

524
1950

524

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა მ ბ ე 43

ტომი XI, № 9

ძიებითა და მკვლევებითა დაგროვილი მასალები

1950

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

1. ა. ჩახტაური. ბრტყელი ბადის პროექტული ღუნვის შესახებ 537
 2. ნ. ვეკუა. ჰილბერტის სასახლეო ამოცანა რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის არაბმული არეების შემთხვევაში 539

ქიმიური ტექნოლოგია

3. რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი) და ლ. ჯაფარიძე. მანგანუმანი დენის ქიმიური წყაროების შესწავლა 545
 4. პ. ჯაფარიძე და ლ. დრუკინი. სულფიტცელულოზის წარმოების გადამუშავებული თუთქის ელექტროქიმიური დაშლა და მისი კომპლექსური გამოყენება 553

ბიოგრაფია

5. ა. სკვორცოვი. მდინარეთა ნაფენის შედგენილობის შესახებ 561

ბიოლოგია

6. ა. ჯანელიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი). გარე კახეთის თბილისის მოსახლეურ ნაწილის ნათებია 567

ბალეონტოლოგია

7. ნ. ბენდუქიძე. ოჯახ Microsolenidae-ს ფილიაციის საკითხისათვის 575

ტიქნიკა

8. ლ. აგამირზიანი. სამოკაო ჩამატრების ანვარიზისათვის 583

გოტანიკა

9. გალინა კანდელაკი. პოპულაცია „ზანდურის“ სახეობათა გენეტიკური ურთიერთობის საკითხისათვის 591

ენილაგმცოდნეობა

10. მ. საბაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და მ. ჯიკაძევა. ყაზბეგის რაიონის მთა-მდელოთა ნიადაგების შესახებ 599

ხელოვნების ისტორია

11. ვახტანგ დოლიძე. დავით-გარეჯის ერთი ხუროთმოძღვრული ძეგლის დათარიღების საკითხისათვის 607

მათემატიკა

ა. ჩახტაშვილი

ბრტყელი ბადის პროექტული ღუნვის შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეჯაშვილმა 31.7.1950)

ფუნქციის განმარტების მიხედვით, წირთა ორ ბრტყელ ბადეს ეწოდება ურთიერთ პროექტული ღუნვით დაკავშირებული (პროექტულად დაფენადი), თუ პროექტული სიბრტყის ყოველ წერტილში არსებობს ისეთი პროექტული გარდაქმნა, რომელსაც მეორე რიგის თანახედაში მოჰყავს განსახილავი ბადეების წირები (იხ. [1], გვ. 161). თუ განსახილავი ბადეები მოცემულია შემდეგი განტოლებებით შესაბამისად:

$$\begin{aligned} x^2 &= x^2(u^1, u^2) \\ a_{ij} du^i du^j &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

და

$$\begin{aligned} 'x^2 &= 'x^2(u^1, u^2) \\ a'_{ij} du^i du^j &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

მაშინ სათანადო პროექტული გარდაქმნის შემდეგ ბადის წირების გასწვრივ გვექნება (მეორე რიგის სიზუსტით):

$$'x^2(u^i + du^i) = (1 + \lambda_i du^i + \dots) x^2(u^i + du^i). \quad (3)$$

განვიხილოთ რაიმე კონფიგურაცია ამ ბადეთა მიმართ, დავუშვათ, რომ Γ_{ij}^m და $'\Gamma_{ij}^m$ -ით აღნიშნულია აფინური ბმულობის კოეფიციენტები ამ ბადეთა მიმართ (იხ. [2], გვ. 104). გავშალოთ (3) ტოლობა და გამოვიყენოთ ძირითადი დიფერენციალური განტოლებანი (იხ. [2], გვ. 104), მივიღებთ:

$$[\Gamma_{ij}^m - '\Gamma_{ij}^m - (p_i \delta_j^m + p_j \delta_i^m)] du^i du^j = 0,$$

სადაც p_i პირველი რიგის რაიმე ტენზორია, რომელიც დამოკიდებული არ არის x^2 წერტილის ნორმირებაზე. ამ უკანასკნელი ტოლობის შედარება $a_{ij} du^i du^j = 0$ განტოლებასთან მოგვცემს:

$$\Gamma_{ij}^m = '\Gamma_{ij}^m + p_i \delta_j^m + p_j \delta_i^m + \mu^m a_{ij}, \quad (4)$$

სადაც p_i პირველი რიგის რაიმე ტენზორია, რომელიც დამოკიდებული არ არის x^2 წერტილის ნორმირებაზე. (4) პირობა მიღებულ იქნა როგორც აუცილებელი პირობა, მისი საკმარისობის დამტკიცება მოხდება ჩატარებული მსჯელობის შექცეული მსჯელობით. ამრიგად, დამტკიცებულია შემდეგი დეორემა:

თეორემა 1. იმისათვის, რომ მოცემული ორ ბრტყელ ბადეს დაკავშირებული იყოს პროექტული ღუნვით, უნდა იქონიებდეს დასაკმარისი შესაბამისი (4) პირობა.



ადვილი დასამტკიცებელია, რომ როცა განსახილავი კონფიგურაციები ლაპლასის კონფიგურაციებია (იხ. [2], გვ. 115) მოცემული ბადეების მიმართ, მაშინ (4) პირობა შიილტს შემდეგ სახეს:

$$T_{ij}^m = T_{ij}^m + p_i \delta_j^m + p_j \delta_i^m - a p_s a_{ij}, \quad (5)$$

სადაც p_i გრატიენტული ტენზორია.

ამ შრომაში ჩვენს მიერ აღმოჩენილი და დამტკიცებულია შემდეგი თეორემები:

თეორემა 2. იმისათვის, რომ რაიმე მიმართულემა იყოს პროექტული ღუნვის (იხ. [1], გვ. 163) მთავარი მიმართულემა, აუცილებელი და საკმარისია, რომ ეს მიმართულემა ჰარმონიულ ოთხეულს ქმნიდეს ბადის წირების მიმართულეებთან და იმ მიმართულეებასთან, რომელიც გადის ბადეთა ლაპლასის წრფეების თანაკვეთის წერტილზე.

თეორემა 3. ლაპლასის გარდაქმნები პროექტულ ღუნვებს წარმოადგენენ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ბადე აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

$$t_j = 0, P_{ij} = P_{ij}, I = a P_{ks}, \quad (6)$$

სადაც P_{ij} არის ძირითად განტოლებაში შემავალი ტენზორი. t_i ჩებიშევის ტენზორია, ხოლო I არის ცნობილი ინვარიანტი (იხ. [2], გვ. 104, 116, 131).

თუ მხედველობაში მივიღებთ იმ ფაქტს, რომ ბრტყელ ბადესთან დაკავშირებულ წრფეთა კანონიკური კონა პროექტული ღუნვის დროს გადადის კანონიკურ კონაში და გამოვიყენებთ ბრტყელი ბადის კანონიკური კონისათვის არსებულ ინვარიანტულ ფორმულებს (იხ. [2], გვ. 143), მივიღებთ შემდეგ თეორემას:

თეორემა 4. $\pi_i - \nu_i$ ცენზორი არის ბრტყელი ბადის პროექტული ღუნვის ინვარიანტი.

ეს თეორემა (4) ძალას ინარჩუნებს ზედაპირთა პროექტული ღუნვის შემთხვევაშიც.

უკანასკნელი თეორემის გამოყენებით ადვილად მტკიცდება, რომ კანონიკური ბადე (ე. ი. ბადე, რომლისთვისაც $t_i = 0, \pi_i = 0$) პროექტულად ღუნვის შემდეგ აღარ არის კანონიკური, ე. ი. ბადის კანონიკურობა არ არის ინვარიანტი პროექტული ღუნვისა.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 31.7.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Fubini et Čech. Introduction à la Géométrie projective différentielle des surfaces. Paris, 1931.
2. А. И. Чахтаური. Внутренние геометрии плоских сетей, Тр. Тбил. мат. изд-ва АН СССР, том. XV, 1948.

მათემატიკა

6. ვიკუსა

ჰილბერტის სასაზღვრო ამოცანა რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის
არაბმული არეების შემთხვევაში¹

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 10.10.1950)

§ 1. შესავალი. ჰილბერტის სასაზღვრო ამოცანა (ერთი უცნობის შემთხვევაში) და სინგულარული ინტეგრალური განტოლება, საზოგადოდ, არაბმული არეებისათვის, როცა ის შემოსაზღვრულია შეკრული და ღია გლუვი კონტურებით, რომლებიც თავის თავს და ერთმანეთს შეიძლება კვეთდნენ სასრულ რაოდენობა წერტილებზე, საკმარისი სისრულით შესწავლილია [1] და [2] შრომებში. რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის ჰილბერტის სასაზღვრო ამოცანისა და სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის თეორია, უბან-უბან გლუვი კონტურების შემთხვევაში, შესულია [3] მონოგრაფიაში (§§ 48—51).

ამ სტატიაში ჩვენ შევისწავლით რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის ჰილბერტის სასაზღვრო ამოცანას და სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემას ზემოხსენებული არაბმული არეების შემთხვევაში. აქვე შევნიშნავთ, რომ ერთი უცნობი ფუნქციისათვის ჰილბერტის სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის მეთოდი, რომელიც მოცემულია ზემოხსენებულ [1] და [2] შრომებში, არ გადაიტანება ჩვენთვის საინტერესო შემთხვევაში.

§ 2. ამოცანის დასმა. ვთქვათ, L_1, L_2, \dots, L_m შეკრული გლუვი კონტურებია $z = x + iy$ კომპლექსური ცვლადის სიბრტყეზე, ამასთან L_i შეიცავს თავის შიგნით L_{i-1} -ს ($i=2, 3, \dots, m$) და, ვთქვათ, L ამ კონტურების ერთობლიობას აღნიშნავს, ე. ი.

$$L = L_1 + L_2 + \dots + L_m.$$

არე, რომელიც შემოსაზღვრულია L_1 კონტურით, აღვნიშნოთ D_1^+ -ით, ხოლო არეები, რომლებიც მოთავსებულია L_{2k}, L_{2k+1} კონტურებსა და აგრეთვე L_{2k-1}, L_{2k} კონტურებს შორის—შესაბამოდ D_{2k+1}^- და D_{2k}^- -ით. ბოლოს L_m კონტურის გარეთ მოთავსებული უსასრულო არე აღვნიშნოთ D_{m+1}^+ -ით, თუ m ლუწი რიცხვია, და D_{m+1}^- -ით—თუ m კენტი რიცხვია. დადებით მიმართულებად L -ზე მივიღოთ ის მიმართულება, რომელიც D_k^+ არეებს მარცხნივ ტოვებს, D_k^- არეებს კი მარჯვნივ.

$\Phi(z)$ ფუნქციის ვუწოდებთ უბან-უბან ჰოლომორფულს, თუ: 1) ის ჰოლომორფულია სიბრტყის ყოველ სასრულ ნაწილში, რომელიც L წი-

¹ მოხსენებულ იქნა ა. რაზმაძის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტის მათემატიკური ფიზიკის განტოლებების სემინარის სხდომაზე 1950 წლის 26 აპრილს.

რის წერტილებს არ შეიცავს; 2) ის უწყვეტად გაგრძელებადი ყველგან L როგორც D_+^* , ისე D_-^* არეებიდან. ამ ფუნქციის ზღვარს D_+^* არიდან აღვსნავთ Φ^+ -ით, ხოლო D_-^* არიდან Φ^- -ით.

ჰილბერტის სასაზღვრო ამოცანა რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის დღეში მდგომარეობს:

ვიპოვოთ უბან-უბან ჰოლომორფული ვექტორი Φ ($\Phi = (\Phi_1, \dots, \Phi_n)$), რომელსაც სასრული რიგი აქვს უსასრულოდ შემდეგი სასაზღვრო პირობით:

$$\Phi_\alpha^+(t_0) = G_{\alpha 1}(t_0) \Phi_1^-(t_0) + G_{\alpha 2}(t_0) \Phi_2^-(t_0) + \dots + G_{\alpha n}(t_0) \Phi_n^-(t_0) + g_\alpha(t_0) \quad (2)$$

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

სადაც $G_{\alpha\beta}(t_0)$ და $g_\alpha(t_0)$ L წირზე მოცემული ფუნქციებია, რომელიც H პირობას (ჰელდერის პირობას) აკმაყოფილებს (2.1) სასაზღვრო პირობები, ცხადია, ასე შეიძლება ჩავეწეროთ:

$$\Phi^+(t_0) = G(t_0) \Phi^-(t_0) + g(t_0) \quad (L\text{-ზე}), \quad (2.2)$$

სადაც Φ და g შემდეგი ვექტორებია:

$$\Phi = (\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n), \quad g = (g_1, g_2, \dots, g_n),$$

ხოლო G არის მატრიცი

$$G = \|G_{\alpha\beta}\|.$$

$g \equiv 0$ შემთხვევაში ვღებულობთ ჰილბერტის ერთგვაროვან სასაზღვრო ამოცანას.

[2.2] სასაზღვრო ამოცანა, მრავლადბმული არეების შემთხვევაში, განიხილება აკად. ნ. მუსხელიშვილის [4] მონოგრაფიაში (თავი 6) და ავტორის [3] მონოგრაფიაში.

§ 3. ერთგვაროვანი სასაზღვრო ამოცანა. განვიხილოთ [2.2] ამოცანის შესაბამის ერთგვაროვანი სასაზღვრო ამოცანა:

$$\Phi^+(t_0) = G(t_0) \Phi^-(t_0) \quad (L\text{-ზე}). \quad (3.1)$$

ჯერ ვიგულისხმოთ, რომ გვაქვს მხოლოდ L_1 კონტური და აღვნიშნოთ $\omega_1(\gamma)$ -ით ე. წ. კანონიკური მატრიცი ⁽¹⁾ ამოცანისა

$$\omega_1^+(t_0) = G(t_0) \omega_1^-(t_0) \quad (L_1\text{-ზე}).$$

ეთქვას, შემდეგ გვაქვს მხოლოდ L_2 კონტური და აღვნიშნოთ $\omega_2(\gamma)$ -ით კანონიკური მატრიცი ამოცანისა ⁽²⁾

$$\omega_2^+(t_0) = G(t_0) \omega_1^-(t_0) \omega_2^-(t_0) \quad (L_2\text{-ზე}).$$

ასევე აღვნიშნოთ $\omega_3(\gamma)$ -ით კანონიკური მატრიცი ამოცანისა

$$\omega_3^+(t_0) = [\omega_2^+(t_0)]^{-1} G(t_0) \omega_2^-(t_0) \quad (L_3\text{-ზე}).$$

⁽¹⁾ ჰილბერტის სასაზღვრო ამოცანის კანონიკური მატრიცისა და მის შესაბამის ამოხსნათა კანონიკური სისტემის განმარტება მოცემულია, მაგალითად, ზემოხსენებულ მონოგრაფიაში [3] (§ 5).

⁽²⁾ $\omega_2^+(t_0)$ ($\omega_2^-(t_0)$)-ით აღვნიშნოთ $\omega_2(\gamma)$ -ის ზღვრული მნიშვნელობა L_2 -ზე მარცხნიდან (მარჯვნიდან).

განვაგრძოთ ჩვენი პროცესი; ვიგულისხმობთ, რომ გვაქვს მხოლოდ L_4 კონტური და აღვნიშნოთ $w_4(\zeta)$ -ით კანონიკური მატრიცი შემდეგი ამოცანისა:

$$w_4^+(t_0) = G(t_0) w_4^-(t_0) \quad (L_4\text{-ზე})$$

და ა. შ. აღვნიშნოთ უკანასკნელად $w_m(\zeta)$ -ით კანონიკური მატრიცი ამოცანისა

$$w_m^+(t_0) = G^*(t_0) w_m^-(t_0) \quad (L_m\text{-ზე}), \quad (3.2)$$

სადაც

$$G^* = G(t_0) w_{m-1}^-(t_0),$$

თუ m ლუწი რიცხვია და

$$G^*(t_0) = [w_{m-1}^+(t_0)]^{-1} G(t_0),$$

თუ m კენტი რიცხვია.

ამოხსნათა კანონიკური სისტემა, რომელიც $w_m(\zeta)$ კანონიკურ მატრიცს შეესაბამება, აღვნიშნოთ

$$w_m(\zeta), \quad w_m^2(\zeta), \quad \dots, \quad w_m^n(\zeta)\text{-ით,}$$

ე. ი.

$$w_m(\zeta) = \begin{vmatrix} 1 & 2 & \dots & n \\ w_{m1} & w_{m1}^2 & \dots & w_{m1}^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 2 & \dots & n \\ w_{mn} & w_{mn}^2 & \dots & w_{mn}^n \end{vmatrix},$$

სადაც $w_{m1}, w_{m2}, \dots, w_{mn}$ წარმოადგენენ w_m ($k=1, 2, \dots, n$) ვექტორის კომპონენტებს. ბოლოს (3.2) ამოცანის კერძო ინდექსები აღვნიშნოთ z_1, z_2, \dots, z_n -ით, ჯამინდექსი კი z -ით ($z = z_1 + z_2 + \dots + z_n$). ჯამინდექსი გამოითვლება ფორმულით¹

$$z = \frac{1}{2\pi} [\arg \det G^*(t_0)]_{L_m}. \quad (3.3)$$

განვიხილოთ ახლა მატრიცი $\chi(\zeta)$, რომელიც შემდეგნაირად არის განსაზღვრული:

$$\chi(\zeta) = w_1(\zeta) w_2(\zeta) \dots w_{m-1}(\zeta) w_m(\zeta), \quad \text{როცა } \zeta \in D_1^+ + D_2^-,$$

$$\chi(\zeta) = w_2(\zeta) \dots w_{m-1}(\zeta) w_m(\zeta), \quad \text{როცა } \zeta \in D_3^+,$$

$$\chi(\zeta) = w_3(\zeta) \dots w_{m-1}(\zeta) w_m(\zeta), \quad \text{როცა } \zeta \in D_4^-,$$

.....

$\chi(\zeta) = w_m(\zeta)$, როცა ζ იმყოფება L_m კონტურის გარეთ.

$\chi(\zeta)$ მატრიცის ელემენტები აღვნიშნოთ $\chi_{ij}(\zeta)$ -ით,

ე. ი.

$$\chi(\zeta) = \begin{vmatrix} 1 & 2 & \dots & n \\ \chi_{11} & \chi_{11}^2 & \dots & \chi_{11}^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 2 & \dots & n \\ \chi_{n1} & \chi_{n1}^2 & \dots & \chi_{n1}^n \end{vmatrix}$$

¹ იხ., მაგ., [3], § 5.

და განვიხილოთ ვექტორები $\overset{1}{\chi}(\lambda), \overset{2}{\chi}(\lambda), \dots, \overset{n}{\chi}(\lambda)$, რომელნიც ასე არიან განსაზღვრული:

$$\overset{k}{\chi}(\lambda) = (\overset{k}{\chi}_1, \overset{k}{\chi}_2, \dots, \overset{k}{\chi}_n) \quad (k=1, \dots, n). \quad (3.5)$$

უშუალო შემოწმებით ვრწმუნდებით, რომ ყველგან L -ზე ადგილი აქვს ტოლობას

$$\overset{k}{\chi}^+(t_0) = G(t_0) \overset{k}{\chi}^-(t_0) \quad (L\text{-ზე}), \quad (3.6)$$

ანუ, რაც იგივეა,

$$\overset{k}{\chi}^+(t_0) = G(t_0) \overset{k}{\chi}^-(t_0) \quad (L\text{-ზე}) \quad (k=1, 2, \dots, n).$$

ამრიგად, $\overset{k}{\chi}(\lambda)$ ($k=1, 2, \dots, n$) ვექტორთა სისტემა, რომელიც მოცემულია (3.5) ფორმულებით, წარმოადგენს (3.1) ამოცანის გარკვეულ ამოხსნებს.

თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ $\overset{k}{\chi}(\lambda) = \alpha_m(\lambda)$, როცა λ მოთავსებულია L_m კონტურის გარეთ, მაშინ, ცხადია, $\overset{k}{\chi}(\lambda)$ და შემოგანხილულ $\alpha_m(\lambda)$ ვექტორებს აქვთ ერთი და იგივე რიგი უსასრულოთში. ამიტომ, კერძო ინდექსების განსაზღვრის ძალით⁽¹⁾, $(-\alpha_k)$ წარმოადგენს $\overset{k}{\chi}(\lambda)$ ამოხსნის რიგს უსასრულოთში. ადვილად მიიღება, რომ (3.5) ფორმულით განსაზღვრულ ამოხსნათა სისტემას შემდეგი ძირითადი თვისებები აქვს:

1. დეტერმინანტი

$$\Delta(\lambda) = \det \overset{k}{\chi}(\lambda),$$

სადაც $\overset{k}{\chi}(\lambda)$ (3.4) ფორმულით განსაზღვრული მატრიცია, არსად სასრულ მანძილზე ნულის ტოლი არ ხდება.

2. თუ აღვნიშნავთ

$$\overset{k}{\chi}^0(\lambda) = \alpha_k^k \overset{k}{\chi}(\lambda) \quad (k=1, 2, \dots, n),$$

სადაც $(-\alpha_k)$ აღნიშნავს $\overset{k}{\chi}(\lambda)$ ამოხსნის რიგს უსასრულოთში, მაშინ დეტერმინანტს

$$\Delta^0(t) = \det \|\overset{k_0}{\chi}^0(\lambda)\|$$

უსასრულოთში აქვს სასრული მნიშვნელობა, განსხვავებული ნულისაგან.

(3.1) ამოცანის ყოველ n ამოხსნას $\overset{1}{\chi}(\lambda), \dots, \overset{n}{\chi}(\lambda)$, რომელსაც აღნიშნული 1 და 2 თვისება აქვს, ვუწოდებთ ამ ამოცანის ამოხსნათა კანონიკურ სისტემას, ხოლო $\overset{k}{\chi}(\lambda) = \|\overset{k}{\chi}^0(\lambda)\|$ მატრიცს — კანონიკურ მატრიცს. შემდეგ, შემოგანსაზღვრულ $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ და α რიცხვებს ვუწოდებთ (3.1) ერთგვაროვანი ამოცანის კერძო ინდექსებს და ჯამინდექსს შესაბამისად⁽²⁾. ჯამინდექსი გამოითვლება (3.3) ფორმულით. ამ ფორმულის საფუძველზე შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ

(1) იხ., მაგ., [3], § 5.

(2) შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ რიცხვები ერთი და იგივეა ყველა კანონიკური სისტემისათვის.

$$\alpha = \frac{1}{2\pi} [\arg \det G(t_0)]_L.$$

ახლა ადვილია (2.1) ერთგვაროვანი ამოცანის ზოგადი ამოხსნის მოძებნა. მართლაც, თუ (3.6) დამოკიდებულებიდან განესაზღვრავთ $G(t_0)$ მატრიცს და შევიტანთ (3.1)-ში, მივიღებთ

$$[\chi^+(t_0)]^{-1} \Phi^+(t_0) - \chi^-(t_0) \Phi^-(t_0) = 0 \quad (L\text{-ზე}).$$

უკანასკნელი დამოკიდებულების ძალით ადვილად დავრწმუნდებით შემდეგი თეორემის სამართლიანობაში:

თეორემა. ჰილბერტის (3.1) ერთგვაროვანი სასაზღვრო ამოცანის ყველა ამოხსნა მოიცემა ფორმულით

$$\Phi(\chi) = \chi(\chi) p(\chi), \quad (3.7)$$

სადაც $\chi(\chi)$ ამ ამოცანის კანონიკური მატრიცია, ხოლო $p(\chi)$ ვექტორია, რომლის კომპონენტები პოლინომებს წარმოადგენს.

ადვილად შეიძლება ვაჩვენოთ აგრეთვე, რომ (3.1) ამოცანის ზოგადი ამოხსნა, რომელიც ნულად იქცევა უსასრულოთში, მოიცემა (3.7) ფორმულით, სადაც

$$p(\chi) = (p_{\chi_1-1}, p_{\chi_2-1}, \dots, p_{\chi_n-1}),$$

ამასთან p_{χ_k-1} წარმოადგენს $\chi_k - 1$ რიგის პოლინომს ნებისმიერი კოეფიციენტებით ($p_{\chi_k-1} \equiv 0$, თუ $\chi_k - 1 < 0$).

§ 4. ჰილბერტის არაერთგვაროვანი სასაზღვრო ამოცანა რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის და სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემები. განვიხილოთ ახლა ჰილბერტის (2.2) არაერთგვაროვანი სასაზღვრო ამოცანა:

$$\Phi^+(t_0) = G(t_0) \Phi^-(t_0) + g(t_0)$$

და შემდეგი სახის სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემა

$$A(t_0) \rho(t_0) + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{k(t_0, t) \rho(t) dt}{t - t_0} = f(t_0),$$

სადაც $A(t_0) = \|A_{kj}\|$, $k(t_0, t) = \|k_{kj}\|$ ($k, j = 1, 2, \dots, n$) L -ზე მოცემული მატრიცებია, რომელიც H პირობას აკმაყოფილებენ, $f = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ მოცემული ვექტორია, რომელიც აგრეთვე H პირობას აკმაყოფილებს, $\rho = (\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n)$ საძიებელი ვექტორია, რომელიც H პირობას უნდა აკმაყოფილებდეს.

თუ გამოვიყენებთ ზემოაღებულ ამოხსნათა კანონიკურ სისტემას და მოვიქცევით საესებით ისე, როგორც [3] მონოგრაფიის § § 6—8-ში, დავრწმუნდებით ამ პარაგრაფებში მოყვანილი ყველა დებულების სამართლიანობაში.

შენიშვნა. ჰილბერტის სასაზღვრო ამოცანისა და სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის გამოკვლევის შემომოყვანილი მეთოდი შეიძლება განვაზოგადოთ იმ შემთხვევაშიც, როცა L წარმოადგენს დახურულ და

ღია კონტურთა ერთობლიობას, რომელნიც შეიძლება თავის თავს და ერთმანეთს კვეთდნენ სასრულ რაოდენობა წერტილებზე. ამისათვის მხედველობაში უნდა გვქონდეს, რომ ღია კონტურები შეიძლება შევკრათ [3] მონოგრაფიის § 19-ში მოყვანილი მეთოდით და საბოლოოდ მივიღოთ ჰილბერტის წყვეტლ-კოეფიციენტებიანი სასაზღვრო ამოცანა, რომელიც განხილულია ხსენებული მონოგრაფიის II თავში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ა. რაზმაძის სახ. მათემატიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 18.10.1950)

დამოუწვიბული ლიტერატურა

1. Д. А. Квеселова. Граничная задача Гильберта и сингулярные интегральные уравнения в случае пересекающихся контуров. Труды Тбилисского мат. инст., т. XVII, 1946.
2. W. I. Trjtzinsky. Singular integral equations with Cauchy kernels. Transaction of the American Mathematical Society, vol. 60, № 2, 1946.
3. Н. П. Векун. Системы сингулярных интегральных уравнений. М.—Л., 1950.
4. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М.—Л., 1946.

ქიმიური ტექნოლოგია

აკადემიის ნამდვილი წევრი რ. აბლაძე და ლ. ჯაფარიძე

მანგანუმიანი დენის ქიმიური წყაროების შესწავლა

ამჟამად არის ცდები, რათა დენის ქიმიურ წყაროებში თუთია შეცვლილი იქნეს უფრო ელექტროუარყოფითი ლითონებით, მაგალითად, ალუმინით, მაგნიუმით და სხვა ლითონებით.

მას შემდეგ, რაც მანგანუმის მიღებამ მისი მარილების წყალხსნარებიდან ელექტროლიზით ფართო ხასიათი მიიღო, ინტერესს მოკლებული არ არის დენის ქიმიურ წყაროებში მანგანუმის გამოყენების საკითხის შესწავლა.

მანგანუმის გამოყენება დენის ქიმიურ წყაროებში მიზანშეწონილია, ვინაიდან იგი ბევრად უფრო ელექტროუარყოფითი და ამავე დროს ბუნებაში უფრო გავრცელებული ლითონია, ვიდრე თუთია.

ჩვენ მიერ ჩატარებული წინასწარი ცდები მიზნად ისახავდა ლეკლანშეს ელემენტში უარყოფითი ელექტროდის — თუთიის მანგანუმით შეცვლას და ასეთი ელემენტების სხვადასხვა ელექტროლიტში გამოცდას.

წარმოებდა ელემენტების ელექტრომომოძრავებელი ძალის, საწყისი და საბოლოო ძაბვისა და გამოყენებითი ტევადობის განსაზღვრა.

ელექტრომომოძრავებელი ძალის განსაზღვრის ზუსტ მეთოდს წარმოადგენს კომპენსაციური მეთოდი, მაგრამ პრაქტიკაში ხშირად მიმართავენ მის განსაზღვრას უშუალოდ მაღალი წინააღმდეგობის ვოლტმეტრითაც. ჩვენ ამ მიზნისათვის ვიყენებდით მუდმივი დენის ვოლტმეტრს 3-ვოლტიანი სკალით, რომლის წინააღმდეგობა 1000 ომს უდრიდა.

ასეთი ხელსაწყოს სიზუსტე სავსებით საკმარისია ჩვენთვის საჭირო გაზომვებისათვის.

ძაბვას ვზომავდით ელემენტის წინააღმდეგობაზე ჩართვის მომენტიდან და განმუხტვის მრუდის მისაღებად მას დროის გარკვეული მონაკვეთის შემდეგ ვიწვრდით.

დენის ქიმიური წყაროს ამპერსათური ტევადობის განსაზღვრას აწარმოებენ სხვადასხვა რეჟიმზე. KB (ჯიბის ბატარია) სისტემის ელემენტებს საერთოდ ცდიან ელნათურისა და ანოდურ რეჟიმზე. თუ ავირჩევთ გამოცდის ამ თუ იმ რეჟიმს და შედეგებს შევადარებთ KB სისტემის ელემენტს, ეს გულისხმობს იმას, რომ უნდა დავამზადოთ ასეთივე კონსტრუქციის ელემენტები აქტიური ნივთიერებების რაოდენობის ზუსტი დაცვით.

მანგანუმის მექანიკური თვისებები ჩვენ საშუალებას არ გვაძლევდა წავსულიყავით ამ გზით და ვარჩიეთ დაგვეზადებინა შეძლებისდაგვარად სტან-

დარტული ელემენტები, ხოლო შესაძარბელი შედეგების მიღების მიზნით ვამზადებდით ასეთივე ზომების ლეკლანშეს სველ ელემენტებს და მათ ვცდით ერთსა და იმავე რეჟიმზე.

ელემენტის უარყოფით ელექტროდს წარმოადგენდა ელექტროლიტური მანგანუმის ფირფიტა [1], რომლის ფართი უდრიდა 15 სმ²-ს, ხოლო სისქე — 1 მმ-ს. ფირფიტაზე დენის გამტარად გამოყენებული იყო 1 მმ დიამეტრის და 10 სმ-ის სიგრძის სპილენძის მავთული, რომლის მანგანუმის ფირფიტასთან მიჩილვის ადგილი დაფარული იყო პარაფინით.

მოგვეყავს ჩვენ მიერ გამოყენებული ელექტროლიტური მანგანუმის შედგენილობა პროცენტობით.

ცხრილი 1

Mn	S	Si	C	P	Fe	Cu
99,85	0,062	0,005	0,08	არ აღმოჩნდა	0,0015	არ აღმოჩნდა

დადებითი ელექტროდი იწნებოდა სტანდარტულ ხის საწნებ ფორმაში.

აგლომერატის მასა მზადდებოდა ქიათურის პიროლუზიტის, გრაფიტის, აცეტილენის ქვარტლისა და ელექტროლიტის (ფხვნილის სახით) არევით.

შეფარდება ნახშირბადოვან ნივთიერებებსა და პიროლუზიტს შორის იყო 1:4; მასის შედგენილობა: პიროლუზიტი—80%, გრაფიტი—16,50%, აცეტილენის ქვარტლი—3,50% და ელექტროლიტი ფხვნილის სახით—10% მასის წონიდან.

დადებითი ელექტროდის ზომები შემდეგი იყო: დიამეტრი=15,7 მმ, სიმაღლე—41 მმ, ნახშირის ლეროს დიამეტრი—6 მმ.

ელექტროდი დაწნების, ქსოვილში გახვევისა და დასველების შემდეგ თავსდებოდა მინის ქიქაში უარყოფით ელექტროდთან ერთად და მასში ემბტებოდა ელექტროლიტი 150 სმ²-ის რაოდენობით. ყოველივე ამის შემდეგ სველი ელემენტი მზად იყო გამოსაცდელად.

ელექტროდებს შორის მანძილი უდრიდა 5 მმ-ს ($\pm 0,5$ მმ სიზუსტით).

ქვემოთ მოყვანილია გამოყენებული პიროლუზიტის ანალიზის მონაცემები პროცენტობით.

ცხრილი 2

MnO ₂	\sum Mn	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	F ₂ O ₂	SiO ₂	SO ₂	სინესტე
92,18	58,16	0,56	0,87	1,04	2,46	0,32	0,58

ელემენტების გამოცდა ხდებოდა ნახაზზე მოცემული სქემის მიხედვით (იხ. ნახ. 1).

ელექტროლიტად გამოყენებულ იქნა შემდეგი წყალხსნარები: 4 ნორ. NH_4Cl , 4 ნ.— MnCl_2 , 2 ნ.— MnSO_4 , 4 ნ.— NaCl , 2 ნ.— NaCl , 4 ნ.— $\text{MnCl}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$, 2 ნ.— $\text{MnSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 40% KOH , 20% KOH და სხვა.

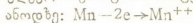
ელემენტების ტევადობას ვანგარიშობდით შემდეგი მიახლოებითი ფორმულით:

$$Q = \frac{V_n + 2V_k}{3} \cdot \frac{t}{R} \quad [2],$$

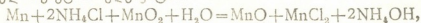
სიდაც Q ტევადობაა ამპერსათებით, V_n — საწყისი ძაბვა, V_k — საბოლოო ძაბვა და R — წინააღმდეგობა. ცხრილში მოყვანილია ელემენტების გამოცდის შედეგები, ხოლო მე-2 ნახაზზე — ელემენტების 3.33 ომზე განუხტვის მრუდები.

ცხრილიდან ჩანს, რომ მანგანუმით დამზადებული გალვანური ელემენტები ხასიათდება მაღალი ელექტრომამოძრავებელი ძალით, მაღალი საწყისი ძაბვით და ამასთან დაკავშირებით მეტი ტევადობით, ვიდრე ლეკლანშეს ელემენტი. ცალკეული ელემენტების განხილვას არ შევუძლებით, რადგან ცხრილში და ნახაზზე მოცემულია მათი დამახასიათებელი რიცხვები.

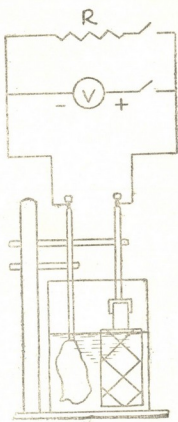
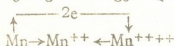
$\text{Mn} | \text{NH}_4\text{Cl} | \text{MnO}_2$ ელემენტებში მუშაობის დროს მიმდინარეობს შემდეგი ელექტროქიმიური პროცესები:



ორივე ელექტროდზე მიმდინარე პროცესების შეჯამებით მივიღებთ დენის წარმომქმნელ რეაქციას ელემენტში:



ე. ი. ხდება ოთხვალენტოვანი მანგანუმის აღდგენა ლითონური მანგანუმით. ელექტროქიმიური პროცესი დამყარებულია სქემაზე



ნახ. 1

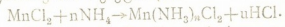
ცხრილი 3

ელექტრომიმოდრავებელი ძალები და ძაბვები ($V_{\pi}=0,67$ ვ)

ელემენტის დასახელება და ნომერი	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Zn 4.6. NH ₄ Cl MnO ₂	Zn 4.5. NH ₄ Cl MnO ₂ *	Mn 4.6. NH ₄ Cl MnO ₂	Mn 4.5. MnCl ₂ MnO ₂ 1:1	Mn 4.6. MnCl ₂ MnO ₂ ** 1:1	Mn 4.5. MnCl ₂ MnO ₂ + +MnCl ₂	Mn 4.6. MnCl ₂ MnO ₂ + +NH ₄ Cl	Mn 4.5. NaCl MnO ₂	Mn 2.5. MnSO ₄ MnO ₂	Mn 2.6. NaCl MnO ₂	Mn 2.5. MnSO ₄ MnO ₂ 1:1	Mn 2.6. (NH ₄) ₂ SO ₄ MnO ₂ 1:1
—	1,51	1,52	1,91	1,86	1,86	1,89	1,89	1,85	1,84	1,84	1,84	1,84
0	1,21	1,20	1,53	1,44	1,43	1,24	1,30	1, 2	1,00	1,20	1,01	1,01
5	0,98	0,94	1,22	1,10	1,10	0,96	1,04	0,89	0,87	0,88	0,90	0,90
25	0,86	0,83	1,11	1,00	1,00	0,84	0,94	0,87	0,71	0,85	0,84	0,84
45	0,82	0,78	1,06	0,96	0,96	0,75	0,88	0,82	0,67	0,80	0,81	0,81
65	0,79	0,73	1,02	0,91	0,92	0,69	0,84	0,77	0,61	0,76	0,76	0,76
75	—	—	—	—	—	0,67	—	—	—	—	—	—
85	0,76	0,69	0,99	0,88	0,89	0,62	0,80	0,72	0,55	0,71	0,71	0,71
105	0,74	0,67	0,94	0,84	0,86	0,52	0,75	0,67	0,49	0,67	0,67	0,67
125	0,72	0,60	0,89	0,79	0,82	0,44	0,70	0,60	0,42	0,61	0,62	0,62
140	—	—	—	—	—	—	0,67	—	—	—	—	—
145	0,69	0,47	0,82	0,72	0,78	0,40	0,65	0,54	—	0,54	0,52	0,52
155	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160	0,67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
165	0,65	0,43	0,72	0,64	0,73	—	0,61	0,51	—	0,50	0,47	0,47
175	—	—	0,67	—	—	—	—	—	—	—	—	—
185	0,62	—	0,64	0,55	0,67	—	0,55	0,48	—	0,47	0,43	0,43
205	0,58	—	0,57	0,50	0,59	—	0,50	0,44	—	0,44	—	—
ტველობა ამერსათებით	0,67	0,44	0,83	0,71	0,83	0,33	0,61	0,44	0,20	0,44	0,41	0,41

* აგლომერატის მასა არ შეიცავს აცეტილენის ჰვარტლს.
** ელემენტი პოლიქლოროვინილის სებატატორს შეიცავს.

გარდა დენის წარმოქმნელი რეაქციისა, ელემენტში მიმდინარეობს კომპლექსნაერთის წარმოქმნის რეაქცია [1]:



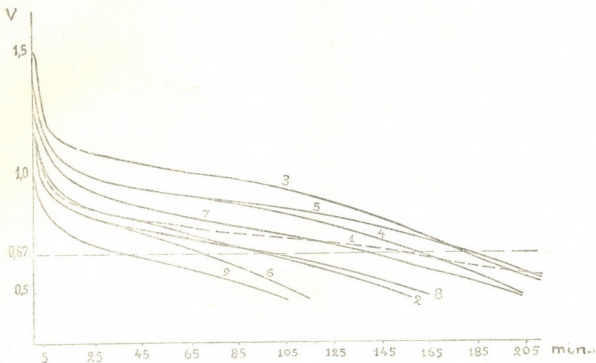
წარმოქმნილი HCl ხელს უწყობს ელექტროლიტის pH-ის შემცირებას და ამით ელემენტის ელექტრული მახასიათებლები უმჯობესდება.

თუ ამას დაემატებთ იმ გარემოებას, რომ კომპლექსნაერთის წარმოქმნის გამო მცირდება Mn⁺⁺-ის კონცენტრაცია, რაც უფრო უარყოფითს ხდის Mn-ის ელექტროდის პოტენციალს, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ელექტროლიტში NH₄⁺ არსებობა მიხანშეწონილი იქნება.

ნახაზზე ჩანს, რომ ელემენტები, რომელთა ელექტროლიტი შეიცავს NH₄⁺-ს, უკეთესად მუშაობენ (გამონაკლისს წარმოადგენს (NH₄)₂SO₄; როგორც ცნობილია, SO₄⁻⁻-ის თანდასწრებისას MnO₂-ის ელექტროდი არ მუშაობს ნორმალურად).

დადებითი ელექტროდის პოტენციალის განტოლებიდან

$$e = \text{const} + 0,059 \log [H^+], \text{ ან } e = \text{const} - 0,059 \text{ pH}$$
 გამომდინარეობს, რომ რაც უფრო ნაკლებია ელექტროლიტის pH, მით უფრო ელექტროდადებითი პოტენციალი აქვს მას.



ნახ. 2

ელემენტის მუშაობის დროს ელექტროლიტის კატიონი დადებითი ელექტროდის ფორებში წარმოქმნის სათანადო ჰიდროქსიდს, მაგალითად, NH_4OH , $NaOH$, $Mn(OH)_2$ და სხვა. წარმოქმნილი ჰიდროქსიდის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები განსაზღვრავენ MnO_2 -ის ელექტროდის შემდგომ მუშაობას, რაც უფრო ძლიერი ტუტე წარმოიქმნება, მით უფრო მალე მცირდება ელექტროდის პოტენციალი, ან კიდევ, რაც უფრო უხსნადია წარმოქმნილი ფუძე, მით უფრო ბრკოლდება ელექტროდის მუშაობა (ფორები ამოიფეხება).

აქედან გამომდინარე, ადვილი გასაგებია, თუ რატომ ხდენს დადებითი გავლენას ელექტროლიტად NH_4Cl -ის გამოყენება ელემენტებში და უარყოფითი გავლენას $NaCl$ და $MnCl_2$.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ $Mn|$ ელექტროლიტი $|MnO_2$ ელემენტებში სხვადასხვა ელექტროლიტის გავლენა ისეთივე ხასიათისა იქნება, როგორც $Zn|$ ელექტროლიტი $|MnO_2$ ელემენტებში, რადგან მის გამომწვევ მიზეზს უმთავრესად MnO_2 -ის ელექტროდზე არსებული პროცესები განსაზღვრავს (გამონაკლისს წარმოადგენს ტუტე ელექტროლიტები).

გრაფიკზე შესამჩნევია მანგანუმიით დამზადებული ელემენტებისათვის განმუხტვის მრუდების მეტი დაქანება, ვიდრე ლეკლანშეს ელემენტისათვის.

მუშაობის დროს ლეკლანშეს ელემენტში ანოდთან წარმოიქმნება $ZnCl_2$,

კათოდის ფორბეში კი NH_4OH ; როგორც ერთი, ისე მეორე დენს კარგად ატარებენ და ელემენტის მუშაობაზე საგრძნობ ვაგლენას არ ახდენენ (თუ არ მივიღებთ მხედველობაში $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$).

გარდა ზემოთ მოყვანილი ელექტროქიმიური პროცესებისა, მანგანუმიან ელემენტებში მიმდინარეობს ლითონის გახსნა და ეკვივალენტური რაოდენობით წყალბადის გამოყოფა. გამოცდილი ელექტროლიტებიდან ყველაზე აქტიურად მანგანუმი იხსნება NH_4Cl -ის ხსნარში.

ეს მარილი წყალში ჰიდროლიზდება და მისი 4 ნორ. წყალხსნარის $\text{pH}=5,5$. ცხადია, რომ ისეთი აქტიური ლითონი, როგორც მანგანუმი, ენერგიულად გაიხსნება მასში წყალბადის გამოყოფით.

მაშასადამე, ელემენტში განუზუტვის დროს უარყოფით ელექტროდთან მიმდინარეობს როგორც ელექტროქიმიური, ე. ი. ელემენტში დენის წარმოშობის რეაქცია, ისე ქიმიური დენის არწარმოქმნელი რეაქცია. ეს უკანასკნელი იწვევს ლითონის დიდ ხარჯს.

ცხადია, რომ ეს ქიმიური რეაქცია ელექტროქიმიური ბუნებისაა. მასში არის როგორც კათოდური, ისე ანოდური პროცესები, მაგრამ ჩვენ ამ რეაქციის შედეგს ვღებულობთ არა ელექტროენერჯის, არამედ სითბოს სახით.

ლითონის ხსნადობა მიმდინარეობს შეუკვრელი წრედის დროსაც, ე. ი. ხდება ელემენტის თვითგანუზუტვა. ამიტომ ასეთ ელემენტებს შენახვის უნაირიანობა ძალზე მცირე ექნება.

მანგანუმის ელექტროდთან მანგანუმისა და ჰიდროქსილიონების დიდი რაოდენობით დაგროვების გამო ხსნარში წარმოიქმნება $\text{Mn}(\text{OH})_2$ -ის ნალექი; მართალია, NH_4Cl ხელს უშლის ამ ნალექის წარმოქმნას, მაგრამ ხსნარს მაინც ემჩნევა თეთრი ფერის სიმღვრივე 20—30 წუთის შემდეგ, ორი საათის შემდეგ კი ნალექის წარმოქმნაც (ე. ი. ხსნარის $\text{pH}=8,5$).

თეთრი ფერის $\text{Mn}(\text{OH})_2$ -ის ნალექი იქანგება ჰაერის ენგბადით და ნელ-ნელა გადადის $\text{Mn}(\text{OH})_4$ -ის ყავისფერ ნალექში, განსაკუთრებით ელექტროლიტის ზედაპირთან. ვაზის გამოყოფის გამო ელექტროლიტი აქაფებულია.

ნალექის წარმოქმნა უფრო სწრაფად ხდება ისეთ ელემენტებში, სადაც ელექტროლიტი არ შეიცავს NH_4^+ -ს და ასეთი ელემენტების ელექტროლი მისხსიათებლებიც ნაკლებია.

მაშასადამე, მანგანუმიან ელემენტებს ზემოთ ჩამოთვლილ დადებით თვისებებთან ერთად ახასიათებს ერთი მეტად უარყოფითი თვისება—თვითგანუზუტვა. ეს უკანასკნელი საკმაო სიდიდეს აღწევს.

ამის გამოსარკვევად დამზადებულ იქნა ელემენტი $\text{Mn} \left| \begin{array}{c} \text{MnCl}_2 \\ 4 \text{ ნორ.} \end{array} \right| \text{MnO}_2$;

ელ. მ. $d.=1,89$ ვოლტს, ძაბვა= $1,30$ ვოლტს; ტევადობა $3,33$ ომზე განუზუტვისას= $0,61$ ამპერსაათს. ასეთივე ელემენტი ოთხი დღით შენახვის შემდეგ იძლევა შემდეგ მაჩვენებლებს: ელ. მ. $d.=1,66$ ვ-ს და ძაბვა= $0,62$ ვ-ს, ე. ი. ელემენტმა გამოყენებითი ტევადობა მთლიანად დაკარგა.

ვისარგებლეთ იმ შემთხვევათ, რომ MnCl_2 იხსნება ეთილის სპირტში

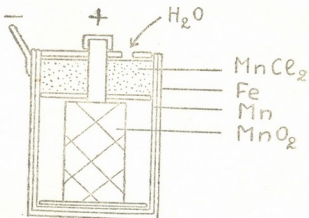
და გამოვცადეთ ელემენტი $\text{Mn} \left| \begin{array}{c} \text{MnCl}_2 \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \end{array} \right| \text{MnO}_2$; ელ. მ. $d.=1,5$ ვ-ს, ხოლო ძაბვა— $0,2$ ვ-ს— $\rightarrow 0$;

ძაბვის სწრაფი დაცემა (3 წუთის განმავლობაში) აიხსნება ელემენტის მაღალი შინაგანი წინააღმდეგობით (ეთილის სპირტს ახასიათებს ნაკლები დიელექტრული მუდმივი, ვიდრე წყალს და ამიტომ მასში გახსნილი მარილი ნაკლებად დისოცირებულია).

თუ გავითვალისწინებთ ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ თვისებას, შეიძლება წარმოვიდგინოთ მანგანუმიანი ელემენტი წყალჩასახსნელი კონსტრუქციული გაფორმებით (ნახ. 3), ან ისეთი ელემენტი, რომელშიც მანგანუმი ელექტროლიტს მხოლოდ მუშაობის დროს შეეხება.

მაგრამ ასეთ ელემენტებს დიდი მარგი ქმედების კოეფიციენტი ექნება. წყალჩასახსნელი ელემენტი დამუხტვის შემდეგ (წყლის ჩასხმის შემდეგ) უნდა განიმუხტოს და გარკვეული რაოდენობის ელექტრობის გაცემის შემდეგ უზარბისი იქნება.

მანგანუმის მიერ წყალბადის გამოძევება ტიპობრივი კათოდურ ანოდური პროცესია. მისი თავიდან აცილება შეიძლება თვით ელექტროდის პოტენციალის გაკეთიშობილებით (რაც ჩვენთვის მიზანშეწონილი არ არის), ან წყალბადის გამოყოფის პოტენციალის უარყოფითი სიდიდისკენ გაზრდით. ეს უკანასკნელი შესაძლებელია ელექტროლიტის pH-ის გაზრდით ან წყალბადის გადაძაბვის გაზრდით მანგანუმის ელექტროდზე.



ნახ. 3

ამ მიზნით დამზადდა და გამოიცადა ელემენტი $Mn \left| \begin{array}{c} KOH \\ 40\% \end{array} \right| MnO_2$; ელ. მ. ძ. = 1,2ვ, მაგრამ წინააღმდეგობის ჩართვისთანავე ძაბვა ნულამდე ეცემა და ელემენტში დენი წყდება. მოკლედ ჩართვა ელემენტს ოდნავ აცოცხლებს; ელ. მ. ძ. იზრდება 1,5 ვოლტამდე, მაგრამ წინააღმდეგობაზე ჩართვისთანავე ძაბვა ისევ ნულამდე ეცემა.

ასეთსავე მოვლენას აქვს ადგილი $Mn | KOH | CuO$ ელემენტში: ელ. მ. ძ. = 1,45ვ-ს, ძაბვა — 0,3ვ → 0,3 წუთის განმავლობაში.

ეჭვს გარეშეა, რომ ჩვენ მიერ გამოცდილ ტუტიან ელემენტებში ძაბვის სწრაფი დაცემა გამოწვეულია არა დადებითი ელექტროდის პოლარიზაციით, არამედ უარყოფითი ელექტროდის პასიურობით.

პასიურობის მოვლენას აქვს ადგილი აგრეთვე ელემენტებში $Mn | K_2Cr_2O_7 | MnO_2$ და $Mn | KMnO_4 | MnO_2$, რაც იმ ფაქტიდანაც გამომდინარეობს, რომ მანგანუმი კარგად ინახება ბიქრომატის ხსნარში; მეორე ელემენტში $Mn^{+++++++}$ და Mn ის ურთიერთმოქმედებით წარმოიქმნება უხსნადი ქანგულეები და, მართლაც, რამდენიმე საათის შემდეგ ელექტროლიტში უკვე თვალითაც კი შეიძლება დაგვეჩინა MnO_4^- -ის ნაფლეთეები. სხვა დამზადებულ და გამოცდილ

ელემენტებს შორის აღვნიშნავთ $Mn|CH_2(NH_2)COOH|MnO_2$; ელ. მ. ძ. = 1,8 ვ-ს, ძაბვა 0,5—0,3 წუთის განმავლობაში.

თუმცა იგი მაჩვენებლებით არ არის სახარბიელო, მაგრამ ინტერესს მოკლებული არ არის საერთოდ ორგანული კათიონების გავლენის შესწავლა სხვა ელექტროლიტებში დანამატების სახით, მით უმეტეს, რომ ზოგჯერ ისინი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ წყალბადის გადაძაბვაზე.

დასკვნები

პირველადი ელემენტები, რომლებშიაც უარყოფითი ელექტროდის როლს ასრულებს ელექტროლიტური მანგანუმი, ხოლო დადებითისას—ჰიათურის პიროლუზიტისა და ნახშირბადოვანი ნივთიერების ნარევი (გრაფიტი და აცეტილენის ქვარტლი), გამოცდისას იძლევიან შემდეგ შედეგებს:

1. მანგანუმის გაღვანური ელემენტები ხასიათდებიან მაღალი ელექტრო-მამოძრავებელი ძალით, ძაბვით და ტევადობით.
2. ელექტროლიტები, რომლებიც შეიცავენ NH_4^+ -ს, იძლევიან უკეთეს შედეგებს.
3. ტუტე ელექტროლიტებში მანგანუმი პასიურდება და ელემენტებს არ აქვს გამოყენებითი ტევადობა.
4. ვინაიდან სუსტმჟავა და ნეიტრალურ ელექტროლიტებში უარყოფითი ელექტროდი განიცდის კოროზიას, მანგანუმის გაღვანურ ელემენტებს არ აქვს შენახვის უნარიანობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 1.7.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Р. И. Агладзе. Получение Металлического марганца электролизом его солей. Металлург, № 9, 1939, стр. 15—33.
2. Г. Г. Морозов и С. А. Гантман. Химические источники тока для питания средств связи. Москва, 1949, стр. 150.

ქიმიური ტექნოლოგია

პ. ჯაფარიძე და ლ. ღრაბინი

სულფიტცეფალოზის წარმოების გადამუშავებული თუთქის
ელექტროქიმიური დაზღა და მისი ქიმიკალური გამოყენება

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა რ. აგლაძემ 18.12.1949)

მცენარეთა მასალის დელიგნიფიკაცია ამჟამად უმთავრესად სულფიტური და სულფატური ხერხით ტარდება. სახარშ სითხეთა მომზადებისათვის გამოსავალ მასალად ამ დროს პირველ შემთხვევაში კირქვა და გოგირდოვანი აირი იხმარება, მეორე შემთხვევაში კი ნატრიუმის ტუტე და ნატრიუმის სულფიდი (Na_2S).

ცნობილია, რომ სახარშ სულფიტურ სითხეში კალციუმის კათიონის შეცვლა Na ან NH_4 კათიონებით გაცილებით აუმჯობესებს ცელულოზის წარმოების ეკონომიურ მხარეს. ამის შესახებ არსებობს საკმარისი რაოდენობა მონაცემებისა და გამოკვლევებისა [1]. აქ მხოლოდ საჭიროა ფუძის რეგენერაციის საკითხის დამაკმაყოფილებელი გადაჭრა, რაც, რა თქმა უნდა, სასურველი იქნებოდა შეკავშირებული ყოფილიყო ნამუშევარი თუთქის მშრალი ნაწილის გამოყენებასთან, რომელიც გარდა მინერალური ნივთიერებებისა შეიცავს ხის მასალის ორგანული ნაწილის დაახლოებით 50%-ს—მასალისა, რომელიც გადაუშავდება ცელულოზად.

ამ შრომაში განხილულია ნამუშევარი თუთქის მშრალი ნაწილის გამოყენების შესაძლებლობა, რისთვისაც ის იშლება ელექტროქიმიური ხერხით. ეს იძლევა შესაძლებლობას მივიღოთ ნამუშევარ თუთქში მყოფი ფუძე ცალკე, სუფთა ნატრიუმის ტუტის სახით. თუთქის დანარჩენი რაოდენობა რჩება სითხედ, რომელიც დემინერალიზებულ, ქიმიურად სახეშეცვლილ იმავე თუთქს წარმოადგენს.

ცელულოზის წარმოების ნამუშევარი თუთქის გამოყენება, დამყარებული მის ელექტროქიმიურ დაზღაზე, ერთნაირად გამოსადეგია სულფიტური, სულფატური ან ნატრონული ხერხით ცელულოზის წარმოებისათვის. ამ სტატიის მიხედვით ეს საკითხი განხილულია მხოლოდ ცელულოზის წარმოების სულფიტური ხერხის მიმართ.

ნამუშევარი სულფიტის თუთქის შედგენილობის შესახებ

კლასონი [2] ერთ ტონა ცელულოზაზე მისი 45% მის რაოდენობით გამოსავლიანობის დროს იძლევა ნამუშევარი თუთქის მშრალ ნაწილის შემდეგ შედგენილობას: ლიგნინი—644,0 კგ, ნახშირწყლები—311,0 კგ, ლიგნინთან შეკავშირებული SO_2 —235,0 კგ, CaO —102,0 კგ, ფისები და ქონები—78,0 კგ, პიტინები—15,5 კგ.



მაშინ როდესაც თუთქის სიმკვრივე შეადგენს 6—6,5 Be-ს და ხვედრითი წონა—1,045—1,05, მშრალ ნივთიერებათა რაოდენობა მასში უდრის 10—11%-ს აქედან 88% ორგანული ნივთიერებებია და 12% ნაცარი. შაქრის შეცულობა მშრალ ნივთიერებაში უდრის 21,7%-ს, ლიგნინსულფონმჟავასი—60%-ს, ძმრის მჟავასი—0,15—0,73%-ს, ჭიანჭველას მჟავასი—0,008—0,016%-ს.

გოგირდის რაოდენობა ნამუშევარ თუთქში დამოკიდებულია სახარში სულფიტური მჟავას სიმკვრივეზე. უკანასკნელის სხვადასხვა გამოსახულების მიხედვით გოგირდის ხარჯი 100 გ ხის მასალაზე იცვლება 5-დან 12,5 გრამამდე. გაცილებით მეტია გოგირდის ხარჯი, თუ ხმარობენ სახარში მჟავას გოგირდოვანი აირისა და სულფიტის დიდი შემცველობით. ამ მიზეზების გამო გოგირდოვანი აირის პროცენტული შემცველობა ნამუშევარ თუთქში შეიძლება სხვადასხვანაირი იყოს. ბეიზრემი, ცე დერ ფისტი და პრობეკი იძლევიან 100 მლ ნამუშევარი ნატრიუმისულფიტური თუთქისათვის შემდეგ შედეგნილობას: მშრალი ნივთიერებანი—14,30 გ, ნაცარი Na_2SO_4 -ის სახით—4,334 გ, გოგირდის მთლიანი რაოდენობა—1,592 გ, გოგირდის რაოდენობა, მოცემული სულფატის სახით—0,326, გოგირდის აქროლადი ნაერთების სახით—0,214. კლასონის აზრით, გოგირდოვანი აირის მინიმალური ხარჯი 100 გ ხის მასალაზე 10,6 გრამია.

თუ ხარშვა ტარდება ნატრიუმისულფიტის ან ამონიუმისულფიტის ხსნარში, არ არის რაიმე არსებითი განსხვავება თუთქის შედეგნილობაში, გარდა იმისა, რომ აქ ხდება კალციუმის ფუძის ნატრიუმის ან ამონიუმის ფუძით შეცვლა შენაერთებში, რომლებიც შეადგენენ ნამუშევარ თუთქს. ნატრიუმისფუძიანი ხის მასალის სულფიტური ხარშვის შედეგად მიღებულ ნამუშევარი თუთქის მინერალური ნაწილი მოცემულია ნატრიუმის გოგირდოვან და გოგირდის მჟავათა მარილების სახით. მეთილის სპირტისა და ფურფუროლის ყოფნა გადამუშავებულ თუთქში ამ შემთხვევაში იგივეა, რაც ჩვეულებრივად ხარშვის დროს მიღებულ თუთქში.

გადამუშავებული სულფიტური თუთქიდან ფუძის რეგენერაცია ელექტროლიზის საშუალებით

სულფიტური თუთქის ელექტროლიზის დროს აუცილებელია მხედველობაში იყოს მიღებული მისი თავისებურებანი. ასე, მაგალითად, ცნობილია ლიგნინსულფონმჟავას განწყობილება ასოციაციისადმი [3]. მას აქვს თვისება მოგვეცეს კოლოიდური ხსნარები მაშინაც კი, როდესაც ის მეტად განხვევებულია და თითქმის მოცემულია სისტემის სახით, სადაც კოლოიდური მდგომარეობა მოყვანილია წონასწორობაში მოლეკულურ დისპერსიულ მდგომარეობასთან, უკანასკნელი კი იონებთან. ცნობილია, რომ ნატრიუმლიგნინსულფონმჟავა მეტად მცირედ იშლება ჰიდროლიზურად. ლიგნინსულფონმჟავას ბარიუმის მარილის დაშლის პოტენციალი არის 2,23V, მაშინ როდესაც ძლიერ მჟავათა ტუტემიწის მარილების დაშლის პოტენციალი 2,2V შეადგენს. ამ მონაცემთა საფუძველზე შეგვიძლია დავამტკიცოთ, რომ ლიგნინსულფონმჟავა ძლიერი მჟავაა და რომ მისი მარილის ელექტროლიზის პროცესი ძლიერ მჟავათა და ძლიერ

ტუტეთა მარილების ელექტროლიზის ანალოგიური უნდა იყოს. ლიგნინსულფონმჟავას ფუძიანობა ჯერ კიდევ არ არის ზუსტად დადგენილი. კლასონი და მელანდერი იმ დასკვნამდე მივიდნენ, რომ ლიგნინსულფონმჟავა ერთფუძიანია. კენიგ იმტკიცებს, რომ ეს მჟავა ორფუძიანია და ეყრდნობა ლიგნინსულფონმჟავასა და გოგირდის მჟავას ელექტროგამტარებლობის მრუდეთა მსგავსებას.

ჩვენ მიერ ჩატარებულ ცდებში ელექტროქიმიურად იშლებოდა ნამუშევარი თუთქი, რომელიც მიღებული იყო ნაძვის ხის მასალის ნატრობისულფიტური ან ამონიუმბისულფიტური ხერხით ხარშვით ავტოკლავში. ისეთივე ცდები ჩატარებული იყო გადამუშავებული კალციუმისფუძიანი სულფიტური თუთქის მიმართ, რომელიც ჩამოტანილ იქნა ენგურქედალდკომბინატიდან.

პირველი ცხრილის მონაცემები გვიჩვენებს ფუძის, მშრალ ნივთიერებათა და გოგირდის შემცველობას ჩვენ მიერ გამოცდილი ნამუშევარი თუთქების ნიმუშებში, რომლებიც იშლებოდნენ ჩვენ მიერ ელექტროქიმიური წესით. ამ მონაცემებს მნიშვნელობა აქვს ელექტროლიზის შედეგების შეფასებისათვის და ფუძის რეგენერაციის ხარისხის განსაზღვრასთან ერთად გოგირდოვანი მჟავას რეგენერაციის ხარისხის განსაზღვრისათვის (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

ს.წ. რიგზე	თუთქის დასახელება	ნამუშევარი თუთქის ძირითადი დახასიათება				თუთქის მშრალი ნაწილის შედგენილობა				
		ხედილი წონა 20	მშრალ ნივთიერებათა შემცველობა %	გოგირდის საერთო შემცველობა %	ფუძის შემცველობა %	ნატრიუმობა %	ორგანული ნივთიერება %	ნატრიანობა %	სტაგირი %	ფუძე %
1	ნატრიუმისფუძიანი ნამუშევარი სულფიტური თუთქი. ავტოკლავური ნახარში	1,04	7,8	1,25	0,815	1,65	75,3	24,7	16,0	10,5
2	ამონიუმბისფუძიანი ნამუშევარი სულფიტური თუთქი. ავტოკლავური ნახარში	1,04	7,5	1,80	0,70	1,56	77,1	22,9	17,3	9,4
3	კალციუმისფუძიანი ნამუშევარი თუთქი ენგურის კომბინატიდან	1,04	8,0	1,40	0,05	1,28	83,0	17,0	17,5	6,9

ნამუშევარი სულფიტური თუთქი 100 მლ რაოდენობით ისხმებოდა ელექტროლიზერის ანოდურ არეში. კათოდის არე გამოხდილი წყლით ივსებოდა ანოდური არის სულფიტური თუთქით შევსების სიმაღლემდე. ამ დროს გამოხდილი წყლის რაოდენობა 300 მლ უდრიდა; როდესაც ასეთი წესით მოწყობილი დანადგარი შეუერთდება მუდმივი დენის წყაროს, იწყება ფუძის გამოყოფის პროცესი ანოდური არიდან კათოდურ არეში.

ტუტის კონცენტრაციის ზრდის მსვლელობა კათოდის არეში ელექტროლიზის წარმოების პერიოდში და აგრეთვე დენის ძალისა და დაძაბულობის ცვლილებები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

ელექტროლიზის დრო წუთებით	დაძაბულობა ელექტროდებზე ვოლტებით	დენის ძალა ამპერებით	დენის სიმკვირვე მა/სმ ²	ელექტროლიტის ტემპერატურა C გრადუსობით	ფუძის კონცენტრაცია კათოლიტში Na ₂ O-ის %
0	15	0,3	2,7	16	0,00
10	11	1,9	17	16	0,07
20	10	2,2	20	18	0,13
30	9	2,4	21	18	0,18
40	9	2,5	22	20	0,20
50	8,5	2,7	24	25	0,22
60	8,0	2,7	24	25	0,22
70	8,0	2,8	25	30	0,23
80	8,0	2,9	26	32	0,24
90	8,0	2,9	26	35	0 24

დენის ძალის რეგულირებით მუშა დაძაბულობა მოყვანილია მინიმუმამდე და გამოიხატება 5—5,5V. ამ შემთხვევაში ხანგრძლიობა ტუტის რაც შეიძლება მთლიანად გამოყოფისა 100 მლ ნამუშევარი თუთქიდან 90 წუთს უდრის. ამ მონაცემებიდან ენერჯის ხარჯი 1 კვ Na₂O-ზე 10—12 კვ საათს შეადგენს. უნდა ვიფიქროთ, რომ ეს არ არის ენერჯის ხარჯის მინიმუმის ზღვარი, თანამედროვე წარმოებებში, სადაც კაუსტიკურ სოდას სუფრის მარილიდან ამზადებენ, ენერჯის ხარჯი 1 კვ. Na₂O-ზე ზოგიერთ შემთხვევაში 3 კვ საათამდე დადის. რა თქმა უნდა, აქ დიდი მნიშვნელობა აქვს აპარატურას და სხვა ტექნიკურ პირობებს, რომლებსაც შეუძლიათ შესაძლებელი გახადონ ენერჯის ხარჯის მინიმუმამდე მიყვანა.

კათოდური სულფიტური თუთქი წარმოადგენს ყვითელ, ბზისფერ გამქვირვალე სითხეს, რომელიც მეტად მკირე რაოდენობით შეიცავს ორგანულ ნივთიერებებს. მისი კონცენტრაცია Na₂O-ს მიმართ შეიძლება სურვილისამებრ დადგენილ იყოს უშუალოდ ელექტროლიზის დროს.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდები გვაჩვენებს, რომ ელექტროლიზის დროს, თუკი კათოდური სითხე გამოუცვლელი დარჩება, შესაძლებელია დემინერალიზაციის ჩატარება რამდენიმე წყება ნამუშევარი თუთქისათვის. ამ პირობებში ფუძის რეგენერაციის ხარისხი არ იცვლება და კათოლიტის კონცენტრაცია შეიძლება დაყვანილ იქნეს სასურველ ზღვრამდე, რომელიც უზრუნველყოფს სულფიტური ხარშის საუკეთესო პირობებს.

ჩაი დ ე ს ტ ე რ ი ს გამოკვლევის თანახმად, ასეთ კონცენტრაციად ითვლება Na₂O-ს 2⁰/₁₀-ის შემცველობა სახარშ სულფიტურ თუთქში. ნ. ნე პ ე ნ ი ს ა და მ. ე ლ ი ა შ ბ ე რ გ ი ს [4] დაკვირვებით, სულფიტური ხარშვა ნატრიუმის ფუძით სრულიად დამაკმაყოფილებლად მიმდინარეობს მაშინაც, როდესაც სახარშში სითხე 0,5—0,6⁰/₁₀ Na₂O-ს შეიცავს.

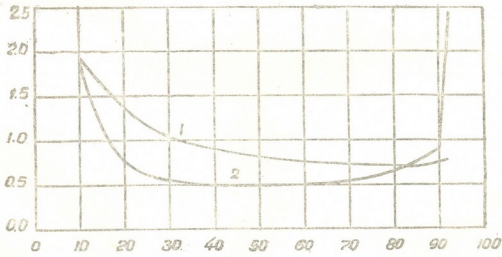
ჩვენ მიერ გამოთვლილია აგრეთვე ფუძის რეგენერაციის ხარისხი. ის გამოისახება 96,0%-ით; ქიმიურ შენაერთთა დანარჩენი რაოდენობა, როგორც ნათქვამი იქნება ქვემოთ, ბრუნდება სულფიტის სახით ანოდის არეში და, ამგვარად, ფუძის რეგენერაციის ფაქტობრივი ხარისხი 100%-ს შეადგენს.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ანოდიტში სულფატის დამატება არ ახდენს გავლენას ფუძის რეგენერაციის ხარისხზე. სულფატი ამ პირობებში, ისე როგორც ნატრიუმლიგნინსულფონმჟავა, გზავნის თავის კათიონს კათოდის არეში. ამგვარად, ქიმიკატების დანაკარგთა შევსებისათვის ქარხანაში დანამატი სულფატის სახით შეიძლება მოწოდებულ იქნეს უშუალოდ ელექტროლიზერის ანოდურ არეში გადამუშავებულ თუთქთან ერთად.

ელექტროქიმიური ხერხით დემინერალიზებული
სულფიტური თუთქის უტილიზაცია

ელექტროქიმიის გამოყენება ნამუშევარი ნატრიუმისულფიტური თუთქის საწარმოო გადამუშავების პროცესების მიმართ არ განისაზღვრება ფუძის რეგენერაციით. კათოდური თუთქის გარდა, რომელიც შეიცავს ფუძეს ნატრიუმის ტუტის სახით, ელექტროლიზის შედეგად მიიღება ანოდური თუთქი, რომელიც ქიმიურად სახეშეცვლილ და ფუძისაგან განთავისუფლებულ იმავე ნამუშევარ სულფიტურ თუთქს წარმოადგენს. თვისობრივი და რაოდენობრივი შესწავლა პროდუქტებისა, რომლებიც მიიღება ასეთი სითხის (ანოდური თუთქი) უბრალო გამოხდით, გვიჩვენებს მათ განსაკუთრებულ ღირებულებას [5].

100 მლ ანოდური თუთქის გამოხდით ჩვენ მიერ მიღებული იყო 92 მლ უფერო, გამჭვირვალე, ცხარე სუნის მქონე სითხე. დუღილი და გამოხდა განსაკუთრებით წყნარად მიმდინარეობს. ამ დროს არა აქვს ადგილი ამოქცევებს,



ნახ. 1

აქაფებას ან მწველავი გარსის გაჩენას, რომლებიც აძნელებენ ჩვეულებრივი სულფიტური თუთქის ამოწრობას. გამოხდის პროცესში დუღილის წერტილი მოთავსებულია 97—99°C ფარგლებში.

გამოხდილ სითხეში აღმოჩენილი იყო ქროლადი ორგანული მკავეებისა და ალდეჰიდების საგრძნობი რაოდენობა. გრაფიკზე (ნახ. 1) მოყვანილია ორგანულ მკავეათა საერთო შემცველობის ცვლილება გამოხდის პროცესში (მრუდი 1) და მათი შემცველობა ნახადის ფრაქციებში, რომლებიც იღებოდა 10 მლ რაოდენობით (მრუდი 2).

გამოხდილი სითხის ცალკეული ნიმუშების შესწავლის შემდეგ ჩვენ მიერ დადგენილი იყო, რომ აქროლად ორგანულ მკავეათა შემცველობა ნახადში, ვადაანგარიშებული ძმრის მკავეაზე, 1,0—1,1% მდე აღის. ამ ანგარიშით 100 მლ ვადაამუშავებული თუთქი იძლევა 0,55 გ ორგანულ მკავეებს, გამოყოფილს სუფთა სახით.

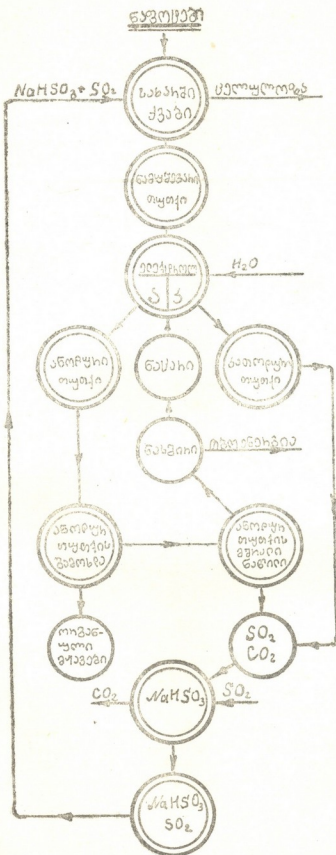
იმის შემდეგ, რაც ანოდური თუთქიდან მთლიანად გამოიხდება თხევადი ფაზა, იწყება მისი მშრალი ნაწილის თერმული დაშლის პროცესი. ამ მომენტის განსაზღვრა მეტად საკიროა. ამ მომენტის მიღწევის შემდეგ მშრალი ნარჩენის თავზე რეტორტაში გაჩნდება სუსტი კვამლი და იწყება პიროგენეტული წყლის გამოყოფა არაკონდენსირებად აირად პროდუქტებთან ერთად, რომლებიც უმთავრესად გოგირდოვანი აირიდან შედგებიან. SO_2 -ს გამოყოფის პროცესი არ არის ხანგრძლივი. 30—40 წუთის შემდეგ თუთქის დანახშირებული მშრალი ნაწილი შეიცავს მხოლოდ 3,6% გოგირდს. ამის შემდეგ SO_2 -ის გამოყოფა მეტად ნელა მიმდინარეობს. ზოგიერთი შემთხვევისათვის შემჩნეულია ელემენტარული გოგირდის აორთქლება და მისი გამოყოფა მაცივრის კედლებზე. SO_2 -ის კონცენტრაცია აირებში დიდია (30—35%). ცხადია, რომ ასეთი პროცესის არსებობა შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ნამუშევარ სულფიტურ თუთქში მყოფი SO_2 -ის რეგენერაციისათვის.

ანოდური თუთქი 100 მლ ორგანულ მკავეათა გარდა, რის შესახებაც უკვე ნათქვამია ზემოთ, შეიცავს 1,66 გ SO_2 -ის, 4,55 გ ნახშირს, 0,35 გ CO_2 -ის, 1,49 გ (1,2 ლიტრ) სხვა აირებს და დაახლოებით 2 გ პიროგენეტულ წყალს. ამ ხერხის ერთ შესანიშნავ მხარეს წარმოადგენს სახარში მკავეას ნატრიუმბისულფიტის სახით რეგენერაციის შესაძლებლობა. ეს იძლევა 175—180 კგ SO_2 -ის ეკონომიას ერთ ტონა ცელულოზაზე, ანდა 18 ტონა SO_2 -ს დღეღამეში ქარხნისათვის, რომლის წარმოადგენს 100 ტონა ცელულოზას უდრის დღეღამეში.

განსაკუთრებით მწვავედ დგას ნამუშევარი სულფიტური თუთქიდან SO_2 -ს რეგენერაციის საკითხი, როდესაც ხარშვის დროს ვსარგებლობთ ისეთი მკავეათი, რომელიც შეიცავს OS_2 -ის პოცენტულ დიდ რაოდენობას. როგორც ცნობილია, ასეთი ხარშვა გოგირდის დიდ ხარჯს იწვევს.

ინტერესს წარმოადგენს აგრეთვე ნახშირი, რომელიც მიიღება ანოდური თუთქის მშრალი ნაწილისაგან მისი მნიშვნელოვანი დესულფურაციის შემდეგ. ეს ნახშირი წარმოადგენს ფორიან მეტად მჩატე, შავად მზინავ ნივთიერებას. მისი ნატრიანობა არის 8—10%, ადვილად იხეხება და იძლევა წმინდა ფხვნილს, რომელიც ჰაერზე ინტენსიურად იწვის, ასეთი ნახშირი შეიძლება მრავალგვარად იქნეს გამოყენებული.

ელექტროქიმიური ხერხი ნამუშევარი სულფიტური თუთქის კომპლექსური გამოყენებისა საშუალებას იძლევა, ამგვარად, ხელშემშლელი და მკენე გა-



ნახ. 2.

დანაყარიდან—ნამუშევარი სულფიტური თუთქიდან—გამოყვით ფუძე მთლიანად, გოგირდოვანი აირი (SO_2) 80%-ით და ამას გარდა გამოვიმუშაოთ ერთ ტონა ცელულოზაზე 100 კგ აქროლადი ორგანული შეავები და დაახლოებით 500 კგ ნახშირი. ნამუშევარი სულფიტური თუთქის ელექტროქიმიური დაშლისა და მისი კომპლექსური გამოყენების პროცესების თანამიმდევრული სქემატური გამოხატულება, ჩვენ მერ წარმოდგენილი ხერხის მიხედვით, მოკვანილია ნახ. 2-ზე. ამ პროცესების ეკონომიური ანალიზი და ტექნიკური გამოყენება სიძნელეს არ წარმოადგენს. ეს ნათელს ხდის ნამუშევარი სულფიტური თუთქის ამ ხერხით გადამუშავების უპირატესობას სხვა ხერხებთან შედარებით.

როგორც სქემაზე ჩანს, ნამუშევარი თუთქი იშლება ელექტროქიმიურად, რის შედეგად წარმოიქმნება ანოდური და კათოდური თუთქი; უკანასკნელი ნატრიუმის ტუტის ხსნარს წარმოადგენს და SO_2 -ის მშთანთქმელ საშუალებად იხმარება. SO_2 მიიღება ანოდური თუთქის მშრალი ნაწილის თერმული დაშლის შედეგად. ამ გზით მიიღება ნატრიუმის ბისულფიტი, რომელიც გოგირდოვანი აირის დამატებით გამდიდრების შემდეგ იხმარება სახარშ სითხედ. ანოდური თუთქის გამოხდის გზით წარმოიქმნება, ერთი მხრივ, ორგანული შეავები, მეორე მხრივ მშრალი, მაგარი ნაწილი თუთქისა, რომელიც თავის მხრივ თერმული დაშლით გამოყოფს SO_2 -ს და, ამას გარდა, მოგვეცემს ნახშირს. SO_2 , როგორც უკვე იყო ნათქვამი, ნატრიუმის ტუტესთან, კათოდურ თუთქთან იძლევა ბისულფიტს. ნახშირი იწვის, რის შედეგად გამოყოფილი სითბო შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მოთხოვნილებებისამებრ, ნაცარი კი ბრუნდება ანოდურ არეში და იშლება ნამუშევარ თუთქთან ერთად ელექტროლიზის მსვლელობის დროს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 18.12.1949)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. Н. Джанаридзе. Регенерация варочных жидкостей, приготовленных на натриево-основании. Бумажная промышленность, № 1, 1948.
2. Л. И. Гембицкий и Л. А. Крауц. Основные пути использования сульфитных шелоков. Москва, 1937.
3. Э. Хеглунд. Химия древесины. Москва, 1933, стр. 113—202.
4. Н. Н. Непенин и М. Г. Элиашберг. Отчет НИС-а ЛТА им. С. М. Кирова. Варка целлюлозы на натриево-основании. Ленинград, 1941.
5. П. Н. Джанаридзе и Л. А. Дракнин. Авторское свидетельство № 75131. Москва, 1949.

გომგრაფია

ა. სკმოტოვი

მდინარეთა ნაფენის შედგენილობის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ალ. ჯავახიშვილმა 27.3.1950)

საბჭოთა საქართველოს სახალხო მეურნეობის სოციალისტური განვითარება განაპირობებს ქვეყნის ბუნებრივ სიმდიდრეთა, კერძოდ ჩვენი მდინარეების უზარმაზარი წყლის რესურსების გამოყენებას.

ერთ-ერთ ელემენტს, რომელიც მდინარესა და მის აუზს ახასიათებს, მდინარეთა ნაფენის რაოდენობა და შედგენილობა წარმოადგენს.

საქართველოს მდინარეებზე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა მშენებლობისა და მათი ექსპლოატაციის დროს იძულებული ვართ ანგარიში გავუწიოთ მდინარეთა ნაფენს. მდინარეთა წყლის სარწყავად გამოყენების დროს მდინარეთა ნაფენის გარკვეული ნაწილი ილექება მიწდებებზე და ასე თუ ისე ცვლის სარწყავ ნიადაგების თვისებებს.

კოლხიდის ამოშრობის დროს მდინარე რიონის ნაფენი გამოიყენება ნიადაგების შესაქმნელად დაბლობის სანაპირო ნაწილის შედარებით დაბლა განლაგებული ნაკვეთების ამალეებით. ამ გზით (კოლმატაციის მეთოდით) იქმნება ძვირფასი სუბტროპიკული კულტურებისათვის გამოსადეგი ნიადაგები [3].

და თუ ამასთანავე მხედველობაში მივიღებთ, რომ საქართველოს ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ფართობები დაფარულია მდინარეთა ალუვიური ნალექებით, ნათელი გახდება როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა მდინარეთა ნაფენის შედგენილობის ცოდნისა.

ამასთანავე ჩვენი ცოდნა საქართველოს მდინარეების ნაფენის შედგენილობის შესახებ ძალიან შეზღუდულია და ხშირად არ სცილდება მისი მექანიკური შედგენილობის დახასიათებას.

წინამდებარე სტატიაში მოცემულია ზოგიერთი შედეგი მდინარე რიონის ნაფენის შედგენილობის გამოკვლევისა, რომელიც ჩვენ ჩავატარეთ კოლხიდაში კოლმატაციის ამოცანებთან დაკავშირებით, „კოლხიდშენის“ დავალებით და მისივე სახსრებით. აქ ჩვენ შევჩერდებით საკითხის ერთ-ერთ მხარეზე: იმის გამორკვევაზე, თუ რა კავშირია მდინარის ნაფენის შედგენილობის დინამიკასა და მდინარის აუზში ფიზიკურ-გეოგრაფიულ და, ნაწილობრივ, საწარმოო პირობებს შორის.

მდინარე რიონის ნაფენის გამოკვლევის დროს ჩვენ შემდეგი მეთოდით ვივიღეთ: ნაფენის ნიმუშებს ვიღებდით ყოველ დეკადაში მთელი წლის განმავ-

ლობაში, 100 ლიტრი მდინარის წყლიდან ნაფენის დალექვის საშუალებით. დალექილ ნაფენს ვაგროვებდით, ვაშრობდით და ანალიზს ვუკეთებდით. ნაფენში განისაზღვრებოდა: მექანიკური და მიკროაგრეგატური შედგენილობა, 0,01 მმ მეტი ფრაქციის მინერალოგიური შედგენილობა, კარბონატების, ჰუმუსის, აზოტისა და ფოსფორის შემცველობა (მთლიანისა და მცენარისათვის მისაწვდომისა), შთანთქმის ტევადობა და შთანთქმული კათიონების შედგენილობა, მიკრობიოლოგიური მოქმედების ინტენსივობა, მექანიკური ფრაქციების ქიმიური შედგენილობა.

ამ ანალიზების ზოგიერთი შედეგი (საშუალო თვიურზე გადაანგარიშებული) მოყვანილია 1-ელ ცხრილში.

როგორც გამოკვლევებმა გვიჩვენა, მდ. რიონის ნაფენი უმთავრესად მსუბუქი თიხებისაგან შედგება (43,4% ყველა გაანალიზებული 36 ნიმუშისა); მძიმე თიხნარები შეადგენს 23,3%-ს, ასეთივეა საშუალო თიხათა პროცენტი და, ბოლოს, მძიმე თიხები შეადგენს 10%-ს.¹

ნაფენის კოლოიდური ფრაქციის (<0,001 მმ) შემცველობა ნაფენში ფართო ფარგლებში მერყეობს—21-დან 41%-მდე. კოლოიდური ფრაქციის განსაკუთრებით მაღალ შემცველობას იანვარ-თებერვალში ვამჩნევთ (იხ. 1-ლი ცხრილი).

როგორც გამოანგარიშებამ გვიჩვენა, კოლოიდების შემცველობის გადიდებასთან ერთად იზრდება ჰუმუსის შემცველობაც და დიდდება ნაფენის მიკროაგრეგატობა, კარბონატების შემცველობა კი მცირდება.

ნაფენის მიკროაგრეგატული შედგენილობა წლის განმავლობაში მკვეთრად იცვლება. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ნაფენის ყველაზე უკეთეს მიკროაგრეგატობას შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში (ნოემბერი-თებერვალი) ვამჩნევთ, ყველაზე დაბალს—ზაფხულ-შემოდგომის თვეებში (ივნისი—ოქტომბერი).

როგორც მინერალოგიურმა ანალიზმა გვიჩვენა, ნაფენის მთავარი მასა (ფრაქცია>0,01 მმ) შედგება სუსტად გამოფიტული „ქანური“ მინერალებისაგან. მდ. რიონის ნაფენისათვის დამახასიათებელია უმნიშვნელო შემცველობა კვარცისა (2—10%) და კაჟოვანი ქანების ნამტვრევებისა (2%-მდე). კარბონატების საშუალო შემცველობა შეადგენს 8,1%. ამასთანავე ვამჩნევთ საგრძნობ მერყეობას: 5,0-დან 11,4%-მდე.

ნაფენში ჰუმუსის საშუალო შემცველობა 2,08%-ს უდრის. იგი მერყეობს 1,48—3,07%-ის ფარგლებში. ფოსფორს შეიცავს 0,1912%-ს, აზოტს—0,151%-ს; ამასთანავე ნახშირბადის აზოტთან შეფარდება 8,3 შეადგენს, რაც მიგვითითებს ნაფენის ორგანული ნივთიერების ჰუმინფიკაციის მაღალ ხარისხზე და მის ნიადაგურ წარმოშობაზე.

მდ. რიონის ნაფენი ხასიათდება კათიონების შთანთქმის მაღალი ტევადობით (53—73 მეკვ. 100 გ ნიმუშზე) და სუსტად გამოხატული მიკრობიოლოგიური მოქმედებით, რომელიც სწრაფად იზრდება ნაფენის ზედაპირულ ჰორიზონტებში მისი დალექვის შემდეგ.

მდ. რიონის ნაფენის შედგენილობის გამოკვლევის შედეგები, რომლებიც აქ მოკვლედაა გადმოცემული, ნებას გვაძლევს გავაკეთოთ რიგი დასკვნები



პერიოდი	თვე	ნაფენების შედგენილობა				ნაფენებით მდინარის კვების ზონა	ცვლილებანი ნაფენების შედგენილობაში წინა პერიოდთან შედარებით
		ჭუჭუსი	კარბონატები	კოლოიდების შემცველობა (კარბონატები < 0,001 მმ)	სიკონკრეტული შედგენილობა ფრაქციები < 0,05 მმ		
შემოდგომა-ზამთრის	ნოემბერი	2,33	7,2	31,55	13,23	უპიკრესი; შემოფარგლულია იმ ტერიტორიით, სადაც წელიწადის ამ პერიოდში თხევადი ნალექები კარბობს (ქარიზონტალური 1000 მ ზღ. დონიდან). ზონაში შედარებით დიდი პროცენტია ნახავი მიწებისა, კარბობს სათიბნი ევლტურები (სინინი), სუბტროპიკული კულტურების პლანტაციები და ფნაზები, რომელნიც წლის ამ პერიოდში მოვლებული არიან ბალახეულ მცენარეულობას. კარბობს მძიმე კარბონატული ნიადაგები	1) კოლოიდური ფრაქციის შემცველობის გაზრდა (მაქსიმალურამდე) 2) ჭუჭუსის შემცველობის გაზრდა (მაქსიმალურამდე) 3) მიკროაგრეგატობის სატრანზიტი მომატება (მაქსიმალურამდე) 4) კარბონატების შემცველობა (მინიმალურამდე)
	დეკემბერი	2,03	7,2	28,47	—		
	იანვარი	2,36	7,9	35,52	30,74		
	თებერვალი	2,35	7,9	34,00	22,75		
საშუალო ამ პერიოდისათვის		2,27	7,55	32,38	22,24		
გაზაფხულის	მარტი	2,17	8,7	29,32	—	შემოდგომა-ზამთრის პერიოდთან შედარებით ფართოვდება, ვინაიდან თოვლი დნება საშუალო მთებში (1000—2000 მ ზღ. დ.), რომლებიც საფარისი ნაწილი კირიან-კარსტულია. ნალექების განსაზღვრული რაოდენობა ზონაში 1000 მ დაბლა აგროფეთე ამცირებს ამ ზონის ხედრით წონას ნაფენებით მდინარის კვების ნიჩივ	1) კოლოიდური ფრაქციის შემცირება (მინიმალურამდე) 2) ჭუჭუსის შემცველობის შემცირება (მინიმალურამდე) 3) მიკროაგრეგატობის შემცირება 4) კარბონატების შემცველობის მომატება (მაქსიმალურამდე)
	აპრილი	1,93	9,0	25,33	—		
	მაისი	2,01	8,8	26,25	8,91		
საშუალო ამ პერიოდისათვის		2,04	8,8	26,97	8,91		
ზაფხულ-შემოდგომის	ივნისი	2,14	7,2	32,80	8,35	უპიკრესი; შეიცავს მდინარის მთელ აუზს გარდა თოვლის მუდმივი საფარველისა. ნიადაგის ხედაობი ამ პერიოდში ვეღაზე უფრო აოსს დაკული ჩამორეცხვისაგან, ვინაიდან ბალახეული მცენარეულობა განვითარებული	1) კოლოიდური ფრაქციის შემცველობის გადიდება 2) ჭუჭუსის შემცველობის შემცირება (მინიმალურამდე) 3) მიკროაგრეგატობის შემცირება (მინიმალურამდე) 4) კარბონატების რაოდენობის შემცირება
	ივლისი	1,89	8,0	32,98	8,24		
	აგოსტო	2,00	8,2	29,86	3,58		
	სექტემბერი	1,92	8,6	29,61	—		
	ოქტომბერი	1,83	8,6	29,24	4,05		
საშუალო ამ პერიოდისათვის		1,96	8,1	30,90	6,06		
საშუალო წლიური		2,08	8,1	31,16	12,48		

დამამუშავებელი: ი. ანდუკელი

როგორც კოლმბატაციის ამოცანებთან, ისევე სხვა სახალხომეურნეობრივი პრობლემების გადაჭრასთან დაკავშირებით. ჩვენ არ შეეჩერდებით ამ საკითხის ყველა მხარეზე. ჩვენ გვინდა მხოლოდ ყურადღება მივაქციოთ წლის განმავლობაში ნაფენის შედგენილობის შეცვლას, ნაფენის შედგენილობის დინამიკას, რომელიც მდინარის აუზში რიგ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პროცესებს ახასიათებს, კერძოდ დენუდაციის პროცესებს.

ამ თვალსაზრისით, როგორც ცხრილიდან ჩანს, წლიური ციკლი შეიძლება დავყოთ სამ ჰიდროლოგიურ პერიოდად: შემოდგომა-ზამთრის, რომელიც 4 თვეს შეიცავს (ნოემბერი—თებერვალი), გაზაფხულის, რომელიც 3 თვეს შეიცავს (მარტი—მაისი), და ზაფხულ-შემოდგომის, რომელიც 5 თვეს შეიცავს (ივნისი—ოქტომბერი). როგორც ცხრილიდან ჩანს (იხ. უკანასკნელი სვეტი), ყოველი ამ პერიოდის დასაწყისში ადგილი აქვს ნაფენის შედგენილობის მნიშვნელოვან შეცვლას. ასე, მაგალითად, შემოდგომა-ზამთრის პერიოდის დასაწყისში ნაფენში იზრდება კოლოიდური ფრაქციის შემცველობა (3 ჰიდროლოგიური პერიოდისათვის მაქსიმალურ სიდიდემდე), მატულობს ჰუმუსის შემცველობა (მაქსიმალურამდე), მკვეთრად მატულობს ნაფენის მიკროაგრეგატა (მაქსიმალურამდე), მცირდება ნაფენში კარბონატების რაოდენობა (მინიმალურამდე). ამრიგად, ჩვენ მიერ გამოყოფილი ყოველი ჰიდროლოგიური პერიოდი ხასიათდება მდინარის ნაფენის განსაზღვრული შედგენილობით, რომელიც იცვლება შემდეგი ჰიდროლოგიური პერიოდის დადგომისთანავე.

რით შეიძლება აიხსნას მდინარის ნაფენის შედგენილობის ასეთი სეზონური ცვლილებანი?

იმისათვის, რომ ავხსნათ მდინარის ნაფენის შედგენილობის ასეთი დინამიკა, საჭიროა განვიხილოთ საკითხი მდინარის ნაფენით კვების ზონების შესწავლის და ამ ზონების ჰიდროლოგიურ პერიოდებში შეცვლის თვალსაზრისით. ამასთანავე საჭიროა მხედველობაში მივიღოთ მდინარის აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების მთელი ერთობლიობა და ამ აუზში ნიადაგური საფარის მდგომარეობა ადამიანის სამეურნეო მოქმედებებთან დაკავშირებით.

აქედან გამომდინარე, უპირველეს ყოვლისა საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ მდ. რიონი ნაფენით მდიდრდება უმოკლესად ორი წყაროს ხარჯზე: ჯერ ერთი, მიმდინარეობს მდინარის კალაპოტის მუდმივი გადაარეცხვა მდინარის მთიან ნაწილში და პერიოდული (წყალდიდობის დროს) დაბლობ ნაწილში; მეორეც, მდინარის ნაფენის წყარო არის ნიადაგრუნტის ჩამორეცხვა და გადაარეცხვა წვიმებისა და თავესხმების ზეგავლენით (რაც ასე ხშირია ამ რაიონში), აგრეთვე გაზაფხულ-ზაფხულის მდინარი წყლების ზეგავლენით აუზის მთიან ნაწილში.

თუ ყველაფერ ამას მივიღებთ მხედველობაში, მდინარის ნაფენის შედგენილობის შეცვლა შეიძლება აიხსნას მდინარის ნაფენით კვების ცალკეული ზონების ხვედრითი წონის შეცვლით ჰიდროლოგიურ პერიოდებში. მართლაც, შემოდგომა-ზამთრის ჰიდროლოგიურ პერიოდში მდინარის ნაფენით კვების ზონა შემოფარგლულია მუდმივი თოვლის საფარის ქვედა საზღვრით, ამ პერიოდში სახნავი მიწების მნიშვნელოვანი ფართობები ამ ზონაში მოკლებულია მცე-

ნარეულ (ბალახეულ) საფარს და ამიტომ უფრო მეტად ჩამოირეცხება ხოლმე, ვიდრე წელიწადის სხვა დროში.

ამ გარემოებათა გამო შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში მდ. რიონის ნაფენში მეტ მონაწილეობას იღებენ აუზის მთისწინა (ბორცვიანი) ზონის სახ-ნავი ნიადაგების ზედაპირული ჩამორეცხვის პროდუქტები, იქ ჭარბობს მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგები, საკმაოდ გამოტუტული (უკარბონატო), და შედარებით ნაკლებ მონაწილეობას იღებენ მდ. რიონის აუზის მთიანი ნაწილის ეროზიის პროდუქტები, რომელთაც უფრო უხეში მექანიკური შედგენი-ლობა და კარბონატების დიდი შემცველობა ახასიათებს.

ამიტომ შემოდგომა-ზამთრის ჰიდროლოგიურ პერიოდში მატულობს ჰუმუსისა და კოლოიდური ფრაქციის შემცველობა, კარბონატების შემცველობა კი კლებულობს. ამავე პერიოდში შესამჩნევად იზრდება ნაფენის მიკროაგრე-გატობა ნიადაგების ზედაპირული გადარეცხვის პროდუქტებით გამდიდ-რების შედეგად.

გაზაფხულის წყალდიდობა (მარტი-აპრილი), გაპირობებული თოვლის დნობით მუდმივი საზამთრო თოვლის საფარველის ზონაში (1000—2000 მ ზღვის დონიდან), აგრეთვე კოლხიდის დაბლობ ზონაში მშრალი პერიოდის დადგომა (აპრილი-მაისი) მკვეთრად ცვლის მდ. რიონის აუზის ზოგიერთი ზონის მონაწილეობას მდინარის ნაფენით კვებაში. ამასთანავე მატულობს ხვედ-რითი წონა საშუალო მთების ზონისა, რომელიც აქ უმთავრესად კიროვან-კარსტულია [2], და მიწათმოქმედებაც აქ უფრო ნაკლებადაა განვითარებული, ვიდრე ბორცვიან ზონაში.

ამიტომ გაზაფხულის ჰიდროლოგიურ პერიოდში საგრძნობლად მატულობს ნაფენის კარბონატობა, რომელიც აღწევს თავის მაქსიმუმს (8,9—9,0⁰/ა), და იკლებს ჰუმუსის, აგრეთვე კოლოიდური ფრაქციის შემცველობა (მინიმალურ საშუალო თვიურ სიდიდემდე). წლის ამავე პერიოდში (მარტი-მაისი) ნაფენს განსაკუთრებით მსუბუქი მექანიკური შედგენილობა აქვს.

ზაფხულ-შემოდგომის (თავსხმების) ჰიდროლოგიურ პერიოდში მდ. რიონის ნაფენი ხასიათდება კარბონატების შემცველობის მკვეთრი მერყეობით (რაც დაკავშირებულია მდინარის აუზში მშრალი და წვიმიანი ამინდის პერიოდულ შეცვლასთან), ჰუმუსის, არამალალი შემცველობით და შედარებით მძიმე მექა-ნიკური შედგენილობით, უმთავრესად ნაფენში 0,01—0,001 მ³ ფრაქციის შემ-ცველობის გაზრდის გამო.

მდ. რიონის ნაფენის შედგენილობის ასეთი შეცვლაც ზაფხულ-შემოდგო-მის პერიოდში აიხსნება მდინარის ნაფენით კვების ზონის დახასიათებით ამ ჰიდროლოგიურ პერიოდში (იხ. ცხრილი).

ყველაფერი ზემოთქმული ნებას გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ მდინარის ნაფენის შედგენილობის დინამიკის სწორად ახსნისათვის საჭიროა მხედველო-ბაში მივიღოთ ფაქტორების მთელი ერთობლიობა, რომელიც ამ დინამიკას საზღვრავს: მდინარის აუზის გეოლოგია და გეომორფოლოგია, მისი ჰიდრო-ლოგიური თავისებურებანი, ჰავა, მცენარეული საფარის ხასიათი და, ბოლოს, მდინარის აუზში მიწების სოფლის მეურნეობისათვის გამოყენება.

ამასთანავე შედეგები მდინარის ნაფენის შედგენილობის დინამიკის შესწავლისა, შევსებული მდინარის აუზის ზემოთ ჩატარებული „ფიზიკურ-გეოგრაფიული ანალიზით“, მისი სასოფლო-სამეურნეო გამოყენების გათვალისწინებით, ამდღერებს ჩვენს შეხედულებებს მდინარის ჰიდროლოგიაზე, დენუდაციის პროცესებზე, კერძოდ ნიადაგების ეროზიაზე მდინარის აუზში, და მათ ხელი უნდა შეუწყონ უფრო სრული შეხედულების შემუშავებას ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პროცესზე მდინარის აუზში [1].

დასკვნები

1. მდინარის ნაფენის შედგენილობის შესწავლა დიდ ინტერესს წარმოადგენს როგორც თეორიული, ისე სახალხო მეურნეობის თვალსაზრისით, ამდღერებს რა ჩვენს შეხედულებებს ალუვიური ნალექებისა და ალუვიური ნიადაგების გენეზისზე და ასაბუთებს რიგ ნიადაგურ-მელიორაციულ ღონისძიებებს (მიწების გაშრობა და მორწყვა, ნიადაგების ეროზიასთან ბრძოლა და ა. შ.).

2. მდ. რიონის ნაფენის შედგენილობის შესწავლა გვიჩვენებს, ერთი მხრივ, მჰიდრო კავშირის ნაფენის შედგენილობასა და ამ შედგენილობის დინამიკას შორის და, მეორე მხრივ, მდინარის აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებსა და აუზის ფართობის სამეურნეო გამოყენებას შორის.

შესაძლებელი ხდება წლიური ციკლის 3 ჰიდროლოგიურ პერიოდად დაყოფა. ყოველი ჰიდროლოგიური პერიოდისათვის შეიძლება გამოვყოთ მდინარის ნაფენით კვების ზონები და აღენიშნოთ კვების თავისებურებანი, რომელნიც ნაფენის შედგენილობას განსაზღვრავენ.

3. მდინარის ნაფენის შედგენილობის დინამიკის გამორკვევა, შევსებული მდინარის აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიული ანალიზით და ადამიანის სამეურნეო მოქმედების გათვალისწინებით, მდინარის აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიული (და ნაწილობრივ საწარმოო) პირობების დახასიათების ერთ-ერთ მეთოდს წარმოადგენს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მეხილეობის საცდელი სადგური

სკრა

(რედაქციას მოუვიდა 27.3.1950)

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. А. А. Григорьев. Некоторые итоги разработки новых идей в физической географии. Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., т. X, № 2, 1946.
2. А. Н. Джавахишвили. Геоморфологические районы Грузинской ССР. Москва, 1947.
3. А. Ф. Скворцов. Колматажные почвы Колхидской низменности и способы их окультуривания, 1945 (рукопись в архиве Колхидстроя).

ბიოლოგია

ა. ჯანელიძე

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი

ბარე კახეთის თბილისის მოსაზღვრე ნაწილის ნაოჭები

თბილისსა და მის უშუალო მიდამოში ცნობილი არის მთელი რიგი ანტიკლინები, რომელნიც აჭარა-თრიალეთის სისტემის ნაოჭების გაგრძელებას წარმოადგენენ. ამ ანტიკლინებს საფუძველი ზედა ეოცენის დასაწყისში ჩაეყარა, მაგრამ მათი განვითარება შემდეგ საუქუნეებშიაც გრძელდებოდა. აღმოსავლეთისაკენ ისინი თანდათან გაშლას განიცდიან და მალე, ჩანს, სავსებითაც კრებიან აზერბაიჯანის ბელტის უდრეკ ფუძეზე [1]. მაგრამ გარე კახეთის ოლიგოცენისა და მიოცენის საკმაოდ ინტენსიური დანაოჭება თითქო ასეთი შეხედულების საწინააღმდეგოდ ლაპარაკობს, როგორც უნდა გავიგოთ ზემოხსენებულ პირობებში ამ დანაოჭების ბუნება და წარმოშობა?

როდესაც ნავთის გეოლოგიების კოლექტივის შრომების და საკუთარი დაკვირვებების საფუძველზე ნ. კუდრიავცევის მიერ შედგენილს გარე კახეთის გეოლოგიურ რუკას გავეცანი პირველად, იმ წამს თვალში მეცა ამ მხარის აგებულების მკაფიო თავისებურება. უფრო ძველი წყებების ვიწრო გრძელი ზოლები ანტიკლინებს ემთხვევიან. მათ შორის სინკლინებში მოთავსებულია ახალგაზრდა ნალექების ფართო ზოლები. ასეთი ვითაობა გარკვევით გვიჩვენებს, რომ აქ ვიწროდ შემჭიდროებული ანტიკლინები და ფართოდ გაშლილი სინკლინები უნდა გვქონდეს. რჩება შთაბეჭდილება, რომ ეს არის კარგად გამოსახული ზეწრული ნაოჭები, ხოლო ის გარემოება, რომ ანტიკლინების გულში მაიკოპური თიხები არის შექცეული, იმის მაჩვენებელი უნდა იყოს, რომ ნალექები ეოცენის ზედაპირზე (ან, ხარვეზის შემთხვევაში, უფრო ძველ სუბსტრატზე) უნდა იყოს წახვეტილი, ხოლო მაიკოპი საცხების (смазка) როლს უნდა თამაშობდეს.

ეს კონცეფცია, რომელიც მე საკმაოდ სარწმუნოდ მიჩვენებოდა, მაინც ადვილზე შემოწმებას მოითხოვდა. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტის კახეთის ექსპედიციის მუშაობამ ამის საშუალებაც მომცა.

უკვე ნორიო-მარტოფის რაიონში, ორმოიანის (ქვემო ავჭალის) სინკლინის ჩრდილო ფრთაში ვ. პახომოვის ორ დამატებით ანტიკლინს აღნიშნავს. ეს მოვლენა ჩვენმა დაკვირვებამაც დაადასტურა. სინკლინის აღნიშნულ ფრთაში, იზოკლინურად შეკეცილ და ძლიერ დაქანებულ მაიკოპურ შრებში ჩვენ ვიპოვეთ და გავაკვლიეთ პახომოვის ორი ანტიკლინი და კიდევ მესამეც. მათი მიმართულება ისეთივეა, როგორც მთავარი ნაოჭისა. ნაოჭების ხასიათი ექვს არა სტოვებს, რომ საფურაშოს ქედის შემოცოცების გამო მაიკოპი მოსწ-

ყვეტია თავის ფუძეს და ზღვარულად მჭიდრო ნაოქებად შეკეცილა. იმავე ქვემო ავჭალის სინკლინის სამხრეთ ფრთაში, რომელიც შეცოცებისაგან უფრო დაშორებული არის და რომელშიც ოლიგოცენის სისქე ბევრად უფრო დიდია, ასეთ მოვლენას ადვილი არა აქვს, თუ არ ჩავსთვლით ლისის ანტიკლინის შესაძლებელ მცირე გაგრძელებას [1].

უფრო აღმოსავლეთით, სოფ. პატარძელის მიდამოში ვითარება კიდევ მეტად მკაფიო არის. ამ კუთხის გეოლოგიური რუკა მოცენული აქვს მასლოვს და შემდეგ ნ. ქებაძეს.

უკანასკნელის ცნობები საკმაოდ ზუსტია და ჩვენს დაკვირვებაზე უფრო დეტალური, მაგრამ მათი ტექტონიკური ინტერპრეტაცია, ვფიქრობ, რამოდენადმე შესაძლებელი არის. სოფლის სამხრეთით მდებარეობს კარგად გამოსახული განედური ანტიკლინი, რომელსაც ჩვენ ერთ-ერთი მაღლობის მიხედვით არხას ანტიკლინი ვუწოდეთ. დასავლეთით, სადაც ზედა ტერასიდან რკინის გზის სადგურისაკენ გზა ჩამოდის, ამ ანტიკლინის მეორე გამოყოფა, რომელიც ჯერ სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ მიემართება, ხოლო შემდეგ სამხრეთისაკენ უხვევს და იორის ნარჯენა ნაპირზე აზამბურის (მალხაზოვკის) ანტიკლინის სახით გრძელდება. უკანასკნელის ღერძი სოფ. კრასნოგორსკის (წინათ აზამბური, შემდეგ მალხაზოვკა) ცოტა დასავლეთით გაივლის.

არხას ანტიკლინის კარგი ჭრილი შეიძლება გავცნოთ ფიდინანთ-ხევის (იორის მარცხენა შენაკადია) გასწვრივ. სოფლის სამხრეთ ბოლოშივე მარჯვნიდან ჩამომდინარე პატარა შენაკადის ხრამში გაშიშვლებულია სარმატის ქვიშაქვები და თიხები. დაქანება $N \angle 65^\circ$ არის. უფრო სამხრეთით იმავე წყების დაქანების კუთხე მატულობს, მაგრამ მიმართება უცვლელად განედური რჩება. სარმატულის შემდეგ (ქვეშ) გამოიყოფა შუა მიოცენი, ხოლო მას შემდეგ ყირა დანდგარი მიოკოპური თიხები. უკანასკნელი კარგად არიან გაშიშვლებული ორივე მაღალ ბეჭში 100-ოდ მეტრის სიგანე ზოლის სახით, საიდანაც შეიძლება დავასკვნათ, რომ მიოკოპის წყების ნაოქში მოყოლილი ნაწილის სისქე 50 მეტრი იქნება. სამხრეთ ფრთაში იგივე შრეები მეორდებიან, მხოლოდ საწინააღმდეგო თანამიმდევრობით. ანტიკლინის მიოკოპური გულის სისქე მთელი ბეჭის სიმაღლეზე უცვლელი ჩანს ან ოდნავ თუ მცირდება ზვეითკენ. თიხის თხელ შრეებს შეწებებისა და, შესაძლებელია, გამოჯანდერის (развзлащивание) გარდა სხვა რამ დეფორმაცია არ განუცდია. სამხრეთი ფრთის შვეული ქვიშაქვების შრეების თავები სამხრეთისაკენ არის ოდნავ გადახრილი, რაც ნაოქის ასიმეტრიულობისა და სამხრეთული მოძრაობის მაჩვენებლად უნდა ჩაითვალოს.

ფიდინანთ-ხევის მარცხნივ არხას ანტიკლინი და მისი მიოკოპური გული ადვილი ვასაკვლევია არის ნაზერევად წოდებულ გორაკამდე, სადაც იგი სამხრეთით უხვევს იორისაკენ. იმავე დროს ნაოქის ღერძი იძირება და თვით ნაოქიც დეფორმირდება და მეოთხეულ ნაღვეებს ქვეშ იფარება. მაგრამ მდინარის გაღმა ნაპირზე შუა მიოცენის ნაღვეებში არხას ანტიკლინის გაგრძელებაც და მასა და აზამბურის ანტიკლინის შუა მდებარე სინკლინიც ადვილად გაირჩევა.

ანტიკლინის დასავლეთი გაგრძელების გაკვლევა ზენაჩენების არარსებობის გამო ერთხანს (3,5 კმ) აღარ ხერხდება, მაგრამ ბოგირ-ხევის ხრამში, იქ

სადაც უკანასკნელი რკინის გზის სადგურის ტერასზე გამოდის, მაიკობი ისევ შიშვლდება. აქაც იგი შვეულად დგას და სამხრეთი და ჩრდილო ფრთის შუამიოცენის ქანებშია მომწყვდეული. მიმართება განედური არის, ხოლო ნაჩენის მდებარეობა ზუსტად ემთხვევა ნაოქის ნაგულისხმევი ღერძისას. აქვე ხდება აზამბურის ანტიკლინის გამოტოტვა, რომლის ბუნება წინათ მცდარად იყო გაგებული.

კიდევ უფრო დასავლეთით ანტიკლინის მაიკობური გული იორის მარცხენა ნაპირის ბეჭში შიშვლდება სოფ. სართიქალის პირდაპირ და საკირე ქარხნის სამხრეთით. მაიკობის ყირაზე მდგომი შრეები ჩრდილოეთისაკენ სუსტად დახრილ სარმატს (შუას და ქვედას) ეხება მცირე ნახსლეტის ვასწვრივ. სარმატში ორი ტალღებრივი სინკლინი არის და ორივე იორისაკენ პერიკლინურად ბოლოვდება. სარმატს ქვეშ იორის პირას გ. ქელი ძემ შუა მიოცენიც იპოვა, რაც აქეთკენ მთელი მიოცენის ძლიერ მცირე სისქის მაჩვენებელი არის.

ამრიგად, უკიდურესად მჭიდროდ შეკეცილი ანტიკლინის ხასიათი ფინიანთ-ხევეში ძლიერ ვარკვევით ჩანს; რაც შეეხება სინკლინს, მისი აგებულება ტიპური ხდება უფრო დასავლეთით, იორისკენ. იქ მიოცენი ძლიერ თხელდება და შუა სარმატული კარბონატული ფაციესით არის წარმოდგენილი. ანტიკლინის გულის ჩრდილოეთით მიოცენი აშკარა გავაკებას განიცდის და შიგ მერობადი ვაშლილი ნაოქები ჩნდება.

ანალოგიურ მოვლენებს ვხვდებით სამხრეთით მეზობელი არხაშენის (ნაცვალ-წყლის) ანტიკლინის გადაკვეთისასაც. ნაცვალ-წყალის (იგივე არხაშენ-სუ) ხრამის დასაწყისში თვით წყაროს ნავთან ცივის წყების კონგლომერატები და თიხები არიან გაშიშვლებული. დაქანების კუთხე 15° არ აღემატება. შემდეგ ხრამდაღმა მოდის იგივე ცივის წყება, სარმატი, შუა მიოცენი და მაიკობი. მაიკობი ნაოქის გულს შეადგენს და ვერტიკალურად დგას. ზემოთ დასახელებულ წყაროდან მაიკობამდე დაქანების კუთხე თანდათან მატულობს, ჯერ ნელა, შემდეგ კი, ანტიკლინის გულის მიახლოებისას, სწრაფად.

იგივე სურათი მეორდება აზამბურის ანტიკლინისაკენ. უკანასკნელის გულში აყირავებული მაიკობისაკენ შედგება. მკაფიოდ გამოირჩევა ეს ორი შემჭიდროებული ანტიკლინი და ფართოდ ვაშლილი ვაკე სინკლინი მათ შუა.

კიდევ უფრო ტიპური არის სამხრეთი სინკლინი, ნაცვალ-წყალის ანტიკლინისა და უდაბნოს ანტიკლინის შუა რომ მდებარეობს. ეს ფართო მულდა რელიეფშიაც კარგად არის გამოხატული, ხოლო უდაბნოს საბჭოთა მეურნეობის აღმოსავლეთით დიფსიზინ-სუს წყაროსთან მშვენიერ გაშიშვლებაში კარგად ჩანს ფართო სინკლინის ფსკერის ჰორიზონტულად განლაგებული შრეები.

მსგავსი მავალითები შეიძლებაოდა ძლიერ გავემრავლებია, საპირო რომ იყოს. ყველგან ძალზე შემჭიდროებული შვეული ანტიკლინები ფართოდ ვაშლილ სინკლინებთან მორიგეობენ. ანტიკლინების თალი ხშირად გარდევული არის და ასეთ შემთხვევაში ჩვეულებრივ ჩრდილო (resp. აღმოსავლეთი) ფრთა სამხრეთ (resp. დასავლეთ) ფრთაზედ არის მეტ-ნაკლებად შესხლექილი. ასეთი

მოვლენებია ტიპური იურის მთებისთვისაც, რომელნიც, როგორც ცნობილია, ზეწრული ნაოქების კლასიკურ ნიმუშად ითვლებიან.

გარე კახეთის ნაოქებს ჩვეულებრივად დიაპირულს უწოდებენ. დიაპირიზმი მართლაც ზეწრულ ნაოქებთან არის ხოლმე დაკავშირებული, მაგრამ ამ მოვლენის ნიშნები აქ არსად შეგვხვებოდა. მართალია, ანტიკლინების მიეკოპური გული ხშირად ზედაპირზე ამოდის, მაგრამ ეს აშკარად ეროზიის შედეგი არის. ანტიკლინების თალი არააშვიათად გარღვეული არის, მაგრამ იმავე დროს ერთი ფრთა მეორეზედ არის შეცოცებული, რაც ჰორიზონტული ძალების მაჩვენებელი არის. მაიკობი ნაოქების გულში ძლიერ შექცედილი არის, მაგრამ აშუშუნა არსად ჩანს და შრეების განლაგება საესებით ნორმალურია. დასასრულს, დიაპირიზმი მეტად თუ ნაკლებად ვაშლილ ბრაქიანტიკლინებს ჰგულისხმობს, აქ კი ძლიერ წაგრძელებული ვიწრო ანტიკლინები გვაქვს. საჭიროა ყოველივე ამას ანგარიში გაეწიოს პრაქტიკული გეოლოგიის თვალსაზრისითაც.

თუ ახლა ისევ გარე კახეთის ნაოქების აღწერას დავუბრუნდებით, შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ ყველაზე ჩრდილო მათ შორის არხას ანტიკლინი იქნება. იორიდან ნაზვრევამდე (სოფ. აღ-ბულახის სამხრეთით) მას განედური მიმართულება აქვს. ნაზვრევის მიახლოებისას იგი საქმალად უეცრად სამხრეთისკენ უხვევს და პერიდიანული მიმართულებით გადადის იორის მარჯვენა ნაპირზე, სადაც მისი გაკვლევა მხოლოდ კრასნოგორსკიდან იორისაკენ მიმავალ ძველ შარავზამდე ხერხდება.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ბოგირ-ხევთან არხას ანტიკლინს აწამბურის ანტიკლინი ერთვის. უკანასკნელს ჯერ სამხრეთ-აღმოსავლური მიმართულება აქვს, მაგრამ იორს ვალმა იგიც სამხრეთისაკენ უხვევს და ნოვოპავლოვის ნასოფლარამდე ამ მიმართულებას ინარჩუნებს, რათა შემდეგ ისევ სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ გაემართოს ტაურა-თაფამდე და მას იქეთ, უდაბნოს სინკლინის ჩრდილო-აღმოსავლეთით მოსაზღვრე ქედის გასწვრივ.

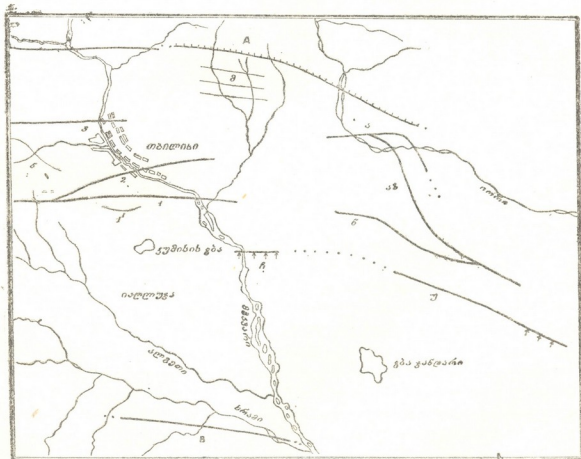
ნაცვალ-წყალის ანტიკლინიც, რომელსაც კარგა ხანს თითქმის ზუსტად განედური მიმართულება ($270-280^\circ$) აქვს, მწვ. დემურ-დილთან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ უხვევს და ასე გრძელდება მალოზ ტაურა-თაფამდე, სადაც აწამბურის ანტიკლინს უერთდება. სახარე ტბის ჩრდილო-დასავლეთით კარგად ჩანს ამ ორ ანტიკლინს შუა მდებარე სინკლინის პერიკლინური დაბოლოება სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ.

შემდეგი სამხრეთისაკენ იქნება უდაბნოს ანტიკლინი, რომელიც თეთრი უდაბნოს სერს ემთხვევა. მას სამხრეთ-აღმოსავლეთური მიმართულება აქვს. ამ ნაოქის ახლო ვაცნობის შემთხვევა მე არა მქონია, მაგრამ მისი ზეწრული ხასიათი ეჭვს არ იწვევს. მეორე მხრით, მისი სამხრეთ-აღმოსავლეთური გაგრძელება პატარა უდაბნოს მალოზისაკენ მკაფიოდ ასიმეტრიული არის და, წინააღმდეგ ზემოთ ჩამოთვლილი ნაოქებისა, ჩრდილოეთისაკენ (NO-სკენ) გადაწოლილი. ამასთან დაკავშირებით მეტი არ იქნება მოვიგონოთ, რომ ქ. რუსთავის ჩრდილოეთით მტკვრის მარცხენა ნაპირზე დიდი ხანია ცნობილი არის მაიკობის მშენიერი გაშიშვლება იაღლუჯის სინკლინური დებრსიის

ჩრდილო ფრთაში. გაშიშვლება მაღალ ბექს მიჰყვება რკინის გზის ლიანდაგის გასწვრივ და ჩათმა-კაჯარ-დაღის ზურგობის კრილს წარმოადგენს. უკვე ფურნიემ [2] აღნიშნა აქ მაიკოპურის ჩრდილოეთისაკენ გადახრილი დაწოლილი ნაოქები.

რა თქმა უნდა, ეს მხოლოდ მეორე რიგის ნაოქები არის იაღლუჯის ზემოთ ხსენებული სინკლინის ჩრდილო ფრთაში, მაგრამ არ შეიძლება ყურადღება არ მივაქციოთ იმ გარემოებას, რომ, თუ ამ რაიონისთვის კანონზომიერს მიმართების სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ გადახრას მივიღებთ მხედველობაში, ისინი ბუნებრივად უკავშირდებიან უდაბნოს ანტიკლინს. სამწუხაროდ, უკანასკნელი, როგორც ზემოთაც აღვნიშნე, მე შესწავლილი არა მაქვს და ლიტერატურული ცნობების მიხედვით კი იგი სამხრეთისაკენ უნდა იყოს გადაწოლილი. ამ ცნობებს შემოწმება და დაზუსტება ესაჭიროება.

ახლა შეიძლება გადავიდეთ საერთოდ თბილისის ნაოქებისა და გარე კახეთის ნაოქების ურთიერთობის საკითხზე (სურ. 1). სხვაგან მე აღვნიშნე [1], რომ ლისის ანტიკლინი თბილისის სხვა ნაოქებზე აღრე ვაკდება და ქრება.



სურ. I. 1—თელეთის ანტიკლინი და 1' მეორადი ნაოქი მის სამხრეთ ფრთაზე; 2, 3, 4 და 5—მამადავითის, ლისის, მცხეთის და წყნეთის ანტიკლინები; მ—ქვემო ავჯალის სინკლინის ჩრდილო ფრთის ანტიკლინები; ა, აზ, ნ და უ—არხას, ახამბურის, ნაცვალ-წყლის და უდაბნოს ანტიკლინები; A—ნორიო-მარტყოფის შესხლეტა; B—ზონის სამხრეთი საზღვარი

მამადავითის ანტიკლინი უფრო შორს გრძელდება, თუძცა მისი გაკვლევა მხოლოდ მდ. ლოკინამდე ხერხდება. მ დ ე ბ ა რ ე ო ბ ი ს მ ი ხ ე დ ვ ი თ მ ის უშუალო გაგრძელებას წარმოადგენს არხას ანტიკლინი, სწორედ ასევე ნაცვალ-წყლის ანტიკლინი თელეთის ანტიკლინის გაგრძელებას ემთხვევა. ჩათმის ნაოჭებისა და უდაბნოს ანტიკლინის შესაძლებელ კავშირზე ხომ უკვე ვთქვი. არხასა და ნაცვალ-წყლის ანტიკლინების დასავლეთი ნაკვეთის განედური მიმართება კარგად ადასტურებს ამ კონცეფციას.

მაგრამ გარე კახეთის ნაოჭები ხომ ზეწრული ნაოჭები არიან, ხოლო თბილისის ნაოჭები აპარა-თრიალეთის გეოსინკლინურ როფში წარმოიშვნენ. როგორ უნდა გავიგოთ მათ შორის კავშირი, თუ კავშირი შესაძლო კია?

ზეწრული ნაოჭების წარმოშობა ორგვარ პირობებში არის შესაძლებელი. ჯერ შეიძლება, რომ დანაოჭება კარგად მოსწორებულ სუბსტრატზე ხდებოდეს, ასეთ შემთხვევაში ნაოჭების განლაგება და ხასიათი მთლიანად მათაწარმოშობი ძალების მიმართულებაზე, სუბსტრატის მოხაზულობაზე და დანაოჭებაში მონაწილე დანალექი საფარის რაგვარობაზე იქნება დამოკიდებული, მივიღებთ თ ა ვ ი ს უ ფ ა ლ ნ ა ო ო ო ბ ე ბ ს.

მეორე შემთხვევა იქნება, როდესაც სუბსტრატის ზედაპირი საკმაოდ უსწორმასწორო არის და, კერძოდ, როდესაც მას აღრინდელი დანაოჭების შესატყვისი ტალღებრივობა შერჩენია. ასეთ პირობებში ანტიკლინები აღრინდელ ამალღებულ ზოლებთან დაკავშირებით წარმოიშობა. ეს იქნება ი ძ უ ლ ე ბ უ ლ ი ნ ა ო ო ო ბ ე ბ ი.

როგორც ჩანს, თბილისის აღმოსავლეთით სწორედ ამ უკანასკნელ შემთხვევასთან გვაქვს საქმე. ზედა ეოცენური ნაოჭების მისუსტებულ ბოლოებს აქ, ეტყობა, სრული ემერსია და გადარეცხვა არ განუცდია. ამიტომ ზეწრული ნაოჭების სუბსტრატს ძველი ნაოჭების შესატყვისი ტალღებრივი ზედაპირი უნდა ჰქონდეს და ამიტომ ბუნებრივია, რომ ზეწრული ანტიკლინები სწორედ თრიალეთური ანტიკლინების თარგზე წარმოშობილიყვნენ და მათი განლაგება გაემორებიათ. უფრო აღმოსავლეთით თრიალეთის (თბილისის) ნაოჭების უშუალო გავლენას ვეღარ ვიგულისხმებთ, მაგრამ ერთხელევე ჩასახული ნაოჭები თავის მიმართულებას შეინარჩუნებენ იმ წინააღმდეგობის გამო, რომელსაც დანაოჭებული კომპლექსი გაუწევს ყოველ გადახრას.

მაგრამ ხსენებული ზეწრული ნაოჭების ქცევაში არის ერთი თავისებურება, რომელმაც დიდი ხანია ყურადღება მიიქცია და დღემდე აუხსნელი რჩება. როგორც ნახაზზედაც ადვილად შევამჩნევთ (სურ. 1), სოფ. კრასნოგორსკის მერიდიანამდე ნაოჭებს განედური მიმართულება აქვს. ხოლო იქ ერთთავად უხვევენ სამხრეთისაკენ და მერიდიანულ მიმართულებას იძენენ, რასაც მალე ახალი მიხრა მოჰყვება, ახლა უკვე სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ, კახეთის ქედის შესატყვისად, და ეს მიმართულება საბოლოო რჩება. ნაოჭების ეს რთული მიხვევ-მოხვევა განსაკუთრებით სოფ. კრასნოგორსკის რაიონში არის მკაფიო და ამიტომ ამ კუთხეს ა ზ ა მ ბ უ რ ი ს (მაღხაზოვის) ტ ე ქ ო ნ ი კ უ რ ი კ ვ ა ნ ძ ი უწოდეს.

როგორ უნდა გავიგოთ უკანასკნელის ბუნება?

უპირველეს ყოვლისა ცხადი არის, რომ ნაოქთა ღერძების მოხრის მიზეზი აზამბურის ქედის აღმოსავლეთით უნდა მდებარეობდეს, რადგან მოხრა სწორედ ამ ქედის გასწვრივ ხდება. ქედიცა და ნაოქებიც გარს უვლიან დასავლეთიდან ვრცელ დებრესიას, რომელიც აღმოსავლეთისაკენ კახეთის ქედამდე მიდის, ხოლო ჩრდილო-დასავლეთით იმავე ქედის საგურამოს ზონას ებჯინება. ამრიგად, ეს დებრესია, რომელსაც საქნავთის გეოლოგები წიწმატიანის ველს უწოდებენ, საგურამოს ზონის გავრცელებას წარმოადგენს.

აზამბურის კვანძის ახსნის ძებნისას ყველაზედ უფრო მარტივი ჩანს წარმოვიდგინოთ, რომ წიწმატიანის ველს ქვემოთ უდრევი სხეული მდებარეობდეს. მაგრამ ჯერ ერთი, სიღრმეში მდებარე უდრევი სხეული ზეწრული ნაოქების გავრცელებისათვის დაბრკოლებას არ წარმოადგენს; და მეორეც, აზამბურის ნაოქები გადაწოლილი არიან არა წიწმატიანის ველისკენ, არამედ საწინააღმდეგო მხარეს. ცხადია, ამ ჰიპოთეზზე ხელი უნდა ავიღოთ.

მეორე მხრით, მართალია, მთელი ველი მეოთხეული და თანამედროვე ნალექებით არის დაფარული, რაც მისი აგებულების შესწავლას ძლიერ აძნელებს, მაგრამ იორის პირის მარჯვენა ბეჭის გასწვრივ ფიდინაანთ-ხევის შესართავს ქვემოთ საკმაოდ კარგი ნაჩენები არის. გაშიშვლებულია ცისფერი თიხების წყება ყავარა ქვიშაქვების შუაშრეებით. თუმცა ამ უქველად მიოცენური ნალექების უფრო ზუსტი ასაკი ცნობილი არ არის (უნდა ვიფიქროთ, ეს შუა მიოცენია), თვალში გვეცემა ფაციესის დიდი განსხვავება შუა მიოცენის და სარმატის უფრო დასავლეთით მდებარე ნაჩენებისაგან, რომლებშიც ქვიშაქვები დიდ როლს თამაშობენ და სისქეებიც შეუდარებლად უფრო მცირეა, განსაკუთრებით სართიქალისაკენ თუ გავიწევით. იმავე დროს, ფაციესის მხრივაც და სისქის მხრივაც ხსენებული ნალექები საგურამოს ზონის სინქრონული ნალექების ანალოგიური არიან. თითქმის სრული რწმენით შეიძლება დავასკვნათ, რომ წიწმატიანის დებრესია წარმოადგენს ჩაზნექვის ზოლს, რომელშიაც მიოცენურ დროს ინტენსიური სედიმენტაცია მიმდინარეობდა.

ამ კუთხის მიოცენისწინა ისტორიის შესახებ რისამე გარკვეულის თქმადნელი არის. შეიძლება მხოლოდ ვივარაუდოთ, რომ იმ დროს აქ გაძლიერებულ სედიმენტაციას ადგილი არა ჰქონია, რადგან წინააღმდეგ შემთხვევაში საგურამოს ზონის დანაოქება ამ ადგილზედაც უნდა გავრცელებულიყო მთლიანად. ჩანს, ეს არის საგურამოს როფის სამხრეთ-აღმოსავლეთი კიდე, რომელიც მხოლოდ ხანდახან მონაწილეობდა როფის ფსკერის ჩაძირვის მოძრაობაში.

ასე თუ ისე, აზამბურის ქედის აღმოსავლეთით მიოცენის სისქე ძალზე დიდია. ძირითადად თიხიანი ნალექების დიდი სისქე არააუ ხელსაყრელი არ იქნებოდა ზეწრული ნაოქების განვითარებისათვის, მას შეეძლო ისეთივე დაუძლეველი დაბრკოლება გამხდარიყო, როგორც სხვადასხვა უდრევი სხეულები არის ჩვეულებრივი ნაოქებისათვის. ამიტომ გასაგებია, რომ წიწმატიანის დებრესიასთან მისვლისას ზეწრული ნაოქები სამხრეთით უხვევენ და ნაკლებ სქელსა და უფრო კომპეტენტურ ნალექებს მისდევენ დებრესიის გარემოვლით.

ეს იმას არ ნიშნავს, რომ ზეწორულ დანაოქებაში სქელი წყებების მონაწილეობა საერთოდ გამორიცხული იყოს, მაგრამ ასეთ შემთხვევაში დანაოქების მთელ ფართობზე სისქეები დაახლოებით ერთი რივის უნდა ვიგულისხმოთ. საფიქრებელია, რომ სწორედ ასეთი მდგომარეობა გვაქვს გარე კახეთის უფრო აღმოსავლეთით მდებარე ნაწილში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.5.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. ჯანელიძე. თბილისის მიდამოს ნაოქები. საქ. მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. X, № 8, 1949.
2. E. Fournier. Description géologique du Caucase central. Marseille, 1896.

ბალეონტოლოგია

6. ბანდუქიძე

ოჯახი MICROSOLENIDAE-ს ფილიაციის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. ჯანელიძემ 11.11.1949)

Hexacoralla-თა კლასიფიკაცია მრავალ ავტორს აქვს მოცემული, მაგრამ რა ნიშნების მიხედვით არის აგებული ოჯახებში გვარების ფილიაცია, ეს მკაფიოდ არ ჩანს. მე შევეცადე ზემო რაქის მარჯნული ფაუნის შესწავლის საფუძველზე გამერკვია ეს საკითხი ზოგი ოჯახის მიმართ და აქ მომყავს ოჯახი Microsolenidae-ს შესახებ მიღებული შედეგები. მკვლევართა უმრავლესობა იურულ მარჯნებში მხოლოდ ორ რიგს არჩევს—Aporosa და Fungia. ჰექსაკორალების მესამე რიგის, Perforat'-ების წარმომადგენლები, მათი აზრით, მხოლოდ ცარცულში გაჩნდნენ და ამიტომ ისინი იურულ ოჯახს Microsolenidae Fungia-ში ათავსებენ. ასე იქცევა სხვათა შორის გრეგორი [7], თუმცა იგი ამავე დროს აღნიშნავს, რომ Microsolenidae-ს წარმომადგენლები განხილული უნდა იქნენ როგორც ცარცულ Perforata-თა წინამორბედნი. მაგრამ თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ ამ ოჯახის წარმომადგენლები ყველა ნიშნის მიხედვით Perforat'-ებში თავსდება, ეს საკითხი გადასინჯვას მოითხოვს, მით უმეტეს, რომ ზოგი ავტორი [3,9] ამ ოჯახს მართლაც Perforata-ში ათავსებს. ეს კია, რომ ამ შემთხვევაში ისინი რიგს Fungia არ გამოყოფენ და ჰექსაკორალებში არჩევენ ორ რიგს—Aporosa და Perforata; მაგრამ რიგის Fungia გაუქმება მიზანშეწონილად ვერ ჩაითვლება, რადგან მისი წარმომადგენლები მკვეთრად განირჩევიან ნაწილობრივ დასვრეტილი სებტებით როგორც Aporosa-თაგან, ისე Perforata-თაგან.

თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ Microsolenidae-თა ოჯახის წარმომადგენლებს სება მთლიანად დასვრეტილი აქვთ და ფსევდოთეკა არ გააჩნიათ, მაშინ მისი რიგ Fungia-ში მოთავსება არ უნდა იქნეს მიზანშეწონილი. ამგვარად, ეს ოჯახი Perforata-ში მოექცევა და იურულ ჰექსაკორალებში სამი რიგი იქნება გასარჩევი: Aporosa, Fungia და Perforata.

გადავიდეთ ახლა Microsolenidae-ების გვარების წარმოშობის თანამიმდევრობის, ე. ი. ფილიაციის დადგენის ცდაზე. Microsolenidae-ების ნიშანთა განვითარების, კერძოდ კოლონიის შექმნა-შენების შესწავლამ მიმიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ გრეგორის კლასიფიკაციის სქემა, რომელსაც მე ძირითადად ვიზიარებ [7], ამ შემთხვევაში ზოგ შესწორებას მოითხოვს. სახელდობრ, ნაცვლად მიმდევრობისა Anabacia, Microsolena, Dimorpharaea, როგორც ჩანს,

უფრო გამართლებულია თანამიმდევრობა *Anabacia*, *Dimorpharaea*, *Microsolena*-ჩემ მიერ მიღებულ ფილიაციის სქემაში მხოლოდ ის გვარები არის გათვალისწინებული, რომლებიც საქართველოში გვხვდებიან. ამიტომ, ცხადია, იგი სრული კერ იქნება და იგულისხმება, რომ, გარდა მოყვანილი გვარებისა, კიდევ არსებობენ სხვანი (შუალედი), რომლებიც უთუოდ აკავშირებენ გვარებს შუწყვეტ მიმდევრობაში. ამ წინასწარი შენიშვნების შემდეგ გადავიდეთ ოჯახის *Microsoleniidae*-ს განხილვაზე.

Ordo Perforata

Fam. *Microsoleniidae* Greg.

ამ ოჯახის მარჯნები გვხვდება როგორც ცალედი, ისე კოლონიური ფორმების სახით. კოლონიებს მცირე ზომა და მომრგვალებული ფორმა აქვთ, ხშირად პატელასებურიც არიან. საერთოდ ხშირია კონუსური და სუბკონუსური ფორმები. ჯამები ბრტყელია. სეპტებს მესრისებური აღნაგობა აქვთ და მთლიანად დასვრტყილი არიან. სეპტა ტრაბეკულებით არის შექმნილი. ტრაბეკულები ერთმეორისაგან მკვეთრად არიან გათვსებული. მთელი რიგი ნიმუშების განივი სერიული და გრძივი შლიფების შესწავლისას გამოირკვა, რომ ამ ოჯახის წარმომადგენლებს სეპტის აღნაგობა ყველას ერთნაირი აქვს, სახელობრ, მესრისებური (ნახ. 1). აქ ყოველი ტრაბეკულის



ნახ. 1

ოჯახ *Microsoleniidae*-ს წარმომადგენელთა სეპტის აღნაგობა (გადიდ. 10X)

განივ კვეთზე შლიფში ჩანს, რომ იგი შედგება ბოქკოთა კონისაგან, რომელსაც ცენტრში მუქი წერტილი აქვს. ეს წერტილი შეესატყვისება ტრაბეკულურ ღერძს. სეპტის გრძივ კვეთში ჩანს, რომ ტრაბეკულური რიგები თითქმის პარიოზონტალურად არიან დაწყობილი: მეზობელ ჯამებს შორის ფსევდოთეკის კვალიც კი არ ჩანს. სეპტებს შორის ხშირად ვხვდებით ფსევდოსინაპტიკულებს და სინაპტიკულებს. ჩემ მიერ შესწავლილ *Microsoleniidae*-თა უმრავლესობას ქვედაპირზე აქვს კონცენტრულად დანაოქებული ფსევდოთეკითეკა, ხოლო იმ ნიმუშებს, რომლებშიც ზრდა სწრაფად ხდებოდა

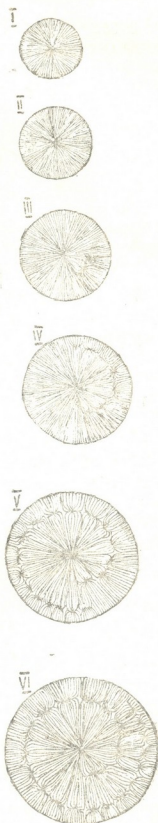
და თანაც კოლონია არ იყო ჩაფლული შლამში [1] ან მიმაგრებული იყო მყარ სუბსტრატზე, ფსევდოთეკითეკა არა აქვს. წიბოები ვაშიშვლებულია.

შესწავლილ მასალაში ამ ოჯახის შემდეგ გვარებს ვხვდებით: *Anabacia*, *Dimorpharaea*, *Microsolena*, *Partimeandra*.

გვარი *Anabacia* ითვლება ამ ოჯახის უმარტივეს წარმომადგენლად¹. ის ჩნდება ბაიოსურში, გვხვდება ბათურში და კალთვითურშიც, უფრო ზევით კი

¹ თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ კოლა [8] მას *Thamnastraeidae*-ებში ათავსებს, რაც მიუღებელია, რადგან *Anabacia*-ს წარმომადგენლებს მთლიანად დასვრტყილი სეპტა აქვს.

აღარ გადადის: ეტყობა, მისი წარმომადგენლები კალოვიურში გადაშენდნენ. *Anabacia*-ს ფსკერი თითქმის ყოველთვის ბრტყელი აქვს ან ოდნავ ჩაზნექილი. სება შედგება მესრისებურად განლაგებული ტრამეულუმებისაგან, რომელთა შორის რჩება პორები. ბათურიდან [?] ვხვდებით გვარ *Dimorpharaea*-ის წარმომადგენლებს, რომლებიც კოლონიური ფორმები არიან. გაბატონებული შეხედულების თანახმად, ამ გვარის წარმომადგენლებში საწყისი დეინდივიდის გარშემო უნდა ჩნდებოდეს ჯერ ერთდროულად კვირტების ერთი კონცენტრული მწკრივი, მერე მეორე მწკრივი და ასე შემდეგ, ისე როგორც ეს *Dimorphastraea*-ს სჩევივა [5, 7, 8]. რაქის მასალის შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ *Dimorpharaea*-ები სინამდვილეში დაკვირტვისას სულ სხვაგვარ სურათს იძლევიან. ამ გვარის ერთ-ერთი წარმომადგენლის *Dimorpharaea lineata* Echwald-ის ნიმუშთა სიმრავლემ საშუალება მომცა სერიული შლიფების შესწავლით გამოიერკვია მისი ონტოგენეზისი (სერიული შლიფები გატარებული აქვს ზრდის ხაზების გასწვრივ). აღმოჩნდა, რომ ამ სახის კოლონიის საწყისი სტადიაზე (ნახ. 2) გვაქვს მცირე ზომის დიამეტრის ინდივიდი, რომელშიც სებატები რადიალურადაა განლაგებული. მეორე შლიფი გვიჩვენებს ამ ინდივიდის მოზრდილ სტადიას; იგი პირველთან შედარებით უფრო დიდია. მესამე კვეთზე, გარდა მოზრდილი ცენტრული ინდივიდისა, პერიფერიულ მხარეზე ჩანს ერთი მთლიანი დამთავრებული შვილი-ინდივიდი და მის გვერდით მეორე შვილი-ინდივიდის მხოლოდ საწყისი სტადია—კვირტი. მეოთხე კვეთზე მარჯანი უფრო მოზრდილ სტადიაშია; აქ წინა შლიფზე აღნიშნულ ჯამებს ემატება რამდენიმე ახალი, რომლებიც შედარებით მოკლე მონაკვეთზე გაჩნდნენ, მაგრამ არა ერთდროულად, არამედ ერთმანეთის მოყოლებით, მხოლოდ ძალზე სწრაფად. ჯამები კვეთში ქმნიან რკალურ მწკრივს; მომდევნო კვეთზე ეს ჯამები თითქო წრეს კეტავენ, მაგრამ ნამდვილად კი უკანასკნელ სტადიაზე, ზედაპირზე, ჩანს მეორე მწკრივის დასაწყისზე ინდივიდები, რომლებიც გვეგმაში პირველი მწკრივის ინდივიდებს სპირალურად ებმებიან (ნახ. 2, სურ. 6). ამრიგად,



ნახ. 2

Dimorpharaea lineata Echwald-ის კოლონიის ონტოგენეტური განვითარება (სერიული კვეთები)

აქ ყოველი ინდივიდი მხოლოდ ერთ შვილ-ინდივიდს იძლევა და ისიც მხოლოდ ცალ მხარეზე. ამის შედეგია, რომ ამ მწკრივების ერთობლიობას ჰელიკოიდური განლაგება აქვს. კოლონიის ქვედაპირზე სწრაფი ვერტიკალური ზრდის პერიოდებს შეესატყვისება ცილინდრული ფორმა, ხოლო დაკვირტვის პერიოდებს—გაშლილ-კონუსური ფორმა (ნახ. 3). ონტოგენეტური განვითარება ამგვარივეა ყველა ჩემ მიერ შესწავლილ *Dimorpharaea*-ში. ლიტერატურაში მოცემული სურათების მიხედვითაც იგი ყველა აღწერილ ფორმაში ასეთივეა, სახელდობრ, იქაც ჯამები იძლევიან საწყისი ინდივიდის გარშემო ჰელიკოიდურად განლაგებულ მწკრივებს.



ნახ. 3

Dimorpharaea lineata Eichwald-ის კოლონია (გვერდითი ხედი)

Dimorpharaea-თა კოლონიები ზემოაღწერილი დაკვირვების შედეგად შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც

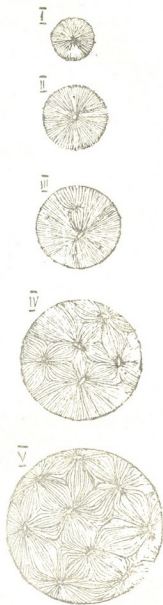
ამ ოჯახის უმარტივესი მარჯნული კოლონიები. ეს კოლონიური ფორმა უნდა ჩაითვალოს გარდამავლად ცალედი მარჯნებიდან კოლონიურისაკენ (მარტივიდან რთულისაკენ), რადგან თითოეული ინდივიდი მხოლოდ ერთს (და ისიც ცალ მხარეზე) კვირტ-ინდივიდს (შვილს) იძლევა, რაც მას ცალედი მარჯნებთან აახლოებს, ხოლო რადგან ყველა ინდივიდი ერთად განაგრძობს ზრდასა და სიცოცხლეს, იგი ნამდვილი კოლონიაა. მეორე მხრივ, მისი პრიმიტიულობა აშკარად მოწმობს, რომ იგი ამ ოჯახის კოლონიათა უმარტივეს ფორმას უნდა წარმოადგენდეს. *Dimorpharaea*-ს საწყისი ინდივიდი ფორმითა და აღნაგობით ძალიან ჰგავს *Anabacia*-ს. ივ. კახაძის მიერ აღწერილ ბაიოსურ *Anabacia*-ს [2] ძილიან ჰგავს და განივ ჭრილზე ჩანს, რომ სექტის აღნაგობა იგივე არის, რაც *Dimorpharaea*-ს საწყისი ინდივიდებზე. ამიტომ ექვს გარეშეა, რომ ხსენებული გვარები თავსდებიან ერთ ოჯახში; ამას ადასტურებს აგრეთვე გრეგორი [7]; სხვათა შორის, მას არ უწარმოებია *Dimorpharaea*-თა კოლონიების შესწავლა სერიული ჭრილების საშუალებით და უთუოდ ამით აიხსნება, რომ *Dimorpharaea*-ს კოლონიის შენების შესახებ იგი არაფერს არ აღნიშნავს და კლასიფიკაციის სქემაში მას *Microsolena*-ს შემდეგ ათავსებს. მაიერს [9] აღწერილი აქვს დაკვირტული *Anabacia*-ები. აღსანიშნავია, რომ გრეგორის მიერაც არის აღწერილი დაკვირტული *Anabacia* ინდოეთის კაჩის შრეებიდან [7]; დაკვირტვის მოვლენა *Anabacia*-თათვის იშვიათ გამონაკლისს წარმოადგენს და სახეთა დამახასიათებელ ნიშნად არის ჩათვლილი; ზოგი ავტორი კი [6] ამ ნიშნის მიხედვით გვარ *Genabacia*-საც გამოყოფს. ჩემი აზრით, *Anabacia*-საგან ეს თვისება *Dimorpharaea*-ს მემკვიდრეობით გადაეცა. ამრიგად, *Dimorpharaea*-თა წარმომადგენლები, რომლებიც უფრო ხშირად ზედა იურულ წყებებში არიან მოქცეული, განხილულ უნდა იქნენ როგორც ამ შუა იურული გვარის მემკვიდრეები, რომელთაც დაკვირტვის უნარი მიუღიათ და ეს ნიშან-თვისება უკვე გვარისათვის დამახასიათებელ ნიშნად გადაქცეულა.

ამავე ოჯახს ეკუთვნის გვარი *Microsolena*, რომელსაც უფრო რთულად აგებული კოლონია აქვს. ამ გვარის წარმომადგენლებში დაკვირტვის მოვლენა გართულებულია. კოლონიის ყოველი ინდივიდი რამდენიმე კვირტს იძლევა

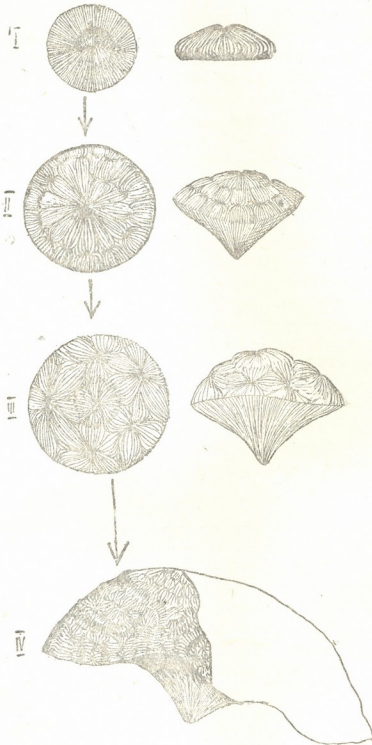
და ამის გამო კოლონიის ზედაპირზე მიიღება სრულიად უწესრიგოდ განლაგებული ჯამები. *Microsolena*-თა ჯამები ძალიან ხშირად საცხებით ისეთივეა, როგორც *Anabacia*-ს ჯამები [1], რაც უთუოდ წინაპრის ნიშანთა გამეორებით უნდა აიხსნას. *Microsolena*-ს კოლონიის შენების წესის გასარკვევად ჩემ მიერ შესწავლილ იქნენ *Microsolena Desori* Koby-სა და *Microsolena Fromenteli* Koby-ს სერიული კრილები [1] (ნახ. 4). *Microsolena*-თა სერიულად გაკვეთისას პირველი კვეთი გატარებულია კოლონიის საწყისზე. ჩანს მცირე ზომის საწყისი ინდივიდი, რომელშიაც სეპტები რადიალურადაა განლაგებული. მეორე კვეთზე საწყისი ინდივიდს უფრო დიდი დიამეტრი აქვს, ვიდრე პირველ კვეთზე ჰქონდა. მესამე კვეთზე ჩანს ერთი მოზრდილი საწყისი ინდივიდი, რომელსაც რამდენიმე ადგილას ეტყობა სეპტების გამრუდება, რაც კვირტებს შეესატყვისება. მეოთხე კვეთზე ნათლად არიან გამოხატული საწყისი ინდივიდის გარშემო უწესოდ განლაგებული მცირე ზომის კვირტი-ინდივიდები. მეხუთე კვეთზე ზემოთ აღნიშნულ ინდივიდებსაც უჩანთ კვირტები.

ეს კრილები გვიჩვენებენ, რომ დედა-ინდივიდი იძლევა რამდენიმე ჯამს, თითოეული მათგანი შემდეგ ისევ რამდენიმე ჯამს გვაძლევს და ა. შ. ამრიგად, ამ გვარის კოლონიათა შენება *Dimorpharaea*-სთან შედარებით გაცილებით უფრო რთული გზით ნიმდინარეობს.

Microsolena-ები ზედა იურაში *Dimorpharaea*-ებთან ერთად დიდ განვითარებას აღწევენ. როგორც დავინახეთ, *Dimorpharaea* გარკვეულად *Anabacia*-ს დაკვირტვის შედეგად არის წარმოშობილი. რაც შეეხება *Microsolena*-ს, ისიც *Anabacia*-ს ზოგ ნიშანს იმეორებს. მაგრამ ვინაიდან იგი სკამოდ რთულ კოლონიას წარმოადგენს, უნდა ვიფიქროთ, რომ, საწინააღმდეგოდ *Diaorpharaea*-სი, იგი უშუალოდ *Anabacia*-თავან წარმომდგარი არ არის და რომ მათ შორის უნდა არსებობდნენ შუალედი გვარები. ასეთ გვარად შეიძლება *Microsolena*-ზე უფრო პრიმიტიული *Dimorpharaea*-ს მიჩნევა. ცხადია, რომ ამას არ ეწინააღმდეგება ერთსა და იმავე სართულში შეუცვლელი წინაპრების, როგორც ერთი შტოს წარმომადგენლების, არსებობაც და საცხებით ბუნებრივია ბათურსა და კალოვიურში მარტივ *Anabacia*-სთან ერთად მისი გაცილებით უფრო რთული შთამომავლების პოვნა. *Dimorpharaea*-თა შტოს გამრავლების ზერხის განვითარებისა და უთუოდ



ნ.ხ. 4
Microsolena Desori Koby-ს
კოლონიის ონტოგენეტიური
განვითარება (სერიული
კვეთები)



ნახ. 5

ოჯახ Microsoleniidae-ს ფილოცია: I—Anabacia, II—Dimorpharaea,
 III—Microsolena, IV—Partimeandra

მისი გართულების შედეგად წარმოიშვა ის ფორმა, რომელიც პირობითად ჩემ მიერ ახალ გვარად არის გამოყოფილი—Partimeandra [1]. ეს უკანასკნელი განსხვავდება Microsolena-თა ოჯახის სხვა გვარებისაგან მუდმივად შენარჩუნებული ქედების არსებობით. ამავე დროს მისი კოლონია ისეთივე ფორმისაა, როგორც ამ ოჯახის სხვა კოლონიური გვარებისა და ცალკე ნიშნებით ჰგავს როგორც Anabacia-ს, ისე Dimorpharaea-ს და Microsolena-ს.

თითოეული ჯამი თავისი ფორმით ემსგავსება Anabacia-ს წარმომადგენლებს. ზედაპირზე სპირალურად დალაგებული ჯამთა მწკრივებით იგი Dimorpharaea-ს უახლოვდება. Microsolena-ს წაავსებს მით, რომ ზედაპირზე არ აქვს გამოსახული დიდი საწყისი დედა-ინდივიდი, მაგრამ, ყველა ჩამოთვლილი გვარისაგან განსხვავებით, მას აქვს კოლონიის ურთულესი მუდმივად შენარჩუნებული ფორმის ელემენტები მოკლე ქედების სახით. ამ ფორმაში გაყოფა იმდენად სწრაფად და ხშირად მიმდინარეობს, რომ ზოგან ჯამი ვერ ასწრებს დასრულებას და იწყება მისი გაყოფა; აქ დედა-ინდივიდის სეპტაზე ჩნდება ახალი ჯამი, რომელიც ვერ ასწრებს დასრულებას და იკვირდება. ამგვარად, ვლბულობთ ვრძელ ქედებსა და მუდმივად შენარჩუნებული ფორმის კოლონიას. საერთოდ ცნობილია, რომ ჰექსაკორალების მუდმივად შენარჩუნებული ფორმები (Meandrea, Comoseris, Latimeandra) ზედა იურაში ჩნდებიან [10,11]. ბუნებრივია ამიტომ ამ დროისათვის Microsolenidae-ს ოჯახშიც მუდმივად შენარჩუნებული კოლონიის წარმოშობა.

ავტორების უმრავლესობა გვარ Dimorpharaea-ს ამ ოჯახის სისტემატიკური სქემის ბოლოში, ანუ Microsolena-ს შემდეგ ათავსებს (ოგილვი, ბეკერი, სოლომკო, ციტელი), რადგან მათ Dimorpharaea-ს კოლონია წარმოუდგენიათ როგორც კოლონიის ურთულესი ნაგებობა. მხოლოდ კობიმ [8] მოათავსა ის ამ ოჯახის რიგში მარტივი ფორმის შემდეგ და მით ეს გვარი კოლონიურ გვართა შორის ყველაზე პრიმიტიულ ფორმად ჩათვალა. მაგრამ იგი ეყრდნობოდა მხოლოდ გარეგნულ ნიშნებს, სახელდობრ, იმ გარემოებას, რომ ამ გვარში დიდი დედა-ინდივიდის გარშემო მცირე ინდივიდების რიგები კონცენტრულადაა განლაგებული. ამავე ნიშნის მიხედვით Thamnastraeidae-ებში მან გვარი Dimorphastraea Thamnastraea-ზე უფრო პრიმიტიულად ჩათვალა, რაც სინამდვილეს აშკარად არ შეეფერება, რადგან დაკვირტვა Dimorphastraea-ში გაცილებით უფრო რთულია. ამრიგად, დაკვირტვის თანამიმდევრობის მხედველობაში მიუღებლად და მხოლოდ გარეგნულ ნიშნებზე დაყრდნობით ფილიაციის სურათის აღდგენა ყოველთვის დამაკმაყოფილებელ შედეგს არ იძლევა. ჩემი მასალის შესწავლის შედეგად კი, როგორც უკვე აღნიშნული იყო, Dimorpharaea-ს კოლონია მიჩნეულ უნდა იქნეს გარდამავალ ფორმად ამ ოჯახის ცალკედა და კოლონიურთა შორის და იგი მარტივი კოლონიური ფორმის მშვენიერ მაგალითს წარმოადგენს.

ამრიგად, ყველა ზემოთ მოყვანილი მოსაზრებისა და დაკვირვების მიხედვით საქართველოს Microsolenidae-ბის ფილიაცია ხდება იმ სქემით, რომელიც მე-5 ნახაზზეა მოცემული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 15.11.1949)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ბ. ბენდუქიძე. ზემო რაქისა და სამხრეთ ოსეთის ზედა იურული მარჯნები. საქ. მეცნ. აკად. გეოლ. და მინ. ინ-ტის შრომები. გეოლოგ. სერია, ტ. V (X), თბილისი, 1949.
2. ივ. კახაძე. საქართველოს შუა იურული ფაუნა. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის გეოლ. ინსტიტუტის შრომები, გეოლოგიური სერია, ტ. VI, თბილისი, 1943.
3. С. Милашевич. Die Korallen der Nattheimerschichten. Palaeontographica, Bd 21, Lief. 6, Cassel, 1875.
4. Е. Соломко. Die Jura und Kreidekorallen des Krim. Записки С.-Пет. Мин. О-ва, сер. 2, ч. 2, 1888.
5. К. Циттель. Основы палеонтологии, часть I, Ленинград—Москва, 1934.
6. Milne Edwards. and I. Haime. A monograph of the British fossil corals. London, 1850—1854.
7. I. Gregory. Jurassic Fauna of Cutch. Mem. Geol. Survey East India, Ser. IX, vol. II, 1900.
8. F. Кобы. Monographie des polipiers jurassiques de la Suisse. Mémoires de la société paléontologique. Suisse, 1888.
9. G. Meyer. Die Korallen der Doggers von Elsass-Lothringen. Abhandl. z Specialkarte v. Els.-Lothr., Bd IV, H. 5, Strassburg, 1888.
10. H. Swinnerton. Outlines of palaeontology. London, 1923.
11. W. Weissermel. Die Umbildung der Rugosen in Hexacorallen. Sitzungsber. der Preuss. Geol. Landesanstalt, Heft 2, 1927.

ტექნიკა

ლ. აბაშიძის მიერ

სამოკაო ჩამაგრების ანგარიშის ანგარიშის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ზავრივემა 26.11.1949)

სამოკაო ჩამაგრების ანგარიშისათვის უპირველესად აუცილებელია ცოდნა დაძაბულობათა განაწილებისა ჩამაგრებული სხეულის გარშემორტყმულ გარემოში. დაძაბულობათა განაწილების ზოგადი ამოცანა წარმოადგენს დრეკადობის თეორიის რთულ სივრცით კონტაქტურ ამოცანას, მისი ამოხსნა დაკავშირებულია საგრძნობ სიძნელეებთან. გარკვეული სქემატიზაცია საშუალებას გვაძლევს ამოგხსნათ დასმული ამოცანა პირველი მიასლოებით.

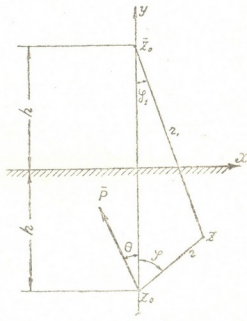
ბრტყელი ამოცანის დასმა. ვგულისხმობთ, რომ ჩამაგრებული სხეულის გარშემორტყმული გარემო არის უსასრულო ნახევარსიბრტყის გამორიცხული z_0 წერტილით (ფიგ. 1) და თავისუფალი საზღვრით.

ჩამაგრებული სხეული მიიღება ნახევარსიბრტყის გამორიცხულ წერტილად, რომელზედაც მოდებულია ამომგდები ძალვა \bar{p} . ნახევარსიბრტყის მასალის დრეკადი თვისებები მოცემულია კოეფიციენტით $\alpha = 3 - 4\nu$, სადა ν პუასონის რიცხვია. საძიებელია დაძაბულობა ნახევარსიბრტყის ნებისმიერ z წერტილში. დასმული ამოცანა ამოხსნილია უფრო ზოგადი სახით, მაგრამ მიზანშეწონილია მივიღოთ ეფექტური ამოხსნა ცნობილი [1] მეთოდის საშუალებით.

x ღერძი მივმართოთ ნახევარსიბრტყის საზღვრის გასწვრივ მარცხნიდან მარჯვნივ, y ღერძი კი გადიოდეს \bar{p} ძალის მოდების z_0 წერტილზე.

აღვნიშნოთ \bar{p} ძალის გეგმილები X, Y -ით, ხოლო h -ით—მანძილი z_0 -იდან ნახევარსიბრტყის საზღვრამდე.

მაშინ ამოცანა მიიყვანება [1] კომპლექსური ცვლადის ორი ფუნქციის მონახვამდე, რომელნიც პოლომორფულნი არიან ქვედა ნახევარსიბრტყეში გამორიცხული წერტილით $z_0 = -ih$,



ნახ. 1

$$\Phi(z) = -A \frac{1}{z+ih} + \Phi_0(z),$$

$$\Psi(z) = \alpha A \frac{1}{z+ih} - ihA \frac{1}{(z+ih)^2} + \Psi_0(z),$$

(1)

სადაც

$$A = \frac{X+iY}{2\pi(1+z)}$$

$\Phi_0(z)$ და $\Psi_0(z)$ ფუნქციები კი ჰოლომორფული არიან ქვედა ნახევარ-სიბრტყეში z_0 -ის ჩათვლით. ისინი განისაზღვრებიან საზღვარზე დაძაბულობათა ნულთან ტოლობის პირობიდან

$$Y_y + iX_y = \Phi(x) + \overline{\Phi(x)} + x\Phi'(x) + \Psi(x) = 0.$$

თუ გამოვიყენებთ [1] მეთოდის § 69 და § 81-ის ფორმულებს, ადვილად მივიღებთ Φ_0 -ისა და Ψ_0 -ის მნიშვნელობებს (1)-ში:

$$\begin{aligned} \Phi_0(z) &= \alpha A \frac{1}{z-ih} - 2iAh \frac{1}{(z-ih)^2}, \\ \Psi_0(z) &= \overline{A} \frac{1}{z-ih} - i\alpha Ah \frac{1}{(z-ih)^2} - 2i\overline{A}h \frac{1}{(z-ih)^2} + 4\overline{A}h^2 \frac{1}{(z-ih)^3}. \end{aligned} \quad (2)$$

თუ აღვნიშნავთ

$$\Phi(z) = A_1 + iB_1, \quad \Psi(z) = A_2 + iB_2, \quad \overline{z}\overline{\Phi}(\overline{z}) = A_3 + iB_3,$$

ადვილად მიიღება მთავარი გამკვირვებული დაძაბულობა z წერტილში:

$$\sigma = 2A_1 + \sqrt{(A_2 + A_3)^2 + (B_2 + B_3)^2}. \quad (3)$$

იმისათვის, რომ ვისარგებლოთ უკანასკნელი ფორმულით, აუცილებელია გამოვითვალოთ გამოსახულებები $2A_1$, $A_2 + A_3$ და $B_2 + B_3$, თუ გამოვალთ Φ და Ψ -ის კონკრეტული მნიშვნელობებიდან (1)-ის მიხედვით და მხედველობაში მივიღებთ Φ_0 -ს და Ψ_0 (2)-დან.

შევჩერდეთ იმ მნიშვნელოვან შემთხვევაზე, როცა ამომგდები ძალვა \vec{p} მიმართულია გარემოს საზღვრის მართობულად, ე. ი. $\theta = 0$ (ფიგ. 1).

ელემენტარული გამოთვლები გვაძლევს:

$$\begin{aligned} 2A_1 &= -\frac{p}{h} \frac{2}{2\pi(1+z)} [k \cos \varphi - \alpha k_1 \cos \varphi_1 - 2k_1^2 \cos 2\varphi_1], \\ A_2 + A_3 &= -\frac{p}{h} \frac{1}{2\pi(1+z)} [\alpha k \cos \varphi - k \cos 3\varphi - k_1 \cos \varphi_1 \\ &\quad + 2(\alpha - 1)k_1^2 \cos 2\varphi_1 + (8k_1^2 - \alpha)k_1 \cos 3\varphi_1 - 4k_1^3 \cos 4\varphi_1], \\ B_2 + B_3 &= -\frac{p}{h} \frac{1}{2\pi(1+z)} [\alpha k \sin \varphi + k \sin 3\varphi + k_1 \sin \varphi_1 - 2(\alpha - 1)k_1^2 \sin 2\varphi_1 \\ &\quad - (8k_1^2 - \alpha)k_1 \sin 3\varphi_1 - 4k_1^3 \sin 4\varphi_1]. \end{aligned} \quad (4)$$

აქ

$$k = \frac{h}{r}, \quad k_1 = \frac{h}{r_1}.$$

მნიშვნელობები r , φ , r_1 და φ_1 უხადია ფიგ. 1-დან.

პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ რეალურ გარემოში ჩამავრებული სხეულის ამომგდების დროს, რომელიც საკმარისი მიახლოებით შეგვიძლია ჩავთვალოთ დრეკადად (ქვა, ბეტონი და სხვა), რღვევა იწყება გარემოს მასალაში დაუშვებლად დიდი გამკვირვებული დაძაბულობების წარმოშობის შედეგად. რღვევის ასეთი მიზეზი იმით აიხსნება, რომ გარემოს რეალური მასალისათვის დროებითი წი-

ნაღმდევობა გაჭიმვისადმი საგრძნობლად ნაკლებია, ვიდრე ღრობებითი წინაღმდეგობა გაჭიმვისა ან კუმშვისადმი.

განვიხილოთ გარემოს ის \bar{x} წერტილები, რომელნიც x_0 წერტილიდან r მანძილით არიან დაშორებული და (3) და (4) ფორმულების გამოყენებით მოგძებნოთ შედარებით მეტად დაძაბული წერტილები მათ შორის.

ცხრილი 1

გამჭიმავი დაძაბულობანი, როდესაც $r = \frac{1}{10} h$

$\mu \backslash \varphi$	0°	30°	60°	90°	120°
0,2	$0,28 \frac{p}{h}$	$0,96 \frac{p}{h}$	$1,21 \frac{p}{h}$	$1,76 \frac{p}{h}$	$1,98 \frac{p}{h}$
0,1					$1,96 \frac{p}{h}$
0,3					

$\mu \backslash \varphi$	130°	135°	140°	145°	150°	180°
0,2	$2,23 \frac{p}{h}$	$2,28 \frac{p}{h}$	$2,29 \frac{p}{h}$	$2,27 \frac{p}{h}$	$2,02 \frac{p}{h}$	$1,77 \frac{p}{h}$
0,1	$2,20 \frac{p}{h}$	$2,25 \frac{p}{h}$	$2,25 \frac{p}{h}$	$2,24 \frac{p}{h}$		
0,3	$2,28 \frac{p}{h}$	$2,37 \frac{p}{h}$	$2,39 \frac{p}{h}$	$2,37 \frac{p}{h}$		

ცხრილი 2

გამჭიმავი დაძაბულობანი, როდესაც $r = \frac{1}{5} h$

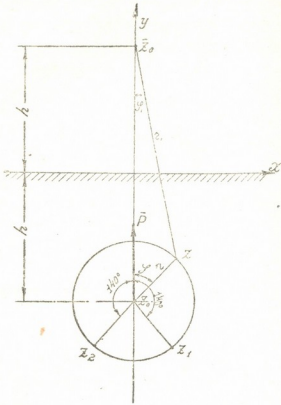
$\mu \backslash \varphi$	135°	140°	145°
0,2	$1,21 \frac{p}{h}$	$1,23 \frac{p}{h}$	$1,92 \frac{p}{h}$

ცხრილი 3

გამჭიმავი დაძაბულობანი, როდესაც $r = \frac{1}{2} h$

$\mu \backslash \varphi$	130°	140°	145°	150°
0,3	$0,567 \frac{p}{h}$	$0,594 \frac{p}{h}$	$0,593 \frac{p}{h}$	$0,579 \frac{p}{h}$

გამოანგარიშება (ცხრილები 1, 2, 3) მოწმობს, რომ გამჭიმავი დაძაბულობა σ თავის უდიდეს მნიშვნელობას აღწევს z_1 და z_2 წერტილებში, რომლებიც განისაზღვრებიან კუთხით $\varphi \approx 140^\circ$.



ნახ. 2

შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ ეს კინონი სამართლიანია ყველა

$$r \cong \frac{I}{2} k \cdot \text{სთვის. ცხადია, რომ}$$

ზუსტი მნიშვნელობა φ კუთხისა, როდესაც $\sigma = \sigma_{max}$, დამოკიდებულია r -ზე და აგრეთვე პუასონის კოეფიციენტზე μ . მაგრამ ასეთ დაზუსტებას არა აქვს პრაქტიკული მნიშვნელობა, რადგანაც, როგორც მოსალოდნელი იყო, თავისი მაქსიმუმის მახლობლად σ მეტისმეტად ნელა იცვლება.

დაეუშვათ, (4) ფორმულაში $\varphi = 140^\circ$, მაშინ (3) ფორმულა σ_{max} -ისათვის შეიძლება ასე ჩავწეროთ:

$$\sigma_{max} = a \frac{p}{h}. \quad (5)$$

ბუღია $k = \frac{h}{r}$ -სა და μ -ზე. a -ს რეალური მნიშვნელობები მოყვანილია მე-4 ცხრილში, რომლის საფუძველზედაც აგებულია გრაფიკი (ფიგ. 3) a -ს მნიშვნელობანი:

ცხრილი 4

k	2	5	10	20	40
$\mu = 0,1$	0,588	1,21	2,25	4,35	8,54
$\mu = 0,2$	0,594	1,23	2,29	4,40	8,67
$\mu = 0,3$	0,612	1,28	2,39	4,67	9,04

a -ს მნიშვნელობათა გრაფიკი k -ს მნიშვნელობათათვის 2-დან 40-მდე და μ -თვის 0,1-დან 0,3-მდე სწორ ხაზს უხალოვდება. აქედან გამომდინარე ადგილი დასანახია, რომ საკმარისი სიზუსტით შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ როდესაც $k \cong 2$,

$$\begin{aligned} a &= 0,209 k + 0,17 \quad (\mu = 0,1), \\ a &= 0,212 k + 0,17 \quad (\mu = 0,2), \\ a &= 0,221 k + 0,17 \quad (\mu = 0,3). \end{aligned} \quad (6)$$

აქამდე გარემოს ვთვლიდით უწონადად, ხოლო მისი ზედაპირი წნევისაგან თავისუფლად მიგვაჩნდა. ცხადია, რომ წნევა გარემოს ზედაპირზე და მისი



ნახ. 3

წონა შექმნიან გარემოში გარკვეულ „საწყის“ შემკუმშვად დაძაბულობებს და ამით საგრძნობლად შეუძლიათ გააუმჯობესონ სამოკაო ჩამაგრების მუშაობის პირობები.

ჩავთვალოთ, რომ გარემოს იმ ნაწილის წონა, რომელიც ჩამაგრებულ სხეულზეა, შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ გარემოს ზედაპირზე თანაბრად განაწილებულ წნევად. q -ით აღვნიშნოთ გარემოს ზედაპირზე შეჯამებული წნევა.

თუ გამოვიყენებთ § 81-ის ფორმულებს [1], ადვილია ჩვენება, რომ ასეთი დატვირთვა გამოიწვევს გარემოს ყოველ წერტილში დაძაბულობას:

$$\begin{aligned} X_x^{(0)} &= -q, \\ Y_y^{(0)} &= -q, \\ X_y^{(0)} &= 0. \end{aligned}$$

თუ ერთდროულად z_0 წერტილში იქნება მიღებული ამომგდები ძალვა \bar{p} , მაშინ მთავარი დაძაბულობა $\bar{\sigma}$ წერტილში იქნება:

$$\bar{\sigma}' = \bar{\sigma} - q.$$

აქედან

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\max} - q. \quad (7)$$

ბრტყელი ამოცანისათვის მივიღოთ შემდეგი საანგარიშო სქემა. გარემოში გარკვეულ სიღრმეზე ზედაპირის პარალელურად ჩამაგრებულია გრძელი, ხისტი ცილინდრული სხეული.

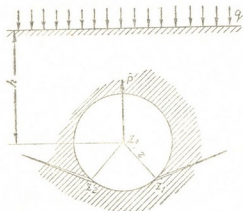
დატვირთვა გარემოს ზედაპირზე $-q$, სხეულის განივი კვეთის რადიუსი $-r$, სხეულის სიგრძე $-l$.

სხეულის ამოგდება ხდება \bar{P} ძალვით. გამოვყოთ ორი ვერტიკალური განივი კვეთით სხეულისა და გარემოს სიგრძის ერთეული (ფიგ. 4).

ამომგდები ძალვა, რომელიც მოდის სივრცის ერთეულზე (ფიგ. 4)

$$p = \frac{P}{l}$$

ვევლისხმობთ, რომ სხეულისა და გარემოს შეხების წერტილებში დაძაბულობები ისეთია, როგორც იქნებოდნენ ისინი, რომ გარემო ყოფილიყო უწყვეტი, ხოლო ძალვა p —მოდებული განივი კვეთის x_0 ცენტრში.



ნახ. 4

რღვევა დაიწყება გაჭიმვისა და ბზარების შექმნისაგან უფრო მეტი დაძაბულობის წერტილებში x_1 და x_2 .

ამგვარად, თუ R_d არის დასაშვები ძაბვა გარემოს მასალის გაჭიმვაზე, მაშინ აუცილებლად უნდა მოვიტხოვოთ, რომ x_1 და x_2 წერტილში სხეულის ზედაპირზე

$$\sigma'_{max} \leq R_d \quad (8)$$

თანახმად (5) და (7),

$$\sigma'_{max} = a \frac{P}{hl} - q$$

თუ ჩავსვამთ (b)-ში, მივიღებთ:

$$a \frac{P}{hl} \leq R_d + q$$

თუ სიმტკიცის მარაგად მივიჩნევთ a -ს მნიშვნელობას, მაშინ

$$\left(0,221 \frac{h}{r} + 0,17 \right) \frac{P}{hl} \leq R_d + q$$

აღვნიშნოთ

$$\sigma_{მკ} = \frac{P}{2rl}, \quad \sigma_{მბ} = \frac{P}{2hl};$$

$\sigma_{მკ}$ საშუალო მკუმწავი ძაბვაა სამოკაოზე,

$\sigma_{მბ}$ საშუალო მხები ძაბვაა ჭრის ზედაპირზე.

საბოლოოდ მივიღებთ გამოსათვლელ ფორმულას:

$$\sigma_{მკ} \leq 2,26 (R_d + q) - 0,76 \sigma_{მბ} \quad (9)$$

შევნიშნოთ, რომ მოყვანილი საანგარიშო სქემა წარმატებით გამოიყენება მხოლოდ იმ შემთხვევებში, როცა რღვევის მიზეზია დაუშვებლად დიდი გამოქიმავე დაძაბულობები გარემოს მასალაში.

თუ ამომგდები ძალვა მოქმედებს არა გარემოს ზედაპირის პერპენდიკულარულად, არამედ რაღაც მცირე კუთხით θ , მაშინ, ცხადია, ფორმულა (9) გამოიყენება სიმტკიცის ერთგვარი მარაგით.

სამოკაო ჩამავრების სივრცითი ამოცანის ანგარიში შეიძლება ამოვსნათ, თუ გამოვალთ უხეში მიხალოებით წინას ანალოგიური სქემიდან, იმ განსხვა-

ვებით მხოლოდ, რომ აუცილებელია ჩავთვალოთ ჩამაგრებული სხეული სფეროს ფორმის მქონედ.

ბრტყელ ამოცანაში ძალვა \bar{p} და ძაბული სხეულის ფენის ორ ერთეულს ეთანადებოდა (ფიგ. 4, \bar{z}_1 და \bar{z}_2 წერტილებში ნახაზის შიგნით), აქ (ფიგ. 5) დაძაბულ ფენას აქვს სიგრძე

$$2 \pi r \sin 40^\circ = 2 \pi r \cdot 0,643.$$

მაშასადამე, თუ P არის საერთო ამომგდები ძალვა, მაშინ უნდა ჩავთვალოთ, რომ

$$p = \frac{P}{\pi r \cdot 0,643} = 1,55 \frac{P}{\pi r},$$

თუ ჩავსვამთ (5), (7) და (8)-ში, წინასწანალოგიურად მივიღებთ გამოსაანგარიშებელ ფორმულას:

$$\sigma_{\text{გკ}} \cong 2,91 (R + q) - 1,53 \sigma_{\text{გბ}}$$

აქ

$$\sigma_{\text{გკ}} = \frac{P}{\pi r^2} \text{ და } \sigma_{\text{გბ}} = \frac{P}{2 \pi r h}.$$

(10)

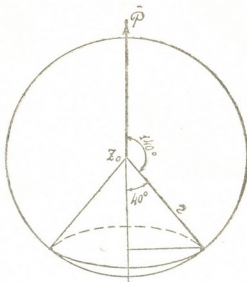
აქეთ იგივე აზრი, რაც წინაში.

ვ. ი. ლენინის სახელობის
თბილისის რკინიგზის საინჟინრო
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 20.12.1949)

დამოწმებული ლიტმრატურა

1. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи теории упругости. Москва, 1935.



ნახ. 5

ბოტანიკა

ბალენა კანდელაკი

პოპულაცია „ზანდურის“ სახეობათა გენეტიკური ურთიერთობის
საკითხისათვის

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. სოსნოვსკიმ 2.1.1950)

ხორბლის გვართა სისტემაში ორ უძველეს კულტურულ სახეობას — *R. monococcum* L-სა და *Tr. Timopheevi* Zhuk-ს თავისებური ადგილი უკავია. ესენი გენეტიკურად განკერძოებულია როგორც ერთმანეთის, ისე ხორბლის სხვა კულტურულ სახეობათაგან.

ეს ურთიერთისაგან დაშორებული სახეობები ერთად შერეული ითვისება, „ზანდურის“ სახელწოდებითაა ცნობილი და მთელი რიგი მორფოლოგიური ნიშნებით ერთმანეთს უახლოვდება [7].

ზოგიერთი მორფოლოგიური ნიშნის ერთობლიობამ და მათ შორის გეოგრაფიული გათიშვის აბარსებობამ დაბადა აზრი [6], თითქოს *Tr. Timopheevi* წარმოდგენდეს *Tr. monococcum* v. *Hornemanni*-ის პოლიპლოიდურ ფორმას. ამჟამად ეს შეხედულება უკუგდებულება, ვინაიდან *Tr. Timopheevi*-ის ახლო გენეტიკური კავშირი *Tr. chuldicum*-თან [4,5] უკვე საეცებით დამტკიცებულად ითვლება, ხოლო *Tr. monococcum*-ის უახლოესი წინაპრები ველური ცალმარცვალა ხორბლებია [3].

ხორბლების ფილოგენეზის შეცნობის მიზნით საჭირო იყო ამ სახეობათა შორის გენეტიკურ ურთიერთობათა დაზუსტება.

ვადგენდით რა *Tr. monococcum*-ის განცალკევების ხარისხს (სახეობათა შორის შეჯვარების ჩატარებით), ჩვენ შესაძლებლობა გვქონდა დავრწმუნებულნიყავით იმაში, რომ *Triticum monococcum*-ის ნაირსახეობათაგან ერთი, სახელდობრ *Tr. monococcum* v. *Hornemanni* თუმცა *Tr. Timopheevi*-სთან შეჯვარებისას გვაძლევს სტერილურ ჰიბრიდებს, მაგრამ ამ სახეობას იმდენად ადვილად ეჯვარება, რომ ქმნის ბუნებრივ ჰიბრიდებს, რის შესახებაც შესაფერი მითითებები ლიტერატურაშიც მოიპოვება [2,3]. *Tr. monococcum* v. *Hornemanni*-ს ადვილად შეჯვარების უნარმა *Tr. Timopheevi*-სთან განსაზღვრა ამ ნაირსახეობის შერჩევა შეჯვარებათა კომპონენტად.

როგორც ცნობილია, *Tr. mon.* v. *Hornemanni*-ს თავთავის ქვემო ნაწილში წყვილმარცვლიანი თავთუნები ახასიათებს.

ჩვენი დაკვირვებით წყვილმარცვლიანი თავთუნების მასობრივი გაჩენა ამ ნაირსახეობაში განვითარების გენერაციული ფაზის ხანგრძლიობასთანაა და-

კავშირებული, რაც, თავის მხრივ, დაკავშირებულია თავთავის ჩასახვისა და განვითარების დროს არსებული დაბალი ტემპერატურის ზემოქმედებასთან.

ასე, მაგალითად, ცივი გაზაფხულისა და გრილი წვიმიანი ზაფხულის პირობებში *Tr. mon. v. Hornemanni*-ის (ბაკურიანში დათესილი 1944 წ. 4 მაისს, 1820 სიმაღლეზე ზღვის დონიდან) წყვილმარცვლიანი თავთავების რაოდენობა შეადგენდა ცალმარცვალა თავთავების 43,6%-ს, მაშინ როდესაც თბილისის პირობებში წყვილმარცვალა თავთავების რაოდენობა 7,9%-ს უდრიდა.

Tr. monococcum v. Hornemanni Clem. და *Tr. Timopheevi v. viticulosum* Zhuk. ჰიბრიდიზაციის პროცესში (ორივე ნაირსახეობა დასავლეთ საქართველოდანაა) შემჩნეული იყო შემდეგი: შეჯვარების წარმატების პროცენტი გაცილებით მაღალი აღმოჩნდა, როცა დედად ან მამად გამოყენებული იყო *Tr. mon. v. Hornemanni*-ს თავთავები განვითარებული წყვილყვავილთა თავთუნებით.

დამოუკიდებლად იმისა, *Tr. monococcum* დედა მცენარეს წარმოადგენდა თუ მამა მცენარეს, შეჯვარების შედეგებმა საგრძნობლად გადააჭარბა იმ თავთავების შეჯვარების შედეგებს, რომლებსაც განვითარებული ჰქონდათ მხოლოდ ცალყვავილა თავთუნები (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

შეჯვარება	დამტვერილ ყვავილთა რაოდენობა	გამონასკვლელი თესლების რაოდენობა	შეჯვარებითობის %
1. <i>Tr. mon. v. Hornemanni</i> × <i>Tr. Tim. v. viticulosum</i> (ცალყვავილიანი თავთუნებით) რეციპროკული	470 155	20 11	4,2 7,0
2. <i>Tr. mon. v. Hornemanni</i> × <i>Tr. Tim. v. viticulosum</i> (წყვილყვავილიანი თავთუნებით) რეციპროკული	680 447	140 85	20,59 19,2

გარდა ამისა, საყურადღებოა აგრეთვე ამ ორი სახეობის შეჯვარების შედეგები სხვადასხვა გეოგრაფიულ პირობებში (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

შეჯვარება	გეოგრაფიული პუნქტი	დამტვერილ ყვავილთა რაოდენობა	გამონასკვლელი თესლების რაოდენობა	შეჯვარებითობის %
1. <i>Tr. mon. v. Hornem.</i> × <i>Tr. Tim. v. vitic.</i> რეციპროკული	თბილისი 1944 წ.	149 117	35 20	23,4 17,0
2. <i>Tr. mon. v. Hornem.</i> × <i>Tr. Tim. v. vitic.</i> რეციპროკული	ბაკურიანი 1944 წ.	319 338	96 195	30,0 57,6

ბაკურიანის პირობებში წლითიწლობით *Tr. Timopheevi*-ს მტვრით *Tr. mon. v. Hornemanni*-ს დამტვერვისას ჩვენ ვღებულობდით შეჯვარების მაღალ პროცენტს, რომელიც ცალკეულ შემთხვევაში (ამა თუ იმ თავთავზე) 91—97% ს უდრიდა, მაშინ როდესაც ჩვეულებრივ [1,7] შეჯვარების პროცენტი მაღალია, თუ დედა ფორმაა *Tr. monococcum*.

მოყვანილი ორი ცხრილიდან ჩანს, რომ შეჯვარებათა ეფექტურობა საგრძნობლადაა დამოკიდებული კომპონენტთა ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე.

უნდა აღინიშნოს აგრეთვე, რომ, თუმცა ჰიბრიდთა სიცოცხლისუნარიანობას შეჯვარების მაღალი პროცენტი ჯერ კიდევ არ აპირობებს, მაგრამ აღნიშნული კომპონენტების შეჯვარებათა დიდ უმეტესობაში ჩვენ მივიღეთ სრული მარცვლები, რომელთაგან განვითარდა, მართალია, უნაყოფო, მაგრამ მძლავრი, ე. წ. განვითარების ჰეტეროზისული ტიპის მცენარეები.

შორეულ ჰიბრიდიზაციას თან ახლავს მოვლენები, რომლებიც გამოსახავს შეჯვარებათა კომპონენტების დამორების ხარისხს. თუ მათ განვაწყობთ კლებადი ხარისხით (შეჯვარებათა შორეულობის თვალსაზრისით), ჩვენ შეგვიძლია განვითარების თითოეულ ტიპს მივკეთ შეფასება ბალების სისტემით. ამ შემთხვევაში ჩვენს სქემაზე შესაჯვარებელ სახეობათა სიახლოვის უდიდესი ხარისხი გამოიხატება შვიდით, ხოლო უმცირესი—ერთით.

შეჯვარების უნარი უდრის 0-ს	—1
განვითარებულ თესლებს ჩანასახი არა აქვთ	2
ბერი ან სრული მარცვლები იძლევა აღმონაცენს, რომელიც მაღე იღუპება	—3
სრული თესლი იძლევა საღ, მაგრამ უნაყოფო მცენარეებს ¹	—4
თესლები ბერი ან სრული. ჰიბრიდულ მცენარეებს ახასიათებს დაბალი ნაყოფიერება (0,0-დან 0,5)	—5
თესლები ბერი—ჰიბრიდული მცენარეები ხასიათდება კარგი გან- ვითარებით—ნაყოფიერება 0,5 ზევით	—6
თესლები სრულია—ჰიბრიდული მცენარეები ხასიათდება კარგი გან- ვითარებით—ნაყოფიერება უახლოვდება ახლობელი სახეობების ჰიბრიდების ნაყოფიერებას, ე. ი. მერყეობს 0,5-დან 1-მდე	—7

ცხადია, ასეთი შეფასების მიცემა შესაძლებელია გარემოს ერთსა და იმავე პირობებში. გარემოს სხვა პირობებში იცვლება არა მარტო შეჯვარების წარმატებულობა, არამედ მარცვლების სისრულე და თვით მათი სიცოცხლისუნარიანობაც (იხ. ცხრილი 3).

ჩვენი სქემით შეჯვარება *Tr. mon. v. Hornemanni*-ს *Tr. Timopheevi v. viticulosum*-თან იღებს შეფასებას „4“, რაც იმაზე მიგვიჩივებს, რომ, *Tr. Timopheevi*-ისა და *Tr. monococcum*-ის ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ ზემო-

¹ უნაყოფობა გამოწვეულია იმით, რომ სამტვრე პარკებში 98%-ზე მეტი აბორტული მტვერია, რის გამო სამტვრე პარკები არ სკდება.

თქმულის მიუხედავად, ეს შეჯვარება არ გადის შორეულ შეჯვარებათა ფარგლებიდან, ამასთან ერთად ის ხასიათდება თავისებური ნიშნებით: მაღალი აღმოცენების უნარის მქონე ჰიბრიდული მარცვლების კარგი განვითარებით და პირველი თაობის სტერილურ ჰიბრიდთა განვითარების ჰეტეროზისული ტიპით.

ამასთან ჩვენ ვაკვირდებოდით პირველი თაობის სტერილური ჰიბრიდებისაგან ნაყოფიერი ფორმების წარმოქმნას. ასე, მაგალითად, პირველი თაობის ჩვეულებრივ საესეებით სტერილური თავთავების ყვავილებში ნახული იყო ერთეული მარცვლები: ერთი მარცვალი 1944 წელს და ორი მარცვალი 1946 წელს. ყველა შემთხვევაში მარცვლები ნახულია ისეთ ჰიბრიდებში, რომლებიც მიღებულია შეჯვარებიდან, სადაც დედა მცენარე *Tr. Timopheevi* იყო.

მოცემულ შემთხვევებში ადგილი აქვს მშობელ სახეობათა მემკვიდრეობის კონსერვატიულობის დაძლევის ჰიბრიდული ორგანიზმის მიერ. აკად. ლ. ისენკოს სწავლებით ორგანიზმის თითოეული უჯრედი სხვა უჯრედებისაგან განსხვავდება მემკვიდრეობითი თვისებებით. ცხადია, რომ ეს უფრო მეტად ეხება ჰიბრიდულ ორგანიზმს, რომელშიც ქსოვილების გენეტიკური ნაირგვარობა გაძლიერებულია მემკვიდრეობითი ფუძის შერყევით.

გენეტიკურად ნაირგვარ ქსოვილებში ნივთიერებათა ცვლის პროცესები სხვადასხვაგვარად მიმდინარეობს, ხოლო ნივთიერებათა ცვლის ცვალებადობა წარმოშობს პირობებს, რომლებიც შესაძლებელს ხდის ჰიბრიდული ორგანიზმის სიცოცხლისუნარიანობის აღდგენას.

ჩვენს ცდებში შორეულ ჰიბრიდიზაციაში ნაყოფიერი ჰიბრიდი ქრომოსომთა ორმაგი რაოდენობით (ჰიბრიდი № 1) პირველად 1943 წ. წარმოიშვა, განმეორებით კი—1946 წ., ხოლო ა. ერციხიანის მიერ როგორც *Tr. Timopheevi* × *Tr. monococcum*-ის ბუნებრივი ჰიბრიდი გამოყოფილ იქნა ზანდურის ნათესებიდან (*Tr. monococcum* და *Tr. Timopheevi*-საგან შემდგარი პოპულაციიდან).

ნაყოფიერი ჰიბრიდი დედა მცენარის *Tr. Timopheevi* ქრომოსომის თანაბარი რაოდენობით (ე. ი. 28) ჩვენ მიერ გამოყოფილ იქნა 1946 წელს (ჰიბრიდი № 2). მთელი რიგი როგორც ფიზიოლოგიური, ისე მორფოლოგიური ხასიათის ცვლილებები ასხვავებს წარმოშობილ ნაყოფიერ ჰიბრიდებს მათი წარმოშობი პირველი თაობის სტერილური ჰიბრიდებისაგან. ასე, მაგ., ისინი განსხვავდებიან დათავთავების ვადებით, შებუსებით, ფოთლის ფირფიტის სისქითა და შეფერვით, თავთავის მთელი რიგი ნიშანთვისებით, ქრომოსომთა რაოდენობით—როგორც მშობლებისაგან, ისე პირველი თაობის ჰიბრიდებისაგან.

მესამე ცხრილში მოყვანილია მონაცემები ნაყოფიერი ჰიბრიდების ნიშანთვისებათა ცვალებადობის შესახებ (წარმოშობილი 1946 წ.) მშობლებთან და უნაყოფო პირველ თაობასთან შედარებით.

ამ ჰიბრიდების მეორე თაობა მომრავლებული იყო 1948 წელს. მეორე თაობის (ჰიბრიდი № 2) ანალიზმა გვიჩვენა, რომ როგორც თვითდამტვერვი-

ცხრილი 3

ნიშნები	<i>Tr. Timopheei v. viliculosum</i> ♀		<i>Tr. monococcum v. Hornemanni</i> ♂		პირველი თაობის უნაყოფო ჰიბრიდი		ნაყოფიერი ჰიბრიდი № 2—		ნაყოფიერი ჰიბრიდი № 1—	
	lim	M	lim	M	lim	M	lim	M	lim	M
მცენარის სიმაღლე	91—123	109,5	66—130	109,5	98—130	117,3	77	—	112	—
შესუსვა	კლიფერი		სუსტი		საშუალო		ძლიერი		ძლიერი	
თავიანკის სიგრძე	9,2—11,8	10,76	7,4—11,2	9,0	6,1—7,6	6,8	კონუსისებრი	9,1	11,0—12,5	11,6
თავიანკის სიგანე	61—71	65,5	71—121	87,4	82—102	88,7	2,8—3,5	77,3	69—81,0	77,0
თავიანკის სიგრძე	1,8—2,3	2,18	1,5—2,8	2,1	2,2—3,1	2,8	2,8—3,5	3,2	2,1—3,1	2,8
თავიანკის სიგანე	84—97	91,3	7—116	99,6	75—124	106,7	66—99	82,6	45—51	55
ფხის სიგრძე	38—42	39,3	39,1—53	44,6	31—39	33,8	27,3—32,4	29,9	33,3—34,7	34,2
სიმაგრე	1,2—1,7		0,89—1,04		—		0,64—0,74		0,66—1,28	
ნაყოფიერება	10,1—11,2	10,6	8,4—10,9	9,4	8,7—11,3	10,2	9,2—10,1	9,9	9,9—10,7	10,2
თავიანკის კონუსის სიგრძე	3,2—4,9	3,6	2,3—3,7	3,0	2,5—3,7	3,5	3,8—4,8	4,4	3,3—5,1	4,7
თავიანკის კონუსის სიგანე	1,0—1,7	1,37	1,3—1,7	1,5	0,9—1,6	1,3	2,8—3,8	3,7	1,6—1,9	1,7
თავიანკის კონუსის სიგრძე	7,0—8,3	7,6	6,2—8,2	7,3	—	—	7,1—9,3	8,4	9,7—10,1	9,9

შენიშვნა: ყველა ზომა მოცემულია მმ-ებით

სათვის იზოლირებული თავთავის თესლიდან გაზრდილმა, ისე შერჩევითი და მტვერვის შესაძლებლობის მქონე მცენარეთა თესლიდან მიღებულმა მცენარეებმა მოგვეცეს განსხვავება კბილანის სიგრძეში, დათავთავების ვადებში, თავთავისა და მტვრიანების შეფერვაში, სანთლიანობაში, ფოთლის შეფერვაში, თავთავის აპკის სიხისტეში, მაგრამ ყველა მცენარე ეკუთვნოდა შუალედი ჰიბრიდების ტიპს ან ახლო იყო *Tr. Timopheei*-ს ტიპთან.

ყველა ფორმა მტვრევალი და კილიანი აღმოჩნდა. ჯერ კიდევ ყვავილობის სტადიაში ჩვენ მიერ შემჩნეულია, რომ ცალკეულ მცენარეებს გენერაციული ორგანოები სრულიად განუვითარებელი აქვთ, ე. ი. თავთავის არც ერთ ყვავილში არ არის მტვრიანები და ბუტკო. 35 მცენარიდან 11 მცენარე გენერაციული ორგანოების ანომალური განვითარების შედეგად სრულიად უნაყოფო იყო. ამ ჰიბრიდის ნაყოფიერ მცენარეთა პროდუქტიულობა მერყეობდა 1,09—1,42 შორის, აქარბებდა რა პირველი თაობის ნაყოფიერი ჰიბრიდის პროდუქტიულობას.

ქრომოსომთა ორმაგი რაოდენობის მქონე (ჰიბრიდი № 1) სხვა ნაყოფიერი ჰიბრიდის შთამომავლობა უფრო თანაბარი იყო. 25 მცენარიდან ყველა ნაყოფიერი აღმოჩნდა, მაგრამ ცალკეულ ყვავილებს მაინც არ ჰქონდა განვითარებული გენერაციული ორგანოები; ზოგიერთებში შემჩნეული იყო მათი არანორმალური განვითარება: მტვრიანებისა და ბუტკოს დინგთა რიცხვის შემცირება

ან გადიდება. ყველა მცენარე (ისე როგორც ზემოაღწერილი ჰიბრიდი) მტვრე-ვადი და კილიანია, მცენარეები გამოიჩინებოდა ძირითადად ნაყოფიერებით და გვიჩვენებდა თავთავის სიმკვრივისა და კბილაკის სიგრძის ერთგვარ მერყეობას. მხოლოდ ერთი მცენარე საგრძნობლად განსხვავდებოდა სხვებისაგან მთელი რიგი ნიშანთვისებებით: მცენარის სიმაღლით, თავთავთა სიგრძით, სანთლიანობით, თავთავის კილის უფრო გრძელი კბილანით, მაღალი ნაყოფიერებით—1,17—2,29, რაც აჭარბებდა მშობელ ფორმათა ნაყოფიერებას. სხვა მცენარეთა ნაყოფიერება ცვალებადობდა 0,08—1,17-ის ფარგლებში.

როგორც ანალიზის შედეგებმა გვიჩვენა, ამ ჰიბრიდის მეორე თაობას ემჩნევა ნაყოფიერების გადიდება, რაც მცენარეთა სიცოცხლისუნარიანობის სასარგებლოდ ლაპარაკობს.

მიჩურინული ბიოლოგიის დებულებიდან გამომდინარე,—რომ ჰიბრიდული ორგანიზმი თავისი განვითარების შესაძლებლობით უფრო მდიდარია, ვიდრე რომელიმე დედა ორგანიზმი,—ჩვენ ვფარაუდობდით, რომ ნაყოფიერი ჰიბრიდები (*Tr. Timopheevi* × *Tr. monococcum*) ხორბლის სხვა სახეობებთან შეჯვარებისას მოგვეცემენ უკეთეს შედეგებს, ვიდრე ამ კომბინაციის მშობელთა შეჯვარება ხორბლების იმავე სახეობებთან. მართლაც, შეჯვარებათა შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ნაყოფიერი შორეული ჰიბრიდები უკეთესად ეჯვარებიან იმ სახეობებს, რომლებსაც მშობლება ცუდად ან სრულიად არ ეჯვარებიან, რაც მათი მემკვიდრეობითი საწყისის შერყევის შედეგია.

ასე, მაგ., თუ *Tr. Timopheevi* მაგარ და აგრეთვე რბილ ხორბლებთან შეჯვარებისას ნაყოფწარმოშობის ფრიად უმნიშვნელო პროცენტს იძლევა და ისიც თავისუფალი ყვავილობის პირობებში, სახელდობრ 0,000—0,099 მარცვალს ერთ თავთავზე *Tr. Timopheevi*-სა *Tr. durum* და *Tr. persicum*-ის ჰიბრიდებში, მაშინ ჰიბრიდების (*Tr. Timopheevi* × *Tr. mon. v. Hornem*) *Tr. durum* და *Tr. persicum*-თან პირველი თაობის ჰიბრიდებში ნაყოფიერების ინდექსის რყევადობა 0,00—0,21 უდრის. ამ ჰიბრიდის *Tr. vulgare v. velutinum*-თან შეჯვარებაში ნაყოფიერების ინდექსი უდრიდა 0,00—0,17, ხოლო შებრუნებულ კომბინაციაში 0,00—0,42, რაც საგრძნობლად აჭარბებს *Tr. Timopheevi*-ს *Tr. vulgare v. velutinum*-თან ჰიბრიდის ნაყოფიერებას.

ამგვარად, როგორც პირველ, ისე უკანასკნელ შემთხვევაში ნაყოფიერების ინდექსი უფრო მაღალია *Tr. Timopheevi*-ს მაგარი და რბილი ხორბლების ჯგუფთან ნაჯვარში.

Tr. monococcum-ის ხორბლების ორივე ჯგუფთან ნაჯვარი აბსოლუტურად უნაყოფოა.

ზემოსხენებული შეჯვარებით მიღებული ჰიბრიდების მეორე თაობაში ვამჩნევთ ნაყოფიერების გადიდებას. ასე, მაგ., თბილისის პირობებში (*Tr. Timopheevi* × *Tr. monococcum*) × *Tr. vulg. v. velutinum*-თან შეჯვარების პირველი თაობის მცენარეების ნაყოფიერება მერყეობდა 0,00—0,17, ჰიბრიდთა მეორე თაობაში კი 0,00—1,00-მდე იყო.

ყოველივე ზემოთქმული *Tr. Timopheevi*-სა და *Tr. monococcum*-ს შორის ჰიბრიდების შეჯვარების უნარზე, განვითარების ხასიათზე და სხვა, ნებას

გვადღევს ვიგულისხმობთ, რომ ეს სახეობები ადამიანის ჩარევის შედეგად შეეგუა საერთო ადგილსამყოფელის პირობებს. უძველესი დროიდან კულტივირებული, კულტურის პირობებისადმი ნაკლებმომთხოვნი, მძლავრი დაბუჩქვის უნარის მქონე, ავადმყოფობისადმი გამძლე ეს ორი სახეობა შესაძლებელია შეერთებულიყო პოპულაციაში (თანასაზოგადოება, ცნობილი საქართველოში „ზანდურის“ სახელწოდებით) ადამიანის მიერ, რომელმაც შენიშნა, რომ მათი ერთად დათესვა უფრო უკეთეს პროდუქტიულობას იძლევა.

სამწუხაროდ, ჩვენ მიერ ექსპერიმენტით ჯერ კიდევ არ არის დადასტურებული ეს უკანასკნელი დასკვნა—ბიოცენოზის კომპონენტების ურთიერთდახმარების შესახებ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 7.1.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. А. Ерициян. К изучению формообразовательного процесса в межвидовых скрещиваниях пшеницы. Тр. Тбил. Бот. Ин-та, т. VII, 1939.
2. Г. В. Канделаки. Новый амфилоид *Tr. Timopheevi* Zhuk. X *Tr. monosocum* L. Сообщ. АН Груз. ССР, т. VI, № 7, 1945 г.
3. В. Л. Менабде. Пшеницы Грузии. Тбилиси, 1948.
4. В. Л. Менабде. К филогенезу *Tr. Timopheevi* Zhuk. Сообщ. АН Груз. ССР, т. III, № 6, 1942.
5. В. А. Светозарова. О втором геноме *Tr. Timopheevi* Zhuk. ДАН СССР, т. XXIII, № 5, 1939.
6. М. Г. Туманян. О происхождении пшеницы *Tr. Timopheevi* Zhuk. Тр. Биологич. Ин-та, вып. I. Ереван, 1939.
7. А. С. Хинчук. К генетике *Triticum Timopheevi* Zhuk. Тр. прик. бот., ген. и селекции, т. XX, 1929.

ნიადაგმცოდნეობა

აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი მ. საბაშვილი და მ. ჯიქაშვილი

ქაზბეზის რაიონის მთა-მდელოთა ნიადაგების შესახებ

მთა-მდელოთა ნიადაგები კავკასიონის და მცირე კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში დიდიდაა გავრცელებული. ამ ნიადაგების წარმოქმნის თავისებური პირობები და სხვადასხვა გამოსახულება და ინტენსივობა განსაზღვრავს ალპურ და სუბალპურ მთა-მდელოთა ნიადაგების სხვადასხვა განვითარების ხარისხს, შედგენილობას და თვისებებს.

პროფ. ს. ზახაროვის [1], აკად. ლ. პრასოლოვის და ნ. სოკოლოვის [3] სქემებით და საქართველოს ნიადაგების კლასიფიკაციის ჩენი სქემის [6] თანახმად, მთა-მდელოთა ნიადაგებს შორის გამოიყოფა ალპური და სუბალპური ქვეზონების (სარტყლები) ნიადაგები და მათ შორის სახეები და სახესხვაობები განვითარების ხარისხის, სიღრმის, ორგანული ნივთიერების რაოდენობისა და სხვა ნიშნების მიხედვით. ალპურ სარტყელში გამოირჩევა სუსტად განვითარებული მცირე სისქის (პრიმიტიული) კორდიან-ტორფიანი და კორდიანი მთა-მდელოს ნიადაგები, ხოლო სუბალპურ სარტყელში კორდიანი, ტორფიანი, გეოგრაფიული, შავმიწისებური და მეორადი მთა-მდელოს ნიადაგები; მეორადი მთა-მდელოს ნიადაგები წარმოიქმნება ტყის გაჩეხისა და ადგილის მდელოს მცენარეულობით დაკავების შედეგად.

ი. ლივეროვისკი [2] ჩრდილოეთ კავკასიის სუბალპურ ზონაში გამოყოფს: 1) კორდიან ნიადაგებს ადსორბციულად მძღარს, ნარჩენით კარბონატულს (შავმიწისებრს), დანალექი ქანების კარბონატულ ან გამოტუტულ ალუეზზე; 2) კორდიან ნიადაგებს, ადსორბციულად სუსტად არამაძღარსა (მუქი ფერისას), უმთავრესად მყავე მეტამორფული, ამონალვარი და უკარბონატო დანალექი ქანების გამოყოფის პროდუქტებზე; გარდა ამისა, გამოიყოფა მეორადი კორდიან-მდელოს ნიადაგები.

ამრიგად, მთა მდელოთა ზონაში ძირითადია ნიადაგწარმოქმნის კორდიანი პროცესი, რომელსაც აქ სხვადასხვაგვარი გამოსახულება აქვს.

სუბალპური და ალპური მდელოების ზონას დიდი სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი მეცხოველეობის ბუნებრივ საკვებ ბაზას წარმოადგენს. ამ ბოლო დროს დიდი ყურადღება ექცევა სძოვრების გაუმჯობესების საკითხებს ბალახების თესვის, ნიადაგდაცვითი ღონისძიებების და სხვა საშუალებებით. ამ მხრივ ცალკე რაიონების მთა-მდელოთა ნიადაგების შედგენილობისა და თვისებების ცოდნას დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ჩვენ მიერ შესრულებულია პატარა სამუშაო მთა-მდელოთა ნიადაგების შესასწავლად ყაზბეზის რაიონის ქვედა ზონაში.

ეს რაიონი მდებარეობს კავკასიონის მაღალმთიან მხარეში; მას ახასიათებს ზედაპირის დიდი დასერილობა და სიმაღლეთა დიდი ამპლიტუდა.

მ. სანებლიძის მიხედვით [7], ყაზბეგის რაიონის უმეტეს ნაწილში წარმოდგენილია მთიან ხეობათა რელიეფის ზონა შერბილებული ქედებით და ტროგისებური ხეობებით, 1800—3000 მ. სიმაღლეზე. უფრო მაღლა, 3000-დან 4000 მეტრამდე მდებარეობს კლდოვანი ქედების ზონა, რომელიც ალავ დასერილია მყინვარებით და წარმოდგენილია როგორც წვეტიანი ფორმებით, ისე უფრო დამრეცი ფლატეებით და ქვანი მორენებით.

ყაზბეგის რაიონის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობენ ძველი ინტრუზიული ქანები, ანდიზიტები, ხოლო უმეტეს ნაწილში ლეიასის ფიქლიანი ფენები. რენგარტენის [4] მიხედვით, ეს ფენები ყაზბეგისა და ლუღუშაურის წყებებს მიეკუთვნება.

ყაზბეგის რაიონას ზედაპირის უმეტესი ნაწილი მეოთხეული პერიოდის ყოფილი გამყინვარების ნიშნებს ატარებს. რენგარტენის მიხედვით [5], ამ რაიონში თოვლის ხაზი წარსულში 700—800 მ უფრო დაბლა იყო. მორენები დიდ ნაწილში გადარეცხილია, მეორე მხრივ კი გადაფარებულია ჩამონახვავებით და გამოზიდვის კონუსებით.

ყაზბეგის რაიონის თანამედროვე სუბალპური მცენარეულობის დიდი ნაწილი მეორადი წარმოშობისაა და წარმოდგენილია უმთავრესად სუბალპური მდელოებით ნაირბალახოვან-მარცვლოვანი და ნაწილობრივ ნაირბალახოვან-პარკოსანი ასოციაციებით, *Agrostis planifolia*-ს, *Calamagrostis arundinacea*-ს, *Bromus variegatus*-ის და სხვათა მონაწილეობით. თრუსოს ხეობის მარჯვენა მხარეზე გვხვდება აგრეთვე კალციფილური მცენარეულობის წარმომადგენლები *Cobresia capillifolia*-ს სახით.

ა. ხარაძის თანახმად [9], ტყეების გაჩეხის შემდეგ ადგილი დაიკავა სუბალპური ტყე-მდელოს მცენარეულობამ, რომელმაც ყაზბეგის რაიონში 1300 მეტრამდე დაიწია. ყოფილი ტყეების ნაშთებს „წმინდა“ ტყეები წარმოადგენენ (სოფ. გერგეთი, სიონი), რომლებიც უმთავრესად არყიაა და ვერხვი-საგან შედგებიან.

საძოვრების ძოვებით გადატვირთვის გამო სუბალპური მდელოები ხშირად დასარეგლიანებულია. სუბალპური ბუჩქებიდან უნდა აღინიშნოს იელი (*Rhododendron flavum*), რომელიც ზოგან გვხვდება მხოლოდ მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობზე.

2400—2500 მ უფრო მაღლა მდებარე ალპური სარტყლის ქვედა ნაწილში წარმოდგენილია უმთავრესად ნაირბალახოვანი და ნაირბალახოვან-მარცვლოვანი ასოციაციების კომპლექსი. ზედა ალპურ სარტყელში 2600—3200 მ ფარგლებში განვითარებულია ტიპობრივი „ხალიჩები“ დაბალმცენარეული ასოციაციებით.

ნიადაგის გამოკვლევა ჩვენ მიერ ჩატარებულია ძირითადად სუბალპური მდელოების ზონაში, შესწავლილი ნიადაგების უმრავლესობა კორდიან სუბალპურ მთა-მდელოთა ნიადაგებს წარმოადგენს. ამ ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია მცირე და უფრო იშვიათად საშუალო სიღრმე, უფრო ხშირად ძლიერი ხირხატიანობა და კორდის არსებობა. შესწავლილი ნიადაგები მეტწილად

ყაზბეგის რაიონის მთა-მდელოთა ნიადაგების შესახებ

უკარბონატოა; მხოლოდ მთიულეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე, მერგელების გავრცელების არეში, გვხვდება მთა-მდელოთა კარბონატული ნიადაგები.

ქვემოთ პირველ ცხრილში მოგვყავს შესწავლილი მთა-მდელოთა ნიადაგების მექანიკური შედგენილობის მონაცემები.

ცხრილი 1

მთა-მდელოთა ნიადაგების მექანიკური ანალიზების მონაცემები 1,0 NaCl დამუშავებით ანალიტიკოსი ე. ჩალათაშვილი

ქრილი	ფენა სმ	ჰეგრ-სკოპული მუხლი	ხირხატი % > 1 სმ	ნიადაგის შემადგენელი ნაწილები						
				1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	100,0	10,0
1 კორდიანი სუბალპ. მთა-მდელოს ნიადაგ. (ჯვარის მთა, 2300 მ)	0-6	7,30	—	0,69	18,84	54,72	12,13	3,64	9,98	25,75
	6-12	5,80	—	0,70	25,13	43,17	15,64	10,28	5,08	11,00
	12-20	3,62	—	1,39	9,64	40,27	19,69	19,69	9,37	48,70
	25-33	1,79	—	0,66	9,17	36,30	18,34	27,22	6,81	52,37
	38-80	0,75	41,76	5,11	13,54	55,33	0,50	16,93	7,04	24,47
2 იგივე, დიდი სისქის ხიად. (2430 მ)	0-80	7,91	—	2,58	26,04	50,04	5,89	2,55	12,90	21,34
	10-18	5,28	—	2,14	23,38	36,89	16,63	12,53	8,63	37,59
	25-35	1,51	—	1,48	30,65	19,06	13,35	22,97	11,83	48,15
	50-60	4,60	—	8,77	28,05	31,38	13,08	13,60	5,12	31,80
	80-90	1,89	—	3,12	49,62	10,89	15,08	14,06	7,23	36,37
5 კორდიანი (კორდიან-ტორდიანი) მცირე სისქის ხირხატიანი კარბონატული	0-9	6,13	62,90	3,72	10,54	38,40	16,67	11,36	19,31	47,34
	17-19	1,75	72,77	5,60	27,76	29,21	17,23	11,29	8,85	37,43
	23-33	1,26	83,64	13,30	17,65	30,07	15,19	15,80	7,99	38,98
7 კორდიანი მცირე სისქის მთა-მდელოს ნ. ყაზბეგი (1950 მ)	0-10	4,90	—	3,97	25,23	42,29	9,01	10,10	8,30	27,91
	15-25	1,60	41,31	16,13	34,19	16,16	9,76	13,71	9,55	33,20
	35-45	2,02	53,53	14,16	27,43	22,22	10,20	16,00	9,99	36,19
9 მთა-მდელოს (ტყე-მდელოს) ხიადი დიდი სისქის	0-8	4,95	—	2,59	21,54	35,56	12,39	19,73	8,19	40,13
	12-22	4,60	—	2,30	0,42	56,91	11,82	19,66	8,89	40,37
	30-40	3,92	—	3,01	9,39	27,75	20,99	30,71	8,15	59,85
	65-75	3,98	—	3,21	21,09	1,56	41,18	22,35	10,60	74,13

ანალიზები ადასტურებს ჯმეტეს მასაში შესწავლილი ნიადაგების წვრილ-მიწის მსუბუქ და საშუალო თიხნარ შედგენილობას და აგრეთვე მათ დიდ ხირხატიანობას ცალკე ფენებში, ხოლო კრ. № 5-ში მთელ პროფილზე. შედარებით უფრო მძიმე შედგენილობას ვხედავთ კრ. № 9 ნიადაგში, რომელიც წარმოქმნილია თიხა-ფიქალზე იელნარში.

მეორე ცხრილში მოგვყავს ჰუმუსისა და აზოტის შემცველობის მონაცემები (იხ. მე-2 ცხრილი).

კორდიან მთა-მდელოთა ნიადაგებისათვის ჩვენ ვხედავთ ჰუმუსის დიდ რაოდენობას, რომელიც შეადგენს 15,7 და 22,5 პროცენტსაც კი, და მის თანდათანობით შემცირებას ქვედა ფენებში. კრ. № 5 ნიადაგის კორდიან-ტორფიან ხასიათს ადასტურებს ჰუმუსის (ორგანული ნივთიერების) დიდი პროცენტი

ზედა ფენაში და მისი შედარებით მკვეთრი შემცირება ქვევით. კორდიან და კორდიან-ტოროფიან მთა-მდელოთა ნიადაგებში ჰუმუსის დაახლოებით იგივე მონაცემები მოჰყავთ ი. ლივეროვსკის [2] და სხვა ავტორებს.

ცხრილი 2

ჰუმუსისა და აზოტის შემცველობა მთა-მდელოთა ნიადაგებში
 ანალიტიკოსი ე. ჩალათაშვილი

კრილის № და ნიადაგი	ფენა სმ	ჰუმუსი %/%	აზოტი %/%	C : N	ხსნადი ჰუმუსი %/%
№ 1 კორდიანი სუბალპური მთა-მდელოს ნიადა. (ჯვარის მთა, 1300 მ)	0—6	22,54	1,29	10,1	0,20
	6—12	10,08	0,82	9,2	0,06
	12—20	5,54	—	—	0,02
№ 2 იგივე, დიდი სისქის (გუდის მთა, 2430 მ)	0—8	15,74	0,95	9,6	0,17
	10—18	9,84	0,60	9,0	0,04
	25—35	6,72	—	—	0,02
№ 5 კორდიანი (კორდიან- ტოროფიანი) მთა-მდე- ლოს, მცირე სისქის ხიობათიანი ნიადა. (მრენ- რალურ წყაროსთან)	0—9	22,91	1,38	9,6	0,27
	17—19	5,19	0,33	9,1	0,03
	23—30	2,37	—	—	0,01
✓ № 7 კორდიანი მთა-მდე- ლოს, მცირე სისქის (ს. ყ ზბ. გ., 1950 მ)	0—10	15,41	0,94	9,5	0,12
	15—25	3,21	—	—	0,01
№ 9 მთა-მდელოს (ტყე- მდელოს), დიდი სისქის	0—8	11,14	0,57	12,2	0,13
	12—22	8,59	0,48	10,2	0,07
	30—40	3,18	—	—	0,02
	65—75	3,64	—	—	—

დამახასიათებელია აგრეთვე აზოტის შემცველობისა და C : N შეფარდების მონაცემები. აზოტის რაოდენობა ჰუმუსის შემცველობის პროპორციულია; ნახ-შირბადის შეფარდება აზოტთან ნაკლებად მერყეობს და ზედა ფენაში 9,5—10,1 უდრის. ჰუმუსის შემცველობის და C : N შეფარდების მიხედვით რამოდენიმედ გამოირჩევა კრ. № 9 ნიადაგი, რომელიც იელნარშია აღებული. ჩვენ ვხედავთ ჰუმუსის შედარებით მცირე რაოდენობას, მის თანდათანობით შემცირებას ქვევით და C : N უფრო ფართო შეფარდებას. ამ ნიადაგის ყველა მაჩვენებელი მას უფრო ახლოს აყენებს ტყის ნიადაგებთან, ვიდრე მთა-მდელოთა სხვა ნიადაგებს, სადაც კორდიან პროცესს მეტი ხანდაზმულობა და უფრო მკვეთრი გამოსახულება აქვს. ი. ტიურინის [8] მიხედვით, C : N შეფარდების ზემომოყვანილის მსგავსი მონაცემები ახასიათებენ ტყის ნაცრისფერ და ეწერ ნიადაგებს. ჰუმუსისა და აზოტის შემცველობის და C : N შეფარდების სიდიდესთან პირდაპირ კავშირშია შესწავლილი ნიადაგების ორგანული ნივთიერების შედგენილობა. გამოკვლევა ჩატარებულია ი. ტიურინის მეთოდით.

მე-3 ცხრილში მოყვანილი მონაცემები არ ამჟღავნებს დიდ განსხვავებას შესწავლილ ნიადაგებს შორის ჰუმინის მკაფიება და ფულვომჟავების საერთო

ცხრილი 3

მთა-მდელოთა ნიადაგების ორგანული ნივთიერების შედგენილობა

ანალიტიკოსი ე. ჩალათაშვილი

ნიადაგი	ფენა სმ	C:N			C		C		C		C		C		C		
		C	N	C:N	დეკლორინ- რებული		სანთოვ- სების		ქუმინშევავისი		ფუფქლომე.		ჭიღროლიზ.		არაპიდროლ. ნაშთის		
		საერთო	საერთო		% ნიადაგში	% საერთო C	% ნიადაგში	% საერთო C	% ნიადაგში	% საერთო C	% ნიადაგში	% საერთო C	% ნიადაგში	% საერთო C	% ნიადაგში	% საერთო C	
№ 1 კორდიანი სუბალ- პური მთა-მდელოს ნიად. (ჯვარის მთა, 2300 მ)	0-6	13,07	1,29	10,1	0,33	2,53	1,58	12,08	2,52	19,43	4,20	32,18	1,74	13,31	3,23	24,71	0,60
	6-12	7,67	0,82	9,2	0,23	3,77	0,06	0,77	1,79	22,54	2,73	35,66	0,93	12,14	1,74	22,63	0,66
	12-20	3,16	-	-	0,42	13,19	0,09	2,84	0,88	10,93	1,58	50,02	0,28	8,59	0,56	17,72	0,22
№ 5 კორდიანი (კორ- დიან-ტორჟიანი), მცირე სისტის ზირ- ხატანი (მინერა- ლურ წყაროსთან)	0-9	12,93	1,38	9,6	1,28	9,89	0,47	3,63	3,27	25,28	4,61	35,61	0,76	5,87	2,49	19,25	0,71
	17-19	3,01	0,33	9,1	0,51	16,94	0,03	0,99	0,51	16,94	1,06	35,59	0,23	7,64	0,74	21,58	0,47
№ 7 კორდიანი მცირე სისტის მთა-მდელოს ნიად. (ს. ყაზბეგი, 1950 მ)	0-10	0,94	0,94	9,5	0,25	2,89	0,49	5,48	1,54	17,21	3,52	39,38	0,66	7,38	2,76	30,87	0,44
	15-25	1,83	-	-	0,19	10,38	0,20	15,30	0,11	5,94	0,58	31,66	0,18	9,89	0,47	25,64	0,19
№ 9 მთა-მდელოს (ტყე- მდელოს) დიდი სისტის ნიადაგი	0-8	7,01	0,67	12,2	0,26	3,78	0,24	3,42	1,54	22,26	2,45	35,10	1,96	11,43	1,96	28,00	0,63
	12-22	4,98	0,48	10,2	0,25	5,18	1,15	3,01	0,87	17,91	1,98	30,69	1,22	9,60	1,22	24,42	0,46

ყაზბეგის რაიონის მთა-მდელოთა ნიადაგების შესახებ

შირბადისა იმავე ნიადაგში და ჰიდროლიზატის ნახშირბადის იმავე და № 7 კორდიან ნიადაგში ნაკლები შემცველობა; შედარებით მეტია ეს ციფრები № 1 კორდიან მთა-მდელოს და № 9 ტყე-მდელოს (მთა-მდელოს) ნიადაგებში.

მოგვყავს აგრეთვე შესწავლილ ნიადაგებში შთანთქმული ფუძეების შედგენილობის მონაცემები (ცხრ. 4). ეს მონაცემები მოწმობს საერთო მასაში შესწავლილ მთა მდელოთა ნიადაგების შედარებით ნაკლებ შთანთქმის ტევადობას და მათ ფუძეებით არამაძღრობას. როგორც ვხედავთ, არამაძღრობის ხარისხი საკმაოდ დიდია. შთანთქმის ტევადობა პირდაპირ კავშირშია ჰუმუსის შემცველობასთან და ზოგიერთ ნაწილში მასში ჰუმინის მქავეს შემცველობასთან. ამის დადასტურებას ზენოთ მოყვანილი ციფრებიდან (ცხრ. 3) წარმოადგენს ჰუმინის მქავეს აბსოლუტური ციფრები.

საერთოდ კი შთანთქმული ფუძეების შედგენილობის მხრივ მოყვანილ ნიადაგებს შორის დიდი განსხვავება არ არის. ამას ადასტურებს აგრეთვე ამ ნიადაგების რეაქციის მონაცემებიც, რომლებიც თითქმის ყველა ქრილში გვიჩვენებენ მქავეიანობას სუსტი და უფრო იშვიათად საშუალო ხარისხის ფარგლებში. ამ მხრივ გამონაკლისს წარმოადგენს ქრ. № 5 ნიადაგი, რომელიც გვიჩვენებს შედარებით მაღალ შთანთქმის ტევადობას და ფუძეებით მაძღრობას მთელ პროფილზე. ამის განმარტებას იძლევა ამ ნიადაგის საკმაოდ დიდი კარბონატულობა ზედაპირიდანვე; ნიადაგი მერველზეა განვითარებული. კარბონატები მოიპოვება შერგელის ნატეხებში, რომლებსაც ეს ნიადაგი უზვად შეიცავს. კარბონატების შემცველობით აიხსნება ქრ. 1 და № 3 ტუტე რეაქცია ქვედა ფენებში.

აღნიშნულ ნიადაგებში კარბონატების შემცველობის მონაცემები მოცემულია მე-5 ცხრილში.

ცხრილი 5

ქრილი № №	ფენა სმ	CaCO ₃ %
5	0—9	10,37
	17—19	35,97
	23—33	42,64
	55—65	68,55
1	25—32	3,57
	38—50	48,15
3	55—65	73,48

ამრიგად, მოყვანილი ზოგიერთი ცნობა ყაზბეგის რაიონის მთა-მდელოთა ნიადაგების შესახებ მოწმობს ძირითადად მათ კორდიან სახეს და უმეტეს ნაწილში მეორად წარმოქმნას. ამასთანავე ეს მონაცემები მოწმობს აღნიშნული ნიადაგების საკმაოდ დიდ სხვადასხვაობას, რელიეფის პირობების, დედა ქანების, მცენარული საფარისა და სხვა პირობების მიხედვით, და მათ თითქმის ანალოგიურ ხასიათს კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობის ნიადაგებთან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და
მელიორაციის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 10.7.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. А. Захаров. К характеристике высокогорных почв Кавказа. Изв. Константиновского Межевого Института, вып. VI, М., 1914.
2. Ю. А. Ливеровский. К генезису горнолуговых почв. Почвоведение, № 2, 1945.
3. Л. И. Прасолов и Н. Н. Соколов. Почвенно-географический очерк Юго-Осетии. Труды СОПС АН СССР, Сер. Закавказье, 1935.
4. В. П. Ренгартен. Геологический очерк района Военно-Грузинской дороги. Тр. Всес геол.-разв. объед. ВСНХ СССР, вып. 148, 1932.
5. А. Л. Рейнгард. К вопросу о четвертичном оледенении. Доклады АН СССР, Л. т. 19, 1927.
6. М. Н. Сабашвили. Почвы Грузии, Тбилиси, 1948.
7. М. С. Санеблидзе. Физико-географическая характеристика Кавбекского района. Диссертация (рукопись в Тбил. гос. Университ. имени Сталина, 1949).
8. И. В. Тюрин. Географические закономерности гумусообразования, Тр. Юбил. сессии, посвящ. столетию со дня рождения В. В. Докучаева. Москва, 1949.
9. ა. ხარაძე. ყაზბეგის რაიონის მცენარეულობა. საქ. მეცნ. აკადემიის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა განყოფ. მე-5 სამეცნიერო სესიის მოხსენებთა თეზისები, თბილისი, 1945.

ხელოვნების ისტორია

გახტანგ დოლიძე

ღამით-გარეჯის მართი ხელოვნობადაცხადებული ძეგლის დათარიღების
საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა გ. ჩუბინაშვილმა 1.4.1950)

„უდაბნოს“ ქედის აღმოსავლეთ ბოლოში, სატრინანგულაციო წერტილიდან დასავლეთით დაახლოებით 100 მეტრის მანძილზე, მთის თხემზე აგებულია „აღდგომის“ ეკლესია ([1], ტაბ. 6). იგი გადაჭყურებს ფართოდ გადშლილ გარეჯის შიშველ მთაგორაკიან უდაბნოს, რომელიც შორს სამხრეთ-დასავლეთით მტკვრის დაბლობს ერთვის. დარბაზული ტიპის პატარა ეკლესია გეგმაში წარმოადგენს სწორკუთხედს (3,5×5,0 მ) აღმოსავლეთიდან ნახევარწრიული აფსიდური შეერთებით (სურ. 2), რომელიც შიგნით ფართო და ღრმა საკურთხეველს ქმნის¹.

ცალკე გადახურული აბსიდი მთავარი კორპუსის ორფერდა სახურავზე რამდენადმე დაბალი იყო.

ქედლები აგებულია ადგილობრივი, არათანაბარი ფორმისა და ზომის, ტლანქად შემოტეხილი ქვებით, რომელთა შორის უფრო დიდები მოქცეულია წყობის ქვედა ნაწილში.

ამგვარსავე წყობას ვხედავთ ნაგებობის შიგნითაც. აღსანიშნავია, რომ აქ ქედლები მოკლებულია ყოველგვარ დეკორატიული თუ კონსტრუქციული ხასიათის დამატებით ელემენტებს.

გადახურვა ჩამონგრეულია, მაგრამ შერჩენილი ნაწილი გვიჩვენებს, რომ კანარა აგებული იყო ქედლის წყობიდან თანდათანობით გადასვლით, ყოველგვარი თაღების გარეშე.

შერჩენილია კონქის საგრძნობი ნაწილი, იგი გამოყვანილია შედარებით უფრო შერჩეული, თითქმის თანაბარი ზომის ქვების სწორი რიგებით. ეკლეს-

¹ ხელოვნებათმცოდნეობის ლიტერატურაში ეს ძეგლი პირველად ნახსენებია 1921 წ. დაწერილსა და 1949 წ. გამოცემულ აკად. გ. ჩუბინაშვილის შრომაში [1], სადაც იგი მიკუთვნებულია ავტორის მიერ XVI—XVII ს. ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტის ექსპედიციის დავით-გარეჯში ყოფნის დროს, 1949 წ. აპრილში, აღნიშნული შრომის ავტორი ამ ძეგლის გადათარიღების აზრისა იყო; სახელდობრ, მომხრე იყო მისი აგება უფრო ადრინდელ ხანას მიკუთვნებოდა. წინამდებარე წერილი ცდა ამ მხრივ და ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტის ასპირანტურაში 1949 წ. 26 მაისს წაკითხული მოხსენების მოკლე გადმოცემას წარმოადგენს.

სიას ოთხი სარკმელი აქვს: ერთი დასავლეთის ფასადზე, ხოლო სამი — აბსიდში. აქ სარკმელთა ზედა კიდე საერთო დონეზეა. შუა, უფრო ფართო სარკმლის ქვედა კიდე ნი სანტიმეტრით უფრო დაბლაა, ვიდრე განაპირა სარკმელთა შესაბამისი კიდეები.

გარედან განაპირა სარკმლები სწორკუთხოვანი მოხაზულობისაა, შუა კი თაღოვანი უნდა ყოფილიყო, როგორც მის წყობაში შერჩენილი ქვები მიგვითითებს. ასევე თაღოვანია ეკლესიის ერთადერთი შესასვლელი სამხრეთიდან. ეკლესიაში ხუთი ნიშია: ორი აბსიდში, ერთი სამხრეთ კედელში და ორი ჩრდილოეთის კედელში. გარედან აბსიდი სრულიად სადაა და მოკლებული ყოველგვარ მორთულობას.

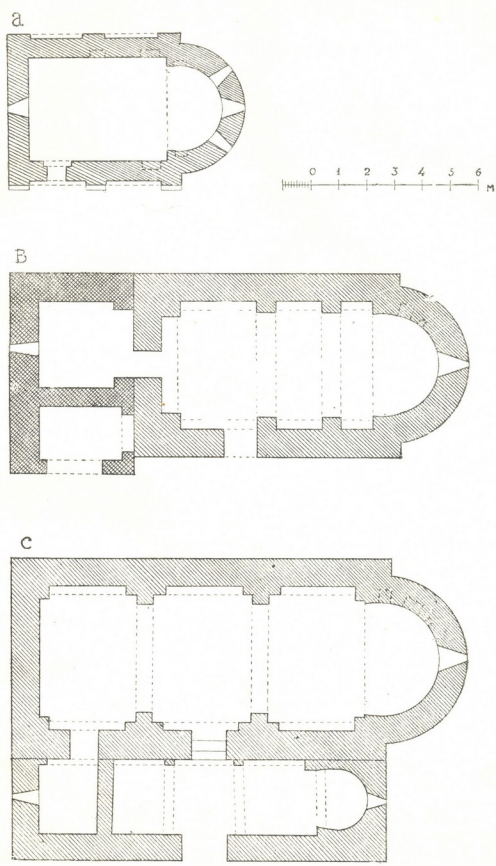
რამდენადმე გაცოცხლებულია სამხრეთისა და ჩრდილოეთის ფასადები, რომელთაც ორმალიანი დეკორატიული არქიტურა აქვთ (სურ. 3). გარდა ამისა, ჩრდილოეთ ფასადის კედლის წყობა გამოირჩევა მასში ქვების ვიწრო და ფართო რიგების მონაცვლეობის შეტანის ცდით, რაც შედარებით მკაფიოდ ჩანს აბსიდის ჩრდილოეთ მხარეზე.

ამავე ფასადზე შერჩენილია მცირე ზომის კარნიში, რომელიც წარმოადგენს თხელი ფლეთილი ქვებისაგან შედგენილსა და ერთიმეორეზე გადმოშვერილ ორ თაროს.

კარნიშის გადასვლა დასავლეთ და აღმოსავლეთ ფასადების ფრონტონებზე შესრულებულია მცირეოდენი გადანაკეცით, რაც ნათლად ჩანს ჩრდილო-აღმოსავლეთისა და სამხრეთ-დასავლეთის კუთხეებზე (სურ. 4). ყურადღების გარეშე არ რჩება სამხრეთ ფასადის პილასტრების გასქელება დაახლოებით ერთი სიმაღლის დონეზე, რაც, როგორც ჩანს, გათვალისწინებული იყო რაღაც სადგომის კამარის საყრდენად. ეს პილასტრები არ სტოვებენ ჩამონგრეულის შთაბეჭდილებას, არც კამარის კვალი ჩანს კედელზე. საფიქრებელია, რომ თავდაპირველი განზრახვა — მიეშენებინათ სამხრეთ ფასადზე რაღაც სადგომი, აღარ იყო განხორციელებული ბოლომდე. როგორც გარედან, ისე შიგნით, გარდა კარების წითხლისა, ნაგებობა შეუღესავი ყოფილა. რაიმე გადაკეთების ნიშნები არ ჩანს, ამ მხრივ ძეგლმა ჩვენამდე თავდაპირველი სახით მოაღწია. მთლიანად ეკლესია, უბრალო, უწესრიგო წყობით აგებული და ყოველგვარ მორთულობას მოკლებული, მხატვრულად ღარიბ შთაბეჭდილებას სტოვებს. ეს არის ჩვეულებრივი რიგის ნაგებობა გარკვეული ფუნქციების შესასრულებლად, რაზედაც ნახსენებია გარეჯის მოწამეთა ცხოვრებაში:

...ჩვეულება იყო ზოგად ცხოვრებულთა ყოველთა მონასტერთა შინა გარეშესჯისათა, ვითარმედ აღასრულიან რა ორმოცი დღენი წმინდისა მარხუ-სანი... და წმინდასა დიდსა შაბათსა, მწუხრ ჰხსენებულსა მას აღდგომისა ეკლესიასა შინა შეკრბიან და დამე იგი ყოველი, ვითარ იგი განწესებულ არს მამათაგან, ეგვეითართა დამისთევითა განეთევინან. ხოლო აღასრულიან რა ლოცუა ცისკრისა... თუს თუსთა მონასტერთა წარვიდიან“ ([1], გვ. 91).

თუმცა ეს საბუთი შაჰ-აბაზის ეპოქას ეკუთვნის, საფიქრებელია, რომ წესჩვეულება, რომელსაც ასრულებდნენ ამ ეკლესიაში „ვითარ იგი განწესებულ არს მამათაგან“, ტრადიციულად ძველთაგანვე ხდებოდა მასში. და ის

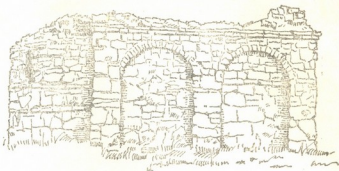


სურ. 1. ა—დავით-გარეჯი; ბ—ველისპირი; ც—სარკინეთი

გარემოება, რომ დაახლოებით XII—XIII ს. ბრწყინვალედ მოხატულ გამოქვაბულთა ეკლესიებთან შედარებით უპირატესობას აძლევდნენ ამ შემთხვევაში



სურ. 2



სურ. 3

ამ პატარა, მხატვრული თვალსაზრისით უმნიშვნელო ეკლესიას, შესაძლებელია იმის სასარგებლოდ ლაპარაკობს, რომ მას თავიდან სცემდნენ როგორც ერთ-ერთ უძველესს გარეჯაში.



სურ. 4

ამ ეკლესიის დამახასიათებელი ცალკეული თვისებების შეჯამება, როგორც ვფიქრობთ, ნებას იძლევა მივაკუთვნოთ იგი VIII—IX საუკუნეების ნაგებობათა ჯგუფს.

დავუბრუნდეთ ნაგებობის გეგმას და ფორმებს. ეს არის ისეთი ცალნავიანი პატარა ეკლესია, გარეთ გამოშვებული ნახევარწრიული აბსიდით, როგორიცაა დმანისის რაიონის VIII—IX ს. ძეგლები—„წმ. დიმიტრის“ ეკლესია სოფ. ველისპირში (ყოფ. ერქუშაანთი) და ს. სარკინეთის (ყოფ. დემირბულაზი) ეკლესია (იხ. გეგმები)¹. მსგავსება ამ უკანასკნელთან მეტი იქნება, თუ გავითვალისწინებთ, რომ ჩვენს ეკლესიასაც, თავდაპირველი განზ-

რახვის თანახმად, სამხრეთით, ფასადის მიერ სივრცეზე, რაღაც მინაშენი უნდა ჰქონოდა.

თუ თვალს გადავავლებთ ახლა ცალკეული ხუროთმოძღვრული ელემენტების გამოყენებას, შევნიშნავთ, რომ ანალოგიებს ადგილი აქვს VIII—IX და ნაწილობრივ VII საუკუნის ძეგლებში. ჩვენი ეკლესიის კონქის მსგავს კონსტრუქციას ადგილი აქვს ვაჩნაძიანის ტაძარში (IX ს), დიღმის ხეობის მაჩხაანის ეკლესიაში (IX ს. ნახ.) და VIII—IX ს. მიკუთვნებულ ჯავახეთის სოფ. სირგოს ეკლესიაში ([2], გვ. 385—386).

¹ იხ. ლ. რჩეულიშვილის მოხსენება ამ ძეგლების შესახებ ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტში (ხელნაწერი). გეგმები (სურ. 1 ბ, ც) შესრულებულია ლ. რჩეულიშვილია და ვ. ცინცაძის ანაზომთა მიხედვით, გეგმა (სურ. 1 ა) მოგვყავს ([1], გვ. 90)-დან.

როგორც ძეგლის აღწერაში აღვნიშნეთ, ერთადერთ დეკორატიულ ელემენტად გამოყენებულია ჩრდილოეთ და სამხრეთ ფასადებზე ორმალიანი არკატურა.

ამგვარი არკატურით დამუშავებულია წირქოლის ეკლესიის (VIII ს.) შესაბამისი ფასადები ([3], გვ. 16). პრინციპულად ამგვარივე სისტემითაა გაფორმებული გურჯაანის ორგუმბათიანი ტაძრის აღმოსავლეთის ფასადი ([4], ტაბ. 73).

აღსანიშნავია, რომ წირქოლის ძეგლში გამოყენებულ წყობის რიტმს ([3], გვ. 16) ენათესავება გარეჯის „აღდგომის“ ეკლესიის აფსიდისა და ჩრდილოეთის ფასადის დამუშავება (სურ. 3, 4), რომელიც წირქოლში გამოყენებული წყობის ჩამოყალიბებული რიტმული სისტემის წინამორბედად გვევლინება. მეტად დამახასიათებელია გარეჯის ეკლესიის კარნიზი. ამგვარი კარნიზით—ჰორიზონტული ვადანაკეცი ნაგებობის კუთხეებზე, დაგვირგვინებულია ქსნის ხეობის არმაზის ტაძარი (864 წ.), სამწევრისის ეკლესია (VII ს.), დიღმის ხეობის მაჩხაანის ეკლესია (IX ს. ნახ.), სარკინეთი (VIII—IX ს.). კარნიზის კონსტრუქციის (ერთიმეორეზე ვადმოშვებული თაროები) ანალოგებს ვხედავთ კახეთის VIII—IX ს.ს. ეკლესიებში—ვაჩნაძიანში, ურიათუნის დავითიანში ([4], ტაბ. 78) და გურჯაანში. მეტად მნიშვნელოვან მომენტს „აღდგომის“ ეკლესიაში წარმოადგენს გამოყენებული საღმრთოებლო მასალის ხასიათი. ნაგებობაზე ნახმარია ადგილობრივი ფლეთილი, მრავალნაირი ზომის, დაუმუშავებელი ქვა, რაც გარდამავალი ეპოქისათვის ტიპობრივია. ეს ის ეპოქაა, როდესაც ქართველი ხალხი არაბთა შემოსევის შედეგად მატერიალურად შევიწროებული იყო და არ შეეძლო ჩვეულებრივი რიგის ნაგებობაზე დაეხარჯა იმდენი სახსარი და მიექცია მისთვის იმდენი ყურადღება, რამდენიც დაუთმია მას თავისი კულტურისა და კერძოდ ხუროთმოძღვრების აყვავების ბრწყინვალე ეპოქებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.4.1950)

დასომეხი ლიტერატურა

1. Г. Н. Чубинашвили. Пещерные монастыри Давид-Гареджи. Тбилиси, 1948.
2. Н. Г. Чубинашвили. Архитектурный памятник на месте древнего селения Сирго. Сообщения Академии Наук СССР, т. IX, № 6, 1948.
3. Г. Н. Чубинашвили. Архитектурные памятники VIII и IX века в Канском ущельи. Ars Georgica, I, 1941.
4. Album de l'architecture georgienne. Redigé par E. Takaichvili. Tiflis, 1924 (ქართული და ფრანგული პარალელური ტექსტით).



ბასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე ს. კ ი ლ ა ი ა

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა, აკ. წერეთლის ქ. № 3/5

ხელმოწერილია დასაბ. 29.11.1950

საბეჭდი ფორმა 4,5

ანაწყოების ზომა 7×11

სააღრიცხვო-საგამომც. ფორმ. რაოდ. 5,5

შეკვ. 706

შე 18211

ტირაჟი 1500



დებულება „საბარტოშვილის სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მრამზის“ შესახებ

1. „მრამზეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც შოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მრამზეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევენ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მრამზე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა— ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა 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 „მრამზის“ 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 შეფასება აუთოგრაფში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საესეებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერა უნდა დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არაკითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საკითხა აღნიშვნის ტურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებია 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 შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენილობის შემთხვევაში რედაქცია 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 „მრამზის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლნიკის ძ., 8.