

1958/2



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის  
გ ლ ა მ ბ ე

ტომი XXI, № 6

ძირითადი, ქართული გამოცემა

1958

დ ე ქ ე მ ბ ე რ ი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა  
თბილისი

შ ი ნ ა რ ს ი



მათემატიკა

1. გ. ჰოლოშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ორადგილის სტინროდის კანონის განზოგადებისათვის . . . . . 641

დრეკადობის თეორია

2. აკადემიკოსი ი. ვეკუა. ამოხსნეილი გარსის უმომენტობის პირობების შესახებ . . . . . 649

ფიზიკა

3. თ. მდივანი. შორი წესრიგის თეორია სამმაგი თანაბარკომპონენტოვანი შენადნობებისათვის . . . . . 653

გეოფიზიკა

4. გ. თვალთვაძე. ახალი მონაცემები მუხრან-ტირიფონის ველის სეისმოგეოლოგიური აგებულების შესახებ . . . . . 659

ჰიშია

5. ქრ. არეშიძე და თ. ჩარკვიანი. ნიკელის კატალიზატორის ახალი სარჩულეები . . . . . 667

ჰიმიური ტექნოლოგია

6. კ. ქუთათელაძე და ე. ფირცხალავა. ბორჯომის ანდებიტების გამოკვლევა მუქი ქიქურის მიღების მიზნით . . . . . 673

ბიოქიმიკა

7. ს. დუმბიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და ნ. ნუცუბიძე. ყურძნის ანთოციანური პიგმენტები . . . . . 677

გეოგრაფია

8. ლ. ვლადიმეროვი. აუზის ვერტიკალური განვრცობა და მისი გავლენა ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებაზე . . . . . 685

პეტროგრაფია

9. გ. ჩიხრაძე და მ. ბერიძე. მასალები ლოქის შასივის სამზრეთ-დასავლეთი პერიფერიის შუა ეოცენის პეტროგრაფიისათვის . . . . . 691

ტექნიკა

10. გ. დარჩია და გ. კოტეტიშვილი. სხივური გათბობისა და გაგრილების გამოყენება კურორტ წყალტუბოში . . . . . 699

11. ი. დუდუშაური და გ. ცინცაძე. ნულოვანი სიხისტის რკინაბეტონის ფილები . . . . . 705

12. გ. გაბრიჩიძე. რგოლური სფერული დამრეცი გარსის ანგარიში . . . . . 713

სამშენებლო საქმე

13. თ. ფაშალიშვილი. ბეტონის კაშპის ვიბრირება . . . . . 721

მეტალურგია

14. ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და ვ. ფირცხალაიშვილი. ნახშირბადის მაღალი შეცულობის გავლენა რკინა-ქრომ-მანგანუმის სისტემის აუსტენიტურ არეზე . . . . . 727

მემცენარეობა

15. ბ. ხატიაშვილი. ყვავილოვანი კომბოსტოს აგროტექნიკა და მეთესლეობა თბილისის საგარეუბნო ხონაში . . . . . 735

კლინიკური მედიცინა

16. ლ. კვაჭაძე. თავის ვრცელი სკალპირებული კრილობის მკურნალობის საკითხისათვის . . . . . 739

17. გ. ხვიადაძე. პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის ცვლილებები თირეოტიკოსიკოზური ჩიყვის ოპერაციის შორეულ პერიოდში . . . . . 747

18. ვ. მოსავა. სანერწყვე ჯირკვლების წ. წ. „შერეული სიმსივნეების“ მორფოლოგიური თავისებურებების საკითხისათვის . . . . . 751

ენათმეცნიერება

19. ბ. კიკვიძე. სსა სუფიქსი ლაკურში . . . . . 757

ისტორია

20. ოთ. ლორთქიფანიძე. სამეფო მიწისმფლობელობის შესახებ ანტიკური ხანის იბერიაში . . . . . 759

ხელოვნების ისტორია

21. ვ. დოლიძე. თლის ხუროთმოძღვრული ძეგლი—საქართველოსა და დვალეთის კულტურული ურთიერთობის ახალი საბუთი . . . . . 767

ოცდამეერთე ტომის შინაარსი . . . . . 775

აეტორთა სამიებელი . . . . . 783

## ბ. ზოდოშვილი

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

## ორადობის სტინროდის ქანონის განზოგადებისათვის

ბოლო ხანებში მრავალი შრომა მიეძღვნა [9, 10, 7, 4, 5, 6, 3] საკითხებს, რომლებიც ორადობის სტინროდის თეორემის [12] სხვადასხვა განზოგადებებზე დაიყვანებიან. სტინროდის გადმოცემისაგან (მის განსაზღვრებათა, დამტკიცებათა და ა. შ.) გადახვევამ, რომლებიც ახასიათებს ამ შრომებს, ჩვენი აზრით, ამოცანა ბევრ შემთხვევაში გაართულა. სტინროდის თეორემის განზოგადება ადვილად მიიღება, თუ ამავე კანონიდან გამოვალთ და გამოვიყენებთ ორადობის კანონების ჩაკეტილ სიმრავლეთა შემთხვევიდან ნებისმიერ სიმრავლეებზე გადატანის იმ წესს, რომელიც ჩაკეტილ და ღია ქვესიმრავლეებით აპროქსიმაციებში მდგომარეობს და რომელიც პირველად ჩვენ ვიერ გამოყენებულ იქნა ალექსანდერ-კოლმოგოროვისა და ალექსანდერ-პონტრიაგინის თეორემების მიმართ (იხ. [13, 14, 15, 16]; შეად. [1, 8]). ზემოთ აღნიშნული გართულება განსაკუთრებით მკლავდება განზოგადებული თეორემის იმ ნაწილის დამტკიცების დროს, რომელიც ამყარებს იზომორფიზმს მოცემული სიმრავლის კომპაქტურ მატარებლიან ჯგუფებსა და დამატებითი სიმრავლის ე. წ. გარე ჯგუფებს შორის. ჩვენი მიზანია ამ იზომორფიზმის დამტკიცება ზემოთ მითითებული წესით და რეგულარულ ციკლებზე დაყრდნობით (§ 2).

შემდეგ, თითონ გარე ჯგუფს ჩვენ ვცვლით სიმრავლის ჰომოლოგიური სისტემით, რომლის ცნება, ისე როგორც კომპოლოგიური სისტემისა, § 1-შია შემოყვანილი აგრეგატის ცნებაზე დაფუძნებით [16]. ამ ტერმინებში განზოგადებული თეორემა ამტკიცებს, რომ მოცემული სიმრავლის ჰომოლოგიური სისტემა განსაზღვრავს დამატებითი სიმრავლის კომპაქტურ მატარებლიან რეგულარულ ციკლთა ყველა განზომილების ჰომოლოგიის ჯგუფებს და პირიქით. მოცემული განზომილებისათვის რეგულარულ ციკლთა ჯგუფი იზომორფულია ჰომოლოგიური სისტემის ჯგუფთა გარკვეული კლასის ჯგუფებსა.

§ 1. ვთქვათ,  $R$  სასრულო განზომილებიანი, თვლადბაზისიანი, ჰუსდორფის ნორმალური სივრცეა. ავიღოთ თითო-თითო ეგზემპლარი ყველა სხვადასხვა განზომილების ევკლიდურ  $R^n$ ,  $n = 1, 2, \dots$ , სივრცეებისა და მათი ყველა  $|K|$  ღია სიმრავლის ყოველგვარ  $K$  ტრიანგულაციათა ერთობლივობა. განვიხილოთ  $\alpha = \{K, f\}$  წყვილები, რომლებიც შედგებიან  $K \in |K|$  ტრიანგულაციებისა და  $R$  სივრცის ჰომომორფული  $f$  ჩასმებისაგან  $K$  ტრიანგულაციათა  $|K|$  სხეულებში. ვიტყვი, რომ  $\alpha < \beta = \{L, g\}$ , თუ  $L$ -ის ყოველი სიმპლექსი ეკუთვნის  $K$ -ს რომელიღაც  $s$  სიმპლექსს, რომელსაც  $L$ -ს მატარებელი



ბელი ეწოდება, და თუ  $fg(x) = f(x)$ , სადაც  $x \in R$ , ხოლო  $\varphi$  არის  $|L|$ -  
 ვური ასახვა  $|K|$ -ში (ცხადია,  $\dim K = \dim L$ ).  $\{a\}$  სისტემისათვის ჩვენ ახლა  
 განვსაზღვრავთ უსასრულო ციკლა ჰომოლოგიის ჯგუფებს კოეფიციენტთა  
 დისკრეტული  $D$  ჯგუფის მიმართ და სასრულო კოციკლათა კომპოლოგიის  
 ჯგუფებს კოეფიციენტთა კომპაქტური  $C$  ჯგუფის მიმართ. ყოველი ცალკე-  
 ული  $K$ -თვის პირველი ამ ჯგუფთაგანი  $H_r^f(K, D)$  — განისაზღვრება ჩვეულებ-  
 რივად. მეორე ჯგუფს,  $H_r^f(K, C)$ -ს, კომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სექტ-  
 რების თეორიისა და კომპაქტებით შიგნიდან აპროქსიმაციის [13, 14, 15] სა-  
 შუალებით, ჩვენ ასე განვსაზღვრავთ. ვთქვათ,  $C_r^f(K, D)$  არის  $K$  კომპლექსის  
 უსასრულო  $r$ -ჯაჭვთა ჯგუფი  $D$ -ს მიმართ, ხოლო  $C_r^f(K, C)$  არის  $K$ -ს სას-  
 რულო  $r$ -კოჯაჭვთა ჯგუფი  $C$ -ს მიმართ, რომელსაც, ჯერ, ტოპოლოგიის გა-  
 რეზე განვიხილავთ.  $C_r^f(K, D)$  არის პირდაპირი  $PD_r$  ნამრავლი  $D_r$  ჯგუფთა,  
 რომლებიც  $D$ -ს იზომორფულნი არიან და იმდენჯერ არიან აღებულნი, რამ-  
 დენი  $r$  განზომილების  $r^f$  სიმპლექსია  $K$ -ში, ხოლო  $C_r^f(K, C)$  არის  $C$ -ს იზო-  
 მორფულ  $C_r$ ,  $r^f \in K$ , ჯგუფთა პირდაპირი  $\Sigma C_r$  ჯამი. განვიხილოთ  $K$ -ს ყველა  
 $r^f$   $r$ -სიმპლექსთა სიმრავლის ყოველგვარი სასრულო  $x = (r_1^f, \dots, r_k^f)$  ქვესიმ-  
 რავლეთა  $\{x\}$  სისტემა და ვიგულისხმობთ, რომ  $x < y$ , თუ  $x \subset y$ . მაშინ პირ-  
 დაპირი

$$D_x = \prod_{p=1}^k D_{r_p^f} \quad \text{და} \quad C_x = \prod_{p=1}^k C_{r_p^f}$$

ნამრავლები წარმოადგენენ  $C_\Delta^f(K, D)$  და  $C_\Delta^f(K, C)$  ჯგუფების ქვეჯგუფებს  
 შესაბამისად.

ვთქვათ,  $i_{xy}: C_x \rightarrow C_y$  ჩასმის ჰომომორფიზმია, ხოლო  $j_{yx}: D_y \rightarrow D_x$  ამო-  
 კვეთის ჰომომორფიზმია ამ ჯგუფებისა. თუ  $C_x$  ჯგუფებს  $C_{r_p^f}$  კომპაქტურ  
 ჯგუფთა (სასრულო) პირდაპირი ნამრავლის კომპაქტური ტოპოლოგიით გან-  
 ვიხილავთ, მაშინ კომპაქტურ  $C_x$  ჯგუფთა პირდაპირ  $\{C_x, i_{xy}\}$  სექტრს ვღე-  
 ბულობთ. გარდა ამისა, გვაქვს დისკრეტულ  $D_x$  ჯგუფთა შებრუნებული  $\{D_x, j_{yx}\}$   
 სექტრი. რადგან  $j_{yx}$  ჰომომორფიზმები „ზე“-ჰომომორფიზმები არიან,  
 ხოლო  $i_{xy}$  ჰომომორფიზმები „ში“-იზომორფიზმებს წარმოადგენენ, ამიტომ  
 აღნიშნული სექტრები თავიანთ თავის დამხმარე სექტრებია [15]. ამიტომ  
 $D_x$ -ში არსებითი ქვეჯგუფი თითონ  $D_x$  ჯგუფია, ხოლო მისი ანიჰილატორი  
 $C_x$ -ში  $C_x$  ჯგუფია, თუ კი  $C$  და  $D$  ჯგუფებს ორადულებათ ვიგულისხმებთ:  
 $C \mid D$ . მაშასადამე,  $\{C_x, i_{xy}\}$  სექტრის განზოგადებული ზღვარი [15] იქნება  
 $C_x$  ჯგუფთა ნაერთი, ე. ი.  $C_r^f(K, C)$  ჯგუფი, ხოლო  $\{D_x, j_{yx}\}$  სექტრის  
 ზღვრული ჯგუფი  $C_r^f(K, D)$  ჯგუფია.  $C \mid D$  ორადულობის გამო,  $\{D_x, j_{yx}\}$  და  
 $\{C_x, i_{xy}\}$  სექტრები შეუღლებულნი არიან:  $D_x \mid C_x$  და  $(d_y, i_{xy} c_x) = (j_{yx} d_y, c_x)$ ,

ყოველი  $x, y$ -თვის, სადაც  $x < y$ ,  $c_x \in C_r$ ,  $d_y \in D_r$ . ამიტომ ზღვარი და, ბამისად, განზოგადებული ზღვარი ამ სპექტრებისა განზოგადებული აზრით. ორადულნი არიან [14]:  $C_\Delta^r(K, D) \parallel C_\nabla^r(K, C)$ . შეიძლება დამტკიცდეს (შეიძ. [14]), რომ განზოგადებული ზღვრული ჯგუფის კომპაქტური  $\overline{C}_\nabla^r(K, C)$  შევსება არსებობს და რომ იგი ჩვეულებრივის აზრით ორადულია უსასრულო ჯაჭვთა  $C_\Delta^r(K, D)$  ჯგუფისა.

ნ. ბერიკაშვილის [4, 5, 6] გამოკვლევებიდან გამომდინარეობს, რომ ჯგუფი  $\overline{C}_\nabla^r(K, C)$  წარმოადგენს  $C_r$  ჯგუფთა კომპაქტურ პირდაპირ ჯამს, ე. ი. კომპაქტურ შევსებას  $\Sigma C_r$  ჯგუფისას, რომელიც ტოპოლოგიზირებულია ისე, რომ ამ ტოპოლოგიაში: (1).  $\Sigma C_r$ -ს კომპაქტური შევსება აქვს; (2). ჩასმის  $C_r \rightarrow \Sigma C_r$  ჰომომორფიზმები უწყვეტია; (3).  $\Sigma C_r$  ჯგუფის ყოველი ალგებრული ჰომომორფიზმი ნებისმიერ კომპაქტურ ჯგუფში უწყვეტია, თუ კი უწყვეტია ამ ჰომომორფიზმით ინდუცირებული ჰომომორფიზმები  $C_r$  ჯგუფებისა ყოველი  $r$ -თვის.  $\overline{C}_\nabla^r(K, C)$  ჯგუფი ასეც შეგვეძლო შემოგვეყვანა, როგორც ეს გაკეთებულია ნ. ბერიკაშვილის მიერ [4, 6] ჰომოლოგიის ბიკომპაქტურ  $\overline{H}_q(X, H)$  ჯგუფის მიმართ (იხ. [5], § 10). მაგრამ ორივე გზა ექვივალენტურია, ხოლო ზემო გზა, რადგანაც  $C_\Delta^r(K, D)$  ჯგუფი გვაქვს, ამასთანავე ამყარებს ამ უკანასკნელ და ასაგებ ჯგუფთა შორის კავშირს.

თუ  $C_\nabla^r(K, C)$  ჯგუფში  $\nabla$  კოსასაზღვრო ოპერატორს ჩვეულებრივის გზით შემოვიყვანთ, მაშინ ორადული სპექტრის საშუალებით შეიძლება ვახსოთ, რომ  $\nabla$  უწყვეტად ასახავს  $C_\nabla^r(K, C)$ -ს  $C_\nabla^{r+1}(K, C)$ -ში; ეს კი საშუალებას იძლევა უწყვეტობის გამო განვაგრძოთ  $\nabla$  ოპერატორი  $\overline{C}_\nabla^r(K, C)$  ჯგუფის უწყვეტ ჰომომორფიზმამდე  $\overline{C}_\nabla^{r+1}(K, C)$  ჯგუფში. ამის შემდეგ ჩვენ ვანახებთ, რომ სამართლიანია  $(\nabla c^r, d^{r+1}) = (c^r, \Delta d^{r+1})$  ტოლობა, რომელსაც უწყვეტობის გამო ვაგრძელებთ ნებისმიერ  $c^r$  ელემენტზე  $\overline{C}_\nabla^r(K, C)$  ჯგუფისა; აქ  $\Delta$  ჩვეულებრივად განსაზღვრული სასაზღვრო ოპერატორია. ყველა ზემონათქვამი საშუალებას იძლევა შემოვიყვანოთ  $K$  კომპლექსის სასრულო კოჯაჭვთა კოჰომოლოგიის  $H_\nabla^r(K, C)$  ჯგუფი კოეფიციენტთა კომპაქტური  $C$  ჯგუფის მიმართ და დავამტკიცოთ ორადობა

$$H_\nabla^r(K, C) \mid H_\Delta^r(K, D).$$



ყოველი  $\alpha = (K, f)$ -თვის ავიღოთ

$$H_{\Delta}^r(\alpha) = H_{\Delta}^r(K, D) \text{ და } H_{\nabla}^r(\alpha) = H_{\nabla}^r(K, C)$$

ჯგუფები და როცა  $\alpha < \beta$  შემდეგნაირად განვსაზღვროთ ამოკვეთის ჰომომორფიზმი  $\pi_{\alpha\beta}: H_{\Delta}^r(\alpha) \rightarrow H_{\Delta}^r(\beta)$  და განვრცობის ჰომომორფიზმი  $\rho_{\beta\alpha}: H_{\nabla}^r(\beta) \rightarrow H_{\nabla}^r(\alpha)$ . თუ  $c^r \in C_{\Delta}^r(K, D)$ ,  $t^r \in L$ , ხოლო  $t$ ,  $t \in K$ , მატარებელია  $t^r$ -ისა, დავუშვათ, რომ  $\pi_{\alpha\beta} c^r(t^r) = c^r(t)$ , როცა  $\dim t = r$  და  $\pi_{\alpha\beta} c^r(t^r) = 0$ , როცა  $\dim t > r$ . თუ  $c^r \in C_{\nabla}^r(L, C)$  და  $t^r \in K$ , მაშინ  $\rho_{\beta\alpha} c^r(t^r) = \sum_i c^r(t_i^r)$ , სადაც  $t_i^r$  გაირბენს  $L$  კომპლექსის ყველა  $r$ -განზომილებიან სიმპლექსებს, რომელთა მატარებელი  $t^r$  სიმპლექსია (თუ ასეთი სიმპლექსები არ არსებობენ, მაშინ კოჯაჰევი—ანასახის მნიშვნელობა  $t^r$ -ზე ნულია).  $\rho_{\beta\alpha}$  უწყვეტი ჰომომორფიზმია და ამიტომ უწყვეტად ვრცელდება  $\rho_{\beta\alpha}: \overline{C}_{\nabla}^r(L, C) \rightarrow \overline{C}_{\nabla}^r(K, C)$  ჰომომორფიზმად. თუ  $t$ ,  $t^r$ ,  $t_i^r$  სიმპლექსებს ერთნაირად ორიენტირებულად ვივლისებთ, მაშინ მარტივი გამოთვლებით შემოწმდება კომუტაციურობანი  $\Delta\pi = \pi\Delta$  და  $\nabla\rho = \rho\nabla$  (უკანასკნელი ჯერ შემოწმდება  $C_{\nabla}^r(L, C)$ -თვის და შემდეგ გავრცელდება უწყვეტობით). ეს ტოლობანი უზრუნველყოფენ ზემოთ მითითებულ  $\pi_{\alpha\beta}$  და  $\rho_{\beta\alpha}$  ჰომომორფიზმების არსებობას ჰომოლოგიისა და კოჰომოლოგიის ჯგუფებისას.

ჰომოლოგიისა და კოჰომოლოგიის ჯგუფების  $\{H_{\Delta}^r(\alpha)\}$  და  $\{H_{\nabla}^r(\alpha)\}$  სისტემები არ არიან მიმართული სისტემები, მაგრამ ისინი ზოგადად მიმართული სისტემებია ჩვენი წინა [16] შრომის აზრით: მოცემული  $\alpha$ ,  $\beta$ -თვის არსებობს  $\gamma > \alpha$ ,  $\beta$ , თუ კი არსებობს  $\delta < \alpha$ ,  $\beta$ . ამიტომ  $H_{\Delta}^r(\alpha)$  და  $H_{\nabla}^r(\alpha)$  ჯგუფები  $\pi_{\alpha\beta}$  და  $\rho_{\beta\alpha}$  ჰომომორფიზმებთან ერთად, რომელთაც ტრანზიტულობის თვისება აქვთ, განზოგადებულ სპექტრებს ჰქმნიან: დისკრეტულ ჯგუფთა განზოგადებულ პირდაპირ  $\{H_{\Delta}^r(\alpha), \pi_{\alpha\beta}\}$  სპექტრს და კომპაქტურ ჯგუფთა განზოგადებულ შებრუნებულ  $\{H_{\nabla}^r(\alpha), \rho_{\beta\alpha}\}$  სპექტრს.  $\{H_{\Delta}^r(\alpha)\}$  და  $\{H_{\nabla}^r(\alpha)\}$  სისტემათა მაქსიმალურ  $\tau$  იდეალებს ამ განზოგადებულ სპექტრებში ეთანადებათ ჩვეულებრივი სპექტრები. ჩვენ ყოველი  $\tau$ -თვის ვიღებთ ამ უკანასკნელ სპექტრთა ზღვრულ  $H_{\Delta\tau}^r(R, D)$  და  $H_{\nabla\tau}^r(R, C)$  ჯგუფებს და ვქმნით მათ  $\{H_{\Delta\tau}^r(R, D)\}$  და  $\{H_{\nabla\tau}^r(R, C)\}$  ერთობლიობებს, რომელთაც ვუწოდებთ  $R$  სივრცის ჰომოლოგიურ და, შესაბამისად, კოჰომოლოგიურ სისტემებს.

$\tau$  იდეალს ვუწოდებთ  $n$ -განზომილებიანს, თუ მასში შემავალი ერთი რომელიმე (და, მაშასადამე, ყველა)  $\alpha = (K, f)$  ელემენტის შესაბამისი  $|K|$  სიმრავლე  $n$ -განზომილებიან ევკლიდურ  $R^n$  სივრცეს ეკუთვნის.

$\{H_{\Delta\tau}^r(R, D)\}$  სისტემის ჯგუფთა სამი კლასიფიკაცია გვაქვს კლასების შემდეგი განსაზღვრის მიხედვით: (1). კლასს ქმნიან ერთსა და იმავე  $\tau$  იდეალზე დაფუძნებული ყველა სხვადასხვა განზომილების ჯგუფები; (2). კლასს ქმნიან ერთისა და იგივე  $r$  განზომილების მქონე ყველა სხვადასხვა  $\tau$  იდეალებზე დაფუძნებული ჯგუფები; (3).  $n$ -განზომილების  $\tau$  იდეალზე დაფუძნებული  $r$ -განზომილებიანი ჯგუფი და  $m$ -განზომილების  $\sigma$  იდეალზე დაფუძნებული  $s$ -განზომილებიანი ჯგუფი ერთ კლასში შედიან, თუ  $r-s=n-m$ ; ასეთ ჯგუფებს შეუღლებული ჯგუფები ვუწოდოთ. მსგავსი კლასიფიკაციები გვაქვს  $\{H_{\Gamma\tau}^r(R, C)\}$  სისტემის ჯგუფებისათვისაც.

აღნიშნულ კლასებს შორის არსებობს გარკვეული თანაფარდობანი. მაგალითად, კომპოზიციური ჯგუფთა ზემოთ მოყვანილი განსაზღვრა ფაქტიურად შეიცავდა ამ ჯგუფთა ორადულობის დამტკიცებასაც სათანადო ჰომოლოგიურ ჯგუფებთან: ყოველი მაქსიმალური  $\tau$  იდეალისათვის გვაქვს ორადობა  $H_{\Delta\tau}^r(R, D) | H_{\Gamma\tau}^r(R, C)$ , როცა  $C|D$ . მართლაც, როგორც უკვე ვნახეთ,  $H_{\Delta}^r(K, D) | H_{\Gamma}^r(K, C)$ , ე. ი.  $H_{\Delta}^r(\alpha) | H_{\Gamma}^r(\alpha)$ . ამიტომ საკმარისია ვაჩვენოთ  $\pi_{\beta\alpha}$  და  $\rho_{\alpha\beta}$  ჰომომორფიზმთა შეუღლებულება, ე. ი.  $(c_{\beta}^r, \pi_{\alpha\beta} c_{\alpha}^r) = (\rho_{\beta\alpha} c_{\beta}^r, c_{\alpha}^r)$  ტოლობა, სადაც  $c_{\beta}^r \in \overline{C}_{\Gamma}^r(L, C)$ ,  $c_{\alpha}^r \in C_{\Delta}^r(K, D)$  ყოველი  $\alpha$  და  $\beta$ -თვის  $\tau$ -დან. ეს ტოლობა შემოწმდება ზემოთ დამტკიცებულ ტოლობათა საშუალებით და ზღვარზე შემდგომი გადასვლით.

ნებისმიერ  $\tau$  იდეალზე დაფუძნებულ სხვადასხვა განზომილების ჯგუფთა კლასი განსაზღვრავს ყოველ სხვა  $\sigma$  იდეალზე დაფუძნებულ ჯგუფთა კლასს და შეუღლებული ჯგუფები ერთიმეორის იზომორფულია. ეს თანაფარდობანი გამომდინარეობენ კ. ს. ი. ტ. ნ. კ. ო. ვ. ის [9, 10] შრომებიდან, რომლებშიაც ორადობის პუნაქარეს თეორემის გარკვეული განზოგადებით, საკითხი დაიყვანება ე. წ. ჩების გარე ჯგუფთა ინვარიანტობაზე, რომელიც რამდენჯერმე იყო დამტკიცებული [1, 8, 11]. ეს თანაფარდობანი შეიძლება დამტკიცდეს უშუალოდაც. მაგრამ ამას შემდეგისათვის გადავდებთ და ახლა კი შევუდგებით სტინროდის იზომორფიზმის გადატანას ჩაკეტულ სიმრავლეთა შემთხვევიდან ნებისმიერ სიმრავლეებზე.

§ 2. ვთქვათ,  $A$  არის  $n$ -განზომილებიანი  $\Sigma$  უჯრედის შიგნით მდებარე ნებისმიერი სიმრავლე, ხოლო  $B = \Sigma - A$ .  $A$  სიმრავლის კომპაქტურ მატარებლიანი რეგულარულ  $m$ -განზომილებიან ციკლთა ჰომოლოგიის ჯგუფი ეწოდება ზღვრულ  $H_r^m(A)$  ჯგუფს პირდაპირი სპექტრისა

$$\{H_r^m(F_a), i_{ab}\},$$

სადაც  $\{F_a\}$  არის  $A$ -ს კომპაქტურ ქვესიმრავლეთა სისტემა, რომელიც მიმართულია ზრდადობით ( $a < b \Leftrightarrow F_a \subset F_b$ ),  $H_r^m(F_a)$  არის  $F_a$ -ს  $m$ -განზომილებიანი რეგულარულ ციკლთა ჰომოლოგიური ჯგუფი [12], ხოლო  $i_{ab}$ ,  $a < b$ , არის  $F_a \subset F_b$  ჩასმით გამოწვეული ჰომომორფიზმი  $H_r^m(F_a)$  ჯგუფისა  $H_r^m(F_b)$  ჯგუფში. კოფიციენტთა  $D$  ჯგუფი ნებისმიერი დისკრეტული ჯგუფია და ჰომო-



ლოგიური ჯგუფებიც დისკრეტული ტოპოლოგიით არიან აღებული.  $G_a = \Sigma - F_a$ , სისტემა, რომელიც კლებადობითაა მიმართული ( $a < b \leftrightarrow G_a = G_b$ ),  $B$  სიმრავლის მიდამოთა ერთობლიობას გვაძლევს. ვთქვათ,  $H_\Delta^m(G_a)$  არის ღია  $G_a$  სიმრავლის უსასრულო  $m$ -განზომილებიან ციკლთა ჰომოლოგიის ჯგუფი, რომელსაც განვიხილავთ, როგორც  $G_a$ -ს რაიმე  $K$  ტრიანგულაციის ჯგუფს იმავე  $D$ -ს მიმართ, როცა  $a < b$ , მაშინ  $G_a$  და  $G_b$ -ს ისეთი  $K$  და  $L$  ტრიანგულაციები ავიღოთ შესაბამისად, რომ  $K < L$  (ე. ი. რომ  $L$ -ის ყოველი სიმპლექსი მდებარეობდეს  $K$ -ს რომელიმე სიმპლექსზე, იხ. ზემოთ) და განვიხილოთ  $\pi_{ab}: H_\Delta^m(G_a) \rightarrow H_\Delta^m(G_b)$  ჰომომორფიზმი, რომელიც ემთხვევა ზემოთ განსაზღვრულ (იხ. გვ. 644)  $\pi_{\Delta}^m: H_\Delta^m(K, D) \rightarrow H_\Delta^m(L, D)$  ჰომომორფიზმს;  $\pi_{ab}$  დამოუკიდებელია  $K$  და  $L$  ტრიანგულაციათა არჩევაზე, თუ გავითვალისწინებთ იმ იზომორფიზმებს, რომლებიც  $G_a$  და, შესაბამისად,  $G_b$  სიმრავლეთა სხვადასხვა ტრიანგულაციის ჰომოლოგიის ჯგუფებს შორის არსებობს. ამგვარად მიიღება პირდაპირი სპექტრი

$$\{H_\Delta^m(G_a), \pi_{ab}\},$$

რომლის ზღვრული  $H_\Delta^m(B)$  ჯგუფი, როგორც ადგილი შესამჩნევია,  $B$  სიმრავლის ჰომოლოგიური  $\{H_{\Delta\tau}^m(B, D)\}$  სისტემის  $H_{\Delta\tau}^m(B, D)$  ჯგუფს ემთხვევა, სადაც  $\tau$  არის  $G_a$  სიმრავლეთა და  $B$ -ს იგივეური ასახვის შესაბამისი იდეალიზირებული მიზანი

$$s: H_r^m(A) \approx H_\Delta^m(B)$$

იზომორფიზმის დამტკიცება, რაც, ზემოთქმულის თანახმად, ნიშნავს, რომ  $A$ -ს კომპაქტურმატარებლიანი რეგულარულ  $m$ -ციკლთა ჰომოლოგიის ჯგუფი განსაზღვრავს  $B$ -ს ჰომოლოგიური სისტემის  $\tau$  იდეალზე დაფუძნებულ  $r$ -განზომილებიან ჯგუფს და, მაშასადამე, ყველა მის შეუღლებულ ჯგუფთა კლასს და პირიქით. ამგვარად, მოცემული სიმრავლის ჰომოლოგიური სისტემა განსაზღვრავს დამატებითი სიმრავლის კომპაქტურმატარებლიან რეგულარულ ციკლთა ყველა განზომილების ჰომოლოგიის ჯგუფებს და პირიქით.

სპექტრთა ელემენტარული თვისებების გამო, ამისათვის საკმარისია დამტკიცდეს

$$i_{ab} s_a h_a = s_b \pi_{ab} h_a, \quad h_a \in H_\Delta^m(G_a),$$

კომუტაციურობა, სადაც  $s_a$  აღნიშნავს სტინროდის ორადობის თეორემის  $H_r^m(F_a) \approx H_\Delta^m(G_a)$  იზომორფიზმს [12].

სტინროდის თეორემის უპირატესობა, რომელიც მისი დამტკიცებისა და მისი განზოგადების სიმარტივეს უზრუნველყოფს, იმაშიც მდგომარეობს, რომ



არქივში  
საქართველოს  
საზოგადოებრივი  
მეცნიერებათა  
აკადემიის  
ბიბლიოთეკა

ამ თეორემის  $s_a$  იზომორფიზმში ერთი და იმავე  $\chi^m$  ციკლით ხორციელდება ე. ი. ეს ციკლი თავისი თავის ანასახია  $s_a$  ასახვის დროს: ის არის  $G_a$ -ს რაიმე  $K$  ტრიანგულაციის უსასრულო ციკლი და, ამავე დროს,  $\Sigma$  სივრცის  $F_a$ -ს მიმართ რეგულარული ციკლი;  $\Sigma$  სივრცის  $F_a$ -ს მიმართ რეგულარულ ციკლთა ჰომოლოგიის ჯგუფი კი  $F_a$ -ს რეგულარულ ციკლთა ჰომოლოგიის ჯგუფის იზომორფულია [12]. მაშასადამე,  $H_r^m(F_a)$  შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც  $\Sigma$  სივრცის  $F_a$ -ს მიმართ რეგულარულ  $m$ -ციკლთა ჰომოლოგიის ჯგუფი.

ჩვენ ვივლით: ხმებით, რომ ყველა ტრიანგულაცია აკმაყოფილებს პირობას: ყოველი  $e$ -თვის,  $e > 0$ , მხოლოდ სასრული რიცხვი არსებობს ტრიანგულაციის იმ სიმპლექსებისა, რომელთა დიამეტრები  $e$ -ზე ნაკლები არაა.

მაშ, ვთქვათ,  $\chi^m$  არის  $h_a$  კლასის რაიმე ციკლი, რომელიც  $G_a$ -ს  $K$  ტრიანგულაციაზე მდებარეობს. მაშინ  $(K, \varphi, \chi^m)$ , სადაც  $\varphi$  იგივეური ასახვაა,  $\Sigma$ -ს  $F_a$ -ს მიმართ რეგულარული ციკლია.  $s_a$  იზომორფიზმის განსაზღვრის ძალით,  $(K, \varphi, \chi^m)$  ჩვენ შეგვიძლია ჩავთვალოთ  $s_a h_a$  კლასის ციკლად და, შემდგომ, განვიხილოთ ის, როგორც  $F_b$ -ს მიმართ რეგულარული ციკლი, რომელიც  $i_{ab} s_a h_a$  კლასს ეკუთვნის. ამიტომ საჭიროა დამტკიცდეს მხოლოდ, რომ  $(K, \varphi, \chi^m)$  ეკუთვნის  $s_b \pi_{ab} h_a$  ჰომოლოგიურ კლასს.

ავიღოთ  $G_a$  სიმრავლისა და ერთეულოვანი  $I = [0, 1]$  მონაკვეთის  $G_a \times I$  ნამრავლი და მისი ის ტრიანგულაცია, რომელიც  $K$  კომპლექსზე პრიზმის ცნობილი აგებით გამოიხატება [2]. მაშინ, როგორც ცნობილია,  $\chi^m$  ჰომოლოგიურია  $K \times I$  პრიზმაში თავის  $\chi_1^m$  პროექციასთან ამ პრიზმის ზედა ფუძეზე:  $\chi^m - \chi_1^m = \Delta c^{m+1}$ . გამოვაკლოთ  $G_a \times I$ -ს  $(G_a \times I) - (G_b \times I)$  სიმრავლე. რადგან ეს სიმრავლე ჩაეკტილია, ამიტომ სხვაობა  $G_a \times I$  პოლიედრის ღია ქვესიმრავლე იქნება. ვთქვათ,  $K^*$  ამ ქვესიმრავლის ის ტრიანგულაციაა, რომელიც  $K \times I$  ტრიანგულაციის დაყოფაა და რომელიც  $K \times 0$ -ზე ქმნის იქ არსებულ ტრიანგულაციას, ხოლო  $G_b \times I$ -ზე — რაღაც  $L_1$  ტრიანგულაციას. მაშინ, თუ  $\pi$ -თი აღვნიშნავთ (იხ. § 1)  $K \times I$  კომპლექსიდან  $K^*$ -ზე ჯაჭვების ამოკვეთის ჰომომორფიზმს და თუ მხედველობაში მივიღებთ  $\pi$  და  $\Delta$  ოპერატორთა გადაადგილებადობას, გამოვა, რომ  $\pi(\chi^m - \chi_1^m) = \Delta \pi c^{m+1}$ , ე. ი.  $\chi^m \sim \pi \chi_1^m$   $K^*$ -ზე. თუ, შემდგომ,  $\psi$ -თი აღვნიშნავთ პრიზმის ნებისმიერი წერტილის პროექციას მის ქვედა ფუძეზე, შევამჩნევთ, რომ  $\psi$  არის  $K^*$  კომპლექსის  $F_b$ -ს მიმართ რეგულარული ასახვა. ამგვარად,  $(L_1, \psi, \pi \chi_1^m)$  არის  $F_b$ -ს მიმართ რეგულარული ციკლი და

$$(K, \varphi, \chi^m) \sim (L_1, \psi, \pi \chi_1^m).$$

აქ ჰომოლოგიის ანხორციელებს  $F_b$ -ს მიმართ რეგულარული ჯაჭვი  $(K^*, \psi, \pi c^{m+1})$ . თუ, ბოლოს,  $L$ -ით აღვნიშნავთ  $G_b$ -ს იმ ტრიანგულაციას, რომელიც  $L_1$  ტრიანგულაციის პროექციაა, ხოლო  $\chi_1^m$ -ით აღვნიშნავთ  $L$ -ის ციკლს, რომელიც  $\pi \chi_1^m$  ციკლს ეთანადება, მაშინ დავასკვნით, რომ  $(L, \varphi, \chi_1^m)$  არის  $F_b$ -ს მიმართ რეგულარული ციკლი, ხოლო პრიზმული კონსტრუქციის კიდევ ერთხელ გამოყენებით ვრწმუნდებით, რომ

$$(L, \varphi, \chi_1^m) \sim (L_1, \psi, \pi \chi_1^m).$$



მაგრამ  $\mathcal{L}_n^m$  მიიღება  $\mathcal{L}_n^m$ -ან  $L$ -ზე ამოკვეთით, ე. ი. ეკუთვნის  $\pi_{ab} h_a$ -ს, რადგან იგი  $F_g$ -ს მიმართ რეგულარული ციკლია, ამიტომ ეკუთვნის  $s_b \pi_{ab} h_a$  კლასს. მეორე მხრივ, როგორც ეს ზემო ჰომოლოგიებიდან გამომდინარეობს,

$$(K, \varphi, \mathcal{L}_n^m) \sim (L, \varphi, \mathcal{L}_n^m)$$

და ამიტომ  $(K, \varphi, \mathcal{L}_n^m)$  ეკუთვნის  $s_b \pi_{ab} h_a$  ჰომოლოგიურ კლასს, რაც უნდა დაგვემტკიცებინა.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(ოქტომბრის მთვეში 26.7.1958)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. С. Александров. *Мат. сб.*, 21, 1947, 161—232.
2. П. С. Александров. *Комбинаторная топология*, М.—Л., 1947.
3. П. С. Александров. *Мат. сб.*, 33: 2, 1953, 241—260.
4. Н. А. Берикашвили. *Сообщения АН Грузинской ССР*, т. XVI, № 10, 1955, 753—760.
5. Н. А. Берикашвили. *Сообщения АН Грузинской ССР*, т. XVII, № 5, 1956, 385—392.
6. Н. А. Берикашвили. *Труды Тбл. мат. инст.*, 26, 1957, 409—484.
7. Н. Я. Виленкин. *Труды Моск. мат. общ.*, 3, 1954.
8. S. Kaplan. *Trans. Amer. Math. Soc.*, 62, 1947, 248—271.
9. К. А. Ситников. *ДАН СССР*, 81, № 1, 1951, 359—362.
10. К. А. Ситников. *Мат. сб.*, 34: 1, 1954, 3—54.
11. Ю. М. Смирнов. *ДАН СССР*, 76, № 1, 1951, 29—32.
12. N. E. Steenrod. *Ann. Math.*, 41, 1940, 831—851 (рус. перевод: *Усп. мат. наук*, 2, вып. 2, 1947).
13. Г. С. Чогошвили. *О соотношениях двойственности в топологических пространствах*. Диссертация. Москва, 1945.
14. Г. С. Чогошвили. *ДАН СССР*, 46, № 4, 1945, 143—145.
15. Г. С. Чогошвили. *Мат. сб.*, 28:1, 1951, 89—117.
16. Г. С. Чогошвили. *Сообщения Академия Наук Грузинской ССР*, XIX, № 5, 1957, 513—520.

ღრმაკლდობის თეორია

აკადემიკოსი ი. ვეჭუა

## ამოწმებული ბარსის უმომენტობის პირობების შესახებ

როგორც [1] შრომაში იყო ნაჩვენები, ამოწმებული გარსი ( $X, T$ ) დატვირთვის შემთხვევაში შეიძლება იმყოფებოდეს დაძაბულობის უმომენტო წონასწორობის მდგომარეობაში მხოლოდ და მხოლოდ მაშინ, როდესაც შესრულებულია პირობა

$$\iint_S XU dS + \int_L T U ds = 0, \quad (1)$$

სადაც  $U-S$  შუა ზედაპირის უსასრულო მცირე ღუნვის გადაადგილებათა ნებისმიერა ველია ( $L-S$ -ის საზღვარი). ეს პირობა ექვივალენტურია შემდეგ ტოლობათა უსასრულო სისტემისა (ფუნგებთ, რომ გარსს ერთი ხერხელი მაინც აქვს):

$$\iint_S XU_n dS + \int_L T U_n ds = 0 \quad (2)$$

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

სადაც  $U_n (n = 1, 2, \dots)$  გადაადგილებათა ველის სრული სისტემაა. ასეთი სისტემის აგებისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ ფორმულით

$$U(M) = \operatorname{Re} \int_{\Gamma} \Omega(\zeta, \zeta) \Phi(\zeta) d\zeta, \quad (3)$$

სადაც  $\Phi(\zeta) - G$ -ში ნებისმიერი პოლომორფული და  $G + \Gamma$ -ში უწყვეტი ფუნქციაა.  $G$  არეა, რომელზედაც პომეომორფულად აისახება  $S$  ზედაპირი რაიმე შეუღლებული იზოთერმიულ წირთა ბადის  $x = \operatorname{const}, y = \operatorname{const}$  საშუალებით. ფუნგებთ, რომ პომეომორფიზმს ადგილი აქვს აგრეთვე  $L$  და  $\Gamma$  წირებს შორის, სადაც  $\Gamma$  არის  $G$ -ს საზღვარი. [1] შრომაში მოცემულია ცხადი გამოსახულება (3) ფორმულის  $\Omega(\zeta, \zeta)$  გულისათვის (იხ. [1], (18) ფორმულა, გვ. 528), რომელიც ორი წერტილის კომპლექსურ ვექტორ-ფუნქციის წარმოადგენს და შუა ზედაპირის ფორმაზე დამოკიდებული.

$\Phi_n(\zeta)$  პოლომორფულ ფუნქციათა რაიმე სრულ ( $G$  არის მიმართ) სისტემაზე (3) ფორმულის გამოყენებით მივიღებთ  $U_n$  გადაადგილებათა ველის სრულ სისტემას. ორთოგონალიზაციის ცნობილი მეთოდით ყოველთვის შეგვიძლია ავაგოთ გადაადგილებათა ველის ისეთი სრული სისტემა, რომელიც დააკმაყოფილებს პირობებს:

$$\iint_S U_n U_m dS + \int_L U_{ns} U_{ms} ds = \delta_{nm}. \quad (4)$$

აქ  $U_s = U - (nU) n$ , სადაც  $n$   $S$  ზედაპირის ერთეულოვანი ნორმალა, ე. ი.  $U_s$  მხებ გადაადგილებათა ველია. შემდეგში, საწინააღმდეგო თუ არ იქნება ნათქვამი, (4) პირობებს შესრულებულად ჩავთვლით.

თუ გარსს მხოლოდ ერთი ხვრელი აქვს, მაშინ შესაბამისი არე მარტივადებნულია და ჰოლომორფულ ფუნქციათა სრულ სისტემად შეიძლება ავიღოთ

$$z^k, iz^k \quad (k = 0, 1, 2, \dots). \quad (5)$$

თუ გარსს აქვს ორი ან უფრო მეტი ხვრელი, მაშინ  $G$  წარმოადგენს მრავლადბმულ არეს. ვთქვათ, მისი დამატება სრულ სიბრტყემდე შედგება  $m + 1$  კონტინუუმიდან  $C_0, C_1, \dots, C_m$ , ამასთან  $C_0$  შეიცავს  $z = \infty$  წერტილს. ამ შემთხვევაში, თუ (5) სისტემას დაუვმატებთ რაციონალურ ფუნქციათა შემდეგ სისტემას

$$(z - a_j)^{-k}, i(z - a_j)^{-k} \quad (j = 1, \dots, m; k = 1, 2, \dots), \quad (6)$$

მივიღებთ  $G$  მრავლადბმული არის მიმართ ფუნქციათა სრულ სისტემას.  $a_1, a_2, \dots, a_m$  ნებისმიერად ფიქსირებული წერტილებია შესაბამად  $C_1, \dots, C_m$  კონტინუუმებში. (5) და (6) ფუნქციების (3) ფორმულაში შეტანით ჩვენ მივიღებთ შუა ზედაპირზე გადაადგილებათა ველის სრულ სისტემას.

$(X, T)$  დატვირთვის უმომენტობის ზემოთ მოყვანილი პირობის პრაქტიკულად არახელსაყრელობა მდგომარეობს იმაში, რომ ის მიიყვანება (2) ტოლობათა უსასრულო სისტემაზე. ამ ტოლობების ზუსტად შესრულების უზრუნველყოფა, ცხადია, საკმარისად ძნელია. სინამდვილეში შეიძლება განვახორციელოთ მხოლოდ სასრული რაოდენობა ამ ტოლობებისა და ისიც, ცხადია, ცნობილი მიახლოებებით. მაგრამ აუცილებელია გამოვარკვიოთ  $(X, T)$  დატვირთვის უმომენტობა რა სიზუსტით განხორციელდება.

განვიხილოთ ჰილბერტის სივრცე  $H$ , რომლის ელემენტებია  $f = (X, T)$  დატვირთვები. ამ სივრცეში ნამდვილ  $c$  მუდმივზე გამრავლებას, შეკრებას და სკალარულ ნამრავლს განვსაზღვრავთ ფორმულებით

$$c(X, T) = (cX, cT),$$

$$(X_1, T_1) + (X_2, T_2) = (X_1 + X_2, T_1 + T_2),$$

$$(f_1, f_2) = \iint_S X_1 X_2 dS + \int_L T_1 T_2 ds,$$

მაშასადამე,  $H$  სივრცის  $f = (X, T)$  ელემენტის ნორმა განისაზღვრება ფორმულით

$$\|f\| = \left\{ \iint_S X^2 dS + \int_L T^2 ds \right\}^{1/2}.$$

$U$  გადაადგილებათა ყოველ ველს ჩვენ შეგვიძლია შეუსაბამოთ  $H$  სივრცის ელემენტი ( $U, U_s$ ). ამ ელემენტთა სიმრავლე შეადგენს  $H_0$  ქვესივრცეს, ამასთან  $e_n = (U_n, U_{ns})$  ელემენტთა მიმდევრობა იქნება ამ სივრცის ორტოგონალური ბაზისი. ვთქვათ,  $H_* H_0$ -ის  $H$ -მდე ორთოგონალური დამატებაა, ე. ი.  $H = H_0 + H_*$  და  $H_*$  შეიცავს ელემენტებს, რომლებიც (2) პირობას აკმაყოფილებენ.

$H$  სივრცის ნებისმიერი  $f = (X, T)$  ელემენტიდან  $H_*$  სივრცეში მანძილი განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$d(f) = \|f - f_*\| = \left( \sum_{k=1}^{\infty} c_k^2 \right)^{1/2}, \quad (7)$$

სადაც

$$f_* = f - \sum_{k=1}^{\infty} c_k e_k,$$

$$c_k = \iint_S XU_k dS + \int_L TU_k ds.$$

ცხადია,  $f_*$  წარმოადგენს  $f$ -ისათვის  $H_*$  ქვესივრცის უახლოეს ელემენტს.

გარსში ძაბვათა ორ ველს, რომლებიც  $f_1 = (X_1, T_1)$  და  $f_2 = (X_2, T_2)$  დატვირთვით წარმოიქმნებიან (ან სტატიკურად მათი ექვივალენტური გარე ძალებით), ჩვენ ჩავთვლით მახლობლად, თუ ეს დატვირთვები  $H$  სივრცის მეტრიკით საკმარისად ახლო არიან, ე. ი.

$$\|f_1 - f_2\| = \left\{ \iint_S |X_1 - X_2|^2 dS + \int_L |T_1 - T_2|^2 ds \right\}^{1/2} < \varepsilon,$$

სადაც  $\varepsilon$  წინასწარ ფიქსირებული საკმარისად მცირე დადებითი რიცხვია (ამ რიცხვის შერჩევა, ცხადია, დამოკიდებულია სიზუსტის ხარისხზე, რომელიც განსახილველი ამოცანის ამოხსნისას სასურველია მიღწეულ იქნეს). კერძოდ, თუ  $f_1$  და  $f_2$  დატვირთვებიდან ერთ-ერთი უმომენტოს წარმოადგენს, მაშინ მეორეც შეიძლება ჩავთვალოთ პრაქტიკულად უმომენტოდ, თუ  $\|f_1 - f_2\|$  საკმარისად მცირეა.

(7) ტოლობა გვიჩვენებს, რომ, თუ  $d(f)$  უსასრულოდ მცირეა, დატვირთვა  $f = (X, T)$  პრაქტიკულად უმომენტო იქნება. მაგრამ ამ პირობის შესრულება უზრუნველყოფილ იქნება, თუ  $f = (X, T)$  დატვირთვის ფურცის პირველი კოეფიციენტების გარკვეულ რაოდენობას ნულს გავუტოლებთ

$$c_k \equiv \iint_S XU_k dS + \int_L TU_k ds = 0 \quad (k = 1, \dots, n), \quad (8)$$

ამასთან, ყოველი მოცემული  $\varepsilon > 0$  რიცხვისათვის შეიძლება ისეთი ნატურალური რიცხვი  $n$  დავაფიქსიროთ, რომ ადგილი ჰქონდეს უტოლობას

$$d(f) \equiv \|f - f_*\| = \left( \sum_{k=n+1}^{\infty} c_k^2 \right)^{1/2} < \varepsilon.$$



მაშასადამე,  $(X, T)$  დატვირთვის უმომენტობა პრაქტიკულად შეიძლება განხორციელებულ იქნეს, თუ მოვითხოვთ (2)-ის სასრულო რაოდენობის ტოლობების შესრულებას.

ახლა ძნელი როდია შენიშვნა, რომ (8) ტოლობებში უკვე აუცილებელი არ არის  $U_k$  გადაადგილებათა ველი აკმაყოფილებდეს (4) პირობებს. ამოცანის ამოხსნას ეს პრაქტიკულად ამარტივებს, რადგანაც ეს ჩვენ ორთოგონალიზაციის პროცესის გამოყენების აუცილებლობიდან გვანთავისუფლებს.

$f_0 = (X_0, T_0)$  დატვირთვას  $f = (X, T)$  დატვირთვისათვის ვუწოდოთ მარეგულირებელი დატვირთვა, თუ  $f + f_0$ -თვის სრულდება პირობა:  $d(f + f_0) < \varepsilon$ . ამ აზრით, ცხადია, საუკეთესო მარეგულირებელი დატვირთვები შემდეგი სახის იქნებიან:

$$(X_0, T_0) = - \sum_{k=1}^n c_k (U_k, U_{k8}).$$

მაგრამ უნდა გავითვალისწინოთ, რომ გარსის ასეთი დატვირთვა (უწყვეტი) პრაქტიკულად ძნელად განსახორციელებელია. პრაქტიკაში შედარებით ადვილად ხორციელდება დატვირთვა შეყურსული ძალებით. ამ შემთხვევაში მარეგულირებელ დატვირთვებს ექნებათ სახე

$$\sum_{j=1}^n b_j l_j \delta_j(M),$$

სადაც  $l_j - M_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) ფიქსირებულ წერტილში შეყურსული ძალის ქმედების მიმართულების ორტია;  $\delta_j(M) - M_j$  წერტილის შესაბამისი დირაქის ფუნქცია,  $b_j$ —მუდმივები, რომლებიც განისაზღვრებიან შემდეგი ტოლობებიდან:

$$c_k + \sum_{j=1}^n b_j X_k(M_j) = 0 \quad (k = 1, \dots, n)$$

$$(X_k(M_j) = l_j U_k(M_j)).$$

პრაქტიკაში მარეგულირებელი დატვირთვები შეიძლება შეგვხვდეს ბმის რეაქციის ძალების სახით. ვთქვათ, მაგალითად, გვაქვს თხელი დრეკადი გარსი. ასეთ გარსში წმინდა ლუწვის (მცირე) დეფორმაციები მხოლოდ მიმართულებათა ველის მომენტური მდგენელის არსებობის შემთხვევაში წარმოიქმნებიან. თუ ასეთ გარსზე გვაქვს ბმა, რომლებიც გამორიცხავენ წმინდა ლუწვის დეფორმაციას, მაგრამ თავსებადია შუაზედაპირის გაჭიმვის (კუმშვის) და ძერის დეფორმაციასთან, მაშინ შესაბამისი რეაქციის ძალები გაწონასწორდებიან დაძაბულობის მომენტებით. პრაქტიკულად ბევრ შემთხვევაში ასეთი ბმების შესაბამისი შერჩევით შეიძლება გაწონასწორებულ იქნეს მოცემული  $(X, T)$  დატვირთვის შესაბამის ძაბვათა ველის მომენტური კომპონენტები.

სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემია  
 გ. სტეკლოვის სახელობის  
 მათემატიკის ინსტიტუტი  
 მოსკოვი

(რედაქციას მოუვიდა 5.11.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. Н. Веква. Об условиях, обеспечивающих безмоментное напряженное состояние равновесия выуклой оболочки. Сообщения Академии Наук Грузинской ССР, т. XX, № 5, 1958, 525—532.

ო. მღვივანი

 შორი წესრიგის თეორია სამმაგი თანაბარკომპონენტოვანი  
 შენადნობებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისოვმა 17.4.1958)

 1. შორი წესრიგის პარამეტრები სამმაგი  
 შენადნობისათვის

ჩვენს მიზანს წარმოადგენს ბინარულ შენადნობთა მოწესრიგების შორი წესრიგის თეორიის განზოგადება სამმაგ შენადნობზე. შრომაში მიღებულია ზოგიერთი კერძო შემთხვევისათვის კიურის წერტილის გამოსახულება.

ზოგადობისათვის დაუშვათ, რომ გვაქვს  $m$ -კომპონენტოვანი შენადნობი. ატომთა სრული რიცხვი იყოს  $N$ , ხოლო  $i$  გვარის ატომთა რაოდენობა —  $N_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ). მაშინ

$$N = \sum_{i=1}^m N_i \quad (1,1)$$

სრული წესრიგის დროს მესერი წარმოადგენს  $m$  ერთმანეთში ჩასმულ ქვემესერთა ერთობლიობას. ყოველი  $i$ -ური ქვემესერის კვანძებში —  $\alpha_i$ -მხოლოდ  $A_i$  გვარის ატომები იმყოფება. სრული მოუწესრიგებლობისას გარკვეული გვარის ატომის  $\alpha_i$  კვანძში მოხვედრის ალბათობა შესაბამისი კონცენტრაციის ტოლია.  $N_{ik}$ -თი აღვნიშნოთ  $k$ -ურ ქვემესერში მყოფი  $A_i$  ატომების რიცხვი. მაშინ

$$\sum_{k=1}^m N_{ik} = N_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (1,2)$$

აქ  $N_{ik}$  ტემპერატურის ფუნქციებია, ხოლო  $N_i$  მუდმივებია. გარდა ამისა,

$$N_{21} + N_{31} + \dots + N_{m1} = N_{12} + N_{13} + \dots + N_{1m} \quad (1,3)$$

$$N_{1m} + N_{2m} + \dots + N_{m-1m} = N_{m1} + N_{m2} + \dots + N_{mm-1}$$

(1,2) და (1,3) დამოუკიდებელ განტოლებათა რიცხვი  $2m - 1$ -ის ტოლია. ამიტომ შენადნობის ქცევის განმსაზღვრავ დამოუკიდებელ პარამეტრთა რიცხვი ტოლია

$$f = m^2 - (2m - 1) = (m - 1)^2 \quad (1,4)$$

სწორედ ეს  $(m - 1)^2$  დამოუკიდებელი ცვლადი (ან მათი წრფივი კომბინა-



(ციები) უნდა იქნეს არჩეული შორი წესრიგის პარამეტრებად<sup>(1)</sup>. კერძოდ სამმაგი შენადნობის შემთხვევაში საჭიროა ოთხი პარამეტრის შემოღება.

გადავიდეთ კონკრეტულად სამმაგი შენადნობის განხილვაზე. ვთქვათ,

$$n_i = \frac{N_i}{N} \quad (i = 1, 2, 3) \quad (1,5)$$

არის შენადნობში შემავალ ატომთა შესაბამისი კონცენტრაციები, ხოლო

$$l_{ik} = \frac{N_{ik}}{N_k} \quad (i, k = 1, 2, 3) \quad (1,6)$$

$k$ -ურ ქვემესრში  $A_i$  ატომთა საშუალო შეფარდებითი რიცხვია. სრული წესრიგის დროს

$$l_{11} = l_{22} = l_{33} = 1 \quad \text{და} \quad l_{ik} = 0, \quad \text{თუ} \quad i \neq k;$$

სრული მოუწესრიგებლობისას კი  $l_{ik} = n_i$ .

||  $l_{ik}$  || მატრიცის ელემენტებს შორის დამოუკიდებელი სულ ოთხია. მათგან უნდა შეირჩეს შორი წესრიგის პარამეტრები. უფრო მოსახერხებელია მათი შემდეგნაირად შერჩევა:

$$S_i = \frac{l_{ii} - n_i}{1 - n_i} \quad i = 1, 2, 3 \quad (1,7)$$

$$S_4 = n_1 l_{21} - n_2 l_{12}.$$

როდესაც  $N_{ik} = N_{ki}$ , მაშინ  $S_4 = 0$ .

## 2. კონფიგურაციული ენტროპია და ენერგია

სისტემის განსხვავებულ მდგომარეობათა რიცხვი არის:

$$W = \prod_{k=1}^3 \frac{N_k!}{\prod_{i=1}^3 (N_i l_{ik})!} \quad (2,1)$$

ამის გამო სისტემის კონფიგურაციული ენტროპია იქნება

$$S = K \log W = -kN \sum_{i,k=1}^3 n_k l_{ik} \log l_{ik}. \quad (2,2)$$

სრული წესრიგიდან მოუწესრიგებლობაზე გადასვლისას ენტროპიის ცვლილება

$$\Delta S = -kN \sum_{i=1}^3 n_i \log n_i \quad (2,3)$$

თანაბარკომპონენტოვანი სამმაგი შენადნობისათვის კი

<sup>(1)</sup> იგივე საკითხი დამოუკიდებლად განხილულ იქნა ვოიცენოვსკის მიერ [1]. ავტორი მადლობას უხდის ვოიცენოვსკის მის მიერ მიღებული შედეგის შეტყობინებისათვის.



$$\Delta S = kN \log 3 = 2,163 \frac{\text{კალ.}}{\text{გრად. გრამ-ატომი}}$$

კონფიგურაციული ენერგია უფრო რთული გამოსათვლელია. ჩვენ მას მხოლოდ მიახლოებით გამოვივლით, მივიღებთ რა მხედველობაში მხოლოდ უახლოეს მეზობელ ატომთა შორის ურთიერთქმედებებს (ბეტეს მიახლოება).

ურთიერთქმედების ენერგია  $A_i$  და  $A_k$  ატომებს შორის იყოს  $U_{ik}$ .  $A_i|a_k$ -ით აღვნიშნოთ ატომი  $A_i$ , მყოფი  $a_k$  ტიპის ქვემესერის კვანძში. ასეთი ატომების სრული რაოდენობა  $N_{ik}$ -ს უდრის, ყოველ  $a_k$  კვანძს სულ  $Z_k$  უახლოესი მეზობელი კვანძი გააჩნია მესერში. ცხადია, რომ საზოგადოდ

$$Z_k = Z_{k1} + Z_{k2} + Z_{k3},$$

სადაც  $Z_{km}$  არის  $a_k$  კვანძის გარშემო  $a_m$  ტიპის უახლოეს მეზობელ კვანძთა რიცხვი.  $A_i|a_k$ -ს უახლოეს მეზობლებს შორის  $A_i|a_m$  ტიპის მეზობელთა რაოდენობა  $Z_{km} \frac{N_{im}}{N_m}$ -ის ტოლია. აქედან ადვილად მიიღება, რომ  $A_i|a_k$  და  $A_i|a_m$  მეზობელ ატომთა წყვილების სრული რაოდენობა შენადნობში

$$[A_i|a_k, A_i|a_m] = NZ_{km} n_k l_m l_{im}. \quad (2,5)$$

ამის გამო სამმაგი შენადნობის ენერგია  $E$  ბეტეს მიახლოებაში

$$E = E_0 + N \sum_{i,l=1}^3 \sum_{k,m=1}^3 Z_{km} n_k l_m l_{im} U_{il}. \quad (2,6)$$

აქ  $E_0$  ენერგიის არაკონფიგურაციული ნაწილია, რაც დამოუკიდებელია შენადნობის მოწესრიგებულობისაგან.

შემდგომ ჩვენ შემოვიხსნავთ თანაბარკომპონენტოვანი შენადნობების განხილვით. ეს მათემატიკური სიმწესობითაა გამოწვეული. მართლაც, საზოგადოდ (ნებისმიერი კონცენტრაციებისას), ყოველი აღებული ქვემესერის კვანძი შეიძლება თავის უახლოეს მეზობელ კვანძებს შორის შეიცავდეს თავისივე ტიპის კვანძებს (ისევე, როგორც დანარჩენი ტიპისას). ეს ძლიერ გაართულებდა გამოთვლებს<sup>(1)</sup>.

თანაბარკომპონენტოვანი შენადნობის შემთხვევაში

$$\frac{1}{N} E = A_0 + \sum_{i=1}^4 B_i s_i^2 + \sum_{i(<k)=1}^4 C_{ik} s_i s_k, \quad (2,7)$$

სადაც

$$\begin{aligned} B_1 &= \frac{\tilde{\chi}}{108} (-3v_1 - 3v_2 + v_3), & B_2 &= \frac{\tilde{\chi}}{108} (-3v_1 + v_2 - 3v_3), \\ B_3 &= \frac{\tilde{\chi}}{108} (v_1 - 3v_2 - 3v_3), & B_4 &= -\frac{3\tilde{\chi}}{16} (v_1 + v_2 + v_3), \end{aligned} \quad (2,8)$$

<sup>(1)</sup> გარდა ამისა, თვით ქვემესერებად დაყოფის მექანიზმი საზოგადოდ არაა თვალსაჩინო. ქვემესერებს ერთნაირი პერიოდულობის თვისებები უნდა გააჩნდეთ, ხოლო არასტექიომეტრიული შენადნობების შემთხვევაში ეს არაა შესაძლებელი.



$$\begin{aligned}
 C_{12} &= \frac{\chi}{54} (-v_1 + v_2 + v_3), & C_{14} &= \frac{\chi}{6} (v_1 - v_2), \\
 C_{13} &= \frac{\chi}{54} (v_1 - v_2 + v_3), & C_{24} &= \frac{\chi}{6} (v_3 - v_1), \\
 C_{23} &= \frac{\chi}{54} (v_1 + v_2 - v_3), & C_{34} &= \frac{\chi}{6} (v_2 - v_3),
 \end{aligned} \quad (2,8)$$

ხოლო  $A_0$  ენერჯის ნაწილია, დამოუკიდებელი მოწყესრიგებაზე. გარდა ამისა,

$$\begin{aligned}
 v_1 &= u_{11} + u_{22} - 2u_{13}, \\
 v_2 &= u_{11} + u_{33} - 2u_{13}, \\
 v_3 &= u_{22} + u_{33} - 2u_{23}.
 \end{aligned} \quad (2,9)$$

### 3. კიურის წერტილის გამოთვლა

თანბარკომპონენტოვანი სამმაგი შენადნობის თავისუფალი ენერჯია  $F$  გამოინახება ფორმულით

$$\frac{1}{N} F = A_0 + \sum_{i=1}^4 B_i s_i^2 + \sum_{i(<k)=1}^4 C_{ik} s_i s_k + \frac{kT}{3} \sum_{i,k=1}^3 l_{ik} \log l_{ik}. \quad (3,1)$$

სტაციონარული მდგომარეობების მისაღებად თავისუფალი ენერჯია ექსტრემალური უნდა იყოს, ე. ი.

$$\frac{\partial F}{\partial s_i} = 0 \quad (i = 1, 2, 3, 4) \quad (3,2)$$

ეს დამოკიდებულებები ავტომატურად სრულდება  $s_i = 0$ -თვის. (3,2) პრინციპში გვაძლევს წესრიგის პარამეტრთა წონასწორული მნიშვნელობების დამოკიდებულებას ტემპერატურაზე. ამ (3,2) განტოლებებს აქვთ სახე

$$\begin{aligned}
 \frac{kT}{9} \log \frac{l_{12} l_{21} l_{13} l_{31}}{l_{11}^2 l_{23} l_{32}} &= 2B_1 s_1 + C_{12} s_2 + C_{13} s_3 + C_{14} s_4 \\
 \frac{kT}{9} \log \frac{l_{12} l_{21} l_{23} l_{32}}{l_{22}^2 l_{13} l_{31}} &= C_{12} s_1 + 2B_2 s_2 + C_{23} s_3 + C_{24} s_4 \\
 \frac{kT}{9} \log \frac{l_{13} l_{31} l_{23} l_{32}}{l_{33}^2 l_{12} l_{21}} &= C_{13} s_1 + C_{23} s_2 + 2B_3 s_3 + C_{34} s_4 \\
 \frac{kT}{2} \log \frac{l_{12} l_{31} l_{23}}{l_{21} l_{13} l_{32}} &= C_{14} s_1 + C_{24} s_2 + C_{34} s_3 + 2B_4 s_4
 \end{aligned} \quad (3,3)$$

(3,3) წარმოადგენს ტრანსცენდენტულ განტოლებათა სისტემას, რის გამოც  $s_i = s_i(T)$  ფუნქციების მოძებნა შესაძლებელია მხოლოდ მიახლოებით, კიურის წერტილის მახლობლობაში. კიურის წერტილის გამოსათვლელად მოვიქცეთ ბრევისა და უილიამსის [2] ანალოგიურად. (3,3) სისტემის პირველი სამი განტოლების მარცხენა მხარეები დწვალათ მწკრივად  $s_i$ -თა მიმართ



კიურის წერტილის მახლობლობაში, მაშინ პირველ მიახლოებაში მივიღებთ შემდეგ წრფივ განტოლებათა სისტემას:

$$\sum_{k=1}^4 a_{ik} s_k = 0, \quad i = 1, 2, 3 \quad (3,4)$$

სადაც

$$\begin{aligned} a_{ii} &= 2(9B_i + 5x) & i, k &= 1, 2, 3 \\ a_{ik} &= 9C_{ik} - 2x & x &= kT \\ a_{i4} &= 9C_{i4} \\ a_{ik} &= a_{ki} \end{aligned} \quad (3,5)$$

ამ განტოლებათა სისტემიდან  $s_1, s_2$  და  $s_3$  შეიძლება გამოისახოს როგორც  $s_4$  და  $T$ -ს ფუნქციები, მაშინ

$$s_i = -\frac{b_i}{\Delta} s_4, \quad i = 1, 2, 3 \quad (3,6)$$

სადაც:

$$\begin{aligned} \Delta &= \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{12} & a_{22} & a_{23} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{vmatrix} & b_1 &= \begin{vmatrix} a_{14} & a_{12} & a_{13} \\ a_{24} & a_{22} & a_{23} \\ a_{34} & a_{23} & a_{33} \end{vmatrix} \\ b_2 &= \begin{vmatrix} a_{11} & a_{14} & a_{13} \\ a_{12} & a_{24} & a_{23} \\ a_{13} & a_{34} & a_{23} \end{vmatrix} & b_3 &= \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{14} \\ a_{12} & a_{22} & a_{24} \\ a_{13} & a_{23} & a_{34} \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (3,7)$$

აქედან მიიღება დამოკიდებულება  $s_4$ -სა და  $T$ -ს შორის:

$$\frac{s_4}{1 + \alpha(T) \cdot s_4} = -\frac{2}{27} \operatorname{th} \left\{ \frac{\beta(T)}{kT} s_4 \right\}, \quad (3,8)$$

სადაც

$$\alpha(T) = \frac{1}{\Delta} \sum_{i=1}^3 b_i C_{i4} \quad \beta(T) = 2B_4 - \alpha(T). \quad (3,9)$$

ამის გამო, კიურის წერტილის მოსაძებნად საბოლოოდ მიიღება განტოლება

$$\Delta(x_c) \{27x_c + 4B_4\} = 2 \sum_{i=1}^4 C_{i4} \cdot b_i(x_c), \quad x_c = kT_c \quad (3,10)$$

(3,10) წარმოადგენს მეოთხე ხარისხის ალგებრულ განტოლებას  $x_c$ -ს მიმართ. ამიტომ მიიღება ოთხი, საზოგადოდ განსხვავებული,  $T_c$ -ს მნიშვნელობა. ერთ-ერთი მათგანი უნდა წარმოადგენდეს ჰეშმარიტ კიურის წერტილს. ამის ზოგადი ანალიზი ერთობ რთულ პრობლემას წარმოადგენს, ამიტომ განვიხილოთ რამდენიმე კონკრეტული მაგალითი:

1. ვთქვათ,  $v_1 = v_2 = v_3 \equiv v$ .

მაშინ

$$T_c = \frac{\chi v}{12k}, \quad (3,11)$$

2.  $v_1 = v_2 \neq v_3$ . მაშინ

$$T_c = \frac{\chi(2v_1 + v_3)}{36k}. \quad (3,12)$$

3.  $v_1 = u$ ,  $v_2 = u(1 + \varepsilon)$ ,  $v_3 = u(1 + \eta)$ , სადაც  $\varepsilon, \eta \ll 1$ . მაშინ  $\varepsilon$  და  $\eta$ -ს მიმართ წრფივი წვეგრების სიზუსტით

$$T_c \approx \frac{\chi u}{36k} (3 + \varepsilon + \eta) \quad (3,13)$$

სტალინის სახელობის  
 თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 17.4.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. K. F. Wojciechowski. Definition of the long-range order parameters for n-component alloys. Acta Physica Polonica, vol. 15, 1956, 429.
2. W. L. Bragg and E. I. Williams. Order-disorder in alloys. Proceedings of the Royal Society, vol. A 145, 1934, 699.

## ახალი მონაცემები მუხრან-ტირიფონის ველის სეისმოგეოლოგიური აგებულების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა პ. გამყრელიძემ 22.5.1958)

მუხრან-ტირიფონის ველი კავკასიონის სამხრეთი ფერდისა და აჭარა-თრიალეთის სისტემებს შორის მდებარეობს. დასავლეთით ეს ველი ზემო ქართლის ფერდობით უკავშირდება ძირულის მასივს, ხოლო აღმოსავლეთით თანდათან ვიწროვდება და კახეთისა და აჭარა-თრიალეთის ქედებს შორის ისოლება.

ამ რაიონის სელიმენტური კომპლექსისა და ღრმა გეოლოგიური აგებულების შესწავლას დიდი თეორიული და გამოყენებითი მნიშვნელობა აქვს როგორც ძირითად სტრუქტურებს შორის კავშირის, ისე შესაძლო ნავთიანობის დაღვენის მიხედვით.

მიუხედავად იმისა, რომ ამ რაიონის შესწავლას დიდი ხნის ისტორია აქვს, მკვლევრებს შორის დღესაც არსებობს აზრთა სხვადასხვაობა მისი გეოლოგიური აგებულებისა და გეოტექტონიკური ბუნების შესახებ.

მკვლევართა ერთი ჯგუფის [1, 2] აზრით, ქართლის ვაკე მდებარეობს გეოსინკლიზში, სადაც ცარკულის შემდგომი ნალექების სიმძლავრე აღემატება 10 კმ-ს და რომ ამ კომპლექსში შესაძლოა გაზისა და ნავთობის შემცველი სტრუქტურების არსებობა.

მკვლევართა მეორე ჯგუფი [3, 4, 5, 6] იმ დასკვნამდე მიდის, რომ ქართლის ვაკე მდებარეობს ბელტზე და რომ კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირი ვაკეობით ნაკლებ სიღრმეზეა, ვიდრე კავკასიონისა და აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემებში.

აზრთა ასეთი სხვადასხვაობა გამოწვეულია იმ გარემოებით, რომ საკვლევი უბანი დაფარულია საკმაოდ მძლავრი სუსტად დანაწევრებული და ჰორიზონტალურად განლაგებული ზედამესამეულისა და თანამედროვე ნალექებით.

იმისათვის, რომ უფრო ნათელი გახდეს ზემოაღნიშნული კონცეფციების წინაარსი, მიზანშეწონილად ვცნობთ მოვიყვანოთ ზოგიერთი მეცნიერის მოსაზრება.

მ. ვარეცოვი აღნიშნავს, რომ „Многие исследователи считают Куринскую депрессию глыбой или плитой. В противовес этим взглядам автор считает эту область, во всяком случае, начиная с олигоценового времени, геосинклинальной зоной, характеризующейся накоплением мощных (более 10.000 м) третичных отложений и весьма напряженной интенсивной тектоникой. Кроме того, некоторые исследователи считают рассматриваемую область огромным грабеном с обилием сбросов. Этот вывод тоже является неправильным“ ([1], გვ. 239).

პ. გამყრელიძე სულ სხვა აზრისაა ([6], გვ. 117). იგი ფაქტობრივ მასალების ანალიზის საფუძველზე ადგენს: 1) присутствие продуктов размыва кристаллических пород почти во всех формациях; 2) прибрежный характер



некоторых отложений и 3) фации отложений и увеличение мощности большинства геологических образований в северном направлении в сторону геосинклинали южного склона и уменьшение ее в южном в сторону Мухранско-Тирифонской депрессии—дает нам возможность притти только к единственному возможному заключению, что гранитный и большая часть терригенного материала в указанные геосинклиналиные бассейны могла попасть из одной, расположенной между этими бассейнами, области. Как раз этой областью и является современная Мухранско-Тирифонская депрессия. Иначе говоря, современная Мухранско-Тирифонская депрессия в продолжение длительного времени являлась не областью сравнительного воздымания и денудации“.

სედიმენტური კომპლექსის აგებულებისა და კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირის მორფოლოგიის შესწავლის მიზნით მუხრან-ტირიფონის ველზე (1950, 1952 და 1954 წ. წ.) ჩატარდა სეისმური ძიება არეკლილი და გარდატეხილი ტალღების კორელაციური მეთოდებით [7, 8, 9].

სეისმური ტალღების რეგისტრაციისათვის შედარებით შორ მანძილებზე (30 კმ და მეტიც) ძირითადად გამოიყენებოდა დაბალი და საშუალო სიხშირეების სეისმოსადგურები. რხევების წყაროდან მცირე მანძილებზე არეკლილი ტალღების სარეგისტრაციოდ გამოყენებულ იქნა აპარატურა სიხშირეთა მახასიათებლის მაქსიმუმში 30 ჰერცი, ხოლო რხევების წყაროდან შედარებით დიდ მანძილზე — 10 კმ და მეტიც—დამორებისას უკეთესი ჩანაწერები მიღებულია 8—10 ჰერცის სიხშირეებზე.

1954 წლის ექსპედიციაში სეისმური სადგური დაკომპლექტებული იყო ელექტროდინამიური სეისმოგრაფებით, რომელთა საკუთარი სიხშირე 13 ჰერცს უდრიდა. დაკვირვებები წარმოებდა ძირითადად ერთეული სეისმოგრაფებით, თუმცა რხევების რეგისტრაცია ზოგ შემთხვევაში წარმოებდა სეისმოგრაფების დაჯგუფებითაც. მანძილი სეისმოგრაფებს შორის იყო 100 მ.

1950 და 1952 წ. წ. ექსპედიციებში მაქსიმალური მანძილი, რომლებზედაც მიიღებოდა სარწმუნო ჩანაწერები, არ აღემატებოდა 15 კმ, მაგრამ ეს მანძილი 1954 წ. აფეთქების იმავე პირობებში გაზრდილ იქნა ორჯერ და ზოგ შემთხვევაში კიდევ უფრო მეტჯერაც. ეს მიღწეულ იქნა აპარატურის სათანადო გაუმჯობესებით.

სხვადასხვა სიძლიერის აფეთქებები (100 კგ-მდე ფეთქი მასალისა) წარმოებდა ძირითადად წყალსაცავებში 3—6 მ სიღრმეზე, თუმცა 1950 წ. გამოყენებულ იქნა ჰაბურღილებიც.

აფეთქების მომენტის გადაცემა და კავშირის დამყარება რადიოს საშუალებით ხდებოდა.

სეისმოგრაფების ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელი შეიქმნა სედიმენტური კომპლექსის შემადგენელი სხვადასხვა ფენების და კრისტალური ფუნდამენტის შესაფერი ტალღების გამოყოფა, რამაც საშუალება მოგვცა აგვეგო სეისმოგეოლოგიური კრილი.

ქვემოთ მოგვყავს სეისმომეტრიული გამოკვლევების ძირითადი შედეგები, რომლებიც, ჩვენი აზრით, სასარგებლო იქნება საკვლევი რაიონის გეოლოგიური აგებულების დადგენისათვის.

### I. მუხრანის ველის სეისმური გამოკვლევების ძირითადი შედეგი (1950 წ.)

დამული ამოცანების გადასაწყვეტად კვლევა მიმდინარეობდა ხუთი სიგრძივი პროფილის გასწვრივ (იხ. სქემა 1).

პირველი სეისმური პროფილი გადის თბილისი—ოჩაჩონიკიძის გზატკეცილის გასწვრივ ს. ჟინვალამდე და კვეთს მუხრანის ველს თითქმის მერიდიონალური მიმართულებით. პროფილზე ექვსი აფეთქების პუნქტია. პროფილის საერთო სიგრძე 25 კმ-ია.

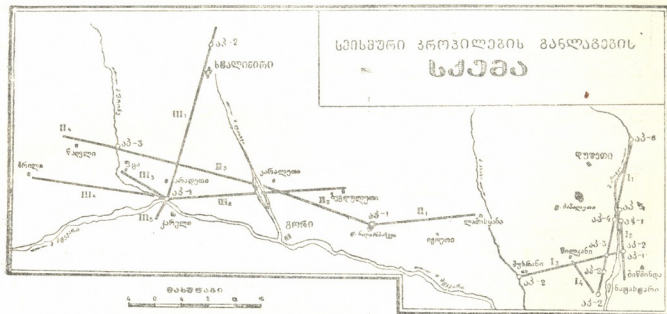
მეორე პროფილი გაყვანილია მდ. არაგვის მარცხენა ნაპირზე. პროფილზე ორი აფეთქების პუნქტია. პროფილის სიგრძე 12 კმ.

მესამე პროფილი გაყვანილია მეორე პროფილის პერპენდიკულარულად და მისი მიმართულება ქმნის მცირე კუთხეს ბიწმინდა-მისაქციელის ანტიკლინური ნაოჭის მიმართ. პროფილის სიგრძეა 10 კმ.

მეოთხე პროფილი მიმართულია პირველი პროფილის დასაწყისიდან სოფელ წილკანისაკენ. პროფილის სიგრძე 9 კმ.

მეხუთე პროფილი გატარებულია ბიწმინდის ანტიკლინური ნაოჭის მიდამოებში.

ყველა სეისმურ პროფილზე გამოიყოფა 4 ძირითადი ტალღა, რომლებსაც მივაკუთვნებთ სიგრძივ პირდაპირ და გარდატეხილ ტალღებს, აგრეთვე რიგი ტალღები, რომლებიც შესაძლოა გაიგებებულ იქნეს არეკლილ და ჯერად არეკლილ ტალღებთან.



ნახ. 1

ნახ. 1

პირდაპირი და გარდატეხილი ტალღების ჰოდოგრაფების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს გამოვყოთ 4 ფენა. გეოლოგიურ მონაცემებთან შედარება საშუალებას გვაძლევს ისინი შემდეგნაირად დავახასიათოთ:

პირველ ფენაში სიგრძივი ტალღების გავრცელების სიჩქარე 2500—2700 მ/სეკ, ხოლო ფენის სიმძლავრე 10-დან 200 მეტრამდე იცვლება. აღნიშნული ფენი გამოიყოფა მდ. არაგვის მარცხენა ნაპირზე და უმთავრესად ტერასული წყებებისაგან შედგება.

მეორე ფენა, რომლის სიმძლავრეა 500—700 მ, ხასიათდება სეისმური ტალღების გავრცელების საზღვრითი სიჩქარით 3300—3500 მ/სეკ. ეს ფენა უმთავრესად კონგლომერატებისაგან შედგება და მიოპლიოცენურ კონგლომერატული წყების ზედა ნაწილს მიეკუთვნება.

მესამე ფენას აქვს სიმძლავრე 1200—1500 მ, ხოლო მისი საზღვრითი სიჩქარეა 4200—4400 მ/სეკ. ეს ფენა მიეკუთვნება მიოპლიოცენისა და ნაცლურის წყებების ქვედა ნაწილს და სარმატისა და შუამიოცენის თიხაქვიშის ნალექებს.



არ არის გამორეცხული, რომ მესამე ფენა შეიცავს მცირე სიმძლავრის შრეებს, წარმოდგენილს თიხებისა და ქვიშაქვების მორიგეობით.

მთელ საკვლევ რაიონში მიღებულია ტალღები 5200—6000 მ/სეკ. წარმოსახვითი სიჩქარით. ფენა, რომელსაც ეს ტალღები შეესაბამება, მდებარეობს დაახლოებით 2500 მ სიღრმეზე.

თუ მხედველობაში მივიღებთ წარმოსახვითი სიჩქარეების ცვლის ხასიათს სხვადასხვა მიმართულებით და თვით სიჩქარეების სიდიდეებს (მეტი, ვიდრე 2500 მ/სეკ), შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ფენა ხასიათდება დიდი საზღვრითი სიჩქარით, რაც საფუძველს გვაძლევს მეოთხე ფენის ზედაპირი კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირად მივიჩნიოთ.

ზოგ სეისმოგრაფებზე აღინიშნება არეკლილი ტალღები დიდ დროებზე, ე. ი. ისეთ დროებზე, რომლებიც აღემატებიან არეკლილი ტალღების კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირიდან მოსვლათა დროს. დასაშვებია, რომ ეს ტალღები წარმოადგენს ჭერად არეკლილ ტალღებს.

ამრიგად, სეისმური მონაცემების მიხედვით კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირი კვლევის რაიონში დაახლოებით 2500 მ სიღრმეზე მდებარეობს. უნდა აღენიშნოს, რომ სოფ. ყინვალის მიდამოების სეისმოგეოლოგიური ჭრილი განსხვავებულია სოფ. ნატახტართან მიღებულიასაგან.

ამ უბანზე სედიმენტური კომპლექსის შემადგენელი ფენების სიმძლავრეები ასეთია: პირველი ფენის  $H_1 = 20—150$  მ., მეორე ფენისა  $H_2 = 1300—1400$  მ; მესამე ფენისა  $H_3 = 700—800$  მ. შეიძინევა აგრეთვე საზღვრითი სიჩქარეების შეცვლა, რაც ამ ფენების ლითოლოგიური შედგენილობის შეცვლაზე მიუთითებს.

## II. ტირიფონის ველის სეისმური გამოკვლევების ძირითადი შედეგი (1952 წ.)

ამ რაიონში გატარებულია 4 ძირითადი სიგრძივი პროფილი განედური მიმართულებით (სქემა 1).

პირველი სეისმური პროფილი იწყება ტბა ნადარბაზევთან, მიმართულია აღმოსავლეთით და გრძელდება ს. ლამისყანამდე. პროფილის სიგრძეა 16 კმ. მეორე სეისმური პროფილი აგრეთვე ნადარბაზევის ტბასთან იწყება, დასავლეთისაკენ მიემართება და მთავრდება მდ. ლიახვთან. პროფილის სიგრძეა დაახლოებით 18 კმ.

მესამე პროფილი იწყება მდ. ლიახვიდან (ს. კარალეთის მახლობლად). იგი წარმოადგენს მეორე პროფილის გაგრძელებას, მიმართულია დასავლეთით სოფ. თამარშენისაკენ და მთავრდება მდ. ფრონესთან. პროფილის სიგრძე, დაახლოებით 20 კმ-ია.

მეოთხე პროფილი წარმოადგენს მესამე პროფილის გაგრძელებას, იწყება მდ. ფრონესთან და გრძელდება ს. ბროლოსანამდე. პროფილის სიგრძეა 9 კმ. გარდა ამ ძირითადი პროფილებისა, გაზომვები ჩატარდა ძირულის კრისტალური მასივის გაშლვლებაზე (გრანიტები, მდ. ჭერთანების ხეობა) მასში სეისმური ტალღების გავრცელებების სიჩქარის დასადგენად.

პირველი ორი პროფილის დასაწყისს წარმოადგენდა ნადარბაზევის ტბა.

ამ ორი პროფილის მასალების ერთობლივი დამუშავებით შესაძლებელი გახდა გამოვეყო ორი ფენა (ზედაპირული, უმნიშვნელო სიმძლავრის მქონე ფენი მხედველობაში არაა მიღებული).

პირველ ფენაში სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარეა 2000 მ/სეკ. გეოლოგიური მონაცემებით ეს ფენა წარმოდგენილია თიხოვანი ნალექებით. მისი სიმძლავრე ნადარბაზევის რაიონში 400—500 მ უდრის.



გერეხული  
მუხრანში

მეორე ფენის ზედაპირის გასწვრივ საზღვრითი სიჩქარეა 3100—3300 მ/სეკ. ეს ფენა ძირითადად წარმოდგენილი უნდა იყოს თიხა-ქვიშოვანი ნალექებით. ფენის სიმძლავრეა 1900—2000 მ.

2500—2600 მ სიღრმეზე გამოიყოფა მესამე ფენის ზედაპირი. 1954 წლის სეისმურმა მონაცემებმა გვიჩვენა, რომ კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირი განიცდის ამოწვევას ზეგულუეთის მიდამოებში დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ, რაც შესაძლებელია გრძელდებოდეს ნადარბაზევის ტბის მერიდიანამდე, ხოლო გრავიმეტრიული მონაცემები გვიჩვენებს კრისტალური ფუნდამენტის დაძირვას იკოეთის მიდამოებში [10]. აქედან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირი განიცდის დაძირვას ნადარბაზევის ტბიდან ორივე მიმართულებით. ამასთან ს. კარალეთის მიმართულებით ეს დაძირვა ნაკლებად ინტენსიურია, ვიდრე სოფელ ლამისყანას მიმართულებით.

მესამე სეისმურ პროფილზე, რომელიც წარმოადგენს მეორე პროფილის გაგრძელებას, გამოიყოფა სამი ფენა. პირველი ფენა ხასიათდება ღრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარით 2000—2200 მ/სეკ, ამ ფენის სიმძლავრე პროფილის დასაწყისში 60-70 მ-ია. მეორე ფენის სიმძლავრეა 2000—2200 მ და ხასიათდება 2700—2800 მ/სეკ, საზღვრითი სიჩქარით. ეს ფენა ძირითადად ქვიშა-თიხოვანი ნალექებისაგან უნდა შედგებოდეს. რადგანაც ამ უბანზე მეორე ფენაში გვაქვს სიჩქარის შემცირება პირველი ორი პროფილის განლაგების რაიონთან შედარებით, უნდა ვიფიქროთ, რომ ამ ფენის ლითოლოგიური შედგენილობა აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ იცვლება.

მესამე ფენას 4300—4400 მ/სეკ. წარმოსახვითი სიჩქარე აქვს. უნდა ვივარაუდოთ, რომ ის შეესაბამება ცარცულ ნალექებს.

მეოთხე პროფილზე გამოიყოფა 5 ფენა სხვადასხვა წარმოსახვითი სიჩქარეებით:  $V_{1p} = 1700$  მ/სეკ,  $V_{2p} = 2900$  მ/სეკ,  $V_{3p} = 3500$  მ/სეკ,  $V_{4p} = 4900$  მ/სეკ,  $V_{5p} = 9600$  მ/სეკ.

რადგან პროფილის დაბოლოებაზე კრისტალური ქანები გამოივლლება, უნდა ვივარაუდოთ, რომ ფენები, რომლებიც კრისტალურ ფუნდამენტს შემოთადევს, ისოლებიან და ამიტომ გამყოფ ზედაპირებს აქვთ ამოწვევა პროფილის მიმართულებით. ყველაზე ქვედა, მეხუთე, გარდამტეხი ჰორიზონტი ხასიათდება 9600 მ/სეკ. წარმოსახვითი სიჩქარით. ეს ჰორიზონტი წარმოადგენს კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირს.

მეხუთე სეისმური პროფილი გაყვანილია ჰერათხევის ხეობაში უმუშაოდ გრანიტების გამოსვლებზე. აქ სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარეა 5500—5700 მ/სეკ.

### III. ტირიფონის ველის დასავლეთი ნაწილის სეისმური გამოკვლევის ძირითადი შედეგი (1954 წ.)

გამოკვლევები ჩატარდა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის კოლექტივთან ერთად, რომელშიაც შედიოდნენ: ი. კოსმინსკაია, ბ. მიხოტა, ი. ტულინა და სხვები. სამუშაოებს საერთო მეცნიერულ ხელმძღვანელობას უწევდა აკად. გ. გამბურჯევი.

ექსპედიციის წინაშე დასახულ ამოცანათა შესაბამისად დაკვირვებები წარმოებდა 4 რადიალურად მიმართულ ნაწილობრივ უწყვეტ პროფილზე, ძირითადად აფეთქების ერთი პუნქტიდან.

პირველი სეისმური პროფილი ს. ქარელიდან ორიენტირებულია სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ და გრძელდება ს. ქემერტამდე. აფეთქების ძირითადი პუნქტი მდებარეობდა მდ. მტკვარში ს. ქარელთან. დაკვირვებები იწყებოდა უმუშაოდ მდინარის მარცხენა ნაპირზე აფეთქების პუნქტთან.



ეს პროფილი გავლილ იქნა შებრუნებული მიმართულებითაც. აფეთქების ჰუნქტებს შორის მანძილი 26 კმ-ია.



ნახ. 2

მეორე სიგრძივი სეისმური პროფილიც ქარელის მახლობლად იწყება და სოფ. ზეგდულეთისაკენ მიემართება. პროფილის სიგრძეა 29 კმ.

მესამე სიგრძივი სეისმური პროფილი იწყება იმავე პუნქტში და მიემართება ს. ალისაკენ. პროფილის საერთო სიგრძეა 9 კმ.

მეოთხე სიგრძივი სეისმური პროფილი იწყება ქარელთან და გრძელდება მოხისის მიმართულებით, პროფილის საერთო სიგრძეა 22 კმ. პროფილების მთელი სისტემა მოცემულია იმ ვარაუდით, რომ შესაძლებელი ყოფილიყო ისეთი მასალების მიღება, რომლებიც საშუალებას მოგვცემენ დავადგინოთ კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირის სიცილობრივი განლაგება სხვადასხვა მიმართულებით.

ჩრდილოეთის მიმართულებით მიღებულ იქნა შემხვედრი ჰიდოგრაფების სისტემა (პირდაპირი და შებრუნებული პროფილები) კრისტალური ფუნდამენტის საზღვრითი სიჩქარის, მისი ზედაპირის ჩაწოლის სიღმისა და რელიეფის განსაზღვრის მიზნით.

სეისმოგრაფების ანალიზით გამოირკვა რომ:

1. რეგისტრირებულ ტალღათა შორის (ოთხივე მიმართულებით) უფრო მკაფიოდ გამოიყოფა კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირის შესაბამისი ტალღები;
2. აფეთქების ძირითადი პუნქტის (ქარელი) ქვეშ კრისტალური ფუნდამენტის ჩაწოლის სიღრმეა 3,8—4,0 კმ. ამასთან ქ. სტალინირის მიმართულებით შეიმჩნევა მისი ამოწვევა 5—6, ხოლო ძირულის კრისტალური მასივისაკენ უფრო ინტენსიური ამოწვევაა [9]

ს. ზეგდულეთის მიმართულებით მდ. ლიახვი-ზეგდულეთის უბანზე შეიმჩნევა ამოწვევა, რომელიც შესაძლოა გრძელდებოდეს ნადარბაზევის მერიდიანამდე.

## დასკვნები

მუხრან-ტირიფონის ველზე, ე. ი. ძირულის კრისტალური მასივიდან მოყოლებული არაგვის ნაპირამდე, მიღებული სეისმური მასალების ანალიზის საფუძველზე სეისმოგეოლოგიური ჭრილი შემდეგი სახისაა (ნახ. 2).

სედიმენტური კომპლექსის სიმძლავრე დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ ინტენსიურად იზრდება და ქარელის რაიონში აღწევს 3,8—4,0 კმ-ს. ქარელის აღმოსავლეთით, დაახლოებით მდ. ლახვიდან იწყება სედიმენტური კომპლექსის სიმძლავრის შემცირება და ნადარბაზევის რაიონში შეადგენს 2,6—2,8 კმ-ს, ხოლო უფრო აღმოსავლეთით, ივრეთის მიდამოებში, სედიმენტური კომპლექსის სიმძლავრე ისევ მატულობს.

ამგვარად, კვლევის რაიონში კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირის ჩაწოლის მაქსიმალური სიღრმე აღნიშნულია ქარელის რაიონში. ქარელიდან როგორც აღმოსავლეთით, ისე დასავლეთით კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირი განიცდის ამოწვევას; ამასთან დასავლეთის მიმართულებით ეს ამოწვევა უფრო ინტენსიურია და ძირულის მასივით მთავრდება. აღმოსავლეთის მიმართულებით, საერთო ამოწვევის ფონზე, აღინიშნება კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირის ლოკალური ხასიათის დაძირვა და ამოწვევა.

ამრიგად, ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები სრულ თანხმობაშია აკად. ა. ჯანელიძისა და მისი სკოლის კონკეფციასთან, რომლითაც, როგორც ცნობილია, მტკიცდება გეოსინკლინის ნალექების არარსებობა და საქართველოს ბელტის კრისტალური ფუნდამენტის არა ღრმა მდებარეობა მუხრან-ტირიფონის ველზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
გეოფიზიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 22.5.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. И. Варенцов. Геологическое строение западной части Куринской депрессии. Изд. АН СССР. М.—Л., 1950.
2. В. Е. Хайн, А. Н. Шарданов. Геологическая история и строение Куринской впадины. Изд. АН Азерб. ССР. Баку, 1952.
3. ა. ჯანელიძე. საქართველოს ბელტის პრობლემა. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. II, № 1—2, 1942.
4. А. И. Джанелидзе. Территория Грузии в системе Альпийского орогена. Труды Геологического института АН ГССР, т. VII, 1958.
5. И. Р. Кахадзе. Грузия в юрское время. Изд. АН ГССР. Тбилиси, 1947.
6. П. Д. ГамкRELИДзе. Геотектоническая природа Мухранско-Тирифонской долины. Труды Геологического института АН ГССР, т. VII, 1953.
7. Г. Я. Мурусидзе. Некоторые результаты сейсмических исследований в восточной части Мухранской депрессии. Труды института Геофизики АН ГССР, т. XV, 1956.
8. მ. იოსელიანი. შიდა ქართლის ვაკეზე მიღებული გეოფიზიკური მონაცემების გეოლოგიური ინტერპრეტაცია. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. XV, 1956.
9. Г. К. Твалтвадзе, И. П. Косминская и др. Результаты работ по изучению поверхности кристаллического фундамента в западной части Гори-Мухранской депрессии. Труды института геофизики АН ГССР, т. XVI, 1957.
10. Б. К. Балавадзе. Гравитационное поле и строение земной коры в Грузии. Изд. АН ГССР. Тбилиси, 1957.

ქიმიკა

პრ. არაშვილი და თ. ჩარკვიანი

## ნიკელის კატალიზატორის ახალი სარჩულები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 3.5.1958)

წინა შრომაში [1] ჩვენ დავადგინეთ, რომ გააქტივებული გუმბრინი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჰიდრირებისა და დეჰიდრირების კატალიზატორის სარჩულად. საინტერესო იყო გამოგვეკვლია, გამოდგებოდა თუ არა ამავე მიზნებისათვის ბუნებრივი გუმბრინი. ამ შრომაში მიზნად დავისახეთ აგრეთვე შეგვესწავლა ნიკელის კატალიზატორის სარჩულად ასკანთისის, ასკანტისა და ქისათისის დიატომიტის ვარგისიანობა.

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ გუმბრინი, ასკანთისა, ასკანტი, ბუნებრივი და გოგირდის მყავათი დამუშავებული ქისათისის დიატომიტი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჰიდრირებისა და დეჰიდრირების კატალიზატორის სარჩულად.

1942 წელს ერთი ჩვენთაგანის მიერ გ. ციციშვილთან ერთად [2] ცდები დაყენებულ იქნა ასკანთისისა და ასკანტის ნიკელის კატალიზატორის სარჩულად გამოყენების მიზნით.

სამუშაოთა წინასტორიას, ალუმოსილიკატების ნიკელის კატალიზატორის სარჩულად გამოყენების საქმეში, წარმოადგენს ნ. ზელინსკის შრომა [3], რომელშიც ალუმინის ქანგია ნახშირი ნიკელის კატალიზატორის სარჩულად.

ალუმინის ქანგი, როგორც ცნობილია, დეჰიდრატაციის რეაქციის კარგ კატალიზატორს წარმოადგენს. ერთი ჩვენთაგანის მიერ [4] ნაჩვენები იყო, რომ გუმბრინი და ასკანთისა სპირტების დეჰიდრატაციის რეაქციაში ალუმინის ქანგს მიემსგავსება. ჩვენ ველოდით, რომ ეს მსგავსება მათი ლითონური კატალიზატორების სარჩულად გამოყენების დროსაც შეიძლება ძალაში დარჩენილიყო. ჩატარებულმა ცდებმა მოლოდინი გაამართლა.

ალუმინის ქანგის, როგორც სარჩულის, შეცვლა ბუნებრივი ალუმოსილიკატებით ნაკარნახევია არა მარტო საკითხის თეორიული ინტერესით, არამედ აგრეთვე პრაქტიკული მნიშვნელობითაც; ბუნებრივი ალუმოსილიკატები უფრო იაფი და ხელმისაწვდომია, ვიდრე ალუმინის ქანგი.

გუმბრინი, ასკანთისა და ასკანტი პირველად ჩვენ გამოვიყენეთ ლითონური კატალიზატორების სარჩულად. ქისათისის დიატომიტის კატალიზატორის სარჩულად გამოყენება, როგორც ჩვენთვის ხელმისაწვდომი ლიტერატურული წყაროებიდანაა ცნობილი, აღწერილია მხოლოდ ი. ეიდუსის, ბ. ტუხანსკისა და ნ. ზელინსკის [5] შრომაში, რომელშიც ნაჩვენებია, რომ ნახშირქანგისა და წყალბადისაგან თხევადი ნახშირწყალბადების სინთეზის დროს კონტაქტის —  $Ni - MnO - Al_2O_3$  — აქტივობაზე ქისათისის დიატომიტი, ისევე როგორც იზნის საბადოს დიატომიტი, უკეთეს გავლენას ახდენს, ვიდრე ავტორების [5] მიერ გამოყენებული სხვა სარჩულები.

წინამდებარე შრომაში გამოყენებული სარჩულები გაიყვინთა აზოტმყავა ნიკელის ხსნარით, ან შეერია ნიკელის ქანგის ჰიდრატს იმ ანგარიშით, რომ კატალიზატორი ლითონური ნიკელის 10%-ს შეიცავდეს. ამგვარად მომზადებულ-



ლი ნიმუშები გაშრა თერმოსტატში, მოთავსდა საკატალიზო მილში და წყალბადის არეში ტემპერატურის თანდათანობითი აწევით (150—370°-მდე) აღდგა. კატალიზატორების ჰიდრირებისა და დეჰიდრირების უნარი შემოწმდა ბენზოლის ჰიდრირებით და ციკლოჰექსანის დეჰიდრირებით. კატალიზატორი ციკლოჰექსანისა და ბენზოლის რაოდენობა გ. პავლოვის მიხედვით რეფრაქტომეტრულად განისაზღვრა [6].

მომზადებული კატალიზატორების ჰიდრირების უნარი თანაბარი მოცულობითი სიჩქარის (0,12) დროს ცდების დასაწყისში თითქმის ერთნაირი იყო, მაგრამ დროთა განმავლობაში ეს უნარი სხვადასხვანაირად კლებულობდა. ასე, მაგალითად, ნიკელის ნიტრატისა და ნიკელის ჰიდროქსანგისაგან მომზადებული კატალიზატორების (10% ნიკელი ასკანთისაზე) ჰიდრირების უნარი 99,2% იყო. 138,5 საათის განუწყვეტელი მუშაობის შემდეგ კატალიზატორი ნიკელი — ასკანთისაზე (კატალიზატორი № 1), რომელიც მომზადებული იყო ნიკელის ჰიდროქსანგისაგან, აჰიდრირებდა ბენზოლის 22,5%-ს, მაშინ, როცა იმავე სარჩულზე, მხოლოდ აზოტმჟავა ნიკელისაგან მომზადებული კატალიზატორი (კატალიზატორი № 2), ნამუშევარი იმავე პირობებში, როგორც № 1 კატალიზატორი, ჰიდრირების უნარს 44%-მდე ინარჩუნებდა.

ამგვარად, № 2 კატალიზატორს, როგორც უფრო ხანგრძლივად მოქმედს მალაი აქტივობის შენარჩუნებით, უპირატესობა უნდა მიეცეს № 1 კატალიზატორთან შედარებით. ამ მაგალითზე ნათლად ჩანს აზოტმჟავა ნიკელის უპირატესობა ნიკელის ჰიდროქსანგთან შედარებით, ხანგრძლივად მოქმედი კატალიზატორის დასამზადებლად.

კატალიზატორის როგორც საწყისი აქტივობის, ისე მოქმედების ხანგრძლივობის საქმეში სარჩულის როლის გამოსავლინებლად მომზადდა კატალიზატორი № 3 ისევე, როგორც № 1, მხოლოდ სარჩულად გამოყენებული იყო ასკანიტი. ჰიდრირების უნარი კატალიზატორს მალაი (100%) ჰქონდა.

138,5 საათის განმავლობაში ბენზოლის განუწყვეტელი ჰიდრირების შემდეგ ჰიდროქსანგისა და ასკანტისგან მომზადებული კატალიზატორის (№ 3) ჰიდრირების უნარი 27,1% იყო. ამრიგად, ასკანტის, როგორც სარჩულს, უპირატესობა უნდა მიეცეს ასკანთისასთან შედარებით.

მას შემდეგ, რაც გამოირკვა ასკანტის, როგორც სარჩულის, უპირატესობა ასკანთისასთან და აზოტმჟავა ნიკელისა ნიკელის ჰიდროქსანგთან შედარებით, ხანგრძლივი მოქმედი კატალიზატორის დასამზადებლად გამოვიყენეთ აზოტმჟავა ნიკელი და ასკანიტი (კატალიზატორი № 4). № 4 კატალიზატორის ჰიდრირების საწყისი უნარი იყო 100%, ხოლო 138,5 საათის მუშაობის შემდეგ — 72%. ამ მაგალითზედაც ნათლად ჩანს აზოტმჟავა ნიკელისა და ასკანტისგან მომზადებული კატალიზატორის უპირატესობა.

უნდა ვივარაუდოთ, რომ კატალიზატორის მომზადების დროს აზოტმჟავა ნიკელის გამოყენებისას სარჩულის ზედაპირზე ლითონის უფრო თანაბარი განაწილება ხდება, ვიდრე ნიკელის ჰიდროქსანგის ხმარებისას, ეს იმიტომ, რომ სარჩული პირველ შემთხვევაში იყენებოდა აზოტმჟავა ნიკელის ხსნარით, ხოლო მეორე შემთხვევაში ერევა ნიკელის ჰიდროქსანგს.

ჩვენ მოვამზადეთ აგრეთვე კატალიზატორები №№ 5, 6 და 7. № 5 კატალიზატორი მომზადდა ისევე, როგორც № 2, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ აქ სარჩულად გამოვიყენეთ გუმბრინი. № 5 კატალიზატორის ჰიდრირების უნარი 0,12 მოცულობითი სიჩქარის დროს 100%-ს უდრიდა.

№ 6 კატალიზატორიც მომზადდა ისევე, როგორც № 2, მაგრამ აქ სარჩულად გამოვიყენეთ ქისათობის დიატომიტი.

№ 6 კატალიზატორის ჰიდრირების უნარი 0,12 მოცულობითი სიჩქარის დროს 93,2%-ს უდრიდა. № 7 კატალიზატორი (ნიკელი გოგირდმჟავათი დამუ-



შევეზულ ქისათიბის დიატომიტზე) მომზადდა № 1 კატალიზატორის ანალოგიური ვიურად. მისი ჰიდრირების უნარი 0,06 მოცულობითი სიჩქარის დროს 99,2%-ს შეადგენდა.

№№ 1, 2, 3, 4, 5 და 6 კატალიზატორების მოქმედების ხანგრძლივობის გამოკვლევის შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში და ნახ. 1-ზე.

ცხრილი 1

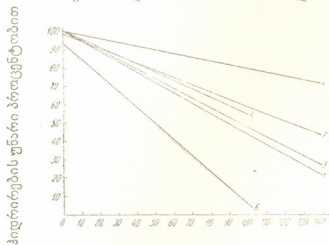
ნიკელის კატალიზატორების ჰიდრირების უნარი და მოქმედების ხანგრძლივობა

| №№ | კატალიზატორები მომზადებულია  | მოცულობითი სიჩქარე | კატალიზის ხანგრძლივობა საათობით | კატალიზატორის II <sup>20</sup> | ჰიდრირების უნარი, %/%-ით |
|----|--|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1  | ნიკელის ჰიდროქანგისა და ასკანთისისგან  | 0,12               | 0,0                             | 1,4270                         | 99,2                     |
|    |  | 0,12               | 138,5                           | 1,4390                         | 22,5                     |
| 2  | ნიკელის ნიტრატისა და ასკანთისისგან   | 0,12               | 0,0                             | 1,4270                         | 99,2                     |
|    |  | 0,12               | 138,5                           | 1,4610                         | 44,0                     |
| 3  | ნიკელის ჰიდროქანგისა და ასკანიტისგან   | 0,12               | 0,0                             | 1,4260                         | 100,0                    |
|    |  | 0,12               | 138,5                           | 1,4750                         | 27,1                     |
| 4  | ნიკელის ნიტრატისა და ასკანიტისგან  | 0,12               | 0,0                             | 1,4260                         | 100,0                    |
|    |  | 0,12               | 138,5                           | 1,4420                         | 72,0                     |
|    |  | 0,12               | 215,0                           | 1,4775                         | 25,8                     |
| 5  | ნიკელის ნიტრატისა და გუმბრინისგან  | 0,12               | 0,0                             | 1,4260                         | 100,0                    |
|    |  | 0,12               | 101,0                           | 1,4600                         | 54,7                     |
| 6  | ნიკელის ნიტრატისა და ქისათიბის დიატომიტისგან                                 | 0,12               | 0,0                             | 1,4300                         | 93,2                     |
|    |  | 0,12               | 101,0                           | 1,4960                         | 4,7                      |
| 7  | ნიკელის ჰიდროქანგისა და გოგირდის მქაავით დამუშავებულ ქისათიბის დიატომიტისგან | 0,06               | 0,0                             | 1,4270                         | 99,2                     |

№№ 1, 2, 3, 4, 5, 6 და 7 კატალიზატორების დეჰიდრირების უნარის შემოწმებამ გვიჩვენა, რომ ის არაა ისე მაღალი, როგორც ჰიდრირების უნარი.

ციკლოპექსანის დეჰიდრირების რეაქციაში აღნიშნული კატალიზატორების მოქმედების ხანგრძლივობა დაბალია. ასე, მაგალითად, № 3 კატალიზატორის დეჰიდრირების უნარი 0,12 მოცულობითი სიჩქარის დროს 47,7%-ს, ხოლო 6

ნახ. 1. კატალიზატორები მომზადებულია: 1—ნიკელის ჰიდროქანგისა და ასკანთისისგან, 2—ნიკელის ნიტრატისა და ანსკანთისისგან, 3—ნიკელის ჰიდროქანგისა და ასკანიტისგან, 4—ნიკელის ნიტრატისა და ასკანიტისგან, 5—ნიკელის ნიტრატისა და გუმბრინისგან, 6—ნიკელის ნიტრატისა და ქისათიბის დიატომიტისგან



დრო საათობით

საათის მუშაობის შემდეგ — 4,8%-ს შეადგენდა. იმავე მოცულობითი სიჩქარის პირობებში № 4 კატალიზატორის დეჰიდრირების უნარი 73,8%-ს უდრიდა, ხოლო 6 საათის მუშაობის შემდეგ — 50,1%-ს.



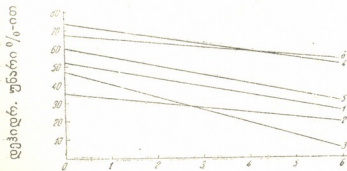
ამრიგად, ნიკელის ნიტრატისაგან მომზადებულ კატალიზატორს უკეთესად დეჰიდრირების უნარი და მოქმედების ხანგრძლივობა აქვს, ვიდრე იმავე სარჩულზე (ასკანიტზე) ნიკელის ჰიდროქანგისგან მომზადებულ კატალიზატორს. დეჰიდრირების უნარი და ამ რეაქციაში მოქმედების ხანგრძლივობის კვლევის შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში და ნახ. 2-ზე.

ცხრილი 2

ნიკელის კატალიზატორების დეჰიდრირების უნარი და მოქმედების ხანგრძლივობა

| №№ | კატალიზატორები მომზადებულია  | მოცულობითი სიჩქარე | კატალიზის ხანგრძლივობა საათობით | კატალიზატორის $n_D^{20}$ | დეჰიდრირების უნარი %/%-ით |
|----|--|--------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1  | ნიკელის ჰიდროქანგისა და ასკანთინისგან                                      | 0,12               | 0,0                             | 1,4450                   | 35,7                      |
|    |  | 0,12               | 6,0                             | 1,4360                   | 19,9                      |
| 2  | ნიკელის ნიტრატისა და ასკანთინისგან   | 0,12               | 0,0                             | 1,4600                   | 53,5                      |
|    |  | 0,12               | 6,0                             | 1,4450                   | 35,7                      |
| 3  | ნიკელის ჰიდროქანგისა და ასკანთინისგან                                      | 0,12               | 0,0                             | 1,4770                   | 47,7                      |
|    |  | 0,12               | 6,0                             | 1,4290                   | 4,8                       |
| 4  | ნიკელის ნიტრატისა და ასკანთინისგან   | 0,12               | 0,0                             | 1,4720                   | 73,8                      |
|    |  | 0,12               | 6,0                             | 1,4520                   | 50,1                      |
| 5  | ნიკელის ნიტრატისა და გუმბრინისგან  | 0,12               | 0,0                             | 1,4700                   | 67,7                      |
|    |  | 0,12               | 6,0                             | 1,4588                   | 53,1                      |
| 6  | ნიკელის ნიტრატისა და ქისათინის დიატომიტისგან                               | 0,3                | 0,0                             | 1,4645                   | 60,5                      |
|    |  | 0,3                | 6,0                             | 1,4520                   | 50,1                      |
| 7  | ნიკელის ჰიდროქანგისა და გოგირდმჟავათი დამუშავებული ქისათინის დიატომიტისგან | 0,12               | 0,0                             | 1,4645                   | 60,5                      |
|    |  | 0,12               | 6,0                             | 1,4440                   | 31,6                      |
|    |  | 0,3                | 0,0                             | 1,4510                   | 46,5                      |
|    |  | 0,3                | 6,0                             | 1,4410                   | 26,6                      |
| 7  |  | 0,3                | 0,0                             | 1,4495                   | 40,3                      |
|    |  | 0,3                | 6,0                             | 1,4495                   | 40,3                      |

კატალიზატორზე, ალუმოსილიკატური სარჩულით, 300—310°-ის პირობებში მოსალოდნელია ციკლოპექსანის იზომერირება მეთილციკლოპენტანში. ამიტომ კატალიზატი შემოწმდა მეთილციკლოპენტანის არსებობაზე. დადასტურდა, რომ დეარომატიზებული კატალიზატი შედგება მხოლოდ ციკლოპექსა-



დრო საათობით

ნახ. 2. კატალიზატორები მომზადებულია: 1—ნიკელის ჰიდროქანგისა და ასკანთინისგან, 2—ნიკელის ნიტრატისა და ასკანთინისგან, 3—ნიკელის ჰიდროქანგისა და ასკანთინისგან, 4—ნიკელის ნიტრატისა და ასკანთინისგან, 5—ნიკელის ნიტრატისა და გუმბრინისგან, 6—ნიკელის ნიტრატისა და ქისათინის დიატომიტისგან

ნისაგან, რომლის კონსტანტებია: დღ. ტემპ. 80,7°; 760 მმ წნევის დროს;  $D_0 = 0,7791$ ;  $n_D^{20} = 1,4260$  (კატალიზატორი № 2). თითქმის ასეთივე კონსტანტები ჰქონდა რეაქციაში შეუსვლელ ციკლოპექსანს, რომელიც გატარებულ იქნა № 4 და № 5 კატალიზატორებზე.

ციკლოპექსანის მოლეკულის დესტრუქციის გამოსაკვლევად დეჰიდროციკლოპექსანის დროს შეგროვდა გამოყოფილი აირი, რომლის ანალიზმა უჩვენა, რომ უკანასკნელი არ შეიცავს უფერ ნახშირწყალბადებს და შედგება მხოლოდ წყალბადისა და ნაჯერი ნახშირწყალბადებისაგან. აირის წარმოქმნა და დანაკარგზე დანარჩული ციკლოპექსანის რაოდენობა მით უფრო მეტია, რაც უფრო მაღალია კატალიზატორის დეჰიდრირების უნარი და საშუალოდ 34,8—50%-მდე აღწევს.

### ექსპერიმენტული ნაწილი

კვლევისათვის აღებულ იქნა ციხისუბნის ასკანთისა (1956 წლის ნიმუში). ასკანთისის ნიმუშები ჯერ ჰაერზე შრებოდა 3—4 დღე-ღამის განმავლობაში, შემდეგ კი თერმოსტატში 120°-მდე ექვსი საათის განმავლობაში. გამშრალი ასკანთისა დაიფხვნა ბურთულეზიანი წისქვილის გამოყენებით და გაიცრა. აღებულ იქნა ფრაქცია მარცვლები სილიდით ასიდან ორას მეშამდე. ფრაქციის ნაწილი გააქტივდა გოგირდმჟავით.

100 გრ. ასკანთისა და 300 მლ 10%-ანი გოგირდმჟავა მოთავსდა სამყელიან კულაში. კულაში მოთავსებული ნარევი ექვსი საათის განმავლობაში დულდა მულმივი მორევის პირობებში. გააქტივებული ასკანთისა დაყოფების შემდეგ დეკანდაციით გამოეყო ხსნარს და გაირეცხა ცხელი გამოხდილი წყლით სულფატონზე უარყოფით რეაქციამდე. მიღებული გააქტივებული ასკანთისა ჯერ შრებოდა ოთახის ტემპერატურაზე დღე-ღამის განმავლობაში და შემდეგ თერმოსტატში 110° ექვსი საათის განმავლობაში.

ნიკელის ჰიდროქანიგი მივიღეთ ნატრიუმის ტუტის 30%-ანი ხსნარისა და ანალიზისათვის სუფთა „უკობალტო“ აზოტმჟავა ნიკელის მოლარული ხსნარის ურთიერთქმედებით. ნიკელის ჰიდროქანიგი ვადავიტანეთ მინის ბალონში, გავრეცხეთ გამოხდილი წყლით ნიტრატონის მოცილებამდე, გავფილტრეთ და გამოეყენეთ კატალიზატორის დასამზადებლად.

ფხვნილისმაგვარი სარჩულები (ასკანიტი, ასკანიტი, გუმბრინი, ქისათიბის დიატომიტი და გოგირდმჟავითი დამუშავებული ქისათიბის დიატომიტი) იქონიებოდა აზოტმჟავა ნიკელის ხსნარით იმ ანგარიშით, რომ მიღებულიყო 10% ნიკელის კატალიზატორი. ასეთივე კონცენტრაციის კატალიზატორები ზემოხსენებულ სარჩულებზე ნიკელის ჰიდროქანიგისგანაც მომზადდა. ამისათვის განსაზღვრული რაოდენობის სარჩულსა და ნიკელის ჰიდროქანიგს ემატებოდა გამოხდილი წყალი და იზილებოდა ცომისმაგვარი მასის მიღებამდე, მისგან მზადდებოდა ცილინდრული მარცვლები (სიგრძითა და სიგანით 4 მმ), რომლებიც შრებოდა ჯერ ოთახის ტემპერატურაზე დღე-ღამის განმავლობაში და შემდეგ თერმოსტატში 130° ექვსი საათის განმავლობაში. განსაზღვრული მოცულობის კატალიზატორი ვადავიტონდა საკატალიზო მილში, სადაც მისი აღდგენა წარმოებდა ტემპერატურის თანდათანობითი აწევით 150°-დან 370°-მდე. აღდგენა გრძელდებოდა წყლის გამოყოფის შეწყვეტამდე.

კატალიზატორების ჰიდრირების უნარის შესამოწმებლად წყალბადის არეში მათზე ტარდებოდა ბენზოლი 160—165°, 0,12 და 0,06 მოცულობითი სიჩქარით. ამ პირობებში კატალიზატორები ბენზოლს მთლიანად აჰიდრირებდა, გამონაკლისს წარმოადგენდა კატალიზატორი № 6.

კატალიზატორების დეჰიდრირების უნარი ისაზღვრებოდა ციკლოპექსანის დეჰიდრირებით 300—310°-ზე 0,12 და 0,3 მოცულობითი სიჩქარით.

### დასკვნა

1. მომზადებულია კატალიზატორები ნიკელი ასკანთისასა და ასკანიტზე, აზოტმჟავა ნიკელის ხსნარით სარჩულის გაყენებით და ნიკელის ჰიდროქანიგის





სარჩულთან შერევით. აღნიშნული კატალიზატორები სრულად აჰიდრირებენ ბენზოლს. კატალიზატორი-ნიკელი ასკანიტზე მომზადებული ორივე წესით, ციკლოჰექსანის დეჰიდრირებას იწვევს 47,7—73,8%, ხოლო ანალოგიურად მომზადებული კატალიზატორი — ნიკელი ასკანთიხაზე — 35,7—53,5%.

2. მომზადებულია კატალიზატორები აზოტმჟავა ნიკელისა და ქისათიბის დიატომიტისგან და ნიკელის ჰიდროქანგისა და გოგირდმჟავათი დამუშავებული ქისათიბის დიატომიტისგან. პირველი კატალიზატორი აჰიდრირებდა ბენზოლს 93,2%-ით და აწარმოებდა ციკლოჰექსანის დეჰიდრირებას 60,5%-ით 0,12 მოცულობითი სიჩქარის დროს, ხოლო უკანასკნელი ბენზოლს აჰიდრირებდა 99,2%-ით 0,06 მოცულობითი სიჩქარის დროს და ციკლოჰექსანის დეჰიდრირებას იწვევდა 40,3%-ით 0,3 მოცულობითი სიჩქარის დროს.

3. მომზადებულია კატალიზატორი აზოტმჟავა ნიკელის ხსნარისა და გუმბრინისგან. 0,12 მოცულობითი სიჩქარის დროს, კატალიზატორი იწვევდა ბენზოლის სრულ ჰიდრირებას, ხოლო ციკლოჰექსანის დეჰიდრირებას—67,7%-ით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის

ქიმიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 3.5.1958)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. ქრ. არეშიძე და თ. ჩარკვიანი. ჰიდრირებისა და დეჰიდრირების კატალიზატორი ნიკელი გუმბრინზე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 7, 1954, გვ. 503.
2. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მათემატიკურ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა განყოფილების სამეცნიერო სესიის მოხსენებათა თეზისები. თბილისი, 1942, გვ. 12.
3. Н. Д. Зелинский. О каталитическом действии никелированного гидрата глинозема. Собр. трудов, т. III, М., 1955, стр. 73.
4. Х. И. Арешидзе. Изамеризация олефинов и циклоолефинов в присутствии гумрина. Изв. АН СССР, ОХН, № 2, 1955, стр. 178.
5. Я. Т. Эйдус, Б. А. Разианский и Н. Д. Зелинский. Влияние рода носителя на синтез жидких углеводородов с Ni—MnO—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—контактом при атмосферном давлении. Изв. АН СССР, ОХН, 1941, № 1, стр. 27.
6. Г. С. Павлов. К вопросу о зависимости плотностей и показателя преломления бинарных смесей от состава. ЖРХО, т. LVIII, 1926, стр. 1309.

## ქიმიური ტექნოლოგია

ა. ჭუთათელაძე და ე. ფიცხსალავა

## ბორჯომის ანდეზიტების გამოკვლევა მუქი ზიტჰურის მიღების მიზნით

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თავაძემ 10.2.1958)

უკანასკნელ ხანებში დიდი ყურადღება ექცევა ფერადი, კერძოდ, მუქი ჰიქტურების შერჩევასა და დანერგვას მოსაპირკეთებელი მასალების წარმოებაში. ფერადი ფილები გამოიყენება შენობათა ფასადებისა და შიგა კედლების მხატვრული მოპირკეთებისათვის, მათი წარმოება კი მშენებლობის დღევანდელი მასშტაბების მიხედვით ძლიერ ჩამორჩება.

ფერადი ჰიქტურების წარმოების ტექნოლოგია საკმაოდ რთულია და მეტად ფაქიზ მიდგომას მოითხოვს. გარდა ამისა, სხვადასხვა ფერის მისაღებად საჭიროა დეფიციტური დანამატები, ზოგჯერ ძვირფასი ლითონები და მათი ქანგეულები [1, 2]. ამიტომ ფერადი ჰიქტურის წარმოებისათვის შედარებით იაფი ნედლეულის გამოჩნება და ტექნოლოგიის გამარტივება მეტად აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს.

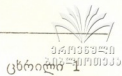
მთის ვულკანური ქანები (ანდეზიტები, ტრაქიტები, სიენიტები) დიდად საინტერესოა სილიკატური მრეწველობისათვის, კერძოდ, მინისა და ჰიქტურების წარმოებისათვის [3]. ქიმიური შედგენილობით ისინი უახლოვდებიან ფართო მოხმარების მინებსა და ჰიქტურებს. გარდა ამისა, მთის აღნიშნული ქანები საქართველოში დიდი როლდენობით მოიპოვება.

ტუტემემცველი მთის ქანების მინის კაზმში მონაწილეობისას მცირე დეფიციტური ტუტეების (სოდის) ხარჯი და იზრდება თიხირის პროცენტი, რაც აუმჯობესებს მინის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს.

დიდძალი ანდეზიტია ბორჯომის რაიონში. კვლევით დადგენილია, რომ აქაური ანდეზიტების ქიმიური შედგენილობა საკმაოდ სტაბილურია, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მათი ხარისხიანობისა და მარაგის საკითხისათვის [4, 5, 6]. ანდეზიტები საკმაოდ შესწავლილია როგორც მინის წარმოების ნედლეული. რკინისა და ტიტანის ქანგეულების შეცულობის გამო ანდეზიტის მინები შეფერულია. მინის კაზმში ანდეზიტის ოდენობისაგან, ასევე ხარშვის პირობებისაგან დამოკიდებით შეიძლება მიღებულ იქნეს შეფერილი მინების დიდი ჯგუფი — მომწვანოდან (ანდეზიტის მინიძალური შეცულობისას კაზმში) მუქ ყავისფრამდე (ანდეზიტის მინა).

ანდეზიტის მინების აღნიშნული თავისებურება შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფერადი ჰიქტურების წარმოებაში, მაგრამ ეს საკითხი ჯერ არ არის შესწავლილი. ჩვენი ეს სამუშაო ანდეზიტისაგან ფერადი ჰიქტურის მიღების პირველ ცდას წარმოადგენს. ანდეზიტის გამოყენება გამორიცხავს კაზმის გაფრთხილებასა და დეფიციტური შემოღებების დამატების აუცილებლობას, რითაც მკვეთრად გაამარტივებს ჰიქტურის წარმოების ტექნოლოგიურ პროცესს.

კვლევა წარმოებდა ბაკურიანის ანდეზიტზე, რომლის საშუალო სინჯის ანალიზი წარმოადგენილია 1 ცხრილში.



ბაკურიანის ანდეზიტის საშუალო სინჯის ქიმიური ანალიზი

| ქიმ. შედგ. ანდეზიტისა | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO   | SO <sub>2</sub> | R <sub>2</sub> O | სინესტე | ზურბ. დაბაჟ. | MnO   | Σ     |
|-----------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-----------------|------------------|---------|--------------|-------|-------|
| წონითი %              | 59,96            | 0,12             | 17,85                          | 7,73                           | 5,77  | 2,56  | 0,22            | 3,85             | 0,18    | 0,66         | 0,13  | 99,03 |
| მოლარული %            | 1,00             | 0,0015           | 0,175                          | 0,048                          | 0,103 | 0,064 | 0,0036          | 0,062            | —       | —            | 0,002 | 1,453 |

ანდეზიტი მკვავა ბუნების ქანია და, როგორც ცხრილიდან ჩანს, შეიცავს ისეთ უანგეულებს, რომლებიც გვხვდება ფართოდ გავრცელებულ მინებისა და კიქურების შედგენილობაში.

მაკროსკოპულად ანდეზიტი მუქი ნაცრისფერი მკვრივი აღნაგობის მთის ქანია.

ანდეზიტის შლიფის პოლარიზაციული მიკროსკოპით შესწავლამ გამოამჟღავნა, რომ იგი საკმაოდ დიდი რაოდენობით შეიცავს მინისებურ ნივთიერებას (~20%). უკანასკნელი აჩქარებს მინის წარმოქმნის პროცესს ანდეზიტიან კაზმში. ვარდა ამისა, ანდეზიტი შეიცავს პიროქსენის ჯგუფის მინერალებს, პლაგიოკლასებს და მანდელ მინერალს — მაგნეტიტს.

ანდეზიტის სველი დაფქვა კიქურის მასის შესაფერ დაფქვის სიწმინდემდე წარმოებდა ფაიფურისბირთვებიან წისქვილში. ასე მიღებული შლიკერით (სიმკვრივე 1,42 გრ/სმ<sup>3</sup>) წარმოებდა თბილისის კერამიკული კომბინატის მიერ დამზადებული ფაიანსის მოსაპირკეთებელი ფილების საცდელი მოჭიქურები. 1100—1300°C ფარგლებში 30°-იანი შუალედებით ჩატარებული ცდებით დადგინდა, რომ კარგი მოჭიქურებული ზედაპირი მიიღება 1200—1300°C ფარგლებში. 1230°C-ზე 1 საათის დაყოვნება საკმარისი აღმოჩნდა თანაბრად მოჭიქურებული, კარგი სიკრიალის მქონე ზედაპირის მისაღებად. ანდეზიტის კიქური სპილენძის ელფერის ღია ყავისფერია.

დანამატების გავლენა ანდეზიტის

| ტემპერატურული მომენტები                | ანდეზიტის კიქური | დანამატების პროცენტული რაოდენობა |      |      |      |      |      |         |      |      |      |
|--|------------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|---------|------|------|------|
|  |                  | პ ი რ ი                          |      |      |      |      |      | ს ო დ ა |      |      |      |
|  |                  | 2                                | 4    | 6    | 8    | 5    | 6    | 7       | 8    | 9    | 10   |
| დეფორმაციის დასაწყისი წვეთის წარმოქმნა | 1100             | 1040                             | 1060 | 1020 | 1050 | 880  | 860  | 840     | 840  | 840  | 820  |
| კიქურის გაშლა კეცზე                    | 1180             | 1120                             | 1120 | 1080 | 1090 | 1040 | 960  | 950     | 920  | 910  | 900  |
|  | 1230             | 1230                             | 1200 | 1180 | 1180 | 1200 | 1180 | 1150    | 1120 | 1100 | 1070 |

ცხელი ნიმუშების ჰაერზე გაცივებითაც არ იყო შემჩნეული წვრილი ბზარების წარმოქმნა კიქურის ზედაპირზე, რაც მიუთითებს ანდეზიტის კიქურისა და კეცის გაფართოების კოეფიციენტების შესაბამისობაზე.

ნახევრად შემცხვარი და ფორიანი კეცების მოსაჭიქურებლად (სანიტარული და საამშენებლო ფაიანსი) გამოიყენება კიქურები, რომელთა ღნობის ტემპერატურა საკმაოდ დიდ ფარგლებში მერყეობს (1180—1280°C). ფაიანსის მოსაპირკეთებელი ფილები ფორიან კეცებს მიეკუთვნება, მათ მოსაჭიქურებლად ამჟამად გამოიყენება ადვილღნობადი (ტყვიანი, ბორიანი, ბარიუმისანი), გაფრთხილებული კიქურები, რომელთა ღნობის ტემპერატურა 1160—1200° ფარ-

გლებში მერყეობს. უკანასკნელთა წარმოება მოითხოვს დეფიციტური მასალების — ტყვიისა და ბორის ჟანგეულების, ასევე შემღებავების საკმაოდ დიდ ზარჯს. გარდა ამისა, გაფრიტებული ჰქიქურების წარმოების ტექნოლოგია საკმაოდ რთულია. ანდეზიტის ჰქიქური შედგენილობისა და წარმოების ტექნოლოგიის სიმარტივეთ გამოირჩევა, მაგრამ იგი შედარებით ძნელდნობადია, ამიტომ სამუშაოს შემდგომ ეტაპზე ჩატარდა ცდები ჰქიქურის დნობის ტემპერატურის დაწვევის მიმართულებით.

შესწავლილ იქნა სილიკატების ტექნოლოგიაში ისეთი ცნობილი მდნობლების გავლენა ანდეზიტის ჰქიქურის დნობის ტემპერატურაზე, როგორიცაა მიხდვრის შპატი, მალლობელა შპატი, ნახშირმჟავა ნატრიუმის მარილი, სილიციუმფტორმჟავანატრიუმის მარილი, კირი. უკანასკნელის დამატება განაპირობა შემდგემა გარემოებამ: ლიტერატურაში არსებობს მითითება, რომ მჟავიანობის ხარისხი ( $\frac{SiO_2}{RO}$ ) ადვილდნობადი ჰქიქურებისათვის არ უნდა აღემატებოდეს 4,5-ს, ანდეზიტში კი აღნიშნული შეადგენს 7,2-ს.

დანამატები კაზმში შეტანილია 10%-მდე, ხოლო უკანასკნელის დნობადობა განსაზღვრულია დულეგოს ქარხნის მეთოდით [7]. ნიმუშებზე მუღმივი დაკვირვებისას აღინიშნება სამი ტემპერატურული მომენტი:

t<sub>1</sub> — საცდელი ნარევისაგან დამზადებული პირამიდის საწყისი დეფორმაციის ტემპერატურა,

t<sub>2</sub> — წვეთის წარმოქმნის ტემპერატურა,

t<sub>3</sub> — კეცზე ჰქიქურის ნორმალურად გაშლის ტემპერატურა.

შედგები წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში. კირისა და მალლობელა შპატის დანამატები თითქმის ერთნაირად, საგრძნობლად ამცირებენ ჰქიქურის დნობის ტემპერატურას, მით უფრო, რაც შეტია დანამატის ოდენობა. მალლობელა შპატის დანამატები ერთდროულად აუფერულობენ კიდევაც ჰქიქურს შუქი ყუვისფერიდან ყვითელ ფერამდე.

ცხრილი 2

ჰქიქურის დნობადობაზე

| კაზმის საერთო წონიდან |      |      |                 |      |      |                             |      |      |
|-----------------------|------|------|-----------------|------|------|-----------------------------|------|------|
| მინდვრის შპატი        |      |      | მალლობელა შპატი |      |      | სილიციუმფტორმჟავა ნატ. მარ. |      |      |
| 3                     | 5    | 10   | 1,5             | 5    | 10   | 3                           | 5    | 10   |
| 1110                  | 1110 | 1100 | 1090            | 1080 | 1060 | 1080                        | 1060 | 1040 |
| 1195                  | 1190 | 1180 | 1115            | 1105 | 1090 | 1180                        | 1170 | 1140 |
| 1230                  | 1230 | 1230 | 1230            | 1220 | 1200 | 1230                        | 1230 | 1220 |

ანდეზიტის ჰქიქურის გაუფერულება ამ პირობებში შეიძლება შემდგეით აიხსნას: ცნობილია, რომ მინის ხარშვის პროცესში ფტორიდები რკინის ჟანგთან რეაქციაში წარმოქმნიან აქროლად რკინის ფტორიდს (FeF<sub>3</sub>). რკინის ჟანგების დიდი რაოდენობა ანდეზიტის ჰქიქურში ზღუდავს ფტორიდების, როგორც მდნობლების, გავლენას; უკანასკნელი ძირითადად იხარჯება რკინის ფტორიდის წარმოქმნაზე, ჰქიქურში კი რკინის ჟანგის ოდენობა მცირდება, რაც იწვევს გაუფერულებას.

მინდვრის შპატისა და სილიციუმფტორმჟავა ნატრიუმის მარილის დანამატები თითქმის არ ცვლიან ჰქიქურის დნობადობას მაღალ ტემპერატურაზე.



სოდის შედარებით მცირე დანამატები (1—5%) საგრძნობლად ამცირებს ჰქიქურის დნობის ტემპერატურას, 6%-ზე ზევით კი იწვევენ ჰქიქურის გაფართოების კოეფიციენტის მკვეთრ გადიდებას — ნიმუშების ზედაპირზე ჩნდება ხშირი ბზარები.

ფრიტების მიღრეკილება დაკრისტალებისადმი შესწავლილი იყო მასობრივი კრისტალიზაციის მეთოდით. 3 საათის განმავლობაში დაყოვნებული ნიმუშების ვიზუალური დახასიათებიდან ირკვევა, რომ ჰქიქურები, კირის, მალღობელა შპატისა და სილიციუმფტორმჟავა ნატრიუმის დიდი დანამატებით ამქლავებენ მიღრეკილებას დაკრისტალებისადმი 1000—1100°C შუალედში.

ფრიტების თერმული გაფართოების კოეფიციენტი განისაზღვრა დილატომეტრით 20—500°C შუალედში. განსაზღვრათა შედეგები კარგად ეთანადება ჰქიქურების დნობადობას, სახელდობრ: კირისა და მალღობელა შპატის დანამატები თითქმის ერთნაირად აღიღებენ ჰქიქურის გაფართოების კოეფიციენტს, მინდვრის შპატის დანამატები უმნიშვნელოდ ცვლიან, ხოლო სოდის დანამატები მკვეთრად აღიღებენ მას.

ჰქიქურების თვისებების შესწავლამ, ასევე მოჰქიქურებული კვცების ლაბორატორიულ პირობებში გამოწვამ დაგვანახა, რომ აღებული კაზმებიდან პრაქტიკული მიზნებისათვის უკეთესი მაჩვენებლებით ხასიათდება ანდეზიტის ჰქიქური, აგრეთვე ანდეზიტის ჰქიქური მინდვრის შპატის დანამატებით. უკანასკნელი ჰქიქურები გამოიცადა ქიმიურ მდგრადობაზე კერამიკის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მეთოდით [7] და გამოიკვია, რომ ისინი საცხებით აკმაყოფილებენ ჰქიქურების ქიმიური გამძლეობის სათანადო პირობებს.

## დასკვნები

1. ანდეზიტისაგან უდანამატოდ შეიძლება ფერადი ჰქიქურის მიღება ლაბორატორიულ პირობებში;
2. ანდეზიტის ჰქიქური თავისი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით საცხებით აკმაყოფილებს სამშენებლო ფაიანსის ჰქიქურების ტექნიკურ პირობებს;
3. ანდეზიტების ჰქიქურის წარმოების ტექნოლოგია მარტივი და ეკონომიურია — გამოირცხულა ძვირფასი შემდეგვების აუცილებლობა, შემცირებულია სხვა მასალების ხარჯები, რაც ანდეზიტებს ხდის კერამიკული წარმოების პერსპექტიულ ნედლეულად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
მეტალურგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10.2.1958)

## დავოწმებული ლიტერატურა

1. П. П. Будников. Технология керамики и огнеупоров, Москва, 1955.
2. Л. М. Блюмен. Глазури. Промстройиздат. Москва, 1954.
3. Е. А. Пирцхалава. Изучение физико-химических свойств высокоглиноземистых щелочных стекол на базе горных пород Грузии. Автореферат. Москва, 1953.
4. Н. Н. Смирнов. Об андезитовых и базальтовых породах горы Цхра-Цкаро на Кавказе. Сборник минер. кабинета МУ. 1918.
5. С. В. Обручев. Геологический очерк района Боржоми. Ин-т прикладной минералогии и петрографии, вып. I, 1953.
6. Д. Купарадзе. Отчет по подсчету запасов Цихис-Джварского м-ния андезита. Фойды Груз. Геолог. Упр., 1949.
7. С. Г. Туманов, В. П. Швайко. Стекло и керамика, № 1, 1956.

ს. ლომიძემ და ნ. ნუცუბიძე

## უტრძინის ანთოციანური პიგმენტები

ძირითადი გამოკვლევები ანთოციანთა ქიმიის დარგში შესრულებულია ვილშტეტერისა და მისი თანამშრომლების მიერ 1913—1917 წლებში. მნიშვნელოვანი შედეგებია მიღებული აგრეთვე კარერისა და მისი თანამშრომლების, ანდერსონისა და სხვათა მიერ 1923—1928 წლებში. ამ გამოკვლევებმა ცხადყვეს, რომ უტრძინის წითელი საღებავი ნივთიერება არ წარმოადგენს ერთ განსაზღვრულ ქიმიურ ინდივიდს, არამედ სხვადასხვა შენაერთის ნარევი.

უკანასკნელ ხანებში დადგენილი იყო, რომ ევროპული სახეობის უტრძინის ჯიშთა ანთოციანური პიგმენტები ძირითადად მალვიდინის, პეტუნინდინის, დელფინინდინის, ციანიდინის და პეონინდინის მონოგლუკოზიდებისგან შედგება, ხოლო ამერიკული სახეობის უტრძინის ჯიშებისა და ევროპულ-ამერიკული პიბრიდების საღებავი ნივთიერებანი უმეტესად აღნიშნული აგლუკონების დიგლუკოზიდებს წარმოადგენს [1, 2, 3, 4].

ამ მიღწევების მიუხედავად, ჯერ კიდევ არ მოგვეპოვება ანთოციანთა კომპლექსის თვისობრივი და რაოდენობრივი ცვალებადობის გამოკვლევები ვაზის ზრდის ეკოლოგიურ პირობებთან დაკავშირებით.

ამიტომ ჩვენი მიზანი იყო შეგვეწყავლა საქართველოში კულტივირებული სხვადასხვა სახეობისა და ჯიშის უტრძინის ანთოციანურ პიგმენტთა შემადგენლობა, გამოგვეკვლია კავშირი ვაზის სახეობასა და პიგმენტთა ქიმიურ ბუნებას შორის და დაგვედგინა, თუ რა გავლენას ახდენს ვაზის ზრდის პირობები პიგმენტთა კომპლექსზე.

## ექსპერიმენტული ნაწილი

კვლევის ობიექტად ავიღეთ საქართველოში კულტივირებული სხვადასხვა ქვეყნის ასაძვე ჯიშის უტრძინი. საანალიზო მასალა საქართველოს სხვადასხვა კუთხეში — გუდაუთში, საქარაში, მუხრანში, დიღომში, წყნეთსა და თელავში — მზადდებოდა. ამ აღვილების საკოლექციო ნაკვეთებზე ვაზის ზრდის ეკოლოგიური პირობები სხვადასხვაგვარია. ეს ნათლად ჩანს პირველი ცხრილიდან. რომელშიც ზოგიერთი კლიმატურ-ნიადგობრივი მაჩვენებელია წარმოდგენილი.

ანთოციანთა კრისტალური სახით გამოსაყოფად გამოვიყენეთ მეთოდიკა, რომელიც ერთ-ერთი ჩვენთაგანის მიერ არის დამუშავებული და აღწერილი [5]. ამ წესის გამოყენებით ჯერ ანთოციანპირატი და შემდეგ ანთოციანქლორიდი მივიღეთ. ანთოციანქლორიდის ელემენტარული შემადგენლობა შესწავლილია მიკროქიმიური ანალიზის მეოხებით.

ნაზონია (%): C—50,50; H—4,77; OCH<sub>3</sub>—9,91.

მონომეთილდელფინინდინის გლუკოზიდი:

გამოთვლილია (%): C—51,35; H—4,50; OCH<sub>3</sub>—5,85.

დიმეთილდელფინინდინის გლუკოზიდი:

გამოთვლილია (%): C—52,22; H—4,73; OCH<sub>3</sub>—11,73.

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ ჩვენ მიერ მიღებული ანთოციანქლორიდი ჯამური პრეპარატია და იგი მონო- და დიმეთილ წარმოებულთა ნარევეს უნდა წარმოადგენდეს.



ანთოციანთა ცალმხრივი და ორმხრივი ქრომატოგრაფიისათვის ძირითად დად-ბატე-სმიტისა და რიბერო-ვაიონის მეთოდის მითითებებით ვისარგებ-  
ლეთ [1, 2, 6, 7].

ვაზის ზრდის ადგილის დახასიათება

ცხრილი 1

| ვაზის ზრდის ადგილი | სიმაღლე ხევის დონიდან, მ | ჰერის საშუალო წლიური ტემპი, °C | საშუალო წლიური ნალექები, მმ | ჰერის ტენიანობა აბსოლუტ. %-ით | ნ ი ა დ ა გ ი   |
|--------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|
| გუდაუთი            | 20                       | 14,1                           | 1410                        | 13,2                          | სხვადასხვა ზარისხით გაეწრებული ტყის ყომრალი ნიადაგების კომპლექსი კარბონატულ დედაქანებზე |
| საქარა             | 149                      | 13,8                           | 1160                        | 12,2                          | ტყის ყომრალი, ნაწილობრივ ალუვიური უკარბონატო  |
| დიდომი             | 488                      | 11,9                           | 533                         | 9,9                           | მძიმე თიხნარი ჰუმუსის შემცველობით   |
| მუხრანი            | 551                      | 11,3                           | 501                         | 9,9                           | ძველი ალუვიური, კარბონატული   |
| თელავი             | 562                      | 11,7                           | 818                         | 10,4                          | რუხი ყავისფერი, რამდენადმე თიხნარი, სუსტი ხირზატიანობისა                                |
| წყნეთი             | 950                      | 7,2                            | 745                         | 8,3                           | ტყის ყავისფერი სხვადასხვა ხირზატიანობისა  |

ანთოციანთა საერთო რაოდენობა ისაზღვრებოდა ჰერზე გამშრალ მასალაში  $\Phi\Theta\kappa-M$ -ით სპექტრომეტრული მეთოდის პრინციპის საფუძველზე [5]. თითოეული ლაქის რაოდენობრივი აღრიცხვა ხდებოდა შიპალოვის სისტემის დენსიტომეტრზე შუქფილტრით  $\lambda=530 \mu\mu$ .

ჩვენ მიერ მიღებულ პრეპარატში, რომლის ელემენტარული ანალიზის შედეგი ზევით წარმოვადგინეთ, შემდეგი ოთხი ანთოციანი აღმოჩნდა:

- დელფინიდინის მონოგლუკოზიდი — 11%,
- პეტუნიდინის მონოგლუკოზიდი — 11%,
- მალვიდინის მონოგლუკოზიდი — 70.6%,
- ჰეონიდინის მონოგლუკოზიდი — 7.4%.

ანთოციანიდინქლორიდის ეს ოთხი მონოგლუკოზიდი დაეყავით ზონალური და მრავალფენოვანი ქაღალდის ქრომატოგრაფიის მეშვეობით. გამოყოფილი ანთოციანების იდენტიფიცირება სხვადასხვა მახასიათებელი მაჩვენებლის შესწავლით მოვახდინეთ. სპექტროფიტომეტრ  $C\Phi-4$ -თა და  $C\Phi-2$ -ით ავავით შთანთქმის სპექტრის მიუღებელი უხილავსა და ხილულ ზონაში. გამოვიკვლიეთ მათი ფლუორესცენცია ულტრაქიმიკალი  $УН-1$ -ით; დავადგინეთ  $R_f$  სხვადასხვა გამსხნელში; ჩავატარეთ ჰიდროლიზი, განვსაზღვრეთ მეთოქსილის ჯგუფის რაოდენობანი და სხვ. მიღებული მონაცემები მთლიანად დაემთხვა ამ ნაერთების ლიტერატურიდან ცნობილ მახასიათებელ მაჩვენებლებს [1, 2, 6, 7].

ასეთივე მეთოდით ევროპულ-ამერიკული ჰიბრიდის ყურძნის კანიდან (რქაწითელი  $\times$  (ბერლიანდერი  $\times$  რიპარია 420\*)) გამოვეყავით დელფინიდინის, პეტუნიდინისა და მალვიდინის დიგლუკოზიდები.

აღნიშნული შვიდი ანთოციანის გამოყოფამ ყურძნის კანიდან საშუალება მოგვცა შეგვესწავლა ვაზის მრავალი სხვადასხვა ჯიშის ყურძნის ანთოციანები და ანთოციანიდინები.

ყურძნის კანის საღებავი ნივთიერებების ანალიზმა დაგვანახა, რომ პიგმენტთა კომპლექსი შეიძლება ერთიდან ათამდე და უფრო მეტი ანთოციანისაგანაც შედგებოდეს. მაგალითად, ქართული ჯიშის — წითელ რქაწითლის ყურძენში მხოლოდ ერთი ანთოციანი — მალვიდინის მონოგლუკოზი-

საქართველოს  
საბუნებისმეტყველო  
მეცნიერებათა  
აкадеიის  
სამეცნიერო  
ცენტრის  
გამომცემლობა

დი — აღმოჩნდა, ხოლო იტალიურა. ჯამის ალკატიკოს: ყურძნის კანში — თმელა. ასეთი სხვადასხვაობის მიუხედავად, ევროპული სახეობის ჯიშთა უმრავლესობაში ძირითადად დელფინიდინის, პეტუნინდინის, მალვიდინისა და პეონიდინის მონოგლუკოზიდები გვხვდება.

მეორე ცხრილში ქართული და სხვა ქვეყნების საქართველოში კულტივირებული ნოგიერთი ჯიშის ყურძნის კანის ანთოციანთა ანალიზის შედეგები მოცემული.

ცხრილი 2

ანთოციანთა შემადგენლობა სხვადასხვა ჯიშის ყურძნის კანში

| ჯ ი შ ი            | ვახის სამშობლო      | ანთოციანთა<br>საერთო რაოდენობა მგ 1 გ მშალ წონაზე | დელფინინის                | პეტუნინის | მალვიდინის | პეონიდინის |
|--------------------|---------------------|---|---------------------------|-----------|------------|------------|
|                    |                     |   | მონოგლუკოზიდო პროცენტობით |           |            |            |
| დიდშავი            | საქართველო          | 35,4  | +                         | 28,6      | 61,9       | 9,5        |
| ქ ლ ი ა            | "                   | 9,5   | 97                        | 11,4      | 61,0       | 17,9       |
| ბერბეშო            | "                   | 40,4  | —                         | 17,7      | 58,0       | 24,3       |
| კახის წითელი       | "                   | 22,8  | 13,3                      | 22,5      | 56,1       | 8,1        |
| შავნაბადა          | "                   | 19,2  | 17,1                      | 23,5      | 50,8       | 8,6        |
| შავკაპიტო          | "                   | 20,5  | 29,4                      | 20,6      | 50,0       | —          |
| ახმეტის შავი       | "                   | 14,8  | 21,0                      | 27,0      | 41,5       | 10,5       |
| აღდასტური          | "                   | 12,8  | 25,1                      | 24,1      | 37,5       | 12,9       |
| ძველშავი           | "                   | 19,0  | 21,6                      | 22,9      | 36,9       | 18,6       |
| ნანაბიზი           | აზერბაიჯანი         | 8,0   | 19,0                      | 23,4      | 44,6       | 13,0       |
| ლაკი               | "                   | 3,2   | 23,0                      | 23,0      | 29,8       | 24,2       |
| ასკილ კარა         | დაღესტანი           | 22,6  | 16,6                      | 20,4      | 41,0       | 22,0       |
| პლენისტიკი         | დონი                | 16,4  | 9,1                       | 15,3      | 65,7       | 9,9        |
| გიმრანსკი          | "                   | 23,0  | 9,9                       | 23,6      | 53,2       | 13,2       |
| ამურის ვახი        | შორეული აღმოსავლეთი | 18,5  | 24,4                      | 22,9      | 29,8       | 22,9       |
| ჩარასი             | შუა აზია            | 10,4  | 18,2                      | 12,7      | 26,8       | 42,3       |
| პიგეპული           | საფრანგეთი          | 7,5   | 11,5                      | 17,3      | 71,2       | —          |
| მენიე              | "                   | 40,7  | +                         | +         | 70,5       | 29,5       |
| დვთიშობლის ყურძენი | "                   | 7,5   | 8,0                       | 14,6      | 45,3       | 32,1       |
| ალიკანტ ბუშე       | "                   | 31,4  | 8,1                       | 12,2      | 42,8       | 36,9       |
| სერეკსია შავი      | "                   | 4,2   | 14,8                      | 16,3      | 25,8       | 42,6       |
| ტენტურეი მალი      | იტალია              | 17,8  | 5,5                       | 8,3       | 64,1       | 22,1       |
| ციელაოჩიელო        | "                   | 36,8  | 9,6                       | 18,9      | 53,0       | 18,5       |
| როტ კლავლერი       | გერმანია            | 10,0  | +                         | 15,2      | 68,1       | 16,7       |
| როტელბენი          | "                   | 8,4   | 7,3                       | 13,2      | 39,0       | 40,5       |
| მუსკატი წითელი     | პორტუგალია          | 7,2   | 12,5                      | 11,8      | 58,0       | 17,7       |
| ბასტარდო           | "                   | 7,8   | 8,5                       | 15,4      | 56,5       | 19,6       |
| ჰამბურგის მუსკატი  | ინგლისი             | 6,3   | 15,7                      | 21,6      | 36,3       | 26,4       |

მეორე ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ერთსა და იმავე ეკოლოგიურ პირობებში მყოფი სხვადასხვა ჯიშის ყურძნის ანთოციანთა კომპლექსი შეიძლება განირჩეოდეს როგორც ანთოციანთა შემადგენლობით, ისე ანთოციანთა რაოდენობრივი შეფარდებითაც.

შენიშნავთ ჯიშის ყურძნის კანი ძირითადად ორ ანთოციანს — მალვიდინისა და პეონიდინის მონოგლუკოზიდებს — შეიცავს; შავკაპიტო, დიდშავი, ბერბეშო და როტკლავერი კი — სამ-სამს. ბერბეშოს ყურძნის კანი არ შეიცავს დელფინინის მონოგლუკოზიდს; შავკაპიტოსა და პიგეპულის ყურძნის კანში არ არის პეონიდინის მონოგლუკოზიდი. ანთოციანთა საერთო რაოდენობა საკმაოდ დიდი ფარგლებში მერყეობს. ანთოციანთა კომპლექსში ყოველთვის გვხვდება მალვიდინის მონოგლუკოზიდი ანუ ენინი. ამავე დროს ანთოციანებში იგი თითქმის ყოველთვის მტრ რაოდენობით მოიპოვება. ამ მხრივ გამონაკლისს წარ-





მოადგენს ჩარასი, შავი სერეკსია და როტელბენი, რომლებშიც უფრო მეტად აღინიშნა ოდენობით არის პეონიდინის მონოგლუკოზიდი. ზოგიერთი ჯიშის ყურძნის კანში ოთხივე ანთოციანი თითქმის თანაბარი რაოდენობითაა (ძველშავი, ლაკი ამურის ვაზი). ზოგ ჯიშში რაოდენობრივად მალეიდინის მონოგლუკოზიდის შემდეგ პირველ ადგილზე პეტუნიდინის მონოგლუკოზიდი (დიდშავი, კახის წითელი, ნანაბიზი), ზოგში კი — დელფინიდინის მონოგლუკოზიდი (შავკაპიტო, ალადასტური).

ზოგიერთ თავისებურებას სხვადასხვა ქვეყნის ვაზის ჯიშების შედარებაც ავლენს. მაგ., ჩვენს პირობებში ფრანგული ვაზის ჯიშები უფრო მეტ პეონიდინის მონოგლუკოზიდს (42,6%-მდე) შეიცავს, ვიდრე ქართული ვაზის ჯიშები; დელფინიდინის მონოგლუკოზიდი მეტია ქართულ ჯიშებში (29,4%-მდე). სხვადასხვა ჯიშის ყურძნის კანი საღებავ ნივთიერებებს თანაბარი რაოდენობითაც რომ შეიცავდეს, პიგმენტთა შემადგენლობით, როგორც ვხედავთ, შეიძლება მაინც სრულიად სხვადასხვა იყოს. მაგალითად, ავიღოთ ბერბეშო და მენიე, ნანაბიზი და როტელბენი, კახის წითელი და შავკაპიტო, ანდა ყლია და ჩარასი.

ჩვენ შევისწავლეთ აგრეთვე ანთოციანიდების შემცველობა მრავალ სხვადასხვა ჯიშის ყურძენში. აღმოჩნდა, რომ თავისუფალი აგლუკონები — ანთოციანიდები — ყურძენში იშვიათად გვხვდება. ჩვენ მიერ გამოკვლეული ორმოცდაათი ჯიშისა და მხოლოდ შვიდში — საფერავის, ოჯალეშის, ალადასტურის, აპანიჭის, აჩიკიჭის, სიმონასეულისა და შამპანელის ყურძნის კანში აღმოჩნდა მალეიდინი, ისიც მეტად მცირე რაოდენობით.

საჭირო იყო შეგვესწავლა აგრეთვე, თუ რამდენად კონსტანტურია ყურძნის კანის ანთოციანთა შემადგენლობა წლების მანძილზე. ორ ჯიშზე სამი წლის დაკვირვების შედეგი მოცემულია მესამე ცხრილში.

ცხრილი 3

ანთოციანთა შემადგენლობის ცვალებადობა ყურძნის კანში წლების მიხედვით (თელავი)

| ჯ ი შ ი  | წლები | ანთოციანთა საერთო რაოდენობა მგ 1გ მშრალ წონაზე | დელფინიდინის | პეტუნიდინის | მალეიდინის | პეონიდინის | მალეიდინის დიფერენციალური | შესანიშნავი ანთოციანი |
|----------|-------|--|--------------|-------------|------------|------------|---------------------------|-----------------------|
|          |       |  |              |             |            |            |                           |                       |
| საფერავი | 1956  | 56,0   | 25,3         | 20,1        | 45,1       | 8,5        | —                         | —                     |
| "        | 1957  | 42,6   | 11,4         | 14,3        | 55,0       | 19,3       | +                         | —                     |
| "        | 1958  | 53,5   | 25,2         | 21,6        | 33,8       | 19,5       | —                         | —                     |
| თავკვერი | 1956  | 43,5   | 13,0         | 17,0        | 45,0       | +          | —                         | 25,0                  |
| "        | 1957  | 41,5   | 9,9          | 18,2        | 50,3       | 21,6       | —                         | —                     |
| "        | 1958  | 55,0   | 13,0         | 16,0        | 52,5       | 18,5       | —                         | —                     |

მესამე ცხრილიდან ჩანს, რომ ანთოციანთა კომპლექსის შემადგენლობა შეიძლება იცვლებოდეს წლის კლიმატური თავისებურების გავლენით. ეს გავლენა სხვადასხვა ჯიშში სხვადასხვაგვარად ვლინდება. საფერავში ანთოციანთა რაოდენობრივი შემადგენლობა არ შეცვლილა, თავკვერის პიგმენტთა შემადგენლობა კი მნიშვნელოვანი ცვლილება განიცადა. 1956 წელს მასში პეონიდინის მონოგლუკოზიდი ნიშნების სახით იყო, უცნობი ანთოციანი კი პიგმენტთა საერთო რაოდენობის 25%-ს შეადგენდა; 1957 და 1958 წლებში შებერებული სურათი წარმოგვიდგა — პეონიდინის მონოგლუკოზიდი ანთოციანთა ერთ მეოთხედს შეადგენდა, უცნობი ანთოციანი კი სრულიად გაქრა; საფერავის პიგმენტთა კომპლექსში თითოეული ანთოციანის რაოდენობა 11—15%-ის ფარგლებში მერყეობდა, ხოლო თავკვერში დელფინიდინის, პეტუნიდინისა და მალეიდინის მონოგლუკოზიდების რაოდენობის ცვლილება 3,1—7,5%-ს არ გაცილებია. მეოთხე ცხრილი საქართველოს სხვადასხვა რაიონში აღებულ ერთი და იმავე ჯიშის ყურძნის ანალიზის შედეგებს შეიცავს.

ვახის ზრდის პირობების გავლენა ანთოციანების შემადგენლობაზე ყურძნის კანში

| ჯ ი შ ი                      | ადგილი   | ანთოციანთა<br>საერთო<br>რაოდენობა<br>მკ 1 გ მშრალ<br>წონაზე | დელ-           | პეტუ-        | მალვი-     | პეონი- | მალვიდინის        | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> |
|------------------------------|----------|---|----------------|--------------|------------|--------|-------------------|----------------|----------------|
|                              |          |   | ფინი-<br>დინის | ნიდი-<br>ნის | დი-<br>ნის | დინის  | დიგლუკოზი-<br>დი* |                |                |
| მონოგლუკოზიდი<br>პროცენტობით |          |   |                |              |            |        |                   |                |                |
| საფერავი                     | გუდაუთი  | 59,0  | 12,9           | 15,5         | 37,4       | 11,0   | +                 | —              | 23,2           |
|                              | საქარა   | 59,0  | 10,3           | 12,2         | 27,3       | 7,6    | —                 | —              | 19,1           |
|                              | დილომი   | 45,5  | 14,0           | 12,3         | 31,5       | 4,6    | —                 | —              | 10,0           |
|                              | მუხზანნი | 66,0  | 18,8           | 17,6         | 25,4       | 11,2   | +                 | —              | 10,3           |
|                              | თელავი   | 56,0  | 26,3           | 20,1         | 45,1       | 8,5    | —                 | —              | 16,7           |
| ალექსანდრო-<br>ული           | გუდაუთი  | 9,2   | —              | —            | 66,0       | 34,0   | —                 | —              | —              |
|                              | საქარა   | 26,0  | 7,6            | 16,5         | 54,5       | 21,4   | —                 | —              | —              |
|                              | დილომი   | 14,4  | 14,5           | 10,1         | 49,6       | 26,8   | +                 | —              | —              |
|                              | თელავი   | 21,5  | 15,8           | 21,7         | 46,7       | 15,8   | —                 | —              | —              |
| მგალობლი-<br>შვილი           | გუდაუთი  | 12,6  | —              | 8,5          | 40,5       | 51,0   | +                 | —              | —              |
|                              | საქარა   | 24,0  | 10,7           | 14,3         | 40,5       | 34,5   | —                 | —              | —              |
|                              | დილომი   | 17,8  | 7,0            | 10,8         | 36,2       | 30,0   | —                 | —              | —              |
|                              | თელავი   | 27,8  | 11,9           | 18,7         | 26,0       | 27,8   | —                 | 15,6           | —              |
| წითელი ბუ-<br>დეშური         | საქარა   | 7,4   | 11,2           | 9,5          | 22,5       | 8,6    | +                 | 9,9            | 38,3           |
|                              | დილომი   | 3,9   | —              | 12,9         | 34,6       | 14,1   | —                 | —              | 42,4           |
|                              | თელავი   | 12,1  | 18,2           | 18,2         | 45,4       | 18,2   | —                 | —              | —              |
|                              | წყნეთი   | 9,0   | 8,5            | 11,1         | 33,4       | 17,2   | +                 | —              | 29,2           |
| ოცხანური<br>სახე რავი        | საქარა   | 66,5  | 14,8           | 19,2         | 31,8       | 13,2   | —                 | 12,5           | 8,5            |
|                              | დილომი   | 40,9  | 23,9           | 22,2         | 32,8       | 9,5    | —                 | 11,6           | —              |
|                              | თელავი   | 62,5  | 22,4           | 23,2         | 31,8       | 15,3   | —                 | 7,3            | —              |
|                              |          |   |                |              |            |        | —                 | —              | —              |
| ჩხავერი                      | საქარა   | 4,3   | —              | 31,4         | 42,6       | 26,0   | —                 | —              | —              |
|                              | დილომი   | 7,8   | 8,6            | 27,6         | 38,6       | 16,7   | +                 | —              | —              |
|                              | თელავი   | 9,5   | 16,8           | 20,5         | 29,0       | 17,7   | —                 | 16,0           | —              |
|                              |          |   |                |              |            |        | —                 | —              | —              |
| კაბერნე სო-<br>ვინიონი       | გუდაუთი  | 31,6  | 14,1           | 14,5         | 38,0       | 9,3    | +                 | 24,1           | —              |
|                              | საქარა   | 21,5  | 9,4            | 14,6         | 36,6       | 10,4   | —                 | 29,0           | —              |
|                              | დილომი   | 20,2  | 9,2            | 11,2         | 26,2       | —      | +                 | 20,4           | 33,0           |
|                              | მუხზანნი | 34,4  | 19,3           | 16,1         | 33,4       | 12,8   | +                 | 18,4           | —              |
|                              | თელავი   | 38,5  | 27,0           | 17,4         | 42,6       | 13,0   | —                 | —              | —              |
| შავი პინო                    | საქარა   | 24,4  | 10,0           | 19,0         | 42,7       | 28,3   | —                 | —              | —              |
|                              | დილომი   | 26,9  | 11,3           | 9,3          | 30,0       | 8,3    | +                 | 9,0            | 32,1           |
|                              | მუხზანნი | 31,6  | 13,7           | 13,9         | 30,6       | 5,8    | +                 | 13,7           | 22,9           |
|                              | თელავი   | 36,6  | 16,5           | 16,6         | 51,0       | 13,2   | +                 | —              | —              |
|                              | წყნეთი   | 14,5  | 8,6            | 19,0         | 57,0       | 15,4   | +                 | —              | —              |

ამ შემთხვევაში ანთოციანთა კომპლექსი შეიძლება სამ ჯგუფად — მონოგლუკოზიდებად, დიგლუკოზიდებად და უცნობ ანთოციანებად გავყოთ. ძირითად პიგმენტებს ამ პირობებშიაც მონოგლუკოზიდები წარმოადგენს.

ეკოლოგიური პირობების ცვლელადობა, როგორც ჩანს, სხვადასხვა ჯიშის ყურძნის ანთოციანებზე სხვადასხვანაირად მოქმედებს. ყველა აღებულ რაიონში საფერავი და შავი პინო ოთხეულ მონოგლუკოზიდს შეიცავს, სხვა ჯიშებში კი ზოგიერთი მონოგლუკოზიდის წარმოშობა შეფერხებულია. ალექსანდროულის კანში სამ რაიონში ოთხ-ოთხი მონოგლუკოზიდი, გუდაუთის ნიმუში კი მხოლოდ ორ მონოგლუკოზიდს შეიცავს; მგალობლიშვილის კანში ყველგან ოთხ-ოთხი მონოგლუკოზიდი, გუდაუთის ნიმუში კი — სამი; სამ-სამ ანთოციანს შეიცავს წითელი ბუდეშური და კაბერნე — დილომი და ჩხავერი — საქარაში.

\* დელფინიდინის დიგლუკოზიდი არცერთ ნიმუშში არ აღმოჩნდა. პეტუნინის დიგლუკოზიდს შეიცავს მარტო ჩხავერის კანი დილომში 9,5%-ს რაოდენობით და შავი პინო თელავში 2,7%-ს რაოდენობით.



სხვადასხვაგვარია აგრეთვე რაიონებისდა მიხედვით როგორც ანთოციანთა საერთო რაოდენობა, ისე მონოგლუკოზიდების ჯამიც. მაგ., თუ საფერავის კანის თელავურ ნიმუშში ცნობილი ოთხი მონოგლუკოზიდი პიგმენტთა 100%-ს შეადგენს, სხვა რაიონებში მონოგლუკოზიდების რაოდენობა 57—67%-ის ფარგლებში მერყეობს.

დიგლუკოზებიდან თითქმის ყველა ჯიშში მცირე რაოდენობით გვხვდება მალვინიდის დიგლუკოზიდი. ხშირად ერთისა და იმავე ჯიშის ყურძენი მას ერთ კუთხეში შეიცავს, სხვაგან კი არა. პეტუნინის დიგლუკოზიდი მნიშვნელოვანი რაოდენობით ნაპოვნია მხოლოდ ორ შემთხვევაში: დილოში — ჩხავერის კანში და თელავში — შავი პინოს კანში.

უცნობი ანთოციანები დიდი რაოდენობით გვხვდება საფერავში, წითელ ბუდეშურში, ოცხანურ საფერავში, კაბერნესა და შავ პინოში. მათი რაოდენობა ზოგჯერ ანთოციანთა საერთო რაოდენობის 50%-ს აღემატება. რაიონის პირობების გავლენა ამ შემთხვევაშიც სხვადასხვანაირია. გულაუთში, საქარაში, დილომსა და მუხრანში საფერავი უცნობ ანთოციანებს მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს. თელავში კი ისინი სამი წლის განმავლობაში არც ერთხელ არ შეგვიპოვნია (იხ. ცხრ. 3). საფერავისაგან განსხვავებით, მგალობლიშვილი და ჩხავერი უცნობ ანთოციანს სწორედ თელავში შეიცავს.

ამრიგად, მეოთხე ცხრილის მასალების განხილვას იმ დასკვნამდე მივყავართ, რომ ვაზის ზრდის ეკოლოგიურ პირობებს შეუძლია შეცვალოს ყურძნის ანთოციანთა კომპლექსი მისი როგორც თვისობრივი, ისე რაოდენობრივი შემადგენლობის მხრივ. ამ მოვლენასთან დაკავშირებით ჩვენ სპეციალურად შევისწავლეთ დიგლუკოზიდების შემცველობა ევროპული და ამერიკული სახეობებისა და ევროპულ-ამერიკული ჰიბრიდების ყურძნის კანში.

ცხრილი 5

ანთოციანთა შემადგენლობა ვაზის ევროპული სახეობის ზოგიერთი ჯიშის ყურძნის კანში (თელავი)

| ჯი შ ი       | ვაზის<br>სამშობლო | ანთოციანთა საერთო რაოდენობა მგ 1 მ მშრალ წონაზე | დელფინინი     | პეტუნინი | მალვინი | პეონიდინი   | დელფინინი | პეტუნინი | მალვინი     | ანთოციანების უცნობი |
|--------------|-------------------|---|---------------|----------|---------|-------------|-----------|----------|-------------|---------------------|
|              |                   |   | დინის         | ნის      | ნის     | ნის         | დინის     | ნის      | ნის         |                     |
|              |                   |   | მონოგლუკოზიდი |          |         | დიგლუკოზიდი |           |          | პროცენტობით |                     |
| სამქაჭა      | საქართველო        | 18,2  | 5,9           | 22,3     | 54,6    | 9,9         | —         | 7,3      | +           | 41,1                |
| ჭონთური      | "                 | 24,2  | 9,2           | 24,5     | 47,0    | 12,6        | —         | 6,7      | +           |                     |
| შავი ყურძენი | "                 | 23,0  | 15,0          | 30,6     | 41,6    | 7,8         | 2,8       | 2,2      | +           |                     |
| დანახარული   | "                 | 7,5   | 9,5           | 10,8     | 47,3    | 24,3        | —         | 8,1      | +           |                     |
| ალეატკო      | იტალია            | 60,0  | 7,2           | 7,0      | 22,7    | 10,7        | 5,8       | 5,8      | +           |                     |
| მორასტელი    | ესპანეთი          | 12,0  | 10,5          | 12,7     | 49,8    | 14,3        | 6,4       | 6,3      | +           |                     |
| პორტუგუზური  | პორტუგალია        | 14,4  | 13,2          | 14,3     | 37,7    | 12,0        | 11,4      | 11,4     | +           |                     |

მეხუთე ცხრილში წარმოდგენილია ევროპული სახეობის ისეთი ვაზის ჯიშები, რომელთა ყურძენშიც დიგლუკოზიდები აღმოჩნდა.

ქართული ვაზის ჯიშები სამქაჭა, ჭონთური და დანახარული პეტუნინის დიგლუკოზიდს მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს. შავი ყურძნის, ალეატკოს, მორასტელისა და პორტუგუზურის კანში დელფინინისა და პეტუნინის დიგლუკოზიდებია; მათი რაოდენობა ანთოციანთა საერთო რაოდენობის 23%-ს აღწევს; მალვინინის დიგლუკოზიდი შეიძლება ჯიშში მცირე რაოდენობით გვხვდება.

ამრიგად, დელფინიდინისა და პეტუნიდინის დიგლუკოზიდები, რომლებიც ამერიკული სახეობის ჯიშებისა და ევროპულ-ამერიკული ჰიბრიდების ყურძნის დამახასიათებელ ნაერთებად ითვლება, ევროპული სახეობის ვაზის ჯიშებში აღმოჩნდა.

მეექვსე ცხრილი პირდაპირი მწარმოებელი ჰიბრიდების (ევროპულ-ამერიკულ სახეობათა ნაჯვარის) ყურძნის კანის ანალიზის შედეგებს წარმოგვიდგენს, საიდანაც ჩანს, რომ რქაწითლის ჰიბრიდისა და ობერლენის თელავის ნიმუშები სამივე დიგლუკოზიდს შეიცავს; მათი რაოდენობა ანთოციანთა საერთო რაოდენობის 56—60%-ს შეადგენს. ხუთი დანარჩენი ჰიბრიდული ჯიშები: ბეტა, ზეიბელი № 4643, ზეიბელი № 5453, ზეიბელი № 5455 და იზაბელა დელფინიდინისა და პეტუნიდინის დიგლუკოზიდებს არ შეიცავს. იზაბელა შესწავლილია ოთხ სხვადასხვა ეკოლოგიურ ვითარებაში, მაგრამ აღნიშნული დიგლუკოზიდები მასში არცერთ შემთხვევაში არ აღმოვაჩინეთ. ამავე დროს დიდიმის ეკოლოგიური პირობების გავლენით იზაბელას ნიმუშში უცნობ ანთოციანთა ჯამი პიგმენტთა საერთო რაოდენობის 56,3%-ს უდრის.

ცხრილი 6  
ანთოციანთა შემადგენლობა ვაზის ევროპულ-ამერიკული ჰიბრიდების ყურძნის კანში

| ჯ ი შ ი  | აღვლი  | ანთოციანთა<br>საერთო<br>რაოდენობა<br>მგ 1 გ<br>მშრალ წო-<br>ნაზე | დელფინი-      | პეტუნიდი-   | მალი-         | პუნიდი-     | დელფინი-      | პეტუნიდი-   | მალი- | პროცენტობით |      |
|--|--------|--|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------|-------------|------|
|  |        |  | დინის         | ნის         | დინის         | ნის         | დინის         | ნის         |       |             |      |
|  |        |  | მონოგლუკოზიდი | დიგლუკოზიდი | მონოგლუკოზიდი | დიგლუკოზიდი | მონოგლუკოზიდი | დიგლუკოზიდი |       |             |      |
| რქაწითელი X (ბერ-<br>ლანდიერი X რი-<br>პარია 420ა) | თელავი | 39,0   | 16,3          | +           | 24,8          | —           | 10,9          | 9,8         | 39,2  | —           | +    |
| ობერლენი   | დილომი | 42,4   | 11,9          | +           | 15,4          | —           | —             | 15,7        | 20,2  | —           | —    |
| "  | თელავი | 43,0   | 24,0          | +           | 20,0          | —           | 17,9          | 12,0        | 27,0  | —           | —    |
| ბეტა   | თელავი | 42,0   | 29,2          | +           | 13,6          | —           | —             | —           | 29,0  | 28,2        | —    |
| ზეიბელი № 4643                                     | საქარა | 37,5   | 12,8          | 19,7        | 67,5          | —           | —             | —           | +     | —           | —    |
| " № 5453   | საქარა | 36,8   | 11,3          | 21,7        | 67,0          | —           | —             | —           | +     | —           | —    |
| " № 5455   | თელავი | 62,5   | 22,8          | 18,8        | 42,4          | 16,0        | —             | —           | +     | —           | —    |
| იზაბელა  | საქარა | 44,5   | 18,7          | 22,4        | 41,7          | 17,2        | —             | —           | +     | —           | —    |
| "  | დილომი | 9,3  | 4,9           | 5,4         | 33,4          | —           | —             | —           | +     | 12,3        | 44,0 |
| "  | თელავი | 16,3   | 12,5          | 13,7        | 62,7          | 11,1        | —             | —           | +     | —           | —    |
| "  | წყნეთი | 18,0   | 26,4          | 25,1        | 34,8          | 13,7        | —             | —           | +     | —           | +    |

როგორც ვხედავთ, დელფინიდინისა და პეტუნიდინის დიგლუკოზიდებს ზოგი ევროპულ-ამერიკული ჰიბრიდები შეიცავს, ზოგი კი არა. მეხუთე და მეექვსე ცხრილის მოხაჯემთა ერთობლივი განხილვიდან შეგვიძლია დაეასკვნათ, რომ საქართველოს პირობებისათვის არ დასტურდება ის კანონზომიერება, რომ ევროპული სახეობის ჯიშები დელფინიდინისა და პეტუნიდინის დიგლუკოზიდებს არ შეიცავს და რომ ეს ნაერთები მხოლოდ ამერიკული სახეობის ჯიშებისა და ევროპულ-ამერიკული ჰიბრიდებისთვისაა დამახასიათებელი.

დასკვნები

ქართული ვაზის ჯიშებისა და ქართულ-ამერიკული ჰიბრიდების ყურძნის კანიდან გამოყოფილია დელფინიდინის მონოგლუკოზიდი, პეტუნიდინის მონოგლუკოზიდი, მალვიდინის მონოგლუკოზიდი, პუნიდინის მონოგლუკოზიდი, დელფინიდინის დიგლუკოზიდი, პეტუნიდინის დიგლუკოზიდი და მალვიდინის დიგლუკოზიდი.



შესწავლილია ქალაღზე ქრომატოგრაფიის მეთოდით სხვადასხვა ჯიშის საქართველოში კულტივირებული ასზე მეტი ჯიშის ყურძნის ანთოციანთა შემადგენლობა ვაზის ზრდის სხვადასხვა ეკოლოგიურ პირობებში.

ქართული ვაზის ჯიშებისა და საქართველოში კულტივირებული სხვა ჯიშების ჯიშთა წითელ, შავსა და ვარდისფერ ყურძნის კანში პიგმენტთა კომპლექსი ძირითადად ანთოციანებისაგან შედგება; მხოლოდ ზოგიერთ ჯიშში მცირე რაოდენობით აღმოჩნდა ანთოციანიდინი — მალვიდინი.

ევროპული სახეობის ყურძნის კანი მომეტებულ შემთხვევაში დელფინიდინის, პეტუნიდინის, მალვიდინის და პეონიდინის მონოგლუკოზიდებს შეიცავს. მათ შორის ყველაზე მეტი რაოდენობით მალვიდინის მონოგლუკოზიდია. ამავე სახეობის ზოგიერთ ჯიშში მნიშვნელოვანი რაოდენობით გვხვდება დელფინიდინის, პეტუნიდინისა და მალვიდინის დიგლუკოზიდებიც.

ევროპულ-ამერიკული ჰიბრიდების ყურძნის კანი ანთოციანთა სხვადასხვა შემადგენლობით ხასიათდება. მონოგლუკოზიდებს ყველა ჰიბრიდული ჯიშში შეიცავს. სხვაობა დიგლუკოზიდების შემცველობაში ძეგავნდება. ზოგიერთი ჰიბრიდის ყურძნის კანი დელფინიდინისა და პეტუნიდინის დიგლუკოზიდებს ღიდი რაოდენობით შეიცავს, ზოგში კი ეს დიგლუკოზიდები სრულებით არ არის.

საქართველოს პირობებში ევროპული სახეობის ვაზის ჯიშებისა და ევროპულ-ამერიკული ჰიბრიდების ყურძნის ანთოციანთა შემადგენლობა ერთმანეთისაგან მკვეთრად არ განსხვავდება. ჩვენში არ შეიმჩნევა ის კანონზომიერება, რაც ახასიათებს სხვადასხვა სახეობათა ვაზის ანთოციანებს საფრანგეთის პირობებში.

ერთსა და იმავე ეკოლოგიურ პირობებში კულტივირებული სხვადასხვა ჯიშის ყურძნის კანის ანთოციანთა კომპლექსი შესაძლებელია განირჩეოდეს როგორც ანთოციანთა შემადგენლობით (ისინი ჩვენს პირობებში ერთიდან თერთმეტამდეა), ისე მათი რაოდენობრივი შეფარდებითაც.

ვაზის ზრდის ეკოლოგიური პირობების გავლენით შეიძლება შეიცვალოს როგორც ყურძნის ანთოციანთა კომპლექსის შემადგენლობა, ისე მათი რაოდენობის ურთიერთშეფარდებაც. სხვადასხვა რაიონში კულტივირებული ერთისა და იმავე ჯიშის ყურძნის ანთოციანთა შემადგენლობა შესაძლებელია სხვადასხვა იყოს.

ვაზის ზრდის გარემო პირობების შეცვლას ყოველი ჯიშის თავისებურად უპასუხებს. ერთი და იგივე ეკოლოგიური პირობები სხვადასხვა ვაზის ჯიშის ყურძენში ანთოციანთა შემადგენლობის მხრივ სხვადასხვა ცვლილებას იწვევს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტის ბიოქიმიის ლაბორატორია

(რედაქციას მოუყვია 1.7.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. P. Ribereau-Gayon. C. R. Acad. Agric. France, 39, 800. 1953.
2. J. et P. Ribereau-Gayon. C. R. Acad. sci., Paris, № 21, 238, 2114. 1954.
3. A. Fouassin. Reue des ferment. et des indust. aliment. XI, N 4. 1956.
4. P. Ricebeau-Gayon. C. R. Acad. sci., Paris, 246, p. 1271, 1958.
5. С. В. Дурмяшидзе. Дубильные вещества и антоцианы лозы и вина. М., 1955.
6. E. Bate-Smith. Biochem. Soc. Synopsis 3, 63. 1950.
7. E. Bate-Smith. Biochem. J. 58, p. 122. 1954.

## გეოგრაფია

## ლ. ვლადიმიროვი

აუზის ვერტიკალური განვრცობა და მისი გავლენა ჩამონადენის  
შიდაწლიურ განაწილებაზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ჯავახიშვილმა 18.6.1958)

მთიან ოლქებში ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება რიგი გამოკვლევების საგანს წარმოადგენდა [1—5]. ამ გამოკვლევებით დადგენილია ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების ვერტიკალური ზონალობა.

სსრ კავშირის მთიანი ოლქებისათვის ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებასა და აუზის საშუალო აწონით სიმალღეს შორის რაოდენობრივი კავშირის დამყარების პირველ ცდას წარმოადგენდა გამოკვლევები საქართველოს მთიანი რაიონების შესახებ [3], რომლებმაც გვიჩვენეს, რომ მთიანი ოლქების უმრავლესობისათვის არსებობს დამოკიდებულება სეზონური და თვიური ჩამონადენის ფარდობით სიდიდესა და აუზის საშუალო სიმალღეს შორის.

შემდეგ, ახალი მასალის დაგროვებით, ეს კავშირი ზუსტდებოდა და მან უფრო ლოკალური ხასიათი მიიღო. გამოქვეყნდა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების სხვა თავისებურებაც. ასე, მაგალითად, აუზებში, რომლებსაც ყინვარული საზრდოობა აქვთ, კავშირი ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებასა და აუზის სიმალღეს შორის სხვადასხვაგვარი აღმოჩნდა მთავარი მდინარისათვის და ყინვარულ საზრდოობას მოკლებულ შემდინარეებისათვის, რაც აიხსნება ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებაზე ყინვარული საზრდოობის გავლენით მთავარი მდინარის მთელ სიგრძეზე.

საქართველოს მთიან ოლქებში ჩამონადენის კანონზომიერებათა გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ კვლევის გაღრმავების დაკვალოდ კავშირი აუზის საშუალო სიმალღესა და ჩამონადენის ისეთ დახასიათებებს შორის, როგორცაა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება, საშუალო ჩამონადენი და წლიური ჩამონადენის ცვალებადობა, უფრო და უფრო ლოკალურ ხასიათს იღებს.

მთიან ოლქებში, სადაც ადვილი აქვს ინტენსიურ მიწისქვეშა წყალცვლას ან მის ცალკეულ ნაწილში ჩამონადენის ბუნებრივი დარეგულირების სხვადასხვაობას, კავშირი ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებასა და სიმალღეს შორის, როგორც წესი, არ არსებობს. მხოლოდ გაზაფხულის სეზონში, როცა ამ მდინარეთა საზრდოობაში ზედაპირული წყლები ჭარბობენ. შეიმჩნევა კავშირი შეფარდებით სეზონურ ან თვიურ ჩამონადენსა და აუზის საშუალო სიმალღეს შორის.

საქართველოს მთიან რაიონებში შემდგომი კვლევის შედეგად გამოირკვა, რომ იმ აუზებშიც კი, რომელთა გეოლოგიური აგებულება არ ქმნის სხვაობას ჩამონადენის ბუნებრივ დარეგულირებაში, ყოველთვის არ ხერხდება ლოკალური კავშირის დამყარება (აუზის ექსპოზიციის გათვალისწინებით) ფარდობით სეზონურ ან თვიურ ჩამონადენსა და აუზის საშუალო სიმალღეს შორის. კავშირის დაუმყარებლობა ან ცალკეული აუზების მონაცემების გადახრა დადგენილი ლოკალური კავშირიდან გამოწვეულია აუზის ვერტიკალური განვრცობის სხვადასხვაობით.



ჩვენ მიერ შემოთავაზებული ცნება — აუზის ვერტიკალური განვრცობა, აღნიშნავს ჰიფსომეტრიული საფეხურების რაოდენობას, რომელსაც აუზის ძირითადი ნაწილი შეიცავს. ამასთან ჰიფსომეტრიული საფეხურის სიმაღლე ერთნაირია ყველა აუზისათვის.

აუზის ძირითად ნაწილად მიღებულია მთელი მისი ფართობის 95%. მიზანშეწონილობა ვერტიკალური განვრცობის განსაზღვრისა აუზის ძირითადი ნაწილისათვის და არა მთელი აუზისათვის იმაში მდგომარეობს, რომ უმნიშვნელო სიღიღის მაღალი და დაბალი ნაწილები აუზში, განსაკუთრებით კი დაბალი ნაწილი, რომელიც თითქმის არავითარ როლს არ თამაშობს ჩამონადენის ფორმირებაში, ხანდახან ზრდიან ჰიფსომეტრიული საფეხურების რაოდენობას და არასწორ წარმოდგენას ქმნიან აუზის ძირითადი ნაწილის ვერტიკალური განვრცობის შესახებ, სადაც ხდება ჩამონადენის ფორმირება. ამაში მდგომარეობს განსხვავება აუზის ვერტიკალურ განვრცობასა და აუზში სიმაღლეთა სხვაობას შორის.

ერთნაირი სიმაღლის ჰიფსომეტრიული საფეხურის დადგენა ყველა აუზისათვის აუცილებელია იმისათვის, რომ შესაძლებელი გახდეს აუზების ვერტიკალური განვრცობის ერთიმეორესთან შედარება.

ჰიფსომეტრიული საფეხურის სიმაღლედ ჩვენს გამოკვლევებში აღებულია 200 მ იმ მოსაზრებით, რომ მთიანი აუზების ჰიფსომეტრიული დახასიათებისას ჩვეულებრივ იღებენ საფეხურს არა ნაკლებ 200 მ. გარდა ამისა, 200-მეტრიანი ჰიფსომეტრიული საფეხურის მონერხებულია იმ გაგებითაც, რომ იგი შეესაბამება ჰაერის ტემპერატურის შეცვლას დაახლოებით 1°.

დიდი აუზის ვერტიკალური განვრცობა ზოგადად შეესაბამება მის დახრილობას, რადგან აუზების თანხაბარი სიღიღის შემთხვევაში მეტი დახრილობა ექნება იმ აუზს, რომელიც მეტი ვერტიკალური განვრცობით ხასიათდება.

ერთნაირი ფართობისა და ერთნაირი საშუალო სიმაღლის აუზების ვერტიკალურ განვრცობას შორის სხვაობა ამ აუზების სხვადასხვა ფორმაზე მიუთითებს.

აუზების სიღიღის სხვაობისას ვერტიკალური განვრცობა არ ახასიათებს მათი დახრილობის სხვადასხვაობას, რადგანაც დიდი დახრილობის მქონე პატარა აუზს შეიძლება გაცილებით უფრო ნაკლები ვერტიკალური განვრცობა ჰქონდეს, ვიდრე დიდ აუზს, რომელსაც მცირე დახრილობა გააჩნია.

აუზის ვერტიკალური განვრცობის გავლენა ჩამონადენის ფორმირებასა და რეჟიმზე იმაში მდგომარეობს, რომ აუზის ვერტიკალური განვრცობის შემცირებისას იზრდება ფართობი, რომელზედაც თოვლის დნობა ერთდროულად მიმდინარეობს. რის გამოც წყალდიდობა ხასიათდება შედარებით მცირე ხანგრძლივობით, მკვეთრი აღმავლობით, სწრაფი დაცემით და თოვლის მაქსიმუმით.

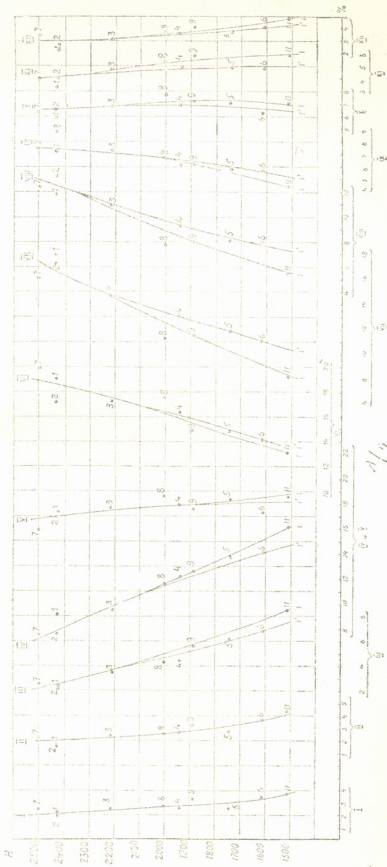
მაღალმთიან მდინარეთა აუზებში წვიმის მიერ გამოწვეული წყალმოვარდნების ფორმირების პროცესი პირდაპირ დამოკიდებულებამაა აუზის ვერტიკალურ განვრცობასთან.

მაღალმთიანი აუზების ერთნაირი საშუალო სიმაღლისას აუზის ვერტიკალური განვრცობის შემცირებით იზრდება უხვი ნალექებისაგან წყალმოვარდნის წარმოქმნის ალბათობა.

მაგალითის სახით განვიხილოთ ვერტიკალური განვრცობა ია ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება მდ. რიონისა (მთებიდან ვაკეზე გამოსვლამდე) დ მისი შემდინარეების აუზებში.

ცხრილში მოცემულია ფართობი, საშუალო სიმაღლე და აუზის ვერტიკალური განვრცობა, აგრეთვე ჩამონადენის პროცენტული განაწილება თვეების მიხედვით.

აუზის საშუალო სიმაღლისა და თვეებზე ჩამონადენის პროცენტული განაწილების მიხედვით აგებულია ფარდობით თვიურ ჩამონადენსა და აუზის საშუალო სიმაღლეს შორის კავშირის გრაფიკი. გრაფიკის აგებისას არაა გამოყენებული



ნახ. 1. აუზის საშუალო სიმაღლესა და თვიურ ჩამონადენს (წლიურიდან  $\frac{1}{6}$ -ით) შორის დამოკიდებულების გრაფიკი მდ.

როინის აუზში

ნებული ხეორი-ბოყვას და დიდი ქალა-ხერვას მონაცემები, რომელთა ჩამონადენის პროცენტული განაწილება ძლიერ განსხვავდება სხვა აუზებისაგან.





გრაფიკზე იმ წერტილების განლაგება, რომლებიც დანარჩენ აუზებს თენის, საშუალებას იძლევა გავლებულ იქნეს დამოკიდებულების მრუდი, ამასთან იანვრისა და თებერვლის თვეების მრუდი საერთოა რიონისა და მისი შემდინარეებისათვის. მარტიდან დეკემბრამდე ზედა ჰიფსომეტრიულ ზონებში მრუდები ასევე საერთოა ყველა აუზისათვის, მაგრამ 2100—2350 მ სიმაღლიდან ისინი ორ შტოდ იყოფიან. ერთი შტო ახასიათებს ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებას თვით რიონზე (მრუდები 1<sup>1</sup>), ხოლო მეორე — რიონის შემდინარეებზე (მრუდები 1).

ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება

| მდინარე—ბუნქტი    | აუზის ფართობი<br>აუზის საშუალო<br>სიმაღლე მ |      | აუზის ფორტაჟი<br>განეწობა |     | ჩამონადენის პროცენტული განაწილება თვეების მიხედვით |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|---|------|---------------------------|-----|--|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   |   |      |                           |     | I  | II  | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|                   |   |      |                           |     | რიონი—ღები   | 217 | 2430 | 12   | 2,1  | 1,7  | 2,4  | 9,2  | 17,4 | 19,1 | 18,0 | 11,8 |
| რიონი—გლოლა       | 627   | 2430 | 13                        | 1,9 | 1,6  | 2,3 | 7,6  | 17,0 | 17,2 | 17,2 | 13,3 | 8,8  | 6,5  | 4,1  | 2,6  |      |
| რიონი—ღნი         | 1010  | 2210 | 13,5                      | 2,5 | 2,3  | 3,5 | 9,5  | 17,7 | 17,3 | 14,7 | 10,9 | 7,2  | 6,7  | 4,7  | 3,1  |      |
| რიონი—ხიდიკარი    | 2000  | 1940 | 13,5                      | 2,6 | 2,7  | 4,5 | 12,4 | 18,0 | 16,3 | 13,1 | 9,3  | 6,1  | 6,9  | 5,0  | 3,6  |      |
| რიონი—ალპანა      | 2830  | 1740 | 13,5                      | 2,6 | 2,8  | 6,2 | 13,9 | 18,4 | 14,9 | 11,9 | 8,1  | 5,8  | 7,0  | 4,9  | 3,7  |      |
| კაშხლის ზემოთ     | 3520  | 1610 | 14,0                      | 3,5 | 3,7  | 6,9 | 14,2 | 17,3 | 14,2 | 11,2 | 8,0  | 5,8  | 6,3  | 4,9  | 4,1  |      |
| ჭანჭახი—შესართავი | 184   | 25   | 0                         | 15  | 2,5  | 2,2 | 2,6  | 7,5  | 15,9 | 20,0 | 16,1 | 12,4 | 7,5  | 6,4  | 4,0  | 3,4  |
| საკაურა—შესართავი | 162   | 2000 | 12,5                      | 2,7 | 2,6  | 4,3 | 11,8 | 18,6 | 17,6 | 11,3 | 7,8  | 6,6  | 7,8  | 5,3  | 3,7  |      |
| ჯგუჯორა—ონი       | 425   | 1885 | 10                        | 3,3 | 3,3  | 5,6 | 12,7 | 17,6 | 15,0 | 11,4 | 8,0  | 6,2  | 7,2  | 5,8  | 4,2  |      |
| ხეორი—ბოყვა       | 47  | 1840 | 6                         | 3,6 | 3,1  | 6,8 | 21,2 | 23,7 | 10,0 | 5,3  | 4,0  | 4,8  | 6,8  | 6,1  | 4,3  |      |
| ლაჯანური—ალპანა   | 292   | 1510 | 10                        | 3,7 | 4,4  | 8,5 | 16,2 | 18,7 | 13,0 | 8,2  | 5,5  | 4,3  | 7,0  | 5,9  | 4,8  |      |
| დიდი ჭალა—ხერგა   | 137   | 1450 | 4                         | 2,3 | 2,4  | 8,4 | 28,2 | 24,0 | 5,0  | 4,1  | 2,4  | 3,5  | 11,2 | 5,8  | 2,9  |      |

ასეთი განსხვავება ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებაში რიონსა და მის შემდინარეებზე, როგორც ეს ზემოთაც იყო აღნიშნული ყინვარული საზარდობის მდინარეთა მიმართ, აიხსნება მდ. რიონის შუა დინებაში ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებაზე ყინვარებისა და მალალმთის თოვლის მდნარი წყლის გავლენით.

ხეორი-ბოყვასა და დიდი ჭალა-ხერგას ჩამონადენის პროცენტულ განაწილებას თუ შევადარებთ სხვა აუზების მონაცემებს, რომლებიც დატანილია გრაფიკზე, ადვილად დავარწმუნდებით. რომ ჩამონადენის პროცენტული განაწილება ორივე აუზში, განსაკუთრებით ზაფხულის სეზონში, მკვეთრად განსხვავდება დანარჩენი აუზებისაგან.

მართლაც, საშუალო სიმაღლის მიხედვით ახლოს მდგომი ჭეჯორა-ონისა და ხეორი-ბოყვას, ასევე ლაჯანური-ალპანასა და დიდი ჭალა-ხერგას აუზებს, გააჩნიათ ჩამონადენის სრულიად განსხვავებული განაწილება გაზაფხულ-ზაფხულის თვეებში. აპრილისა და მაისის ფარდობითი ჩამონადენი ჭეჯორის აუზში შეადგენს 30,3% წლიურიდან, ხოლო ხეორის აუზში — 46,8%, ე. ი. ერთნახევარჯერ მეტს. ზაფხულის თვეებში კი, პირუკუ, ჩამონადენი ჭეჯორის აუზში შეადგენს 34,4%, ხოლო ხეორის აუზში — სულ 19,7%.

ლაჯანური-ალპანას აპრილისა და მაისის ფარდობითი ჩამონადენი შეადგენს 43,9%, ხოლო დიდი ჭალა-ხერგასი — 52,2%, ე. ი. ასევე ერთნახევარჯერ

მეტს. ზაფხულის პერიოდისათვის ლაჯანურის ჩამონადენი შეადგენს 26,4% ხოლო დიდი ქალის— სულ 11,5%.

ასეთი დიდი განსხვავება ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებაში აუზებს შორის, რომლებსაც თითქმის თანაბარი საშუალო სიმაღლე აქვთ, აიხსნება ამ აუზების სხვადასხვა ვერტიკალური განვრცობით.

მართლაც, რიონისა (სხვადასხვა პუნქტამდე) და მისი შემდინარეების (იხ. ცხრ.) აუზების ვერტიკალური განვრცობა მერყეობს 10—15-მდე, ხეორზე იგი 6-მდე აღწევს, ხოლო დიდი ქალას აუზის ვერტიკალური განვრცობა კიდევ უფრო ნაკლებია და 4 საფეხურით განისაზღვრება.

ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს, რომ ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება მთიან აუზებში, რომლებიც ერთი ფერდობის ფარგლებში მდებარეობენ, განისაზღვრება როგორც აუზის საშუალო სიმაღლით, ისე მისი ვერტიკალური განვრცობით.

ამიტომ შეუსწავლელ აუზში ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების გამოკვლევისა და ანალოგის შერჩევისას მთიანი აუზის ვერტიკალური განვრცობა აუცილებლად მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული როგორც ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორი.

მთიან აუზებში, რომლებიც აგებულია დანაპარალებული ვულკანური ქანებით, უხეი მიწისქვეშა წყლები და მიწისქვეშა წყალცვლა ჩქმალავს არა მარტო სიმაღლის, არამედ აუზის ვერტიკალური განვრცობის გავლენას ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებაზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ვახუშტის სახელობის

გეოგრაფიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 25.6.1958)

#### დავოწმებული ლიტერატურა

1. Н. М. Алюшинская. Вертикальная зональность в распределении стока на территории Алтая. Ученые записки Ленингр. университета, № 199, вып. 10, 1955.
2. А. Н. Важнов. Внутригодовое распределение стока рек Армянской ССР и его расчеты для неизученных рек. ДАН АрмССР, т. XIII, № 4, 1951.
3. Л. А. Владимиров. О вертикальной зональности внутригодового распределения стока в горных районах Грузии. Метеорология и гидрология, № 5, 1948.
4. В. Л. Шульц. Реки Средней Азии. М., 1949.
5. G. Walter. Spillman. Der natürliche Wasserhaushalt im oberen Aaregebiet. Wasserkraft und Wasserwirtschaft, N 17—23, München, 1936.

## პატრონაჟი

ბ. ჩინრაძე და მ. ბერიძე

## მასალები ლოქის მასივის სამხრეთ-დასავლეთი პერიფერიის შუა ეოცენის პატრონაჟისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ძოწენიძემ 6.9.1958)

ლოქის მასივის სამხრეთ-დასავლეთი პერიფერიის შუა ეოცენის გეოლოგიის საკითხები გაშუქებული აქვთ კ. გაბუნიასა და პ. გამყრელიძეს [1], ხოლო პეტროგრაფია შესწავლილია ვ. გრუშევიჩის, ი. ბარკანოვის, ვ. კოშარისა და ბ. ვისოცკის მიერ. ზოგიერთ ცნობას ვხვდებით აგრეთვე ვ. ედილაშვილისა და ნ. კანდელაკის ანგარიშებში.

ი. ბარკანოვმა დეტალურად შეისწავლა ქრილი სოფ. კამილოს მიდამოებიდან ლოქის ქედზე გავლით სოფ. საათლომდე, რომლის საფუძველზედაც იგი იძლევა ვულკანური ამონბეგების თანმიმდევრობის სქემას. მიუხედავად საინტერესო პეტროგრაფიული აღწერებისა, მის შრომაში ზოგიერთი საკითხი დაუხსნელებს მოითხოვს.

ი. ბარკანოვი შუა ეოცენის ვულკანოგენური წყების ქვედა ნაწილს შეცდომით შუა იურულად თვლიდა, რაზედაც მას მიუთითებს კ. გაბუნია და პ. გამყრელიძე [1]; უმართებულად მიგვაჩნია მისი წარმოდგენა ლოქის ქულების სამხრეთი ფერდის ალბიტოფირების და ჩრდილო ფერდის „ღია ფერის ტუფების“ სტრატეგრაფიული ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ და აგრეთვე შედგენილობით ერთმანეთისგან მკვეთრად განსხვავებული სამხრეთი ფერდის „მჟავე ზელიტური ტუფების“ და ჩრდილო ფერდის ტუფების გაერთიანება ერთ წყებად. ახალი მასალის საფუძველზე ირკვევა, რომ ჩრდილო ფერდის ტუფები და „ლოქის პორფირიტები“ წარმოადგენენ პეტროგრაფიულად მსგავს კომპლექსს, რომელსაც სტრატეგრაფიულად ზევით მოჰყვება სამხრეთი ფერდის ალბიტოფირი და მჟავე ტუფები. ამიტომ, ი. ბარკანოვის აზრი, რომ ალბიტოფირები ქვეშ უდევს „ლოქის პორფირიტებს“, და ჩრდილო ფერდზედაც უნდა გამოდიოდეს, შესწავლილი რაიონისათვის არ მართლდება. აგრეთვე არ დასტურდება მის მიერ წარმოდგენილი ვულკანური ამონბეგების თანმიმდევრობის სქემა (ჯერ სოფ. სარიარის მიდამოების მჟავე ლავები და შემდეგ ფუძე და საშუალო ლავები „ლოქის პორფირიტების“ სახით).

ვ. კომარი და ბ. ვისოცკი შუა ეოცენის ვულკანოგენურ წყებაში პორფირიტების სამ ტიპს არჩევენ: წყების ქვედა ნაწილში—ანდეზიტურ პორფირიტებს. შუაში — დაციტურს და ზევით — კვლავ ანდეზიტურს. ეს უკანასკნელი, მათი აზრით, პირველთან შედარებით უფრო საღია და უფრო ფუძე. ჩვენი დაკვირვებით გამოირკვა, რომ ქვედა პორფირიტები, პირიქით, უფრო ფუძე ხასიათისაა, ვიდრე ზედა. ვერ დავეთანხმებით ვ. კომარსა და ბ. ვისოცკის მასში, რომ მათი „დაციტური“ და „ზედა ანდეზიტური“ პორფირიტები მკვეთრად განსხვავდებოდეს ერთმანეთისაგან; ისინი, როგორც ამას ქვემოთ დავინახავთ, წარმოადგენენ მთლიან ვულკანოგენურ კომპლექსს, რომელიც ქვედა ნაწილში უფრო მჟავეა და მეტად შეცვლილი. დაუსაბუთებელია ამ ავტორების აზრი, თითქოს სოფ. გორას მიდამოების „დაციტური პორფირიტები“ შესატყვისი უნდა იყოს ლოქის ქედის ჩრდილო ფერდის ალბიტოფირებისა; საქმე იმაშია,



რომ ალბიტოფირების გამოსავლები ქედის ჩრდილო ფერდზე დადგენილი არის. ამიტომ, უფრო მართებულია ვ. კომარისა და ბ. ვისოცკის „დაციტური პორფირიტები“ სამხრეთი ფერდის ალბიტოფირისა (ოლიგოფირის) და მყავე ტუფების ანალოგად მივიღოთ.

სამხრეთ საქართველოს ეოცენის შესწავლასთან დაკავშირებით 1956-57 წლების საველე პერიოდში შეგუდგინეთ ეოცენური ნალექების დეტალური ლითოლოგიური ჭრილები მდ. მოშევანის ზემო წელის აუზში (სოფ. ჯანდარი — ლოქის გადასასვლელი — სოფ. სოფ. სარიარი—საათლო; სოფ. სოფ. გორა—საკირე—მთა ავაკისარი 1867,6 მ — სოფ. შანხაზარი და სხვა). ქვემოთ მოცემულია შეგროვილი მასალის დამუშავებით მიღებული შედეგები.

შუა ეოცენური ნალექებში ცხადად გაირჩევა ორი ნაწილი: ქვედა — ტერიგენული და ზედა — ვულკანოგენური.

ტერიგენულ ნალექებს წყების უმნიშვნელო ნაწილი უჭირავს და წარმოდგენილია კონგლომერატებით, ნუმულიტიანი კვარციანი კარბონატული ქვიშაქვებით და ქვიშიანი კირქვებით. ისინი წყვეტილი გავრცელებით სარგებლობენ და ვანლაგებულნი არიან ბაიოსის, ლიასისა და კრისტალური მასივის ქანებზე. ამ ნალექების შედარებით სრული ჭრილი გვაქვს ადგილ ტაშაშთან.

ტაშაშში ჭრილი იწყება კონგლომერატებით, რომლის ქვარგვანობა შედგება, ძირითადად, ლიასის კვარციანი და ქარსიანი ქვიშაქვების, მყავე ეფუზივების, კვარცისა და კრისტალური ფიქლებისაგან. კონგლომერატების ცემენტი დასახელებული ქანების წვრილნატეხოვანი მასალაა, ხშირად თიხიან-სერიციტიანი და ზოგ უბანზე გაკარბონატებული.

კონგლომერატებს მოჰყვება ნუმულიტებიანი კვარციანი კარბონატული ქვიშაქვები, რომლებიც უმთავრესად ტალღური ჩაქრობის კვარცისაგან შედგება. მცირე რაოდენობით გვხვდება მყავე ეფუზივების, მეტამორფული ქანების, შეცვლილი პლაგიოკლასის ნატეხები და მუსკოვიტის ფირფიტები. ზოგჯერ ზედა ნაწილში გამოიყვება შეცვლილი პორფირიტების ნატეხები და ტუფოგენური მასალა. ქვიშაქვები შეცემენტებულია კრისტალური კარბონატით, ხშირია აგრეთვე მერველოვანი ცემენტიც. კარბონატული ცემენტის რაოდენობა მკვეთრად ცვალებადია, ისე რომ ზოგჯერ სულ ახლო მანძილზე კარბონატული ქვიშაქვა ქვიშიან კირქვაში გადადის. ქვიშიანი კირქვები, რომლებიც ფაქტურად ცვლის კარბონატულ კვარციან ქვიშაქვებს, ძირითადად წარმოდგენილია კრისტალური კალციტით. კირქვებში ზოგ უბანზე დიდი რაოდენობით გვხვდება ნუმულიტები.

ტერიგენულ ნალექებს ზევით მოჰყვება მძლავრი ვულკანოგენური წყება. გადასვლა მათ შორის თანდათანობითია: აღმავალ ჭრილში ტერიგენული მასალისა და კარბონატის რაოდენობა სწრაფად კლებულობს და მის ადგილს იჭერს ვულკანოგენური მასალა. ამიტომ, ამ ორი წყების საზღვარზე გამოიყოფა გარდაამავალი ტიპის ქანები შრეებრივი ტუფოგენური სუსტად კარბონატული ქვიშაქვების სახით.

ტაშაშშიდან აღმოსავლეთით, გზის გასწვრივ, შუა ეოცენის ტერიგენული ნაწილი წარმოდგენილია მცირე სიმძლავრის ნუმულიტებიანი და ზღარბებიანი, ძლიერ კარბონატული, ქვიშაქვებით. მას უშუალოდ მოჰყვება ფუჟე შედგენილობის ვულკანოგენური ნალექები ( $h \approx 400$ ), რომლის ქვედა ნაწილში (სიმძლავრე  $\approx 50$  მ) გამოიყოფა, მეტწილად, შრეებრივი პსამიტური და ალევრიტ-პსამიტური ლითოკლასტური და კრისტალო-ლითოკლასტური ტუფები, რომლებშიც დამორჩილებული რაოდენობით გვხვდება პორფირიტების მცირე სიმძლავრის განფენები და ლავური ბრექჩიები. სტრატეგრაფიულად ზევით შრეებრივ დასტას მოჰყვება ძირითადად მასიური აგებულების ქანები წარმოდგენილი ლავური ბრექჩიებით (პორფირიტ-ბრექჩიებით), ტუფ-ბრექჩიებით ტუფ-კონგლომერატებით, პორფირიტების განფენებით და ტუფებით. ლოქის მთის

მწვერვალი და ლოქის ქედის თხემური ნაწილი აგებულია ძირითადად პორფირიტებით და პორფირიტ-ბრეჩიებით (ვ. გრუშევიძის „ლოქის პორფირიტები“). ბრეჩიებსა და პორფირიტების განფენებს სფერული გამოფიტვა ახასიათებს: სფერული სხეულების სიდიდე 1,5 მეტრამდე აღწევს. მოგვყავს ფუძე პორიზონტის შემადგენელ ქანთა ძირითადი ტიპების პეტროგრაფიული დახასიათება.

პორფირიტების განფენები მუქი ან მომწვანო-ნაცრისფერია, დიდი რაოდენობით შეიცავს პლაგიოკლასის და იშვიათად ავგიტის კრისტალებს. მიკროსკოპულად ისინი ავგიტ-ლაბრადორიანი პორფირიტებია, კარგად გამოხატული პორფირული სტრუქტურით. ძირითადი მასის სტრუქტურა ჩვეულებრივ პიალოლიტურია; იგი მეტწილად შედგება სალი პლაგიოკლასის, ზოგჯერ ავგიტის მიკროლითების, მადნეული მინერალისა და მინისაგან. პლაგიოკლასის მიკროლითები ქვედა ნაწილის პორფირიტებში სიმეტრიული ჩაქრობის კუთხის მიხედვით ლაბრადორის რიგისაა (პლაგიოკლასები № № 58—62). მინა ჩვეულებრივ გაქლორიტებული ან გაკარბონატებული და, ზოგჯერ, გალიმონიტებულია. ძირითად მასაში ხშირად გვხვდება კარბონატის, ქლორიტის, ებიდოტის და ქალცედონის მინდალინები. ზედა პორფირიტებში, ქვედა პორფირიტებისაგან განსხვავებით, თითქმის ყოველთვის გვხვდება ებიდოტ-ციოზიტის გამოწყობები და ზოგჯერ ძარღვაკებიც.

ფენოკრისტალები მსხვილფორფიტოვანი პლაგიოკლასი და ავგიტია. ქვედა ნაწილის პორფირიტებში პლაგიოკლასის ფენოკრისტალების გაზომვამ ფედოროვის მაგდასზე მოგვცა:

| ნომ. №№ | BNg | BNm | BNp | მინერალი                 |
|---------|-----|-----|-----|--------------------------|
| 428     | 31  | 62  | 75  | პლაგიოკლასი № 57 ⊥ (010) |
| 429     | 56  | 81  | 35  | პლაგიოკლასი № 76 [010]   |
| 425     | 45  | 62  | 59  | პლაგიოკლასი № 78 ⊥ (010) |

ამრიგად, როგორც მიკროლითების, ისე ფენოკრისტალების გაზომვები გვიჩვენებს, რომ ქვედა ნაწილის პორფირიტები ლაბრადორიანია. პლაგიოკლასები სუსტად არის შეცვლილი: ზოგი მათგანი ჩანაცვლებულია კარბონატით ან სერიციტით, იშვიათად კი — ქლორიტით. ზედა ნაწილის პორფირიტებში პლაგიოკლასები ხშირად გაეპილოტებულია.

ავგიტის ფენოკრისტალები ზომით და რაოდენობით პლაგიოკლასებზე ნაკლებია. ავგიტი ოდნავ მომწვანო ფერისაა, სალია, CNg=50°.

ლავეური ბრეჩიები მჭიდროდ არის დაკავშირებული პორფირიტებთან. ისინი ზოგ უბნებზე ატაქსიტური ტექსტურისაა. ლავეური ბრეჩიების ცემენტები, რომელიც ამოსავლების მთავარ მასას შეადგენს, მიკროსკოპულად ავგიტ-ლაბრადორიანი პორფირიტია. აღწერილი პორფირიტებისგან განსხვავებით, ზოგჯერ ის უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავს პლაგიოკლასის სხვადასხვა ზომის (0,3—2 მმ) ფენოკრისტალებს. ფენოკრისტალები ხშირად ზონალურია: ცენტრალური ზონები უფრო ფუჭია, ვიდრე კიდური. ავგიტი (CNg=44°) გვხვდება როგორც სალი, ისე ქლორიტით, კალციტით და ებიდოტ-ციოზიტით ჩანაცვლებულიც. პორიზონტის ზედა ნაწილის ლავეურ ბრეჩიებში პლაგიოკლასის საღ მიკროლითებთან ერთად ზოგჯერ გვხვდება პიროქსენზე განვითარებული ურალიტური რქატყუარა.

ბრეჩიული ჩანართები წარმოდგენილია კუთხედი ან სუსტად შემოლოზბილი, სხვადასხვა ფერის ლაბრადორიანი პორფირიტების 10 სმ-მდე ზომის ნა-



ტეხებით. ჩანართებს შორის ჭარბობს პორფირიტები ჰიალოპილიტურ რითადი მასით. მცირე რაოდენობით მანდელშტაინური პლაგიოკლაზიანი პორფირიტების ნატეხებიც გვხვდება.

ლავური ბრეჩიებისგან განსხვავებით ტუფ-ბრეჩიების ცემენტს შეადგენს პსამიტური კრისტალოკლასტური ტუფი, რომელშიც ტუფური მასალა გაქლორიტებულია, პლაგიოკლაზის ნატეხები კი ნაწილობრივ შეცვლილი (გათიხებული); შეცვლილი უბნები დაბალი გარდატეხით ხასიათდება და ბენტონიტურ თიხას უხდა წარმოადგენდეს. ამგვარი თიხისებრი წარმონაქმები ცემენტში პლაგიოკლაზებისგან დამოუკიდებლადაც გვხვდება.

ჰორიზონტის ზედა ნაწილის ლავურ და ტუფ-ბრეჩიების ცემენტში პლაგიოკლაზის ფენოკრისტალების გაზომვამ ფედოროვის მაგიდაზე მოგვცა:

| ნიმ. №№ | BNg | BNm | BNp | მ ი ნ ე რ ა ლ ი                            |
|---------|-----|-----|-----|--|
| 454     | 57  | 84  | 34  | პლაგიოკლაზი № 79 $\frac{[001]}{\perp}$     |
| 443     | 67  | 30  | 72  | პლაგიოკლაზი № 88 $\frac{\perp [001]}{010}$ |
| 462     | 69  | 26  | 75  | პლაგიოკლაზი № 89 $\frac{\perp [001]}{010}$ |
| 460     | 44  | 63  | 58  | პლაგიოკლაზი № 88 $\perp (010)$             |

ამგვარად, ჰორიზონტის ზედა ნაწილში, ქვედა ნაწილისაგან განსხვავებით, პორფირიტები ბიტოვნიტიაანი. აღწერილ ლავურ და ტუფ-ბრეჩიებთან ერთად გვხვდება ანალოგიური შედგენილობის ლავური და ტუფ-კონგლომერატები.

ტუფებში ქანის ნატეხები ამ ჰორიზონტისათვის დამახასიათებელი პორფირიტების ყველა სახეობით არის წარმოდგენილი. კრისტალების ნატეხები პლაგიოკლაზებია. ქანები შეცემენტებულია გაქლორიტებული და ვაკარბონატებული პელიტური ტუფური მასალით, რომელიც ბლომად შეიცავს ძაღნულ მინერალებს. საერთოდ ტუფები უფრო ძლიერ შეცვლილია, ვიდრე ზემოაღწერილი პორფირიტები და ბრეჩიები. ჰორიზონტის ქვედა ნაწილის შრეებრივ ტუფებში პლაგიოკლაზები სიმეტრიული ჩაქრობის კუთხის (25—34°) მიხედვით ანდესინ-ლაბრადორის რიგისაა (პლაგიოკლაზები № № 45—62); იშვიათად ოლიგოკლაზი და ერთგან (უშუალოდ ნუმულიტიანი ქვიშაქვის თავზე) ალბიტების კუთხე დიდია (დასაწყისში 40°, შემდეგ სამხრეთ-დასავლეთის მიმართ იხივს გააღბიტება.

ზემოაღწერილ ფუძე ჰორიზონტს ლოქის ქედის სამხრეთ ფერდზე, სოფ. სარიარის მიდამოებში, ტექსტურითა და შედგენილობით განსხვავებული ქანების წყება მოჰყვება, წარმოდგენილი ტუფებით, ტუფ-ბრეჩიებით და პორფირული სხეულებით. აღსანიშნავია, რომ ქვედა ჰორიზონტისაგან განსხვავებით, რომელიც ჩვეულებრივ მცირე კუთხით (10—12°) არის დაქანებული, მათი დაქანების კუთხე დიდია (დასაწყისში 40°, შემდეგ სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულებით, მდ. მოშევანის ხეობაში, 30°).

ამ ჰორიზონტში სოფ. სარიარისა და საათლოს ზოლზე გამოიყოფა: ა) ალბიტოფირი; ბ) მკავე ტუფები და ტუფბრეჩიები; გ) ანდესინიანი პორფირიტის განფენი; დ) მკავე ტუფები და ტუფბრეჩიები, რომლებშიც გვხვდება ალბიტ-ოლიგოკლაზიანი და ანდესინიანი პორფირიტები. ტუფებში მცირე რაოდენობით ტუფოგენური ქვიშაქვები და ტუფოლაგებიც გამოერევა.

არქეოლოგიური მუზეუმი

ალბიტოფორი ღია ფერისაა, განწევრებულია შრებრიობის პარალელურად, საკმაოდ შეცვლილია: მაკროსკოპულად შეიმჩნევა გაკვარცება, გათხეხვა და ნაპრალების გასწვრივ გალიმონიტება. მიკროსკოპში ძირითადი მასა ვიტროფირულია, ზოგჯერ გაკვარცებული, გაპელიტებული და სუსტად გასერიციტებული. ხშირად გვხვდება ეპიდოტის გამონაყოფები და ძარღვაკები. ზოგ უბნებზე ძირითადი მასა მთლიანად გაკვარცებულია. ფენოკრისტალები ოლიგოკლაზ-ალბიტის რიგის პლაგიოკლაზებია. ისინი გაპელიტებულია; დიდი ნაწილი ჩანაცვლებულია ეპიდოტით, ზოგი მათგანი კი — კალციტით. გაეპიდოტება მეტაბლად ალბიტოფორის ქვედა ნაწილთან არის დაკავშირებული. ზოგან ეპიდოტთან ერთად ცოლიტიც გვხვდება. კვარცი, ფენოკრისტალების სახით, უბნობრივად შეიმჩნევა მცირე რაოდენობით. კვარცის ზოგი კრისტალი შემოღობილია, ზოგს კი კარგად აქვს გამოხატული კრისტალური ფორმა.

ტუფები სხვადასხვა ფერისაა: თეთრი, მომწვანო, მოიისფრო და მოვარდისფრო. მიკროსკოპით ღია შესწავლამ დავგანახა, რომ ისინი ძირითადად კრისტალოკლასტური და ლითო-კრისტალოკლასტური სახესხვაობებში არიან წარმოდგენილი. გვხვდება პელიტური ტუფები და ტუფოგენური ქვიშაქვებიც. ზოგი ტუფი დიდი რაოდენობით შეიცავს მწვანე ფერის კუთხედ ნატეხებს ზომით 5—7 სმ-მდე. ტუფებში კრისტალების და ქანის ნატეხების რაოდენობა ცემენტთან შედარებით მცირეა და 3—17%-ის ფარგლებში ცვალებადობს.

ცემენტი პელიტური ტუფური მასალაა. მეტწილად შეცვლილი: გაკვარცებული გათხეხებული, იშვიათად გაქლორიტებული და გაკარბონატებული. ხშირად ცემენტი ლაქებრივად არის გალიმონიტებული; ამის გამო ქანი ვარდისფერია. შეცვლის პროცესები განსაკუთრებით ინტენსიურად არის გამოხატული აშლილი ზოლების მასლობლად. ასეთ უბნებზე ტუფები თითქმის მთლიანად გაკვარცებული და, შედარებით სუსტად, გასერიციტებულია. აქვე გვხვდება ძლიერ გათხეხებული ტუფებიც.

ტუფებში პლაგიოკლაზის კრისტალების ნატეხები წარმოდგენილია ძირითადად ალბიტით და ოლიგოკლაზ-ალბიტით. კრისტალების მნიშვნელოვანი ნაწილი შეცვლილია, გაპელიტებული, იშვიათად კი კალციტით და პრენიტ-ეპიდოტით ჩანაცვლებული. ხშირად გაპელიტებული და გაკარბონატებული უბნები გალიმონიტებულიც არის. ზოგი პლაგიოკლაზი უფერო და გამჭვირვალეა და შეცვლის ნიშნები არ იტყობა.

კრისტალო-ლითოკლასტურ ტუფებში ცემენტი და კრისტალების ნატეხები ძირითადად ისეთივეა, როგორც ზემოაღწერილ კრისტალოკლასტურ ტუფებში. ქანის ნატეხები უმთავრესად გაქლორიტებული პელიტური ტუფები ან ხშირად გათხეხებული გულკანური მინაა. იშვიათად შეცვლილი პორფირიტის ნატეხებიც გვხვდება.

პელიტური და პელიტ-ალევირტული ტუფები მცირე გავრცელებით სარგებლობს. მათში ზოგჯერ გვხვდება მწვანე და ყავისფერი ოლითებისმაგვარი წარმონაქმები, რომლებიც კონცენტრულად განლაგებული ლიმონიტის ნაწილაკებით არის აგებული. ტუფის ზოგ შრეში მასალა სუსტად არის დამუშავებული და ქანი ტუფოგენური ქვიშაქვის შთაბეჭდილებას სტოვებს.

ტუფების დასტას მოჰყვება პორფირიტის მძლავრი განფენი (სოფ. სარბარსა და საათლოს შორის). ქანის სტრუქტურა პორფირულია, ძირითადი მასა ვიტროფირული, ფლუიდური ტექსტურით, ზოგ უბანზე სუსტად დაკრისტალბული. ძირითადი მასის ფერი, რომელიც უმთავრესად გალიმონიტების სხვადასხვა ინტენსივობით არის გაპირობებული, ღია მოყავისფრო ნაცრისფერიდან ყავისფერამდეა. შეიმჩნევა გაკვარცებული უბნები, ზოგჯერ კი ქლორიტისა და კალციტის ძარღვაკები. ძირითადი მასის გარდტეხის მაჩვენებელი  $\approx 1.540$ -ზე ალაგიოკლაზის ფენოკრისტალები მსხვილფორფიტოვანია, ზომით 2,5 მმ-მდე. განფენში კარგად არის გამოხატული ნაწილობრივი ალბიტოზაციის მოვლენა:

ქვედა და ზედა ნაწილებში მხოლოდ ალბიტები და ოლიგოკლაზ-ალბიტები გვხვდება, მაშინ როდესაც ცენტრალურ ნაწილში ოლიგოკლაზ-ანდეზინები და ანდეზინებია. ანალოგიური მოვლენა, ანდეზიტური განფენების ნაწილობრივი გააღბიტებისა ბორჯომის რაიონის შუა ეოცენურ ვულკანოგენურ წყებაში, აღწერილი და ახსნილი აქვს გ. ძოწენიძეს [2]. პლაგიოკლაზების დიდი ნაწილი გააღბიტებასთან ერთად გაკალციტებული და გაქლორიტებულია; იშვიათად პლაგიოკლაზებში შეიმჩნევა პრენიტ-ეპიდოტის გამონაყოფებიც. ძირითად მასაში გაბნეულია მადნეული მინერალები. აქა-იქ მცირე რაოდენობით გვხვდება ავეტიტის კრისტალებიც.

ამ განფენს ისევ ალბიტ-ოლიგოკლაზიანი ტუფები მოყვება. უშუალოდ განფენს მომდევნო ტუფის შრეში მოქცეული ერთი ნატეხი ანდეზინიანი (პლაგიოკლაზი № 37) პორფირიტი აღმოჩნდა.

ზემოაღწერილი მკავე ქანების წყება უწყვეტად ვრცელდება დასავლეთით (შრეების მიმართება 310—320°) თითქმის სოფ. საკირემდე (საკირის ხევში მისი მხოლოდ მცირე გამოსავლები-ლა გვაქვს). სამანქანო გზის გასწვრივ, სოფ. საათლოსა და გორას ასახვევს შორის ამ ტუფებში ხშირად გვხვდება ტალღური კვარცის შემცველი შრეები და აქა-იქ ტუფოგენური ქვიშაქვები; ერთ ადგილას ტუფ-კონგლომერატიც აღინიშნება. ეს ტუფები ინტენსიურადაა შეცვლილი, განსაკუთრებით ძლიერად არის გამოხატული გაპირიტება და გაეპიდოტება.

მკავე წყების კარგი ჭრილები გვაქვს აგრეთვე მდ. მოშვეანის მარცხენა შენაკადებში. აქ ტუფები ძირითადად ისეთივე შედგენილობისაა (ოლიგოკლაზ-ალბიტნიანი), როგორც ზემოაღწერილი. მაგრამ წყების ქვედა ნაწილის ტუფებისგან განსხვავებით, ზედა ნაწილში გაბატონებულია კრისტალო-ლითოკლასტური და ლითოკლასტური ტუფები; ქანის ნატეხები მათში უფრო მრავალკვარია: ტუფების ნატეხებთან ერთად გვხვდება სხვადასხვა ინტენსივობით გაქლორიტებული პორფირიტების ნატეხები, რომელთა ძირითადი მასა მეტწილად ამპლობიტიურია, ზოგჯერ ინტერსერტალური და პილოტაქსიტური. გარდა მისა, უფრო ხშირია პელიტური ტუფების ნატეხები, მწვანე ჩანართები და პიროქსენის გაქლორიტებული კრისტალები. მთელ ჭრილში აღინიშნება ქანების ინტენსიური შეცვლა: გაპირიტება, გაკვარცება, გაეპიდოტება და იშვიათად გათიხება. შრეებრიობის გასწვრივ კარგად ჩანს კვარცისა და ეპიდოტის წვრილი ძარღვები და პატარა ბუდეები. ეპიდოტი გვხვდება როგორც ცემენტში, ისე პლაგიოკლაზის კრისტალებშიც ალბიტთან ერთად. ხშირად კი პლაგიოკლაზი მთლიანად შეცვლილია და მისი ადგილი ეპიდოტ-ციოზირაჟს უჭირავს.

ამ ტუფებში გამოერევა ოლიგოკლაზ-ალბიტნიანი პორფირიტების მცირე სიმძლავრის ექვსი განფენი და ავეიტ-ანდეზინიანი პორფირიტის ორი განფენი.

ოლიგოკლაზ ალბიტნიანი პორფირიტების ძირითადი მასა ვიტროვირულია, ფლუიდური ტექსტურით, ნაწილობრივ გრანულაციურად დაკრისტალბული. ძირითადი მასის  $n < 1,540$ . ფენურიკრისტალები, ზომით 3 მმ-მდე, წარმოდგენილია ოლიგოკლაზით და ალბიტით; მათი დიდი ნაწილი ჩვეულებრივ გაეპიდოტებულია, შედარებით ნაკლებად გაკალციტებული და იშვიათად გასერიციტებულიც; ზოგი კრისტალი ჩანაცვლებულია ნაწილობრივ და ზოგჯერ მთლიანად ეპიდოტის, კვარცის და ალბიტის უწყესო გამონაყოფებით. მათთან ერთად გვხვდება პირიტიც; ზოგ შლიფში შეინიშნება ქლორიტის და კალციტის ფსევდომორფოზები პიროქსენის მიმართ.

ეს ქანები ინტენსიურად არის შეცვლილი (გაკვარცებული, გაეპიდოტებული). აქაც გაკვარცება ძირითადად შრეებრიობის პარალელურია, მაშინ როდესაც ეპიდოტის ძარღვაკები სხვადასხვა მიმართულებით კვეთენ ქანს. ეპიდოტი და კვარცი გვხვდება როგორც ცალკე ძარღვაკების სახით, ასევე ერთადაც.



ავგიტ-ანდეზინიან პორფირიტებში, განსხვავებით აღწერილისაგან, ანდეზინებიც არის შემორჩენილი. პლაგიოკლაზებს ემჩნევა გააღბიტება. პიროქსენების ნაწილი საღია, ნაწილი კი გაქლორიტებული და გაკალციტებული.

ალბიტ-ოლიგოკლაზიან ტუფებში და განფენებში ხშირად შეიმჩნევა აპატიტის პატარა კრისტალები.

მყავე ჰორიზონტის სულ ზედა ნაწილი, ავაკისარის მთის მიდამოში, წარმოდგენილია მძლავრი ( $h \approx 250$  მ) ძირითადად ანდეზინიანი (პლაგიოკლაზი № № 37—46) პორფირიტის სხეულით, რომელიც ზემოთ აღწერილი ანალოგიური ქანებისაგან გამოირჩევა მეტი სისაღით და გარდა ამისა უფრო ფუძეცაა: შეიცავს მკვეთრად ზონალურ პლაგიოკლაზებს, რომლებშიც ანდეზინებთან ერთად მყავე ლაბრადორებიც (პლაგიოკლაზი № 55) არის.

### დასკვნები

1. შუა ეოცენის ვულკანოგენური წყება შესწავლილ რაიონში იყოფა ორ ჰორიზონტად.

1. ქვედა, ფუძე ჰორიზონტი, წარმოდგენილია ძირითადად მომწვანო-მონაცრისფრო და მუქი ნაცრისფერი, უმეტესად მასივური ავგიტ-ანდეზინ-ლაბრადორიანი და ავგიტ-ლაბრადორ-ბიტოვნიტიანი პორფირიტებით, უმთავრესად ჰიპოპილიტური ძირითადი მასით, და მათი ტუფებით. ჰორიზონტის ფუძეში გამოიყოფა ტუფების დასტა ( $h \approx 50$  მ) ლაბრადორიანი და ავგიტ-ლაბრადორიანი პორფირიტების განფენებით (მხოლოდ ერთგან, ნუმულიტებიანი ქვიშაქვის თავზე, აღინიშნება ავგიტ-ალბიტიანი პორფირიტის გამოსავალი). ტუფები ანდეზინ-ლაბრადორიანია, მაგრამ მათ შორის, უმთავრესად ქვედა შრეებში, ოლიგოკლაზიანი ტუფებიც გვხვდება. მთელ ჰორიზონტში პორფირიტების ძირითადი მასა და ტუფების ცემენტი გაქლორიტებული, გაკარბონატებული და ზოგჯერ გალიმონიტებულია. შეცვლის პროცესები ტუფებში უფრო მკვეთრად არის გამოხატული, ვიდრე პორფირიტებში. პლაგიოკლაზი და ავგიტი პორფირიტებში უმთავრესად საღია, ტუფებში კი შეცვლილი; პლაგიოკლაზი ნაწილობრივ ჩანაცვლებულია კარბონატით, ნაკლებ ქლორიტით და ეპიდოტით და ზოგჯერ გააღბიტებულია. ავგიტი, ჩვეულებრივ, ქლორიტით, კარბონატით და ეპიდოტ-ციოზიტით არის ჩანაცვლებული. აქა-იქ აღინიშნება ავგიტის მიკროლითების გაურალიტებაც. ქანების გაეპოდოტება ჰორიზონტის ზედა ნაწილში უფრო ინტენსიურია, ვიდრე ქვედაში.

2. ზედა, მყავე ჰორიზონტს, შეადგენს ღია ფერის ალბიტ-ოლიგოკლაზიანი და შედარებით მუქი (მოყავისფრო) ანდეზინიანი, ხშირად ავგიტ-ანდეზინიანი პორფირიტები, ვიტროფირული (მყავე მინის) ძირითადი მასით, და ალბიტ-ოლიგოკლაზიანი შრეებრივი ტუფები. ამ ჰორიზონტში მცირე სიმძლავრის განფენების უმეტესობა წარმოდგენილია ალბიტ-ოლიგოკლაზიანი პორფირიტებით; მათთან ერთად იშვიათად ანდეზინიანი პორფირიტებიც გვხვდება. მძლავრი განფენები კი ნაწილობრივ გააღბიტებული ანდეზინიანი პორფირიტებია. ქანები, განსაკუთრებით ტუფები, ზოგ უბანზე ჰიდროთერმების მოქმედებით შეცვლილია — გაკვარცხებული, გათიხებული, გაპირიტებული და გაეპიდოტებული.

II. ეს ორი ჰორიზონტი არაერთგვაროვანი მაგმისაგან წარმოშობილა. ამის მაჩვენებელი უნდა იყოს ზედა ჰორიზონტის შემაღლენელი ქანების უფრო მკავე ხასიათი ქვედასთან შედარებით და პორფირიტების ძირითადი მასების განსხვავებული სტრუქტურები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 გეოლოგიური ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 6.9.1958)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. კ. გაბუნია და პ. გამყრელიძე. ბორჩალოს რაიონის სამხრეთი ნაწილის გეოლოგია. გეოლოგიური ინსტიტუტის შრომები, გეოლოგიური სერია, ტომი I(VI). თბილისი, 1942.
2. Г. С. Дзюценидзе. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Изд. АН ГССР, Тбилиси, 1948.

## ტექნიკა

ბ. ღარჩია და ბ. კობახიშვილი

სხივური გათბობისა და გაბრილების გამოყენება კურორტ  
წყალტუბოში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიევა 1.2.1958)

თერმული წყლების სიუხვით საქართველოს კურორტებს შორის პირველი ადგილი უკავია წყალტუბოს, სადაც სსრ კავშირში პირველად იგება შენობათა ჯგუფის სითბოთი და სიცივით კომბინირებული მომარაგების თბოტუმბური სისტემა — ნახშირი თერმული წყლების სითბოს გამოყენებით.

ჩვენს ქვეყანაში უახლოეს ამოცანადაა დასახული ქალაქთა ფარგლებს გარეთ გატანით თბოელექტროცენტრალების მშენებლობის პრობლემის გადაწყვეტა. რაც მიზნად ისახავს დასახლებული პუნქტების სანიტარულ-ჰიგიენური პირობების გაუმჯობესებას. ეს საკითხი განსაკუთრებით აქტუალურია კურორტ წყალტუბოსათვის, სადაც განლაგებულია მრავალრიცხოვანი გამობობი სისტემების საქვაბე ნაგებობები, რომლებიც დიდძალ კვაშს გამოყოფენ კურორტის ზონაში. თბოტუმბური სისტემის დროს საჭირო არ იქნება სათბობის დაწვა და, მამასადამე არ ექნება ადგილი მისი წვის პროდუქტებით საკურორტო ზონის ჰაერის გაბინძურებას.

საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ თბოტუმბურმა სისტემამ ჯერ კიდევ ვერ ჰპოვა გამოყენება სსრ კავშირში, ჩვენ ჯერ კიდევ არ გავაჩინა სათანადო მოწყობილობა თბური ტუმბოებისათვის, ამიტომ მათ შავიერად უნდა ვიხმაროთ ჩვეულებრივი ძაცივითი მანქანები, რომლებსაც სერიულად უშვებს ჩვენი მრეწველობა. ამით შესაძლებლობა გვექნება გამოვიყენოთ თბური ტუმბო აგრეთვე ზაფხულობით — შენობების გავრილების მიზნით. ეს ხელსაყრელია კაპიტალური და საექსპლუატაციო ხარჯების მხრივ. ერთი მილიონი კალორია სითბოს ღირებულება თბოტუმბური სისტემის დროს სამჯერ უფრო იაფია ჩვეულებრივ საქვაბე სისტემასთან შედარებით.

კურორტ წყალტუბოში თბოტუმბური დანადგარის მოწყობის იდეა წამოყენებულ და დასაბუთებულ იქნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტის თანამშრომლების ა. მუსხელიშვილისა და ვ. გომელაურის მიერ.

1956 წელს საქალაქო მშენებლობის პროექტების სახელმწიფო ინსტიტუტმა სსრ კავშირის მშენებლობისა და არქიტექტურის აკადემიის საზოგადოებრივ შენობათა და ნაგებობათა სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტთან ერთად მოაწყო კურორტ წყალტუბოს მე-6 წყაროზე აგებული პატარა თბოტუმბური სისტემის ექსპერიმენტული შემოწმება. ამ დანადგარის კომპლექსურმა გამოცდამ, რაც ჩატარდა სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ჰიგიენისა და პროფდაავადებათა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის თანამშრომლებთან ერთად, საესებით დამაკმაყოფილებელი ეფექტი მოგვცა.

ცდის მასალები საფუძვლად დაედო იმ სააბაზანე შენობათა კომპლექსისათვის განკუთვნილი დიდი თბოტუმბური სისტემის პროექტს, რომლებიც შენდება კურორტ წყალტუბოში.



წინამდებარე სტატიაში გაშუქებულია ამ მოწაობის ნაწილი, სახელწოდებით სხივური გათბობისა და რადიაციული გაგრილების საკითხების გამოკვლევა, რასაც ატარებს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი საქალაქო მშენებლობის პროექტირების სახელმწიფო ინსტიტუტთან ერთად.

გამთბობი პანელების თბოტექნიკური გაანგარიშების მეთოდისა

გათბობის სხივური სისტემებისათვის ცენტრალურ და ამავე დროს ნაკლებად შესწავლილ საკითხს წარმოადგენს გამთბობი პანელების მიერ სითბოს გაცემის საკითხი.

როგორც ცნობილია, გამთბობი პანელების სითბოს გაცემა შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს შემდეგი ფორმულით:

$$Q = \alpha F(t_a - t_b) \text{ კვალ/საათი,} \quad (1)$$

სადაც  $\alpha$  არის პანელის ზედაპირის მიერ სითბოს გაცემის კოეფიციენტი, გამოხატული კვალ/მ<sup>2</sup>-ით 1 საათის განმავლობაში 1 გრადუს ტემპერატურაზე;  $F$ —პანელის სითბოს გამცემი ზედაპირის ფართი მ<sup>2</sup>-ით;  $t_a$  —პანელის ზედაპირის საშუალო ტემპერატურა;  $t_b$  —ჰაერის ტემპერატურა სათავსოში.

სითბოს გაცემის კოეფიციენტის სიდიდე საკმაოდ ზუსტად განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\alpha_0 = \alpha_1 + \alpha_2, \quad (2)$$

სადაც  $\alpha_1$  არის პანელის მიერ კონვექციით სითბოს გაცემის კოეფიციენტი:

$$\alpha_1 = 2,2\sqrt{t_a - t_b}; \quad (3)$$

$\alpha_2$  —პანელის მიერ გამოსხივებით სითბოს გაცემის კოეფიციენტი:

$$\alpha_2 = \frac{4,2}{t_a - t_b} \left[ \left( \frac{273 + t_a}{100} \right)^4 - \left( \frac{273 + t_b}{100} \right)^4 \right]. \quad (4)$$

რაც შეეხება პანელის ზედაპირის საშუალო ტემპერატურის სიდიდეს  $t_a$ -ს, ცნობილია მისი განსაზღვრის ძირითადი მეთოდები: ვ. ჩაპლინისა [1], კ. კალოუსისა [2], ს. შორინისა [3] და ბ. კისინისა [4]. ეს მეთოდები მხოლოდ მიახლოებით აღწერს პანელის შიგნით და მის ზედაპირზე სითბოს გადაცემის ნამდვილ მოვლენებს. ზოგიერთი მათგანის, მაგალითად, ვ. ჩაპლინისა და ს. შორინის, მეთოდი უშვებს ტემპერატურის მუდმივობას პანელის ზედაპირზე როგორც რეგისტრის მიღების გასწვრივ განლაგებულ წერტილებში, ისე მათ შორის. კ. კალოუსი და მ. კისინი მხედველობაში იღებენ პანელის ზედაპირზე ტემპერატურის უთანაბრობის ფაქტს, მაგრამ ამასთან ერთად არაზუსტად განსაზღვრავენ ამ სიდიდეებს.

გამთბობი პანელების თბოტექნიკური გაანგარიშებისათვის ჩვენ მიერ შემუშავებულ იქნა ახალი, უფრო ზუსტი მეთოდი, დამუშავებული სიბრტყით ტემპერატურული არის განსაზღვრის დროს სასრულ სხვაობათა მეთოდის გამოყენების საფუძველზე. ამ მეთოდით ჩვენ მიერ წარმოებულ იქნა გათბობის სხივური სისტემის გამთბობი პანელების სხვადასხვა კონსტრუქციათა თბოტექნიკური გაანგარიშება [5].

ამგვარად, გადაწყვიტეთ რა გამთბობი პანელების თბოტექნიკური განსვარიშების საკითხი, ჩვენ შესაძლებლობა მოგვეცა შევდგომოდით კუროტ წყალტუბოს სააბაზანო შენობათა კომპლექსის სხივეური გათბობისა და გავრილების მთელი სისტემის დაპროექტებას.

ს ა ა ბ ა ზ ა ნ ე შე ნ ო ბ ა თ ა კ ო მ პ ლ ე ქ ს ი ს გა თ ბ ო ბ ი ს  
ს ი ს ტ ე მ ი ს ს ა ე რ თ ო ლ ა ხ ა ს ი ა თ ე ბ ა

დასაპროექტებელ სააბაზანე შენობათა კომპლექსი განლაგებულია კურორტის ბალნეოლოგიური ზონის ცენტრალურ ნაწილში, №5 და №6 სააბაზანე შენობათა შორის. მას უკავია დაახლოებით 2 ჰა ფართობი. სააბაზანე შენობათა მთელი კომპლექსის საერთო კუბატურა შეადგენს 36420 მ<sup>3</sup>-ს. კომპლექსი შედგება 4 სააბაზანე შენობისაგან (თვითიულის კუბატურა — 6213 მ<sup>3</sup>) და სამკურნალო პროცედურებისათვის განკუთვნილი კორპუსისაგან (კუბატურა — 11568 მ<sup>3</sup>). სითბოს დაკარგვის გაანგარიშება წარმოებდა ჩვეულებრივი წესით. თბური დატვირთვა გათბობასა და განიავებაზე მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

| №, №<br>რიგზე | შენობის დასახელება             | შენობის<br>კუბატურა | სითბოს დანაზარჯი კკალ/სათ. |             |         |
|---------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------|-------------|---------|
|               |                                |                     | გათბობაზე                  | განაივებაზე | საერთო  |
| 1             | სააბაზანე კორპუსი              | 6213                | 136300                     | 165000      | 301300  |
| 2             | „ „                            | 6213                | 136300                     | 165000      | 301300  |
| 3             | „ „                            | 6213                | 136300                     | 165000      | 301300  |
| 4             | „ „                            | 6213                | 136300                     | 165000      | 301300  |
| 5             | სამკურნალო პროცედურათა კორპუსი | 11568               | 131500                     | 50000       | 181500  |
| ს უ ლ         |                                | 36.420              | 676.700                    | 710.000     | 1386700 |

სააბაზანე შენობათა კომპლექსის გასათბობად მიღებულია სხივეური გათბობის სისტემა. ამასთან სხვადასხვა შენობისათვის, მათი დანიშნულების მიხედვით, გათვალისწინებულია სხივეური გათბობის სხვადასხვა სისტემის მოწყობა.

სააბაზანე შენობაში ძირითადად დაპროექტებულია სხივეური გათბობა ტიხრისა და კედლის პანელებით. გამთბობ პანელებად სააბაზანე შენობაში გამოყენებულია კაბინათა ბეტონის ტიხრები, რომლებიც აცალკეებს ერთმანეთისაგან ორ მოსაზღვრე სააბაზანე კაბინას.

ამგვარად, ყოველი გამთბობი პანელის ორივე მხარე წარმოადგენს სითბოს გამცემს. ორმხრივ სითბოსგამცემი პანელების გამოყენება, სხივეური გათბობის დანარჩენ სისტემებთან შედარებით, მიღების დიდ ეკონომიას იძლევა და გამოოიციხავს პანელების თბოიზოლაციის აუცილებლობას. ტიხრის პანელების დროს გამორიცხულია მათი ჰიდროიზოლაციის აუცილებლობა. გარდა ამისა, შენობის სამშენებლო კონსტრუქციათა აგებასთან ერთად ხდება გათბობის სისტემის აგებაც.

სააბაზანე კორპუსის იმ სათავსოებში, სადაც ტიხრის პანელების მიერ სითბოს გაცემა ვერ უზრუნველყოფს სათავსოს მიერ დაკარგული სითბოს აღდგენას, იღებება დამატებითი კედლის პანელები, რომლებიც თავსდება კაპიტალურ კედლებში სპეციალურად ამ მიზნით დატოვებულ ნიშნებში.

სამკურნალო აუზებსა და ვესტიბულებში დაპროექტებულია გათბობის სხივეური სისტემა გამთბარი იატაკით.



ამ სათავსოებში გამთბარი იატაკის მოწყობა ნაკარხანევი იყო როგორც მათი კონსტრუქციული თავისებურებებით, ისე სანიტარულ-ჰიგიენური მოთხოვნებით.

საბაზანე შენობათა ასეთი იატაკის (მასში დატანებული გამთბობით) კონსტრუქციის დამუშავებისას მხდველობაში იყო მიღებული შემდეგი:

ა) მინერალური წყლის აგრესიულობა ფოლადის მიღების მიმართ და ამის გამო უკანასკნელთა საიმედო პიდროიზოლაციის აუცილებლობა;

ბ) იატაკის თბოიზოლაციის აუცილებლობა ნიადაგში (გრუნტში) სითბოს დაკარგვის შემცირების მიზნით.

სამკურნალო პროცედურებისა, ღირექციისა და სამედიცინო პერსონალისათვის განკუთვნილ კორპუსში, აგრეთვე ვესტიბულში (მოსაცდელში) დაბროექტებულია ჭერის პანელებით გათბობისა და გავრილების კომბინირებული სხივური სისტემა. საცდელი მშენებლობის დროს ასეთ სისტემაზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა მისი ეფექტურობა ცხელი კლიმატის პირობებში. იგი მოწონებულია და რეკომენდებულია დასანერგად სსრ კავშირის მედიცინის მეცნიერებათა აკადემიის ჰიგიენისა და პროფდაავადებათა ინსტიტუტის მიერ. ასეთ კომბინირებულ სისტემას დადებითი ჰიგიენური თვისებები აქვს, განსაკუთრებით სამხრეთის ცხელი კლიმატის პირობებში, და შეუძლია ყოველგვარი ზიანის გარეშე შეცვალოს ჰაერის კონდიცირება, რაც რთულია და მეტად ძვირი ჯდება.

კომბინირებულ სისტემებში ერთი და იგივე პანელები ემსახურება როგორც გათბობის (ზამთრობით), ისე გავრილების (ზაფხულობით) მიზანს. ზამთრის რეჟიმიდან ზაფხულის რეჟიმზე გადაბრუნვა არავითარ სიძნელეს არ წარმოადგენს, რადგან ცხელი მავსტრალის ნაცვლად (რომელიც გამოირთვება) სისტემაში ჩაირთვება მავსტრალი გამაგრილებელი თანდაზარისა.

გამაგრილებელი დანადგარიდან სისტემაში მიდის  $10^{\circ}$  ტემპერატურის წყალი. გამაგრილებელი პანელების საანგარიშო ზედაპირული ტემპერატურა ამ დროს იქნება  $16^{\circ}$ , ხოლო სათავსოს ჰაერის ტემპერატურა —  $25^{\circ}$  (ჰაერის ნორმალური შეფარდებითი ტენიანობის შემთხვევაში).

სხივური გათბობის სისტემის ყველა ზემოჩამოთვლილ სახესხვაობას მეტად არსებითი უპირატესობის აქვს რადიატორულ გათბობასთან შედარებით საერთოდ და განსაკუთრებით ჩვეს შემთხვევაში, რადგან აგრესიული მინერალური წყლის ზემოქმედებით რადიატორული გათბობის ყველა დია ნაწილი (რადიატორები, არმატურა და სხვ.) გაძლიერებულ გარეგან კოროზიას განიცდის და მალე ფუჭდება, უვარგისი ხდება.

რაც შეეხება სხივური გათბობის სისტემებს, აქ ყველა ლითონური ნაწილი დატანებულია ბეტონის სისქეში (იატაკში, ჭერში ახ კედლებში), რის შედეგადაც გამოირიცხულია მათთან ჰაერის ჟანგბადისა და მინერალური წყლის კონტაქტი და, მამასადამე, არ შეიძლება ადგილი ჰქონდეს გარეგან კოროზიას, მიღების მიზნით კი ჩვეულებრივი გამთბობი წყალი ცირკულირებს.

სხივური გათბობის ყველა სისტემაში გამთბობებამდე გამოყენებულია ფოლადის წყალ-ვაზგამტარი მილების შედუღებული კლაკნილები და რეგისტრები. მილების დიამეტრი ძირითადად  $3/4$  ტოლია, ხოლო მილებს შორის არსებული მუხლის სიგრძე უდრის 0,1 და 0,15 მეტრს.

გათვალისწინებულია ერთმილიანი გათბობის სისტემა — წყლის თანამიმართლებითი მოძრაობით სითბოსმტარებლის პარამეტრები: ცხელის  $t_6$  უდრის  $50^{\circ}$ -ს, ხოლო უკან დაბრუნებულისა  $t_6$  —  $40^{\circ}$ -ს.

ტიხრის, კედლისა და ჭერის გამთბობი პანელების საანგარიშო ზედაპირულ ტემპერატურად მიღებულია  $35^{\circ}$ , ხოლო იატაკში დატანებული გამთბობი პანელებისა —  $30^{\circ}$ .

გათბობის დაპროექტებულ სისტემას ახასიათებს საუკეთესო სანიტარულ-ჰიგიენური მაჩვენებლები რადიატორულ გათბობასთან შედარებით, რადგან პანელის სითბოს გამცემ ზედაპირს უფრო დაბალი ტემპერატურა აქვს, რის გამოც არ წარმოებს ორგანული მტვერის წარმოქმნა, ამასთან პანელების ბრტყელი ზედაპირი ადვილად იწმინდება მტვერისაგან და სხვ.

თუჯის რადიატორების მაგივრად ბეტონის გამთბობი პანელების გამოყენებამ დიდი (60%-მდე) ეკონომია მოგვცა.

ამჟამად დაწყებულია სააბაზანო შენობათა კომპლექსის მშენებლობა. მშენებლობის დამთავრების შემდეგ სხივური გათბობისა და გავრილების ეფექტის განსაზღვრის მიზნით დაგეგმილია ნატურალურ გამოცდათა ჩატარება ზამთარსა და ზაფხულში.

ამიერკავკასიის, აგრეთვე შუა აზიის რესპუბლიკებში, მეტად ცხელი ზაფხულის გამო, მწვავედ დგას საკითხი შენობათა ხელოვნური გავრილების შესახებ. კურორტ წყალტუბოში სხივური გავრილების განხორციელების გამოცდილება მოგვცემს მისი ფართოდ გამოყენების შესაძლებლობას სხვა ობიექტებზედაც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 28.2.1958)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. М. Чаплин. Курс отопления и вентиляции. ГИЗ, 1924.
2. К. Kalous. Theorie generale du chauffage par surfaces rayonnantes, „Chafeur et industrie“, № 224. Des., 1938, p. 619—631.
3. С. Н. Шорин. Теплопередача. Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1952.
4. М. И. Киссин. Расчет нагревательных панелей при лучистом отоплении. Вопросы отопления и вентиляции. Труды ЦНИПС, сборник № 1, 1951.
5. Г. И. Дарчия. Расчет теплоотдачи отопительных панелей. Вопросы отопления и вентиляции. Труды ЦНИПС, сборник № 3, 1956.

## ტემატიკა

ი. ლუღუშაური და ბ. ცინცაძე

### ნულოვანი სიხისტის რკინაბეტონის ფილები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიეშვილმა 17.5.1958)

დღევანდლამდე რკინაბეტონის ფილები პრაქტიკაში გამოყენებას პოულობდნენ მხოლოდ ბეტონის გამაგრების შემდეგ. ბეტონის გამაგრების დაწყებამდე კი, როგორც ჩვენთვისაა ცნობილი, რკინაბეტონის ფილების თვისებები ჯერ არაფერს შეუსწავლია.

უნდა აღინიშნოს, რომ რკინაბეტონის ფილების ძირითადი მახასიათებლები: ბზარმდგრადობა<sup>1</sup>, ნეიტრალური შრის ადგილმდებარეობა, სიხისტე და სხვა, უმთავრესად დამოკიდებული არიან ბეტონის ფიზიკურ მექანიკურ მახასიათებლებზე, დეფორმაციის მოდულზე, ზღვრულ ჭიმვადობაზე და სხვა, რომლებიც ბეტონის გამაგრების პროცესში დიდ ზღვრებში იცვლებიან.

ბეტონის დეფორმაციის მოდულისა და ზღვრული ჭიმვადობის ცვლადობის კანონის დადგენა, ბეტონის ხნოვანებასთან დამოკიდებულებით, სპეციალური გამოკვლევის საგანს წარმოადგენს. მიუხედავად ამისა, უკვე წინასწარ შეიძლება ითქვას, რომ ბეტონის დეფორმაციის მოდული, დაბეტონების მომენტიდან ბეტონის გამაგრებამდე, პრაქტიკულად იცვლება ნულიდან რომელიღაც მაქსიმალურ მნიშვნელობამდე; ხოლო ბეტონის ზღვრული ჭიმვადობა, პირიქით, თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს ბეტონის გამაგრების დაწყებამდე.

ამრიგად, როგორც ეს ქვემოთ იქნება ნაჩვენები, ბეტონის გამაგრების დაწყებამდე, სპეციალური კონსტრუქციის რკინაბეტონის ფილას შეუძლია შეიძინოს ზოგიერთი ახალი თვისება, როგორცაა: დიდი მოქნილობა, მდგრადობა ბზარის გაჩენაზე და სხვა, რაც დიდად სასარგებლოა სამშენებლო ტექნიკის ზოგიერთი მნიშვნელოვანი საკითხის გადასაწყვეტად თხელკედლიანი მრუდი მოხაზულობის კონსტრუქციების გათავისებასა და გაუმჯობესების საკითხში.

ისმება კითხვა — რა სახის უნდა იყოს ამ შემთხვევაში კონსტრუქცია რკინაბეტონის ფილისა?

ცნობილია, რომ ჩვეულებრივი რკინაბეტონის ფილის ღუნვის დროს არმატურა და ბეტონი მუშაობენ ერთ მთლიანობაში გამაგრებული ბეტონის საკმარის სიმტკიცის მეშვეობით, რაც აუცილებელია უმთავრესად ნეიტრალურ სიბრტყეში წარმოშობილი მაქსიმალური მხები ჭინვების მისაღებად და შეკუმშული არმატურის გამოზურცვის წინააღმდეგ მდგრადობის უზრუნველსაყოფად.

ახლად დაბეტონებული რკინაბეტონის ფილის ღუნვის დროს, ე. ი. როცა ბეტონის სიმტკიცე ჯერ კიდევ პრაქტიკულად ნულის ტოლია, ფილის მთლიან-

<sup>1</sup> ბზარმდგრადობა — ბზარის გაჩენის წინააღმდეგ მდგრადობა.





ნობა შეიძლება შენარჩუნებულ იქნეს მხოლოდ მისი გარკვეული კონსტრუქციის შემთხვევაში, რომელიც მინიმუმამდე დაიყვანდა:

ა) ძვრის ჰინეებს ბეტონში (ბეტონისა და არმატურას შორის ურთიერთ გადაადგილების — ძვრის თავიდან აცილების მიზნით);

ბ) არმატურაში მკუმშავ ღერძულ ძალებებს (არმატურის მიერ მდგრადობის დაკარგვისა და, შესაბამისად, მისი გამობურცვის თავიდან აცილების მიზნით);

გ) გამჭიმავ ჰინეებს ბეტონში (ფილის ბზარმდგრადობის უზრუნველყოფის მიზნით).

ცნობილია, რომ, თუ ფილის არმირების პროცენტი და მისი სისქე მოცემულია, აღნიშნული მხები ჰინეები ბეტონში და ღერძული მკუმშავი ძალები არმატურაში მით უფრო მცირენი იქნებიან, რაც უფრო მცირეა ფილის სისისტე.

წარმოვადგინოთ რკინაბეტონის ფილის ცილინდრული სისისტე შემდეგი სახით:

$$D = fEI + D', \quad (1)$$

სადაც  $E$  ბეტონის დეფორმაციის მოდულია,  $I$ —ფილის განივი კვეთის (არმატურის გამოკლებით) ინერციის მომენტი ნეიტრალური ღერძის მიმართ,  $f$ —ფუნქცია, დამოკიდებული პუასონის კოეფიციენტზე,  $D'$ —ფილის სისისტის ნაწილი, დამოკიდებული მხოლოდ არმირებაზე.

თუ გამოვალთ (1) ტოლობიდან, დავასკვნით, რომ რკინაბეტონის ფილის სისისტე მინიმუმს აღწევს, როცა  $E$  და  $D'$  სიდიდეებს აქვს მინიმალური მნიშვნელობა.

ცხადია,  $D'$  სიდიდე თავის მინიმალურ მნიშვნელობას იმ შემთხვევაში აღწევს, როცა არმატურის მოცემული რაოდენობა გაბნეულია ნეიტრალური სიბრტყის პარალელურ ერთ სიბრტყეში თანაბრად; ხოლო სიდიდე  $E$  არის მინიმალური ბეტონის გამაგრების დაწყებამდე.

ამრიგად, რკინაბეტონის ფილის საძიებელი კონსტრუქცია, ბეტონის გამაგრებამდე მისი ღუნვის შემთხვევაში უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობებს:

1. არმატურა განაწილებულ უნდა იქნეს ნეიტრალური შრის პარალელურ ერთ სიბრტყეში;

2. არმატურის თანაბრად განაწილებისა და არმატურათა შორის ახალი ბეტონის უკონვადობის უზრუნველყოფის მიზნით საჭიროა გამოყენებულ იქნეს არმირება რკინის ხშირი ბადის სახით;

3. ვაკვივის ზონის სისქის შემცირებისა და, შესაბამისად, გამჭიმავი ჰინეების მინიმუმამდე დაყვანის მიზნით არმატურის ბადე საჭიროა მოთავსდეს ვაკვიმული ზონის მხარეზე გარე ზედაპირთან რაც შეიძლება ახლოს.

ცხადია, რომ ახლად დაბეტონებული ფილის ღუნვის დროს, თუ ფილის არმირების ხასიათი არ აკმაყოფილებს აღნიშნულ პირობებს, გარდუვალია ფილის მთლიანობის დაკარგვა.

ახლად დაბეტონებულ რკინაბეტონის ფილებს, რომლებიც აკმაყოფილებენ ზემოთ ჩამოთვლილ პირობებს, ვუწოდებთ ნულოვანი სისისტის ფილებს (ნსფ).

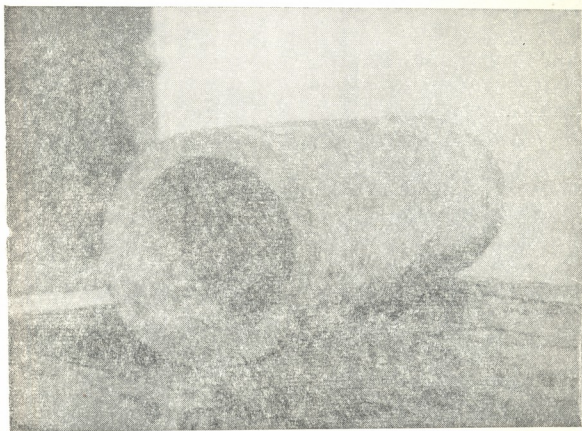
უნდა აღინიშნოს, რომ ნსფ-ს, ჩვეულებრივი რკინაბეტონის ფილებისაგან განსხვავებით, შექმნილი აქვს ზოგიერთი ახალი თვისება, რაც დამახასიათებელია მხოლოდ ლითონის ფილებისათვის: დიდი მოქნილობა, ღუნვის დროს და-

დი სიმრუდის ზედაპირების წარმოქმნა მათში ბზარების გაჩენის გარეშე ფილის მთლიანობის დაუზღვევლად, და სხვა.

გარდა ამისა, აღნიშნულ ფილებს აქვს კიდევ ერთი დადებითი თვისება, რაც არ გვხვდება ლითონის ფილებში. მას შეუძლია შეინარჩუნოს ნებისმიერი ვალუნული სახე ბეტონის შემდგომი გამაგრების მეშვეობით.

სწორედ ეს უკანასკნელი თვისება, აღნიშნულ სხვა თვისებებთან ერთად, გვაძლევს საშუალებას გამოვიყენოთ ნსფ სხვადასხვა მრუდი მოხაზულობის თხელკედლიანი კონსტრუქციების დასამზადებლად ჩვეულებრივი რთული ქარგილებისა და ა. შ ა ნ შ ი ე ვ ის [1] მოქნილი ქვეშის გამოყენების გარეშე.

აღნიშნული ავტორის ტექნოლოგიისაგან განსხვავებით, ჩვენს შემთხვევაში არმატურის ბადეში შეთავსებულია აგრეთვე მოქნილი ქვეშის უუნქციებიც. ამით აიხსნება ძირითადად ის დიდი უნარიანობა, რომლითაც ხასიათდება ნსფ ისეთი რთული კონსტრუქციების დამზადებაში, როგორცაა, მაგალითად, ნებისმიერი რაციონალური მოხაზულობის მილები, ორმაგი სიმრუდის ვარსები და სხვა.

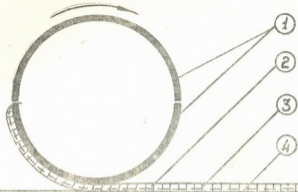


სურ. 1. რკინაბეტონის მილი, რომლის შიდა დიამეტრია 12 სმ. იგი დამზადებულია ნულოვანი სიხისტის რკინაბეტონის ფილის რულონად დახვევის წესით

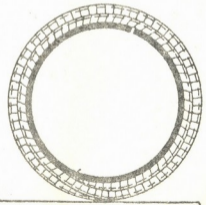
შემოთ აღნიშნული ფილების დამზადება წარმოებს ჰორიზონტალურ ქვეშე. პირველ რიგში, უშუალოდ ქვეშე, იდება არმატურის ბადე. შემდეგ მასზე ეწყობა სასურველი სისქით ბეტონის თხელი შრე, რომლის ვიბრაციის შემდეგ ვლდებულობთ ნულოვანი სიხისტის ფილას. რკინაბეტონის ასეთ კონსტრუქციას არმოცემენტთან შედარებით აქვს ის უპირატესობა, რომ ამ შემთხვევაში გვეძლევა საშუალება გამოვიყენოთ ხისტი ბეტონიც კი.

ასეთი კონსტრუქციის ვიბრირებით ბეტონში ვალწევთ გარკვეულ სტრუქტურულ სიმტკიცეს, ხოლო არმატურის ბადეში გაჟონილი ხსნარი ჰქმნის დამ-

A



B

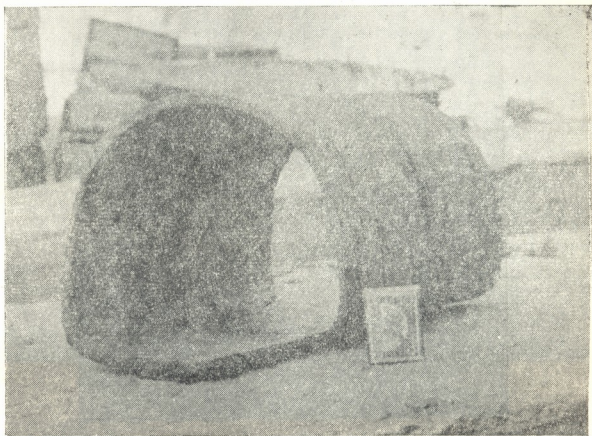


სურ. 2. საწნეო მიღების დამზადების ტექნოლოგიის სქემა: 1) გულას შემადგენელი ნაწილები ნაბეარცილინდრების საბით; 2) ნულოვანი სიხის რკინაბეტონის ფილა; 3) ლითონის ბადე; 4) ქვეში

ცველ შრეს. აღნიშნული თანმიმდევრობით მომზადებული რკინაბეტონის მთლიანად აკმაყოფილებს ზემოთ აღნიშნულ პირობებს.

ამრიგად, ნსფ როგორც დამოუკიდებელი კონსტრუქცია (ნახევარფაბრიკატი) აღარ საჭიროებს დამკვერ ქვეშს, საშუალებას იძლევა ღუნვით ფორმირებისას, დიდი სიმრუდის ზედაპირებზეც კი, ფილის მთლიანობის დარღვევისა და ბეტონში ბზარების გაჩენის გარეშე. სურათებზე ნაჩვენებია ზოგიერთი ნაკეთობა, რაც დამზადებულია თბილისის ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ლაბორატორიაში ნსფ ღუნვითი ფორმირების საშუალებით.

სურ. 1-ზე ნაჩვენებია რკინაბეტონის მილი, რაც დამზადებულია ნსფ-ის შესაბამის ლითონის გულაზე რულონად დახვევის წესით. პრინციპული სქემა ნსფ-ს რულონად ნახვევისა ნაჩვენებია სურ. 2-ზე. ერთი ბოლოთი ნსფ მაგრდება ლითონის გულაზე მსახველის გასწვრივ (სურ. 2-A), რის შემდეგაც ხდება გულას გადავორება ნსფ-ზე, რომელიც წინასწარ მდებარეობდა პორიზონტალურ ქვეშე (სურ. 2-B).



სურ. 3. რთული მოხაზულობის მილის ელემენტი, დამზადებული გულაზე ნულოვანი სიხისტის რკინაბეტონის ფილის სპირალულად დახვევის წესით

გარკვეული წონის გულას ნულოვანი სიხისტის ფილებზე გადავორებისას ხდება ბეტონის მექანიკური წესით შემჭიდროება და, მამასადამე, მისი დამატებითი გამკვრივება ვიბრირების შესაძლო ნაკლები მოსპობით, რასაც სხვა შემთხვევაში აღწევენ ვიბროტვირთებისა და ტვიფრვის საშუალებით.

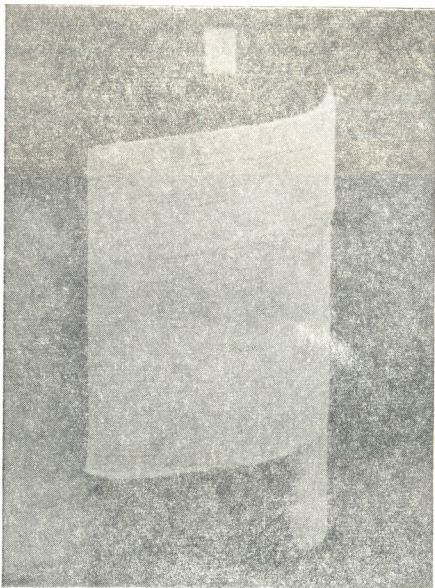
მილების წარმოებაში აღნიშნული ტექნოლოგიის გამოყენება გაადიდებს ნაკეთობათა ბეტონის სიმკვრივესა და სიმტკიცეს, და შესაბამისად, აჩქარებს მის გამაგრებას წყალცემენტის ფარდობის შემცირების საშუალებით. ამ წესით დამ-

ზადებული ნაკეთობის გამოსაშვები სიმტკიცე თერმიული დამუშავების შედეგად მიიღწევა დღე-ღამის განმავლობაში ან უფრო ადრე.

სურ. 3-ზე და 4-ზე ნაჩვენებია შესაბამის გულაზე ნსფ სპირალურად დახვევის წესით დამზადებული მილის ნაწილები.

ნსფ ღუნვით ფორმირების წესით უმომენტო ან მცირე მომენტიანი გარსების მიღებისათვის საჭიროა დაცულ იქნეს შემდეგი პირობები:

ა) ნსფ-ს მოხაზულობა გეგმაში და სიდიდე უნდა ემთხვეოდეს დასამზადებელი გარსის სიდიდესა და მოხაზულობას გეგმაში;



სურ. 4. წრიული კვეთის მილის ელემენტი, დამზადებული გულაზე ნულვანი სინისტის რკინაბეტონის ფილის სპირალურად დახვევის წესით

ბ) სასაზღვრო პირობები ნსფ-ს ღუნვის დროს უნდა შეესაბამებოდეს დასამზადებელი გარსის სასაზღვრო პირობებს. მაგალითად, თუ ვაპირებთ ოთხივე კუთხით დაყრდნობილ ორმაგი სიმრუდის გარსს, როგორც ეს გვეხდება მსხვილპანელიანი სახლების სართულშუა გადახურვის პანელებში, საჭიროა ნსფ-ც მისი ჩაღუნვის მომენტში ჩამაგრებულ იქნეს თავისი ოთხივე კუთხით. ხოლო, თუ საჭიროა დაპროექტდეს ორმაგი სიმრუდის გარსი დაყრდნობილი მთელი კონტურით, ნსფ-ც უნდა ჩაიღუნოს მისი მთელი კონტურით ჩამაგრების შემთხვევაში;

გ) ნსფ-ს ლუნვის დროს გარე დატვირთვის განაწილების კანონი ანალოგიური უნდა იყოს დასამზადებელი გარსის ანგარიშის დროს მიღებული დატვირთვის განაწილების კანონისა.

იმ შემთხვევაში, თუ ნსფ-ს არმატურის გაჭიმვით მიღებული ჩალუნვა არ არის საკმარისი, საჭირო ჩალუნვის ისრის მიღებისათვის გამოყენებულ უნდა იქნეს მოძრავსახსროვანი საყრდენები ანდა არმატურის ბადე შეიცვალოს სხვა უფრო მოქნილი კონსტრუქციის ბადით.

სურ. 5-ზე ნაჩვენებია ორმხრივი სიმრუდის გარსი, რომელიც მიღებულია ოთხი კუთხით ჩამაგრებული ნსფ-ს მოცილებით ქვეშისაგან და მისი აწევით მაღლა. ჩალუნვის ისარის გაზრდის მიზნით აქ გამოყენებული იყო ჰორიზონტალურ სიმრტყეში მოძრავი სამი საყრდენი.



სურ. 5. ორმხრივი სიმრუდის გარსი

მოცემულ წესით მიღებულ ნაკეთობათა მასალა—რკინაბეტონი—განსხვავდება ჩვეულებრივისაგან შემდეგი დადებითი მახასიათებლებით: ერთგვაროვნობით, ბეტონის ძლიერ გადიდებული ზღვრული ჭიმვადობითა და სიმტკიცით [2] თითქმის 20-ჯერ [3] და სხვა. ამავე დროს, თუ გავითვალისწინებთ წარმოდგენილი ტექნოლოგიის სიმარტივესაც დავასკვნით, რომ აღნიშნული მეთოდით წარმოებული ნაკეთობანი მაღალ ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებთან ერთად ხასიათდებიან დიდი ეკონომიურობითაც.

ნსფ-ს დასამზადებლად მოსახერხებელია გამოვიყენოთ ბეტონის გაგლინვის წესი, რაც საგრძნობლად აადვილებს მოცემული ტექნოლოგიის დანერგვას მრუდი მოხაზულობის თხელკედლიანი კონსტრუქციების ქარხნული წესით დამზადების საქმეში.

აქ მოცემულ ტექნოლოგიის გამოყენებით შეიძლება დამზადებულ იქნეს აგრეთვე ზოგიერთი სხვა, დიდი მოთხოვნის მქონე კონსტრუქციებიც, როგორცაა, ელექტროგადაცემათა ხაზების საყრდენები, მცირე დიამეტრის ( $d=2$  სმ-დე) წყალსადენისა და კანალიზაციის მილები, და სხვა. ასეთი მილების დამზადებით შეიძლება მიღწეულ იქნეს ლითონის დიდი ეკონომია, რასაც, ცხადია, უდიდესი სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა ექნება.

თბილისის ნავთობათა და ჰიდროენერგეტიკის  
 სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი  
 (რედაქციას მოუვიდა 17.5.1958)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. К. Шаншиев. Элементы рациональных сборных конструкций из гнущего железобетона и бетона. Тбилиси, 1956.
2. Г. Д. Цискрели. Сопротивление растяжению неармированных и армированных бетонов. Москва, 1954.
3. Строительная газета от 7 февраля 1958 г.—Исследования „НИИСельстрой“.

ტექნიკა

ბ. ბაბრიძე

## რგოლური სფერული დამრეცი ბარის ანბარიში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. მუხაძემ 3.6.1958)

სფერული დამრეცი გარსების კომპლექსური ფუნქციის თეორიის მე-  
 თოდებით ანგარიშისას, ყველა ძაბვა და გადაადგილება შეიძლება გამოვსა-  
 ხოთ სამი ჰოლომორფული ფუნქციის  $\chi(\zeta, \bar{\zeta})$ ,  $\omega(\zeta, \bar{\zeta})$ ,  $\psi(\zeta, \bar{\zeta})$  საშუალებით.  
 წრიული რგოლისათვის ისინი შეიძლება ასე წარმოვადგინოთ:

$$\chi(\zeta, \bar{\zeta}) = \sum_0^{\infty} a_n (\zeta^n + \bar{\zeta}^n) + \sum_1^{\infty} a'_n \left( \frac{1}{\zeta^n} + \frac{1}{\bar{\zeta}^n} \right) + a'_1 \lg r;$$

$$\omega(\zeta, \bar{\zeta}) = \sum_0^{\infty} b_n (\zeta^n + \bar{\zeta}^n) + \sum_1^{\infty} b'_n \left( \frac{1}{\zeta^n} + \frac{1}{\bar{\zeta}^n} \right) + b'_1 \lg r;$$

$$\psi(\zeta, \bar{\zeta}) = \sum_{-\infty}^{+\infty} [C_n H_n^{(1)}(\lambda r) + D_n H_n^{(2)}(\lambda r)] e^{in\varphi};$$

სადაც

$$\zeta = \frac{\theta}{2} e^{i\varphi}; \quad \bar{\zeta} = \bar{\zeta} = \frac{\theta}{2} e^{-i\varphi},$$

$$r = |\zeta| = \frac{\theta}{2};$$

$$\lambda = 2i \sqrt{i} \sqrt{\frac{\rho R}{h}}.$$

$$H_n^{(1)}(\lambda r), \quad H_n^{(2)}(\lambda r) —$$

ხანკელის ფუნქციებია.

უცნობი მუდმივები განისაზღვრებიან სასაზღვრო პირობებიდან:

1. კონტური  $\theta = \theta_1$  ხისტად ჩამაგრებულია

$$u + iv = 0,$$

$$w = \frac{dw}{d\theta} = 0;$$

2.  $\theta = \theta_0$  კონტური თავისუფალია გარეშე დატვირთვისაგან:

$$S^0 + \frac{H^0}{R} = 0,$$

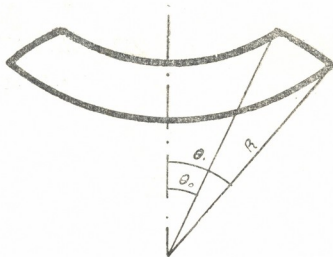
$$T^0 = 0,$$



$$N^0 - \frac{1}{A} \frac{\partial H^0}{\partial \varphi} = 0,$$

$$M^0 = 0.$$

$S^0, T^0, M^0, N^0, H^0$  მიეკუთვნებიან კოორდინატთა გეოგრაფიულ სისტემას ( $\varphi, \theta$ ).



ნახ. 1

თუ გეოგრაფიული კოორდინატებიდან გადავალთ იზოთერმულ კოორდინატებზე ( $\alpha, \beta$ ) და შემოვიტანთ მიყვანილ ძაბვებს ([2], 54, 11),  $\theta = \theta_0$  კონტურზე მივიღებთ ასეთ სასაზღვრო პირობებს:

1.  $P e^{-2i\varphi} - \bar{P} e^{2i\varphi} + \frac{1}{R} (Q e^{-2i\varphi} - \bar{Q} e^{2i\varphi}) = 0;$
2.  $2T + P e^{-2i\varphi} + \bar{P} e^{2i\varphi} = 0;$
3.  $N e^{-i\varphi} + \bar{N} e^{i\varphi} - \frac{i}{R \sin \theta_0} \frac{\partial}{\partial \varphi} (Q e^{-2i\varphi} - \bar{Q} e^{2i\varphi}) = 0;$
4.  $2M + Q e^{-2i\varphi} + \bar{Q} e^{2i\varphi} = 0;$

ამათ დამატება პირობები  $\theta = \theta_1$  კონტურებზე:

5.  $u + iv = 0;$
6.  $w = 0;$
7.  $\frac{dw}{d\theta} = 0.$

თუ  $P, T, M, Q, N$ -ს გამოვსახავთ  $\chi, \omega, \psi$  საშუალებით ([2], გვ. 270), მივიღებთ შემდეგ სისტემას:

$$\sum_0^{\infty} [A_{01} C_n + A_{02} D_n + A_{03} \bar{C}_{-n} + A_{04} \bar{D}_{-n} + A_{06} a_n + A_{08} b_n] e^{ni\varphi}$$

$$+ \sum_1^{\infty} [A'_{06} a''_n + A'_{08} b''_n] e^{in\varphi} + A_{07} b'_1 = \sum_0^{\infty} K_n e^{in\varphi}, \quad (1)$$

$$\sum_0^{\infty} [A_{11}C_n + A_{12}D_n + A_{13}\bar{C}_{-n} + A_{14}\bar{D}_{-n} + A_{16}a_n + A_{18}b_n] e^{in\varphi} + \sum_1^{\infty} [A'_{16}a''_n + A'_{18}b''_n] e^{in\varphi} + a'_1 A_{15} = \sum_0^{\infty} A_n e^{in\varphi}, \quad (2)$$

$$\sum_0^{\infty} [A_{21}C_n + A_{22}D_n + A_{23}\bar{C}_{-n} + A_{24}\bar{D}_{-n} + A_{28}b_n] e^{in\varphi} + \sum_1^{\infty} A'_{28}b''_n e^{in\varphi} = \sum_0^{\infty} B_n e^{in\varphi}, \quad (3)$$

$$\sum_0^{\infty} [A_{31}C_n + A_{32}D_n + A_{33}\bar{C}_{-n} + A_{34}\bar{D}_{-n} + A_{38}b_n] e^{in\varphi} + \sum_1^{\infty} A'_{38}b''_n e^{in\varphi} = \sum_0^{\infty} E_n e^{in\varphi}, \quad (4)$$

$$\sum_0^{\infty} [A_{41}C_n + A_{42}D_n + A_{43}\bar{C}_{-n} + A_{44}\bar{D}_{-n}] e^{in\varphi} + \sum_1^{\infty} [A'_{46}a''_n + A'_{48}b''_n] e^{in\varphi} + A_{45}a'_1 + A_{47}b'_1 = \sum_0^{\infty} F_n e^{i(n+1)\varphi}, \quad (5)$$

$$\sum_0^{\infty} [A_{51}C_n + A_{52}D_n + A_{53}\bar{C}_{-n} + A_{54}\bar{D}_{-n} + A_{56}a_n] e^{in\varphi} + \sum_1^{\infty} A'_{56}a''_n e^{in\varphi} + A_{55}a'_1 = \sum_0^{\infty} H_n e^{in\varphi}, \quad (6)$$

$$\sum_0^{\infty} [A_{61}C_n + A_{62}D_n + A_{63}\bar{C}_{-n} + A_{64}\bar{D}_{-n} + A_{66}a_n] e^{in\varphi} + \sum_1^{\infty} A'_{66}a''_n e^{in\varphi} + A_{65}a'_1 = \sum_0^{\infty} G_n e^{in\varphi}; \quad (7)$$

$$\sum_0^{\infty} [A_{71}C_n + A_{72}D_n + A_{73}\bar{C}_{-n} + A_{74}\bar{D}_{-n} + A_{76}a_n + A_{78}b_n] e^{in\varphi} + A_{75}a'_1 + A_{77}b'_1 = \sum_0^{\infty} \bar{F}_{-n} e^{i(n-1)\varphi}, \quad (8)$$

სადაც მიღებულია აღნიშვნები:

$$K_n = -\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left[ P_0 e^{-2i\varphi} - \bar{P}_0 e^{2i\varphi} + \frac{1}{R} (Q_0 e^{-2i\varphi} - \bar{Q}_0 e^{2i\varphi}) \right]_{\theta=\theta_0} e^{in\varphi} d\varphi;$$

$$A_n = -\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} [2 T_0 + P_0 e^{-2i\varphi} + \bar{P}_0 e^{2i\varphi}]_{\theta=\theta_0} e^{in\varphi} d\varphi;$$



$$B_n = -\frac{I}{2\pi} \int_0^{2\pi} [2M_0 + Q_0 e^{-2i\varphi} + \bar{Q}_0 e^{2i\varphi}]_{\theta=\theta_0} e^{in\varphi} d\varphi;$$

$$E_n = -\frac{I}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left[ N_0 e^{-i\varphi} + \bar{N}_0 e^{i\varphi} - \frac{i}{R \sin \theta_0} \frac{\partial}{\partial \varphi} (Q_0 e^{-2i\varphi} - \bar{Q}_0 e^{2i\varphi}) \right]_{\theta=\theta_0} e^{in\varphi} d\varphi;$$

$$F_n = -\frac{I}{2\pi} \int_0^{2\pi} [u_0 + iv_0]_{\theta=\theta_1} e^{i(n+1)\varphi} d\varphi;$$

$$G_n = -\frac{I}{2\pi} \int_0^{2\pi} [W_0]_{\theta=\theta_1} e^{in\varphi} d\varphi;$$

$$H_n = -\frac{I}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left[ \frac{dW_0}{d\theta} \right]_{\theta=\theta_1} e^{in\varphi} d\varphi;$$

$A_{nn}$  ცნობილი სიდიდეებია და გამოსახებიან ხანკელის ფუნქციებით.

აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ სისტემა (1-6) დაწერილია მხოლოდ  $n = 0, +1, +2, \dots$  მნიშვნელობებისათვის, რადგანაც  $n = -1, -2, \dots$  მნიშვნელობების განხილვა ახალს არაფერს გვაძლევს.

გარსის ანგარიში სიმეტრიულ დატვირთვაზე

სიმეტრიული დატვირთვის შემთხვევაში სისტემის მარჯვენა მხარეზე მივიღებთ მხოლოდ თითო წევრს:

$K_0, A_0, B_0, E_0, F_0, G_0, H_0; K_n = A_n = B_n = E_n = F_n = G_n = H_n = 0,$   
როცა  $n > 0$ .

გარდა ამისა, რიგი კოეფიციენტებისა ნულის ტოლი ხდება. უცნობი მუდმივების განსაზღვრისათვის მივიღებთ შემდეგ სისტემას:

$$A_{11}C_0 + A_{12}D_0 + A_{13}\bar{C}_0 + A_{14}\bar{D}_0 + A_{15}a'_1 = A_0, \quad (1')$$

$$A_{21}C_0 + A_{22}D_0 + A_{23}\bar{C}_0 + A_{24}\bar{D}_0 = B_0, \quad (2')$$

$$A_{31}C_0 + A_{32}D_0 + A_{33}\bar{C}_0 + A_{34}\bar{D}_0 = E_0, \quad (3')$$

$$A_{41}C_0 + A_{42}D_0 + A_{43}\bar{C}_0 + A_{44}\bar{D}_0 + A_{45}a'_1 = F_0, \quad (4')$$

$$A_{51}C_0 + A_{52}D_0 + A_{53}\bar{C}_0 + A_{54}\bar{D}_0 + A_{55}a'_1 = H_0, \quad (5')$$

$$A_{61}C_0 + A_{62}D_0 + A_{63}\bar{C}_0 + A_{64}\bar{D}_0 + A_{65}a'_1 + A_{66}a_0 = G_0. \quad (6')$$

სისტემის ამოხსნის შემდეგ გვექნება

$$a'_1 = -\frac{(1+\mu)R}{4Eh} [\theta_0^2 A_0 - 2\theta_0 E_0]; \quad b'_1 = 0,$$

$$C_0 = \frac{1}{D_1} [b_0 k_2 + e_0 \bar{k}_1];$$

$$D_0 = \frac{1}{2 H_1^{(2)}(\lambda r_1)} [F_0' + H_0' - 2 H_1^{(1)}(\lambda r_1) C_0],$$

სადაც მიღებულია აღნიშვნები:

$$D_1 = k_1 k_2 - i \bar{k}_1 \bar{k}_2;$$

$$k_1 = (1 - \mu) H_1^{(2)}(\lambda r_0) - (1 + \mu) H_0^{(2)}(\lambda r_0)$$

$$- \frac{H_1^{(1)}(\lambda r_1)}{H_1^{(2)}(\lambda r_1)} [(1 - \mu) H_2^{(2)}(\lambda r_0) - (1 + \mu) H_0^{(2)}(\lambda r_0)];$$

$$k_2 = i H_1^{(1)}(\bar{\lambda} r_0) - i \frac{H_1^{(1)}(\bar{\lambda} r_1)}{H_1^{(2)}(\bar{\lambda} r_1)} H_1^{(2)}(\bar{\lambda} r_0);$$

$$b_0 = B_0' - [(1 - \mu) H_2^{(2)}(\lambda r_0) - (1 + \mu) H_0^{(2)}(\lambda r_0)] \frac{F_0' + H_0'}{2 H_1^{(2)}(\lambda r_1)} \\ + [(1 - \mu) H_2^{(2)}(\bar{\lambda} r_0) - (1 + \mu) H_0^{(2)}(\bar{\lambda} r_0)] \frac{H_0' - F_0'}{2 i H_1^{(2)}(\bar{\lambda} r_1)};$$

$$e_0 = E_0' + \frac{H_1^{(2)}(\lambda r_0)}{2 H_1^{(2)}(\lambda r_1)} (F_0' + H_0') - \frac{H_1^{(2)}(\bar{\lambda} r_0)}{2 H_1^{(2)}(\bar{\lambda} r_1)} (H_0' - F_0');$$

$$B_0' = \frac{R^2}{2 D i \nu} B_0; \quad E_0' = \frac{4 R^3}{D \sin \theta_0 \lambda^3} E_0;$$

$$F_0' = - \frac{\lambda}{2(1 + \mu)} \left[ F_0 + \frac{(1 + \mu) R (\theta_0^2 A_0 - 2 \theta_0 E_0)}{4 E h \theta_1} \right];$$

$$H_0' = - \frac{2}{\lambda} \left[ H_0 + \frac{(1 + \mu) R (\theta_0^2 A_0 - 2 \theta_0 E_0)}{4 E h \theta_1} \right].$$

$H_n^{(1)}(\bar{\lambda} r)$  აღნიშნავს შეუღლებულ სიდიდეს  $\overline{H_n^{(1)}(\bar{\lambda} r)}$ , ხოლო  $D$ —ცილინდრული სიხისტეა.

ვიციით რა  $C_0$  და  $D_0$ , (6') ტოლობიდან განვსაზღვრავთ:

$$a_0 = g_0 + \frac{(1 + \mu) R (\theta_0^2 A_0 - 2 \theta_0 E_0)}{4 E h} \lg \frac{\theta_1}{2} - H_0^{(1)}(\lambda r_1) C_0 - H_0^{(2)}(\lambda r_1) D_0 \\ - H_0^{(1)}(\bar{\lambda} r_1) \bar{C}_0 - H_0^{(2)}(\bar{\lambda} r_1) \bar{D}_0.$$

ამრიგად, განსაზღვრულია ყველა მუდმივი, გარდა  $b_0$ -სა, რომელიც შეგვიძლია მივიღოთ ნულის ტოლად, რადგანაც ა-ს შეცვლა მუდმივი სიდიდით არ ცვლის გარსის დაძაბულ მდგომარეობას.

ფურცელს კოეფიციენტების განსაზღვრა

კოეფიციენტების  $K_0, A_0, B_0, E_0, F_0, H_0, g_0$  განსაზღვრისათვის უნდა ვიცოდეთ  $W_0(z, \zeta)$ , რომელიც წარმოადგენს შემდეგი განტოლების კერძო ამოხსნას:

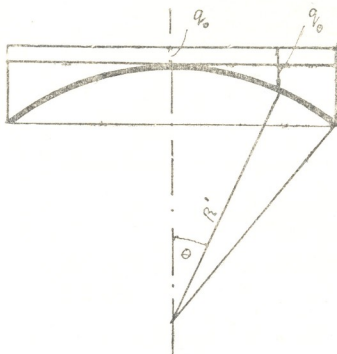
$$\frac{\partial^6 W}{\partial z^3 \partial \zeta^3} + \frac{12(1-\mu^2)R^2}{h^2} \frac{\partial^2 W}{\partial z \partial \zeta} = f(z, \zeta),$$

სადაც

$f(z, \zeta)$ —გარეშე დატვირთვის ფუნქციაა.

სიმეტრიული დატვირთვისათვის, რაც ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე, გვექნება

$$q_0 = q_0 + 2R' \frac{z\zeta}{1+z\zeta}.$$



ნახ. 2

იზოთერმული კოორდინატებისათვის:

$$Z = q_0 \frac{1-z\zeta}{1+z\zeta} + 2R' \frac{z\zeta(1-z\zeta)}{(1+z\zeta)^2},$$

$$X = q_0 \frac{z+\zeta}{1+z\zeta} + 2R' \frac{z\zeta(z+\zeta)}{(1+z\zeta)^2},$$

$$Y = q_0 \frac{z-\zeta}{(1+z\zeta)} + 2R' \frac{z\zeta(z-\zeta)}{(1+z\zeta)^2}.$$

$X, Y, Z$ —გარეშე დატვირთვის ვექტორის კომპონენტებია.

(9) განტოლების ამოხსნას ასეთი სახე აქვს:

$$W_0(z, \zeta) = \int_0^z dt \int_0^\zeta G(t, \tau, z, \zeta) f\left(\frac{t+\tau}{2}, \frac{t-\tau}{2i}\right) d\tau, \quad (10)$$

სადაც  $G(t, \tau, z, \zeta)$ —(9) განტოლების რიმანის ფუნქციაა. იგი ასე შეიძლება წარმოვადგინოთ:

$$G(t, \tau, z, \zeta) = \frac{1}{b_2} - \frac{1}{2b_2} [L_0[k_2(z-t)(\zeta-\tau)] + L_0[k_3(z-t)(\zeta-\tau)]];$$

სადაც

$$b_2 = \frac{12(1-\mu^2)R^2}{h^2}; \quad k_2 = i\sqrt{b_2}; \quad k_3 = -i\sqrt{b_2};$$

$$L_0(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(1)^k X^k}{k! \Gamma(k+1)}.$$

რომანის ფუნქციის განსაზღვრის შემდეგ ვიპოვიით (1) განტოლების კერძო ამონხნას:

$$W_0(\zeta) = A(\zeta)^7 + B(\zeta)^6 + C(\zeta)^5 + D(\zeta)^4 + E(\zeta)^3 + F(\zeta)^2 + G(\zeta),$$

სადაც აღნიშნლია, რომ

$$A = \frac{5R^4}{49Db_2}(1-\mu)(q_0 + 2R'); \quad B_0 = \frac{R^4}{36Db_2}(14q_0 + 18R');$$

$$C = -\frac{R^4}{Db_2} \left\{ \frac{180}{b_2} [(1-\mu)(q_0 + 2R')] + \frac{1}{25} [77R' + 20\mu q_0 + 13q_0 + 40\mu R'] \right\};$$

$$D = -\frac{R^4}{Db_2} \left\{ \frac{25}{b_2} [14q_0 + 18R'] + \frac{1}{16} [48q_0 + 36R' + 16\mu q_0 + 52\mu R' - \frac{10h^2}{3R^2}(q_0 + 4R')] \right\};$$

$$E = -\frac{R^4}{Db_2} \left\{ \frac{1}{9} [25q_0 - 10R' + 11\mu q_0 + 18\mu R' - \frac{h^2}{3R^2}(7q_0 - 62R')] - \frac{20000}{b_2^2} [(1-\mu)(q_0 + 2R')] - \frac{16}{b_2} [74R' + 20\mu q_0 + 13q_0 + 40\mu R'] \right\};$$

$$F = \frac{R^4}{4Db_2} \left\{ 2q_0 - 14R' - 2\mu q_0 + 6\mu R' - \frac{h^2}{3R^2}(6q_0 - 24R') + \frac{20400}{b_2^2} [14q_0 + 18R'] + \frac{36}{b_2} [48q_0 + 36R' + 16\mu q_0 + 52\mu R' - \frac{10h^2}{3R^2}(q_0 + 4R')] \right\};$$

$$G = \frac{R^4}{Db_2} \left\{ q_0 + 2R' + \mu q_0 - \frac{h^2}{3R^2}(2R' - q_0) - \frac{2592000}{b_2^2}(1-\mu)(q_0 + 2R') - \frac{4}{b_2^2} [42634R' + 1141\mu q_0 + 7463q_0 + 23022\mu R' - \frac{h^2}{3R^2}(3q_0 - 62R')] \right\},$$

თუ  $W_0(\zeta, \xi)$ -ის მნიშვნელობას ჩავსვავთ სითანადო ფორმულებში ([1], გვ. 257, 259, 260), მივიღებთ  $T_0, M_0, P_0, Q_0, N_0$ -ის მნიშვნელობებს და მათი საშუალებით განვსაზღვრავთ ფურიეს კოეფიციენტებს.

მაგალითი: მონაცემები ანგარიშისათვის:

$R$ —სფეროს რადიუსი—21 მ;

$h$ —გარსის სისქე—14 სმ;

$g_0$ —მუდმივი დატვირთვა—1000 კგ/მ<sup>2</sup>:

$$\theta_1 = 25^\circ; \quad \theta_0 = 15^\circ;$$

$E$ —ბეტონის დრეკადობის მოდული—200.000 კგ/სმ<sup>2</sup>;

$\nu$ —პუასონის კოეფიციენტი—0,15.

ასეთი გარსისათვის მივიღებთ:

$$C_0 = -[2,237\ 29991 - i\ 0,894538\ 968];$$

$$D_0 = 10^{-4}[2,29656464 + i\ 0,88811276];$$

$$a_0 = -0,1054478; \quad a'_1 = 0,014612378;$$

საყრდენ რგოლში მივიღებთ მაქსიმალურ ნორმალურ ძალვას და მომენტს

$$T = 151,1213\ \text{კგ};$$

$$M = 561,16\ \text{კგ სმ}.$$

შესაბამისი ძაბვები იქნება

$$\sigma_T = 10,79\ \text{კგ/სმ}^2;$$

$$\sigma_M = 17,178\ \text{კგ/სმ}^2.$$

ს. კიროვის სახელობის

საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 3.6.1958)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1954.
2. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. М.—Л., 1948.
3. А. Л. Гольденвейзер. Теория упругих тонких оболочек. М., 1953.
4. Г. Н. Ватсон. Теория бесселевых функций. М., 1949.

თ. ფაშალიშვილი

## ბეტონის კაზმის ვიბრობრუნვა

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ზაგრიევმა 10.6.1958)

1951 წელს ი. შტაერმანმა წამოაყენა ცემენტის ცომის ვიბროაქტივაციის ახალი მეთოდი. ამ მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ბეტონსარევეს მიეწოდება მალალსისშირის ვიბრატორის პაკეტებით ვიბროაქტივირებული ცემენტის რძე, რომელიც ირევა ბეტონის სხვა შემავსებლებთან ერთად. ცემენტის ცომზე ვიბროაქტივაციის გამოკვლევები ჩატარდა თბილისის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტში და თბილისის ჰიდროენერგეტიკისა და ნავებობათა სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში [1].

ამ გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, რომ ვიბროაქტივირებულ მჭიდებზე მომზადებული ბეტონის კაზმები იძლევიან შესაძლებლობას მივიღოთ მალალი სიმკვრივის ბეტონები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ხანგამძლეობას და მოცემული სიმტკიცის დაცვის დროს — ცემენტის მნიშვნელოვან ეკონომიას. მჭიდის ვიბროაქტივაციის მეთოდით მომზადებულ ბეტონის სიმტკიცე ჩვეულებრივად მომზადებულ ბეტონის სიმტკიცეს აღემატება დაახლოებით 30—50%-ით, ხოლო ბეტონის წყალგაუმტარებლობა და ყინულმდგრადობა მნიშვნელოვნათ უმჯობესდება [1].

ცემენტის პასტის ვიბროლარზე ვიბრაციის ეფექტურობის დადგენისათვის თბილისის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტში ჩატარებულ იქნა კვლევითი სამუშაოები. რომლებმაც გვიჩვენეს, რომ ლარულ ვიბრატორზე ვიბრაციის ოპტიმალური დრო 10 წუთის ტოლია, მაგრამ რადგანაც 5- და 10-წუთიან ვიბრირებულ ბეტონების სიმტკიცის შორის განსხვავება მცირეა, ავტორები მიზანშეწონილად თვლიან ვიბრაციის 5 წუთის განმავლობაში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სამშენებლო საქმის ინსტიტუტის შემდგომი გამოკვლევებით დადგენილ იქნა ცემენტის წებოს ვიბროაქტივაციის ოპტიმალური დრო სხვადასხვა წ/ც ფაქტორისათვის (0,18; 0,2; 0,22; 0,23), რაც ტოლია 5—10 წუთისა [5].

3. რეზინდერმა და ნ. მიხაილოვმა წამოაყენეს ბეტონის ახალი ტექნოლოგია, რომელიც მდგომარეობს ცემენტის ცომის აქტივაციაში ხსნარისა და ბეტონის კაზმის ვიბროარევის გზით მომზადების დროს. 1956—57 წ. განმავლობაში ამ ტექნოლოგიის დამუშავებაში მონაწილეობა მიიღეს სამეცნიერო-კვლევითმა ინსტიტუტმა — 200, სამშენებლო მასალების წვრილად დაფქვის საკავშირო სამეცნიერო კვლევითმა ინსტიტუტმა, თბილისის ნავებობათა და ჰიდროენერგეტიკის სამეცნიერო კვლევითმა ინსტიტუტმა, ლატვიის სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მშენებლობისა და არქიტექტურის ინსტიტუტმა და მექანიზაციისა და ორგანიზაციის საკავშირო სამეცნიერო კვლევითმა ინსტიტუტმა [2, 3, 4].

საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სამშენებლო საქმის ინსტიტუტის ლაბორატორიაში 1957 წ. ჩვენს მიერ ჩატარებულ იქნა ცდები ვიბროარევიტ ბეტონის კაზმის მომზადების ეფექტურობის დასადგენად. ცდები გაგრძელდა





1958 წ. მთავართბილმშენის ცენტრალურ და სპეცმშენის პოლიგონის ლაბორატორიებში.

დამზადებულ იქნა ხისტი კონსისტენციის მსუბუქი (პემზის) და მძიმე (ჩრემის და ლორღის) ბეტონის კაზმები ხელით და ვიბროარევის გზით. კაზმიდან მომზადდა 10×10×10 სმ ზომის კუბიკები სიმტკიცის მაჩვენებლების შესადარებლად.

სიმტკიცის მაჩვენებლების ანალიზის შემდეგ ჩანს, რომ ვიბრომაგიდაზე ვიბროარეული კაზმიდან დამზადებული კუბიკების სიმტკიცე 30% (მძიმე) — 40% (მსუბუქი) მეტია, ვიდრე ხელით არეულ კაზმიდან დამზადებული კუბიკების სიმტკიცე. კაზმის ვიბროარევის ხანგრძლივობა ტოლია 3—5 წუთისა.

აღსანიშნავია, რომ ვიბროარევის წესით ბეტონის მომზადების დროს, გარდა სიმტკიცის ზრდისა, შესამჩნევია ბეტონის კაზმის ადვილჩაწყობადობის ხარისხის ზრდა. ვიბროარევის დროს ხისტი ბეტონის კაზმი ხდება უფრო მოძრავი და ადვილადჩაწყობადი.

ანალოგიური ცდები ჩაატარეთ თბილისის ნაგებობათა და პიდროენერგეტიკის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ბეტონის ლაბორატორიაში ერთხის სისტემის 50-ლიტრიან იძულებით ამრევ უკუქმედ ბეტონსარევეში. ამ ამრევში თასის ბრუნვის სიჩქარე წუთში 10-ს უდრის, ხოლო ფრთების ბრუნვის სიჩქარე — 60 ბრუნვა წუთში.

ბეტონის კაზმი მომზადდა იმ შედგენილობით, რაც მოყვანილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

| ბეტონის შედგენილობის №№ | მძიმე ბეტონი  |            |         |          |         |     | მსუბუქი ბეტონი           |                         |                                  |   |                      |                        |         |     |     |      |
|-------------------------|---|------------|---------|----------|---------|-----|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|---|----------------------|------------------------|---------|-----|-----|------|
|                         | ბეტონის მარკა კვ/სმ <sup>3</sup>                      | ცემენტი კგ | სილა კგ | ლორღი კგ | წყალი ლ | წ/ც | კაზმის პლასტიურობა სმ-ით | ბეტონის შედგენილობის №№ | ბეტონის მარკა კვ/სმ <sup>3</sup> | ცემენტი კგ  | ტუფის სილა 0—5 მმ კგ | ტუფის ლორღი 5—20 მმ კგ | წყალი ლ | წ/ც |     |      |
| I                       | სწრაფგამაგრებადი რუსთავის წიდა-პორტლანდ-ცემენტი „500“ | 150        | 180     | 870      | 1180    | 110 | 0,61                     | 0                       | 2                                | სწრაფგამაგრებადი რუსთავის წიდა-პორტლანდ-ცემენტი „500“ | 75                   | 200                    | 415     | 415 | 170 | 0,85 |

შენიშვნა: ლორღი—ნამაზვანის საბადოს პორფირიტი, 5—20 მმ.  
ტუფი—არტიკის საბადოდან,  
სილა—ზღვის 0—5 მმ.

ბეტონის კაზმის მომზადება ხდებოდა შემდეგი თანმიმდევრობით: № 1 შედგენილობის ბეტონის კაზმი მომზადდა 4-წუთიანი და № 2 შედგენილობის 5-წუთიანი არევით. კაზმის მომზადების შემდეგ განსაზღვრული იქნა ახლად-მომზადებულ კაზმის პლასტიურობა და მოცულობითი წონა. დამზადებულ იქნა 10×10×10 სმ ზომის კუბიკები ვიბრომაგიდაზე ერთწუთიანი ვიბროდამუშავებით.

შემდგომ, ბეტონსარევეში მალახისწიროს ვიბრატორის — u—86 შეყვანით მომზადდა № 1 და № 2 შედგენილობიდან ბეტონის კაზმები. მსუბუქი ბეტონის (№ 2 შედგენილობის) ვიბრირების ხანგრძლივობა შეადგენდა 1,5—3—5 წუთს, ხოლო მძიმე ბეტონისა (№ 1 შედგენილობის) — 1,5—2,5—4 წუთს. არევის ყოველი პერიოდისათვის განსაზღვრული იყო როგორც კაზმის პლასტიკურობა, აგრეთვე მოცულობითი წონები. დამზადებულ იქნა ბეტონის კუბიკები ზომით 10×10×10 სმ მე-7 და 28-ე დღეზე გამოსაცდელად. კუბიკების დამზადება და შენახვა (საპაერო მშრალი შენახვა) ხდებოდა, როგორც წინათ დამზადებულ ნიმუშებისა. 7 და 28 დღის შენახვის შემდეგ კუბიკები გამოიცდა, 20 სმ გვერდის კუბიკებზე გადასვლით კუბიკების სიმტკიცის მაჩვენებლები მოცემულია მე-2 ცხრილში. მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ ბეტონის კაზმის ვიბრირების დროს მსუბუქი ბეტონის სიმტკიცე იზრდება 60%-ით, ხოლო მძიმე ბეტონისა — 40—50%-მდე.

სიმტკიცის ზრდის გარდა კაზმის ვიბრირება ხელს უწყობს ადვილჩაწყობად ბეტონის დამზადებას (ცხრილი 2).

კაზმის ვიბრირების გაზრდით ბეტონის ნარევის მოცულობითი წონა იცვლება, შესამჩნევია როგორც მძიმე, ისე მსუბუქი ბეტონის მოცულობითი წონის ზრდა (ცხრ. 2).

ცხრილი 2

| შედგენილობის №        | მაჩვენებლები   | ჩვეულებრივი არევა 4 წუთ. განმავლობა.   | კაზმის ვიბრირება |          |        |
|-----------------------|--|--|------------------|----------|--------|
|                       |  |  | 1,5 წუთი         | 2,5 წუთი | 4 წუთი |
| <b>მძიმე ბეტონი</b>   |  |  |                  |          |        |
| I                     | ა) სიმტკიცე 7 დღეზე კგ/სმ <sup>2</sup>                     | 100                                    | 140              | 150      | 150    |
|                       | ბ) " 28 დღეზე კგ/სმ <sup>2</sup>                           | 150                                    | 195              | 210      | 218    |
|                       | გ) ახალდამზადებული კაზმის მოცულობითი წონა ტ/მ <sup>3</sup> | 2,4                                    | 2,43             | 2,45     | 2,45   |
|                       | დ) კუბიკების მოცულობითი წონა 7 დღეზე ტ/მ <sup>3</sup>      | 2,25                                   | 2,25             | 2,27     | 2,30   |
|                       | ე) კუბიკების მოცულობითი წონა 28 დღეზე ტ/მ <sup>3</sup>     | 2,15                                   | 2,15             | 2,20     | 2,22   |
|                       | ვ) კაზმის მოძრაობა (პლასტიკურობა) სმ-ით                    | 0                                      | 0,5              | 1,0      | 1,0    |
| <b>მსუბუქი ბეტონი</b> |  |  |                  |          |        |
| 2                     | ა) სიმტკიცე 7 დღეზე კგ/სმ <sup>2</sup>                     | ჩვეულებრივი არევა 5 წუთის განმავლობაში | 1,5 წ.           | 3 წ.     | 5 წ.   |
|                       | ბ) " 28 დღეზე " "  | 50                                     | 75               | 80       | 88     |
|                       | გ) ახალდამზადებული კაზმის მოცულობითი წონა ტ/მ <sup>3</sup> | 80                                     | 110              | 114      | 125    |
|                       | დ) კუბიკების მოცულობითი წონა 7 დღეზე ტ/მ <sup>3</sup>      | 1,88                                   | 1,885            | 1,89     | 1,93   |
|                       | ე) " 28 დღეზე ტ/მ <sup>3</sup>                             | 1,65                                   | 1,72             | 1,733    | 1,82   |
|                       | ვ) " " "   | 1,6                                    | 1,66             | 1,68     | 1,75   |

ანალოგიური ცდები ჩავატარეთ ტრესტ საქშახტმშენის ახალციხისა და შიშენის სამშენებლო სამმართველოს ტერიტორიაზე. ჩვენ მიერ წამოყენებული წინადადების გასასინჯათ წარმოების პირობებში ს—355 სერის ბეტონსარევეში ხისტი კონსისტენციის 150 და 300 მარკის ბეტონების ვიბრირების მეთოდით მომზადების დროს ბეტონმრევის დოლი ბრუნავს 6,73 ბრ./წუთში, ხოლო ამრევი ფრთები — 31 ბრ./წუთში.

წარმოების პირობებში საცდელი გამოკვლევების ჩატარებისათვის გამოყენებულ იქნა მაღალი სიხშირის შინაგანი ვიბრატორები u—50, 5200 რხევითი



სისწორე წუთში 1 ცალისა და u—22, 2840 რხევა/წუთში 2 ცალის რაოდენობით. ვიბრატორები ჩამოვკიდეთ სპეციალურ კრონშტეინებზე და მათი ბეტონ-სარევეში ჩაშვების სიღრმის ფიქსაციას ვახდენდით კრონშტეინების საშუალებით.

სიმტკიცის მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის ბეტონის ნარევისაგან მომზალდა კუბიკები 20×20×20 სმ და 15×15×15 სმ (შედგენილობა იხ. ცხრ. 3). 15 სმ წიბოიან კუბიკების სიმტკიცეთა მაჩვენებლები გადაანგარიშებულია 20 სმ წიბოს კუბიკების სიმტკიცეზე.

ბეტონის კაშმების შედგენილობა ნაჩვენებია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

| №№ რიგზე | ბეტონის მარკა კგ/სმ <sup>3</sup> | ცემენტის სახეობა და მარკა | 1 კმ ბეტონის მოსამზადებლად საჭირო მასალის ხარჯი |                         |                         |                         |      |                        | შენიშვნა                        |
|----------|----------------------------------|---------------------------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------|------------------------|---------------------------------|
|          |                                  |                           | ცემენტი კგ                                      | ლორღი, ლ/მ <sup>3</sup> | ქვიშა, ლ/მ <sup>3</sup> | წყალი, ლ/მ <sup>3</sup> | წ/ც  | კაშმის პლასტიკურობა სმ |                                 |
| 1        | 150                              | რუსთავის „500“            | 261   | 1023                    | 537                     | 168                     | 0,64 | 0                      | ცემენტის ჩვეულებრივი ხარჯი      |
| 2        | 300                              | „                         | 360   | 1009                    | 468                     | 131                     | 0,38 | 0                      |                                 |
| 3        | 150                              | რუსთავის „500“            | 183   | 1061                    | 556                     | 117                     | 0,64 | 0                      | ცემენტის შემცირებული ხარჯი 30 % |
| 4        | 300                              | „                         | 252   | 1061                    | 494                     | 96                      | 0,38 | 0                      |                                 |

შენიშვნა: ლორღი—მდ. ფოცხოვჩაის კარიერიდან ზომით 5—60 მმ.

ქვიშა—მდ. ფოცხოვჩაის კარიერიდან ზომით 0—5 მმ.

ცემენტი—ჩქარშემცვრადი რუსთავის წიდაპორტლანდცემენტი „500“

ქვემოთ მოყვანილ მე-4 ცხრილში ნაჩვენებია ბეტონის სიმტკიცისა და პლასტიკურობის მაჩვენებლები.

ცხრილი 4

| №№ რიგზე | კაშმის არევის ხანგრძლივობა წუთობით | კაშმის პლასტიკურობა, სმ | ბეტონის საორთქლო მარკა, კგ/სმ <sup>3</sup> | კუბიკების მოცულობა დღეებით | კუბიკების ნამდვილი სიმტკიცე, კგ/სმ <sup>2</sup> | შენიშვნა  |
|----------|------------------------------------|-------------------------|--|----------------------------|---|---|
| 1        | 3                                  |                         |  | 1 დ.ვ.კ.                   | 47  | ბეტონის ჩვეულებრივი არევა 1 კმ კაშმზე 261 კგ ცემენტის ხარჯვით                         |
| 2        | 3                                  |                         |  | 3 დ.ვ.კ.                   | 83  |   |
| 3        | 3                                  |                         | 150  | 7 დ.ვ.კ.                   | 119   |   |
| 4        | 3                                  |                         |  | 28 დ.ვ.კ.                  | 157   | ბეტონის ვიბრირება 1 კმ კაშმზე 261 კგ ცემენტის ხარჯვით                                 |
| 1        | 3                                  |                         |  | 1 დ.ვ.კ.                   | 73  |   |
| 2        | 3                                  |                         |  | 3 დ.ვ.კ.                   | 128   |   |
| 3        | 3                                  | 1,5 სმ                  | 150  | 7 დ.ვ.კ.                   | 167   | ბეტონის ვიბრირება ცემენტის ხარჯის 30% შემცირებით. 1 კმ კაშმზე 183 კგ ცემენტის ხარჯვით |
| 4        | 3                                  |                         |  | 28 დ.ვ.კ.                  | 220   |   |
| 1        | 3                                  |                         |  | 3 დ.ვ.კ.                   | 69  |   |
| 2        | 3                                  |                         |  | 3 დ.ვ.კ.                   | 99  | ბეტონის ჩვეულებრივი არევა 1 კმ კაშმზე 360 კგ ცემენტის ხარჯვით                         |
| 3        | 3                                  | 1,5 სმ                  | 150  | 7 დ.ვ.კ.                   | 142   |   |
| 4        | 3                                  |                         |  | 28 დ.ვ.კ.                  | 185   |   |
| 1        | 3                                  |                         |  | 3 დ.ვ.კ.                   | 206   | ბეტონის ჩვეულებრივი არევა 1 კმ კაშმზე 360 კგ ცემენტის ხარჯვით                         |
| 2        | 3                                  |                         | 300  | 7 დ.ვ.კ.                   | 235   |   |
| 3        | 3                                  |                         |  | 28 დ.ვ.კ.                  | 290   |   |
| 1        | 3                                  |                         |  | 3 დ.ვ.კ.                   | 280   | ბეტონის ვიბრირება 1 კმ კაშმზე 360 კგ ცემენტის ხარჯვით                                 |
| 2        | 3                                  | 0,5 სმ                  | 300  | 7 დ.ვ.კ.                   | 330   |   |
| 3        | 3                                  |                         |  | 28 დ.ვ.კ.                  | 440   |   |
| 1        | 3                                  |                         |  | 3 დ.ვ.კ.                   | 198   | ბეტონის ვიბრირება ცემენტის ხარჯის 30% შემცირებით. 1 კმ კაშმზე 252 კგ ცემენტის ხარჯვით |
| 2        | 3                                  | 0,5 სმ                  | 300  | 7 დ.ვ.კ.                   | 287   |   |
| 3        | 3                                  |                         |  | 28 დ.ვ.კ.                  | 375   |   |

ბეტონის კაზმის ვიბროარევის გზით მომზადების დროს ცემენტის ნაწილაკები ვანიცდიან დისპერგაციას. ბეტონის ვიბროარევის პროცესის დროს გამოიყოფა ჰიდრატირებული ნაწილაკები, რომლებიც სცილდებიან ძირითად მასას, ამასთან ერთად შიშვლდებიან ახალი უფრო ღრმა არაჰიდრატირებული ცემენტის ნაწილაკები, რომლებიც შედიან წყალთან კონტაქტში.

განსაკუთრებით ეფექტურია ვიბროარევა ხისტი კაზმების და მცირე წ/ც ფაქტორიან კაზმების მომზადებისას, აგრეთვე ხანდაზმული ცემენტების გამოყენების დროს, რომელთა აქტიურობა დაცემულია.

ვიბროარევის წესით კაზმის მომზადების დროს შესაძლოა გაზრდილ იქნეს ბეტონის სიმტკიცე ან მიღწეულ იქნეს ცემენტის ხარჯის ეკონომია.

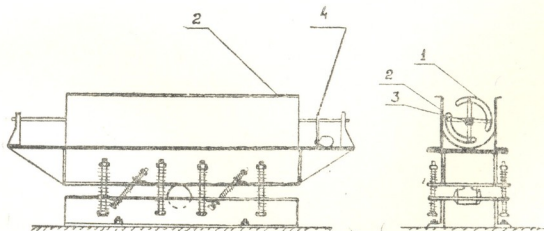
ბეტონის მომზადების ასეთი მეთოდი დანერგილია წარმოებაში ახალციხ-შახტმშენის ტერიტორიაზე ცემენტის ხარჯვის 30%-ით შემცირებით.

ასეთი ხერხით ბეტონის მომზადება მიზანშეწონილია თასისებურ იძულებით ამრევეებში თასისა და ამრევე ფრთების საწინააღმდეგო ბრუნვით ს—355—500-ლიტრიან, ს—371—250 ლ. და ს—356—1000-ლიტრიან ბეტონსარევეებში, რაც საშუალებას მოგვცემს გავზარდოთ ბეტონის სიმტკიცე ან გავწიოთ ცემენტის ეკონომია.

ჩვენ მიერ ჩატარებულ იქნა გამოკვლევები და დადგენილ იქნა ბეტონის სიმტკიცესა და კაზმის არევის ხანგრძლივობას შორის დამოკიდებულება. როგორც მსუბუქი, ისე მძიმე ბეტონის ოპტიმალური არევის ხანგრძლივობა ტოლია 5—7 წუთისა, რომლის დროსაც შესაძლოა გაზრდილ იქნეს ბეტონის სიმტკიცე 20—30%-ით [6].

ვიბროარევის ხერხით კაზმის მომზადების დროს ოპტიმალური არევის ხანგრძლივობა მცირდება. ბეტონის სიმტკიცისა და დანადგარის მწარმოებლობის ზრდა შესაძლოა მიღწეულ იქნეს ახალი ბეტონსარევის შექმნით, სადაც გაერთიანებულ იქნება მასის როგორც იძულებითი, ისე ვიბროარევა.

ჩვენ მიერ წარმოდგენილია ვიბრობეტონსარევის პრინციპული სქემა, სადაც კაზმის არევა ხდება იძულებითი ფრთებით (1) მთელი მანქანის ვიბრაციის დროს (ფიგ. 1). მანქანა შეიძლება დამზადდეს როგორც ციკლური, ისე უწყვეტი მოქმედების პრინციპზე.



ფიგ. 1

ამრევი წარმოადგენს ვარცლისებური (2) ფორმის ბეტონსარევეს, რომელიც გადის ცენტრალური ლილვი (3) პერიოდული, იძულებითი ამრევი ფრთებით (1). ლილვს ბრუნვითი მოძრაობა გადაეცემა ჯაჭვურ ან სოლღვედური (4) გადაცემით ლილვის 17—19 ბრუნვით წუთში.



უწყვეტი მოქმედების ბეტონსარევეში კაზმის ჩატვირთვა მოხდება ვარცხლი-  
სებური ფორმის ამრევის ერთი ბოლოდან, ხოლო განტვირთვა ხდება მეორე-  
დან. ამასთან ვიბრაციას შეიძლება მიეცეს ისეთი მიმართულება, რომ გარდა-  
ვერტიკალური იმპულსებისა, წარმოიშვას ჰორიზონტული იმპულსებიც, ბე-  
ტონსარევეში კაზმის გადაადგილების (მოძრაობის) შემხვედრი მიმართულებით.  
ამ დროს შესაძლოა კაზმი დავტოვოთ ბეტონსარევეში უფრო დიდ ხანს და ამით-  
მივალწიოთ ვიბრობეტონსარევეში კაზმის არევის ოპტიმალურ ხანგრძლივობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუყვია 30.6.1958)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Ю. Я. Ш та е р м а н. Виброактивация цемента. Тбилиси, 1957.
2. П. А. Ребиндер. Вибропомол—наиболее эффективный современный метод измельчения. „Строительные материалы, изделия и конструкции“, № 1, 1956.
3. П. А. Ребиндер. Современные проблемы коллоидной химии. Тезисы докладов четвертой Всесоюзной конференции по коллоидной химии. Изд. АН СССР. Москва, 1958.
4. Н. В. Михайлов. К физико-химической теории бетона. Тезисы докладов четвертой Всесоюзной конференции по коллоидной химии. Изд. АН СССР. Москва, 1958.
5. А. З. Татишвили. Повышение активности Руставского шлакопортландцемента методом виброактивации. Сообщения АН ГССР, т. XX, № 4, 1958.
6. Т. Н. Пашалишвили. Влияние продолжительности перемешивания бетонной смеси на прочность бетона. Сообщения АН ГССР, т. XVIII, № 4, 1957.

## მეტალურგია

მ. თაბაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და  
 ვ. შირცხალაიშვილი

ნახშირბადის მაღალი შემცველობის ბავლენა რკინა-ქრომ-  
 მანგანუმის სისტემის აუსტენიტურ არეში

მრავალი შრომაა მიძღვნილი რკინა-ქრომ-მანგანუმის სამმაგი სისტემის მდგომარეობის დიაგრამის კვლევისადმი. 30%Cr-ისა და 40%Mn-ის შემცველი რკინა-ქრომ-მანგანუმის სამმაგი სისტემის მდგომარეობის პირველი დიაგრამა მოგვცა კესტერმა [1]. შმიდტმა და ლეგატმა [2] გამოიკვლიეს ამ სისტემის რკინის კუთხე 31%Cr და 35%Mn-მდე. ბურჯესმა და ფორჯენგმა [3] ტექნიკური სისუფთავის შენადნობებზე შეისწავლეს იგივე სამმაგი სისტემა 50%Cr და 60%Cr-ის შეცულობამდე. ეს უკანასკნელი ნაშრომი გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს, რამდენადაც მასში მოცემულია ამ სისტემის ფაზური უბნების განაწილება ნელა გაცივებულ და 1000 და 650°C-დან ნაწრობ შენადნობებში.

ბურჯესისა და ფორჯენგის მიერ აგებულ დიაგრამებში უკვე ასახულია  $\sigma$ -ფაზური არე.

მეტად საინტერესოა ა. გრიგორიევის გამოკვლევები ნ. გრუზდევასა და დ. კუდრიავცევთან ერთად [4, 5, 6, 7, 8], სადაც განსაკუთრებით გარკვევით არის ასახული რკინა-ქრომ-მანგანუმის სამმაგი სისტემის ფაზური ხასიათი.

როგორც ზემოთ ჩამოთვლილი შრომებიდან ჩანს, რკინა-ქრომ-მანგანუმის სამმაგი სისტემის აუსტენიტური არე შემოფარგლულია რკინა-მანგანუმის ორმაგი სისტემის გვერდის თითქმის პარალელური ხაზით, რომელიც გადის დაახლოებით 15%Cr-ის შეცულობის ადგილას. ამგვარად, ამ სისტემაში, მიუხედავად მანგანუმის მაღალი კონცენტრაციისა (10—40%), ქრომის ფერიტწარმომქმნელი მოქმედება ვლინდება მისი უკვე 15%-ის შეცულობისას.

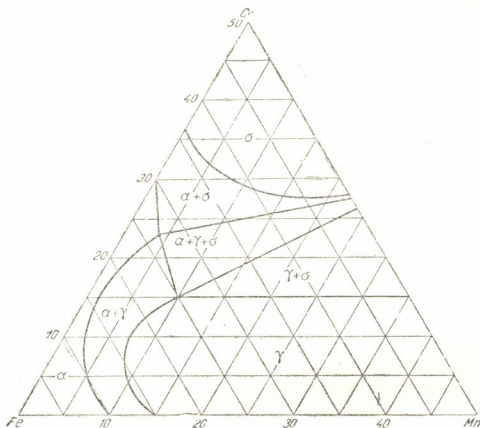
მიუხედავად იმისა, რომ დღეისათვის არსებობს ზემოთ ხსენებული სისტემის ფაზური სურათის სრულად ამსახველი დიაგრამები, ამ სტატიაში დასმული საკითხის გაშუქების მიზნით ჩვენ მოგვყავს ბურჯესისა და ფორჯენგის დიაგრამა (ფიგ. 1), როგორც უფრო თვალსაჩინო და მოსახერხებელი.

ფიგ. 1-ზე მოყვანილი დიაგრამა იძლევა რკინა-ქრომ-მანგანუმის სისტემის ფაზურ არეთა განაწილებას 650°C ტემპერატურაზე, რომელიც, ა. გრიგორიევის აზრით [4], უცვლელი რჩება ოთახის ტემპერატურამდე აუსტენიტური არის ხასიათისა და სახდერის თითქმის შეუცვლელად (თუ არ ვიგულისხმებთ, რომ დაახლოებით 250°C ტემპერატურაზე ქვევით აუსტენიტის განიციდის E—ფაზურ გარდაქმნას). ყოველ შემთხვევაში, 550°C ტემპერატურამდე (550°C ტემპერატურა შეესაბამება ამ სტატიაში მოყვანილ ჩვენ მიერ შესწავლილი სისტემის იზოთერმულ ქრილს) ამ ფაქტს ნამდვილად არა აქვს არსებითი მნიშვნელობა.

ჩვენ მიერ შესწავლილია რკინა-ქრომ-მანგანუმის სისტემა ქრომის 25 და მანგანუმის 20%-მდე შეცულობით, ნახშირბადის 2,2—2,4% და სილიციუმის

2,3—2,5%-მდე მუდმივი შეცულობით. წყალში ნაწრთობი შენადნობების სტრუქტურის, შლიფიდან რენტგენული სურათების გადაღების, მაგნიტურობისა და სისალის საფუძველზე და ამასთან ერთად დილატომეტრული ანალიზით აგებულია იზოთერმული ჭრილები 20, 550, 700, 800, 900 და 1000°C ტემპერატურებზე.

ფიგ.2-ზე მოყვანილია ჩვენ მიერ შესწავლილი სისტემის იზოთერმული ჭრილის დიაგრამა 550°C ტემპერატურაზე, სადაც მიღებულია ფაზათა შემდეგი აღნიშვნები: A—აუსტენიტი, F—ფერიტი, Γ—გრაფიტი, K<sub>1</sub>—Fe<sub>3</sub>C-ს ტიპის კარბიდი, K<sub>2</sub>—Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>-ის ტიპის კარბიდი, K<sub>3</sub>—Cr<sub>23</sub>C<sub>6</sub>-ის ტიპის კარბიდი, σ—სიგმა ფაზა.



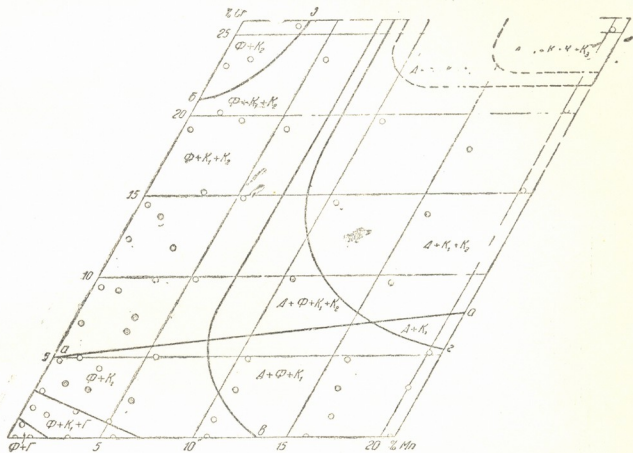
ფიგ. 1. ფაზურ არეთა განაწილება 650°C-ზე რკინა-ქრომ-მანგანუმიან სისტემაში

ფიგ. 1-სა და მე-2-ზე ნაჩვენებია დიაგრამების შედარებით და ა. გრიგორიევის მონაცემებიდან ჩანს, რომ აუსტენიტური არე მკვეთრად არის გადაადგილებული ქრომის შედარებით მაღალი კონცენტრაციებისაკენ და ჩვენს შემთხვევაში მოიცავს შენადნობებს 23—25% Cr-ის შეცულობით, რკინა-ქრომ-მანგანუმის სამმაგ სისტემაში კი აუსტენიტური არე მოიცავს შენადნობებს ქრომის შეცულობით არა უმეტეს 15%-ისა და ა. გრიგორიევის [4] მიერ აგებულ ჭრილებში მანგანუმის 16 და 22% შეცულობისას იგი არ ფართოვდება ქრომის მაღალი კონცენტრაციებისაკენ, შენადნობის სოლიდუსის ხაზის ტემპერატურამდე გახურების დროს.

ჩვენ მიერ შესწავლილი სისტემის მცირექრომიანი შენადნობების (Cr 6—8%-მდე და Mn 15-დან 20%-მდე) აუსტენიტი 675—700° ტემპერატურებიდან დაწყებული ნაწილობრივ იშლება პერლიტად (დილატომეტრული ანალიზის მონაცემების მიხედვით), მაშინ როდესაც ქრომისა და მანგანუმის იმავე კონცენტრაციით შემცველი რკინა-ქრომ-მანგანუმის სამმაგი სისტემის აუსტენიტი არ გახივდის პერლიტად დაშლას (ფიგ. 1 და 2).

არქივული  
2018 წელი  
1-4 კვარტალი

რკინა-ქრომ-მანგანუმის სამმაგი სისტემისა და ნახშირბადის მაღალი შეცულობის მქონე რკინა-ქრომ-მანგანუმის სისტემის აუსტენიტურ არეებს შორის განსხვავება შეუძლებელია ახსნას მხოლოდ ნახშირბადის მიერ აუსტენიტური არის გაფართოების უნარით. იმ დროს, როდესაც შესწავლილი სისტემის კომპონენტებთან ნახშირბადის ურთიერთქმედებით, ე. ი. ქრომთან, მანგანუმთან და რკინასთან ნახშირბადის მიერ კარბიდების წარმოქმნის უნარიანობით შესაძლებელია დამაკმაყოფილებლად იქნეს ახსნილი ამ განსხვავების მიზეზი.



ფიგ. 2. შესწავლილი სისტემის იზოთერმული ჭრილი 550°C-ზე

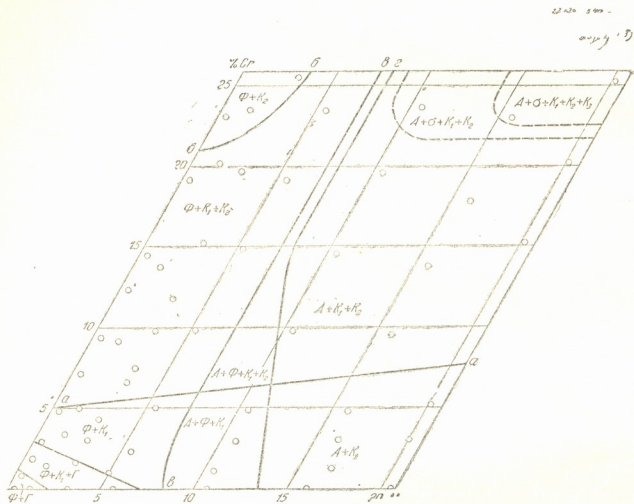
მციოქრომიანი შენადნობების ცემენტებში (6—8%-მდე Cr და 15—20%-მდე Mn) ისევე იხსნება მანგანუმი, როგორც ქრომი, მაგრამ, ვინაიდან ეს შენადნობები გაცილებით უფრო მეტ მანგანუმს შეიცავენ, ვიდრე ქრომს, ამიტომ ცემენტები ძირითადად მანგანუმით მდიდრდება. ბუნებრივია, რომ აღნიშნულ შენადნობებში ცემენტის მანგანუმით გააძლიერება იწვევს აუსტენიტის მანგანუმით გაღარიბებას და მის დაშლას 675—700°C ტემპერატურის ქვევით, რაც გამოსახულია 550<sup>0</sup>-იანი იზოთერმული ჭრილის დიაგრამაზე (ფიგ. 2), რკინა-მანგანუმის ორმაგი სისტემის შესაბამისი გვერდიდან აუსტენიტური არის საზღვრის დამორებით.

6—8%-დან 23—25%-მდე ქრომის შემცველი მაღალქრომიანი შენადნობების სტრუქტურაში მანგანუმის 15—20%-ის შეცულობისას აღინიშნება ორი ტიპის კარბიდის  $Fe_3C$ -სა და  $Cr_7C_3$ -ის არსებობა. აღსანიშნავია, რომ ქრომის კონცენტრაციის ზრდა იწვევს  $Cr_7C_3$ -ის რაოდენობის გაზრდას.  $Fe_3C$ -ს ტიპის კარბიდებში ქრომის რაოდენობა საგრძნობლად იზრდება, ვინაიდან იგი მატულობს შენადნობებში იმის მხედველობაში მიუღებლადაც კი, რომ ქრომს ნახ-





შირბადისადმი უფრო მეტი მიდრეკილება ახასიათებს, ვიდრე მანგანუმს, ხოლო  $\text{Cr}_7\text{C}_5$ -ის ტიპის კარბიდებში ქრომი წარმოადგენს მთავარ ელემენტს. აღნიშნული მიზეზის გამო ხდება ლითონური ფუძის ქრომით გაღარიბება და ამიტომ ცირდება ქრომის ფერიტის წარმოქმნის უნარი, რაც ქრომით მდიდარ შენადნობებში იწვევს აუსტენიტური არის გაფართოებას (ფიგ. 2).

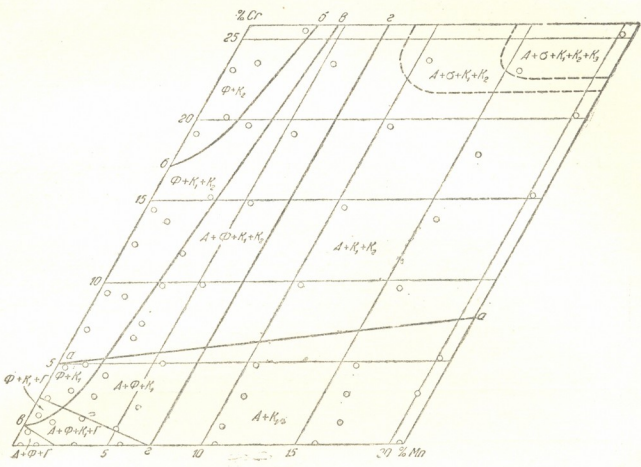


ფიგ. 3. შესწავლილი სისტემის იზოთერმული კრილი 700°C-ზე

$\text{Cr}_7\text{C}_3$  კარბიდში ელემენტების სტექიომეტრიული შეფარდებიდან და ქრომისა და ნახშირბადის ატომური წონებიდან გამომდინარე უბრალო ანგარიში გვაძლევს, რომ ნახშირბადის 1 წონითი ერთეული იწვევს ქრომის 10,1 წონითი ერთეულის აბმას.

თუ დავუშვებთ, რომ 25%Cr და 15—20%Mn-ის კონცენტრაციის შემთხვევაში შენადნობში შემავალი ნახშირბადის მხოლოდ ნახევარია აბმული, ე. ი. 1,2%, და, გარდა ამისა, დავუშვებთ მხოლოდ  $\text{Cr}_7\text{C}_3$ -ის ტიპის კარბიდის წარმოქმნას, მასში რკინისა და მანგანუმის გახსნის გარეშე, მაშინ, როგორც გამოთვლა გვიჩვენებს, ლითონურ ფუძეში ქრომის რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 12,88%-ს. მაშასადამე, ქრომის კონცენტრაციის მიხედვით ასეთი ლითონური ფუძე იქნება რკინა-ქრომ-მანგანუმის სამმაგი სისტემის იმ შენადნობის შესაბამისი, რომელიც მდებარეობს ფიგ. 1-ზე მოყვანილ დიაგრამის აუსტენიტურ არეში, იმ შემთხვევაშიც კი, თუ უგულვებელყოფილ იქნება ფუძეში გახსნილი 1,2% ნახშირბადის, როგორც აუსტენიტური არის გამფართოებელი ელემენტის, გავლენა.

მხოლოდ პროცესის არის ილუსტრაციის მიზნით ჩვენ მიერ გაკეთებულ დაშვებათა ნაწილობრივად დამამტკიცებლად შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს ქრომიანი ფოლადების კარბიდულ ნალექთა ანალიზების მონაცემები [9]. ქვე-



ფიგ. 4. შესწავლილი სისტემის იზოთერმული ჭრილი 800°C-ზე

მით მოყვანილია აღნიშნული ნაშრომიდან აღებული სამი ტიპის ფოლადების კარბიდულ ნალექთა ანალიზების შედეგები:

1. 0,79% C-სა და 4,47% Cr-ის შემცველი ფოლადისათვის  $(Cr, Mn, Fe)_7C_3$  და  $(Fe, Mn, Cr)_3C$  კარბიდების ნარევის შემცველ ნალექში ქრომის რაოდენობა 45%-ს აღწევს;
2. 0,81% C და 6,60% Cr-იანი ფოლადისათვის  $(Cr, Mn, Fe)_7C_3$  კარბიდის ნალექში ქრომის რაოდენობა ტოლია 53%-ისა;
3. 0,78% C და 18% Cr-იანი ფოლადისათვის  $(Cr, Mn, Fe)_{23}C_6$  კარბიდის ნალექში ქრომის რაოდენობა 64%-ს აღწევს.

ფიგ. 3-ზე და 4-ზე მოყვანილია შესწავლილი სისტემის იზოთერმული კვეთები 700 და 800° ტემპერატურებზე, საიდანაც ჩანს, რომ ტემპერატურის ზრდა იწვევს აუსტენიტური არის გაფართოებას მანგანუმის მცირე კონცენტრაციის მქონე შენადნობთა მხარისაკენ, ხოლო 6—8%-მდე Cr-ისა და 15—20% Mn-ის შემცველი შენადნობები — 700°C-ზე აღებული იზოთერმული ჭრილიდან დაწყებული იღებენ ერთფაზოვან აუსტენიტურ ფუძეს.

ჩვენი თვალსაზრისი რკინა-ქრომ-მანგანუმის სამმაგი სისტემისა და ნახშირბადის მაღალი რაოდენობის შემცველ რკინა-ქრომ-მანგანუმის სისტემის აუსტენიტურ არეთა განსხვავების მიზეზის შესახებ შესაძლოა გავრცელდეს იმ სამმაგ სისტემებზე, რომელნიც ი. კოჩინოვის [10] მიხედვით იღლევიან



განსაზღვრული ხსნადობის მქონე აუსტენიტური კლასის სამმაგ მყარ ხსნარებში ამ სამმაგ სისტემებში ქრომის მაგივრად შეიძლება აღებულ იქნეს  $\alpha$ -რკინაში განსაზღვრულად ან განუსაზღვრელად ხსნადი და  $\gamma$ -რკინაში განსაზღვრულად ხსნადი ნებისმიერი კარბიდის წარმომქმნელი ელემენტი (W, Mo, V, Zr, Nb, Ti), ხოლო მანგანუმის მაგივრად —  $\gamma$ -რკინასთან განუსაზღვრელი მყარი ხსნარების წარმომქმნელი ელემენტი (Ni, Co, Rh, Pd, Ir, Pt), ან  $\gamma$ -რკინასთან ჩაკეტილი მყარი ხსნარების წარმომქმნელი მანგანუმის ტიპის ელემენტი (Os, Ru).

ცხრილში მოყვანილია სამმაგი სისტემები, ი. კორნილოვის კლასიფიკაციის გათვალისწინებით, რომლებშიც სტრუქტურაში კარბიდის წარმომქმნისათვის საჭირო რაოდენობის ნახშირბადმა შესაძლოა გამოიწვიოს აუსტენიტური არის ხასიათის ზემოთ აღწერილი ცვლილება.

აქ საჭიროა აღინიშნოს, რომ განსაზღვრული სამმაგი მყარი ხსნარების მქონე მოყვანილ სამმაგი სისტემების რიგში რკინა-ქრომ-მანგანუმის სისტემას უკავია განსაკუთრებული ადგილი.

ამ სისტემის ორ ელემენტს — მანგანუმსა და ქრომს, რკინასთან შედარებით, ახასიათებს კარბიდის წარმოქმნის უფრო მეტი უნარი, რის თქმაც არ შეიძლება 1 ცხრილში მოყვანილი სისტემების იმ ელემენტების შესახებ (Ni, Co, Rh, Pd, Ir, Pt, Os, Ru), რომლებითაც შეცვლილია მანგანუმი.

(ცხრილი

სამმაგი სისტემების აუსტენიტური კლასის განსაზღვრული სამმაგი მყარი ხსნარები

| I ჯგუფი* „ბ“ ქვეჯგუფი                                   | II ჯგუფი*           | III ჯგუფი**  |
|---|---------------------|--|
| Fe—Ni—Ti<br>Fe—Ni—Nb<br>Fe—Ni—Mo<br>Fe—Ni—W<br>Fe—Ni—Zr | Fe—Ni—Cr<br>Fe—Ni—V | Fe—Mn—Cr<br>Fe—Mn—V<br>Fe—Mn—Mo<br>Fe—Mn—Ti<br>Fe—Mn—Nb<br>Fe—Mn—W<br>Fe—Mn—Zr |

\* ამდენივე სისტემა შეიძლება შედგენილ იქნეს შემდეგი ლითონებისათვის: Co, Rh, Pd, Ir, Pt, თუ ნიკელი შეცვლილ იქნება ყველა ამათანით.

\*\* ამდენივე სისტემა შეიძლება შედგენილ იქნეს, თუ მანგანუმს შეეცვლით Os და Ru-ით.

## დასკვნები

1. ნახშირბადის მაღალი შეცულობის მქონე რკინა-ქრომ-მანგანუმის სისტემის აუსტენიტური არის ფავარტობა ქრომის მაღალი კონცენტრაციებისაკენ შესაძლოა მიეწიროს ქრომიანი კარბიდების დიდი რაოდენობის არსებობას, რომელთა წარმოქმნა იწვევს ლითონური ფუძის ქრომიტ გაღარიბებას იმ კონცენტრაციამდე, რომელნიც დასაშვებს ხდიან აუსტენიტის წარმოქმნას.

2. ქრომის 6—8%-მდე და მანგანუმის 15-დან 20%-მდე შეცულობის მქონე შესწავლილ სისტემაში აუსტენიტის ნაწილობრივი დაშლა 675—700°C ტემპურაატურაზე ქვევით შესაძლოა ახსნილ იქნეს მანგანუმისაგან ფუძის გაღარიბებით მის მიერ ცემენტიტის გამდიდრების ხარჯზე.

3. ნახშირბადი აფართოებს რკინა-ქრომ-მანგანუმის სამმაგი სისტემის აუსტენიტურ არეს. მაგრამ, უნახშირბადო სისტემასთან შედარებით, აუსტენი-

ეროვნული  
ბიბლიოთეკა

ტური არის ხასიათი შეიცვლება შენადნობების სტრუქტურაში თავისუფალი კარბიდების წარმოქმნასთან ერთად.

4. რკინა-ქრომ-მანგანუმის სისტემის აუსტენიტურ არეზე ნახშირბადის გავლენის შესახებ გაკეთებული დასკვნები შესაძლოა გავრცელდეს გარკვეული შეზღუდვით სხვა სამმაგ სისტემებზედაც, რომელნიც წარმოქმნიან აუსტენიტის განსაზღვრულ სამმაგ მყარ ხსნარებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
მეტალურგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 9.4.1958)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. W. Küster. Arch. Eisenhütt., 7, 1934, 687.
2. M. Schmidt, H. Legat. Arch. Eisenhütt., 10, 1937, 297.
3. C. Burgess, W. Forging. Trans. Amer. Inst. Min. Met. Eng. Iron Steel Division, 131, 1938, 277. Met. Techn., 5, № 3, 1938.
4. А. Т. Григорьев. Сплавы железа с хромом и марганцем. Изд. АН СССР. Москва, 1951.
5. А. Т. Григорьев и Н. М. Груздева. Исследование сплавов железа с хромом и марганцем. Изв. СФХА, 18, 1949.
6. А. Т. Григорьев и Н. М. Груздева. О влиянии углерода на строение диаграммы состояния системы железо-хром-марганец. Изв. СФХА, 21, 1952.
7. А. Т. Григорьев и Д. Л. Кудрявцев. Исследование сплавов железа с хромом и марганцем. Изв. СФХА, 16, вып. 2, 1946.
8. А. Т. Григорьев, Д. Л. Кудрявцев и Н. М. Груздева. Превращение  $\alpha$ - $\gamma$  в системе железо-хром-марганец. Журнал прикладной химии, 23, 1950.
9. E. Houdremont, W. Koch und H. I. Wiester. Arch. Eisenhütt., 18, 1945.
10. И. И. Корнилов. Железные сплавы, т. 2, Изд. АН СССР. Москва, 1951.

## ბ. ხატიაშვილი

ყვავილოვანი კომბოსტოს აბრკოტენიკა და მითესლეობა  
თბილისის საბარეზუზნო ზონაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ხომიჭურაშვილმა 18.2.1958)

საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიის მეოცე ყრილობამ 1956—1960 წლების მეექვსე ხუთწლიან გეგმაში სოფლის მეურნეობის სხვა დარგების განვითარებასთან ერთად მებოსტნეობის შემდგომი აღმავლობის ამოცანაც დასახა. ამასთან დაკავშირებით დიდი ყურადღება მიექცა საქართველოს მებოსტნეობასაც, სადაც ბოსტნეულ კულტურათა ფართობების ზრდასთან ერთად სათანადოდ გაიზარდა მოსავალი ფართობის ერთეულიდან.

აღსანიშნავია, რომ საქართველოში, სადაც ნიადაგობრივ-კლიმატური და ბუნებრივ-ისტორიული პირობების დიდი მრავალფეროვნებაა წარმოდგენილი, სრული შესაძლებლობაა წარმოებულ იქნეს ბოსტნეულის ჩვენში გავრცელებული და ცნობილი თითქმის ყველა კულტურა. მიუხედავად ამისა, ჩვენი ბოსტნეული ასორტიმენტის მხრივ ძლიერ ღარიბია, ამიტომ ფართობებისა და მოსავლიანობის ზრდასთან ერთად აუცილებელია სათანადოდ გავზარდოთ ბოსტნეულის შედგენილობა, რისთვისაც უნდა გამოვიყენოთ ისეთი კულტურები, რომელნიც ნაკლები გავრცელებით ხასიათდებიან, მაგრამ თავისი კვებითი ღირებულებით ძვირფასია. ასეთ ბოსტნეულს მიეკუთვნება ყვავილოვანი კომბოსტო, რომელიც აზოტოვანი და უაზოტო ნივთიერებების, ცხიმების, ვიტამინების შემცველობით გაცილებით მაღლა დგას, ვიდრე ჩვეულებრივი თავიანი კომბოსტო. გარდა ამისა, იგი უჯრედისის ძლიერ მცირე რაოდენობას შეიცავს, რის გამოც ორგანიზმის მიერ უფრო ადვილად შეითვისება [1, 2, 3]. ყვავილოვანი კომბოსტოს ფართოდ იყენებენ საკონსერვო წარმოებაში, მისგან ამზადებენ სხვადასხვა სახის კონსერვს, მარინადებს, წნილებსა და სხვა. იყენებენ: წვნიან საჭმელებში, მოხარშულს მარილწყალში ან ერობოში შემწვარს ორცხოობილასთან ერთად.

ოქტომბრის რევოლუციამდე და მას შემდეგ მეორე მსოფლიო ომამდე საბჭოთა კავშირში ყვავილოვანი კომბოსტოს კულტურა ძლიერ ნაკლებად იყო გავრცელებული, რის მთავარ მიზეზად ითვლებოდა თესლის მიღების სირთულე და საერთოდ მის მეთესლეობაში გარკვეული პრაქტიკული ჩვევების უქონლობა; საზღვარგარეთიდან შემოტანილი თესლი კი 300—350 მანეთი ჯდებოდა ოქროთი [4]. სწორედ ეს იყო მიზეზი, რომ ამ კომბოსტოს პროდუქტი ბაზარზე ძლიერ იშვიათობას წარმოადგენდა და როგორც დიეტური, ძვირფასი ბოსტნეული, მისაწვდომი იყო მხოლოდ მაღალი, ბურჟუაზიული კლასის წარმომადგენლებისათვის.

რუსეთში ყვავილოვანი კომბოსტოს საკუთარი თესლის მიღების პირველი ცდები დაწყებულ იქნა 1940 წლიდან. ამ პერიოდიდან მოყოლებული მისი მეთესლეობა თითქმის ყველგან იქნა ათვისებული. რაც შეეხება ს



ლოს, კერძოდ, მის აღმოსავლეთ ნაწილს, აქ ამ კულტურის პროდუქტების თავების მიღების, მეთესლეობის წარმოებისა და მოყვანის შედარებით კარგი შესაძლებლობა არსებობს. განსაკუთრებით ეს ითქმის შიდა კახეთის რაიონების დაბლობ, ზოგიერთ მაღლობ ზოლზე და ქვემო ქართლის რაიონებზე.

1955 წლამდე ყვავილოვან კომბოსტოზე წარმოებული ცდები [5] არ შეხებია თბილისის საგარეუბნო ზონაში თესვის ყველა ოპტიმალური ვადის დადგენის საკითხს. ამიტომ საქართველოს მიწათმოქმედების ინსტიტუტის გარდაზნის ბაზაზე 1955, 1956, 1957 წლებში ჩატარებული ჩვენი მუშაობა ძირითადად ამ საკითხების შესწავლას ეხებოდა, კერძოდ: მაღალი ხარისხის პროდუქციის (თავეების) მიღების აგროტექნიკისა და მეთესლეობის აგროტექნიკის შესწავლას. პროდუქციის მიღების მიზნით თესვა წარმოებდა: 1.II, 20.II, 15.III (გაზაფხულზე ნარგავი კომბოსტო), 30.IV, 15.V, 1.VI (ზაფხულზე ნარგავი კომბოსტო). სამი წლის მასალების საშუალო მონაცემებიდან ირკვევა, რომ ადრეული პროდუქციის მიღების მიზნით თესვა უნდა ჩატარდეს 1.II-ს, ჩითილი ღია გრუნტში გადაირგვება მარტის დამლევს, პროდუქცია მიიღება მაისის შუა რიცხვებიდან დამლევამდე. ამავე ცდებიდან ჩანს, რომ 20.II-ს ნათესი კომბოსტო თავეების კარგ სასაქონლო მოსავალს (156,57 ც/ჰა—178,04 ც/ჰა) იძლევა (იხ. ცხრილი 1), მაგრამ მისი შემოსვლა ხდება ისეთ პერიოდში, როდესაც ბაზარზე სხვა ბოსტნეული იშვიათობას აღარ წარმოადგენს, ამიტომ ეს ვადა, ისევე როგორც 15.III-ს თესვის ვადა, მიუღებელია.

ზაფხულის ვადებიდან ღია გრუნტში პროდუქციის მიღების მიზნით კარგ შედეგს იძლევა 15.V ნათესი კომბოსტო, რომლის ჩითილი გადაირგვება გრუნტში 20 ივნისიდან, ხოლო პროდუქტს ვლებულობთ ოქტომბერ-ნოემბერში. 1.VI ნათესი კომბოსტოდან მინდორში მიღებული სასაქონლო მოსავალი საშუალოდ 18,45 ცენტნერს არ აღემატება (იხ. ცხრილი 1), რადგან თავეების ფორმირების დასაწყისი ემთხვევა ნოემბრის ყინვების დაწყებას, რის გამოც ამ ვადის მცენარეების უმეტეს ნაწილს ვიყენებთ კვალსათბურებში ზრდის დასრულების საწარმოებლად; აღნიშნული მეთოდის გამოყენება იძლევა შესაძლებლობას შემოდგომა-ზამთრის (ნოემბერი-იანვარი) პერიოდში 1,5—2 თვით გახანგრძლივდეს ამ ძვირფასი ბოსტნეულის მოხმარების პერიოდი. ამ მეთოდის გამოყენებით შეიძლება მივიღოთ საკმაოდ დიდი რაოდენობა თავეებისა. ასე, მაგალითად, „ჰაავის 126“ ჯიშიდან ღია გრუნტში მიღებულ იქნა 17,94 ცენტნერი, ხოლო ზრდის დასრულებით 67,50 ცენტნერი სასაქონლო მოსავალი; ასეთივე მდგომარეობაა „გრიბოვის საადრეო 1355“ ჯიშზეც, სადაც პირველ შემთხვევაში მივიღეთ 18,45, ხოლო მეორე შემთხვევაში 65,15 ცენტნერი სასაქონლო მოსავალი. ზაფხულის ვადებიდან 30.IV ნათესი კომბოსტო არ იძლევა თავეს.

მეთესლეობის აგროტექნიკას ვსწავლობდით ოთხგვარ პირობებში: 1. თბილ კვალსათბურში, 2. ცივ კვალსათბურში, 3. კვალსათბურებიდან ადრე გაზაფხულზე მცენარეების ღია გრუნტში გადარგვით და 4. ღია გრუნტში. ამ ვარიანტებისათვის ჩითილის გამოყვანა ხდებოდა 4 ვადაში (15.VIII, 1.IX, 15.IX, 30.IX) თესვით. აღნიშნული ვადებიდან მეთესლეობისათვის არაა მიზან-

| №№ რიგ. | ჯ ი შ ი  | თესვის ვადა | მოსავალი ც/ჰაზე    |               |        |
|---------|--|-------------|--------------------|---------------|--------|
|         |  |             | სასაქონ-ლო         | არასასაქონ-ლო | სულ    |
| 1       | ჭააგის 126   | 1.II        | 102,73             | 4,00          | 106,73 |
| 2       | გრებოვის საადრეო 1355                                |             | 99,49              | 5,97          | 105,46 |
| 3       | ჭააგის 126   | 20.II       | 178,04             | 13,33         | 192,37 |
| 4       | გრებოვის საადრეო 1355                                |             | 156,57             | 11,51         | 168,08 |
| 5       | ჭააგის 126   | 15.III      | 76,45              | 86,18         | 162,64 |
| 6       | გრებოვის საადრეო 1355                                |             | 68,12              | 56,55         | 124,67 |
| 7       | ჭააგის 126   | 30.IV       | თავეები არ გაიკეთა |               |        |
| 8       | გრებოვის საადრეო 1355                                |             |                    |               |        |
| 9       | ჭააგის 126   | 15.V        | 96,37              | 3,18          | 99,55  |
| 10      | გრებოვის საადრეო 1355                                |             | 93,63              | 2,88          | 96,51  |
| 11      | ჭააგის 126 ღია გრუნტიდან ზრდის დასრულებით            | 1.VI        | 17,94              | 0,63          | 18,57  |
| 12      | გრებოვის საადრეო 1355 ღია გრუნტიდან ზრდის დასრულებით |             | 67,50              | 1,75          | 69,25  |
|         |  |             | 18,45              | 0,94          | 19,39  |
|         |  |             | 65,15              | 2,60          | 67,75  |

შეწონილი 15.VIII და 30.IX-ს თესვა (იხ. ცხრილი 2); გარდა ამისა, მიღებული მასალებიდან ირკვევა, რომ თბილისის საგარეუბნო ზონაში ყვავილოვანი კომბოსტოს მეთესლეობის საწარმოებლად არავითარ საჭიროებას არ წარმოადგენს თბილი ბიოთბიერების კვალსათბურების გამოყენება, რადგან ცივ კვალსათბურებშიც შეიძლება თესლის უხვად მიღება ვადების შესაბამისად (1.IX ნათესი „ჭააგის 126“ ჯიშიდან ცივ კვალსათბურში მიღებულ იქნა მცენარეზე საშუალოდ 32,21 გრამი, ხოლო თბილი კვალსათბურებიდან 18,98 გრამი თესლი. 15.IX-ს თესვისას პირველ შემთხვევაში მივიღეთ—12,83, ხოლო მეორე შემთხვევაში 11,09 გრამი თესლი. თითქმის ასეთსავე სურათს

ყვავილოვანი კომბოსტოს თესლის მოსავალი თესვის ვადების მიხედვით (ერთი მცენარიდან საშუალოდ გრ-ით) ცხრილი 2

| №№ რიგ. | ჯ ი შ ი               | თესვის ვადა | თბილი კვალ-სათბური | ცივი კვალ-სათბური | კვალსათბურები-დან ღია კვლებ-ზე გადარგული | ღია გრუნტი |
|---------|-----------------------|-------------|--------------------|-------------------|--|------------|
| 1       | ჭააგის 126            | 15.VIII     | 2,62               | 2,82              | —  | —          |
|         |                       | 1.IX        | 18,98              | 32,21             | 31,2                                     | 14,30      |
|         |                       | 15.IX       | 11,09              | 12,83             | 19,43                                    | 33,48      |
|         |                       | 30.IX       | თესლი არ გაიკეთა   |                   |  |            |
|         |                       | 15.VIII     | 1,04               | 2,20              | —  | —          |
| 2       | გრებოვის საადრეო 1355 | 1.IX        | 28,25              | 28,65             | 25,67                                    | 15,4       |
|         |                       | 15.IX       | 10,54              | 12,10             | 6,58                                     | 25,25      |
|         |                       | 30.IX       | თესლი არ გაიკეთა   |                   |  |            |
|         |                       |             |                    |                   |  |            |



გხედავთ „გრიბოვის საადრეო 1355“ ჯიშზე). ამასთან, ასეთ პირდაპირ ში აღზრდილი მცენარეები უფრო მეტად უპასუხებენ სელექცია-მეთესლეობის ძირითადი კანონის მოთხოვნას—რაც შეიძლება მეტად დაუახლოვოთ თესლის მიღების პირობები სამეურნეო პროდუქციის მიღების პირობებს.

ღია გრუნტიდან და ადრე გაზაფხულზე (თებერვლის შუა რიცხვებიდან) ღია კვლევებში გადარგული მცენარეებიდან მიღებული თესლის მოსავალი (ვადების მიხედვით) არამცთუ არ ჩამორჩება კვალსათბურებიდან მიღებულ მოსავალს, არამედ ზოგ შემთხვევაში კიდევ ქარბობს მათ (იხ. ცხრილი 2). თუ გადავიანგარიშებთ ამ ვარიანტებიდან მიღებულ მოსავალს 1 ჰექტარზე, მივიღებთ, რომ ასეთ ფართობზე საცვებით შესაძლებელია ყვავილოვანი კომპოსტოს ისეთი რაოდენობის თესლის მიღება, რაც საცვებით დააკმაყოფილებს ჩვენი რესპუბლიკის მოთხოვნილებას.

### დასკვნები

1. ყვავილოვანი კომპოსტოს ადრეული პროდუქციის მიღების თვალსაზრისით თესვა უნდა ვაწარმოოთ არა უგვიანეს 1 თებერვლისა.

2. შემოდგომაზე ღია გრუნტიდან მაღალი და ხარისხოვანი მოსავლის მისაღებად თესვა უნდა ჩატარდეს 15 მაისს. პროდუქციის მოხმარების გახანგრძლივების მიზნით ფართო გამოყენება უნდა მიეცეს ყვავილოვანი კომპოსტოს კვალსათბურებში თავების ზრდის დასრულების მეთოდს, რისთვისაც საუკეთესოდ ითვლება თესვის ვადა—1 ივნისი.

3. თბილისის საგარეუბნო ზონაში ყვავილოვანი კომპოსტოს მეთესლეობის წარმოება თბილ კვალსათბურში როგორც ბიოლოგიური, ისე აგროტექნიკური და ეკონომიური თვალსაზრისით, საფუძველს მოკლებულია, შედარებით მიზანშეწონილად უნდა იქნეს მიჩნეული ცივი კვალსათბურების გამოყენება (ჩითილი გამოიყვანება 1.IX-ს თესვით). საერთოდ კი თესლის მიღება კვალსათბურებში უნდა წარმოებდეს ამ ზონის მაღლობ რაიონებში.

4. ღია გრუნტიდან თესლის მიღების საკითხს ფართო საწარმოო ბასიათი უნდა მიეცეს თბილისის საგარეუბნო ზონისა და მისდაგვარი რაიონების დაბლობ ადგილებში, რისთვისაც ჩითილი უნდა გამოიყვანოთ 15.IX-ს თესვით.

საქართველოს სსრ მიწათმოქმედების

სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუხიდა 18.3.1958)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Ф. В. Церевитинов. Химия и товароведение свежих плодов и овощей, т. II. Госторгиздат. Москва, 1949.
2. გ. ჯაფარიძე და გ. კვაჭაძე. მებოსტნეობა. სახელგამი, თბილისი, 1951.
3. Д. И. Нацентов. Цветная капуста. Москва, 1955.
4. Н. И. Кичунов. Культура цветной капусты и брокколи. Госиздат, 1921.
5. გ. ჯაფარიძე და გ. კვაჭაძე. ყვავილოვანი კომპოსტოს მეთესლეობის აგროტექნიკის დადგენისათვის თბილისის საგარეუბნო ზონაში. საქართველოს სსრ სას.-სამ. ინსტიტუტის შრომები, ტ. XLII—XLIII, 1955.



კლინიკური მდიცინა

ლ. კვაჭავაძე

## თავის მრცველი სკალპირებული ჰრილოზის მკურნალობის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 1.7.1958)

თავის თმიანი ნაწილის სკალპირებული ჰრილოზები შედარებით იშვიათ და მკურნალობის მხრივ რთულ ტრავმას წარმოადგენს, მას საკმარისად ძველი ისტორია აქვს. თავის სკალპირებული ჰრილოზა მიღებული ყოფილა ზოგიერთ ველურ ტომებში, როგორც დაძლეული მტრის დასჯის საშუალება. სამედიცინო ლიტერატურაში სკალპირებული ჰრილოზა აღწერილია მორის მიერ ჯერ კიდევ 1870 წელს [13].

თავის სკალპირებული ჰრილოზები ხშირად სამრეწველო ტრავმატიზმთანა დაკავშირებული. ეიხმეიერის მიერ შეკრებილი 52 შემთხვევიდან თავის სკალპირებული ჰრილოზა სხვა მიზეზით აღინიშნებოდა მხოლოდ 3-ჯერ [2].

ფლაგერტის მიერ შეკრებილი 90 შემთხვევიდან სხვადასხვა საყოფაცხოვრებო ფაქტორები აღინიშნებოდა 10-ჯერ; დანარჩენ 80 შემთხვევაში თმა მოყოლილი იყო მანქანის მბრუნავ ნაწილში [2]. თავის სკალპირებული ჰრილოზები უფრო ხშირად ქალებში გვხვდება. მამაკაცებში სკალპის ერთეული შემთხვევა აღწერილი. მაგ., ერთი შემთხვევა უნახავს ნ. ბოგორაზს კიბირში. ჰრილოზა მიყენებული ყოფილა დათვისაგან. ერთ ასეთ შემთხვევაზე მიუთითებს სადიკოვი [2].

სკალპირებული ჰრილოზა შეიძლება იყოს ნაწილობრივი და სრული. სრული სკალპის დროს კანი მთლიანადაა მოშორებული დედურ ნიადაგს, ხოლო ნაწილობრივი სკალპის დროს ნაფლეთი დაკიდებულია ფეხზე.

აღსანიშნავია, რომ თავის სკალპირებულ ჰრილოზებს თავისებური ტობოგრაფია აქვთ; იგი მეტწილად *galea aponeurotica*-სა და *pericranium*-ს შორის გვხვდება.

ს. ბ. შკოლნიკოვის მიხედვით, ეს თავისებურება აიხსნება ამ მიდამოში განსაკუთრებით სუსტი და მეტად ფაშარი შემაერთებული ქსოვილის არსებობით.

მეტად რთულია თავის სკალპირებული ჰრილოზის მკურნალობის საკითხი; იგი გარკვეულ გზას მას შემდეგ დაადგა, რაც მედიცინაში შემოღებულ იქნა კანის თავისუფალი გადანერგვა. მანამდე არსებული კონსერვატული მეთოდები წლობით არ იძლეოდნენ განკურნებას და ავადმყოფების დიდი ნაწილი იღუპებოდა მკურნალობის სხვადასხვა ეტაპზე ჰრილოზის ამა თუ იმ გართულებით (ტეტანუსი, წითელი ქარი, ინტოქსიკაცია და სხვა).

საქმე იმაშია, რომ წარმატებით დამთავრებული კონსერვატული მკურნალობაც საბოლოოდ ვერ უზრუნველყოფს ავადმყოფის მოთხოვნილებას. ნაწიბური უხეშია და ულაზათო, კოსმეტიკური მოთხოვნილების გარდა, ფუნქციური ამტანობაც სუსტია და მიდრეკილია დაწყლულებისაკენ, ვინაიდან დეფექტი დაფარულია არა კანით, არამედ უხეში შემაერთებელქსოვილოვანი ნაწიბურებით. ამასთანავე, მკურნალობა გრძელდება წლების მანძილზე, რაც ორგანიზ-



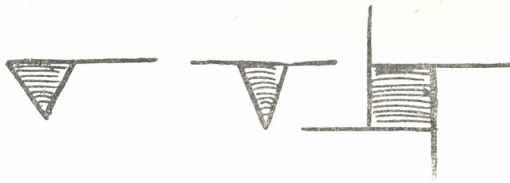
მის სხვა ცვლილებებთან ერთად ავადმყოფის ფსიქიურ სფეროზედაც მოქმედებს. ასე, მაგალითად, ნ. ბოგოროზის ერთ შემთხვევაში სკალპირებულ ჭრილობის შეხორცება უოპერაციოდ გაგრძელდა 3 წელსა და 8 თვეს. საიმიის ერთ შემთხვევაში მკურნალობა 8 წელს გაგრძელდებულა. ივანოვის სტატისტიკის მიხედვით ლიტერატურაში შეგროვილი 14 ავადმყოფიდან 7 მოკვდა, 3 — წლობით ატარებდა შეუხორცებელ ჭრილობას, ხოლო 4 — განიკურნა.

თავისუფალი პლასტიკის შემოღების შემდეგ მკურნალობის პრინციპი არსებითად შეიცვალა და იგი გადავიდა აქტიური მკურნალობის მეთოდზე; ამ მხრივ თანაბარი ავტორიტეტით გავრცელდა იანოვიჩ-ჩაინსკისა და თირშის მეთოდები.

ე. კრასოვიტოვი [8] მიხედვით, პლასტიკური ოპერაცია თავის სკალპირებულ ჭრილობის დროს პირველად გამოუყენებია სოსენს. მიუხედავად მკურნალობის მეთოდის გაუმჯობესებისა, იგი მაინც არასრულყოფილი იყო, მოითხოვდა დიდ მოთმინებას როგორც ავადმყოფისაგან, ისე ექიმისაგან. მაგ., ცნობილია, რომ შეფფერს სკალპირებული თავის დასაფარავად დასჭირდა კანის 4.500 კუნძულაკის გადახერგვა.

1928 წელს ა. სოზონი-აროშევიჩს მოჰყავს ლიტერატურაში შეკრებილი 11 შემთხვევა, სადაც მკურნალობა ჩატარებული იყო აცლილი ნაფლეთის ისევე თავის ადგილზე მიკერებით, აქედან მხოლოდ 10-ჯერ მომხდარა ნაფლეთის ნეკროზი, 4-ჯერ ნაფლეთი მიხორცებულია მთლიანად და 6-ჯერ ნაწილობრივი ნეკროზი განუვლია. ამ მეთოდით კანის გადახერგვას მიმართავდნენ ე. კრასოვიტოვი [8], ა. ტომილინი [12] და სხვები.

ტიხოვმა წარმატებით გადახერგა თავის კანის დეფექტზე სხვა ავადმყოფის სათესლე პარკის კანი, რომელიც მოიკვეთა თიაქრის გამო. სიკმა გადახერგა გვაშის კანი. ივანოვა ნერგავდა ახალშობილის კანს სიკვილიდან 2—3 საათის შემდეგ. ა. სოზონი-აროშევიჩი [11] თავზე თმის შენარჩუნების მიზნით უპირატესობას აძლევს დამატებითი განაკვეთების გატარებით კანის მობილიზაციის მეთოდს (იხ. ნახ. 1).



ნახ. 1

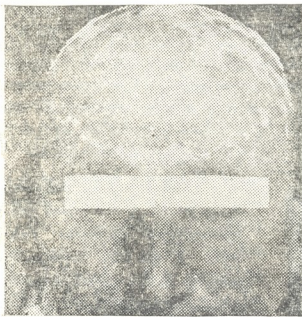
ავტორი აღწერს ასეთი წესით გადახერგვის ორ საკუთარ შემთხვევას კარგი შედეგებით. ერთ შემთხვევაში საქმე ეხებოდა 42 სმ<sup>2</sup>, ხოლო მეორე შემთხვევაში 100 სმ<sup>2</sup> დეფექტს. ამ მეთოდით კანის გადახერგვას მიმართავდა აგრეთვე ე. ყურავლიოვა [5].

მ. ბრუკი [3] აღწერს თავის სკალპირებული ჭრილობის ორ შემთხვევას. ერთ შემთხვევაში თავის კანის 2/3-ის დეფექტი აღინიშნებოდა, ხოლო მეორე შემთხვევაში — მთელი თავის სკალპი იყო. პირველ შემთხვევას ერთი თვის ხანდაზმულობა ჰქონდა. საჭირო შეიქნა 325 თხელი კუნძულაკის აღება რევერდენის წესით, დეფექტის დაფარვა მიღწეული იქნა 1 თვეში. მეორე ავადმყოფი მოყვანილი იქნა ტრავმიდან მესამე დღეს. გადახერგვა 280 კუნძულაკი რე-

ვერდენის წესით. დეფექტი დაიხურა თვენახევარში. აქვე მ. ბ რ უ კ ს სოლოვიოვის მონაცემები.

1937 წელს ა. ჟ ო ლ ო ნ დ ზ ი [4] აღწერს თავის სრული სკალპის ერთ შემთხვევას, სადაც დეფექტის ფართი 1640 სმ<sup>2</sup>-მდე აღწევდა. დეფექტის დაფარვა მან მოახერხა ი ა ნ ო ვ ი ჩ - ჩ ა ი ნ ს კ ი ს ა და თ ი რ შ ი ს კომბინირებული მეთოდით ოთხ მომენტად და ამრიგად დეფექტის სრულ დაფარვას მიაღწია მხოლოდ 7 თვის შემდეგ.

1940 წელს დ. მაზორს აღწერილი აქვს ორი შემთხვევა, ორივე თავის სრულ სკალპს ეხება. ამათგან ერთი 6 წლის განმავლობაში ატარებდა სკალპირებულ კრილობას და ამ პერიოდში მას სისტემატურად უტარდებოდა ხან კონსერვატიული მკურნალობა, ხან კანის თავისუფალი გადანერგვა — უშედეგოდ. ავტორს დეფექტი დაუნუთრავს პლასტიკური გზით — თირშის მეთოდით. ამრიგად, მთელი დეფექტის დასაფარავად დასახელებულ ავტორს გამოუყენებია თირშის 30 ნაფლეთი, სიდიდით თითოეული 6×2 სმ. მეორე შემთხვევაში



სურ. 1



სურ. 2

სრულ სკალპთან ერთად დაზიანებული იყო lamina externa, აღინიშნებოდა ქალას ძვლების ოსტეომიელიტი, გულყრები, თავის ტკივილი, ტემპერატურა და სხვა. ტრავმის მიღებიდან 6 თვის შემდეგ 2 ეტაპად გაკეთდა კანის თავისუფალი გადანერგვა თირშის მეთოდით. აღებული იყო 65 სხვადასხვა ზომის ნაფლეთი, საბოლოოდ დეფექტი დაიფარა, შორეული შედეგი — კარგი.

თავის სკალპირებული კრილობის 6 შემთხვევაზე მიუთითებს ბ. პ ე ტ რ ო ვ ი [10]; აქედან ორი ავადმყოფი განსაკუთრებით მიიმე მიმდინარეობით ხასიათდებოდა. ორივე შემთხვევაში გაკეთდა კანის 3/4 სისქის გადანერგვა დერმატომით — კარგი შედეგებით.

ჩვენს კლინიკაში თავის სკალპირებული კრილობით გატარებულია სულ 6 ავადმყოფი, ექვსეული ქალი. 4 შემთხვევაში ტრავმა მიყენებულია თმის მოყოლით მანქანის მბრუნავ ნაწილში, ხოლო ორ შემთხვევაში აღინიშნებოდა ქუჩის ტრავმა. 6 ავადმყოფიდან სამს გაკეთებული აქვს კანის თავისუფალი გადანერგვა დერმატომით. განვიხილოთ თითოეული მათგანი ცალკეულად.

შემთხვევა პ ი რ ვ ე ლ ი (ისტ. № 3599). ავადმყოფი გ. 35 წლისა, კლინიკაში მიღებულია 1947 წ. 18 აგვისტოს ტრავმის მიღებიდან 25 დღის შემდეგ. სკალპი გამოწვეულია მანქანის მბრუნავ ნაწილში თმის მოყოლით.



ობიექტურად: ქალასარქველის, შუბლისა და კეფის მიდამოში კანი ექვეშა ცხიმოვანი ქსოვილი და *galea aponeurotica* მთლიანად აცლილია, მოცილებულია ყურების ნიჟარის ზედა ნაწილი ორივე მხარეზე და მარცხნივ დეფექტი ლოყის ზედა ნაწილზე ვრცელდება. კეფისა და თხემის ძვლები ნაწილობრივ გაშიშვლებულია, დანარჩენ მიდამოში შენარჩუნებულია კანქვეშა შემავრთებელი ქსოვილი. დეფექტის მფარავი გრანულაციები უსიცოცხლოა, შესუბებული, დეფექტის ფართი — 1100 კვ. სმ.

კლინიკური გამოკვლევები: შარდში პათოლოგიური ცვლილება არაა ნახული. სისხლში აღინიშნებოდა შედარებითი ანემია (54%), უმნიშვნელოდ მომატებული ედრი, მკვეთრად გამოხატული ლიმფოციტოზი და ანეოზინოფილია. ავადმყოფს ყოველდღე უკეთებოდა შეხვევა მარლის ჰიპერტონულ ხსნარში გაყდენითი საფენებით, პერიოდულად დეფექტის მიდამო ნატიური პენიცილინით ირწყვებოდა და მასშივე დასველებული საფენებით სხვეოდა. 30 აგვისტოს ავადმყოფს გაუკეთდა კანის გადაწერვა (ანესთეზია სპინალური). ორივე ბარძაყიდან დერმატომით აღებულ იქნა 4 მთლიანი ნაფლეთი, 3 მათგანი ტრანსპლანტანტის ფართის გაზრდის მიზნით დაიხვევლიტა, ნაფლეთები მიკერდა ერთმანეთს, გადატანილ იქნა დეფექტზე და დეფექტის კიდეებს მიკერდა კეტგუტის კვანძოვანი ნაკეთებით. ოპერაციის შემდეგ პერიოდში ავადმყოფს უტარდებოდა აქტიური მკურნალობა ანტიბიოტიკებით და სისხლის გადასხმით. ნახვევი მოიხსნა 10 დღის შემდეგ. ტრანსპლანტატის მიხორცება თითქმის სრული. მარცხენა ყურის ნიჟარასთან და კეფის არეში აღინიშნებოდა ნეკროზის მცირე კერა (დაახლოებით 50 სმ<sup>2</sup>), რომელზეც გადინერგა კანი იანოვიჩ-ჩანსკის წესით. ოპერაციიდან 10 დღის შემდეგ, ე. ი. პირველი შეხვევის დროს აღინიშნებოდა ღონორის მიდამოს სრული ეპითელიზაცია.



სურ. 3

უსწორმასწოროა და დაღრღნილი, უკან დეფექტი კისრის არეში ვრცელდება; დეფექტის ზედაპირი დაფარულია უსიცოცხლო, რუხი გრანულაციით, ალაგ-ალაგ ნეკროზული ნადებებია. გრანულაცია ძლიერ სისხლმდენია, გამონადენი დიდი რაოდენობით. დეფექტის ფართი 800 კვ. სმ.

1948 წლის 27 იანვარს ავადმყოფი კლინიკიდან განკურნებული გაეწერა (იხ. სურ. 1 და 2). სურათზე კარგად ჩანს გადაწერვილი ტრანსპლანტატების ფორმები.

შემთხვევა მეორე (ისტ. № 4631). ავადმყოფი პ. 36 წლისა, კლინიკაში მიღებულ იქნა 25 ივლისს 1950 წელს ტრავმის მიღებიდან მე-16 დღეზე.

ობიექტურად: შუბლის, ნათხემისა და კეფის ძვლის მიდამოში აღინიშნება კანის ვრცელი დეფექტი. დეფექტის კიდეები და ზედაპირი

კლინიკური გამოკვლევები: შარდში პათოლოგიური ცვლილებები ნახული. სისხლში აღინიშნება შედარებითი ანემია (54%) და ედრის მომატება (20 მმ საათში).

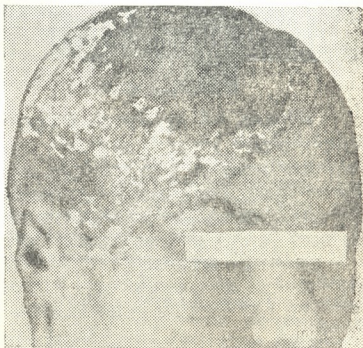
ავადმყოფს უტარდებოდა შეხვევები ჰიპერტონულ ხსნარში გაყენითილი საფენებით და სისხლის გადასხმა ზოგად ჯანმომგვრელ მკურნალობასთან ერთად.

1950 წლის 15 აგვისტოს ავადმყოფს გაუკეთდა ოპერაცია (ანესთეზია სპინალური). დეფექტზე გადატანილ იქნა ორივე ბარძაყის წინა და გვერდითი ზედაპირიდან აღებული სამი მთლიანი ნაფლეთი და დეფექტის კიდეებზე მიყვრდა კეტგუტის კვანძოვანი ნაკერებით. გადაუნერგავი დარჩა დაახლოებით 30 სმ<sup>2</sup> დეფექტი. მერვე დღეზე — შეხვევა, შეხორცება — სრული. გადუნერგავი მიდამო დაიფარა შეხვევებით.

1950 წლის 18 ოქტომბერს ავადმყოფი განკურნებული გაეწერა. მან კლინიკაში 83 დღე დაჰყო.

შემთხვევა მე ს ა მ ე ი (ისტ. № 8611). ავად. ფ. 18 წლისა, კლინიკაში მიღებულია სასწრაფოდ 1952 წლის 1 დეკემბერს თავის ვრცელი სკალპირებული კრილოზის გამო. ავადმყოფი შოკურ მდგომარეობაშია. სისხლის წნევა — 50/60 მმ, ტრავმა მიუღია კლინიკაში მოთავსებამდე ნახევარი საათით ადრე, აფსახვევი მანქანის მბრუნავ ნაწილში თმის მოყოლით.

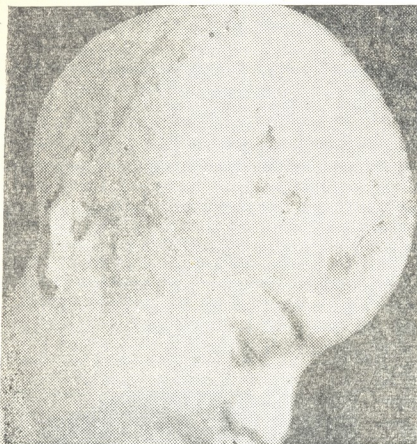
ობიექტურად: თავის მარჯვენა ნახევრიდან და უკანა ზედაპირიდან კანი მთლიანად აცლილია და დაკიდებულია კისრის უკანა ზედაპირზე 5 სმ სიგანის ფეხზე. წინიდან კანის დეფექტს შუბლისა და სახის მარჯვენა ნახევრის ნაწილი უჭირავს, ხოლო უკნიდან მთლიანად ვრცელდება მთელ კისერზე. ალაგ-ალაგ აგლეჯილია *galea aponeurotica* და ამ მიდამოებში ქალას ძვლები გაშიშვლებულია. მარჯვენა ყერის ზედა ნახევარი მოგლეჯილია. მიღებისთანავე ავადმყოფს გადაესხა სისხლი და დამუშავდა კრილობა. ფეხზე დაკიდული კანის ნაფლეთის ნაწილი მიკერდა დეფექტის



სურ. 4

კიდეებს. რამდენიმე დღეში ნაფლეთმა ნეკროზი განიცადა; შემდგომი მკურნალობა — შეხვევით. ტრავმის მიღებიდან დაახლოებით ორი თვის შემდეგ კრილობა გაიწმინდა. გამონადენი დავიდა მინიმუმამდე და დაიფარა საღი გრანულაციით. დეფექტის ფართი — 880 კვ.სმ (იხ. სურ. 3 და 4).

ავადმყოფს 1952 წლის 26 იანვარს გაუკეთდა ოპერაცია (ანესთეზია ნალური) ორივე ბარძაყის წინა და მედიალური ზედაპირიდან აღებულ იქნა



სურ. 5

ამრიგად, სამ ავადმყოფს, რომელთაც თავის თმის ნაწილის ვრცელი სკალპირებული ჭრილობა გააჩნდათ, გაუკეთდა 4 ოპერაცია. ორ ავადმყოფს ოპერაცია გაუკეთდა ერთ მომენტად და ერთს ორ მომენტად. სამივე ავადმყოფი მოკლე ვადაში გაეწერა კლინიკიდან განკურნებული. სამჯერ ნაკერი მიხორცდა სრულად, ერთხელ მიღებულ იქნა ნაწილობრივი ნეკროზი, რომელიც შემდგომ შეივსო კანის კუნძულებით იანოვიჩი-ჩაინსკის წესით.

თუ თვალს გადავაელებთ ლიტერატურულ მონაცემებს, დავინახავთ, რომ დერმატომით კანის გადანერგვის შემოღებამდე თავის სკალპირებული ჭრილობების მკურნალობის საკითხში დადგენილი არჩევითი მეთოდი არ არსებობდა.

დამატებითი განაკვეთების გატარებით კანის მობილიზაციის მეთოდი უთუოდ კარგია, რამდენადაც თავის თმის ნაწილის კანის დეფექტი ისევ თმის ფენით იფარება და კოსმეტიკურად სრულფასოვან ეფექტს ვღებულობთ, მაგრამ, სამწუხაროდ, იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ მცირე ზოვის დეფექტების დასაფარავად.

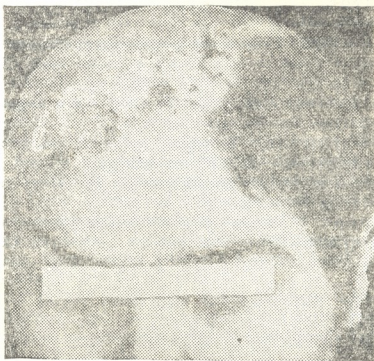
მოგლევითი კანის რემპლანტაციაზე იმედების დამყარება არ შეიძლება. ამისათვის საჭიროა, რომ ავადმყოფი კლინიკაში მოხვდეს ტრავმის მიღებული პირველ საათებში. გარდა ამისა, მოგლევითი კანის ნაფლეთი არ უნდა განიცდიდეს მნიშვნელოვან დაზიანებას, ე. ი. იგი შენახულ უნდა იყოს იმდენად, რომ შესაძლებელი გახდეს მისი შემდგომი დაპუშავება და ხელახლად მიკერება ძველ ადგილზე. თუ ყოველივე ამას დავუმატებთ სქელი ნაფლეთის მი-

კანის 4 მთლიანი ნაფლეთი და მიკერდა დეფექტის კიდეებს აბრეშუმის კვანძოვანი ნაკერებით. შუბლის არეში გადაუნერგავი დარჩა 50 სმ<sup>2</sup> ფართის კანის დეფექტი. მეცხრე დღეზე შეხვევა, მიხორცება — სრული. 1952 წლის 12 თებერვალს ავადმყოფს გაუკეთდა მეორე ოპერაცია. შუბლის არეში არსებულ დეფექტზე გადაინერგა მარჯვენა ბარძაყის გარეთა ზედაპირიდან დერმატომით აღებული კანი. მეშვიდე დღეზე შეხვევა, შეხორცება სრული.

ავადმყოფი 1958 წლის 28 თებერვალს გნკურნებული გაეწერა (იხ. სურ. 5 და 6).

ზორცების სუსტ უნარს საერთოდ, მაშინ აშკარა იქნება მეთოდის სისუსტე კანის ვრცელი დეფექტების დაფარვის დროს.

ცხადია, ეს იმას არ ნიშნავს, რომ ქირურგმა გვერდი აუაროს და სათანადო ჩვენების დროს არ გამოიყენოს რეიმპლანტაციის მეთოდი. პირიქით. უმჯობესია და ბიოლოგიურად გამართლებული, რომ დეფექტი დაიფაროს იმ კანით, რომელიც მას ჰქონდა რამდენიმე საათის წინ, ვიდრე სხეულის ამა თუ იმ ადგილიდან აღებული სხვა, ფუნქციურად არაშესატყვისი კანით, თუ საამისო ჩვენებები არსებობს.



სურ. 6

ს. იანოვიჩი-ჩაინსკის მეთოდის სისუსტე გასაგებია, ვინაიდან სკალპირებული ქრილობების დროს, ჩვეულებრივ, დიდი ფართის დაფარვა გვიხდება და პაწაწინა კუნძულაკების რაოდენობა სერიოზულ რიცხვამდე აღწევს (1.500 კუნძულაკი), ამიტომ ოპერაცია ხანგრძლივ დროს მოითხოვს. გარდა ამისა, თავის აოეში მცირე ზომის კუნძულაკების ფიქსაცია ძნელი მოსახერხებელია და იგი ადვილად ირეცხება ქრილობის ზედაპირიდან გამონადენის არსებობის გამო.

ამრიგად, ლიტერატურული და საკუთარი მასალის ანალიზი უფლებას გვაძლევს, რომ კანის გადანერგვა დერმატომით სადღეისოდ ვაღიაროთ თავის ვრცელი სკალპირებული ქრილობების მკურნალობის ნორმალურ მეთოდად.

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

(რედაქციას მოუვიდა 1.7.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. მ. ჩაჩავა. კანის გადანერგვა. თბილისი, 1954.

2. Н. А. Богораз. Восстановительная хирургия. т. 1, изд. 2-ое, Москва, 1949.

3. М. Брук. Пересадка кожи по Резердену. Хирургия, № 4, 1938.
4. А. М. Жолондзь. Случай пластики скальпированного черепа. Вестник хирургии, т. 52, кн. 137, М.—Л., 1937, стр. 105.
5. Э. П. Журавлева. К лечению скальпированных ран головы. Вестник хирургии, т. 59, № 4, 1940, стр. 373—375.
6. С. Иванов. Пересадка кожи по Reverdin-Ollier-Davisy. Вестник хирургии, т. 34, кн. 100, 1934, стр. 107—112.
7. С. С. Иванова. О пересадке кожи с трупа на гранулирующие поверхности. Вестник хирургии, 6, 1890.
8. В. К. Красовитов. О лечении больных отрывов кожи и отслоений ее реимплантацией оторванных кожных лоскутов. Советская медицина, 4, 1937, стр. 33—35.
9. Д. Н. Мазор. Два случая полного скальпирования, излеченные поздней пересадкой кожи по Тиршу (в одном случае с нашей модификацией). Хирургия, № 7, 1940, стр. 85—91.
10. Б. А. Петров. Свободная пересадка кожи при больших дефектах. Гос. издательство мед. литературы. Москва, 1950.
11. А. Ю. Сазон-Иарошевич. К вопросу о кожной пластике волосистой части головы. Новая хирургия, 5—6, 1928, стр. 489—492.
12. А. И. Томилин. К казуистике скальпированных ран легких покровов головы. Вестник хирургии, т. 59, № 4, 1940, стр. 375.
13. С. Б. Школьников. О пластике скальпированных ран головы. Труды Ростовского на Дону государственного медицинского института. Сборник 5, 1939, стр. 206—215.



## კლინიკური მდიცინა

ბ. ზნიბლაძე

პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის ცვლილებები  
თირეოტიკოსიკოზური ჩიჰვის ოპერაციის შორეულ პერიოდში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 2.7.1958)

პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის ცვლილებების შესახებ, თირეოტიკოსიკოზური ჩიყვის ოპერაციის შორეულ პერიოდისათვის დღემდე ლიტერატურული მონაცემები ძალზე მცირეა.

ზოგიერთი ავტორის მიერ შესწავლილია პერიფერიული სისხლის სურათი თირეოტიკოსიკოზური ჩიყვის ოპერაციის შორეულ პერიოდში. ასე, მაგალითად: ვ. მიხაილოვა (1909) შეისწავლა პერიფერიული სისხლის სურათი ჩიყვის ოპერაციიდან 1 წლის შემდეგ. ამ პერიოდისათვის აღინიშნებოდა მხოლოდ ლეიკოციტების რაოდენობის მომატება.

გ. ბარადულინი (1913) მონაცემებით, ბაზედოური ჩიყვის ოპერაციიდან 1 წლის შემდეგ, ავადმყოფის სრულ განკურნებასთან ერთად აღინიშნება პერიფერიული სისხლის ნორმალიზაცია.

ც. მაკალათიას (1951) შეისწავლა პერიფერიული სისხლის ცვლილებები თირეოტიკოსიკოზური ჩიყვის ოპერაციიდან 1—3 თვის შემდეგ. მისი მონაცემებით, ჰემოგლობინისა და ერითროციტების რაოდენობა მატულობს, ლეიკოციტების რაოდენობა კი მცირდება.

ლეიკოციტალურ ფორმულაში, აღსანიშნავია ლიმფოციტების რაოდენობის ნორმალიზაცია. თრომბოციტების რაოდენობა მატულობს, ერითროციტების დალექვის რეაქციის სისწრაფე, ყველა შემთხვევაში კლებულობს.

ლიორის (1910) მიერ შესწავლილია პერიფერიული სისხლის ცვლილებები, ბაზედოური ჩიყვის ოპერაციის შორეულ პერიოდში. როგორც მისი მონაცემებიდან ირკვევა, ბაზედოვის სნეულეზიდან განკურნების შემთხვევაში, რამოდენიმე თვის შემდეგ, კვლავ ადგილი ჰქონდა ლიმფოციტოზს, რამოდენიმე წლის შემდეგ კი ლიმფოციტოზი გაქრა და სისხლის შემადგენლობა ნორმას დაუბრუნდა, იმ შემთხვევაში, სადაც კლინიკურად გაჯანსაღება უმნიშვნელო იყო, სისხლის სურათი რჩებოდა ისეთივე, როგორც ბაზედოვის სნეულეზის დროს.

გ. კიუტნერის (1911) შემთხვევაში ლიმფოციტოზი აღინიშნებოდა ბაზედოური ჩიყვის ოპერაციიდან 10 წლის შემდეგაც კი.

ო. ბისტრემის (1946) მიერ შესწავლილია პერიფერიული სისხლის ცვლილებები თირეოტიკოსიკოზური ჩიყვის ოპერაციიდან 5—10 თვის შემდეგ. როგორც გამოიკვამ, ერითროციტებისა და ჰემოგლობინის რაოდენობა, უმრავლეს შემთხვევაში, ოპერაციამდელ დონეს ვერ აღწევს. დაახლოებით შემთხვევათა 1/3-ში ლეიკოციტების რაოდენობა დაბალია. იქ, სადაც ადგილი ჰქონდა ლიმფოციტოზს, ლიმფოციტების აბსოლუტური რაოდენობა შემცირდა.

ძვლის ტვინის ცვლილებების შესახებ, თირეოტიკოსიკოზური ჩიყვის ოპერაციის შემდეგ — შევხვდით მხოლოდ ორი ავტორის — ო. ბისტრემისა (1946) და ც. მაკალათიას (1951) შრომებს.



ო. ბოსტრემმა შესწავლა ძვლის ტვინის ცვლილებები თირეოტიკოსიკოზური ჩიყვის ოპერაციიდან 5—10 თვის შემდეგ. ამ დროისათვის ძვლის ტვინში ადგილი აქვს მარჯვნივ ძვრას, როგორც ნეიტროფილების, ისე ეოზინოფილების მხრივ. ნორმოზლასტების რაოდენობა უფრო ნაკლებია, ვიდრე მკურნალობამდე.

კ. მაკალათიას მიერ შესწავლილია ძვლის ტვინის პუნქტატი თირეოტიკოსიკოზური ჩიყვის ოპერაციიდან 1—3 თვის შემდეგ. აღნიშნულ პერიოდში ავადმყოფების გამოჯანსაღებისთან ერთად, ადგილი აქვს ძვლის ტვინის შემადგენლობის გამოსწორებას. რეციდივის შემთხვევაში, ძვლის ტვინის მორფოლოგიური შემადგენლობა დიდად არ განსხვავდება ოპერაციამდელი შემადგენლობისაგან.

ჩვენ მიერ 11 შემთხვევაში შესწავლილია პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის ცვლილებები თირეოტიკოსიკოზური ჩიყვის ოპერაციული მკურნალობის შორეულ პერიოდში, სახელდობრ:

- 1-დან 1 1/2 წლამდე — 6 შემთხვევა,
- 1 1/2—2 წლამდე — 2 შემთხვევა,
- 2 წლის ზევით — 3 შემთხვევა.

აღნიშნული პერიოდისათვის ავადმყოფთა უმრავლესობა კლინიკურად სრულიად გამოჯანსაღებულნი იყვნენ. ერთ ავადმყოფს აღენიშნებოდა ტაქიკარდია და ხელის თითების ოდნავ გამოხატული კანკალი, ხოლო ერთ ავადმყოფს დარჩენილი ჰქონდა სუსტად გამოხატული თვალების გადმოკარკვლა, სიგამხრე, საერთო სისუსტე და ოფლიანობა.

ზემოაღნიშნულ 11 შემთხვევაში, აღსანიშნავია ჰემოგლობინის რაოდენობის მნიშვნელოვანი მომატება. თუ ოპერაციამდე ჰემოგლობინის რაოდენობა ნორმაზე ნაკლები იყო, შორეულ პერიოდში 11-დან 9 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში მოექცა. 1 შემთხვევაში ავადმყოფის სრული გამოჯანსაღების ფონზე ჰემოგლობინის რაოდენობამ 28%-ით მოიმატა. ჰემოგლობინის რაოდენობის მომატებასთან ერთად აღსანიშნავია ერითროციტების რაოდენობის მომატებაც, რასაც ადგილი ჰქონდა 9 შემთხვევაში, 2 შემთხვევაში ერითროციტების რაოდენობამ დაიკლო, მაგრამ ნორმის ფარგლებს არ გასცილებია.

ამგვარად, ყველა 11 შემთხვევაში ერითროციტების რაოდენობა ნორმის ფარგლებშია და 4.100.000—5.400.000-ის შორის მერყეობს. ფერადობის მაჩვენებლებმა ყველა შემთხვევაში მოიმატა (მერყეობა 0,71—0,90 შორის). ლეიკოციტების რაოდენობამ 7 შემთხვევაში მოიმატა (100—1.800-ით), 4 შემთხვევაში კი მოიკლო (900—2.600-ით). მიუხედავად აღნიშნული ცვლილებებისა, ლეიკოციტების რაოდენობა ნორმის ფარგლებში დარჩა. შორეულ პერიოდში მნიშვნელოვანი ცვლილებები აღინიშნება ლეიკოციტურ ფორმულაშიც. ეს ცვლილებები განსაკუთრებით ეხება ლიმფოციტებს. თუ ოპერაციამდე 8 შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა ლიმფოციტოზს, ოპერაციის შემდეგ შორეულ პერიოდში ლიმფოციტების რაოდენობა, ყველა შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში მოექცა. იმ შემთხვევაში, სადაც გამოკვლევის მომენტში ავადმყოფს აღინიშნებოდა თირეოტიკოსიკოზის ზოგიერთი მოვლენა, ლიმფოციტების რაოდენობა ნორმის ზემო საზღვართან იმყოფებოდა.

ერთ შემთხვევაში, სადაც ოპერაციამდე ლიმფოციტების რაოდენობა ნორმის ქვემო საზღვარზე იმყოფებოდა, ოპერაციის შემდეგ შორეულ პერიოდში 16%-მდე დაიწია. ნეიტროპენია, რომელსაც ადგილი ჰქონდა უმრავლეს შემთხვევაში, ოპერაციის შემდგომ შორეულ პერიოდში, ნორმას დაუბრუნდა. ეოზინოფილების რაოდენობამ 6 შემთხვევაში მოიმატა, 3 შემთხვევაში დაიკლო, 2 შემთხვევაში კი იგივე დარჩა. მიუხედავად აღნიშნული ცვლილებებისა მათი რაოდენობა 9 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია, 2 შემთხვევაში კი აღინიშნება

უმნიშვნელო ეოზინოფილია. მონოციტების რაოდენობამ 7 შემთხვევაში შორი-მატა, ხოლო 4 შემთხვევაში დაიკლო, აღნიშნულის შემდეგ 2 შემთხვევაში აღნიშნებოდა მონოციტოზი.

თრომბოციტების რაოდენობა ოპერაციულ მკურნალობამდე არსებულ რაოდენობასთან შედარებით, საგრძნობლად მატულობს და 8 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში ექცევა. დანარჩენ 3 შემთხვევაში მათი რაოდენობა ნორმის ქვემო საზღვარს უახლოვდება.

ერითროციტების დალექვის სისწრაფე 9 შემთხვევაში შემცირდა, ერთ შემთხვევაში დარჩა იგივე, ერთ შემთხვევაში კი უმნიშვნელოდ აჩქარდა.

ამგვარად, თუ ოპერაციამდე ერითროციტების დალექვის სისწრაფე 6 შემთხვევაში აჩქარებული იყო, ოპერაციის შემდეგ შორეულ პერიოდში 10 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია, ერთ შემთხვევაში კი ადგილი აქვს ერითროციტების დალექვის რეაქციის უმნიშვნელო აჩქარებას.

ძვლის ტვინში თირეოტოქსიკოზური ჩიყვის ოპერაციიდან შორეულ პერიოდში ადგილი აქვს ლეიკობლასტებისა და ერითრობლასტების შეფარდების ნორმალისაციას. თუ ოპერაციამდე აღნიშნული შეფარდება 4-დან 12,3-მდე, ხოლო ოპერაციის შემდეგ უახლოეს ვადებში, 3,1-დან 10-მდეა, ოპერაციის შორეულ პერიოდში აღნიშნული შეფარდება 2,1—4,8 შორის მერყეობს.

აღნიშნული პერიოდისათვის მიელობლასტების რაოდენობა 10 შემთხვევაში შემცირდა და ნორმის ფარგლებში მოიქცა, ერთ შემთხვევაში კი უმნიშვნელოდ მოიმატა. ნეიტროფილების მხრივ აღსანიშნავია მომწიფებული ელემენტების რაოდენობის მომატება უმწიფარი ელემენტების შემცირების ხარჯზე. აქედან გამომდინარე ნეიტროფილების ძვლის ტვინის ინდექსი ყველა შემთხვევაში შემცირდა.

თუ ოპერაციამდე 11 შემთხვევიდან 5 შემთხვევაში აღნიშნული ინდექსი ერთზე მეტი იყო და 1 შემთხვევაში 2,1-ს უდრიდა, ოპერაციის შემდეგ შორეულ პერიოდში ზემოხსენებული ინდექსი ყველა შემთხვევაში 1-ზე ნაკლებია და 0,29-დან 0,8-მდე მერყეობს.

ეოზინოფილების ცვლილებები მსგავსია ნეიტროფილების ცვლილებებისა. აქაც ადგილი აქვს მომწიფებული უჯრედების რაოდენობის მომატებას და, მასთანადავ, ოპერაციამდე არსებული მარცხნივ ძვრის გაქრობას. გარკვეულ ცვლილებებს განიცდიან ბაზოფილები. თუ ოპერაციამდე აღნიშნული უჯრედები, უმრავლეს შემთხვევაში სულ არ გვხვდებოდა, ოპერაციის შემდეგ, შორეულ პერიოდში, ბაზოფილებს ვხვდებით ყველა შემთხვევაში, სადაც მათი რაოდენობა 0,25-დან 1%-მდე მერყეობს.

მონოციტების რაოდენობამ 8 შემთხვევაში მოიმატა, 3 შემთხვევაში დაიკლო. მიუხედავად აღნიშნული ცვლილებებისა, მათი რაოდენობა ნორმის ფარგლებს თითქმის არ გასცილებია.

მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდის ლიმფოციტები. როგორც ზემოთ უკვე იყო აღნიშნული, ოპერაციამდე თირეოტოქსიკოზის დიდ უმრავლეს შემთხვევაში ძვლის ტვინში ადგილი ჰქონდა ლიმფოციტოზს ოპერაციიდან შორეულ პერიოდში ლიმფოციტების რაოდენობა 10 შემთხვევაში საგრძნობლად შემცირდა. მიუხედავად ამისა, 3 შემთხვევაში მაინც მაღალი დარჩა. აქვე უნდა ითქვას, რომ ხსენებულ ავადმყოფებს, გამოკვლევის პერიოდში აღნიშნებოდათ თირეოტოქსიკოზის ნარჩენი მოვლენები.

ლეიკობლასტების მიტოზის ფორმები, ჩვენ მიერ ნახულ იქნა 8 შემთხვევაში, სადაც მათი რაოდენობა 0,25—0,75 შორის მერყეობდა.

თირეოტოქსიკოზური ჩიყვის ოპერაციიდან შორეულ პერიოდში ადგილი აქვს ერითრობლასტების რაოდენობის მომატებას პოლიქრომატოფილური და ორთოქრომატოფილური ფორმების ხარჯზე.



აღნიშნული გარემოების გამო, ერთობლასტების მომწიფების ინტენსივობა შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია და 0,81—0,91 შორის მერყეობს. 11-დან 9 შემთხვევაში ჩვენ მიერ ნახულ იქნა ერთობლასტების მიტოვის ფორმები, სადაც მათი რაოდენობა 0,25-დან 1-მდე მერყეობდა.

ლეიკო- და ერთობლასტთან ერთად თირეოტოქსიკოზური ჩიყვის ოპერაციიდან შორეულ პერიოდში აღინიშნება თრომბოციტოპოეზის ნორმალიზაცია. თუ ოპერაციამდე ზემოაღნიშნულ 11 შემთხვევიდან, მეგაკარიოციტები მხოლოდ 1 შემთხვევაში იყო ჩვენ მიერ ნახული, ოპერაციის შემდეგ შორეულ პერიოდში მეგაკარიოციტები ვნახეთ 10 შემთხვევაში, სადაც მათი რაოდენობა 0,25-დან 0,75-მდე მერყეობდა. აღნიშნული გარემოებით უნდა აიხსნას თრომბოციტების რაოდენობის მომატება პერიფერიულ სისხლში.

პლაზმური და რეტეკულურ-ენდოთელური უჯრედების მხრივ რაიმე მნიშვნელოვან გადახრას ოპერაციამდელთან შედარებით აღვილი არ აქვს.

ამგვარად, თირეოტოქსიკოზური ჩიყვის ოპერაციიდან შორეულ პერიოდში, ავადმყოფების სრულ კლინიკურ გამოჯანსაღებასთან ერთად უმრავლეს შემთხვევაში აღვილი აქვს პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის შემადგენლობის ნორმალიზაციას. ერთეულ შემთხვევებში, სადაც აღინიშნება თირეოტოქსიკოზის ზოგიერთი ნარჩენი ნიშანი, პერიფერიულ სისხლსა და ძვლის ტვინში ვნახულობთ თირეოტოქსიკოზისათვის დამახასიათებელ ცვლილებებს.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 27.1958)

## 8. იოსაბა

 სანერწყვე ჯირკვლების ე. წ. „შერეული სიმსივნეების“  
 მორფოლოგიური თავისებურების საპრობლემური  
 (წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 4.7.1958)

სანერწყვე ჯირკვლების ე. წ. „შერეული სიმსივნეების“ მორფოლოგიური თავისებურებების შესწავლა კლინიკური და თეორიული ონკოლოგიის აქტუალური საკითხია.

ამ შრომას საფუძვლად დაედო სანერწყვე ჯირკვლის ე. წ. „შერეული სიმსივნეების“ 97 შემთხვევის ჰისტო-მორფოლოგიური ანალიზი. დაწვრილებით შევისწავლეთ ე. წ. „შერეული სიმსივნეების“ თითოეულ შემთხვევაში მორფოლოგიური შენების თავისებურებისა და, მათგან გამომდინარე, კლინიკური მიმდინარეობის ურთიერთდამოკიდებულების საკითხები.

მასალის ამდაგვარად ჩატარებულმა ანალიზმა საშუალება მოგვცა გამოგვეგონა მორფოლოგიურად „შერეული სიმსივნეების“ ის სტრუქტურული ვარიანტები, რომლებიც უფრო მიღრეკილებას იჩენენ რეციდივისა და ავთვისებიანად გარდაქმნისადმი.

ჰისტო-მორფოლოგიურად „შერეული სიმსივნეებისათვის“ დამახასიათებელია ერთსა და იმავე სიმსივნეში სხვადასხვა ეპითელური სტრუქტურის არსებობა. ისინი შეუმჩნეველად გადადიან ერთიმეორეში. ეპითელური სტრუქტურების სხვადასხვა კომბინაცია ქმნის სანერწყვე ჯირკვლის ეპითელიუმების იმ რთულ შენებას, რომლის საფუძველზე მრავალი პათოლოგ-ანატომები მათ „შერეულ სიმსივნეებს“ უწოდებდნენ.

ჩვენ შევისწავლეთ ე. წ. „შერეული სიმსივნეების“ 97 შემთხვევის ჰისტოლოგიური პრეპარატი, რომლის პარენქიმაში შემავალ სხვადასხვა შენების ეპითელურ სტრუქტურებს 4 ჯგუფად ვყოფთ: 1) ჯირკვლოვანი და მილაკოვანი შენების სიმსივნური უბნები, 2) ეპითელური უჯრედების გროვების შემცველი უბნები, 3) ლორწოსშემცველი უბნები და 4) ხრტილისმაგვარი უბნები.

ჩვენს მასალაზე ერთგვარადაც არ გეჭონია შემთხვევა, რომ ე. წ. „შერეული სიმსივნის“ პარენქიმა ერთგვაროვანი შენებისა ყოფილიყოს. მათ შემადგენლობაში შედიოდა არანაკლებ ორი ზემოთ აღწერილი ეპითელური სტრუქტურებისა. ვინაიდან, ე. წ. „შერეული სიმსივნეებში“ ამა თუ იმ ეპითელური სტრუქტურის სიჭარბე, ჩვენი დაკვირვებით, განსაზღვრავს სიმსივნის კლინიკური მიმდინარეობის თავისებურებას, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია მოვიყვანოთ ზემოაღწერილი ეპითელური სტრუქტურების ცალკეული ვარიანტის მიკრომორფოლოგია.

1. ჯირკვლოვანი და მილაკოვანი შენების მქონე სიმსივნური უბნები. ჩვენი მასალის 97 შემთხვევიდან აღნიშნული შენების უბნები ე. წ. „შერეული სიმსივნის“ შემადგენლობაში აღინიშნებოდა 79 შემთხვევაში.

მიკროსკოპიულად სიმსივნე უწესრიგოდ განლაგებული სხვადასხვა ზომის მორფოლოგიულად სხვადასხვანაირად შედგება, რომელიც შეიცავს საშუალო ზომის კონუსის ფორმის უჯრედებს, რომელთა პროტოპლაზმა ჰომოგენურია, მკაფიოდ შემოსაზღვრული, ქრამტინის ზომიერი რაოდენობის მქონე ბირთვით. ამგვარი წილაკლოვანი შენების ეპითელური სტრუქტურების გვერდით ხშირად გვხვდება მრგვალი ფორმის სიმსივნური უჯრედების კომპლექსი, რაც ქმნის სხვადა-



სხვა ზომისა და დიამეტრის სიმსივნურ მილაკებს, რომელთაც აქვთ გამოხატული ბაზალური მემბრანა. მილაკების სანათურის კედელი შედგება კუბური ეპითელური უჯრედების რამოდენიმე შრისაგან.

უჯრედების პროტოპლაზმა ჰომოგენურია ბაზალურად მდებარე მრგვალი ან ოვალური ფორმის მკათიოდ შემოსასწორული ჰიპერქრომული ბირთვებით. აღნიშნულ უბნებში ვხვდებით აგრეთვე უსწორმასწორო ფორმის როგორც შედარებით დიდ, ისე პატარა მოცულობის ბირთვებს ერთი ან რამოდენიმე მოზრდილი ბირთვაკით. უჯრედებს შორის საზღვარი კარგად ჩანს.

ხშირად ვხვდებით აგრეთვე ისეთ სიმსივნურ მილაკებს, რომლის კედელი შედგება 2 ან 3 შრედ განლაგებული ეპითელური უჯრედებისაგან, რომლებიც შეიცავენ ჰომოგენურად შედბილ პროტოპლაზმას მრგვალი ან ოვალური ფორმის მუქად შეღებული ბირთვით. მასში მოთავსებულია რამდენიმე მოზრდილი ბირთვაკით. უჯრედები უსწორმასწორო ფორმისაა, დაკავშირებულია ერთმანეთთან გრძელი პროტოპლაზმური მორჩებით. ჯირკვლოვანი სანათურები ზოგიერთ ადგილზე ამოვსებულია ოქსიფილური მასით, აღნიშნული სახის სტრუქტურების შემცველი სიმსივნე ცნობილია „ცილინდრომას“ სახელით. ზემოთ აღწერილი ჯირკვლოვან სტრუქტურებთან შედარებით, მათში მატულობს ატიპიური უჯრედების რიცხვი. ბაზალური მეამბრანა არ ჩანს. ჩვენი მასალის მიხედვით, „ცილინდრომის“ ტიპის სიმსივნე იძლევა რეციდივის მაღალ პროცენტს.

ჰისტოლოგიურად შესწავლილი რეციდივული სიმსივნის 19 შემთხვევიდან 10 შემთხვევაში ე. წ. „შერეული სიმსივნის“ პარენქიმის უმეტესი ნაწილი „ცილინდრომის“ ტიპის სტრუქტურებს შეიცავდა.

აღნიშნული 10 შემთხვევიდან 4 შემთხვევაში, როცა ჩატარებულ იქნა რეციდივული სიმსივნის კომბინირებული მკურნალობა (ოპერაცია+სხივური), გაჯანსაღება მივიღეთ 6-დან 8 წლამდე, ხოლო დანარჩენ 6 შემთხვევაში, როცა ავადმყოფებს ჩაუტარდათ მარტო ქირურგიული მკურნალობა, — ორ შემთხვევაში მივიღეთ რეციდივი 6-დან 12 თვემდე, ორ შემთხვევაში — ავთვისებიანად გარდაქმნა 1-დან 2 წლის შემდეგ; ხოლო დანარჩენ 2 შემთხვევაში ავადმყოფები განმრთვლად არიან 2—5 წლის შემდეგ.

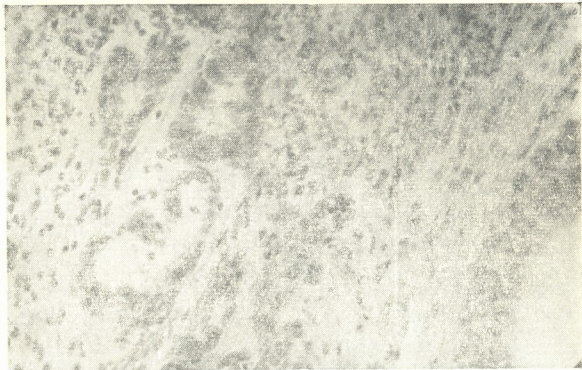
2. სიმსივნური უბნებით, რომლებიც წარმოადგენილია ეპითელური უჯრედების გროვებით. ზოგან სიმსივნურ მილაკოვან სანათურებში პერიფერიულად განლაგებული უჯრედები, ბაზალური მეამბრანის არსებობის გამო მარაოსებრ იშლებიან და ქმნიან ეპითელური უჯრედების მასიურ ველებს. აღნიშნული სტრუქტურები უმეტესად მომრგვალო ფორმისაა, განცალკევებულია ერთმანეთისაგან ჰიალინიზირებულ ან სკლეროზირებულ შემაერთქსილოვანი ბოჭკოებით.

აღნიშნულ სტრუქტურებში ვხვდებით საწერწყვე ჯირკვლის ე. წ. „შერეული სიმსივნეებისაგან“ დამახასიათებელ ყველა მორფოლოგიურ ნიშანს. ე. წ. „შერეული სიმსივნე“ ამ უბნებში შეიცავს პოლიგონალური ფორმის უჯრედებს, ბაზოფილური პროტოპლაზმით, მრგვალი ან ოვალური ფორმის ნათელი ბირთვით და ერთი შედარებით დიდი ბირთვაკით. ხშირია როგორც გიგანტური ფორმის ნათელი, ისე პატარა პიკნოზური ბირთვების არსებობა. აღნიშნულ სტრუქტურაში ატიპიური უჯრედების რიცხვი მკვეთრად მატულობს. დამახასიათებელია აგრეთვე ლორწოს არსებობა უჯრედებს შუა.

შემაერთქსილოვანი სტრომის ძლიერ განვითარებისას აღნიშნული უბნები დებულობს გაწეილი უჯრედებისაგან შემდგარი ზონარების სახეს.

ეპითელური უჯრედების გროვების შემცველ უბნებში ზოგჯერ ვხვდებით გარქოვანებულ უჯრედების ჩველს.

ჩვენს მასალაზე ე. წ. „შერეული სიმსივნეების“ 97 შემთხვევიდან უბნები, რომელთაც შეიცავს ეპითელური უჯრედების გროვებს აღინიშნებოდა 73 შემთხვევაში. აღნიშნული ტიპის უბნების შემცველი „შერეული სიმსივნე“ ძლი-

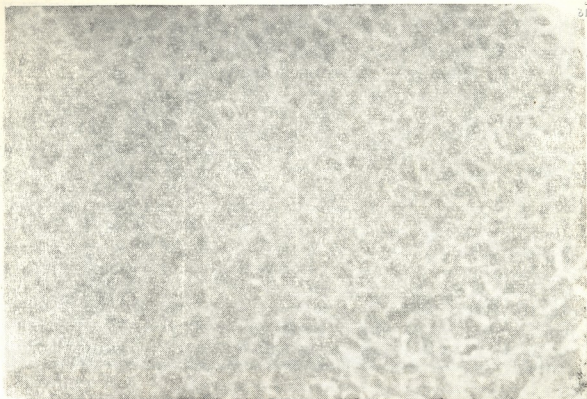


მიკროფოტო 1. „შერეული სიმსივნის“ მილაკოვანი შენების მქონე უბანი

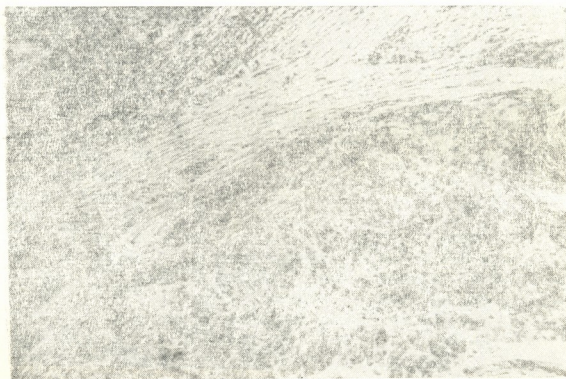


მიკროფოტო 2. მილაკოვანი სტრუქტურების გვერდით ეპითელური უჯრედების გროვებით წარმოდგენილი უბანი

ერ მიღრეკილია რეციდივებისა და ავთვისებიანად გარდაქმნისადმი. რეციდი-  
ვული სიმსივნის 19 შემთხვევიდან 9 შემთხვევაში სიმსივნის პარენქიმის უქე-  
ტესი ნაწილი აღნიშნული ტიპის უბნებით იყო წარმოდგენილი; აქედან 5 შემ-  
თხვევაში, როცა ჩატარებულია რეციდივული სიმსივნის კომბინირებული მკურ-  
ნალობა, მივიღეთ გამოჯანსაღება 7-დან 8 წლამდე, ხოლო დანარჩენ 4 შემთხვე-



მიკროფოტო 3. იგივე უბანი დიდ გადიდებაზე

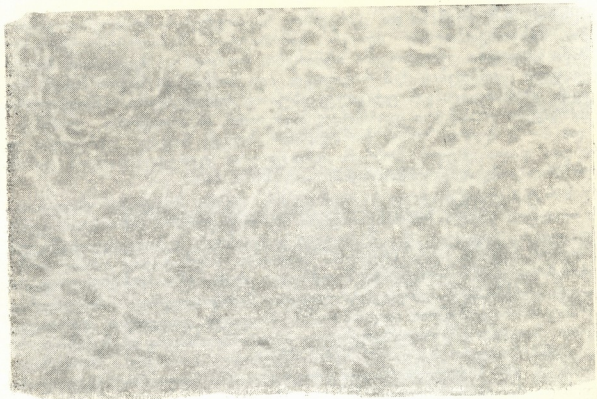


მიკროფოტო 4. იმავე შემთხვევის მეორე რეციდივი ავთვისებიანად გარდაქმნის შემდეგ ბრტყელოჯრედოვანი კიბო

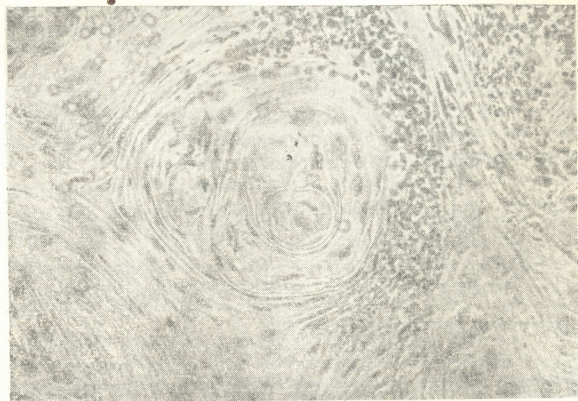
ვაში, როცა ჩატარებულ იქნა მხოლოდ ქირურგიული მკურნალობა, 3 შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა ავთვისებიან გარდაქმნას 6 და 11 თვის შემდეგ; ხოლო ერთ შემთხვევაში მივიღეთ მესამე რეციდივი 7 თვის შემდეგ.

3. ლორწოს შემცველი სიმსივნური უბნები ჩვენს მასალაზე ე. წ. „შერეული სიმსივნის“ 97 შემთხვევიდან აღინიშნებოდა 90 შემ-





მიკროფოტო 5. „შერეულ სიმსივნე“. მოჩანს ეპითელიური უჯრედების გროვების შემცველი უბანი ცენტრში გარჭავებით



მიკროფოტო 6. იგივე შემთხვევა ავთვისებიანად გარდაქმნის შემდეგ. მოჩანს ბოტყელუჯრედოვანი კიბო გარჭავებით

თხვევაში: აქედან 14 შემთხვევაში, როცა სიმსივნის უმეტესი ნაწილი აღნიშნული ტიპის უბნებით იყო წარმოდგენილი, რეციდიუს ადგილი არ ქონია. ლორწოს შემცველ უბნებს ეპითელიური უჯრედების მასიურ გროვებში უჯრედოვანი

ელემენტების შემცირებისა და უკრედეშუა ნივთიერების მომატების გამო ვღებულობთ. მიკროსკოპულად ძლიერ გამოხატულ შემაერთებელქსოვილოვან სტრომაში გვხვდება უკრედეოვანი ზონარები, რომლებიც შედგებიან ძლიერ წაგრძელებული უკრედების 1-2 რიგისაგან. იგი სიმსივნეს ბალის სახეს აძლევს. უკრედები ერთმანეთისაგან განცალკევებულია ჰომოგენური ოქსიფილური მასით. უკრედები არასწორი ფორმისაა, ოვალური ან არასწორი ფორმის ბირთვით და 1—2 მცირე ზომის ბირთვაკით. ზოგან, სადაც უკრედები უფრო მკიდროდა დალაგებული, მოსჩანს ეპითელური უკრედებისათვის დამახასიათებელი პროტოპლაზმური მორჩები.

4. ხ რ ტ ი ლ ს მ ა გ ვ ა რ უ ბ ნ ე ბ ს ჩვენს მასალაზე ვხვდებით სიმსინის თითქმის ყველა შემოსხენებული სტრუქტურული ვარიანტის გვერდით. 9 შემთხვევაში, სადაც ე. წ. „შერეული სიმსივნის“ შემადგენლობაში უმეტესად ხრტილისმაგვარი სტრუქტურები შედიოდა, მიუხედავად იმისა, რომ მხოლოდ ქირურგიული მკურნალობა ჩატარდა, ავადმყოფები ჯანმრთელადაა 6-დან 9 წლამდე. აღნიშნული სახის სტრუქტურა წარმოადგენს ჰომოგენურ ველს. რომელშიც მოთავსებულია დიდი ზომის მრგვალი უკრედები, მკრთალი, ჰომოგენური, ზოგჯერ ვაკუოლიზირებული პროტოპლაზმითა და მკრთალი ფერის მრგვალი ან ოვალური მკაფიოდ შემოსაზღვრული ბირთვით, რომელიც შეიცავს ერთ ან ორ ბირთვაქს. ზოგან პროტოპლაზმა მთლიანად ვაკუოლიზაციის განიცდის და ბირთვის ირგვლივ ქმნის ე. წ. „რგოლს“.

ე. წ. „შერეული სიმსივნეებში“ შემავალი სტრუქტურების ცალკეული ვარიანტების შესწავლით ჩვენ მიერ შემჩნეულია, რომ იმ შემთხვევაში, როცა სიმსივნის ჰისტოლოგიურ შენებაში ჰარბობს ჯირკვლოვანი და მილაკოვანი უბნები და ეპითელური უკრედების გროვების შემცველი \*უბნები რეციდივი და ავთვისებიანად გარდაქმნა უფრო ხშირია, ვიდრე იმ შემთხვევებში, როდესაც სიმსივნის პარენქიმის უმეტესი ნაწილი წარმოდგენილია ლორწოსა და ხრტილის შემცველი უბნებით.

ჩვენი მონაცემებით, ე. წ. „შერეული სიმსივნეების“ ჰისტო-მორფოლოგიურად შესწავლილ 97 შემთხვევიდან 19 შემთხვევა რეციდივიული სიმსივნე იყო; ჰისტოლოგიურად 10 შემთხვევაში სიმსივნეს უმეტესად ჯირკვლოვანი და მილაკოვანი შენება ქონდა, ხოლო 9 შემთხვევაში სიმსივნე წარმოდგენილი იყო ეპითელური უკრედების გროვების შემცველი უბნებით.

რეციდივის 19 შემთხვევიდან ავთვისებიანად გარდაქმნა ჰისტოლოგიურად დადგენილ იქნა 5 შემთხვევაში. უნდა აღინიშნოს, რომ როგორც პირველადი, ისე ავთვისებიანად გარდაქმნილი რეციდივიული სიმსივნე შედგებოდნენ ერთი და იგივე სტრუქტურის შემცველი უბნებისაგან.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ ე. წ. „შერეული სიმსივნეების“ ის შემთხვევები, რომლებსაც მიღრეკილება აქვთ რეციდივისა და ავთვისებიანად გარდაქმნისაკენ, ოპერაციის შემდგომ საჭიროებენ სხივურ მკურნალობას.

ე. წ. „შერეული სიმსივნეების“ იმ შემთხვევაში, როცა სიმსივნის ამოკვეთის შემდეგ ჰისტოლოგიურად აღმოჩენილ იქნა რეციდივისადმი მიღრეკილი სტრუქტურული უბნების არსებობა და ჩაუტარეთ ოპერაციის შემდგომი სხივური მკურნალობა, ავადმყოფები ჯანმრთელად არიან 7-დან 9 წლამდე.

საქართველოს სსრ ჯანმრთელობის

დაცვის სამინისტრო

რესპუბლიკური ონკოლოგიური დისპანსერი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 4.7.1958)

ბ. კიკვიძე

## სსრ სუფიქსი ლაკურში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა არნ. ჩიქობავამ 4.10.1958)

ლაკურ ენაში, როგორც ცნობილია, ზედსართავი სახელი გვხვდება ორგვარი დაბოლოებით: -მა, -მურ და -სხა სუფიქსებით. პირველ შემთხვევაში ზედსართავები იცვლებიან გრამატიკული კლასის, რიცხვისა და ბრუნვათა მიხედვით [1, 5, 6]; მაგალითად:

|              |                      |         |
|--------------|----------------------|---------|
| ჭუნამა ინსან | „დიდი ადამიანი“      | I კლ.   |
| ჭუმმურ ნინუ  | „დიდი დედა (დიდედა)“ | II კლ.  |
| ჭუმმურ ნიც   | „დიდი ხარი“          | III კლ. |
| ჭუმმურ ნეხ   | „დიდი მდინარე“       | IV კლ.  |

მაშასადამე, პირველი კლასის სახელებთან ზედსართავს დაბოლოებად მოუღდის -მა, ხოლო დანარჩენი კლასის სახელებთან -მურ. მრავლობით რიცხვში ზედსართავს სახელს ყველა კლასის სახელებთან დაერთვის -მი; მაგალითად:

|                |                       |
|----------------|-----------------------|
| ჭუნიმი ნიცრუ   | „დიდი ხარები“         |
| ჭუნიმი ნინუჭლუ | „დიდი დედები“ და სხვ. |

აღნიშნულ სუფიქსთა ფუნქცია გარკვეულია [1,6]: ისინი განსაზღვრულობას ანიჭებენ ზედსართავს სახელებს; ჭუნამა ინსანს საერთოდ „დიდი ადამიანს“ კი არ ნიშნავს, არამედ „იმ ადამიანს, რომელიც დიდია“. მაშასადამე, ჭუმმურ ნიც ნიშნავს: „ის ხარი, რომელიც დიდია“ და ა. შ.

ზედსართავთა ამგვარ წარმოებას ლაკურში უპირისპირდება -სხა სუფიქსიანი წარმოება. უკანასკნელ შემთხვევაში ზედსართავი სახელები არც რიცხვის მიხედვით იცვლებიან და არც გრამატიკულ კლასებს განარჩევენ<sup>(1)</sup>. სამეცნიერო ლიტერატურაში -სხა სუფიქსის ფუნქცია და გენეზისი არ არის გაკვეთილი.

აღნიშნული სუფიქსი საკმაოდ გავრცელებულია დაღესტნის სხვა ენებშიც, კერძოდ, ხუნძურში. ა. ბოკარევი მიუთითებს -ს სუფიქსის რამდენიმე ფუნქციაზე ხუნძურში და იქვე შენიშნავს: „გეგვე სუფიქსი (ე. ი. -ს — ბ. კ.) სხვადასხვა ვარიანტებით ფართოდაა გავრცელებული ანდიური ჯგუფის ყველა ენასა და ლაკურში, სადაც ის საერთოდ აწარმოებს ზედსართავთა სრულ ფორმებსო“ ([3], გვ. 167, ind.1). მართლაც, იმავე ავტორს აღნიშნული სუფიქსი დადასტურებული აქვს ჭამალურში ([4], გვ. 61).

(<sup>1</sup> თუ კლასის ნიშანი პრეფიქსად არ მოუღდის ზედსართავს.



რას უნდა წარმოადგენდეს  $\overline{-სხა}$  სუფიქსი ლაკურში და რა ფუნქციით უნდა იხმარებოდეს იგი ზედსართავებში?

ლაკურში, ისევე როგორც მის მონათესავე სხვა ენებში [2], კითხვითი ნაცვალსახელები ბრუნებისას ორ ფუძეს გამოავლენენ: სახელობით ბრუნვაში ერთი ფუძეა გამოყენებული, დანარჩენ ბრუნვებში კი—სხვა:

|               |         |
|---------------|---------|
| სახ. ცუ „ვინ“ | ცი „რა“ |
| ერგ. შშილ     | სსალ    |
| მიც. შშინ     | სსან    |

ამ ფუძეთაგან მეორე ( $\overline{შში-}$ ,  $\overline{სსა-}$ ) უფრო ძველი უნდა იყოს: იგი სათანადო შესატყვისებს პოულობს დაღესტნის სხვა ენებში, კერძოდ, ხუნძურ-ანდიური ჯგუფის ენებში [2].

ზედსართავის სუფიქსად გამოყენებული  $\overline{-სხა}$  საერთო ჩანს „რა“—კითხვითი ნაცვალსახელის მეორე ფუძესთან. ჩვენი ვარაუდით, იგი ზედსართავ სახელთან თავდაპირველად განუსაზღვრელი ნაწიერის ფუნქციით უნდა ხმარებულიყო, ხოლო შემდგომ კი ზედსართავის (resp. ატრიბუტივის) მაწარმოებელ სუფიქსად განზოგადებულა. ამგვარ ახსნას თითქოს მხარს უჭერს ლაკური ენის მონაცემები ( $\overline{-სხა}$  სუფიქსიანი ზედსართავი განუსაზღვრელი შინაარსის მატარებელია და ფორმატ განუსაზღვრელი აქვს: არ იცვლება გრამატიკული კლასისა და რიცხვის მიხედვით) და აგრეთვე მონათესავე ენათა ფაქტებიც: ხუნძურშიც  $\overline{-ს}$  ნაცვალსახელური წარმოშობისა ჩანს<sup>(1)</sup>.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.10.1958)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. ვ. თოფურია. გრამატიკული კლასები და მათი ექსპონენტები ლაკურ ენაში. ვნიშკის მოამბე, ტ. XII, 1942.
2. ი. ცერცვაძე. კითხვით ნაცვალსახელთა ფუძეები ხუნძურ ენაში. „იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება“, ტ. IV, 1953.
3. А. А. Бокарев. Синтаксис аварского языка. Москва—Ленинград, 1949.
4. А. А. Бокарев. Очерк грамматики чамалинского языка. Москва—Ленинград, 1949.
5. Л. Жирков. Лакский язык. Москва, 1955.
6. П. К. Услар. Лакский язык. Тифлис, 1890.

(<sup>1</sup> ამის შესახებ სხვაგან.

ოთ. ლოკოტიზანიძე

სამეფო მიწისმფლობელობის შესახებ ანტიკური ხანის  
იბერიაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩიტაიამ 16.5.1958)

ძველი ქართული საისტორიო ტრადიცია ერთიანი აღმოსავლურ-ქართული სახელმწიფოს შექმნას ძვ. წ. IV საუკ. დასასრულსა თუ III საუკ. დამდეგს მი-  
აწერს, რაც კარგად ეთანხმება არქეოლოგიურ მონაცემებს ([1], გვ. 136—142;  
[2], გვ. 35—37). სამეფო დინასტიის დამაარსებლად გვევლინება ფარნავაზი,  
რომლის გამეფების თარიღად ძვ. წ. III საუკ. 80—70-იანი წლებია მიჩნეული  
([3], გვ. 313; [1], გვ. 142). ამ დროისათვის, უნდა ვიფიქროთ, არსებითად დას-  
რულდა იბერიის სახელმწიფოს ჩამოყალიბების რთული და ხანგრძლივი პრო-  
ცესი. ლეონტი მროველის ცნობებში ფარნავაზის რეფორმების შესახებ ([4], გვ.  
24—25) ფიქსირებულია სახელმწიფოს ყველა არსებითი ნიშანი<sup>1</sup>: ტერიტო-

(<sup>1</sup> უკანასკნელ ხანს განმტკიცდა მოსაზრება, რომ ლეონტი მროველი XI საუკ. ისტო-  
რიკოსია, ხოლო მისი ცნობები ქართველი ხალხის ძველი ისტორიის საკითხებზე, ხშირ შემ-  
თხვევაში დადასტურდა არქეოლოგიური მონაცემებითაც. ანტიომ სპეციალურ სამეცნიერო  
ლიტერატურაში სავსებით სამართლიანად იქნა გადასინჯული მოსაზრება ძველი ქართული  
საისტორიო ტრადიციისადმი სკეპტიკური დამოკიდებულების შესახებ ([5], გვ. 47). რაც შე-  
ეხება ცნობებს ფარნავაზის შესახებ, ჩვენ გვაქვს ყველა საფუძველი ვივარაუდოთ, რომ ფარნა-  
ვაზი ისტორიული პიროვნებაა, ხოლო მისი რეფორმები—რეალურად განხორციელებული ფაქ-  
ტები: 1) ფარნავაზიანთა დინასტიის არსებობის შესახებ იბერიაში ცნობა მოგვრევა აგრეთვე  
სომეხ ისტორიკოსს ფავსტოს ბიზანტიელს („სომხეთის ისტორია“, V, 15; 2) ლეონტი მრო-  
ველი იხსენიებს ფარნავაზის თანამედროვეებსა და მოკავშირეებს. მათ შორისაა ანტიოქოს,  
„მეფე ასურატანისა“. ესაა ანტიოქოზ I, ძვ. წ. სელევკიდების სამეფოს დამაარსებლის სელევკ I  
ნიკატორისა ([1], გვ. 142, [2], გვ. 36). საკულისხმოა, რომ სწორედ ამ ანტიოქოზმა დაახლ.  
ძვ. წ. III საუკ. 90-იან წლებში პატროკლეს დაეავალა ამიერკავკასიის ქვეყნებზე გავლით შეე-  
ღვამდე სავაჭრო ურთიერთობის განხორციელების შესაძლებლობის შესწავლა ([2], გვ. 36);  
3) იშვიათ ნივანსებს შეიცავს თვით ცნობა ქვეყნის საერისთავებად დაყოფის შესახებ: თუ  
ქართლის 7 ერისთავის შესახებ ნათქვამია „განაწესა“ და „გაგზავნა“, ქუჯის შესახებ ნათქვა-  
ნია, რომ იგი „იყო ერისთავი ვერისისა“; 4) იმ ერისთავთა შორის, რომელიც „განაწესა“  
ფარნავაზმა, იხსენიება არაგვისი ერისთავიც. არაგვისი საშუალო საუკუნეებში უკვე დასავლეთ  
საქართველოს ეკუთვნოდა, მაგრამ ანტიკურ ხანაში ამ მხარეში (ცენტრით ბორში) არსებობდა  
იბერიის საერისთავო თუ საპატრიარქო [6] და ეს ვითარება აგრეთვე ხუსტად ასახულა ლეონტი  
მროველის ცნობებში; 5) დასაწყისი ქართული ნაციონალური წელთაღრიცხვისა (და დამოსა-  
ვალი თარიღი ქართული ქორონიკონისა) არის 284 წ. ძვ. წ. ფიქრობებ, რომ ეს არის თარიღი  
იბერიის სახელმწიფოს დამოუკიდებლობის გამოცხადებისა და ფარნავაზიანთა დინასტიის  
დაპყვიდობისა ([3], გვ. 312—313); 6) ლეონტი მროველის ცნობით, ფარნავაზი არის „მის-  
წული სამარაჲსი“ ([4], გვ. 20). ფარნავაზის მამის სახელს მროველი არ იცნობს. როგორც  
ბ. ინგოროსკვამი შენიშნა, ცნობა ფარნავაზის შესახებ რომ ლეონტი მროველის შეთხზული  
იყოს, იგი, ცხადია, პირველ რიგში ფარნავაზის მამის სახელს მოაგონებდა და არა ბიძის სა-  
ხელს! ჩანს „ლეონტი მროველი იმეორებს რომელიღაც ძველი საისტორიო წყაროს ცნობას“  
([3], გვ. 277).



რიალური დანაწილება (ცნობა ქვეყნის სამხედრო-ადმინისტრაციულ ოლქებად — საერისთავებად დაყოფის შესახებ), საჯარო ხელისუფლების არსებობა<sup>(1)</sup> („განაწესნა ერისთავნი რვანი და სპასპეტი“... რომელიც „მთავრობით განაგებდის ყოველთა ერისთავთა ზედა...“ ხოლო „ამათ ერისთავთა ქუეშე განაჩინნა სპასალარნი და ათასისთავნი“...) და აგრეთვე გადასახადების დაწესება („ხარკი სამეფოთ“ და „ხარკი საერისთავო...“). ამიტომ შეიძლება გადაუჭარბებლად ითქვას, რომ ძველი ქართული საისტორიო ტრადიცია იბერიის სახელმწიფოს ორგანიზაციის შესახებ ისეთივე მნიშვნელობისაა, როგორც ძველი ბერძნული ტრადიცია კლისთენეს მიერ ატიკის ტერიტორიალურ ფილებად დაყოფის შესახებ და ძველი რომაული ისტორიული ტრადიცია სერვიუს ტულიუსის მიერ რომის ტერიტორიალურ ტრიბებად დაყოფის შესახებ.

ლეონტი მროველის ცნობით, ქართლის პირველი მეფის ხელისუფლება ძლიერი არისტოკრატიული გვარის მეთაურისაგანა წარმოშობილი: ფარნავაზი იყო „შვილი თვითა მათ ქართლისათა“ და ამიტომაც მართებდა მას სხვებზე „უფლობა“ ([4], გვ. 22, [8], გვ. 374—375). შემდეგში იბერიის სამეფო ხელისუფლება მტკიცდებოდა გვიანდელი არისტოკრატიის წინააღმდეგ ბრძოლაში. რომელიც ენერგიულად გამოდიოდა ქართლის მეფის ერთპიროვნული ხელისუფლების წინააღმდეგ (იხ. [9], გვ. 157—163). ამ ბრძოლაში იქმნებოდა, როგორც ჩანს, იბერიის მეფის ერთგვარად დესპოტიური ხელისუფლება, რომელიც იბერიას განიხილავდა როგორც საგვიანულო საკუთრებას. გვიანდელი ტაციტის მეტად მეტყველი ცნობა იბერიის მეფის ფარსმანის შესახებ, რომელსაც უპყრია „მამეული ხელისუფლება“ (*imperium gentile*) და ფლობს იბერებს „მფლობელობის ძველთა-ძველი უფლებით“ („*obtinebat... Hiberos Pharasmanes vetusta possessione*“<sup>(2)</sup>. „*Annales*“. XII, 44).

კარგად ჩანს, რომ იბერიის მეფის კარზე მისი უფლების თეორიული დასაბუთება შემუშავებულა ([8], გვ. 373). იბერიის მეფის ხელისუფლების უზენაესობის რწმენის განმტკიცებას ისახავდა, უთუოდ, ფარნავაზის მიერ მეფის კულტის დაწესება: „ამანვე ფარნავაზ შექმნა კერადი დიდი სახელსა ზედა თვისსა“ ([4], გვ. 25). მეფის კულტი ფართოდ იყო გავრცელებული აღმოსავლეთის ელინისტურ მონარქიებში, მაგრამ სათავეს იგი იმ უძველეს ხანაში იღებს, როდესაც „დესპოტი სახელმწიფოს განსახიერება იყო და მისი გაღმერთება მისი ხელისუფლების გაღმერთებას ნიშნავდა“ ([7], გვ. 332). იბერიის სამეფოს სოც.-ეკონომიური სტრუქტურის გარკვევისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მიწისმფლობელობის ფორმების შესწავლას, საერთოდ, და სამეფო მიწისმფლობელობისას კერძოდ.

მეტად დიდი მნიშვნელობისაა სტრაბონის ცნობა, რომ იბერიის მოსახლეობის მეოთხე წგუფს — გენოსს, შეადგენენ „ლაოები, რომლებიც სამეფო მონები არიან და აკეთებენ ყველაფერს, რაც ცხოვრებისათვის არის საჭირო“ ([10] XI, 3, 6). განმარტება, რომ ლაოები (*οἱ λαοί*) სამეფო მონები არიან (*πραστασις ἐν τῷ ἐλαίῳ*), ჩვენი აზრით, წარმოადგენს იბერიაში სამეფო მეურნეობის და, შესაბამისად, სეფე მიწის (*χθρὰ πραστασιῆς*) არსებობის მოწმობას (ჯერჯერობით თუნდაც არაპირდაპირს). ამ დასკვნის არგუმენტირება შეიძლება სხვა მონაცემებითაც. მეტად საყურადღებოა, რომ არმანის ბილინგვის ბერძნულ ტექსტში იბერიის „დიდი მეფის“ ხელისუფალთა შორის იხსენიება „*ἐπιτροπὸς πραστασῶν Ἰβηρίας*“ ([5], გვ. 17). ბერძნული ტერმინი „*ἐπιτροπὸς*“

(<sup>1</sup> ამ დროისათვის საჯარო ხელისუფლების უმთავრესი ორგანოს — სასამართლოს გამოყოფაზე, ჩვენი აზრით, სტრაბონის ცნობაც მიუთითებს ([8], გვ. 375).

(<sup>2</sup> ხაზგასმა ჩვენია—ო. ლ.

ბილინგვის „არმაზულ“ ნაწილში გადმოცემულია კომპოზიტით rb-trbs ([5], გვ. 17), რომელიც შეესაბამება ქართულ „ეზოას-მოძლუარს“ [11], ბერძნული ტერმინი „ἐπιτροπος“ ნიშნავს [12] მზრუნველს, მეურვეს, გამგებელს (procurator) და ძალზე საინტერესოა, რომ ახ. წ. II საუკ. (ე. ი. ბილინგვის თანადროულ) ეგვიპტის ბერძნულ პაპირუსებში ხშირად იხსენიება „ἐπιτροπος ἐπισημαῖ“ ან „ἐπιτροπος τῶν ἐπισημαῖ“ (procurator usiacus), ანუ გამგებელი იმპერატორის შემოსავლისა პროვინციებში [13]. პროფ. სიმ. ყაუხჩიშვილის აზრით, არმაზის ბილინგვის ἐπιτροπος-ს ანალოგიური მნიშვნელობა უნდა ჰქონოდა. [14] შესაბამისად შეიძლება დავასკვნათ, რომ არმაზის ბილინგვის ἐπιτροπος ἄραξιέας Ἰβήρων იყო გამგებელი სამეფო მეურნეობისა—„ეზოას-მოძლუარი“ იბერთა მეფისა ([25], გვ. 123—124). ამგვარად, ჩვენ გვაქვს დოკუმენტური მოწმობა ანტიკური ხანის იბერიაში სამეფო მეურნეობისა<sup>1</sup> და შესაბამისად, მისი ყველაზე არსებითი ნაწილის—სამეფო მიწის არსებობის შესახებ.

ზაგრატ IV-ის ოპიზის სიგელში მიჯნაძორელთა და ოპიზართა დავასთან დაკავშირებით ნათქვამია: „ავიღე საჩამასახლისოსა საჩამასახურებელი საგანს ჩუენისაგან სოფელი ბარვენი და მივეც ოპიზართა...“ ([15], ტ. II, გვ. 4). მოხსენიებული ტერმინი „სამამასახლისო სამსახურებელი“ ძალიან ძველი და საყოფადღებო ტერმინია. ჩანს, გვაროვნულ სწოვადობაში არსებობდა მიწის გარკვეული ფონდი, რომელიც თემის მიერ „მამასახლისის სამსახურის“ ასანახლარებლად იყო გამოყოფილი ([16], გვ. 169). ეს ფაქტი პირდაპირ ანალოგიას პოულობს ძველ ბერძნულ სამყაროში. როგორც ცნობილია, არქაულ პერიოდში ბასილევსებისათვის სათემო მიწიდან გამოიყოფოდა დიდი და უხვმოსავლიანი მიწის ნაკვეთი. τῆμενος, რომელსაც, სხვა მეთემთა მიწის ნაკვეთებისაგან განსხვავებით, არ ეხებოდა გადანაწილება. პილოსს წარწერების ამოშიფვრის შემდეგ ცნობილი გახდა „ტემენოსის“ არსებობა მიკენის საზოგადოებაში „მეფეებისა“ და „მხედართმთავრებისათვის“. τῆμενος ანუ „სამამასახლისო სამსახურებელი“, რომელსაც ჰქონდა ტენდენცია მემკვიდრეობით მამულად ქცევისა. იყო საფუძველი მომავალი „სეფე მიწისა“ (χῆρα βιασιστή), რომელიც შემდეგ იზრდებოდა დაპყრობის გზით. ამრიგად, ქართულ წყაროში შემონახული ტერმინი „სამამასახლისო სამსახურებელი“ უაღრესად საყურადღებოა: იგი მიუთითებს არა მხოლოდ იბერიის მეფის ხელისუფლების „მამასახლისისაგან“ ანუ გავლენიანი არისტოკრატიული გვარის (სახლის) მეთაურისაგან წარმომავლობაზე ([18], გვ. 374—375), არამედ აგრეთვე იბერიაში სამეფო მიწისმფლობელობის წარმოშობის წყაროებზეც. აკად. სიმ. ჯანაშიას აზრით, „ქართლის სასეფო მემამულეობაში ჩვენ თავიდანვე შეგვიძლია შევამჩნიოთ ორი ელემენტი: 1) საკუთრივ სამეფო დომენი, რომელიც სეფე-სახლის უშუალო განკარგულებაში იყოფება; იგი შედგება „სამამასახ-

<sup>1</sup> საფიქრებელია, რომ სამეფო მონაპოლიას შეადგენდა (და შესაბამისად სამეფო მეურნეობას განეკუთვნებოდა) ხელოსნური წარმოების ყველაზე უფრო რენტაბელური დარგები, მაგ., კრამიტის წარმოება ([25], გვ. 123 და შემდ.) და სხვ.

ბილინგვაში ეპიტროპოსს შეესატყვისება rb-trbs. პროფ. გ. ჩიტაიამ მიაქცია ჩვენს ყურადღებას, რომ ეს თანამდებობა იხსენიება უძველეს ასურულ ძეგლებში და მას იქაც სამეფო-ნეო ფუნქციები ჰქონდა. მაგ. ახალბაბილონურ ხანაში rab-tarbasu არის გაშტებული სამეფო საჩიხებისა [27].



ლისო სამსახურებლისა“ და დაპყრობილი ტერიტორიისაგან; 2) მთელი ინფანტრია („აგარაკების“ გამოკლებით), რომელსაც სეფე-სახლში გაბატონებული შეხედულება, თეორიული ნორმა, აგრეთვე სეფე-სახლის საკუთრებად აცხადებს“ ([16], გვ. 287).

ძველ ქართულ საისტორიო წყაროებში მწირი, მაგრამ ძალზე საინტერესო ცნობებია შემონახული სამეფო მიწის ორგანიზაციისა და ფინანსური კონტროლის შესახებ. ლეონტი ძროველის ცხობით, ფარნავაზმა „განაწესნა ერისთავნი რვანი და სპასპეტი... ხოლო ამათ ერისთავთა ქუეშე, ადგილთა და ადგილთა, განაჩინნა სპასალარნი და ათასისთავნი, და მათგან ყოველთაგან მოვიდოდა ხარკი სამეფო და საერისთავო“ ([4], გვ. 25). ჩვენი აზრით, წყაროს ცნობა გულისხმობს ფარნავაზის მიერ ქვეყნის დაყოფას არა მხოლოდ სამხედრო ერთეულებად, არამედ აგრეთვე სამეფო მიწის დაყოფასაც ფისკალურ-ადმინისტრაციულ ერთეულებად — საათასისთავოებად, საიდანაც „მოვიდოდა ხარკი სამეფო“. ჩვენ ვფიქრობთ, რომ ძველ ქართლის ათასისთავი და მის ხელთ დაქვემდებარებული ფისკალური ერთეული შეესაბამებოდა სელევკიდებს სირიასა და ელინისტურ აზიაში არსებულ ხილიარხიებს (χίλιάρχη) <sup>(1)</sup>, სადაც *χάρη* ნათესავებს მოსახლეობას შეჰქონდა სამეფო გადასახალი (φάρος), ანუ ჩვენი წყაროს გამოთქმით, „ხარკი სამეფო“.

სტრატონის ცნობა ჩვენთვის მნიშვნელოვანი იმითაა, რომ იგი ეხება სწორედ იბერიის სეფე-მიწაზე მსხდომ უშუალო მმართველებს. ესენია „ლაოები, რომლებიც სამეფო მიწები არიან და აკეთებენ ყველაფერს, რაც ცხოვრებისათვის არის საჭირო. საზოგადო აქვთ მათ ქონება სიუნჯენების მიხედვით. მართავს და განაგებს თვითეულს (სიუნჯენიას — ო. ლ.) უხუცესი“ ([10], XI, 3, 6). ამ ცნობაში საინტერესო და დამახასიათებელი უწინარეს ის გარემოებაა, რომ იბერიის სამეფო მიწის უშუალო მმართველები იწოდებიან ლაოებად (οἱ λαοί) ე. ი. გადმოცემულია ტერმინით, რომელიც ფართოდ იყო გავრცელებული ელინისტურ აღმოსავლეთში სამეფო მიწაზე მსხდომი დამოკიდებული მოსახლეობის აღსანიშნავად <sup>(2)</sup> ([7], გვ. 147 და შემდ., [20], წარწერა №№ 11, 18, 20). იბერიელ ლაოებს ივ. ჯავახიშვილი ([19], გვ. 71) და სიმ. ჯანაშია ([16], გვ. 150) რომაული კოლონატის მსგავს სოციალურ ინსტიტუტად მიიჩნევენ. მაგრამ სადღეისოდ, როგორც ა. ბოლტუნოვამ შენიშნა ([2], გვ. 40—41), უკვე დადგენილია ლაოსა და რომაულ კოლონს შორის არსებული არსებითი განსხვავება: ლაოები არიან მეტეფე გლეხები, ოდითგანვე მესაკუთრენი იმ მიწისა, რომელსაც ამუშავებენ, და მოკალენი არიან უფალს, მიწის ნომინალურ მფლობელს, უხადენ გადასახალი, მაშინ როდესაც კოლონი სხვისი მიწის უმეფო-ყლო არენდატორია. კოლონატი განვითარებული მონათმფლობელური ურთიერთობის დაშლის დროსა წარმოშობილი, ლაოი კი მონათმფლობელური ურთიერთობის წარმოშობის ადრინდელ ეტაპზე შექმნილი სოციალური ინსტიტუტია <sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> ივ. მაგ. ცნობილი წარწერა მნჯიმაქისა სარდიდან, საიდანაც ჩანს, რომ გადასახადები სოფლებიდან (φάρος τῶν χωρῶν) და სხვა მიწებიდან, რომლებსაც აგრეთვე ლაოები ამუშავებდნენ შექონდათ სამეფო ხილიარხებში ([17], I სვ. 5 და 6 სტრ.) აღსანიშნავია, რომ სომხეთში სამეფო შემოსავლის გამგებელი აგრეთვე hazarapet-ად (ათასისთავად) იწოდებოდა. hazarapet-ის შესახებ მონათმფლობელურ სომხეთსა და ირანში იხ. [18], გვ. 54.

<sup>(2)</sup> ამ გარემოებაზე მიუთითებს ივ. ჯავახიშვილმა ([19], გვ. 71), სიმ. ჯანაშიამ ([16], გვ. 150) და გ. მელიქიშვილმა ([1], გვ. 154).

<sup>(3)</sup> ბერძნული ტერმინი *λαοί* სემანტიკურად ნიშნავს ხალხს, მასს, აღამიანებს.. ა. რანოვიჩის აზრით: «термин *λαοί* следует переводить «мужики», «люди», «люди» ([7], გვ. 156). უთუოდ საყურადღებოა მოსაზრება, რომ არსენ მეტაფრასტის თხზულებაში მოხსენებული



სტრაბონის ცნობით იბერიელ ლაოებს „ქონება საერთო აქვთ სიუხვევების მიხედვით. მართავს და განაგებს თითოეულს (სიუხვევნიას — ო. ლ.) უხუცესი“. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ იბერიის ლაოებს (ისევე როგორც ელინისტური აღმოსავლეთის ქვეყნებში) ჰქონდათ თვითმმართველობის მსგავსი ორგანოები და გაერთიანებული იყვნენ თემებად (*κατά σαγγείας*)<sup>(1)</sup>, რომელსაც (არჩეული) უხუცესი განაგებდა (*ἄρχαι δὲ καὶ ταμίαις ἢ πρεσβύτατος*). სასოფლო თემებში გაერთიანებულ მოსახლეობას, ლეონტი მროველის ცნობით, სამეფო ხილიარხიებში შეჰქონდა „ხარკი სამეფო“. ეს უკანასკნელი ეკისრებოდათ ხოლმე აგრეთვე, როგორც ჩანს, დაპყრობილ-შემოერთებულ თემებსაც, რომლებიც სეფე-საკუთრებად ცხადდებოდა: „დაუმძიმა მათ (მთიულებს — ო. ლ.) მეფემან (საუბარია მირიანზე — ო. ლ.) ხარკი, ოდეს არა ინებეს ნათლის ღება“ ([4], გვ. 126).

სათანადო ცნობათა უქონლობის გამო ძნელია ითქვას, თუ რა ხასიათისა იყო „ხარკი სამეფო“: ფულადი იყო ის თუ ნატურით. უთუოდ საფიქრებელია, რომ იბერიელი ლაოები ასრულებდნენ აგრეთვე შრომითს სამსახურს სეფე-სახლის სასარგებლოდ, ანუ, სტრაბონის თქმით, „აკეთებდნენ ყველაფერს, რაც ცხოვრებისათვის იყო საჭირო“ (*...καὶ πάντα δεύκοντα εἰς τὸν βίον*). ჩვენ მართებულად გვეჩვენება სიმ. ჯანაშიას მოსაზრება, რომ „ამ ვალდებულება-გამოსაღების ადგილობრივი სახელწოდება იყო სწორედ „სეფეო-ნი“ ([16], გვ. 162). ეს ტერმინი, როგორც ცნობილია, ხშირად იხსენიება ფეოდალური ხანის გადასახად-ვალდებულებათა შორის. ჩვენ ყურადღებას იქცევს ერთი უაღრესად საინტერესო გარემოება: „სეფეონი“ ანუ ვალდებულება, რომელსაც უშუალო მწარმოებელნი მეფის თუ სეფე-სახლის სასარგებლოდ იღებდნენ, ფეოდალური ხანის დოკუმენტებში ხშირად იხსენიება იმ ვალდებულებათა შორის, ვლებები რომ იღებდნენ თავიანთი ბატონის — ფეოდალის (არა მეფის!) სასარგებლოდ<sup>(2)</sup>. ეს გარემოება შესანიშნავად მიუთითებს ამ გადასახადის სიძველეზე და მის არაფეოდალურ ხასიათზეც<sup>(3)</sup>.

ძვ. ქართული ტერმინი „მდაბითა უფლისაჲ“ შეესატყვისება სტრაბონის მიერ აღწერილ იბერიის მოსახლეობის მეოთხე გენოსს ([3], გვ. 268–270). მართალია, როგორც თ. ყაუხჩიშვილმა შენიშნა, „მდაბითა უფლისაჲ“ შესატყვისი ბერძნული ტერმინი არის „*βασίλειος γεωργός*“ ([22], გვ. 54, შენიშვნა 1), მაგრამ ცნობილია, რომ „*βασίλειος γεωργός*“ ზოგჯერ (მაგ. პტოლომაიოსების ეგვიპტეში) იწოდებოდნენ აგრეთვე *λαίσι* ებად ([7], გვ. 195). მცირეაზიულ წარწერებში გვხვდება აგრეთვე *βασίλειος λαίσι* ([20], წარწერა № 11<sub>22</sub>).

(<sup>1</sup> ბერძნული ტერმინი *ή σαγγείας* ჩვეულებრივ აღნიშნავს „ნათესაობას“ (უბირატესად სისხლით ნათესაობას), მანძილობას... ამ მნიშვნელობითაა ნახმარი იგი უმეტეს შემთხვევებში სტრაბონთანაც ([22], გვ. 58 და შემდ.) ელინისტურ-რომაული ხანის ეპიგრაფიკულ ძეგლებში ამ ტერმინს უფრო ტექნიკური მნიშვნელობა აქვს: იგი აღნიშნავს ჯვარის თუ ღვთაების ირვლივ გაერთიანებულ კოლექტივს [23]. ამ მხრივ საინტერესოა ქართული ეთნოგრაფიული მასალები. მაგ. „ხევსურული თემების დამახასიათებელ მხარეს შეადგენდა ის, რომ თითოეული მათგანის ცენტრში მთავარსახეული იყო ჯვარი სათემო ღვთაების საკულტო და ამეურნეო ნაგებობათა სახით“ ([24], გვ. 497).

(<sup>2</sup> იხ. მაგ. იასე ქსნის ერისთავის სიგელი XVI საუკ.: ქსნის ერისთავმა ლარგვისის მონასტერს შესწირა სოფლები ქურთა და ციხია „...მისით სამართლიანით გამოსალებითა, მითთა, ბართთა, წყლითა, წისკულითა, ველით, ვენახით, სახმარითა და უხმარითა, სეფეობითა და ხენითა და თესვითა...“ ([15], ტ. III, გვ. 562).

(<sup>3</sup> ეს უნდა იყოს შედეგი იმ ხანისა, როდესაც ადრეფეოდალურ ურთიერთობათა დადგომისა და განსაკუთრებით მის წინარე ხანაში მონაძიმელობელური ქართლის მეფე მის მო-



წარმოდგენილი მასალების საფუძველზე, ვფიქრობთ, საეკვო აღარ უნდა იყოს ქართულ ისტორიოგრაფიაში უკვე წამოყენებული დებულება, ანტიკური ხანის იბერიაში სასეფო მიწისმფლობელობის არსებობის შესახებ (161, გვ. 287). იგივე მასალები უფლებას იძლევიან იბერიის სეფე-მიწაზე არსებული ექსპლოატაციის ფორმა განისაზღვროს, როგორც სახელმწიფოებრივ-სათემო მონობა, რომელიც სხვადასხვა ვარიანტებით კარგადაა დადასტურებული აღმოსავლეთის ქვეყნებში ელინისტურსა და მის წინაზე (ე. წ. „ძველადმოსავლური“) ხანაში. მონობის ეს ფორმა (მისი წარმოშობის ადრეულ ეტაპზე კონსუვიკოებელი) აღმოჩენილ იქნა აგრეთვე ქართულ ეთნოგრაფიულ მასალებში ვ. ბარდაველიძის მიერ<sup>(1)</sup> [24].

სასეფო მიწისმფლობელობის გვერდით ანტიკური ხანის იბერიაში არსებობდა სატაძრო (161, გვ. 287; [2], გვ. 41) და აგრეთვე, როგორც ჩანს, საქალაქო მიწისმფლობელობა (125), გვ. 152—154), რომლებიც სასოფლო თემებში გაერთიანებული დამოკიდებული მიწისმომქმედი მოსახლეობის ექსპლოატაციასე იყო დაფუძნებული. ამავე დროს, ძველი ქართული წყაროები მიუთითებენ იბერიაში მონათა არსებობაზე (126), გვ. 117—118, [25], გვ. 156, შენიშვნა 1; იქვე, ლიტ.). მაგრამ მონის<sup>(2)</sup> შრომა იბერიაში, ჩვენი აზრით, ძირითადად, ხელისნერ წარმოებაში გამოიყენებოდა<sup>(3)</sup> ([25], ძირითადად თავი I, აგრეთვე გვ. 156, იქვე ლიტერატურა), ხოლო მიწისმომქმედება დაფუძნებული იყო, ძირითადად, დამოკიდებული მიწისმომქმედი მოსახლეობის ექსპლოატაციაზე, ასე რომ, ანტიკური ხანის იბერიის საზოგადოებრივ ურთიერთობისათვის დამახასიათებელი ჩანს საკუთრივ მონის (უცხოელის—ტყვის თუ ნასყიდის) შრომასთან ერთად ადგილობრივი დამოკიდებული მიწისმომქმედი მოსახლეობის საკმაოდ ფართო ექსპლოატაცია. საზოგადოებრივი ურთიერთობის ამ ფორმას ამჟამად მოიხსენიებს სპეციფიკურად აღმოსავლური მონათმფლობელობისათვის [21]<sup>(4)</sup>.

სამეფო მიწისმფლობელობის საკითხის შესწავლისას ყურადღებას იქცევს ლეონტი მროველის ცნობა, რომ ფარნავაზის მიერ დაწესებულ საათასისთავო-

ხელეებს (მომავალ ფეოდალებს) ურიგებდა მიწებს, რომლებიც შემდეგ, ფეოდალურ ხანაში, იქცნენ მათ პირად კერძო საკუთრებად. სამეფო მიწების გადასვლას კერძო მიწისმფლობელობაში, როგორც ჩანს, ზოგჯერ თან სდევდა იმ გამოსაღებთა შენარჩუნება, რომელსაც ადრე მწარმოებელი სეფე-საზღის სასარგებლოდ იღებდა.

(<sup>1</sup> ერთობ სიმბტომატურია, რომ სტრაბონის ცნობაში იბერიის სეფე-მიწაზე მსხლმომწარმოებელი მოსახლეობის სტატუსი განსაზღვრულია როგორც მონისა (λαοί, οὐ βίασταιχοὶ τῆνελαι ἔσταιν). ექსპლოატაცია დამოკიდებული მოსახლეობისა, რომელთა მდგომარეობას ვერ ვიღვე თანამედროვენი აღაზრებენ მონის მდგომარეობას, ფართოდ იყო გავრცელებული ანტიკურ სამყაროში (შეად. მაგ. სპარტანელი ილატები, კრეტელი კლაროტები და ვოიკები, თესალიელი პენესტები, ურთიერთობა ქ. ჰერაკლეს მოქალაქეებსა და მარიანდინებს შორის და სხვ.). სხვა საკითხია, რომ თითოეულ ამ კატეგორიას წარმოშობისა და განვითარების დამოუკიდებელი და ერთმანეთისაგან განსხვავებული გზა ჰქონდა. სამწუხაროდ, ჩვენ ვერ ვხევებით საკითხს იბერიული ლაოების წარმოშობის შესახებ (შეად. [1], გვ. 154—155).

(<sup>2</sup> მონა—უცხოელის (ტყვის თუ ნასყიდის) გავებით. არსებითად კი დამოკიდებული მოსახლეობაც მონის კატეგორიას ეკუთვნოდა.

(<sup>3</sup> რამდენადაც „ექსტატე მცბეთელის მარტილოზიდან“ ჩანს, ანტიკური ხანის იბერიაში ფართოდ უნდა ყოფილიყო გავრცელებული აგრეთვე საოჯახო-საშინაო მონობაც.

(<sup>4</sup> ამაწინათ დამოკვეყნებულ ნაშრომში აკად. ტუმენენგი უარყოფს სპეციალურ ლიტერატურაში სადღეისოდ შემუშავებულ შეხედულებას აღმოსავლური მონობის, როგორც პრიმიტიულ თუ ადრემონათმფლობელურ ურთიერთობათა შესახებ. მისი მტკიცებით, ანტიკური და აღმოსავლური მონობა, მონათმფლობელური ექსპლოატაციის ორი ურთიერთისაგან განსხვავებული ფორმებია [21].

ებიდან „...მოდიოდა ხარკი სამეფო და საერისთაო“. „საერისთაო ხარკის ძონსენიება უთუო ყურადსაღები გარემოებაა. ჩვენ გვგონია, რომ „საერისთაო ხარკი“ მეფის მიერ იყო დაწესებული ერისთავის სამსახურის ასანაზღაურებლად. ის შეადგენდა ალბათ შემოსავალს ზოგიერთი თემებიდან, რომლებიც ტერიტორიალურად ერისთავის საგამგებლო ოლქში შედიოდნენ, მაგრამ ოურიდიულად სეფე-საკუთრებას წარმოადგენდნენ. თუ სწორია ჩვენი მოსაზრება, მაშინ მეტად საინტერესო გარემოებასთან გვაქვს საქმე: „საერისთაო ხარკის“ არსებობა აპირებდა აღდგო თუ გვიან საერისთაო მიწისმფლობელობის წარმოქმნას<sup>(1)</sup> და მით ხელს უწყობდა კერძო მსხვილი მიწისმფლობელობის შექმნას. ამ ნიადაგზე იქმნებოდა სწორედ, უკვე გვიან, კონფლიქტი სამეფო ხელისუფლებასა და დიდ აზნაურთა შორის, რომელიც ამ უკანასკნელთა გამარჯვებით დამთავრდა: 523 წ. ირანელებმა ქართლში მეფობა გააუქმეს. სიმ. ჯანაშიას განმარტებით, ეს აქტი „შედგვი იყო არა მარტო გარეგანი, ფიზიკურად უფრო ძლიერი, არამედ კიდევ უფრო მეტად სწორედ ამ დიდ აზნაურების მეფის წინააღმდეგ მიმართულის და ირანთან შეთანხმებული პოლიტიკისა“ (16), გვ. 1). ქართლის მეფის ხელისუფლების გაუქმებით ერისთავებმა მიადწიეს იმას, რომ ირანელებმა მათ დაუმტკიცეს მამულების მემკვიდრეობით ფლობის უფლება და, როდესაც VI საუკ. 70-იან წლებში ქართლში აღდგა დანოუკიდებელი საერისმთავრო, მისმა მეთაურმა, ჯუანშერის ცნობით, „ერისთავნი ქართლისანი ვერ სცვალნა საერისთავოთაგან მათთა“ (4), გვ. 221). ამრიგად, ქართლის მეფის ხელისუფლების გაუქმება 523 წ. იყო მეტად მნიშვნელოვანი მომენტი მონათმფლობელური ქართლის ისტორიაში. იგი მომზადებულ იყო ქართლის შინაგანი განვითარებით და არსებითად ნიშნავდა მონათმფლობელურ პრინციპზე აგებული სამეფო მიწისმფლობელობის განადგურებას და მის ნაცვლად, უკვე ახალ საფუძველზე ჩამოყალიბებული ადრეფეოდალური მიწისმფლობელობის შექმნას. როგორც აკად. სიმ. ჯანაშია შენიშნავდა, „აღნიშნული ამბები, მეოთხე საუკუნის ამბებს შემდეგ, უმნიშვნელოვანესი მომენტი იყო ქართული ფეოდალიზმის განვითარებაში. იგი მოასწავებდა აფეოდალური საზოგადოების დაბადებას ქართლში“ (16), გვ. 292) (ხაზგასმა ჩვენია — ო. ლ.).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის

ისტორიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 16.5.1958)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. გ. მელიქიშვილი. საქართველოში კლასობრივი საზოგადოებისა და სახელმწიფოს წარმოქმნის საკითხისათვის. თბილისი, 1955.
2. А. И. Болтунова. Возникновение классового общества и государственной власти в Иберии. „Вестник древней истории“, № 2, 1956.

(<sup>1</sup> მსგავსად მეზობელ სომხეთში არსებული სანახარარო მიწისმფლობელობისა ([18], გვ. 49—53). საინტერესოა, რომ „ქართლის ცნობების“ ძველ სომხურ თარგმანში ერისთავის შესატყვისად ზოგჯერ ხმარებულია *სახარარ*. ეს ორი ტერმინი თითქმის სემანტიკურადაც უდგება ერთმანეთს, მაგრამ, თუ „ერისთავი“ წმინდა ქართულ ნიადაგზე შექმნილი ტერმინია, სომხური „სახარარ“, როგორც უკანასკნელ დროს ირკვევა, მომდინარეობს პართული *nax-wadar*-იდან (ის, ვისაც უპყრია სათავე, პირველობა; მეთაური) ([18], გვ. 47—48).



3. ბ. ინგოროყვა. ძველი ქართული მატთანე „მოქცევაჲ ქართლისაჲ“ და ანტიკური ხანის იბერიის მეფეთა სია. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის მოამბე, ტ. XI-B, 1941.
4. „ქართლის ცხოვრება“, სიმ. ყაუხჩიშვილის რედაქციით, ტ. I, თბილისი, 1955.
5. გ. წერეთელი. არმაზის ბილინგვა. „ენიმკის მოამბე“, ტ. XIII, 1942.
6. გ. ცქიტიშვილი. იბერიის საპიტაქხოს საკითხისათვის ლიბთიმერეთში. საქართველოს მეცნიერებათა აკად. ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის ინსტიტუტის „შრომები“, ტ. I, 1955, გვ. 303—311.
7. А. В. Рогович. Эллинизм и его историческая роль. М.—Л., 1950.
8. თ. ლ ო რ თ ქ ი ფ ა ნ ი ძ ე. სტრაბონის ცნობა იბერიის მოსახლეობის პირველი გენოსის შესახებ. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. XVIII, № 3, 1957.
9. ნ. ბერძენიშვილი. კლასობრივი და შინაკლასობრივი ბრძოლის გამოვლინება საქართველოს სავარგო-პოლიტიკურ ურთიერთობაში. საქ. სსრ მეცნ. აკად. ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის ინსტიტუტის „შრომები“, ტ. I, 1955.
10. Strabo. Geography, by Jones, London, 1911—27.
11. А. Г. Шанидзе. Данные греческо-пехлевийской билинговки из Армази для истории термина «хот» в моцхური—этойс молдзуари в древнегрузинском. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკად. მოამბე, ტ. II, 1941, № 1—2, გვ. 181—186.
12. Thälheim. «Επιτροπος». Payly-Wissowa, Realencyklopädie der klassischen Altertumswissenschaft, VI, 224—225.
13. O. Hirschfeld. Die keiserlichen Verwaltungsbeamten bis auf Diokletian, Berlin, 1905, 356.
14. ს. ყაუხჩიშვილი. არმაზში აღმოჩენილი ბერძნული წარწერები. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. II, № 1—2, 1941, გვ. 174.
15. ე. თაყაიშვილი. საქართველოს სიძველენი, ტ. 1—3, 1898—1910.
16. ს. ჯანაშია. „შრომები“, ტ. I, თბილისი, 1949.
17. W. H. Bucler and D. M. Robinson. Greece Inscriptions from Sardes, I The American Journal of Archaeology, XVI, 1912, 11—32; W. K. Prentice The Mnesimachus Insription from Sardes, იქვე, გვ. 526 და შემდ.
18. А. Г. Шерханяни. Древнеармянские востаники. «Вестник древней истории», № 2, 1956.
19. И. А. Джавахишвили. Государственный строй древней Грузии и древней Армении, СПб, 1905.
20. C. В. Welles. Royal correspondence in the Hellenistic period, New Haven, 1934.
21. А. И. Тюменев. Передний Восток и античность, «Вопросы истории», №№ 6, 9, 1957.
22. თ. ყაუხჩიშვილი. სტრაბონის „გეოგრაფია“. ცნობები საქართველოს შესახებ. თბილისი, 1957.
23. И. С. Свенцицкая. Новые эпиграфические памятники Малой Азии и Эгеиды, «Вестник древней истории», № 4, 1956, 93.
24. ვ. ბარდაველიძე. ხესურული თემი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკად. მოამბე, ტ. XVIII, № 8, 1952, გვ. 495—503.
25. О. Д. Лордкипанидзе. Ремесленное производство и торговля в Мхета в I—III вв. н. э. (К изучению экономики городов Иберии античного периода) თსუ „შრომები“, ტ. 65, 1957.
26. Ш. А. Месхиа, Н. Ю. Ломоури, О. Д. Лордкипанидзе. К вопросу о происхождении государства и существовании рабовладельческой формации в Грузии. Вопросы истории, № 7, 1957.
27. Reallexicon der Assiriologie, B. I, Sechste Lieferung, Berlin und Leipzig, 1932.

## 3. დოლიძე

თლის ხუროთმოძღვრული ძეგლი—საქართველოსა და დვალეთის  
კულტურული ურთიერთობის ახალი საბუთი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩუბინაშვილმა 4.7.1958)

წინამდებარე შრომა შეეხება სოფ. თლის მიდამოებში გამოვლენილ ხუროთმოძღვრულ ძეგლს, რომელიც მნიშვნელოვანია, როგორც ცენტრალური კავკასიის მაღალმთიანი ზონის მობინადრეებთან ფეოდალური საქართველოს კულტურულ-პოლიტიკური ურთიერთობის ახალი საბუთი. მასალა ამ საკითხზე ძლიერ ცოტაა. ამიტომ თითოეულ შემატებას შეუძლია საინტერესო დაზუსტების მოცემა კულტურული ურთიერთობის სურათისათვის. თლისადმი ინტერესის იცი აძლიერებს, რომ ხოზიტა-მაირამის შედგე (I2, გვ. 119) იმავე ისტორიული დვალეთის ტერიტორიაზე ეს მეორე ძეგლი ჩნდება, აგრეთვე მკვეთრად განსხვავებული ჩრდილოეთ ოსეთის ყველა ძველ ხუროთმოძღვრულ ნაგებობათაგან, რომელნიც საკუთარ, ღრმა თვითმყოფ ნიშნებს შეიცავენ. მსგავსად ხოზიტა-მაირამისა, თლის ძეგლიც მკვეთრად ამკლავებს ქართული ხუროთმოძღვრების ნიშნებს.

სოფელი თლი სამხედრო გზის ტრასაზეა, მეთორმეტე კილომეტრზე მამისონის უღელტეხილის გადაღმა. სოფლის დასავლეთის განაპირას, მთის დამრეც ფერდობზე, ოსეთის სამხედრო გზის ქვემოთ შემორჩენილია დანგრეული ეკლესია, რომელიც დღემდე არ ყოფილა აღნიშნული სამეცნიერო ლიტერატურაში<sup>(1)</sup>. იგი აგებულია შედარებით სწორ მოედანზე, რომელიც სამხრეთით ხრამისკენაა გაშლილი. ნაგებობის დიდი ნაწილი ახლა დაღუპულია. კამარა ჩამოქცეულია. ქვების ნაწილი ეკლესიის ირგვლივაა დაყრილი, ნაწილი კი გაძარცვლია. ნაგებობის მთელ პერიმეტრზე შემორჩენილია დაზიანებული კედლები, რომელნიც არსად არ აღწევენ სრულ სიმაღლეს (ნახ. 1, 2).

ძეგლი წარმოადგენს ცალწიანი ეკლესიას შინაშენის კვლით სამხრეთის ფასადის მთელ სიგრძეზე. საკუთრივ ეკლესიის გეგმის სწორკუთხა მოხაზულობაში (7,8×13,0 მ) აღმოსავლეთით ღრმა აბსიდის წესიერი ნახევარწრედიანი მოქცეული. ამ უკანასკნელისგან შემორჩენილია ქვემოთა ნაწილი, რომლის სიმაღლე წინა მხრიდან 1,3 მეტრს არ აღემატება. ამიტომ მას საკუთრების სარკილის კვლიც კი აღარ გააჩნია. სამაგიეროდ, აბსიდის უფრო კარგად შემორჩენილ გვერდის ნაწილებში ნიშების ფრაგმენტებია. რაც შეეხება სარკმლებს, მათ კვალს ჩვენამდე არ მოუღწევია არც ერთ კედელში. ერთადერთი ხერხეობი — შესასვლელი — სამხრეთის ფასადის დასავლეთ ნაწილშია მოთავსებული. შესასვლელი თავისი სრული სიმაღლითაა მოღწეული ჩვენამდე. იგი შიგნიდან თაღოვანია, გარედან კი, კონსტრუქციისა და ტიპანის ფილის შერჩენილი ბუდის მიხედვით, სწორკუთხა მოხაზულობისა ყოფილა. საგულისხმოა, რომ,

(1 ამ ძეგლს, რომელზედაც პროფ. ლ. სემიონოვა მიგვიითია, ადგილზე გავცნო 1953 წ. 10 ივნისს ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტის ექსპედიცია—აკად. გ. ჩუბინაშვილის, ს. ბარნაველის, რ. შერლინგისა და ამ სტრუქტურების ავტორის შემადგენლობით.



თუმცა ეკლესიას სავსებით მოხერხებული მისადგომები აქვს ყველა მხრიდან. ხოლო მთავარი გზა ჩრდილოეთითაა, მშენებელმა შესასვლელის მოწყობისათვის უპირატესობა სამხრეთის ფასადს მიანიჭა. ამგვარი მხატვრული მიდგომა საკულტო ნაგებობათა შესასვლელის მოწყობის საკითხისადმი ნიშანდობლივია ქართული ხუროთმოძღვრებისათვის ([1], გვ. 99).

სამხრეთის მინაშენის შესახებ უნდა ითქვას, რომ იგი კიდევ უფრო დანგრეული სახითაა მოღწეული, ვიდრე თვით ეკლესია. ეკლესიასთან პირისპირ მიშენებულ სწორკუთხა სადგომისგან შემორჩენილია კედლების მოხაზულობა. კედლების ფრაგმენტები სამხრეთით და დასავლეთით ალაგ-ალაგ შეინიშნება მიწის ზედაპირზე და მცენარეულობითაა დაფარული, აღმოსავლეთი კედელს კი სიმაღლით დაახლ. 1,5 მ აღწევს. მინაშენის შესასვლელი სამხრეთით — ეკლესიის შესასვლელის პირდაპირ — შეიმჩნევა<sup>1</sup>.

ეკლესიაში შესვლისთანავე, უკვე შერჩენილი კედლის ფრაგმენტების მიხედვითაც (ზოგან 4 მეტრს აჭარბებენ სიმაღლით), წარმოგვიდგება მშვიდი, მარტივად გაფორმებული შინაგანი სივრცე — ტიპური განვითარებული შუასაუკუნეების ქართული დარბაზული ეკლესიებისათვის. ნახევარწრიული ფართო აბსიდი ჩვეულებისამებრ მხრებითაა გამოყოფილი; ნავი გრძივად ორ თანაბარ ნაწილადაა გაყოფილი ორსაფეხურიანი პილასტრებით, რომელთა შესაბამისად აბსიდის მხრებთან კუთხის პილასტრებია, ხოლო დასავლეთის კედელთან — ორსაფეხურიანი კუთხის პილასტრები. ხუროთმოძღვრულ ელემენტთა აღნიშნული ფრაგმენტები მოწმობს, რომ პილასტრები გათვალისწინებული ყოფილა როგორც კამარის თაღების საბრჯენად, ასევე სამხრეთისა და ჩრდილოეთის კედლის თაღების საბრჯენადც. ინტერიერის სურათს ავსებს აბსიდის ნიშები. სიღრმეში გაგანიერებულ ნიშებს გეგმაში ტრაპეციული მოხაზულობა აქვთ. შედარებით უკეთესადაა შემონახული სამხრეთის ნიში. მისი მარჯვენა კედის შემორჩენილი არასრული (1,5 მ) სიმაღლეს კი უკვე გვიჩვენებს, რომ ნიშები მაღალი ყოფილა. პრინციპულად ანალოგიური ორგანიზაცია აბსიდისა — ნიშებით საკუთხევლის სარკმლის ორსავე მხარეს — არაერთხელ გვხვდება ქართულ ხუროთმოძღვრებაში: იხ. შავლითაძე: „დიდის წმ. გიორგი“ (XI ს. პირველი მეოთხედი); პატარა ონი (XI ს. პირველი ნახ.); სავანე (XI ს. შუაწლები) და სხვ. ფუნქციური დანიშნულების გარდა, ნიშების მოწყობა კონსტრუქციულადაც გამართლებულია: ისიბი ამკობენ კედლის ზედმეტ მასის.

აბსიდის მოპირდაპირე დასავლეთის კედელი გლუვ სიბრტყეს წარმოადგენს. იგი კუთხის ორსაფეხურიანი პილასტრების მიხედვით, შემოდან, შემოფარგლული უნდა ყოფილიყო თაღით, რომელიც ალბათ კამარის კონტურს მისდევდა.

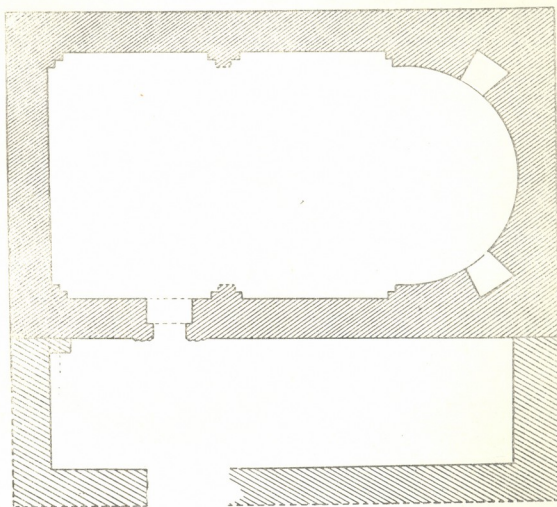
სამხრეთის კედლის შესაბამისად ორსაფეხურიანი პილასტრით დანაწევრებული ჩრდილოეთის კედელი არ შეიცავს რასმე ღირსშესანიშნავს. იგი აგებულია თითქმის მთლიანად მცირე ზომის მაგარი ქანის ქვებისაგან.

ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ ეკლესიის კედლები ამოყვანილია შიგა და გარეპირის ქვებისშორის სივრცის ამოყოფით კირის ხსნარზე. ეს კიდევ ერთი დამახასიათებელი ნიშანია ქართული ხუროთმოძღვრებისა — საკულტო მენობათა აგების ჩვეულებრივი ტექნიკა.

ყურადღების გარეშე არ რჩება, რომ თლის ეკლესიის ინტერიერში კონსტრუქციულად საპასუხისმგებლო ელემენტები შედარებით წმინდა დამუშავე-

<sup>1</sup> არქეოლოგიური გასუფთავება, რომლის ჩატარების შესაძლებლობა ჩვენ არ გვქონდა. უმკველად გამოავლენს სხვა საინტერესო დეტალებთან ერთად მინაშენის შესასვლელის ზუსტ მდებარეობასა და სიგანეს.

ბითა და მკვეთრი მოხაზულობით გამოიყოფა. შესასვლელის სამი თანაზომიერი ქვისგან შედგენილი თაღი, წირთხლები, აბსიდის მხრები, ყველა პილასტრი და აგრეთვე აბსიდის ნიშნების კედლები კარგად გათლილი, სწორკუთხა ფორმის ქვებითაა ნაწყობი<sup>1</sup>.

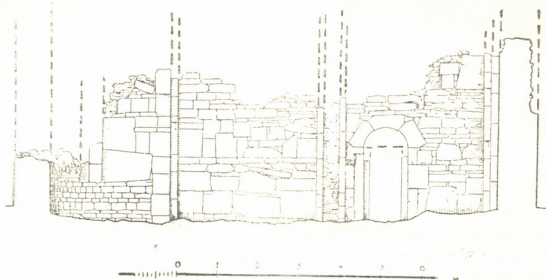


ნახ. 1

კედლების შიგაპირის წყობა, სადაც მაგარი ქანის ქვასთან ერთად ფორივანიც გამოიყენება, ირეგულარული ხასიათისაა, მაგრამ ერთგვარ გამოწკვრივების ცალკეული რიგები შეადგენს, რომელშიც ქვების პორიზონტულად დალაგების პრინციპია დაცული. ჩვენამდე მოღწეული აბსიდის ნახევარწრე მკაფიოდაა გამოყვანილი რიგების სიმაღლის მიხედვით შერჩეული, ტლანქად გათლილი ქვების წყობით. მაგრამ აბსიდის მხრებისა და ნიშნების კედლებისათვის, როგორც აღინიშნა, კარგად გათლილი, კიროვანი შირიმის კვადრებია გამოყენებული. იგივე კარგად დამუშავებული ქვაა გამოყენებული ყველა მნიშვნელოვან კონ-

<sup>1</sup> შუა წყვილ პილასტრებს შემოძარცული აქვს წინა საფეხურის საპირე ქვები და გაშიშვლებულია ამოყორვა.

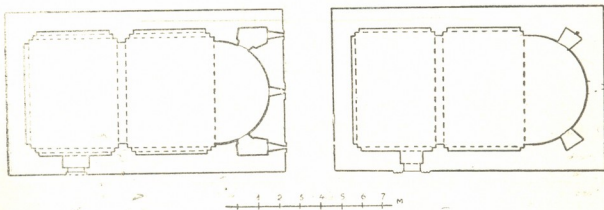
სტრუქციულ ელემენტისათვის და აგრეთვე გაბნეულია სამხრეთის კედლის ზედაპირის მეტ ნაწილზე და მოყვითალო ფერადოვან ლაქებად გამოიყოფა. ინტერიერის დანარჩენ კედლებისათვის ძირითადად გამოყენებულია შემთხვევითი ფორმის, ტლანქად დამუშავებული სხვადასხვა ქვები. გაცილებით იშვიათად გვხვდება ფიქალი, ვიდრე მაგარი ქანის ნიმუშები. ქვების სათანადო დალაგების შედეგად — გლუვი სიბრტყით გარეთ — მიღებულია კედლის საკმაოდ სწორი ზედაპირი, რომელიც შელესილი ყოფილა. შელესვის კვალი ყველა კედელზეა შემორჩენილი მცირე ნაწილებების სახით. ეკლესია შიგნით მო-



ნახ. 2

ხატული უნდა ყოფილიყო, ყოველ შემთხვევაში — შელესილი მაინც. სავსებით აშკარაა, რომ ინტერიერის სახე — უსიტემოდ ნაწყობი, შიშველი კედლებით — შეუფერებელი იქნებოდა მშენებლის მხატვრული განწყობისათვის. ეს განწყობა მკაფიოდ იჩენს თავს შენობის გარემოპირკეთების შემორჩენილ ფრაგმენტებშიც და შესასვლელის დეკორატიულ გაფორმებაშიც (ნახ. 5, 6).

ეკლესიის ნანგრევები გარედან მიწამყრილი, ჩამონგრეული ქვების გარემოცვაშია აზიდული, რის გამოც კედლის წყობის ქვემოთ რიგი დამალულია. გარემოპირკეთების ხასიათს და შესრულების მაღალ ოსტატობაზე მეტყველ-

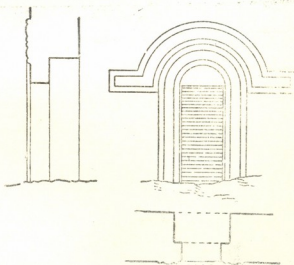


ნახ. 3 ზოზიტა-მარამისა და თლის ძეგლის გეგმები

ბენ კედლის მოპირკეთებული ნაწილები დასავლეთისა და სამხრეთის ფასადებზე ყურადღებას იპყრობს კარგად გათლილი, ერთმანეთთან მტკიცედ მიკრული, მართკუთხა კვადრები. რიგებს შორის მკაცრადაა დაცული პორიზონტული



ნაკერების სწორხაზოვნება. დასავლეთის ფასადზე შემორჩენილია ექვსი სრული რიგი, ხოლო სამხრეთის ფასადზე მოპირკეთების ნაშთი დასავლეთის კუთხიდან მოყოლებული შესასვლელის მარჯვენა კიდე ს აღწევს. კიროვანი ში-  
რებით მოპირკეთებული ფასადები და მათი საერთო მოყავისფრო-მოყვითალო ფერი ხოზიტა-მაირამის ტაძარს გვაგონებს, სადაც ფასადების მოსაპირკეთებ-  
ლად იგივე საშენი მასალა და კედლების ამოყვანის იგივე ტექნიკა გამოყენე-  
ბული ([2], გვ. 122—123). გარდა ამისა, ძეგლებს აახლოებს მათი დაგეგმარე-  
ბაც. თითქმის თანხედენაა ზომებშიც (7,8×13,3 მ — ხოზიტა-მაირამი; 7,8×13 მ — თლი). ორივე ძეგლში გეგმა კომპაქტურადაა გადაწყვეტილი, ნავს  
ორ თანაბარ ნაწილად ჰყოფს წყვილი პილასტრი, ხოლო ნახევარწრიული აბსი-  
დი გვერდებზე დამატებითი ელემენტებითაა აღჭურვილი: პირველ ძეგლში  
მცირე ზომის სადგომებია კედლის სისქეში, ორ იარუსად, მეორეში — მაღა-  
ლი, ღრმა ნიშები. ამრიგად, გეგმები ერთი პრინციპული სქემის მიხედვითაა  
გადაწყვეტილი. თლის ძეგლის მსგავსება ხოზიტა-მაირამთან არ ამოიწურება  
აღნიშნულით. განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს თლის შესასვლელის მორთუ-  
ლობა გარედან. აქ შემორჩენილია დეკორატიული გაფორმების ფრაგმენტები,  
რომელნიც საფუძველს გვაძლევს მორთულობის თავდაპირველი ფორმების  
აღსადგენად. იგი შედგებოდა საპირისა და მასზე მჭიდროდ დასმულ, ჰორიზონ-  
ტული გადანაკეცების მქონე, ნახევარწრიულ სათაურისგან. ამ გაფორმებიდან  
აღვიწივს შემონახულია სათაურის ფრაგმენტი მარცხენა გადანაკეციით და სა-  
პირეები შესასვლელის კიდეებზე. მარცხენა საპირე, რომელიც სათაურის  
რკალშია შებჯენილი გადანაკეცის დასაწყისის ზემოთ, მოწმობს, რომ საპირე  
ზემოთა ნაწილში სათაურის კონტურს მისდევდა. როგორც საპირე, ასევე სა-  
თაურიც სამ პარალელურ ლილვადაა დაყოფილი. შესასვლელის დამუშავების  
ეს კომპოზიცია კანონზომიერად ჩამოყალიბდა სარკმლისა და შესასვლელის  
მორთულობათა განვითარების გარკვეულ საფეხურზე ქართულ ხუროთმოძღვ-  
რებაში. სარკმლის ხერხელობის დამავიწვინებელი, გადანაკეცების მქონე სა-  
თაური შესასვლელის გაფორმებაშიც მეორდება ([3], გვ. 9—11, სურ. 4). თლის



ნახ. 4. თლის ძეგლის შესასვლელის მორთულობის რეკონსტრუქცია

მშენებელმა შესასვლელის მორთვისათვის იგივე მოტივი გამოიყენა, რომლი-  
თაც დამუშავებულია თლისთან უახლოესი ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგ-  
ლის — ხოზიტა-მაირამის სარკმლები ([2], გვ. 123—124, სურ. 4—6). ამასთანა-  
ვე, მსგავსება არა მარტო ზოგად კომპოზიციურ აგებულებაშია, არამედ საპი-  
რისა და სათაურის დანაწევრებაშიც პარალელურ ლილვებად. ხოზიტა-მაირამ-  
ში ლილვები თანასწორია, ხოლო თლიში რამდენადმე მეტია შუალა.



ნახ. 5



ამრიგად, ძეგლების ზოგადი განხილვა გვარწმუნებს, რომ მსგავსების ნიშნები თლისა და ხოზიტა-მაირამს შორის გაცილებით უფრო არსებითია, ვიდრე სხვაობის ელემენტები. აღნიშვნის ღირსია, რომ ხოზიტა-მაირამის შესასვლელის ტიპიანი გლუფი, ნალისებრი ფორმის სათაურითაა მოჩარჩობული, რაც ძველი, დრომოჭმული მოტივის გადმონაშთს წარმოადგენს. ხოლო თლის შესასვლელის გაფორმება უფრო რთული კომპოზიციით განხილულ უნდა იქნეს, როგორც გარკვეული ევოლუციური წინსვლა, რომელიც ქრონოლოგიურად უშუალოდ მისდევს ხოზიტა-მაირამის სარკმელთა გაფორმების დროს. ერთი სიტყვით, თუ კი ხოზიტა-მაირამი XI ს. პირველი ათეულის ძეგლია ([2], გვ. 126), მაშინ თლის აგებაც ამავე დროს უნდა მიევაკუთვნოთ. ამასთან დაკავშირებით უადვილო არ იქნება ხალხური გადმოცემის მოტანა, რომელიც დამოწმებულია 1934 წ. ხოზიტა-მაირამის მნახველი ტურისტის მიერ. მისი ხელნაწერი პროფ. ლ. სემიონოვს გადაეცა ([4], გვ. 103). ავტორი აღნიშნავს, რომ „ერთგვარი მსგავსება ამ ეკლესიის (ხოზიტა-მაირამის — ვ. დ.) ნანგრევებსა და სოფ. თლისთან ასლო მდებარე ნანგრევებს შორის. ამ მსგავსებაზე მიუთითებს სოფ. თლიში მოთხრობილი გადმოცემა. იქ ამბობდნენ, რომ არსებობს კიდევ ერთი ანალოგიური ტაძარი საღდაც მაშისონის უღელტეხილის გადაღმა. ყველა, სამივე ტაძარი ერთი ოსტატის მიერაა აშენებული ერთ დღეს. ამასთანავე, იგი ადრე დილით ზრუგზე (მდინარე, რომლის ნაპირზეც ხოზიტა-მაირამია აგებული—ვ. დ.) მუშაობდა, შუადღემდე — თლიში, ხოლო საღამოს — უღელტეხილის გადაღმა. ამ გადმოცემის სიტყვებით, თვალთმანახველნი ხაზს უსვამენ სამივე ნაგებობის სრულ იგივეობას“.

ნარის ტაფობზე, ე. ი. ტერიტორიაზე, რომელსაც მიკუთვნებული აქვს ტომონიმი დვალეთი, ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლთა არსებობა განხილულ უნდა იქნეს, როგორც საბუყები ამ ტერიტორიის მოსახლეობის მიკუთვნებისა ქართველთა ხალხის კულტურულ წრესთან.

ხოზიტა-მაირამი და თლი განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენენ დვალეზის ისტორიის საკითხისათვის, რომლებიც მხოლოდ ამ უკანასკნელ დროს გახდა სპეციალური კვლევის საგნად [5, 6].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუყვია 4.7.1958)

#### დავითიშვილი ლიტმარბაძე

1. გ. ჩუბინაშვილი. ქართული ხელოვნების ისტორია, ტ. I, თბილისი, 1936.
2. ვ. დოლიძე. ხოზიტა-მაირამი—საქართველოსა და ჩრდილო კავკასიის ხალხთა კულტურული ურთიერთობის საბუთი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 2, თბილისი, 1954.
3. ცილა გაბაშვილი. პორტალები ქართულ არქიტექტურაში, თბილისი, 1955.
4. Л. П. Семенов. Археологические разыскания в Северной Осетии. Известия Северо-Осетинского научно-исследовательского института, т. XII. Дзауджикау, 1948.
5. В. Н. Гамрекели. Двалы и Двалетия в I—XV в. в. в. Инст. Истории АН ГССР (диссерт.), 1958.
6. დ. გვრიტიშვილი. დვალთა ვინაობისა და ოსთა ჩამოსახლებისათვის. მიმოხილველი, ტ. 1, თბილისი, 1949.

ოცდამეერთე ტომის შინაარსი

მათემატიკა

|  |     |
|--|-----|
| კალანდია. ჰერცის ტიპის ბრტყელი ამოცანა ცილინდრული სხეულების კუმ-<br>შვახე . . . . .  | 3   |
| რ. ინახანოვი. ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის ზოგიერთი დიფერენციალური<br>სასაზღვრო ამოცანის შესახებ . . . . .   | 11  |
| ბ. ხვედელიძე. შენიშვნა ჩემს შრომაზე „ფუნქციათა თეორიის წრფივი წყვე-<br>ტილი სასაზღვრო ამოცანები, სინგულარული ინტეგრალური განტოლებები და<br>მათი ზოგიერთი გამოყენება“ . . . . .                                   | 129 |
| ნ. ვახანია. დირიხლეს ამოცანის შესახებ სიმის რხევის განტოლებისათვის . . . .   | 131 |
| გ. ალექსანდრია. წრფივი შუულების ერთი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ მო-<br>ცემული გადაადგილებებით განხილვებულ ანალიზურ ფუნქციათა კლასში . . . .  | 257 |
| ბ. ბოიარსკი. მატრიცული ფუნქციების ჰომოტოპიის კლასები . . . . .   | 263 |
| ბ. ხვედელიძე. რიმან-პრივალოვის წყვეტილი ამოცანის შესახებ მოცემული გა-<br>დაადგილებით . . . . .   | 385 |
| ბ. ბოიარსკი. მდგრადობა ჰილბერტის ამოცანისა ჰოლომორფული ვექტორი-<br>სათვის . . . . .  | 391 |
| ნ. გეჯუა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი).<br>წრფივი შუულების ერთი დიფერენციალური სასაზღვრო ამოცანის შესახებ რამ-<br>დენიმე უცნობი ფუნქციისათვის ღია კონტურების შემთხვევაში . . . . . | 513 |
| ა. ხვალესი. მიმდევრობითი მიაზლოების მეთოდით ერთი ინტეგრალური განტო-<br>ლებისათვის უძრავი განსაკუთრებულებით . . . . .   | 519 |
| გ. ქოღოშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი).<br>ორადობის სტინროდის კანონის განხილვისათვის . . . . .  | 641 |

არემატრიცული თეორია

|  |     |
|--|-----|
| აკადემიკოსი ი. გეჯუა. ამონეჟილი გარსის უმომენტობის პირობების შესახებ . . . | 649 |
|--|-----|

ჰილბერტის თეორია

|  |     |
|--|-----|
| რ. კილაძე. მტბორავი ტალღის ანგარიში ცვალებადი კვეთის არხში . . . . .   | 271 |
| თ. ვოინიჩ-სიანოჟინი და თ. ალაფიძე. წყლის დონის მაქსიმალური<br>ნიშნულების განსაზღვრა არათავიშარეგულირებელ სადერივაციო არხებში და-<br>ტვირთვის უეცარი მოხსნის დროს . . . . . | 399 |

ფიზიკა

|  |     |
|--|-----|
| ა. პატარაია. დამუხრუჭების გამოსხივების ეფექტური კვეთის გამოთვლა $Z^2$ - და<br>$Z^3$ -იანი წვერების გათვალისწინებით . . . . . | 19  |
| ნ. წილოსანი. ორნუკლონიანი სისტემის საშუალოდო ბმის თეორიისათვის . . . .   | 139 |
| კ. ვოიცხოვსკი. $n$ -კომპონენტოვან შენადნობთა მოწესრიგების ზოგადი თეორია  | 277 |
| გ. ხარაძე. ბარიონების ელექტრომაგნიტური თვისებების შესახებ . . . . .  | 407 |
| ო. მდივანი. შორი წესრიგის თეორია სამმაგი თანაბარკომპონენტოვანი შენად-<br>ნობებისათვის . . . . .                              | 653 |

გეომეტრია

|   |    |
|---|----|
| ვ. პაპალაშვილი. ზოგიერთი მონაცემი დედამიწის ქერქის სიმძლავრის შესა-<br>ხებ კასპის ზღვის რაიონში . . . . . | 25 |
|---|----|



|   |     |
|---|-----|
| ა. ბუხნიკაშვილი. მადნეული ნიმუშების ბუნებრივი პოტენციალების გამზომი დანადგარი . . . . .   | 281 |
| ა. ლაშვი და გ. გუგუნიკა. კოსმოსური გამოსხივების ინტენსივობის ვარიაციები. ელექტროტელურულ შემოთავებებთან კავშირის საკითხისათვის . . . . . | 413 |
| ბ. კაციაშვილი. H-ის S <sub>β</sub> -ვარიაციების ტიპების ერთნაირი ცვალებადობის ზონის განსაზღვრის საკითხისათვის . . . . .                 | 523 |
| გ. თვალთვაძე. ახალი მონაცემები მუზრან-ტირიფონის ველის სეისმოლოგიური აგებულების შესახებ . . . . .  | 659 |

ასტრონომია

|  |     |
|--|-----|
| ე. ხარაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და რ. ბართაია. დიფუზური ემისიური ნისლეულების და ვარსკვლავთ გროვების არეებში ვარსკვლავთ სპექტრული მახასიათებლების გამოკვლევისათვის . . . . .       | 27  |
| ა. ტორთაძე. მშთანთქმელი ფენის დისკრეტული სტრუქტურისა და გაზომვათა შემთხვევითი ცთომილებების გავლენის მხედველობაში მიღების შესახებ ვარსკვლავთ ფერის სიკარბეთა მეოთხედი კოსმოსური შთანთქმის გამოკვლევისას . . . . . | 37  |
| ა. ტორთაძე ვალაქტიკაში ნეიტრალური შთანთქმის სიდიდის შესახებ . . . . .  | 417 |

ქიმია

|  |     |
|--|-----|
| ე. ნანობაშვილი. მოლიბდატის გავლენა წყალბადის ზეჟანგის კატალიზურ დაშლაზე ბიკრომატის თანაობით . . . . .                          | 43  |
| ბ. ბეჭაური და ნ. შუიკინი. ნორმალური ტრიდეკანისა და ჰექსადეკანის კონტაქტურ-კატალიზური გარდაქმნა წყალბადის წნევის ქვეშ . . . . . | 421 |
| ე. ვაჩნაძე და ე. ნანობაშვილი. ინდიუმის გოგირდოვანი შენაერთების წარმოქმნის შესახებ . . . . .                                    | 531 |
| ქ. არეშიძე და თ. ჩარკვიანი. ნიკელის კატალიზატორის ახალი სარჩულეები . . . . .   | 667 |

ბიომქიმია

|  |     |
|--|-----|
| ბ. ნუცუბიძე. კატეხინების გარდაქმნები ღვინის მადეროზაციის დროს . . . . .  | 51  |
| ო. ცხომელიძე. შავი ზღვის აღმოსავლეთ ნაწილის პლანქტონის ბიოქიმიური შეადგენლობის შესწავლისათვის . . . . .                    | 147 |
| ს. დუმბიშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და ნ. ნუცუბიძე. ყურანის ანთოციანური პიგმენტები . . . . . | 677 |

ქიმიური ტექნოლოგია

|  |     |
|--|-----|
| ბ. გოგინიძე, კ. ქუთათელიძე და ო. მჭედლოვ-პეტროსიანი. საქართველოს ზოგიერთი დოლომიტის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები . . . . .      | 57  |
| ო. მჭედლოვ-პეტროსიანი და ა. ბუნაკოვი. მინერალურ შემკვრელთა თერმული ეფექტების კრისტალოქიმიური ბუნება . . . . .                | 429 |
| კ. ქუთათელიძე და ი. ჩხიკვაძე. საქართველოს სერპენტინიტების გამოყენება ლღობილი მაგნეზიური ფოსფატის სასუქის მისაღებად . . . . . | 539 |
| კ. ქუთათელიძე და ე. ფირცხაღავა. ბორჯომის ანდეზიტების გამოკვლევა მუქი ქიქურის მიღების მიზნით . . . . .                        | 673 |

ბიომბრაზია

|  |     |
|--|-----|
| 1. ნემანიშვილი. ახალგაზრდა ტექტონიკური მოძრაობის ზოგიერთი ნიშანი ლენხუმიის ქედის აღმოსავლეთ ნაწილის ფერდობებზე . . . . . | 433 |
| ლ. ვლადიმეროვი. აუზის ვერტიკალური განვრცობა და მისი გავლენა ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებაზე . . . . .                 | 685 |

ბეოლოგია

|   |     |
|---|-----|
| შ. ადამია. ხრამის კრისტალური მასივის „ახალგაზრდა“ გრანიტების ასაკის შესახებ . . . . . | 439 |
|---|-----|

პალეონტოლოგია

|  |     |
|--|-----|
| ა. კოლაკოვსკი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და ა. შაყრილი. ახალი დიფინიციები დუბაის პლაციენურ ფლორაში . . . . . | 63  |
| ვ. გაბაშვილი და ლ. გაბუნია. დინოთერიუმის ნაშთი უდაბნოდან (ალმოსავლეთ საქართველო) . . . . .   | 151 |
| ა. ვეკუა და მ. შიდლოვსკი. ოქოტონას ( <i>Ochotona</i> ) პირველი ნაპოვარი კავკასიის პალეოლითიდან . . . . .                               | 285 |

ბნტრობრავინა

|  |     |
|--|-----|
| ი. ჩეჩელაშვილი. აუტიგენური მინერალები ბზიბის ქვანახშირის საბადოს ნახშირიან წყებასა და კოლოვიურ-ოქსუორდულ ნალექებში . . . . . | 443 |
| გ. ჩიხრაძე და მ. ბერიძე. მასალები ლოქის მსიგის სამზრეთ-დასავლეთი პერიფერიის შუა ეოცენის პეტროგრაფიისათვის . . . . .          | 691 |

მინერალოგია

|   |     |
|---|-----|
| ზ. ოთხმეხუარი. ამთხელის ტყვია-თუთიის მადნეული ველის მინერალოგიისათვის . . . . . | 543 |
|---|-----|

ტამნიკა

|  |     |
|--|-----|
| ვ. ბაქრაძე. შენობების რხვეათა პერიოდებისა და ამპლიტუდების ინსტრუმენტალური განსაზღვრა . . . . .   | 69  |
| ლ. აბელიშვილი და ლ. ტრაპაიძე. სატერითო მატარებლების დამუხრუჭების მოსამზადებელი დროისა და სამუხრუჭო ძალის სიდიდების შესახებ . . . . .                                 | 77  |
| თ. ფონიჩისიან ოყენცკი და ვ. ლომთათიძე. ჰორიზონტალური წყალსაცემების შემდეგ ადგილობრივი გარეცხვის სიღრმის განსაზღვრა . . . . .   | 83  |
| გ. ხანთაძე. ავტოსატრაქტორო ძრავების სიმძლავრის დაყვანა ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებზე . . . . .   | 289 |
| კ. ხავრივეი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). თხელკედლიან კოჭებზე მლუნავი მიომენტების მოკმედემა ღუნვის ცენტრის თერაიასთან დაკავშირებით . . . . . | 449 |
| რ. ლორთქიფანიძე და ლ. მახათაძე. ხისა და ქვის სასაფლო შენობების სუისამოდგარდობის საკითხისათვის საქართველოში . . . . .   | 457 |
| ო. ცომაია. კომბინ KKP-2-ის ენერგეტიკული მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის . . . . .   | 549 |
| ა. ბანეთიშვილი. პოლიგონომეტრია ჰიდროტექნიკურ გვირაბებში . . . . .  | 555 |
| ბ. დარჩია და გ. კოტეტიშვილი. სსიურთი გათბობისა და გაგრილების გამოყენება კურორტ წყალტუბოში . . . . .  | 699 |
| ი. ლუდუშაური და გ. ცინცაძე. ნულოვანი სინისტის რკინაბეტონის ფილები . . . . .  | 705 |
| გ. გაბრიჩიძე. რკოლური სფერული დამრეცი გარსის ანგარიში . . . . .  | 713 |

სანეშენებლო საქმი

|   |     |
|---|-----|
| თ. ფაშალიშვილი. შუწყვეტი მოკმედეგების ბეტონსარევი დანადგარების გამოყენების საკითხისათვის . . . . .                      | 297 |
| ვ. ჭიპაშვილი. საცხოვრებელი შენობების მზიდი კედლების აგების კვლევისა და ტექნიკურ-გეონომიკური ანალიზის მეთოდიკა . . . . . | 561 |
| თ. ფაშალიშვილი. ბეტონის კაზმის ვიბროარევა . . . . .   | 721 |

მეტალურგია

|  |     |
|--|-----|
| ვ. პეროვა. შესაცნობი ფენის აირგამტარობის ცვლილება მანგანუმის მადნებისა და შლამების ავლომერაციის პროცესში . . . . . | 155 |
| ა. ვაშაკიძე. ფასონური ყალიბის გეომეტრიის გავლენა სიმძლავრის წარჯზე გლინვის დროს . . . . .                          | 163 |



|   |     |
|---|-----|
| ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და<br>გ. ფირცხალაი შვილი. ნაწირბადის მაღალი შეცულობის გავლენა რკინა-<br>ქრომ-მანგანუმის სისტემის აუსტენიტურ არეზე . . . . . | 727 |
|---|-----|

ბოტანიკა

|   |     |
|---|-----|
| ი. კაპანაძე. ციტრუსებში პოლიემბრიონიის ხარისხის საკითხისათვის . . . . .                         | 171 |
| ელისო კეცხოველი. ქლოროფილის შემცველობის ასაკობრივი დინამიკა<br>ქერქში . . . . .                 | 179 |
| ა. შტრომბერგი. კამბიუმი და ნეორადი ზრდა ჩვეულებრივი კვიდოს ფოთლის<br>გამტარ სისტემაში . . . . . | 569 |

მცენარეთა ფიზიოლოგია

|  |     |
|--|-----|
| გ. სანაძე და გ. დოლიძე. ფიტოგენური აქრალადი ნივთიერებების მას-<br>სპექტრომეტრული ანალიზი . . . . . | 183 |
|--|-----|

მემცენარეობა

|  |     |
|--|-----|
| ნ. ჩხენკელი. საქართველოს ღომის ქიმიური შედგენილობის საკითხისათვის . .  | 187 |
| რ. ხუბუტიანი. მცენარეში 2,4-დიქლოროფენოქსიმარმეჟავას გარდაქმნების შესწავ-<br>ლის საკითხისათვის . . . . .             | 313 |
| ვ. ქვეციშვილი. მხესუმზირას დგომის სისშირის შესახებ კვლადატულ-ბუღბო-<br>ბრივი თესვის დროს შირაქის პირობებში . . . . . | 463 |
| ბ. ხატიაშვილი. ყვავილოვანი კომბოსტოს აგროტექნიკა და მეთესლეობა თბი-<br>ლისის საგარეუბნო ზონაში . . . . .             | 735 |

ფიტოფათოლოგია

|   |     |
|---|-----|
| ქ. ახვლედიანი. მალსკოთი დაავადებული ლიმონის მერქნიდან ტოქსიკური<br>ნივთიერების გამოყოფა . . . . .   | 89  |
| თ. წაქაძე. კურკოვანების გონიზით დაავადებულ ქსოვილებში დაქანგვა-აღდგე-<br>ნითი რეაქციების მიმდინარეობის საკითხისათვის . . . . .                          | 195 |
| ნ. ქანტურიანი. ბაქტერიოზით ( <i>Pseudomonas mori</i> Boyer et Lambert Stev) და-<br>ავადებული თუთის ფოთლებში ნივთიერებათა ცვლის შესწავლისათვის . . . . . | 305 |

ნიადაგმცოდნეობა

|   |     |
|---|-----|
| მ. მაჭავარიანი. საქართველოს ზოგიერთი მევენახეობის რაიონის ნიადაგის<br>ტოქსიკურობის შესახებ . . . . .      | 469 |
| ვ. ლატარიანი. ნაწირორქანვის ცვალებადობა ნიადაგურ ჰაერში ნათესბალახიანი<br>თესლბრუნვის პირობებში . . . . . | 575 |

მენტომოლოგია

|  |     |
|--|-----|
| ლ. კალანდაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და<br>ლ. შავკაცი შვილი. ბოსტანში გავრცელებული ბუხების ზოგიერთი მავნე სა-<br>ხეობის შესწავლისათვის საქართველოში . . . . . | 319 |
|--|-----|

ზოოლოგია

|  |     |
|--|-----|
| ბ. ვაინსტეინი. Typhlodromus გვარის (Parasitiformes, Phytoseiidae) ახა-<br>ლი სახეობები საქართველოდან . . . . . | 201 |
| ლ. ყურულაშვილი. ბრძოლის განვითარება გამბუხიებში . . . . .  | 473 |
| დ. ლოგვინოვიჩი. აზოვის ქაფშიასა და ტიულკის ბიოლოგიის შესწავლისა-<br>თვის . . . . .                             | 583 |
| დ. კობახიძე. მღვიმის წურბელას ( <i>Hirudinea, herpabellidae</i> ) ახალი ქვესახეობა<br>საქართველოდან . . . . .  | 591 |

ბაკაზიტოლოგია

|   |     |
|---|-----|
| ბ. ყურაშვილი. შავი ზღვის სტავრიდის ახალი ტრემატოდა— <i>Anahemirus tra-</i><br><i>churi</i> nov. sp. . . . . | 209 |
|---|-----|

გრ. ჯაველიძე. ახალი ექინოსტომური ჭიის (*Echinoparyphium colchicum* nov. sp.) განვითარების ციკლის შესწავლის შედეგები . . . . . 327

ფიზიოლოგია

- ა. ზირაქაძე. ზოგადი აირცვლის ძვრები ჩონჩხის ერთი კუნთის იზოლირებული ელექტრული გალიზიანებისას . . . . . 91
- ბ. მაისურაძე. კუჭის სეკრეციული მოქმედება სანერწყვე და სამოძრაო დაცივ-თი პირობითი რეფლექსების გამომუშავებისას . . . . . 213
- ა. ბაკურაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), გ. მირზიაშვილი და ა. სიხარულიძე. ტვინის ღეროს რეტიკულური ფორმაციის როლის შესახებ სანერწყვე ჯირკვლისა და კუჭის სეკრეციულ მოქმედებაში . . . . . 335
- ს. ნარიკაშვილი და ს. ბუთხუზი. თავის ტვინის ღეროს ბადებრივი ფორ-მაციის ერთხელობრივი გალიზიანების გავლენა სპინალურ რეფლექსებზე . . . . 479
- გ. ბექაია. გავრცელებადი აგზნების კანონი ტეტანურ და ტონურ ნეირომოტორულ ერთეულებში . . . . . 593
- თ. იოსელიანი. ზურგის ტვინის ქელატინისებრი სუბსტანციის გალიზიანების ეფექტები . . . . . 599

მეზამბრიმენტული მედიცინა

- ვლ. ჟღენტი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და ლ. შარაშიძე. ხანგრძლივი მედიკამენტური ძილის გავლენის შესახებ პერიფერიული ნერვის რეგენერაციაზე . . . . . 97
- გ. იოსელიანი. მორფოლოგიური ცვლილებები თირკმლებსა და ელენთაში, გამაწვეული შეგუბებითი მოკლენებით ქვედა ღრუ ვენის სისტემაში . . . . . 103
- ც. აბაკელია, თ. ჯაფარიძე და მ. გაჩეჩილაძე. ჰიპოთერმიის გავლენა სისხლის ცილების შემადგენლობაზე სხივური დაავადების დროს . . . . . 109
- ვლ. ჟღენტი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და ლ. შარაშიძე. კუნთების ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურული ცვლილებები ტუმბერკულოზის დროს . . . . . 219
- ს. რონიშვილი. ღვიძლის დიფუზური დაავადების დროს სისხლის პლასმის საერთო ცილისა და მისი ფრაქციების ცვლილებების საკითხისათვის . . . . . 223
- ბ. კალანდაძე. ნერვული სისტემის უმდაბლესა და უმაღლეს ნაწილებში სტრუქტურულ ცვლილებათა გავრცელების ხასიათის შესახებ შინაგანი ორგანოების კი-ბოს დროს . . . . . 229
- მ. კვალიაშვილი. გლავუომის ნაადრევი დიაგნოსტიკის ახალი მეთოდი . . . . . 237
- ც. აბაკელია. სისხლის შემდეგდებელი სისტემის ცვლილებები ჰიპოთერმიის დროს . . . . . 343
- ბ. ქართველიშვილი. კუჭისა და თორმეტკოჯა ნაწლავის შემღწევი წყლულე-ბის კლინიკა და დიაგნოსტიკა . . . . . 349
- ფ. ვეტროვანი. წყალტუბოს აბაზანების გავლენა ათეროსკლეროზის განვითარე-ბაზე ექსპერიმენტული ნეკროზით დაავადებულ შინაურ კურდღლებში . . . . . 355
- გ. ბოჭორიშვილი. ფუნქციურად მოშლილი თავის ტვინის ქერქის გავლენა ძვლის ქსოვილის რეგენერაციაზე . . . . . 359
- ვ. მაისიაია. გულ-სისხლძარღვთა სისტემასა და სუნთქვაზე ლობელინისა და ცი-ტოტანის მოქმედების შესწავლის საკითხისათვის . . . . . 365
- ჯ. გაბუნია. ჩიყვის ოპერაციის გაუტიკერების საკითხისათვის . . . . . 485
- ც. ქართველიშვილი. კარბოშიდრაზინკობალტის გავლენა ნორმალურ და ჰი-პერტენზორებულ ცნოველთა გულ-სისხლძარღვთა სისტემის რეაქტიულობაზე და გლუკოკუნთოვან მუსკულატურაზე . . . . . 491





|  |     |
|--|-----|
| მ. ნაჭყევიძე. მოზარდთა თვალის შიდა წნევის ცვლილებები ტანვარჯიშში ხანგრძლივი წრთვნის გავლენით . . . . . | 607 |
|--|-----|

კლინიკური მიმდინარეობა

|  |     |
|--|-----|
| თ. ლომიძე. ღვიძლის ზოგიერთი ფუნქციური ცვლილება თირეოტოქსიკოზის დროს ოპერაციამდე და ოპერაციის შემდეგ . . . . .            | 497 |
| გ. გერსამია. სარბევე ჯირკვლის კომპლექსური მეთოდით მკურნალობის უახლოესი და შორეული შედეგები . . . . .                     | 611 |
| თ. ლომიძე. ღვიძლის ზოგიერთი ფუნქციური ცვლილება ეუთირეოიდული ჩიყვის დროს ოპერაციამდე და ოპერაციის შემდეგ . . . . .        | 617 |
| ლ. კვაჭაძე. თავის ვრცელი სკალპირებული ქროილბის მკურნალობის საკითხისათვის . . . . .                                       | 739 |
| გ. ზვიადაძე. პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის ცვლილებები თირეოტოქსიკოზური ჩიყვის ოპერაციის შორეულ პერიოდში . . . . . | 747 |
| ვ. იოსავა. სანერწყვე ჯირკვლების ე. წ. „შერეული სიმსივნეების“ მორფოლოგიური თავისებურებების საკითხისათვის . . . . .        | 751 |

ფსიქოლოგია

|   |     |
|---|-----|
| ბ. ხოჯავა და ა. ავალიშვილი. შეუმჩნეველ გამადიზიანებელზე განწყობის შემუშავების საკითხისათვის . . . . . | 503 |
|---|-----|

ენათმეცნიერება

|  |     |
|--|-----|
| ქ. ლომთათიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკად. წევრ-კორესპონდენტი). ლ II → რ ბგერათმომართებისათვის აფხაზურ-ადიღურ ენებში . . . . . | 623 |
| ბ. კიკვიძე. სსა სუფიქსი ლაყურში . . . . .  | 757 |

მთრობრაზი

|   |     |
|---|-----|
| ბ. იამაოლსკი. ტერმინ „მთრობრაზის“ საკითხისათვის . . . . . | 509 |
|---|-----|

ისტორია

|  |     |
|--|-----|
| მ. ინაძე. ანტიკური ხანის კოლხეთის ზღვისპირა ქალაქების თვითმმართველობის საკითხისათვის . . . . . | 241 |
| თ. მიქელაძე. ქსენოფონტის „ანაბასისში“ დაცული ერთი ცნობის შესახებ . . . . .                     | 249 |
| დ. ხახუტაიშვილი. ანტიკური ხანის უფლისციხე ახალმომოგებული მასალების სინათლეზე . . . . .         | 369 |
| ოთ. ლორთქიფანიძე. სამეფო მიწისმფლობელობის შესახებ ანტიკური ხანის იბერიაში . . . . .            | 759 |

მეცნიერების ისტორია

|   |     |
|---|-----|
| პ. ფირფილაშვილი. ვარძიის „თახჩიანი გამოქვაბულის“ დანიშნულების შესახებ . . . . . | 377 |
|---|-----|

ლიტერატურის ისტორია

|  |     |
|--|-----|
| გ. აბზიანიძე. ნმ-იანი წლების რუსულ-ქართული ლიტერატურული ურთიერთობის ისტორიიდან . . . . . | 123 |
| მ. ფიჩხაძე. ესპილეს ტრადიციის „მიჯვეული პრომეთე“ . . . . .                               | 627 |

ხელოვნების ისტორია

|  |     |
|--|-----|
| ლ. რჩეულიშვილი. „კოშკი სალხინოდ ნაგები“ . . . . .  | 115 |
| ს. ბარნაველი. ჯორჯის მეორე კადექსის ორი წარწერა . . . . .  | 635 |
| ვ. დოლიძე. თლის ხუროთმოძღვრული ძეგლი—საქართველოსა და დვალეთის კულტურული ურთიერთობის ახალი საბუთი . . . . . | 677 |

ა ზ ტ ო რ თ ა ს ა ძ ი ე ბ ე ლ ი

აბაკელია ც. 109, 343  
 აბელიშვილი ლ. 77  
 აბზიანიძე გ. 123  
 ადამია შ. 439  
 ავალიშვილი ა. 503  
 ალავეიძე თ. 399  
 ალექსანდრია გ. 257  
 არეშიძე ქრ. 667  
 ასვლედიანი ქ. 89  
 ბაკურაძე ბ. 335  
 ბანეთიშვილი ა. 555  
 ბარნაველი ს. 635  
 ბაქრაძე ე. 69  
 ბერიძე მ. 691  
 ბექაია გ. 593  
 ბექაური ნ. 421  
 ბოიარსკი ბ. 263, 391  
 ბოჭორიშვილი გ. 359  
 ბუთხუზი ს. 479  
 ბუნაკოვი ა. 429  
 ბუნნიკაშვილი ა. 281  
 გაბაშვილი ე. 151  
 გაბრიიძე გ. 713  
 გაბუნია ლ. 151  
 გაბუნია ჯ. 485  
 გაჩეჩილაძე მ. 109  
 გერსამია გ. 611  
 გოგიჩავა ხ. 57  
 გუგუჩავა გ. 413  
 დარჩია გ. 699  
 დოლიძე გ. 183  
 დოლიძე ვ. 767  
 დურმიშიძე ს. 677  
 ვაინშტეინი ბ. 201  
 ვაშაკიძე ა. 163  
 ვაჩნაძე ე. 531

ვახანია ნ. 131  
 ვეკუა ა. 285  
 ვეკუა ი. 649  
 ვეკუა ნ. 513  
 ვეტროგონი ფ. 355  
 ვლადიმროვი ლ. 685  
 ვონინი-სიანოქენეცკი თ. 83, 399  
 ვოიცხოვსკი კ. 277  
 ზავრიევი კ. 449  
 ზვიადაძე გ. 747  
 ზირაქაძე ა. 91  
 თავაძე ფ. 727  
 თვალთვაძე გ. 659  
 იამპოლსკი ზ. 509  
 ინაძე გ. 241  
 იოსავა ვ. 751  
 იოსელიანი გ. 103  
 იოსელიანი თ. 599  
 ისახანოვი რ. 11  
 კალანდია ა. 3  
 კალანდაძე ლ. 319  
 კალანდაძე ნ. 229  
 კაპანაძე ი. 171  
 კაციაშვილი ნ. 523  
 კეცხოველი ელ. 179  
 კვალიაშვილი მ. 237  
 კვაჭაძე ლ. 739  
 კაკვიძე ბ. 757  
 კილაძე რ. 271  
 კობახიძე დ. 591  
 კოლაკოვსკი ა. 63  
 კოტეტიშვილი გ. 699  
 ლატარია ვ. 575  
 ლაშხი ა. 413  
 ლოგვინოვიჩი დ. 583

- ლომთათიძე ე. 83  
 ლომთათიძე ქ. 623  
 ლომიძე თ. 497, 617  
 ლორთქიფანიძე ოთ. 759  
 ლორთქიფანიძე რ. 457  
 მაისაია ვ. 365  
 მაისურაძე ნ. 213  
 მაჭავარიანი გ. 469  
 მახათაძე ლ. 457  
 მდივანი ო. 653  
 მირზიაშვილი გ. 335  
 მიქელაძე თ. 249  
 მჭედლოვ-პეტროსიანი 57, 429  
 ნანობაშვილი ე. 531  
 ნანობაშვილი ეკ. 43  
 ნარიკაშვილი ს. 479  
 ნაჭყეპია მ. 607  
 ნემანიშვილი ს. 433  
 ნუცუბიძე ნ. 51, 677  
 ოთხმეზური ზ. 543  
 პაპალაშვილი ვ. 25  
 პატარაია ა. 19  
 პეროვა ვ. 155  
 ქლენტი ვლ. 97, 219  
 როინიშვილი ს. 223  
 რჩეულიშვილი ლ. 115  
 სანაძე გ. 183  
 სიხარულიძე ა. 335  
 ტორინჯაძე ბ. 37, 417  
 ტრაპაიძე ლ. 77  
 ქართველიშვილი ნ. 349  
 ქართველიშვილი ც. 491  
 ქევხიშვილი ვ. 463  
 ქუთათელიაძე კ. 57, 539, 673  
 ლუღუშაური ი. 705  
 ყურაშვილი ბ. 209  
 ყურულაშვილი ლ. 473  
 შაგვაციშვილი ლ. 319  
 შარაშიძე ლ. 97, 219  
 შაყრილი ა. 63  
 შიდლოვსკი მ. 285  
 შტრომბერგი ა. 569  
 შუიკინი ნ. 421  
 ჩარკვიანი თ. 667  
 ჩეჩელაშვილი ი. 443  
 ჩიხრაძე გ. 691  
 ჩხენკელი ნ. 187  
 ჩხიკვაძე ი. 539  
 ცინცაძე გ. 705  
 ცომაია ო. 549  
 ცხომელიძე ო. 147  
 წაქაძე თ. 195  
 წილოსანი ნ. 139  
 ჭანტურია ნ. 305  
 ჭიპაშვილი ვ. 561  
 ჭოდოშვილი გ. 641  
 ხანთაძე გ. 289  
 ხარაძე გ. 407  
 ხარაძე ე. 29  
 ხახუტაიშვილი დ. 369  
 ხვედელიძე ბ. 129, 385  
 ხვოლესი ა. 519  
 ხოჯავა ზ. 503  
 ხუბუტია რ. 313  
 ჯაგელიძე გრ. 327  
 ჯაფარიძე თ. 109

სარედაქციო კოლეგია

რ. აგლაძე, ი. ბერიტაშვილი, ნ. ბერძენიშვილი, ა. ბოჭორიშვილი,  
ი. გიგინეიშვილი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ნ. კეცხოველი,  
ნ. მუსხელიშვილი (მთავარი რედაქტორი), რ. შადური  
(მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ა. ჯანელიძე

ზელმოწერილია დასაბეჭდად 12.12.1958; შკვ. № 1966; ანაწყოების ზომა 7×11;  
ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 9,72;  
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 12,33; ლე 08013; ტირაჟი 800.



დებულება „საბარტმელოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მიზნობრივი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით მ ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს; არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრი-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრი-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია ვადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრი-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, საეხებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საპირთა აღნიშვნის ეურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა; გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სვალდებულაა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კენდრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციის უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენაზე.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძმარტნიშვილის ქ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XXI, 1958

Основное, грузинское издание



**დებულება „საპარტამენტოს სსრ მმცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ**

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.

2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.

3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დახლოებით 8 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.

4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.

5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს; არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.

6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებთან და წევრი-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრი-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია ვადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრი-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.

7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, საცემბით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.

8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შექმნილი და გვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.

9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.

10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და ადგილიდან ბრუნება დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თაროდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.

11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოუდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

**რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძმარჯინაძის ძ., 8**

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XXI, № 6, 1958

Основное, грузинское издание