g^2}{4\pi} m_{\pi}^2 \approx 10^{-13}. \quad (12)$$

შრომაში [8] „უნივერსალური სუსტი ბოზონ-ფერმიონული ურთიერთქმედების“ მულტიპლასთვის მიღებულია

$$\frac{g^2}{4\pi} m_{\pi}^2 \approx 10^{-15}$$

(ერთი ბოზონისა და ორი ფერმიონის ურთიერთქმედებისათვის).

(1')-ის ანალოგიური სქემის სამართლიანობა K_{e3} -დაშლისათვის ჯერ არ დადგენილა სათანადო დამაჯერებლობით [2].

აქამად არსებული ექსპერიმენტული მონაცემების ერთობლიობა შეიძლება ახსნილ იქნეს ორი შემდეგი სქემიდან

$$K_{e3} \rightarrow e + \nu + \gamma, \quad (13)$$

$$K_{e3} \rightarrow e + \nu + \pi^0 \quad (14)$$

ერთ-ერთის საშუალებით.

(13) პროცესის გამოთვლა, დალიცის მიერ ჩატარებული, $K_{\mu 3} \rightarrow \mu + \nu + \gamma$ -დაშლის გამოთვლის ანალოგიურია.

(14) სქემის მიხედვით გამოთვლა გვაძლევს:

$$W_{e3} \equiv \frac{1}{\tau_{e3}} \approx (g_e m_{\pi})^2 \cdot 6,5 \cdot 10^{20} \text{ სეკ}^{-1}, \quad (15)$$

სადაც g_e ოთხი ველის ბმის სათანადო მულტიპლასა.

ამ გამოსახულების (11)-თან შედარებით მივიღებთ:

$$\frac{W_{\mu 3}}{W_{e3}} \approx 0,15 \frac{g^2}{g_e^2}. \quad (16)$$

ექსპერიმენტული მონაცემები [11, 12] გვაძლევს, რომ

$$\frac{W_{\mu_3}}{W_{e_3}} \approx 0,5.$$

აქედან და (19)-დან ვლებულობთ, რომ $g_e = 0,6 g$. მაგრამ, უნდა შევნიშნოთ, რომ სტატისტიკა არასაკმარისია W_{μ_3} და W_{e_3} შეფარდების საკითხის ცალსახად გადაწყვეტისათვის და ამრიგად g და g_e მულტიპლების დადგენისათვის.

6. აღვნიშნოთ, რომ K_{μ_3} -დაშლის სქემა შეიძლება დაკავშირებულ იქნეს K_{μ_2} -დაშლასთან შემდეგნაირად:

$$K_{\mu_3} \xrightarrow{G_{\mu}} (K_{\mu_2}) + \pi \xrightarrow{f} \mu + \nu + \pi^0, \quad (17)$$

სადაც G_{μ} ძლიერი ურთიერთქმედების, ხოლო f —სუსტი ურთიერთქმედების მულტიპლე (მაგალითად, სუსტ ბოზონ-ფერმიონული ურთიერთქმედების მულტიპლე [8]).

ასევე შეიძლება დავაკავშიროთ $K_{\pi_3}(\tau)$ და $K_{\pi_2}(\theta)$ სქემები; მაგალითად:

$$K_{\pi_3} \xrightarrow{G_{\pi}} (K_{\pi_2}) + \pi \xrightarrow{f'} 3\pi. \quad (18)$$

ამასთან დაკავშირებით უნდა აღინიშნოს შემდეგი:

ზრომაში [9] წამოყენებული იყო K_{μ_3} -დაშლის სქემა, რომელიც მიმდინარეობს K_{π_2} -ის მეშვეობით:

$$K_{\mu_3} \rightarrow K_{\pi_2} \rightarrow \pi + \pi^0 \rightarrow \mu + \nu + \pi^0. \quad (19)$$

მაგრამ ცნობილი მულტიპლების საფუძველზე ავტორებმა მიიღეს ცდის საწინააღმდეგო შედეგი

$$\frac{W_{K_{\mu_3}}}{W_{K_{\pi_2}}} \approx 10^{-14}. \quad (19')$$

მეორე მხრივ, შედგენილი მეზონის იდეის თანახმად [10], ძლიერი პიონ-ნუკლონურ და სუსტი ფერმიულ ურთიერთქმედებათა შემოღებით:

$$K_{\mu_3(e_3)} \rightarrow Y + \bar{N} \rightarrow Y + \bar{N} + \pi \rightarrow \mu(e) + \nu + \pi. \quad (20)$$

იქვე მიღებულია დამაკმაყოფილებელი შედეგი:

$$\frac{W_{K_{\pi_2}}}{W_{K_{\mu_3}}} = 2,7 \text{ და } \frac{W_{K_{\pi_2}}}{W_{K_{e_3}}} = 1,05. \quad (20')$$

მაგრამ უნდა აღვნიშნოთ, რომ ანალოგიური დაშვება K_{μ_2} -მეზონის დაშლისათვის არ ეთანხმება ცდას, რადგან

$$K_{\mu_2} \rightarrow Y + \bar{N} \rightarrow \mu + \nu \quad (21)$$

სქემისათვის მივიღებთ, რომ

$$\frac{W_{K\mu_2}}{W_{K\pi_2}} = 2,8 \cdot 10^3, \quad (21')$$

მაშინ როცა ექსპერიმენტული მონაცემებიდან გამოდინარობს შეფარდება 2:1.

დასასრულს მადლობას ვუცხადებ გ. ხუციშვილს სასარგებლო რჩევისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 21.5.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. B. Rossi. Lecture, on Fundamental Particles. Nuovo Cimento Supplemento vol. 1, 1955, 163.
2. M. Kaplan, J. Klarman, G. Yekutieli. β -Decay of K -Mesons and the Classification of K -Meson Decay. Physical Review, vol. 99, 1955, 1528.
3. T. Hoang, M. Kaplan, a. G. Yekutieli. Further Evidence on the Nature of the Neutral Particles at the $K\mu_2$ -decay. Bulletin of the American Physical Society, series II, vol. 1, 1956, 16.
4. A. Pais a. R. Serber. Interaction between K -particles and Nucleons. Physical Review, vol. 99, 1955, 1551.
5. R. H. Dalitz. On the Analysis of τ -Mesons Data and the Nature of the τ -Meson. Philosophical Magazine, vol. 44, 1953, 1068.
6. B. Bhowmik, D. Evans, I. van Heerden, a. D. Prowse. On the Spin of Artificially Produced τ -Mesons. Nuovo Cimento vol. 3, 1956, 574.
7. O. Kofoid-Hansen. Effects of the Recoil on Allowed β -transitions. Philosophical Magazine, vol. 49, 1951, 1411.
8. K. Jwata, S. Ogawa, H. Okonogi, B. Sakata a. S. Oneda. On the Universality of the Weak Boson-Fermion Interaction. Progress of the Theoretical Physics, vol. 13, 1955, 19.
9. G. Costa a. N. Dallaporta. On the $K\mu_2$ - and $K\pi_2$ -Decay Schemes. Nuovo Cimento, vol. 2, 1955, 518.
10. E. Fermi a. C. N. Yang. Are Mesons Elementary Particles?, Physical Review, vol. 76, 1949, 1732.
11. J. Davies, D. Evans et al. (G-Stack Collaboration) On the Masses and Modes of Decay of Heavy Mesons Produced by Cosmic Radiation. Nuovo Cimento, vol. 2, 1955, 1063.
12. J. Gussard, V. Fouche et al. K -Mesons in Emulsions Exposed to a 6, 2 GeV Proton Bevatron. Nuovo Cimento, vol. 3, 1956, 730.

გეოფიზიკა

ბ. ბალაბუშვი

ბუმბულისებრ ღრუბელთა ერთი ფორმის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ხარაძემ 21.3.1956)

ბუმბულისებრ ღრუბელთა წარმონაქმნზე მრავალი წლის დაკვირვების შედეგად ავტორმა რამდენჯერმე ბუმბულისებრი ღრუბლების მეტად საინტერესო ფორმები აღნიშნა. ასეთ ფორმათა განოსახულებანი ან შესაბამისი აღწერილობანი არ აღმოჩნდა არც ღრუბელთა ატლასებში [1, 2], არც სხვადასხვა სახელმძღვანელოს განყოფილებებსა და სტატიებში, სადაც ლაპარაკია ღრუბელთა ფორმების შესახებ, არც ამ საკითხისადმი მიძღვნილ სპეციალურ შრომებში [3].

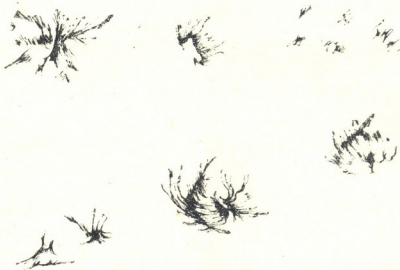
ღრუბელთა ის ფორმები, რომლებსაც აქ აღვწერთ, ძალიან იშვიათად შეიმჩნეოდა: 25 და მეტი წლის დაკვირვების განმავლობაში ეს ფორმა სულ 23-ჯერ აღინიშნა (ყველაზე მეტად ტიპობრივ და საინტერესო ფორმათა განოსახულება იხ. ნახ. 1 და 2-ზე).

დღიურებში მოყვანილი განოსახულებანი და აღწერილობანი ნებას გვაძლევს შევდგეი სახით წარმოვიდგინოთ ღრუბელთა განსახილველი ფორმის ტიპობრივი შემთხვევების სურათი: ჩვეულებრივი ჯგუფი (სისტემა) შედგება იმ ცალკეულ პატარა ღრუბელთა მცირე რიცხვისაგან (ზოგჯერ სულ ორი და სამი ღრუბლისაგან), რომლებიც წარმოქმნილია უაღრესად წმინდა, მაგრამ მაინც კარგად გასარჩევი ცალკე ქულებად შეკრებილი ბოჭკოებისაგან (ძაფებისაგან). ეს ქულები თითქოს საერთო ცენტრიდან გამოდიან და სხვადასხვა მხარეს მიემართებიან ისეთი დაკლაკნილი კონების სახით, რომლებიც თანდათან ფართოვდება. ქულებში ბოჭკოები პარალელურია, ცენტრისკენ მჭიდროვდება, გარეთა ნაწილში კი თანდათან თხელდება და ბოლოს მთლიანად იკარგება. ყოველ ცალკეულ პატარა ღრუბელს მთლიანად ისეთი ფორმა აქვს, რომელიც წააგავს აფეთქებისაგან ან ერთი ცენტრიდან წარმოქმნილი გრივალისაგან გაჩენილი ღრუბლის ფორმას. ხანდახან ღრუბლები მეტისმეტად წააგავს ნისლიანობის ზოგიერთ ტიპს, მაგალითად ორიონის ნისლიანობას.

ზოგ შემთხვევაში ღრუბლის ცენტრალური ნაწილი მოწმენდილ სივრცეს წარმოადგენს და მაშინ მთელ ღრუბელს ცოტად თუ ბევრად სწორი წირის სახე აქვს, რომლის შიდა მხარე მკვეთრად და მოხაზული; აქედან ქულები იფანტება სხვადასხვა მიმართულებით, თანდათან ფართოვდება და უჩინარდება.

ცალკეულ ღრუბელთა ზომა უმნიშვნელოა, ჩვეულებრივ, 2—3°. ხანდა-ხან ცალკეული ღრუბლები შემხებ ჯგუფებს ანუ ზოლებს ქმნიან, მაგრამ უფრო ხშირად ღრუბლები სრულიად დაცილებულია ერთიმეორისაგან.

ზოგ შემთხვევაში შეინიშნება ცალკეული ქულები ან მათი ჯგუფები, რომლებიც თითქოს გრივალთა ან ბეჭედთა ფრაგმენტებს ქმნიან. ცალკეულ



ნახ. 1. 1)—17.X.1926 წ.—ცალკეული პატარა ღრუბელი; 2)—3.X.1928 წ.—ცალკეული პატარა ღრუბელი; 3)—11.XI.1927 წ.—ღრუბელთა ჯგუფის ნაწილი; 4)—10.XI.1927 წ.—ოთხი პატარა ღრუბლისაგან შემდგარი ჯგუფი

ღრუბელთა ფორმა როგორც მთელი ღრუბლის მოხაზულობის, ისე ცალკეულ ქულათა სახისა და მდგომარეობის მიმართ უაღრესად მდგრადია. დაკვირვებისას რამდენიმე საათის განმავლობაში ვერავითარ ცვლილებას ვერ შენიშნავთ, რა თქმა უნდა, გარდა იმ მოჩვენებითი ცვლილებებისა, რომლებიც პერსპექტივის შედეგად წარმოიქმნება ღრუბლების ჰორიზონტისაკენ წასვლის ეამს.

ღრუბლები, როგორც აღვნიშნეთ, შეერთებულია ჯგუფებად (სისტემებად). ღრუბელთა განლაგება სისტემის შიგნითაც უცვლელი რჩება მთელი დაკვირვების განმავლობაში. ჯგუფის საერთო ფორმა მთლიანად მეტად სხვადასხვაგვაროვანია: მომრგვალებული, ზოგჯერ წაგრძელებულიც. ხანდახან (თუ ჯგუფში სულ 2—3 გაფანტული ღრუბელია) ჯგუფის ფორმის დადგენა შეუძლებელია.

ჯგუფის ზომები, როგორც წესი, ძალიან დიდი არაა, ხანდახან სულ რამდენიმე გრადუსია. ყველაზე დიდი ღრუბელი მთელი ცის კამარის ერთ კვადრატს, ე. ი. განივში 90 გრადუსს, არ აღემატებოდა. თუ იმ ღრუბელთა სიმაღლედ, რომლებსაც აქ აღვწერთ, ვარაუდით 8—10 კმ-ს მივიჩნევთ, მაშინ უკანასკნელი შემთხვევისათვის (ე. ი. სისტემის ხილული განივისათვის) დაახლოებითი ანგარიში 90 გრადუსს მოგვცემს.

ჯგუფის სიგრძივი ზომები (განფენილობა) დაახლოებით 15—20 კმ-ს უდრის.

უმეტეს შემთხვევებში ღრუბელთა ჯგუფი დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ მოძრაობს. ზათი მოძრაობა მეტად ნელი, თვალთ თითქმის შეუმჩნეველია. ორ შემთხვევაში იგი გავზომეთ, გადანაცვლება ტოლი აღმოჩნდა: პირველ შემთხვევაში 12° 15 წუთის განმავლობაში და მეორე შემთხვევაში 15° 30 წუთის განმავლობაში. ეს ციფრები გვაძლევს სიგრძივ სიჩქარეს (ღრუბელთა სიმაღლედ 8—10 კმ-ს ვიღებთ) დაახლოებით 4—6 და 6—8 კმ-ს საათში.

ჩვეულებრივ ღრუბელთა გავლა აღინიშნებოდა შუადღის საათებში, უმეტესად დილის 10—11 საათიდან 15—16 საათამდე. იმ შემთხვევებში, როცა ზემოხსენებულ ღრუბლებს არატიპობრივი ფორმა ჰქონდათ, ისინი, როგორც ვთქვით, ამ ღრუბელთა ნაგლეჯების (ფრაგმენტების) გამოსახულებას იღებდნენ ცალკეულ ქულათა სახით, ან მხოლოდ იმ ტენდენციით იჩენდნენ თავს, რომ ჩვეულებრივი ტიპის ბუმბულისებრი ღრუბლებისათვის გრიგალისებრი ფორმა შეეკმნათ.

ზოგჯერ ასეთი ფორმები სწრაფად უჩინარდებოდა. იყო ერთი საინტერესო შემთხვევა (1928 წლის 12 ოქტომბერს),



ნახ. 2. 14.XI.1944 წ.—მცირე ღრუბელთა ორი ცალკეული ჯგუფი

როცა საკმაოდ ტიპობრივ გრიგალისებრ ღრუბელთა სისტემა ჰორიზონტთან გამოჩნდა და ზენიტთან მიახლოებისას სრულიად სწორხაზოვან, ყველა ღრუბლისათვის პარალელურ წმინდა ქულათა ფორმით უჩნდებოდა ნაზრდი. ღრუბლებს ისეთი გამოსახულება ჰქონდა, თითქოს ძლიერ ქარს დაებერა.

ბევრ შემთხვევაში ცალკეულ ქულებს ერთი მხარე მკვეთრად ჩამოჭრილი აქვს. აღვნიშნავთ, რომ შემოზღუდული კიდის ასეთი ფორმები სხვადასხვა ტიპის ბუმბულისებრ ღრუბელთა შორის საერთოდ ხშირად გვხვდება, მაგრამ საინტერესოა, რომ ეს უაღრესად დამახასიათებელი თავისებურება ღრუბელთა ატლასებსა და აღწერილობებში მოხსენებული არაა.

არატიპობრივ შემთხვევებს უნდა მიეკუთვნოს აგრეთვე გრიგალისებრ ღრუბელთა გამოჩენა სხვა ფორმებთან ერთად. ყველაზე ხშირად გრიგალისებრი ღრუბლები ასეთ შემთხვევებში შეიმჩნევა იმ ღრუბელთა მასის ცალკეულ უბნებზე, რომლებიც წარმოქმნილია ძაფისმაგვარი ბუმბულისებრი ღრუბლებით (*Cirrus filusus*). ზოგჯერ ასეთი ღრუბლები ბუმბულისებრ-გროვა და ბუმბულისებრ-ფენა ღრუბლებთანაა დაკავშირებული. ამასთან ხშირად შეიძლება შენიშნოთ ყველა გადასვლა ტიპობრივი გრიგალისებრი ღრუბლებიდან მაღალ-გროვა ღრუბლებზე. განსაკუთრებით შესამჩნევია გრიგალისებრი

ფორმიდან ბუმბულისებრ კაუჭა ფორმებზე (*Cirrus uncinus*) გადასვლა. აღნიშნული გადასვლის არსებობა დიდ ინტერესს წარმოადგენს გრივალისებრ ღრუბელთა კავშირის მხრივ სინოპტიკურ სიტუაციებთან. ასეთი გადასვლის ფრიად მკვეთრად გამოხატული შემთხვევა, დაკავშირებული კარგად გაფორმებული ლარტაფის გავლასთან, შეიმჩნეოდა 1932 წლის 26 სექტემბერს.

გრივალისებრ ღრუბელთა შენიშნული შემთხვევების განაწილება ცალკეული თვეების მიხედვით შემდეგნაირად წარმოგვიდგება:

თვეები →	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
შენიშნულ შემთხვევათა რაოდენობა	1	1	1	—	1	2	6	8	2

შემთხვევათა განსაზღვრული უპირატესობა შეინიშნება შემოდგომის მეორე ნახევარში. თუ გადავთვალავთ გრივალისებრ ღრუბელთა გამოჩენის შესაბამის სინოპტიკურ რუკებს, ვნახავთ, რომ ასეთ მომენტებში ატმოსფერული ნალექები ფრიად სხვადასხვაგვარია, მაგრამ დამახასიათებელია ის, რომ თითქმის ყველა შემთხვევაში, როცა დაკვირვებას ვაწარმოებდით, ატმოსფერულ პროცესებს დაკვირვების ადგილას ბუნდოვანი, გაურკვეველი, მეტწილად გარდამავალი ხასიათი ჰქონდა, მეტად სუსტი ბარიული გრადიენტებით (სუსტად გამოსახული ბარიული ველი).

ამ ტიპობრივ შემთხვევებში უაღრესად დამახასიათებელი იყო ის გარემოება, რომ ამინდი სრულიად არ იცვლებოდა. წნევა მეტწილად ნორმალური რჩებოდა; თუ შეიმჩნეოდა კიდეც წნევის ერთგვარი დაცემა, იგი სადღეღამისო სვლის ფარგლებს არ სცილდებოდა.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ზოგ შემთხვევაში დებრესიების მოვლენებთან ერთგვარ კავშირს გვიჩვენებს განსახილველ ფორმასთან ერთად ღრუბელთა ისეთი ფორმების არსებობაც, რომლებიც საერთოდ ლარტაფებთან ან დებრესიებთანაა დაკავშირებული. ასე, ზოგ შემთხვევაში, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, შეიმჩნეოდა კაუჭა ღრუბლები (*Cirrus uncinus*), რომელთა კავშირიც დებრესიებთან კარგადაა დადგენილი; სხვა შემთხვევებში აღნიშნულია ძაფისმაგვარი ღრუბლები (*Cirrus filosus*), რომლებსაც ერთი მხარე მკვეთრად ჰქონდათ ჩამოჭრილი. ეს ჩამოჭრილობაც, ჩვენი დაკვირვებების თანახმად, მჭიდროდაა დაკავშირებული დებრესიებსა და ლარტაფებთან. ზოგ შემთხვევაში ლარტაფული ხასიათის პირობების არსებობაზე მიგვითითებს ბუმბულისებრ ღრუბელთა გაქიმული ზოლები (რადიაციები).

რა თქმა უნდა, ყველაზე უფრო საინტერესოა პირობები განსახილველ ღრუბელთა ტიპობრივი ფორმების შემთხვევებში. ამ ღრუბელთა კავშირი ლარტაფებთან საკმაოდ განსაზღვრულია არატიპობრივ შემთხვევათა პირობების ანალიზის საფუძველზე. ეს გარემოება ამინდის ხასიათთან დაკავშირებით ტიპობრივ შემთხვევებში (ე. ი. ის, რომ ამინდი სრულიად არ იცვლებოდა)

გვაფიქრებინებს—ხომ არ წარმოადგენს ბუმბულისებრ ღრუბელთა დამახასიათებელი სისტემები შედეგს იმ პროცესებისას, რომლებიც მხოლოდ მაღლა წარმოებენ და დედამიწის ზედაპირს ვერ აღწევენ?

ასეთი პროცესები მეტეოროლოგიაში კარგადაა ცნობილი. მათ სუსტი ინტენსივობა აქვთ, რის გამოც ისინი შეიძლება შენიღბულ იქნენ ატმოსფეროს მიწისპირა ფენების (მიწისპირა ცივი გარსის) მყარი მდგომარეობის წყალობით. მოვლენის ასეთ ხასიათზე იმ შემთხვევებში, როცა დაკვირვებას ვაწარმოებდით, მიგვითითებს ამინდის ადგილობრივი პირობებიც (ატმოსფეროს სიმწვიდე, ინვერსიული მოვლენები, რომლებიც კარგად იჩენენ თავს მიწისპირა წყვლიადისა და ნისლის განაწილებაში) და შემთხვევათა გამეორების წლიური განაწილებაც: მათი ყველაზე დიდი რაოდენობა შეინიშნება ოქტომბერსა და ნოემბერში (ყველა შემთხვევის 64%), როცა წარმოიქმნება სწორედ უაღრესად ხელსაყრელი გარემოებანი, რომლებიც ხელს უწყობენ დიდი მასშტაბის ინვერსიულ პროცესთა წარმოქმნას, ე. ი. იმ პროცესთა წარმოქმნას, რომლებიც ზრდიან ატმოსფეროს ქვედა ფენების მდგრადობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 30.1.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Atlas International provisoire des Nuages et des Etats du Gel. Paris a l'Office National Meteorologique. Commission Internationale pour l'etude des nuages. 1929.
2. Международный атлас облаков и состояния неба под редакц. А. Ф. Дюбука. Гидрометиздат, М., 1940.
3. A. W. Clayden. Cloud studies. L., 1925.



გეოფიზიკა

ბ. ბალაშაძე

გეოსინკლინური არის სიმძიმის ძალის ანომალის კლასიფიკაციის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ძოწნიძემ 2.6.1956)

სიმძიმის ძალის ანომალის ინტერპრეტაციის დროს ჩვეულებრივად ცდილობენ გაყოფილად წარმოადგინონ იგი—რეგიონული და ლოკალური ანომალიების სახით. ამასთან, რეგიონალურ ანომალის მიეკუთვნება ველის ნელა ცვლადი ნაწილი, რომელიც მოიცავს დიდ ტერიტორიას, ხოლო ლოკალურს—შედარებით სწრაფად ცვლადი ნაწილი, რომელიც მცირე ტერიტორიას მოიცავს. როგორც ჩანს, სიმძიმის ძალის ანომალის ველის გაყოფა წარმოებს მისი ინტენსივობისა და ფართზე გავრცელების ხასიათის მიხედვით, რომლებიც გენეტიკურად დაკავშირებულია დედამიწის ქერქში ანომალური მასების განაწილებისაგან.

მაგრამ ძნელი არაა წარმოვიდგინოთ, რომ სიმძიმის ძალის ანომალიები არ შეიძლება საკმაოდ სრულად და გარკვევით იქნეს დახასიათებული მარტო რეგიონალური და ლოკალური ანომალიების ცნებებით, რომელთა შინაარსი საგრძნობლად და მოკიდებული გრავემეტრიული რუკის სიზუსტისა, აგეგმვის ფართისა და გეოლოგიური პირობებისაგან. ამიტომ ისმის საკითხი სიმძიმის ძალის ანომალის არსებული კლასიფიკაციის დაზუსტებისა. იგი უნდა მოხდეს, ჩვენი აზრით, არა მარტო ველის ინტენსივობისა და განაწილების ხასიათის მიხედვით, არამედ გრავემეტრიული რუკის სიზუსტის გათვალისწინებითაც. ამასთანავე, რადგან გეოსინკლინური და ბაქნური არეები ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული სიმძიმის ძალის ანომალიებით ხასიათდება, მიზანშეწონილია მათი კლასიფიკაციაც განცალკევებულად მოხდეს.

წინამდებარე სტატიაში მოცემულია ცდა სიმძიმის ძალის ანომალის კლასიფიკაციის დაზუსტებისა გეოსინკლინური არისათვის კავკასიის მაგალითზე. ამ კლასიფიკაციის მიხედვით ანომალიები დაყოფილია შემდეგ ოთხ ტიპად:

რეგიონული ანომალია პირველი რიგისა. ეს ანომალიის მშვიდ და ცვლადი ნაწილია, რომელიც ველის ზოგად ყოფაქცევას ახასიათებს ძალიან დიდ ტერიტორიაზე (არანაკლებ 10^6 კვ. კმ). ამ ტიპის ანომალია შეიძლება გამოირჩეოდეს ფართო ტალღებით და იგი მკაფიოდ გამოისახება ყველაზე დაბალი (± 10 მილიგალზე ნაკლები) სიზუსტის რუკაზე. ასეთი ანომალის გამომწვევი მიზეზი შეიძლება იყოს სუბსტრატის რელიეფი (მოხოროვიჩის ზედაპირი), ან კიდევ რომელიმე სხვა სიღრმითი ფაქტორი, რომელიც, ალბათ, ქერქის ქვეშა სივრცეში მოქმედებს.

ამ ტიპის ანომალიათა რიცხვს მიეკუთვნება, მაგალითად, სიმძიმის ძალის ანომალიის ზოგადი ცვალებადობა კავკასიაში დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ: შავ ზღვაზე გამოვლინებული დიდი დადებითი ანომალიები თანდათან მცირდება აღმოსავლეთის მიმართულებით და ხმელეთზე უარყოფით მნიშვნელობაში გადადის, რაც კასპიის ზღვის სამხრეთ-დასავლეთ ნაპირზე დიდ სიდიდეებს აღწევს;

რეგიონული ანომალია მეორე რიგისა. ეს ისეთი ინტენსიური ანომალიაა, რომელიც გავრცელებულია დიდ ტერიტორიაზე (არანაკლებ 10^4 კვ. კმ) ზოლის ან ჩაკეტილი კონტურების სახით და მკვეთრად გამოიყოფა პირველი რიგის რეგიონული ანომალიის ფონზე. ზოგადი საქანიანი აგეგმვის მიხედვით შედგენილ რუკებზე (ერთი პუნქტი დაახლოებით 1000 კვ. კმ, ანუ აგეგმვის სიზუსტე არანაკლებ ± 10 მილიგალისა) მეორე რიგის რეგიონული ანომალია გამოისახება საესებით მკაფიოდ.

მეორე რიგის რეგიონული ანომალიის ტიპობრივი წარმომადგენლებია, მაგალითად, ერთი მხრივ—იალბუზის, ბოგოსისა და ერევნის მიდამოებში გამოვლინებული ანომალიები, რომელთა ჩაკეტილი იზოანომალეები დიდ ტერიტორიებს მოიცავენ და, მეორე მხრივ, აღმოსავლეთ აზერბაიჯანის ტერიტორიასა და სომხეთის ზეგანზე გამოვლინებული ზოლისებრი გავრცელების ანომალიები. ეს ანომალიები ჰორიზონტული გრადიენტის მომეტებული მნიშვნელობით ხსიათდება.

ასეთი ანომალიების ძირითად გამომწვევ მიზეზად შეიძლება ჩავთვალოთ რიგ ადგილობრივ ფაქტორთა კომპლექსი როგორცაა, გრანიტისა და ბაზალტის ფენების ფუძეთა ნაწოლის სიღრმის მკვეთრი ცვალებადობა, ხოლო ზოგ შემთხვევაში კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირის ცვალებადობაც;

ლოკალური ანომალია პირველი რიგისა. ეს ისეთი ანომალიაა, რომელიც ზოგადი გრავიმეტრიული აგეგმვის რუკაზე (ერთი პუნქტი 30—50 კვ. კმ., ანუ აგეგმვის სიზუსტე ± 5 მილიგალი) გამოვლინდება მკვეთრად მოხვეული იზოანომალიების ან ჩაკეტილი კონტურების სახით და მოიცავს შედარებით არც თუ ისე დიდ ფართს (მაგრამ არანაკლებ 10^2 კვ. კმ).

ამგვარი ტიპის ანომალიები შეიძლება იყოს გამოწვეული დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილის გეოლოგიური აგებულების თავისებურებით;

ლოკალური ანომალია მეორე რიგისა. ეს ისეთი ანომალიაა, რომელიც გამოიყოფა დეტალური გრავიმეტრიული ან ვარიომეტრიული აგეგმვით (აგეგმვის სიზუსტე ± 1 მილიგალის რიგისა), ხოლო ზოგადი გრავიმეტრული აგეგმვით კი არ გამოვლინდება (ანომალიის გავრცელების ფართი არაუმეტეს 10^2 კვ. კმ.). უმკველია, რომ იგი უნდა იყოს გაპირობებული დედამიწის ქერქის ზედაპირული ნაწილის გეოლოგიური აგებულებით.

პირველი და მეორე რიგის ლოკალური ანომალიები წარმოადგენენ უშუალო პრაქტიკულ ინტერესს გეოლოგიური ძიებისათვის და ამიტომ მათ გამოყოფას პირველი და მეორე რიგის რეგიონული ანომალიებისაგან არსებითი მნიშვნელობა აქვს.



მოცემული კლასიფიკაცია, რამდენადაც იგი ავეგმვის სიზუსტესაც ემყარება, საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ სიმძიმის ძალის ანომალიის გეოლოგიური ინტერპრეტაციის შესაძლებელი დეტალობის შესახებ. მაგალითად, სიმძიმის ძალის ანომალიის რუკაზე (ავეგმვის სიზუსტე ± 4 მილიგალი), რომელიც შედგენილია საქართველოს ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილისათვის ბუგეს ან არასრულ ტოპოგრაფიულ რედუქციაში, კარგადაა გამოვლინებული რეგიონალური ანომალიები ორივე რიგისა; ლოკალური ანომალიები პირველი რიგისა მასზე სუსტადაა გამოვლინებული და მოითხოვს შემდგომ დაზუსტებას, ხოლო მეორე რიგის ლოკალური ანომალიები სრულიად არ ჩანს რუკაზე. მასადაამე, მსგავსი რუკა არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ისეთი რიგის ზედაპირული გეოლოგიური სტრუქტურების დასახასიათებლად, რომლებიც კმნიან პირველი და მეორე რიგის ლოკალურ ანომალიებს.

განხილული საკითხი მეტად რთულია და ამიტომ არ უნდა ვიფიქროთ, რომ მოწოდებული კლასიფიკაცია სავსებით თავისუფალია ყველა იმ ნაკლისაგან, რომლითაც ხასიათდება ძველი კლასიფიკაცია. მიუხედავად ამისა, ეს კლასიფიკაცია, როგორც დავრწმუნდით, ხელს უწყობს დაკვირვებული ანომალიის ბუნების უკეთ გაგებას და განსაზღვრავს სიმძიმის ძალის ანომალიის რუკის საინტერპრეტაციო შესაძლებლობას, რაშიდაც მდგომარეობს მისი ძირითადი უპირატესობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 2.6.1956)

ასტროფიზიკა

0. ალანია

**გალაქტიკაში შთანთქმის შთანთქმის შესწავლა მოკლე-
პერიოდული ცემფიდების ფარის სიზარბაზმის მიხედვით**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ხარაძემ 8.10.1956)

ფერთი სიზარბაზმის მეთოდით ვარსკვლავთშორისო სივრცეში შთანთქმის შესწავლა ეყრდნობა ვარსკვლავების ფერის მაჩვენებლებისა და სპექტრული მახასიათებლების მასობრივ განსაზღვრებს. მაგრამ დიდი რაოდენობის მკრთალი ვარსკვლავების სპექტრების მიღება არ წარმოადგენს ადვილ ამოცანას. დასამზერი ხელსაწყოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე შეიძლება ვარსკვლავების სპექტრული კლასიფიცირება მხოლოდ მე-14 ვარსკვლავიერ სიდიდემდე. ამ ზღვრამდე კლასიფიკაცია უმთავრესად განხორციელებულია კაპტეინის შერჩეულ არეებში. ეს მდგომარეობა და შესაძლო ბევრი მიმართულებებით შთანთქმის შესწავლის ამოცანის აქტუალობა გვაიძულებს დაკვირვებებისათვის, გარდა ჩვეულებრივი ვარსკვლავებისა, მივმართოთ ისეთ ობიექტებსაც, რომლებიც არ მოითხოვენ სპეციალურ სპექტრულ კლასიფიკაციას. ასეთებში მიეკუთვნებიან მოკლეპერიოდული ცემფიდები. ამ ვარსკვლავებს ის უპირატესობაც აქვთ, რომ ისინი გზებებიან დიდი რაოდენობით მალალ გალაქტიკურ განედებზე, რომელთათვისაც მოგვეპოვება საკმაოდ მცირე მონაცემები მშთანთქმელი ნივთიერების განაწილების შესახებ.

1951 წლიდან აბასთუმნის ობსერვატორიაში 360-მმ შმიდტის კამერაზე დაიწყეთ მასალის მიღება ამ ტიპის ვარსკვლავებისათვის. როგორც ცნობილია, მოცემული ტიპის ცვალებადები სიკაშკაშის ცვლილებასთან ერთად იცვლიან ფერსაც. ამიტომ ცხადია, რომ ფერის განსაზღვრები უნდა შეეხებოდეს სიკაშკაშის ერთ რომელიმე გარკვეულ ფაზას. არსებული მონაცემები უჩვენებენ, რომ მოკლეპერიოდული ცემფიდების სპექტრები მაქსიმუმებში ძირითადად მოქცეულნი არიან AO—A3 საზღვრებში. ამან მოგვცა საბაზი ჩვენი ამოცანისათვის მიზანშეწონილად ჩაგვეთვალა ფერის მაჩვენებლების განსაზღვრები სწორედ ამ ფაზებში. მაგრამ კატალოგური მონაცემების საშუალებით მაქსიმუმის მომენტების წინასწარი დადგენა შეუძლებელია, ვინაიდან დიდი უმრავლესობა ამ ტიპის ცვალებადებისა დამძიმებულია ბლაჟკოს ეფექტით. ამავ მიზეზით შეუძლებელია სარგებლობა სტანდარტული მრუდების მეთოდითაც, რომელსაც მიმართავს გრძელპერიოდული ცემფიდებისათვის, მაგალითად, გ. ბადალიანი [1]. იძულებული გავხდით დამის განმავლობაში თითოეული

ვარსკვლავი გადაველო რამოდენიმეჯერ იმ ანგარიშით, რომ დაკვირვებებით მოგვეცვა საჭირო ფაზები.

ფერის მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის ვისარგებლეთ მ. ვაშაქიძისა და ე. ხარაძის მეთოდით [2], რომელიც მდგომარეობს ერთი და იმავე სენსიბილუზებულ ფოტოფირფიტაზე ლურჯ და ყვითელ სხივებში ვარსკვლავის ორი გამონასახის მიღებაში. ფოტოგრაფირება წარმოებდა კარგ ატმოსფერულ პირობებში, არაფოკალურად, BG 3 და GG 11 ფილტრებში. მთელი მასალა მიღებულია მაღალი მგრძნობიარობისა და კარგი ხარისხის იზოქრომატულ აფსკებზე. წინასწარ ვითვლიდით მაქსიმუმის მომენტებს და შემდგომ ცვალებადის გადაღება წარმოებდა 5—7 ფაზაში ისეთნაირად, რომ დაკვირვებების მოცემულ რიგში გამოთვლილ მომენტს ჰქონდა შუალედი მდებარეობა. პერიოდის სიგრძისდა მიხედვით შუალედებს ფაზებს შორის ვიღებდით 10 წუთიდან 1 საათამდე. ფაზებს შორის თავისუფალ დროის მონაკვეთებში წარმოებდა პოლარული მიმდევრობის ფოტოგრაფირება, როგორც სტანდარტისა.

აფსკებს ვამკლავებდით 6 წუთის განმავლობაში + 18° ტემპერატურაზე ჩიბისოვის გამამკლავებელში. სულ მიღებული იყო 1220 ნეგატივი. ამათგან მიკროფოტომეტრ MΦ-2-ზე იზომებოდნენ მხოლოდ ის ნეგატივები, რომლებიც შეიცავდნენ დაკვირვებული ვარსკვლავების გამონასახებს საჭირო ფაზებში. ვარსკვლავთა ფერის მაჩვენებლების მიყვანა პოლუსის ზენიტურ მანძილზე ხდებოდა ფორმულით: $\Delta m = 0.03 - 0.20 F(\zeta)$, სადაც დედამიწის ატმოსფეროს გამჭვირვალობის კოეფიციენტისათვის აღებულია მნიშვნელობები 0.74 და 0.89 ფოტოგრაფიულ და ფოტოვიზუალურ სხივებში, სათანადოდ. $F(\zeta)$ -ის მნიშვნელობებს ვიღებდით ბემპორადის ცხრილებიდან. ფერის მაჩვენებლის ერთი განსაზღვრის საშუალო კვადრატული ცთომილება ჩვენს შემთხვევაში ტოლია სიდიდისა ± 0.05 . პოლუსის ნეგატივებზე, არავინტეგრებულ ველში, ჩვეულებრივ გამოდის A ტიპის 12 ვარსკვლავი, რომლებსაც სირსის კატალოგში [3] აქვთ ძალიან ზუსტი ფოტოგრაფიული და ფოტოვიზუალური სიდიდეები. ამ ვარსკვლავების საშუალებით იყო დამყარებული დამოკიდებულება ჩვენსა და ინტერნაციონალურ სისტემებს შორის. სარედუქციო ფორმულას აქვს შემდეგი სახე:

$$C_{int} = -0.029 - 0.006 m + 0.909 C_{knb}$$

ჩვენ განვსაზღვრეთ აგრეთვე ჩვენი სისტემის ეფექტური ტალღის სიგრძეები. ამ მიზნით იმავე კამერით სამუშაო პირობებში მივიღეთ AO ტიპის ახლობელი ვარსკვლავების სპექტრები. მათი გადაღება წარმოებდა 5°.5 საობიექტივო პრიზმით, რომელიც დადგმული იყო საკორექციო ლინზის წინ. გამოთვლები წარმოებდა ფორმულით:

$$\lambda_{eff} = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} B(\lambda) \Phi(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{I}{\lambda} B(\lambda) \Phi(\lambda) d\lambda}$$

სადაც $B(\lambda)$ არის ენერჯის განაწილება ვარსკვლავის სპექტრში, ხოლო $\Phi(\lambda)$ — კომბინირებული კოეფიციენტი დედამიწის ატმოსფეროს გამჭვირვალობის, ინსტრუმენტის ობიექტური ნაწილის, ფილტრების და ემულსიის სპექტრული მგრძობიარობისა. მივიღებთ: $\lambda_{\text{ფ}} = 406 \text{ მუ}$ და $\lambda_{\text{ფ}} = 560 \text{ მუ}$. ჩვენს შენიშვნებაში $\lambda_{\text{ფ}}$ ისახვრება არა სასესებით საიმედოდ იმის გამო, რომ სპექტრის წითელ უბანში დისპერსია ძალიან მცირეა.

აღწერილი გზით მიღებული 102 მოკლეპერიოდიანი ცეფეიდის ფერის მაჩვენებლები მოცემულია 1 ცხრილის მეორე სვეტში.

ფერთი სიჭარბის მეთოდით შთანთქმის შესწავლა მოითხოვს გამოსაკვლევ ვარსკვლავების ნამდვილი ფერების ცოდნას. მოკლეპერიოდიანი ცეფეიდების ნორმალური ფერების დადგენისას მეტად საჭიროა გაირკვეს საკითხი — ქმნიან ეს ვარსკვლავები ერთგვაროვან ჯგუფს თუ ისინი წარმოადგენენ სხვადასხვა წარმოშობის ობიექტების ნარევს. უკანასკნელ ხანებში გამოქვეყნდა შრომები, რომლებშიაც ვხვდებით მითითებებს იმის შესახებ, რომ ზოგიერთი რაოდენობა მოკლეპერიოდიანი ცეფეიდებისა შედის გალაქტიკის ბრტყელ შემადგენელში [4, 5, 6]. ასეთი ვარსკვლავებისათვის ნორმალური ფერების საკითხი განსაკუთრებით რთულდება, რამდენადაც მათ შორის შედარებით ახლობლებიც კი საკმარისად დამძიმებულნი არიან კოსმოსური შთანთქმით. მაგრამ ამავე შრომებიდან ვრწმუნდებით, რომ შესწავლილ მოკლეპერიოდიან ცეფეიდებს შორის ბრტყელი შემადგენლის წარმომადგენლები გვხვდებიან შედარებით მცირე რაოდენობით (დაახლოებით 20%). ვარდა ამისა ჯერ კიდევ არ არის დადგენილი საიმედო კრიტერიუმები ვარსკვლავების დასახარისხებლად. ასეთ პირობებში ნორმალურ ფერად ჩვენ ავიღეთ საშუალო ფერის მაჩვენებელი იმ ვარსკვლავებისას, რომელთა განედები აღემატებიან $+60^\circ$. ცხრილში ასეთი ვარსკვლავები აღნიშნული არიან ნიშნით*. ყურადღებას იპყრობენ TVB_{80} , $UUVir$ და $RRCVn$. მათ აქვთ ძალიან ინტენსიური გამოხივება სპექტრის ფოტოგრაფიულ უბანში, რის გამო ჩვენ ისინი საშუალოს გამოთვლაში არ შევიტანეთ. დანარჩენი 16 ვარსკვლავისაგან შემდგარი ჯგუფი საკმაოდ ერთგვაროვანია; საშუალო ფერის მაჩვენებელი ტოლია — $0^m.21$ -სა დისპერსიით $\pm 0^m.05$.

ამგვარად, თანახმად ჩვენი მასალისა, გალაქტიკის სფერულ შემადგენელში შემავალი მოკლეპერიოდიანი ცეფეიდების ერთობლიობაც წარმოადგენს სხვადასხვა ფიზიკურ მდგომარეობაში მყოფი ობიექტების ნარევს, მაგრამ მათ შორის, სულ მცირე, 80% ვარსკვლავებისა ფერთი მახასიათებლების მიხედვით ქმნიან ერთგვაროვან ჯგუფს.

აღნიშნული 16 ვარსკვლავის ფერის მაჩვენებლები არ იმყოფებიან კორეციაში მათი პერიოდის სიგრძეებთან. შევნიშნავთ, რომ ჩვენი გალაქტიკის მოკლეპერიოდიანი ცეფეიდების სპექტრებიც არ არიან დამოკიდებულნი პერიოდებზე. მეორე მხრივ სფერულ გროვებში შემავალი მოკლეპერიოდიანი ცეფეიდები იმისდა მიხედვით, ეკუთვნიან ისინი „ა“, „ბ“ თუ „ც“ ტიპს, იკავებენ გარკვეულ ადგილებს პერიოდ-ფერის დიაგრამაზე [7]. მაგრამ ჩვენს შემთხვე-

ცხრილი 1

ვარსკვლავის სა- ხელწოდება		CI	CE	r	ვარსკვლავის სა- ხელწოდება		CI	CE	r
SW	And	-0.06	0.29	400	RR	Gem	+0.18	0.53	520
AT	And	+0.03	0.38	690	SZ	Gem	-0.24	0.11	1200
SW	Aqr	+0.12	0.47	600	TW	Her	-0.11	0.24	1000
SX	Aqr	-0.32	0.03	1660	VX	Her	+0.04	0.39	380
TZ	Aqr	-0.16	0.09	1440	VZ	Her	-0.24	0.11	1150
YZ	Aqr	-0.25	0.10	1510	AR	Her	+0.05	0.40	600
BR	Aqr	+0.29	0.64	420	BD	Her	+0.03	0.38	1050
CP	Aqr	+0.34	0.69	600	DY	Her	+0.14	0.49	360
CY	Aqr	-0.10	0.25	760	EE	Her	-0.23	0.12	1900
AA	Aql	-0.18	0.17	1100	CQ	Lac	-0.22	0.13	1820
V341	Aql	+0.11	0.46	460	DE	Lac	+0.36	0.71	260
RV	Ari	+0.41	0.76	420	RR	Leo	-0.21	0.14	1000
TZ	Aur	-0.21	0.14	1100	SS	Leo	-0.28	0.07	870
RS	Boo*	-0.21	0.14	830	ST	Leo*	-0.33	0.02	1320
ST	Boo	-0.04	0.31	690	SU	Leo	-0.08	0.27	2090
TV	Boo*	-0.52	-0.17	1190	SZ	Leo	-0.09	0.26	1150
TW	Boo*	-0.36	-0.01	1200	TV	Leo	+0.04	0.39	1150
UU	Boo	-0.33	0.02	2090	AA	Leo*	-0.25	0.10	1660
RZ	Cam	-0.09	0.26	1590	V	LMI	-0.43	-0.80	1585
TY	Cam	+0.01	0.36	1660	TV	Lib	-0.18	0.17	1200
SS	Cnc	-0.32	0.03	2090	EH	Lib	-0.13	0.22	480
TT	Cnc	-0.15	0.20	1100	Y	Lyr	+0.01	0.36	1440
W	CVn*	-0.22	0.13	790	RZ	Lyr	+0.32	0.67	460
RR	CVn*	-0.60	-0.25	2080	EZ	Lyr	+0.46	0.81	2250
RU	CVn*	-0.32	0.03	1820	ST	Oph	+0.08	0.43	6630
RZ	CVn*	-0.26	0.09	1820	VV	Peg	-0.03	0.32	8830
SS	CVn*	-0.22	0.13	1440	AO	Peg	-0.15	0.20	2190
HU	Gas	+0.33	0.68	600	AV	Peg	-0.27	0.08	1000
RZ	Cep	+0.30	0.65	190	BF	Peg	-0.03	0.32	1260
AQ	Cep	+0.03	0.38	1050	BH	Peg	+0.04	0.39	460
RR	Cet	-0.24	0.11	600	DH	Peg	-0.04	0.31	360
RX	Cet*	-0.24	0.11	1320	DY	Peg	+0.06	0.41	520
RZ	Cet	-0.05	0.30	960	DZ	Peg	-0.36	-0.01	1900
S	Com*	-0.31	0.04	1440	AR	Per	+0.16	0.51	380
RY	Com*	-0.31	0.04	1900	SS	Psc	-0.18	0.17	1150
ST	Com*	-0.29	0.06	1400	VY	Ser	+0.06	0.41	350
RV	CrB	-0.13	0.22	1050	AN	Ser	-0.17	0.18	960
UY	Cyg	-0.09	0.26	720	AP	Ser	-0.35	0.00	1380
XX	Cyg	-0.10	0.25	1260	AT	Ser	-0.13	0.22	870
XZ	Cyg	+0.08	0.43	290	T	Sex	-0.16	0.19	580
DM	Cyg	+0.29	0.64	440	SS	Tau	-0.05	0.30	1050
CK	Del	-0.12	0.23	1580	U	Tri	-0.35	0.00	2190
DX	Del	-0.01	0.34	365	RV	UMa*	-0.21	0.14	870
RW	Dra	-0.29	0.06	1510	SX	UMa*	-0.10	0.16	1050
SU	Dra	-0.20	0.15	600	TU	UMa*	-0.28	0.07	720
SW	Dra	-0.17	0.18	760	ST	Vir	-0.48	-0.13	1580
WY	Dra	0.00	0.35	1260	UU	Vir*	-0.58	-0.23	910
XZ	Dra	-0.30	0.05	830	UV	Vir*	-0.32	0.03	1580
AE	Dra	-0.09	0.26	1050	AT	Vir	-0.22	0.13	1050
RX	Eri	-0.20	0.15	400	BB	Vir*	-0.27	0.08	1150
BK	Eri	-0.26	0.09	2190	BN	Vul	+0.25	0.60	460

ვაში „ე“ ტიპის ცვალებადებთან სულ არ გვაქვს საქმე. გარდა ამისა აღებული ვარსკვლავების პერიოდები მოთავსებულია შუალედში 0^მ.46 — 0^მ.60.

ასეთი ვარსკვლავებისათვის კი დამოკიდებულება პერიოდსა და ფერის მაჩვენებელს შორის, მითითებული შრომის მიხედვით, სუსტია სფერულ გროვებშიაც. საკითხის საფუძვლიანი გადაწყვეტისათვის აუცილებელია ფერის განსაზღვრები გავრცელდეს იმ ვარსკვლავებზედაც, რომელთა პერიოდები გამოდიან ნაჩვენები საზღვრებიდან.

* შერჩევითი მშთანქმელი ნივთიერების ოპტიკური სისქის მხედველობაში მიღებით, მოკლეპერიოდიანი ცეფეიდების ნორმალურ ფერად ჩვენ ვღებულობთ სიდიდეს — $0^m.35$. თუ კი ცნობილია განსახილავი ვარსკვლავების ნორმალური ფერი, ადვილია მათი ფერთი სიჭარბეების მიღება. ჩვენ მათ ვიძლევიტ ცხრილის მესამე სვეტში.

ჩვენ ამოცანად დავისახეთ არა მარტო შერჩევითი შთანთქმის განსაზღვრაცის სხვადასხვა უბნებში, არამედ სათანადო გალაქტიკური სივრცის სიღრმეების შეფასებაც. ეს საკითხი კი მჭიდროდ არის დაკავშირებული მოცემული ტიპის ვარსკვლავების საშუალო აბსოლუტური სიდიდის M ცოდნასთან. უკანასკნელ ჩანებში ე. პ ა ვ ლ ო ვ ს კ ა ი ა მ [8] 69 მოკლეპერიოდიანი ცეფეიდის საკუთარ მოძრაობათა ანალიზის საფუძველზე მიიღო, რომ $M_{pg} = +0^m.5 \pm 0^m.2$. ასეთივე შედეგამდე მივიდა დინამიკური მოსაზრებებით პ. პ ა რ ე ნ ა გ ო [9].

საკუთარი მოძრაობებიდან ვარსკვლავთა საშუალო აბსოლუტური სიდიდის განსაზღვრის სიზუსტე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული იმაზე, თუ როგორ ხდება ხილულ ვარსკვლავიერ სიდიდეებზე შთანთქმის მხედველობაში მიღება. პავლოვსკაიამ თავის შრომაში გამოიყენა პარენაგოს წესი, რომელიც სტატისტიკურ გამოკვლევებში იძლევა სრულიად დამაკმაყოფილებელ შედეგებს. მაგრამ ვარსკვლავთშორისი ნივთიერების დისკრეტული ბუნების გამო ინდივიდუალური მიმართულებებით პარენაგოს ფორმულით გამოთვლილი შთანთქმები შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდნენ მათი ნამდვილი სიდიდეებისაგან. ამ მოსაზრების გამო, მიღებული გვექონდა რა ფერის სიჭარბეები 47 მოკლეპერიოდიანი ცეფეიდებისა, რომლებიც გამოყენებულნი იყვნენ პავლოვსკაიას განსაზღვრაში, გადაეწყვიტეთ აბსოლუტური სიდიდის ხელახალი გამოთვლა. ყველა საჭირო მონაცემები გამოთვლებისათვის ავიღეთ პავლოვსკაიას შრომიდან [8]. მივიღეთ $\Pi_8 = 0.00064$; $\Pi_{12} = 0.00083$, მაშასადამე, $\Pi = 0.00070$. შესაბამისი

$$\pm 8 \qquad \qquad \qquad \pm 12 \qquad \qquad \qquad \pm 7$$

საშუალო აბსოლუტურ სიდიდეს ჩვეულებრივ ითვლიან სტრემმერგის ფორმულით [10]:

$$M = m + 5 + 5 \lg \bar{\Pi} - 5 \lg C,$$

სადაც

$$C^2 = \frac{\bar{\Pi}^2}{\Pi^2}$$

თუ ვარსკვლავების ჯგუფი სავსებით ერთგვაროვანია, მაშინ $C=1$. ჩვენს შემთხვევაში $C=0.93$. ეს შედეგი არ შეიძლება ჩაითვალოს უაზრობად, როგორც ეს მოჩანს პირველი შეხედვით. საქმე იმაშია, რომ $\bar{\Pi}^2$ და Π^2 გამოიანგარიშე-

ბიან არა ცალკეული ვარსკვლავების პარალაქსების ცნობილი მნიშვნელობებიდან, არამედ რაიმე სტატისტიკური ფორმულიდან, რომლებიც აკავშირებენ ვარსკვლავების საკუთარი მოძრაობების კომპონენტებსა და სხივურ სიჩქარეებს საშუალო პარალაქსებთან. ამიტომ იმ შემთხვევაში, როდესაც აღებული ჯგუფის ვარსკვლავების მანძილებს შორის დისპერსია მცირეა და, მაშასადამე, C -ს ნამდვილი მნიშვნელობა ძალიან ახლოსაა ერთთან, გამოთვლებს შეუძლიათ მოგვცენ C ერთზე ნაკლებიც. ეს პირობა დაახლოებით სრულდება ჩვენს მიერ აღებული ვარსკვლავებისათვის. ასე რომ შეიძლება მივიღოთ $C=1$ და გვექნება $\bar{M} = +0^m.2 \pm 0^m.2$. საშუალო აწონილი ამ განსაზღვრიდან და პარენაგოს დინამიკური განსაზღვრიდან $(+0.5 \pm 0.4)$ იქნება $\bar{M} = +0^m.3 \pm 0^m.1$. აბსოლუტური სიდიდის ამ მნიშვნელობით გამოთვლილი ჰემპარიტი მანძილები მოცემულია 1 ცხრილის უკანასკნელ სვეტში.

ამ სტატიაში ჩვენ არ გვაქვს საშუალება დაწვრილებით განვიხილოთ ჩვენი კატალოგის ცალკეული ვარსკვლავები შთანთქმის თვალსაზრისით. ჩვენ აქ მოვიყვანთ, მხოლოდ ცოტად თუ ბევრად ზოგადი ხასიათის შედეგებს, რომლებიც მდგომარეობს შემდეგში:

1. ჩვენი მასალის მიხედვით, სინათლის მნიშვნელოვანი გაწითლება საშუალო და მაღალ გალაქტიკურ განედებზე არ წარმოადგენს იშვიათ მოვლენას, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ცალკეული მშთანთქმელი ღრუბლები იმყოფებიან გალაქტიკის ეკვატორიდან დიდ მანძილებზედაც. მაგალითებად შეიძლება გამოვთვალოთ ვარსკვლავები *EH L₁₆, RVC_rB, ST B₀₀, AR Her, TV L₄₀, DH, BH* და *DY Peg, RZ Cet* და სხვ.

2. ფერის სიჭარბეები მნიშვნელოვანია ცის იმ უბნებშიც, სადაც ცხადად არ შეინიშნება შავი ღრუბლების არსებობა. მაგალითისათვის შეიძლება დავასახელოთ ვარსკვლავები: *BD Her, HU Cas, RZ* და *EZ Lyr, DX Del, DE Lac, AT And* და სხვ.

3. ჩვენი მასალა არ იძლევა საშუალებას გამოვიკვლიოთ ცის ბატარა უბნებში მშთანთქმელი ნივთიერების განაწილება იმის გამო, რომ დაკვირვებული ვარსკვლავები საკმაოდ გაბნეულია გალაქტიკური გრძედებისა და განედების მიხედვით. მაინც ცეფეიდები *EZ* და *RZ Lyr, DE* და *CQ Lac, SW* და *CP Aqr, AA* და *V 341 Aql* იმყოფებიან შედარებით ახლოს ერთმანეთთან. თუ ვიმსჯელებთ მათი ფერის სიჭარბეების მიხედვით, შერჩევითი შთანთქმა ამ უბნებში ძალიან არაერთგვაროვანია.

4. არეში, რომელიც შემოსაზღვრულია გრძედებით 10^0-60^0 და განედებით -10^0-50^0 , განლაგებულია ჩვენი სიის 20 ვარსკვლავი. ცის ეს მიდამო წარმოადგენს არსებითად გალაქტიკის ეკვატორიდან სამხრეთისაკენ ირმის ნახტომის იმ უბნას გაგრძელებას, რომელიც ვ. ნიკონოვი [11] გამოკვლევით, ხასიათდება ვარსკვლავთშორისი ნივთიერების მეტად რთული განაწილებით. ხსენებული ვარსკვლავების ფერის სიჭარბეების განხილვის შედეგად მოციმულ

უბანშიაც ვღებულობთ მშთანქმელი ნივთიერების განაწილების ძალიან კრელ სურათს.

5. აცილების ზონაში განლაგებულია ჩვენი სიის მხოლოდ 6 ვარსკვლავი: *ST Oph*, *BD Her*, *BN Vul*, *RZ Cep*, *HU Cas* და *AR Per*. როგორც მოსალოდნელი იყო, ამ მიმართულებებით შთანთქმა დიდია. მათი ფერის სიქარბებში მოქცეულია საზღვრებში $0^m.38 - 0^m.68$.

ვარსკვლავები *Y Lyr*, *XX Cyg*, *CQ Lac*, *CK Del*, *AA Aql* და სხვ. იმყოფებიან გალაქტიკის სიბრტყესთან ახლოს, მაგრამ ისინი უჩვენებენ მცირე გაწითლებებს. ეს სრულ თანხმობაშია მშთანქმელი ნივთიერების აღნაგობის შესახებ ჩვენს დღევანდელ წარმოდგენებთან. შეიძლება გამოითქვას შემდეგი მოსაზრება: როგორც ვნახეთ, მოკლებერიოდიან ცეფეიდებს შორის არსებობენ ისეთები, რომლებიც ხასიათდებიან ინტენსიური რადიაციით ფოტოგრაფიულ სხივებში. რაღაც რაოდენობა მსგავსი ვარსკვლავებისა უნდა შეგვხვდეს დაბალ გალაქტიკურ განედებზედაც. ბუნებრივია, რომ ასეთი ვარსკვლავების მცირე ხილული სიწითლე არ იქნება მაჩვენებელი მოცემული მიმართულებით მშთანქმელი მატერიის რეალური გაიშვიათების. ზემოთ ჩამოთვლილი ვარსკვლავები შეიძლება მიეკუთვნებოდნენ სწორედ ასეთ „ანომალურ“ ცეფეიდებს.

6. ჩვენ გამოვითვალეთ აგრეთვე პარენაგოს ფორმულის

$$A(r, b) = \frac{a\beta}{\sin b} \left(1 - e^{-\frac{r \sin b}{\beta}} \right).$$

α და β პარამეტრების საშუალო მნიშვნელობები. თუ დავშლით ამ გამოსახულებას მწყობრად და შემოვიასაზღვრებით პირველი რიგის წევრებით, მივიღებთ:

$$\frac{\beta_0}{\sin b} \left(1 - e^{-\frac{r \sin b}{\beta_0}} \right) (a - a_0) + \frac{a_0}{\sin b} \left(1 - e^{-\frac{r \sin b}{\beta_0}} + \frac{r \sin b}{\beta_0} e^{-\frac{r \sin b}{\beta_0}} \right) \cdot (\beta - \beta_0) + \frac{a_0 \beta_0}{\sin b} \left(1 - e^{-\frac{r \sin b}{\beta_0}} \right) - A(r, b) = 0$$

ასეთი პირობით განტოლებათა სისტემა შევადგინეთ გალაქტიკური ზონებისათვის $0^\circ - 30^\circ$, $30^\circ - 60^\circ$, $60^\circ - 90^\circ$ და მათ ვხსნილით უმცირეს კვადრატთა ხერხით, მიმდევრობითი მიახლოებების წესის გამოყენებით. პირველი ზონისათვის მივიღეთ $a = 3^m.4 \pm 0^m.7$ კილოპარსეკზე და $\beta = 141 \pm 28$ პარსეკის. ($a - a_0$)-ის და ($\beta - \beta_0$)-ის კოეფიციენტები შედგენილნი დანარჩენი ორი ზონისათვის აღმოჩნდნენ დაახლოებით პროპორციულები. ასეთ შემთხვევაში, როგორც ცნობილია, უცნობთა საიმედო განცალკება არ ხერხდება. მაგრამ შეიძლება განესაზღვროთ ერთ-ერთი ამ პარამეტრთაგანი, თუ ჩავთვლით მეორეს ცნობილად. ჩვენ მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ β -ს გამოთვლა, ვინაიდან a -ს მნიშვნელობა საკმარისად კარგადაა დადგენილი. დავუშვით რა $a = a_0 = 3^m.5$

მივიღეთ β -სათვის 112 და 92 პარსეკი, შესაბამისად მეორე და მესამე ზონისათვის. თუ მივიღებთ β -ს განსაზღვრის ცთომილებას (20%), ჩვენი მასალის თანახმად, მისი მნიშვნელობა მთელი გალაქტიკისათვის პრაქტიკულად მუდმივია (100 პარსეკი).

ბოლოს შევნიშნავთ, რომ ვარსკვლავებს *BR Aqr*, *RV Ari* და *RZ Cep* აქვთ ძალიან დიდი ფერის მახვენებლები. ჩვენ გვგონია, რომ ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვანი ნაწილი გაწითლებისა თვითონ ვარსკვლავებს უნდა მიეწეროს. შესაძლებელია, რომ ისინი სულაც არ იყონ მოკლეპერიოდიანი ცეფეიდები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 აბასთუმნის ასტროფიზიკური
 ობსერვატორია

(რედაქციას მოუყიდა 12.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. С. Бадаляи. Долгопериодические цефеиды и избирательное поглощение света в Галактике. Сообщ. Бюрак. obs., № 3, 1949.
2. М. А. В а ш а к и д з е, Е. К. Х а р а д з е. Об одном способе определения колориндексов слабых звезд. Сообщ. Груз. Фил. АН СССР, 1, № 9, 1940.
3. F. H. Seares, F. E. Ross, Mary C. Joyner. The catalogue of magnitudes and colors north of $+80^\circ$. Publ. Carnegie Inst., № 532, 1941.
4. Б. В. К у а р к и н. Исследование строения и развития звездных систем на основе изучения переменных звезд. М.—Л., 1949.
5. W. I w a n o w s k a. A spectrophotometric study of RR Lyrae type variables. Torun. Bull., 11, 1953.
6. П. П. П а р е н а г о. Исследование различных зависимостей у цефеид. П. 3, 10, № 4 (88), 1955.
7. M. Roberts, A. Sandage. The region of instability for RR Lyrae stars in the color-magnitude diagram for M3 A.J., 60, № 6, 1955.
8. Е. О. П а в л о в с к а я. Определение средней абсолютной величины и исследование кинематики короткопериодических цефеид. П. 3, 9, № 6 (84), 1954.
9. П. П. П а р е н а г о. Плотность материи в окрестностях Солнца и динамическое распределение средней абсолютной величины короткопериодических цефеид. Астр. Жур., 31, № 5, 1954.
10. G. S t r ö m b e r g. Computation of mean parallaxes, mean absolute magnitudes and mean distances for groups of stars from components of the proper motions. Ap. J., 84, № 5, 1936.
11. В. Б. Н и к о н о в. Опыт построения фундаментального каталога фотоэлектрических цветовых эквивалентов звезд спектральных типов В8 и В9. Бюлл. Абаст. obs., 14, 1953.

ქიმიური ტექნოლოგია

ნ. კახაბაძე, მ. სარქისოვა და ზ. რუღინა

საქართველოს მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშები და გრანიტები რომორც ფაქიზი ქვიშის წარმოების ნედლეულის ახალი სახე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 3.10.1955)

საქართველოს ფაქიზი კერამიკის ახლად განვითარებული წარმოება მხოლოდ შორეული რაიონებიდან შემოზიდულ ნედლეულს ამუშავებს, რაც დიდ სიძნელეებს ქმნის.

კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტში ჩატარდა მუშაობა ფაქიზი კერამიკის ახალი სახის ადგილობრივი ნედლეულის შესასწავლად.

ეს სამუშაოები ეხებოდა თიხის კომპონენტების [1,2] შემცვლელებს, აგრეთვე მინდვრის შპატისა და კვარცის შემცვლელების შესწავლას.

საბჭოთა კავშირის ფაქიზი კერამიკის წარმოება უკვე დიდი ხანია განიცდის მწვავე მოთხოვნილებას მინდვრის შპატზე. დიდი მოთხოვნილებები მინდვრის შპატზე ჯერჯერობით არ შეიძლება დაიფაროს მინდვრის შპატის არსებული საბადოების ხარჯზე, ამიტომ ისმის საკითხი, რომ აუცილებელია, მინდვრის შპატების შეცვლა მინდვრის შპატის შემცვლელი სხვა ქანებით.

მინდვრის შპატისა და კვარცის შემცვლელად ჩვენ მიერ შესწავლილი იყო საქართველოს გრანიტები და მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშები.

გრანიტები და მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშები ბუნებრივ მდგომარეობაში გამოუსადეგარია ფაქიზი კერამიკის წარმოებაში, შემფერავი ჟანგების დიდი შემცველობის გამო [3]. ამისათვის კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტის გამამდიდრებელ ლაბორატორიაში ჩატარდა მთელი რიგი ცდები საქართველოს მინდვრისშპატიანი კვარცის ნედლეულის გასამდიდრებლად.

ჩატარებული მუშაობის საფუძველზე გამოჩნდა საქართველოს მინდვრისშპატიანი კვარცის ნედლეულის გამამდიდრების არართული, ადვილად განსახორციელებელი სქემა და მიღებული იყო ფაქიზი კერამიკის წარმოებისათვის კონდიციური კონცენტრატები შემღებავი ჟანგების მიხედვით.

მოცემული სტატია აშუქებს გამამდიდრებელი მინდვრისშპატიანი კვარცის ნედლეულის ტექნოლოგიური კვლევის საკითხს.

მასპირიმენტული ნაწილი

ექსპერიმენტული ნაწილი იყოფა ორ საფეხურად: ნედლეულის წინასწარი გამოცდა მისი ხარისხის შესაფასებლად და ტექნოლოგიური გამოკვლევა შესასწავლი ნედლეულის გავლენის დასადგენად ფაქიზის მასებზე.

შესწავლის ობიექტებად აღებული იყო ხრამის ბუდობის გამდიდრებული გრანიტი და შუქრუთის ბუდობის გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშა.

ა) გამდიდრებული გრანიტისა და მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშის წინასწარი გამოცდა

წინასწარი შეფასებისას ძირითადად მხედველობაში მიღებულ იქნა ქიმიური შედგენილობა, მინერალოგიური შედგენილობა და „ცეცხლოვანი“ გამოცდის შედეგები.

„ცეცხლოვანი“ გამოცდისათვის ნიმუში იყო დაფხვიერებული დაფქვის სხვადასხვა ხარისხით, შესაბამის საცრებში ვატარებით (900,2500 და 6400 ხვრელით ერთ კვადრატულ სანტიმეტრზე). სისუფთავის ხარისხი განესაზღვრეთ ГИКИ-ის მეთოდით [4]. ნიმუშების ვახურებით შამოტის ტიგლებში 1350°.

გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშებისა და გრანიტების წინასწარი გამოცდის შედეგები მოცემულია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

განსახლების დასახელება	შუქრუთის ბუდობის გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშა	ხრამის ბუდობის გამდიდრებული გრანიტი
1. ქიმიური შედგენილობა %:		
SiO ₂	89,53	77,20
TiO ₂	0,08	0,06
Al ₂ O ₃	7,25	13,00
Fe ₂ O ₃	0,25	0,50
CaO	0,41	0,48
MgO	კვალი	0,20
SO ₃	კვალი	0,12
K ₂ O	2,18	4,55
Na ₂ O		3,15
ხურებითი ნაკარგი	0,30	0,74
2. მინერალური შედგენილობა	კვარცი 70—72% მინდვრისშპატი 28—30%	კვარცი 38% მინდვრის შპატი 62%
3. ცეცხლამძლეობა °C-ით	1670—1690°	1370°

გამდიდრებული შუქრუთის მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშები რკინის ჟანგის შემცველობის მიხედვით შეესაბამება მე-2 ხარისხის მინდვრის შპატს (ГОСТ—7030—54).

გამდიდრებული ხრამის გრანიტი შეესაბამება მესამე ხარისხის პეგმატიტს. მინდვრის შპატისა და მისი შემცველების ტექნიკურ ვარვისიანობაზე მსჯელობა შეიძლება გამოწვის შემდეგ მიღებული შენადნის შესწავლის საფუძველზე [5].

„ცეცხლოვანი“ ნიმუშების მონაცემები გვიჩვენებს, რომ შავი წერტილების წარმოქმნა წყდება დაფხვიერების ხარისხის გადიდებით. გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშისათვის საკმარისია დაფხვიერება 2500—ხვრე-

ლიან (კვადრატულ სანტიმეტრზე) საცერში გატარებამდე, ხრამის გრანიტებისათვის საჭიროა უფრო წმინდა დაფხვიერება—6400 ხვრელი ერთი კვ. სმ-ზე.

წინასწარი გამოკვლევის შედეგების საფუძველზე შეიძლება საორიენტაციოდ დავსახოთ შესასწავლი ნედლეულის გამოყენების დარგი ფაქიზი კერამიკის წარმოებაში.

გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი შუქრუთის კვარცის ქვიშები შეიძლება გამოვიყენოთ ფაიფურის წარმოებაში, ხოლო ხრამის გრანიტები ნახევრად ფაიფურის მასებში, სადაც საჭირო არ არის კეცის გამჭვიროება.

გამდიდრებული შუქრუთის მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშებისა და ხრამის გრანიტების ფაქიზ კერამიკაში გამოყენების შესაძლებლობის საბოლოოდ დასადგენად ჩვენ მიემართეთ მათი შესწავლის უფრო ზუსტ მეთოდებს, მათ გამოცდას ფაიფურის მასებში.

ბ) შუქრუთის მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშებისა და ხრამის გრანიტების გავლენა ფაიფურის მასებზე

კვლევა-ძიების მოცემული საფეხური მიზნად ისახავდა დაგვედგინა ფაქიზ კერამიკულ მასებში გამდიდრებული შუქრუთის მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშებისა და ხრამის გრანიტების გამოყენების შესაძლებლობა.

კვლევა-ძიება ჩატარდა ფაიფურის რევენარებზე, სადაც კვარცი და მინდვრის შპატი შეცვლილი იყო მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშებითა და ხრამის გრანიტებით.

გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშა იყო გამოცდილი ფაიფურისა და ნახევრად ფაიფურის მასებში, ხოლო ხრამის გრანიტი—ნახევრად ფაიფურის მასებში.

საცდელი მასების შედგენისას აღებული იყო კაოლინისა და პლასტიკური თიხის სტანდარტული ნიმუშები. ამგვარად, გამოსაცდელი მასების დანარჩენი კომპონენტები, გარდა შესასწავლი ნედლეულისა, აღებული იყო გარანტირებული სისუფთავისა.

შესასწავლ ნედლეულზე დამზადებული მასების პარალელურად დამზადდა სტანდარტული მასები, შედგენილი ეტალონურ ნედლეულზე, ერთსა და იმავე პირობებში მათი შედარებისათვის.

გამოსაცდელი მასალის ოპტიმალური დანამატის დასადგენად შედგენილი იყო საცდელი მასები, შესასწავლი ნედლეულის სხვადასხვა რაოდენობით.

გამამჭლევებელი მასალები იყო დაფქვილი ფაიფურის ბირთვებიან წისქვილში სველი მეთოდით. გაფხვიერებულ მასალას ემატებოდა იმავე წისქვილში კაოლინის და პლასტიკური თიხის შესაბამისი რაოდენობა.

გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშებისა და გრანიტების გავლენა ფაიფურის მასების ტექნოლოგიურ თვისებებზე შესწავლილი იყო გამოუწვავი და გამომწვარი კეცის კერამიკული თვისებების განსაზღვრით [6].

გამოსაცდელი მასების კერამიკული მაჩვენებლები მოცემულია მეორე ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ შუქრუთის გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი



კვარცის ქვიშებისა და ხრამის გრანიტების დამატება გავლენას არ ახდენს ფაიფურის მასების პლასტიკურ თვისებებზე. საცდელ მასებში თიხის კომპონენტების რაოდენობა არ შეგვიცვლია, რის გამოც საცდელი მასების გამოუწვევი კეცის მაჩვენებლები თითქმის არ განირჩევა სტანდარტული მასების მაჩვენებლებიდან. გამომწვარი კეცის მიხედვით ყველაზე უკეთეს შედეგებს იძლევა მასა № 16, № 3, № 8.

ამგვარად, 32% გამდიდრებული მინდვრის შპატისანი შუქრუთის კვარცის ქვიშისა და 18% მინდვრის შპატის დამატებისას ვლუბულობით სრულიად შემცხვარ ფაიფურის ქალას, რომელსაც ფაიფურის ყველა თვისება ახასიათებს. ნახევრად ფაიფურის მასებში 35% დანამატი გამდიდრებული მინდვრის შპატისანი კვარცის ქვიშა მთლიანად ცვლის კვარცსა და მინდვრის შპატს. გამ-

ცხრილი 2

№№ მასების	მასების შედგენილობა					გამოუწვევ ქალას მაჩვენებლები					
	სტანდარტული კალიბრი	ბლასტ. თიხა	სტანდარტ. კვარცი	სტანდ. მინდვრ. შპატი	შუქრუთის გამდიდრ. შპატისანი კვარც. ქვიშა	გამდ. სრამის გრანიტი	საკვლიბე სიმკვლე	საპრობა ხაზოვ. რაჯღმა %/ით	ბლასტ. რიცხვ. ატურ-ბელოვის მიხედ.	დროიბ. წინაღობა ლუნვაზე კონსტ.	წინაღობა ლუნვაზე კონსტ.
14	37,5	12,5	25,0	25,0	—	—	20,83	2,25	18,42	20,20	
15	37,5	12,5	—	20,0	30,0	—	20,45	4,05	19,00	20,00	
16	37,5	12,5	—	18,0	32,0	—	20,80	4,50	18,20	20,40	
17	37,5	12,5	—	15,0	35,0	—	21,57	4,40	19,00	20,00	
1	40,0	25,0	25,0	10,0	—	—	24,45	5,37	22,40	26,40	
2	40,0	25,0	—	4,0	31,0	—	24,08	5,20	22,06	25,80	
3	40,0	25,0	—	—	35,0	—	24,40	5,10	22,60	26,20	
4	40,0	25,0	—	2,0	33,0	—	24,30	5,40	22,40	26,40	
8	40,0	25,0	10,0	—	—	25,0	24,50	5,50	22,00	26,00	
9	40,0	25,0	15,0	—	—	20,0	24,00	5,00	21,20	26,00	
10	35,0	25,0	15,0	—	—	25,0	22,50	5,00	20,50	25,00	

მე-2 ცხრილის გაგრძელება

№№ მასების	გამოწვის ტემპერატურა	გამომწვარი კეცის მაჩვენებლები				შენიშვნა
		ჩაჯღობა %/ით	წყლის შთანთქმის უნარი %/ით	მოცულობითი წონა/სმ ³	% თეთრი ფერის	
14	1350	12,0	0,04	2,40	არ განსაზ.	ფაიფურის მასა
15	1350	12,4	0,02	2,48	83	"
16	1350	12,0	0,05	2,42	83	"
17	1350	13,6	0,63	2,43	31	"
1	1230	13,0	6,15	2,15	არ განსაზ.	ნახევრად ფაიფურის მასა
2	1280	13,8	3,38	2,20	"	"
3	1280	12,8	0,80	2,18	"	"
4	1280	13,0	5,30	2,20	"	"
8	1280	13,2	0,10	2,20	"	"
9	1280	12,5	8,50	2,00	"	"
10	1280	12,1	9,00	2,00	"	"

დიდრებული ხრამის გრანიტი 25%-ის რაოდენობით ნახევრად ფაიფურის მასებში მოლიანად ცვლის მინდვრის შპატს და ნაწილობრივ კვარცს.

ჩვენ მიერ დადგენილი იყო ოპტიმალური მასების ძირითადი ტექნიკური თვისებები [7]. დამზადებული იყო საცდელი ლაბორატორიული ნაწარმი გადმოსხმის მეთოდით, შლიკერის შემდეგი მონაცემებით: სინესტე 33—34%, 100 სმ კუბ. შლიკერის ჩამოსხმის სიჩქარე 15 წამი, შედეგება 2,3.

ელექტროლიტად ვამატებდით ხსნად მინას 0,3% რაოდენობით. საცდელი მასები შრებოდა ოთახის ტემპერატურაზე (20—25°).

საცდელი ლაბორატორიული ნაწარმის გამოწვა ხდებოდა წარმოების პირობებში; ამასთან აღსანიშნავია, რომ ფაიფურის ნაწარმი იყო გამომწვარი 1350°, ხოლო ნახევრად ფაიფურისა 1280°. ნაწარმის ნაწილი დაფარული იყო ჰიქურით (კეცის ფერზე ჰიქურის გავლენის დასადგენად). ჰიქურის შედგენილობა მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

ჰიქურის შედგენილობა	ფაიფურის ნაწარმისათვის	ნახევრად ფაიფურის ნაწარმისათვის
მინდვრის შპატი	40%	40%
კალინი	2,5%	3,0%
კვარცი	31,7%	24,0%
კვარცი	17,3%	—
თუთიის ქანგი	3,5%	—
ჩასოვიარის თიხა	6,0%	4,0%
დოლომიტი	—	15,0%
ნახევრად ფაიფურის კეცის	—	14,0%
გაგირდმწვა კობალტი	0,03%	100% ზევით
თუთიის ქანგი	—	0,03%
		4,00%

ფაიფურის მასისაგან დამზადებული ნაწარმი ჰიქურაში ამოვლებამდე წინასწარ იყო გამომწვარი 900°-ზე.

საცდელ ნაწარმზე განისაზღვრა: ფერიანობა, ფორიანობა, მოცულობითი წონა, ქიმიური შედგენილობა. თერმული გამძლეობა კეცისა შესწავლილი იქნა მიკროსკოპით.

მიკროსტრუქტურის მიხედვით საცდელი ფაიფურისა და ნახევრად ფაიფურის ნიმუშები არ განსხვავდება სტანდარტული ნიმუშებისაგან. კვარცისა და მინდვრისშპატის შეცვლა ფაიფურის მასებში გამდიდრებული მინდვრის-შპატიანი კვარცის ქვიშით და გამდიდრებული გრანიტით გავლენას არ ახდენს ფაიფურის წარმოქმნის პროცესზე.

მე-4 ცხრილში მოცემულია გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშებისა და გრანიტის საფუძველზე შედგენილი ფაიფურისა და ნახევრად ფაიფურის მასების ძირითადი მაჩვენებლები.

მიღებულ ოპტიმალურ მასებს ჰქონდათ კარგი საყალიბო თვისებები, საკმაოდ მექანიკური გამძლეობა ჰაერმშრალ მდგომარეობაში, ხოლო გამოწვის შემდეგ იძლეოდნენ სავსებით ხარისხოვან კეცს.



ცხრილი 4

განსახლების დასახელება	ფაიფურის მასა (16) მიღებული შუქრუთის გამდიდრებული მინდვრის შპატიანი კვარცის ქვიშისაგან	ნახევრად ფაიფურის მასა (3), მიღებული შუქრუთის გამდიდრებული მინდვრის შპატიანი კვარცის ქვიშისაგან	ნახევრად ფაიფური (8) მიღებული გამდიდრებული ხრამის გრანიტისაგან.
1. ქიმიური შედგენილობა:			
SiO ₂	68,28	67,98	67,78
TiO ₂	0,18	0,18	0,22
Al ₂ O ₃	25,52	25,79	26,98
Fe ₂ O ₃	0,39	0,57	0,65
CaO	0,54	0,62	0,60
MgO	0,39	0,58	0,58
SO ₃	0,03	0,11	0,12
Na ₂ O + K ₂ O	4,68	2,05	3,07
2. სიმკვრივის ზღვარი ლუნვაზე კილო/სმ ³	20,40	20,70	26,00
3. წყლის შთანთქმის უნარი %	0,05	5,00	6,00
4. ჩაჯდომა %	13,50	12,00	12,00
5. მოცულობითი წონა გრ/სმ ³	2,42	2,15	2,20
6. თეთრი ფერი %-ით	83,00	76,00	არ განსახლვ.
7. გამომწვარი ნიმუშების სიმკვრივის ზღვარი კუმშვაზე კლგ/სმ ³	42,00	არ. განსახ.	არ განსახლვ.
8. თერმული გამძლეობა	უძლეებს სტანდარტის ნორმებს	უძლეებს სტანდარტის ნორმებს	უძლეებს სტანდარტის ნორმებს

ჩატარებული ლაბორატორიული კვლევა-ძიების საფუძველზე დადგენილია, რომ შუქრუთის გამდიდრებული მინდვრის შპატიანი კვარცის ქვიშები და ხრამის გრანიტები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფაიფურის მასებში კვარცისა და მინდვრის შპატის ნაცვლად; გამომუშავებულია ფაქიზი კერამიკის მასების რეცეპტები შესასწავლი ნედლეულის საფუძველზე.

გამდიდრებული მინდვრის შპატიანი შუქრუთის კვარცის ქვიშების საწარმოო ათვისების მიზნით, როგორც უფრო პერსპექტიული ნედლეულისა, ლაბორატორიული კვლევა-ძიების შედეგები ჩვენ მიერ შემოწმებული იყო ნახევრად ქარხნული მასშტაბით.

ნახევრად ქარხნული გამოცდა

1954 წელს თბილისის კერამიკულ კომბინატში ჩვენ ჩავატარეთ გამდიდრებული მინდვრის შპატიანი შუქრუთის კვარცის ქვიშების ნახევრად ფაიფურის მასების ნახევრად ქარხნული გამოცდა.

ნახევრად ქარხნული მასშტაბით დამზადდა ყველა სახის სანიტარული ფაიფურის ნაწარმი, რომელსაც უშვებს თბილისის კერამიკული კომბინატი. ნაწარმი იყო დამზადებული ნახევრად ფაიფურის მასებისაგან, თანახმად ქარხნული რეცეპტისა, სადაც ჩუპინსკის მინდვრის შპატი და გლუხოვეცკის კვარცი შეცვლილ იქნა შუქრუთის ბუღობის გამდიდრებული მინდვრის შპატიანი კვარცის ქვიშით.

ქვევით მოგვყავს რეცეპტი ნახევრად ფაიფურის მასისა, რომელიც მიღებულია გამდიდრებული შუქრუთის ქვიშისაგან: კაოლინი 30%, პლასტიკთიხა 25%, გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი ქვიშა 35%, ნახევრად ფაიფურის კეცისა 10%.

გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი შუქრუთის კვარცის ქვიშისაგან ნახევრად ქარხნული მასტაბით მიღებული სანიტარული ფაიფურის ნაწარმი ქარხნული ნაწარმივით ხარისხიანია და აკმაყოფილებს ГОСТ—5400—50 ყველა მოთხოვნას.

ზემოთ მოყვანილის საფუძველზე მივედით შემდეგ დასკვნამდე: შუქრუთის ბუღაობის გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშები შეიძლება დაინერგოს კერამიკულ წარმოებაში ნახევრად ფაიფურის მასებისათვის, როგორც კვარცისა და მინდვრისშპატის შემცველი.

დასკვნები

1. დადგენილია შესაძლებლობა გამოყენებულ იქნეს გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშები და ხრამის გრანიტები ფაქიზი კერამიკის წარმოებაში, როგორც შემცველი მწვავე დეფიციტური მინდვრისშპატისა და შორიდან ჩამოზიდული კვარცისა. გამდიდრებული ხრამის გრანიტი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნახევრად ფაიფურის მასებში. გამდიდრებული შუქრუთის მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც ფაიფურის, ისე ნახევრად ფაიფურის მასებში.

2. მინდვრისშპატისა და კვარცის ნაცვლად შუქრუთის გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშის გამოყენება ამარტივებს წარმოების ტექნოლოგიურ პროცესს: წარმოების ტექნოლოგიური ციკლიდან გამოირიცხება მინდვრისშპატის გამოწოტობა და ტლანქი დაფქვა, აგრეთვე მცირდება წმინდად დაფქვის დროის ხანგრძლივობა.

3. საქართველოს კონკრეტულ პირობებში სანიტარული ფაიფურის წარმოებაში შუქრუთის საბადოს მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშების გამოყენება მოგვცემს ეკონომიას, ერთი მხრივ, წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის გამარტივებით, მეორე მხრივ კი ადგილობრივი მრეწველობის განთავისუფლებით შორეული რესპუბლიკებიდან შემოზიდული კვარცისა და დეფიციტური, ძვირად ღირებული მინდვრისშპატის (35% მთლიანი მასისაგან) გამოყენებისაგან.

4. საბოლოოდ შეიძლება ითქვას, რომ ფაქიზი კერამიკის მასებში გამდიდრებული მინდვრისშპატიანი კვარცის ქვიშისა და გრანიტის გამოყენება გაათართობს საბჭოთა კავშირის მწვავე დეფიციტური მინდვრის შპატის ნედლეულის რესურსებს.

მინერალური ნედლეულის კავკასიის
 ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუყვია 1.11.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. А. Какабадзе. Перспективы использования Асканских бентонитовых глин в керамической промышленности. Сборник „Бентонитовые глины Грузии...“ Изд. АН ГССР, Тбилиси, 1953.
2. Н. А. Какабадзе, И. Д. Финкельштейн. Джварисские каолиноподобные и Асканские бентонитовые глины как сырье для тонкой керамики. Сборник статей „Каолины и белые глины“. Промстройиздат. Москва, 1955.
3. К. С. Кутателадзе, Т. Р. Гамсахурдия, Н. А. Какабадзе. Кварцевые пески Грузии как формовочный материал. Сообщения АН ГССР, том X, № 4, 1949.
4. Методы исследования керамических материалов, под редакцией Г. Ю. Жуковского, К. И. Келлера и Н. К. Антоновича. ГИКИ, Л., 1939.
5. И. Д. Финкельштейн. Полевой шпат и пегматит. „Требования промышленности к качеству минерального сырья“. Вып. 12, Госгеолиздат. Москва, 1946.
6. Г. И. Дудеров. Практикум по технологии керамики и огнеупоров. Стройиздат, Москва, 1945.
7. Я. Н. Шерман. Методы контроля в тонкой керамике. Промстройиздат. Москва, 1948.

ქიმიური ტექნოლოგია

ი. ბუჩუკური

მანგანუმის შლამების ქიმიური გამდიდრების საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 25.11.1955)

მანგანუმის მადნების გამდიდრებით (გრავეიტაციული მეთოდი) მიღებული შლამები უშუალოდ არ გამოიყენება არც მეტალურგიულ და არც ქიმიურ წარმოებაში. ისინი მოითხოვენ ამა თუ იმ წესით წინასწარ გამდიდრებას.

აღნიშნული შლამების გამდიდრების მრავალმა ცდამ, მათ შორის ფლოტაციამ, არ მოგვცა დამაკმაყოფილებელი შედეგი. შლამების საგრძნობი ნაწილი, ძირითადად წვრილი ფრაქცია, რომელიც 15—25% ლითონურ მანგანუმს შეიცავს, მაინც დაიკარგება, ვინაიდან შლამის წვრილი ფრაქცია ფლოტაციას არ განიცდის.

მანგანუმის შლამების სრული გამოყენების შესაძლებლობას მხოლოდ გამდიდრების ქიმიური წესი იძლევა. მაგრამ დღემდე ცნობილი გამდიდრების ქიმიური წესები ძვირი ჯდება, რაც ხელს უშლის მათ წარმოებაში დანერგვას, ამიტომ მანგანუმის შლამების გამდიდრების უფრო იაფი ქიმიური წესის გამოიხედავება ფრიად მნიშვნელოვან საკითხად უნდა ჩაითვალოს არა მარტო მანგანუმის შლამების, არამედ მანგანუმის ღარიბი მადნების გამდიდრების ტექნიკაშიც.

მანგანუმის შლამების ქიმიური გამდიდრება ითვალისწინებს შლამში შემაჯავალი მანგანუმის ხსნად მარილად გადაყვანას. ჩვეულებრივ შლამიდან მანგანუმში სულფატად გადაყავთ, რადგან ეს ნაერთი უფრო მოხერხებულ და იაფწარმად ითვლება. მანგანუმის სულფატი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს უშუალოდ ან გადამუშავდეს მანგანუმის ორჟანგად ან სხვა ნაერთად.

მანგანუმის შლამებისა და ღარიბი მადნების გამოყენების საკითხს სსრ კავშირში სერიოზული ყურადღება მიექცა ჯერ კიდევ პირველ ხუთწლეულში. უფრო ფართო მუშაობა ჩატარდა 1930—1940 წლებში [1, 2, 3]. ამავე შრომებში მოცემულია უცხოეთის საპატენტო და საჟურნალო ლიტერატურა.

მანგანუმის შლამების მდ. ყვირილიდან დაჭერასა და მათ ფიზიკა-ქიმიურ დახასიათებაზე მუშაობდა დ. ერისთავი [4, 5, 6, 7].

მანგანუმის მადნებისა და შლამების ქიმიური გამდიდრების მრავალი წესიდან უფრო მეტ ყურადღებას იპყრობს: 1. მანგანუმის მადნებისა და შლამების გამოტუტვა ამონიუმის მარილებით, კერძოდ ამონიუმის სულფატით;

2. მანგანუმის მადნებისა და შლამების გამოტუტვა გოგირდოვანი მქვათი;
3. აღდგენილი მადნებისა და შლამების გამოტუტვა გოგირდმქვათი.

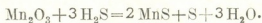
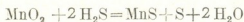
პირველი წესი ვერ გავრცელდა შემდეგ ნაკლოვანებათა გამო: 1) პროცესის სირთულე; 2) ოპერაციათა მრავალრიცხოვნობა; 3) აპარატურული ფაქტორების სირთულე; 4) სითხეთა საგრძნობი მასის გაცხელების აუცილებლობა; 5) მადნების თითოეული ტიპისათვის ოპტიმალური პირობების შერჩევის აუცილებლობა და სხვ.

მანგანუმის მადნებისა და შლამების გამდიდრების ზემოაღნიშნული სამი წესიდან უფრო რაციონალურია მეორე — გოგირდოვანი გაზით გამოტუტვა. აღბათ ამით აიხსნება ის დიდი მუშაობა, რომელიც ჩატარდა სსრ კავშირში მანგანუმის მადნების და შლამების გოგირდოვანი გაზით დამუშავების მიმართულებით [1—3; 8—18]. მაგრამ გოგირდოვანი გაზით გამოტუტვის წესი ხელსაყრელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ახლოა ნარჩენი გოგირდოვანი გაზი. ამასთანავე საჭიროა გავითვალისწინოთ, რომ გოგირდოვანი გაზის სასარგებლო ხარჯი ლაბორატორიული ცდის პირობებში სულ 69%-ს შეადგენს [15].

უფრო მარტივი სქემა აქვს გამდიდრების მესამე წესს; მაგრამ საკმაოდ დიდი რაოდენობის ბალასტის (~80%) შემცველი შლამის აღდგენითი გამოწვევა თბური ენერჯის საგრძნობ ხარჯს მოითხოვს, რაც აძვირებს წარმოებას.

გამდიდრების ამ წესის გაიაფებისათვის საჭიროა შეიცვალოს ძვირად ღირებული აღდგენითი გამოწვის ოპერაცია სხვა პროცესით, რომელიც მანგანუმის ორქანგს მქვათი ხსნად ნაერთად გადაიყვანს. ასეთ ნაერთს წარმოადგენს მანგანუმის სულფიდი.

მანგანუმის ორქანგის სულფიდად გადასაყვანად ჩვენ მიერ გამოყენებულია გოგირდწყალბადშემცველი გაზები. მანგანუმის შლამზე გოგირდწყალბადის მოქმედებით ჩვეულებრივი პირობებისას წარმოიქმნება მანგანუმის სულფიდი [19]:



მანგანუმის სულფიდი გოგირდმქვასთან ურთიერთქმედებით იძლევა მანგანუმის სულფატს:



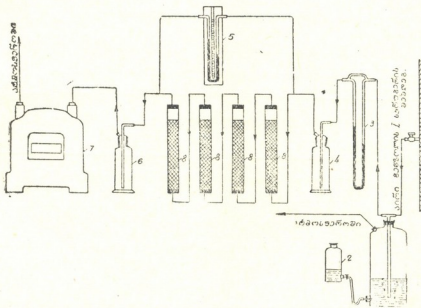
წარმოქმნილი გოგირდწყალბადი შეიძლება გამოვიყენოთ ისევ მანგანუმის სულფიდის მისაღებად, გადავამუშაოთ იგი ელემენტარულ გოგირდად ან გოგირდმქვადად. გოგირდწყალბადის გამოყენების ამა თუ იმ გზის შერჩევა დამოკიდებულია წარმოების მასშტაბზე.

შლამების სულფიდოზაციისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ ნებისმიერი გოგირდწყალბადის შემცველი გაზი, როგორცაა მარილმქვას წესზე მომუშავე ქლორბარიუმის საამქროს ნარჩენი გაზი, კოქსის გენერატორული გაზი და სხვა.

განსაკუთრებით ეფექტური იქნება მანგანუმის შლამების გამდიდრების აღნიშნული მეთოდი, თუ მას დავაკავშირებთ გოგირდწყალბადისაგან კოქსისა და სხვა წვადი გაზების გაწმენდის პროცესთან. როგორც ცნობილია, წვადი გაზების გოგირდწყალბადისაგან გულდასმით გაწმენდისათვის ფართოდ გამოიყენება მშრალი წესი, სადაც ჭაობის მადანს იყენებენ გამწმენდ მასად. გაზების გასაწმენდად ჩვენ ჭაობის მადნის მაგიერ მანგანუმის შლამი გამოვიყენეთ, რომელიც, როგორც ქვემოთ მოყვანილი ცდები უჩვენებს, უფრო ინტენსიურად შთანთქმავს გოგირდწყალბადს, ვიდრე რკინის ჰიდრატული ჟანგი. სულფიდირებული შლამი კი გოგირდწყალბადით გაჯერების შემდეგ გოგირდმჟავათი მუშავდება შლამში სულფიდის სახით მყოფი მანგანუმის გამოტუტვისათვის.

ექსპერიმენტული ნაწილი

კოქსის გაზის გამწმენდი საცდელი დანადგარის სქემა (შლამების სულფიდაციისათვის) მოცემულია სურ. 1-ზე.



სურ. 1. კოქსის გაზის გამწმენდი დანადგარის სქემა: 1—წნევის რეგულატორი; 2—დამწმენდი ქილა; 3—რეომეტრი; 4—სარეცხავი წყლით; 5—დიფანომეტრი; 6—სარეცხავი აცეტატის ხსნარით; 7—აირის საათი; 8—მშთანთქმელები

კოქსის გაზი ბენზოლის პირველი სკრუბერიდან რეომეტრისა (3) და სარეცხავს (4) გავლით შედიოდა მშთანთქმელ სისტემაში, რომელიც ოთხი მშთანთქმელისაგან (8) შედგება.

მშთანთქმელებში თავსდებოდა 80% შლამისა და 20% წყლისაგან შემდგარი გამწმენდი მასა; ამასთანავე გამწმენდ მასას ემატებოდა ხის ნახერხი ტოლი მოცულობით. თითოეულ მშთანთქმელში გამწმენდი მასის ფენის სიმაღლეა



200 მმ, მოცულობა 45 სმ³. გაზის მოცულობითი სიჩქარე 100 — 200 მმ/წმ. სისტემის წინაღობა იზომებოდა დიფმანომეტრით (5).

გაზი მშთანთქმელებში მიმდევრობით გადიოდა, ასე რომ გაზის სელის სიდიდე გამწმენდ მასაში 800 მმ-ის ტოლი იყო.

მეოთხე მშთანთქმელის შემდეგ გაზი გადიოდა სარეცხავას (6) კადმიუმის აცეტატის ხსნარით კოქსის გაზში დარჩენილი გოგირდწყალბადის დაქერის მიზნით და გაზის საათის (7) გაცვლით გადიოდა გარეთ. სარეცხავაში (6) ყვითელი ნალექის წარმოქმნისას, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ გამწმენდი მასა გოგირდწყალბადს უკვე მთლიანად აღარ შთანთქავს. გაზის მიწოდებას ვწყვეტდით და ვიღებდით გამწმენდი მასიდან სინჯებს ყოველი 100 მმ-ის შემდეგ. აღებულ სინჯებს ვხსნიდით 20%-იან გოგირდმჟავაში, უხსნად ნაწილს ვწურავდით, ვრეცხდით გამოხდილი წყლით და ვაკეთებდით ანალიზს მანგანუმის შემცველობაზე. ცდის შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1
მანგანუმის გამოტუტვის ხარისხი და გოგირდის საშუალო შემცველობა გამწმენდ მასაში

საკვლევი შლამის ნიმუშის №	გამწმენდი მასის ფენის სიმაღლე გაზის სელის მიხედვით, მმ									გოგირდის შემცველობა ნორთი გამწმენდ მასაში %-ით	ცდის დასაწყისში	ცდის დასასრულს
	0	100	200	300	400	500	600	700	800			
	გამოტუტვის ხარისხი, %											
5	57,52	52,30	52,12	45,17	64,64	69,55	64,60	58,91	58,70	6,90	38	—
6	97,77	97,53	97,20	97,47	97,50	97,50	96,96	94,04	90,20	11,52	25	—
7	97,97	95,34	97,80	94,91	97,89	94,89	97,63	98,61	94,03	12,97	38	—
8	90,61	90,60	90,00	88,46	89,48	87,52	83,06	67,00	66,96	5,40	33	—
9	98,63	98,09	97,99	95,12	91,67	91,66	89,79	69,54	66,08	7,00	43	81
10	—	—	89,61	86,20	86,65	84,30	84,28	71,47	76,59	17,66	45	—
11	98,59	98,97	98,54	98,65	98,05	97,52	81,19	76,22	—	11,90	42	80

ანალოგიურ დანადგარზე ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარებული იყო ცდები გოგირდწყალბადის შემცველ არაწვად გახნარევეთან მანგანუმის დამოკიდებულების გამოვლენების მიზნით, კერძოდ გოგირდწყალბადისა ნახშირორჟანგის ნარევეთან. სათანადო ცდების შედეგები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

შლამების სულფიდოზაციის პროცესის დაჩქარებისათვის ყველა ცდამი აღებული იყო უფრო მაღალი მოცულობითი სიჩქარე, ვიდრე ესაა პრაქტიკაში ჭაობის მდინის გამოყენებისას. მიუხედავად ამისა, სულფიდოზაციის ხარისხი საკმარის მაღალია, რაც აიხსნება მანგანუმის შლამებით გოგირდწყალბადის შთანთქმის მაღალი სიჩქარით.

ეს მტკიცდება პირველი ცხრილის მონაცემებით, — მანგანუმის გამოტუტვის ხარისხი გამწმენდი მასის ფენის სიმაღლის მიხედვით თითქმის არ იცვლება

მანგანუმის გამოტუტვის ხარისხი ნარევეში $H_2S + CO_2$ შლამების
სულფიდოზაციისას

შლამის საცდელი ნიმუშის №	შლამში Mn-ის შემცველობა %-ით	შლამის ნიმუშების აღები ადგილი	აირის მოცულ. სიჩქარე ლ/წმ	Mn-ის გამოტუტვის ხარისხი, %-ით			
				I მშთან.	II მშთან.	III მშთან.	IV მშთან.
5	18,59	სილა კლასიფიკატორიდან	250	48,20	46,40	41,65	31,92
6	24,62	შლამი კლასიფიკატორის გადმონადენიდან	250	96,57	95,12	91,41	59,18
7	24,96	შლამი კლასიფიკატორის გადმონადენიდან, ფაბრიკა № 24	250	93,97	91,47	87,31	41,55
8	13,40	შლამი კლასიფიკატორის გადმონადენიდან, ფაბრიკა № 25	300—350	67,49	67,49	66,20	60,98
9	16,41	შლამი კლასიფიკატორის გადმონადენიდან, ფაბრიკა № 11	300—350	76,14	76,56	70,87	42,47
10	17,92	შლამი კლასიფიკატორის გადმონადენიდან, ფაბრიკა № 32/33	400—500	57,05	54,25	52,06	28,77
11	18,55	შლამი კლასიფიკატორის გადმონადენიდან	250—300	92,33	87,35	83,37	36,50

მეოთხე მშთანქმელამდე. მაშასადამე, მანგანუმის სრული სულფიდოზაციისათვის დიდი დრო არ არის საჭირო გაზის გაწმენდ მასასთან შეხებისათვის, ეს კი საშუალებას იძლევა ჩატარდეს გაზის გაწმენდის პროცესი განუწყვეტელი ქმედების აპარატებში.

გოგირდწყალბადის შთანქმის ძალა სიჩქარეზე მიუთითებს აგრეთვე მე-2 ცხრილი. მაღალი მოცულობითი სიჩქარის მიუხედავად, გამოტუტვის ხარისხი მაინც მაღალია. მანგანუმის გამოტუტვის შედარებით დაბალ ხარისხს გვიჩვენებს შლამის ნიმუში № 5, რაც აიხსნება შლამის ნაწილაკების სიმსხოთი (ცხრილი 3). შლამის ნაწილაკები თავისით წარმოადგენენ კვარცის ნაწილაკებს, რომელთა შიგნით მოთავსებულია ვად-ფსილომელანისა და პიროლუზიტის მარცვლები. მართლაც, № 5 შლამის სულფიდოზაციისა და გამოტუტვის შემდეგ რჩება თეთრი უხსნადი მასა, რომელიც გასრესის შემდეგ შავი ხდება.

აქედან გამომდინარეობს, რომ მანგანუმის გამოტუტვის მაღალი ხარისხის მისაღწევად საჭიროა სულფიდოზაციის წინ ასეთი ტიპის შლამების დაქვეა.

ცდებმა გვიჩვენა, რომ № 5 შლამიდან მანგანუმის გამოტუტვის მაღალი ხარისხის მისაღწევად საჭიროა მისი წინასწარი დაფქვა 0,1 მმ-ზე მცირე მარცვლებად.

ცხრილი 3

№ 5 შლამის საცრული ანალიზი

ნაწილაკების ზომა		ნაწილაკების ზომა	
მმ-ით	%-ით	მმ-ით	%-ით
1 — 3	0,50	0,10—0,25	58,00
0,5 — 1	5,70	<0,10	8,60
0,25—0,50	27,20		

ცხრილების მონაცემები გვიჩვენებს, რომ გოგირდწყალბადი ერთნაირად მოქმედებს მანგანუმზე როგორც აღმდგენელ, ისე ნეიტრალურ გარემოში. გარდა ამისა, მანგანუმის შლამებით გაწმენდისას გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია გაზში გავლენას არ ახდენს აირის გაწმენდის ხარისხზე. მაგალითად, ცალკეულ ცდებში გოგირდწყალბადის შემცველობა აირნარევეში ($H_2S + CO_2$) 70—80%-მდე აგვეყვავდა, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, გოგირდწყალბადის შთანთქმა ინტენსიურად მიმდინარეობდა. უნდა გავითვალისწინოთ ისიც, რომ კონცენტრირებული გაზიდან გოგირდწყალბადის შთანთქმისას მშთანთქმელი მასის ტემპერატურა ძლიერ მატულობს.

როგორც აღნიშნული იყო, მანგანუმის შლამი სულფიდიზაციის შემდეგ მუშავდება გოგირდმყავათი, რის შედეგად მიიღება მანგანუმის სულფატი და გოგირდწყალბადი. მანგანუმის სულფატი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა მიმართულებით.

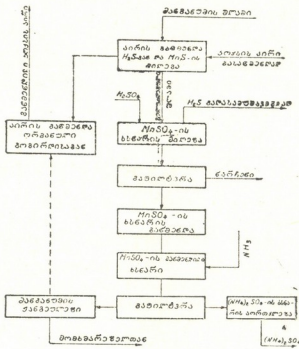
ჩვენ გათვალისწინებული გვაქვს მისი გადამუშავება ქვემოთ მოცემული სქემის (სურ. 2) მიხედვით, მაგრამ გამორიცხული არ არის ელექტროლიტური მანგანუმის ან მანგანუმის ორჟანგის მიღება.

როგორც სქემიდან ჩანს, შლამში შემავალი მანგანუმი ასრულებს რა გაზიდან გოგირდწყალბადის მშთანთქმელის როლს, გადადის ჟანგეული ნაერთიდან მანგანუმის სულფიდად, რომელიც, როგორც ცნობილია, კარგად იხსნება გოგირდმყავას ხსნარებში მანგანუმის სულფატის წარმოქმნით. მოცემული სქემის მიხედვით მანგანუმის სულფატის გადამუშავება კი იძლევა ძვირფას პროდუქტებს — ამონიუმის სულფატსა და მანგანუმის ჟანგებს.

მოყვანილი სქემის მიხედვით მანგანუმის ჟანგები ნაწილობრივ გამოიყენება კოქსის გაზის გასაწმენდად ორგანული გოგირდისაგან¹, ხოლო მისი დიდი ნაწილი ძირითად მომხმარებელთან იგზავნება.

¹ მანგანუმის სულფატზე ამიაკის ქმედებით მიღებულმა მანგანუმის ჟანგეულობმა გვიჩვენა 34—36% გოგირდტევადობა გაზის გოგირდნაწილობისაგან გაწმენდისას.

ამრიგად, მანგანუმის შლამების გამდიდრებისა და ძვირფასი პროდუქტების მიღების ჩვენ მიერ შემუშავებული წესი დაკავშირებულია ერთდროულად დოკ. ვ. ჩ ა გ უ ნ ა ვ ა ს მიერ რეკომენდებულ [20] კოქსის გაზის გაწმენდასთან.



ნახ. 2

ზუნებრივია, რომ აღნიშნული ორი პროცესის შეთავსება, რომელთაც ცალცალკე დამოუკიდებელი და ფრიად მნიშვნელოვანი სახალხომეურნეობრივი მნიშვნელობა აქვთ, ბიძგს მისცემს მანგანუმის წარმოების ნარჩენების გამოყენებას, ამჟამად კი ეს ნარჩენები დიდი რაოდენობით იკარგება.

ს. კირაღვის სახელობის
საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუყვია 19.11.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Обогащение марганцевых шламов. Грузинский филиал АН СССР. Тбилиси, 1940.
2. В. М. Какабадзе. Использование марганцевых шламов и бедных руд. ГПИ, 1941.
3. Ю. В. Клименко и А. П. Квасков. Химическое обогащение марганцевых руд. Metallurgizdat, 1943.
4. Д. И. Эристави. К вопросу изучения физико-химических свойств марганцевых руд Чиатура. Тбилиси, 1944.
5. Д. И. Эристави. Седиментометрический анализ марганцевого шлама. Труды Тбилисского химического Института, т. 5, 1942.
6. Д. И. Эристави. Исследование физических и химических свойств марганцевого шлама, уносимого рекой Квирила. ДАН СССР, т. 28, № 8, 1940.

7. Д. И. Эристави. Физико-химическое исследование свойств марганцевого шлама. Сообщения АН ГССР, т. III, № 5, 1942.
8. А. Г. Кобахидзе и Т. М. Амбокадзе. О химическом обогащении марганцевых шламов. Труды Тбилисского химического института Грузинского филиала АН СССР, т. I, 1935.
9. Р. И. Агладзе. Рациональный способ обработки марганцевых руд и шламов. Горный журнал, № 12, 1939.
10. Р. И. Агладзе. Получение металлического марганца гидromеталлургическим способом, «Техника», № 7—8—9, 1939.
11. А. В. Кирсанов и Ю. В. Клименко. Об извлечении марганца из руд химическими методами. ЖПХ, т. 8, № 7, 1935.
12. В. М. Какабадзе. Обработка марганцевых шламов и руд сернистым газом. ЖПХ, № 3, 1951.
13. В. М. Какабадзе. О производстве серноокислого марганца. Хим. Пром., № 6, 1953.
14. В. М. Какабадзе. К вопросу обработки марганцевых шламов и руд сернистым газом. Труды ГПИ, № 24, 1952.
15. В. М. Какабадзе. Обработка марганцевого шлама и руд сернистым газом. ЖПХ, т. 24, № 7, 1951.
16. Ю. В. Клименко и А. П. Квасков. Химическое обогащение бедных марганцевых руд и шламов. Новости техники, № 13—14, 1940.
17. К. А. Криворучко. Химические методы обогащения марганцевых руд и шламов. Горнообогатительный журнал, № 2, 1938.
18. К. Гольдберг. Способ получения сульфата марганца из пиролюзита. Промышленность органической химии, т. 4, № 21, 1937.
19. В. Т. Чагунава и Я. Г. Бучукури. Очистка полуюксовального газа от сероводорода марганцевым шламом. Аннот. докладов 14 науч. техн. конфер. ГПИ, 1952.
20. В. Т. Чагунава. Обессеривание газов марганцевыми массами. Автореферат, 1954.

ბიომიმიკა

თ. ცაცხლაძე, რ. ყივანი, ა. ლაშვი

 ყ-ბამოსხივებით გამოწვეული ღვინის ორბანოლემპტიკური და
 ბიომიმიკური ცვლილებები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. დურმიშიძემ 22.3.1956)

მალალი ხარისხის ყურძნის ღვინის მისაღებად საჭიროა, რომ იგი 3-4 წლის განმავლობაში ძველდებოდეს, დროგამოშვებით ხდებოდეს მისი გადაღება, გამოლექილი ნაწილების მოშორება და გაწმენდილი ღვინო დაბალ ტემპერატურაზე ინახებოდეს. დამწიფება-დაძველების პერიოდში იცვლება ღვინის ქიმიური შედგენილობა; მცირდება ალკოჰოლი, ცილოვანი ნივთიერებანი, საღებავი ნივთიერებანი, იყვანება ტანინი და ილექება ღვინის ქვა. იზრდება ეთერები, მქროლავი მჟავები, ალდეჰიდი, აცეტალი და სხვ. სიძველეში მყარდება თავისებური წონასწორობა ღვინის შემადგენელ ელემენტთა შორის, ყალიბდება და მტკიცდება ღვინის ბუკეტი და ღვინო მწიფდება მოსახმარად; ღვინო იქცევა მეტად ნახ და სასიამოვნო სასმელ პროდუქტად.

მკვლევრები შეეცადნენ ღვინის დაძველების პროცესების ახსნას და მის წარმართვას ადამიანის სასარგებლოდ.

პასტერი [13] ღვინის დაძველების პერიოდში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესებს ძირითადად დაქანვით ხასიათს მიაწერს. ბერტოლე [10] უარყოფს ქანგბადის დაღებით როლს ღვინის დაძველებასთან დაკავშირებით. ბახისა და ოპარინის შეხედულებით [14], დაქანვითი პროცესები ორ ეტაპად იყოფა: პირველ ეტაპზე მოლეკულური ქანგბადის აქტივაცია ხდება და არეში წარმოიშვება ორგანული ზეჟანგები. მეორე ეტაპზე ფერმენტი პეროქსიდაზას მოქმედებით იწყება ადვილად დასაქანგ ნივთიერებათა ნელი დაქანგვა. რიბერგაიონის თვალსაზრისით [14], ჰაერის ქანგბადი დაღებითად მოქმედებს მხოლოდ ღვინის დამწიფების პირველ ეტაპზე, შემდეგ კი ზედმეტი ქანგბადი იწვევს ღვინის გაქარვას და ბუკეტის გაუარესებას. მანსკაია [3] ღვინის დაძველებას დაქანვით პროცესად თვლის. მისი აზრით, პირველად მიმდინარეობს ფენოლებისა და საღებავი ნივთიერების ავტოქსიდაცია, ჰაერის ქანგბადის ხარჯზე წარმოიქმნება ზეჟანგები. მეორე ეტაპზე ზეჟანგი იწყებს სხვა ელემენტების დაქანვას პეროქსიდაზას ან ლითონური კატალიზატორების მოქმედების მეოხებით. ძველი, ხარისხოვანი ღვინის მისაღებად, მისი აზრით, საჭიკროა ღვინის დაი-

მატოს ფერმენტი პეროქსიდაზა. შ ლ ა კ ო ვ ა [7], ეყრდნობოდა რა იმ მოსაზრებას, რომ ღვინის დაძველებისას მთავარია დაქანგვითი პროცესების რეგულირება, ღვინოს ამუშავებდა ოზონითა და ულტრაიისფერი სხივებით.

დაქანგვით პროცესებს, როგორც ცნობილია, იწვევს აგრეთვე მაიონიზებელი გამოსხივებანი. ნ. ბ ა ხ მ ა და ი. ს ო რ ო კ ი ნ მ ა [2] უჩვენებს, რომ ეთილალკოჰოლი რენტგენის სხივების მოქმედებით იძლევა წყალს, ზეჟანგს, ალდეჰიდს და მეთავს. ბ ე ლ ა მ [11] რძის მეთავს ხსნარში გაატარა რენტგენის სხივები და ამ უქანასკნელმა გამოიწვია რძის მეთავს დაქანგვა პიროყურძნის მეთავამდე. ფ რ ი ს კ ე მ [12] უჩვენა, რომ რამდენიმე ორგანულ მეთავათა თანაყოფნისას თათოვეული მათგანისათვის დამახასიათებელი რადიაციული ეფექტი იცვლება; მაგალითად, ძმრის მეთავს ხსნარი იშლება რენტგენის სხივების განსაზღვრული დოზის ზეგავლენით, მაგრამ თუ ხსნარში შეეიტანთ ჭიანჭველის მეთავს მცირე რაოდენობას, ძმრის მეთავა იმავე დოზაზე აღარ დაიშლება. ფენოლის ჯგუფის ორგანული ნივთიერებებიდან გამოსხივების ზეგავლენით ზოგიერთ შემთხვევაში მიღებულ იქნა ჰიდროქინონი და პიროკატეხინი [5]. მაიონიზებელი გამოსხივების ზეგავლენით ორგანული საღებავები განიცდიან აღდგენას და ხსნარი უფერულდება. გაუფერულება ნელდება ან სრულიად წყდება, თუ არეში შეტანილ იქნება გლუკოზა, ქინონი, მალეინის, ქარვის ან ფუმარის მეთავები [8]. გამოსხივება იწვევს აგრეთვე ამინომეთავებისა და ცილების ბუნების საგრძნობ ცვლილებებს; ამინო და ნუკლეინის მეთავები გამოსხივების გავლენით დეზამინირდება [15]. მაიონიზებელი გამოსხივების გავლენით ვიტამინები იშლება, ხოლო ფერმენტები კარგავენ აქტივობას; ფრუქტოზის ხსნარი ზოგიერთი ფერმენტის მიერ აქტივობის დაკარგვას საგრძნობლად ასუსტებს [9].

ლიტერატურული მონაცემების შეჯამებას მივყავართ იმ დასკვნამდე, რომ ღვინის დაძველების პირველი ეტაპი ძირითადად დაქანგვითი ხასიათისაა და სხვადასხვა სიგრძის ტალღის გამოსხივებით მიღებული ქანგვითი მოქმედების მსგავსება ღვინის დაძველების პროცესში მიმდინარე ცვლილებებთან საინტერესოდ ხდის γ -გამოსხივებით გამოწვეული ღვინის ბიოქიმიური ცვლილებების შესწავლას [6].

ექსპერიმენტული ნაწილი

γ -გამოსხივების მოქმედების შესასწავლად ღვინის საცდელი ნიმუშები მოთავსდა ლიტრიან ბოთლებში, დაიხურა კორპის საცობით და დაესხა ლუქი. თითოველ ბოთლში დატოვებული იყო 10-12 მლ-ის მოცულობის საპაერო საკანი. გამოსხივების წყარო Co^{60} -ის პრეპარატი ოთახის ცენტრში იყო მოთავსებული, მის გარშემო იზოლოზების მიმართულებით თავსდებოდა დასამუშავებელი ნიმუშები.

Co^{60} -ის აქტივობა რადიუმის 55 გრამექვივალენტს შეადგენდა და დოზის სიმძლავრე წყაროდან 7 სმ მანძილზე აღწევდა 140 რეფს წუთში. ნიმუშების მიერ მიღებული დოზა იზომებოდა ქიმიური დოზიმეტრის მეთოდით: $0,8 \text{ N H}_2\text{SO}_4$ -ის ხსნარში ორვალენტოვანი რკინის სამვალენტოვანში გადაყენის

გზით. სამვალენტოვანი რკინის რაოდენობა ისაზღვრებოდა როდანიდული ნაერთის ფოტოკოლორიმეტრირებით. დოზიმეტრირებისათვის განკუთვნილი ხსნარი თავსდებოდა მილესილსაცობიან თხელკედლიან სინჯარაში. სინჯარა, ჭურჭლის კედლის მიერ შთანთქმული გამოსხივების გამორიცხვის მიზნით, თავსდებოდა მის ცენტრში და რამდენიმე წუთით შუქდებოდა. ამგვარად, ირკვეოდა დოზის სიმძლავრე და წარმოებდა, ნიმუშის მიერ გაშუქებისას მიღებული დოზის გადაანგარიშება. ოთახის ტემპერატურა, რომელშიც გაშუქება წარმოებდა, მერყუობდა 2-3⁰-ით და არ აღემატებოდა 16⁰-ს.

სპირტისა და მჟავიანობის ცვალეზადობის დასადგენად სუფრის მშრალ ღვინოებში γ-გამოსხივებით დამუშავებისას, აღებულ იქნა ერთწლიანი თეთრი ღვინო № 23-ს მასალა და კახური წესით დამზადებული საფერავი, რომლებიც გაშუქდა γ - სხივების სხვადასხვა დოზებით და გაშუქების შემდეგ მათში განასაზღვრა ალკოჰოლი, ტიტრული მჟავიანობა, მქროლავი მჟავები pH და EH. შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1
γ-გამოსხივებით დამუშავებულ ღვინოში ალკოჰოლისა და მჟავიანობის ცვლილება

№, წიგნი	ღ ვ ი ნ ო	დოზა (რეფი)	ალკოჰოლი %-ით	ტიტრული მჟავიანობა %-ით	მქროლავი მჟავები %-ით	pH	EH V-ით
	რქაწითელი (ვეროპული, № 23-ის მასალა)						
1	საკონტროლო	—	12,05	5,49	0,73	—	—
2	საცდელი	500	12,00	5,49	0,70	2,85	0,370
3	"	1260	12,00	5,49	0,75	2,67	0,378
4	"	3800	11,95	5,49	0,75	2,70	0,375
5	"	13600	11,95	5,49	0,75	2,60	0,381
6	"	68000	11,95	5,49	0,75	2,68	0,381
7	"	1130000	11,95	5,52	0,80	2,60	0,382
	საფერავი (კახური)						
8	საკონტროლო	—	11,15	6,24	1,67	4,04	0,351
9	საცდელი	500	11,10	6,24	1,63	4,00	0,351
10	"	1260	11,05	6,24	1,67	4,00	0,354
11	"	3800	11,05	6,24	1,67	3,98	0,353
12	"	13600	11,05	6,24	1,67	3,99	0,353
13	"	68000	11,05	6,24	1,67	3,94	0,355
14	"	1130000	11,00	6,24	1,70	3,93	0,358

როგორც ცხრილიდან ჩანს, სუფრის ღვინოებზე γ - სხივების მოქმედებით სპირტისა და მქროლავი მჟავების რაოდენობა და ტიტრული მჟავიანობა არსებით ცვლილებებს არ განიცდის. ოღნავ მცირდება pH და უმნიშვნელოდ იზრდება EH.

ცდების შემდეგი სერია ჩატარდა სხვადასხვა ხნოვანების სუფრის ღვინოზე. სხვადასხვა დოზით დამუშავებული ღვინო წარდგენილ იქნა დახურული წი-



სით დეგუსტაციაზე, ორგანოლექტიკური შეფასებისათვის და თითოეულ მათგანში განისაზღვრა აგრეთვე ეთერები, ალდეჰიდები, აცეტალეები, ტანინის საერთო რაოდენობა და ტანინში ფლოროგლუცინისა და პიროგალოლის რიცხვები. შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2
 Y-გამოსხივების გავლენა სუფრის ღვინოების შედგენილობასა და გემურ თვისებებზე

№ რიგზე	ღვინო	დოზა (რეფში)	შეფასება ბალეებით	ეთერები მგ/ლ მხარ-მეჯე ეთილის ეთერზე	ალდეჰიდი მგ/ლ	აცეტალე მგ/ლ	ტანინი %-ობით	ფლორო-გლუცინის რიცხვი	პიროგალოლის რიცხვი	ფერი %-ობით
1	ცოლიკოური 1952 წლის	საკონტ.	7.8	211	7.0	12.0	1.28	1.31	2.67	100
2	"	400000	7.6	264	7.0	24.0	1.23	1.21	2.51	63
3	"	600000	7.8	308	30.8	24.0	1.23	1.21	2.51	71
4	"	1000000	7.5	378	66.0	36.0	1.21	1.03	2.46	85
5	ცოლიკოური 1954 წლის	საკონტ.	7.2	246	13.2	12.0	1.02	3.07	2.47	100
6	"	200000	7.0	264	13.2	24.0	1.05	2.38	2.42	77
7	"	400000	7.4	300	30.8	12.0	1.05	2.07	2.27	85
8	"	600000	7.6	325	48.4	24.0	1.05	2.00	2.27	89
9	"	1000000	7.2	282	35.2	24.0	1.05	2.00	2.27	100

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ახალგაზრდა სუფრის ღვინის გემური თვისებები უმჯობესდება Y - სხივების ოპტიმალური დოზით (600.000 რეფი) დამუშავებით. ძველი ღვინის გემური თვისებები კი უარესდება, იშლება მისი ბუკეტი და ირღვევა ჰარმონია ბუკეტის შემადგენელ ნაწილთა შორის. გაშუქების მეოხებით იზრდება ეთერებისა და ალდეჰიდების რაოდენობა, აცეტალი კი იზრდება ან უცვლელი რჩება. ღვინის ოპტიმალური დოზით გაშუქებისას ტანინის საერთო რაოდენობა უცვლელი რჩება, მაგრამ ტანინში ეცემა ფლოროგლუცინისა და პიროგალოლის რიცხვი. თეთრი ღვინის ფერი საგრძნობლად მცირდება და ეს შემცირება დაბალ დოზებით გაშუქების დროს კიდევ უფრო მეტია, ვიდრე მაღალ დოზებზე.

შემდეგი ცდა ჩატარდა საფერავის ძველ ღვინოზე, რათა გაგვეჩვენა Y-გამოსხივების გავლენა ღვინის წითელ საღებავებზე. როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, მაიონიზებელი გამოსხივების მოქმედებით ღვინოში ენინისა და ენიდინის რაოდენობა საგრძნობლად მცირდება.

ცდების უკანასკნელ სერიაში კვლავ შევამოწმეთ Y - გამოსხივების გავლენა ღვინის გემურ თვისებებზე. გაშუქებული და გაუშუქებელი (საკონტროლო) ღვინის ნიმუშები წარდგინდნენ დახურული წესით სამტრესტის სადეგუსტაციო კომისიის სხდომაზე. შეფასების შედეგები მოცემულია მე-4 ცხრილში.

როგორც მოყვანილი ცხრილებიდან ჩანს, სუფრის ღვინის დამუშავების საუკეთესო დოზად თეთრი და წითელ ღვინოებისათვის 600.000 რეფი უნდა ჩაითვალოს.



ცხრილი 3

γ-გამოსხივების გავლენა საფერავის ძველ ღვინოზე

№№ რიგზე	ღ ვ ი ნ ა	დოზა (რეფი)	შეფასება ბალეებით	ეოფერები მგ/ლ მკარმევა ეთერზე	ალდეჰიდი მგ/ლ	აქეტალი მგ/ლ	ტანინი %ით	ფლოიფოლენცინის რიცევი	პიროგალილის რიცევი	ენიდინისა და ენიზის ჯამი მგ/ლ
1	საფერავი 1952 წლის	საკონტრ.	7,9	220	17,5	12,0	3,93	9,03	6,98	180
2	"	200.000	7,5	210	17,5	24,0	3,98	7,35	6,08	160
3	"	1.000000	7,2	345	44,0	12,0	3,89	6,33	4,94	82

ცხრილი 4

γ-გამოსხივების სხვადასხვა დოზის გავლენა ვერძული და კახური ღვინოების ორგანოლექტიურ თვისებებზე

№№ რიგზე	ღ ვ ი ნ ა	დოზა (რეფი)	შეფასება ბალეებით
1	ვერძული, ცოლიკოური, საკონტროლო	—	7,2
2	" " საცდელი	50.000	7,2
3	" " "	100.000	7,0
4	" " "	250.000	7,6
5	" " "	325.000	7,3
6	" " "	600.000	7,9
7	კახური, საფერავი, საკონტროლო	—	7,6
8	" " საცდელი	250.000	8,2
9	" " "	310.000	8,2
10	" " "	325.000	8,2
11	" " "	600.000	8,3

დ ა ს კ ე ნ ა

1. მშრალი სუფრის ღვინოების γ-გამოსხივებით დამუშავების ოპტიმალურ დოზად, ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდების პირობებში, მიღებულ უნდა იქნეს 600.000 რეფი.
 2. γ-გამოსხივებით დამუშავებული ახალი ღვინოების ორგანოლექტიური თვისებები საგრძნობლად უმჯობესდება, ძველი ღვინოების გემური თვისებები კი უარესდება.
 3. ღვინის γ-სხივებით გაშუქების გამო სპირტისა და მქროლაჟი მჟავების რაოდენობა და ტიტრული მჟავიანობა არსებით ცვლილებებს არ განიცდის, ოღნავ მცირდება pH და უმნიშვნელოდ იზრდება EH.
- შედარებით მნიშვნელოვანი ზრდა ემჩნევა ეთერებისა და ალდეჰიდების რაოდენობას, აცეტალი კი იმატებს ან იმავე რაოდენობით რჩება. ტანინის საერთო ჯამი დამუშავებულ ღვინოებში თითქმის უცვლელია, ხოლო მცირდება

ფლოროგლუცინისა და პიროვალლის რიცხვი ტანინში. წითელი საღებავი ნივთიერებანი ღვინოში მკვეთრად ეცემა გაშუქების დოზების ზრდასთან დაკავშირებით. თეთრი ღვინის ფერი ძლიერ ეცემა 200-400 ათასი რედზე გაშუქებით, უფრო მაღალ დოზაზე კი ფერის ინტენსივობა კვლავ იზრდება და საწყის მდგომარეობას უახლოვდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიკის ინსტიტუტი მცენარეთა დაცვის მეცნიერება-მედიცინის
 ინსტიტუტი ინსტიტუტი
 (რედაქციას მოუვიდა 22.3.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Н. Бах. Статьи по окислительным процессам. (Сб. избр. трудов А. Н. Баха, 1937).
2. Н. А. Бах и Ю. И. Сорокин. Окисление органических соединений молекулярным кислородом под действием ионизирующих излучений. III. окислительный радиолиз этилового спирта. Сборник работ по радиационной химии. М., 1955 г. стр. 163.
3. С. М. Манская. Ферментативные окислительные процессы и их значение в технологии вина. Биохимия виноделия. Сб. 1, 1947, стр. 9.
4. А. Г. Опарин. Изв. АН СССР, 535, 546, 1922.
5. М. А. Проскурнин, Е. В. Барелко и Л. В. Абрамова. К вопросу об окислении органических соединений. Сборник работ по радиационной химии. М., 1955, стр. 106.
6. Т. В. Цецхладзе, Р. Я. Кипиани. Действие гамма-излучения на виноградное вино и коньячный спирт. Сообщен. АН ГССР, № 4, 1956.
7. Н. П. Шлакова, Ускорение созревания вина при обработке его озоном и ультрафиолетовыми лучами. Биохимия виноделия, Сбор. 1, 1947 г., стр. 47.
8. Я. Л. Шехтман, А. А. Красновский и др. ДАН. 76, 767, 1950.
9. E. Barron, S. Duckman, S. Munt, T. Singer, J. Gen. Physiol., 32, 537-1949.
10. M. Berthelot. C. R. 57, 1863, 58, 1884.
11. Di Bella. Bull. soc. ital. biol. sper, 25, 9-10, 1268-1269, 1919.
12. H. Fricke, E. Hart, H. P. Sniith. J. chem. Phys. 6, 229, 1938.
13. L. Pasteur. Etudes sur le vin, 1866, Paris, 1873.
14. Ribereau-Gayon—I. Contribution a l'etude des oxydations et reductions dans les vins, Paris, 1933.
15. G. Scholes, G. Stein. J. weiss. Nature, 164, 709, 1949.

გეობრაზია

ლ. ვლადიმიროვი

ჩამონადენის კანონზომიერებანი მდინარე ალაზნის აუზში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ალ. ჯავახიშვილმა 15.1.1956)

ალაზანი და მისი შემდინარეები ეკუთვნიან შერეული საზრდოობის მქონე მდინარეთა ტიპს, ე. ი. ისეთი მდინარეებისას, რომლებიც იკვებებიან წვიმით, თოვლითა და მიწისქვეშა წყლებით.

აუზების ზემო ზონებში კვების ძირითად წყაროს ლანქერი წყლები წარმოადგენს, აუზების უფრო დაბალ ნაწილებში კი წვიმის წყლით კვება ჭარბობს.

მთავარი ქედიდან მომდინარე ალაზნის შემდინარეები საკვებს მთელ მანძილზე მიწისქვეშა წყლებიდან ლებულობენ, მაგრამ მდინარის შეჯამებულ კვებაში უფრო მნიშვნელოვანი წვლილი მიწისქვეშა წყლებს სათავეებში შეაქვთ.

ამ მდინარეების უმეტესობა სათავეს იღებს მძლავრ ქვაყრილებში, რომელთა ქვემოდან გამოედინებიან მრავალრიცხოვანი წყაროები და სწრაფად ქმნიან მდინარეს.

ზოგიერთი მდინარის სათავეში ჩამონადენის ფორმირებაში დიდ როლს ასრულებს კლდის ნაპრალებიდან გამონადენი წყაროები, რასაც ხელს უწყობს თიხაფაქლების ძლიერი დაშლილობა.

ალაზანი შუა წელში საკვებს იღებს ალუვიური მიწისქვეშა წყლებიდან, რომლებიც გამოედინებიან მარცხენა და მარჯვენა სანაპიროების შემდინარეების ნარეის მძლავრი კონუსებიდან და მარცხენა ნაპირის კარსტული წყლებიდან.

კავკასიონის აღმოსავლეთი ნაწილის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების სხვადასხვაობის გამო საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენი დიდ ფარგლებში ცვალებადობს.

თუ გამოვრიცხავთ ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებებით გამოწვეულ ცალკეულ გადახრებს, მაშინ შესაძლებელი იქნება შევნიშნოთ ჩამონადენის გეოგრაფიული განაწილების შემდეგი კანონზომიერება:

მთავარი ქედის სამხრეთი ფერდობი, ჩრდილოეთ ფერდობთან შედარებით, მნიშვნელოვანი წყლიანობით ხასიათდება.

სურამის ქედიდან ალაზნის ზემო წელამდე, დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ წყლიანობის მომატებაა შემჩნეული. ასე, მაგალითად, მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობის გასწვრივ 2200 მ-ის საშუალო სიმაღლის მქონე აუზებში ჩამონადენის საშუალო მოდული დიდდება 30 ლ/სეკ-დან (დიდი ლიახვის აუზში) 50—55 ლ/სეკ-მდე (ალაზნის სათავეთა აუზში).

სურ. 1-ზე მრუდი I ეკუთვნის თვით ალაზანს და მის მარცხენა შემდინარეებს, მრუდი II—იორსა და ალაზნის მარჯვენა შემდინარეებს, რომლებიც



ჩამოედინებიან გომბორის ქედის ჩრდილო ფერდობიდან, მრუდი III—ქსნისა და არავის აუზს. თუ აღვნიშნავთ ამავე სურათზე მდ. ლიხვის აუზის მრუდს, მაშინ იგი მოექცევა III მრუდის ზევით (მარცხნივ); მათ პირისპირ მდებარე თერგის (VI) და თუშეთის ალაზნის (V) აუზების მრუდები უფრო მაღლა გაივლიან.

კახეთის ფარგლებში, მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობზე, აღმოსავლეთის მიმართულებით ნალექების რაოდენობა მატულობს; ასეთ მატებას ადგილი აქვს უპირატესად აუზების დაბალ ზონებში, შუა და ზემო ზონებში კი ნალექების რაოდენობა ძლიერ თანაბრდება, ამიტომ მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობის განხილული ნაწილის ერთი სიმალლითი ზონის ფარგლებში ალაზნის სათავეებიდან ლავოდენამდე არ შეიმჩნევა რაიმე არსებითი განსხვავება ჩამონადენის სიდიდეში.

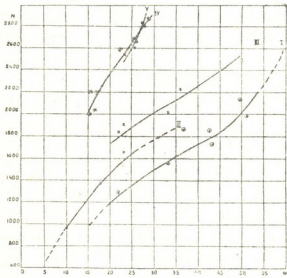
ალაზნის აუზის ფარგლების დაბალ ზონებში მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობზე მრავალწლიური საშუალო ჩამონადენი, როგორც ჩანს, არ აღემატება 10 ლ(სექ) კმ²-ს; იზრდება რა სიმალლესთან ერთად, ჩამონადენის მოდული მაღალმთიან ზონებში 60 ლ(სექ) კმ²-ს აღწევს.

გაცილებით უფრო დაბალი, თბილი და მშრალი გომბორის ქედის ჩრდილო ფერდობი მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობთან შედარებით ჩამონადენის სიმცირით ხასიათდება.

გომბორის ქედის დაბალ ზონებში ჩამონადენის მოდული 5 ლ (სექ) კმ²-ია, ხოლო უფრო მაღალ ნაწილებში, როგორც ჩანს, 25—30 ლ(სექ) კმ²-ს. არ აღემატება.

გომბორის ქედის ჩრდილო ფერდობიდან ჩამომავალ მდინარეთა ჩამონადენის შესახებ მონაცემები მეტისმეტად ცოტაა იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს მსჯელობა ქედის გასწვრივ ჩამონადენის ცვალებადობაზე. თუ ვიმსჯელებთ ნალექების განაწილების ხასიათის მიხედვით, აღმოსავლეთის მიმართულებით დაბალ ზონებში ადგილი უნდა ჰქონდეს ჩამონადენის შემცირებას, ხოლო ქედის ზედა ზონებში მისი სხვაობა გარკვეულად მცირდება.

თვით ალაზნის ვაკის ფარგლებში ზედაპირული ჩამონადენი (უკალაპოტო) თითქმის არ არსებობს, რადგან აქ მოსული ნალექები მთლიანად იხარჯება ალუვიონში ჩაქონვასა და აორთქლებაზე. ჩანაქონი ნალექები, ისევე როგორც შემდინარეთა წყლები, ავსებენ ალაზნის ვაკის არტეზიული წყლების მარაგს.



სურ. 1. ჩამონადენის საშუალო მოდულის აუზის საშუალო სიმალლისაგან დამოკიდებულების გრაფიკი

საინტერესოა დაეუბიროსპიროთ ალაზნის აუზში ჩამონადენის ზემოთ აღწერილი გეოგრაფიული განაწილება ბ. ზაიკოვის საშუალო ჩამონადენის რუკას [2] და ავტორის რუკას [1].

ბ. ზაიკოვის საშუალო ჩამონადენის რუკაზე მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობზე ალაზნის აუზის ფარგლებში ჩამონადენი საგრძნობლად შემცირებულია: ჩამონადენის ყველაზე დიდი მოდული ზემო ზონაში 25 ლ/სეკ-ია ნაცვლად 60 ლ/სეკ.-ისა. ზაიკოვის რუკა გომბორის ქედისათვის იძლევა ძლიერ დაპატარავებულ სიდიდეს: 5 ლ/სეკ-ს ქედის მაღალ ზონებში, ნაცვლად 25--30 ლ/სეკ.-ისა.

ავტორის ჩამონადენის რუკაზე მთავარი ქედის სამხრეთი ფერდობის ჩამონადენი ალაზნის აუზის ფარგლებში შედარებით ნაკლებად, მაგრამ მაინცაა შემცირებული (30—40 ლ/სეკ. ნაცვლად 50—60 ლ/სეკ.-ისა), გომბორის ქედისათვის კი მოცემულია აგრეთვე რამდენადმე დაპატარავებული მოდული 15—20 ლ/სეკ. ნაცვლად 25—30 ლ (სეკ) კმ².

ალაზნის ვაკის ფარგლებში ჩამონადენის სიდიდე უფრო მართებულია ნულის ტოლად ვივარაუდოთ, რადგან ალაზნის მარჯვენა და მარცხენა შენაკადების ინტენსიური აკუმულაციური მოქმედების შედეგად ვაკე დაფარულია თანადროული ნალექების სქელი ფენებით, რომლებიც აქ ატმოსფერული ნალექების ინტენსიურ ჩაქონვას ახდენენ. ამიტომ ავტორის მიერ შედგენილ საქართველოს საშუალო ჩამონადენის რუკაზე ალაზნის ვაკის ჩამონადენის მოდული გადიდებულია.

ნალექების სიმცირისა და საგრძნობი აორთქლების შედეგად ალაზნის აუზის მარჯვენა სანაპიროს ნაწილი წითელ წყაროს აღმოსავლეთით პრაქტიკულად უჩამონადენოა, რასაც ხელს უწყობენ კლიმატური პირობები (მაღალი ტემპერატურა, ტენიანობის დიდი დეფიციტი და ძლიერი ქარები) და ბრტყელი რელიეფი. მხოლოდ იორ-ალაზნის შუამდინარეთის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ბოლოში, სადაც რელიეფს უფრო დანაწევრებული ხასიათი აქვს, ალაზნის ერთ-ვის მცირე მდინარე, რომელიც წყაროებით იკვებება. მისი წყლები ჩვეულებრივ ალაზნამდე მიუღწევლად ქრებიან ხოლმე ნალექთა ფენებში. მხოლოდ თავსხმა წვიმით გამოწვეული წყალდიდობის დროს მდინარე აღწევს ალაზანს.

ჩამონადენი საქართველოს ფარგლებში მდებარე ალაზნის აუზის ნაწილიდან (ივრის გარეშე), თუ მხედველობაში მივიღებთ მორწყვაზე ნახარჯ წყალს, 2500 მილ. მ² შეადგენს, ხოლო ალაზნის მთელი აუზიდან ივრის შესართავამდე სარწყავი წყლის გათვალისწინებით წლიური ჩამონადენი დაახლოებით 3500 მილ. მ² შეადგენს.

ალაზნის აუზში წლიური ჩამონადენის ცვალებადობაზე მსჯელობისათვის გამოყენებულია ალაზნისა და მისი შემდინარეების, აგრეთვე გარემომცველი აუზების მონაცემები.

სურ. 2-ზე გამოსახული კავშირის გრაფიკი აგებულია ცხრა აუზის მონაცემის მიხედვით და მოიცავს მთავარი ქედის მთელ სამხრეთ ფერდობს აღმოსავლეთ საქართველოს ფარგლებში და მთავარი ქედის ჩრდილო ფერდობზე საპირისპიროდ მდებარე აუზების ნაწილს.

ყურადღებას იპყრობს ვრცელი მთიანი რაიონისათვის დადგენილი კავშირის გარკვეულობა.

ალაზნის შემდინარეთა ყველაზე მაღალმთიან აუზებში წლიური ჩამონადენის ვარიაციის კოეფიციენტი დაახლოებით 0,12 ს შეადგენს, დაბლობ ადგილებში კი 0,30—40-მდე დიდდება.

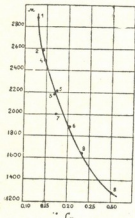
ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება ალაზნის აუზში შემდეგია:

ზამთრის პერიოდში ატმოსფერული ნალექები ალაზნის აუზის მთიან ნაწილებში გროვდება; თოვლის განსაკუთრებით დიდი მარაგი გროვდება მაღალმთიან ზონაში. ამ დროს მდინარეები ლეხულობენ საკვებს მხოლოდ და მხოლოდ მიწისქვეშა წყლებით და მდგრადი დებიტით ხასიათდებიან, ხოლო ზამთრის ხანმოკლე ათბობანი იწვევენ ხარჯების მცირედ გადიდებას.

ზამთრის თვეებში მდინარე ალაზნის თვიური ჩამონადენი შეადგენს ჩამონადენის წლიური სიდიდის 4,3%-ს, ხოლო ზამთრის ჩამონადენი 11%-ს.

წყალდიდობის დასაწყისში ხარჯების გადიდების ხასიათი დამოკიდებულია თოვლის დნობის პროცესის ინტენსიულობაზე.

წყალდიდობის ნაკვიანევი დადგომა ჩვეულებრივად ენერგიული აღმავლობით ხასიათდება მკვეთრ ათბობასთან და წვიმიანი ნალექების სიუხვესთან დაკავშირებით. დონის ასეთ აწვევისას ზოგიერთ წელს ხარჯი მცირე დროის განმავლობაში წლიურ მაქსიმუმს აღწევს.



სურ. 2. საშუალო წლიური ხარჯების ვარიაციის კოეფიციენტსა და აუზის საშუალო სიმაღლის შორის კავშირის გრაფიკი

ალაზნის თვიური ჩამონადენის მაქსიმუმი უფრო ხშირად მაისზე მოდის, იშვიათად კი ივნისზე.

აპრილის ჩამონადენი უმთავრესად თოვლური წარმოშობისაა, ნაადრევ და თბილგაზაფხულიან წელიწადებში არა მარტო აპრილში, არამედ მარტშიც წვიმის წყლები უკვე დიდ მონაწილეობას იღებენ მდინარეთა ჩამონადენის ფორმირებაში. მაისის ჩამონადენში ქარბობენ წვიმის წყლები, ივნისში ისინი საგრძნობლად ქარბობენ, ხოლო ივლისის ჩამონადენი მხოლოდ წვიმითა და ნიადაგის წყლებით საზრდოობს; ამ დროისათვის მიწისქვეშა წყლებით მდინარის კვება უფრო მნიშვნელოვანი ხდება.

სახაფხულო სეზონში მდინარე ალაზნის ჩამონადენი შეადგენს: სათავეებში—32,8%-ს წლიური სიდიდიდან, შუა წელში—34,8%-ს, ქვემო წელში—34,2% წლიური სიდიდიდან.

დინების გასწვრივ გაზაფხულის ჩამონადენის ფარდობითი მნიშვნელობის გადიდება სრულიად კანონზომიერი მოვლენაა.

ალაზანზე წყალდიდობა მიმდინარეობს მშფოთვარედ, მკვეთრი ანაშვრებით თოვლის დნობის გამოწვეული დონის აწვევის ფონზე.

უხვი ნალექები და საშუალო მთიან ზონაში კარგად განვითარებული ტყის საბურველი აქიანურებენ დონის დაწვევას.

ხშირად წყალდიდობას მოჰყვება დონის საკმაოდ მძაფრი და ღრმა დავარდნა, რასაც მოსდევს წვიმებით გამოწვეული წყალმეტობა.

ზაფხულ-შემოდგომის წყალმცირობა მდგრადია, მაგრამ ხანდახან ადგილი აქვს ხანმოკლე წვიმებით გამოწვეულ წყალმეტობას.

მდ. ალაზნის ჩამონადენი ზაფხულის განმავლობაში სათავეში შეადგენს წლიური ოდენობის 34,5%-ს, შუა დინებაში—32,7%, ქვემო დინებაში—28,8%-ს.

ზაფხულის ჩამონადენის შეფარდებითი სიდიდის შემცირება დინების დაყოლებით ისევე კანონზომიერია, როგორც იმავე მიმართულებით გაზაფხულის ჩამონადენის ზრდა.

შემოდგომის მეორე ნახევარში ალაზნის წყლიანობა რამდენადმე დიდდება შემოდგომის ჩვეულებრივად ხანმოკლე წვიმიან წყალმეტობებთან დაკავშირებით. ცალკეულ წლებში შემოდგომის წვიმები ისეთ ძლიერსა და ხანგრძლივ მოვარდნებს იწვევენ, რომ ოქტომბრის თვის ჩამონადენი ყველაზე წყალუხვი თვის წყალდიდობას აღემატება.

მდინარე ალაზნის საშემოდგომო ჩამონადენი წლიური ჩამონადენის 21%-ს შეადგენს. შემოდგომის ჩამონადენის ხვედრი მდინარის გასწვრივ თითქმის ერთი და იგივე რჩება; ეს ნაწილობრივ იმით აიხსნება, რომ შემოდგომის დასაწყისში მაღალი ზონების თოვლი ჯერ კიდევ ასაზრდოებს მდინარეს; შემოდგომის მეორე ნახევარში წვიმები აღიღებენ ჩამონადენს მხოლოდ ქვედა ზონებში, ხოლო ზედა ზონებში ნალექების ნაწილი ამ დროს უკვე თოვლის სახით მოდის, მაგრამ ალაზნის გასწვრივ შემოდგომის ჩამონადენის ხვედრის თანასწორობის მთავარ მიზეზად ის ითვლება, რომ წყალმეტობისას პატარა აუზებიდან ჩამონადენის წყლები ნაპირებზე გადმოდიან, იჭონებიან ნარიყებში და ალაზნამდე ვერ აღწევენ. ეს ეხება გომპორის ქედიდან ჩამომავალ მდინარეებს და ნაწილობრივ მარცხენა პატარა შემდინარეებსაც. მაშასადამე, შემოდგომის წყალმეტობის დროს ალაზნის მდინარეში მხოლოდ მნიშვნელოვან მთის ნაკადების წყლები შემოდინდებიან, ამიტომ ალაზნის შუა წელში შემოდგომის ჩამონადენის ხვედრი რამდენადმე შემცირებულია.

ალაზნის აუზის მდინარეებზე შიდაწლიური ჩამონადენის განაწილება დამოკიდებულია აუზების სიმაღლის მდგომარეობაზე.

მაღალ აუზებში წყალდიდობა გვიან იწყება და გვიანვე თავდება, ზაფხულის წყალმცირობა აქ არ არის გამოსახული, დაბალ აუზებში კი, პირუკუ, იგი ნათლადაა გამოსახული. შემოდგომის წვიმები საშუალო მთიანსა და დაბალ მცირე აუზებში და თვით ალაზანზე იწვევენ ჩამონადენის საგრძნობ გადიდებას, რაც თითქმის არ ემჩნევა მაღალი მცირე აუზების სამდინარო ჩამონადენს.

ალაზნის მარცხენა შემდინარეთა აუზებში ჩამონადენის განაწილება სეზონების მიხედვით, დამოკიდებული მათს სიმაღლეზე, შემდეგია:

მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობის უფრო მაღალ აუზებში სიმაღლის გადიდებასთან ერთად გრძელდება ზამთრის და განსაკუთრებით გაზაფხულის ჩამონადენის ფარდობითი მნიშვნელობის შემცირება და ზაფხულის ჩამონადენის გადიდება; 1500 მეტრზე ნაკლები საშუალო სიმაღლის მქონე აუზებში კი პირიქით მცირდება ზაფხულის ჩამონადენი.

ცხრილი 1

ალაზნის მარცხენა შემდინარეთა აუზებში ჩამონადენის სეზონური პროცენტული განაწილება

აუზის საშუალო სიმაღლე, მ.	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა
2000	11,6	32,8	34,5	21,1
1900	11,7	34,4	32,6	21,3
1800	11,7	35,8	30,7	21,8
1700	11,7	37,2	29,0	22,2
1609	11,8	38,0	27,4	22,7
1500	11,9	38,8	29,2	23,2

სიმაღლის მიხედვით ჩამონადენის ამგვარი განაწილება აიხსნება არა მარტო ტემპერატურული რეჟიმით, არამედ იმითაც, რომ დაბალ ზონებში ნალექების მაქსიმუმი მაისზე მოდის, მაღალ ზონებში კი ზაფხულზე გადადის.

გომბორის ქედის ჩრდილო ფერდობიდან ჩამომავალ ალაზნის შემდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების შესახებ მონაცემები არ მოიპოვება; მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობთან შედარებით კლიმატური პირობების მიხედვით გომბორის ქედი უფრო თბილი და გვალვიანია, ამიტომაც ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების მხრივ გომბორის სიმაღლითი ზონები ზემოთკენაა გადაადგილებული, ე. ი. მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობზე მდებარე 1500 მეტრის სიმაღლის აუზისათვის დამახასიათებელი ჩამონადენის განაწილება წელაწადში, გომბორის ქედის ჩრდილო ფერდობზე მდებარე დაახლოებით 1700—1800 მეტრის საშუალო სიმაღლის აუზისათვისაა დამახასიათებელი. ამ სრულ შესაბამისობას აქ ადგილი არა აქვს, რადგან ორივე ქედზე ნალექთა ცვალებადობის ხასიათი სიმაღლესთან ერთად სხვადასხვაა.

ალაზნის აუზს ემჩნევა მინიმალური ჩამონადენის გეოგრაფიული განაწილების თავისებურება, რაც შეპირობებულია მდინარეების მიწისქვეშა წყლებით, კვების ხასიათით.

იმ შემთხვევებში, როდესაც მდინარეების საზრდოობა მიწისქვეშა წყლებით დინების გასწვრივ არ ცვალებადობს, ან კიდევ მატულობს დინების დაყოფებით და კლიმატური პირობები მკვეთრად იცვლება სიმაღლესთან ერთად, ადგილი აქვს მინიმალური ჩამონადენის ვერტიკალურ ზონალობას. იგი გამოიხატება იმაში, რომ მინიმალურსა და საშუალო ჩამონადენთა შორის ერთნიშნაანი კავშირი შეიმჩნევა მხოლოდ ერთი სიმაღლითი ზონის ფარგლებში.

მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობზე განსახილველ ფარგლებში შესამჩნევია კავშირი მინიმალურ საშუალო თვიურ (ზაფხულისა და ზამთრის) და საშუალო წლიურ ხარჯებს შორის—ერთნიშნაანი ყველა სიმაღლითი ზონისათვის.

ეს აიხსნება იმით, რომ მიწისქვეშა წყლების შედარებითი სიუხვე აუზების ზედა ნაწილებში სპობს განსხვავებას ვერტიკალურ ზონებს შორის მინი-

მალური ჩამონადენის ჩამოყალიბების მხრივ, რაც შეპირობებულია სიმაღლესთან ერთად ჰაერის ტემპერატურის, მცენარეული და ნიადაგსაბურველის ცვალებადობით.

ავტორის შრომებში საქართველოს მდინარეთა მინიმალური ჩამონადენის შესახებ დადგენილია, რომ წინათ არსებული წარმოდგენა მიწისქვეშა წყლებით მდინარეთა სუსტი კვების შესახებ (მთავარი ქედის მაღალმთიან ზონაზე) არაა სწორი.

2000 მეტრამდე საშუალო სიმაღლის მქონე აუზებში მინიმალური მოდულები შეადგენენ—20 ლ (სექ) კმ²-ზე მეტს, ზაფხულისა კი—25 ლ (სექ) კმ²-ზე მეტს.

საშუალომთიან აუზებში ზამთრისა და ზაფხულის ჩამონადენის მინიმალური მოდულების სიდიდეები ნაკლებად განსხვავდებიან, ყველაზე დაბალ ზონებში კი ზაფხულის მინიმუმები, როგორც ჩანს, ზამთრისაზე დაბალია.

ზამთრის მინიმუმების დაწყება შეპირობებულია ზაფხულის მეორე ნახევარში ხანგრძლივი გვალვიანი პერიოდით.

გომბორის ჩრდილო ფერდობის მდინარეთა ჩამონადენის მინიმალური მოდული არაა შესწავლილი. ამ მდინარეთა დაშრობა ვაკეზე გასვლამდე მდინარეული წყლის კალაპოტქვეშა ნაკადად გადაქცევით აიხსნება.

დადგენილ დამოკიდებულებათა საფუძველზე შეიძლება დაახლოებით მივიღოთ, რომ გომბორის ქედის ჩრდილო ფერდობის მაღალ ზონებში ჩამონადენის საზამთრო მინიმალური მოდული არ აღემატება 5 ლ (სექ.) კმ²-ს, საგაზაფხულო მინიმუმი კი შეადგენს არა უმეტეს 7 ლ (სექ) კმ²-ს.

თვით ალაზნის ვაკის ფარგლებში ჩამონადენის მინიმალური მოდული ნულის ტოლია, რადგან აქ ჩამოსული ნალექი შთაინთქმება ალუვიური ნარჩის სქელი ფენებით.

ხარჯის მდგრადი რეჟიმის გამო ალაზნის აუზში ზამთრის პერიოდში შესამჩნევია გარკვეული კავშირი საზამთრო მინიმალურ და საშუალო თვიურ ხარჯებს შორის.

ანალოგიურ კავშირს აქვს ადგილი ზაფხულის საშუალო თვიურ მინიმალურ და ზაფხულის მინიმალურ ხარჯებს შორის, რომლებიც დაკავშირებულია ალაზნის აუზში საზაფხულო მდგრადი წყალმცირობის პერიოდთან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 7.2.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ლ. ვლადიმეროვი. საქართველოს მდინარეების ჩამონადენთა რეჟიმი. ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები. ტ. III, ნაკვ. 2, 1948.
2. Б. Д. Зайков. Средний сток и его распределение в году на территории кавказа, Труды НИУ ГМС, сер. IV, вып. 40, 1946.



3. შაიშვალაშვილი

დამრეცი ბარსების ანბარიში ზოლების მეთოდით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზაერეევმა 3.2.1956)

§ 1. თუ თხელი საკმოდ დამრეცი გარსების ტექნიკური თეორიის [1] დიფერენციალურ გამოსახულებებში α -თი კერძო წარმოებულებს შევცვლით მათი მიახლოებითი მნიშვნელობებით (ცენტრალური გაყოფილი სხვაობებით) შივილებთ დიფერენციალურსხვაობებიან გამოსახულებებს [2].

წარმოვადგინოთ საძიებელი ფუნქციები φ_i და W_i , აგრეთვე დატვირთვა P_i მშკრივების სახით:

$$\varphi_i = \sum_n A_{in} \varphi_{in}, \quad W_i = \sum_n B_{in} W_{in}, \quad P_i = \sum_n C_{in} W_{in}^*$$

სადაც φ_{in} და W_{in} არის კოჰოვანი ფუნდამენტალური ფუნქციების კომბინაციები. W_{in}^* არის ან φ_{in} ან W_{in} , იმისდამხედვით, რა უფრო ხელსაყრელია კონკრეტული სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნისას. φ_{in} და W_{in} ფუნქციები ისე უნდა იქნეს არჩეული, რომ ისინი აკმაყოფილებდნენ ზოლების ბოლოებზე სასაზღვრო პირობებს.

გარსების ტექნიკური თეორიის დიფერენციალურსხვაობებიანი განტოლებები ვარიაციულ ფორმაში შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$\int_0^{h_0} \left[A_{in} L_1 \varphi_{in} + L_2 (A_{i+1, n} \varphi_{i+1, n} + A_{i-1, n} \varphi_{i-1, n}) + \frac{1}{h^4} (A_{i+2, n} \varphi_{i+2, n} + A_{i-2, n} \varphi_{i-2, n}) - E\delta (B_{in} L_3 W_{in} + B_{i+1, n} L_4 W_{i+1, n} + B_{i-1, n} L_5 W_{i-1, n}) \right] W_{in}^* d\beta = 0,$$

$$\int_0^{h_0} \left\{ A_{in} L_3 \varphi_{in} + A_{i+1, n} L_4 \varphi_{i+1, n} + A_{i-1, n} L_5 \varphi_{i-1, n} + D \left[B_{in} L_1 W_{in} + L_2 (B_{i+1, n} W_{i+1, n} + B_{i-1, n} W_{i-1, n}) + \frac{1}{h^4} (B_{i+2, n} W_{i+2, n} + B_{i-2, n} W_{i-2, n}) \right] - C_{in} W_{in}^* \right\} W_{in}^* d\beta = 0.$$

ამ განტოლებებში

$$L_1 = \frac{d^4}{d\beta^4} - \frac{4}{h^2} \frac{d^2}{d\beta^2} + \frac{6}{h^4}, \quad L_2 = \frac{2}{h^2} \frac{d^2}{d\beta^2} - \frac{4}{h^4},$$

$$L_3 = k_{ai} \frac{d^2}{d\beta^2} + \frac{dk_{ai}}{d\beta} \frac{d}{d\beta} - \frac{2}{h^2} k_{\beta i},$$

$$L_4 = \frac{k_{\beta i}}{h^2} + \frac{1}{2h} \frac{dk_{\beta i}}{d\alpha}, \quad L_5 = \frac{k_{\beta i}}{h^2} - \frac{1}{2h} \frac{dk_{\beta i}}{d\alpha},$$

h -ინტეგრირების რეგულარული ბიჯი, ანუ ზოლის სიგანე, i — ზოლის ან მისი შესაბამისი დრეკადი წირის ნომერი. ეს სისტემა შედგენილი უნდა იქნეს გვერდით ზოლებზე სასაზღვრო პირობების გათვალისწინებით. ამრიგად, წინასწარ არჩეული ფუნქციების უბრალო ინტეგრირებით მივიღებთ ზოვად შემთხვევაში $2s$ წრფივი ალგებრული განტოლების სისტემას A_{in} და B_{in} ($i = 1, 2, \dots, s$) კოეფიციენტების მიმართ, რომლის ამოხსნითაც საბოლოოდ განისაზღვრება საძიებელი ფუნქციები φ_i და W_i .

§ 2. ახლა განვიხილოთ სასაზღვრო პირობები.

I. სასაზღვრო პირობები ზოლების ბოლოებზე ჩანადუნის მიმართ

1) ორივე მოპირდაპირე გვერდი თავისუფლადაა დაყრდნობილი.

$$W = M\beta = 0, \text{ ამიტომ } W = \sum_{n=1}^{\infty} B_{in} \sin \frac{n\pi\beta}{\beta_0}, \quad (n = 1, 2, \dots, \infty);$$

2) ორივე მოპირდაპირე გვერდი ხისტადაა ჩამაგრებული.

$$W = \frac{\partial W}{\partial \beta} = 0, \text{ ამიტომ}$$

$$W_i = \sum_{n=0}^{\infty} B_{in} \left[\sin \frac{m\beta}{\beta_0} - sh \frac{m\beta}{\beta_0} - \mu \left(\cos \frac{m\beta}{\beta_0} - ch \frac{m\beta}{\beta_0} \right) \right],$$

სადაც

$$\mu = \frac{\sin m - sh m}{\cos m - ch m}.$$

m პარამეტრის მნიშვნელობა განისაზღვრება განტოლებიდან $\cos mch m = 1$, რომლის ფესვებიც m_n ($n = 0, 1, 2, \dots, \infty$) იქნება: $0; 4,73; 7,853; 10,996; \dots; \frac{2n+1}{2} \pi$;

3) ერთი გვერდი თავისუფლადაა დამაგრებული, მეორე კი ჩამაგრებულია. $W = M\beta = 0$, როცა $\beta = 0$ და $W = \frac{\partial W}{\partial \beta} = 0$, როცა $\beta = \beta_0$;

ამიტომ

$$W_i = \sum_{n=1}^{\infty} B_{in} \left(\sin \frac{m\beta}{\beta_0} + \mu sh \frac{m\beta}{\beta_0} \right), \text{ სადაც } \mu = - \frac{\sin m}{sh m}.$$

m განისაზღვრება განტოლებიდან $\operatorname{tg} m = \operatorname{th} m$, რომლის ფესვებიც m_n ($n = 1, 2, \dots, \infty$) იქნება:

$$3,927; 7,068; \dots; \frac{4n+1}{4} \pi;$$

4) ორივე გვერდი განიხილება როგორც გარსის სიმეტრიული დეფორმაციის სიმეტრიის სიბრტყეები.

$$\frac{\partial W}{\partial \beta} = N_{\beta} = 0, \text{ ამიტომ } W_i = \sum_{n=1}^{\infty} B_{in} \cos \frac{n\pi\beta}{\beta_0}, \quad (n = 1, 2, \dots, \infty);$$

5) ერთი გვერდი თავისუფლადა დაყრდნობილი, მეორე კი განიხილება როგორც სიმეტრიის სიბრტყე.

$$W = M_{\beta} = 0, \text{ როცა } \beta = 0 \text{ და } \frac{\partial W}{\partial \beta} = N_{\beta} = 0, \text{ როცა } \beta = \beta_0,$$

ამიტომ

$$W_i = \sum_{n=1}^{\infty} B_{in} \sin \frac{n\pi\beta}{2\beta_0}, \quad (n = 1, 3, 5, \dots, \infty);$$

6) ერთი გვერდი ჩამაგრებულია, მეორე კი განიხილება როგორც სიმეტრიის სიბრტყე.

$$W = \frac{\partial W}{\partial \beta} = 0, \text{ როცა } \beta = 0 \text{ და } \frac{\partial W}{\partial \beta} = N_{\beta} = 0, \text{ როცა } \beta = \beta_0,$$

$$W_i = \sum_{n=1}^{\infty} B_{in} \left[\sin \frac{m\beta}{\beta_0} - \text{sh} \frac{m\beta}{\beta_0} + \mu \left(\cos \frac{m\beta}{\beta_0} - \text{ch} \frac{m\beta}{\beta_0} \right) \right],$$

$$\mu = \frac{\cos m - \text{ch} m}{\sin m + \text{sh} m}.$$

m პარამეტრის მნიშვნელობა განისაზღვრება განტოლებიდან: $\text{th} m = -\text{tg} m$.

II. სასაზღვრო პირობები ძაბვათა ფუნქციის მიმართ

ზოლების ბოლოებზე

1) ორივე გვერდი ნაწილობრივადა ჩამაგრებული. $u = T_{\beta} = 0$, ამიტომ

$$\varphi_i = \sum_{n=1}^{\infty} A_{in} \sin \frac{n\pi\beta}{\beta_0}, \quad (n = 1, 2, \dots, \infty);$$

2) ორივე გვერდი მთლიანადა ჩამაგრებული (იგულისხმება, რომ $\nu = 0$).
 $u \approx v \approx 0$, ამიტომ

$$\varphi_i = \sum_{n=0}^{\infty} A_{in} \left[\sin \frac{m\beta}{\beta_0} + \text{sh} \frac{m\beta}{\beta_0} - \mu \left(\cos \frac{m\beta}{\beta_0} + \text{ch} \frac{m\beta}{\beta_0} \right) \right],$$

$$\mu = \frac{\sin m - \text{sh} m}{\cos m - \text{ch} m}.$$

m პარამეტრის მნიშვნელობა განისაზღვრება განტოლებიდან $\cos m \text{ ch} m = 1$;

3) ორივე გვერდი თავისუფლადა დაყრდნობილი ან დაკიდებულია.
 $T_{\beta} = S = 0$, ამიტომ

$$\varphi_i = \sum_{n=0}^{\infty} A_{in} \left[\sin \frac{m\beta}{\beta_0} - \operatorname{sh} \frac{m\beta}{\beta_0} - \mu \left(\cos \frac{m\beta}{\beta_0} - \operatorname{ch} \frac{m\beta}{\beta_0} \right) \right],$$

$$\mu = \frac{\sin m - \operatorname{sh} m}{\cos m - \operatorname{ch} m}.$$

m განისაზღვრება განტოლებიდან $\cos m \operatorname{ch} m = 1$;

4) ერთი გვერდი ნაწილობრივადაა ჩამაგრებული, მეორე კი მთლიანად.

$u = T_\beta = 0$, როცა $\beta = 0$ და $u \approx v \approx 0$, როცა $\beta = \beta_0$ ($v = 0$, როცა $\beta = \beta_0$), ამიტომ

$$\varphi_i = \sum_{n=1}^{\infty} A_{in} \left(\sin \frac{m\beta}{\beta_0} + \mu \operatorname{sh} \frac{m\beta}{\beta_0} \right), \text{ სადაც } \mu = \frac{\sin m}{\operatorname{sh} m}.$$

m განისაზღვრება განტოლებიდან $\operatorname{tg} m = \operatorname{th} m$;

5) ერთი გვერდი ნაწილობრივადაა ჩამაგრებული, მეორე კი თავისუფლადაა დაყრდნობილი ან დაკიდებულია. $u = T_\beta = 0$, როცა $\beta = 0$ და $S = T_\beta = 0$, როცა $\beta = \beta_0$, ამიტომ

$$\varphi_i = \sum_{n=1}^{\infty} A_{in} \left(\sin \frac{m\beta}{\beta_0} - \mu \operatorname{sh} \frac{m\beta}{\beta_0} \right), \text{ სადაც } \mu = \frac{\sin m}{\operatorname{sh} m}.$$

m განისაზღვრება განტოლებიდან $\operatorname{tg} m = \operatorname{th} m$;

6) ერთი გვერდი თავისუფლადაა დაყრდნობილი ან დაკიდებული, მეორე კი მთლიანად ჩამაგრებულია. $T_\beta = S = 0$, როცა $\beta = 0$ და $u \approx v \approx 0$, როცა $\beta = \beta_0$, ამიტომ

$$\varphi_i = \sum_{n=1}^{\infty} A_{in} \left[\sin \frac{m\beta}{\beta_0} - \operatorname{sh} \frac{m\beta}{\beta_0} - \mu \left(\cos \frac{m\beta}{\beta_0} - \operatorname{ch} \frac{m\beta}{\beta_0} \right) \right],$$

$$\mu = \frac{\sin m + \operatorname{sh} m}{\cos m + \operatorname{ch} m}.$$

m განისაზღვრება განტოლებიდან $\cos m \operatorname{ch} m = -1$, რომლის ფესვებიც

$m_n (n = 1, 2, \dots, \infty)$ იქნება $1,875$; $4,694$; ...; $\frac{2n-1}{2} \pi$;

7) ორივე გვერდი განიხილება როგორც სიმეტრიის სიბრტყე.

$$S = v = 0, \text{ ამიტომ } \varphi_i = \sum_{n=1}^{\infty} A_{in} \cos \frac{n\pi\beta}{\beta_0} \quad (n = 1, 2, \dots, \infty);$$

8) ერთი გვერდი ნაწილობრივადაა ჩამაგრებული, მეორე კი განიხილება როგორც სიმეტრიის სიბრტყე.

$u = T_\beta = 0$, როცა $\beta = 0$ და $S = v = 0$, როცა $\beta = \beta_0$, ამიტომ

$$\varphi_i = \sum_{n=1}^{\infty} A_{in} \operatorname{siu} \frac{n\pi\beta}{2\beta_0}, \quad (n = 1, 3, \dots, \infty);$$

9) ერთი გვერდი თავისუფლად დაყრდნობილი ან დაკიდებულია, მეორე კი განიხილება როგორც სიმეტრიის სიბრტყე.

$T\beta = S = 0$, როცა $\beta = 0$ და $S = v = 0$, როცა $\beta = \beta_0$ ამიტომ

$$\varphi_i = \sum_{n=1}^{\infty} A_{in} \left[\sin \frac{m\beta}{\beta_0} - \operatorname{sh} \frac{m\beta}{\beta_0} + \mu \left(\cos \frac{m\beta}{\beta_0} - \operatorname{ch} \frac{m\beta}{\beta_0} \right) \right],$$

$$\mu = \frac{\cos m - \operatorname{ch} m}{\sin m + \operatorname{sh} m}.$$

m პარამეტრისათვის გვაქვს მახასიათებელი განტოლება: $\operatorname{tg} m = -\operatorname{th} m$;

10) ერთი გვერდი მთლიანად ჩამაგრებული, მეორე კი განიხილება როგორც სიმეტრიის სიბრტყე.

$u = v = 0$, როცა $\beta = 0$ და $S = v = 0$, როცა $\beta = \beta_0$, ამიტომ

$$\varphi_i = \sum_{n=1}^{\infty} A_{in} \left[\sin \frac{m\beta}{\beta_0} + \operatorname{sh} \frac{m\beta}{\beta_0} + \mu \left(\cos \frac{m\beta}{\beta_0} + \operatorname{ch} \frac{m\beta}{\beta_0} \right) \right],$$

$$\mu = \frac{\cos m + \operatorname{ch} m}{\sin m - \operatorname{sh} m}.$$

m -სათვის გვაქვს მახასიათებელი განტოლება: $\operatorname{tg} m = -\operatorname{th} m$.

III. სასაზღვრო პირობები გვერდით ზოლებზე ჩანადუნის მიმართ

1) გვერდი ხისტადაა ჩამაგრებული. $W = M_x = 0$, ამიტომ

$$W_i = 0 \text{ და } W_{i+1} = -W_{i-1};$$

2) გვერდი ხისტადაა ჩამაგრებული. $W = \frac{\partial W}{\partial x} = 0$, ამიტომ

$$W_i = 0 \text{ და } W_{i+1} = \frac{3\sigma}{7} W_{i-1} - \frac{8}{7} W_{i-2} + \frac{1}{7} W_{i-3};$$

3) გვერდი ღრეკადაა ჩამაგრებული. $W = 0$ და $M_x = \alpha \frac{\partial W}{\partial x}$, ამიტომ

$$W_i = 0 \text{ და } W_{i+1} = -\frac{2D + \alpha h}{2D - \alpha h} W_{i-1};$$

4) გვერდი ჩამაგრებულია საყრდენ ძელში. $W = 0$ და $-GI_0 \frac{\partial^3 W}{\partial x \partial \beta^2} = M_x$,

ამიტომ $W_i = 0$ და $\left(\frac{\gamma \alpha h}{2} \frac{d^2}{d\beta^2} + 1 \right) W_{i+1} = \left(\frac{\gamma \alpha h}{2} \frac{d^2}{d\beta^2} - 1 \right) W_{i-1}$,

$$\gamma = \frac{GI_0}{D};$$

5) გვერდი თავისუფლად დაკიდებული. $M_x = Q_x = 0$, ამიტომ

$$W_{i+1} = \left(2 - \nu h^2 \frac{d^2}{d\beta^2} \right) W_i - W_{i-1},$$

$$W_{i+2} = \left[(2 - \nu) h^2 \frac{d^2}{d\beta^2} - 2 \right] W_{i-1} + W_{i-2} - \left[(2 - \nu) h^2 \frac{d^2}{d\beta^2} - 2 \right] W_{i+1};$$

6) გვერდი დრეკადადა დაყრდნობილი. — $E_1 I_1 \frac{\partial^4 W}{\partial \beta^4} = Q_x$, ამიტომ

$$W_{i+2} = -2\gamma_1 h^3 \frac{d^4 W_i}{d\beta^4} + \left[(2 - \nu) h^2 \frac{d^2}{d\beta^2} - 2 \right] (W_{i-1} - W_{i+1}) + W_{i-2},$$

სადაც $\gamma_1 = \frac{E_1 I_1}{D}$, $E_1 I_1$ საყრდენი კოქის სიხისტეა ლუნვის დროს. მეორე სასაზღვრო პირობად შეიძლება აღებულ იქნეს ერთი რომელიმე შემდეგ პირობათაგან:

ა) $M_x = 0$, რაც გვაძლევს: $W_{i+1} = -W_{i-1} - \left(\nu h^2 \frac{d^2}{d\beta^2} - 2 \right) W_i$,

ბ) $\frac{\partial W}{\partial x} = 0$, რაც გვაძლევს: $W_{i+1} = W_{i-1}$,

ბ) $M_x = \omega \frac{\partial W}{\partial x}$, რაც გვაძლევს:

$$W_{i+1} = -\frac{2D + \omega h}{2D - \omega h} W_{i-1} - \frac{2D}{2D - \omega h} \left(\nu h^2 \frac{d^2}{d\beta^2} - 2 \right) W_i,$$

რ) — $G I_0 \frac{\partial^3 W}{\partial x \partial \beta^2} = M_x$, რაც გვაძლევს:

$$\left(\frac{\gamma_0 h}{2} \frac{d^2}{d\beta^2} + 1 \right) W_{i+1} = \left(2 - \nu h^2 \frac{d^2}{d\beta^2} \right) W_i + \left(\frac{\gamma_0 h}{d\beta^2} \frac{d^2}{2} - 1 \right) W_{i-1}.$$

7) გვერდი განიხილება როგორც სიმეტრიის სიბრტყე გარსის სიმეტრიული დეფორმაციის $\frac{\partial W}{\partial x} = N_x = 0$, ამიტომ $W_{i+1} = W_{i-1}$ და $W_{i+2} = W_{i-2}$.

IV. სასაზღვრო პირობები ძაბვათა ფუნქციის მიმართ გვერდით ზოლებზე

1) გვერდი ნაწილობრივადა ჩამაგრებული, $v = T_x = 0$, ამიტომ $\varphi_i = 0$ და $\varphi_{i+1} = -\varphi_{i-1}$;

2) გვერდი მთლიანადა ჩამაგრებული. $u \approx v \approx 0$. ($\nu = 0$), ამიტომ $\varphi_{i+1} = 2\varphi_i - \varphi_{i-1}$ და $\varphi_{i+2} = 4\varphi_1 - 4\varphi_{i-1} + \varphi_{i-2}$.

3) გვერდი თავისუფლადა დაყრდნობილი ან დაკიდებული. $T_x = S = 0$, ამიტომ $\varphi_i = 0$ და $\varphi_{i+1} = \varphi_{i-1}$;

4) გვერდი განიხილება როგორც სიმეტრიის სიბრტყე გარსის სიმეტრიული დეფორმაციისა. $u = S = 0$, ამიტომ $\varphi_{i+1} = \varphi_{i-1}$ და $\varphi_{i+2} = \varphi_{i-2}$.

§ 3. განვიხილოთ საკმაოდ დამრეცი გარსი, რომლის გაუსის სიმრუდე არაა β -ს ფუნქცია. ამ შემთხვევაში გარსების ტექნიკური თეორიის დიფე-

რენციალურსხვაობებიან განტოლებებს ექნებათ მუდმივი კოეფიციენტები, ამიტომ მათი ამოხსნა შეიძლება ფურიეს მწკრივებში.

განვიხილოთ ზოლების ბოლოებზე შემდეგი სასაზღვრო პირობები:

1) $u = T_\beta = W = M_\beta = 0$ როცა $\beta = 0$ და $\beta = \beta_0$, ამიტომ

$$\varphi_i = \sum_{n=1}^{\infty} A_{in} \sin \frac{n\pi\beta}{\beta_0}, \quad W_i = \sum_{n=1}^{\infty} B_{in} \sin \frac{n\pi\beta}{\beta_0}, \quad (n=1, 2, \dots, \infty);$$

2) $v = S = \frac{\partial W}{\partial \beta} = N_\beta = 0$, როცა $\beta = 0$ და $\beta = \beta_0$, ამიტომ

$$\varphi_i = \sum_{n=1}^{\infty} A_{in} \cos \frac{n\pi\beta}{\beta_0}, \quad W_i = \sum_{n=1}^{\infty} B_{in} \cos \frac{n\pi\beta}{\beta_0}, \quad (n=1, 2, \dots, \infty);$$

3) $u = T_\beta = W = M_\beta = 0$, როცა $\beta = 0$ და $v = S = \frac{\partial W}{\partial \beta} = N_\beta = 0$, როცა $\beta = \beta_0$, ამიტომ

$$\varphi_i = \sum_{n=1}^{\infty} A_{in} \sin \frac{n\pi\beta}{2\beta_0}, \quad W_i = \sum_{n=1}^{\infty} B_{in} \sin \frac{n\pi\beta}{2\beta_0}, \quad (n=1, 3, \dots, \infty).$$

ამ შემთხვევებში მწკრივების კოეფიციენტები A_{in} და B_{in} განისაზღვრება წრფივ ალგებრულ განტოლებათა სისტემიდან:

$$\begin{aligned} & l_1 A_{in} + l_2 (A_{i+1,n} + A_{i-1,n}) + \frac{1}{h^2} (A_{i+2,n} + A_{i-2,n}) \\ & - E\delta (l_3 B_{in} + l_4 B_{i+1,n} + l_5 B_{i-1,n}) = 0, \\ & l_3 A_{in} + l_4 A_{i+1,n} + l_5 A_{i-1,n} + D [l_1 B_{in} + l_2 (B_{i+1,n} + B_{i-1,n}) \\ & + \frac{1}{h^2} (B_{i+2,n} + B_{i-2,n})] = C_{in}, \quad (i=1, 2, \dots, s), \\ & l_1 = m^2 + \frac{4}{h^2} m^2 + \frac{6}{h^2}, \quad l_2 = -\frac{2}{h^2} \left(m^2 + \frac{2}{h^2} \right), \\ & l_3 = -\left(k_{2i} m^2 + \frac{2}{h^2} k_{3i} \right), \quad l_4 = \frac{k_{3i}}{h^2} + \frac{1}{2h} \frac{dk_{3i}}{d\alpha}, \\ & l_5 = \frac{k_{3i}}{h^2} - \frac{1}{2h} \frac{dk_{3i}}{d\alpha}. \end{aligned}$$

აქ m პირველი და მეორე შემთხვევისათვის ტოლია $\frac{n\pi}{\beta_0}$, ხოლო მესამე შემთხვევისათვის ტოლია $\frac{n\pi}{2\beta_0}$.

ეს მეთოდი პირველად გამოყენებულ იქნა 1950 წელს ჩვენი კონსტრუქციის შედური გარსების დაგეგმარებისას, რომლებიც აშენებულ იქნა

თბილისის მაუდის ფაბრიკაში 36 ცალის რაოდენობით. გარსის მთავარი სიმრუდეებია

$$k_{\alpha} = \frac{I}{R_{\alpha}^2}, \quad k_{\beta} = \frac{I}{R_{\beta}^2} \frac{\alpha}{\alpha_0}.$$

ქვემოთ მოყვანილია მოკლე ცნობები ჩვენ მიერ დაგეგმარებული ზოგიერთი დიდმალიანი გარსის შესახებ, რომლებიც აშენებულ იქნა ქალაქ თბილისში:

1) ლენინის სახ. თბილისის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტის სააქტო დარბაზის გადახურვა. დარბაზის ზომებია: $a = 17,85$ მ., $b = 27,5$ მ. გადახურვა წარმოადგენს ცილინდრულ გარსს, რომელიც ერთი მხრიდან გადადის სფერულ ნაწილში. გარსის ამალღების ისარი $f = 2,15$ მ, სისქე — 10 სმ. მშენებლობა დამთავრდა 1952 წლის მაისში;

2) თბილისის ტრამვაი-ტროლეიბუსების სამმართველოს სპორტულ დარბაზის გადახურვა, რომლის მშენებლობაც დამთავრდა 1952 წლის დეკემბერში, წარმოადგენს ორმაგი მუდმივი სიმრუდის გარსს. $R_{\alpha} = 20$ მ, $R_{\beta} = 50$ მ. დარბაზის ზომებია $a = 17,9$ მ, $b = 31$ მ. გარსის ცენტრის ამალღების ისარი $f = 4,6$ მ, სისქე — 7 სმ;

3) ლენინის სახ. თბილისის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტის სპორტული დარბაზის გადახურვა. მშენებლობა დამთავრდა 1954 წლის ოქტომბერში. დარბაზის ზომებია $a = 18$ მ, $b = 28,53$ მ. გადახურვა წარმოადგენს ჩვენი კონსტრუქციის გარსს. მას აქვს კონტურზე ორი სწორხაზოვანი გვერდი და ორი მრუდწიროვანი. სწორხაზოვანი გვერდები შენობის ფასადების კარგად გაფორმების საშუალებას იძლევა. გარსის ცენტრის ამალღების ისარი ტოლია 4,5 მ, სისქე — 8 სმ. გადახურვის განქარგილებისას ჩვენ გავზომეთ გარსის სხვადასხვა წერტილში ჩანალუნი და ძაბვის სიდიდე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სააღმშენებლო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 25.2.1956)

დასოფნებულ ლიტერატურა

1. В. З. В л а с о в. Общая теория оболочек. М. — Л., 1949.
2. В. Н. Ш а и ш м е л а ш в и л и. О некоторых методах расчета пологих оболочек. Труды института строительного дела, т. V, 1955.

ტექნიკა

6. ახვლედიანი

რკინაბეტონის ბრუნვითი ბარსების ზღვრული წონასწორობის
მეთოდით ანგარიშისათვის

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრივემა 25.2.1956)

ამ სტატიაში განხილულია რკინაბეტონის გარსების ანგარიში იმ შემთხვევაში, როდესაც გარსის კონსტრუქცია და მასზე მოქმედი ვერტიკალური განაწილებული დატვირთვა სიმეტრიულია ერთი ვერტიკალური ღერძის მიმართ.

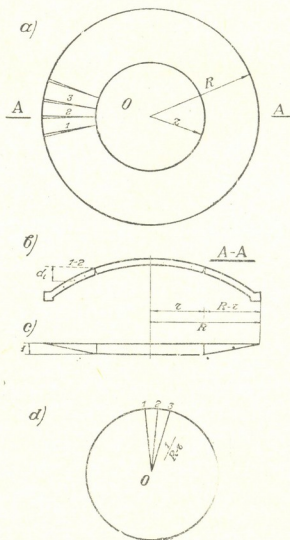
ანგარიში ეყრდნობა იმავე ძირითად დებულებებს, რომლებიც მიღებულია გეგმაში სწორკუთხა გარსების გაანგარიშებისას [1]: იგულისხმება, რომ ბეტონი გაქიმვაზე არ მუშაობს, არმატურისათვის გამოყენებულია ფოლადი ნათლად გამოსახული დენადობის ზღვარით, კონტური თავისუფლად დაყრდნობილია—ჩნდება მხოლოდ მასზე თანაბრად განაწილებული ვერტიკალური რეაქციები; დატვირთვის სიდიდე და განლაგება სავსებით ხასიათდება ორი პარამეტრით—დროებითი დატვირთვის p ინტენსივობით და მუდმივი დატვირთვის g ინტენსივობით. მხედველობაში მიღებულია მხოლოდ პრაქტიკულად საინტერესო შემთხვევა, როცა გარსის ამტანიანობის ამოწურვა გამოწვეულია მისი სივრცითს მექანიზმად გადაქცევით რღვევის შემდეგი სქემის მიხედვით (იხ. ნახ. 1): ქვედა ზედაპირზე წრიული ბზარის, აგრეთვე მასა და კონტურს შორის რადიალური ბზარების წარმოშობით გარსი იყოფა 0, 1, 2, 3 ... და ა. შ. რგოლებად. ამ რგოლების დამაკავშირებელი არმატურის ღეროების დენადობის მდგომარეობაში გადასვლა სისტემას დეფორმირების საშუალებას აძლევს დატვირთვის შეუცვლელად—სისტემა ზღვრული წონასწორობის მდგომარეობაშია. ზღვრული მდგომარეობის შესაბამისი $p = \bar{p}$ მნიშვნელობა ზღვრულ დატვირთვის წარმოადგენს.

ზღვრული დატვირთვის გამოსახულებას მივიღებთ შესაძლო გადაადგილებებზე მუშაობის განტოლების ჩაწერით. შესაძლო გადაადგილებებზე მივიღოთ ზემოთ აღწერილი სივრცითი მექანიზმის გადაადგილებები. სიმარტივისათვის ბეტონი ჯერ ჩავთვალოთ უკუმშვად. კერძოდ, დავუშვათ, რომ გადაადგილების დროს ნაპირა და შუა რგოლები ზედა წიბოებით ეხება ერთმანეთს. შესაძლო მუშაობათა განტოლებიდან მივიღებთ:

$$\bar{p} = \frac{A_a - A_g}{A_p}, \quad (1)$$

სადაც A_a არმატურის ლეროებში პლასტიკურ დეფორმაციაზე დახარჯული მუშაობაა, A_p —მუდმივი დატვირთვის მუშაობა, ხოლო A_p —დროებითი დატვირთვის მუშაობა, როდესაც $p = 1$.

სიდიდე r რადიუსისა, რომელზედაც დამოკიდებულია (1) გამოსახულებაში შემაჯავლი ფაქტორები, ზღვრული წონასწორობის თეორიის კინემატი-



ნახ. 1

კური მეთოდის [2] თანახმად განისაზღვრება დატვირთვის მინიმუმის პირობიდან:

$$\frac{dp}{dr} = 0. \quad (2)$$

სიდიდეები A_p და A_p ადვილად მოიძებნება ყოველ კერძო შემთხვევაში ვერტიკალურ გადაადგილებათა ეპიურის საშუალებით, რომელიც წაკვეთილ



კონუსს წარმოადგენს (ნახ. 1c). ამ უკანასკნელის სიმაღლე მიღებულია ერთის ტოლად.

A_a სიდიდის გამოსათვლელად ავებულია რგოლების კუთხურ გადაადგილებათა გეგმა (ნახ. 1d). მასში ამა თუ იმ კუთხური გადაადგილების გამო-მხატველი მონაკვეთი გადაზომილია ბრუნვის შესაბამისი მყისი ღერძის მიმართულებით.

განვიხილოთ წრიული კვეთი, რომელშიაც ბზარი გაჩნდა. ამ კვეთის ზედა წიბოს მიმართ რადიალური არმატურის ღეროებში ძალებების ზღვრული გრძივი მომენტი აღვნიშნოთ m_p -თი. მისი $2\pi r$ -ზე და წრიული ბზარის გახსნის კუთხეზე გამრავლებით მივიღებთ რადიალური არმატურის ღეროების პლასტიკურ დეფორმაციაზე დახარჯულ მუშაობას

$$\frac{2\pi r \times m_p}{R-r},$$

სადაც R გარსის კონტურის რადიუსია.

წრიული არმატურის პლასტიკურ დეფორმაციაზე დახარჯული მუშაობის გამოსათვლელად განვსაზღვროთ ნაპირა რგოლების ურთიერთბრუნვის მყისა ღერძების მდებარეობა სივრცეში. განვიხილოთ, მაგალითად, 1 და 2 რგოლების ურთიერთბრუნვის მყისა ღერძი. მისი ერთი წერტილი ცნობილია—ეს არის ბზარიანი წრიული კვეთის ზედა წიბოს და 1 და 2 რგოლების გამყოფ ბზარზე გამავალი ვერტიკალური სიბრტყის გადაკვეთის წერტილი. საძებნი ღერძის მიმართულებას ვიღებთ გადაადგილებათა გეგმიდან—იგი ჰორიზონტალურია და ძვეს რადიალურ ბზარზე გამავალ ვერტიკალურ სიბრტყეში. რადიალურ ბზარში არმატურის i -ური წრიული ღეროს დეფორმაცია უდრის 1 და 2 რგოლების ურთიერთმობრუნების კუთხის ნამრავლს შესაბამის d_i მხარზე. ამ დეფორმაციის წრიული ღეროს ზღვრულ ძალვაზე გამრავლებით მივიღებთ მუშაობას i -ური წრიული ღეროსათვის. ყველა პლასტიკურად დეფორმირებული წრიული ღეროსათვის (კონტურის არმატურის ჩათვლით) და ყველა რადიალური ბზარისათვის ელემენტარული მუშაობის აჯამებით და ზღვარზე გადასვლით მივიღებთ წრიული არმატურის პლასტიკურ დეფორმაციაზე დახარჯულ მუშაობას

$$\frac{2\pi}{R-r} \sum Z_{ii} d_i,$$

სადაც Z_{ii} ზღვრული ძალვაა i -ურ წრიულ ღეროში.

ამრიგად, A_a სიდიდე უდრის

$$A_a = \frac{2\pi}{R-r} (m_p r + \sum Z_{ii} d_i). \quad (3)$$

A_a , A_p და A_p სიდიდეების გამოთვლის შემდეგ (1) და (2) გამოსახულებიდან მივიღებთ ზღვრულ დატვირთვას.

განვიხილოთ ახლა იგივე ამოცანა ბეტონის უკუმშვადობის დაშვების გარეშე. ამისათვის მუშაობის განტოლების შედგენისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ სინამდვილეში განაპირა და შუა რგოლების შეხება ხდება წრიული კვეთის ზედა წიბოზე კი არა, არამედ რალაც ზედაპირზე—წრიული კვეთის შეკუმშულ ზონაზე.

შევცვალოთ წრიულ ბზარში კუმშვის ყველა ბმა ძალებით. უკანასკნელი კი შეიძლება შეიცვალოს გარკვეულ წრეხაზზე (რომელსაც ჩვენ ვუწოდოთ ზღვრული წრეხაზი) თანაბრად განაწილებული, სტატიკურად ეკვივალენტური ძალთა სისტემით. ახლა, თუ შესაძლო გადაადგილებებზე მუშაობის განტოლების ჩაწერისას ჩავთვლით, რომ ნაპირა და შუა რგოლების შეხება ზღვრულ წრეხაზზე ხდება, მაშინ ბეტონში კუმშვის ძალების მუშაობა ნულის ტოლი იქნება. განტოლებას ექნება იგივე სახე, რაც უკუმშვადი ბეტონის დროს, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ წრიული კვეთის ზედა წიბოს როლს ზღვრული წრეხაზი შეასრულებს. სწორედ ამ შეცვლაზე დაიყვანება ჩვენს ამოცანაში ბეტონის კუმშვადობის მხედველობაში მიღება.

ზღვრული წრეხაზის მდებარეობა მოიძებნება რკინაბეტონის სწორკუთხა კვეთში ცენტრგარეშე კუმშვის დროს ბეტონში მკუმშავი ძალების ტოლქმედის მიღების წერტილის მდებარეობის მოძებნის ანალოგიურად. მაგალითად, თუ ჩვეულებისამებრ მივიღებთ, რომ ბეტონში კუმშვის ეპიურა სწორკუთხოვანია, მაშინ ზღვრული წრეხაზის გარსის ზედაპირიდან დაშორება შეკუმშული ზონის სიმაღლის ნახევარი იქნება. ბზარიანი წრიული კვეთის შეკუმშული ზონის სიმაღლის განსაზღვრა კი სირთულეს არ წარმოადგენს, რადგან, თუ რღვევის სქემა ცნობილია, ეს ამოცანა სტატიკურად რკვევადია.

გადავიდეთ კერძო ამოცანებზე. განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც მუდმივი დატვირთვა g და დროებითი დატვირთვა p თანაბრად არის განაწილებული გარსის ჰორიზონტალურ გეგმილზე. მაშინ მივიღებთ

$$q = \frac{A_n}{A_q}, \quad (1')$$

სადაც $q = g + p$

$$A_q = \frac{\pi}{3} (R^2 + rR + r^2) - \text{გარე ძალების მუშაობაა, როდესაც } q = 1.$$

(1') გამოსახულებაში (3)-ის ჩასმით მივიღებთ ზღვრულ დატვირთვას

$$q = 6 \frac{m_p r + \sum Z_k d_k}{R^2 - r^2}. \quad (4)$$

ამოცანა პირველი: მრგვალი ფილების ანგარიში.

გეგმაში მრგვალი ფილა შეიძლება განვიხილოთ როგორც ნულოვანი სიმრუდის მქონე ბრუნვითი გარსი. ჩავთვალოთ ერთ გრძივ მეტრზე მოქმედი



ზღვრული რადიალური m_ρ მომენტი და ზღვრული ტანგენციალური m_t მომენტი შედმივად. მაშინ (4) გამოსახულებაში

$$\sum Z_{it} d_i = m_t (R - r)$$

და

$$\rho = \frac{r}{R}$$

ჩასმის შემდეგ შეიძლება დაიწეროს

$$\frac{qR^2}{6m_t} = \psi = \frac{1 + \rho \left(\frac{m_\rho}{m_t} - 1 \right)}{1 - \rho^3}, \quad (5)$$

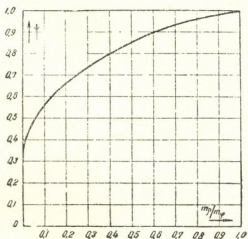
სადაც ρ განისაზღვრება შემდეგი პირობით:

$$\frac{d\psi}{d\rho} = 0. \quad (2')$$

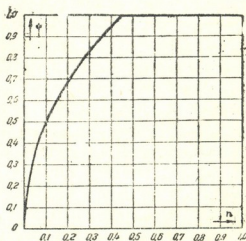
ადვილი შესამჩნევია, რომ თუ $m_\rho \equiv m_t$, პირობა (2') გვაძლევს $\rho = 0$, რასაც შეესაბამება $\psi = 1$. ამ შემთხვევაში გვაქვს შემდეგი ფორმულა:

$$q = \frac{6m_t}{R^2}, \quad (6)$$

საიდანაც ჩანს, რომ, თუ m_ρ სიდიდეს m_t -ზე მეტად გავზრდით, ფილის ტვირთ-ამტანობა არ გაიზრდება.



ნახ. 2



ნახ. 3

თუ $m_\rho < m_t$, მაშინ (2')-დან მივიღებთ ნულისაგან განსხვავებულ ρ -ს, რასაც შეესაბამება ნახ. 2-ზე მოყვანილი ψ სიდიდეები. არმატურის ხარჯის

თვალსაზრისით ყველაზე ხელსაყრელი m_p/m_t შეფარდება ჩვეულებრივად ერთზე გაცილებით ნაკლებია. მაგალითად, თუ m_p და m_t მომენტების შიგა წყვილ-ძალების მხარეები პრაქტიკულად ტოლნი არიან, არმატურის მინიმალური ხარჯის პირობა $m_p + m_t$ ჯამის მინიმუმის პირობაზე დაიყვანება, რასაც შეესაბამება $m_p/m_t \approx 0,4$.

ამოცანა ჰეორე: თხელი გარსი, რომლის შუა ზედაპირი მესამე ხარისხის პარაბოლის ბრუნვით არის მიღებული.

თხელი გარსი ეწოდება ისეთ გარსს, რომლის სისქე დანარჩენ ზომებთან შედარებით საკმაოდ მცირეა, რომ მხედველობაში არ იქნეს მიღებული. ამ შემთხვევაში, რა თქმა უნდა, აზრი არ ექნება გარსის ზღვრულ და შუა ზედაპირს შორის განსხვავებას.

ამოცანის ქვემოთყვანილ ამოხსნაში ნაგულისხმებია, რომ წრიული არმატურა შემდეგნაირად არის განლაგებული: კონტურის არმატურის კვეთის სიმძიმის ცენტრის კოორდინატები გარსის ზედაპირის განტოლებას უნდა აკმაყოფილებდნენ; რაც შეეხება დანარჩენ წრიულ ლეროებს, რომლებიც გარსის ტანშია განლაგებული, სიმარტივისათვის მიღებულია, რომ მათი დიამეტრები ერთმანეთის ტოლია, ხოლო ნებისმიერი რგოლის რადიუსი მეზობელი რგოლების რადიუსებისაგან ერთი და იმავე სიდიდით განსხვავდება. ისევე, როგორც პირველ ამოცანაში, $m_p = \text{const}$. ამოცანის ამოხსნა შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს შემდეგი სახით:

$$\frac{qR^3}{6f} = 0,25 \psi Z_t + Z_t \quad (7)$$

სადაც Z_t არის გარსის ტანის წრიული არმატურის ლეროების კვეთის ფართი, Z_k —კონტურის არმატურის კვეთის ფართი, f —გარსის ამაღლების ისარი.

ნახ. 3-ზე მოცემულია გრაფიკი ψ კოეფიციენტისა, რომელიც

$$n = \frac{4m_p R}{Z_t f}$$

სიდიდეზეა დამოკიდებული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 7.3.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

- ბ. ახვლედიანი, ვ. შაიშველაშვილი. გარსების ტვირთამტანობის ანგარიშისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XVI, № 10, 1955.
- А. А. Гвоздев. Расчет несущей способности конструкций по методу предельного равновесия. Стройиздат, М., 1949.

მეტალურგია

ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და
 გ. დოლიაშვილი

MnSi—FeSi—C სისტემის შენადნობების მიკროსტრუქტურა და ფორმირთი თვისება

სამკომპონენტო სისტემების რკინა-მანგანუმ-სილიციუმის და რკინა-მანგანუმ-ნახშირბადის შენადნობების მდგომარეობის დიაგრამა მკირიდ არის შესწავლილი [1, 2], ხოლო ოთხკომპონენტო სისტემა რკინა-მანგანუმ-სილიციუმ-ნახშირბადი თითქმის შეუსწავლელია. ამ სისტემების მდგომარეობის დიაგრამების აგებას კი დიდი მნიშვნელობა აქვს ფეროშენადნობების სტრუქტურის, თვისებებისა და მეტალურგიული პროცესების ასახსნელად. რ. ფოგელმა და ნ. ბედარფმა [1] თერმული და ნაწილობრივ მიკროსკოპული კვლევების საფუძველზე ააგეს რკინა-მანგანუმ-სილიციუმის სისტემის სტრუქტურული დიაგრამა სილიციუმის 35%-ის შეცულობამდე. ე. იანესკიმ [3] ფაზათა წესის დაცვით შესწორება შეიტანა დიაგრამის რკინის კუთხეში.

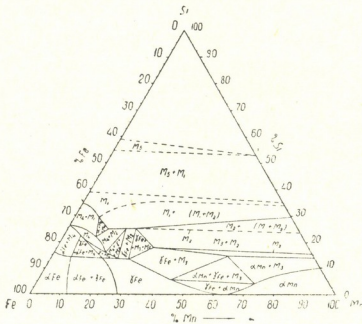
აღნიშნულ მკვლევართა მონაცემების დაზუსტებული ორკომპონენტო სისტემების და ჩვენი ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით აგებულია მანგანუმ-რკინა-სილიციუმის სისტემის შენადნობების მდგომარეობის დიაგრამა ფაზათა წესის დაცვით (სურ. 1).

რკინა-სილიციუმისა და მანგანუმ-სილიციუმის ორკომპონენტო სისტემების შენადნობებში წარმოიქმნება მდგრადი სილიციდები: FeSi და MnSi, ამიტომ ოთხკომპონენტო სისტემის (ტეტრაედრის) ტრიანგულაციით შეიძლება მისგან გამოიყოს მეორეული სამკომპონენტო სისტემა—MnSi—FeSi—C და მოუკიდებელი კვლევებისათვის.

ი. კორნილოვმა [4] თეორიულად დაასაბუთა ლითონური კავშირის მქონე ქიმიურ ნაერთებს შორის განუზღვრელი მყარი ხსნარების წარმოქმნის შესაძლებლობა. ასეთი მყარი ხსნარების წარმოქმნის ერთ პირობას წარმოადგენს ატომურ-კრისტალური სტრუქტურის იზომორფულობა.

MnSi და FeSi-ის შემადგენელი კომპონენტებიდან სილიციუმი საერთოა, ხოლო რკინა და მანგანუმი წარმოქმნიან μ -მყარ ხსნარს. ეს გარემოება გვაფიქრებინებს, რომ MnSi-სა და FeSi-ს შორის შესაძლებელია განუსაზღვრელი მყარი ხსნარების მიღება.

შესასწავლად შერჩეული MnSi—FeSi სისტემის შენადნობების დასამზადებლად მათი ძირითადი შემადგენლები MnSi და FeSi წინასწარ იყო გამოდნობილი ელექტროლიტური მანგანუმის (Mn—99,5%), არმკო რკინისა (Fe—99,79%) და ლითონური სილიციუმის (Si—97,95%) ბაზაზე მაღალი სიხშირის



სურ. 1

ელექტროლუმელოში კორუნდიზის ტიგელებში კრიოლიტის დამცველი ფენის ქვეშ. ელექტროფინალობის გასაზომად საჭირო სინჯები დამზადებულია 3—4 მმ დიამეტრის 800°C გახურებულ ფაიფურის მილებში თხიერი ლითონის ამოწოვით. (შენადნობების ქიმიური შედგენილობა მოცემულია 1 ცხრილში).

ცხრილი 1

შენადნობების ქიმიური შედგენილობა

№№ რიბ.	შენადნობის №	ქიმიური შედგენილობა %				№№ რიბ.	შენადნობის №	ქიმიური შედგენილობა %			
		Mn	Fe	Si	C			Mn	Fe	Si	C
1	1	68,35	0,96	30,19	0,027	6	7	35,38	32,61	31,55	0,036
2	3	60,65	7,14	30,88	0,045	7	8	28,43	38,79	31,16	0,045
3	4	55,64	11,51	30,99	0,036	8	9	22,04	45,83	31,68	0,027
4	5	48,2	20,09	30,81	0,027	9	10	13,58	53,15	32,28	0,036
5	6	40,76	26,74	31,72	0,036	10	2	0,3	67,8	31,24	—



წონასწორულ მდგომარეობაში შენადნობების თვისებისა და სტრუქტურის შესწავლისათვის ჩატარებულია 1000°C-დან 5000°C-მდე საფეხურიანი მოწვა 315 საათის განმავლობაში. მოწვა წარმოებდა უჰაეროდ, კვარცის დახურულ ამპულაში. შენადნობებისა და კვარცის ურთიერთმოქმედების ასაცილებლად ნიმუშები თავსდებოდა № 2 შენადნობის ზამბარებში. სტრუქტურები გამოამკვანებულია HF-ის 5%-იანი წყალხსნარით.

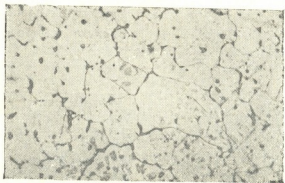
მიკროსტრუქტურული ანალიზით დადგინდა, რომ შენადნობებს აქვთ მყარი ხსნარების დამახასიათებელი სტრუქტურები. მანგანუმით მდიდარ შენადნობებში აღმოჩნდა (MnFe) Si-ის მყარი ხსნარის კრისტალები და ევტექტიკა.



სურ. 2 × 200



სურ. 3 × 200



სურ. 4 × 200

(MnFe) Si + (Mn Fe)₃ Si (სურ. 2) შენადნობებში რკინის შეცულობის გაზრდა იწვევს ევტექტიკის შემცირებას და მის კოაგულაციას მოწვის შემდეგ (სურ. 3). რკინით მდიდარ შენადნობებში კი აღმოჩნდა (FeMn) Si-ის მყარი ხსნარის პოლიედრები (სურ. 4). სტრუქტურაში ევტექტიკის არსებობა აიხსნება გამოსავალ ქიმიურ ნაერთებში სილიციუმის ნაკლები შემცველობით (ცხრ. 1).

სამშავი სისტემის—MnSi—FeSi—C შენადნობები მიღებულია ჩვენ მიერ შესწავლილი სისტემის—MnSi—FeSi-ის შენადნობების გრაფიტის ფხვნილის

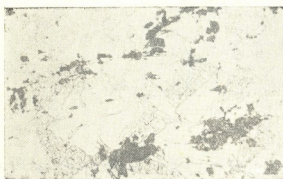
ქვეშ გამოდნობით. შენადნობს 10 წუთის განმავლობაში ვაკოვნებდით თხევად მდგომარეობაში და პერიოდულად ვურევდით კვარცის წყირით, ამით ვფიქრობდით მიგვეღწია შენადნობების მაქსიმალური გაჯერებისათვის ნახშირბადით. ქიმიური ანალიზით გამოირკვა, რომ ნახშირბადის ხსნალობა არ აღემატება 0,08%-ს (ცხრილი 2).

ცხრილი 2

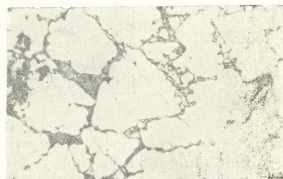
ნახშირბადით გამდიდრებული ნიმუშების ქიმიური შედგენილობა

№№ რიბ.	ნიმუშის ნომერი	ქიმიური შედგენილობა %%-ით			
		Mn	Fe	Si	C
1	11	67,94	1,3	29,72	0,081
2	13	59,07	10,11	30,08	0,077
3	14	55,03	13,7	30,2	0,072
4	15	47,19	20,43	32,16	—
5	16	40,46	28,19	31,23	0,054
6	17	35,08	33,51	30,97	0,072
7	18	27,75	36,78	31,75	0,05
8	19	21,38	47,06	31,36	0,073
9	20	13,6	53,57	31,75	0,059
10	12	4,7	66,0	29,08	0,072

MnSi—FeSi—C სისტემის შენადნობების მიკროსტრუქტურები (ნახშირბადიანი შენადნობები) ანალოგიურია MnSi—FeSi-ის სისტემის (უნახშირბადო) შენადნობების მიკროსტრუქტურებისა. ქვემოთ მოყვანილია შენადნობების № 3 (სურ. 2) და № 10-ს (სურ. 3) ნახშირბადით გამდიდრებული ნიმუშების მიკროსტრუქტურები (სურ. 5 და 6).



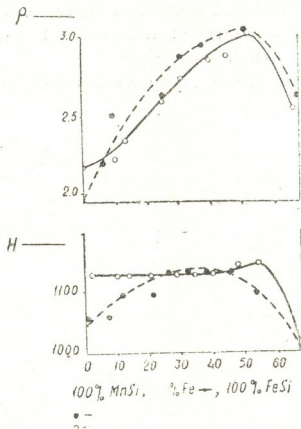
სურ. 5 × 200



სურ. 6 × 200

შენადნობების ფაზათა მიკროსისალე იზომებოდა IIMT—3 ხელსაწყოზე, ხოლო ელექტროწინალობა—ტომსონის ბოგირზე. ნახშირბადიანი და უნახშირბადო ნიმუშების ელექტროწინალობისა და ძირითადი ფაზის—მყარი ხსნარის მიკროსისალის მრუდების (სურ. 7) ცვალებადობის ერთნაირი ხასიათი იმის მაჩვენებელია.

ნებელია, რომ ნახშირბადის ათვისებული მცირე რაოდენობა მყარ ხსნარში იმყოფება.



სურ. 7. ელექტროწინაღობისა და სისალის ცვა-
ლებადობა უნახშირბადო (- - -) და ნახშირბადიან
(—) MnSi—FeSi შენადნობებში

შესწავილი შენადნობების თვისებების და მიკროსტრუქტურის ცვა-
ბადობის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ:

1. MnSi—FeSi-ის სისტემის შენადნობები კრისტალდება განუზღვრელი
მყარი ხსნარების სახით.

2. MnSi და FeSi შორის განუზღვრელი მყარი ხსნარების წარმოქმნა
მათი იზომორფულობის მაჩვენებელია და, ჩვენი აზრით, წარმოადგენს ტეტრა-
ედრული კლასის კუბურ სისტემას ოთხი მოლეკულა სილიციდის შეცულობით
ელემენტურ მესერში (5).

3. ჰარბანახშირბადიან გარემოში ამ სისტემის შენადნობები ძალიან მცირე
რაოდენობით ითვისებენ ნახშირბადს და უკანასკნელი იმყოფება მყარ ხსნარში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ლითონისა და სამთო საქმის
ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 30.3.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. R. Vogel und H. Bedarff. Archiv für das Eisen hüttenwesen B. 7. 1934.
2. R. Vogel und H. Bedarff. Archiv für das Eisenhüttenwesen B. 12. 1937.
3. Ernst Yanecke. Archiv für das Eisenhüttenwesen B. 7, 1933—34.
4. И. И. Корнилов. ДАН 81. М.—Л., 1951.
5. Е. С. Грейнер, Дж. С. Марш, Б. Стаутон. Сплавы железа с кремнием, X.-К. 1936; стр. 29.

მეცნიერება

ო. ლეშავა

რწყვის გავლენა იონჯის სათესლე პროდუქტიულობაზე მვიმო
პარტლის პირობებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 28.1.1957)

იონჯის მაღალი სათესლე პროდუქტიულობისათვის საჭირო ნიადაგის ტენიანობის პირობების შექმნას აღწევს სათესლედ გათიბვის შერჩევით ურწყავ რაიონებში და სათესლედ გათიბვასთან ერთად რწყვის რეგულირებით სარწყავ რაიონებში.

სათესლე ბალახნარისათვის ნიადაგის ტენიანობის ზომიერი პირობების რწყვის რეგულირებით შექმნის შესახებ მკვლევართა აზრი ძირითადად ორად იყოფა: ერთი ნაწილი მკვლევარებისა იმ შეხედულებისაა, რომ სათესლე იონჯა ვეგეტაციის პირველ ნახევარში უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ნიადაგის ტენით, რისთვისაც იგი ამ პერიოდში საფურავე იონჯასთან თანაბრად უნდა ირწყვებოდეს, ხოლო მეორე ნახევარში — ყვავილობიდან დაწყებული, ნიადაგში ტენი თანდათან უნდა მცირდებოდეს, რადგან ამ ფაზაში და შემდეგ ირწყვა იწვევს ბალახნარის მეორად ზრდას, აჩოყებას, რასაც თან სდევს სათესლე პროდუქტიულობის დაქვეითება [1, 2].

მკვლევართა მეორე ნაწილის აზრით, მაღალი სათესლე პროდუქტიულობისათვის საჭიროა, რომ იონჯა ვეგეტაციის მეორე ნახევარშიც შეიფერხებლად მარაგდებოდეს ნიადაგის ტენით [3, 4].

ასეთ განსხვავებულ შეხედულებათა გამო საჭირო იყო საქართველოს სარწყავებისათვის შეგვესწავლა რწყვის გავლენა იონჯის სათესლე პროდუქტიულობაზე და დაგვედგინა სათესლე იონჯის მორწყვის სწორი რეჟიმი.

აღნიშნული საკითხი პირველ რიგში დამუშავდა ქვემო ქართლის სარწყავებისათვის, რომლებიც იონჯის გავრცელების და აგრეთვე სასაქონლო თესლის წარმოებისათვის ერთ-ერთ ძირითად რაიონს წარმოადგენს საქართველოში.

საკითხი მუშავდებოდა ლაბორატორიულ-მინდვრული მეთოდით. ცდები წარმოებდა საქართველოს მიწათმოქმედების ინსტიტუტის ცენტრალურ ბაზაზე, გარდაბანში, წაბლა მძიმე-თინარ, სარწყავ ნიადაგზე. თესებოდა ჩვეულებრივი იონჯა (*M. sativa* L.). თესვა წარმოებდა ოქტომბერში, ჩვეულებრივი (მწკრივთაშორისი 13 სმ) წესით, 12-14 კმ/ჰაზე გამოთესვის ნორმით. მორწყვისას ნიადაგის დასველების სიღრმე უდრიდა 70 სმ-ს.

ინსტიტუტში ადრე წარმოებული ცდებით დადგინდა იქნა პირველი გათიბვის ბალახნარიდან თესლის აღების უპირატესობა [5]. ამიტომ ამ ცდებშიც თესლი პირველი გათიბვიდან იღებოდა.

რწყვის გავლენა იონჯის ზრდა-განვითარებასა და სათესლე პროდუქტიულობაზე სარგებლობის პირველ წელს

ცნობილია, რომ ნიადაგის ტენიანობის სიჭარბეს, აგრეთვე მის სიმცირეს შედეგად მოსდევს იონჯის სათესლე პროდუქტიულობის დაქვეითება.

ცნობილია აგრეთვე ისიც, რომ სათესლე ბალახნარის ზრდის მსკლელობა, რაც დიდადაა დამოკიდებული ნიადაგის ტენიანობის დონეზე, დიდ გავლენას ახდენს სათესლე პროდუქტიულობაზე.

აღნიშნულის შესაბამისად ჩვენს ცდებში შეისწავლებოდა სათესლე ბალანარის რწყვით შექმნილი ნიადაგის ტენიანობის სხვადასხვა დონის პირობებში სათესლე ბალანარის ზრდის მსვლელობა. ცნობები ამის შესახებ მოცემულია 1 და 2 ცხრილში.

სათესლე ბალანარის დგომის სიხშირე მოსავლის აღებისას
 სარგებლობის პირველ წელს

ცხრილი 1

ვარიანტის ნომერი	ცდის სქემა	საშუალო მოთხოვნილი რაოდენობა	ლეროების რაოდენობა 1 კვ. მეტრზე			სამი წლის საშუალო	სამი წლის საშუალო %-ით
			1948 წ.	1949 წ.	1950 წ.		
1	მორწყვა ნიადაგის ტენის მინდვრული ტენტევა-დობის 80%-ზე დასველისას	5	463	310	461	421	100
2	მორწყვა ნიადაგის ტენის მინდვრული ტენტევა-დობის 60%-ზე დასველისას	2	386	272	393	350	85
3	პირველი მორწყვა ნიადაგის ტენის მინდვრული ტენტევადობის 80%-ზე დასველისას, მეორე — ყვავილობაში	2	314	203	308	275	67
4	პირველი მორწყვა ნიადაგის ტენის მინდვრული ტენტევადობის 80%-ზე დასველისას, მეორე — ყვავილობაში, მესამე — მარცვლის გავსების დასასრულს	3	432	283	430	382	93

1 ცხრილში მოყვანილი ცნობები გვიჩვენებს, რომ თესლის მოსავლის აღებისას ბალანარის დგომის სიხშირე მეტია იმ სათესლე ბალანარისა, რომელიც საეკეტაციო პერიოდში უკეთ მარაგდებოდა ნიადაგის ტენით (1 და 4 ვარიანტი), ხოლო ბალანარმა, რომელიც ტენით მარაგდებოდა წყვეტილად ან მხოლოდ ვეგეტაციის პირველ ნახევარში, ღეროთა გაცილებით ნაკლები რაოდენობა განივითარა (2 და 3 ვარიანტი).

ორ-ორჯერ მორწყულ მეორე და მესამე ვარიანტებს შორის სხვაობა გამოწვეულია სხვადასხვა ვადაში მორწყვით.

მეორე ვარიანტის ბალანარი ირწყვებოდა ზრდა-განვითარების მეორე ნახევარში, ხოლო 1948 და 1950 წწ მეორე მორწყვამ მოუწია მოსავლის აღებამდე შესაბამისად 11 და 16 დღის წინ, ეს დრო კი საესებით საკმარისია იმისათვის, რომ ხელშემწყობ პირობებში იონჯამ მოასწროს ღეროთა საგრძნობი რაოდენობის განვითარება. მესამე ვარიანტის ბალანარი, თანახმად სქემისა, უკანასკნელად ყვავილობაში ირწყვებოდა; აქედან დაწყებული თესლის მომწიფებამდე ნიადაგის ტენის მარაგი თანდათან კლებულობდა და მოსავლის აღების მომენტში 0—0,7 მ. ფენაში სასარგებლო ტენი უკვე აღარ რჩებოდა. მართალია, უკანასკნელი მორწყვის შემდეგ იონჯა ატმოსფერული ნალექების სახით იღებდა წყალს, მაგრამ ეს მაინც არ აღმოჩნდა საკმარისი.

აღსანიშნავია ისიც, რომ რიგი მკვლევრები მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფის პირობებში სათესლე იონჯის ღვამის სიწორე 400 ლეროს არ უნდა აღემატებოდეს ერთ კვ. მეტრზე [6], წითელი სამყურასათვის — კი 400 გენერაციულ ლეროს [7].

ცხრილი 2

ნეღლი მასის რაოდენობა მოსავლის აღებისას სარგებლობის პირველ წელს

ვარიანტების №№	სავეგეტაციო მორწყვათა რაოდენობა	ნეღლი მასა ც/ჰაზე			სამი წლის საშუალო ც/ჰაზე	სამი წლის საშუალო %-ით
		1948 წ.	1949 წ.	1950 წ.		
1	5	76,5	135,3	163,1	125,0	100
2	2	65,3	88,1	133,8	95,7	76
3	2	54,4	73,8	117,0	81,7	65
4	4	72,6	111,6	151,5	111,9	89

ნიადაგის ტენიანობის გავლენას იონჯის ზრდაზე უფრო სრულად ასახავს მასის მატება. ჩატარებული დაკვირვების შედეგებმა (იხ. მე-2 ცხრილი) გვიჩვენა, რომ, მსგავსად ბალახნარის ღვამის სიწორისა, თესლის მოსავლის აღების მომენტისათვის მეტი მწვანე მასა დააგროვა ტენით უკეთ უზრუნველყოფილმა ბალახნარმა — 1 და 4 ვარიანტმა, ხოლო ბალახნარი, რომელიც სავეგეტაციო პერიოდში ორ-ორჯერ მორწყვის გამო ნაკლებად იყო მომარაგებული ნიადაგის ტენით მე-2 და მე-3 ვარიანტი). მწვანე მასის დაგროვების მხრივ საგრძნობლად ჩამორჩა 5-ჯერ და 4-ჯერ მორწყულ ბალახნარს.

ამრიგად, სათესლე ბალახნარის ზრდის შესახებ ჩვენი ცდების შედეგები ერთზე მეტ კიდევ აღსატურებს სათესლე ბალახნარის ზრდაზე ნიადაგის ტენის გავლენის შესახებ საერთოდ აღიარებულ შეხედულებას. მაგრამ აქვე უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ბალახნარი 1 კვ. მეტრზე 430-460 ლეროთი და ჰექტარზე 152-163 ც მწვანე მასით, რაც სხვა პირობებში ნორმალურს აღემატება, ქვემო ქართლის სარწყავებში არ არის სათესლე პროდუქტიულობის შემზღვეველი ფაქტორი (1 და 4 ვარიანტი, ცხრილები 1, 2, 4).

იმაზე, თუ როგორ მიმდინარეობდა ნაყოფმომოქმნა ნიადაგის სხვადასხვა ტენიანობის პირობებში, წარმოდგენას იძლევა მოსავლის აღებისას წარმოებულ გენერაციული ორგანოების რაოდენობის აღრიცხვა. ცნობები მოგვყავს მე-3 ცხრილში.

მე-3 ცხრილიდან ჩანს, რომ ნიადაგის ტენის მარაგთან მჭიდროდა დაკავშირებული ნაყოფმომოქმნის მსვლელობა. ბალახნარმა, რომელიც უხვად ან შეუფერხებლად მარაგდებოდა ნიადაგის ტენით, მტკვანების მეტი რაოდენობა განივითარა (1 და 4 ვარიანტი) ხოლო ნიადაგის ტენით შეზღუდული მომარაგების პირობებში მტკვანების ნაკლები რაოდენობა გაიკეთა (2 და 3 ვარიანტი). მაგრამ ნიადაგის ტენით უხვად (1 ვარ.) და წყვეტილად (2 ვარ.) მომარაგებამ შეამცირა მომწიფებულპარკებიანი მტკვანების რაოდენობა.

რაც შეეხება თესლის მოსავლიანობას, აღსანიშნავია, რომ 1948 წლის შედეგები განსხვავებულია მომდევნო წლების მოსავლისაგან (იხ. ცხრილი 4), მაგრამ საკულისხმოა, რომ ყველაზე მეტი მოსავალი მიღებულ იქნა იმ სათესლე ბალახნარიდან, რომლის რწყვა ყვავილობაში მორწყვით დამთავრდა (მე-3 ვარიანტი).

როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, 1948 წელს მე-3 ვარიანტის თესლის მოსავალი 1, 2 და 4 ვარიანტის მოსავალს 31,0, 11,6 და 4,9%-ით აღემატებოდა.

ცხრილი 3

რწყვის გაელენა იონჯის ნაყოფწარმოქმნაზე სარგებლობის პირველ წელს
1948—1950 წწ. საშუალოს მიხედვით (მტევანი 1 კვ. მ-ზე ცალბოთი)

ვარიან- ტების №№	სულ მტევ- ნები	მა თ შ ო რ ი ს				
		მომწიფე- ბული	მოუმწიფე- ბელი	ყვავილე- ბიანი	კვარებიანი	ფუჭი
1	2202	977	368	238	178	477
2	1967	960	305	192	155	357
3	1566	1046	142	49	45	283
4	2135	1103	315	199	138	379

ამ წლის შედეგები თითქოს ამართლებს იმ შეხედულებას, რომელიც მოი-
თხოვს რწყვის უქველად ყვავილობაში დამთავრებას [8, 9], მაგრამ ცდის ჩა-
ტარების პირობების ანალიზს საწინააღმდეგო დასკვნამდე მივყავართ.

1948 წელს მე-3 და მე-4 ვარიანტის ყვავილობაში მორწყვიდან (27. V, მე-
ორე მორწყვა) მოსავლის აღებამდე მოსული ნალექები 104,5 მმ-ს აღწევდა
აქედან დიდი უმეტესობა—84 მმ-მდე—მოდითა სამ დღეზე: 31. V—21,8 მმ.
5. VI—20,4 მმ და 20. VI—41,1 მმ. 31. V—5. VI პერიოდის ნალექი საკმარისი
აღმოჩნდა, რომ შექმნილიყო ტენის დიდი მარაგი იმ დროისათვის, როდესაც
ბალახნარი პარკების გაკეთების დასაწყისში იყო. ნიადაგში ტენის კლება დაი-
წყო 5 ივნისიდან და გაგრძელდა 20 ივნისამდე, ხოლო ამ დღეს მოსულმა 41,1 მმ
ნალექმა ისევ შეავსო ნიადაგის ტენის მარაგი. ამ დროს იონჯას პარკების
გაკეთება დამთავრებული ჰქონდა და დაწყებული იყო თესლის გავსება. 9 დღის
შემდეგ ირწყვება მე-4 ვარიანტი მესამეჯერ. ამ ჩომენტში თესლის გავსება და-
სრულებული იყო, ხოლო ნიადაგის ტენიანობა მინდვრული ტენტევადობის
79,30%-ს უდრიდა და მცენარისათვის მისაწვდომი წყლის რაოდენობა 0,7 მ ფე-
ნაში 79 მმ-ზე მეტს აღწევდა. ნიადაგის ტენიანობის ასეთ პირობებში მორწყვამ
უარყოფითად იმოქმედა მე-4 ვარიანტის სათესლე ბალახნარის პროდუქტიუ-
ლობაზე, რაც უმთავრესად მომწიფებული მტევნებისა და ამ მტევნებში პარკი-
ბის რაოდენობის შემცირებით გამოიხატა.

მართლაც, 1948 წელს მე-3 და მე-4 ვარიანტზე სათესლე ბალახნარს თი-
თქმის თანხარი რაოდენობის მომწიფებული მტევნები ჰქონდა (შესაბამისად
1 კვ. მ-ზე 663 და 657), 1949—1950 წწ მათ შორის სხვაობა მე-4 ვარიანტის სა-
სარგებლოდ უდრიდა 8,2-ს და 6,8%-ს. ანალოგიური სურათითა მტკიცებში პარ-
კების რაოდენობის მხრივაც: 1948 წელს მე-4 ვარიანტის ყოველ 100 ცალ მომ-
წიფებულ მტევანში 4,1%-ით ნაკლები პარკი იყო, 1949 წელს მატება უმნი-
შვნელო აღმოჩნდა, ხოლო 1950 წელს ამ ვარიანტის მტევნებს 8,1%-ით მეტი
პარკები ჰქონდა, ვიდრე მე-3 ვარიანტის მომწიფებულ მტევნებს.

ამრიგად, 1948 წელს მიღებული შედეგები იმაზე მიგვიჩივებენ, რომ სა-
თესლე იონჯის ყვავილობის შემდეგ ნიადაგში ტენის თანდათან კლება, მისი
მარაგის შეუვსებლად, ვერ უზრუნველყოფს თესლის მოსავლის გადიდებას.
ეკვივარეუა ის, რომ ივნისის მეორე ნახევარში (20 ივნისი) მოსულმა 41,1 მმ
ნალექმა ხელი შეუწყო მესამე ვარიანტის ბალახნარის სათესლე პროდუქტიუ-
ლობას, ხოლო უარყოფითად იმოქმედა მეოთხე ვარიანტის ბალახნარზე.

1949-1950 წლებში, როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, პირველი ვარიანტი
ყველაზე ნაკლებ მოსავალს აღარ გვაძლევს; იგი თესლის მოსავლით უთანა-
ბრდება მეორე ვარიანტს. მეორე ვარიანტის ბალახნარი ნაყოფწარმოქმნის პერი-



ოდში, დანარჩენ ვარიანტებთან შედარებით, ნაკლებად იყო ტენით მომარაგებული, რის გამო იონჯის სათესლე პროდუქტიულობაც შემცირდა. როგორც ჩანს, ნაყოფწარმოქმნის პირველ ხანებში ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფის შეფერხება იმდენად დიდ გავლენას ახდენს მცენარეზე, რომ მას შემდეგ აღარ შეუძლია გამოსაწოროს ნაყოფწარმოქმნის და, საერთოდ, ზრდა-განვითარების ჩამორჩენილობა.

ცხრილი 4

იონჯის თესლის მოსავალი სარგებლობის პირველ წელს

ვარიანტების №№	თესლი კგ/ჰაზე			სამი წლის საშუალო	
	1948 წ.	1949 წ.	1950 წ.	კგ/ჰაზე	%-ით
1	197	239	774	403	100,0
2	223	236	772	410	101,7
3	258	248	754	430	106,7
4	246	292	871	470	116,6

მესამე ვარიანტში, რომლის მეორე მორწყვა მასობრივი ყვავილობის დასაწყისში წარმოებდა როგორც 1949, ისე 1950 წელს, მორწყვის დროს ნიადაგის ტენიანობა მინდვრული ტენტევალობის 70%-მდე დასული აღმოჩნდა. ამ პირობებში უკანასკნელი მორწყვის ჩატარებით 1949 წელს პირველ და, უფრო მეტად, მეორე ვარიანტთან შედარებით მან თესლის მეტი მოსავალი მოგვცა, 1950 წელს კი თესლის მოსავლით რამდენადმე ჩამორჩა როგორც პირველ, ისე მეორე ვარიანტს. აქ დადებითი გავლენა იქონია მესამე ვარიანტის მეორე მორწყვის შემდეგ, მეოთხე ვარიანტისაგან გამოიჯანმეღ პერიოდში 1950 წელთან შედარებით, 1949 წელს ნალექების სიმცირემ და მისმა ხელსაყრელმა განაწილებამ.

აღნიშნულს ადასტურებს პარკიდან სალი თესლის გამოსავალი. ასე, მე-3 ვარიანტის ყოველ 100 პარკში თუ 1949 წელს იყო 423 თესლი, 1950 წელს იგი 364 ცალს არ აღემატებოდა.

1948 წლის მოსავლისაგან განსხვავებით, 1949—1950 წლებში მეოთხე ვარიანტიდან მიღებულია დანარჩენ ვარიანტებთან შედარებით მეტი თესლის მოსავალი. იგი 1949 წელს პირველ, მეორე და მესამე ვარიანტის თესლის მოსავალს აღემატებოდა შესაბამისად 22,2 23,5 და 18,4%-ით, 1950 წელს კი აღემატებოდა პირველი ვარიანტის მოსავალს 12,5, მეორე ვარიანტისას—12,8 და მესამე ვარიანტისას 15,1%-ით.

ამრიგად, განხილული მასალები საფუძველს გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ქვემო ქართლის სარწყავებში სარგებლობის პირველ წელს ყვავილობიდან თესლის მომწიფებამდე ნიადაგის ტენის მარაგის შეუჯერებლობა იწვევს იონჯის მცენარის ცნოველმყოფელობის შესუსტებას და თესლის მოსავლის შემცირებას. მაშასადამე, მაღალი სათესლე პროდუქტიულობისათვის საჭიროა ბალახნარი შეუფერხებლად მარაგდებოდეს ნიადაგის ტენით ვეგეტაციის მთელ პერიოდში. ამ პირობებში, ჩვეულებრივ, სათესლე ბალახნარი პირველად უნდა მოირწყას ნიადაგის ტენის მინდვრული ტენტევალობის 80%-მდე დასვლისას, მეორით—მასობრივი ყვავილობის დასაწყისში და მესამედ—თესლის გაესობის დასასრულს. მაგრამ ნალექებით მდიდარ ზაფხულში შეიძლება მესამე მორწყვა არ დასჭირდეს.

რწყვის გავლენა იონჯის ზრდა-განვითარებასა და სათესლე პროდუქტიულობაზე სარგებლობის მეორე წელს

სარგებლობის მეორე წელს იონჯის მცენარე გაცილებით მეტად ღონიერია, ვიდრე პირველ წელს და იონჯის ასეთი მცენარე, სარგებლობის პირველი წლის მცენარისაგან განსხვავებით, გაზაფხულის დადგომიდანვე იწყებს ინტენსიურ ზრდას, ღეროების დიდი რაოდენობით წარმოქმნას და მძლავრი ბალახნარის განვითარებას. მაგალითად, თუ ოთხივე ვარიანტის საშუალოს მიხედვით ღეროთა რაოდენობა სავეგეტაციო რწყვის დასაწყისისათვის სარგებლობის პირველ წელს უდრიდა ერთ კვ. მეტრზე 162 ცალს (1948 წელს) და 90 ცალს (1949 წელს), სარგებლობის მეორე წელს იგი შეადგენდა 584 ცალს, ანუ 3,6-ჯერ მეტს (1949 წელს) და 639 ცალს, ანუ 610%-ით მეტს (1950 წელს). ამასთან, როგორც ეს მე-5 ცხრილიდან ჩანს, სარგებლობის მეორე წელს სათესლე ბალახნარის ღეროთა რაოდენობა ერთ კვ. მეტრზე 1949 წელს 519-634, ხოლო 1950 წელს 593-694 ცალის ფარგლებში მერყეობდა.

ღეროთა ზრდა-განვითარებაზე შემდგომი დაკვირვებით გამოირკვა, რომ სარგებლობის მეორე წელს პირველი გათიბვის სათესლე ბალახნარის ღეროთა საგრძნობი ნაწილი ილუპებოდა სავეგეტაციო პერიოდში. მაგალითად, თუ სავეგეტაციო რწყვის დასაწყისში 1949 წელს ღეროთა რაოდენობა ვარიანტების მიხედვით 634-ს, 519-ს, 564-ს და 614-ს აღწევდა, ყვავილობაში მათი რაოდენობა ერთ კვ. მეტრზე 363, 294, 326 და 328 ცალს არ აღემატებოდა. შემდგომ ღეროთა რაოდენობის შემცირება კიდევ უფრო შესამჩნევე გახდა. მიუხედავად იმისა, რომ ბალახნარში ღეროთა წარმოქმნა გრძელდებოდა, ღეროების დალუპვა მაინც უკარბობდა (იხ. ცხრილი 5). ამასთან შენარჩუნებულ ღეროთა რაოდენობა უფრო მეტია იმ ბალახნარში, რომელიც უფრო ხშირად და თანაც ნიადაგის ტენიანობის ქვედა საზღვრის უფრო მაღალი მაჩვენებლის დროს ირწყვებოდა (1-ლი და მე-4 ვარიანტი).

თუმცა ღეროები გახმობის შემდეგ ბალახნარში ადვილად იმტვრევა, რაც მათ ზუსტად აღრიცხვას აძნელებს და ამდენად მე-6 ცხრილში მოყვანილი ცნობები დაახლოებითია, ისინი მაინც ვარკვეულ წარმოდგენას გვაძლევენ იმაზე, თუ რა დიდი რაოდენობით ილუპება ღეროები პირველი გათიბვის სათესლე ბალახნარში.

ნელო მასის მხრივ სარგებლობის მეორე წელსაც ისეთივე სურათია, როგორც სარგებლობის პირველ წელს. ნელო მასა აქაც მეტია იმ ვარიანტებზე, რომლებიც უფრო მეტადაა უზრუნველყოფილი ნიადაგის ტენის მარაგით (იხ. ცხრილი 5).

როგორც ინსტიტუტში ადრე ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, იონჯის თესლის მეტ მოსავალს იძლევა სარგებლობის პირველი წლის პირველი გათიბვის ბალახნარი [5]. მაგრამ შეიძლება სათანადო რწყვის რეჟიმით მისაღწევი ყოფილიყო სარგებლობის მეორე წლის ბალახნარის თესლის მოსავლიანობის ამაღლება. ამ აზრს ისიც აძლიერებდა, რომ სხვა კვლევითი დაწესებულების მიერ სათესლე იონჯის რწყვაზე წარმოებული თითქმის ყველა ცდის ობიექტს წარმოადგენდა ორწლიანი და მეტი ხნის იონჯის ნათესები, რომელებიც შედარებით კარგ შედეგს იძლეოდა.

ჩვენს ცდებში სარგებლობის მეორე წლის სათესლე ბალახნარზე 1949—1950 წწ წარმოებდა დაკვირვება. ამ ორი წლის თესლის მოსავლიანობის ცნობები მოყვანილია მე-5 ცხრილში. ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ თესლის მოსავალი 1940 წელს ვარიანტების მიხედვით 109—129 კგ შორის მერყეობდა პეტარზე. სხვა ვარიანტებთან შედარებით თესლის მეტი მოსავალი მიუღებელია მეორე ვარიანტიდან. ეს გამოწვეული უნდა იყოს ამ ვარიანტის მორწყვის რეჟიმით, რაც ჩანს შემდეგიდან: მეორე ვარიანტის სათესლე ბალახნარის სისხმი-

ცხრილი 5

სარგებლობის მეორე წლის იონჯის სათესლე ბალახნარის ზრდა-განვითარების მაჩვენებლები და თესლის მოსავლიანობა

ვარიანტების №№	საფეხტა-ცოთი მორ-წყვათა რაოდენობა		ღეროთა რაოდენობა საფეხტა-ცოთი რწყვის დასაწყისში 1 კვ მეტრზე ცა-ლობით		ღეროთა რაოდენობა მოსავლის აღების 1 კვ მეტრზე ცალობით		მცენარეული მცენარეული (1 კვ მეტრზე ცა-ლობით)		ბალახნარის სიმბლ-ბლე მოსავლის აღე ბისას სანტიმეტ-რებით		ნედლი მასალა ც/ჰაზე		თესლი კგ/ჰაზე	
	1949 წელს	1950 წელს	1949 წელს	1950 წელს	1949 წელს	1950 წელს	1949 წელს	1950 წელს	1949 წელს	1950 წელს	1949 წელს	1950 წელს	1949 წელს	1950 წელს
1	6	3	634	694	291	489	126	442	75	93	80,7	149,1	109	12
2	3	1	519	642	218	358	156	431	71	86	69,1	96,9	129	14
3	2	1	564	593	199	365	175	407	62	87	45,7	91,2	112	32
4	3	2	614	629	289	445	173	421	70	85	70,8	125,9	118	20

რე წამოზრდიდანვე უფრო ნაკლებია, ვიდრე დანარჩენი ვარიანტებისა (იხ. ცხრილი 5), რაც წინა წელს სათესლე ბალახნარის შეზღუდული რწყვით აიხსნება. ამასთან ერთად გაზაფხულიდანვე ნიადაგის ტენის მინდვრული ტენტევალობის 60%-მდე დასვლით შენეულა იონჯის მცენარის ახალ-ახალი ღეროების უხვად წარმოქმნის მიდრეკილება. ეტყობა, რომ ამის შედეგად მეორე ვარიანტის იონჯის მცენარეზე, ნაცვლად ახალ-ახალი ღეროების უხვად წარმოქმნისა, უკეთ ვითარდებოდა პირველად წარმოქმნილთაგან გადარჩენილი ღეროები, ყოველივე ამან კი დადებითი გავლენა იქონია სათესლე პროდუქტიულობაზე.

1950 წელს თესლის მოსავალი 1949 წლის მოსავლისაგან განსხვავებით იმდენად მცირეა, რომ რწყვის რეჟიმის თესლის მოსავალზე გავლენის შესახებ რაიმე მსჯელობის საფუძველს არ იძლევა.

უნდა აღინიშნოს, რომ სარგებლობის მეორე წელს მიღებული ცდების შედეგები ერთხელ კიდევ აღსატურებს ინსტიტუტში აღრე წარმოებული ცდების შედეგებს სარგებლობის პირველი წლის იონჯისგან თესლის მიღების უპირატესობის შესახებ [5].

1949 წელს, ცდის ერთ განმეორებაში, ზამთრის მიწურულში ქარების გამო, იონჯის აღმონაცენის საგრძნობი ნაწილი დაიღუპა და ნათესი ძლიერ გამეჩხრდა, რის გამოც ეს განმეორება ცდიდან გამოორიცხა. სარგებლობის მეორე წელს (1950 წ.) ამ გამეჩხრებული ბალახნარიდან მიღებულ იქნა თესლის მოსავალი 212 კგ/ჰაზე.

ამრიგად, განხილულ მასალას მივყავართ იმ დასკვნამდე, რომ ქვემო ქართლის სარწყავებში სარგებლობის მეორე და შემდეგ წლებში მცენარეთა ხშირი დგომის ბალახნარის თესლის მისაღებად გამოყენება ხშირად საიმედო არ არის. აქედან ნათელი ხდება, რომ ორწლიანი და მეტი ხნის იონჯებში სათესლედ უმჯობესია შეირჩეს თანაბრად გამეჩხრებული ნათესები.

დასკვნები

1. ქვემო ქართლის სარწყავებში ნიადაგის 0.7 მ ფენაში მინდვრული ტენტევალობის 80-100% ფარგლებში ტენის რეჟიმის დამყარება სათესლე ბალახ-

(¹ ხმელი ლერო 1949 წელს აღირიცხა მოსავლის აღების წინ, 1950 წელს—ყვეი-ლობაში.

ნარისათვის ქმნის მოჰარბებული ტენის პირობებს, რაც იწვევს ზრდის პროცესების გაძლიერებას და ამცირებს სათესლე პროდუქტიულობას;

2. ნიადაგის ტენის მინდვრული ტენტევალობის 60%-მდე დასვლისას სათესლე ბალახნარის რწყვა ქმნის ნიადაგში ტენის მარაგის წყვეტილობას სწორედ იმ დროს, როდესაც მიმდინარეობს ყვავილობა ან ნაყოფმარმოქმნა და ამცირებს იონჯის ნაყოფიანობას;

3. საკმაოდ გავრცელებული შეხედულება, რომლის მიხედვით ყვავილობის შემდეგ მორწყვა, იწვევს რა მეორეულ ზრდას, ამცირებს თესლის მოსავალს, გარდაბნის ველის პირობებში არ მართლდება;

მიუხედავად იმისა, რომ ყვავილობის შემდეგ მორწყვა რამდენადმე აძლიერებს ზრდის პროცესებს და ადიდებს სავეგეტაციო ნაწილების რაოდენობას, თესლის მოსავალს მაინც მეტს იძლევა;

4. დებულება, რომელიც მოითხოვს, რომ თესლის მაღალპროდუქტიულობისათვის იონჯის ბალახნარი მთელი ვეგეტაციის პერიოდში შეუთერებლად, მაგრამ ზომიერად უნდა მარადედობოდეს ნიადაგის ტენით, ჩვენს ცდებშიაც პოულობს სრულ გამართლებას. ქვემო ქართლის სარწყავებში ნიადაგის ასეთი ტენიანობის შექმნისათვის საჭიროა სამი სავეგეტაციო მორწყვა: პირველი—ნიადაგის ტენის მინდვრული ტენტევალობის 80%-მდე დასვლისას, დაახლოებით ბალახნარის შეკვრის დასაწყისში, მეორე—მასობრივი ყვავილობის დასაწყისში და მესამე—თესლის გაესებნის დასასრულს, მაგრამ ნაღველებით მდიდარ ზაფხულში შეიძლება მესამე მორწყვა არ დასჭირდეს. ჩვეულებრივ ორი უკანასკნელი მორწყვის დროს ნიადაგის ტენიანობა 0,7 მეტრის ფენაში მინდვრული ტენტევალობის 70%-ის ახლოს დგას;

5. ვეგეტაციის დაწყებიდან დასრულებამდე სათესლე ბალახნარის ღეროთა თანდათან მატების პირობებში ნიადაგის ადიდების მომენტისათვის ბალახნარი 430-460 ღეროთი ერთ კვადრატულ მეტრზე არ არის გამოსული ნორმალური სიხშირის ფარგლებიდან და არ იწვევს სათესლე პროდუქტიულობის დაქვეითებას;

5. ქვემო ქართლის სარწყავებში სარგებლობის მეორე და შემდგომ წლებში ხშირი დგომის ბალახნარს სათესლედ გამოყოფა ხშირად არაა საიმედო.

საქართველოს სსრ მიწათმოქმედების

სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 28.1.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. В. Старов. Поливы люцерны. 1937.
2. Н. Н. Балашев. Агротехника люцерны в Узбекистане. 1946.
3. А. Кашкаров. Влияние числа и сроков поливов на урожай семенной люцерны. Журн. «Сов. хлопко», № 7, 1939.
4. М. Ф. Бережнов. О режиме орошения семенной люцерны. Журн. «Соц. зер. хоз.», № 2, 1940.
5. დ. ცალქალამანიძე და ო. ლეჟავა. იონჯის მეთესლეობისა და მისი აგროტექნიკის საკითხი აღმოსავლეთ ქართლში. მეზინდვრ. ინს-ტის შრომები, ტ. 5, 1949.
6. М. Ф. Гладкий. Выделение семенников люцерны из травостоя прошлых лет. Люцерна, сб. ст. М., 1950.
7. С. С. Шайн. Значение света для прохождения стадии яровизации. Журн. «Агробиологии» № 2, 1954.
8. А. А. Колдаев и П. П. Языков. Агротехника фуражной и семенной люцерны. 1939.
9. В. В. Турцева. Как получить высокий урожай люцерны. Б. 1941.

ნიადაგმცოდნეობა

ი. გოგოზაძემ

**სამგორის ვაკის ნეშომპალა-სულფატური (ბაჯიანი) ნიადაგების
ბაქტერიოლოგიის საკითხისათვის მინერალური და მწვანე
სასუქებით**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. საბაშვილმა 13.4.1956)

სოფლის მეურნეობის კულტურების გადიდების საქმეში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სარწყავი მიწის ფართობების შენდგომ ზრდას საირიგაციო სისტემის მშენებლობის ბაზაზე. საქართველოს სსრ საირიგაციო ობიექტებიდან, რომლებიც აშენდა ან მშენებლობის პროცესშია, უდიდესია სამგორის სარწყავი სისტემა, სამგორის ვაკის ათვისება მარცვლეული, ბოსტნეული და მრავალწლიანი (ხეხილი, ვენახები) კულტურებისათვის საგრძნობლად გააძლიერებს სოფლის მეურნეობის ნაწარმს ჩვენს რესპუბლიკაში.

სამგორის ვაკე მდებარეობს ქ. თბილისის აღმოსავლეთით მდ. მდ. მტკვრისა და ივრის წყალგამყოფზე და ჩრდილოეთიდან ეკვრის საგურამო-იანოს მთისწინებს.

სამგორის ვაკეზე გავრცელებული ნიადაგებიდან აღსანიშნავია წარმოქმნით და აგროსაწარმოო თვისებებით ნეშომპალა-სულფატური (ბაჯიანი) ნიადაგები. ეს ნიადაგები გავრცელებულია სამგორის ვაკის სამხრეთ და სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში; აქ მათ 11.000 ჰექტარი ფართობი უკავიათ.

ნეშომპალა-სულფატური ნიადაგების ბუნება და აგროსაწარმოო თვისებები შესწავლილია გ. კ. ახვლედიანის მიერ [1].

წინამდებარე სტატია შეეხება სამგორის ვაკის ნეშომპალა-სულფატური ნიადაგის ბაქტერიოლოგიის საკითხებს, ჩვენ მიერ 1952—1954 წლებში საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის სამგორის სტაციონარზე ჩატარებული მუშაობის მონაცემების საფუძველზე. ცდის მიზანი იყო შესაფერისი აგროტექნიკური ღონისძიებების შემუშავების გზით ნეშომპალა-სულფატური ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესება და ამის საფუძველზე საშემოდგომო ხორბლის მაღალი და მყარი მოსავლის მიღება.

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგების შესწავლით გამოვლინდა ნეშომპალა-სულფატური ნიადაგი, რომლის ჰუმუსიანი ფენა 50—20 სმ ფარგლებში მერყეობს; ყველაზე მეტი ფართობი უკავია ნიადაგს, რომლის ჰუმუსიანი ფენა 25—30 სმ შეადგენს.

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის 0—30 სმ ფენა თიხნარ შედგენილობას გვიჩვენებს. ნიადაგის ზედაპირიდან 30 სმ უფრო ღრმად CaSO_4 რაოდენობა

თანდათან მატულობს და 40—100 სმ სიღრმეზე თითქმის 80%-ს აღწევს. CaCO_3 რაოდენობა პირველ ორ ფენაში დიდია (13.5—19.1%)⁰), ხოლო ქვევით თანდათან კლებულობს. 40—60 სმ სიღრმის ფენაში თაბაშირის დიდ რაოდენობას ემთხვევა ნახშირმჟავა კალციუმის მცირე შემცველობა.

პირველ ცხრილში მოგვყავს საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის ზოგიერთი ქიმიური მაჩვენებლებისა და აგრეგატული შედგენილობის მონაცემები. 1-ლი ცხრილის მიხედვით, ჰუმუსის რაოდენობა სახნავ ფენაში (0—20 სმ) 3,90—4.08% შორის მერყეობს. სიღრმით კი იგი მკვეთრად ეცემა. საერთო აზოტი, როგორც წესი, ჰუმუსთან კორელაციურ კავშირშია.

ყურადღებას იპყრობს საერთო და ხსნადი P_2O_5 დაბალი მაჩვენებლები. საცდელი ნაკვეთის ნიადაგი ხასიათდება შთანთქმის საკმაოდ დიდი ტევადობით (38—41 მილ.—ეკვივ.), შთანთქმულ ფუძეთა შორის ძირითადი ადგილი უკავია Ca-ს; ნიადაგის რეაქცია საშუალო ტუტეა. აგრეგატული შედგენილობის მონაცემები გვიჩვენებს, რომ მასში დიდი რაოდენობით არის <0,25 მმ ნაწილაკები (40,02—47,07), რაც გამოწვეული უნდა იყოს ნიადაგის სისტემატური დამუშავებით და დაბალი აგროტექნიკით.

ფიზიკური თვისებების მიხედვით, თუ ჰუმუსიან ფენაში მოცულობითი წონა არ აღემატება 1,15-ს, გაჯის ფენაში ის აღწევს 1,42-ს, ხვედრითი წონაც ამ ფენაში მეტია (2,64), ვიდრე სახნავში. საერთო ფორიანობა გაჯიან ფენაში შედარებით მცირეა და უმეტეს წილად წარმოდგენილია კაპილარული ფორებით.

ზემოთ დახასიათებულ გაჯიან ნიადაგზე მინდვრის ცდები ტარდებოდა საშემოდგომო ხორბალზე — დოღის პური 35/4 — ღრმა მოხვნის ფონზე (34 სმ სიღრმეზე) შემდეგი სქემით: 1. საკონტროლო — მოურწყავი და გაუნოყიერებელი, 2. იგივე, მხოლოდ მორწყვით, 3. მორწყვით და ძირითადი განოყიერებით $\text{N}_{40}\text{P}_{60}\text{K}_{45}$, 4. იგივე + ცულისპირა სასიდერაციოდ, 5. როგორც მეოთხე + P_2O_5 ორმაგი დოზით (150 კგ ჰა-ზე); ერთი დამატებითი განოყიერებით, სასუქიან ვარიანტებზე. ცდის თითოეული დანაყოფის ფართობი 300 კვ. მ შეადგენდა (6×50). ცდა დაყენებული იყო ერთ ზოლში ოთხი განმეორებით. სასუქების ფორმები: ამონიუმის გვარჯილა, სუპერფოსფატი და ქლორკალიუმი.

მინდვრის ცდების მიზანი იყო გამოგვეცადა: 1) რწყვის პირობებში გაჯიანი ნიადაგის გაკულტურება ღრმა მოხვნით (34 სმ სიღრმეზე), 2) ერთწლიანი სამარცვლე-პარკოსანი მცენარის — ცულისპირას გამოყენება გაჯიან ნიადაგზე სამგორის პირობებში, როგორც სანაწევრალ შუალედი კულტურისა, 3) გამოგვეკვია P_2O_5 ორმაგი და ერთმაგი დოზის გავლენა როგორც ცულისპირას მწვანე მასის, ასევე საშემოდგომო ხორბლის მოსავალზე, 4) მინერალური და მწვანე სასუქების ეფექტიანობა მორწყვის პირობებში, 5) და ბოლოს, ჩავეტარებინა დაკვირვება გაჯიანი ნიადაგის გაკულტურების ხარისხის მიხედვით საშემოდგომო ხორბლის ზრდა-განვითარებაზე.

მოხვნამდე ჩატარდა ძირითადი მინერალური სასუქების NPK შეტანა (სქემით, გათვალისწინებულ სასუქიან ვარიანტებში); ნაწევრალის აჩეჩვის



ცხრილი 1

ნეშომპალა-სულფატური ნიადაგის ზოგიერთი ქიმიური ნაჩვენებელი და აგრეგატული შედეგნილობა

ჰქ ილიაძე	სა-ფე სთ	%/% სინმეწ	ა ბ თ ი		P ₂ O ₅		C:N	PH	შინაიქმული ფუძეები მილ.-პერცელ. 100 გ ნიადაგში			აგრეგატული შედეგნილობა %/ო-ით			
			ფე I მფ	ფე II მფ	ფე III მფ	ფე IV მფ			ფე V მფ	ფე VI მფ	Ca	Mg	ჯამი	>3 მმ	3-1 მმ
							ფე I მფ	ფე II მფ							
10	0-10	4,08	0,28	0,27	40,08	0,10	8,4	7,80	36,52	2,05	38,57	12,96	29,52	10,50	47,02
	10-20	3,98	0,27	0,27	43,16	0,12	8,5	7,96	37,52	2,89	40,41	18,36	30,11	11,46	45,11
	20-30	1,4	0,14	0,14	40,14	0,14	6,7	7,98	38,52	2,58	41,10	14,84	35,09	10,00	40,07
24	0-10	4,00	0,27	0,27	39,80	0,11	8,5	7,77	36,00	2,00	38,00	13,00	28,48	9,70	48,82
	10-20	3,89	0,27	0,27	43,25	0,11	8,4	7,86	37,11	2,78	39,89	16,90	29,60	10,23	43,27
	20-30	1,69	0,15	0,15	39,60	0,10	6,7	7,90	38,01	2,81	40,82	15,13	33,90	11,05	39,92

შემდეგ ტარდებოდა ძირითადი ხვნა ოთხფრთიანი გულნიით 30—34 სმ სიღრმეზე უწინმხვნელოდ.

ივლისის დამლევს ვთესავდით ცულისპირას მწვანე სასუქად, ჰექტარზე 120 კგ ანგარიშით. ნათეს ვრწყავდით ვეგეტაციის განმავლობაში. მწვანე მასის ჩახენას ვახდენდით ცულისპირას ყვავილობის ფაზაში. ოქტომბრის შუა რიცხვებში ვთესავდით დოლის პურს 35/4. ნათესს დამატებითი განოყიერება ეძლეოდა ერთხელ — გაზაფხულზე N₂₀P₃₀ ანგარიშით ჰექტარზე.

ასეთი აგროტექნიკა მეორედებოდა ყოველ წელიწადს. ნიადაგის ნიმუშების აღება ანალიზებისათვის ხდებოდა ცდის დაყენების წინ და დამთავრების შემდეგ. ნიტრატებისა და ტენიანობის დინამიკას ესწავლობდით მცენარის ვეგეტაციის განმავლობაში.

ცდაში გამოყენებული ბალახი მწვანე სასუქისათვის ცულისპირა (*Latyrus sativus L.*) უძველესი კულტურაა საქართველოში. ლიტერატურული წყაროებიდან ცნობილია, რომ ცულისპირას ჩახნული მწვანე მასის და მისი ფესვთა სისტემის მოქმედება ნიადაგში ღრმა ცვლილებას იწვევს და აღიღებს მის ნაყოფიერებას. გარდა ამისა, ცულისპირას სხვა კულტურებთან (ბარდა, ცერცველა) შედარებით ის უპირატესობა აქვს, რომ იგი კარგად იტანს გვალვას და სიცოცხეს, უკეთ ახშობს სარეველ მცენარეებს, არ ზიანდება მწვანე ტილისა და ნაცრისაგან და სხვ. [2,3,4].

ჩენი ცდით დადასტურდა, რომ ცულისპირას სრული აღმოცენებიდან სრულ ყვავილობამდე დღეთა რაოდენობა 35—39-ს შეადგენს. ივლისის დაპლევს დათესილი ცულისპირა პირველი სექტემბრისათვის იძლევა 90—150 ც/ჰა-ზე მწვანე მასას.

ორი წლის განმავლობაში საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის მე-4 ვარიანტი გამდიდრებულია 228 ც/ჰა ორგანული ნივთიერებით, ხოლო მე-5 ვარიანტი — 242,4 ც/ჰა. აღნიშნული სხვაობა გამოწვეულია P_2O_5 ორმაგი დოზის გაზოყენებით მე-5 ვარიანტში. საშემოდგომო ხორბალი ითესებოდა მწვანე მასის ჩაზნის დღიდან ორი კვირის შემდეგ.

ცდით დადასტურდა, რომ ნეშომპალა-სულფატურ ნიადაგებზე სამგორის პირობებში ჩვენ მიერ შერჩეული მწვანე სასუქისათვის სათესი ცულისპირა დამაკმაყოფილებელ შედეგს გვაძლევს; მორწყვის პირობებში ბალახი კარგად ვითარდება, მწვანე ნასას სკვამო რაოდენობით აგროვებს და ნიადაგის თვისებათა გაუმჯობესების მხრივაც სასურველ შედეგს გვაძლევს. გარდა ამისა, როგორც შუალედი სანაწევრალი კულტურა, იგი არ იწვევს საშემოდგომო ხორბლის თესვის ვადების დარღვევას.

ორი წლის დაკვირვების შედეგად ცდის ანალიზებმა გვიჩვენა ნიადაგში ჰუმუსის, აზოტისა და მოძრავი ფოსფორის ერთგვარი გადიდება მწვანე და მინერალური სასუქების ერთობლივი მოქმედების გავლენით (ცხრილი 2).

ნიტრატული აზოტის მატება აღნიშნულია თითქმის ყველა ვარიანტში, საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით.

დაკვირვების შედეგად ყურადღებას იპყრობს ფოსფოროვანი სასუქის გადიდებული დოზით (მე-5 ვარიანტი) ნიტრატული აზოტის საგრძნობი მატება პირველ ოთხ ვარიანტთან შედარებით. მაშასადამე, საცდელი ნაკვეთის ნიადაგში ფოსფოროვანი სასუქის გადიდებული დოზა, სხვა ფაქტორებთან ერთად (მორწყვა, მინერალური და მწვანე სასუქები), ააქტივებს მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედებას.

ნიადაგის აგრეგატული ანალიზის პირველი წლის მონაცემები გვიდასტურებს, რომ აგრეგატულ შედგენილობას ერთგვარი მიდრეკილება აქვს გაუმჯობესებისაკენ. ბევრად უკეთესი მდგომარეობა გვაქვს მეორე წლის მონაცემებში (ცხრ. 2), სადაც მწვანე და მინერალური სასუქების ერთობლივი მოქმედების გავლენით წყალგამძლე აგრეგატებისა ($> 0,25$ მმ) და 3—1 მმ აგრეგატების რაოდენობა საგრძნობლად გაიზარდა.

თუ დავაკვირდებით საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის აგრეგატული შედგენილობის ორი წლის მონაცემებს და შევადარებთ მათ ერთმანეთს, დაინახავთ, რომ პირველ წელს გაკულტურებია გავლენით მატულობს უფრო 1—0.25 მმ ნაწილაკები > 3 მმ და < 0.25 მმ ნაწილაკების ხარჯზე. მეორე წელს კი 3—1 მმ ნაწილაკები < 0.25 მმ და 1—0.25 მმ ნაწილაკების ხარჯზე (ეს კანონზომიერება ყველაზე მკვეთრად გამოხატულია მწვანესასუქიან ვარიანტში).

საზოგადოდ ცნობილია, რომ ნიადაგის შთანთქმის ტევადობა საგრძნობლად იცვლება ნიადაგის გამოყენებისა და გაკულტურების პროცესში.



ნემოპალა-სულფატური ნიადაგის ზოგირითი ქიმიური მარეწვებისა და აგრეგატული შედეგნილობის მონაცემები

ცდის ვარიანტები	სიღრმე სმ-ით	აზოტი				C:N	სხელი ფოსფორი მგ/100 გ ნიადაგში	აგრეგატული შედეგნილობა %/%-ით				
		ტენიან %/%-ით	სერიოზო %/%	ქიმიური-ბუნური ნიადაგში	აგრეგატული შედეგნილობა %/%-ით							
					> 3 მმ			3—1 მმ	1—0,25 მმ	<0,25 მმ	< 0,25	
1. საკონტროლო	0—10	3,80	0,27	55,02	8,3	9,70	9,16	28,30	20,53	42,01	58,10	
	10—20	3,63	0,26	42,74	8,0	9,35	9,10	30,24	21,61	40,05	61,00	
	20—30	2,22	0,25	42,34	5,1	5,90	10,09	31,01	18,68	40,22	59,85	
3. მორწყვით + N ₆₀ P ₃₀ K ₄₅	0—10	3,85	0,28	53,51	7,9	10,49	6,60	27,15	24,24	42,01	58,00	
	10—20	3,70	0,27	58,80	7,9	5,72	6,90	31,44	22,61	39,05	63,65	
	20—30	2,19	0,23	37,04	5,5	6,30	8,50	32,24	19,60	39,61	61,80	
4. მორწყვით + N ₆₀ P ₃₀ K ₄₅ და მწვანე სასუქი. 1953 წელი	0—10	3,82	0,31	59,36	7,1	15,90	3,40	30,35	26,25	40,00	62,35	
	10—20	3,78	0,30	58,24	7,3	13,80	4,00	32,95	26,00	37,05	67,40	
	20—30	2,23	0,26	39,33	4,9	4,41	4,50	34,49	23,90	37,11	62,90	
1. საკონტროლო	0—10	3,50	0,26	50,24	7,8	10,90	5,10	29,40	26,16	39,34	59,30	
	10—20	3,93	0,27	46,90	8,5	8,15	4,95	34,15	26,20	34,70	60,95	
	20—30	2,33	0,23	43,16	5,8	6,00	7,05	35,40	23,10	34,45	57,70	
3. მორწყვით + N ₆₀ P ₃₀ K ₄₅	0—10	3,90	0,28	51,44	8,0	11,55	4,80	30,65	27,15	37,40	61,15	
	10—20	3,69	0,27	55,80	7,9	7,17	5,00	32,60	29,80	32,60	64,20	
	20—30	2,20	0,20	38,08	6,3	8,00	6,75	36,90	22,80	34,55	58,00	
4. მორწყვით + N ₆₀ P ₃₀ K ₄₅ და მწვანე სასუქი. 1954 წელი	0—10	3,80	0,30	56,40	7,3	16,35	3,60	44,10	33,90	28,40	76,82	
	10—20	3,89	0,31	57,29	7,2	14,16	3,12	51,34	27,39	18,02	78,10	
	20—30	2,28	0,25	39,90	5,2	5,90	4,30	44,52	24,90	26,28	63,70	

საგარეო ურთიერთობების მინისტროს საგარეო ურთიერთობების განყოფილების შენობაში

მე-3 ცხრილში მოგვყავს საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის შთანთქმული ფუძეების ცვალებადობა გაკულტურების ხარისხის მიხედვით.

როგორც ვხედავთ, მინერალური და მწვანე სასუქებისა და მორწყვის ერთობლივი მოქმედების გავლენით (მე-5 ვარიანტი) შთანთქმის ტევადობა სახნავ (10—30 სმ) ფენაში, 8,27 მილ. — ეკვივალენტით გადიდდა. შთანთქმის ტევადობის გადიდება ძირითადად გამოწვეულია Ca კათიონის ხარჯზე.

გაკულტურების ხარისხის მიხედვით საგრძნობლად გაუმჯობესდა ნიადაგის წყლიერი და ფიზიკური თვისებები.

პირველი წლის მონაცემების მიხედვით, მე-4 ვარიანტში არაკაპილარული ფორიანობა გაიზარდა 0—30 სმ ფენაში 3,45—6,55%₀-ით, ხოლო მეორე წლის დასასრულს არაკაპილარული ფორიანობა აღნიშნულ ვარიანტში 11.24—12.10%₀-ით მოიმატა, რაც სავსებით შეესაბამება აგრეგატული შედგენილობის მაჩვენებლებს.

ცხრილი 3

შთანთქმული ფუძეების ცვალებადობა

ცდის ვარიანტი	წიმუშის აღ- ვის დრო	სიღრმე სმ ით	მილ. — ეკვივალ. 100 გ ნიადაგში		
			Ca	Mg	ჯამი
1. საკონტროლო	1954 წლის 10.VIII	0—10	37,52	3,60	41,12
		10—20	39,22	3,02	42,24
		20—30	38,52	3,58	41,10
3. მოხვნით + N ₆₀ P ₂₀ K ₁₅	"	0—10	34,23	1,83	36,06
		10—20	41,37	1,41	42,78
		20—30	39,92	1,41	41,33
5. მორწყვით + N ₆₀ P ₁₅₀ K ₁₅ და მწვანე სასუქი	"	0—10	46,21	1,40	47,61
		10—20	46,11	1,08	47,19
		20—30	50,65	1,08	51,73

ნეშომპალა-სულფატური ნიადაგების დამუშავებას უწინმხნელო გუთნით ის უპირატესობა აქვს, რომ, ჯერ ერთი, გაჯის მასის შერევა სახნავ ფენაში თანაბრად ხდება და, მეორე, რომ უწინმხნელო გუთანით აფხვიერებს გაჯის მასას.

1952—1953 წ.წ. ტენიანობის დინამიკის მონაცემები გვიდასტურებს, რომ მორწყვის საშუალებით ნეშომპალა-სულფატური ნიადაგი ტენიანობის მხრივ საგრძნობლად გაუმჯობესდა. აღნიშნულ წელს ცდის დასასრულს მე-3 ვარიანტზე (სარწყავი), საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით, 0—50 სმ ფენაში წყლის აქტიური მარაგი 266,21 მ³-ით გაიზარდა, ხოლო მე-4 ვარიანტზე, სადაც გამოყენებულია მწვანე სასუქი, 0—50 სმ ფენაში—520,3 მ³-ით.

მე-4 ვარიანტში ტენის ასეთი მატება მნიშვნელოვნად გამოწვეულია მწვანე მასის ორგანული ნივთიერების დაშლის პროცესებით. ამას ადასტურებს სხვაობა მე-3 და მე-4 ვარიანტებს შორის წყლის აქტიური ნარაგის მხრივ—1953 წ. შეადგენდა 254,0 მ³, ხოლო 1954 წ.—345,0 მ³-ს.

ჩვენ მიერ გამოცდილი საშემოდგომო ხორბალი — დოლის პური 35/4 — ნიადაგის ნაყოფიერებისადმი მომთხოვნი კულტურაა; მას აუცილებლად ესაჭიროება მორწყვა და სხვა ღონისძიების ჩატარება, წინააღმდეგ შემთხვევაში აღნიშნულ ნიადაგზე დაბალი მოსავალი მიიღება, რასაც ადასტურებს ორი წლის განმავლობაში საკონტროლო ვარიანტზე მიღებული საშემოდგომო ხორბლის მოსავალი — 5—11 ც/ჰა, რაც განოწვეული იყო ნალექების მცირე რაოდენობისა და ძლიერი ქარების გამო ნიადაგში წყლის დიდი დეფიციტით.

ცდა გვიჩვენებს, რომ მორწყვით და მინერალური სასუქების შემდეგი კომბინაციის — $N_{60}P_{30}K_{45}$ გავლენით ორი წლის განმავლობაში ხორბლის მარცვლის მოსავლის ნამატი მე-3 ვარიანტის მიხედვით, საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით, 8,9—4,1 ც/ჰა-ს შეადგენს.

განსაკუთრებით კარგ შედეგს იძლევა ნეშომპალა-სულფატური ნიადაგის მწვანე და მინერალური სასუქით განოყიერება საშემოდგომო ხორბლის მოსავლის მატების საქმეში. ორი წლის განმავლობაში 220 ც/ჰა მწვანე მასის ჩახენისა და $N_{60}P_{30}K_{45}$ (მე-4 ვარიანტი) შემთხვევაში ხორბლის მოსავალი, საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით, ჰექტარზე 10,5—5,2 ცენტნერით გაიზარდა.

ყურადღებას იპყრობს ცდაში გამოყენებული ღონისძიება — მწვანე სასუქი + $N_{60}P_{30}K_{45}$, რის შედეგად ორი წლის განმავლობაში მოსავლის ნამატი, საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით, ჰექტარზე 11,6—6,8 ც-ით გაიზარდა.

მინერალური და მწვანე სასუქებით განოყიერება იწვევს მცენარეთა მეტი რაოდენობის შენარჩუნებას ერთ კვადრატულ მეტრზე, თვალსაჩინო გავლენას ახდენს თავთავის ხარისხზე: ზრდის მის საშუალო სიგრძეს, მარცვლის რაოდენობას თავთავში და მარცვლის აბსოლუტურ წონას, რის შედეგად მოსავლიანობა ჰექტარზე მატულობს.

ფენოლოგიური დაკვირვების მონაცემები გვიჩვენებს, რომ მწვანე და მინერალური სასუქის ერთობლივი მოქმედება აჩქარებს ხორბლის სიმწიფეს 3—4 დღით, მინერალური სასუქებით განოყიერებულ ვარიანტთან შედარებით.

საშემოდგომო ხორბალი — დოლის პური 35/4 — ნეშომპალა-სულფატურ ნიადაგზე ამჟღავნებს ჩაწოლისადმი გამძლეობას, რაც უდავოდ ყურადღების ღირსია.

დასკვნა

1. ჩვენ მიერ გამოცდილი ერთწლიანი პარკოსანი მცენარე ცულისპირა მწვანე სასუქებისათვის. ნეშომპალა-სულფატურ ნიადაგზე, სამგორის პირობებში, როგორც სანაწვერალო შუალედი კულტურა, დამაკმაყოფილებელ შედეგს გვაძლევს.

2. ორი წლის დაკვირვების შედეგად ცდის ანალიზებმა გვიჩვენა, რომ ნიადაგში, მწვანე და მინერალური სასუქის ერთობლივი მოქმედებით მორწყვის პირობებში, ნიადაგის ღრმად მოხვნის ფონზე, ჰუმუსის შემცველობა სა-

ხნავ (10—30 სმ) ფენაში მცირედ გაიზარდა — 0.37%-ით, საერთო აზოტმა კი ცვლილება თითქმის არ გვაჩვენა (0.06%); საგრძნობლად გაიზარდა ჰიდროლიზებული აზოტი — 7.58—8,27 მგ-ით (1000 გ ნიადაგში) და მოძრავი ფოსფორი—9,4—11, 59 მგ-ით (100 გ ნიადაგში); შთანთქმის ტევადობა 8,7 მილ.—ექვივალენტით გადიდდა.

3. ზემოაღნიშნული ღონისძიების შედეგად ცდის დამთავრების მეორე წლის მიხედვით (მე-4 ვარიანტი), წყალგამძლე აგრეგატების რაოდენობა ხნავ (0—20 სმ) ფენაში გაიზარდა 16—14%-ით, ხოლო 3—1 მმ აგრეგატების რაოდენობა ამავე ფენაში — 13—18%-ით. იმავე მე-4 ვარიანტში არაკაბილარული ფორიანობა 11,24—12.10%-ით გადიდდა, რაც სასესებით შესაბამემა აგრეგატული შედგენილობის მაჩვენებლებს.

აღნიშნული ექვივალენტულს ხდის, რომ ნეშომპალა-სულფატური ნიადაგის სტრუქტურული შედგენილობის გაუმჯობესებაში მნიშვნელოვანი უნდა იყოს ცულისპირას ადვილადშლადი ორგანული ნივთიერება, მისი შედგენილობა და თვისებები.

4. ფოსფორიანი სასუქის ორმაგი დოზის (180 კგ ჰექტარზე) მოქმედება ერთმავე დოზასთან შედარებით (90 კგ ჰექტარზე) უკეთესია როგორც ცულისპირას მწვანე მასის მიხედვით, ისევე საშემოდგომო ხორბლის ზრდაგანვითარებისა და ზოგიერთი ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით. აღნიშნული ცხადყოფს, რომ ნეშომპალა-სულფატური ნიადაგი ფოსფორიანი სასუქისადმი დიდი მოთხოვნილებით ხასიათდება.

5. ამგვარად, მწვანე და მინერალური სასუქების ერთობლივი მოქმედებით მორწყვის პირობებში, ნიადაგის ღრმად მოხვნის ფონზე, რამდენადმე უმჯობესდება ნეშომპალა—სულფატური (გაჯიანი) ნიადაგის ქიმიური და ფიზიკური თვისებები; აღნიშნული ღონისძიების შედეგად საცდელი ნაკვეთის ნიადაგზე საშემოდგომო ხორბლის მარცვლის მოსავლია ნამატი საკმაოდ გაიზარდა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და

მელიორაციის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 13.4.1956).

დამოწმებული ლიტერატურა

1. გ. კ. ახვლედიანი. საზოგადოების ვაკის ნეშომპალა-სულფატური (გაჯიანი) ნიადაგების ბუნების შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის „შრომები“, ტ. I, 1948.
2. А. С. Джапаридзе. Длительность действия сидератов на урожайность зерновых культур в условиях низкой поливной зоны Восточной Грузии. Сообщение АН ГССР, т. IX, № 1, 1948.
3. თაღეოსიანი. მწვანე სასუქი აღმოსავლეთ საქართველოს მემინდვრობაში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის „შრომები“, ტ. V, 1953.
4. Ш. Ф. Чанцишвили. Основы возделывания пожнивных культур в Грузии. Изд. АН Грузинской ССР, Тбилиси, 1952.

მაქარიმენტული მშვიდობა

ბ. პარისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
 ბ. გომიზაძე და ვ. ლაკიშვილი

**ბრომისა და კოფეინის ბავშვებზე სიმსივნის ინდუცირებაზე
 ამიერკავკასიის ზაზუნებში**

ონკოლოგიის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე რთულ ორგანიზმში სიმსივნური ზრდა არ შეიძლება განვიხილოთ როგორც იზოლირებული ადგილობრივი პროცესი, არამედ იგი განხილული უნდა იქნეს როგორც ზოგადი პროცესი — მთელი ორგანიზმის დაავადება. შეიძლება დადგენილად ჩაითვალოს, რომ, ერთი მხრივ, ორგანიზმში უმაღლესი ნერვული მოქმედების მოშლა ([3, 8] და სხვა), ან ჰორმონული ძვრები მოქმედებენ სიმსივნის განვითარებაზე, მეორე მხრივ, სიმსივნური ზრდა მოქმედებს ორგანიზმის მრავალ ფუნქციაზე, უპირველეს ყოვლისა კი, ნერვული სისტემის ფუნქციურ მდგომარეობაზე ([4] და სხვა). ყველა ეს ფაქტი მოითხოვს შემდგომ ღრმა შესწავლას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი რამდენიმე წელია სწავლობს სიმსივნური ზრდის ნეირო-ჰემორული მექანიზმების საკითხებს. კ. ერისთავისა და გ. გიორგაძის შრომებით [13], აგრეთვე გ. გიორგაძისა და ნ. მედვედევის შრომით [2] დადგენილია, რომ ზამთრის ძილი ამიერკავკასიის ზაზუნებში მკვეთრად აგვიანებს სიმსივნის ინდუცირებას. აღნიშნული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ზამთრის ძილი წარმოადგენს ცენტრალური ნერვული სისტემის ღრმა შეკავების შედეგს. ამიტომ სიმსივნეების განვითარების პროცესში შეკავებას უდიდესი როლი ეკისრება. თუ მხედველობაში მივიღებთ ზამთრის ძილის რთულ ბუნებას (ნერვული სისტემის შეკავების გარდა, სხეულის ტემპერატურის, ნივთიერებათა ცვლისა და სხვათა მკვეთრი დაქვეითება) და ხსენებული პრობლემის დიდ მნიშვნელობას, გასაგები გახდება სიმსივნეების განვითარების პროცესში სხვადასხვა ფაქტორის „ხედრითი წონის“ გამოსარკვევად სისტემატური მუშაობის ჩატარების აუცილებლობა. დიდ ინტერესს წარმოადგენს გარკვევა იმისა, თუ სიმსივნურ ზრდაზე როგორ მოქმედებს ცენტრალური ნერვული სისტემის შეკავება და აღზნება (უმაღლესი ნერვული მოქმედების „მოშლის“ გარეშე) და, სპეციალურად, ნივთიერებათა ცვლის ცვლილებები, გარემოს ტემპერატურა და სხვა. ცხადია, ამ პრობლემების გადაწყვეტისათვის საჭიროა მრავალი ცდის ჩატარება, რადგან სხვადასხვა საშუალებით გამოწვეული ორგანიზმის ესა თუ ის ცვლილება შესაძლებელს გახდის უზურო სრულად შევიცნოთ ზეგნთვის საინტერესო მოვლენა.

წინასწარი ხასიათის ამ შრომაში ჩვენ შევხებით ჩვენი გამოკვლევის მხოლოდ ერთ ნაწილს, სადაც ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციურ მდგომარეობაზე ზემოქმედების მიზნით ჩვენ ვისარგებლეთ ბრომისა და კოფეინის პრეპარატებით.

ი. პავლოვის ლაბორატორიებში ჩატარებული გამოკვლევებით ცნობილია, რომ ბრომის პრეპარატების გარკვეული დოზა აძლიერებს ქერქული შეკაების პროცესს ([6,7,9,11] და სხვა), ხოლო კოფეინი მოქმედებს ამგზნებლად თავის ტვინის ქერქზე [7].

ცდებში ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა ბრომისა და კოფეინის შემდეგი დოზები. სათანადო ჯგუფის საცდელი ცხოველები კოფეინს ლებულობენ 0,1 გ რაოდენობით ყოველდღიურად პირველი 20 დღის განმავლობაში (გარდა კვირა დღეებისა), შემდგომ პერიოდში კი—დღეგამოშვებით. მეორე ჯგუფის ცხოველები ლებულობდნენ ბრომს 0,1 გ რაოდენობით პირველი 20 დღის განმავლობაში (გარდა კვირა დღეებისა), 5 დღის შესვენების შემდეგ კი—სხვადასხვა ხანგრძლივობით (1,2—3 დღე) მათ ეძლეოდათ ბრომი 0,05 რაოდენობით.

როგორც ბრომი, ისე კოფეინი ცხოველებს ეძლეოდა საკვებთან ერთად (რძეში დამხალი პური). ცხოველები მთლიანად ჭამდნენ საკვებსა და მიცემულ პრეპარატებს, გამონაკლისის სახით კი ადგილი ჰქონდა ბრომიანი საკვების ნაწილობრივ მიუღებლობას. ასეთ შემთხვევაში 2—3 დღის განმავლობაში ვწყვეტდით ბრომის პრეპარატების მიცემას ან ვამცირებდით მის დოზას.

სიმსივნის მიღების მიზნით ჩვენ გამოვიყენეთ 9,10 დიმეთილ-1-2—ბენზანტრაცენის 0,1% ხსნარი ბენზოლზე, რომელსაც 3—4 წვეთის რაოდენობით დღეგამოშვებით ვუსვამდით საცდელი ცხოველის ბექთაშუა მიდამოს კანზე, რომელიც წინასწარ იყო გაკრტილი მაკრატლით.

ცდები ჩატარებულ იქნა ამიერკავკასიის ზაზუნებზე. საცდელი ცხოველები მოთავსებული იყვნენ ცალ-ცალკე მინის ქილებში. ცდები ჩაატარეთ 9 ზაზუნაზე. ისინი დაყოფილ იქნენ 3 ჯგუფად. თითოეულ ჯგუფში—2 მამალი და 1 დედალი. საცდელ ცხოველთა პირველი ჯგუფი ლებულობდა კოფეინს, მეორე—ბრომს, ხოლო მესამე ჯგუფი იყო საკონტროლო, ე. ი. ამ ჯგუფის ცხოველები განიცდიდნენ კანცეროგენული ნივთიერების ზემოქმედებას ისევე, როგორც პირველი და მეორე ჯგუფის ცხოველები, მაგრამ ისინი არ ლებულობდნენ ბრომსა და კოფეინს. ყველა ჯგუფის ცხოველებს კანცეროგენული ნივთიერების წასმა დაეწყო 1954 წლის ივნისში, რაც იმავე წლის სექტემბრამდე გაგრძელდა (საშუალოდ წასმათა რიცხვი უდრიდა 50).

კანცეროგენული ნივთიერების წასმის ადგილი თვალთ შესამჩნევ ცვლილებებს განიცდიდა 2—3 წასმის შემდეგ. დასაწყისში ადგილი ჰქონდა ჰიპერემიას, შემდეგ ვითარდებოდა ანთების მოვლენები—ექსუდაცია, დესკვაშიაცია, ქერქით დაფარვა და შემდგომ მისი მოვარდნა, თმის დაცვენა და დაწყულულება. აღნიშნულ მოვლენათა დაწყებისა და ინტენსივობის მიხედვით საცდელი ცხოველების სხვადასხვა ჯგუფი განირჩეოდა ერთიმეორისაგან. ყველაზე ადრე და ინტენსიურად ეს მოვლენები გამოხატული იყო კოფეინის ჯგუფში.

ამავე ჯგუფშივე აღრე განვითარდა პაპილომატოზური და შემდეგ კი სისცივისური წინაზარდები. პირველი ბიოფსია გაკეთებულ იქნა ცდის დაწყების დღიდან 3 თვის შემდეგ (კოფეინის ჯგუფში). მიკროსკოპული გამოკვლევით დადასტურებული იქნა ბრტყელუჯრედოვანი კიბოს არსებობა სისცივისური უჯრედების სუსტად გამოხატული გარქავებით.

ცდების დაწყების 4 თვის ბოლოს ყველა ჯგუფის ცხოველს გაუკეთდა ბიოფსია, მასალა შესწავლილ იქნა მიკროსკოპითულად და აღმოჩნდა შემდეგი: პირველ ჯგუფში, ე. ი. ცხოველებში, რომლებიც საკვებთან ერთად ღებულობდნენ კოფეინს, ავთვისებიანი სისცივენე—კიბო—აღმოჩნდა ყველა ცხოველს (სამივეს). სისცივენეს ჰქონდა კარგად გამოხატული ალვეოლარული შენება და გარქავებისადმი მიდრეკილება. საკონტროლო ჯგუფში ავთვისებიანი სისცივენე აღმოჩნდა მხოლოდ ორ ცხოველს. ერთ შემთხვევაში კიბო კარგად იყო გამოხატული ალვეოლური შენებითა და გარქავებით, მეორე შემთხვევაში კი სისცივენური უჯრედები მოგრძო ფორმისა იყო. ისინი ნაკლებად გავიდნენ ეპითელიურ უჯრედებს. საცდელ ცხოველთა იმ ჯგუფში კი, რომლებშიაც ცხოველები ღებულობდნენ ბრომს, კიბო ვერ ვნახეთ ვერც ერთ შემთხვევაში: ადგილი ჰქონდა მხოლოდ პაპილომატოზურ წინაზარდებს (და ისიც 2 შემთხვევაში), ჰიპერკერატოზითა და ჰემორაგიული უბნებით.

ამრიგად, კოფეინიან ჯგუფში ავთვისებიანი სისცივენე—კიბო—განუვითარდა სამივე ცხოველს, საკონტროლოში მხოლოდ ორს და ბრომიან ჯგუფში—არც ერთ ცხოველს.

მიღებული შედეგები უფლებას გვაძლევს გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ჩვენ მიერ ხმარებულ დოზებში კოფეინი ამიერკავკასიის ზაზუნებში იწვევს სისცივისის ინდუცირების დაჩქარებას, ხოლო ბრომი—მის შეკავებას.

აღნიშნული საკითხის შესახებ ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში ჩვენ ვნახეთ მხოლოდ ერთი შრომა. ვ. გელეშტეინმა შეისწავლა თავგებში კიბოს ინდუცირებაზე ბრომის ზეგავლენა; ავტორს თავგების კანქვეშა ქსოვილში შეჰყავდა 9—10 დიმიეთილ—1—2 ბენზანტრაცენი. გამოიჩინა, რომ საკონტროლო ჯგუფში ავთვისებიანი სისცივენე-სარკომა—განუვითარდა საცდელ ცხოველთა 55,2%-ს, „ბრომიან“ ჯგუფში კი—32,6%-ს. ამრიგად, ვ. გელეშტეინის მონაცემები ჩვენი მონაცემების სრულიად ანალოგიურია და ამტკიცებს, რომ ბრომის პრეპარატები შემაკავებლად მოქმედებენ სისცივისის ინდუცირებაზე.

წარმოდგენილ შრომაში მოცემულია მხოლოდ წინასწარი შედეგები. ავთვისებიანი სისცივისის განვითარებაში ნერვული სისტემის სხვადასხვა ფუნქციური მდგომარეობის მნიშვნელობის საკითხი მეტად საინტერესოა. იგი მრავალმხრივ და ღრმა შესწავლას მოითხოვს.

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

(რედაქციას მოუვიდა 18.4.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Т. П. Богомолова, Г. Г. Иванов. Функциональные особенности нервной системы животного при злокачественном опухолевом заболевании. Бюлл. эксп. биол., и медич. т. 35, в. 2 1953, 62—66.
2. Г. Е. Георгадзе, Н. Н. Медведев. О влиянии длительного сна(спячки) на возникновение и рост злокачественных опухолей у закавказских хомяков ДАН СССР т. 83 № 5, 1952, 761—764.
3. Е. П. Кожевникова. К вопросу о влиянии высшей нервной деятельности на развитие экспериментальных опухолей. Архив патологии, т. XV, в 1 1953, 22—27.
4. М. В. Латманизова, Г. Г. Иванов. Функциональные особенности нервной системы человека при заболевании раком. Бюллетен экп. биолог. и медицины. т. XXXI, в, 2, 1951, 80—84.
5. С. И. Лебединская, А. А. Соловьев. О некоторых путях экспериментального изучения опухолей на основе учения И. П. Павлова. Клиническая медицина, № 3 1951, 11—15.
6. Ф. П. Майоров. Устранение гипнотического состояния у собак при помощи брома. Труды физиологии. лаборатории Акад. И. П. Павлова, 5, 1953, 133—147.
7. П. М. Никифоровский. Фармакология в условиях рефлексов, дисс. 1910.
8. М. К. Петрова. К механизму действия брома. Труды физиолог. лаборатории акад. И. П. Павлова, 5, 1953, 81—97.
9. М. К. Петрова. О роли функционально-ослабленной коры головного мозга в возникновении различных патологических процессов в организме. Медгиз, 1946.
10. Н. Н. Петров. Краткий очерк основных материалов для выработки теории опухолевого роста. Медгиз, 1954.
11. Л. Н. Федоров. Действие бромистого кальция при нарушении баланса между процессами возбуждения и торможения у возбудимого типа нервной системы собаки. Труды II Всесоюзного съезда физиологов, 1926.
12. Л. М. Шабалд. Некоторые экспериментальные данные к этиологии и патогенезу опухолей. Вестник хирургии, т. 74, в, 3, 1954, 6—17.
13. К. Д. Эристави, Г. Е. Георгадзе. Влияние длительного сна индуцирование опухолей у закавказских хомяков. Сообщения А. Н. ГССР, т. 14, № 2, 1953, 105—108.
14. К. Д. Эристави, Г. Е. Георгадзе. Влияние невротии на индуцирование опухолей Сообщения АН ГССР, т. 14, № 3, 1953, 167—173.

მასპარეზობის მეთოდი

ბ. ზვინაძე

ძვლის ტვინის ცვლილებები თირეოტიროსის დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 19.11.1956)

თირეოტიროსის შესწავლასთან დაკავშირებით მრავალი შრომა არსებობს. თუ თირეოტიროსის დროს პერიფერიული სისხლი შედარებით კარგადაა შესწავლილი, სამაგიეროდ ძვლის ტვინის ცვლილებების შესახებ ლიტერატურული მონაცემები ძალზე მცირეა. ამასთან ამ საკითხზე მასალაც მცირეა და, რაც აღსანიშნავია, სხვადასხვა ავტორის მონაცემები ხშირად ერთმანეთს არ ემთხვევა.

საბჭოურ ლიტერატურაში ეს საკითხი დამუშავებულია მ. არინკინისა და ზ. კოზლოვსკაიას, ი. ბირკასა და ც. მაკალათიას მიერ, ხოლო უცხოურში ი. ბისტრემისა და რ. ჯონსის მიერ.

პირველი ორი ავტორის მიერ შესწავლილია ძვლის ტვინის პუნქტატი ბაზედოვის სნეულების 5 შემთხვევაში. მათი მონაცემებით, ამ დროს ადგილი აქვს ძვლის ტვინის ერთობლივად ფუნქციის გაძლიერებას, მძიმე შემთხვევებში კი ლიმფოციტებისა და ნეიტროფილური და ეოზინოფილური მეტამიელოციტების მომატებას.

ი. ბირკას მონაცემებით (6 შემთხვევა), ძვლის ტვინში აღინიშნება ერთობლივად გაძლიერება, რაც გამოიხატება რეტიკულოციტებისა და აგრეთვე ბაზოფილური და პოლიქრომატოფილური ერთობლივად გაძლიერების რაოდენობის მომატებით.

ც. მაკალათიას შესწავლილი აქვს ძვლის ტვინის ცვლილებები თირეოტიროსის 16 შემთხვევაში. როგორც მისი მონაცემებიდან ჩანს, თირეოტიროსის დროს ძვლის ტვინში ლეიკო- და ერთობლივად ელემენტების ურთიერთდამოკიდებულება უმრავლეს შემთხვევაში ნორმალურია. გრანულოციტების მხრივ აღსანიშნავია გაღიზიანება და მომწიფების პროცესის დაღრმავება.

ლიმფოციტების რაოდენობა თითქმის ყველა შემთხვევაში ნორმალურად მალა-ლია. ძვლის ტვინის ერთობლივად „შტო“ გაღიზიანებულია, რის გამოც მატულობენ ყველა სახის ერთობლივად გაძლიერების უმწიფარი უჯრედები. რეტიკულოციტების რაოდენობა მომატებულია. მეგაკარიოციტების მხრივ ადგილი აქვს მომწიფების პროცესის შეფერხებას და მათს ფუნქციურ ნაკლოვანებას. ძვლის

ტვინის ზემოაღნიშნულ ცვლილებათა ინტენსივობა დამოკიდებულია დაავადების სიმძიმეზე.

ჩვენი მასალა მოიცავს თირეოტოქსიკოზის 66 შემთხვევას.

აღნიშნული შემთხვევები ავადმყოფების სქესისა და ასაკის მიხედვით შემდეგნაირად ნაწილდება (იხ. ცხრილი 1):

ცხრილი 1

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

დაავადების ხანდაზმულობის მიხედვით კი აღნიშნული შემთხვევები შემდეგნაირად ნაწილდება (იხ. ცხრილი 2):

ცხრილი 2

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

კლინიკური მიმდინარეობის მიხედვით ავადმყოფები ნაწილდებიან შემდეგნაირად: მსუბუქი ფორმისა 12 შემთხვევა, საშუალო ფორმისა — 34, მძიმე ფორმისა — 20 შემთხვევა.

ყველა ზემოაღნიშნულ ავადმყოფს ვუღებდით ძვლის ტენის თეძოს ძვლის ქედთან (ბოლდირევასა და მაკაროვის მეთოდით). მიელოგრამა გამოვყავდა ძვლის ტენის 400 უჯრედის დათვლის საფუძველზე. შესაძარებლად ვიყენებდით ვლადოსისა და ფაინშტინის მიერ 1953 წ. გამოქვეყნებულ ნორმებს.

როგორც ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ, თიეროტოქსიკოზის ყველა 66 შემთხვევაში ჩვენ მიერ შესწავლილი იყო ძვლის ტენის პუნქტატი.

ჩვენი მონაცემების მიხედვით ძვლის ტენის პუნქტატში ლეიკო- და ერითრობოეზური უჯრედების ურთიერთდამოკიდებულება მხოლოდ 15 შემთხვევაშია ნორმის ფარგლებში.

41 შემთხვევაში აღინიშნება ლეიკობლასტური ელემენტების მომატება, რის გამოც შეფარდება $\frac{\text{ლეიკო}}{\text{ერიტრო}}$ ნორმაზე მაღალია. დანარჩენ 10 შემთხვევაში ადგილი აქვს ზემოაღნიშნული შეფარდების შემცირებას ლეიკობლასტური ელემენტების დაკლების ხარჯზე. მიელობლასტების რაოდენობა უმრავლეს შემთხვევაში ნორმაზე მაღალია. გრანულოპოეზის მხრივ ადგილი აქვს მცირეოდენ გაღიზიანებას, რაზედაც ნეიტროფილური პრომიელოციტების, მიელოციტებისა და ახალგაზრდა უჯრედების მომატებასთან ერთად მიგვითითებს აგრეთვე ნეიტროფილების ძვლის ტენის შედარებით მაღალი ინდექსი.

სეგმენტირთვიანი ნეიტროფილების რაოდენობა უმრავლეს შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია, ზოგ შემთხვევაში კი შემცირებული ან მომატებული. ეოზინოფილების, ბაზოფილებისა და მონოციტების რაოდენობა მნიშვნელოვან ცვლილებებს არ განიცდის. დამახასიათებელია ცვლილებები ლიმფოციტების მხრივ, რომელთა რაოდენობა თითქმის ყველა შემთხვევაში მომატებულია და ნაცვლად ნორმალური 4—9,4%-ისა, მათი რაოდენობა ზოგჯერ 30%-მდე აღწევს. ერითროპოეზის მხრივ აღსანიშნავია ერითრობლასტების ნორმალური ან შემცირებული რაოდენობით არსებობა. მაკრობლასტების რაოდენობა ხშირად მომატებულია. ნორმობლასტების რაოდენობა უმრავლეს შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია, ზოგჯერ კი ადგილი აქვს მათი რაოდენობის მომატებას, ხოლო იშვიათად — შემცირებას.

ერითრობლასტების მომწიფების ინდექსი ძირითადად ნორმის ფარგლებში მერყეობს, თუმცა ზოგჯერ ადგილი აქვს აღნიშნული ინდექსის შემცირებას, რაც მიუთითებს ერითრობლასტების მომწიფების პროცესის შეფერხებაზე.

თიეროტოქსიკოზის დროს ლეიკო- და ერითროპოეზის ცვლილებებთან ერთად ადგილი აქვს თრომბოციტოპოეზის დათრგუნვას. ამაზე მიგვითითებს ის გარემოება, რომ მიელოგრამის გამოყვანისას 56 შემთხვევაში მეგაკაროციტები სულ ვერ ვნახეთ, დანარჩენ 10 შემთხვევაში კი მათი რაოდენობა 0,5%-ს არ აღემატებოდა.

თიეროტოქსიკოზის მძიმე შემთხვევებში ადგილი ჰქონდა პლაზმური უჯრედების რაოდენობის მომატებას, რაც მიუთითებს ძვლის ტენის გაღიზიანებაზე.

საკუთარი მასალის შესწავლის საფუძველზე შემდეგ დასკვნამდე მივდით:

1. ძვლის ტვინში უმრავლეს შემთხვევაში აღინიშნება ლეიკობლასტური ელემენტების მომატება, რის გამოც შეფარდება $\frac{\text{ლეიკო}}{\text{ერითრო}}$ ნორმაზე მაღალია.
2. გრანულოპოეზის მხრივ ადგილი აქვს მცირეოდენ გაღიზიანებას. ლიმფოციტების რაოდენობა თითქმის ყველა შემთხვევაში მომატებულია.
3. ერითროპოეზის მხრივ აღსანიშნავია ერითრობლასტების ნორმალური ან შემცირებული რაოდენობით არსებობა.
4. მეგაკარიოციტები შემთხვევათა უმრავლესობაში ან სულ არ არის, ან მათი რაოდენობა შემცირებულია.

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

(რედაქციას მოუვიდა 19.11.1956)

ენათმეცნიერება

თ. ბაგაშვილიძე

*so, *sā, *tod ნაცვალსახელი და ე. სტერტივანტის „ინდო-ხეთური“ ჰიპოთეზა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. წერეთელმა 4.12.1956)

ე. სტერტივანტი განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებს „ინდო-ხეთური“ ჰიპოთეზის¹ დასასაბუთებლად ინდო-ევროპულ *so, *sā, *tod ნაცვალსახელს, რომელიც მომდინარეობს, მისი აზრით, „ინდო-ხეთური“ კავშირებისა და ენკლიტიკურ ნაცვალსახელთა კონგლომერატებისაგან. ე. სტერტივანტს მიაჩნია, რომ ეს „ინდო-ხეთური“ კონგლომერატები ხეთურ ენაში დაცულია ša-aš (სახ. ბრ. მხ. რ.), ša-an (აკუზ.), ta-at (სახ.-აკუზ. საშ. სქ.) ფორმების სახით.

ხეთურ ენაში ფართო გავრცელება ჰპოვა nu კავშირმა, რომელიც წინადადებათა დასაკავშირებლად არის გამოყენებული.

nu კავშირი, რომელსაც ერთვის ენკლიტიკური ნაცვალსახელები -aš (საერთო სქესი), -at (საშ. სქესი), ჰქმნის კონგლომერატებს na-aš (სახ. ბრ. მხ. რ.) „და იგი“, na-an (აკუზ.) „და მას (იგი)“, ne-e (სახ. ბრ. მრ. რ.) „და ისინი“, nu-aš (აკუზ. მრ. რ.) „და მათ (ისინი)“ ([1], გვ. 74; [14], გვ. 108 შ.).

ძველ-ხეთურში nu-ს გვერდით გამოიყოფა ta კავშირი, რომელიც -aš და -at ენკლიტიკური ნაცვალსახელების დართვით ჰქმნის ta-aš (სახ. ბ. მხ. რ.), ta-an (აკუზ.), ta-at (სახ.-აკუზ. საშ. სქ.), tu-aš (აკუზ. მრ. რ.), ta-a (სახ.-აკუზ. მრ. რ. საშ. სქ.) კონგლომერატებს.

არქაულ ტექსტებში ამავე მნიშვნელობით გვხვდება su კავშირი. ენკლიტიკური -aš ნაცვალსახელის დართვის შედეგად ვლდებულობით ša-aš (სახ. ბრ. მხ. რ.), ša-an (აკუზ.), še (სახ. ბრ. მრ. რ.), šu-aš (აკუზ. მრ. რ.) ფორმებს ([11], გვ. 78).

ე. სტერტივანტი ვარაუდობს, რომ ინდოევროპული *so, *sā, *tod ჩვენებითი ნაცვალსახელის ფორმები შემდეგნაირად წარმოიშვა. *so ნაცვალსახელი (სკრ. sa, ბერძნ. ἦ, გუთ. sa) მომდინარეობს უშუალოდ „ინდო-ხეთური“ *so კავშირისაგან. ეს იმით აიხსნება, რომ *so კავშირი იხმარებოდა ისეთ

¹ „ინდო-ხეთური“ ჰიპოთეზის შესახებ იხ. [13], გვ. 27 შ.; [14], გვ. 8 შ.; [15], გვ. 23 შ.; [12]. ე. სტერტივანტის არგუმენტების კრიტიკული განხილვა ნეოლინგვისტური პოზიციებიდან იხ. [10]; [2].

წინადადებაში, რომელშიაც სუბიექტი არ იცვლებოდა: მაგ. *Caesar venit, so vidit*, მაშინ როდესაც *to ფორმა განსხვავებულ სუბიექტიან წინადადებებს აკავშირებდა: *Caesar venit, tom Ariovistus vidit*. ასეთი სინტაქსური ფუნქციის გამო *so კავშირი აღიქმებოდა როგორც ნაცვალსახელი. მეორეს მხრივ, „ინდო-ხეთური“ კონგლომერატები ენკლიტიკური ნაცვალსახელით აკუზატივში იწარმოებოდა ძირითადად *to კავშირის საშუალებით, რომელიც აკავშირებდა სხვადასხვა სუბიექტიან წინადადებებს. ასეთი კონგლომერატები ღებულობდა აკუზატივში დასმული ნაცვალსახელის მნიშვნელობას: ინდ.-ხეთ. *to-*om > ი.-ე. *tom (აკუზ. მხ. რ. მამრ. სქ. სკრ. tā-m, ბერძ. τὸ-ν, გუთ. Pan-a); ინდ.-ხეთ. *to-*od > ი.-ე. *tod (ნომ.-აკუზ. საშ. სქ. სკრ. tā-t, ბერძნ. τὸ, გუთ. Pat-a). ინდო-ევროპული ფორმები მდებარეობით სქესისა *tā, *tām წარმოიშვა მოგვიანებით *so, *tom ფორმებისაგან. ამ „ინდო-ხეთური“ კონგლომერატებისაგან მომდინარეობს, ე. სტერტვეანტის აზრით, ხეთური კონგლომერატები su- და ta- კავშირებისა ენკლიტიკურ ნაცვალსახელებთან. ყველა ინდო-ევროპულ ენაში ამ „ინდო-ხეთურმა“ კონგლომერატებმა ნაცვალსახელთა მნიშვნელობა მიიღეს, მაშინ როდესაც ხეთურში მათ უძველესი მნიშვნელობა შეინარჩუნეს ([16], შდრ. აგრეთვე [17]). ე. სტერტვეანტი ამ გზით ცდილობს დაადგინოს საერთო სიახლე ინდო-ევროპულ ენებში ხეთურისაგან განსხვავებით, რომელმაც ამ მხრივ უძველესი მდგომარეობა შემოინახა. „ინდო-ხეთური“ ფუძე-ენისათვის დამახასიათებელი ამგვარი საერთო სიახლის ჩვენება ყველა ისტორიულად დამოწმებულ ინდო-ევროპულ ენაში, რომელიც მათ დაუპირისპირებდა ხეთურ ენას, აუცილებელ პირობადაა აღიარებული „ინდო-ხეთური“ ჰიპოთეზის დასასაბუთებლად (შდრ. [8], გვ. 12).

აღსანიშნავია, რომ A. Goetze ე. სტერტვეანტის დებულებებს *so, *sā, *tod ნაცვალსახელის შესახებ მიიჩნევს „უმნიშვნელოვანეს არგუმენტად ინდო-ხეთური ჰიპოთეზის სასარგებლოდ“. მას მიაჩნია, რომ ე. სტერტვეანტმა შეასრულა ინდო-ხეთური ჰიპოთეზის დასასაბუთებლად აუცილებელი პირობა. ე. სტერტვეანტის ეს დებულება, A. Goetze-ს აზრით, გადამწყვეტ არგუმენტად უნდა ჩაითვალოს ინდო-ხეთური ჰიპოთეზის სასარგებლოდ, თუ იგი დარღვეულ არ იქნება [3]. ამიტომ ვასაგებია, რაოდენ დიდი მნიშვნელობა აქვს ე. სტერტვეანტის დებულებათა ანალიზს ინდო-ევროპული *so, *sā, *tod ნაცვალსახელისა და ხეთური კონგლომერატების შესახებ კონკრეტული ენობრივი მასალის მიხედვით.

ჯერ კიდევ პ. პედერსენმა შეიტანა ეჭვი ე. სტერტვეანტის ამ მოსაზრებაში. იგი უარყოფს ე. სტერტვეანტის დებულებას იმის საფუძველზე, რომ ჩვენებითი ნაცვალსახელები ენის უძველეს შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს, მაშინ როდესაც მათგან უმეტესი კავშირები nu, ta, su ტიპისა გაცილებით უფრო გვიან წარმოიშობა ([9], გვ. 4 შ. შდრ. აგრეთვე [2], გვ. 290).

იბადება კითხვა, რამდენად უჭერს მხარს ე. სტერტვეანტის მიერ წარმოდგენილ სქემას ხეთური ენის მონაცემები, ხეთური sas, tas, tat და სხვ. კონგლომერატების ბუნება, რომლებიც, ე. სტერტვეანტის აზრით, იმავე



„ინდო-ხეთური“ კონგლომერატებისაგან მომდინარეობს, საიდანაც ინდო-ევროპული *so, *sā, *tod ჩვენებითი ნაცვალსახელის ფორმები?

ხეთური მაერთებელი su კავშირი არ შეიძლება შეესატყვისებოდეს ი.-ე. *so ნაცვალსახელს, ვინაიდან ი.-ე. *o წარმოდგენილია ხეთურში ყოველთვის *a-ხმოვნის სახით. ე. სტერტევანტი ფიქრობს, რომ ხეთური su (ინდ.-ხეთ. *so კავშირისაგან) წარმოიშვა თავდაპირველი *sa ფორმისაგან, მას მოჰყავს ანალოგიის პროპორცია: nan:nu=san:su. su კავშირის ამგვარი ახსნა *sa ფორმისაგან ნაკლებად დამაჯერებელია. ამავე პროპორციის საფუძველზე უნდა გვევარაუდა nan:nu=tan:tu. მაგრამ ხეთურში ეს კავშირი დამოწმებულია მხოლოდ ta ფორმით.

ე. სტერტევანტის დებულებას იმის შესახებ, რომ *so კავშირი „ინდო-ხეთურში“ იხმარებოდა საერთო სუბიექტიან წინადადებაში, არ უჭერს მხარს მისი აზრით ამავე „ინდო-ხეთური“ კავშირისაგან მომდინარე ხეთური su კავშირის სინტაქსური ფუნქციები. su კავშირი ხეთურში სხვადასხვა სუბიექტიანი წინადადებების დასაკავშირებლად იხმარება. ანტი მეფის ძველ-ხეთურ ტექსტში (2 BoTU 7) ვკითხულობთ: 44. ...^{URU} ოა-at-tu-ša-na k[a-ru-ú? ku-in?] 45. [tá]k-ki-iš-ta ša-an ta-a-la-ah-hu-un ma-a-na-aš 46. ap-pi-iz-zi-ja-na ki-iš-ta-an-zi-at-ta-at ša-an^D Hal-ma-š[u-it-ti] 47. ^DŠi-i-uš-mi-iš pa-ra-a pa-iš ša-an iš-pa-an-di 48. na-ak-ki-it da-a-ah-hu-un „და (ქალაქი) ხათუსი, წინადადებაში ალაშენა, და იგი დავტოვე. და შემდგომ, როდესაც იგი (ე. ი. ქალ. ხათუსი) შიმშილობდა, და (=მაშინ) იგი (ღვთაება) სიუსმისმა (ღვთაება) ხალმასუთის გადასცა, და მე იგი ღამე იერიშით დავიპყარ“.

ენის მხრივ არქაულ ხეთურ ანეკდოტებში⁽¹⁾ გვხვდება su კავშირიანი წინადადებები სხვადასხვა სუბიექტით: შდრ. KÜ.BABBAR-í[a GUŠKIN] na-at-ta ú-da-i ku-it ú-e-mi-iz-zi a-pa-aš-ša [pár]-na-aš-ša pí-it-ta-iz-zi ša-an

LÚ^{URU} Hu-un-ta-ra-a i-ši-iḫ-hi-iš A.BI LUGAL ÍŠ.PUR ša-an ša-ra-a ú-ya-te-ir (KBo III 34 I 11—14=2 BoTU 12 A I 11—14) „ვერცხლი დ[ა ოქრო], რომელსაც პოულობს, (სასახლეში) არ მიაქვს, და იგი თავის სახლში გარბის, და იგი შეამჩნია კაცმა (ქალაქ) ო.-დან (და) შეატყობინა მეფის მამას, და იგი მოჰგვარეს (მეფეს)“; a-pa-a-aš-ša ú-it KĀ.TAM.MA IḪ.BI ša-na-aš-ta⁽²⁾ ar-ḫa pí-e-hu-te-ir ša-an e-eš-ši-kir ša-aš BA.UG₆ (KBo III 34 II 6—7=2 BoTU 2 A 6—7) „და იგი მოვიდა, ასევე თქვა, და შემდგომ იგი გაიყვანეს და გაუსწორდნენ მას, და იგი გარდაიცვალა“; შდრ. აგრეთვე (KBo III 34 II 8—11; 15—16, 18—20).

ამ მაგალითებიდან ჩანს, რომ su კავშირი ხეთურში აერთებს წინადადებას იმისდა მიუხედავად, სუბიექტი იცვლება მომდევნო წინადადებაში თუ არა.

მეორეს მხრივ, ta კავშირი, რომელიც, ე. სტერტევანტის აზრით, „ინდო-ხეთური“ *to კავშირისაგან მომდინარეობს, ხშირად ერთი და იმავე

(¹ ამ ტექსტების გარჩევა იხ. [6], გვ. 100 შ.

(² ტექსტში შეცდომით ŠA.

სუბიექტიან წინადადებებში იხმარება: შდრ. LUGAL-uš-kán I.NA É.DU₆.ÚS. SA ú-iz-zi ta-aš É ha-li-en-tu-u-ya-aš pa-iz-zi LUGAL SAL.LUGAL-kán É

ha-li-en-tu-u-ya-az ú-ya-an-zi ta-at I.NA É LU^{MES} MUĤALDIM pa-a-an-zi (KUB XI 35 I 13—16) „მეფე შედის განბანვის სახლში, და იგი მიემართება É haletu-ს¹. მეფე და დედოფალი გამოდიან É haletu-დან და ისინი შედიან მზარეულთა სახლში“; 14. tak-ku-ya-aš-ša-an ki-i ha-az-zi-zi ta-ya DINGIR^{LUM} 15. tak-ku-ya-aš-ša-an na-at-ta-ma ha-a[z-zi-zi] 16. ta-ya an-tu-ya-ah-hi-eš ta-ya ... (KBo III 60 H 14—16=2 BoTU 21 II 14—16) „თუ იგი ამას შეიტყობს² (??), მაშინ (იგი) ღმერთი (არის)ო, მაგრამ თუ ვერ შეიტყობს (??), მაშინ (იგი) ადამიანი (არის)ო, მაშინ (იგი)...“. განსაკუთრებით ხშირად გვხვდება ta კავშირი ენობრივად არქაულ ხეთურ კანონებში, რომლებიც შედგენილია „ძველი სამეფოს“ ეპოქაში [5]. ამ ტექსტებშიაც ta კავშირი ხშირად ზემოაღნიშნული ფუნქციით იხმარება: შდრ. [t]ák-ku LÚ.

GÁL.LU-an ku-iš-ki hu-u-ni-ik-zi ta-an iš-tar-ni-ik-zi (CH § 10.25) „თუ ვინმე კაცს მოაჯადოებს და მას აენებს...“; nu KUN GUD e-ip-zi ta ID-an za-a-i (CH § 43.53) „და ხარს კულში სტაცებს (ხელს) და მდინარეს გადალახავს...“; tak-ku LÚ-iš SAL-an har-zi ta LÚ-iš a-ki (CH § 193.40) „თუ კაცი ქალს (ცოლად) აიყვანს, და კაცი (იგი) გარდაიცვლება...“; 8... tak-ku-uš LÚ-iš. 9. ú-e-mi-ja-zi tu-uš ku-e[n]-zi (CH § 197. 8—9) „თუ ქმარი მათ იპოვის და მათ მოკლავს...“; შდრ. აგრეთვე § 53. 9—10; § 60. 37; § 61. 40; § 62. 43; § 162. 19—20; § 164. 28—30; § 165. 31—33; § 165. 40; § 166. 43, 45; § 168. 48, 49; § 169. 50, 51; § 171. 5, 7; § 195. 50—53; § 198. 12.

ამ მაგალითებიდან ნათლად ჩანს, რომ ta და su კავშირები ხეთურში არ უპირისპირდება ერთმანეთს სინტაქსურად. ისინი შეიძლება იხმარებოდეს წინადადებებშიაც ერთი და იმავე სუბიექტით. ta კავშირის ამ ფუნქციით ხმარების მაგალითები სიხშირის მხრივ არ ჩამოუვარდება ისეთ შემთხვევებს, ზადაც იგი სხვადასხვა სუბიექტიან წინადადებათა დასაკავშირებლად არის გამოყენებული. განსხვავება ta და su კავშირებს შორის ხეთურში იყო არა-სინტაქსური, არამედ შინაარსობრივი. ta კავშირი ნიშნავდა, როგორც ჩანს, „მაშინ, შემდეგ“, ლათ. tum, tunc, tandem; გერმ. dann, ინგლ. then და აკავშირებდა წინადადებებს მათი ქრონოლოგიური თანამიმდევრობის მიხედვით, დამოუკიდებლად მათში მოქმედების სუბიექტის ბუნებისა (შდრ. [7], გვ. 108 შ.). არ არსებობს არავითარი რეალური საფუძველი იმისათვის, რომ ხეთურ ta და su კავშირებს ის სინტაქსური ფუნქციები მივაწეროთ, რომლებიც ახასიათებდა, ე. სტერტევანტის მიხედვით, „ინდო-ხეთურ“ *to და *so კავშირებს. ე. სტერტევანტის ვარაუდი „ინდო-ხეთური“ *to და *so კავშირების სინტაქსურ თავისებურებათა შესახებ არ მართლდება ხეთური ენის

¹ იხ. [4].

² იხ. [6], გვ. 110 შ.

მონაცემებით და, ამდენად, არ შეიძლება დასაბუთებულ იქნეს კონკრეტული ლინგვისტური წასაღით. ასეთ პირობებში ე. სტერტევანტის დებულება ინდო-ევროპული ჩვენებითი ნაცვალსახელის წარმომავლობის შესახებ „ინდო-ხეთური“ კონგლომერატებისაგან კარგავს თავის ძირითად წინამძღვარს, რომლის დამტკიცების გარეშე გაუგებარი რჩება *so- და *to-ფუძეების განაწილება ინდო-ევროპულ ნაცვალსახელოვან ფორმებში.

ამასთანავე აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ „ინდო-ხეთურ“ *to-*om კონგლომერატს, რომლისაგანაც უნდა მომდინარეობდეს, ე. სტერტევანტის მიხედვით, ი.ე. ნაცვალსახელის მხ. რ. აკუზ. ფორმა *tom (სკრ. tám, ბერძნ. τόν, გუთ. Pan-a), უნდა მოეცა ფორმა *tōm, და არა *tom, რომელიც აღდგება ისტორიულად დამოწმებული ფორმების საფუძველზე, ამის მსგავსად, „ინდ.-ხეთ.“ *to-*od კონგლომერატი მოგვეცემდა არა *tod ფორმას (სკრ. tát, ბერძნ. τόν, გუთ. Pat-a), არამედ ფორმას *tōd.

ინდო-ევროპული *so, *sā, *tod ჩვენებითი ნაცვალსახელი შესატყვისის პოულობის ხეთურ ნაცვალსახელში ši-e-ta-ni (დატ.-ლოკ.) [ši-e-ta-ni ud-da-ni-i (Madd. Rs. 36) „ამ საქნეში“, ši-i-e-el (ნათ. ბრ.) [ši-i-e-el ĪR^{MES}.ŠU (HAB II 47) „მისი მსახურები“]. s-ძირიანმა ფორმამ გამოდგენა ირიბ ბრუნვებში t-ძირიანი ფორმები და მთელ პარადიგმაზე გავრცელდა.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ინდო-ევროპული *so, *sā, *tod ჩვენებითი ნაცვალსახელის ფორმები არ მომდინარეობს „ინდო-ხეთური“ კონგლომერატებისაგან, რომლებიც თითქოს შემოინახა უძველესი სახით ხეთურ ენაში. ამრიგად, უსაფუძვლო ჩანს ინდო-ხეთური ჰიპოთეზის სასარგებლოდ წამოყენებული ძირითადი არგუმენტი სტერტევანტისა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 4.12.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. Фридрих. Краткая грамматика хеттского языка (перевод с немецкого), Москва, 1952.
2. G. Bonfante. „Indo-Hittite“ and areal linguistics (AJPh. LXVII. 4. 1946, 289—310).
3. A. Goetze. Hittite and Indo-European languages (JAOS. LXV. 1945. N 1, 53).
4. A. Goetze. The priestly dress of the Hittite king (JCS. 1. 1942. N 2, 177 შენ. 13).
5. H. G. Güterbock. Authority and law in the Hittite kingdom (Authority and Law in ancient Orient. Supplement to the JAOS. 1954. N 17, 21).
6. H. G. Güterbock. Die historische Tradition und ihre literarische Gestaltung bei Babylonien und Hethitern bis 1200 (ZA NF. X. 1938. 1/2, 45—145).
7. E. A. Hahn. Some hittite words in ta- (Language. XII. 1936. N 2, 108 შ.).
8. H. Pedersen. Hittitisch und die anderen indoeuropäischen Sprachen (Det kgl. Danske Videnskabernes Selskab. Hist.-filol. Meddelelser, XXV. 2. Kobenhavn, 1938).

9. H. Pedersen. Tocharisch vom Gesichtspunkt der indoeuropäischen Sprachvergleichung (Det. kgl. Danske Videnskabernes Selskab. Hist.-filol. Meddelelser. XXVIII. 1. Kobenhavn, 1941).
10. V. Pisani. La question de l'Indo-hittite et le concept de parenté linguistique (Archiv Orientalní. XVII. 2. 1949, 251—264).
11. F. Sommer und A. Falkenstein. Die hethitisch-akkadische Bilingue des Hattušili I (Labarna II) (Abhandlungen der Bayr. Akademie der Wissenschaften. Phil.-hist. Abteilung, NF 16. München, 1938).
12. E. H. Sturtevant. Archaism in Hittite (Language. IX. 1933. N 1, 1—11).
13. E. H. Sturtevant. A comparative grammar of the Hittite language, Philadelphia, 1933.
14. E. H. Sturtevant and E. A. Hahn. A comparative grammar of the Hittite language I, rev. ed. New Haven, 1951.
15. E. H. Sturtevant. The Indo-Hittite laryngeals, Baltimore, 1942.
16. E. H. Sturtevant. The pronoun *so, *sā, *tod and Indo-Hittite hypothesis (Language. XV. 1939. N 1, 11—19).
17. E. H. Sturtevant. The prehistory of Indo-European: A summary (Language. XXVIII. 1952. N 2, 178).

ხელოვნების ისტორია

ს. ბარნაველი

საპარტვილოს ანტიკური საბმულაშენების ისტორიიდან

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩუბინაშვილმა 3.4.1956)

უკანასკნელი წლების არქეოლოგიურმა გათხრებმა და სამეცნიერო კვლევამ მრავალი საკითხი გაარკვია ქართული ხელოვნების სხვადასხვა დარგში. მტკიცე საფუძველი ჩაეყარა გლიპტიკის ისტორიას და, რაც მნიშვნელოვანია, გაირკვა გლიპტიკის განვითარების ეტაპები დიდი ქრონოლოგიური მონაკვეთების მიხედვით.

სამთავროში (მცხეთა) მოპოვებულ გემმათა შესწავლის მეოხებით ცხადი შეიქმნა ანტიკური, ე. ი. დასავლური გემების დიდი გავრცელება საქართველოში ჩვენი წელთაღრიცხვის პირველ საუკუნეებში [1]. ეს კარგად მტკიცდება საქართველოს სამუზეუმო კოლექციებიდანაც. დიდად მნიშვნელოვანია პროფესორ მ. მაქსიმოვას დასკვნა, რომ ანტიკური გემები თვით საქართველოშიც მზადდებოდა ([1], გვ. 226).

რომის იმპერიის ყოფილ ტერიტორიაზე ანტიკური გემები დიდხანს იხმარებოდა. მაგალითად, ბიზანტიაში იყენებდნენ ძველ ანტიკურ წარმართულ გემებს ([2], გვ. 188; [3], გვ. 372).

დასავლეთ ევროპაშიც შუა საუკუნეებში მათ იყენებდნენ სხვადასხვა სა ეკლესიო საგნის მოსართავად. ეს დასტურდება უკვე მერ საუკუნიდან და გრძელდება შემდგომაც, განვითარებულ შუა საუკუნეებში, განსაკუთრებით, როდესაც კონსტანტინეპოლის ვიცარცვის შემდეგ ევროპაში მოზღვავდა სიმდიდრე ბიზანტიის საგანძურებიდან ([2], გვ. 207, 208, 215; [3], გვ. 372, 374).

უნდა ვივარაუდოთ, რომ საქართველოშიც, ისევე, როგორც ბიზანტიასა და დასავლეთ ევროპაში, არსებობდა ანტიკური გემები ძველ სამეფო საგანძურებში. ამ აზრის დასაყრდენს შეადგენს ანტიკური გემების სიმრავლე საქართველოს ძველ ნეკროპოლებში.

ისევე, როგორც ბიზანტიასა და დასავლეთ ევროპაში, საქართველოშიც შუა საუკუნეებში ანტიკური გემებით ამკობდნენ საეკლესიო ინვენტარს: ხატებს, ჯვრებს. მაგალითად: ანტიკური გემებით შემკულია ცაგერის XI საუკუნის ხატი, უბისის XVI საუკუნის ხატი, მეჯვრისხევის XVI საუკუნის ხატი, გელათის XVI საუკუნის (ნაწილობრივ) ჯვარი და სხვ. (აღნიშნული საგნები ინახება საქართველოს ხელოვნების სახელმწიფო მუზეუმში, ოქრომკედლობის სეიფში).

საყურადღებოა, რომ ამ დროს, ისევე, როგორც ბიზანტიასა და ევროპაში, საქართველოშიც ქრისტიანულ შინაარსს აძლევდნენ ანტიკურ წარმართულ გემმებს, რაც ნათლად ირკვევა დიდებულ კამეოს მაგალითზე, რომლითაც შემკულია მეჯვრისხევის დასახელებული ხატი. კამეოზე გამოხატულია იზიდის თავი, ხოლო კამეოს აქეთ-იქით ხატზე ამოკვეთილია განმმართველი წარწერა: „ღედა ღვთისა“ ([4], გვ. 42, 44).

მაგრამ დასავლეთ ევროპაში ანტიკური გემმები განვითარებულ შუა საუკუნეებში იხმარებოდა აგრეთვე როგორც საბეჭდავები იმ საბეჭდავებთან ერთად, რომლებიც მაშინ მზადდებოდა იქვე. პრელატები, ბარონები, მონასტრები ბეჭდავდნენ თავიანთ საბუთებს ბერძნული და რომაული ანტიკური წარმართული გამოხატულებებით ([2], გვ. 209, 210; [3], გვ. 374, 375).

საინტერესოა, რომ ასეთივე მოვლენა ირკვევა რუსეთში შუა საუკუნეებში:

„На духовной грамоте В. К. Симеона, в монастыре Созонта, 1353 г., сохранились три печати... на одной из этих печатей изображена... по очертанию лица и по форме античная гемма“ ([5], გვ. 113).

„... (На печати) Белозерского князя Михаила Андреевича (табл. XI, рис. 6) представлена богиня плодородия, голова ее в сиянии, в левой руке держит она рог изобилия... Тип драпировки одежды свидетельствует о греческом происхождении камня, с которого изображение снято“ ([5], стр. 147). საბუთი ეკუთვნის XV საუკუნეს ([5], გვ. 147, შენიშვნა).

„Труднее разобрать (печать) от XV также века сохранившуюся и Вологодскому князю Андрею Васильевичу принадлежащую: орел держит в клюве венюк, и по бокам его что-то вроде арматур“ ([5], გვ. 147). (გამოხატულების მიხედვით ეს რომაული სტილის არწივია).

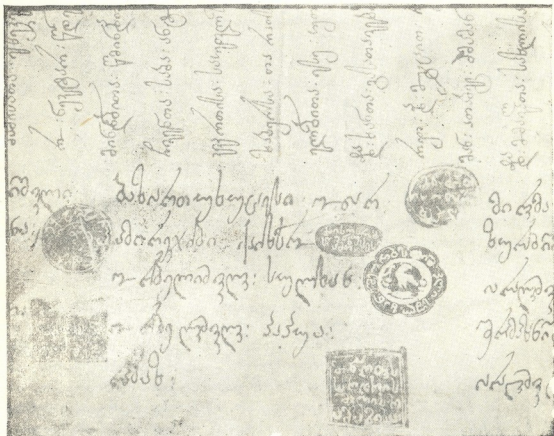
ლაკიერის გარდა, ანტიკური საბეჭდავების ხმარებაზე რუსეთში შუა საუკუნეებში (XVII საუკ.) წერენ აგრეთვე რომევიჩი ([6], გვ. 212), ორენიკოვი ([7], გვ. 117) და სხვ.

საქართველოშიც გვიან შუა საუკუნეებში გვხვდება ანტიკური გემმების ხმარება საბეჭდავებად. ამას ამტკიცებს საქ. სახ. მუზეუმის ხელნაწერების განყოფილებაში შენახული საბუთი № 403 Hd, რომელიც გამოცემული აქვს ექვთ. თაყაიშვილს ([8], საბუთი № 403) და ვ. ფუთურაძეს ([9], გვ. 361—388).

საბუთი წარმოადგენს ნასყიდობის წიგნს, მიცემულს მირიმიანიძეთა მიერ თუმანიშვილებისათვის, ნასოფლარ შამირზას მიყიდვის გამო, თარიღდება 1697 წლით. დამტკიცებულია მრავალი საბეჭდავით, მათგან ერთი, მარჯვენა კიდეზე (სურ. 1) იპყრობს ყურადღებას. მის შესახებ ექვთ. თაყაიშვილს ნათქვამი იქვს: „ბეჭდის შუა გამოხატულია მტრედი“. სინამდვილეში, როგორც აღნიშნული აქვს ვ. ფუთურაძეს, გამოხატულია არწივი ([9], გვ. 386, შენიშვნა). იგი მოცემულია პროფილში: ტანი მარცხნივაა, თავი მკვეთრად მიბრუნებულია მარჯვნივ. არწივის აქეთ-იქით ამართული თითო ვერტიკალი, რომელიც გარდიგარდმო ოვლებითაა შემკული, წარმოადგენს რომაულ

დროშების სქემატურ გადმოცემას. იხ. მაგალითად ([10], სურათები 3, 4, 5, 7).

არწივის თავისა და ფრთის მოხაზულობა შეხამებულია გემმის ოვალთან. არწივის გამოხატულების სტილი მკვეთრად დამახასიათებელია რომაული არწივებისათვის. რომის იმპერიის ლეგიონების დროშებზე [10], რომელზე შედა-



სურ. 1

ლებზე ([11], ტაბ. 144₁₀ და 144₁₁ და, განმარტება გვ. 17-ზე), გემმებზე ვხედავთ სტილისტიკურად მსგავს გამოხატულებებს.

სამთავროშიც 1938—1939 წლების არქეოლოგიური გათხრების დროს ნაპოვნია ორი გემმა არწივის გამოხატულებით ([1], ტაბ. I, 28 და I 36). გემმები დათარიღებულია ახალი წელთაღრ. II და III საუკუნეებით თანმხლები ინვენტარის მიხედვით, მ. მაქსიმოვას მიერ.

რომაული არწივის გამობატულება ამოკვეთილია აგრეთვე ორ გემმაზე, რომელიც საქ. ხელოვნების მუზეუმის სეიფში ინახება. (№№ 8853 და 2418 — სურ. 2 და 3). პირველზე (№—8853) ვხედავთ არწივის დამახასიათებელ პოზაში, რომელსაც დიდი მსგავსება აქვს ზემოხსენებულ საბექდავის არწივის პოზასთან. მეორეზე (№—2418)¹ არწივის თავი პროფილში აქვს, ტანის დანარჩენი ნაწილი კი ფრონტალურად. ამ არწივის აქეთ-იქით ისეთივე დროშებია, როგორც საბუთის საბექდავზე.



სურ. 2

არწივისგამობატულებიანი გემმები გამოირჩევა საზეიმო ხასიათით: არწივი მოთავსებულია გემმის ოვალური ზედაპირის ცენტრში, პოზა საზეიმოა. საზეიმო, ოფიციალურ ხასიათს აძლევს გემმას არწივის აქეთ-იქით გამობატული ტროფეებიც (სამთაგროს ზემოდასახელებული გემმა, ტაბ. I, № 36)—სურ. 4—ანდა დროშები (ხელოვნების მუზეუმის გემმა. № 2418 და გემმა საბუთზე).

ზემოთ მოყვანილი საბუთის საბექდავის გემმა ანტიკურია, მის თარიღად შეიძლება მივიჩნიოთ დაახლოებით ჩვ. წელთაღრიცხვით II საუკ. იგი გამოუყენებით როგორც საბექდავი მე-17 საუკ. ბოლოს. საბექდავის მოჩარჩოება ანტიკური არ არის, მე-17 საუკუნესვე უნდა მიეკუთვნებოდეს. იგი წარმოადგენს ექვსფურცლიან როზეტს, რომლის გულში ჩასმულია გემმა. როზეტის ნაბირების ჩაჭრილი ხაზი იმეორებს როზეტის მოხაზულობას. (ამგვარი მოჩარჩოება ვხვდებთ მე-18 საუკუნეშიაც (საბექდავი საქ. სახ. მუზ. საბუთზე № 21 Ad).



სურ. 3

მოჩარჩოებას გარს უვლის ამოკვეთილი მხედრული წარწერა: ე. შვ² ორბელიშვილი სულხან. (სურ. 1). საბექდავის გვერდზე ვხედავთ თვით სულხან ორბელიშვილის დასახელებას. საფიქრებელია, ორბელიშვილმა გამოიყენა საბექდავად ანტიკური გემმა, მასზე გამობატული ორბის გამო, თავის გვართან შეფარდებით. ამგვარად, ჩვენ გვაქვს შენახული ლექსიკოგრაფის სულხან ორბელიანის საბექდავის ანაბექდი.



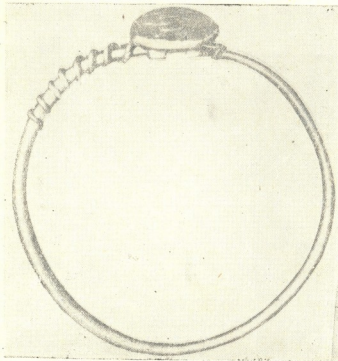
სურ. 4

ანტიკური გემმების გამოყენება საბექდავებად გვიან საუკუნეებში დადასტურებულია სხვა საბუთებითაც. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ხელნაწერების განყოფილების საბუთზე

¹ უკანასკნელი საბექდავი საყურადღებოა მისი თავდადასავლის გამო. საბექდავი ჩასმულია სამაჯურში, რომლის ფორმა—სურ. 5—დამახასიათებელია ანტიკური სამაჯურებისათვის (იხ., მაგ., სამთაგროში 1939 წელს განათხარი სამაჯური № 1935 (ჩრდილ. უბანი). სურ. 6). მიუხედავად ამისა, სამაჯური მაინც პირვანდელი არ არის. თავდაპირველი სამაჯური, რომელზედაც გემმა იყო მიმაგრებული, ნაოკენი ყოფილა ლორეს მიდამოებში ალექსანდრე ერციციის მიერ. მას ეს ოქროს სამაჯური (უგემმოლ) მურიესთვის მიუყვლიდა, სამაგიეროდ კი გაუკეთებინებია ახალი, მაგრამ თითბრისა, ძველთან მისგავსებით (იხ. ჩანაწერი ხელოვნების მუზეუმის კატალოგში).

² აღდგენილია ექვთ. თაყაიშვილის მიერ როგორც: კ. შვ (ქრისტე, შეიწყალე)—(წმ, გვ. 119).

№ 449 Hd, რომელიც დათარიღებულია 1784 წლით, საბეჭდავად გამოყენებულია გემმა ფორტუნა-ტიხას გამოხატულებით (სურ. 7). მის ახლომელ ანალოგიას ვხედავთ სამთავროში განათხარ გემმაში № 1412, მეორე საუკ. ჩვ. წ. ([1], გვ. 251, 25; ტაბ. I₂₅). საბეჭდავი საბუთზე ნახულია ლ. შერვაშიძის მიერ. იგივე გემმა გამოყენებულია საბეჭდავად საქართველოს ცენტრალურ არქივში დაცულ საბუთზე № 1558 (ფონდი № 1448), რომელიც 1792 წლით თარიღდება. პროფ. ექვთ. თაყაიშვილის მიერ დასახელებულია საბუთების საბეჭდავები, რომლებიც ანტიკურ გემმებს უნდა წარმოადგენდნენ. მაგალი-



სურ. 5

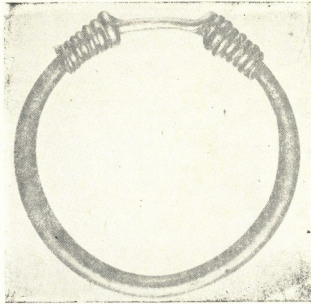
თად, 1737 წლის დამოწმების წიგნზე: „ბეჭედზე კლასიკური სურათია წარმოდგენილი: იუპიტერი ტახტზე მჯდომარე და მის წინ გამარჯვების ღმერთი (ნიკე)“ — ([8], გვ. 395). აგრეთვე, 1707—8 წლების წიგნზე, ბეჭედზე „გამოხატულია გამარჯვების ღმერთი ბავშვის მსგავსად და აწერია NYKE“ ([8], გვ. 217).

მე-18 საუკუნისათვის ანტიკური საბეჭდავების გამოყენების მაგალითები გვაქვს ქუთაისის ისტორიულ-ეთნოგრაფიული მუზეუმის დადიანისეულ-კოლექციაში (ინვ. № 69 ა).

ერთ-ერთ საბეჭდავზე—აქატი ინტალიო—ამოკვეთილია კაცის თავი პროფილში (სურ. 8). ვერცხლის მოჩარჩოება შედგება ბუდისა და სახელურისაგან (სურ. 9). ბუდე ოვალურია, მაღალი, კოლოფისებრი, ძირი სადა

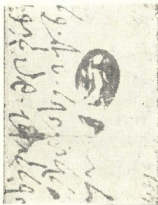
აქვს, გვერდის ზედაპირი კი ჩაჭრილი ხაზების საშუალებით შემკულია კუწუბებით. კუწუბების შიგნით შტრიხებია.

სახელურს შეადგენს ორი რკალი, რომელიც თითო მხრიდან მირჩილულია ბუდეზე. ესენი ერთდებიან ზემოთკენ და მათ შერთებაზე კვლავ მირჩი-



სურ. 6

ლულია რკალი უზონრის გასაყრელად. მსგავსი მოჩარჩოება აქვს იმავე კოლექციის 4 გემმას. მათგან ორზე სპარსული წარწერაა: ერთზე თარიღია: 1122 ჰიჯრ. = 1710—11 წ., მეორეზე—1194 ჰიჯრ. = 1780 წ. გემმები დამაგრებულია ძეწკვებით ეკატერინე დადიანის საწერელზე. მოჩარჩოების მიახლოებული ფორმა გვხვდება საქართველოში მე-19 საუკ. მანძილზედაც (იხ., მაგ., მსგავსი ჩარჩოიანი საბეჭდავი № 4188 საქართველოს ხელოვნების მუზეუმის სეიფში, წარწერით: „ალექსანდრე ერისთავი. 1832 წ.“ (სურათი 10).



სურ. 7

აქატს აქვს მონაცრისფრო-ცისფერი და მოყვითალო ფენები. ქვემო ზედაპირი (ე. ი., რომელზედაც გამოხატულებაა ამოკვეთილი) ძლიერ ამოზურცულია, ოვალური. ქვა ვათლილია იმგვარად, რომ ქვემო ზედაპირი

კონცენტრული ოვლების სისტემას წარმოადგენს. ბუდესთან მუქი ნაცრისფერი-მოცისფრო ოლეა; იმის მომდევნო, ცენტრისაკენ—ღია ნაცრისფერი; უფრო ზემოთკენ—მოყვითალო-ნაცრისფერი და შემდეგ, ცენტრში, კვლავ მუქი ნაცრისფერი-მოცისფრო. ამ ფენის ოვალში მოთავსებულია გამოხატუ-

ლება. სხვა ჩარჩო გამოხატულებას არა აქვს. კვეთა სიღრმეზე იძლევა შუქ ნაცრისფერს-მოცისფეროს¹.

ქვაზე გამოხატული კაცის პროფილის ხაზი ფაქიზი და მკაცრია, თავი ძლიერ რელიეფშია. თმა კისერთან გამონასკულია. თმის შულოები მკაფიოდაა აღნიშნული. კულული ჩამოსდევს ყელს. კაცს თავზე უკეთია მცენარის სახის სამკაული, რომელიც სუსტად ირკვევა. მარჯვენა მხარზე ჰიმატიონის ნაკეცებია. როგორც ჩანს, გამოხატულია აპოლონის თავი. შეადარე აპოლონის თავის ოლვის 1-ლი საუკ. ახალი წელთ. ფულზე ([12], გვ. 159, სურ. 29). შეადარე თმის დაყენება აპოლონის სხვა გამოხატულებებზე ([13], სურ. 376, 381, 367).

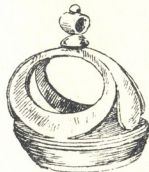


სურ. 8

გემმა ანტიკურია. სტილისტიკურად ახლო გამოხატულებას ვხედავთ ათენა ლემნიას კლასიციკურ ნაწარმოებებში (სურ. 11) რომელიც გამოცე-



სურ. 9



სურ. 10

მული აქვს ა. ფურტვენლერს ([3], ტომი II, ტაბ. XXXIX, 34). შეადარე აგრეთვე ათენა ლემნიას გამოხატულება ([14], სურ. 6, 7, 8 და [15], ტაბ. 247, 248). ათენა ლემნიას გემმა, რომელიც ჩვენი წელთაღრიცხვის 1-ლი საუკუნითაა დათარიღებული ა. ფურტვენგლერის მიერ, თითქოს იმავე ოსტატის მიერაა შესრულებული, რომელსაც ეკუთვნის დადიანისეული კოლექციის ზემოდასახელებული გემმა.



სურ. 11

გემმის კვეთის ტექნიკისათვის დამახასიათებელია საკმაოდ მკვეთრი ცვლა ღრმა და ნაკლებად ღრმა ზედაპირებისა, ოდნავი აღნიშვნა პროფილის ხაზისა იმ დროს, როცა ყვრიმალის ზედაპირი ძლიერაა ამოღრმავებული, არარბილი გადასვლა ზედაპირიდან ზედაპირზე, ე. ი. აქ არის კვალი ელინისტური მანერისა, მაგრამ

¹ ქვის ქვემო ზედაპირის სიგრძე—0,01 მ., სიგანე—0,019 სახელურის სიგრძე—0,011, სიგანე—0,009, სიმაღლე—0,018, ბუდის სიგრძე—0,012, სიგანე—0,01, სიმაღლე—0,005, საბჭედავის სიმაღლე მთლიანად—0,025. ქვაზე პატარა ამოტეხილებია დაწერტვის სახით.

მასთან შეერთებულია I საუკუნის გლიპტიკის კლასიციკლური მიმართულება. ელინისტურ გემმებთანვე აახლოებს ქუთაისის გემმას კვეთა ძლიერად ამოზოტულ ზედაპირზე. მოჩარჩოება მოწმობს, რომ გემმა ნამდვილად საბექდავად, და არა სამკაულად, იყო გამოყენებული მე-18 საუკუნეში.

ამგვარად, ჩვენ გვაქვს ანტიკური გემმების ანაბეჭდები შუასაუკუნეების ქართულ საბუთებზე, ხოლო თვით ერთი ასეთი საბექდავი, ჩასმული გვიანდელ ჩარჩოში, შენახულია დადიანისეულ კოლექციაში.

საქართველოში, როგორც განვითარებულ შუასაუკუნეებში, ისე გვიანში, იქმნებოდა ნამდვილი ქართული საბექდავები, მათი სახე საინტერესოა და ისეთივე ორიგინალური და ძვირფასი, როგორიცაა ქართული ხელოვნების სხვა დარგები. საბექდავების ხელოვნება ამ დროს დაკავშირებულია მათთან და დიდი ტრადიციის მქონეა, მაგრამ ამ საბექდავების გვერდით კვლავ ვხვდებით დაბეჭდვას ანტიკური გემმებით.

საბუთების შესწავლამ ჩვენ წინ გადაშალა ერთი ფურცელი საქართველოს საბექდავების ისტორიიდან და, მოსალოდნელია, მათი შემდგომი შესწავლა მოგვცემს სხვა საგულისხმო ნიმუშებს⁽¹⁾.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 18.5.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. И. Максимова. Геммы из некрополя Мухеты—Самтавро (раскопки 1938/39 г.г.). საქ. სახელმწ. მუხ. მონაბე, ტ. XIV-B, თბილისი, 1950.
2. E. Babelon. La gravure en pierres fines. Paris 1894.
3. A. Furtwängler. Die antiken Gemmen. Leipzig—Berlin, 1900.
4. A. I. Amiranachvili. Un camée antique à Tiflis, Paris, 1931.
5. Ал. Лакиер. Русская геральдика. кн. I, Санктпетербург, 1855.
6. Ф. Родзевич. О русской сфрагистике. Вестник археологии и истории, издаваемый археологическим институтом, вып. VI, СПб, 1886.
7. А. В. Орешников. Материалы к русской сфрагистике. Труды Московского Нумизматического Общества, т. III, вып. I, Москва, 1903.
8. ე. თაყაიშვილი. საქართველოს სიძველენი, II, ტფილისი, 1909.
9. ფუთურძე. ქართულ-სპარსული ისტორიული საბუთები. თბილისი, 1955.
10. A. Domaszewski. Die Fahnen im Römischen Heere. Abhandlungen des archäologisch—epigraphischen Seminare der Universität Wien, Heft V, Wien, 1885.
11. Franceskó Gnecci. I Medaglioni Romani. Bronzo. Roma, 1912.
12. А. Н. Зограф. Денежное обращение и монетное дело Северного причерноморья. Античные города Северного причерноморья. Москва—Ленинград, 1955.
13. Dictionnaire des antiquités grecques et romaines... sous la direction de Ch. Daremberg et Edm. Saglio, Paris, 1881.
14. A. Furtwängler und H. L. Ulrichs. Denkmäler griechischer und römischer Sculptur. Dritte Auflage.
15. Heinrich Bulle. Der schöne Mensch im Altertum. München und Leipzig, 1911.

(1 სურათები: 2, 3, 9, 10 შესრულებულია ლ. შერვაშიძის, ხოლო ფოტოები: 1, 5, 6, 7, 8—ლ. სკლიფასოვსკის მიერ.

მთ. რედაქტორი აკად. ნ. მუსხელიშვილი

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.2.1957; შკვ. № 2; ანაწყობის ზომა 7×11;
ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 8;
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 10,9; უე 01041; ტირაჟი 1000

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



დებულება „საპარტიზმოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მონაგონის“ შესახებ

1. „მონაგონი“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.

2. „მონაგონს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.

3. „მონაგონს“ 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 ჩაითვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.

6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მონაგონის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგებად.

7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, სავსებით გამოზადებული 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 შეტლებისდა გვირად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.

9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.

10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და აღვლდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.

11. ავტორს ეძლევა გვერდებთან შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოუდგენლობის 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.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლიანის ქ., 8

ტელეფონი: 3-03-52.

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XVIII, № 2, 1957

Основное, грузинское издание