

524/
1951/2



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
მ ო ე მ ბ ე

გომი XII, № 9

ქიკითარი, ქართული გამომცემა

1951

შ ი ნ ბ ა რ ს ი

მათემატიკა

1. მ. განიცი. სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემების ეკვივალენტური რეგულარიზაცია 517

ფიზიკა

2. ე. ანდრონიკაშვილი (აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ქვანტური ჰიდროდინამიკის ექსპერიმენტული დასაბუთებისათვის 525

ბიოქიმია

3. პ. ქომეთიანი (აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). გლუტამინის მჟავას დაქანგვის კავშირი აცტილქოლინის სინთეზთან თავის ტვინის გამონაწურში 531

ბაიოლოგია

4. ნ. ბენდუქიძე. წედის-ფასრალის მიდამოების მესამეული ნალექების სტრატოგრაფიისათვის 539

მინერალოგია

5. თ. ბაგრატიშვილი და ე. ვეზირიშვილი. ზოგიერთი მინერალური ძარღვის წარმოშობის პირობების შესახებ 547

ტიჰნიკა

6. ო. ონიკაშვილი. გარსის თავისუფალი რბევის სისწირის დაზუსტების შესახებ . 549
7. მ. ლევოცკი. განმტკიცებისა და დასვენების კინეტიკური თეორია პლასტიკური დეფორმაციის დროს 557

პატაზიტოლოგია

8. ნ. ჯაფარიძე. ტიპი *Hyalomma aegyptium* L-ის ლარვებისა და ნიმფების აღწერა და ზოგიერთი ბიოლოგიური თავისებურება 561

არქეოლოგია

9. ი. გვდელიშვილი. კოლხური ცულეების განძი ამბროლაურის რაიონიდან . . . 565

ხელოვნების ისტორია

10. ს. ბარნაველი. სამთავისის «მეორედ აღმშენებლის» გინაობა 571

ეკონომიკა

11. ი. შენგელია. სოციალისტური მრეწველობის ევოლუციური განვითარების საკითხის ინჟინერული გადაწყვეტა 579

მათემატიკა

მ. ბანინი

სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემების ეკვივალენტური რეგულარიზაცია

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეკუამ 14.6.1951)

§ 1. ვთქვათ, L მარტივ, გლუვ, შეკრულ წირთა ერთობლიობაა, რომელიც რაიმე S არეს შემოსაზღვრავს.

წარვივ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემა შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი სახით:

$$K\varphi(t) \equiv A(t)\varphi(t) + \frac{B(t)}{\pi i} \int_L \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - t} + \int_L K(t, \tau)\varphi(\tau) d\tau = g(t), \quad (1)$$

სადაც $A(t)$, $B(t)$, $K(t, \tau)$ L -ზე მოცემული მატრიცებია, $g(t)$ L -ზე მოცემული ვექტორია, ხოლო $\varphi(t)$ საძიებელი ვექტორი. იგულისხმება, რომ $A(t)$, $B(t)$ მატრიცები და $g(t)$ ვექტორი ჰელდერის პირობას აკმაყოფილებენ L -ზე,

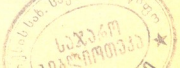
ხოლო $K(t, \tau) = \frac{K_0(t, \tau)}{|\tau - t|^\lambda}$, სადაც $K_0(t, \tau)$ მატრიცია, რომელიც ჰელდერის პირობას აკმაყოფილებს ორივე ცვლადის მიმართ; $0 \leq \lambda < 1$.

ევწოდოთ R ოპერატორს ეკვივალენტურად მარეგულირებელი ოპერატორი სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა (1) სისტემისათვის, თუ მას გადაჰყავს ეს სისტემა მის ეკვივალენტურ ფრედჰოლმის ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემაში, ამასთან ინტეგრალურ განტოლებათა ამ ორი სისტემის ეკვივალენტობად მიგვაჩნია ისეთი ეკვივალენტობა, როცა პირველი სისტემის ყოველი ამოხსნა წარმოადგენს მეორე სისტემის ამოხსნას და წინაუკმო.

სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემების ეკვივალენტური რეგულარიზაციის საკითხი განხილულ იყო ნ. ვეკუასა [1] და ვ. კუპრაცის [2] შრომებში¹.

ამ ნაშრომში ჩვენ ვწყვეტთ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემების ეკვივალენტური რეგულარიზაციის ამოცანას ორი ხერხით, ამათ-

¹ [1]-ში ეკვივალენტურ რეგულარიზაციად მიჩნეულია რეგულარიზაცია განზოგადებული აზრით და მითითებულია ჩვეულებრივი აზრით ეკვივალენტური რეგულარიზაციის ერთ კერძო შემთხვევაზე (როცა მარეგულირებელი ოპერატორის ყველა კერძო ინდექსი არადადებითია). ვ. კუპრაცემ მონოგრაფიაში [2] ჩამოაყალიბა ასეთი თეორემა: „თუ $A=A'$, მაშინ (1) სისტემა უშვებს ეკვივალენტურად მარეგულირებელ ოპერატორს“ (ნაგულისხმევია კიდევ მოცემული სისტემის ამოხსნადობა). დამტკიცებიდან ჩანს, რომ ავტორი სარგებლობდა პირობით $U=U'$, სადაც $U=(A+B)^{-1}(A-B)$.



გან პირველი წარმოადგენს ვ. კუპრაძის [2] მეთოდის განზოგადებას, ხოლო მეორე — განვითარებას ი. ვეკუას იდეისას, რომელიც მოცემულია სტატიაში [3].

როგორც ჩვეულებრივ, α -ით აღვნიშნავთ (1) განტოლების ჯამ-ინდექსს, ხოლო $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ -ით მის კერძო ინდექსებს. ვივალისხმებით აგრეთვე, რომ $\det S(t) \neq 0$, $\det T(t) \neq 0$ ყველგან L -ზე, სადაც $S(t) = A(t) + B(t)$, $T(t) = A(t) - B(t)$.

§ 2. ვაჩვენოთ, რომ ადგილი აქვს შემდეგ თეორემას.

თეორემა: თუ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა (1) სისტემა ამოხსნადია, მაშინ იგი უშვებს ეკვივალენტურად მარეგულირებელ ოპერატორს.

დამტკიცება: განვიხილოთ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა დამხმარე სისტემა⁽¹⁾

$$NF(t) = EF(t) + \frac{E\beta(t)}{\pi i} \int_L \frac{F(\tau)}{\tau - t} d\tau = 0, \quad (2)$$

სადაც E ერთეულოვანი მატრიცია, $\beta(t) = \frac{1 + \alpha t^{-p}}{1 + \alpha t^p}$, ამასთან p მთელი დადებითი რიცხვია, ხოლო $\alpha \neq 0$ ისეთი მუდმივია, რომ გამოსახულება $1 + \alpha t^{-p}$ ნულისაგან განსხვავებულია ყველგან L -ზე.

ამ სისტემას არა აქვს არატრივიალური ამოხსნა, ამიტომ (1) განტოლებათა ეკვივალენტურია განტოლებისა

$$K_1\varphi(t) \equiv NK\varphi(t) \equiv [A(t) + \beta(t)B(t)]\varphi(t) + \frac{B(t) + \beta(t)A(t)}{\pi i} \int_L \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - t} + \int_L K_1(t, \tau)\varphi(\tau) d\tau = Ng(t), \quad (3)$$

სადაც $K_1(t, \tau)$ მატრიცია, რომელიც იმავე პირობებს აკმაყოფილებს, რასაც $K(t, \tau)$ მატრიცი.

ამ განტოლების კერძო ინდექსები ტოლია

$$\alpha_1 - p, \alpha_2 - p, \dots, \alpha_n - p.$$

აღვნიშნოთ $\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_n$ -ით კერძო ინდექსები ოპერატორისა

$$P\omega(t) \equiv \frac{1}{2} [S^{-1}(t) + T^{-1}(t)]\omega(t) + \frac{[S^{-1}(t) - T^{-1}(t)]}{2\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau) d\tau}{\tau - t},$$

რომელიც (1) განტოლების მარეგულირებელ ოპერატორს წარმოადგენს.

(3) განტოლების მარეგულირებელ ოპერატორს ასეთი სახე აქვს:

$$M\Phi(t) \equiv \frac{1}{2} \left[\frac{S^{-1}(t)}{1 + \beta(t)} + \frac{T^{-1}(t)}{1 - \beta(t)} \right] \Phi(t) + \left[\frac{S^{-1}(t)}{1 + \beta(t)} - \frac{T^{-1}(t)}{1 - \beta(t)} \right] \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\Phi(\tau) d\tau}{\tau - t}. \quad (4)$$

⁽¹⁾ ეს სისტემა გამოყენებულია ნ. ვეკუას მონოგრაფიაში [1].

ამ ოპერატორის კერძო ინდექსები ტოლია $\nu_1 + p, \nu_2 + p, \dots, \nu_n + p$. შევარჩიოთ მთელი რიცხვი p ისე, რომ დაცული იყოს პირობები

$$\begin{aligned} x_1 - p &\equiv 0, \quad x_2 - p &\equiv 0, \quad \dots, \quad x_n - p &\equiv 0, \\ \nu_1 + p &\equiv 0, \quad \nu_2 + p &\equiv 0, \quad \dots, \quad \nu_n + p &\equiv 0. \end{aligned} \quad (5)$$

მაშინ (3) განტოლების ჯამ-ინდექსი ტოლია $\alpha - np$, ხოლო (4) ოპერატორისათვის ის ტოლია $m = -(\alpha - np)$. გავითვალისწინებთ რა (5) პირობებს, პირდაპირ ვღებულობთ, რომ $M\Phi(t) = 0$ განტოლებას აქვს ზუსტად m წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნა.

ვთქვათ, (3)-ის მიკავშირებულ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემას აქვს k' წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნა და, ვთქვათ, ამ ამოხსნებს წარმოადგენენ ვექტორები

$$\psi_1(t), \psi_2(t), \dots, \psi_{k'}(t).$$

აღვნიშნოთ k -თი $K_1\varphi(t) = 0$ განტოლების წრფივად დამოუკიდებელ ამოხსნათა რიცხვი. მაშინ $k - k' = \alpha - np$, ე. ი. $k' = k - (\alpha - np) = k + m$. აქედან ვღებულობთ, რომ $k' > m$.

აღვნიშნოთ

$$\Phi_1(t), \Phi_2(t), \dots, \Phi_m(t)$$

წრფივად დამოუკიდებელ ამოხსნათა სრული სისტემა განტოლებისა

$$M\Phi(t) = 0.$$

ვთქვათ,

$$\omega_1(t), \dots, \omega_m(t); \gamma_1(t), \dots, \gamma_m(t)$$

ისეთნაირად შერჩეული ვექტორთა ბიორთოგონალური სისტემებია, რომ დაცული იყოს პირობები:

$$\det \left\| \int_L \gamma_j(t) \Phi_i(t) dt \right\| \neq 0, \quad (6)$$

$$\text{რანგი} \left\| \int_L \omega_j(t) \psi_i(t) dt \right\| = m. \quad (7)$$

მაშინ ადვილი შესამჩნევია, რომ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის

$$R_1 \omega(t) \equiv M \omega(t) - \sum_{j=1}^m [M \omega_j(t)] \int_L \gamma_j(\tau) \omega(\tau) d\tau = 0 \quad (8)$$

ამოხსნებს წარმოადგენენ ვექტორები $\omega_1(t), \dots, \omega_m(t)$. დავუშვათ, რომ ამ სისტემას აქვს კიდევ r ამოხსნა, ე. ი. (8) განტოლებას აქვს $q = m + r$ ამოხსნა.

(8)-ის მიკავშირებულ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემა ასეთი სახისაა:

$$R'_1 \chi(t) \equiv M' \chi(t) - \sum_{j=1}^m \gamma_j(t) \int_L [M \omega_j(\tau)] \chi(\tau) d\tau = 0. \quad (9)$$

აღვნიშნოთ q' -ით ამ სისტემის წრფივად დამოუკიდებელ ამოხსნათა რიცხვი. მაშინ $q - q' = m$. აქედან $q' = q - m = r$. ვთქვათ, $\chi(\tau)$ (9) განტოლების ერთ-ერთი ამოხსნაა. ჩავწეროთ (9) სისტემა კიდევ ასე:

$$M\chi(t) = \sum_{j=1}^m \gamma_j(t) \int_L [M\omega_j(\tau)] \chi(\tau) d\tau.$$

ნეტერის II თეორემის ძალით, ამ განტოლების ამოხსნადობისათვის აუცილებელია შემდეგ ტოლობათა დაცვა:

$$\sum_{j=1}^m \int_L \gamma_j(t) \Phi_i(t) dt \left(\int_L [M\omega_j(\tau)] \chi(\tau) d\tau \right) = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m).$$

(6) პირობის გათვალისწინებით აქედან ვღებულობთ

$$\int_L [M\omega_j(\tau)] \chi(\tau) d\tau = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, m),$$

მ. ი.

$$\int_L \omega_j(\tau) M\chi(\tau) d\tau = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, m).$$

ამ განტოლებებიდან ვღებულობთ, რომ $M\chi(\tau) = 0$ და, რადგანაც ამ განტოლებას ამოხსნა არა აქვს, ამიტომ $\chi(\tau) = 0$, ე. ი. $r = 0$.

ამგვარად, (8) განტოლებას აქვს ზუსტად m ამოხსნა და ამ ამოხსნებს წარმოადგენენ ვექტორები $\omega_1(t), \dots, \omega_m(t)$.

ვაჩვენოთ ახლა, რომ (8) ოპერატორი წარმოადგენს (3) განტოლებისათვის ეკვივალენტურად მარეგულირებელ ოპერატორს. ამისათვის, ცხადია, საკმარისია ვაჩვენოთ, რომ ფრედჰოლმის ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემა

$$R_1 K_1 \Phi(t) = R_1 N g(t) \tag{10}$$

ეკვივალენტურია სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა (3) სისტემისა.

(10) ტოლობიდან ვღებულობთ, რომ

$$K_1 \Phi(t) = N g(t) + \sum_{j=1}^m c_j \omega_j(t).$$

ამ განტოლების ამოხსნადობისათვის, ნეტერის II თეორემის ძალით, აუცილებელია შემდეგ ტოლობათა დაცვა:

$$\int_L \left[N g(t) + \sum_{j=1}^m c_j \omega_j(t) \right] \psi_i(t) dt = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, k').$$

მაგრამ, (3) სისტემის ამოხსნადობის ძალით, $\int_L [N g(t)] \psi_i(t) dt = 0$, ამიტომ აუცილებელია დაცვა ტოლობებისა:

$$\sum_{j=1}^m c_j \int_L \omega_j(t) \psi_i(t) dt = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, k').$$

(7) პირობის გათვალისწინებით აქედან ვღებულობთ

$$c_j = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, m),$$

ე. ი. ფრედჰოლმის ინტეგრალურ განტოლებათა (10) სისტემა ეკვივალენტურია სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა (3) სისტემისა.

ამგვარად, R_1 ოპერატორი წარმოადგენს (3) განტოლებისათვის ეკვივალენტურად მარეგულირებელ ოპერატორს და ამიტომ $R = R_1 N$ ოპერატორი

წარმოადგენს სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა (1) სისტემისათვის ეკვივალენტურად მარეგულირებელ ოპერატორს.

§ 3. წინა პარაგრაფში მოყვანილი დამტკიცება თეორემისა და ეკვივალენტურად მარეგულირებელი ოპერატორის აგება მოითხოვს სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა ორი სისტემის — (3)-ის მიკავშირებული ერთგვაროვანი სისტემის $K_1 \psi(t) = 0$ და ერთგვაროვანი დამახასიათებელი სისტემის $M\Phi(t) = 0$ — ყველა ამოხსნის მოძებნას, რაც ძალზე აძნელებს საძიებელი ოპერატორის აგებას.

ახლა ჩვენ ვიძლევიტ ამავე თეორემის დამტკიცებას სხვა ხერხით, რომლის საშუალებითაც შეიძლება ეფექტურად აიგოს (1) სისტემისათვის ეკვივალენტურად მარეგულირებელი ოპერატორი.

მარეგულირებელ ოპერატორს (1) სისტემისათვის აქვს სახე

$$P\omega(t) = \frac{I}{2} [S^{-1}(t) + T^{-1}(t)] \omega(t) + \frac{[S^{-1}(t) - T^{-1}(t)]}{2\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau)}{\tau - t} d\tau.$$

N ოპერატორის საშუალებით, რომელიც (2) გამოსახულებიდან არის განსაზღვრული, შევადგინოთ ახალი დამახასიათებელი განტოლება

$$Q\omega(t) \equiv (NP)^0 \omega(t) \equiv \frac{I}{2} [(S^{-1}(t) + T^{-1}(t)) + \beta(t)(S^{-1}(t) - T^{-1}(t))] \omega(t) + [(S^{-1}(t) - T^{-1}(t)) + \beta(t)(S^{-1}(t) + T^{-1}(t))] \frac{I}{2\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau)}{\tau - t} d\tau = 0. \quad (11)$$

შემოვიღებთ რა აღნიშვნას

$$\Omega(\chi) = \frac{I}{2\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau)}{\tau - \chi} d\tau,$$

აღვიღად დავასკენით, რომ ეს განტოლება ეკვივალენტურია რიმანის ამოცანისა⁽¹⁾

$$\Omega^+(t) = \frac{I - \beta(t)}{I + \beta(t)} S(t) T^{-1}(t) \Omega^-(t),$$

ე. ი.

$$\Omega^+(t) = \alpha S(t) T^{-1}(t) t^{-p} \Omega^-(t). \quad (12)$$

თუ აღვნიშნავთ v_1, v_2, \dots, v_n -ით კერძო ინდექსებს რიმანის ამოცანისა

$$\Psi^+(t) = S(t) T^{-1}(t) \Psi(t), \quad (12')$$

მაშინ (12) ტოლობიდან ჩანს, რომ (11) განტოლების კერძო ინდექსები ტოლია $v_1 - p; v_2 - p; \dots, v_n - p$.

შევარჩევთ რა მთელ p რიცხვს ისე, რომ ყველა ეს გამოსახულება არადადებითი იყოს⁽²⁾, მივიღებთ, რომ (11) განტოლებას არა აქვს არატრივიალური ამოხსნები და ამიტომ (1) სისტემა ეკვივალენტური იქნება სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა შემდეგი სისტემისა:

⁽¹⁾ ჩვენ ვიყენებთ ფ. გახოვის [4] ტერმინოლოგიას.
⁽²⁾ ეს რიცხვი შეიძლება შევარჩიოთ (12') ამოცანის კერძო ინდექსების გამოთვლებიდან, თუ გავითვალისწინებთ შენიშვნას [1] წიგნის § 5-ში.

ფიზიკა

ა. ანდრონიკაშვილი
აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი

ჰენანტური ჰიდროდინამიკის ექსპერიმენტული დასაბუთებისათვის

1. ქენტური სითხის (რომლის წარმომადგენელიც არის ჰელიუმ II) ჰიდროდინამიკას საფუძვლად უდევს მტკიცება იმისა, რომ სითხით შეესებული სივრცის ყოველ წერტილს ეთანადება არა ერთი (როგორც ჩვეულებრივ ჰიდროდინამიკაში), არამედ ორი სიჩქარე—ნორმალური დინების სიჩქარე \vec{u}_n და ზედენადი დინების სიჩქარე \vec{u}_s [1].

ჰელიუმ II-ის მაკროსკოპული ჰიდროდინამიკა მიგვითითებს აგრეთვე, რომ აუცილებლად უნდა ჰქონდეს ადგილი ტოლობას:

$$\text{rot } \vec{u}_s = 0, \quad (1)$$

რაც ეთანადება იდეალური სითხის (სიბლანტი ტოლია ნულისა) პოტენციალურ დინებას.

მართლაც, ექსპერიმენტულად იყო დამტკიცებული [2], რომ გრებიო რხევებში, რასაც ურთიერთისადმი პარალელურად განლაგებული დისკების სისტემა ასრულებს თავისი ღერძის ირგვლივ, სითხის მხოლოდ ერთი სახის დინება აღიძვრება. სახელდობრ—ნორმალური დინება, რომელიც ხასიათდება ნულისაგან განსხვავებული სიბლანტით. მეორე სახის დინება—ზედენადი (სიბლანტი ნულის ტოლია) არ აღიძვრება ჰელიუმ II-ის შიგნით თავისთავისადმი პარალელურად მოძრავი ზედაპირის გადაადგილებით.

როგორც ცნობილია, ამ სახის თითოეულ დინებას—ნორმალურსა და ზედენადს—თეორია უპირისპირებს თავის ეფექტურ სიმკვრივეს ρ_n და ρ_s -ს. ასეთი გაგებით, ჩვენი ექსპერიმენტები შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც დამტკიცება იმისა, რომ შესაძლებელია ჰელიუმ II-ის მასის ნორმალური ნაწილის დინება მაშინ, როდესაც მასის მეორე ნაწილი—ზედენადი—უძრავი რჩება.

ამგვარად, ციტირებულ შრომაში დამტკიცებული იყო, რომ თუ თავდაპირველად სითხე უძრავია, მაშინ $\text{rot } \vec{u}_s$ ისევ ნულის ტოლი რჩება.

მაგრამ ამ ექსპერიმენტებიდან ვერ დავასკვნით, რომ $\text{rot } \vec{u}_s = 0$ იმ შემთხვევაშიც, თუ თავდაპირველად სითხე ამა თუ იმ საშუალებით მოვიყვანეთ ბრუნვის მოძრაობაში.

ქენტური ჰიდროდინამიკისათვის ამ ფუნდამენტალური ფაქტის გამოკვლევის მიზნით შესაძლოა შემდეგი ექსპერიმენტის დაყენება.

წერილ, დროკად ძაფზე დაკიდებული თხევადი ჰელიუმით ავსებული ჭურჭელი მოვიყვანოთ ბრუნვის მოძრაობაში λ -წერტილთან მახლობელი ტემპერატურის პირობებში. შემდეგ ვაწარმოთ ჰელიუმის აბაზანის გაცივება რაღაც ნებისმიერად არჩეულ ტემპერატურამდე (გაცივების დროს ვაძულეთ ჭურჭელი განავრდოს თანაბარი ბრუნვითი მოძრაობა). როდესაც მივიღწევთ ამ ტემპერატურას, ჭურჭელი გაეაჩეროთ. ცხადია, რომ ჭურჭელთან ერთად განგრდება ნორმალური მისაც. მაგრამ ზედენადმა მასამ, თუკი მას საერთოდ აქვს ბრუნვის უნარი, უნდა განავრდოს, სიბლანტის უქონლობის გამო, ბრუნ-



ვა ჩაკეტილი რგოლის გასწვრივ, მსგავსად ელექტრული დენისა, რომელიც, აღიძვრება რა ზეგამტარ კონტურში, არ მიიღევა დროის განმავლობაში.

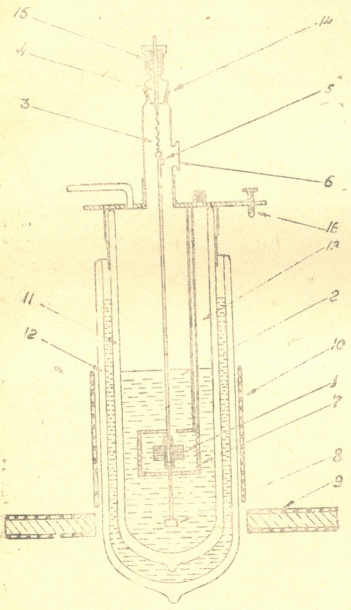
„ზედენადი რგოლის“ აღმოჩენა შეიძლება ჰელიუმის აბაზანის გათბობით, თანაც მინიჭებული სითბოს რაოდენობის მიხედვით მოძრავი ზედენადი მასის ესა თუ ის ნაწილი გადაევა ნორმალურ მდგომარეობაში.

წარმოქმნილი ნორმალური მასა, ხახუნის ძალეზის შემწეობით, გადასცემს რა თავისი მოძრაობის რაოდენობის მომენტს უძრავ ჭურჭელს, მოაბრუნებს კიდულ სისტემას რალაც კუთხით, რომლის სიდიდე ადვილი გამოსაანგარიშებელია.

ამგვარად, ასეთი ექსპერიმენტის დაყენების შედეგად შეიძლება გავცეთ პასუხი კითხვაზე: აქვს თუ არა ზედენად მასას უნარი მიიღოს მონაწილეობა ბრუნვის მოძრაობაში?

2. ასეთი შინაარსის ექსპერიმენტი განხორციელებული იყო ჩვენ მიერ ნაწილობრივ ჯერ კიდევ 1947 წ.

ცდის ერთ-ერთ ვარიანტში ჰელიუმის დიუარში მოთავსებული იყო ხელსაწყო, სავსებით ანალოგიური წინათ აღწერილი ხელსაწყოსი [2], რომელსაც ქვემოთ კონტურს ვუწოდებთ: საერთო დერძზე რიგრიგობით ჩამოცმული იყო ალუმინის კილიტისაგან გამოჭრილი 0,01 მმ სისქის მქონე პარალელური დისკოები და 0,2 მმ სისქის და 20 მმ დიამეტრის მქონე საყლეოები. შემდეგ მეთეხილი ჰელიუმით; 12—დიუარი თხიერი აზოტით; 13—თხელკედლებიანი მილი უფანავი ფლადისაგან; 14—მიწის ნაცმის ხევი; 15—ოვხინი—ხეთიანი ჩობალი; 16—ხრახნი ცენტრირებისათვის.



დანადგარის სქემა

- 1—კონტური; 2—მინის ღერო; 3—ფოსფოროვანი ბრინჯაოს ძაფი; 4—ღერძი; 5—პატარა სარკე; 6—სარკის გასანათებელი სარკველი; 7—გამოსხივებისაგან დაცვაი, შავი ქსოვილისა; 8—სპილენძის ღრუ ცილინდრი ფუკუს დენებით დამუხრუჭებისათვის; 9.—ელექტრომაგნიტები, 10—სოლენოიდი, რომელიც იკვებება მაღალი სიხშირის მანქანით; 11—დიუარი თხიერი აზოტით; 12—დიუარი თხიერი აზოტით; 13—თხელკედლებიანი მილი უფანავი ფლადისაგან; 14—მიწის ნაცმის ხევი; 15—ოვხინი—ხეთიანი ჩობალი; 16—ხრახნი ცენტრირებისათვის.

გარსის გარე დიამეტრი იყო 41,2 მმ, კედლის სისქე—0,1 მმ, მსახველის სიგრძე—24,4 მმ. მთელი ხელსაწყო სინერჯის მომენტი ტოლი იყო 26,2 გრ სმ²-ისა.

გამართული მინის ლერძის შემწეობით ჭურჭელი დაკიდებული იყო ოთახის ტემპერატურის მქონე ფოსფოროვანი ბრინჯაოს ძაფზე (იხ. ნახ.). ღერძი, რომელთანაც მიმაგრებული იყო ძაფი, გადიოდა ჩობალში და რედუქტორის შემწეობით უერთდებოდა მოტორს, რომელიც მოთავსებული იყო დიუარის სახურავის ზემოთ.

ბრუნვა წარმოებდა 0,5 $\frac{ბრ}{სეკ}$ სიჩქარით. ფოსფოროვანი ბრინჯაოს ძაფი აღებული იყო ისეთი ანგარიშით, რომ კიდული სისტემის რხევის პერიოდი დაახლოებით 30 სეკ. ყოფილიყო.

სისტემა მოყვანილი იყო ბრუნვითს მოძრაობაში ლ-წერტილის მახლობლობაში ცოტათი დაბალი ტემპერატურის პირობებში (2,17° K). დაწყებული ამ ტემპერატურიდან, აწარმოებდნენ ჰელიუმის აბაზანის განუწყვეტელ გაცივებას 1,5° K-მდე; რის შემდეგ წყვეტდნენ კიდული სისტემის ბრუნვას.

ვინაიდან კონტური, რომლის დანიშნულებაცაა „ზედენადი რგოლის“ დაკვირვება, ჩამოკიდებული იყო ღრეკად ძაფზე, ამიტომ ბრუნვის შეჩერებისას უთუოდ უნდა წარმოქმნილიყო აქსიალური—გრებითი რხევები, რომელთა გამო შესასწავლი მოვლენა მეტად გართულდებოდა. ამიტომ მინის ღერძზე, რომლის შემწეობითაც კონტური დაკიდებული იყო ძაფზე (იხ. ნახ.), მაგრდებოდა ღრუ თხელკედლიანი სპილენძის ცილინდრი. მძლავრი ელექტრომაგნიტების სისტემა, რომელიც განლაგებულია დიუარის ჭურჭლის გარშემო, აღძრავს ამ ცილინდრში ფუკოს დენებს, რის მეშვეობითაც მთელი კიდული სისტემა მოტორის გამოართვის შემდეგ აპერიოდულად უახლოვდება წონასწორობის მდებარეობას. წონასწორობის დამყარების შემდეგ ელექტრომაგნიტებში მავალი დენი გამოირთვებოდა.

გარდა ამ გასაფრთხილებელი ზომისა, ექსპერიმენტის დროს მიღებული იყო სხვა ღონისძიებანიც „ზედენადი“ რგოლის დასაცავად. მაგალითად, დასამზერი ეფექტი საგრძნობლად შესუსტდება, თუ უძრავი კედელი, რომლის გასწვრივაც ხდება ჰელიუმ II-ის ზედენადი ნაწილის დინება, აწარმოებს სითბოს გაფანტვას.

მართლაც, ასეთ პირობებში ზედენადი კომპონენტი გაემართება სითბოს იმ ნაკადის შესახვედრად, რომელიც გაიბნევა კედლის მიერ. კედელზე ზედენადი კომპონენტი გადავა ნორმალურში და ჩქარა დამუხრუჭდება. ამიტომ კონტური საიმედოდ უნდა იყოს დაცული სითბოს ყოველგვარი ნაკადისაგან: სინათლისაგან, აბაზანის ტემპერატურის მერყეობისაგან და ა. შ.

აბაზანის, ისევე როგორც მასში დაკიდებული კონტურის, გათბობა წარმოებდა 15 სეკუნდის, ე. ი. რხევის ნახევარი პერიოდის, განმავლობაში. მეტად ინტენსიური სითბური ნაკადების თავიდან ასაცილებლად (რომლებიც არაა გამართლებული ცდის მოცემული მგრძნობიარობით და რომელთაც შეუძლიათ მიგვიყვანონ კიდული სისტემის პარაზიტული რხევების წარმოქმნამდე) გათბობა ხდებოდა სითბოს შედარებით მცირე პორციებით. ეს სითბოს რაოდენ-

ნობა საკმარისი იყო ტემპერატურის გასაზრდელად მხოლოდ 1,5-დან 1,65° K-მდე. ამ დროს ნორმალური კომპონენტის კონცენტრაცია დაახლოებით 10⁹/ო-ით იზრდებოდა.

რომ აცილებული ყოფილიყო რადიომეტრიული ეფექტები, რომელოც შესაძლოა ადგილი ჰქონდეთ კიდულ სისტემაში, გათბობისათვის არჩეულ იქნა ყველაზე „სიმეტრიული“ მეთოდი. გათბობა ხდებოდა კონტურის დურალუმინის ცილინდრულ კედლებში ინდუცირებული ფუკოს დენების მეშვეობით. ამ მიზნით დიუარის ქურქელზე კონტურის კოაქსიალურად თავსდება სოლენოიდი, რომელშიც ატარებდნენ მაღალი სიხშირის მანქანიდან 1000-ჰერციან დენს.

კიდული სისტემის რხევების დაკვირვება ხდებოდა მინის ლეროს ზედა ნაწილზე დამაგრებული პატარა სარკიდან ანარეკლი თინათინისა და რკალის მეშვეობით; ეს უკანასკნელი პატარა სარკიდან დაშორებულია 1,5 მეტრით. მთელი დანადგარი მოთავსებული იყო ცემენტის მასიურ საძირკველზე.

3. წინა პარაგრაფში მოყვანილი მონაცემებიდან გამომდინარე, ადგილი გამოსათვლელია ეფექტის ის სიდიდე, რომელიც შეიძლება გამოწვეული იყოს „ზედენადი რგოლის“ არსებობით.

1,5° K ტემპერატურის პირობებში კონტურთან ერთად უძრავ მდგომარეობაში იმყოფება ჰელიუმ II-ის ნორმალური წანაწილიც, რომლის სიმკვრივე დაახლოებით მთელი სითხის სიმკვრივის 12⁹/ო-ს შეადგენს [3, 4]. ზედენადი კომპონენტი, ჩვენი ვარაუდის თანახმად, უნდა ბრუნდეს კონტურის გასწვრივ კუთხური სიჩქარით, რომელიც ტოლია მოტორის ბრუნვის კუთხური სიჩქარისა

მის გამორთვამდე. ჩვენს შემთხვევაში ეს სიჩქარე $\omega = \pi \frac{1}{5\tau}$ -ის ტოლია. სითხის

ნაწილის ნორმალურ მდგომარეობაში გადასვლის დროს (აბაზანის გათბობის გამო $T=1,65^\circ K$ -მდე) და მისი დამუხრუჭებისას უძრავი კონტურის კედლებთან, ამ

უკანასკნელს უნდა მიეღო ენერგია ტოლი $\frac{i\omega^2}{2}$, სადაც i სითხის ამ ნაწილის

ინერციის მომენტი. ამ ენერგიის ხარჯზე უნდა წარმოიქმნას გრეხითი რხევები $\frac{K\varphi_0^2}{2}$ ენერგიით, სადაც K დრეკადი კიდულის მიმართველი მომენტი, φ_0

კი გრეხითი რხევების ამპლიტუდა. ამგვარად, კიდული სისტემის მობრუნების კუთხე, დაკავშირებული მბრუნავი სითხის რაღაც ნაწილის დამუხრუჭებასთან და ნორმალური კომპონენტის სიმკვრივის ρ_n -ის გაზრდასთან (ტემპერატურის ცვლილებისას 1,5-დან 1,65° K-მდე ρ_n იზრდება 12-დან 22⁹/ო-მდე), ტოლი უნდა იყოს

$$\varphi_0 = \omega \sqrt{\frac{i}{k}} \quad (2)$$

დრეკადი კონსტანტი K შეიძლება ვიპოვოთ კონტურის რხევების პერიოდის გაზომვით, როდესაც $T=1,65^\circ K$; $\Theta = 2\pi \sqrt{\frac{I}{k}}$, სადაც Θ კონტურის

რხევის პერიოდია ამ ტემპერატურაზე, I კი ქურქლისა და ჰელიუმ II-ის ნორ-
მალური კომპონენტის მთლიანი ინერციის მომენტი იმავე ტემპერატურაზე.
მაშინ

$$\varphi_0 = \frac{\omega \Theta}{2\pi} \sqrt{\frac{i}{J}} \quad (3)$$

ვაზომებმა გვაჩვენა, რომ მილევადობის სიდიდე γ პარალელური დისკო-
ების სისტემის რხევის შემთხვევაში არ აღემატება სისპირის $1-2\%$ -ს, თუ ეს
უქანასკნელი ტოლია $0,2-0,3 \text{ სეკ}^{-1}$ = ისა, ხოლო დისკოებს შორის მანძილი კი
 $0,2$ მმ-ის რიგისაა. ეს გარემოება გვაძლევს ნებას (2) განტოლების გამოყვანის
დროს უგულვებლევყოთ წევრები, რომლებიც მილევადობას შეიცავენ. ჩავსვათ
რა (3)-ში $i=0,839$ გრ სმ², $I=27,2$ გრ სმ², $\Theta=30$ სეკ, $\omega=\pi \frac{1}{\text{სეკ}}$, კონტურის
გრებიითი რხევების ამპლიტუდისათვის ვღებულობთ 150° -ის რიგის სიდიდეს.

4. ექსპერიმენტი გვიჩვენებს, რომ რხევების ამპლიტუდა არ აღემატება
 $1-2^\circ$ -ს, თანაც პირველი გადახრის მიმართულება არ არის დამოკიდებული
არც საწყისი ბრუნვის მიმართულებისაგან და არც იმ დროის შუალედის სი-
დიდისაგან, რომლის განმავლობაში შეჩერებული კონტური უმდაბლეს ტემპე-
რატურაზე იმყოფებოდა მანამ, სანამ მის კედლებში იწყებოდა ჯოჯოლის სით-
ბოს გამოყოფა.

შედარებისათვის ჩატარდა საკონტროლო ცდები, რომლებშიაც აბაზანის
გაბობა $1,5$ -დან $1,65^\circ K$ -მდე წარმოებდა წინასწარი ბრუნვის გარეშე. თინა-
თინის გადახრა ამ შემთხვევაშიც $1-2^\circ$ -ს შეადგენდა.

ამრიგად, „ზედნადი რგოლის“ არსებობის შემთხვევაში ეფექტი ორი
რიგით მეტი უნდა ყოფილიყო, ვიდრე იგი სინამდვილეში არის, ეს უქანასკნე-
ლი კი მთლიანად შეიძლება აიხსნას პარაზიტული ფონით.

უნდა აღინიშნოს, რომ პარალელური დისკოების სისტემის გრებიითი
რხევების შემთხვევაში კრიტიკულ მოვლენებს $1 \frac{\text{სმ}}{\text{სეკ}}$ რიგის სიჩქარეებამდე აღვი-
ლი არა აქვს, თუ დისკოებს შორის მანძილი შედგენს სიღრმის რიგისაა. „ზედე-
ნადი რგოლი“ რომ კრიტიკული სიჩქარით ბრუნავდეს (თუნდაც $1 \frac{\text{სმ}}{\text{სეკ}}$), მაშინ-
ნაც კი თინათინ-ს გადახრა დაახლოებით 30° იქნებოდა.

ზემოთ ნათქვამიდან გამომდინარეობს, რომ, ჩვენ მიერ ჩატარებული
ექსპერიმენტის პირობებში, საწყის მდგომარეობაში მბრუნავი ჰელიუმი ჩერ-
დება ზედნად მდგომარეობაში გადასვლისას; მაშასადამე, მართლაც
 $\text{rot} \vec{s} = 0$.

რასაკვირველია, არ არის გამორიცხული იმის შესაძლებლობა, რომ მოვ-
ლენა გართულებულია კრიტიკულ სიჩქარეზე გადასვლით. ეს გარემოება ჩვენს
ცდებში მხედველობაში არ ყოფილა მიღებული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
ფიზიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 7. 9. 1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. Д. Ландау. Теория сверхтекучести гелия—II. ЖЭТФ, т. II, вып. 6, 1941.
 2. Э. Л. Андроникашвили. Непосредственное наблюдение двух видов движения в гелие—II. ЖЭТФ, т. 16, вып. 9, 1946.
 3. В. П. Пешков. Определение скорости распространения второго звука в гелие—II. ЖЭТФ, т. 16, вып. II, 1946.
 4. Э. Л. Андроникашвили. Температурная зависимость нормальной плотности гелия—II. ЖЭТФ, т. 18, вып. 5, 1948.
-

ბიოქიმიკა

ბ. ჭომთიანი
აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი

გლუტამინის მჟავას დაქანვის კავშირი აცეტილქოლინის
სინთეზთან თავის ტვინის გამონაწარმში

წინა შრომაში [1] მითითებული იყო იმ ფაქტზე, რომ თავის ტვინის გამონაწარმებში იქმნება ფოსფორილქოლინი. ფოსფორილქოლინი უნდა წარმოადგენდეს ისეთ შუალედ პროდუქტს, რომელიც უშუალოდ უნდა მოხმარდეს აცეტილქოლინის სინთეზს.

აცეტილქოლინის შექმნა ფოსფორილქოლინიდან დადასტურებული იყო ცდებით, სადაც სარეაქციო არეში ქოლინის მაგივრად ემატებოდა ფოსფორილქოლინი. ამ საკითხის ვარკვევისათვის საჭირო გახდა დაგვეშუაებინა ფოსფორილქოლინის პრეპარატის მიღების რაციონალური ხერხი.

ფოსფორილქოლინის თვისებების შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ მისი დაშლა ტვინის აცეტონის პუდრის გამონაწარმში დაკავშირებულია აცეტილქოლინის სინთეზთან. გაირკვა აგრეთვე, რომ ფოსფორილქოლინის აქვს აცეტილქოლინის მოქმედების გაძლიერების უნარი ბიოლოგიურ ტესტში [2].

ცნობილია, რომ აცეტილქოლინის სინთეზისათვის მოიხმარება ნახშირწყლები და მათი გარდაქმნის პროდუქტები, კერძოდ—სუკცინატი, ციტრატი, აცეტატი. ეს ნაერთები უნდა წარმოადგენდეს აცეტლის რადიკალის წყაროს. განსაკუთრებით საინტერესოა ის ფაქტი, რომ სუბსტრატად შესაძლებელია მოხმარებული იყოს გლუტამინის მჟავა, ე. ი. ის ერთადერთი ამინომჟავა, რომელიც ინტენსიურად მოიხმარება თავის ტვინში. უკანასკნელ დროს გაირკვა აგრეთვე, რომ ნერვული ქსოვილის ნორმალური მოქმედება დაკავშირებულია გლუტამინის მჟავას გარდაქმნასთან [3]. რადგან ეს გარდაქმნა ინტიმურ კავშირშია აცეტილქოლინის სინთეზთან, ნათელი ხდება ის ინტერესი, რომელსაც უნდა იწვევდეს ამ ორი ნაერთის ცვლის ქიმიური მექანიზმის შესწავლა.

ფიქრობენ, რომ გლუტამინის მჟავას დადებითი გავლენა აცეტილქოლინის სინთეზზე ისახლვრება კოენზიმი-A-ს გააქტივებით. კოენზიმი-A-ს შედგენილობაში მონაწილეობას ღებულობს გლუტამინის მჟავა და ამიტომ უკანასკნელის დამატება სარეაქციო არეში უნდა აღიძვრდეს კოენზიმი-A-ს რაოდენობას. ჩვენ წინაშე დაისვა საკითხი გავვერკვია, ხომ არ არის გამოწვეული აცეტილქოლინის სინთეზის გაძლიერება გლუტამინის მჟავას დაქანვით, რომლის დროს უნდა წარმოიქმნას გააქტივებული აცეტლის დაჯგუფება.

მეშაობის მეთოდები

ფერმენტის ხსნარის მოშხადება. ფერმენტის ხსნარი მზადდებოდა ან ჰომოგენატის ხსნარის, ან ჰუდრის გამონაწურის სახით. ორივე შემთხვევაში დანართ ნივთიერებათა მოცილების მიზნით ნარევი ცენტრიფუგირდებოდა დაბალ ტემპერატურაზე, სანამ არ მიიღებოდა თალესცირებული სითხე ჰომოგენატს ცდისთვის ვიღებდით ისეთი რაოდენობით რომ მასში ყოფილიყო ქსოვილის 100—200 მგ, ზოლო ჰუდრა 40—100 მგ. საცდელად ვიღებდით თერთი ვირთაგვის თავის ტვინს. ჰომოგენატი მზადდებოდა 0%-ზე, 10% ან 20% ხსნარის სახით. გამონაწური შეიცავდა KCl-ის 1%-ს.

ციტოქრომი-*c* პრეპარატი მიიღებოდა კელინისა და ჰარტრის უკანასკნელი მოდიფიკაციის მიხედვით [4]. ციტოქრომის აქტივობა ისახლავებოდა პოტერის მეთოდით ჟანგბადის შთანქმის მრუდის მიხედვით, სუკცინოქსიდაზას თანდასწრებისას. ცილის გულიდან ჩვენ მიერ დამზადებულ პრეპარატში ციტოქრომის კონცენტრაცია აღწევდა 4×10^{-4}

დიფორაზას პრეპარატის მიღებისათვის ჯერ კიდევ არ არსებობ ერთი განსაზღვრული მეთოდი: იმისდა მიხედვით, თუ რომელი ობიექტიდან მზადდება დიფორაზა, პრეპარატი ერთიმეორისაგან დიდად განსხვავდება. ის მეთოდი, რომელზედაც ჩვენ შევჩერდით, იძლევა ნარევის, რომელიც შეიცავს წყალბადის გადამტანს კოდეჰიდრაზა-I-დან ციტოქრომი-*c*-ზე და ამავე დროს ციტოქრომი-*ოქ* იკლასს.

ჩვენ მიერ მიღებული ფერმენტული პრეპარატის დამზადების მსვლელობა ასეთია: ვიღებთ 250 გ ზედპიწვნით დაკეობილ ღორის გულის კუნთს და 8-ჯერ დავმუშავებთ 2,5 ლიტრი წყალსადენის წყლით. თითოეული დამუშავება გრძელდება 15 წუთით, გამუდმებით არევის პირობებში. ვაწურულ მასას წყალი შორდება აცეტონით და ბოლოს ის შრება დაბალ ტემპერატურაზე ვაკუუმში. მშრალი ნაშთი ფხვიერდება და ტარდება წვრილ საცერში. მიიღება პუდრა, რომელიც ფერმენტულ მოქმედებას არ კარგავს ერთი თვის განმავლობაში.

ციდის წინადალი ფერმენტული პრეპარატის ფხვნილი თავსდება დიალიზატორში ხსნადი მინარევის ჩამოშორების მიზნით. დიალიზისათვის იხმარებოდა 0,05 M კალიუმ-ფოსფატის ბუფერი, რომლის pH=7,3.

პრეპარატის დიფორაზული აქტივობა ისახლავებოდა ტუნბერგის სინჯარებში, მეთილენის სილურჯის თანდასწრებით. ამ მიზნისათვის ვიღებდით 0,2 მლ დიჰიდროკოდეჰიდრაზა-I 100 მიკროგრამის რაოდენობით, 0,25 მლ M/2 ფოსფატის ბუფერს (pH=7,61), 0,25 მლ მეთილენის სილურჯს (1:5000) და საცდელი ხსნარის საჭირო რაოდენობა. ყველაფერი ეს იგებოდა წყლით 1,5 მლ—მდე რაღაც მეთილენის სილურჯე სინათლეზე ჟანგავს დიჰიდროკოდეჰიდრაზას, ამიტომ აცეტატორის განსაზღვრა სინთელში უნდა ვაწარმოოთ. დიფორაზას აქტივობა ისახლავება იმ დროით, რაც საჭიროა მეთილენის სილურჯის აღდგენისათვის უფანგბადო არეში.

ჩვენ მიერ დამზადებული დიფორაზას პრეპარატი შეიცავს აგრეთვე ციტოქრომი-*ოქ*სი-დაზას, რომელიც აქტივობებს ციტოქრომი-*c*-ს დაეანგვას მოლეკულური ჟანგბადით. ციტოქრომი-*c*-ს ოქსიდაზური აქტივობა ისახლავებოდა მანომეტრიულად 35°C-ზე. ვარზუგის ტურბულის მთავარი ნაწილი თავსდება ფერმენტის ხსნარის საჭირო რაოდენობა, ციტოქრომი-*c*-ს 0,3 მლ, 0,1 M ფოსფატის ბუფერი, რომ შეიცავს 3 მლ-მდე და გვერდითს ტურბულში 18 გ ბიდროქსინონი 0,3 მლ რაოდენობით.

კოდეჰიდრაზა-I მზადდებოდა ლუდის საფურებიდან, პურის საფურების უქონლობის გამო გამოირკვა, რომ სპირტის სისუფთავეს უაღრესად დიდი გავლენა აქვს პრეპარატის მიღებაზე. საქმარისია ის შეიცავდეს ალდეჰიდის კვალს, რომ საფუარიდან პრეპარატის მიღება შეუძლებელი გახდეს. შესაფერისი კვლევის შემდეგ ჩვენ მიერ დამუშავდა კოდეჰიდრაზას პრეპარატის მიღების ახალი მოდიფიკაცია ლუდის საფურებიდან.

კარგი შედეგის მიღებისათვის საჭიროა ავიღოთ აქტიური საფურის პირველი გენერაციები. ლუდის საფური კარგად ირეცხება და ცენტრიფუგირდება (ან ივიღებოდა). ავიღებთ 500 გ საფურს და კარგი ნჯღრევისას ვეშატებთ ცივ ნარევის, რომელიც შედგება 500 მლ აცეტონი+200 მლ წყალი+22 მლ კონცენტრირებული გოგირდის მეგავ. არცა გრძელდება

15—20 წუთი და შემდეგ ნარევი იფილტრება. ფილტრატს ემატება გაცივებული აცეტონის სამი მოცულობა და ნარევი დამთი რჩება რეფრიჟერატორში.

ნალექი იფილტრება, ზედმიწევნით ირეცხება ცივი აცეტონით და შრება ვაკუუმში. გამოშრობის შემდეგ ნალექს ემატება 100 მლ წყალი და მუშავდება 20% ტყვიის აცეტატი. ყურადღება უნდა მიექცეს ზედმეტი ტყვიის მიმატების აცილებას. ნალექის მოშორების შემდეგ ფილტრატი მშრალი ნატრიუმის ბიკარბონატით დაიფვანება $pH=6,5$. ამ დროს წარმოიქმნება ნალექი, რომელიც ცივ ადგილზე დაყვანების შემდეგ ჩამოშორდება გაფილტვრით. გამწვანებაზე ფილტრატს ემატება 20 მლ 25% $AgNO_3$ და ვტრეებთ რამდენიმე საათით. ნარევი ცენტრიფუგირდება და ნალექი გადაიტანება 50 მლ წყალში. ვერცხლის ნალექის სუსპენზია ემატება 10 მლ აცეტონი და ტარდება გოვირდწყალბადი. ვერცხლის სულფიდი ჩამოშორდება გაფილტვრით. ნალექის გარეცხვა მიხანწეწილი არ არის. ფილტრატი გადაიტანება 5 მოცულობით აღებულ წინასწარ გაცივებულ აცეტონში. მაშინვე წარმოიქმნება სამღვრივე, რომელიც რამდენიმე წუთში გროვდება კოლტის სახით. ნალექს აცეტონში ვტრეებთ 1 საათით, შემდეგ იფილტრება, ირეცხება აცეტონით და შრება ვაკუუმში. ამ ხერხით მიიღება 40—60% იანი სისუფთავის პრეპარატი. პრეპარატის მეტი გასუფთავება შეიძლება მისი ხელახალი გადალექვით ვერცხლის ნიტრატით.

კოდვიდრაზას პრეპარატის სისუფთავე ისახლრებოდა მანომეტრულად იმ ჟანგბადის რაოდენობის მიხედვით, რომელიც საჭიროა რეაქციაში შესული კოდვიდრაზას დასაჟანგავად. ამ მიზნისათვის გამოყენებული იყო კრიზნანის მეთოდი [5] იმ ცვლილებით, რომ რეაქცია მიმდინარეობდა ჟანგბადის ატმოსფეროში. სუბსტრატად ვიღებდით ჰექსოზოდიფოსფატს. მისი ფერმენტული გარდაქმნა ზდვებოდა აპოზიმაზას საშუალებით. აპოზიმაზას მოქმედების ჟაქტივებას აწარმოებდა კოდვიდრაზა, ხოლო უკანასკნელი იყანგებოდა მეთილენის სილურჯით. აღდგენილი მეთილენის სილურჯის მიერ შთანთქმული ჟანგბადი კი მანომეტრულად ისახლრებოდა.

კოდვიდრაზას ზემოთ აღწერილი მეთოდის მიხედვით მიიღება დაჟანგულ ფორმაში, დიაფორაზას აქტივობის განსახლრისათვის საჭირო ხდებოდა მისი აღდგენა. ჰიდრირება წარმოებდა ჰიდროსულფიტის საშუალებით ფოსფატის ბუფერის ხსნარში, $pH=7,6$.

კოდვიდრაზა და აღდგენილი ნიტრიფოსფატი (ატუ) მზადდებოდა მეთოდით, რომელიც აღწერილია წინა შრომაში [1].

აცეტილქოლინის განსახლრება წარმოებდა ბიოლოგიური ტესტით ბაყაყის მუცლის კუნთის საშუალებით. შეკუმშვის ეფექტი, გამოწვეული აცეტილქოლინის სტანდარტული ხსნარით, შეიცავდა იმ გადუნასაც, რომელიც შესაძლებელია ჰქონოდა რეაქციული არის სხვა კომპონენტებს. ამიტომ განსახლრება იმგვარად მიძინარებოდა, რომ არის კომპონენტების სენსიბილიზაციის გავლენა ელემინირებულ ყოფილიყო. ამ მიზნისათვის ინაქტივირებულ ფერმენტს ემატებოდა, აცეტილქოლინის სტანდარტის გარდა, სენსიბილიზაციის უნარის მქონე ნაერთები (ადენოზინტრიფოსფატი, ფოსფორილქოლინი, ქოლინი და სხვ.).

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

იმის შემდეგ, რაც ჩვენი მოხსენება გადაცემულ იქნა დასაბეჭდად [1], გამოქვეყნდა პერსკისა და ბარონის შრომა [6], სადაც განხილულია აცეტილქოლინის შექმნის მექანიზმი. მათი მონაცემებით დადასტურდა ჩვენ მიერ წინათ მიღებული შედეგები, რომ აცეტილქოლინის სინთეზის დროისთვის ტვინის ბუდრის გამოწვეურში აცეტილფოსფატი არ იქმნება. ამავდროს ჩვენ მიერ გარკვეულ იქნა, რომ აცეტილქოლინის შექმნას წინ უნდა უსწრებდეს ფოსფორილქოლინის წარმოქმნა. ჩვენ იმ მოსახრებაზე დავდებით, რომ ადგილი უნდა ჰქონდეს არა აცეტილის ჯგუფის, არამედ ქოლინის ფოსფორილირებას. აქტიური აცეტილის ჯგუფი აცეტილფოსფატის სახით არ იქმნება.

პირველად ყოვლისა, განმეორებულ იქნა ცდები ფოსფორილქოლინის წარმოქმნის დასადასტურებლად. ქვემოთ 1 ცხრილში მოყვანილია შედეგები, მიღებული თავის ტვინის ჰომოგენატისა და აცეტონის პუდრის გამონაწურის გამოკვლევისას. სარეაქციო არე შეიცავდა კალიუმის ფოსფატის ბუფერს, გლუტამატს, პროზერინს, ადენოზინტრიფოსფატს, კონენზიმ-A-სა და მაგნიუმის იონებს [3]. წინათ ჩატარებული ცდებისაგან განსხვავებით ციტრატი და აცეტატი შეცვლილი იყო გლუტამატით. ბრმა ცდაში ფერმენტი გაცხელებით კი არ ინაქტივირდებოდა, არამედ ვაცივებით (მაღალი ტემპერატურა აღიღებს რაოდენობას ფოსფორის ნაერთისას, რომელიც ისევე განისაზღვრება, როგორც კალციუმ-ფოსფორილქოლინი).

ცხრილი 1

ფოსფორილ- და აცეტილქოლინის სინთეზი ტვინის ჰომოგენატში და პუდრის გამონაწურში

ფოსფორი მგ-ით გამოანგარიშებულია ნარევის 1 მლ-ზე, ხოლო აცეტილქოლინი მიკროგრამობით—ქსოვილისა და პუდრის 1 გ-ზე 1 საათის განმავლობაში. ცდისთვის აღებული იყო ქსოვილის 200 მგ, ხოლო პუდრის 100 მგ. საერთო მოცულობა—6 მლ.

	ფოსფორილქოლინის ფოსფორი	აცეტილქოლინი
ჰომოგენატი		
ანერობულ პირობებში	0,025	28
ანერობულ პირობებში	0,021	3
ბრმა ცდა	0,011	2
აცეტონის პუდრის გამონაწური:		
ანერობულ პირობებში	0,021	120
ანერობულ პირობებში	0,024	87
ბრმა ცდა	0,009	00

ამგვარად, დასტურდება, რომ აცეტილქოლინის სინთეზს თან სდევს ფოსფორილქოლინის შექმნა. ფოსფორილქოლინი, როგორც ეს ბეზნაკმა და ჩეინმა [7] უკვე გამოარკვევს, წარმოადგენს ნაერთს, რომლის ჰიდროლიზური დაშლა ძნელად წარმოებს როგორც მეთავეებისა და ტუტების მოქმედებით, ისე ფერმენტული გზით. აღმოჩნდა, რომ სხვადასხვა ქსოვილის ფოსფატაზური მოქმედება დიდ ოდენობას ვერ აღწევს. მაგალითად, ერთ-ერთი ცდით, რომელიც ჩვენ მიერ იყო ჩატარებული, ირკვევა, რომ ტვინის ქსოვილის ერთი გრამი ერთი საათის განმავლობაში 37° 100 მგ ფოსფორილქოლინიდან შლის მხოლოდ 15 მგ. მაგრამ ეს რიცხვი შეიძლება საგრძნობლად გადიდდეს, თუ შექმნილი იქნება შესაფერისი პირობები აცეტილქოლინის სინთეზისათვის.

რადგან ფოსფორილქოლინის გარდაქმნა ტვინის გამონაწურებში ნაკლები ინტენსივობით წარმოებს, საეჭვო ხდება ფოსფორილქოლინის ფიზიოლოგიური დანიშნულება. საჭიროა ვიცოდეთ ამ გარდაქმნის ხასიათი არა გამონაწურში,

არამედ ცოცხალი ქსოვილის პირობებში. ამ მიმართულებით ახლა ჩვენ მიერ წარმოებს შესაფერისი მუშაობა, ხოლო ის, რომ ფოსფორილქოლინის დაშლა წარმოადგენს პროცესს, შეუძლებულს პარალელურად მიმდინარე რეაქციასთან, მტკიცდება ცდებით, სადაც ირკვეოდა ფოსფორილ-ქოლინისაგან აცეტილქოლინის სინთეზი ადენოზინტრიფოსფატის თანდასწრებით.

აღებულ იქნა სარეაქციო არე კომპონენტების ჩვეულებრივი შედგენილობით [1]. ქოლინის, ფოსფორილქოლინისა და ადენოზინტრიფოსფატის სხვადასხვა კომბინაციაში მიმატებისას ესაზღვრებოდა, ერთი მხრით, ფოსფორილქოლინის დაშლა და, მეორე მხრით, აცეტილქოლინის სინთეზი. მიღებული შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

ადენოზინტრიფოსფატის გავლენა ფოსფორილქოლინის დაშლაზე

ცდისთვის ატფ-ს ბარიუმის მარილი აღებულია 15,6 მგ, ფოსფორილქოლინის კალციუმის მარილი—12 მგ, ქოლინის ჰიდროქლორიდი—6 მგ, ატფ გადაიყვანებოდა კალიუმის მარილში, ხოლო ფოსფორილქოლინი ნატრიუმის მარილში. საერთო მოცულობა 6 მლ. ფოსფორი მგ-ით გაანგარიშებულია ნარევის 1 მლ-ზე, აცეტილქოლინი მიკროგრამებით პუდრის 1 გ-ზე. ცდის ხანგრძლიობა 1 საათი

მი ე მ ა ტ ა			ფოსფორილ-ქოლინის P	აცეტილ-ქოლინი
ატფ	ფოსფორილ-ქოლინი	ქოლინი		
+++	+	-	0,153	74
+	+	+	0,168	120
-	+	-	0,174	6
+	+	-	0,166	68
ბ რ მ ა ც დ ა				
+	+	+	0,188	0
+	-	+	0,009	0

ირკვევა, რომ ადენოზინტრიფოსფორის მჟავას ზეგავლენით მოხდა აცეტილქოლინის სინთეზი არა მარტო ქოლინიდან, არამედ ფოსფორილ-ქოლინიდანაც. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ იმ ცდაში, სადაც ადენოზინტრიფოსფატი მიემატა ზედმეტი რაოდენობით, მოიმატა ფოსფორილქოლინის დაშლის ხარისხმა და ერთდროულად აცეტილქოლინის სინთეზიც. აქედან ის დასკვნა უნდა იქნეს გამოტანილი, რომ ფოსფორილქოლინის დაშლის ინტენსივობა თავის ტენიში გაპირობებული უნდა იყოს აცეტილქოლინის სინთეზის სიდიდით. რაც უფრო ინტენსიურად იწარმოებს აცეტილქოლინის შექმნა, მით უფრო მეტი სიჩქარით უნდა დაიშალოს ფოსფორილქოლინი.

ფოსფორილქოლინში იცვლება ფოსფორის მჟავას ნაშთი აცეტილზე. ძნელი დასაშვებია, რომ ეს რეაქცია ხდებოდეს თავისუფალი აცეტილის ხარჯზე. უფრო მისაღებია აცეტილის ნაშთის გადატანა რომელიმე ნაერთიდან, მაგალითად, მჟავუნ ძმარმჟავადან. ნახშირწყლების გარდაქმნისა და გლუტამინის მჟავას ქანგვითი დეზამინირების შემდეგ მიღებული პროდუქტის გარდაქმნა სწორედ ზემოხსენებული ნაერთის წარმოქმნის გზით მიემართება. ამიტომ გლუტამინის მჟავას გარდაქმნასა და აცეტილქოლინის სინთეზს შორის მჭიდრო კავშირი უნდა არსებობდეს. გლუტამინის მჟავას მოხმარების გაძლიერება უნდა ქმნიდეს შესაფერის პირობებში აცეტილქოლინის სინთეზის გაძლიერებას.

ჩვენ მიერ შესწავლილი იყო ციტოქრომი-*c*, კოდეჰიდრაზა-*I*, პირილიქსალისა და ნიკოტინის მჟავას ამიდის გავლენა გლუტამინის მჟავას გარდაქმნაზე. გამოირკვა, რომ ცალ-ცალკე და ერთად ეს კოფაქტორები მცირე გავლენას ახდენენ დეზამინირების პროცესზე და აცეტილქოლინის შექმნაზე.

ცნობილია, რომ გლუტამინის მჟავას ქანგვითი დეზამინირების სრულ ფერმენტულ სისტემაში გლუტამიკო-დეჰიდრაზას გარდა წარმოდგენილია შემდეგი კომპონენტები: კოდეჰიდრაზა-*I*, დიაფორაზა, ციტოქრომი-*c* და ციტოქრომი-*ოქსიდაზა*. როგორც ირკვევა, გლუტამინოქსიდაზას მოქმედების გაძლიერებისათვის საჭირო ხდება უკლებლივ ყველა კომპონენტის დამატება. ქვემოთ მე-3 ცხრილში მოყვანილია იმ ერთ-ერთი ცდის შედეგები, სადაც ირკვეოდა კოდეჰიდრაზა-*I* ის, ნიკოტინის მჟავას ამიდის, დიაფორაზას, ციტოქრომი-*c* და ციტოქრომი-*ოქსიდაზას* ერთდროული დამატების გავლენა აცეტილქოლინის სინთეზის სიდიდეზე აერობულ პირობებში. ნიკოტინის მჟავას ამიდი ემატებოდა როგორც კოდეჰიდრაზა-*I*-ის დაშლის ამცილებელი. დიაფორაზა ასრულებდა წყალბადის გადამტანის როლს კოდეჰიდრაზადან ციტოქრომი-*c*-ზე.

ცხრილი 3

გლუტამინის მჟავას ქანგვითი დეზამინირების გაძლიერების გავლენა აცეტილქოლინის სინთეზზე

ცდისთვის დიაფორაზა და ციტოქრომი-*ოქსიდაზა* აღებულია 4 მგ, კოდეჰიდრაზა-*I* მგ, ნიკოტინის მჟავას ამიდი—2 მგ, ციტოქრომი-*c* 0,1 მლ და დანარჩენი კომპონენტები მთლიანად როგორც წინა ცდებში. აცეტილქოლინი მიკროგრამებით პუდრის 1 გ-ზე

და ე მ ა ტ ა			სინთეზირებულია აცეტილქოლინი
კოდეჰიდრაზა- <i>I</i> , დიაფორაზა, ციტოქრომი- <i>ოქსიდაზა</i>	ციტოქრომი- <i>c</i>	ნიკოტინის მჟავას ამიდი	
+	+	+	126
+	+	-	122
-	-	-	90
-	+	+	93
ბ რ მ ა ც დ ა			
+	+	+	0

მე-3 ცხრილში მოყვანილი შედეგებიდან ირკვევა, პირველად ყოვლისა, ის, რომ გლუტამინის შეავას დეზამინირების გაძლიერებასთან ერთად მატულობს აცეტილქოლინის სინთეზი.

ჩვენს ლაბორატორიაში ელ. კლენინის მიერ გამოკვეთულია გლუტამინის შეავას დეზამინირების გაძლიერება ზემოთ მოყვანილი ცდის პირობებში. დასტურდება დიაფორაზას მძლავრი მოქმედება გლუტამინის შეავას ჟანგვის ინტენსივობაზე. ჩვენ მიერ წარმოებულნი ცდები მიუთითებს, რომ ეს ჟანგვა შესაფერისს პირობებში უშუალოდ უკავშირდება აცეტილქოლინის სინთეზს.

დასკვნა

როგორც ეს ჩვენ მიერ წინათ იყო დადგენილი, თავის ტვინის გამონაწერებში აცეტილქოლინის სინთეზის პროცესში უშუალოდ პროდუქტის სახით წარმოიქმნება ფოსფორილქოლინი. იმ მონაცემებით, რომელიც ამ შრომაშია მოყვანილი, მტკიცდება, რომ ფოსფორილქოლინის დაშლის სიდიდე უშუალოდაა დამოკიდებული აცეტილქოლინის სინთეზის სიდიდისაგან. რაც უფრო მეტი რაოდენობით წარმოიქმნება აცეტილქოლინი, მით უფრო მეტი რაოდენობით იშლება ფოსფორილქოლინი. ეს პროცესი აქტივდება აღენოზინტრიფოსფატიტ და მქლავნდება თავის ტვინის აცეტონის პულრის გამონაწერში. ტვინის ჰომოგენატში ფოსფორილქოლინი, მართალია, იშლება, მაგრამ აცეტილქოლინის სინთეზი უმნიშვნელო რაოდენობით წარმოებს.

4461

რადგან აცეტილქოლინის სინთეზის პროცესში არ აქვს ადგილი აცეტილფოსფატის შექმნას, აქედან ის დასკვნა იყო გაკეთებული, რომ აცეტილქოლინის სინთეზი უნდა წარმოვიდგინოთ როგორც ვაცელითი რეაქცია ფოსფორილფოსფატსა და იმ ნაერთს შორის, რომლის გარდაქმნას შეუძლია მოგვეცეს უშუალოდ აცეტილის ჯგუფი. ეს ნაერთი შეიძლება იყოს მეთუნ-მმარმეთავა. გლუტამინის მეთავა მოიხმარება აცეტილქოლინის სინთეზის დროს იმიტომ, რომ ის უშუალოდ პროდუქტის სახით იძლევა მეთუნ-მმარმეთავას.

ჩვენ წინაშე დაისვა საკითხი გაგვერკვია, არსებობს თუ არა რაიმე დამოკიდებულება გლუტამინის შეავას ჟანგვის გაძლიერებასა და აცეტილქოლინის სინთეზის სიდიდეს შორის. გლუტამინის შეავას ჟანგვითი დეზამინირების გააქტივება მიღწეულ იქნა სარეაქციო არეში კოლფილრაზა-I-ის, დიაფორაზას, ციტოქრომ-ც-სა და ციტოქრომ-ოქსიდაზას ერთდროული დამატებით. გლუტამინის შეავას ჟანგვის სტიმულირება თავის ტვინის აცეტონის პულრის გამონაწერში იწვევს აცეტილქოლინის სინთეზის გაძლიერებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.3.1951).



დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. პ. ქომეთიანი. ფოსფორის ნერთთა განაწილების ცვლილება თავის ტვინის გამონაწერებში აცეტილქოლინის სინთეზის პროცესში. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XII, № 1, 1950.
2. პ. ქომეთიანი და შუშანა დოლიძე. ფოსფორილქოლინის პრეპარატის მიღება და მისი გარდაქმნის შესწავლა თავის ტვინის გამონაწერებში. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XII, № 7, 1951.
3. H. We il-Malherbe. Significance of glutamic acid for metabolism of nervous tissue. *Physiol. Rev.*, vol. 30, 1950, p. 549.
4. D. Keilin a E. F. Hartree. Purification and properties of cytochrome-c. *Biochem J*, vol 39, 1945, p. 289.
5. P. S. Krishnan. Oxygen absorption method for the estimation of coenzyme-L. *Arch. Biochem.*, vol 16, 1948, p. 291.
6. H. Persky and E. S. Barro'n. On the mechanism of synthesis of acetylcholine II. The synthesis of citrate by brain enzymes. *Bioch. Biophys. Acta*, vol 5, 1950, p. 66.
7. A. B. L. Beznak and E. Chain. Studies on phosphorylcholine Quart. *J. Exp. Physiol.* vol 26, 1937, p. 201.

გეოლოგია

6. ბენელუქიძე

წედის-ფასსარლოს მიდამოების მესამეული ნალექების
სტრატობრაფიისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. ჯანელიძემ 7.2.1951)

მდინარე ჯეჯორის აუზში, ზემო რაქისა და სამხრეთ ოსეთის სასახლგრო უბანზე, ს. ს. წედისისა და ფასარლოს მიდამოებში ეოცენური ნალექები საკმაოდ შესწავლილად ითვლება. მაინც ჩემ მიერ 1948—49 წწ. ჩატარებული მუშაობის შედეგად შესაძლებელი შეიქნა ეოცენის სტრატობრაფიის დაზუსტება. აქ მომუშავე მკვლევართა [1, 2, 6, 7] მიხედვით, ამ მიდამოებში მხოლოდ თევზისქერცლებიანი ჰორიზონტი („ოვერზული“) და პრიაბონული სართული გვაქვს. ჩემ მიერ შეგროვილი მასალა საშუალებას იძლევა ზედაეოცენურად დათარიღებული წყება ორად გაიყოს და ქვედა ნაწილი გამოიყოს როგორც შუაეოცენური ნალექები, რომელთა აქ არსებობა ჯერ კიდევ 1928 წელს რეგიონულ მოსაზრებათა საფუძველზე დასაშვებად მიაჩნდა საქართველოს სსრ აკადემიის ნამდვილ წევრს ა. ჯანელიძეს [3]. ამავე დროს ჩემ მიერ დადგენილია ზედაეოცენური ქვიშაქვების გადასვლა მიმართებაზე თავისებურ ბრექჩიულ ფაციესში, რომლის ასაკი სადავო იყო, ხოლო წარმოშობას სხვადასხვაგვარად ხსნიდნენ.

ცხადია, რომ აღნიშნულის შესატყვისად ახლებურად უნდა გაუშქდეს ამ მხარის გეოლოგიური ისტორიის ზოგი ეტაპიც.

წედის-ველუანთის ზედაიურული მასივური კირქვებით აგებული ქედის ჩრდილო ფერდზე, წედისიდან ველუანთისაკენ მიმავალ ბილიკზე დანიური ასაკის მარცვლოვან კირქვიან ქვიშაქვებს ხილული უთანხმოების გარეშე მოჰყვება ხუთიოდე მეტრის სიმძლავრე მსხვილმარცვლოვანი, ქვედა ნაწილში დაფიქლებული ნუმულიტიანი ქვიშაქვები და შემდეგ ბრექჩიული აღნაგობის მქონე მწვანე და ყავისფერჩანართებიანი, აგრეთვე ნამარხიანი კირქვები.

ფუძიდან მესამე მეტრზე აღებული ნუმულიტებიდან განსაზღვრულია⁽¹⁾ ლუტეციური ფორმები: *Nummulites Heeri* de la Harpe და *Nummulites subatacticus* Douv. შემდეგ მოვარდისფრო თეთრი ტლანქშრეებრივი კირქვების შრე გვაქვს, რომელიც მდიდარია ისეთივე ნუმულიტებით. ამგვარად, ამ ნალექების შუაეოცენური ასაკი ექვს არ იწვევს.

ეს ნალექები ციკაბო ($< 80^{\circ} - 90^{\circ}$) ჩრდილო-დასავლური დაქანებით ხასიათდება, მათ შესამჩნევი კუთხური უთანხმოებით ($NO 20^{\circ} < 50^{\circ} - 60^{\circ}$) ეფა-

⁽¹⁾ აქ და ყველგან ქვემოთ მოყვანილი განსაზღვრები ეკუთვნის პროფ. ი. კაკარავასა და ო. ოპროპირიძეს.

რება თევზის მალეებითა და ქერტლებით (*Lurolepis caucasica* Roman.) მდიდარი ქვიშიანი ფიქლები, რომელთა ფუძეში მიკროკონგლომერატის თხელი შრე გვაქვს.

„თევზიან“ შრეებს ზევით ოციოდე მეტრის სიმძლავრე ფიქლებრივი, საშუალომრეებრივი ქვიშაქვები მოჰყვება. მათი მომდევნო კვარციან-ქარსიანი ნუმულიტინი ქვიშაქვები სფერული გამოფიტვით ხასიათდება, შიგ ზოგჯერ მსველიმარცვლოვან შუაშრეებს ვხვდებით. მახლობლად ამგვარივე ქანებიდან *Discocyclus sella* d'Arch.-სთან ერთად აღებულია პრიაბონული სართლისათვის დამახასიათებელი ნუმულიტები: *Nummulites incrassatus* de la Harpe და *Num. Fabianii* Prev.

რადგან კუთხური უთანხმოების ქვევით ლუტეციური ფაუნა გვაქვს, ხოლო ზევით პრიაბონული, ბუნებრივი იქნება შესწავლილ რაიონში საზღვარი შუა და ზედა ეოცენს შორის ამ უთანხმოებას დაეუკავშიროთ.

მეორე მხრივ, საყურადღებოა. თევზიანი ჰორიზონტის განლაგება უთანხმოებას ზევით, რაც ამ შემთხვევაში მას ზედაეოცენურად ათარიღებს (ილსანიშნავია აგრეთვე თევზიან ფიქლებზე სრული თანხმობით განლაგებული ქარსიან ქვიშაქვებში ნაპოვნი პრიაბონული ფაუნაც).

როგორც აღენიშნეთ, აქ დანიურსა და ეოცენს შორის კუთხური უთანხმოება არ ჩანს, მაგრამ ლუტეციური ფორმების შემცველი ნალექები ფუძის წარმონაქმნების მეშვეობით არის განლაგებული ზედა იურისა და ცარცის სხვადასხვა ჰორიზონტებზე, რაც ცხადყოფს ამ სართულის ტრანსგრესიულობას.

სოფ. ცხანარის მიდამოებში შუაეოცენურ ნალექებს, რომლებიც ცარცულ ბრექჩიულ კირქვებს მოჰყვებიან, შედარებით მეტი სიმძლავრე აქვთ. აქ ქვედა ნაწილში, ყვითელ ქვიშაქვებსა და ფორამინიფერებიან ნაცრისფერ კირქვებში ნაპოვნია ლუტეციური—*Nummulites* cf. *Heeri* de la Harpe და *Num. cf. Tchihatscheffi* d'Arch., *Asterodiscus* cf. *stellatus* d'Arch. დასტის ზედა ნაწილში აღებულია ისევ ლუტეციური *Nummulites subirregularis* de la Harpe და *Asterodiscus stella* Gumb. ამ დასტას საკმაო ხარვეზის შემდეგ მოსდევს ქარსიანი ფიქლებრივი ქვიშაქვები, რომლებშიც თევზის ქერტლს ვხვდებით. ეს უკანასკნელი დასტა, ფაციესისა და სტრატეგრაფიული მდებარეობის მიხედვით, ზედაეოცენური უნდა იყოს.

საყურადღებოა, რომ აქ თევზიანი ჰორიზონტი წარმოდგენილია ქარსიანი ქვიშაქვებით, რომლებიც, როგორც უკვე აღნიშნულ იქნა, წედისის მიდამოებში პრიაბონულ ფაუნას შეიცავენ. ეს დაკვირვება დამატებითი საბუთია პროფ. ი. კ ა პ ა რ ა ვ ა ს მოსაზრებისათვის [5], რომლის მიხედვითაც „თევზიანი“ ჰორიზონტი დამოუკიდებელი სტრატეგრაფიული ჰორიზონტი კი არ არის, არამედ ფაციესია. მას საქართველოში არა მარტო შუა ეოცენში, არამედ ზედა ეოცენშიც ვხვდებით. წედისის მახლობლად „თევზიანი“ შრეების ზევით აღსანიშნავია რამდენიმე მეტრიანი დისკოციკლინებით ნაშენი დასტის არსებობა („აღვის წყება“?).

ახლა საინტერესოა განვიხილოთ შუაეოცენური ტრანსგრესიული წყების ფუძეში ბაზალური, უხეშმარცვლოვანი მასალის არსებობის საკითხი. ამ მიდამოებში ამგვარი წარმონაქმნები არ ჩანს, მაგრამ მწვერვალ ველუანთის ჩრდილო-დასავლეთით ეს ნალექები კარგად არის წარმოდგენილი. აქ ეოცენის ძირში გვაქვს სულ რამდენიმე მეტრის სისქე ბრეჟჩია, განლაგებული ცარცის სხვადასხვა ჰორიზონტზე. ბრეჟჩიაში ნამსხვრევი მასალა უმთავრესად დანიური და ზედაიურული კირქვებიდან არის გადალექილი. ხოლო ცემენტი მთლიანად ნუმულიტიან კირქვებს წარმოადგენს და შემდეგ შუაეოცენურ ფორმებს შეიცავს: *Nummulites Heeri de la Harpe*, *Num. Murchisoni Bruner* და *Num. subatacicus H. Douv.* ამ ბრეჟჩიებს მოსდევს 15-ოდე მეტრის სისქე კირქვიანი ქვიშაქვები, რომლებშიც ნუმულიტიანი კირქვის შუაშრებებსა და ლინზეებს ვხვდებით. ნუმულიტები აქაც შუაეოცენური ასაკისაა.

აღნიშნულ ნალექებს მცირეოდენი ხარვეზის შემდეგ ძლიერ აშუშუნული თევზიანი მერგელები მოსდევს, რომლებიც, უახლოესი მიდამოების ნალექების ანალოგიურად, ზედა ეოცენს უნდა ეკუთვნოდეს.

ორა ნაკლებ ცხადად არის შუა ეოცენის ფუძის წარმონაქმნები გაშიშვლებული ცხანარის ქედის ჩრდილო კალთაზე, სადაც ამ წარმონაქმნებში ბაიოსური პორფირიტული წყების მასალაც გვაქვს. მათი მომდევნო, რამდენიმე ათეული მეტრის სიძლიერის მქონე მერგელების, ქვიშიანი კირქვებისა და ქვიშაქვების უნამარხო დასტის შემდეგ ამ მიდამოების შუა ეოცენის ზედა ნაწილისათვის დამახასიათებელი მოცისფრო და მუქი ნაცრისფერი კირქვიანი ქვიშაქვების დასტა შივლდება. ლუტეციურ ქვიშაქვებს ხილული კუთხური უთანხმოების გარეშე მოჰყვება მიკროკონგლომერატის თხელი შრე, რომელშიც ნაპოვნია *Nummulites cf. Bouillei de la Harpe*, ეს ფორმა პრიაბონულზე ადრე არ გვხვდება. უფრო აღმოსავლეთით ამავე დასტაში, თევზიანი ფიქლების ქვეშ და კონგლომერატის თავზე, მსხვილმარცვლოვანი, ქარსიანი ქვიშაქვებია, საეცე პრიაბონული ასაკის ნუმულიტებით—*Nummulites budensis Hantken*. ზევით მდებარე მერგელოვან ქვიშაქვებში აღებული ფაუნა (*Discocyclina cf. sella d'Aich.*, *Nummulites sp.*, *Asterodiscus sp.*) კი საერთოდ ეოცენურია. ამავე დროს მომყოლ თევზიან მერგელებს ზევით განლაგებულია რამდენიმე ათეული მეტრის სისქე მერგელოვანი ქარსიანი ქვიშაქვები, რომელთა ზედა ნაწილში ტიპიური პრიაბონული ფორმებია ნაპოვნია: *Asterodiscus stellaris Bruner* და *Nummulites budensis Hantken*. ამგვარად, ხსენებული მიკროკონგლომერატი შეიძლება ზედაეოცენისწინა ვაღარეცხვას დაეუკავშიროთ.

როგორც მოყვანილი მასალიდან ჩანს, რაიონში კარგად არის გამოსახული ლუტეციური სტრანსგრესია.

ლუტეციური ნალექები ზოგან საკმაოდ სქელია. განსაკუთრებით სქელი არიან ისინი სოფ. ცხანარის ქედზე და მის სამხრეთ-აღმოსავლეთით მდებარე სინკლინებში. მაგრამ, როგორც ვნახეთ, არის ადგილები, სადაც შუა ეოცენი ან მეტად თხელია, ანდა სრულიად არ არის. ასეთი ზოლები დაკავშირებულია რიფული კირქვების აზევებულ ნაწილებთან და, შესაძლოა, ამის მიზეზი ლუტეციური დროის რელიეფი იყოს. უთუოდ იმ დროს ზოგან აზი-

დული უბნები იყო, სადაც ლუტეციური ნალექები არ დალექილა, ზოგან კი ლუტეციური ნალექების არარსებობა ან მცირე სიმძლავრე გარკვეულად დაკავშირებულია მომდევნო ზედაეოცენურ ტრანსგრესიასთან. უკანასკნელი, როგორც აღენიშნეთ, კარგად ჩანს ლუტეციურზე ზედაეოცენური ნალექების კუთხური უთანხმოებით განლაგებიდან და იქიდანაც, რომ ყველგან, სადაც ეს ორი სართული ერთად გვხვდება, ზედა ეოცენის ძირში მეტ-ნაკლებად სქელი ფუძის წარმონაქმნები გვაქვს ბრექჩია-კონგლომერატების სახით. შეიძლება აგრეთვე აღინიშნოს, რომ ზედაეოცენურ ნალექებს ფართობულად ლუტეციურზე გაცილებით მეტი გავრცელება აქვს და ისინი ეოცენზე უფრო ძველ ჰორიზონტებსაც ფარავენ უშუალოდ. ამრიგად, ექვგარეშეა, რომ შუაეოცენური ტრანსგრესიის გარდა ჩვენს რაიონში უნდა გავარჩიოთ მეორე, მისგან დამოუკიდებელი ზედაეოცენური ტრანსგრესია.

ზედაეოცენურ ტრანსგრესიასთან არის დაკავშირებული კონგლომერატ-ლოდბრექჩიების ფაციესი, რომელიც პრიბონული ზღვის ზვირთციემის ზოლშია დალექილი. ამ თავისებური კომპლექსის შესახებ წინა მკვლევართა მოსაზრებები არ არის ერთიმეორესთან შეთანხმებული: ე. ბოგაჩოვი [1] ზოგან მათ ღრესვის ეგზოტექტონიკურ ბრექჩიად თვლის, ზოგან კი (სადაც მასიური კირქვების გადალექვის მასალა ქარბობს) იგი ურგონულ ფაციესად მიიჩნია, ავტორი (რაც საყურადღებოა) მიუთითებს მათ განლაგებაზე ნუმულიტებიან და ორბიტოიდებიან კირქვებზე; თუმცა, გამოდის კი მცდარი დათარღებიდან, მათ შუა ტექტონიკურ კონტაქტს წარმოიდგენს. ნ. ვასოევიჩი [2] ანალოგიურ კონგლომერატ-ბრექჩიებს უფრო აღმოსავლეთით სოფ. მულუთის მიდამოებში აღარებს სამხედრო გზისა და კახეთის მსგავს ნალექებს და საერთოდ ეოცენურად (sensu lato) ათარიღებს.

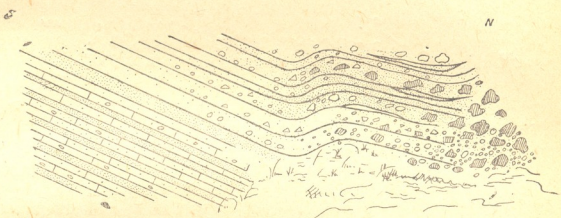
ნ. კანდელაკის [4] აღინიშნული შეხედულებით ამ რაიონის კონგლომერატ-ბრექჩიები ტექტონიკური წარმოშობისაა, შემდეგ კი ი. კახაძისა და ნ. კანდელაკის [4] საერთო შრომაში დამაჯერებლად არის დასაბუთებული მისი დანალექი ხასიათი; თუმცა ავტორები ამ წყების ასაკს ზედიერულად მიიჩნევენ, მას რიფული კომპლექსის წევრად და მისი ზედა ჰორიზონტების სინქრონულად, ე. ი. ყველაზე ახალგაზრდა წევრად, თვლიდნენ.

ამ ნალექების დათარიღების რევიზიის საკითხი განსაკუთრებული სიმწვავეით დაისვა, როდესაც ცხანარ-ფასრალის მიდამოების რიფული კომპლექსის შრეებრივ კირქვებში ინჟინერ-გეოლოგმა ი. მარკოზიამ იპოვა დანიური ასაკის ზღარბები (დოც. ა. ცაგარლის განსაზღვრით). ასეთივე შრეებრივი კირქვები კლდებოძალის მიდამოების ლოდ-ბრექჩიების ქვეშ არის მოქცეული.

აღნიშნული ნალექების ასაკის საკითხის გადაჭრის საშუალებას იძლევა ჩემ მიერ ჩატარებული ზოგიერთი დაკვირვება.

მწვერვალ კლდებოძალის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ფერდობზე დანიურ კირქვებს ხარვეზის შემდეგ მოჰყვება რამდენიმე ათეული მეტრის სიმძლავრე შერგელოვანი ქვიშაქვები. მათ ზედა ნაწილში, მიმართებაზე, დასავლეთით

500-იოდ მეტრის მოშორებით ნაპონია *Nummulites* sp. ამ ქვიშაქვებს მოსდევს ქარსიანი მარცვლოვანი ქვიშაქვებისა და საშუალომარცვლოვან კონგლომერატ-ბრექჩიების შრეების მორიგეობისაგან შემდეგარი 10—12 მ სიმაღლის დასტა. ამ დასტაში, უფრო დასავლეთით, ნაპონია ზედაეოცენური *Nummulites* cf. *Bouillei* de la Harpe. აღნიშნულ დასტას საკმაო ხარვეზის შემდეგ მოსდევს ქარსიან-კვარციანი ქვიშაქვები. ამათში არის მოქცეული კლდე-ბოძალის კირქვის შვერილები. ქარსიანი ქვიშაქვებისა და ბრექჩია-კონგლომერატების (ნახ. 1) დასტა ჩრდილო-აღმოსავლეთი მიმართულებით გადადის



ნახ. 1. ქარსიან-კვარციანი ქვიშაქვების გადასვლა მიმართებაზე ლოდ-ბრექჩიულ ფაციესში

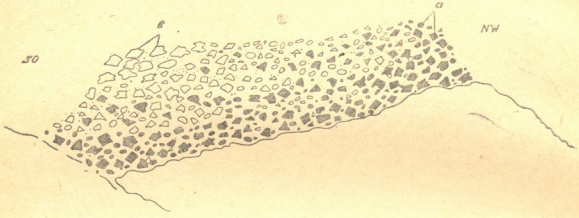
ლოდ-ბრექჩიულ-კონგლომერატულ წყებაში, რაც თვალდათვალ შეიძლება იქნეს გაკვლეული. ბრექჩიული მასალა შეიცავს ზედა იურის, ცარცისა და ზოგჯერ ეოცენის მასალასაც. აქ ჩრდილო-აღმოსავლეთისკენ ზოგი ლოდის დიამეტრი 30 სმ აღწევს. ამავე მიმართულებით ბაიოსური მასალა მატულობს, კონგლომერატ-ბრექჩიებში აქ ხშირად გვხვდებით შავსა და მონაცრისფრო მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვების ლინზებს.

ამგვარსავე სურათს გვხვდავთ მწვერვალ უკივლეთის ჩრდილო-აღმოსავლეთ კარნიზებშიც, რომელთა ფუძეში უშუალოდ ბაიოსურ ვულკანოგენურ ნალექებს პორფირიტული წყების ქანებისავე ბრექჩიული მასალა ადევს. სამხრეთ-აღმოსავლეთი მიმართულებით მასში ჩნდება რიფული კირქვის გადალექილი მასალაც, რომელიც ამ მიმართულებით მატულობს. მატება ჩანს აგრეთვე ზევითკენ, სადაც კირქვის დიდ ლოდებს ვხვდებით (ნახ. 2). ბრექჩიები, შუა-და ზედაიურული ქანების მასალის გარდა, შეიცავს აგრეთვე ცარცული მერგლოვანი კირქვებისა და მესამეულის ქარსიან-კვარციანი ქვიშაქვების ნატეხებს. დასტის სიმაღლერე ორ-სამ ათეულ მეტრს აღწევს.

ზევითკენ ამ ქანებში ქვიშაქვით შეცემენტებული კირქვის ბრექჩია გვხვდება. აქ ვხვდებით ქარსიან-კვარციანი ქვიშაქვების ლინზებს, ხშირად საკმაო მანძილზე გავრცელებულს. უფრო ზევით კი დასტა თანდათანობით მთლიანად კირქვაში გადადის. უკანასკნელი ქანი, რომლითაც აგებულია უკივლეთის

მწვერვალი, ერთი შეხედვით მასივურ რიფულ კირქვას მოგვაგონებს, სინამდვილეში კი კირქვის მიკრო-კონგლომერატ-ბრეჩიას წარმოადგენს.

ამ მიდამოების მერგელოვანი ქვიშაქვები ლითოლოგიურად შესწავლილი ზოლის შუა ეოცენის ზედა ნაწილის იდენტურია, ხოლო კონგლომერატ-ბრეჩიული და ქარსიან-კვარციანი ქვიშაქვები შეეაოცენურზე ახალგაზრდა არიან და ველზე მათი გაკვლევა გვიჩვენებს, რომ ისინი ფაუნით დათარიღებულ პრიამონულ ქარსიან-კვარციან ქვიშაქვებს ებმებიან. აქ შეიძლება აღინიშნოს სრულიად ამგვარივე ბრეჩიის თხელი შრის არსებობა ზედა ეოცენის ქირში უფრო მოშორებით, სამხრეთ-დასავლეთისკენ, სოფ. წედისის მიდამოში.



ნახ. 2. უკვლევის მიდამოების ბრეჩიული დასტა. გადაღებული მასალა: a—ბაიოსური პორფირიტული წყებიდან და a—ზედაიურული მასივური კირქვებიდან

ბრეჩიულ წყებაში საინტერესოა მასალის ზომისა და შედგენილობის სწრაფი, თუმცა თანდათან ცვალება. ჩანს, რომ კლდოვანი სანაპიროს ნგრევის უბნების გვერდით აქვე ახლოს იყო უბნები, სადაც დაღეპვა უფრო მშვიდად მიმდინარეობდა.

მეორე მხრივ, შეიძლება ითქვას, რომ დასაწყისში გადაღებული რიფული მასალა (ქვედა პორიზონტები), ისევე როგორც ვულკანოგენური (ბაიოსური ასაკის) მასალა, უპირატესად ჩრდილოეთიდან მოდიოდა, ხოლო მას შემდეგ, რაც ზღვის შემდგომი შემოტევის დროს ეს ნაწილი წყალქვეშ ექცევა, სანაპირო ბრეჩიების მასალას უკვე თითქმის მხოლოდ სამხრეთით აზიდული ზედაიურული რიფული კირქვები იძლევიან.

როგორც ვხედავთ, გარდა პრიამონული სართულისა, აღწერილი ზოლის ეოცენურ ნაღებებში გვაქვს ლუტეციური სართულიც, რაც სათანადო ფაუნით არის დადასტურებული. მეორე მხრივ, შეიძლება დადგინდეს ჩაითვალოს ლუტეციურისწინა და პრიამონულისწინა ემგრსიები, რომლებიც შესაძლოა შესაბამის ოროფაზისებს უკავშირდებოდნენ და რომლებსაც ლუტეციური და შემდეგ მისგან დამოუკიდებელი ზედაეოცენური ტრანსგრესია მოჰყვა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 8.2.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. В. Богачев. Нефть в юре Юго-Осетии, *Аз. Нефть. Хов.*, № 12/84, Баку, 1928.
2. Н. Б. Вассоевич. Краткий геологический очерк Джавского р-на Юго-Осетия, СОПС АН СССР. Произв. силы Юго-Осетии, сб. II, Ленинград, 1932.
3. А. И. Джanelidze. Геологические наблюдения в Окрибе и в смежных частях Рачи и Лечхума. Тбилиси, 1940.
4. ი. კახაძე და ბ. კახდელაკი. ცხანარის სინკლინის მეზობლური ნაღებების სტრატოგრაფიისათვის. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. IV, № 2, თბილისი, 1943.
5. И. В. Качарова. Успехи стратиграфической палеонтологии в Грузии (Тезисы докладов на сессии, посвященной 25-летию Института Геологии и Минералогии, 28—30 декабря 1950 г.). Тбилиси, 1950.
6. ი. კაკარავა. რაქა-ლენხუმის აუზი და მოსახლვრე რაიონები პალეოგენის დროს. საქ-სსრ მეცნ. აკად. გეოლ. ინსტიტუტის შრ., გეოლ. სერია, ტ. II (VII), თბილისი, 1944.
7. И. Г. Кузнецов. Геологическое строение части Западной Грузии в пределах Рачи, Лечхума и Имеретии. XVII Межд. Геол. Конгресс, Эжк. по Кавказу, Груз. ССР. Зап. часть, Москва, 1937.

მინერალოგია

თ. ბაბაბატიშვილი და ე. ვაჟიანიშვილი

ზოგიერთი მინერალური ძარღვის წარმოშობის პირობების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. თვალჭრელიძემ 5.3.1951)

ერთ-ერთი საბადოს მინერალური ძარღვების შესწავლისას ჩვენ მიერ დადგენილ იქნა მინერალების გარკვეული ასოციაცია, რომელშიც კაოლინის ჯგუფის თიხოვანი მინერალი და ბურნონიტი ტიპომორფულებს წარმოადგენენ. გეოქიმიურ დიაგრამაში მათ მკაცრად განსაზღვრული ადგილი უჭირავთ და მათი ზოგიერთი თვისება უფლებას იძლევა დავადგინოთ ამ მინერალური ძარღვების წარმოშობის პირობები.

ძარღვები კვეთენ ზედა ლიასისა და ბაიოსის პორფირიტული წყების ქანებს. ლიასი წარმოდგენილია მუქი ნაცრისფერი კვარც-ქარსიანი ქვიშაქვებით და თხელშრეებრივი თიხებით. პორფირიტული წყების ქანები, რომლებიც ტუფების, ტუფქვიშაქვების, ტუფბრექჩიებისა და პორფირიტული განფენების მორიგეობითაა წარმოდგენილი, თანხმობით მოჰყვება ლიასის ქვიშა-ფიქლების წყებას. ლიასის ნალექებს ახასიათებს მეორეული დისლოკაციები: ადგილ-ადგილ ისინი გადაყრავებულია და ასეთ შემთხვევებში პორფირიტული წყების ქანებს ადევს თავზე.

ეს ქანები შეცვლილია ჰიდროთერმული პროცესების გავლენით, რაც გამოხატულია რიგი მეორეული მინერალების წარმოქმნაში, უკანასკნელნი უმთავრესად მინერალური ძარღვებისა და შემცველი ქანების კონტაქტში არიან თავმოყრილი.

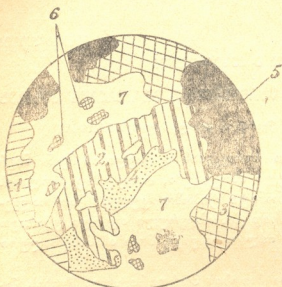
ჩვენ მიერ შესწავილ ძარღვებს სიმეტრიულ-ზონალური აღნაგობა ახასიათებს. მათ ზალბანდურ ნაწილში შემცველ ქანებთან კონტაქტში შენიშნულია თიხოვანი მინერალი, მას მოჰყვება კარბონატი, ხოლო ცენტრში, ძარღვის ძირითად მასაში, სხვა სულფიდებთან ერთად გამოყოფილია ბურნონიტი.

თიხოვანი მინერალის აღწერა მოცემულია ჩვენს წერილში [1]. ქიმიური, ოპტიკური და თერმული ანალიზების საფუძველზე ეს მინერალი განსაზღვრულ იქნა როგორც კაოლინიტ-დიკიტი, რომლის წარმოქმნა ხდებოდა ტუტე გარემოში, 50—150° ტემპერატურულ ინტერვალში.

მეორე ტიპომორფული მინერალი — ბურნონიტი — შესწავილი გვაქვს მიკროსკოპით, ანარეკლ სხივებში. იგი წარმოდგენილია იზომეტრიული, ზოგჯერ კი მოგრძო ან სფერული მარცვლების სახით, შეზრდილი სულფიდებთან და მკრთალ-მადნებთან.

მინერალი უფერულია, მას ოდნავ მომწვანო ელფერი გადაჰყრავს, რბილია, არეკლვის უნარიანობით ძალიან მიაგავს ვალენიტს, ანიზოტროპულია,

შინაგანი რეფლექსები წითელი აქვს. მისთვის ტიპობრივია ფირფიტისებრი პოლისინთეტური ტყუებები, რაც კარგად ჩანს ჯვარედინ ნიკოლებში და უფრო უკეთ იმერსიულ სითხეში (იხ. ნახ.).



გად. 360-ჯერ. — N/C

როგორც ცნობილია, ბურნონიტი დამახასიათებელია სულფიდური პიდროტერმული საშუალო სიღრმის საბადოებისთვის, სადაც მასთან ასოციაციაში მყოფ მინერალებს შორის იგი ერთ-ერთ უგვიანეს გამონაყოფს წარმოადგენს, ანდა მცირე სიღრმის ზონებისათვის, სადაც იგი უკვე ყველაზე ძველი წარმონაქმნია. ყველაზე დიდი ადგილი კი ბურნონიტს აქვს პიდროტერმული სულფიდური საბადოების გარდამავალ ტიპში საშუალო და მცირე ზონებს შორის [2].

აქედან გამომდინარე და იმ ფაქტის გათვალისწინებით, რომ ბურნონიტი ჩვენ მიერ შესწავლილ ძარღვებში სხვა სულფიდებისა და მკრთალი მადნების თითქმის ერთდროულია, შესაძლებლად მიგვაჩნია ეს ძარღვები ასევე გარდამავალ ტიპს მივაკუთვნოთ. ამის სასარგებლოდ ლაპარაკობს როგორც მინერალების ასოციაცია ძარღვებში, ისე შემცველი ქანების შეცვლის ხასიათი.

ცნობილია, რომ გარდამავალი ტიპის ძარღვების მინერალთა წარმოქმნის ტემპერატურა 100—150° ფარგლებში მერყეობს.

ამრიგად, ამ ძარღვების მინერალებისა და კაოლინიტ-დიკიტის წარმოქმნის ტემპერატურის დაპირისპირებით შესაძლებლად მიგვაჩნია დავეუშვათ, რომ ჩვენ მიერ შესწავლილი მინერალური ძარღვების ჩამოყალიბება 50—150° ტემპერატურულ ინტერვალში მიმდინარეობდა.

საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუყვია 5.3.1951)

დაამოწმებული ლიტმბატურა

1. თ. ბაგრატიშვილი და ე. ვეზირიშვილი. ერთი თიხვანი მინერალის შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. XI, № 10, თბილისი, 1950.
2. Е. А. Радкевич. Бурнонит. Минералы СССР, т. II, М.—Л., 1940.

ტექნიკა

ო. ონიავილი

გარსის თავისუფალი რხევის სინჰირის ღაზუსტების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ზავრივემა 13.6.1951)

თავისუფალი რხევის სინჰირის განსაზღვრისას ჩვეულებრივად სარგებლობენ დაშვებით, რომ რხევა უმთავრესად შუალედი ზედაპირის ნორმალურად ხდება. ამასთან დაკავშირებით უგულბებლყოფენ ამ ზედაპირისადმი ტანგენსურად მოქმედ დალაშბერის ძალებს.

პრაქტიკულ ინტერესს მოკლებული არ არის უფრო ზოგადი ამოცანის განხილვა, როდესაც რხევას სივრცითი ხასიათი აქვს, ე. ი. როდესაც დალაშბერის ძალები სამი ძირითადი მიმართულებით მოქმედებენ.

ვისარგებლოთ ვლასოვის ტექნიკური მომენტური თეორიით [1] და დავუშვათ, რომ

$$X = -\frac{\gamma\delta}{g} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \quad Y = -\frac{\gamma\delta}{g} \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}, \quad Z = -\frac{\gamma\delta}{g} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}.$$

თხელკედლიანი დამრეცი გარსის რხევა აიწერება განტოლებებით

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial T_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial S}{\partial \beta} - \frac{\gamma\delta}{g} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} &= 0, \\ \frac{\partial T_2}{\partial \beta} + \frac{\partial S}{\partial \alpha} - \frac{\gamma\delta}{g} \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} &= 0, \\ \frac{1}{E\delta} \nabla^2 (T_1 + T_2) - k_2 \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} - k_1 \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} &= 0, \\ (k_2 T_2 + k_1 T_1) + D \nabla^2 w + \frac{\gamma\delta}{g} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ამ განტოლებებში ყველა აღნიშვნა მიღებულია [1] მიხედვით. T_1, T_2 და S ძალებია უმომენტო ჯგუფია.

$$k_1 = \text{const}, \quad k_2 = \text{const}.$$

მოვიგონოთ დამრეცი გარსთა თეორიაში ცნობილი დამოკიდებულებები

$$\frac{\partial u}{\partial \alpha} = \varepsilon_1 - k_1 w,$$

$$\frac{\partial v}{\partial \beta} = \varepsilon_2 - k_2 w.$$

ჰუკის კანონის ძალით,

$$\varepsilon_1 = \frac{T_1 - \nu T_2}{E\delta},$$

$$\varepsilon_2 = \frac{T_2 - \nu T_1}{E\delta},$$

მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial \alpha} &= \frac{T_1 - \nu T_2}{E\delta} - \frac{w}{R_1}, \\ \frac{\partial v}{\partial \beta} &= \frac{T_2 - \nu T_1}{E\delta} - \frac{w}{R_2} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

რომ შევეძლოთ (2) გამოსახვით სარგებლობა, (1) სისტემის პირველი განტოლება გავაწარმოთ ერთხელ α -თი, ხოლო მეორე — ერთხელ β -თი. მაშინ მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 T_1}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial \alpha \partial \beta} - \frac{\gamma \delta}{g} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \frac{\partial u}{\partial \alpha} &= 0, \\ \frac{\partial^2 T_2}{\partial \beta^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial \alpha \partial \beta} - \frac{\gamma \delta}{g} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \frac{\partial v}{\partial \beta} &= 0, \\ \frac{1}{E\delta} \nabla^2 (T_1 + T_2) - k_2 \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} - k_1 \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} &= 0, \\ k_2 T_2 + k_1 T_1 + D \nabla^4 w + \frac{\gamma \delta}{g} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

ჩავსვათ (3) განტოლებაში (2) ფორმულებით განსაზღვრული $\frac{\partial u}{\partial \alpha}$ და $\frac{\partial v}{\partial \beta}$ მნიშვნელობები. ჩასმის შედეგად მივიღებთ

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 T_1}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial \alpha \partial \beta} - \frac{\gamma \delta}{g} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left(\frac{T_1 - \nu T_2}{E\delta} - \frac{w}{R_1} \right) &= 0, \\ \frac{\partial^2 T_2}{\partial \beta^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial \alpha \partial \beta} - \frac{\gamma \delta}{g} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left(\frac{T_2 - \nu T_1}{E\delta} - \frac{w}{R_2} \right) &= 0, \\ \frac{1}{E\delta} \nabla^2 (T_1 + T_2) - k_2 \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} - k_1 \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} &= 0, \\ k_2 T_2 + k_1 T_1 + D \nabla^4 w + \frac{\gamma \delta}{g} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

განვიხილოთ ორმაგი მულტიპლი სიმრუდის დამრეცი გარსი, რომლის კიდეები რადიალურადაა დაყრდნობილი:

$$\begin{aligned} \alpha = 0, \alpha = \alpha_0, v = w = T_1 = G_1 = 0 \text{ და} \\ \beta = 0, \beta = \beta_0, u = w = T_2 = G_2 = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

ამ სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა შესაძლოა წარმოიდგენილი იყოს შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} T_1 &= \sum_m \sum_n A_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta \sin \omega_{mn} t, \\ T_2 &= \sum_m \sum_n B_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta \sin \omega_{mn} t, \\ S &= \sum_m \sum_n C_{mn} \cos \lambda_n \alpha \cos \mu_m \beta \sin \omega_{mn} t, \\ w &= \sum_m \sum_n D_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta \sin \omega_{mn} t. \end{aligned} \quad (6)$$

ამ ფორმულებში $\lambda_n = \frac{n\pi}{a_0}$, $\mu_m = \frac{m\pi}{\beta_0}$, ω_{mn} თავისუფალი რხევის სიხშირეა.

ჩავსვათ (6) ამოხსნა (4) სისტემაში და შევადართო განმწკრივების mn წევრის კოეფიციენტები:

$$\begin{aligned}
 & -\lambda_n^2 A_{mn} + \lambda_n \mu_m C_{mn} + \frac{\gamma \delta}{g} \omega_{mn}^2 \left[\frac{A_{mn} - \nu B_{mn}}{E \delta} - \frac{D_{mn}}{R_1} \right] = 0, \\
 & -\mu_m^2 B_{mn} + \lambda_n \mu_m C_{mn} + \frac{\gamma \delta}{g} \omega_{mn}^2 \left[\frac{B_{mn} - \nu A_{mn}}{E \delta} - \frac{D_{mn}}{R_2} \right] = 0, \\
 & \frac{-(\lambda_n^2 + \mu_m^2)(A_{mn} + B_{mn})}{E \delta} + \left(\frac{\lambda_n^2}{R_2} + \frac{\mu_m^2}{R_1} \right) D_{mn} = 0, \\
 & \frac{B_{mn}}{R_2} + \frac{A_{mn}}{R_1} + \left[D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 - \frac{\gamma \delta}{g} \omega_{mn}^2 \right] D_{mn} = 0.
 \end{aligned} \tag{7}$$

C_{mn} და D_{mn} კოეფიციენტების გამორიცხვით მიღებულ ალგებრულ სისტემას დავიყვანო ორ თავისებად განტოლებაზე

$$\begin{aligned}
 & \lambda_n^2 A_{mn} - \mu_m^2 B_{mn} \\
 & + \frac{\gamma \delta}{g} \omega_{mn}^2 \left[\frac{1 + \nu}{E \delta} (B_{mn} - A_{mn}) + \frac{(A_{mn} + B_{mn})(\lambda_n^2 + \mu_m^2) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)}{E \delta \left(\frac{\lambda_n^2}{R_2} + \frac{\mu_m^2}{R_1} \right)} \right] = 0, \\
 & \left(\frac{B_{mn}}{R_2} + \frac{A_{mn}}{R_1} \right) + \left[D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 - \frac{\gamma \delta}{g} \omega_{mn}^2 \right] \frac{(A_{mn} + B_{mn})(\lambda_n^2 + \mu_m^2)}{E \delta \left(\frac{\lambda_n^2}{R_2} + \frac{\mu_m^2}{R_1} \right)} = 0,
 \end{aligned} \tag{8}$$

სადაც უცნობები A_{mn} , B_{mn} კოეფიციენტებია და თავისუფალი რხევის სიხშირეა ω_{mn} .

(8) განტოლების საფუძველზე ადვილად მივიღებთ შეფარდებას

$$\begin{aligned}
 \frac{B_{mn}}{A_{mn}} = & \frac{\lambda_n^2 - \frac{\gamma \omega_{mn}^2}{Eg} \left[\frac{(\lambda_n^2 + \mu_m^2) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)}{\left(\frac{\lambda_n^2}{R_2} - \frac{\mu_m^2}{R_1} \right)} + (1 + \nu) \right]}{\mu_m^2 + \frac{\gamma \omega_{mn}^2}{Eg} \left[\frac{(\lambda_n^2 + \mu_m^2) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)}{\left(\frac{\lambda_n^2}{R_2} + \frac{\mu_m^2}{R_1} \right)} - (1 + \nu) \right]}
 \end{aligned} \tag{9}$$

და თავისუფალი რხევის სიხშირის შემდეგ მნიშვნელობას:

$$\omega_{mn}^2 = \frac{g}{\gamma \delta} \left\{ D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 + \frac{E \delta \left(1 + \frac{A_{mn}}{B_{mn}} \frac{R_2}{R_1} \right) \left(\frac{\lambda_n^2}{R_2} + \frac{\mu_m^2}{R_1} \right)}{R_2 \left(1 + \frac{A_{mn}}{B_{mn}} \right) (\lambda_n^2 + \mu_m^2)} \right\}. \tag{10}$$

ცილინდრული გარსის დროს, როდესაც $k_1 = \frac{1}{R_1} = 0$, $k_2 = \frac{1}{R_2} = \text{const}$,

$$\frac{B_{mn}}{A_{mn}} = \frac{\lambda_n^2 - \frac{\gamma \omega_{mn}^2}{Eg} \left[(1+\nu) + \frac{\lambda_n^2 + \mu_m^2}{\lambda_n^2} \right]}{\mu_m^2 + \frac{\gamma \omega_{mn}^2}{Eg} \left[\frac{\lambda_n^2 + \mu_m^2}{\lambda_n^2} - (1+\nu) \right]} \quad (11)$$

და თავისუფალი რხევის სიხშირე შესაძლოა გამოისახოს შემდეგი ფორმულით:

$$\omega_{mn}^2 = \frac{g}{\gamma \delta} \left[\frac{E \delta}{1 + \frac{A_{mn}}{B_{mn}}} \frac{\lambda_n^2}{R^2 (\lambda_n^2 + \mu_m^2)} + (\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 \right] \quad (12)$$

სფერული გარსის შემთხვევაში, როდესაც $k_1 = k_2 = \frac{1}{R}$, (8) განტოლებებს შესაძლოა შემდეგი სახე მიეცეთ:

$$\left[\lambda_n^2 - \frac{\gamma \omega_{mn}^2}{Eg} (1+\nu) \right] A_{mn} - \left[\mu_m^2 - \frac{\gamma \omega_{mn}^2}{Eg} (1+\nu) \right] B_{mn} = 0, \quad (13)$$

$$\left\{ \frac{E \delta}{R^2} + \left[D (\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 - \frac{\gamma \delta}{g} \omega_{mn}^2 \right] \right\} + \left\{ \frac{E \delta}{R^2} + \left[D (\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 - \frac{\gamma \delta}{g} \omega_{mn}^2 \right] \right\} B_{mn} = 0.$$

იმისათვის, რომ A_{mn} და B_{mn} უცნობები განსხვავდეს ნულისაგან, მათი კოეფიციენტებიდან შედგენილი დეტერმინანტი ნულის ტოლი უნდა იყოს

$$\left(\lambda_n^2 + \mu_m^2 - \frac{2(1+\nu)\gamma}{Eg} \omega_{mn}^2 \right) \left\{ \frac{E \delta}{R^2} + \left[D (\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 - \frac{\gamma \delta}{g} \omega_{mn}^2 \right] \right\} = 0. \quad (14)$$

ამგვარად, თხელკედლიანი სფერული გარსისათვის მივიღებთ რხევის ორ შესაძლო სახეს სიხშირეებით

$$\omega_{mn}^2 = \frac{g}{\gamma \delta} \left[D (\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 + \frac{E \delta}{R^2} \right] \quad (15)$$

და

$$\omega_{mn}^2 = \frac{Eg}{2(1+\nu)\gamma} (\lambda_n^2 + \mu_m^2). \quad (16)$$

(15) ფორმულა კარგადაა ცნობილი ლიტერატურაში; იგი ახასიათებს სფერული გარსის რხევას თავისი ზედაპირიდან, ხოლო (16) ფორმულა—სფერული გარსის რხევას თავისი ზედაპირის არეში.

გარდაეკმნათ (8) განტოლება შემდეგგვარად:

$$A_{mn} \left\{ \lambda_n - \frac{\gamma \omega_{mn}^2}{Eg} \left[(1+\nu) + a_{mn} + \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \right] \right\} - B_{mn} \left\{ \mu_m + \frac{\gamma \omega_{mn}^2}{Eg} \left[-(1+\nu) + a_{mn} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \right] \right\} = 0, \quad (17)$$

$$A_{mn} \left\{ \frac{E\delta}{R_1} + \left[D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 - \frac{\gamma\delta}{g} \omega_{mn}^2 \right] a_{mn} \right\} + B_{mn} \left\{ \frac{E\delta}{R^2} + \left[D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 - \frac{\gamma\delta}{g} \omega_{mn}^2 \right] a_{mn} \right\} = 0. \quad (17)$$

ამ განტოლებებში

$$a_{mn} = \frac{\lambda_n^2 + \mu_m^2}{\frac{\lambda_n^2}{R_1} + \frac{\mu_m^2}{R_1}}$$

გავუტოლოთ A_{mn} და B_{mn} კოეფიციენტებიდან შედგენილი დეტერმინანტი ნულს.

ამ დეტერმინანტის გახსნით მივიღებთ

$$\omega_{mn}^4 \left(\frac{\gamma\delta}{g} \right)^2 \frac{2(1+\nu)}{E\delta} a_{mn} - \omega_{mn}^2 \frac{\gamma\delta}{g} \left\{ (1+\nu) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) + \left[\frac{2(1+\nu)}{E\delta} D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 + \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)^2 + (\mu_m^2 + \lambda_n^2) \right] a_{mn} \right\} + E\delta \left(\frac{\lambda_n^2}{R_2} + \frac{\mu_m^2}{R_1} \right) + D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 a_{mn} = 0. \quad (18)$$

მივიღეთ რადიალურად დაყრდნობილი ორმაგი მულტიპლი სიმრუდის გარსის რხევის სიხშირეთა განტოლება.

როდესაც $k_1 = \frac{1}{R_1} = 0$, $k_2 = \frac{1}{R_2}$ მივიღებთ შესაბამ განტოლებას ცილინდრული გარსისათვის.

(18) განტოლება კვადრატულია ω^2 მიმართ და სიხშირის დაზუსტებული მნიშვნელობის გამოთვლა სირთულეს არ წარმოადგენს.

სფერული გარსის (15) და (16) სიხშირეები (18) განტოლების ფესვებია, როდესაც $R_1 = R_2 = R$. (15) და (16) სიხშირეების ნამრავლი (18) განტოლების თავისუფალ წევრს იძლევა, ხოლო მათი ჯამი შებრუნებული ნიშნით ω_{mn}^2 -ის კოეფიციენტს

გადავიღეთ ახლა თავისუფალი რხევის სიხშირის დაზუსტებით მიღებული შესწორების რაოდენობრივ შეფასებაზე.

თუ დავუშვებთ (9)–(12) ფორმულებში, რომ $\frac{B_{mn}}{A_{mn}} = \frac{\lambda_n^2}{\mu_m^2}$, მივიღებთ

ლიტერატურაში ცნობილ თავისუფალი რხევის სიხშირეების მნიშვნელობას: ორმაგი მულტიპლი სიმრუდის გარსისათვის

$$\omega_{mn}^2 = \frac{g}{\gamma\delta} \left[D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 + \frac{E\delta \left(\frac{\lambda_n^2}{R_2} + \frac{\mu_m^2}{R_1} \right)^2}{(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2} \right] \quad (19)$$

და ცილინდრულისათვის

$$\omega_{mn}^2 = \frac{g}{\gamma\delta} \left[D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 + \frac{E\delta}{R^2} \frac{\lambda_n^4}{(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2} \right] \quad (20)$$

(9) და (11) ფორმულებით განსაზღვრული შეფარდება $\frac{B_{mn}}{A_{mn}} < \frac{\lambda_n^2}{\mu_m^2}$ და ამი-

ტომ (10) და (12) ფორმულებით დაზუსტებას თავისუფალი რხევის სიხშირის შემცირებისაკენ მივყავართ. ეს საეცებით ბუნებრივია, ვინაიდან, თუ განვისაზღვრებით მხოლოდ ნორმალური რხევით, ამით ჩვენ დავუშვებთ დამატებითი ბმების არსებობას, რაც გაზრდის გარსის სიხისტეს.

თუკი ნორმალურ რხევასთან ერთად ადგილი აქვს რხევას მხები მიმართულებით, რხევის ენერგიის შუა ზედაპირზე გაფანტვის შედეგად თავისუფალი რხევის სიხშირე შემცირდება.

ქ. თბილისის ერთ-ერთ სამრეწველო ობიექტზე 1950 წ. განხორციელდა პემზარკინაბეტონის გადახურვა 10 სმ სისქის ცილინდრული გარსით; გარსის ტალღის სიგრძე—20,6 მ, ამაღლების ისარი—4,15 მ, ერთი სექციის მალი—22,40 მ, პემზაბეტონის მარკა—„70“, საკუთარი წონა $\gamma=1600$ კგ/მ³ და დრეკადობის მოდული $E=56000$ კგ/სმ².

აღნიშნული გარსი შეიძლება მიეკუთვნოს საშუალო სიგრძის ცილინდრული გარსების კლასს. მისი თავისუფალი რხევის ძირითადი ტონი განისაზღვრება სიხშირით $\omega_{1,3}=2,62$ რხ/სეკ;

$$\omega_{1,2} = 4,14; \quad \omega_{1,4} = 10,0; \quad \omega_{1,5} = 4,33; \quad \omega_{55} = 13,6 \text{ რხ/სეკ.}$$

რხევის სიხშირის მოყვანილი მნიშვნელობების დასაზუსტებლად ვისარგებლოთ (11) და (12) ფორმულებით, რომლებშიც ω_{mn} -ის მნიშვნელობას ჯერ (20) ფორმულით მივიღებთ, ხოლო შემდგომ მოვახდენთ მიმდევრობით მიახლოებას.

მივიღებთ სიხშირეების შემდეგ დაზუსტებულ მნიშვნელობას:

$$\omega_{1,1} = 9,44; \quad \omega_{1,2} = 4,04; \quad \omega_{1,5} = 4,12; \quad \omega_{3,5} = 12,70 \text{ რხ/სეკ.}$$

შედარება გვიჩვენებს, რომ ზემოთ მოყვანილ მაგალითებში (11) და (12) დაზუსტებულმა ფორმულებმა თავისუფალი რხევის სიხშირის მნიშვნელობა 2—7%-ით შეცვალა. შესწორების სიდიდე იზრდება სიხშირის ზრდასთან ერთად და საგრძნობ მნიშვნელობას აღწევს რხევის მაღალი ტონებისათვის, რომლებისთვისაც ასეთი შესწორება შესაძლოა არსებითი იყოს. რხევის ძირითადი ტონებისათვის კი დალაშქრის მხები ძალების უგულებელყოფა არ იწვევს შესამჩნევ ცთომილებას. ეს აიხსნება იმ გარემოებით, რომ გარსის სიხისტე თავისი ზედაპირის გასწვრივ გაცილებით დიდია მის სიხისტეზე იმავე ზედაპირიდან.

ასე, მაგალითად, სფერული გარსით გადახურულია სათავსო გეგმაში 8×12 მ; $\delta = 6$ სმ, $E = 40000$ კგ/სმ², $\gamma = 1,8$ ტ/მ³, დამრეცობა—12; ზედაპირიდან რხევისას $\omega_{1,1} = 6,00$ რხ/სეკ. რხევა შუა ზედაპირის არეში დახასიათდება სიხშირით $\omega_{1,1} = 72,6$ რხ/სეკ; უკანასკნელი განისაზღვრება (16) ფორმულით. დასასრულ, მოგვყავს ორმაგი მულტივი სიმრუდის გარსის მაგალითი. აღნიშნული გარსით იგივე სათავსოა გადახურული. სიხშირის გამოსათვლელად მივიღოთ იგივე მონაცემები.

თავისუფალი რხევის სიხშირე $\omega_{1,1} = 6,17$ თხ/სეკ, (9) და (10) ფორმულებით დაზუსტების შედეგად

$$\omega_{1,1} = 6,12 \text{ რხ/სეკ.}$$

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

საამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.6.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1 В. З. В л а с о в. Общая теория оболочек. М.—Л., 1949.

ბ. ლაშინკაძე

ბანმბტიცვებისა და დასვენების კინეტიკური თეორია პლასტიკური დეფორმაციის დროს

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ზაგრაიევმა 25.8.1951)

დავუშვებთ რა, რომ პოლიკრისტალური მყარი სხეულების პლასტიკური დეფორმაციის პროცესის მიმდინარეობას თან სდევს მოცემული ნივთიერების მეორე ფაზის წარმოშობა, მაგალითად: ამორფული [2, 3] ანდა შეჭიდების ხესტრუქტურები—დისლოკაციები [6], შეიძლება დავწეროთ პლასტიკური სხეულების გამაგრებისა და დასვენების კინეტიკური თეორია.

წარმოშობილი თერმოდინამიკურად არამდგრადი მეორე ფაზის შეფარდებითი რაოდენობა ჩავთვალოთ დეფორმაციის მუშაობის პროპორციულად სხეულის მოცულობის მიმართ, მაშინ

$$\frac{dC_a}{C_0} = b_1 \frac{dE}{V}, \quad (1)$$

სადაც C_a წარმოშობილი ფაზის კონცენტრაცია,
 C_0 —მთელი ნივთიერების კონცენტრაცია სხეულში,
 V —სხეულის მოცულობა,
 E —დეფორმაციის მუშაობა,
 b_1 —ძაბვის განზომილების მქონე კოეფიციენტი.

დეფორმირებული სხეულის განივი კვეთის ფართობი აღვნიშნოთ ω -თი, მისი სიგრძე— l -ით. პლასტიკური, ხაზობრივი დეფორმაციის დროს მექანიკური დაძაბულობის ვექტორი σ მიმართულია l სიგრძის გასწვრივ, აქედან მივიღებთ, რომ

$$V = \omega l.$$

სხეულის სიგრძის შეცვლა dl -ით გამოიწვევს მისი მოცულობის შეცვლას

$$dV = \omega dl$$

ან

$$dV = V \frac{dl}{l}.$$

თეორიული მექანიკიდან ცნობილია, რომ სხეულის ფორმის ცვლილებისას მუშაობა უდრის დაძაბვას, გამრავლებულს მოცულობაზე:

$$dE = \sigma dV,$$

ან

$$dE = \sigma V \frac{dl}{l}.$$

თუ (1) ფორმულაში ჩავსვამთ dE -ს მნიშვნელობას, მივიღებთ

$$\frac{dC_a}{C_0} = b_1 \sigma \frac{dl}{l} \quad (2)$$

როგორც პირველი მიხელობა, დავეშვათ, რომ გამაგრება არამდგრადი ფაზის შეფარდებითი რაოდენობის პროპორციულია, მაშინ

$$d\sigma_{გან} = b_2 \frac{dC_a}{C_0}$$

$$d\sigma_{გან} = b\sigma \frac{dl}{l}, \quad (3)$$

სადაც

$$b = b_1 b_2.$$

დარღვეული თერმოდინამიკური წონასწორობის აღდგენა, როგორც კინეტიკური პროცესი, დამოკიდებულია დროზე, ტემპერატურაზე, მექანიკურ დაზიანებაზე («ცივ ტემპერატურაზე» [4]) და კატალიზატორების არსებობაზე. მასადასრულდა, დასვენების პროცესის მომავალი სრული თეორია საკმაოდ რთული იქნება. გამართლებული თეორიის დაწერა კი, რომელზედაც ჩვენ ახლა ვაღვაწავთ, არ არის რთული, თუ არამდგრადი C_a -სა და მდგრადი, კრისტალური C_k ფაზებს შორის რეაქციის კინეტიკურ განტოლებად გამოვიყენებთ მონომოლეკულური რეაქციის ცნობილ განტოლებას

$$-\frac{d(C_0 - C_k)}{d\tau} = k(C_0 - C_k),$$

სადაც

$$C_0 = C_a + C_k,$$

ან

$$\frac{dC_a}{C_a} = -k d\tau.$$

ჩვენი სქემის თანახმად, დასვენება უდრის ამ შეფარდებას, გამრავლებულს მოქმედ σ დაზიანებაზე.

$$d\sigma_{გან} = \sigma \frac{dC_a}{C_a}$$

ან

$$d\sigma_{გან} = -\sigma k d\tau. \quad (4)$$

შეფარდებითი პლასტიკური დეფორმაციის სიჩქარე v ტოლია

$$v = \frac{1}{l} \cdot \frac{dl}{d\tau}. \quad (5)$$

თუ აქედან განვსაზღვრავთ $d\tau$ -ს და ჩავსვამთ (4) ფორმულაში, მივიღებთ:

$$d\sigma_{გან} = -\sigma \frac{k}{v} \frac{dl}{l}. \quad (6)$$

დაბვის სრული ცვლილება ტოლია

$$d\sigma = d\sigma_{გან} + d\sigma_{გან} \quad (7)$$

თუ ვისარგებლებთ (3) და (6) ფორმულებით, (7) განტოლებიდან მივიღებთ

$$d\sigma = b\sigma \frac{dl}{l} - \sigma \frac{k}{v} \frac{dl}{l}$$

ან

$$\frac{d\sigma}{\sigma} = \left(b - \frac{k}{v} \right) \frac{dl}{l} \quad (8)$$

(8) განტოლების ინტეგრებით ზღვრებში σ_0 -დან σ -მდე და l_0 -დან l -მდე (იმ პირობით, რომ $v = \text{const}$) მივიღებთ:

$$\sigma = \sigma_0 \left(\frac{l}{l_0} \right)^{b - \frac{k}{v}} \quad (9)$$

ე. ი. მ. ბოლშანიანს ფორმულას [3], რომელიც მან გამოიყვანა ჯერ კიდევ 1940 წელს ფენომენოლოგიური გზით.

ჩვენს გამოყვანაში k რეაქციის სიჩქარის მუდმივაა. მ. ბოლშანიანს თეორიაში ამ მუდმივას ფიზიკური არსი გამოუცნობი დარჩა, მის მიერ მხოლოდ პოსტულირებულია k სიდიდის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე [3].

აქტიური კომპლექსის თეორიის თანახმად [1, 5], რეაქციის სიჩქარის მუდმივა ტოლია

$$k = \alpha \frac{kT}{h} e^{\frac{\Delta F}{RT}} \quad (10)$$

(10) ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ ჩვენ აღარ ვსაქიროებთ k სიდიდებზე T ტემპერატურის გავლენის დამატებით პოსტულირებას.

დასკვნა

რეაქციის სიჩქარეების კინეტიკური თეორიიდან გამომდინარე, ჩვენ გამოვიყვანეთ მ. ბოლშანიანს ფორმულა, მივიღეთ რა პირველ მიახლოებად ხაზობრივი დამოკიდებულება $d\sigma$ დამახლოების დიფერენციალებსა და არამდგრადი dC_a ფაზის რაოდენობას შორის. ეს, როგორც ჩანს, სამართლიანია, როდესაც დეფორმაციის სიჩქარეები საკმაოდ დიდი არ არის, როდესაც არამდგრადი ფაზის შეფარდებითი რაოდენობა, ე. ი. dC_a/C_0 , მცირეა.

როდესაც გამოიძენება უფრო მეტი საერთო დამოკიდებულება $d\sigma$ -სა და dC_a შორის, შეიძლება მომავალში შესაძლებელი იქნეს გამაგრებისა და დასვენების ფიზიკური თეორიის ჩამოყალიბება, რომელიც დარტყმის მოვლენასაც მოიცავს.

მშენებელთა სრულიად საკავშირო სამეცნიერო
საინჟინრო-ტექნიკური საზოგადოების
საქართველოს რესპუბლიკური განყოფილება
თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 27.2.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. Глестон, К. Лейдлер, Г. Эйринг. Теория абсолютных скоростей реакций. Москва, 1949, стр. 192, 197.
2. Ф. Зейтц. Физика металлов. Москва, 1947, стр. 97—103.
3. В. Д. Кузнецов. Физика твердого тела. Т. II, Томск, 1940, стр. 432, 482—484, 594, 620.
4. Теория пластичности (сборник статей). Москва, 1948, стр. 439.
5. Г. Эйринг, Д. Уолтер, Д. Кинбэл. Квантовая химия. Москва, 1948, стр. 441.
6. L. Prandtl. Ein Gedankenmodell zur kinetischen Theorie der festen Körper, ZAMM, Bd. 8, 1928, S. 85.

პარაზიტოლოგია

6. ჯაშარიძე

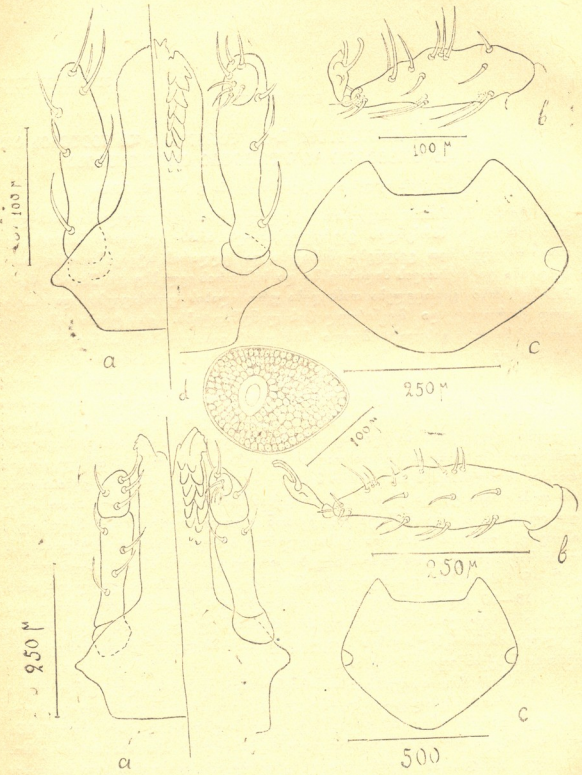
ტკიპი *HYALOMMA AEGYPTIUM* L-ის ლარვებისა და ნიმუშების აღ-
წერა და ზოგადი ბიოლოგიური თავისებურება

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ზაიციემ 3.3.1951)

ტკიპი *Hyalomma aegyptium*-ის გავრცელება საქართველოში თანხვედბა მისი ძირითადი მარჩენლის გავრცელებას—ეს არის კუ; გვარი *Testudo*. იგი დიდი რაოდენობით გვხვდება შირაქისა და ელდარის სტეპებში, თბილისის, მცხეთისა და რუსთავის მიდამოებში და სამგორის ელვებზე კი *Testudo iberica* Pall.-ზე. მისი გავრცელება თანხვედბა ურობალახის ფორმაციებს და საერთოდ ქსეროფიტული მცენარეულობის ლანდშაფტებს. ეს ტკიპი იმაგინურ ფორმებში კუზე გვხვდება მთელი ზაფხულის განმავლობაში აპრილიდან სექტემბრამდე ჯერ კიდევ ზაფხულის დამლევს გვხვდებიან მძლარი მღერები, რომლებიც მზად არიან კვერცხის სადებად მიატოვონ თავიანთი მარჩენალი. მაისის დამლევთან უკვე ლარვები გვხვდებიან, რომლებიც დიდი რაოდენობით პარაზიტობენ ივლისში, რის შემდეგაც უკვე ნიმუშები იჩენენ თავს. ეს უკანასკნელები გვხვდებიან მთელი აგვისტოს განმავლობაში. ამგვარად, ზაფხულის განმავლობაში მხოლოდ ერთი თაობა ასწრებს განვითარებას. იმ მღერების თაობა, რომლებმაც შემოდგომით მიატოვეს მარჩენალი კვერცხის დებისათვის, რა თქმა უნდა, ვერ ასწრებს განვითარებას ზამთრამდე. აპიტომ მათი ნაწილი იღუბება, მეორე ნაწილი კი, კუსთან ერთად სოროებში მოხვედრილი, ამთავრებს განვითარებას და გაზაფხულამდე აღწევს ქექსაწიფო სტადიას [1]. ლაბორატორიულ პირობებში ლარვები კარგად ემაგრებიან კუს, 5-6 დღეში აღწევენ მძლრობას და სცილდებიან მარჩენალს კანის სავლელად (კანის ცვლა 18-20 დღის შემდეგ იწყება). ნიმუშები 4-6 დღის შემდეგ, როდესაც უკვე გამაგრებული არიან, კარგად მოეკიდებიან კუს და 9-10 დღის შემდეგ სცილდებიან მარჩენალს კანის საცვლელად. 15-20 დღის შემდეგ ნიმუშებიან გამოდიან ქექსმწიფე ფორმები.

ტკიპი *Hyalomma aegyptium* სამმარჩენლიანია. ყველა სტადიის განვითარება შეიძლება ერთ მარჩენალზე—კუზე—მოხდეს. განვითარების მთლიანი ციკლი კვერცხის დებიდან იმაგომდე 60 დღემდის გრძელდება ეს ვადა ბუნებრივ პირობებში უფრო გრძელი უნდა იყოს საჭირო გარემო პირობების არათანაბრობის გამო.

კუს გარდა, *H. aegyptium* არც ერთხელ არ გვიპოვნია სხვა სახეობის ცხოველზე, თუმცა მითითებულია მის პარაზიტობაზე თბილისისხლიან ძძუთმწიფე ცხოველებზედაც—ვირზე, ძაღლზე, ზაზუნაზე [2]. ასეთი შესაძლებლობა შემთხვევითი ხასიათისაა.



ფიგურა: *a*—ხორთუმი დორზალური და ვენტრალური მხრიდან, *b*—თათი 1, *c*—ფარი.
 ნიშნა: *a'*—ხორთუმი დორზალური და ვენტრალური მხრიდან, *b'*—თათი 1, *c'*—ფარი,
d—პერიტრემა.



H. aegyptium-ს ადამიანისა და შინაური ცხოველების პათოლოგიაში მნიშვნელობა არ უნდა ჰქონდეს, მაგრამ მისი ახალგაზრდა სტადიების გამოცნობას მიანიჭებს პრაქტიკული მნიშვნელობა. სხვადასხვა ცხოველებიდან ტკიპების მასობრივად შეგროვებისას ბლომად გვხვდება ახალგაზრდა სტადიებიც. ჯერ კიდევ არაა ცნობილი, მარჩენალთა რამდენად დიდ წრეს შეიცავენ *H. aegyptium*-ის ლარვები და ნიმფები. თუკი იმაგინურ სტადიაში ამ ტკიპებს შეუძლიათ პარაზიტობა ზოგიერთ შინაურ ცხოველზე, შესაძლებელია ახალგაზრდა სტადიების პარაზიტობაც ამავე ცხოველებზე. მასალის გარკვევისას აუცილებელია ტკიპების ზუსტი დიაგნოსტიკა. ამ მიზნით ჩვენ შევისწავლეთ *H. aegyptium*-ის ლარვებისა და ნიმფების მთავარი მორფოლოგიური თავისებურებანი.

ლარვა. სხეული თითქმის მრგვალი. ზურგის ფარი ფართო. ფარის გვერდითი კიდეები, რომლებიც უვლიან თვალებს, მკვეთრად მიიმართება სხეულის შუაგულისაკენ, სადაც ფარს წაყვეთილი სახე ეძლევა. ხორთუმის ფუძე საქმაოდ ფართო, კარგად გამოხატული გამონაზარდებით. პალპები წვრილი, გრძელი. I თათი გრძელი ბლავგი წვერით. მისაწოვრები I თათზე არ აღწევენ ბრჭყალებს. ჰიპოსტომი $\frac{2}{2}$ მწკრივი კბილანით.

განაზომები μ -ით: ფარის სიგანე—454, სიგრძე—322; I თათის სიგრძე—215, სიგანე—73.

ნიმფა. სხეული ოვალურად მოგრძო, ცოტათი შევიწროებული წინა მხარეს. სხეულის უკანა მხარეზე ცხრა კარგად გამოხატული ფესტონი. ზურგის ფარი არაა განიერი, მისი სიგანე ოდნავ აღემატება სიგრძეს. ფარის კიდეები სხეულის კიდის პარალელურად მიიმართება, თვალების უკან თანაბრად მრგვალდება და სხეულის შუაგულთან შეერთებისას ფარს წაწვეტებულ ფორმას აძლევენ. ხორთუმის ფუძე საქმაოდ ფართოა, კარგად გამოხატული ლატერალური გამონაზარდებით. პალპები წვრილი, გრძელი. ჰიპოსტომი $\frac{2}{2}$ მწკრივი კბილანით. I თათი გრძელი, გამართული, შესამჩნევად ვიწროვდება წვერში. მისაწოვრები I თათზე არ აღწევენ ბრჭყალებს. პერიტრემა მოგრძო, წაწვეტებული მუცლისაკენ მიმართულ მხრით.

განაზომები μ -ით: ფარის სიგანე—630, სიგრძე—550; I თათის სიგრძე—360, სიგანე—110.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუყიდა 3.3.1951)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. Б. В. Лотоцкий. Материалы по фауне и биологии клещей надсем. *Ixodoidea* в Гиссарской долине Таджикистана в связи с основанием мер профилактики пироплазмозов крупного рогатого скота. Тр. Тадж. фил. АН СССР, т. XIV, 1945.
2. Б. И. Померанцев. Паукообразные. Фауна СССР, т. IV, в. 2, 1950.

აბსოლუტია

ი. ბძელიშვილი

კოლხური ცულეების ბანკი ამბროლაურის რაიონიდან

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ნ. ბერძენიშვილმა 15.8.1951)

1949 წლის სექტემბერში ტყიბულის ჩრდილოეთით, შაორის ხეობაში, ხერგაში, სოფ. სინათლის (ყოფ. ნიკორწმინდის) სამხრეთით, მისგან 2,0—2,5 კმ მანძილზე, მდ. დიდი ქალის მარჯვენა ნაპირას, შარავჯის ახლოს ნაგებობისათვის საძირკვლის ჩასაყრელად თხრილის ამოკრის დროს. მოყვითალო-მოწითალო თიხაში, ზედაპირიდან 0,4 მ სიღრმეზე, მთხრელებმა ა. სავინსკის ხელმძღვანელობით შემთხვევით აღმოაჩინეს სამ სვეტად დაწყობილი ბრინჯაოს თოთხმეტი ცული. აღმოჩენით დაინტერესებულმა ა. სავინსკიმ კიდევ აწარმოებინა თხრა იმავე ადგილას, მაგრამ მეტი აღარაფერი უპოვნიათ.

რვა ცული თავისთვის დაიტოვა ა. სავინსკიმ, სამ-სამი ცული აიღეს სტუდენტებმა. თბილისში დაბრუნებულმა სავინსკიმ გადმომცა მის მიერ წამოღებული რვა ცული, ხოლო სტუდენტებთან დარჩენილი ცულების მოძებნა არ მოხერხდა: მათ ისინი ჩრდილო კავკასიაში წაედოთ.

სავინსკის მიერ გადმოცემული რვა ცული ყველა კარგადაა შემონახული (სურ. 1 და 2). მათი ზედაპირი პრიალა, მწვანე პატინით არის დაფარული. მხოლოდ ზოგიერთ მათგანს ადგილ-ადგილ დაქანგული ქერქი აქვს აციცქნილი და ისიც მათი უხეში გარეცხვა-გაწმენდის შედეგად.

აღნიშნულ განძში ე. წ. „კობანური“ ცულების სამი სახეა: პირველი სახის ორ ცულს (სურ. 1,1 და 2) სოლისებრი ყუა, შვეტილი ტანი და ნახევრად ოვალური ბრტყელი პირი აქვს. მეორე სახის სამ ცულს აქვს (1,3, 4 და 5) ექვსწახნაგოვანი ყუა, მოხრილი ტანი და სეგმენტისებრი ბრტყელი პირი. მესამე სახის ორ ცულს (1, 6, 7) რვაწახნაგოვანი, ხოლო მეორე ცულს სოლისებრი ყუა აქვს. სამივეს ორგზის გაღუნული ტანი და სეგმენტისებრი ბრტყელი პირი ახასიათებს (სურ. 2).

ყველა სახის ცულის სატარე ნახვრეტი ოვალურია.

პირველი სახის ორსავე ცულს და მესამე სახის მესამე ცულს ტანის ზედა ნახევარში ერთი წიბური, ხოლო დანარჩენ ცულებს სამი წიბური აქვს.

ყველა ცულის წონა და მათი ელემენტების ზომები მოცემულია ცხრილში (იხ. გვ. 566).

ყველა ცულის სატარე ნახვრეტი წინიდან უფრო ფართოა, ვიდრე უკან და, მაშასადამე, ცულის ტარის დაგება მხოლოდ წინიდან შეიძლებოდა.

პირველი სახის პირველ ცულს წინიდან ურთიერთმართობი ხაზებისაგან შემდგარი ამოკაწრული გამოხატულება აქვს. შეიძლება, ეს ხელოსნის ნიშანია.

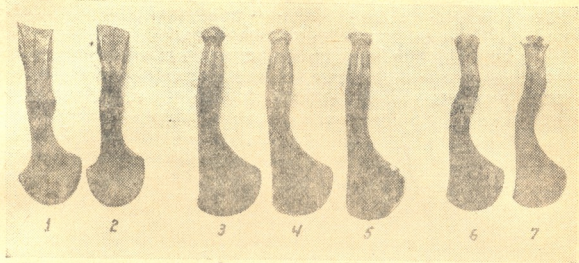
ცულის ნომერი	ცულის სახე	სიგრძე მმ	წონა გ	პირის რკალის სიგრძე მმ	სატარე ხერხელის ზომები მმ				ყუის სიმაღ- ლე	
					სიგრძე		სიმაღლე			
					წინა	შუანა	წინა	შუანა		
1	I	175	415	106	24	23	21	48	44	30
2	I	175	357	113	19	21	20	44	42	30
3	II	185	482	99	25	41	39	42	39	20
4	II	182	483	97	25	28	26	43	39	20
5	II	183	452	89	22	25	24	38	37	20
6	III	170	296	89	19	18	16	40	38	20
7	III	168	311	82	20	19	18	39	37	20
8	III	169	346	108	19	22	21	44	43	30

პირველი სახის მეორე ცულის წელი შემკულია ლამაზი ორნამენტით-წყვილი თევზიფხური სარტყლისა და მათ შორის მოთავსებული წრეებით, რომლებსაც ავსებს წერტილები. ცულის ვიწრო წახნაგზე მოთავსებულია სიმაღლეზე ერთ სვეტად განლაგებული სამ-სამი ასეთი წრე, ხოლო ფართო წახნაგებზე წყვილად სამ-სამი წრე. სულ ცულზე 10 სვეტისაგან შემდგარ 30 ასეთ წრეს ეხედავთ (სურ. 3)¹.

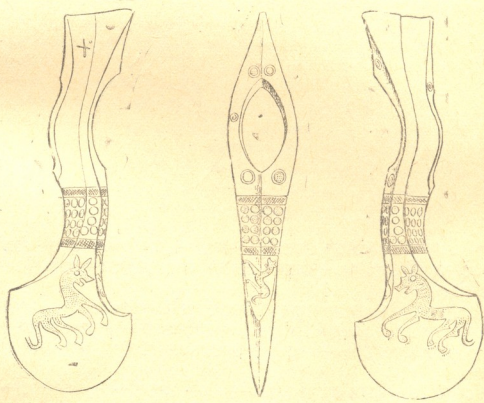
მდიდრულადაა შემკული მესამე სახის მესამე ცული. მის შემკულობაში შედის როგორც გეომეტრიული, ისე ცხოველური მოტივები (სურ. 2). სატარე ნახევრეტის ზემოთ ყუის ორ ვიწრო წახნაგზე ამოკაწრულია თითო კონცენტრული წრე, შევსებული წერტილებით. ასეთივე მოტივები ამკობს ყუის ძირსაც, უფრო ქვემოთ კი მოსდევს პაწია რომბების ბადის ორი სარტყელი, რომელთა შორის მოქცეული სივრცე შევსებულია ისეთივე წრეებით, როგორც I სახის მეორე ცულზე გავიცანით, ოღონდ აქ გვაქვს სიმაღლეზე დაწყობილი ოთხ-ოთხი წრე. ცულის ორივე ლოყაზე სტილიზებულია გამოხატულია რომელიც ცხოველი, რომლის ტანი თავიდან ბოლომდე დაფარულია წერტილოვანი და ნაწილობრივ თევზიფხური ორნამენტით. ასეთ ცხოველს, ოღონდ უფრო მომცროს, ეხედავთ ცულის შუბლის ქვემო ნაწილებზედაც.

როგორც ცნობილია, ასეთი ცულები პირველად აღმოჩნდა გასული საუკუნის 70-იან წლებში, ჩრდილო ოსეთის სოფ. კობანის გვიანი ბრინჯაოს პერიოდის სამარხებში. ბრინჯაოს პერიოდის იმ კულტურას, რომელიც იქ აღმოაჩინეს, კობანის კულტურა ეწოდა, ხოლო იქაურ ცულებს კობანური ცულები შეერქვა. ამჟამად საქართველოს ტერიტორიაზე და, კერძოდ, დასავლეთ საქართველოში მოპოვებული კობანის კულტურის შესატყვისი ძეგლები საკმაოდ ფართოდაა ცნობილი და ამიტომ აღნიშნული კულტურის გავრცელების თვალსაზრისით საბჭოთა არქეოლოგები მას კოლხურ კულტურას უწოდებენ, ხოლო ამ პერიოდის ბრინჯაოს ცულებს კოლხურ ცულებს.

¹ სურათები 2 და 3 დამზადებულია მხატვარ კ. კვეის მიერ.

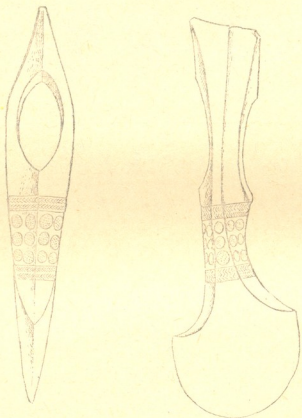


სურ. 1



სურ. 2

კოლხური ცულების ტიპოლოგიური კლასიფიკაცია სცადეს რ. ვირ-ხოვემა (1883 წ.), ე. შანტრმა (1885 წ.), პ. უვაროვამ (1900 წ.), ფ. პანჩარმა (1934 წ.) და, ბოლოს, ო. ჯაფარიძემ (1947 წ.). აღსანიშნავია, რომ ო. ჯაფარიძის შიერ მოცემული ტიპოლოგიური კლასიფიკაცია ყველაზე მართებულია, რადგან ამ კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს როგორც საქართველოს, ისევე კავკასიის სხვა რაიონების ტერიტორიაზე აღმოჩენილი დიდი მასალა [1].



სურ. 3

ო. ჯაფარიძე კოლხურ ცულებს სამ უმთავრეს ტიპად ყოფს. ჩვენი განძის ცულებიც ამ ტიპების მიხედვით გვაქვს დაჯგუფებული სურათზედაც და ცხრილშიც.

საქართველოსა და კობანის ტერიტორიაზე ამ სახეების გავრცელებას პირველად მ. ივაშჩენკომ [2] მიაქცია ყურადღება, ხოლო ო. ჯაფარიძემ ვრცელი არქეოლოგიური მასალის მიხედვით დააზუსტა მათი გავრცელების არეალი.

ამჟამად დასაბუთებულად მიგვაჩნია ო. ჯაფარიძის მოსაზრება, რომ პირველი ტიპის კოლხური ცულები ყველაზე გავრცელებულ ტიპად გვევლინება დასავლეთ საქართველოში, იგი მთელი დასავლურ-ქართული კულტურის წრეშია გავრცელებული. მეორე ტიპის ცული უმთავრესად კოლხეთის ჩრდილო მთიან ნაწილში გვხვდება. მესამე ტიპის კოლხური ცულები დასავლეთ

საქართველოში დღემდე მხოლოდ ლეჩხუმიდანაა ცნობილი და ისე კი უმთავრესად კობანშია გავრცელებული.

ო. ჯაფარიძეს თავისი ნაშრომის იმ ნაწილში, სადაც იგი დათარიღების საკითხს ეხება, მოყვანილი აქვს სხვადასხვა მოსაზრება კოლხურ-კობანური კულტურის დათარიღების შესახებ, რომლის ერთ-ერთ დამახასიათებელ ძეგლად კოლხური ცულია მიჩნეული. ო. ჯაფარიძის აზრით, კოლხური კულტურის და, კერძოდ, კოლხური ცულის დათარიღება საბოლოოდ არ ხერხდება და სადღეისოდ შესაძლებლად უნდა ჩაითვალოს მხოლოდ ამ კულტურის მი-ახლოებით დათარიღება. მისი მასალებიდან ჩანს, რომ კოლხური ცულების ქვედა ქრონოლოგიური საზღვარი ძვ. წ. XIII ს., ხოლო ზედა ძვ. წ. VIII საუკუნეა.

ამჟამად არავის არ აეჭვებს ის აზრი, რომ კოლხური ცულები უმთავრესად საომარი იარაღი უნდა ყოფილიყო, ხოლო ამავე სახის დიდი ეგზემპლარები სამეურნეო დანიშნულებისაა. მაგრამ არც ის არის გამორიცხული, რომ ამ ცულებზე დამოწმებულ ზოგიერთ გამოსახულებას რიტუალური მნიშვნელობა ჰქონდა.

როგორც არქეოლოგიური მასალიდანაა ცნობილი, კოლხურ ცულებს ხის ან ლითონის ტარი ჰქონია დაკეცილი. ხის ტარები მიწაში დაღობვა-გახრწნის გამო აქა-იქ ნაშთების სახითაა გადარჩენილი (სამთავრო), ხოლო ბრინჯაოს მასიური ტარების მქონე ცულები ჯერჯერობით ცნობილია მხოლოდ აფხაზეთიდან, სახელდობრ, ერთი სოფ. ეშერიდან და სამივე გუდაუთ-ვაგარის რაიონებიდან.

კოლხური ცულების გენეზისის დადგენა ბოლო დროს სკადა პროფ. ბ. კუფტინმა. მან თავის წიგნში [3] კოლხური ცულების ორი სხვადასხვა სახის წარმოშობისათვის მოგვცა სპილენძისა და ბრინჯაოს ცულების ორი „გენეტიკურ ტიპოლოგიური“ რიგი. ეს სქემები სუბიექტურ-ტიპოლოგიურ პრინციპზეა აგებული და სწორ პასუხს არ იძლევა კოლხური ცულების წარმოშობაზე. ვფიქრობთ, რომ ამჟამად უდავოდ მართებული იქნება კოლხური ცულების წარმოშობას საფუძვლად დავედოთ არა ტიპოლოგია, არამედ მისი ფუნქცია.

იმისათვის, რომ გავარკვიოთ აღნიშნული ცულების ფუნქციური მხარე, ჩვენი აზრით, საკმარისია დავადგინოთ ამ ცულების სიმძიმის ცენტრისა და დარტყმის ეფექტური წერტილის¹ ურთიერთგანლაგება. იმ შემთხვევაში, როდესაც ცულის ტარი ჰორიზონტალურ მდგომარეობაშია, პირველი სახის ცულში ეს წერტილები ერთ შევეულ ხაზზეა, მეორე და მესამე სახის ცულში კი დარტყმის ეფექტური წერტილი ტარის ბოლოსკენაა გადმოწეული.

ცულებში სიმძიმის ცენტრისა და დარტყმის რაციონალური წერტილის ასეთი განლაგება იწვევს ცულების მუშაობის სხვადასხვაობას. პირველი სახის ცულში ჰარბობს პობა, ხოლო მეორე და მესამე სახის ცულებში ჩათლა. მაგრამ თუ ჩვენ ამავე სახის ცულებს განვიხილავთ, როდესაც დარტყმის წინ

¹ დარტყმის ეფექტურ წერტილს ჩვენ პირობით ვუწოდებთ პირის რკალის შუა წერტილს.

ცული ხელთან ერთად წრიულად მოძრაობს, მაშინ პირველი სახის ცულის სიმძიმის ცენტრი და დარტყმის რაციონალური წერტილი ამ წრეს არ ემთხვევა, ხოლო მეორე და მესამე სახის ცულეებისთვის ორივე წერტილი ცულის მოძრაობის ტრაექტორიაზეა მოთავსებული. აქედან იმ დასკვნის გამოტანა შეიძლება, რომ პირველი სახის ცული ერთ შემთხვევაში, ხოლო მეორე და მესამე სახის ცულები მეორე შემთხვევაშია ეფექტური.

ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ ჯერ პირველი სახის ცული (უფრო პრიმიტიული) წარმოშობილა, ხოლო შემდეგ მისგან უფრო გაუმჯობესებული, ჯერ მეორე და მერმე მესამე სახის ცული. მაშასადამე, პირველი სახის ცული უძველესია.

სამივე სახის კოლხური ცულის პირეს სიმახვილის კუთხე დარტყმის ეფექტურ წერტილში ერთი და იგივეა, ამიტომ უნდა დავუშვათ, რომ ეს სიდიდე მის წინარე ცულების რაციონალური მოხმარების საფუძველზეა შემუშავებული და კოლხურ ცულებში უცვლელადაა გადმოტანილი. ასევეა წინარე ცულებიდან გადმოტანილი სატარე ნახერგის ოვალური კვეთი, გრძელი ტანი და მისი მოყვანილობა.

რადგანაც სამივე სახის ცული ერთ განძში აღმოჩნდა, უდავოა, რომ ისინი შეიძლება დათარიღდეს ფუნქციურად განვითარებული მესამე სახის ცულის ხმარების დროით.

აქედან იმ დასკვნის გამოტანა შეიძლება, რომ თუ კოლხური ცულების გავრცელების ზედა ქრონოლოგიური საზღვარი ძვ. წ. VIII საუკუნეა, მაშინ ჩვენი ცულების განძი სწორედ ამ პერიოდს უნდა მიეკუთვნოს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის ინსტიტუტი
(რედაქციის მოუვიდა 15.8.1951)

დამოწმებულ ლიტერატურა

1. თ. ჯაფარიძე. კოლხური ცული. აკად. ს. ჯანაშვიის სახ. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის მოამბე, ტ. XVI, თბილისი, 1950.
2. М. М. Иващенко. Исследование архайических памятников материальной культуры в Абхазии. Тифлис, 1935.
3. В. А. Куфтин. Материалы к археологии Колхиды, т. 1, Тбилиси, 1949, стр.231.

ხელოვნების ისტორია

ს. ზარნაშვილი

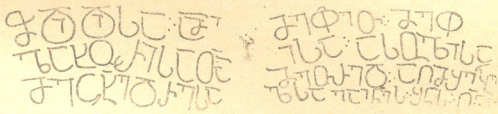
სამთავისის „მეორედ აღმშენებლის“ ვინაობა

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა გ. ჩუბინაშვილმა 4.11.1950)

სამთავისის ვანთქმული ტაძრის გრაფიკული რეკონსტრუქციის იმ პროექტთან დაკავშირებით, რომელსაც ადგენს არქიტექტურის აკადემიკოსი ნ. ს. ევეროვი, საჭირო შეიქნა გარკვევა ლიტერატურაში არსებული სხვადასხვა მოსაზრებისა ტაძრის „მეორედ აღმშენების“, ე. ი. რესტავრაციის შესახებ⁽¹⁾. ეს მოსაზრებები არ ეთანხმება ერთიმეორეს და თარიღში ორას წლამდე განსხვავებას იძლევა. საკითხის საგანგებო გამოკვლევა არ არსებობს.

წინამდებარე ნაშრომის მიზანია ცოტად თუ ბევრად მწუხრი სახე მისცეს ცნობებს „მეორედ აღმშენებლის“, ე. ი. რესტავრატორის, შესახებ.

სამთავისის „მეორედ აღმშენებლის“ სახელი აღბეჭდილია დასავლეთ ფასადზე, წარწერაში, რომელიც მოთავსებულია სარკმლის ზემოდან ორ ფილაზე. პირველ ფილაზე სამი სტრიქონია, მეორეზე — ოთხი. ამოკვეთის ვერ გაუთვლია ტექსტისათვის საჭირო ფართობი, რის გამო მეოთხე სტრიქონის ასოები ძალიან შემჭიდროებულია.



მოგვყავს წარწერა მხედრული ტრანსკრიფციით და ქარაგმების განსნით:

„ჰოა დიდისა ამილახორისა თანამეცხედრესა, მეფეთ მეფისა ასულსა, მეორედ აღმშენებელსა გაინეს შეუნდვნეს ღმერთმან. ამინ.“

ეს წარწერა გამოცემულია აკადემიკოს ბ როსეს მიერ არასავსებით ზუსტად. მის მიერ გამოთქმულია აზრი, რომ გაიანე უნდა იყოს შემონახონებული თამარი, მეფის ვახტანგ V-ის, შაჰნავაზის, ასული, მეუღლე გივი ამილახორისა ([2], გვ. 3).

ბ როსეს აზრი გაიზიარა პროფ. ალ. ხახანაშვილმა. იგი წერს: „უნდა ვიფიქროთ, რომ მოხსენებული გაიანე არის მეფის ვახტანგ V-ის ასუ-

(1) როგორც გამოკვლეულია აკად. ნ. წ. ნ. ბერძენიშვილის მიერ, ტერმინი „მეორედ აღმშენება“ ძველ საქართველოში რესტავრაციას ნიშნავდა ([1], გვ. 286).

ლი...ალბათ, გაიანე არის თამარი, ვახტანგ V-ის ასული, დიმიტრი ამილახორის მეუღლე; რომელმაც შემონაზონებისას მიიღო სახელი გაიანე (1755)⁴ ([3], გვ. 44 და 45).

უნდა ითქვას, რომ გაიანეს შემონაზონების თარიღი სწორად არ არის მოყვანილი, თანაც წარწერა, საიდანაც იგი აღებულია, არ ეხება მის შემონაზონებას.

მეორე მოსაზრება გამოთქმულია პ. კარბელაშვილის მიერ, მისი აზრით, სამთავისის მეორედ აღმშენებელი იყო ბაგრატ მეფის და გაიანე ([4], გვ. 109).

პირველი მოსაზრება ჯერჯერობით მხოლოდ ჰიპოთეზად უნდა ჩაითვალოს, არავითარი ცნობები შაჰნავაზის ასულ თამარის შემონაზონების შესახებ თითქოს არ მოიპოვება. მეორე მოსაზრების სასარგებლოდ ლაპარაკობს ის, რომ მეფე ბაგრატს მართლაც ჰყავდა და გაიანე. ეს, როგორც ცნობი ბილია, მტკიცდება შიომღვიმის 1508 წლის საბუთით, რომლითაც ბაგრატ მეფის და გაიანე სწირავს შიომღვიმის ლავრას ვენახს საილაბოდ თავისთვის: „ქ. მე...ღამან მეფისა ბაგრატისამან (ბაგრატ II იმერთა) გაიანე, სახითა ოდენ შონაზონმან...ციყიდე კასპს ვენაჯი, შემოვიტანე ჩემთჳს საილაბოდ...“ ([5], გვ. 326⁴).

უკვე ამ საბუთიდან შეიძლება დასკვნა, რომ ბაგრატ მეფის დას გაიანეს ზედგინისძეთა გვართან ჰქონდა დამოკიდებულება, რადგან შიომღვიმე ზედგინისძეთა საძვალე იყო. სხვა ცნობებით—წარწერებით, რომლებიც თ. ჟორდანიას მიერ დათარიღებულია 1523—1524 წლებით, მტკიცდება, რომ ბაგრატ მეფის და გაიანე მართლაც გათხოვილი ყოფილა ზედგინისძეზე. ამ ზედგინისძეს ჰქონდა ამილახორის თანამდებობა ([5], გვ. 354): „...მოლარეთ უხუცესსა მგეცარ ძესა სარგისს...და მემცხედრესა (მისსა), მეფეთა-მეფისა ბაგრატისა დისწულსა ამილახორისა ზედგინისძისა ამირინდოს ასულსა, პატრონსა ელენე-ყოფილსა ეკატერინესა, ცოდვანი...შსლნ“ (წარწერა სოხასტრის ღვთისმშობლის ხატზე (იქვე). წარწერიდან უდავოდ მტკიცდება ის, რომ მეფის ბაგრატის და არის მეუღლე ზედგინისძისა ამილახორისა და ირკვევა ამილახორის სახელიც: ამირინდო. ასეც თვლის თ. ჟორდანიას, რომ ეს და იყო გაიანე ([5], გვ. 354—5). მაგრამ პ. კარბელაშვილს მიაჩნდა, რომ გაიანე იყო მეუღლე სულამა ზედგინისძის შეილის სიაუშისა, ხოლო ამილახორ ზედგინისძის მეუღლე იყო ელენე, ბაგრატ მეფის მეორე და. შემდეგ მას მოჰყავს ცნობა, რომ სიაუში 1507 წელს ვარდაიცივალა ([4], გვ. 109). ეს წელი ალბათ აღებულია იმის გამო, რომ 1508 წელს გაიანე შემონაზონებულია.

ცნობები ელენეზე, მეორე დაზე(?) ვერ გამოდგება, რამდენადაც სწორედ ამილახორის ცოლმა აღადგინა სამთავისი და ერქვა მას ელენე კი არა, არამედ გაიანე. არ უდგება ცნობები სიაუშის შესახებაც, რაზედაც ქვემოთ გვექნება საუბარი. სამთავისის მეორედ აღმშენებლის პიროვნების დადგენა

(⁴ საბუთი შთლიანად გამოქვეყნებულია სხვა გამოცემებში: ([6], გვ. 76) და ([7], გვ. 25).

ბრკოლდება ძალიან მნიშვნელოვანი გარემოებით: გაიანე უწოდებს თავის თავს ზემოთ მოყვანილ საბუთში მეფის დას, და არა მეფის ასულს. ეს საკითხი დაკავშირებულია ძალიან რთულ საკითხთან (როგორც XV საუკუნის საქართველოს ბევრი სხვა საკითხი), სახელდობრ: მეფის ძე იყო მეფე ბაგრატ VI თუ არა?

XV საუკუნე სწორედ ის ხანაა, რომელსაც აკადემიკოსი ივ. ჯავახიშვილი „დაბურულ ტყეს“ თუ უდაბნოს ადარებს ([8], გვ. 13). ეს აიხსნება მით, რომ XV საუკუნიდან არ შეგვრჩენია ქართველი ისტორიკოსის ვრცელი, ამასთან სანდო ფაქტობრივი მასალის შემცველი, მისი თანადროული ამბების ამსახველი თხზულება. ეს, როგორც ჩანს, მოხდა სახელმწიფო, საეკლესიო და კერძო არქივების დაღუპვის გამო. უკვე XVIII საუკუნეში კომისიას, რომელმაც შეადგინა „ქართლის ცხოვრების გაგრძელება“, უხდებოდა ფაქტების აღდგენა საბუთების მიხედვითაც ([9], გვ. 325, 326).

აკადემიკოსი ივ. ჯავახიშვილი იზიარებს თ. ჟორდანიას აზრს, რომ ბაგრატ VI-ის მამა ერისთავი დიმიტრი კი არ იყო, როგორც ამას ვახუშტი ადგენს, არამედ გიორგი. ხოლო ეს გიორგი მეფე არ ყოფილა. იგი ეყრდნობა იმ გარემოებას, რომ 1465 წლის საბუთში თვით ბაგრატიც თავის მამას მეფეს არ უწოდებს ([8], გვ. 80, 81, 82).

მაგრამ „ახალი ქართლის ცხოვრების“ შემდგენელნი ამ გიორგის მეფედ თვლიან. ამ ცნობებით ბაგრატი გამოდის ალექსანდრე I-ის შვილის, გიორგის, შვილი ([10], გვ. 33). ამ ადგილას ცნობები ძალიან მოკლეა და არიგულ-დარეული. უნდა აღინიშნოს, რომ საბუთებში მეფეს ყოველთვის არ მოჰყავს თავისი ტიტული. ვახუშტის მიხედვით ამ დიმიტრის მამა იმერეთის მეფე ალექსანდრეა.

„ქორონიკონებში“ ვახუშტის მოყვანილი აქვს ორი ცნობა დიმიტრი ალექსანდრეს ძეზე: 1. „1452—რმ. მეფის ალექსანდრეს ძე დიმიტრი ცხენმან მოკლა...“ ([11], გვ. 239). 2. „1455—რმგ. მოკულა იმერთ ერისთავი დიმიტრი, ძე ალექსანდრე მეფისა, დაჯდა ძე მისი ბაგრატი“ ([11], გვ. 240).

პირველ შემთხვევაში ვახუშტი გულისხმობს დიმიტრის, საქართველოს მეფის ალექსანდრეს ძეს, მეორე შემთხვევაში — დიმიტრის, იმერეთის მეფის ალექსანდრეს ძეს.

პირველი ცნობის შესახებ აკადემიკოსი ივ. ჯავახიშვილი შენიშნავს, რომ ვახუშტის ეს ცნობა „ისეთი თვისებისაა, რომ რომელიმე კინკლოსიდგან უნდა ჰქონდეს ამოღებული ([8], გვ. 43). ჩემი აზრით, ასეთივე ხასიათისაა მეორე ცნობაც.

მეორე შემთხვევაში არა სწერია, რომ ალექსანდრე იმერთა მეფეა, ეს ჩანს მხოლოდ ვახუშტის მიერ შედგენილი იმერეთის ისტორიიდან, რომელიც კვლავ ეყრდნობა კინკლოსურ და სხვა ცნობებს ([12], გვ. 9). ის, რომ თარიღი ორივე ცნობისა ძალიან ახლოა ერთმანეთსთან, და იგივეობა ორი პირის სახელისა და მამის სახელისა ექვს ბადებს, ხომ არ არის ამ ქორონიკონებში საუბარი ერთსა და იმავე პირზე.

თუ იმერეთის მეფის ბილი დიმიტრი, ვახუშტის მიერ იმერეთის ერისთავად არის დასახელებული, საქართველოს მეფის შვილი დიმიტრიც იმერეთის

მმართველად არის ცნობილი: შეესებულ-გადაკეთებულ ქ. ც'ის გაგრძელებაში აღნიშნულია: „(მეფემან ალექსანდრე) დასვა პირველი შვილი ვახტანგ ქართლსა და იმერეთს მასთან დააყენა უმრწემესი ძმა მისი დიმიტრი“ ([8], გვ. 42).

ვახუშტის სხვა ცნობით, დიმიტრი, იმერეთის მეფის შვილი, „მცდელობდა მეფობასა“ ([13], გვ. 184). საქართველოს მეფის ალექსანდრეს შვილი დიმიტრიც რაღაც ხანმოკლე პერიოდში სამეფო ტახტზე იჯდა. აკად. ივ. ჯავახიშვილი წერს: „ქ. ც'ის გაგრძელების შემდგენელის სიტყვით, ვითომც ალექსანდრე მეფეს 1442 წ-სვე იმერეთის მეფედ თავისი შვილი დიმიტრი დაესვას. ამ ცნობას თითქოს 1445 წ. მცხეთის...სიგელი ადასტურებს ([8], გვ. 43).

მეფე ვახტანგისვე დროს ქართლის ერთ-ერთი ნაწილის სიუხერენად ვხედავთ დიმიტრის, საქართველოს მეფის შვილს: „ოდეს ვახტანგ მეფობა დაიჭირა, წყალს იქით მისსა ძმასა პატრონსა დემეტრეს მიანება“ ([14], გვ. 50). ეს ნაწილი ქართლისა „წყალს იქით“ უდრის მტკვრის მარჯვენა მხარეს“ ([14], გვ. 58). იმერეთის მეფის შვილს დიმიტრისაც ვხედავთ მტკვრის მარჯვენა მხარეს, მაგრამ სომხითს დასადგურებულს: „(დიმიტრი) მცდელობდა მეფობასა... შეიპყრეს დიმიტრი და მისცეს მეფესა გიორგის. ხოლო მან არა აგა ავნო, არამედ წარავლინა ქართლს და დაასადგურა სომხითს სარჩოთი“... ([13], გვ. 184) (ვახუშტისავე ცნობით, ეს გიორგი ამ დროს ცოცხალი არ არის¹).

ამ ცნობების დაპირისპირება დამაჯერებელი ხდება, თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ ვახუშტის ცნობებში რაღაც აღრევას და ცნობების მცდარ განმეორებას აქვს ადგილი უკვე ორივე დიმიტრის წინათობების ამბებში: კონსტანტინეზე, იმერეთის მეფეზე, მას მოჰყავს ისეთი ცნობა, რომელიც ეხება საქართველოს მეფე კონსტანტინეს, სახელდობრ, ჩალადანს მისი დალუპვის შესახებ².

ამგვარად, ცნობები მეორე კონსტანტინე მეფის არსებობაზე ამავე პერიოდში მცდარი გამოდის.

¹ აქ საინტერესოა მოვიყვანოთ იმის დამადასტურებელი ცნობა, რომ დიმიტრი ქართლში იყო დასადგურებული, კათალიკოზ ნიკოლოზ ამილახვარის გუჯარიდან, რომელიც აღ. ხანაშვილის აქვს დაბეჭდილი ([15], გვ. 38—40). საბუთი თუმცა XVI საუკუნისაა, მაგრამ შედგენილია, როგორც ჩანს, XV საუკუნის მონაცემების საფუძველზე და ძალიან საფულისხმო ცნობებს შეიცავს. ირკვევა, რომ დიმიტრი ბაგრატიონს ქართლში მამული ჰქონია, ხოლო მეფე გიორგიმ, ალექსანდრე მეფის მამამ (ცხადია, ალექსანდრე I-ის შვილმა), „მამული დიდი ნაქონი დიმიტრი ბაგრატიონისა“ შესწირა სამთავისის ეკლესიას. თითქოს აქ დიმიტრი ბაგრატიონის ქონების რაღაც რეკვიზიტისთან გვაქვს საქმე.

საყურადღებოა, რომ ნიკოლოზ ამილახვარის მიერ ეს საბუთი დაწერილი ყოფილა შიომღვიმის მონასტრის გულანის პეტრე-პავლეს სურათის ზურგზე, როგორც ამას აღნიშნავს საბუთის ერთ-ერთი დამთავრებელი ([15], გვ. 39).

შიომღვიმის გულანი საქ. ცენტრ. სახელმწ. საისტ. არქივში ინახება (ხელნაწერი № 202, ფონდი 233 ბ). პეტრე-პავლეს გამოხატულებაც შენახულია. მის ზურგზე ჩანს ჩანაწერი, სამწუხაროდ, დაფარული ქალაქით, რომელიც დაკრულია ალბათ 1890 წლის შეკეთების დროს. წანაწერი—საფიკრებელია, ნიკოლოზ ამილახვარის საბუთი—მანც გამოსკვების ადგილადვილ.

² რომ ეს ორი კონსტანტინე ერთი და იგივე პიროვნებაა, ჩანს აგრეთვე ს. კაკაბაძის წერილიდან „იმერული ძველი გარიგების წიგნის ქრონიკის შესახებ“ ([16], გვ. 15—16).

როგორც უცხოური წყაროებიც სრულიად უდავოდ ადასტურებს, ამ დროს საქართველოში მხოლოდ ერთი მეფეა ([17], გვ. 226).

ვახუშტი იმერეთის მეფის კონსტანტინეს ძმისწული ალექსანდრეა, მამა დიმიტრისა. საქართველოს მეფის კონსტანტინეს ძმისწულიც ალექსანდრეა, მამა დიმიტრისა. აქაც ცნობების ცხადი დუმბლირება ჩანს, ხოლო თითქოს აშკარაა, რომ ეს ორივე კონსტანტინე ვახუშტის ისტორიისა ერთი და იგივე პიროვნებაა.

აკად. ივ. ჯავახიშვილის გამოკვლევით, ვახუშტის მიერ მოყვანილი ცნობა, რომ ალექსანდრე მეფე (I) კონსტანტინეს ძმისწული იყო, სინამდვილეს არ შეეფერება, — ალექსანდრე შვილია კონსტანტინესი, — ხოლო ამრიგად დიმიტრი (იმერეთისა) კვლავ ალექსანდრე I-ის შვილი გამოდის.

ესევე დასკვნა გამოდის შემდეგ თაობათა ურთიერთობის განხილვისას. კერძოდ, გაიანეს ძმა, საქართველოს მეფე ბაგრატი, რომელსაც ვახუშტი იმერეთის ერისთავის დიმიტრის შვილაჟ თელის, ძმად უწოდებს კონსტანტინეს 1468 წლის საბუთში ([8], გვ. 97 და [18], გვ. 39—40), მაგრამ კონსტანტინე ხომ შვილია დიმიტრისა, ალექსანდრე I-ის ძისა. ბაგრატ და კონსტანტინე ამრიგად ძმები გამოდებიან.

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ შესაძლოა ძმად წოდება აქ თავაზიანობის საკითხია ([18], გვ. 39), მაგრამ XV საუკუნის სიგელებში მეფის წოდებულებებში „ხოჯჯერ ძმებიც იყვნენ ხოლმე ჩამოთვლილნი“ ([19], გვ. 126). აქ გამოხატულია არ უნდა გვეკონდეს საქმე.

შესაძლოა მხოლოდ, რომ ბაგრატი ღვიძლი ძმა კი არა, არამედ ბიძა-შვილი ყოფილიყო კონსტანტინესი (თუ ბაგრატი შვილია გიორგისა, ალექსანდრეს I-ის ძისა). ორივე შემთხვევაში ბაგრატი გამოდის დაეით ნარინის ჩამომავალი კი არა, არამედ ახლო ნათესავი ალექსანდრე I-ისა, მეფეთ-მეფის ძე.

როგორც ვხედავთ, ძნელია ზუსტი დადგენა ფაქტებისა ამ საუკუნისათვის, რომელმაც მოგვცა მრავალი ნატყუარი სხველი, შედგენილი, როგორც ჩანს, სხვადასხვა ეკონომიური უპირატესობის მოპოვების მისწრაფებით. უნდა ვიფიქროთ, რომ იმ ნატყუარი სიგელების გარდა, რომლებშიც აშკარაა წესების დარღვევა, იყო სხვა ნატყუარი სიგელებიც, შედგენილი განსწავლული მწიგნობრის მიერ, ყველა წესის დაცვით. მათი ნატყუარობის გამოაშკარავება ადვილად არ მოხერხდება. მით უფრო ძნელია დასკვნები.

შესაძლოა, სამთავისის ტაძრის „მეორედ აშენება“, ანუ რესტავრაცია, მოხდა ისეთ დროს, როდესაც გაიანესათვის უფრო სჯობდა ეწოდებინა თავის თავისათვის „მეფეთა მეფის ასული“. როგორც ეს სამთავისის წარწერაშია, ვიდრე „მეფის ბაგრატის და“. ეს იქნებოდა მაშინ, როდესაც ბაგრატ მეფემ მიატოვა ქართლი და მეფე გიორგიმ დასაჯა ბაგრატ მეფის მომხრენი.

იმ დასჯილთა შორის იყვნენ ზედგინისძენიც, და მათ შორის ამილახორიც, გაიანეს მეუღლე იმარინდო, იმარინდოს ძმის მოხსენებიდან დარბაზისადმი ჩანს, რომ მეფე გიორგის დაუტყვევია მომხსენებლის ციხე, შეუპყრია ისიცა და მისი ძმა... ამის შესახებ აკად. ნ. წ. ნ. ბერძენიშვილი წერს: „ჩანს გიორგი მეფე ზედგინი-

წარწერის ისეთი გაგება, როგორც ბროსეს აქვს, მართებული არ არის, რადგან გამოდის, რომ მაშენებლის სახელი კი არაა ნაჩვენები, ნაჩვენებია მხოლოდ მისი მამის სახელი. წარწერა სხვაგვარად უნდა განვმარტოთ: მეორედ აღმშენებელი კი არ არის სიაოშის შვილი, არამედ სიაოში არის შვილი მეორედ აღმშენებლისა, ე. ი. ჭიანეს შვილია.

სიაოშ ზედგინისძე მოხსენებულია 1513 წლის საბუთში, რომელიც ეხება იმარინდოსა და გაიანეს შემდგომ თაობას. ამ საბუთიდან ირკვევა, რომ ზედგინისძე სიაოშისათვის და მისი ძმის ზედგინისათვის, რომლებიც ამ დროს გარდაცვალებულნი არიან, სამთავისის ეკლესიას სწირავენ სოფ. ნადარბაზევს მათი ძმები ამილახორი თაყა და აღნია ([5], გვ. 332).

სხვა ცნობებსაც აგრეთვე ახლო მიგვაყვართ დასკვნამდე, რომ სიაოში მართლაც ამირინდოს და გაიანეს შვილია. „სულთა მატიანეში“, რომელიც დაწერილია XV საუკუნის ხელით, ვკითხულობთ:

1) სულსა ამილახორისა იმარინდოსი¹ შ'ს ღ'ნ; სულსა მათისა ძისა ზედგინისა შ'ს ღ'ნ; სულსა მათისა ძმისა აღნიაგსსა შ'ს ღ'ნ²...

2) სულსა ამილახორისა შვილისა სიაოშს შ'ს ღ'ნ ([5], გვ. 206).

აქ ჩამოთვლილია თითქმის იგივე პირები, რაც 1513 წლის დოკუმენტში, მაგრამ მოხსენებულია მათი მამაც იმარინდო. ამ ადვილას თ. ჟორდანიას აღნიშნავს: „ეს სიაოში უნდა იყოს ის, რომელმაც განაახლა სამთავისი“ და ამასთანავე მიგვიითებებს ბროსეს მიერ გამოცემულ წარწერაზე ([5], გვ. 206).

გაიანეს წარწერის მთავრული ასოები ემთხვევა XV საუკუნის წარწერებისას (სახელდობრ, სადგერის ჯკრისას): ჩანს დიდი მსგავსება ასოებში შ და ტ, ერთი ასოს მეორეში მოთავსების ხერხში და სხვ.

სიაოშის წარწერაში ასოები განსხვავდება გაიანეს წარწერის ასოებისაგან. ფრესკულ წარწერებთან შედარება მათ უფრო XVI საუკუნის წარწერებს მიაკუთვნებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.2.1951)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. ბერძენი შვილი. მცხეთის საბუთი XI საუკუნისა. საქ. მეზ. მოამბე, VI, ტფილსი, 1931.
2. M. Brosset. Voyage en Transcaucasie, Rap. VI. Lt.—Petersbourg, 1931.
3. А. С. Х а х а н о в. Экспедиции на Кавказ 1892, 1893 и 1895 г. (Материалы по археологии Кавказа), VI, м. 1898.

¹ ეს სახელი სწორედ ასეა „სულთა მატიანეს“ ხელნაწერში, რომელიც მიჩვენა საქ. სახ. მუზეუმის უფრ. ძენს. თანამშრომელმა კრისტ. შარაშიძემ.

² აქ ჭაბითიკუბა საკითხი: აღნია ძმა თუ შვილი იმარინდოსი? თუ აქ წერებულებიყო: მათისა ძისა აღნია, მაშინ კვლავ შეიძლებოდა აღნიას ჩათვლა ზედგინის შვილად, რაც ტექსტს ეწინააღმდეგება.

4. პ. კარბელაშვილი. ამილახვართა საგვარეულოს ისტორიული გუჯრები. „ძველი საქართველო“, II, განყ. II, ტფილისი, 1911—1913.
5. თ. ჟორდანია. ქრონიკები და სხვა მასალა საქართველოს ისტორიისა და მწერლობისა. II, ტფილისი, 1897.
6. ისტორიულნი საბუთები შიომღვიმის მონასტრისა. თ. ჟორდანიას გამოცემა, ტფილისი, 1896.
7. ისტორიული საბუთები, II. ს. კაკაბაძის გამოცემა, თბილისი, 1913.
8. ივანე ჯავახიშვილი. ქართველი ერის ისტორია, IV. თბილისი, 1948.
9. ივანე ჯავახიშვილი. ისტორიის მიზანი, წყაროები და მეთოდები წინათ და ახლა. წიგ. I. „ძველი ქართული საისტორიო მწერლობა“. თბილისი, 1945.
10. ბერი ეგნატაშვილი. ახალი ქართლის ცხოვრება. თბილისი, 1940.
11. ვახუშტი ქორინიკონები. „ქართლის ცხოვრება“, II დ. ჩუბინაშვილის გამოცემა. სანკტ-პეტერბურლი, 1854.
12. ვახუშტი ბატონიშვილი. უწყებულება მკითხველთათვის. „ქართლის ცხოვრება“, ჩუბინაშვილის გამოცემა, თბილისი, 1854.
13. ვახუშტი ბატონიშვილი. ცხოვრება იმერეთისა. „ქართლის ცხოვრება“, II დ. ჩუბინაშვილის გამოცემა, სანკტ-პეტერბურლი, 1854.
14. ნ. ბერძენიშვილი ფეოდალური ურთიერთობიდან XV საუკუნეში. მასალები საქართველოსა და კავკასიის ისტორიისათვის. ნაკვ. I, თბილისი, 1937.
15. ა. ხაზანაშვილი. გუჯრები. ქუთაისი, 1891.
16. ს. კაკაბაძე. კვლევა-ძიებანი საქართველოს ისტორიის საკითხების შესახებ. თბილისი, 1920.
17. ივანე ჯავახიშვილი. ქართველი ერის ისტორია, III. თბილისი, 1941.
18. საქართველოს სიძველენი, II. ექვთ. თაყაიშვილის რედაქტორობით. თბილისი, 1909.
19. ივანე ჯავახიშვილი. ქართული სიგელთა-მცოდნეობა ანუ დიპლომატიკა. თბილისი, 1926.

ბავრონიკა

ი. შინგალია

სოციალისტური მრეწველობის გეოგრაფიული განლაგების
საკითხის ინჟინერული გადაწყვეტა

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. ჯავახიშვილმა 10.8.1951)

მარკსმა და ენგელსმა გარკვეული მითითებები მოგვცეს სოციალისტურ სახელმწიფოში საწარმოო ძალთა რაციონალური განლაგების საკითხზე. ამ მითითებათა საფუძველზე დაყრდნობილი ლენინისა და სტალინის მიერ შემდგომი დამუშავება საკითხისა სოციალისტური მრეწველობის სწორად განლაგების შესახებ ჩვენს სახელმწიფოებრივ პირობებთან შეფარდებით.

ამინახე სტალინს თავის შრომებში არა ერთხელ გაუსვამს ხაზი სოციალისტური მრეწველობის გეოგრაფიული განლაგების საკითხის აქტუალობისა და დიდი მნიშვნელობისათვის: „რანაირადაც არ უნდა განვაფიქროთ სახალხო მეურნეობა, შეუქმნელია გვერდი ავუქციოთ საკითხს, თუ რანაირად უნდა იქნეს სწორად განლაგებული მრეწველობა, როგორც სახალხო მეურნეობის გამძღოლი დარგი“ ([2], გვ. 474).

გრანოვსკისა და მარკუსის წიგნში აღნიშნულია, რომ სოციალისტური მრეწველობის სწორად განლაგებისაგან დამოკიდებულია ჩვენი დიდი სსრ კავშირის ბუნებრივ სიმდიდრეთა რაციონალურად გამოყენება და შრომის საზოგადოებრივი ნაყოფიერების ამაღლება. ამ უკანასკნელის მიღწევა შესაძლებელია არანაყოფიერი და მეტისმეტად შორი გადაზიდვების ლიკვიდაციის გზით, რაც უზრუნველყოფს შრომის მხოლოდ უმცირეს დანაკარგს ნედლეულის გამომუშავებაზე ერთი სტადიიდან მეორეზე გადასვლისას ([4], გვ. 294).

მრეწველობის გეოგრაფიული განლაგების საკითხი მჭიდროდაა დაკავშირებული სახელმწიფოებრივი მასშტაბით სახალხო მეურნეობის დაგეგმვის საკითხთან და ამიტომაც ამა თუ იმ სამრეწველო ობიექტის განლაგებისას უცილობლად გათვალისწინებული უნდა იქნეს საერთო სახელმწიფოებრივი ინტერესები.

ამ საფუძველზე გამომუშავებულია განსაზღვრული პრინციპები, რომლებმაც თავისი გამოსახულება პოვა ეკონომიურ ლიტერატურაში სოციალისტური მრეწველობის გეოგრაფიული განლაგების საკითხებში (იხ. [4], [5] და სხვა) და რომლებმაც ხელმძღვანელობენ ეკონომისტები თავიანთ მუშაობაში საწარმოო ცენტრებისა და ცალკე ობიექტების დაგეგმვის ამოცანების რესპუბლიკური და საკავშირო მასშტაბით გადაწყვეტისას.

ამ პრინციპებიდან ძირითადია:

1. სამრეწველო ცენტრების მიახლოება როგორც ნედლეულისა და სათბობის წყაროებთან, ისე მომხმარებელ რაიონებთან.

ე. ლენინი ნათლად მიუთითებს რუსეთში მრეწველობის რაციონალური განლაგების საჭიროებაზე. მისი აზრით, „რუსეთის მრეწველობის რეორგანიზაციისა და ეკონომიური აღორძინების გეგმაში“ უნდა შევიდეს: „რუსეთში მრეწველობის რაციონალური განლაგება ნედლეულის სიახლოვისა და შრომის უმცირესი ხარჯის შესაძლებლობის თვალსაზრისით ნედლეულის დამუშავებიდან ნახევარფაბრიკატების დამუშავების ყველა თანამიმდევრულ სტადიაზე გადასვლისას, გამოუკლებლად დამზადებული პროდუქტის მიღებამდე“ ([1], გვ. 509).

ლენინისა და სტალინის სახელმძღვანელო მითითებათა შესაბამისად საქ. კ.პ. XVIII ყრილობამ მოითხოვა ახალ მშენებლობათა განლაგებისას მესამე ხუთწლედში „გამოვიდეთ მრეწველობის მიახლოებიდან როგორც ნედლეულის წყაროებთან, ისე მოხმარების რაიონებთან, არარაციონალური და მეტისმეტად შორი გადახიდვების ლიკვიდაციის მიზნით“ ([3], გვ. 28).

2. ჩვენი ქვეყნის თავდაცვის უნარის გაძლიერებისა და ტექნიკურ-ეკონომიური დამოუკიდებლობის უზრუნველყოფა.

ცნობილია, რომ ქვეყნის თავდაცვის უნარის გაძლიერება ძირითადად მოითხოვს სამრეწველო ცენტრების, რომელთაც სტრატეგიული მნიშვნელობა აქვთ, ქვეყნის სიღრმეში მოთავსებას, ხოლო ქვეყნის ტექნიკურ-ეკონომიური დამოუკიდებლობის ინტერესები—ახალი მძლავრი სამრეწველო ცენტრების შექმნას.

3. ბუნების საწარმოო ძალების სწორად გამოყენების მიზნით მრეწველობის თანაბარტერიტორიული განაწილება ქვეყანაში.

4. ძირითადი ეკონომიური რაიონების სახალხო მეურნეობის კომპლექსური განვითარების უზრუნველყოფა.

ეს პრინციპი, ისე როგორც პირველი, გამიზნულია ტვირთების არარაციონალური და მეტისმეტად შორი გადახიდვების სალიკვიდაციოდ.

აღგილობრივი პირობების შესაბამისად უნდა წარმოებდეს მასობრივი მოხმარების საგნების ადგილობრივი წარმოების განვითარება.

5. ლენინურ-სტალინური ნაციონალური პოლიტიკის განხორციელება. რაც წინათ ეკონომიურად ჩამორჩენილ რაიონებში ახალი სამრეწველო ცენტრების შექმნის მიზნით მოითხოვს გეოლოგიურ-საკვლევადიებო სამუშაოთა წარმოების დაჩქარებას.

6. საწარმოო ხარჯების მაქსიმალური შემცირება.

აქ უნდა აღინიშნოს ის გარემოება, რომ საწარმოო ხარჯების მინიმალურობა არ უნდა ვახდეს „მაღომინირებელი“. მრეწველობის განლაგება უნდა წარმოებდეს ყველა შემთხვევაში ჩამოთვლილი პრინციპის მოთხოვნათა შესაბამისად, რომ მათმა ერთობლიობამ ხელი შეუწყოს საერთო სახალხო-სამეურნეო ინტერესების მტკიცე დაცვას.

აქ ჩამოთვლილია მხოლოდ ის მთავარი ფაქტორები, რომლებიც გათვალისწინებული უნდა იქნეს სამრეწველო ობიექტების განლაგებათა დაგეგმვის დროს.

სათანადო ფაქტორების სრული მიმოხილვა და ანალიზი მოცემულია ი. მიქელაძის შრომაში [5].

ისმება კითხვა: შეიძლება თუ არა ყველა ამ ფაქტორის გათვალისწინება საერთო მათემატიკურ ფორმულაში, რომელიც ვარგისი იქნება ნებისმიერი კერძო ამოცანის გადასაწყვეტად?

ჩვენ ამ კითხვაზე დადებითად ვუპასუხებთ.

ინჟინრული თვალსაზრისით სატრანსპორტო კვანძს წარმოადგენს ყოველი სამრეწველო ცენტრი, ქარხანა და სხვ. სატრანსპორტო კვანძად საერთოდ იწოდება ყოველგვარი ცენტრალური დანადგარი. ამასთანავე სატრანსპორტო კვანძის თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მისკენ მიემართება ტვირთები (ნედლეული, სათბობი, ნახევარფაბრიკატები, დამხმარე მასალები და სხვა) განსაზღვრული პუნქტებიდან და მისგან, თავის მხრივ, მოხმარების პუნქტებისაკენ იგზავნება ტვირთების ნაკადი (ფაბრიკატი ან ნახევარფაბრიკატი). ამ ნიშნის მიხედვით კვანძები იქმნება აგრეთვე ტვირთების გადატვირთვისას ტრანსპორტის ერთი სახიდან მეორეზე.

განვიხილოთ რა ქარხანას (სამრეწველო ცენტრს) როგორც სატრანსპორტო კვანძს, ამოცანის ფორმულირება ასე წარმოვიდგებო: მოცემულია პუნქტები, საიდანაც არსებულ გზებზე მიემართება ნედლეული და სათბობი, და პუნქტები, სადაც მიემართება ფაბრიკატი. მოითხოვება სატრანსპორტო კვანძის ოპტიმალური ადგილმდებარეობის განსაზღვრა სატრანსპორტო მუშაობის მინიმალური რაოდენობის თვალსაზრისით.

საკითხის ასეთი დასმა მთლიანად შეესაბამება მხოლოდ პირველ და მეოთხე პრინციპს, რომლებიც ძირითადად ითხოვს სამრეწველო ცენტრის მიახლოებას როგორც ნედლეულის წყაროებთან, ისე მოხმარების რაიონებთან. მაგრამ დანარჩენი პრინციპების (2, 3 და 5) მოთხოვნათა გათვალისწინება ასე თუ ისე გავლენას მოახდენს ობიექტის აშენებაზე იმ პუნქტში, რომელიც აკმაყოფილებს მხოლოდ პირველი და მეოთხე პრინციპების მოთხოვნებს.

გამომდინარე აქედან, ამოცანა მრეწველობის გეოგრაფიული განლაგების შესახებ დადის ამოცანაზე სატრანსპორტო კვანძის ადგილმდებარეობის განსაზღვრის შესახებ შეზღუდულ ობიექტის პირობებში.

ადგილზე მიმოსვლის გზების სისტემის არსებობისას ამგვარი ამოცანები „ძალთა ხერხით“ წყდება. ამ ხერხს საფუძვლად უდევს საანგარიშო ფორმულა

$$\bar{P}_N \cong \left| \sum_1^{n-1} \bar{P}_i - \sum_{n+1}^m \bar{P}_i \right|, \quad (1)$$

სადაც

1, 2, ..., m ტვირთების მოხმარების ან მიწოდების პუნქტებია, მათ შორის n საძიებელი პუნქტია, სადაც უნდა მოთავსდეს ცენტრალური დანადგარი.

P_1, P_2, \dots, P_m ტვირთების რაოდენობა პირობით ერთეულებში, რომელიც მიდის სატრანსპორტო კვანძში შესაბამისი პუნქტებიდან (ან კვანძიდან შესაბამის პუნქტებში).

ამ ფორმულის გამოყვანა სამშენებლო და სამთო საქმეში ანალოგიური ამოცანების გადასაწყვეტად მოცემულია შრომაში „სატრანსპორტო კვანძების ადგილმდებარეობათა განსაზღვრა“.

საძიებელი წერტილი იქნება ის წერტილი, რომელზედაც გადასვლის მომენტში ვექტორი

$$\bar{P} \equiv \sum_1^m \bar{P}_i$$

იცვლის თავის პირვანდელ მიმართულებას. P_i ვექტორებს საწყისი აქვთ სასინჯი წერტილში და მიმართული არიან შესაბამისი მოხმარების წერტილებისაკენ „i“ გზის ხაზის მხებად (იხ. [6]).

კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტის წესი ასე შეიძლება ჩამოყალიბდეს: რესპუბლიკის სატრანსპორტო გზების გენერალურ გეგმაზე, სადაც მეხუთე პრინციპის შესაბამისად დანიშნულია საჭირო საწარმოო ობიექტის აშენება, პუნქტირით შემოიფარგლება ის იდგილები, სადაც მეორე და მესამე პრინციპებით შესაბამისად გათვალისწინებული ობიექტის აგება არ შეიძლება ანაწილში საჭიროა ურთიერთშეთანხმება სამხედრო სპეციალისტებსა და ეკონომისტებს შორის). ამის შემდეგ პირველი და მეოთხე პრინციპების შესაბამისად წყდება შესაძლებელი ამოცანა ზემოთ აღნიშნული „ძალთა ხერხით“.

ავიღოთ კონკრეტული მაგალითი. ვთქვათ, მეხუთე პრინციპის შესაბამისად რომელიმე რესპუბლიკაში უნდა აიგოს საწარმო (სატრანსპორტო კვანძი). ამ რესპუბლიკის გზების გეგმაზე აღნიშნავთ პუნქტებს A_1, A_2, \dots, A_k , საიდანაც ნედლეული და სათბობი მიდის სატრანსპორტო კვანძში, და პუნქტებს $A_{k+1}, A_{k+2}, \dots, A_m$, სადაც მიდის მზა პროდუქცია სატრანსპორტო კვანძიდან (იხ. სქემა).

სატრანსპორტო კვანძში შემავალი და იქიდან გამომავალი ტვირთების რაოდენობა შესაბამისად აღნიშნოთ $P_1, P_2, \dots, P_n, P_{n+1}, P_{n+2}, \dots, P_m$ -ით. სამხედრო სპეციალისტებისა და ეკონომისტების ურთიერთშეთანხმების შემდეგ გეგმაზე პუნქტირით შემოიფარგლულია ის ადგილები, სადაც არ შეიძლება ქარხნის აგება.

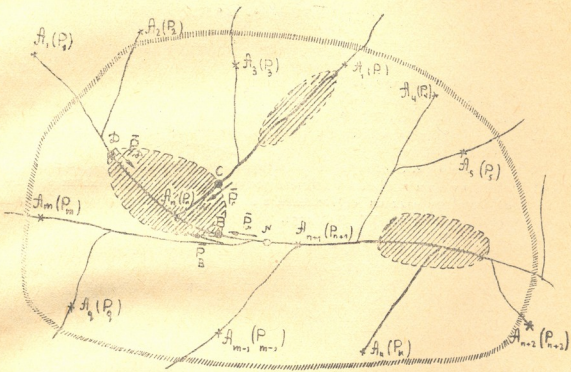
ამის შემდეგ გზების არსებული სისტემის ფარგლებში იღება სასინჯი წერტილი N და მისთვის იგება ყველა ვექტორის ჯამგებრი

$$\bar{P}_N = \sum_1^m P_i. \tag{2}$$

სატრანსპორტო კვანძი იმ მხარეს იქნება, საითკენაც მიმართულია ჯამგებრი P_N ; თუ კვანძი მდებარეობს წერტილში A_n , ჯამგებრი P , აგებული

გზის სისტემის ნებისმიერ წერტილში, ყოველთვის ამ წერტილისკენ იქნება მიმართული.

ამგვარად, საძიებელ წერტილზე გადასვლის დროს ჯამგვარი აუცილებლად იცვლის მიმართულებას.



პირობითი აღნიშვნები

- შებენიერი ზონა
- გზების სისტემა
- რკინიგზის საზღვრები
- მონბარების წერტილი
- სასიჩვი წერტილი

თუ საძიებელი წერტილი დაშტრიხული არის გარეთ აღმოჩნდება, მაშინ ამოცანა გადაწყვეტილია. მაგრამ შესაძლებელია ისეთი შემთხვევაც (იხ. სქემა), როდესაც A_n წერტილი დევს დაშტრიხული ზონის შიგნით, სადაც სატრანსპორტო კვანძის მოთავსება არ შეიძლება.

ამ შემთხვევაში კვანძი უნდა მოთავსდეს დაშტრიხული ზონის საზღვრისა და გზების გადაკვეთის ერთ-ერთ წერტილში— B , C ან D .

ამ სამ ვარიანტს შორის საუკეთესო უნდა შეირჩეს საერთო საწარმოო ხარჯების ურთიერთშედარების ბაზაზე, რაც შეესაბამება მეექვსე პრინციპს.

ამგვარად, სოციალისტური მრეწველობის გეოგრაფიული განლაგების კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტისას წარმოდგენილი მეთოდი პრაქტიკის

მოთხოვნის შესაბამის დამაკმაყოფილებელ შედეგს გეძლევა, ამასთანავე ამოცანები იოლად და სწრაფად გადაწყდება.

სარკინიგზო-სატრანსპორტო ინჟინერთა

ვ. ი. ლენინის სახელობის

თბილისის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 10.8.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. И. Ленин. Сочинения. Т. XXII.
2. И. В. Сталин. Вопросы ленинизма. Издание 10-ое.
3. Резолюции XVIII съезда ВКП(б). Москва, 1939.
4. Е. А. Грановский и Б. Л. Маркус. Экономика социалистической промышленности. Москва, 1940.
5. И. Микеладзе. Экономика социалистической промышленности. Тбилиси, 1946
6. И. Д. Шенгелия. Решение задачи о точке минимальной стоимости транспортных работ при наличии ограничения в ее расположении. Сообщения Академии Наук Груз. ССР, том XII, № 8, 1951.



პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

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

ხელმოწერილია დასაბუქდად 20.12.1951 სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 4,5
ანაწყობის ზომა 7x11 ნაბეჭდი ფორმა 5,5
შეგვ. 1633 უგ 06557 ტირაჟი 1500



დაბატონებულია
საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდიუმის მიერ
22.10.1947

დღეულემა „საპარტიზოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოსახის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეში“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბეში“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა, ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ხველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საესკებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საკიროა აღინიშნოს ევროპის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, საგალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში გრთვის სიის სახით, ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასტული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსულის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოსუდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

დაბატონების მიხარებათი: თბილისი, ძეგაძისძის ძ., 8.