

524  
1960/2



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის  
გ მ ე მ გ ე

გომი XXV, № 2

ბიკითული. ქართული მეცნიერება

1960

ა გ ე ი ს გ მ

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა  
თბილისი

შ ი ნ ა ა რ ს ი

გ ა თ ე ა ბ ა ტ ი ა



1. თ. წერეთელი. ბანახის ინდიკატორისა და მისი ზოგიერთი გამოყენების შესახებ . . . . .	129
<b>ბიჭკომიანიკა</b>	
2. თ. ვლინო-სიანოუძეძე. სითხის ტურბულენტური დინების განტოლებები და ბრტყელ თანაბარ წაქაფში სიჭრეტთა განაწილება . . . . .	137
<b>პიტრმბრავია</b>	
3. გ. ზარინძე, ნ. თათრიშვილი და ი. შმალაძე. ზოგიერთი კარბონატული ქანის მეტასომატური წარმოქმნის შესახებ სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს ზედაპირულ ვულკანოგენ წარმონაქმნებში . . . . .	145
<b>ტიმინია</b>	
4. გ. კოსტანიანი, რთული არასიმეტრიული დაზიანებების განვარდინების თეორიაში სამუხაზიანი ელექტრული სისტემის ერთფაზიანის სახით წარმოადგენის შესახებ . . . . .	151
5. ვ. გბანაძე. მსალათა არადრეკადი წინაღობის გათვალისწინების მეთოდი და მისი პრაქტიკული გამოყენება . . . . .	159
<b>ბენაბატიკა</b>	
6. გ. კოხევიძე. წყალბატების დონის წონასწორული მდგომარეობის თეორიის შესახებ . . . . .	167
<b>ბიტალურბია</b>	
7. ა. ნოზაძე და ა. ვაშაქიძე. ოვალი-კვადრატი კალიბრების სისტემის გამოკვლევა . . . . .	171
<b>მცინარბია ფიზიკოლოგია</b>	
8. შ. ჭანიშვილი. ვახის მტვერში სევადასხვა იარუსის ფოთლებიდან ასიმილაციების გადამკვლევების შედეგისათვის . . . . .	179
<b>მიკრობიოლოგია</b>	
9. ქ. ლამბაშიძე. აჯამეთის ვაკის კორდინა-ეწიანი ნიადაგის მიკრობიოლოგიური პროცესები მისი დამუშავების წესთან დაკავშირებით . . . . .	185
<b>ბენტოლოგია</b>	
10. რ. საფეცაძე. ზემო სეპეოს ზეატრების ( <i>Noctuidae</i> ) ფაუნისათვის . . . . .	193
<b>ფიზიკოლოგია</b>	
11. გ. კვლამატირიშვილი. ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსი . . . . .	201
<b>ბიპირინიზატული ბიფიციონა</b>	
12. გ. სამსონიძე. რევენერაციის პროცესში მკოფი თირკმლის რეგულაციის უნარის ცვლილებები . . . . .	209
13. მ. შანაბელი. პროტრომბინის მოხმარების მეთოდი, პლასმისა და თრომბოციტების ფაქტორთა თრომბოპლასტურ ნაქლოვანებათა განსაზღვრა . . . . .	213
14. გ. გვიშაიანი. ზოფერითი სამეურნალო ნივთიერების მოკმედების შესახებ არტერიულ და ვენურ სისტემაში მათი შეყვანისას . . . . .	219
<b>კლინიკური ბიფიციონა</b>	
15. გ. სარალიძე. სისხლის შრატის ცილების შედგენილობის ცვლილებები თირეოტიკოსის დროს . . . . .	225
<b>ფიზიკოლოგია</b>	
16. ი. კოტეტიშვილი. სიმბოლური ხატის მოტივაციის საკითხისათვის ბავშვთან (4-დან 7 წლამდე) . . . . .	233
<b>ბენაბიციონიკა</b>	
17. ბ. ანდრთნიკაშვილი. გტიმოლოგია სიტყვებისა მარაგი, მარადღე, მრავალი . . . . .	241
<b>ისტორია</b>	
18. ნ. ლომოურაი. კოლხეთის საწაბროების ბერძნული კოლონიზაციის საკითხისათვის . . . . .	249

მათემატიკა

მ. წაკითხილი

ბანახის ინდიკატრისისა და მისი ზოგადი ბანახისის  
შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ვეკუამ 27.6.1959)

1. ვთქვათ,  $\varphi(t)$  არის  $[x, \beta]$  მონაკვეთზე განსაზღვრული უწყვეტი ფუნქცია.  $N_\varphi(x)$  ფუნქცია განესაზღვროთ ასე: ყოველი  $x$  მნიშვნელობისათვის  $-\infty < x < \infty$ ,  $N_\varphi(x)$  ტოლი იყოს  $x = \varphi(t)$  განტოლების ამოხსნათა რიცხვისა (სასრულო ან უსასრულო). ეს ფუნქცია ბანახმა [1] შემოიღო (თანახმად ი. ნატანსონისა [7], ჩვენ მას ბანახის ინდიკატრისას ვუწოდებთ). მან დაამტკიცა, რომ  $N_\varphi(x)$  ფუნქციის შეჯამებადობა ტოლფასია იმისა, რომ  $\varphi(t)$  ფუნქციის ჰქონდეს შემოსაზღვრული ცვლილება. ამას წინათ ეს თეორემა განაზოგადეს ს. ლოზინსკიმ [4] და ი. კრალმა და ი. მარტემა [3] (იხ. ქვემოთ თეორემა 4). მათი თეორემა წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ორი შემოსაზღვრული ცვლილების ფუნქციის სუპერპოზიციის თვისებების შესწავლის საქმეში. ბანახის ინდიკატრისის კავშირს ამ საკითხებთან პირველად უკრადლება მიაქცია გ. ფიხტენგოლცმა [10].

წინამდებარე სტატიაში ჩვენ მივუთითებთ ბანახის ინდიკატრისის ზოგ თვისებასა და ზემოთ აღნიშნული ს. ლოზინსკისა და ი. კრალისა და ი. მარტეს თეორემის ზოგ შედეგზე. სტატიაში აგრეთვე მივუთითებთ კავშირზე ბანახის ინდიკატრისისა და ლებეგის ინტეგრალის გარდაქმნას შორის, რაც პირველად აღნიშნულია გ. ფიხტენგოლცის იმავე [10] შრომაში.

2. ქვემოთ ჩვენთვის ხელსაყრელია  $N_\varphi(x)$  ფუნქციის განსაზღვრების მცირედად შეცვლა. სახელდობრ, ვიგულისხმობთ, რომ  $\varphi(t)$  ფუნქცია უწყვეტია  $[x, \beta]$  მონაკვეთზე და  $N_\varphi^*(x)$  ფუნქცია განესაზღვროთ ასე: ყოველი  $x$  მნიშვნელობისათვის,  $-\infty < x < \infty$ , იგი ტოლი იყოს  $\varphi^{-1}(x)$  სიმრავლის ბოული კომპონენტების რიცხვისა (სასრულო ან უსასრულო). ადვილი საჩვენებელია, რომ  $N_\varphi(x)$  და  $N_\varphi^*(x)$  ფუნქციები ერთმანეთისაგან შეიძლება გან-

(1 გ. ფიხტენგოლცის აღნიშნული შრომა ბანახის შრომაზე უფრო ადრე გამოვიდა და ამიტომ მასში არ ვხვდებით  $N_\varphi(x)$  ფუნქციას, (A) პირობა, რომლითაც გ. ფიხტენგოლცი სარგებლობს,  $N_\varphi^*(x)$  ფუნქციის შემოსაზღვრულობას ნიშნავს ( $N_\varphi^*(x)$  ფუნქციის განსაზღვრება იხ. ქვემოთ ტექსტში).



8024



სხვაედგობდნენ  $x$ -ის იმ მნიშვნელობათა თვლად სიმრავლეზე, რომლებიც  $\varphi$  ფუნქციის მუდმივობის ინტერვალების ანასახს წარმოადგენენ.

$N(x)$  ფუნქციას ვუწოდებთ ინდიკატრისას, თუ არსებობს რაიმე  $[x, \beta]$  მონაკვეთზე განსაზღვრული ისეთი უწყვეტი  $\varphi(x)$  ფუნქცია, რომ  $N(x) = N_\varphi(x)$  ყველგან, გარდა, შესაძლოა,  $x$ -ის მნიშვნელობათა თვლადი სიმრავლისა.

ისმის კითხვა, რა პირობებს უნდა აკმაყოფილებდეს  $N(x)$  ფუნქცია, რომ ის იყოს ინდიკატრისა. ამ კითხვაზე პასუხს შეიცავს 1-ლი და მე-2 ფორემები.

**ლემა 1.** ვთქვათ,  $\varphi(x)$  უწყვეტია  $[a, \beta]$  მონაკვეთზე, როგორც უნდა იყოს  $x_0 \in \varphi([a, \beta])$  განსხვავებული ან  $\varphi(a)$  ან  $\varphi(\beta)$  მნიშვნელობისაგან და როგორც უნდა იყოს რიცხვი  $M > 0$ , არსებობს ისეთი სეგმენტი  $\Delta$ , რომ მისი ერთ-ერთი ბოლოა  $x_0$  და  $N_\varphi^*(x) \equiv N_\varphi^*(x_0)$ , როცა  $N_\varphi^*(x_0) < \infty$ ,  $x \in \Delta$ , და  $N_\varphi^*(x) \equiv M$ , როცა  $N_\varphi^*(x_0) = \infty$ ,  $x \in \Delta$ .

ამ ლემიდან უშუალოდ გამომდინარეობს, რომ, თუ  $N_\varphi^*(x)$  შემოსახლვრულია  $\varphi([a, \beta])$  მონაკვეთზე ყველგან მკვრივ სიმრავლეზე, მაშინ იგი შემოსახლვრულია.

$\varepsilon$  სიმრავლეს ვუწოდებთ ნახევრად ღიას, თუ არსებობს ისეთი ღია სიმრავლე  $G$ , რომ  $G \subset \varepsilon$  და  $\varepsilon \setminus G = \sigma$ , სადაც  $\sigma$  არის  $G$  სიმრავლის შემადგენელ ინტერვალთა ბოლოების სიმრავლე.

**თეორემა 1.** ვთქვათ,  $\varphi(x)$  უწყვეტია  $[a, \beta]$  მონაკვეთზე,  $I$  არის ინტერვალი  $\varphi(a)$  და  $\varphi(\beta)$  ბოლოებით,  $J = \varphi([a, \beta]) \setminus I$ ,  $E_\infty = \mathcal{F}(N_\varphi^*(x) = \infty)$  და  $G_n = \mathcal{F}(N_\varphi^*(x) \geq n)$ ,  $n = 1, 2, \dots$ . მაშინ:

1)  $G_n$ ,  $n = 1, 2, \dots$  სიმრავლეები ნახევრად ღია სიმრავლეებია, 2), 3) როგორც უნდა იყოს  $x \in I \setminus E_\infty$  ( $J \setminus E_\infty$ ), გარდა, შესაძლოა, მათი თვლადი სიმრავლისა,  $N_\varphi^*(x)$  არის კენტი (ლუწი) დადებითი რიცხვი.

1) მტკიცება უშუალოდ მიიღება ლემა 1-დან, ხოლო 2) და 3) მტკიცება ადვილად გამომდინარეობს იქიდან, რომ უწყვეტი ფუნქციის ექსტრემალურ მნიშვნელობათა სიმრავლე არის არა უმეტეს თვლადისა (იხ., მაგ., [8], გვ. 301).

**თეორემა 2.** ვთქვათ,  $\{G_k\}_{k=0}^\infty$  ღია სიმრავლეთა მიმდევრობაა, ხოლო  $\{n_k\}_{k=0}^\infty$  — დადებით კენტი რიცხვთა მიმდევრობა და, ვთქვათ, შესრულებულია შემდგომი პირობები:  $G_k$  არის ინტერვალი;  $G_{k+1} \subset G_k$ ,  $k = 0, 1, \dots$ ; თუ  $G_{k+1} = G_k$ , მაშინ  $G_m = G_k$  როგორც უნდა იყოს  $m > k$ ;  $n_k \equiv n_{k+1}$ ,  $k = 0, 1, \dots$ ; თუ  $G_{k+1} \neq G_k$ , მაშინ  $n_k < n_{k+1}$  და თუ  $n_k = n_{k+1}$ , მაშინ  $n_m = n_k$ , როგორც უნდა იყოს  $m > k$ . ასეთ შემთხვევაში ნებისმიერ  $g_0$  ინტერვალზე შეიძლება აიგოს ისეთი უწყვეტი ფუნქცია  $\varphi(x)$ , რომ  $\varphi(g_0) =$





$= G_0$ ;  $N_\varphi(x) = \sup_k n_k$ , როცა  $x \in G_k$  და  $N_\varphi(x) = n_k$ , როცა  $G_k \setminus G_{k+1} \neq \emptyset$   
 და  $x \in G_k \setminus (G_{k+1} \cup G_{k+2})$ , სადაც  $n_{k+1}$  არის  $G_{k+1}$  სიმრავლის შე-  
 მადგენელ ინტერვალთა ბოლოების სიმრავლე.

გარდა ამისა, თუ  $\inf_k G_k = \emptyset$  და  $\sum_{k=0}^{\infty} n_k m(G_k \setminus G_{k+1}) < \infty$ , მაშინ  
 $\varphi(t)$  ფუნქცია ისე შეიძლება აიგოს, რომ იგი აკმაყოფილებ-  
 დეს აგრეთვე ლიფშიცის პირობას.

შენიშვნა. 1-ლი თეორემიდან გამომდინარეობს, რომ  $E_\infty = \mathcal{F}(N_\varphi(x) = \infty)$   
 სიმრავლე  $G_k$  ტიპისაა. შეიძლება აგრეთვე დამტკიცდეს, რომ, თუ  $D$  ნების-  
 მიერი შემოსაზღვრული  $G_k$  ტიპის სიმრავლეა, მაშინ არსებობს ისეთი  
 უწყვეტი  $\varphi(t)$  ფუნქცია, რომ  $N_\varphi(x) = \infty$ , როცა  $x \in D$ , და  $N_\varphi(x) < \infty$ ,  
 როცა  $x \notin D$ .

3. როგორც ს. ლოზინსკიმ უჩვენა [4], ბანახის ინდიკატორისა ბუნებრივად  
 შეიძლება იქნეს განსაზღვრული აგრეთვე ისეთი ფუნქციებისათვის, რომელ-  
 თაც მხოლოდ პირველი გვარის წევრების წერტილები აქვთ, ე. ი. რომელ-  
 თათვის არსებობს სასრული ზღვარები:  $\varphi(t+) = \lim_{h \rightarrow 0+} \varphi(t+h)$ , როცა  
 $\alpha \equiv t < \beta$ , და  $\varphi(t-) = \lim_{h \rightarrow 0+} \varphi(t-h)$ , როცა  $\alpha < t \equiv \beta$ . მივიღოთ აგრეთვე,

რომ  $\varphi(\alpha-) = \varphi(\alpha)$  და  $\varphi(\beta+) = \varphi(\beta)$ . სახელდობრ, ვთქვათ [4]

$$f_t^- = \left\{ \begin{array}{l} \text{ცარიელ სიმრავლეს, თუ } \varphi(t-) = \varphi(t+) \\ [\min\{\varphi(t-), \varphi(t)\}, \\ \max\{\varphi(t-), \varphi(t)\}] \\ \text{ინტერვალს } \varphi(t) \text{ წერტილის გარეშე,} \end{array} \right\} \text{თუ } \varphi(t-) \neq \varphi(t);$$

$$f_t^+ = \left\{ \begin{array}{l} \text{ცარიელ სიმრავლეს, თუ } \varphi(t+) = \varphi(t) \\ [\min\{\varphi(t+), \varphi(t)\}, \\ \max\{\varphi(t+), \varphi(t)\}] \\ \text{ინტერვალს } \varphi(t) \text{ წერტილის გარეშე,} \end{array} \right\} \text{თუ } \varphi(t+) \neq \varphi(t).$$

მაშინ  $N_\varphi(x)$  ფუნქცია შეიძლება განისაზღვროს ასე: ყოველი  $x$  შნიშე-  
 ნელობისათვის,  $-\infty < x < \infty$ ,  $N_\varphi(x)$  ფუნქცია  $x = \varphi(t)$  განტოლების ამოხს-  
 ნათა რიცხვისა და  $x$  წერტილის შემკველი არაცარიელი  $J_t^-$  და  $J_t^+$ ,  $\alpha \equiv t \equiv \beta$ ,  
 ინტერვალების რიცხვის ჯამის ტოლია.

ყოველი  $\varphi(t)$  ფუნქციისათვის,  $\alpha \equiv t \equiv \beta$ , განვსაზღვრავთ  $V_\varphi(t)$  ფუნქ-  
 ციას ასე:  $V_\varphi(\alpha) = 0$ , ხოლო როცა  $\alpha < t \equiv \beta$ ,  $V_\varphi(t) = T_{\alpha, t}^{\varphi}(\alpha)$ , სადაც  
 $T_{\alpha, t}^{\varphi}(\alpha)$  არის  $\varphi$  ფუნქციის სრული ცვლილება  $[\alpha, t]$  მონაკვეთზე.

თეორემა 3. ვთქვათ,  $[\alpha, \beta]$  მონაკვეთზე განსაზღვრულ  $\varphi(t)$   
 ფუნქციას მხოლოდ პირველი გვარის წევრების წერტილები  
 აქვს. მაშინ არსებობს ისეთი  $\chi(t)$  და  $F(\tau)$  ფუნქციები, რომ  
 $\chi(t)$  ფუნქცია  $[\alpha, \beta]$  მონაკვეთზე განსაზღვრული ზრდადი

ფუნქციისა:  $\chi(t) = 1$  თითქმის ყველგან  $[a, \beta]$ -ზე და  $\chi(t+) - \chi(t) \neq 0$  ( $\chi(t-) - \chi(t) \neq 0$ ) მხოლოდ და მხოლოდ მაშინ, როცა  $\varphi(t+) - \varphi(t) \neq 0$  ( $\varphi(t-) - \varphi(t) \neq 0$ );  $F(\tau)$  ფუნქცია განსაზღვრულია  $[A, B]$ ,  $A = \chi(a)$ ,  $B = \chi(\beta)$ , მონაკვეთზე, უწყვეტია და თუ  $t$  წერტილზე  $\varphi(t+) - \varphi(t) \neq 0$  ( $\varphi(t-) - \varphi(t) \neq 0$ ), მაშინ იგი წრფივია  $[\chi(t), \chi(t+)]$  ( $[\chi(t-), \chi(t)]$ ) მონაკვეთზე;  $\varphi(t) = F[\chi(t)]$ , როცა  $t \in [a, \beta]$ ;  $F(\tau)$  არის  $[A, B]$  მონაკვეთზე შემოსაზღვრული ცვლილების ფუნქცია მხოლოდ და მხოლოდ მაშინ, როცა  $\varphi(t)$  არის  $[a, \beta]$  მონაკვეთზე შემოსაზღვრული ცვლილების ფუნქცია და  $V_{\varphi}(t) = V_F[\chi(t)]$ , როცა  $t \in [a, \beta]$ ; დაბოლოს,  $N_{\varphi}(x) = N_F(x)$ , როცა  $-\infty < x < \infty$ .

შემოსაზღვრული ცვლილების ფუნქციებისათვის ეს თეორემა ჩვენ მიერ აღრე იყო დამტკიცებული [11] (ფორმულირების მცირეოდენი ცვლილებით და უკანასკნელი მტკიცების გარეშე). ადვილი შესაძენეია, რომ [11]-ში მოყვანილი დამტკიცება ძალაში რჩება მე-3 თეორემისათვის. ამ თეორემიდან უშუალოდ გამომდინარეობს, რომ ბანახის [1] ცნობილი თეორემა (რომელიც ამ სტატიის დასაწყისშია მოხსენებული) მთლიანად რჩება ძალაში ისეთი  $\varphi(t)$  ფუნქციებისათვის, რომელთაც მხოლოდ პირველი გვარის წვეტის წერტილები აქვთ (ს. ლოზინსკის [4] შრომის 1-ლი თეორემა).

აღნიშნით აგრეთვე შემდეგი თეორემა, რომელიც ადვილად მიიღება მე-3 თეორემიდან და [3] შრომის § 7-ის თეორემიდან.

**თეორემა 4.** ვთქვათ,  $[a, \beta]$  მონაკვეთზე განსაზღვრულ  $\varphi(t)$  ფუნქციის მხოლოდ პირველი გვარის წვეტის წერტილები აქვს,  $a \equiv \varphi(t) \equiv b$ , როცა  $t \in [a, \beta]$ ,  $F(x)$  უწყვეტი შემოსაზღვრული ცვლილების ფუნქციაა  $[a, b]$  მონაკვეთზე და, ვთქვათ, [6]

$$\sigma(F; \varphi) = \sum_{a \leq t \leq \beta} \{T_{1-\lambda} [F[\lambda \varphi(t) - (1-\lambda)\varphi(t-)] - |F[\varphi(t)] - F[\varphi(t-)]| + T_{1-\lambda} [F[\lambda \varphi(t+) - (1-\lambda)\varphi(t)] - |F[\varphi(t+)] - F[\varphi(t)]|\}.$$

მაშინ

$$T_{1-\lambda}^b F[\varphi(t)] + \sigma(F; \varphi) = \int_a^b N_{\varphi}(x) dV_F(x),$$

სადაც ინტეგრალი ლებეგის-სტილტიესის აზრით უნდა გავიგოთ.

აბსოლუტურად უწყვეტი  $F(x)$  ფუნქციისათვის ეს თეორემა დამტკიცებულია ს. ლოზინსკიმ [4], ხოლო უწყვეტი  $\varphi$  ფუნქციისათვის — ი. კრალმა და ი. მარეკმა [3].

4. ვთქვათ,  $\varphi(t)$  უწყვეტია  $[a, \beta]$  მონაკვეთზე და  $t \in [a, \beta]$ . განსაზღვროთ  $N_{\varphi}(x; t)$  ფუნქცია ასე: ყოველი  $x$  ნიშნელობისათვის,  $-\infty < x < \infty$ ,

(\*) ს. ლოზინსკის დამტკიცება მოყავს მხოლოდ უწყვეტი  $\varphi$  ფუნქციებისათვის.

იგი ტოლი იყოს  $\epsilon$  სიმრავლეზე  $x = \varphi(t)$  განტოლების ამოხსნათა ცხადია, რომ  $N_{\varphi}(x; [\alpha, \beta]) = N_{\varphi}(x)$ .

თუ  $\varphi$  შემოსაზღვრული ცვლილების ფუნქციაა  $[\alpha, \beta]$ -ზე, მაშინ  $\epsilon = [\alpha, \beta]$  სიმრავლის  $V_{\varphi}$ -ზომაში ჩვენ ვიგულისხმებთ  $V_{\varphi}(t)$  არაზრდადი ფუნქციით წარმოქმნილ კარათეოდორის ზომას. შესაბამისად უნდა გავიგოთ გამოთქმები:  $\epsilon$  არის  $V_{\varphi}$ -ზომადი სიმრავლე,  $f(x)$  არის  $V_{\varphi}$ -ზომადი ფუნქცია (იხ., მაგ., [9]).

თეორემა 5. ვთქვათ,  $\varphi(t)$  არის  $[\alpha, \beta]$  მონაკვეთზე განსაზღვრული უწყვეტი ფუნქცია,  $g(x)$  არის  $[a, b] = \varphi([\alpha, \beta])$  მონაკვეთზე განსაზღვრული უწყვეტი შემოსაზღვრული ცვლილების ფუნქცია, ხოლო  $f(x) - [a, b]$  მონაკვეთზე განსაზღვრული  $V_{\varphi}$ -ზომადი ფუნქცია. თუ  $T_{\varphi}^* g[\varphi(t)] < \infty$ , მაშინ: 1)  $f[\varphi(t)]$  ფუნქცია არის  $V_{\varphi}$ -ზომადი  $[\alpha, \beta]$ -ზე და თუ  $\epsilon = [\alpha, \beta]$  სიმრავლე არის  $V_{\varphi}$ -ზომადი, მაშინ  $N_{\varphi}(x; \epsilon)$  ფუნქცია არის  $V_{\varphi}$ -ზომადი და

$$\int_a^b f(x) N_{\varphi}(x; \epsilon) dV_{\varphi}(x) = \int_{\epsilon} f[\varphi(t)] dV_{\varphi}(t)$$

იმ აზრით, რომ, თუ არსებობს ერთ-ერთი ინტეგრალი, მაშინ არსებობს მეორეც და ადგილი აქვს ტოლობას; 2)

$$\int_a^b f[\varphi(t)] dg[\varphi(t)]$$

ინტეგრალის არსებობისათვის აუცილებელი და საკმარისია

$$\int_a^b f(x) N_{\varphi}(x) dV_{\varphi}(x)$$

ინტეგრალის არსებობა.

გარდა ამისა (იხ. [3], [5]),

$$\int_{\varphi(a)}^{\varphi(b)} f(x) dg(x) = \int_a^b f[\varphi(t)] dg[\varphi(t)]$$

თუ არსებობს ინტეგრალი მარჯვნივ.

ამ თეორემის 1) მტკიცება იმ შემთხვევაში, როცა  $g(x) \equiv x$ ,  $\epsilon = [\alpha, \beta]$  და  $\varphi(t)$  არის აბსოლუტურად უწყვეტი, გუთვის ტ. რადოსა და პ. რაიხელდერფერს [8]. პირველი ნაწილი 2) მტკიცებისა უშუალოდ გამომდინარეობს 1)-დან.

5. შევთანხმდეთ შემდეგ აღნიშვნებში:  $\Phi(u)$  და  $\Psi(u)$ ,  $0 \leq u < \infty$ , იყოს იუნგის აზრით ურთიერთდამატებითი ფუნქციები, ხოლო  $L_{\Phi}^*(a, b)$  და  $L_{\Psi}^*(a, b) - [a, b]$  მონაკვეთზე განსაზღვრული ფუნქციების სათანადო ორ-



ლიზის სივრცეები (იხ. მაგ., [2], გვ. 99).  $L(a, b)$  ( $L_{\infty}(a, b)$ ) იწოდება მონაკვეთზე შეჯამებადი (ხომადი და არსებითად შემოსაზღვრული) ფუნქციების სივრცე.

შემდეგ,  $A(a, b)$  იყოს  $[a, b]$  მონაკვეთზე განსაზღვრული და აბსოლუტურად უწყვეტი ფუნქციების კლასი, ხოლო  $A_{\phi}(a, b)$  ( $A_{\infty}(a, b)$ )—ისეთი აბსოლუტურად უწყვეტი ფუნქციების კლასი, რომელთა წარმოებულები ეკუთვნის  $L_{\phi}^{\#}(a, b)$  ( $L_{\infty}(a, b)$ ) კლასს.

$B_{\phi}(a, b)$  ( $B(a, b)$ ) იყოს  $[a, b]$  მონაკვეთზე განსაზღვრული ისეთი უწყვეტი ფუნქციების კლასი, რომელთა ინდიკატორები  $L_{\phi}(-\infty, \infty)$  ( $L(-\infty, \infty)$ ) კლასს ეკუთვნის, ხოლო  $B_{\infty}(a, b) = [a, b]$  მონაკვეთზე განსაზღვრული უწყვეტი ფუნქციების კლასი, რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობას:  $N_{\phi}^{\#}(x)$  არის შემოსაზღვრული.

ცხადია, რომ  $A_{\infty}(a, b)$  ემთხვევა იმ ფუნქციათა კლასს, რომლებიც ლიფშიცის პირობას აკმაყოფილებენ. ბანახის ცნობილი თეორემის [1] ძალით,  $B(a, b)$  ემთხვევა  $[a, b]$  მონაკვეთზე განსაზღვრული უწყვეტი შემოსაზღვრული ცვლილების ფუნქციათა კლასს და  $B_{\infty}(a, b) \subset B_{\phi}(a, b) \subset B(a, b)$ . კერძოდ,  $A_{\infty}(a, b) \subset B(a, b)$ .

კარგად ცნობილია, რომ, თუ  $\varphi(t) \in B(\alpha, \beta)$  და  $f(x) \in L_{\infty}(a, b)$  ( $F(x) \in A_{\infty}(a, b)$ ), სადაც  $[a, b] = \varphi([\alpha, \beta])$ , მაშინ სამართლიანია ფორმულა [5]

$$\int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x) dx = \int_{\alpha}^{\beta} f[\varphi(t)] d\varphi(t) \quad (1)$$

( $F[\varphi(t)] \in B(\alpha, \beta)$ ).

მე-4 და მე-5 თეორემებიდან უშუალოდ გამომდინარეობს შემდეგი თეორემები.

**თეორემა 6.** 1) თუ  $\varphi(t) \in B_{\infty}(\alpha, \beta)$  და  $F(x) \in B(a, b)$ , სადაც  $[a, b] = \varphi([\alpha, \beta])$ , მაშინ  $F[\varphi(t)] \in B(\alpha, \beta)$ ; 2) თუ  $\varphi(t) \in B_{\phi}(\alpha, \beta)$  და  $F(x) \in A_{\psi}(a, b)$ , სადაც  $[a, b] = \varphi([\alpha, \beta])$ , მაშინ  $F[\varphi(t)] \in B(\alpha, \beta)$ .

იმ შემთხვევაში, როცა  $\varphi$  და  $F$  ფუნქციები აბსოლუტურად უწყვეტია, 1) მტკიცება ეკუთვნის გ. ფიხტენგოლცს [10] (იხ. აგრეთვე [12]).

**თეორემა 7.** 1) თუ  $\varphi(t) \in B_{\infty}(\alpha, \beta)$  და  $f(x) \in L(a, b)$ , სადაც  $[a, b] = \varphi([\alpha, \beta])$ , მაშინ სამართლიანია ცვლადის გარდაქმნის ფორმულა (1); 2) თუ  $\varphi(t) \in B_{\phi}(\alpha, \beta)$  და  $f(x) \in L_{\psi}(a, b)$ , მაშინ სამართლიანია ფორმულა (1).

იმ შემთხვევაში, როცა  $\varphi(t)$  არის აბსოლუტურად უწყვეტი, 1) მტკიცდება ეკუთვნის გ. ფიხტენგოლცს [10].

**თეორემა 8.** 1) ვთქვათ,  $\varphi(t)$  უწყვეტია  $[a, \beta]$  მონაკვეთზე და  $[a, b] = \varphi([\alpha, \beta])$ . მაშინ: ა) თუ  $F[\varphi(t)] \in B(\alpha, \beta)$  ყოველთვის, როცა  $F(x) \in A(a, b)$ , მაშინ  $\varphi(t) \in B_{\infty}(\alpha, \beta)$ ; ბ) თუ  $F[\varphi(t)] \in B(\alpha, \beta)$  ყოველთვის, როცა  $F(x) \in A_{\phi}(a, b)$ , მაშინ  $\varphi(t) \in B_{\phi}(\alpha, \beta)$ .



2) ვთქვათ,  $F(x) \in A(a, b)$  და  $\varphi(t)$ —უწყვეტი ფუნქციაა  $[a, \beta]$ -ზე,  $\varphi([a, \beta]) = [a, b]$ . მაშინ: ა) თუ  $F[\varphi(t)] \in B(a, \beta)$  ყოველთვის, როცა  $\varphi(t) \in A_{\infty}(a, \beta)$ , მაშინ  $F(x) \in A_{\infty}(a, b)$ ; ბ) თუ  $F[\varphi(t)] \in B(a, \beta)$  ყოველთვის როცა  $\varphi(t) \in B_{\infty}(a, \beta) \cap A_{\infty}(a, \beta)$ , მაშინ  $F(x) \in A_{\infty}(a, b)$ .

თეორემა 9. ვთქვათ,  $\varphi(t)$  უწყვეტია  $[a, \beta]$  მონაკვეთზე და  $[a, b] = \varphi([a, \beta])$ , მაშინ: ა) თუ (1) ფორმულა სამართლიანია ყოველთვის, როცა  $f(x) \in L(a, b)$ , მაშინ  $\varphi(t) \in B_{\infty}(a, \beta)$ ; ბ) თუ (1) ფორმულა სამართლიანია ყოველთვის, როცა  $f(x) \in L^{\#}(a, b)$ , მაშინ  $\varphi(t) \in B_{\infty}(a, \beta)$ . 2) ვთქვათ,  $f(x)$  ზომადი ფუნქციაა  $[a, b]$  მონაკვეთზე, ხოლო  $\varphi(t)$ —უწყვეტი ფუნქციაა  $[a, \beta]$ -ზე  $\varphi([a, \beta]) = [a, b]$ , მაშინ: ა) თუ (1) ფორმულა სამართლიანია ყოველთვის, როცა  $\varphi(t) \in A_{\infty}(a, \beta)$ , მაშინ  $f(x) \in L_{\infty}(a, b)$ ; ბ) თუ (1) ფორმულა სამართლიანია ყოველთვის, როცა  $\varphi(t) \in B_{\infty}(a, \beta) \cap A_{\infty}(a, \beta)$ , მაშინ  $f(x) \in L^{\#}(a, b)$ .

ეს თეორემები გ. ფიხტენგოლცის [10] სათანადო თეორემების განზოგადებას წარმოადგენს (იხ. აგრეთვე [12]).

ამ თეორემების 1) მტკიცება უშუალოდ განომდინარეობს მე-4 და მე-5 თეორემებიდან და  $L$  და  $L^{\#}$  სივრცეების ცნობილი თვისებებიდან (იხ. მაგ., [2], გვ. 102). ამასთან იმ ნაწილში, რომელიც  $N^{\circ}(x)$  ფუნქციის შემოსახლვრულობას ეხება, საჭიროა გამოვიყენოთ 1-ლი ლემის შედეგი. 2) მტკიცებები განომდინარეობს იმავე მე-4 და მე-5 თეორემებიდან და შემდეგი ლემიდან, რომელიც ადვილად მტკიცდება  $L$  და  $L^{\#}$  სივრცეების ზემოთ ხსენებული თვისებებისა და მე-2 თეორემის გამოყენებით.

ლემა 2. ვთქვათ,  $f(x)$  ზომადი ფუნქციაა  $[a, b]$  მონაკვეთზე, ხოლო  $\varphi(t)$ —უწყვეტი ფუნქციაა  $[a, \beta]$  მონაკვეთზე,  $\varphi([a, \beta]) = [a, b]$ . თუ ინტეგრალი

$$\int_a^b f(x) N_{\varphi}(x) dx$$

არსებობს და სასრულია ნებისმიერი  $\varphi \in B_{\infty}(a, \beta) \cap A_{\infty}(a, \beta)$  ( $\varphi \in A_{\infty}(a, \beta)$ ) ფუნქციისათვის, მაშინ

$$f(x) \in L^{\#}(a, b) \quad (f(x) \in L_{\infty}(a, b)).$$

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის საბელონის  
თბილისის მათემატიკის  
ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 27.6.1959)

დაბეჭდილი ლიტერატურა

1. S. Banach. Sur les lignes réctifiables et les surfases dont l'aire est finie, Fundam. Math. 7, 225—237, 1925.



2. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, ГОНТИ, М.—Л., 1939.
3. И. Край и И. Марек. Преобразование интеграла Стильтьеса—Лебега. Чехосл. мат. журн. 8 (83), № 1, 86—93, 1958.
4. С. М. Лозинский. Об инвариансе Банаха. Вестник ЛГУ, № 7, выпуск 2, 70—87, 1958.
5. Ян Маржик. Преобразование одномерных интегралов. Čas. pro řest. mat. 82, 93—98, 1957.
6. A. P. Morse. Convergence in variation and related topics. Trans. Amer. Math. Soc. 41, 48—83, 1937.
7. И. П. Натансон. Теория функций вещественной переменной. ГТТИ, Москва, 1957.
8. T. Rado and P. V. Reichelderfer. Continuous transformations in analysis. Springer-Verlag, Berlin—Cöttingen—Heidelberg, 1955.
9. С. Сакс. Теория интеграла, ИЛ, Москва, 1949.
10. Г. М. Фихтенгольц. Об абсолютно непрерывных функциях. Mat. сборн. 31 (2), 286—295, 1923.
11. О. Д. Церетели. Метрические свойства функций с ограниченным изменением. Тр. Тбл. мат. инст., т. XXVI, 1959.
12. О. Д. Церетели. О замене переменной под знаком интеграла Лебега, Труды Тбл. мат. инст., т. XXVI, 1959.



პირობები

თ. შინდია-სინაშვილი

სითხის ტურბულენტური დინების განტოლებები და  
ბრტყელ თანაბარ ნაკადში სიჩქარეთა  
განაწილება

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზერიცმა 20.2.1960)

რეინოლდსის ფუნდამენტალურ განტოლებათა სისტემის

$$\frac{d\bar{u}_i}{dt} = \rho \bar{F}_i - \frac{\partial \bar{P}}{\partial x_i} + \sum_j \frac{\partial}{\partial x_j} (\sigma_{ij} - \rho \bar{u}_i \bar{u}'_j), \quad \sum_i \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{d\bar{b}}{dt} = -\frac{1}{2} \sum_{ij} \bar{u}'_i \bar{u}'_j \bar{\varepsilon}_{ij} - \sum_j \frac{\partial (\bar{b}' u'_j)}{\partial x_j} - D_i - \frac{1}{\rho} \sum_i \frac{\partial (\bar{P}' u'_i)}{\partial x_i},$$

სადაც

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}$$

დეფორმაციის სიჩქარეთა ტენზორის სიმბოლოა,

$$D_i = \frac{1}{2} v_m \sum_{ij} \varepsilon_{ij}^2$$

ტურბულენტური ენერჯიის დისპაციია,

$$\bar{b} = \frac{1}{2} \sum_i \bar{u}_i'^2$$

პულსაციური მოძრაობის კინეტიკური ენერჯიის გასაშუალოებული მნიშვნელობა, ხოლო დანარჩენი საყოველთაოდ ცნობილი აღნიშვნებია, მიახლოებითი შეცვრა შესაძლებელია მიღწეულ იქნეს ფენომენოლოგიური თეორიის მოსაზრებათა გამოყენებით.

კერძოდ, ტურბულენტურ და მოლეკულურ შერევათა შორის ანალოგიის გამოყენება, ინვარიანტობის, სიმეტრიისა და სიმარტივის მოსაზრებებთან ერთად, საშუალებას გვაძლევს (1) სისტემას მივცეთ შემდეგი სახე:

$$\frac{d\bar{u}_i}{dt} = \bar{F}_i - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{P}}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial \bar{b}}{\partial x_i} + \sum_j \frac{\partial}{\partial x_j} (v \bar{\varepsilon}_{ij}), \quad \sum_i \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{db}{dt} = \frac{1}{2} \sum_{ij} v_{ij} \bar{v}_{ij} - D_1 + \sum_j \frac{\partial}{\partial x_j} \left( v_n \frac{\partial b}{\partial x_j} \right), \quad (2)$$

სადაც აღვნიშნავთ თანაფარდობებს

$$\bar{v}_{ij} v'_{ij} = \frac{2}{3} b \bar{v}_{ij} - v_{ij}, \quad -v'_{ij} = v_n \frac{\partial b}{\partial x_j}, \quad (3)$$

ხოლო სიბლანტის ვირტუალური კოეფიციენტი  $v$  და ტურბულენტური ენერჯიის დიფუზიის კოეფიციენტი  $v_n$  დამოკიდებულია მხოლოდ ორი ძირითადი მახასიათებლისაგან: პულსაციური მოძრაობის საშუალო კვადრატული სიჩქარისაგან  $\sqrt{b}$  (მოლეკულური მოძრაობის საშუალო კვადრატული სიჩქარის ანალოგი) და ტურბულენტობის მასშტაბისაგან  $l$  (მოლეკულის თავისუფალი გარბენის სიგრძის საშუალო მნიშვნელობის ანალოგი), ამასთან განზომილებათა თვალსაზრისით

$$v \sim l \sqrt{b}, \quad v_n \sim l \sqrt{b}. \quad (4)$$

მოძრაობის ზემომოყვანილი ძირითადი მახასიათებლებისა და განზომილებათა ანალიზის გამოყენებით დისიპაციის სიდიდისათვის ვიღებთ

$$D_1 \sim b^{3/2} l^{-1}, \quad (5)$$

ესე იგი ა. კოლმოგოროვის ცნობილ დამოკიდებულებას [1].

უნდა აღინიშნოს, რომ სისტემის (2) დინამიური განტოლება, გამომდინარე ტურბულენტობის დიფუზიური კონცეფციიდან, პირველად მიღებულ იქნა ვ. მაკავეევის მიერ [2], ხოლო ფუნდამენტალურ განტოლებათა სისტემა (2), მცირედი სახეცვლილებით, ისევე როგორც ფარდობები (4) და (5), პირველად დადგენილ იქნა ა. კოლმოგოროვის მიერ ტურბულენტობის ლოკალურ-იზოტროპული თეორიიდან<sup>(1)</sup>.

განტოლებათა სისტემის (2) შეკერვისათვის საჭიროა კიდევ ერთი დამოკიდებულება, რომელსაც ვადგენთ შემდეგი მოსაზრებით. ლოკალურ მოცულობაში დისიპირებული ენერჯიის რაოდენობა  $D_1$  უთუოდ პროპორციული უნდა იყოს ენერჯიის იმ საშუალო რაოდენობისა (ნაკადის განივკვეთის მიხედვით)  $E_0$ , რომელიც იკარგება ერთეულ მასაში დროის ერთეულში. თუ გამოვსახავთ  $E_0$ -ს მხოლოდ იმ სიდიდეებით, რომლებიც ახასიათებენ დისიპაციის მასშტაბიან მოძრაობებს [3], მივიღებთ

$$\frac{b^{3/2}}{l} \sim \frac{(\Delta \bar{w})^2}{H}, \quad (6)$$

ან თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ ვასაშუალოებულ სიჩქარეთა სხვაობა  $\Delta \bar{w}$  ნაკადის სიღრმეზე  $H$  („ტურბულენტობის გარეთა მასშტაბი“) პროპორციულია „დინამიური სიჩქარისა“

$$V_* = \sqrt{g_i H},$$

<sup>(1)</sup> (2—3) განტოლებების მსგავსი სისტემა მიღებულია აგრეთვე ვ. ნევეზლიანოვისა და ლ. პრანდტლის მიერ [7, 8].





გვექნება

$$l \sim \frac{b^{3/2} H}{V_*^2}$$

და

$$b \sim V_*^2 \left( \frac{l}{H} \right)^{2/3} \quad (7)$$

 $l$ -ის მიღებული სიდიდის შეტანა ფორმულაში (4) გვაძლევს

$$v \sim \frac{V_*^2}{H^{1/2}} l^{1/2}, \quad (8)$$

ე. ი. კოეფიციენტის  $v$  პროპორციულობას მასშტაბთან  $4/3$  ხარისხში. ასეთი პროპორციულობა სხვა გზით მიღებული იყო ა. ობუხოვისა და გეიზენბერგის მიერ და ემპირიულად რიჩარდსონის მიერ, ატმოსფეროზე დაკვირვებების მონაცემების გამოყენებით [4].

(2) სისტემა (4), (5) და (7) ფარდობებთან ერთად შეკრულია. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ (7) ფარდობა საშარტლიანია  $Re$ -ს ძალიან დიდი მნიშვნელობებისათვის. სხვა შემთხვევებში დამოკიდებულება (7) საპირობეს კორექტირებას ნაკადის იმ უბნისათვის, რომელიც ფსკერის მახლობლადაა, რადგან დამოკიდებულება  $b$  და  $l$  შორის ამ უბანში არის შებრუნებული.

მოძრაობის ამ შემთხვევისათვის ( $Re$  არა ძალიან დიდი მნიშვნელობებისათვის) ე. მინსკის გაზომვათა მონაცემებით (7) გამოსახულების კორექტირება საშუალებას გვაძლევს დაეადგინოთ კოეფიციენტი  $v$ -სთვის შემდეგნახერადად ემპირიული გამოსახულება

$$v = c_0 \frac{b^2 H}{V_*^2} \left( 1 - k \frac{b}{V_*} \right)^2 \quad (9)$$

გამოსახულებაში კოეფიციენტისათვის  $v_*$  შევა მხოლოდ სხვა მუდმივა  $c_0$ .

შემოთ მიღებული დამატებითი ფარდობები საშუალებას გვაძლევს დაეწეროთ ტერბულენტობის ფენომენოლოგიური თეორიის განტოლებათა მთელი სისტემა შემდეგი კომპაქტური სახით:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\bar{u}_i \bar{u}_j) &= \bar{F}_i - \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \frac{P}{\rho} + \frac{2}{3} b \right) + \frac{\partial}{\partial x_j} (v \cdot \epsilon_{ij}), & \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} &= 0, \\ \frac{\partial b}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\bar{u}_i b) &= \frac{1}{2} v \epsilon^2_{ij} - c_0 \frac{b^2}{v} + \frac{c_*}{c_0} \frac{\partial}{\partial x_j} \left( v \frac{\partial b}{\partial x_j} \right), \end{aligned} \quad (10)$$

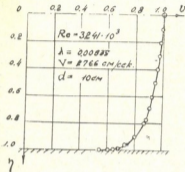
სადაც სიბლანტის ვირტუალური კოეფიციენტი  $v$  განისაზღვრება (9) გამოსახულებიდან, ხოლო იმ შემთხვევებში, როდესაც დინება ხასიათდება  $Re$  ძალიან დიდი რიცხვითი მნიშვნელობებით, გამოყენებულ უნდა იქნეს ფორმულა

(\*) შეჯამების ნიშნები გამოტოვებულია, რადგანაც ისინი თავისთავად იფულის-მდება.



$$\nu = c_0'' \frac{b^2 H}{V^2}, \quad (11)$$

რომელიც მიღებულია (4) და (7) გამოსახულებათა მეშვეობით; მუდმივების  $c_0, c_0', c_0'', c_0'''$  რიცხვითი მნიშვნელობები კი ექსპერიმენტით უნდა განისაზღვროს.



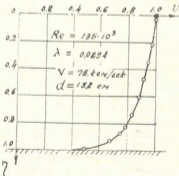
ნახ. 1

კადმის აერაციის კრიტერიალური დამოკიდებულებების დადგენისას.

გადავდივართ რა ტურბულენტურ ნაკადში სიჩქარეთა განაწილების ამოცანის განხილვაზე, უნდა აღვნიშნოთ, რომ სისტემიდან (10) სიჩქარეთა პროფილის მიღება, ბრტყელი თანაბარი დინების უმარტივესი შემთხვევისათვისაც კი, მხოლოდ მისი რიცხობრივი ინტეგრირებით შეიძლება. ჭკვემათ მოგვეყავს ამ ამოცანის მიხედვითი გადაწყვეტა, რომელიც ემყარება სიბლანტის ვირტუალური კოეფიციენტისათვის ზემოთ მიღებულ დამოკიდებულებათა აპროქსიმაციას.

ზემოთ მიღებულა ტოლობები,  $\nu$ -ს ცალკაბა დამოკიდებულებების გამო პულსაციის კინეტიკურ ენერჯისთან  $b$ , საშუალებას იძლევა ნათელი წარმოდგენა ვიქონიოთ თანაბარი ნაკადის სიღრმის მიხედვით  $\nu$  ცვალებადობის

უნდა აღინიშნოს, რომ თეორიული დამოკიდებულებით (11) სარგებლობა შეიძლება იმ შემთხვევაშიც, როცა  $Re$  რიცხვი არც თუ ისე დიდია. თუ განვიხილავთ ნაკადის ფსკერთან საკმაოდ მანძილით დაშორებულ უბანს, კერძოდ, რეალური სითხის ზედაპირზე ქარისაგან ტალღების წარმოქმნის ამოცანის გადაწყვეტისას გამოსახულებათა (7), (8) და (11) გამოყენება სავსებით რაციონალურია. აგრეთვე კარგ შედეგებს ვაძლევს ამ გამოსახულებათა გამოყენება ღია მძაფრი ნა-



ნახ. 2



ხასიათზე, ვინაიდან  $\beta$  ცვალებადობა ცნობილია ე. შინსკისა და რეი-  
ხარდტის [5] ექსპერიმენტული გამოკვლევებიდან. ამ ექსპერიმენტების  
თანახმად,  $\beta$  სიდიდე იზრდება ღია ნაკადის თავისუფალი ზედაპირიდან (მი-  
ლის ღერძიდან) ფსკერისაკენ,  $\beta_0$  მნიშვნელობიდან  $\beta_{max}$ -მდე, რომელსაც იგი  
აღწევს ფსკერის ახლო. ამასთან, Re რიცხვის გაზრდით სხვაობა  $\beta_{max}$  და  
 $\beta_0$ -ს შორის საგრძნობლად მცირდება. აღვილი შესაძინევი, რომ ნაკადის  
სიღრმის მიხედვით  $\beta$ -ს ცვალებადობის ასეთი ხასიათი, (9) ფორმულის თა-  
ნახმად, გვაძლევს კოეფიციენტი  $\nu$ -ს ზრდას თავისუფალი ზედაპირიდან  
(მილის ღერძიდან) ნაკადის სიღრმეში, ხოლო შემდეგ მის მკვეთრ შემცი-  
რებას ფსკერის ახლო.  $\nu$ -ს ცვალებადობის ასეთი ხასიათი ემთხვევა ცდების  
მონაცემებს. Re რიცხვის საკმაო დიდი მნიშვნელობებისათვის  $\nu$ -ს განაწილე-  
ბის უთანაბრობა ნაკადის სიღრმის მიხედვით მცირდება, რადგან იზრდება  
 $\beta_0$  მნიშვნელობა და, მაშასადამე,  $\nu$ -ს მნიშვნელობაც ნაკადის ზედაპირზე ((9)  
ფორმულის თანახმად). Re რიცხვის ძალიან დიდი მნიშვნელობებისათვის  
 $\nu$  სიღრმის მიხედვით ძალიან მკირედ უნდა იცვლებოდეს (რადგანაც ამ შემ-  
თხვევაში  $\beta = \text{const}$ ). მაშასადამე, ვ. შაკავეციის პიპოთეზა  $\nu = \text{const}$  მიხ-  
ლოებით სრულდება Re ძალიან დიდი მნიშვნელობებისათვის (ღია ნაკადებში).  
 $\nu$  კოეფიციენტის ასეთი ცვალებადობის აპროქსიმაცია შესაძლოა მილ-  
წეულ იქნეს შემდეგი გამოსახულების გამოყენებით:

$$\nu^* = a_0 \nu^{m-1} (a - \nu^*), \quad (12)$$

სადაც  $\nu^* = \frac{\nu}{V_* H}$  — კოეფიციენტ  $\nu$ -ს უგანზომილებო მნიშვნელობაა,  $\nu = \frac{\mu}{\mu_0}$   
— ფარდობითი სიჩქარე,  $\mu_0$  — სიჩქარე თავისუფალ ზედაპირზე (მილის ღერძზე);  
 $a$ ,  $a_0$  და  $m$  უგანზომილებო მახასიათებელია.

(10) სისტემის დინამიკური განტოლების ინტეგრებით და აღნიშნული  
აპროქსიმაციის გამოყენებით ვიღებთ ბრტყელ თანაბარ ნაკადებში გასაშუა-  
ლებული სიჩქარეების განაწილების კანონს შემდეგი სახით:

$$v = \left[ a - \sqrt{(a-1)^2 + \frac{mV_*^2}{\mu_0 \nu_0^2} (a-1) \eta^2} \right]^{1/m} \quad (13)$$

სადაც  $\eta = \frac{y}{H}$  — ნაკადის თავისუფალი ზედაპირიდან (მილის ღერძიდან) ათვ-  
ლილი ფარდობითი სიღრმეა,  $\nu_0$  — კოეფიციენტი  $\nu^*$ -ს ფარდობითი მნიშვნე-  
ლობა თავისუფალ ზედაპირზე (მილის ღერძზე). იგი განისაზღვრება შემდეგი  
გამოსახულებიდან:

$$\nu_0^2 = 1,31 \pi^4 \frac{\mu_0^2}{V_*^2} \left( 1 - 0,212 \pi \frac{\mu_0^2}{V_*^2} \right)^2 \quad (14)$$

პილარელიკურად გლუვი კალაპოტების ( $\delta > k_m$ ) შემთხვევაში, და

$$\nu_0^2 = 1,31 \pi^4 \frac{\mu_0^2}{V_*^2} \left( 1 + \alpha \frac{k_m}{H} \right)^4 \left[ 1 - 0,212 \pi \left( 1 + \alpha \frac{k_m}{H} \right) \frac{\mu_0^2}{V_*^2} \right]^2 \quad (15)$$

პილარელიკურად არაგლუვი კალაპოტების ( $\delta < k_m$ ) შემთხვევაში.

8024



(14) და (15) ფორმულებში, რომლებიც მიიღება ზემოთ მოყვანილი  $v$ -ს სტრუქტურული (9) გამოსახულებიდან,  $\pi = \frac{b_0}{v_0^2}$  არის პულსაციური მოძრაობის კინეტიკური ენერჯიის ფარდობითი მნიშვნელობა ნაკადის თავისუფალ ზედაპირზე (მილის ღერძზე) და რომელიც ე. მინსკისა და რეიხარდტის ცდების მონაცემების მიხედვით უდრის 0,0013,  $k_m$ —ბორკლების საშუალო სიმაღლე, ხოლო  $\alpha$ —კოეფიციენტი, რომელიც მიახლოებით 100 ტოლია.

გამოსახულება (13) სამართლიანია ნაკადის მთელი სისქისათვის, გარდა თხელი სასაზღვრო ფენისა. თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ ამ ფენის სისქე  $\delta \ll H$ , ფორმულა (13) შეიძლება ჩაითვალოს სამართლიანად მთელი ნაკადისათვის, იმ დაშვებით, რომ სიჩქარე ფსკერზე განსხვავებულია ნული-საგან და უდრის ფსკერულ სიჩქარეს  $u_*$ . ეს უკანასკნელი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულიდან:

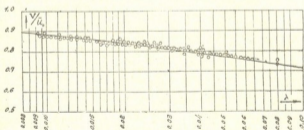
$$u_* = u_0 - 9,17 V_* \quad (16)$$

რაც შეეხება (13) ფორმულაში შემავალ დანარჩენ პარამეტრებს, ისინი განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებებიდან:

$$a = \frac{\beta - 1 + v_*^m}{\beta - 2(1 - v_*^m)}, \quad \beta = \frac{mV_*}{v_*^m u_*}, \quad m = \frac{1,156}{V \lambda}, \quad \delta = \frac{144HV}{u_* Re}, \quad \lambda = \frac{8g}{C^2},$$

სადაც  $C$  შეზის კოეფიციენტი.

(13) ფორმულა გვაძლევს კარგ თანხმობეებს თანაბარ ნაკადებში მთელ სიღრმეზე სიჩქარეთა განაწილების გაზომვებთან,  $Re$  რიცხვისა და კალაპო-



ნაბ. 3

ტების სიშქისის ცვალებადობების დიდი დიაპაზონებისათვის და აგრეთვე ხარისხობრივადაც აკმაყოფილებს ყველა ფიზიკურ პირობას.

კერძოდ, (13) ფორმულა აკმაყოფილებს აუცილებელ პირობას  $\frac{du}{dy} \Big|_{y=0} = 0$  და გვაძლევს ამ გრადიენტის მაქსიმალურ, მაგრამ სასრულო მნიშვნელობას



ფსევრთან. ამასთან ის გვაძლევს მახასიათებლების  $\nu$ ,  $\nu_m$  და  $\delta$  ნაკადის სიღრმის მიხედვით ცვალებადობის ხარისხობრივად სწორ ხასიათს, ცდების მონაცემებთან სრული შესაბამისობით [5, 6].

მილის კვეთისათვის (13) ფორმულით გამოთვლილი საშუალო სიჩქარის  $V$ -ს მაქსიმალურთან  $\beta_0$  ფარდობის შედარება ცდების მონაცემებთან მოყვანილია ნახ 3-ზე. როგორც ნახაზიდან ჩანს, თეორიის თანმიხედველად ცდასთან საესებით დამაკმაყოფილებელია.

დასასრულ ავტორი დიდ მადლობას უცხადებს აკად. ა. კოლმოგოროვსა და პროფ. ე. შაკავეცეს შრომის შესრულების დროს ურადლებსა და მითითებებისათვის.

აკად. ა. ვ. ვინტერის საბელონის  
 ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის  
 თბილისის საშენიერო-კვლევითი  
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მიუღწია 20.2.1960)

#### დავოყვამბული ლიტერატურა

1. А. Н. Колмогоров. Уравнения турбулентного движения несжимаемой жидкости. Известия АН СССР, серия физич., т. VI, № 1—2, 1942.
2. В. М. Маккавеев и И. М. Коновалов. Гидравлика. Речиздат. Москва—Ленинград, 1940.
3. Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц. Механика сплошных сред. ГИТТЛ, 1953.
4. М. А. Великанов. Русловой процесс, 1959.
5. Е. М. Минский. Турбулентность руслового потока. ГИМИЗ, Ленинград, 1952.
6. А. В. Караушев. Распределение скоростей и коэффициентов турбулентного обмена по вертикали. Труды ГТИ, вып. 2 (56), 1947.
7. В. Г. Невзглядов. К феноменологической теории турбулентности. ДАН СССР т. 47, № 7, 1947.
8. Г. Шлихтинг. Теория пограничного слоя. ИЛ, 1956.



პეტრობრასკა

ბ. ზარინა, ნ. თათარიშვილი და ი. ხვალაძე

ზოგინიერთი კარბონატული ქანის მობასონობათური წარმომავლის  
შისახება სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს ჯეოლოგიურ  
ვულკანობიან წარმონაქმნებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა პ. გამყრელიძემ 27.10.1969)

სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოში, ე. წ. სომხეთის ბელტის ფარგლებში, ფართოდაა გავრცელებული ზედაკარბონული ვულკანოგენი წარმონაქმნები, რომლებიც წარმოდგენილია ხაირველი ტუფებით (პელიტურადან უნეშნატეხობამდე). ტუფებში საკმაოდ დიდი რაოდენობით აღბიტოფირების, დაიტების, პორფირიტებისა და დიამან-პორფირიტების გამყვეთ და შრეებრივ სხეულებს ვხვდებით. უფრო ნაკლები რაოდენობით გვხვდება კარბონატული ქანები, ტუფქვიძაქვები და ქვიშაქვები. ისინი უმთავრესად ზედაკარბონული წარმონაქმნების ქვედა (ქვედა სენომანი) და ზედა (ზედა კამპანი-დანიური) პორიზონტებთან არიან დაკავშირებული. თუმცა კარბონატული ქანების (კარბონატიტების) მცირე სიმძლავრის ლინზები და უსწორო ფორმის პატარა სხეულები ტუფური წარმონაქმნების შუა ნაწილებშიც გვხვდება. ცალკეულ ადგილებში (სამწევრისი, სარკინეთი, დემურსუ, ბალიჭი და სხვა) მათი სიმძლავრე 20-30 მეტრს არ აღემატება.

დასაწყისში ზედაკარბონული ვულკანური ქანების შედგენილობა იყო სმშე-ალო და ფუტე, მაგრამ შემდგომი გარდაქმნის პროცესების—გაალებიტება, გავარცება და სხვა გავლენით შედარებით მკაფი ვახდა, რაც განსაკუთრებით ნათლად არის გამოხატული ლოქის მასივის პერიფერიაზე. სხვადასხვა ზარისხიით გაალებიტების გამო პორფირიტებისა და ტუფების პლაგიოკლაზები არაერთნაირი შეფარებით (ანდეზინიდან აღბიტამდე) ხასიათდება. აღბიტოზაცია და გავარცება განუტლიათ აგრეთვე ტუფების შემაცემენტებულ ნივთიერებასა და პორფირიტების ძირითად მასას, რასაც მინის სრული განკრისტალდება გამოუწვევია. ამ პროცესთან დაკავშირებით გამოკრისტალებულია კვარცი და აღბიტი და, გარდა ამისა, კარბონატი, ქლორიტი, მადნეული მინერალი და სხვა. ცალკეულ შემთხვევაში ჩანს აღბიტის სფეროლითებისა და კვარცისა და პლაგიოკლაზის მიკროგრაფიული შენახარდების წარმოქმნა. ამავე პროცესთან დაკავშირებით გაჩენილა აქცესორი მინერალები—აპატიტი, რუტილი, ეპიდოტი, სფერი, ტურმალინი, ცირკონი და სხვა. ნატრიუმის ძეტასომატოზის პროცესი ვლინდება აგრეთვე გაყოფილებამდე, რომელიც ჩვეულებრივ გააბიტებისაგან და-მოუკიდებლად მიმდინარეობს. ზოგჯერ შეიმჩნევა პლაგიოკლაზის კვარციით ნაწილობრივი ან მთლიანი ჩანაცვლება, რის გამოც წარმოიქმნება მისი ფსევდომორფოზები პლაგიოკლაზის მიმართ. ცალკეულ შემთხვევაში კარგად ჩანს ფსევდომორფიზმის მკვეთრი კვარცის ძარღვაკები [1].

ზემოთ აღნიშნული პროცესებიდან ინტერესს იწვევს გავარბონატება (გაკალციტება), რომელიც მჭიდროდ არის დაკავშირებული სხვა პროცესებთან და ჩვეულებრივ შედარებით დამორჩილებულ რაღს თამაშობს. ზოგჯერ გავარბონატების ინტენსივობა თანდათან იზრდება და წამყვანი ხდება.

მოკლედ შევხებით კარბონატული ქანების გენეზისის საკითხს. როგორც ცნობილია, ისინი შეიძლება წარმოიქმნან ან ბიოგენური (ორგანოგენული), ან

ქიმიური გზით. ამ ბოლო დროს გაისმის ხმები ზოგიერთი მათგანის მეტასომატური გზით წარმოქმნის შესახებ.

მიწის ქერქის რიგ რაიონებში ფუძე, ულტრაფუძე და ტუტე ფორმაციების ასოციაციაში აღწერილია ქანები კარბონატიტების სახელწოდებით. დასახელებული ქანები შედგენილობითა და სტრუქტურით დანალექი წარმოქმნის კირქვებისაგან ძველად გაიხიჩვება. მთავარ განმასხვავებელ ნიშანს წარმოადგენს დამოკიდებულება შემცველ ქანებთან და, გარდა ამისა, მათში იშვიათი მიწის ელემენტებისა და ნიობიუმის საგრძნობი კონცენტრაცია [3].

კარბონატიტების წარმოქმნის პრობლემა ჯერ კიდევ გადაწყვეტილი არ არის. გაურკვეველია, წარმოიქმნენ ისინი ბრეკერის კარბონატული მაგმიდან, ეფერმანის კარბონატი გაჭერებული ხსნარებიდან, თუ ჩვეულებრივი სხსსსნარებიდან. მაგმატიზმის ჰიდროთერმულ სტადიაზე დასაშვებად მიაჩნიათ კარბონატიტების მეტასომატური გზით წარმოქმნა, იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც მათ საკმაოდ დიდი ფართობი (2-3 კმ<sup>2</sup>) უკავია [3].

მ. შვეცოვის მონაცემებით (მ2, გვ. 287). CaCO<sub>3</sub> სუფთა ქიმიური გზით, ე. ი. ორგანიზმთა ჩონჩხში კონცენტრაციის გარეშე, შეიძლება გამოიყოს: 1) ორგანიზმის, განსაკუთრებით მცენარეებისა და ბაქტერიების, ცხოველყოფილობის, ან მათი სიკვდილის შემდეგ გახრწითი წარმოქმნილი პროდუქტების გარემოს პირობებზე შემოქმედებით 2) წყლის აორთქლებისა და ხსნარის კონცენტრაციის გაზრდით; 3) წყლის გარემოს ცვლილებებით (ტემპერატურის გაზრდა, CO<sub>2</sub> შემცველობის შემცირება და ა. შ.). იმავე ავტორის აღნიშვნით, CaCO<sub>3</sub> დალექვის პირველი სამუალება მცირედაა გავრცელებული, ხოლო მეორე მხოლოდ გვაღვიანი კლიმატის აუზებისათვის არის დამახასიათებელი. უფრო ფართოდაა გავრცელებული მესამე გზით წარმოქმნილი კარბონატიტები. განსაკუთრებით ხელშემწყობი პირობები CaCO<sub>3</sub> გამოყოფისა წყლის აორთქლების გარეშე წარმოიქმნება ისეთ აუზებში, სადაც გვაქვს ცივი დინებები ქვევიდან ზევით. სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს ზედაცივი აუზში მკვენიანია. უნდა ვიფიქროთ, რომ ქვედა სენომანისა და ზედა კამბახის ინტერვალში უწყვეტი ინტენსიური ვულკანიზმი CaCO<sub>3</sub> ქიმიური გზით დალექვას ხელს არ შეუწყობდა.

მეტასომატური კირქვების შესახებ მ. შვეცოვი წერს: „განსაკუთრებით იშვიათად ვხვდებით კირქვები, რომლებიც ქვიშაქვებისა და ალფროლიტების გაკალციტების ხარჯზეა წარმოქმნილი. ამგვარ ქანებში ციმაირის პალეონოთორიდან და ამიურკარპატების შესამეული ნალექებიდან, ავტორის დაკვირვებით, რა მხოლოდ ცემენტია, არამედ ნატეხები, ინარჩუნებენ რა თავიანთ ფორმას, ნაწილობრივ ან მთლიანად ჩანაცვლებულია კალციტით. ასეთი ქანებისათვის სახელწოდების მოძებნა ძველდება, ვინაიდან წარმოშობით ისინი ნამდვილ ქვიშაქვებს წარმოადგენენ, ხოლო შედგენილობით—კირქვებს. კისლოვოდისის მახლობლად პეჩის ქვარჯალისა და ტუფის კალციტით მთლიანად ჩანაცვლებულია შემჩრეული; დონბასში აღწერილია (მანკოვსკის მიერ) მთლიანად გაკალციტებული ნახშირები“ (მ2, გვ. 284).

სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს ზედაცივი წარმონაქმნებში განლაგებული კარბონატიტების ღრუბები წეროლ ან საშუალმარცვლოვან, ხშირად შრეებრივი აგებულების მქონე ქანებს წარმოადგენენ. ისინი შედგებიან ნათლად გამოსახული ტყეჩადობის მქონე სხვადასხვა ზომის (0,1—2 მმ) კალციტის კრისტალებით ან კრიპტოკრისტალური აგრეგატით. ხშირად ვხვდებით ოვალური ფორმის (ზომა 0,6—0,8 მმ) ოლითებს, რომლებსათვისაც დამახასიათებელია კონცენტრულ-სხივოსნური აგებულება. ოლითის ცენტრში



ზოგჯერ კვარცი ან ქლორიტი მოთავსებული. კარბონატულ მასაში თითქმის ყოველთვის კვარცის, პლაგიოკლასის, ბიოტიტის, მუსკოვიტის, ქლორიტის, მადნეული მინერალისა და ქანების (პორფირიტი და ვულკანური მინა) ნატეხებია მოქცეული. ჩანს კვარცის, კარბონატის, ლიმონიტის, ქლორიტის, სერპენტინისა და ეპიდოტის ძარღვაები და აგრეთვე გროვები.

რიგ შემთხვევაში ნათლად შეინიშნება ტუფებისა და ტუფ-ქვიშაქვების, ზოგჯერ კი ზედაცარტული წარმონაქმნების ქვედა ნაწილის ქვიშაქვების გაკარბონატება. ხშირად ჩანს მათი გაელენთვა კარბონატის ძარღვაებით (სურ. 1), რომლებიც შემაცემენტებელ კარბონატულ მასას უერთდებიან, რაც შტუფზედაც შეინიშნება.



სურ. 1.

შლიფში კარგად ჩანს კალციტით ცალკეული უბნების, ნატეხებისა და შემაცემენტებელი მასის ნაწილობრივი ან მთლიანი ჩანაცვლება. ზოგჯერ მსხვილკრისტალურ კალციტში, რომელიც ტუფის შემაცემენტებელ მასას ანაცვლებს, მოქცეულია საგრძნობლად გაკარბონატებული მინერალებისა და ქანების ნატეხების ნაშთები, რომლებსაც კარბონატით შეჭმის გამო უსწორა კონტურები ახასიათებს. შემაცემენტებელი კალციტის მოზრდილ კრისტალს და გაკალციტებულ ნატეხში კალციტის უბანს რიგ შემთხვევაში ერთნაირი ოპტიკური ორიენტაცია ახასიათებს (სურ. 2).

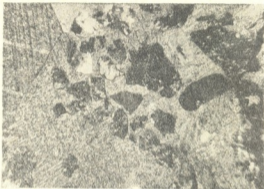
ზედაცარტული ვულკანოგენი წარმონაქმნების ქვედა პორიზონტებიდან აღებული ძლიერ გაკარბონატებული ქვიშაქვის ზოგიერთი ნიმუში ნამარბ ფუნას შეიცავს, რომელიც ჩვეულებრივ კარბონატისაგან, ზოგჯერ კი—ქლორიტისაგან, კვარცისაგან, ლიმონიტისაგან, ეპიდოტისა და ქალციდონისაგან შედგება. ხშირად იგივე ნიმუშებში შეიმჩნევა გაკარბონატების, გაქლორიტების, გაკვარცებისა და სხვა პროცესები. ნაპრალები და ფორები გამოვსებულა იმავე მინერალებით, რაც იმაზე მიგვიითითებს, რომ ნამარბი ფუნის ნიუთიერება მეტასომატური ჩანაცვლების პროდუქტ წარმოადგენს და დაკავშირებულია ქანის გვიანი გარდაქმნის პროცესთან.





კარბონატული ქანების ერთ-ერთ გამოსავალში, სოფ. ბალიჭის მახლობლად, შეიმჩნევა კრისტალოვიტროკლასტური ტუფის მინისებრივი შემადგენელ ნივთიერების მსხვილკრისტალური კალციტით თანდათან ჩანაცვლება. უკანასკნელში პლაგიოკლაზისა და პიროქსენის წერილი ნატეხებია მოქცეული (სურ. 3).

შეიმჩნევა აგრეთვე უცნაურად დაკუთხული კონტურების მქონე მინის ნარჩენები (სურ. 4).



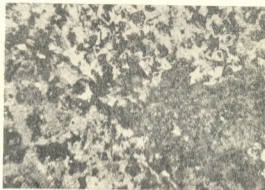
სურ. 2

დემურსუსა და სარკინეთის მიდამოებში არსებულ ლინზებში გაკარბონატების პროცესი პერიფერიიდან ცენტრისაკენ თანდათანობით იზრდება. გაკარბონატებასთან ერთად აქ ინტენსიურადაა განვითარებული გაცვარების, გასერიციტების, გაეიდოტების, მადნეული მინერალების წარმოქმნისა და სხვა პროცესები. ცალკეულ უბნებში წარმოქმნილია სკარნული ქანები, რომელთა შორის ვარჩევთ: 1) ეპიდოტ-პლაგიოკლაზიან, გალიმონიტებულ და გასერიციტებულ ქანებს, შემდგარს ახალწარმოქმნილი პლაგიოკლაზის, ეპიდოტის, კალციტისა და ქლორიტისაგან, რომლებსაც უსწორო მოხაზულობა აქვთ; 2) აქტინოლოიტ-მაგნეტიტიან ქანებს, შემდგარს აქტინოლიტის, მაგნეტიტის, ქლორიტის, კალციტის, სილიმანიტის (ფიბროლიტი) და გრანატისაგან; 3) ეპიდოტ-კალციტ-მაგნეტიტიან ქანებს, ტუფის რელიქტური სტრუქტურით და აპატიტის, სფერისა და გრანატის შემცველობით. უკანასკნელი წარმოდგენილია ღია მწვანე ფერის იდიომორფული (რომბული დიდუკედრები) კრისტალებით, რომელთა მაქსიმალური სიდიდე 0,4 მმ აღწევს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ანალოგიური გრანატი სხვა მინერალებთან ერთად მოქცეულია ფორებშიც (სურ. 5), რაც აქ განვითარებული გარდამქმნელი პროცესების გვიან გამოვლენაზე მიუთითებს.

ზემოაღნიშნულის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ კარბონატული ქანების ლინზები წარმოიქმნება არა დანალექი გზით, არამედ ტუფებისა და

სხვა ვულკანური ქანების გვიანი ინტენსიური გაკარბონატების შესახებ.



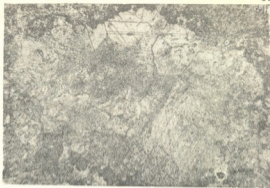
სურ. 3

საფიქრებელია, რომ ხსნარებში გახსნილ კალციუმის წყაროს ზედაცარული ვულკანოგენური წარმონაქმნების კალციუმის შემცველი მინერალები და მინისებრი ძირითადი ან შემაცემენტებელი მასები წარმოადგენდნენ,



სურ. 4

რომლებსაც გვიანი გარდამქმნელი პროცესების შემოქმედებამდე საშუალო და ფუძე შედგენილობა ჰქონდა. ქანების ძირითადად გაკვარცებისა (სილიციუმის



სურ. 5

მეტასომატოზი) და გაალობიტების (ნატრიუმის მეტასომატოზი) გამო დიდი როლენობით თავისუფლდებოდა კალციუმი, იგი გადადიოდა ხსნარში, მიგრირებდა რა ვულკანოგენურ ქანებში, ვარკვეულ პირობებში მეტასომატური გზით ილექებოდა კალციუმის კარბონატის, ზოგჯერ საკმაოდ მოზრდილი სხეულების (კარბონატიტების ლინზების) სახით.

ჩვენ მიერ შესწავლილ ვულკანოგენ წარმონაქმნებში გაკარბონატების (გაკალციტების) პროცესის ინტენსივობის თანდათანობით ზრდის შემდეგი სტადიების აღნიშვნა შეიძლება.

1). შეიმჩნევა გამკვეთი, ხშირად დენდრიფულად დატოტვილი ძარღვაკვები—გაკარბონატების გამომწვევი არხები. ისინი კვეთენ ან ნაწილობრივ ანაცულებენ მინერალებისა და ქანების ნატეხებს და შემაყვინტებელ მასას;

2). ქანი თითქმის მთლიანად გაკარბონატებულია; ჩანს მხოლოდ მინერალებისა და ქანების ნატეხების მცირე ნაშთები, რომლებსაც კარბონატით შეჭმის გამო უსწორო, უცნაურად დაკუთხული კონტურები აქვს;

3). ქანი მთლიანად გაკარბონატებულია; ჩანს ტუფისთვის დამახასიათებელი ნატეხოვანი სტრუქტურა. გაკარბონატების პროცესის შემოჯომი გაძლავერების გამო ნატეხოვანი სტრუქტურა ისპობა და ქანი ვარდაიქმნება ტიპიურ კირქვად. უნდა ვიფიქროთ, რომ ამ ქანისათვის დამახასიათებელი შრეებრივობა შემკვიდრუბითია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 გეოლოგიური ინსტიტუტი

(რედაქციის მოწვიდა 27.10.1959)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. М. Зарядзе и Н. Ф. Татришвили. Магматизм Грузии и связь с ним рудообразования. Госгеолтехиздат, 1959.
2. М. С. Шведов. Петрография осадочных пород, Госгеолтехиздат, 1958.
3. Ю. М. Шейман. Карбонатиты. Бюллетень науч.-техн. информации, № 2 [7], Госгеолтехиздат, 1957.



ბ. კოსტანიანი

რთული არასიმეტრიული დაზიანებების გაანგარიშების  
თეორიაში სამფაზიანი ელემენტური სისტემის  
ერთფაზიანის<sup>1</sup> სახით წარმოდგენის შესახებ

(წარმოდგენა აკადემიკოსმა კ. ზაერევა 26.12.1959)

სამფაზიანი ელემენტური სისტემის შტოში სიმეტრიული რეჟიმიდან, როგორც შერთული, ისე გათიშული ფაზების შემთხვევაში, ყოველთვის შეიძლება გადავიდეთ უკიდურესად არასიმეტრიულ რეჟიმებზე მისი ერთი ფაზის შერთვით ან გამორთვით.

მართლაც, თუ რაიმე შტოში, რომლის სამივე ფაზა გათიშულია, შევკრავთ ერთ-ერთ ფაზას, მივიღებთ ისეთ შტოებს, რომლებიც წარმოდგენენ ცალფაზიანი მოკლე შერთვების და ორი ფაზის გაწყვეტის კომბინაციებს. ეს არის არასიმეტრიული დაზიანების პირველი სახე უკიდურესი ასიმეტრიით.

მეორე მხრით, თუ შტოში, რომლის სამივე ფაზა შერთულია, გაეწყვეტთ ერთ-ერთ ფაზას, მივიღებთ შტოებს, რომლებიც წარმოდგენენ ორფაზიანი მოკლე შერთვისა და ერთი ფაზის გაწყვეტის კომბინაციებს. ეს არის არასიმეტრიული დაზიანების მეორე სახე უკიდურესი ასიმეტრიით.

აღნიშნულით ამოიწურება სამფაზიანი ელემენტური სისტემის ერთ წერტილში არასიმეტრიული დაზიანებების ყოველგვარი კომბინაცია. ამ შემთხვევაში შესართავი ან გასათიში ფაზა განსაკუთრებულ პირობებში აღმოჩნდება და შემდგომ მას ეწოდება განსაკუთრებული ფაზა.

მეორე მხრივ, რთული არასიმეტრიული დაზიანებები სამფაზიან სისტემაში შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც შედეგი რამდენიმე თანმიმდევრო, მარტივი არასიმეტრიული დაზიანებებისა.

ამასთან ყოველი შემდგომი დაზიანება ცვლის ე. მ. ძალებსა და დენებს წინა დაზიანებების შტოებში, საზოგადოდ ყველა მიმდევრობის სქემაში.

ამ ცვლილებების წინა რეჟიმს ვუწოდოთ საწყისი რეჟიმი— $P_1$ , ცვლილებების შემდგომი—საძებნი რეჟიმი— $P_2$ , ხოლო  $P_1$  რეჟიმის  $P_2$  რეჟიმამდე შევსებს— $H$  რეჟიმი.

<sup>1</sup> რომელიც თავის შტოში შეიცავს ფაზით გადაჭრულ ელემენტთა მოძრაობულ ძალებს (ემძ).



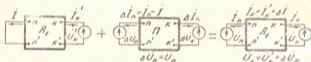
$\mathcal{A}$  რეჟიმი განსაზღვრავს იმ ცვლილებებს, რომლებაც შეაქვთ  $\mathcal{A}$  მეთრიულ დაზიანებებს  $P_1$  რეჟიმში.

$P_2$  რეჟიმის შემდგენების გამოსაანგარიშებლად უნდა განესაზღვროთ ყოველი მიმდევრობის შემდგენი  $\mathcal{A}$  რეჟიმში, როცა წინასწარ ცნობილია  $P_1$  რეჟიმის შემდგენები.

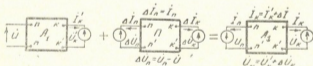
განგარიშების<sup>1)</sup> ასეთი ხერხი არ შეიცავს შეზღუდვას განხილულ დაზიანებათა რიცხვის მხრივ, რადგან საშუალებას გვაძლევს გადავიდეთ ნებისმიერი ( $n$ ) რიცხვის დაზიანებების რეჟიმიდან ( $n+1$ ) დაზიანების რეჟიმში  $\mathcal{A}$  რეჟიმის მეშვეობით.

ანგარიშის ასეთი მეთოდი წარმატებით გამოიყენა ა. ჩერნიშოვა არასიმეტრიული რეჟიმების გამოკვლევისას მოსკოვ-კუბიშიშევის 400 კვ ხაზზე.

ენერგოსისტემების ექსპლუატაციის ყველაზე უფრო მოსალოდნელ რთულ დაზიანებათა კომბინაციების შემთხვევებში, რომლებიც მრავალპოლუსის ქსელის ორ- $k$ -ურ და  $n$ -ურ-წერტილში დაზიანებებით განისაზღვრება,  $P_1$  რეჟიმიდან  $P_2$  რეჟიმზე გადასვლა ფაზების თითოეული მიმდევრობის სქემაში შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ნახ. 1 და ნახ. 2 სახით.



ნახ. 1. კომბინაციების პირველი სახეობა: საწყისი რეჟიმი  $P_1$ , დამატებითი რეჟიმი  $\mathcal{A}$ , სამენი რეჟიმი  $P_2$



ნახ. 2. კომბინაციების მეორე სახეობა: საწყისი რეჟიმი  $P_1$ , დამატებითი რეჟიმი  $\mathcal{A}$ , სამენი რეჟიმი  $P_2$

ნახ. 1 და ნახ. 2-ზე ნაჩვენები გულისხმობს, რომ  $P_1$  რეჟიმში არის მხოლოდ ერთი არასიმეტრიული დაზიანება  $k$ -ურ შტოში განსაკუთრებული  $A$  ფაზით<sup>2)</sup>, ხოლო  $n$ -ური შტოს ყველა სამი ფაზა ან გაითიშულია (ნახ. 1), ან შერთულია (ნახ. 2).

<sup>1)</sup> რთულ დაზიანებებს მიძღვნილ ფუნდამენტალურ ნაშრომებში (იხ. მაგ. [1]) ასეთი ხერხი რეკომენდებული არ არის, რადგან მათი ავტორების აზრით იგი მხოლოდ აზოთუღებს გაანგარიშებას.

<sup>2)</sup>  $k$ -ურ შტოს  $B$  და  $C$  განსაკუთრებული ფაზების კომბინაციები შეიძლება შეიცვალოს ტოლფაზი კომბინაციებით, სადაც  $k$ -ური შტოს განსაკუთრებული ფაზა არის  $A$ , იმ პი-

$\Delta$  რეჟიმი წარმოადგენს  $P_1$  რეჟიმში  $n$ -ური შტოს ერთი (ნახ. 1) ან გათიშვით (ნახ. 2) გამოწვეულ ცვლილებებს.  $P_2$  რეჟიმი, რომელიც იხილავს  $n$ -ურ და  $k$ -ურ შტოებში ერთდროულ არასიმეტრიულობას, წარმოადგენილია ნახ. 1 და ნახ. 2-ზე ერთი და იმავე საძიებელი სქემით.

[3]-ში აღწერილ ოთხპოლუსას თვისებებზე დაყრდნობით შეიძლება შედგენილ იქნეს ნახ. 1 და ნახ. 2-ის სქემებისათვის ზოგადი განტოლებები, რომლებიც ერთიგვარებს დაუკავშირებს ელექტრომაგომორავებელ ძალებსა და დენებს  $\Delta$  რეჟიმის  $k$  ურ და  $n$  ურ შტოებში ფაზების მიმდევრობის თითოეულ სქემაში.

თუ ამ განტოლებებში  $\Delta I_n$ -ს და  $\Delta U_n$ -ს შევცვლით მათი საწყისი მნიშვნელობებით, მივიღებთ:

ა)  $n$ -ურ შტოში პირველი სახის დაზიანების კომბინაციისათვის

$$I_n = \frac{\alpha \Delta U_n - U_n + U}{Z_n}; \quad \Delta I_n = \frac{\beta (U_n - U) - \Delta U_n}{Z_k}; \quad (1)$$

ბ)  $n$ -ურ შტოში მეორე სახის დაზიანების კომბინაციისათვის

$$U_n = Z_n (I - I_n) - \alpha Z_k \Delta I_n; \quad U_k = \beta Z_n (I - I_n) - Z_k \Delta I_n, \quad (2)$$

სადაც  $U$  და  $I$  არის ძაბვა და დენი  $n$ -ურ შტოში  $P_1$  რეჟიმის შემთხვევაში  $n$ -ურ შტოში პირველი სახის დაზიანების კომბინაციისათვის (ნახ. 1),  $I = 0$  —  $n$ -ურ შტოში მე-2 სახის დაზიანების კომბინაციისათვის (ნახ. 2)  $U = 0$ ;

$U_n$  და  $I_n$  — ელექტრომაგომორავებელი ძალა და დენი  $n$ -ურ შტოში  $P_2$  რეჟიმის შემთხვევაში;

$\Delta U_n$  და  $\Delta I_n$  —  $\Delta$  რეჟიმით მოცემული ელექტრომაგომორავებელი ძალებისა და დენების ცვლილებები  $k$ -ურ შტოში;

$Z_n$  და  $Z_k$  —  $n$ -ური და  $k$ -ური შტოების შემყვანი წინაღობანი  $n$ -ური და  $k$ -ური შტოების შერთულ რეჟიმში;

$Z_n$  და  $Z_k$  — იგივე  $n$ -ური და  $k$ -ური შტოების გათიშულ რეჟიმში;

$\alpha$  — დენგანაწილების კოეფიციენტი, რომელიც იძლევა  $n$ -ურ შტოში დენის წილს  $k$ -ური შტოს სრული დენისაგან;

$\beta$  — დენგანაწილების კოეფიციენტი  $\alpha$  კოეფიციენტის უკუმიმართულებით

$$\beta = \alpha \frac{Z_k}{Z_n} = \alpha \frac{Z_k}{Z_n}.$$

(1) და (2) განტოლებები სწორია ფაზების თითოეული მიმდევრობის სქემებისათვის.

თანახმად (1) და (2) განტოლებებისა, არასიმეტრიული დაზიანებების ნებისმიერი კომბინაციისათვის შეიძლება მივიღოთ სულ 6 განტოლება 12

რობით, რომ  $n$ -ურ შტოშიც სათანადოდ შეცვლილ იქნება განსაკუთრებული ფაზები და გაანგარიშებით განსაზღვრული შემდგენელი გადამრავლებულ იქნება  $\alpha$ -ზე ან  $\alpha^{-1}$ -ზე.

**Ֆուրգին ձևաչափի կառուցման համակարգը և-ից և-ից կառուցման համակարգը**  
**լինանայանի գրան**

1-ից կառուցման համակարգը	և-ից կառուցման համակարգը	և-ից կառուցման համակարգը
A գրան կառուցման համակարգը և B ցուցիչի համակարգը	$I_{a1} = \frac{U}{Z_{a1} + \Delta^{(1)}}$	$\bar{U}_{a1} = \frac{I}{Y_{a1} + \bar{\Delta}^{(1)}}$
A ցուցիչի կառուցման համակարգը և B գրան կառուցման համակարգը	$I_{a1} = \frac{U}{Z_{a1} + \Delta^{(1)}}$	$\bar{U}_{a1} = \frac{I}{Y_{a1} + \bar{\Delta}^{(1)}}$
A, B, C ցուցիչի կառուցման համակարգը	$I_{a1} = \frac{U}{Z_{a1}}$	$\bar{U}_{a1} = \frac{I}{Y_{a1}}$
A, B, C ցուցիչի համակարգը	$I_{a1} = \frac{U}{Z_{a1}}$	$\bar{U}_{a1} = \frac{I}{Y_{a1}}$

U—ուղի և-ից կառուցման համակարգի լարային լարման հաստատուն:  $Z_{a1}$ —լինանայանի կառուցման համակարգի լարային լարման հաստատուն:  $Z_{a2}$ —լինանայանի կառուցման համակարգի լարային լարման հաստատուն:  $\Delta^{(1)}$ ,  $\bar{\Delta}^{(1)}$ —լինանայանի կառուցման համակարգի լարային լարման հաստատուն:  $\bar{I}$ —լինանայանի կառուցման համակարգի լարային լարման հաստատուն:  $Y_{a1}$ —լինանայանի կառուցման համակարգի լարային լարման հաստատուն:  $\bar{Y}_{a1}$ —լինանայանի կառուցման համակարգի լարային լարման հաստատուն:

**լինանայանի լարային լարման համակարգի կառուցման համակարգը**

լինանայանի լարային լարման համակարգը	լինանայանի լարային լարման համակարգը						
	լարային լարման համակարգը	A	B	C	BC	AC	BA
լարային լարման համակարգը	BC	AC	BA	A	B	C	
լարային լարման համակարգը	$\bar{U} = \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C$	$\bar{U} = \bar{U}_B$	$\bar{U} = \bar{U}_C$	$I = I_A + I_B + I_C$	$I = I_B$	$I = I_C$	
լարային լարման համակարգը	$\bar{\Delta} = \bar{\Delta}_A + \bar{\Delta}_B + \bar{\Delta}_C$	$\bar{\Delta} = \bar{\Delta}_B$	$\bar{\Delta} = \bar{\Delta}_C$	$\bar{Y} = \bar{Y}_A + \bar{Y}_B + \bar{Y}_C$	$\bar{Y} = \bar{Y}_B$	$\bar{Y} = \bar{Y}_C$	
լարային լարման համակարգը	$Z_{a1} = Z_{a1} + Z_{a2} + Z_{a3}$	$Z_{a1} = Z_{a1} + Z_{a2} + Z_{a3}$	$Z_{a1} = Z_{a1} + Z_{a2} + Z_{a3}$	$Y_{a1} = Y_{a1} + Y_{a2} + Y_{a3}$	$Y_{a1} = Y_{a1} + Y_{a2} + Y_{a3}$	$Y_{a1} = Y_{a1} + Y_{a2} + Y_{a3}$	

1. Նախապես  $\bar{U}$  և  $\bar{\Delta}$  լարային լարման համակարգի կառուցման համակարգը կառուցվում է  $\bar{U} = \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C$  և  $\bar{\Delta} = \bar{\Delta}_A + \bar{\Delta}_B + \bar{\Delta}_C$  ձևերով:  $\bar{I} = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C$  լարային լարման համակարգի կառուցման համակարգը կառուցվում է  $\bar{I} = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C$  ձևով:  $\bar{Y} = \bar{Y}_A + \bar{Y}_B + \bar{Y}_C$  լարային լարման համակարգի կառուցման համակարգը կառուցվում է  $\bar{Y} = \bar{Y}_A + \bar{Y}_B + \bar{Y}_C$  ձևով:  $Z_{a1} = Z_{a1} + Z_{a2} + Z_{a3}$  և  $Y_{a1} = Y_{a1} + Y_{a2} + Y_{a3}$  լարային լարման համակարգի կառուցման համակարգը կառուցվում է  $Z_{a1} = Z_{a1} + Z_{a2} + Z_{a3}$  և  $Y_{a1} = Y_{a1} + Y_{a2} + Y_{a3}$  ձևերով:

2. լարային լարման համակարգի կառուցման համակարգը կառուցվում է  $\bar{U} = \bar{U}_B$  և  $\bar{\Delta} = \bar{\Delta}_B$  ձևերով:  $\bar{I} = \bar{I}_B$  լարային լարման համակարգի կառուցման համակարգը կառուցվում է  $\bar{I} = \bar{I}_B$  ձևով:  $\bar{Y} = \bar{Y}_B$  լարային լարման համակարգի կառուցման համակարգը կառուցվում է  $\bar{Y} = \bar{Y}_B$  ձևով:  $Z_{a1} = Z_{a1} + Z_{a2} + Z_{a3}$  և  $Y_{a1} = Y_{a1} + Y_{a2} + Y_{a3}$  լարային լարման համակարգի կառուցման համակարգը կառուցվում է  $Z_{a1} = Z_{a1} + Z_{a2} + Z_{a3}$  և  $Y_{a1} = Y_{a1} + Y_{a2} + Y_{a3}$  ձևերով:

3.  $Z_{a1}$ ,  $Z_{a2}$ ,  $Y_{a1}$ ,  $Y_{a2}$  լարային լարման համակարգի կառուցման համակարգը կառուցվում է  $Z_{a1} = Z_{a1} + Z_{a2}$  և  $Y_{a1} = Y_{a1} + Y_{a2}$  ձևերով:

195



უცნობით, რომლებიც ამყარებენ კავშირს  $\pi$ -ური და  $k$ -ური შტოებში ბისა და ელექტრომაგნიტური ძალების მიმდევრობების ერთსახელოვან შემდგენებს შორის.

ექვსი სხვა განტოლება, რომელიც ამყარებს კავშირს მათ სხვადასხვა შემდგენებს შორის, განისაზღვრება  $\pi$ -ურ და  $k$ -ურ შტოებში დაზიანებების სასაზღვრო პირობებით (მაგალითად, იხ. [2], გვ. 10).

ამრიგად, შესაძლებელია შევადგინოთ და ამოვხსნათ 12 განტოლება 12 უცნობით, რაც საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ნებისმიერ ფაზათა მიმდევრობის დენები და ძაბვები ქსელის ორ წერტილში დაზიანებათა ნებისმიერი კომბინაციის შემთხვევაში.

ამ განტოლებების ამოხსნის შედეგი, რომელიც განსაზღვრავს  $\pi$ -ური შტოს დენის ნულოვან შემდგენს პირველი სახის დაზიანებისათვის და ე. მ. ძალის ნულოვანი შემდგენის მეორე სახის დაზიანებისას, მოყვანილია I ცხრილში.

თუ გამოვიყენებთ ამ ცხრილში მოყვანილ ნულოვანი მიმდევრობის შემდგენებსა და გავითვალისწინებთ  $\pi$ -ურ შტოში დაზიანების მიერ გაპირობებულ სასაზღვრო პირობებს, შეიძლება გადავიღებთ ნებისმიერი ფაზის სათანადო შემდგენების განსაზღვრახე.

$k$ -ურ და  $\pi$ -ურ შტოებში ერთდროული ზღვრული არასიმეტრიულობის დროს შესაძლო კომბინაციები I ცხრილში დაყოფილია ოთხ ჯგუფად, რომლებიც ერთიმეორისაგან განიზღევიან  $k$ -ურ და  $\pi$ -ურ შტოებში დაზიანების სახეობის მიხედვით.

პირველი და მეორე ჯგუფები წარმოადგენენ  $k$ -ურ და  $\pi$ -ურ შტოებში ერთგვაროვანი დაზიანებების კომბინაციებს (I ჯგუფი— $k$ -ურ და  $\pi$ -ურ შტოებში პირველი სახის დაზიანების კომბინაციებს, IV ჯგუფი— $k$ -ურ და  $\pi$ -ურ შტოებში მეორე სახის დაზიანების კომბინაციებს), ხოლო II და III ჯგუფები— $k$ -ურ და  $\pi$ -ურ შტოებში ნაირგვაროვანი დაზიანებების კომბინაციებს (ერთი სახის დაზიანება  $k$ -ურ შტოში და მეორე სახის დაზიანება  $\pi$ -ურ შტოში).

აღნიშნული ოთხი ჯგუფიდან თითოეული შეიცავს ოთხ კომბინაციას, რომლებიც განსხვავდებიან  $k$ -ურ და  $\pi$ -ურ შტოებში დაზიანების სახეობით (ორი კომბინაცია მოკლედ შერთვის დროს და ორი კომბინაცია ფაზების გაწყვეტის დროს შტოში), ხოლო აღნიშნული 16 კომბინაციიდან თითოეული შეიცავს სამ კომბინაციას, რომლებიც განსხვავდებიან  $\pi$ -ურ შტოში განსაკუთრებული A ან B ან C ფაზებით  $k$ -ურ შტოში განსაკუთრებული ფაზის უცვლელობის შემთხვევაში.

ამრიგად, ცხრილში მოყვანილი ამონახსნები I—IV ჯგუფისათვის ეკუთვნის 48 კომბინაციას  $k$ -ურ და  $\pi$ -ურ შტოებში ერთდროული ასიმეტრიით. ამასთან I და III ჯგუფისათვის მოცემულია ამონახსნები, რომელნიც განსაზღვრავენ დენის  $I_{\pi}$  შემდგენს  $\pi$ -ურ შტოში, ხოლო II და IV ჯგუფისათვის—ე. მ. ძალის  $E_k$  შემდგენს  $\pi$ -ურ შტოში.





1 ცხრილში მოყვანილი გადაწყვეტები  $k$ -ურ შტოში სამფაზიანი მოკლედ შერთვისა და სამივე ფაზის გაწყვეტის შემთხვევების კომბინაციებისათვის არ შეიცავენ  $\Delta$  და  $\tilde{\alpha}$  კოეფიციენტებს, რომლებიც დამახასიათებელია  $k$ -ურ და  $n$ -ურ შტოში ერთდროული არასიმეტრიულობების კომბინაციებისათვის. ამიტომ ეს კომბინაციები  $n$ -ურ შტოში სამფაზიანი მოკლედ შერთვისა და სამივე ფაზის გაწყვეტის შემთხვევისათვის  $k$ -ურ შტოში არასიმეტრიული დაზიანების დროს შემდგომ არ არის განხილული, ვინაიდან ისინი არ მიეკუთვნებიან დაზიანებათა რთულ სახეობებს.

ქსელის ორ წერტილში რთული დაზიანების ზოგად შემთხვევაში  $I_{no}$  და  $P_{no}$  ცხრილში განისაზღვრება შემდეგი საში პარამეტრით:

1) ქსელში მოქმედი ელექტრომაგნიტური ძალებით, რომელნიც განსაზღვრავენ  $P$ -ს და  $I$ -ს  $P_1$  რეჟიმში, ამ შემთხვევაში  $U$  წარმოადგენს ძაბვას  $n$ -ურ შტოში შესართავ ფაზებს შორის ( $P_1$  რეჟიმში, როდესაც  $n$ -ურ შტოში სამივე ფაზა გათიშულია), ხოლო  $I$  დენს  $n$ -ურ შტოს გასათიშ ფაზაში ( $P_1$  რეჟიმში, როდესაც  $n$ -ური შტოს სამივე ფაზა შერთულია);

2) ელექტრომაგნიტური ძალებისა და დასაზიანებელი ფაზების კომბინაციებისაგან დამოუკიდებელი პარამეტრებით —  $Z_{n\alpha}$  და  $Z'_{n\alpha}$  წინალობებით და  $Y_{n\alpha}$  და  $Y'_{n\alpha}$  გამტარობებით;

3) ელექტრომაგნიტური ძალისაგან დამოუკიდებელი, მაგრამ დასაზიანებელი ფაზების კომბინაციების გამოთვლის წინაგებელი პარამეტრებით, რომლებსაც აქვთ  $\Delta^{(1)}$  და  $\Delta^{(1*)}$  წინალობების ან  $\tilde{\alpha}^{(1)}$  და  $\tilde{\alpha}^{(1*)}$  გამტარობების განზომილება.

ზემოთ ჩამოთვლილი პარამეტრების განმსაზღვრელი გამოსახულებები მოყვანილია 1 ცხრილში.

თუ შევხებით ელექტრომაგნიტური ძალისაგან დამოუკიდებელი პარამეტრების ფიზიკურ არსს, შეიძლება დაერწმუნდეთ, რომ  $Z_{n\alpha}$  და  $Z'_{n\alpha}$  წარმოადგენენ წინალობებს, ხოლო  $Y_{n\alpha}$  და  $Y'_{n\alpha}$  — გამტარობებს  $n$ -ურ შტოს შენაკვლების კომპლექსურ სტემაში რომელიც შედგენილია  $n$ -ურ შტოში დაზიანების ადგილის მიხედვით [ $n$ -ურ შტოში სამივე ფაზის შერთვის ( $Z_{n\alpha}$ ,  $Y_{n\alpha}$ ) ან გათიშვის ( $Z'_{n\alpha}$ ,  $Y'_{n\alpha}$ ) შემთხვევაში] რეჟიმისათვის, რომელიც გულისხმობს  $k$ -ურ შტოში არასიმეტრიული დაზიანებების არარსებობას, ხოლო  $\Delta^{(1)}$ ,  $\Delta^{(1*)}$ ,  $\tilde{\alpha}^{(1)}$ ,  $\tilde{\alpha}^{(1*)}$  კორექტურას უკეთებენ მათ სიდიდეებს  $k$ -ურ შტოში ამა თუ იმ არასიმეტრიული კომბინაციების მიერ გამოწვეული ცვლილებების მხედველობაში მიღებით ( $\Delta^{(1)}$ ,  $\tilde{\alpha}^{(1)}$  —  $k$ -ურ შტოში ერთი ფაზის შერთვა,  $\Delta^{(1*)}$ ,  $\tilde{\alpha}^{(1*)}$  —  $k$ -ურ შტოში ერთი ფაზის გათიშვა).

ამიტომ

$$(Z_{n\alpha} + \Delta^{(1)}), (Z_{n\alpha} + \Delta^{(1*)}), (Y_{n\alpha} + \tilde{\alpha}^{(1)}), (Y_{n\alpha} + \tilde{\alpha}^{(1*)})$$

წარმოადგენენ წინალობებს ან გამტარობებს შტოს ფაზის ერთი თანმიმდევრობის სტემაში  $n$ -ურ და  $k$ -ურ შტოებში ერთდროული არასიმეტრიული დაზიანების შემთხვევაში.



ზოგად შემთხვევაში ისინი შეიცავენ ყველა (სამივე) მიმდევრობის შემდგენებს და, ამრიგად, ითვალისწინებენ ცალკე მიმდევრობების სტემებს შორის ურთიერთკავშირს  $k$ -ურ და  $n$ -ურ შტოებში არასიმეტრიული დაზიანებების სხვადასხვა კომბინაციების დროს.

ყურადღების ღირსია, რომ  $\Delta$  და  $\beta$  კოეფიციენტების განმსაზღვრელ გამოსახულებებში არ არის  $a = e^{-\gamma^{120^\circ}}$  ან  $a^2 = e^{\gamma^{120^\circ}}$ , ოპერატორები, რომლებიც შტოში სხვადასხვა განსაკუთრებულ ფაზებთან კომბინაციების სხვა მეთოდით გაანგარიშებისას არის დამახასიათებელი.

ეს გვიჩვენებს იმას, რომ მართო ინდუქციური წინაღობების მხედველობაში მიღებისას, როგორც ეს ჩვეულებრივად მიღებულია მოკლე შერთვის დენების გაანგარიშებისას,  $I_{n0}$ -სა და  $\dot{U}_{n0}$ -ს ფაზები არ არის დამოკიდებული  $Z_{n2}$ ,  $Z_{n1}$ ,  $Y_{n2}$ ,  $Y_{n1}$ ,  $\Delta$ ,  $\beta$ , კოეფიციენტებისაგან და განისაზღვრებიან მხოლოდ  $U$ -ს და  $I$ -ს ფაზებით.

1 ცხრილის გამოსახულებების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ  $n$ -ურ შტოში შერთული ფაზის რეზულტატური დენი  $I_n = 3 \dot{I}_{n0}$  განისაზღვრება შერთული ფაზის ბოლოებს შორის არსებული ძაბვის შესასვლელ წინააღმდეგობაზე გაყოფით.

ანალოგიურად, რეზულტატური ძაბვა  $n$ -ურ შტოში გასართავი ფაზის ბოლოებს შორის  $\dot{U}_n = 3 \dot{U}_{n0}$  განისაზღვრება შტოში საწყვეტი ფაზის დენის მისი ბოლოებს შორის შესასვლელ წინააღმდეგობაზე გაყოფით.

შერთული შტოს შესასვლელი წინააღმდეგობა და ამ სტემაში გასართავი შტოს შესასვლელი გამტარობა ( $n$ -ურ შტოში შესართავი ან გასართავი ფაზების ბოლოებს შორის) შეადგენს  $\frac{Z_{n2} + \Delta^{(1)}}{3}$  და  $\frac{Y'_{n2} + \beta^{(1)}}{3}$   $k$ -ურ შტოში ერთი შერთული ფაზის დროს და  $\frac{Z_{n2} + \Delta^{(12)}}{3}$  და  $\frac{Y_{n2} + \beta^{(12)}}{3}$   $k$ -ურ შტოში ორი შერთული ფაზის დროს.

ასეთი მსჯელობა საშუალებას გვაძლევს წარმოვიდგინოთ სამფაზიანი სტემა რთული დაზიანების რეჟიმში ერთფაზიანი სტემის სახით, რომელშიაც შეირთება ან გაითიშება მხოლოდ ერთი შტო (ფაზა), რაც შესაძლებელს ხდის რთული დაზიანების გაანგარიშება შესრულდეს მუდმივი დენის მოდელზე.

ვინტერის სახელობის  
ნაცვობათა და ჰიდროენერჯეტიკის  
თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუყვია 26.12.1959)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. Н. Шедри и С. А. Ульянов. Задачи по расчету токов короткого замыкания. ГЭИ, 1955.
2. А. Б. Черный. Короткие замыкания при неполюфазных режимах электрических систем. ГЭИ, 1952.
3. Г. Г. Костаян. Расчеты коротких замыканий в системах с неполюфазной перелачей. Электричество, № 2, 1958.



3. ბანოიბა

მასალათა არადრეკადი წინალოზის ბათვალისწინების  
 მეთოდის და მისი პრაქტიკული  
 გამოყენება

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრივემა 5.2.1960)

დამოკიდებულება ქინვასა— $\sigma^*$  და ფარდობით დეფორმაციას— $\epsilon$  შორის, მასალათა შინაგანი ხახუნის გათვალისწინებით, შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი სახით [1]:

$$\sigma^* = E \epsilon \pm E (\beta V \epsilon_1^2 - \epsilon^2 - \mu \epsilon), \quad (1)$$

სადაც  $E$  დრეკადობის მოდულია,  $\beta$  და  $\mu$  მუდმივი კოეფიციენტებია.

მასალათა არადრეკადი წინალოზა წარმოდგენილია გამოსახულებით

$$\sigma_R = \pm E (\beta V \epsilon_1^2 - \epsilon^2 - \mu \epsilon). \quad (2)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ წინალოზას საერთოდ აქვს მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულება, რხვეადი სისტემის მაქსიმალური გადახრის მომენტში  $\sigma_R$  იცვლის თავის მიმართულებას შებრუნებულზე, ე. ი. ვადის ნულოვან მდგომარეობას. ამრიგად, დეფორმაციის რომელიმე მნიშვნელობისათვის  $\epsilon = \epsilon_1$ ,  $\sigma_R = 0$ , ან, თანახმად (2) დამოკიდებულებისა,

$$\beta V \epsilon_1^2 - \epsilon_1^2 - \mu \epsilon_1 = 0.$$

დეფორმაციის იგივე მნიშვნელობისათვის, ქინვა რეალურ სისტემაში დებულობს მაქსიმალურ მნიშვნელობას და დეფორმაციის სინქარე უდრის ნულს. თანახმად (1) დამოკიდებულებისა, გვაქვს

$$\frac{d}{dt} [\epsilon + \beta V \epsilon_1^2 - \epsilon^2 - \mu \epsilon] = 0,$$

$$V \epsilon_1^2 - \epsilon_1^2 - \beta \epsilon_1 - \mu V \epsilon_1^2 - \epsilon_1^2 = 0. \quad (4)$$

(3)-დან და (4)-დან მივიღებთ

$$\beta = V \mu (1 - \mu), \quad (5)$$

$$\epsilon_1 = \sqrt{1 - \mu} \epsilon. \quad (6)$$

(6) დამოკიდებულებას მივიღებთ აგრეთვე დრეკადი ძალების მუშაობის ბალანსიდან

$$E \int_0^{\epsilon_2} \epsilon d\epsilon - \mu E \int_0^{\epsilon_2} \epsilon d\epsilon = E \int_0^{\epsilon_1} \epsilon d\epsilon,$$

$$\frac{Ez_0^2}{2} - \mu \frac{Ez_1^2}{2} = \frac{Ez_1^2}{2};$$

აქედან

$$z_1 = \sqrt{1 - \mu} z_0.$$

(1) და (2) დამოკიდებულებიანი მიიღებენ სახეს

$$\sigma^* = Ez \pm E(V_1(1-\mu) V z_0^2 - z^2 - \mu z), \quad (7)$$

$$\sigma_R = \pm E(V_1(1-\mu) V z_0^2 - z^2 - \mu z) \quad (8)$$

$$- \sqrt{1 - \mu} z_0 \leq z \leq + \sqrt{1 - \mu} z_0.$$

თუ დაეშვებით

$$z = z_0 - \sqrt{1 - \mu} z_0,$$

თანხმად (8) დამოკიდებულებისა, მივიღებთ  $\sigma_R = 0$ , თანხმად (7)-სა

$$\max \sigma^* = Ez_1 = E \sqrt{1 - \mu} z_0.$$

რხევის შინაგანი წინაღობის უქონლობის შემთხვევაში, ე. ი. როცა  $\mu = 0$   $\max \sigma = Ez_0$ .

თანხმად (7) დამოკიდებულებისა, გისტერეზისის სპირალის შტოები აღიწერება პარაბოლის მრუდებით და აქვთ ბოლოების წაწვეტებული შეერთება. ორი ნიშანი (7) დამოკიდებულების მარჯვენა ნაწილის მეორე წევრის წინ ფრჩხილებში, ეთანადება დაღმავალ და აღმავალ შტოებს. დატვირთვისა და განტვირთვის ერთი მთლიანი ციკლისათვის, (7) დამოკიდებულების თანხმად, გისტერეზისის სპირალს აქვს ოთხი გარდატეხის წერტილი. ამასთან დაკავშირებით, დრეკადი სისტემების რხევები (7) დამოკიდებულების გათვალისწინებით, აღიწერებიან დროის უბნობრივად, უწყვეტი ფუნქციებით.

ცნობილია, რომ იდეალურად დრეკადი სისტემების რხევების დროს, დეფორმაციები იცვლებიან პარამონიული კანონით

$$z = z_0 \sin [f(t) + \theta]. \quad (9)$$

ელიპსური სპირალის შემთხვევაში (1) მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\sigma^* = Ez \pm \beta \sqrt{V z_0^2 - z^2}, \quad (10)$$

ან (9) დამოკიდებულების გათვალისწინებით,

$$\sigma^* = Ez_0 [\sin [f(t) + \theta] + \beta \cos [f(t) + \theta]], \quad (11)$$

$$\sigma^* = Ez + E\beta \frac{dz}{df}. \quad (12)$$

თანხმად (10) დამოკიდებულებისა, გისტერეზისის სპირალი წარმოადგენს უწყვეტ მრუდს. არგუმენტის ცვალებადობის მთელ ინტერვალში  $0 - \pi n$ ;  $n = 1, 2, 3, \dots$

ჩანაწერ (11) დამოკიდებულების მარჯვენა ნაწილში, მეორე წევრის ორნიშანიანობა დატულია ავტომატურად, ე. ი. პირველი წევრის ყოველ მნიშვნელობას ეთანადება მეორე წევრის ორი მნიშვნელობა; (8) დამოკიდებულების გამოყენების დროს კი უწყვეტობის ინტერვალს არგუმენტის მიხედვით



წარმოადგენს  $\sigma = \frac{\pi}{2}$ . აღნიშნულ ინტერვალში ჰარმონიული ფუნქციები ყოველთვის დადებითია. თუკი ამოცანის შინაარსის თანახმად ერთი მათგანი უნდა ლებულობდეს უარყოფით მნიშვნელობას, ეს უნდა გავითვალისწინოთ მათემატიკურ ჩანაწერში, რომელიც ასახავს ჩვენთვის საინტერესო ფიზიკურ მოვლენას. ასე, მაგალითად, მასის შემცველი ბალის თავისუფალი რბევის განტოლებას, (1)-ის გათვალისწინებით ექნება შემდეგი სახე [1]:

$$EJ \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} \pm EJ \left[ \beta \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} - \mu \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \right] + \frac{q}{g} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0. \quad (13)$$

იმ შემთხვევაში, როცა ბალკა დაიჯვანება სისტემაზე თავისუფლების ერთ ხარისხზე

$$\frac{Q}{g} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \pm \frac{1}{\beta_{11}} \left( \beta \frac{dy}{df} - \mu y \right) + \frac{y}{\beta_{11}} = 0$$

ან, თუ მივიღებთ ნხედველობაში

$$\frac{g}{Q\beta_{11}} = k^2; \quad \frac{dy}{df} = \frac{1}{k} \frac{dy}{dt},$$

მივიღებთ

$$\ddot{y} \pm \beta k^2 y + k^2 y (1 \mp \mu) = 0. \quad (14)$$

რბევის მთელი ციკლისათვის, (4) განტოლების საერთო ამონახსენი ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$y = \Gamma(y, 0) e^{-\frac{\beta}{2} kt} (A_1 \sin k_1 t + B_1 \cos k_1 t) + \Gamma(0, y) e^{\frac{\beta}{2} kt} (A_2 \sin k_2 t + B_2 \cos k_2 t), \quad (15)$$

სადაც, ფუნქციონალურ შემწვევტებს  $\Gamma(y, 0)$  და  $\Gamma(0, y)$  აქვთ შემდეგი მნიშვნელობები:

ა) სისტემის მოძრაობა მიმართულია სტატიკური წონასწორობის ნულოვანი მდგომარეობისაკენ  $\Gamma(y, 0) = 1$ ,  $\Gamma(0, y) = 0$ ;

ბ) სისტემის მოძრაობა მიმართულია მაქსიმალური გადახრის მხარეს  $\Gamma(y, 0) = 0$ ,  $\Gamma(0, y) = 1$ .

მივიღოთ შემდეგი საწყისი პირობები:

$$t = 0, y = y_0; \dot{y} = 0.$$

თანახმად (15)-ისა, მივიღებთ

$$y = \frac{y_0}{\cos \theta_1} e^{-\frac{\beta}{2} kt} \csc(k_1 t - \theta_1), \quad (16)$$

სადაც მიღებულია აღნიშვნები

$$\operatorname{tg} \theta_1 = \frac{\sqrt{\mu(1-\mu)}}{2\sqrt{1-\mu-\frac{\mu(1-\mu)}{4}}}; \quad k_1 = k \sqrt{1-\mu-\frac{\mu(1-\mu)}{4}}.$$



კ რხევის წრიული სიხშირის კოეფიციენტი მიღვეადობის გატყვევებაში წინებლად.

თანახმად (16)-ისა, როცა

$$k_1 t - \theta_1 = \frac{\pi}{2}, \quad y = 0, \\ \dot{y} = -\frac{y_0 k_1}{\cos \theta_1} e^{-\frac{\beta}{2} t} \left( \frac{\pi + 2\theta_1}{2 \sqrt{1 - \mu - \frac{\mu(1-\mu)}{4}}} \right) = -k_2 y_0. \quad (17)$$

სისტემის შემდეგი მოძრაობა აღიწერება განტოლებით

$$y = e^{\frac{\beta}{2} t} \cdot (A_2 \sin k_2 t + B_2 \cos k_2 t) \quad (18)$$

საწყისი პირობებით

$$t = 0, \quad y = 0, \quad \dot{y} = -k_2 y_0;$$

აქედან

$$y = -\frac{k_1}{k_2} y_0 e^{\frac{\beta}{2} t} \cdot \sin k_2 t; \quad k_2 = k \sqrt{1 + \mu - \frac{\mu(1-\mu)}{4}}, \\ \max y = y_1 = -y_0 \frac{k_1}{k_2} \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_1} e^{-\frac{S_{(1)}}{2}},$$

სადაც

$$S_{(1)} = \frac{\beta}{2} (S_1 - S_2); \quad \beta = \sqrt{\mu(1-\mu)}$$

$$S_{1,2} = \frac{\pi + 2\theta_{1,2}}{\sqrt{1 + \mu - \frac{\mu(1-\mu)}{4}}}; \quad \theta_{1,2} = \arctg \frac{\sqrt{\mu(1-\mu)}}{2 \sqrt{1 + \mu - \frac{\mu(1-\mu)}{4}}}$$

თუ გავიგორებთ ზემოთ მოყვანილი მსჯელობის მსველელობას, მივიღებთ

$$y_2 = y_0 \frac{1-\mu}{1+\mu} e^{-S_{(2)}}; \quad y_4 = \left( \frac{1-\mu}{1+\mu} \right)^2 e^{-2S_{(2)}}; \quad y_6 = \left( \frac{1-\mu}{1+\mu} \right)^3 e^{-3S_{(2)}}$$

და ა. შ.

ორი მომდევნო ციკლის ამპლიტუდათა ფარდობა

$$\frac{y_{2n}}{y_{2n+2}} = \frac{1+\mu}{1-\mu} e^{S_{(2)}}. \quad (19)$$

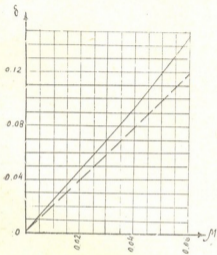
მიღვეადობის ლოგარითმული დეკრემენტი უდრის

$$\delta = \ln \frac{y_{2n}}{y_{2n+2}} = S_{(2)} + 2 \left( \mu + \frac{\mu^2}{3} + \frac{\mu^3}{5} + \dots \right). \quad (20)$$

ცდების მონაცემებით, ტექნიკურ ლიტერატურაში რეკომენდირებულია ენერჯის შთანთქმის კოეფიციენტის  $\psi$  რიცხვითი მნიშვნელობები [2].



დამოკიდებულება  $\psi = 2\delta$  და ნახ. 1-ზე წარმოდგენილი დიაგრამის გამოყენებით 1 ცხრილში მოყვანილია შინაგანი ხახუნის რიცხვითი მნიშვნელობები ზოგიერთი სააღმშენებლო მასალისათვის.



ცხრილი 1  
შინაგანი ხახუნის  
კოეფიციენტი

მასალათა დასახელება	კოეფ. $\mu$
ფოლადი მარკა СТ. 3	0,0025
რკინაბეტონი ბეტონი	0,061
ავტორის წყობა	0,054
ფიქვი	0,046
წიფელი	0,015
ნუხა	0,015
ალუმინი	0,024
მინა	0,0075
	0,0057

ნახ. 1. დიაგრამა ( $\delta-\mu$ ) (20) ფორმულის მიხედვით

თუ რხვეის შინაგან წინაღობას ჩავთვლით დამოკიდებულს მხოლოდ დეფორმაციაზე წრფივი კანონით, (20) დამოკიდებულება მიიღებს სახეს

$$\delta = 2 \left( \mu + \frac{\mu^3}{3} + \frac{\mu^5}{5} + \dots \right) \approx 2\mu. \quad (21)$$

ამ შემთხვევაში  $\psi = 4\mu$ ;  $\psi$  და  $\delta$  ასეთივე მნიშვნელობებს მივიღებთ, თუ გამოვიყენებთ ი. კო რ ჩ ი ნ ს კ ი ს ჰიპოტეზას.

(21) დამოკიდებულება დატანილია იგივე დიაგრამაზე წყვეტილი ხაზით. მოყვანილი დიაგრამიდან პირველ ყოვლისა ჩანს, რომ სინქარის გავლენა მიღვეადობის ეფექტზე, იგრძნობა მხოლოდ მასალებისათვის დიდი შინაგანი ხახუნით. მაგრამ არადრეკადი ძალების ჩანაწერში, სინქარე გათვალისწინებულ უნდა იქნეს აუცილებლად ყოველთვის, მისი იძულებითი რხვეის ამპლიტუდის სიდიდეზე შესამჩნევი გავლენის გამო. ასე, მაგალითად, იძულებითი რხვეის ამპლიტუდა, სისტემაზე პერიოდული ძალის  $p = p_0 \sin \omega t$  მოქმედების შემთხვევაში, განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$y_p = \frac{y_0}{\sqrt{\left[1 + \mu - \left(\frac{\omega}{k}\right)^2\right]^2 + \beta^2 \left(\frac{\omega}{k}\right)^2}} \quad (22)$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ  $\beta = \sqrt{\mu(1-\mu)}$  და აღვნიშნავთ  $\frac{\omega}{k} = \lambda$ , პირობიდან  $\frac{dy_p}{d\lambda} = 0$  მივიღებთ

$$\lambda^2 = 1 + \mu - \frac{\mu(1-\mu)}{2}$$

$$\max y_p = \frac{y_0}{\beta \sqrt{1 + \mu - \frac{\mu(1-\mu)}{4}}} \quad (23)$$

(23)-დან ჩანს, რომ იძულებითი რხევის ამპლიტუდა რეზონანსის ფარგლებში მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული  $\beta$ -ზე, ე. ი. კოეფიციენტზე, რომელიც სიჩქარის წინ არის დასმული (13) განტოლებაში.

განვსაზღვროთ დინამიური კოეფიციენტი რკინიგზის ძელური რკინის ხიდებისათვის, ორთქმავალთა მოძრავი შექანის მისი გაუთანაბრებელი ნაწილების ინერციის ძალების მოქმედების შემთხვევაში.

მოძრაობის სიჩქარის  $v = 67,5 \frac{კმ}{საათ.}$  დროს ორთქმავალის (სერია 0<sup>ა</sup>)

მთლიანი გადატვირთვა უდრის 7,5 ტ [3]. სიჩქარის სხვა მნიშვნელობისთვის

$$p_0 = 7,5 \left(\frac{v_k}{67,5}\right)^2.$$

კრიტიკული სიჩქარე შეიძლება გამოვთვალოთ ფორმულით

$$v_k = 830 \frac{D}{l} = 830 \frac{1,2}{l} = \frac{996}{l},$$

სადაც  $D$  გოგორას დიამეტრია.

თუ მხედველობაში მივიღებთ ორთქმავალის თითოეული მხარის გადატვირთვის გადაცემას მთავარ ფერმებზე მხარის კანონით, 5,7 მ სიგანის ხიდებისათვის, მივიღებთ

$$p_0 = 0,73 \times 7,5 \left(\frac{996}{18,75}\right)^2 \frac{l}{l^2} = \frac{15543}{l^2}. \quad (24)$$

საანგარიშო სქემის გამარტივებისათვის, მივიღოთ პერიოდული ძალის გავლა ხიდზე მალის მთლიანი დატვირთვის შემდეგ. ამ შემთხვევაში (24)-ში საქმეა შევიტანოთ შესწორება

$$p_0 = \frac{15543}{l^2} \cdot \frac{q_n}{q_n + q_1}. \quad (25)$$

$q_n$ —სამალო ნაშენის გრძივი მეტრის წონაა,

$q_1$ —დროებითი დატვირთვის ინტენსივობა.

1 ცხრილის თანახმად, შინაგანი ხახუნის კოეფიციენტი ფოლადისათვის  $\mu = 0,0025$ . მაშასადამე, (23) ფორმულის მიხედვით  $\max y_p = 20 y_0$ . თავისუ-



ფალი რხვეის ამპლიტუდა დამოკიდებულია იძულებითი რხვეის ამპლიტუდაზე, ასე, რომ მთლიანი დინამიური ჩაღუნვა არ იქნება იძულებითი რხვეის გაორკეცებული ამპლიტუდაზე მეტი —  $\max y = 40 y_0$ .  
მთლიანი გადახრა

$$\max y = y_{cr} + 40 y_0$$

სადაც  $y_{cr}$  სტატიკური ჩაღუნვაა საკუთარი წონისაგან და დროებითი ტვირთისაგან.

დინამიური კოეფიციენტი

$$1 + a = \frac{\max y}{y_{cr}} = 1 + 40 \frac{y_0}{y_{cr}} = 1 + 128 \frac{p_0}{(q_n + q_0) l} \quad (26)$$

(25) გათვალისწინებით

$$1 + a = 1 + \frac{1989;04}{l^2} \frac{q_n}{(q_n + q_0)^2} \quad (27)$$

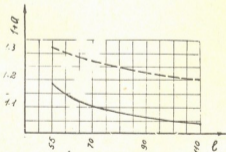
დინამიური კოეფიციენტი ემპირიული ფორმულისა, თანახმად ხიდების პროექტირების მოქმედი ნორმებისა,

$$1 + a = 1 + \frac{27}{30 + l} \quad (28)$$

(27) ფორმულა სამართლიანია იმ შემთხვევაში, როცა შეიძლება პერიოდულ ძალთა მასის უარყოფა საშალო ნაშენის მასასთან შედარებით. დინამიური კოეფიციენტები, (27) და (28) ფორმულების თანახმად, მოყვანილია მე-2 ცხრილში. ამ ცხრილის მონაცემების მიხედვით, ნახ. 2-ზე წარმოდგენილია დინამიური კოეფიციენტების მრუდები. წვეტილი ხაზით ნაჩვენებია დინამიური კოეფიციენტი ემპირიული ფორმულის (28) თანახმად.

ცხრილი 2

მალი	1 + a		განსაზიარება მ/მ-ით
	(27)	(28)	
55	1,18	1,32	12
66	1,12	1,28	14
77	1,08	1,25	16
87,5	1,06	1,23	16
110	1,04	1,19	14



ნახ. 2

$q_n$  მნიშვნელობები განსაზღვრულია ტიპური პროექტების მონაცემებით.  $q_0$  ეკვივალენტური დატვირთვაა (II8) მალის ზეა ნაწილისათვის.

მოყვანილი დიაგრამიდან და მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ საშუალო და დიდი მალის ხიდებისათვის, რეზონანსი ორთქლმავლის პერიოდული ძალის მოქმედების შემთხვევაში არ წარმოადგენს საშიშროებას.

ხიდების დინამიკის მთლიანი თეორიული ანალიზისათვის საჭიროა გადაწყვეტა დანარჩენი პრობლემებისა (მომრავი ტვირთის მასის გათვალისწინება, დარტყმითი ძალების ამპლიტუდის განსაზღვრა და სხვა).



თავისუფალი რხევების შესწავლის დროს, რხევის შინაგანი წინააღმდეგობის რეკომენდირებული ჰიპოტეზა შეიძლება დაეყვანოს ჰიპოტეზაზე, რომლის მიხედვით მასალის არადრეკადი წინააღმდეგობა პროპორციულია სინქარისა [1]. ლოგარიტმული დეკრემენტი ამ შემთხვევაში უდრის

$$\delta = 2\pi \nu \alpha, \quad (29)$$

სადაც  $\alpha$  ფაზის ჩამორჩენა,

(20) და (29)-ს მიხედვით ლოგარიტმული დეკრემენტების ტოლობის პირობიდან მივიღებთ

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left[ \frac{\frac{\beta}{2} (S_1 - S_2) + 2 \left( \mu + \frac{\mu^2}{3} + \dots \right)}{2\pi} \right]. \quad (30)$$

ფოხტის ჰიპოტეზის თანახმად, ლოგარიტმული დეკრემენტი განისაზღვრება ფორმულით

$$\delta = rT, \quad (31)$$

სადაც  $r$  მიღვეადობის კოეფიციენტი,

$T$ —რხევის პერიოდი.

(20)-სა და (31)-ის თანახმად, გვაქვს

$$r = \frac{\frac{\beta}{2} (S_1 - S_2) + 2 \left( \mu + \frac{\mu^2}{3} + \dots \right)}{T}. \quad (32)$$

თანახმად რეკომენდირებული ჰიპოტეზისა, თავისუფალი რხევის პერიოდი ხახუნის ვათვალისწინებით, განისაზღვრება ფორმულით

$$T = \frac{S_1 + S_2}{k}, \quad (33)$$

სადაც  $k$  რხევის წრიული სიხშირის კოეფიციენტი ხახუნის გარეშე,

$S_1$  და  $S_2$  აქვთ წინანდელი მნიშვნელობა.

$$r = \frac{k \left[ \frac{\beta}{2} (S_1 - S_2) + 2 \left( \mu + \frac{\mu^2}{3} + \dots \right) \right]}{S_1 + S_2}. \quad (34)$$

ორ საყრდენზე მდებარე ძალისათვის

$$k = \frac{\pi^2 \pi^2}{l} \sqrt{\frac{EJg}{q}}; \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

მაშასადამე, თანახმად (34) ფორმულისა, მიღვეადობის სინქარე დამოკიდებულია რხევის ფორმაზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციის მოწვევა 5.2.1960)

დამცემთაშორის ლიტბრატშრა

1. ე. ეზანოძე. რხევის წინააღმდეგობის ძალების ვათვალისწინების შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შიგნით. ტ. XXIII, № 4, 1959.
2. Е. С. Сорокин. Динамический расчет несущих конструкций зданий. Госстройиздат, 1956.
3. С. А. Ильясевич. Основы динамического расчета балочных металлических мостов. Госмашиниздат, М.—Л., 1934.

## 3. კონსტრუქციები

წყალსატენების დონის წონასწორული მდგომარეობის  
თეორიის შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 21.9.1959)

რატე წყალსატენი ამოცანათა გადაწყვეტისას ისმება ბუნებრივი და ხელოვნური დიდი წყალსატენების წყლის ბალანსის საკითხი.

ჩანადენების რეგულირების განხორციელება ან წყლის საუკუნოვანი მარაგებიდან მისი ხარჯვა დაკავშირებულია წყალსატენის დონის მერყეობასთან. წყლის აღებასა და დონის დაწვეასთან ერთად მცირდება აგრეთვე წყალსატენის სარკის ფართი და, მაშასადამე, ზედაპირული აორთქლებით გამოწვეული დანაკარგები. დანაკარგების შემცირება, სხვა თანაბარ პირობებში, ჩანადენის სასარგებლოდ გამოსაყენებელი ნაწილის გაზრდის საშუალებას იძლევა.

ჩანადენის გამოყენებული ნაწილის თითოეულ მნიშვნელობას შეესაბამება წყალსატენის დონის გარკვეული ნიშნული — წონასწორობის გარკვეული მდგომარეობა [3]. ნახ. 1-ზე წარმოდგენილია გრაფიკი, რომელიც ახასიათებს ერთ-ერთი მაღალმთიანი ტბის დონის წონასწორულ მდგომარეობას ტბიდან 22,6 მ/წამ. წყლის გამოშვების დროს. გრაფიკიდან ჩანს, რომ ახალ წონასწორულ მდგომარეობას, რომელიც მყარდება დაახლოებით 125 წლის შემდეგ (ანსციხსთა ღერძი), შეესაბამება დონის დაწვევის ზღვრული სიღრმე — 44,3 მეტრი (ორდინატთა ღერძი).

ტბიდან წყლის შემდგომი საშუალოწლიური ხარჯვა 22,6 მ/წამ. რაოდენობით აღარ იწვევს დონის დამატებით დაწევას.

$$Q_{sp} \cong \frac{\Omega h' \cdot \varphi}{T}$$

წყლის ბალანსის განტოლება ამ შემთხვევაში შეიძლება დაიწეროს შემდეგნაირად:

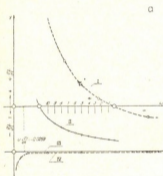
$$\frac{dy}{dt} = \frac{(\Omega - \omega_y) \cdot h' \cdot \varphi}{T \cdot \omega_y} + \frac{h'}{T} - \frac{Q}{\omega_y} - \frac{H}{T} - \alpha \cdot F, \quad (1)$$

სადაც:

$\Omega$  — წყალსატენის წყალშემკრები აუზის ფართობია, მისი სარკის ფართობის ჩათვლით კვ. მეტრობით;

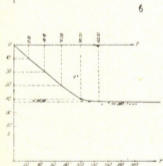
$\omega_y$  — წყალსატენის სარკის ფართობი (კვ. მეტრობით) ახალი წონასწორული მდგომარეობის დამყარების პროცესში წყლის ცვალებადი ხარჯვისას მ/წამ.

- $k$  — ნალექების საშუალოწლიური რაოდენობა ხმელეთის ფართობზე (მ/წელი);  
 $k''$  — იგივე წყალსატევების სარკის ფართობზე (მ/წელი);  
 $H$  — საშუალოწლიური აორთქლება სარკის ზედაპირიდან (მ/წელი);  
 $T$  — წამების რაოდენობა წელიწადში (წამი/წელი);  
 $\varphi$  — ჩანადენის კოეფიციენტი;  
 $F$  — ფილტრაციის კოეფიციენტი (მ/წამი);  
 $y$  — ცვალებადი დონე წყალსატევში (მ).



ნახ. 1

- ა)  $\frac{dy}{dt}$  — მრუდების თჯაბი  
 I.  $\frac{dy}{dt}$  მრუდი  $Q=0$  დროს, ზღვებითი პირობებში  
 II.  $\frac{dy}{dt}$  მრუდი  $Q=30$  მ<sup>3</sup>/ს — დროს  
 III.  $\frac{dy}{dt}$  მრუდი  $Q=40$  მ<sup>3</sup>/სეკ — დროს  
 IV.  $\frac{dy}{dt}$  მრუდი  $Q=50$  მ<sup>3</sup>/ს — დროს  
 ბ) დონის დაწვეის მრუდი (მ). აბსისთა ღერძზე გადახრილია დრო წლობით, ორდინატების ღერძზე — დონის დაწვეა მეტრობით



ვლებულობთ აღნიშვნებს

$$\frac{1}{T} \cdot (k' \cdot \varphi - k'' + H + \alpha \cdot F \cdot T) = k = \text{const} \quad (\text{მ/წამი}),$$

სადაც  $\alpha$  ფილტრაციის ფართობის გაზრდის კოეფიციენტია უსასრულობაზე (ვედერნიკოვის მიხედვით [1]).  $k$ , როგორც ჩანს, შეუღძივი სიდიდეა.





## დასრულებული ლიტერატურა

1. В. В. Ведерников. Теория фильтрации. 1939.
2. Е. Ф. Фролов. Гипсографическая характеристика водохранилища. Гидротехническое Строительство, № 1, 1941.
3. Malap. Percement des lacs de Montagne. Houille Blanche, №№ 249—250, 1938.
4. М. А. Мостков. Вопросы применения методов математической статистики к морфометрии, 1945.

ა. ნოზაძე და ბ. მუშაძე

**რვალი-კვადრატის კალიბრების სისტემის გამომკვლევა**

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თაყაიშვილმა 28.3.1960)

რვალი-კვადრატი კალიბრების სისტემა ფართოდაა გავრცელებული წერილსორტული ფოლადისა და მავთულის გლინვის დროს. მიუხედავად ამისა, ლითონის პლასტიკური ფორმაციების ანგარიშის განზოგადებული მეთოდი ამ კალიბრებში ჭერჭერობით არ არსებობს.

წინამდებარე შრომაში დამუშავებულია რვალი-კვადრატის სისტემის ანგარიშის ანალიტიკური მეთოდი. აღნიშნულ მეთოდს საფუძვლად უდევს კალიბრის შევსების ხარისხის განსაზღვრა, როგორც ფარდობა გავლიწელი ზოლის განივი კვეთის ფართობსა, კალიბრის თეორიულ ფართობთან. ამ მეთოდის გამოყენებით მიღებულია ისეთი ძირითადი დამოკიდებულებანი, როგორცაა ურთიერთკავშირი მოჭიმვას, გამოჭიმვას, კალიბრის შევსების ხარისხსა და რვალური ზოლისა და რვალური კალიბრის ფორმის მახასიათებლებს შორის. გამოყვანილია აგრეთვე ფარდობითი მოჭიმვისა და ლითონის დეფორმაციის ეფექტურობის კოეფიციენტის საანგარიშო ფორმულები.

**კვადრატული ზოლის გლინვა რვალურ კალიბრში**

განვიხილოთ ნორმალური რვალური კალიბრები, რომლებიც შემოსახურულია ერთი და იგივე რადიუსიანი რვალებით.

ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია კვადრატული ზოლის გლინვის სქემა რვალურ კალიბრში და რვალური კალიბრისა და რვალური ზოლის ზომების აღნიშვნა.

რვალური კალიბრის ფორმის ძირითადი მახასიათებელია მისი ღერძების

ფარდობა  $\frac{b}{h}$ .

$$\frac{b}{h} = \sqrt{4 \frac{r}{h} - 1} \quad (1)$$

თუ ცნობილია გლინში შეჭრის სიღრმე და სივანე, მაშინ გლინებს შორის ღრეჩოს ( $s$ ) სიდიდის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს რვალური კალიბრის თეორიული ზომები და პირიქით.

$$\left. \begin{aligned} h &= h_{sp} + s \\ b &= (h_{sp} + s) \sqrt{4 \frac{r}{h_{sp} + s} - 1} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

მოყვანილ დამოკიდებულებათა ანალიზი გვიჩვენებს, რომ გლინებს შორის ღრეჩოს შეცვლით, იცვლება რვალური კალიბრის ღერძების ფარდობა  $\frac{b}{h}$

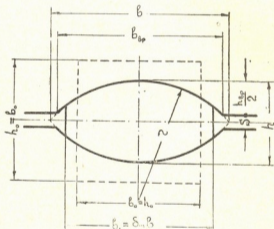


ოვალური ზოლის განივი კვეთის ფართობსა  $\omega_1$  და ოვალური კალიბრის განივი კვეთის ფართობს  $\omega$  საანგარიშო ფორმულები გამოყვანილია (1) შრომაში:

$$\left. \begin{aligned} \omega_1 &= m_1 r^2 - b_1 (2r - h) \\ \omega &= m r^2 - b (2r - h) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

სადაც

$$\left. \begin{aligned} m_1 &= \sin 2x_1 + 2x_1 \\ m &= \sin 2x + 2x \\ x_1 &= \arcsin \frac{b_1}{2r} \\ x &= \arcsin \frac{b}{2r} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$



ნახ. 1. ოვალური კალიბრის და ოვალური ზოლის ზომების აღნიშვნა

განტოლებათა სისტემის (3) ორივე მხარის გაყოფით  $h^2$ -ზე და  $b_1 = \delta_m b$  გათვალისწინებით, მივიღებთ

$$\frac{\omega_1}{h^2} = m_1 \left( \frac{r}{h} \right)^2 - \delta_m \frac{b}{h} \left( 2 \frac{r}{h} - 1 \right) \quad (5)$$

$$\frac{\omega}{h^2} = m \left( \frac{r}{h} \right)^2 - \frac{b}{h} \left( 2 \frac{r}{h} - 1 \right). \quad (6)$$





(5) განტოლების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ფარდობა  $\frac{\omega_1}{h^2}$  წარმოადგენს

მხოლოდ კალიბრის შევსების ხარისხისა  $\delta_m$  და მისი ღერძების ფარდობის  $\frac{b}{h}$  ფუნქციას.

ლიტერატურულ წყაროებში კალიბრის შევსების ხარისხად მიღებულია ოვალური ზოლის სიგანის ფარდობა კალიბრის თეორიულ სიგანესთან

$$\delta_m = \frac{b_1}{b}. \quad (7)$$

ოვალური კალიბრის შევსების ხარისხის კვადრატი მაჩვენებელია არა სიგანეთა ფარდობა, არამედ ოვალური ზოლის განივი კვეთის ფართის შეფარდება ოვალური კალიბრის თეორიულ ფართთან

$$\delta_n = \frac{\omega_1}{\omega}. \quad (8)$$

კალიბრის სრული შევსებისას  $\delta_n = \delta_m = 1$ . წუნის მიღების აცდენის მიზნით კალიბრის შევსების ხარისხი არ უნდა აღემატებოდეს  $\delta_n = 0,95$ .

თუ გავითვალისწინებთ, რომ  $\omega_1 = \frac{\omega_0}{\lambda} = \frac{h_0^2}{\lambda}$ , მაშინ (8) განტოლება შეიძლება გადავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\delta_n = \frac{1}{\lambda} \frac{\left(\frac{h_0}{h}\right)^2}{m \left(\frac{r}{h}\right)^2 - \frac{b}{h} \left(2 \frac{r}{h} - 1\right)} \quad (9)$$

(8) განტოლება იძლევა ურთიერთკავშირს გამოკიშვასა  $-\lambda$ , კალიბრის შუაში მოკიშვასა  $-\frac{h_0}{h}$ , ოვალური კალიბრის ფორმასა  $-\frac{b}{h}$  და მის შევსებას  $-\delta_n$  შორის. ამ განტოლების მეშვეობით შეიძლება წინასწარ შევარჩიოთ რაციონალური ფორმის კალიბრი, რომელიც უზრუნველყოფს ოვალური ზოლის ექსტრემალურ შესაძლო გამოკიშვას.

ლაიონის გლინვისას კალიბრებში ფარდობითი მოკიშვის სიღრმე შეიძლება განისაზღვროს [2] შრომაში მოცემული შემდეგი ფარდობით:

$$u = \frac{\omega_{cm}}{\omega_0}, \quad (10)$$

სადაც  $\omega_{cm}$  ვასაგლინაი ზოლის განივი კვეთის გადაადგილებულა ფართია ერთი ვატარებისას;

$\omega_0$ —ზოლის განივი კვეთის საწყისი ფართი.

კვადრატული ზოლის ოვალურ კალიბრში გლინვისას  $\omega_{cm}$  და  $\omega_0$  მნიშვნელობათა (10) გამოსახვაში ჩასმით, მივიღებთ

$$u = 1 - m \left(\frac{r}{h_0}\right)^2 + 2 \frac{r}{h_0} - \frac{h}{h_0}. \quad (11)$$

მე-(11) განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ ფარდობითი მოჭიმვა წარმოადგენს ფუნქციას  $\frac{r}{h_0}$  ფარდობისა და ზოლის მოჭიმვისა ოველური კალიბრის შეთავსი  $\frac{h_0}{h}$ .

კალიბრებში გლინვისას, ლითონის დეფორმაციის ეფექტურობის კრიტერიუმად მიღებულია სიგრძეზე გადაადგილებული მოცულობის ფარდობა მთლიან გადაადგილებულ მოცულობასთან [2]:

$$k_{\text{აფ}} = \frac{V_{\text{აფ}}}{V_{\text{ცმ}}} \quad (12)$$

თუ გადაადგილებულ მოცულებებს შევცვლით ფართობით, გვექნება

$$k_{\text{აფ}} = 1 - \lambda \frac{\omega_{\text{ყმ}}}{\omega_{\text{ცმ}}} \quad (13)$$

სადაც  $\lambda$  ზოლის გამოჭიმვის კოეფიციენტი;

$\omega_{\text{ყმ}}$  — ზოლის სიგრძეზე გადაადგილებული ფართი;

$\omega_{\text{ცმ}}$  — ზოლის სიმაღლეზე გადაადგილებული ფართი.

შემდეგის გათვალისწინებით:

$$\omega_{\text{ყმ}} = \omega_{\text{სმ}} - (\omega_{\text{მც}} - \omega_{\text{ცმ}});$$

$$\omega_{\text{ცმ}} = \pi \cdot \sigma_{\text{მც}};$$

$$\lambda = \frac{\sigma_{\text{მც}}}{\sigma_{\text{სმ}}}$$

და მათი მნიშვნელობების (13) განტოლებაში ჩასმით, მივიღებთ,

$$k_{\text{აფ}} = 1 - \frac{1 - \lambda(1 - \pi)}{\pi} \quad (14)$$

მე-(14) განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ ლითონის დეფორმაციის ეფექტურობის კოეფიციენტი წარმოადგენს ზოლის გამოჭიმვისა  $\lambda$  და ფარდობითი მოჭიმვის  $\pi$  ფუნქციას. თუ ცნობილია  $\lambda$  და  $\pi$ , მაშინ (14) ფორმულით შეიძლება განისაზღვროს ლითონის დეფორმაციის ეფექტურობის კოეფიციენტი ნებისმიერი ფორმის კალიბრებში, რის შემდეგ შეიძლება სხვადასხვა სისტემის კალიბრების ურთიერთშედარება გამოჭიმვათა უნარიანობის მიხედვით.

ოველური ზოლის გლინვა კვადრატულ კალიბრში

მე-2 ნახაზზე წარმოდგენილია ოველური ზოლის კვადრატულ კალიბრში გლინვის სქემა და ზომების აღნიშვნა.

კვადრატული კალიბრისათვის გეომეტრიული თანაფარდობანი ძალზედ ზარტივია.

კალიბრის დიაგონალი

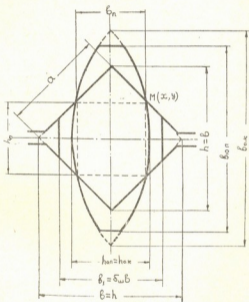
$$b = h = a \sqrt{2} \approx 1,41 a \quad (15)$$

კვადრატული კალიბრის ფართი

$$w = a^2 = \frac{h^2}{2} = \frac{b^2}{2} \quad (16)$$

კვადრატული ზოლის ფართი

$$w_1 = a^2 - 2 \left( \frac{b-b_1}{2} \right)^2 \quad (17)$$



ნახ. 2. ოვალური ზოლის კვადრატულ კალიბრში გლინვის სქემა

თუ გავითვალისწინებთ, რომ

$$a^2 = \frac{b^2}{2}, \quad \delta_{11} = \frac{b_1}{b}$$

და (17) განტოლებას ვავეყოფთ  $b^2$ -ზე, მივიღებთ

$$\frac{w_1}{b^2} = \frac{w_1}{a^2} = \frac{\delta_{11}}{2} (2 - \delta_{11}) \quad (18)$$



კვადრატული კალიბრის შეესების ხარისხის კვშპარტი მნიშვნელოვნად მცირდება

$$\delta_n = \frac{\omega_1}{\omega} = \frac{a^2 - 2\left(\frac{b-b_1}{2}\right)^2}{a^2} = \delta_{\text{მ}}(2 - \delta_{\text{მ}}). \quad (19)$$

მე-(19) ტოლობა იძლევა კავშირს კვადრატული კალიბრის შეესებათა შორის სივანეზე ( $\delta_{\text{მ}}$ ) და ფართზე ( $\delta_n$ ). უკანასკნელის გადაწყვეტა  $\delta_{\text{მ}}$  მიმართ

$$\delta_{\text{მ}} = 1 - \sqrt{1 - \delta_n}. \quad (20)$$

$$b_1 = b(1 - \sqrt{1 - \delta_n}). \quad (21)$$

უკანასკნელი ტოლობით შეიძლება ვისარგებლოთ კალიბრების ანგარიშსას თუ ვიცით  $\delta_n$  და კვადრატული კალიბრის დიაგონალები ( $b = h$ ).

ოვალური ზოლის კვადრატულ კალიბრში გლივისას კვადრატული ზოლის განივი კვეთის ფართი შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ფარდობით:

$$\omega_1 = \frac{\omega_{0 \cdot n}}{\lambda}, \quad (22)$$

სადაც  $\omega_{0 \cdot n}$  ოვალური ზოლის განივი კვეთის ფართია;  $\lambda$  — ზოლის გამოკიმვის კოეფიციენტი კვადრატულ კალიბრში.

კვადრატული კალიბრის შეესების ხარისხის კვშპარტი მაჩვენებლის გამოსახულებაში  $\omega_1$ -ის მნიშვნელობის ჩასმით მივიღებთ

$$\delta_n = \frac{1}{\lambda} \frac{\omega_{0 \cdot n}}{\omega}. \quad (23)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ  $\omega = \frac{h^2}{2}$  და (23) ტოლობის მარჯვენა მხარას  $\delta_{10 \cdot n}$ -ზე გამრავლებით და გაყოფით, მივიღებთ

$$\delta_n = \frac{2}{\lambda} \left(\frac{b_{10 \cdot n}}{h}\right)^2 \frac{\omega_{0 \cdot n}}{b_{10 \cdot n}^2}. \quad (24)$$

მე-(24) განტოლება იძლევა ურთიერთკავშირს შეესებასა ( $\delta_n$ ), ზოლის გამოკიმვასა ( $\lambda$ ), ოვალური ზოლის მოკიმვასა კვადრატული კალიბრის შუაში  $\left(\frac{b_{10 \cdot n}}{h}\right)$  და ოვალური ზოლის ფორმის მახასიათებელს შორის

$$\frac{\omega_{0 \cdot n}}{b_{10 \cdot n}^2} = f\left(\frac{b_{10 \cdot n}}{h_{0 \cdot n}}\right).$$

მე-(3) განტოლების საფუძველზე

$$\frac{\omega_{10 \cdot n}}{b_{10 \cdot n}^2} = m_1 \left(\frac{r}{b_{10 \cdot n}}\right)^2 - \frac{h_{0 \cdot n}}{b_{10 \cdot n}} \left(2 \frac{r}{h_{0 \cdot n}} - 1\right). \quad (25)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ  $b_{10 \cdot n} = \delta_{\text{მ}} \cdot b_{0 \cdot n}$ ;  $h_{0 \cdot n} = h_{0 \cdot n}$ , (25) გამოსახვის (24)-ში ჩასმით, მივიღებთ

$$\delta_n = \frac{2}{\lambda} \left(\frac{b_{0 \cdot n}}{h}\right)^2 \left[ m_{0 \cdot n} \left(\frac{r}{b_{0 \cdot n}}\right)^2 - \delta_{\text{მ}} \frac{h_{0 \cdot n}}{b_{0 \cdot n}} \left(2 \frac{r}{h_{0 \cdot n}} - 1\right) \right]. \quad (26)$$



(26) ტოლობის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კვადრატული კალიბრის შევსების ხარისხი ( $\delta_n$ ) დამოკიდებულია ზოლის გამოქიმვაზე ( $\lambda$ ), ფაქტორ მოქიმვაზე კვადრატული კალიბრის შუაში  $\left(\frac{b_{0 \cdot k}}{h}\right)$ , წინა ოვალური კალიბრის შევსების ხარისხზე ( $\delta_m$ ) და ოვალური კალიბრის ღერძების ფარდობაზე  $\left(\frac{b_{0 \cdot k}}{h_{0 \cdot k}}\right)$ .

ოვალური ზოლის ღერძების რაციონალური ფარდობის წინასწარი შერჩევა, რაც უზრუნველყოფს კვადრატულ კალიბრში მაქსიმალურ შესაძლო გამოქიმვას, მიზანშეწონილია ვაწარმოოთ (26) ფორმულით.

ფარდობითი მოქიმვის საანგარიშოდ შეიძლება ვისარგებლოთ (10) ფარდობით. გადაადგილებული ფართის მოსაძებნად პირველ რიგში საჭიროა განისაზღვროს ოვალური ზოლის რკალისა და კვადრატული კალიბრის გვერდის გადაკვეთის წერტილის კორდინატები (ნახ. 2). ამ მიზნით საჭიროა ამოიხსნას განტოლებათა შემდეგი სისტემა:

$$x = \frac{h}{2} - y \text{ კვადრატისათვის}$$

$$x = \sqrt{r^2 - y^2} \left( r - \frac{h_{0 \cdot k}}{2} \right) \text{ ოვალისათვის.} \quad (27)$$

(27) სისტემის ამოხსნა  $x$  და  $y$ -ის მიმართ იძლევა

$$\left. \begin{aligned} h_n &= 2y = n \left( 1 - \sqrt{2 \left( \frac{r}{n} \right)^2 - 1} \right), \\ h_n &= 2x = h - 2y = h - h_n \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

სადაც

$$n = \frac{h}{2} + \left( r - \frac{h_{0 \cdot k}}{2} \right). \quad (29)$$

გადაადგილებული ფართისა და ოვალური ზოლის საწყისი ფართის განსაზღვრის შემდეგ და მათი მნიშვნელობების (10) გამოსახვაში ჩასმით, მივიღებთ ფარდობითი მოქიმვის საანგარიშო ფორმულას ოვალური ზოლის კვადრატულ კალიბრში გლინვისას

$$n = 1 - \frac{m_n r^2 - \frac{h_n}{h_{0 \cdot k}} \left( 2 \frac{r}{h_{0 \cdot k}} - 1 \right) + \frac{b_n^2}{2}}{m_1 r^2 - \delta_n \frac{b_{0 \cdot k}}{h_{0 \cdot k}} \left( 2 \frac{r}{h_{0 \cdot k}} - 1 \right)}, \quad (30)$$

სადაც

$$m_n = \sin 2x_n + 2x_n;$$

$$x_n = \arcsin \frac{h_n}{2r}.$$



თუ ცნობილია ფარდობითი მოკიშვა, მაშინ ლითონის დეფორმაციის ეფექტიურობა კვადრატულ კალიბრებში შეიძლება განისაზღვროს (14) ფორმულით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მეტალურგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუყვია 28.3.1960)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Д. Нозадзе. Отчет по исследовательской работе на тему: „Влияние формы овального калибра на его заполнение“. Институт металлургии АН ГССР, 1958.
2. И. М. Павлов, М. Л. Зайцев. Методика сопоставления калибровок валков по эффективности деформации. Сборник трудов ЦНИИЧМ, выпуск 16, 1959.
3. И. Я. Тарновский. Формоизменение при пластической обработке металлов. Металлургияиздат, 1954.



შ. ბანიშვილი

ბაზის მტანვებში სხვადასხვა იარაღის ფოთლებიდან  
ასიმილატების გადანაცვლების შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ლ. ჯაფარიძემ 28.1.1959)

უკანასკნელ დროს მცენარეებში ნივთიერებათა გადანაცვლების შესწავლაში მნიშვნელოვანი შედეგებია მიღწეული რადიოაქტიური ატომების მეთოდის გამოყენებით.

მოუხედავად ამისა, ჯერ კიდევ არ არის საკმარისად შესწავლილი მრავალწლიანი მცენარეების ნაყოფებში ასიმილატების გადანაცვლების ხასიათი და კინონზომიერებანი, არ არის დადგენილი სხვადასხვა ზონის ფოთლების როლი ნაყოფის გამოყვებაში და სხვ.

ვამსჯი პლასტიკურ ნივთიერებათა გადანაცვლების შესწავლისას კერძო მასა [1] დაადგინა, რომ ასიმილატები ნაყოფიერებისაკენ ინაცვლებენ, როგორც დაღმავალი, ისე აღმავალი მიმართულებით. ძი უნხ მასა [2] ნაატარა ვარიოკლუვა რიგ მრავალწლიან მცენარეებზე. აღმოჩნდა, რომ ფოთლები ნაყოფისაკენ 1—3 მეტრითაც რომ იყოს დაშორებული, ხოლო სახაყოფე ღეროზე ფოთლები ხელოვნურად იყოს მოცილებული, ნაყოფი მაინც ნორმალურად ეკუთარდება. ეს მოუთითებს იმაზე, რომ პლასტიკური ნივთიერებით ნაყოფის მონარაგებაში მონაწილეობას იღებენ ის ფოთლებიც, რომლებიც მისგან საკმარისად დაშორებული.

რადიოაქტიური ნახშირბადის გამოყენებით ასიმილატების გადანაცვლების მექანიზმის შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ ორგანულ ნივთიერებათა გადანაცვლება წარმოადგენს აქტიურ ფიზიოლოგიურ პროცესს, რომელიც გაპრობებულია გამტარი სისტემის უჯრედების როლი და, შესაძლოა, სპეციალიზებულ ნივთიერებათა ცელით [3, 4, 5, 7].

გოგორის ნაყოფებში ასიმილატების გადანაცვლების შესწავლით გამოირკვა, რომ ნასკეის განხაყოფიერების შემდეგ ასიმილატები მისკენ მიემართებიან საათში პირველად 12 სმ-ის სისწრაფით, ხოლო 10 დღის შემდეგ გადანაცვლების სისწრაფე იზრდება საათში 36 სმ-მდე. ამასთან, თუ დასაწყისში ნაყოფს საკვები ნივთიერებებით ამარაგებს მხოლოდ ის ფოთოლი, რომლის ილლიაშია ნაყოფი, შემდგომ ნაყოფისაკენ ასიმილატები მიემართებიან უფრო დაშორებული ფოთლებიდანაც [6].

ბელიკოვი იკვლევდა ფოთლებიდან სოიას პარკებში ასიმილატების გადანაცვლებას მცენარის განვითარების სხვადასხვა ფაზაში [8, 9, 10]. აღმოჩნდა, რომ პარკების განვითარების შემდეგ ასიმილატები მიემართებიან ძირითადად იმ პარკებისკენ, რომლებიც განვითარებულია ფოთლის ილლიაში. იმ ფოთლის ილლიიდან, რომელიც  $C^{14}O_2$ -ს ითვისებდა, პარკების მოცილების შეზღუდვაში ასიმილატები მიემართებიან  $C^{14}O_2$ -ით გამოკვებილი ფოთლის ქვეით მდებარე პარკებში.

წითელი პერილას ფოთლებიდან ყლორტებში ასიმილატების გადანაცვლების შესწავლისას ფოთლების დიფერენცირებულ ფოტოპერიოდულ რეგი-



მის შემთხვევაში რადიოაქტიური ნახშირბადის გამოყენებით მ. ჩანს [11] დადგინეს, რომ ფოთლების ფოტოპერიოდული რეჟიმის მიუხედავად ასიმილაციები ინაცლებენ ღეროს ერთ მხარზე და პირველ ყოვლისა გროვდებიან იმ ყლორტებში, რომელნიც მდებარეობენ  $C^{14}O_2$ -ით გამოკვებით ფოთლის მხარზე.

ჩვენი გამოკვლევის მიზანს შეადგენდა შეგვესწავლა ასიმილაციების გადაწვევება ვაზის მტევნებში სხვადასხვა იარუსის ფოთლებიდან. რისთვისაც გამოვიყენეთ რადიოაქტიური ნახშირბადი— $C^{14}$ . ცდები ჩავატარეთ 1958 წელს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტის მეცნარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილებაში. გამოკვლევას ვაწარმოებდით იელის-სავეისტროში, მტევნების მომწიფების დაწყებამდე. ცდისათვის გამოვიყენეთ ვაზის ნორმალურად განვითარებული მეცნარეები ორი ჯიშისა — ჩაწითელის და ალიგატის, რომლებიც დაფესვიანებულნი იყვნენ სავეგეტაციო ჰორიზონტში, ქვიშაში.

რადიოაქტიური ნახშირბადი საცდელ მეცნარეებში შეგვყავდა ო. ზ. აღენსკის, ო. სემიხატოვას და ვ. ვოზნეცენსკის მიერ დამუშავებული მეთოდით [12]. რისთვისაც ვაზის ცალკეულ ფოთლს მეცნარისაგან მოუცილებლად ვათავსებდით ორგანული შუშის სპეციალურ კამერაში 45 წუთის განმავლობაში.

მტვენი პლასტიკური შენაერთებით მომარაგებაში სხვადასხვა იარუსის ფოთლების როლის დასადგენად რადიოაქტიური ნახშირბადი შეგვყავდა ღეროს ზედა, შუა და ქვედა იარუსის, აგრეთვე მტვენის მოპირისპირე ფოთლებში.

სისტემაში რადიოაქტივობა შეადგენდა 1 mCu-ის 1 ლიტრ  $CO_2$ -ზე.  $C^{14}O_2$ -ის ატმოსფეროში 45-წუთიანი ექსპოზიციის შემდეგ ფოთლს ვათავსებდით კამერიდან და მეცნარეს ეტოვებდით ღია ჰაერზე 3 დღის განმავლობაში, რის შემდეგ მთელ მეცნარეს ვაფექსირებდით შპრალი სიციხით და სინჯის დაქუცმაცებისა და პრეპარატის მომზადების შემდეგ ვრიცხავდით მტვენის მარცვლების აქტივობას BFJ-25 ტორსული მანქანით. აღრიცხვის მონაცემებში შეგვეჩინა შესწორება პრეპარატის სისქეში გამოხიზების თვითშანთქმავზე.

მტვენის მარცვლების რადიოაქტივობის აღრიცხვა საშუალებას გვაძლევდა დაგვედგინა მტევანში ასიმილაციების გადაწვევების ოდენობა.

მასალის ანალიზით ირკვევა, რომ ჩვენ მიერ შესწავლილ ვაზის ორივე ჯიშის მეცნარეებში ასიმილაციები მტევნებში მიედინებიან ღეროს ყველა იარუსის ფოთლებიდან როგორც აღმაველი, ისე დაღმაველი მიმართულებით. თუმცა სხვადასხვა იარუსის ფოთლების ხედრიითაა წინა მტევნების ასიმილაციებითაა მომარაგებაში ერთხიზი არაა. ყველაზე ინტენსიურად ასიმილაციები მიედინება მტევანში შუა იარუსის და აგრეთვე მტვენის პირისპირ განლაგებული ფოთლებიდან (ცხრილი 1). მტვენის მარცვლების რადიოაქტივობა გაცილებით უფრო ნაკლებია იმ შემთხვევაში, როდესაც  $C^{14}O_2$  შეგვყავს ღეროს კენწერულ ფოთლებში, მიუხედავად იმისა, რომ კენწერული ფოთლებიდან მტევნებში ასიმილაციების გადაწვევების შესწავლისას  $C^{14}O_2$  შეგვყავდა ერთდროულად კენწეროს რამდენიმე ფოთლში, ხოლო სხვა ზონებიდან გადაწვევების დადგენისას მხოლოდ ერთეულ ფოთლს ვათავსებდით კამერაში, რომელშიც  $C^{14}O_2$  იმყოფებოდა. აღნიშნული ფაქტი მიუთითებს იმაზე, რომ ღეროს კენწერული ფოთლები მათ მიერ სინთეზებულ პლასტიკურ შენაერთებს ძირითადად საკუთარი მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად იყენებენ; ფოთლების გაფორმებაზე, ღეროს კენწეროს ზრდაზე და სხვა.

უშუალოდ სხვადასხვა იარუსის ფოთლებიდან ასიმილაციების გადადენის დასადგენად აღირიცხებოდა ფოთლის რადიოაქტივობის შემცირება რადიოაქტი-







მცენარე	ფოთლების განლაგება ღეროზე	შეთვისებული CO <sub>2</sub> -ის რაოდენობა მგ-ათბო 1 დმ <sup>3</sup> /საათში
რქაწითელი	ყნწერო შუა იარუსი ქვედა იარუსი	7,84 9,45 7,38

მტევნის მარცვლებში ასიმილაციების გადანაცვლების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ არსებობს დამოკიდებულება ღეროზე მტევნის მიმართ ფოთლის განლაგებასა და მტევანში ასიმილაციების გადადენას შორის, გამოირკვა, რომ ასიმილაციები ბევრად უფრო ინტენსიურად მიედინებიან მტევნის მარცვლებში იმ ფოთლებიდან, რომლებიც მდებარეობენ საწინააღმდეგო მხარეზე, ვიდრე იმ ფოთლებიდან, რომლებიც ღეროს იმავე მხარეზე მდებარეობენ, რომელზეც მტევანია (ცხრილი 4).

## ცხრილი 4

ასიმილაციის მტევანში გადანაცვლების დამოკიდებულება ფოთლების ღეროზე განლაგების შესაბამისად რადიოაქტივობა იმპ/წ 1 გ შშრალ წონაზე

მცენარე	გადადენა 3 დღის განმავლობაში		გადადენა ღამის განმავლობაში	
	ფოთლი მოპირისპირე მხარეზე	ფოთლი მტევნის მხარეზე	ფოთლი მოპირისპირე მხარეზე	ფოთლი მტევნის მხარეზე
ალიგოტე X ბერლანდიერი X რიპარია 5-ბ-ზე რქაწითელი	75 165 157 690	8 115 19 305	6 725 —	1 650 —

შემჩნეული კანონზომიერება ახასიათებს ყველა იარუსის ფოთლებს.

თუ ვახსი ღეროზე განვითარებულია ორი მტევანი და უახლოესი მტევანი ღეროს იმავე მხარეზეა, რომელზედაც იმყოფება C<sup>14</sup>O<sub>2</sub>-ით გამოკვებილი ფოთლი, ხოლო უფრო დაშორებული მტევანი კი ღეროს საწინააღმდეგო მხარეზეა, მაშინაც ასიმილაციები უფრო ინტენსიურად მიემართებიან ფოთლის მიმართ უფრო დაშორებულ, მაგრამ ღეროს საწინააღმდეგო მხარეზე განვითარებულ მტევანში. ასიმილაციების მტევანში გადანაცვლების აღნიშნული კანონზომიერება შესაძლოა მიუთითებდეს ასიმილაციების ვაზში პოლარულ განაწილებაზე.

სპეციალური ცდებით გაცვლევდით აგრეთვე ასიმილაციების გადანაცვლებას ნამხარიდან მტევანში. რადიოაქტიური ნახშირორთქანგი შეგვყავდა მტევნის პირისპირ განვითარებულ ნამხარში და აგრეთვე შუა ზონის ნამხარში.

მტევნის მარცვლების რადიოაქტივობის აღრიცხვიდან ირკვევა, რომ ორივე შემთხვევაში ასიმილაციები ნამხარიდან აღწევენ მტევნებს (ცხრილი 5).

უნდა აღინიშნოს, რომ ნამხარიდან მტევანში ასიმილაციები გაცილებით უფრო სუსტად მიედინებიან, ვიდრე მთავარი ღეროს ფოთლებიდან. თუ მთავარი ღეროს მტევნის მოპირდაპირე ფოთლიდან 24-საათიანი ექსპოზიციის დროს მტევანამდე აღწევენ ასიმილაციები 50 000 იმპ/წ აქტივობით 1 გ შშრალ წონაზე, C<sup>14</sup>O<sub>2</sub>-ის ნამხარის რამდენიმე ფოთოლში შეყვანის შემთხვევაში, როდესაც ნამხარი აგრეთვე მტევნის მოპირდაპირედ არის განვითარებული, ასიმი-



ვაზის მტევნებში სხვადასხვა იარუსის ფოთლებიდან ასიმილატების... შესწავლის შედეგად

ლატების რადიოაქტიულობა მტევნებში შეადგენს მხოლოდ 8000 იმპ/წ 1 გ მშრალ წონაზე.

ასიმილატები მიემართებიან მტევნებისაკენ, მაგრამ გარდა მტევნებისა ნაწილობრივ ვაზის სხვა ორგანოებზეც აღწევს, სადაც იხარჯებიან ანდა მარაგის სახით ინახებიან.

ცხრილი 5

ასიმილატების გადანაცვლება მტევანში ნაშარიდან. მტევნის მარცვლების რადიოაქტიულობა იმპ/წ 1 გ მშრალ წონაზე

მტევანზე	ნაშარის განლაგება ღეროზე	ექსპოზიცია			
		8 საათი სიბნელე	გადადენა ლამის განმე-ლობაში	24 საათი	48 საათი
რქაწითელი	შუა იარუსი მტევნის მოპირისპირე	7 281	2 821	8 260	—
		—	2 675	7 770	10 735

ზოგიერთ შემთხვევაში აღინიშნება ასიმილატების გადანაცვლება ერთი ღეროდან მეორეში, სადაც ისინი გროვდებიან მეორე ღეროს მტევანში.

ჩვენს ცდებში სამდღიანი ექსპოზიციის დროს რადიოაქტიური ასიმილატები აღირიცხებოდა მეზობელი ღეროს მტევანში იმ შემთხვევაში, როდესაც რადიოაქტიური ნაშარიორკავი შეგვყავდა ღეროს შუა და ქვედა იარუსის ფოთლებში. თუ  $C^{14}O_2$ -ს ითვისებდნენ კენწრული ფოთლები, მაშინ მეზობელი ღეროს მტევნის მარცვლებში არ ხერხდებოდა რადიოაქტიური ასიმილატების აღმოჩენა. ალბათ ეს იმით აიხსნება, რომ კენწრული ფოთლებიდან ასიმილატების გადაღენა ღეროს სხვა იარუსის ფოთლებთან შედარებით სუსტად არის გამოხატული (ცხრილი 6).

ცხრილი 6

ასიმილატების გადანაცვლება ერთი ღეროს ფოთლებიდან მეორე ღეროს მტევანში. მტევნების რადიოაქტიულობა იმპ/წ 1 გ მშრალ წონაზე

მტევანზე	ფოთლების იარუსი, რომლებიც ითვისებდნენ $C^{14}O_2$ -ს		
	კენწრით	შუა ზონა	ქვედა ზონა
აღივლივით X ბერლანდინი X რიმაჩია 5 ბბ-ზე	0	3 170	—
რქაწითელი	0	1 595	12 140

ჩატარებული ცდების საფუძველზე შესაძლებელია შემდეგი დასკვნების გაკეთება.

1. ასიმილატები ინაცვლებენ ვაზის მტევნებში ღეროს ყველა იარუსის ფოთლებიდან, მაგრამ პლასტიკური ნივთიერებებით მტევანს ყველაზე ინტენსიურად ამარაგებენ შუა იარუსის ფოთლები.

უშუალოდ ფოთლებიდან ასიმილატების გადანაცვლების შესწავლისას, ფოთლის საწყისი რადიოაქტიულობის შემცირების მიხედვით, მტკიცდება შუა იარუსის ფოთლების გადაწვევები მნიშვნელობა მტევნის კვების საქმეში.

2. ვაზის შუა იარუსის ფოთლები ხასიათდება ფოტოსინთეზის შედარებით უფრო მაღალი ინტენსიუობით, ვიდრე სხვა იარუსის ფოთლები. ამავ დროს შუა იარუსის ფოთლებს გადაწვევები მნიშვნელობა აქვთ მტევნის ასიმილა-



საქართველოს  
საბჭოთაო მეცნიერებათა  
აკადემია

ტებით მომარაგებაში. ეს გვაძლევს საფუძველს ეუწოდოთ მათ ვახსენებდეთ.

3. დადგენილია გარკვეული კანონზომიერება ეახის ღეროზე ფოთლის განლაგებასა და მტევანში ასიმილატების გადასაცემის ინტენსივობას შორის. უფრო ინტენსიურად მიედინებიან ასიმილატები იმ ფოთლებიდან, რომლებიც განლაგებულია მტევანის მიმართ ღეროს მოპირდაპირე მხარეზე. ასიმილატები ბევრად უფრო სუსტად მოედინებიან მტევანში იმ ფოთლებიდან, რომლებიც განლაგებულია იმავე მხარეზე, რომელზედაც განვითარებულია მტევანი.

4. პლასტიკური შენაერთები მოედინებიან მტევანში ნამზარის ფოთლებიდანაც, თუმცა საგრძნობლად უფრო სუსტად, ვიდრე ძირითადი ღეროს ფოთლებიდან.

5. ძირითადი ღეროს ფოთლებიდან და ნამზარის ფოთლებიდან ასიმილატები ინაცვლებენ არა მარტო მოცემული ღეროს მტევანში, არამედ, ნაწილობრივ, აგრეთვე მეზობელი ღეროს მტევანში.

გამოკვლევა ჩატარებულია აკად. ლ. ჭაფარიძის ხელმძღვანელობით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციის მოწვევა 2.2.1960)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. О. Ф. Кэртис. Передвижение растворенных веществ в растениях. Сельхозгиз, М., 1937.
2. E. Münch. Die Stoffbewegungen in der Pflanze. Jena, 1930.
3. А. Л. Курсанов. Известия АН СССР, сер. биолог. № 1, 1954.
4. А. Л. Курсанов. Доклады Совет. делег. на международной конференции по мирному использованию атомной энергии. Женева, 1955; Применение изотопов в технике, биологии и сельском хозяйстве. Изд. АН СССР, М., 1955.
5. А. Л. Курсанов. Известия АН СССР, серия биолог. № 6, 1957.
6. Н. А. Приступа. Цитируется по докладу А. Л. Курсанова. Доклады Совет. делег. на международной конференции по мирному использованию атомной энергии. Женева, 1955; Применение изотопов в технике, биологии и сельском хозяйстве. Изд. АН СССР, М., 1955.
7. J. Willenbrink. Planta, 48, 3, 269, 1957.
8. И. Ф. Беликов. Физиология растений, т. 2, вып. 4, 1955.
9. И. Ф. Беликов. ДАН СССР, т. 117, № 5, 904, 1957.
10. И. Ф. Беликов. Всесоюзная конференция по применению изотопов и ядерных излучений. Физиология растений, Агрохимия, Почвоведение. Изд. АН СССР, М., 1958.
11. М. Х. Чайлахян Р. Г. Бутенко. Физиология растений, т. 4, вып. 5, 1957.
12. О. В. Заленский, О. А. Семихатова и В. Л. Вознесенский. Методы применения радиоактивного углерода  $C^{14}$  для изучения фотосинтеза. Изд. АН СССР, М.—Л., 1955.



ბ. ლაზაშვიძე

აჭარეთის შაკის კორდიან-ეწრიანი ნიადაგის მიკრობიოლოგიური  
პროცესები შინაი დაშუშავების წესთან დაკავშირებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კვებელიამ 16.9.1969)

ცნობილია, რომ კორდიან-ეწრიანი ნიადაგები ხასიათდება ცუდი ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებითა და აგრეთვე სუსტი მიკრობიოლოგიური პროცესებით, განსაკუთრებით სახნავსკვედა შორიზონტი. ამ ნიადაგების, კერძოდ ეწრიანი შორიზონტის ბუნებრივი ნაყოფიერება დაბალია.

საქართველოში კორდიან-ეწრიანი ნიადაგი მის დასავლეთ ნაწილშია გავრცელებული. არსებული ცნობებით (პროფ. მ. საბაშვილი, დასავლეთ საქართველოს ნიადაგების რუკა), მათი ფართობი 200 000 ჰექტარს აღემატება. კორდიან-ეწრიანი ნიადაგების ნაყოფიერების გასაღვივებლად მოწოდებულია მათი გავლტურების სხვადასხვა ხერხი.

ამ ნიადაგების თვისებების გასაუმჯობესებელ ერთ-ერთ ხერხად ითვლება საპლანტაჟო გუთნით ხვნა 50-65 სანტიმეტრის სიღრმეზე, ილუვიური შორიზონტის გადამობრუნებით ზედაპირისაკენ და მისი შემდეგი გაკულტურებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ პრაქტიკაში ეს ასე არ ხდება. სინამდვილეში საპლანტაჟო გუთნით ხვნის შემდეგ ერთმანეთში აირგვა ხოლმე კორდიანი (სახნავი), ეწერი და ილუვიური შორიზონტები, ასე, რომ ზედაპირის ძირითად ნაწილს მაინც ილუვიური შორიზონტი წარმოადგენს.

დადგენილია, რომ ილუვიური შორიზონტის ნაყოფიერება გაცილებით უფრო მაღალია, ვიდრე ეწრისა, მაგრამ ამ შორიზონტებში საკვება ნივთიერებანი მიუწვდომელია მცენარისათვის. ზედაპირისაკენ ილუვიური შორიზონტის გადაადგილების შემდეგ ეს საკვები ნივთიერებანი მიკროორგანიზმების, ატმოსფერული აგენტების, ნიადაგის დამუშავებისა და სხვა ფაქტორთა ურთიერთმოქმედებით ღებულობს მოძრავე, მცენარისათვის ადვილად ასათვისებელ ფორმებს.

კორდიან-ეწრიანი ნიადაგების ღრმა დამუშავება და მასთან ერთად მრავალწლიანი ბალახების თესვა, მინერალური და მწვანე სასუქების გამოყენება, აგრეთვე ნათესბალახიანი თესობრუნვის შემოღება—ნაყოფიერების გაღვივების ღონისძიებათა ეფექტური საშუალებას წარმოადგენს.

აჭაშეთის შემინდრეობის საცდელ სადგურში მიმდინარეობს საპლანტაჟო გუთნით კორდიან-ეწრიანი ნიადაგების გარდაქმნის ცდები (მელიორაციული ხვნა).

აჭაშეთის კორდიან-ეწრიანი ნიადაგი (საცდელი ნაკვეთი), აჭაშეთის შემინდრეობის საცდელი სადგურის მონაცემებით, თიხნარი მექანიკური შედგენილობით და სუსტად გამოხატული სტრუქტურით ხასიათდება.

ეს ნიადაგები 0-12-სანტიმეტრიან ფენაში შეიცავს 3,1% ნეშომპალას; ამ ფენის ქვემოთ ნეშომპალას რაოდენობა მკვეთრად ეცემა 0,94%-მდე. ნეშომპალას შემცველობის შესაბამისად ამ ნიადაგებში აზოტის რაოდენობა



0,08—0 16%-ს შორის მერყეობს. უნდა აღინიშნოს, რომ ერთი მეტრის მთიანეთის ნიადაგები შეიცავს 1%-მდე კალციუმის კარბონატებს. სახნავე ფენაში აქტუალური მგაობა მერყეობს Ph-ის 6,3—6,8 ფარგლებში.

აქამეთის შემინდრეობის საცდელ სადგურში კორდიან-წერიაში ნიადაგების ნაყოფიერების გადიდების ცდები ღრმა ზენასთან (65 სმ) დაკავშირებით დაწყებულია 1949 წლის შემოდგომაზე. 10-მინდრიაში თესობრუნვის საფუძველზე, შემდეგი ძირითადი ვარიანტებით: ღრმა ზენით 65 სანტიმეტრზე და ჩვეულებრივი ზენით 18-20 სანტიმეტრზე. იმავე წელს ნიადაგში იყო შეტანილი დეფიციტური სასუქი თითო ჰიდროლიზური მგაობის ანგარიშით (8,4 ტ/ჰა),  $N_{80}$  (ამონიუმის სულფატი)  $P_2 O_5$   $_{120}$  (სუპერფოსფატის სახით),  $K_2 O_{80}$  (კალიუმის მარილის სახით), რის შემდეგ დაითესა ლურჯი ხანჭკოლა კონდართან ერთად. ხანჭკოლას მოსავალი დრმად მოხსნულზე 69%-ით აღემატებოდა ჩვეულებრივ ხსულზე მოყვანილ მოსავალს (კონტროლზე მოსავალია 6,9 ც/ჰა).

ხანჭკოლას ალების შემდეგ 1950 წელს საცდელ ნაკვეთებში № 1 და 1ა დამატებით იყო შეტანილი სასუქები  $N_{30}$   $P_{120}$   $K_{20}$ , რის შემდეგ ჩატარდა ზენა წინასწარნიანი გუთნით 18-20 სანტიმეტრის სიღრმეზე და დაითესა საშემოდგომო ხორბალი.

1951 წელს საშემოდგომო ხორბლის ალების შემდეგ დაითესა სოია.

ლიტერატურული მონაცემებით [1] კორდიან-წერიაში ნიადაგების ილუვიური ჰორიზონტისათვის დამახასიათებელია სუსტი მიკრობიოლოგიური პროცესები: აგრონომიულად მნიშვნელოვანი მრავალი ჩვეულებრივი მიკროორგანიზმებისა მცირეა ამ ჰორიზონტში. ანდა სრულად არ იმყოფება. მიკროორგანიზმთა მცირე აქტივობის მიზეზად აქ მ. ფედოროვის ის მიაჩნია, რომ ამ ჰორიზონტში მცირე რაოდენობით არის მიკროორგანიზმებისათვის მისაწვდომი ორგანული ნივთიერებანი და აზოტი.

მ. ფედოროვის მეთოდ ნაშრომში [2] მითითებულია, რომ ილუვიური ჰორიზონტში ორგანულ და მინერალურ ნივთიერებათა (განსაკუთრებით აზოტთან) შეტანის შემდეგ მიკრობიოლოგიური აქტივობა ძალიან იზრდება.

ჩვენი მიზანი იყო გამოვეყრკვია, თუ რა მიკრობიოლოგიური პროცესები ვითარდება ილუვიურ ჰორიზონტში მისი გადამრუნების შემდეგ—გაყუდრების სხვადასხვა ხერხის დროს.

ამ მიმართულებით დაიწყო მუშაობა 1951 წელს, ე. ი. ღრმა მოხენიდან 3 წლის შემდეგ. სინჯებს სახალიზოდ 1951-1952 წლებში ვიღებდით თესობრუნვის მინდრეებიდან № 1 და 1ა საშემოდგომო ხორბლის ნაკვეთებზე, მწკრივებს შორის 0-15, 15-30, 30-45 სანტიმეტრის სიღრმეზე.

ანალიზები ტარდებოდა ყოველთვიურად მისიდან სექტემბრამდე. 1951 წლის ნიადაგის ნიმუშებში ირკვეოდა მიკროორგანიზმთა (საპროთიტული ფორმების საერთო რაოდენობა ზორცპეტონიან აგარზე. სპორიანი ამინოფუკტორების აღრიცხვა ზღებოდა მიშუსტინის ლაბორატორიაში დამუშავებულ საკვებ არეზე (50% ზორცპეტონიანი აგარი + 50% აგარიზებული ლუდის ტბილი), ნიადაგის სუსპენზიის წინასწარი პასტერიზაციით 80°C-ზე 10 წუთის განმავლობაში.

მიკროორგანიზმთა ფიზიოლოგიური ჩვეულები ირკვეოდა: ამონიფიკატორები—პეტონიან წყალზე და ვინოგრადსკის არეზე; ამონიფიკაციის პროცესების ინტენსივობა ისაზღვრებოდა ამონიფიკაციის დაგროვების მიხედვით.

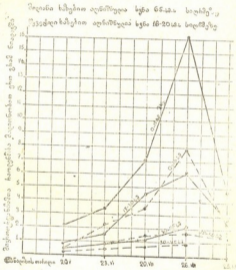
ნიტრიფიკატორები—ვინოგრადსკის თხევალ საკვებ არეზე.

ნიტრიფიკაციის ენერჯია ირკვეოდა აზოტოვან და აზოტის მკავეების დაკრეების ინტენსივობის მიხედვით დროის გარკვეულ მონაკვეთში.



ცელულოზის დამშლელი აერობული მიკროორგანიზმები ირკვეოდა პეინისონის თხევად არეზე. დენიტრიფიკატორები—პილტის საყვებ არეზე. შესატყვისი თვისობრივი რეაქციებით ამონიაკზე, ნიტრიტისა და ნიტრატზე: ანაერობული აზოტფიქსატორი (*Clostridium Pasterianum*)—ვინოგრადსკის არეზე, აზოტბაქტერი — ეში ავარზე. პეტრის ორ პარალელურ ჭამში ლაგდებოდა 3-მილიმეტრიან საცერში გატარებული ნიადაგის პატარა გორბები, თითოში 50 ცალი.

მონაცემები მიკროორგანიზმთა საერთო რაოდენობაზე ნიადაგში 1951 წლისათვის მოცემულია 1 გრაფიკზე.



გრაფიკი 1

ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ეს რაოდენობა საკმაოდ ძლიერად იცვლება მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში, დაწყებული მაისიდან. მაისიდან აგვისტომდე შემჩნეულია მიკროორგანიზმთა რაოდენობის თანდათანობით ზრდა. განსაკუთრებით მკვეთრი ზრდა ემჩნევა პერიოდს 20 ივლისიდან 26 აგვისტომდე, რაც, ჩვენი აზრით, უნდა აიხსნებოდეს ნიადაგის ხელშეორედ დამუშავებით სოიას დათესვის წინ.

ამ მოვლენას ადასტურებს აგრეთვე ა. ნაუმოვას მონაცემები [2], რომელიც უჩვენებს მიკროორგანიზმთა საერთო რაოდენობის გაორკეცებულ ზრდას ივლისში, მაისთან შედარებით. ნაუმოვა ამ ზრდას უკავშირებს მაისის შემდეგ ჩატარებულ ფარცვას.



ქართული  
საბჭოთაო  
მეცნიერებათა  
აკადემია

კორდიან-ეწრიან ნიადაგებში მიმდინარე მიკრობიოლოგიურ მრუდის ასეთსავე მიმართულებას აღნიშნავს თავის ნაშრომში რ. პიკოესკია [4] მიკროორგანიზმთა ზოგიერთი ფიზიოლოგიური ჯგუფისათვის.

სახნავ (15-სანტიმეტრიან) ფენაში ნიადაგის მიკროორგანიზმთა რაოდენობა ღრმა ზენის შემთხვევაში უფრო მეტია ჩვეულებრივისაზე; სახნავსკველა ჰორიზონტში (30-45 სმ) ღრმა ზენისას მათი რაოდენობა თუმცა კლებულობს, მაგრამ მაინც მეტია, ვიდრე ჩვეულებრივი ზენით.

შემოდგომას თან მოჰყვა მიკროორგანიზმთა შემცირება ნიადაგის ყველა ფენაში.

სპორიანი ამონიფიკატორების რაოდენობა ზევ მიერ გამოკვლეულ ნა-  
მუშებში, ზენის ვარიანტების მიხედვით, სეზონის განმავლობაში არ ყოფილა მუდმივი არც ზენის ხასიათისა და არც სინჯის აღების სიღრმის მიხედვით. რის გამოც არ ჩავთვალეთ საჭიროდ მოგვეყვანა შესატყვისი მონაცემები. ამასთან დაკავშირებით უნდა აღინიშნოს მხოლოდ ის, რომ ბაკტერიული ფორმები სე-  
ზონის განმავლობაში შევეთრად იზრდებოდა უსპორო ფორმების ხარჯზე. ცდის ვარიანტებში სპორიანი ამონიფიკატორები სახეობების მიხედვით ერთ-  
ნაირადაა წარმოდგენილი. მათში დომინანტობს *B. mesentericus*, *B. megat-  
herium*, ხოლო შემდეგ — *B. idusus*, *B. mycaides* გამოვლინება შეიძლება წლის ყველა დროში; მისი რაოდენობა უფრო მეტია სახნავ ფენაში, ვიდრე მის მომდევნო ჰორიზონტში.

ანალიზი ფიზიოლოგიური ჯგუფების მიხედვით ჩატარდა ნიადაგის 0-15-  
სანტიმეტრიან შრეში. ამ ანალიზის შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

მიკროორგანიზმთა სხვადასხვა ჯგუფის გამრავლება ნიადაგში მისი დამუშავების წესის მიხედვით (ათასობით 1 გ ნიადაგში)

სა- ლა- შე (სმ)	ღრმა ზენა (65 სმ.)										ჩვეულებრივი ზენა (18—20)				
	ანალიზის დადები														
	20 მაისი	23 ივ- ნისი	20 ივ- ლისი	25 აგ- ვისტი	25 სექტ.	20 მაისი	23 ივ- ნისი	20 ივ- ლისი	26 აგ- ვისტი	25 სექ- ტემბერი					
ამონიფიკა- ტორები	100	100	10,000	100,000	1,000	10	100	100	10,000	100					
ნიტროფიკა- ტორები	0,01	0,1	0,01	10	0,1	0,01	0,01	0,01	0,1	0,01					
დენიტრიფი- კატორები	100	10,000	10,000	100,100	100,000	1,000	10,000	10,000	1,000,000	10,000,000					
ცელულოზს დაამსუღლი აერთბული მიკროორ- განიზმები ანაერობ.	0,01	1,0	0,1	0,1	10	0,01	0,1	0,1	1,0	1,0					
აზოტფიქ- სატორი <i>Clostridium Pasteurianum</i>	10	1,0	10	10	1,0	0,1	0,1	0,1	1,0	0,1					

ცხრილიდან ჩანს, რომ ამონიფიკატორთა რაოდენობა არასოდეს არაა 10<sup>4</sup>-ზე დაბალი, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ მიკროორგანიზმთა ეს ჯგუფი დიდი რა-





ოღენობითაა ნიადაგში (განსაკუთრებით აგვისტოში) და ემთხვევა საერთოდ მიკროორგანიზმთა მაქსიმალურ რაოდენობას.

ნიტრიფიკაციის პროცესი ამ ტიპის ნიადაგებში სუსტი აქტივობით ხასიათდება ხვნის ორივე სახის დროს. ყველაზე უფრო ეს პროცესი გამოხატულია მეორე გადახვნის დროს. აღსანიშნავია, რომ ამ ნიადაგის ბუნებრივი თვისებები ზღუდავს ნიტრიფიკაციის პროცესის მსვლელობას.

ცელულოზის აერობულად დაშლელი მიკროორგანიზმები არ აღემატება  $10^2$  და  $10^3$ -ს. ფილტრის ქაღალდის დაშლის ვადაა 7-დან 35 დღემდე. ფილტრის ქაღალდის ზოლზე ჩნდება სხვადასხვა ფერის ლაქები: ყვითელი, ღია ყვითელი, მწვანე, ნარინჯისფერი; ქაღალდი ლორწოვანდება, რბილდება და ბაქტერიების მოქმედების შემდეგ მასზე ჩნდება ობის სოკოები, რომელთა მოქმედებით ფილტრის ქაღალდის დაშლა ბოლომდე მიმდინარეობდა. მათგან დომინანტობა *Penicillium*, *Botritis*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Chaetium*.

აზოტის ფიქსაცია უმთავრესად ხორციელდება ანაერობული აზოტფიქსატორით *Clostridium Pasteurianum*, რომლის ტიტრი  $10^2$  აღწევს. ღრმა ხვნის პირობებში ფიქსაცია უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს.

აზოტბაქტერი გამოვლინებულია ნიადაგის ცალკეულ გორბებზე და ისიც არა მთელი სეზონის განმავლობაში. სეზონის დასაწყისში აზოტბაქტერის გამოვლინება შესაძლებელი ხდება, შემდეგ ის არ ჩანს.

დენიტრიფიკაციის პროცესი ცდის ვარიანტებში აქტიურად მიმდინარეობს: ტიტრი აღწევს  $10^{10}$ -ს (ზოგჯერ მეტს). დენიტრიფიკატორების რაოდენობა საგრძობლად იზრდება შემოდგომისათვის, რის გამოც დენიტრიფიკაციის პროცესი შემოღობაზე ინტენსიურად მიმდინარეობს.

მრავალ აზოტამდე ნიტრატების ენერგიული აღმდგენელი ჩვენ მიერ სუფთა კულტურის სახით გამოყოფილი პატარა უსპორო ჩხირი *Bact. denitrificans*-ია ტიპისა, რომელიც ნიტრატებს აღადგენს 18 საათის განმავლობაში. გამოყოფილი გაზების შრის სინალე სინჯარაში ჰილტაის საკვებ არეზე 1 სმ-ზე ნეტია.

1952 წელს გამოსაკვლევი ნიადაგის ნიმუშებში ჩატარდა მიკროორგანიზმთა დიფერენცირებული ანალიზი, რაც გამოხატულია მე-2 ცხრილში. 1952 წლის მონაცემები მიუთითებს იმავე კანონზომიერებაზე მიკრომოსახლეობის საერთო რაოდენობაზე, რომელიც აღნიშნულია 1951 წელს. ანალიზებმა გვიჩვენა, რომ ამ ნიადაგებში ჭარბობს ბაქტერიები, არის აგრეთვე საკმაო რაოდენობით აქტინომიცეტები, ხოლო უფრო მცირე—ობის სოკოები. აქტინომიცეტებში დიდი რაოდენობით ჭარბობს რუხი ფერის კოლონიები სხვადასხვა სოკოსა და ბაქტერიის ანტიგონისტები.

მიკროორგანიზმთა ფიზიოლოგიური ჯგუფების ანალიზი, რომელიც ჩატარდა 1952 წელს, მოცემულია მე-3 ცხრილში. მიკროორგანიზმთა ფიზიოლოგიური ჯგუფების რაოდენობა აქ რამდენადმე მეტია, ვიდრე 1951 წელს. 1952 წელს, ისევე როგორც წინა წელს, ნაკვეთების ივლისში ჩატარებული გადახვნის შემდეგ შემჩნეულია ყველა ჯგუფის მიკროორგანიზმთა უფრო ვაცხოველებული მოქმედება, ვიდრე ჩვეულებრივი ხვნით.

ცელულოზის დაშლელი ანაერობული მიკროორგანიზმებს ვარკვევდით ომელიანსკის საკვებ არეზე, მაღალ სინჯარებში (30 სმ). როდესაც საკვები არის ზედაპირი გადაიფარებოდა ბაქტერიული ფრცოვით, მაშინ ფილტრის ქაღალდი რბილდებოდა და თანდათანობით ეშვებოდა სინჯარის ფსკერზე; მისი დაშლის ვადა აღწევდა 18-დან 25 დღემდე.



ცხრილი 2

მიკროოვრგანიზმთა (საქროფიტული ფორმების) რაოდენობა ათასობით 1 გ ნიადაგში (1953)

სიღრმე სმ-ით	ცდის ვარიანტები	ა ნ ა ლ ი ზ ი ს ვ ა დ ე ბ ი											
		20 მაისი					15 აგვისტო					27 სექტემბერი	
		მიკროოვრგანიზმ. საქრ. რაოდენობა	ბაქტერიები	აქტივობის ცენტრები	ობის სოკოები	მიკროოვრგან. საერთო რაოდენობა	ბაქტერიები	აქტივობის ცენტრები	ობის სოკოები	მიკროოვრგანიზ. საერთო რაოდ.	ბაქტერიები	აქტივობის ცენტრები	ობის სოკოები
0-15	ღრმა ხენა	2850	2735	110	5	13900	13845	50	4,5	4400	4225	165	10
15-30	" "	1100	1055	45	—	5700	5697	—	3	2600	2429	165	6
30-45	" "	550	472,5	75	2,5	2000	1983	15	2	1600	1447	150	3
0-15	ჩვეულებ. რ. ხენა	1150	1055,5	90	4,5	7400	7368	30	2	1850	1720	125	3
15-30	" "	700	663	35	2	2200	2188,5	10	1,5	1150	1042	100	3
30-45	" "	150	123,5	25	1,5	800	789,5	10	0,5	610	557	50	3

ცხრილი 3

მიკროოვრგანიზმთა საერთო რაოდენობა ნიადაგის დამუშავების წესის მიხედვით (ათასობით 1 გ ნიადაგში) (1952 წ.)

სიღრმის აღმზის სიღრმე სმ-ით	მიკროოვრგანიზმთა ჯგუფები	ღრმა ხენა (65 სმ)			ჩვეულებრივი ხენა (18-20 სმ)		
		20 მაისი	15 აგვისტო	27 სექტემბერი	20 მაისი	15 აგვისტო	27 სექტემბერი
		0-15	ანიმოფიკატორები	100	1,000,000	1,000	10
	ნიტროფიკატორები	0,1	1,0	0,1	0,01	0,1	1,0
	ფენიტროფიკატორები	100	100,000	10,000,000	1,000	10,000,000	1,000,000
	ცელულოზის დამშლელი აერობული მიკროოვრგანიზმები	1,0	10	1,0	0,1	1,0	1,0
	ცელულოზის დამშლელი ანაერობული მიკროოვრგანიზმები	10	1,0	1,000	1,0	100	0,1
	ანაერობული აზოტფიკატორი <i>Plostridium Pasteurianum</i>	1,0	10,000	100	1,000	1,0	100

აზოტბაქტერის 1952 წ. რაოდენობის დადგენა ხდებოდა ეშპის აგარიზებულ არეზე, სტარკეის არეზე და ჰელის ფირფიტებზე ვინოგრაფსკის ან ეშპის არეთი, მიკროოვრგანიზმების დამატებით. ანალიზის შედეგები მთლიანად ემთხვევა 1951 წლის მონაცემებს. ნიადაგის ერთეული გროსები იფარებოდა მოყავისფრო ლორწოთი, რომელიც თანდათან მუქედებოდა. ამ დამახასიათებელი ლორწოს მომცემი შტამები, გამოყოფილი სუფთა კულტურებში, იდენტურია *Azotobacter chroococcum* (B), დანარჩენი გროსების 50-80% იფარებოდა ლორწოვანი ბაქტერიებით.



დასკვნები

1. აქამეთის ვაკის კორდიან-ეწორიანი ნიადაგის თვისებების გაუმჯობესებისათვის საჭირო აგრონომიულ ღონისძიებათა კომპლექსში მიკრობიოლოგიური პროცესების შესწავლამ ნიადაგის ღრმად დამუშავებიდან 3 წლის შემდეგ გვიჩვენა, რომ სახნავი ფენა უფრო მდიდარია მიკროორგანიზმებით ღრმა ხენის დროს, ვიდრე ჩვეულებრივი ხენის პირობებში.

2. ნიადაგის ღრმად დამუშავებისას უფრო აქტიური ხდება მიკროორგანიზმთა ზოგიერთი ჯგუფი: ამინოფიკატორები, ანაერობული აზოტფიკატორები (*Clas. Paetnriani*) და ანაერობული ცელულოზის დამშლენები.

3. სპორიანი ამინოფიკატორების რაოდენობა ცდის ვარიანტებში მტკიცე არ იყო, არც ღრმა ხენისა და არც სინჯის აღების სიღრმის მიხედვით. სპორიანი ამინოფიკატორების სახეობრივი შედგენილობა ნიადაგის დამუშავების ორივე წესის დროს იდენტურია. მათ შორის დომინანტობს *B. mesentericus*, *B. megatherium*, შემდეგ — *B. idosus*.

4. დენიტრიფიკაციის პროცესის ინტენსიუობაზე გავლენას არ ახდენს ნიადაგის გამოცდილი დამუშავების წესები.

5. ნიადაგის ღრმად დამუშავებამ (საპლანტაჟო გუთნით) აგრონომიულ ღონისძიებათა კომპლექსში გავლენა არ მოახდინა აზოტობაქტერისა და ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების რაოდენობაზე. აღსანიშნავია, რომ ეს ბაქტერიები მცირეა ამ ნიადაგში, რაც ვგაფიქრებინებს, რომ საჭიროა დამატებითი სხვა ღონისძიებები ამ აგრონომიულად შეტანლ მნიშვნელოვან ბაქტერიათა ჯგუფების აქტივიზაციისათვის.

საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის  
მეცნიერებათა აკადემიის მიწათმოქმედების  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მიუყვება 16.9.1959)

დამოწმებული უბრაბბუბა

1. В. П. Бушинский. Коренная переделка почвы—основа создания эффективного плодородия. Сборник памяти акад. В. Р. Вильямса, 1942.
2. Н. В. Мешков и Р. Н. Ходанова. Влияние углубления и окультуривания пахотного слоя на распространение микроорганизмов в природе дерновоподзолистых почв. Труды Почвенного института им. В. В. Докучаева, 1956.
3. Е. Н. Мишустин и В. А. Мирзоева. Соотношение основных групп микроорганизмов в почвах разных типов. Почвоведение, 6, 1956.
4. А. Н. Наумова. Методы непосредственного счета микроорганизмов в почве и характеристика отдельных почв Союза. Труды НИУ, вып. 108 (Микробиология почвы и удобрения), 1953.
5. М. А. Павловский. Влияние углубления вспашки на запас почвенной влаги. Почвоведение, № 8, 1956.
6. Р. Пиковская, С. Русадзе и М. Гелашвили. К вопросу о самоочищающих свойствах основных типов почв Грузинской ССР. Журн. Гигиены и сан., 1956, стр. 15.
7. А. Раузов и Н. Ремезов. Распространение микроорганизмов в профиле подзолистой почвы. Почвоведение, т. XX, вып. 1—2, 1929.
8. М. В. Федоров. Изменение микробиологической активности иллювиального горизонта дерново-подзолистых почв в процессе окультуривания. Микробиология. Известия ТСХА, т. 1, 1954.
9. М. В. Федоров. Микробиологическая активность иллювиального горизонта дерново-подзолистых почв. Известия ТСХА, 3 (4), 1953.

რ. სავანაძე

## ზომო სვანეთის ხვატარების (NOCTUIDAE) ფაუნისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდიაძემ 25.8.1959)

წინამდებარე შრომას საფუძვლად დაედო ზოოლოგიის ინსტიტუტის ექსპედიციის მიერ 1957 წ. ზემო სვანეთში შეგროვილი მასალა.

მასალის შეგროვება წარმოებდა სოფ. ყორულდაში, იელის-აგვისტოს განმავლობაში, ელნათურის სინათლეზე, საჭერების საშუალებით.

სოფ. ყორულდაში მდებარეობს 2000 მ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან. ამ სოფლის გარშემო შემდეგი ლანდშაფტებია:

სამხრეთით—ტყის ზედა სარტყელია ცირცელის, არყისა და ნეკერჩხლის შემადგენლობით, დასავლეთით—მდელოები, რომლებიც ქვემოთ ეშვებიან სოფ. ლასალის ტირიფისა და არყის ბუჩქნარებით დაფარული მიდამოებისაკენ; აღმოსავლეთით -- მდ. ყორულდაშის ხეობა და ქედი ყაროშას ციციბო ფერდობი, რომელზეც იზრდება ნეკერჩხლისა და არყის ხეები და როდოდენდრონის ბარდები; ჩრდილოეთით—მარადთოვლიანი დერუნიჩაქისა და აილაშის ფერდობების ფუძეები, დაფარული ალპური ველის მცენარეულობით, ხოლო უფრო ზევით—დაბალი ბალახეულობით და როდოდენდრონის ბარდებით.

1. *Triphalua prunella* L.

ყორულდაში 20.VII.

სახეობა ფართოდაა გავრცელებული ამიერკავკასიაში. სივრთო გავრცელება: ჩრდ. კავკასია, სსრკ ევრ. ნაწილი, შუა აზია, ხმელთაშუა ზღვის ოლქი. ნაირკამიაა. ცხოვრობს უმთავრესად ქსეროფიტულ სტაციებში. აზიანებს ბოსტნეულ კულტურებს, სათიბ ბალახეულს (ინგლისი), აგრეთვე აღინიშნება მატლების მიერ ვაზის დაზიანება. მასობრივი გამრავლების დროს ჰარხლისათვის მიყენებული ზარალი აღმოსავლეთ საქართველოში 15%-დან 48%-მდე აღწევს [3].

2. *Graphiphora c-nigrum* L.

ყორულდაში 18.VIII.

სახეობა ფართოდაა გავრცელებული პალეარქტიკაში. პოლიფაგია, აზიანებს ბოსტნეულ და ხეხილის კულტურებს, ვაზსა და შაქრის ჰარხალს.

3. *Graphiphora triangulum* Hüfn.

უშგული 16.VIII.

თბილისი, ბორჯომი, კოჯორი, ბარისახო.

სივრთო გავრცელება: სომხეთი, აზერბაიჯანი, სსრკ ევრ. ნაწილი, შუა აზია, ციმბირი, ალტაი; დას. ევროპა.

სახეობა ნაირკამიაა.


 4. *Eurois occulta* L.

ყორულდაში 31.VII.

ამიერკავკასიაში აღინიშნება მაღალმთიან რაიონებში. საქართველოში პირველად აღინიშნება.

საერთო გავრცელება: ჩრდ. კავკასია, სსრკ ევრ. ნაწილი, ციმბირი, შუა აზია, დას. ევროპა, კორეა, იაპონია, ტიბეტი, ჩრდ. ამერიკა.

გვხვდება ბალახეულ მცენარეებზე, სახეობა ნაკლებადაა შესწავლილი ეკოლოგიის თვალსაზრისით.

 5. *Caradrina anguroides* Roth.

ყორულდაში 21.VIII.

საერთო გავრცელება: სომხეთი, აზერბაიჯანი, დაღესტანი, ყირიმი, სსრკ ევრ. ნაწილი, სამხრეთ ციმბირი, შუა აზია, მონღოლეთი, ჩრდ. აფრიკა, მცირე აზია, სირია.

 6. *Caradrina lucipeta* F.

ყორულდაში 26.VII.

აღინიშნება აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოში.

საერთო გავრცელება: ჩრდ. კავკასია, ყირიმი, ხმელთაშუა ზღვა, გერმანია, კარპატები, მცირე აზია.

 7. *Caradrina (Cyrcbia) luperinoides* Gn.

ყორულდაში 30.VII; 31.VII; 12 და 22.VIII.

ადრე აღინიშნებოდა აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალმთიან რაიონებში, გარდა ამისა, ეს სახეობა აღინიშნება გოგჩის ტბასა და დაღესტანში (კურუში). ენდემურია კავკასიისათვის.

 8. *Caradrina (Chersotis) cuprea* Schiff.

ყორულდაში 20—23 VII; 30—31.VIII.

ადრე კოკანჩიკოვის მიერ საქართველოში აღნიშნული იყო გავრცელების ზუსტი ადგილის გარეშე.

საერთო გავრცელება: დაღესტანი, ჩრდ. კავკასია, ყირიმი, სსრკ ევრ. ნაწილი, შუა აზია, შორეული აღმოსავლეთი, კამჩატკა; ალპები, იაპონია.

 9. *Caradrina (Chersotis) multangula* Hb.

ყორულდაში 13.VIII. საქართველოში, გარდა ამისა, აღინიშნება თბილისსა და ბორჯომში.

საერთო გავრცელება: ნახჭევნის ასსრ, დაღესტანი, ჩრდ. კავკასია, პოკოლეი, ლატვიის სსრ, შუა აზია, მცირე აზია, ირანი, დასავლეთ ევროპა.

 10. *Caradrina (Episilia) grisescens* F.

ყორულდაში 14.VIII.

ცნობილია აღმოსავლეთ საქართველოს მთიანი რაიონებიდან.

სახეობა ფართოდაა გავრცელებული პალეარქტიკაში.

მატლები ბალახეულ მცენარეებზე.

 11. *Diarsia festiva* Schiff.

ყორულდაში 20—26.VII; 31.VII.

გარდა ამისა, აღინიშნება თბილისსა და ბორჯომში.



საერთო გავრცელება: აზერბაიჯანი, სომხეთი, დაღესტანი, ჩრდ. კავკასია, სსრკ ევრ. ნაწილი, ციმბირი, აშური, სახალინი, კამჩატკა; დას. ევროპა, მონღოლეთი.

12. *Ochropleura renigera* Hb. f. *funebria* Stgr.

ყორულდაში 31.VII.

აღინიშნება მხოლოდ აღმოსავლეთ საქართველოში (ბორჯომი, ბაკურიანი, კოჯორი).

საერთო გავრცელება: ჩრდ. კავკასია, დას. ევროპა.

აღინიშნულია მალაღმთიან ადგილებში.

13. *Agrotis corticeta* Schiff.

ყორულდაში 20—31.VII; 1.VIII.

აღინიშნება აღმ. საქართველოს რიგ პუნქტებში.

საერთო გავრცელება: სომხეთი, აზერბაიჯანი, ჩრდ. კავკასია, სსრკ ევრ. ნაწილი, ციმბირი, შორეული აღმოსავლეთი, დას. ევროპა, იაპონია, ტიბეტი, ინდოეთი, მონღოლეთი.

ნაირჰამიაა. აზიანებს ბოსტნეულ კულტურებს.

14. *Agrotis exclamationis* L.

ყორულდაში 20.31.VII; 2.VIII; 11—12.VIII.

სახეობა ფართოდაა გავრცელებული ამიერკავკასიასა და პალეარქტიკაში. ნაირჰამიაა. აზიანებს მთელ ჯგუფს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისას (ბოსტნეული, ბალჭეული, ტექნიკური კულტურები და სხვა).

აღმოსავლეთ საქართველოში სპორადულად აზიანებს ქარხლის პლანტაციებს.

15. *Agrotis obesa* Bd.

ყორულდაში 18.VIII.

აღინიშნება პალეარქტიკაში. აღმოსავლეთ საქართველოს რიგ პუნქტებში.

16. *Euxoa nigricans* L.

ყორულდაში 12—22.VIII.

აღინიშნება როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოში.

საერთო გავრცელება: აზერბაიჯანი, ყირიმი, სსრკ ევრ. ნაწილი, ციმბირი, სახალინი, კამჩატკა, ჩინეთი, მონღოლეთი, კორეა, იაპონია, დას. ევროპა.

აღინიშნულია როგორც ბოსტნეულის მავნებლები. საქართველოში აზიანებს თამბაქოსა და ქარხალს.

17. *Euxoa obelisca* Schiff.

ყორულდაში 18.VIII.

აღინიშნება მხოლოდ აღმ. საქართველოში.

საერთო გავრცელება: პალეარქტიკა.

აზიანებს კულტურულ მცენარეებს.

18. *Euxoa conspicua* L.

ყორულდაში 20.26.VII; 1.VIII.

სახეობა ფართოდაა გავრცელებული პალეარქტიკაში.



საერთო გავრცელება: აზერბაიჯანი, სომხეთი, დაღესტანი, ჩრდ. კავკასია, სსრკ ევრ. ნაწილი, ციმბირი, აშური, სახალინი, კამჩატკა; დას. ევროპა, მონღოლეთი.

12. *Ochropleura venigera* Hb. f. *fauebris* Stgr.

ყორულდაში 31.VII.

აღინიშნება მხოლოდ აღმოსავლეთ საქართველოში (ბორჯომი, ბაკურჩიანი, კოჯორი).

საერთო გავრცელება: ჩრდ. კავკასია, დას. ევროპა.

აღნიშნულია წალალმთიან ადგილებში.

13. *Agrotis corticea* Schiff.

ყორულდაში 20—31.VII; 1.VIII.

აღინიშნება აღმ. საქართველოს რიგ პუნქტებში.

საერთო გავრცელება: სომხეთი, აზერბაიჯანი, ჩრდ. კავკასია, სსრკ ევრ. ნაწილი, ციმბირი, შორეული აღმოსავლეთი, დას. ევროპა, იაპონია, ტიბეტი, ინდოეთი, მონღოლეთი.

ნაირკამიაა. აზიანებს ბოსტნეულ კულტურებს.

14. *Agrotis exclamations* L.

ყორულდაში 20.31.VII; 2.VIII; 11—12.VIII.

სახეობა ფართოდაა გავრცელებული ამიერკავკასიისა და პალეარქტიკაში. ნაირკამიაა. აზიანებს მთელ ჯგუფს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისას (ბოსტნეული, ბაღნეული, ტექნიკური კულტურები და სხვა).

აღმოსავლეთ საქართველოში სპორადულად აზიანებს ჭარხლის პლანტაციებს.

15. *Agrotis obesa* Bd.

ყორულდაში 18.VIII.

აღინიშნება პალეარქტიკაში. აღმოსავლეთ საქართველოს რიგ პუნქტებში.

16. *Euxoa nigricans* L.

ყორულდაში 12—22.VIII.

აღინიშნება როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოში.

საერთო გავრცელება: აზერბაიჯანი, ყირიმი, სსრკ ევრ. ნაწილი, ციმბირი, სახალინი, კამჩატკა, ჩინეთი, მონღოლეთი, კორეა, იაპონია, დას. ევროპა.

აღნიშნულია როგორც ბოსტნეულის მავნებლები. საქართველოში აზიანებს თამბაქოსა და ჭარხალს.

17. *Euxoa obelisca* Schiff.

ყორულდაში 18.VIII.

აღინიშნება მხოლოდ აღმ. საქართველოში.

საერთო გავრცელება: პალეარქტიკა.

აზიანებს კულტურულ მცენარეებს.

18. *Euxoa conspicua* L.

ყორულდაში 20.26 VII; 1.VIII.

სახეობა ფართოდაა გავრცელებული პალეარქტიკაში.



აზიანებს რიგ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს.

ჩვეულებრივია ყველგან.

19. *Euxoa birivia* Schiff.

ყორულდაში 31.VII.

აღინიშნება როგორც აღმოსავლეთ, ისე დას. საქართველოში.

საერთო გავრცელება: სომხეთი, ყირიმი, შუა აზია, ირანი, დას. ევროპა.

20. *Euxoa recussa* Hb.

ყორულდაში 21.VIII.

აღინიშნება ლავოღების ნაქრძალში, 2000 მ სიმაღლეზე.

საერთო გავრცელება: სსრკ ევრ. ნაწილი (ჩრდილოეთი), შუა აზია,

ამური, ჩრდ. მონღოლეთი, დას. ევროპა.

აღინიშნულია მაღალმთიან ადგილებში.

21. *Euxoa kuruschensis* Bours.

ყორულდაში. 18—20.VIII. თრუსოს ხეობა.

სახეობა აღწერილია დაღესტნიდან (ყურუში). ჩვეულებრივია მაღალ-  
 მთიანი რაიონებისათვის.

22. *Barathra brassicae* L.

ყორულდაში 22.VIII.

სახეობა ფართოდაა გავრცელებული პალეარქტიკაში.

ნაირკამიაა. აზიანებს რიგ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს, უმთავრე-  
 სად ჯვაროსან კულტურებს.

23. *Mamestra trifolii* Rott.

ყორულდაში 26.VIII. პალეარქტიკა.

სახეობა ფართოდაა გავრცელებული ამიერკავკასიაში.

აზიანებს ბოსტნეულ და ტექნიკურ კულტურებს.

24. *Dianthoecia nana* Rott.

ყორულდაში 7—20.VIII.

საერთო გავრცელება: სომხეთი, შუა აზია, სსრკ ევრ. ნაწილი (გარდა  
 შორეული ჩრდილოეთისა), სამხრეთ ციმბირი შორეულ აღმოსავლეთამდე;  
 მონღოლეთი. ჩრდ. აფრიკა, მცირე აზია.

25. *Dianthoecia proxima* Hb.

ყორულდაში 20—31, 12.VIII. შოვი.

საერთო გავრცელება: სომხეთი, სსრკ ევრ. ნაწილი (ჩრდ. და შუა ციმ-  
 ბირი შორეულ აღმოსავლეთამდე; მონღოლეთი.

26. *Bombycia viminalis* F.

ყორულდაში 20.VII. ბორჯომი.

საერთო გავრცელება: სომხეთი, ჩრდ. კავკასია, სსრკ ევრ. ნაწილი,  
 (ჩრდ. და შუა), შორეული აღმოსავლეთი; დასავლეთ ევროპა.

მატლი ცხოვრობს ტირიფზე.

27. *Brotolomia meticulosa* L.

ყორულდაში 16.VII.

აღინიშნება აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოში.





საერთო გავრცელება: სომხეთი, სსრკ ევრ. ნაწილი, დას. ევროპა, აფრიკა, მცირე აზია, სირია.

მატი ცხოვრობს ბალახეულ მცენარეებზე.

28. *Miana strigilis* Cl.  
 ყორულდაში 20.30.VII.

საერთო გავრცელება: სომხეთი, სსრკ ევრ. ნაწილი, დას. ევროპა.

29. *Apamea bischoffi* H. S.  
 ყორულდაში 31.VII.

საერთო გავრცელება: მცირე აზია.  
 საქართველოსათვის პირველად აღინიშნება.

30. *Hadena lateritia* Hufn.  
 ყორულდაში 31.VIII. ბორჯომი.

საერთო გავრცელება: სომხეთი, ევრ. ნაწილი (სსრკ), ციმბირი, შორეული აღმოსავლეთი; იაპონია, დას. ევროპა.

31. *Leucania l-album* L.  
 ყორულდაში 23.VIII.

ფართოდაა გავრცელებული საქართველოში.

საერთო გავრცელება: ამიერკავკასია, შუა აზია, სსრკ ევრ. ნაწილი, დას. ევროპა, ჩრდ. აფრიკა, მცირე აზია.

მატი ცხოვრობს ხორბლეულსა და მკაუნაზე.

32. *Leucania vitellina* Hb.  
 ყორულდაში 10.VIII.

ამიერკავკასიისათვის ჩვეულებრივი სახეობაა.

საერთო გავრცელება: სსრკ. ევრ. ნაწილი, შუა აზია, ჩრდ. აფრიკა, დასავლეთ ევროპა.

33. *Leucania conigera* F.  
 ყორულდაში 19.VIII.

საერთო გავრცელება: ამიერკავკასია, სსრკ ევრ. ნაწილი, მცირე აზია, იაპონია, ინდოეთი.

მატი ცხოვრობს ბალახეულ მცენარეებზე.

34. *Phlogophora scita* Hb.  
 ყორულდაში 27.VII.

საერთო გავრცელება: ამიერკავკასია, სსრკ ევრ. ნაწილი, დას. ევროპა, მცირე აზია.

საქართველოში აღინიშნება მხოლოდ შალაშთიან რაიონებში.

35. *Laphygma exigua* Hb.  
 ყორულდაში 20.30.VII; 1.VIII.

ამიერკავკასიისათვის ჩვეულებრივი სახეობა.

საერთო გავრცელება: შუა აზია, სსრკ ევრ. ნაწილი (სამხრეთი) ჩრდ. აფრიკა, მცირე აზია, დას. ევროპა (სამხრეთი), ჩინეთი, იაპონია, აზიანებს ბოსტნეულ და ტექნიკურ კულტურებს, აღინიშნება ვაზზეც.

36. *Atethis aspersa* Rbr.  
 ყორულდაში 20.VII; 1.VIII;  
 საქართველოში აღინიშნება გავრცელებული.  
 საერთო გავრცელება: სომხეთი, შვირე აზია, სირია, თურქეთი, დას.  
 ევროპა.
37. *Atethis pulmonaris* Esp.  
 ყორულდაში 7.VIII. ლაგოდები, აუზბუთი,  
 საერთო გავრცელება: დასავ. ევროპა.  
 მატლი *Pulmonaria*-ზე.
38. *Atethis morpheus* Hüfn.  
 ყორულდაში 28.VII; 4.VIII.  
 აღინიშნება აღმ. და დას. საქართველოში.  
 საერთო გავრცელება: შუა აზია, სსრკ ევრ. ნაწილი, შორეული აღმოსავლეთი, კორეა, დას. ევროპა.  
 მატლი ცხოვრობს ბალახულ მცენარეებზე.
39. *Atethis alsines* Brahm.  
 ყორულდაში 31.VII.  
 ახალციხე, თელავი.  
 საერთო გავრცელება: სომხეთი, შუა აზია, სსრკ ევრ. ნაწილი, ციმბირი, დას. ევროპა.
40. *Hiptelia ochreago* Hb.  
 ყორულდაში 21.30.VII; 1.VIII.  
 ლაგოდები (2000 მ).  
 საერთო გავრცელება: სომხეთი, დას. ევროპა.  
 აღინიშნება მაღალმთიან რაიონებში.
41. *Comia palcaea* Esp.  
 ყორულდაში 27.VII.  
 საერთო გავრცელება: სსრკ ევრ. ნაწილი, ციმბირი, დას. ევროპა, ჩრდ. ამერიკა.  
 მატლი *Betula*-ზე, *Populus*-ზე და *Alnus*-ზე.  
 საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.  
 ამიერკავკასიაში გვხვდება მაღალმთიან რაიონებში.
42. *Dyschorista suspecta* Hb.  
 ყორულდაში 7.VIII. ბორჯომი.  
 საერთო გავრცელება: სომხეთი, სსრკ ევრ. ნაწილი, ციმბირი, შუა აზია, დას. ევროპა.  
 მატლი.
43. *Chloridla peltigera* Schiff.  
 ყორულდაში 1.VIII.  
 სახეობა ფართოდაა გავრცელებული ამიერკავკასიაში სტეპის ქვემო ზონიდან 2000 მეტრამდე.  
 საერთო გავრცელება: კავკასია, ყირიმი, შუა აზია, სსრკ ევრ. ნაწილი, დასავლეთ ევროპა (სამხრეთი).



44. *Chloridea dipsacea* L.

ყორულდაში 9.VIII.

ამიერკავკასიისათვის ჩვეულებრივია.

საერთო გავრცელება: სსრკ ევრ. ნაწილი, ყირიმი, კავკასია, შუა აზია, ციმბირი, შორეული აღმოსავლეთი, დას. ევროპა, ჩინეთი, იაპონია, კორეა, სირია. აზიანებს ტექნიკურ კულტურებს.

ამგვარად, ზემო სვანეთის ხეატრების ფუნა ჯერჯერობით 44 სახეობითაა წარმოდგენილი.

გამოვლენილი სახეობრივი შედგენილობა არ შეიძლება ჩაითვალოს სრულყოფილად, რადგან მასალა შეგროვილია მხოლოდ ზაფხულის მეორე ნახევარში.

სამწუხაროდ, არ მოგვეპოვება ზაფხულის I ნახევრისა და გაზაფხულის ხეატრების მასალა. სრულყოფილი დახასიათებისათვის აუცილებელია შემდგომი გამოკვლევები არა მარტო სახეობრივი შედგენილობის გამოსავლიანებად, არამედ ცალკეული სახეობის ეკოლოგიისა და სამეურნეო მნიშვნელობის თვალსაზრისით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვია 25.8.1959)

შემაჯავებელი ლიტერატურა

1. Вредители леса. Справочник, т. 1, Изд. АН СССР, 1955.
2. Вредные животные Средней Азии (справочник). Изд. АН СССР, М.—Л., 1949.
3. Г. В. Дольдзе. Результаты изучения главнейших вредителей кочана капусты и уточнения мер борьбы с ними в условиях Восточной Грузии. Автореферат. Изд. АН ГССР, 1957.
4. Н. В. Кожанчиков. Фауна СССР, Совки (подсем. *Agrotinae*). Изд. АН СССР, 1937.
5. Е. С. Милановский. К фауне чешуекрылых (*Macrolepidoptera*) Грузии. Труды Института зоологии АН ГССР, т. XV, 1959.
6. Р. Ф. Савенко. К фауне совок (*Noctuidae, Agrotinae*) Грузии. Труды Института зоологии АН ГССР, XII, 1954.
7. Р. Ф. Савенко. Материалы к фауне совок (*Noctuidae*) Грузии. Тр. Института зоологии АН ГССР, т. XIV, 1956.
8. Н. Д. Тулашвили. Материалы к вредной фауне полевых культур в Грузинской ССР. Труды Института защиты растений АН ГССР, т. V, 1948.

მ. კელსტატიშვილი

მისცეპო-ლინგვალური რეფლექსი

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. ჯეფეანიშვილმა 22.1.1960)

ენის ტონუსის გაზომვამ, როგორც ჭანძრთელ პირებში, ისე ავადმყოფებში (რომლებიც უჩიოდნენ სტომატოლოგიური, კუჭ-ნაწლავის ტრაქტისა და კანის დაავადებებს) გვიჩვენა, რომ ენის მუსკულატურას, ისე როგორც ჩონჩხის კუნთებს, ახასიათებს განსაზღვრული ტონუსი, რომელიც შეიძლება შეიცვალოს ამა თუ იმ პათოლოგიის დროს [1].

ამასთან დაკავშირებით წამოიჭრა საკითხი ენის ტონუსის ფიზიოლოგიური მუქანის შესახებ, რომელიც მეტწილად უნდა იყოს რეფლექსური წარმოშობისა, ისე როგორც ჩონჩხის განივზოლიანი კუნთების ტონუსი. ეს უკანასკნელი იმყოფება აგრეთვე შინაგანი ორგანოებიდან ნერვული იმპულსაციის გავლენის ქვეშაე [2]. მაგალითად, ბაყაის სათესლის გაჭიმვის დროს ვნახულობთ წინა კიდურების კუნთების ტონუსურ შეკუმშვას (ე. წ. მოხვევის რეფლექს) [2]. ფლტვის შიგნითა წნევის აწევა თბილისისლიანებში იწვევს ჩონჩხის კუნთების ტონუსის ცვლილებებს. კაროტიდული სინუსების და სინუსური ნერვების რეცეპტორების გაღიზიანება იწვევს ჩონჩხის კუნთების ტონუსის დაწევას. კატაში ნაღვლის ბუშტის გაბერვა იწვევს მისი მკერდის ზედაპირული კუნთის ტონუსურ შეკუმშვას და ა. შ.

თავისთავად ცხადია, რომ ენის ტონუსიც, ასე თუ ისე, დამოკიდებული უნდა იყოს შინაგანი ორგანოების რეცეპტორების იმპულსაციაზე და საერთოდ ნერვულ-რეფლექსური გავლენის ქვეშ უხდა იმყოფებოდეს, მაგრამ ეს საკითხი არამც თუ არაა შესწავლილი, არამედ ჭერჭერობით არცაა დასმული. მართალია, არსებობს ზოგიერთი დაკვირვება ენის ე. წ. „ფსევდომოტორული“ (ტონომოტორული) ცვლილებების შესახებ ნერვული სისტემის გავლენით, მაგრამ ამ მოვლენას არა აქვს პირდაპირი დამოკიდებულება წამოყენებულ საკითხთან.

ეს ფენომენი—ენის ტონუსური შეკუმშვა ენის მგრძობიარე ნერვის გაღიზიანებით გამოწვეული ნერვის გადაჭრის რამდენიმე დღის შემდეგ იცვლება როგორც სიმპათიური, ისე ენის ქვეშა ნერვების პირდაპირი ელექტრული გაღიზიანებით, ასევე რეფლექსური მოქმედების გავლენითაც (სახელდობარ, სხვადასხვა მგრძობიარე ნერვების გაღიზიანებით).

შინაგანი ორგანოებისა და ენის მოტორიკას შორის კავშირის გამოვლენების მიზნით (ე. ი. შინაგანი ორგანოებისა და ენის ტონუსის შორის კავშირისა), ვინაიდან განივზოლიანი კუნთების ტონუსური შეკუმშვა არსებითად წარმოადგენს ხანგრძლივ და სუსტ ტეტანუსურ შეკუმშვას, ჩვენ ჩავატარეთ წინასწარი დაკვირვებანი თბილისისლიან ცხოველებზე. აღმოჩნდა, რომ ძაღლის პავლოვისებულ პატარა კუჭში მარბლის შეკვის 0,5% ხსნარის შეყვანა ზოგჯერ საერთო მოძრაობითს რეაქციასთან ერთად (თავის მოძრაობა) იწვევს



აგრეთვე ენის გამოყოფასა და ლოკვას; კატეგში სწორ ნაწლავში ამ ხსნარის შეყვანა იწვევს ენის გამოყოფასა და ლოკვას; კურდღლებში ასეთივე პროცედურამ შეიძლება გამოიწვიოს ენის გაწვლავუნება. ეს რეფლექსი შინაგანი ორგანოებიდან ენის მოძრაობაზე, რომელიც ჩვენს მიერ წოდებულია ვისცერო-ლინგვალურ რეფლექსად, დეტალურად ბაყაყებზე შევსწავლეთ.

ამოცანას შეადგენდა შინაგანი ორგანოებიდან, აგრეთვე ვისცერალური ნერვების გაღიზიანებით, ენის მოძრაობის გამოწვევის ფაქტის დახსენება. აგრეთვე განსაზღვრა ცენტრალური ნერვული სისტემის იმ დონისა, სადაც წარმოებს გადაართვა შინაგანი ორგანოებიდან მომდინარე შერჩნობიარე იმპულსებისა, მოტორულ ნერვულ გზებზე, რომელიც მიიმართება ენის კუნთში.

### მეთოდიკა

ცდები დაეყენებ მშვანე (წყლის) *Rana ridibunda*-ს სახის ბაყაყებზე. ბაყაყი მაგრდებოდა საცობის ფირფიტაზე მუცლით ქვევით. მას ჭინჭისთავებით უმაგრდებოდა ოთხივე კიდური. ზედა ყბას ვწვედით კავით და პირს ვაფიქსირებდით ღია მდგომარეობაში. ენის წვერზე ვადებდით ლიგატურას, რაც შეერთებული იყო მიოგრაფთან. ვაწარმოებდით ენის მოძრაობის კომოგრაფულ ჩაწერას. ბაყაყები დაუზიანებელი ცენტრალური ნერვული სისტემით, თუკი ის ფიქსირებულია ზემოაღწერილი მეთოდით, ჩვეულებრივად არ იძლევიან ენის „სპონტანურ“ მოძრაობას; ასეთი ნებისმიერი მოძრაობა შეიძლება წარმოიშვას მხოლოდ იშვიათად და ამიტომ მათ ცდის წარმოებაში არ შეუძლიათ ხელის შეშლა. სამაგიეროდ ამა თუ იმ სტიმულის საპასუხოდ ენის მოძრაობა აღმოცენდება კანონზომიერად.

ვისარგებლეთ შემდეგი სახის სტიმულებით, რომლებიც იწვევდნენ ენის რეფლექსურ შეკუმშვებს: ა) ცთომილი ნერვისა და სპლანქნიკუსის, აგრეთვე—სიმპატიკური წველის ფარადიული გაღიზიანებანი. ბ) ღრუოვანი ორგანოების—კუჭის, ნაწლავის, კლავის ღრუოვანი გარსის ჭიმიური გაღიზიანებანი. დაყენებული იყო ცდების 5 სერია 206 ბაყაყზე. სულ რეგისტრირებულია ენის 752 რეფლექსური შეკუმშვა ზემოაღნიშნული სტიმულების საპასუხოდ.

### ცდების შედეგები

#### 1. ვისცერალური ნერვების დაყოფით გაღიზიანება

საკითხის გამორკვევის მიზნით, თუ რომელ ნერვულ ღეროში (რომელიც გამოდის მუცლის შეგნულობიდან) გაცივლის აფერენტული (შერჩნობიარე გზები ენის კუნთის რეფლექსური შეკუმშვისათვის, ხატარდა ცთომილი ნერვისა და სპლანქნიკუსის ფარადიული გაღიზიანება. აღნიშნული ნერვები, განთავისუფლების შემდეგ, ელექტროდებით აიწვია ზევით; ისახდებოდა ფარადიული გაღიზიანების ზღურბლი ენის მოძრაობის მიხედვით. გაღიზიანება როგორც ვაგუსის, ისე სპლანქნიკუსისა კანონზომიერად იწვევდა ენის რეფლექსურ შეკუმშვებს. ენის შეკუმშვა იწებოდა განსაზღვრული ფარული პერიოდის შემდეგ, ზოგჯერ ფარული პერიოდი იყო მნიშვნელოვანი. ყველა შემთხვევაში აღინიშნებოდა ხანგრძლივი შემდეგმოქმედება, რომელიც სხვა არა არის რა, თუ არა ენის კუნთის ტონუსური შეკუმშვა.

თუ ენის რეფლექსურ გაღიზიანებას გამოიწვევთ ერთ-ერთი ვაგუსის ფარადიული გაღიზიანებით და შემდეგ დაეუმატებთ მეორე ვაგუსის გაღიზიანებას, პირველი შეკუმშვა მნიშვნელოვნად ძლიერდება.



აუცილებელია აღვნიშნოთ შემდეგი ფაქტი: ვაგუსის გადაკვეთის შემდეგ, თუ გავალიზიანებთ მის პერიფერიულ ბოლოს, ზოგჯერ ეს აგრეთვე იწვევს ენის რეფლექსურ შეკუმშვას; უნდა ვიფიქროთ, რომ ეს შეკუმშვა გამოიწვევა ამ ნერვის აფერენტული ბოჭკოების გადასვლით სხვა შემოსასვლელ გზებზე.

მაშასადამე, პროცესებს (ფიზიოლოგიური და პათოლოგიური), რომლებიც მიმდინარეობს შინაგან ორგანოებში აფერენტული გზების საშუალებით (ისინი გაივლიან ვაგუსისა და სპლანქნიკუმის ნერვულ ღეროებში), შეუძლიათ გამოიწვიონ ენის შეკუმშვა და ამასთანავე იმოქმედონ ენის კუნთის ტონუსზე.

## 2. თავის ტვინის სხვადასხვა განყოფილების ოპერაციული მოცილება (ვისცერალური ნერვების ელექტრული გალიზიანების შემთხვევაში)

ცდების ამ სერიის მიზანი იყო გამოგვეჩვენა საკითხი—ცენტრალურ-ნერვული სისტემის რა დონეზე ხდება გადართვა აფერენტული მგრძობიარე გზებისა ეფერენტულ მამოძრავებელ გზებზე, ზემოაღწერილი ვისცერო-მორტორული რეფლექსის განსაკუთრებული სახეობის—ვისცეროლინგვალური რეფლექსის შემთხვევაში. ცდებს ჯერ ვაწარმოებდით ბაყაყზე, დაუზიანებელი ცენტრალური ნერვული სისტემით (ვაგუსისა და სპლანქნიკუმის თარადიულ გალიზიანებას). როგორც წესი, ეს იწვევდა ენის რეფლექსურ შეკუმშვას, ამის შემდეგ შეუდგებოდით თავის ტვინის ნაწილების გამოთიშვას ეტაპებით ზევიდან ქვევით. დიდი პემისფეროების მოცილების შემდეგ როგორც ვაგუსის, ისე სპლანქნიკუმის გალიზიანება კვლავ გვაძლევდა ენის რეფლექსურ შეკუმშვას, თანამუსის მოცილება და მის შემდეგ შუა ტვინისაც, აგრეთვე არ იწვევდა ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსის მოსპობას. რეფლექსი ისაობოდა მხოლოდ ნოვრძო ტვინის დარღვევის შედეგად.

ცდების საფუძველზე შეიძლება გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ ნერვული იმპულსების გადასვლა აფერენტული გზებიდან ეფერენტულზე, ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსის შემთხვევაში, წარმოებს ნოვრძო ტვინის დონეზე.

## 3. ღრუოვანი ორგანოების ლორწოვანი გარსის ქიმიური გალიზიანება

ცდების ამ სერიის ნატარებისას, შეგვეყვავდა შპრიცით ქიმიური გამალიზიანებელი უშუალოდ კუჭში, ნაწლავსა და კლოაკაში. მიზანი მდგომარეობდა საკითხის გამოკვლევაში, შეუძლია თუ არა კუჭ-ნაწლავის ლორწოვანი გარსის ქიმიური გალიზიანება იყოს მიზეზი ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსის წარმოშობისა და ამასთანავე იყოს იმპულსების წყარო, რომელიც განსაზღვრავს ენის კუნთის ტონუსს.

ამ საკითხის გამოკვლევას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგანაც, როგორც ცნობილია, ნორმალურ ფიზიოლოგიურ პირობებში კუჭსა და ნაწლავებში არის ქიმიური ნივთიერებანი, რომლებსაც შეუძლიათ გალიზიანონ რეცეპტორები, ის თუცეპტორები, რომლებიც მოთავსებულია ზემოაღნიშნული ორგანოების ლორწოვან გარსში. პათოლოგიურ პირობებში ამ ქიმიური ნივთიერებების ნორმალური კონცენტრაცია (მხედველობაში გვაქვს კუჭის წვენი მარლის შეავა და ნაწლავის წვენი. ნატრიუმის ბიოკარბონატი) შეიძლება



საგრძობლად შეიცვალოს, რამაც თავის მხრივ შეიძლება გავლენა იქონიოს ენის ექნთის ტონუსის მდგომარეობაზე.

პირველად ავიღეთ ეს ქიმიური ნივთიერებები ისეთი კონცენტრაციით, როგორც გვხვდება ექვ-ნაწლავის ტრაქტში ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაში.

ექვში შევიყვანეთ მარილის მკაეას 0,5% ხსნარი, ხოლო ნაწლავსა და კლოაკაში—ნატრიუმის ბიკარბონატის 2%-იანი ხსნარი. თითოეული ამ ხსნარის შეყვანა ცალკეულად ამა თუ იმ ორგანოში, მნიშვნელოვანი ფარული პერიოდის შემდეგ იწვევდა ენის რეფლექსურ შეკუმშვას ხანგრძლივი შემდეგ მოქმედებით.

ყველა ზემოაღნიშნულ ორგანოში შეგვეყავდა იგივე ნივთიერებები მომატებული კონცენტრაციითაც. ექვში შეგვეყავდა 0,75%,—1% და 5%-იანი ხსნარი მარილის მკაეასი. ნაწლავში შეგვეყავდა 0,25%-იანი ხსნარი მარილის მკაეასი (რომელიც სორბალურად ნაწლავში არ არსებობს), შემდეგ 10%-იანი და 20%-იანი სილიის ხსნარი და 10%-იანი მწვევე ნატრიუმის კი. კლოაკაში შევიყვანეთ ნატრიუმის ბიკარბონატის 4%-იანი ხსნარი, 0,75%-იანი და 1%-იანი მარილის მკაეა, 5%-იანი და 10%-იანი ნატრიუმ ქლორიდის ხსნარი.

ამ ცდების მიზანი იყო გამოგვეკვლია საკითხი, თუ რა გავლენას მოახდენდა დიდი კონცენტრაციის ხსნარები ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსის ხასიათზე, ე. ი. გამოიწვევდა თუ არა ძლიერი გამლიზიანებლები უფრო ძლიერ რეფლექსურ რეაქციას ენის მხრივ. ცდებმა გვიჩვენა, რომ, თუმცა რამდენიმე შემთხვევაში მართლაც მივიღეთ შედარებით ძლიერი შეკუმშვა ენისა და ხანგრძლივობაც უფრო მეტი იყო, მაგრამ საერთოდ რეფლექსური შეკუმშვები, გამოწვეული ძლიერი გამლიზიანებლებით, მნიშვნელოვნად არ განიზიარდნენ „ფიზიოლოგიური“ კონცენტრაციის ხსნარებით გამოწვეული რეფლექსური შეკუმშვებისაგან. აქედან შეიძლება გამოიტანოთ დასკვნა, რომ ენექტური კონცენტრაციის მიღწევის შემდეგ (რაც იწვევს ვისცერო-ლინგვალურ რეფლექსს) რამდენიც არ უნდა ვაძლიეროთ გამლიზიანებლის კონცენტრაცია, ეს არ იწვევს რეფლექსის გაძლიერებას.

### 3. ნერვების გადატარის გავლენა ღრუოვანი ორგანოებიდან იმპულსების გატარებაზე

ამ ცდების ჩატარების დროს ვიღებთ იმავე ქიმიურ გამლიზიანებლებს, რომლებსაც წინამდებარე სერების ცდების ჩატარების შემთხვევაში; ხსნარები შეგვეყავდა შპრიცით ექვში ან კლოაკაში.

აღნიშნული ორგანოების ქიმიური გალიზიანების შედეგად მივიღებდით რა ენის რეფლექსურ შეკუმშვას, ვაწარმოებდით ამა თუ იმ ნერვის გადატარას, და ხელმეორედ შეგვეყავდა ქიმიური გამლიზიანებლები ექვსა და კლოაკაში. სხვადასხვა შემთხვევაში ვაწარმოებდით შემდეგი ნერვების გადატარას: 1) ორივე ვაგუსის, 2) ორივე სპლანქნიკუსის, 3) ოთხივე აღნიშნულ ნერვის, 4) ორივე სემატიკური წველისა, 5) ორივე სიმპატიკური წველისა და ორივე სპლანქნიკუსისა.

შედეგი ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ნერვების გადატარის შემთხვევაში იყო ერთნაირი: ექვს ან კლოაკის ლორწოვანი გარსის ქიმიური გალიზიანებები კვლავ იწვევდნენ ვისცერო-ლინგვალურ რეფლექსს. ცხადია, რომ შინაგანი ორგანოებიდან აღზნების იმპულსების გატარება ხდება ყველა აღნიშნული ნერვების საშუალებით.

აღწევინ თუ არა ცენტრალურ ნერვულ სისტემას ნერვული მშოლოდ ამ გზების საშუალებით? ეს საკითხი გადაწყვედა, როდესაც გადაკვირით ყველა ნერვი, რომელთაც შინაგან ორგანოებთან კონტაქტი აქვთ.

ამ მიზნით ჩატარებულ ცდებში ერთსა და იმავე ცხოველს გადაუტყვერით როგორც ორივე ვაგუსი და სპლანქნიკუსი, ისე ორივე სიმპათიკური წველი; მიუხედავად კუჭის ასეთი მთლიანი დენერვაციისა, ქიმიური გამაღიზიანებლის შეყვანა მასში იწვევდა ენის რეფლექსურ შეკუმშვას.

მაშასადამე, კუჭიდან ნერვული იმპულსები შეიძლება მოედინებოდნენ ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში არა მარტო ნერვული ღეროს საშუალებით. ისინი, ალბათ, აღწევენ ნერვულ ცენტრებს იმ ნერვული ბოჭკოების საშუალებითაც, რომლებიც მიყვებიან სისხლის მიღებს და ამ უკანასკნელთან ერთად შედიან თავის ტვინში.

### 5. ტვინის განყოფილებების ოპერაციული მოცილება (კუჭისა და კლოაკის ლორწოვანი გარსის ქიმიური გაღიზიანების შემთხვევაში)

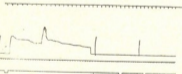
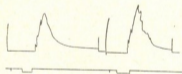
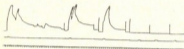
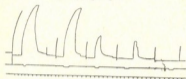
ზერვის ტვინის გადაკეთა მეორე და მესამე მალის დონეზე არ სპობს ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსის წარმოშობას ქიმიური გამაღიზიანებლების კუჭში ან კლოაკაში შეყვანის დროს. მაშასადამე, იმპულსები ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსის შემთხვევაში მგრძნობიარე ნერვული გზებიდან მოძრაობითზე გადადის, ცენტრალური ნერვული სისტემის იმ დონეზე, რომელიც მეორე მალის ზემოთაა მოთავსებული. ამ დონის ზუსტი ლოკალიზაციის დადგენის მიზნით ნაუბარეთ ეტაპური მოცილება თავის ტვინის განყოფილებისა (ზევიდან ქვევით), როგორც ეს გავაკეთეთ წინათ შინაგანი ორგანოებიდან გამოსულ მგრძნობიარე ნერვების გაღიზიანების შემთხვევაში. შედეგები მივიღეთ მსგავსი; თავის ტვინის მოცილება შუა ტვინის დონის ზემოთ არ სპობდა ვისცერო-ლინგვალურ რეფლექსს, მიღებულს კუჭისა და კლოაკის ლორწოვანი გარსის ქიმიური გაღიზიანებით; ასევე, შუა ტვინის მოცილების შემდეგ ქიმიური გამაღიზიანებლები იწვევდნენ ენის მოძრაობას. რეფლექსი საბოლოოდ ისპობდა მხოლოდ მოგრძობ ტვინის დაზიანების შემთხვევაში.

მაშასადამე, მეუღის ღრუს ორგანოების ლორწოვანი გარსის ქიმიური გაღიზიანებისას ნერვული იმპულსები გადასვლა ამ ორგანოების მგრძნობიარე გზებიდან ენის მოტორულ გზებზე ხდება მოგრძობ ტვინის დონეზე. ეს იწინააღმდეგება, რომ ენისქვეშა ნერვის კერტი (მოტორული) მოთავსებულია მოგრძობ ტვინში.

აღსანიშნავია კიდევ ერთი საინტერესო მდგომარეობა: გადატყვერი-ვაგუსის ფარადიული გაღიზიანების ზღურბლი, რომელიც იწვევს ვისცერო-ლინგვალურ რეფლექსს, შედარებით დაბალია; ვაგუსის გადატყვის შემდეგ მისი ცენტრალური და პერიფერიული ბოლოების გაღიზიანების ზღურბლი ძლიერ რჩება. მაგალითად, ერთ შემთხვევაში გადატყვერი ვაგუსის გაღიზიანებისას ენის რეფლექსური შეკუმშვა მივიღეთ 20 სმ ძალის გაღიზიანებით. ნერვის გადატყვის შემდეგ ცენტრალური ბოლოს გასაღიზიანებლად საჭირო შეიქმნა 10 სმ ხმარება. გადატყვერი ვაგუსის მეორე შემთხვევაში რეფლექსური შეკუმშვა მივიღეთ 15 სმ კემ; ნერვის გადატყვის შემდეგ ვაგუსის პერიფერიული ბოლოს გაღიზიანება იწვევდა ენის მოძრაობას მხოლოდ 10 სმ კემ ძალის დროს.



ეს მოვლენა აღინიშნებოდა აგრეთვე ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსის დროს, რაც გამოწვეული იყო მუცლის დრუს ორგანოების ქიმიური გალიზიანებით: რეფლექსის მისაღებად ვაგუსის გადაკვეთის შემდეგ აუცილებელია მნიშვნელოვნად (ორჯერ და მეტი რაოდენობით) გადიდდეს ქიმიური ნივთიერებების ხსნარის კონცენტრაცია.



ზედა მრუდი — ენის რეფლექსური შეკუმშვა, რაც გამოწვეულია ცთომილი წერვის დარღვეული გალიზიანებით. გალიზიანების ძალა მარცხნიდან მარჯვნივ: 15—20—25—30—40 სმ ინდუქციური აპარატის კოქთა შუა მანძილისა.

ზემოდან მეორე მრუდი — იგივე რეფლექსი (მარცხნიდან მარჯვნივ): ბაყაყი დაუზიანებელი წერეული სისტემით: ქეზისფროვებმოცილებული; მოცილებული თალანულითა და შუა ტენით. მოგრძო ტენია მოცილებების შემდეგ რეფლექსი ისპობა (ორ უკანასკნელ ცდაში).

ზემოდან მესამე მრუდი — ენის რეფლექსური შეკუმშვები, რაც გამოწვეულია კვბში მარილის მძვას შეყვანით.

ქვედა მრუდი — იგივე რეფლექსი, მოგრძო ტენიის დაზიანების შედეგად რეფლექსი ისპობა (ორ უკანასკნელ ცდაში).

ყველა მრუდზე შუა ხაზი აღნიშნავს გალიზიანებას: ქვედა ხაზი — დროს უოველ 5 წამში.

პერიფერიული წერეული გზების სიმრთელისას იმპულსები შინაგანი ორგანოებიდან შედარებით ადვილად აღწევენ ცენტრალურ წერეულ სისტემას. ამ გზების ნაწილობრივი გამოთიშვის დროსაც კი — ამა თუ იმ წერვის წერეული ლეროს გადაკვეთა — შინაგანი ორგანოებიდან მიმდინარე იმპულსების ნაკადი, გასაგები მიზეზით, სუსტდება. განსაკუთრებით არახელსაყრელი პირობები იქმნებოდა ყველა წერეული ლეროს გადაკვეთის დროს; მიუხედავად ამისა, ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსი მიიღება ამ შემთხვევაშიც, თუმცა მისი მიღება გაძნელებულია (მაღალი ზღურბლი). იგი ამ შემთხვევაში ზორციელდება შემოსაველი გზებით, ე. ი. წერეული ბოქკებით, რომლებიც გაივლიან სისხლის ძარღვებთან ერთად.

ამგვარად, ჩვენ მიერ მოყვანილი ექსპერიმენტული ფაქტები ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსის შესახებ, ბევრად ემსგავსება სხვა ავტორების მიერ

აღწერულ ფაქტებს ვისცერო-მოტორული რეფლექსების შემთხვევაში: მაგალითად, მრავალი ავტორების შრომებში დადგენილია, რომ ბაყაყებში (შინაგანი ორგანოების რეცეპტორებიდან წერეული იმპულსები გაივლის ცთომილი ნერვით და სპლანქნიკუსით, რადგან ამ ნერვების გადაკვეთის შემდეგ ზოგიერთი შინაგანი ორგანოს გალიზიანებით აღარ მიიღება ჩონჩხის კუნთების რეფლექსური შეკუმშვები. ამასთანავე, ზოგიერთი სხვა ორგანოს გალიზიანებისას მაგალითად, კუჭის), აღნიშნული ნერვების გადაკვეთით არ ისპობოდა ჩონჩხის კუნთების რეფლექსური შეკუმშვები, მაგრამ შეკუმშვები იყო უფრო იშვიათი და სუსტი, ვიდრე ინტაქტურ ცხოველებში [3].

ზოგიერთი მორფოლოგიური გამოკვლევის საფუძველზე [4] და კლინიკური დაკვირვებებით, ნერვული იმპულსები შინაგანი ორგანოებიდან აღწევენ ცენტრალურ ნერვულ სისტემას არა მარტო ცთომილი ნერვისა და სპლანქნიკუსის საშუალებით, არამედ შემოსაყვლილი გზებითაც—გადიან სისხლის მილთა პერიარტერიალურ წნულებში. შემდეგ სიმპათიკურ ნერვებში და შედიან ზურგის ტვინში როგორც უკანა, ისე წინა ფესვებით. ამით აიხსნება ვისცერო-მოტორული რეფლექსის არსებობა, მიუხედავად იმისა, გადაჭრილია თუ არა ცთომილი და შიგნულობის ნერვები.

ანალოგიური სურათია აღწერილი ჩვენს მიერ ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსის შემთხვევაშიც. აქაც, მიუხედავად აღნიშნული ნერვების გადაკვეთისა, ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსი მაინც გამოიწვევა კუჭის ლორწოვანი გარსის გალიზიანებით ძლიერი ქიმიური რეაგენტების ჩხარებისას.

ფაქტი გალიზიანების გატარებისა შინაგანი ორგანოებიდან წერეული გზებით, დამაჯერებელია ვერ კიდევ ი. სეჩენოვის მიერ, მან გვიჩვენა, რომ ბაყაყში ჩონჩხის კუნთების რეფლექსური შეკუმშვა გამოიწვევა ვისცერალური ნერვების პირდაპირი ელექტრული გალიზიანების დროს, კერძოდ, იმ ნერვებისა, რომლებიც გამოდიან აღნიშნული ორგანოებიდან (მუცლის სიმპატიკუსი, შიგნულობის ნერვი, მუცლის წნულები და სხვ.) [5].

შეგახსენებთ ვისცერო-მოტორული რეფლექსისა, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსი შეიძლება გამოვიწვიოთ ყველა სიმპათიკურისა და აგრეთვე ცთომილი ნერვის ელექტრული გალიზიანებით. აღნიშნული ნერვები წარმოადგენენ გალიზიანების გამტარებლებს შინაგანი ორგანოებიდან ენის კუნთისაკენ.

საჩინვესო ახარული შეიძლება გაეგვლით აგრეთვე ვისცერო-მოტორულ და ვისცერო-ლინგვალურ რეფლექსებს შორის იმ დროის მიმართ, რომელზედაც ხდება აფერენტული იმპულსების გადართვა ჩონჩხის კუნთებისა და ენის მოტორულ გზებზე.

საინალურ ბაყაყებში ვისცერო-მოტორული რეფლექსი უკანა კიდურებზე, მიუხედავად თავის ტვინის მოცილებისა, შენარჩუნებულია: ის არ ისპობა იმ შემთხვევაშიც კი, როცა ცენტრალური ნერვული სისტემა დარღვეულია მაღალიადად ძეოთხე მალის ზემოთ.

ამასთანავე, ვისცერო-მოტორული რეფლექსის წარმოშობისათვის უკანა კიდურებზე საკმარისია ზურგის ტვინის ერთი ნაწილის შენარჩუნება. ზურგის ტვინის ლარდულიის შემდეგ შინაგანი ორგანოებიდან გამოწვეული რეფლექსური მოძრაობა საბოლოოდ ისპობა. ეს ფაქტი არ გამოითიშავს შესაძლებლობას

© მოგვყავს მხოლოდ ის შრომები, რომლებშიც ცხები ტარდებოდა ბაყაყებზე. ეს იმიტომ, რომ ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსის ექსპერიმენტული ანალიზი ბაყაყის შემთხვევაში ჩავატარეთ.



ფერცენტული ინპულსების გადართვისას მოტორულ გზებზე ცენტრალურ ნერვულ სისტემის დანარჩენ დონეზედაც.

შედარებით ადვილია და უფრო ხშირად მიიღება ვისცერო-მოტორული რეფლექსები ბაყაყებზე. ამის საფუძველზე შეიძლება დაეასკვნათ, რომ ცენტრალურ ნერვული სისტემის უმაღლეს დონეზე არსებობს საუკეთესო პირობები აღნიშნული გადართვისათვის. მსგავსი სურათი გვხვდება აგრეთვე ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსის დროს. შედარებით ადვილად და ხშირად ეს რეფლექსი მიიღება ინტაქტურ ბაყაყებზე; ბაყაყები, რომელთაც შენარჩუნებული აქვთ თალამუსი, თითქმის არ განსხვავდებიან ინტაქტური ცხოველებისაგან. თალამუსის მოცილების შემდეგ, ე. ი. ტვინის დეროს არსებობის დროს, ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსი ძველად გამოიწვევა. ეს რეფლექსია სრულიად ისპობა, მხოლოდ მოგრძო ტვინის დაზიანების შემდეგ. ამით ის განსხვავდება ზოგიერთი ვისცერო-მოტორული რეფლექსებისაგან, რომელთა წარმოშობათვის საკმარისია ზურგის ტვინის არსებობა, მაგალითად, რეფლექსის უკან კიდურებზე. ეს გასაგებია, რამდენადაც უკანა კიდურების მოტორული აპარატი მოთავსებულია ზურგის ტვინში, იმ დროს, როდესაც ენის კუნთის მოტორული აპარატი (*n. hypoglossus I*-ის ბირთვი) მდებარეობს მოგრძო ტვინში. ამრიგად, მოგრძო ტვინი აუცილებელია ვისცერო-ლინგვალური რეფლექსის წარმოშობისათვის.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო

ინსტიტუტი

(რედაქციას მიუვლია 22.1.1960)

დამირწმობული ლიტერატურა

1. Е. З. Келлаптришвили. Тонус языка и значение его измерения для клиник. Тезисы докладов XII Краевой и II Межкурортной научной конференции по стоматологии. Пятигорск, 1959, стр. 95.
2. I. V. Tarchanoff. Zur Physiologie des Geschlechtsapparates des Frosches. Arch. f. d. Physiol. des Menschen und Tiere, Bd. 40, 1887, стр. 330.
3. И. А. Булигин. О важной раздражений внутренних органов на спинномозговые рефлексы лягушки и роль в этом головного мозга. Бюлл. эксп. биол. и мед., 12, в. 5-6, 257, 1941.
4. К. К. Плечкова. В сб. Морфология чувствительной иннервации внутренних органов, 46, 163, 1948.
5. И. М. Сеченов. Физиология нервной системы, СПб, 1866.

## მაკროეკონომიკური მდგომარეობა

## ბ. სამონიძე

## რეზერვაციის პროცესში მსოფლიო თირკმლის რეზერვაციის უნარის ცვლილებები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ხუბაძემ 20.8.1959)

ამ ნაშრომში ჩვენ განვიხილავთ რეგენერაციის პროცესში მყოფი თირკმლის რეგულაციის უნარის ცვლილების საკითხს.

ცდები ტარდებოდა ვირთაგვებზე. მათში ხდებოდა მარჯვენა თირკმლის  $1/5-1/3$  ნაწილის რეზექცია და ერთდროულად მარცხენა თირკმლის მოცილება. გადიდებულ ფუნქციონალური დატვირთვის პირობებში ხდებოდა თირკმლის რეგულაციის უნარის შემოწმება, რაც ხერხდებოდა ცდების პირველ სერიაში შარდოვანას (0,74 გ) შეყვანით, მეორეში — წყლის (10 მლ) შეყვანით და მესამეში — სუფრის მარილის (200 მგ) შეყვანით.

როგორც ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები გვიჩვენებს, საკონტროლო ვირთაგვების შარდოვანით დატვირთვისას შეყვანილი შარდოვანას ძირითადი რაოდენობა გამოიყოფა 24 საათის განმავლობაში. შემდეგომი შარდოვანას გამოყოფა ნორმის ფარგლებში ხდება. ამონიაკის აზოტის გამოყოფა პირველი დატვირთვისას შეიძლება რამდენადმე გადიდდეს, თუმცა შარდოვანით განვირეგობით დატვირთვისას იგი ნორმის ფარგლებში რჩება. ოპერირებული ვირთაგვების რეაქცია შარდოვანით დატვირთვის დროს ცდის სხვადასხვა ეტაპებზე ერთნაირი არ აღმოჩნდა. პირველი დატვირთვის შემდეგ (ოპერაციიდან მეორე დღეს) ტრავმირებული თირკმლები 24 საათის განმავლობაში გამოყოფენ დაახლოებით ნახევარს შარდოვანას აზოტის იმ რაოდენობისა, რაც ამავე დროს განმავლობაში გამოყოფენ საკონტროლო ვირთაგვების თირკმლებმა. მართალია, ამავე დროს თირკმლები იწყებენ ამონიაკის აზოტის გაძლიერებულ გამოყოფას (3—4-ჯერ მეტად, ვიდრე ნორმაში), მაგრამ შარდოვანას აზოტისა და ამონიაკის აზოტის საერთო რაოდენობა კონტროლს მაინც ჩამორჩება დაახლოებით 30%-ით. შემდგომ დღეებში შარდოვანას აზოტის გამოყოფა საგრძობლად ეცემა. ამონიაკის აზოტის გამოყოფა თუმცა რამდენადმე მომატებულია, მაგრამ ორჯე აზოტური ნივთიერების საერთო რაოდენობა ნორმას ვერ აღწევს. დაახლოებით ასეთივე სურათის შემჩნევა შეიძლება შარდოვანით შემდგომი დატვირთვის დროსაც. იმ განსხვავებით, რომ თითოეული შემდგომი დატვირთვისას პირველი 24 საათის განმავლობაში გამოყოფილი შარდოვანას რაოდენობა თანდათანობით მატულობს, იმავე დროს მცირდება გამოყოფილი ამონიაკის აზოტის რაოდენობა.

საყურადღებოა აღინიშნოს, რომ შარდოვანით დატვირთვებს შორის შეაღწევაში შარდით შარდოვანას გამოყოფა თანდათანობით მატულობს და შესაბამისად ნორმას უახლოვდება ამონიაკის აზოტის გამოყოფა. მე-15 დატვირთვის შემდეგ (ოპერაციიდან 83-ე დღეს) ტრავმირებული თირკმელი შარდოვანას აზოტის 24 საათის განმავლობაში გამოყოფს საშუალოდ მხოლოდ 10%-ით ნაკლებს, ვიდრე საკონტროლო ვირთაგვების თირკმლები. ამავე დროს განმავლობაში გამოიყოფა 75%-ით მეტი ამონიაკის აზოტი, ვიდრე საკონტროლო



ვირთაგვებში. ამგვარად, შარდოვანით მე-15 დატვირთვის შემდეგ დატვირთვაში გამოყოფილი შარდოვანას აზოტისა და ამონიაკის აზოტის საერთო რაოდენობა კონტროლისათვის დამახასიათებელ სიდიდესთან ძლიერ ახლოა. დატვირთვებს შორის შუალედებში შარდოვანას აზოტისა და ამონიაკის აზოტის გამოყოფა აგრეთვე უახლოვდება ნორმას, ასე, მე-15 დატვირთვიდან 6 დღის შემდეგ შარდოვანას აზოტის გამოყოფა კონტროლს 18%-ით ჩამორჩებოდა, ხოლო ამონიაკის აზოტის გამოყოფა ამავე დროს 50%-ით გადაიდა. ამგვარად, ტრამირებულ-ლი თირკმელი ოპერაციის შემდგომ პირველ ხანებში საგრძნობლად კარგავს თავის ფუნქციონალურ უნარს შარდოვანას გამოყოფის მხრივ დამატებითი დატვირთვის დროს. შემდგომ მას შეუძლია იგი აღადგინოს, ამავე დროს უნდა მივეუთოთ, რომ შარდოვანას საგრძნობი რაოდენობა შარდით მიიწე არ გამოყოფა.

ცხრილი 1

წყლით დატვირთვით მიღებული შედეგების უკმი

ოპერაციის შემდგომ გაცლილი დრო	შარდის გამოყოფა დატვირთვის შემდეგ საათობით												
	1 საათი		2 საათი		3 საათი		4 საათი		სულ 4 საათში		დანარჩენ 4 საათში		
	რ-ბა (მლ-ით)	გვ. წონა	რ-ბა (მლ-ით)	გვ. წონა	რ-ბა (მლ-ით)	გვ. წონა	რ-ბა (მლ-ით)	გვ. წონა	რ-ბა (მლ-ით)	გვ. წონა	რ-ბა (მლ-ით)	გვ. წონა	
ნორმა:	1,7	—	4,1	1005	0,9	—	1,1	—	7,8	1007	2,5	1020	10,3
12 საათი	0	—	0	—	0,5	—	1,1	—	1,6	—	2,9	1026	4,5
24 " "	0	—	0,1	—	1,3	—	0,2	—	1,7	1016	2,8	1037	4,5
2 დღე-ღამე	0	—	0,6	—	1,5	—	1,5	—	5,6	1020	2,4	1023	6,0
5 " "	4,1	1010	1,0	—	1,8	—	1,1	—	7,3	1012	1,0	—	8,2
11 " "	3,3	1006	1,8	—	0,9	—	1,4	—	7,2	1010	2,2	1021	9,4
17 " "	3,9	1007	1,5	—	0,3	—	0,5	—	6,6	1010	0,2	—	6,8
23 " "	2,8	1006	1,8	—	0,1	—	0,1	—	5,0	1007	0,4	—	5,4
29 " "	3,0	1007	2,0	—	10,4	—	0	—	5,1	1008	0,6	—	5,7
35 " "	2,0	1006	3,8	1008	0,5	—	1,5	—	7,5	1009	0,2	—	7,7
41 " "	2,1	1005	3,5	1008	0,6	—	1,1	—	7,1	1009	0,6	—	7,7
47 " "	1,9	—	3,7	1007	0,6	—	1,2	—	7,4	1008	1,3	—	8,7
53 " "	1,9	—	3,6	1006	0,7	—	1,0	—	7,1	1008	1,0	—	8,1
59 " "	1,8	1006	3,7	—	0,5	—	1,2	—	7,1	1008	1,5	—	8,9
65 " "	1,6	1007	4,0	—	0,4	—	1,1	—	7,4	1509	1,7	—	8,9
71 " "	2,1	1007	4,0	1007	0,5	—	1,0	—	7,2	1008	2,0	—	9,5
77 " "	1,6	—	4,2	1007	0,6	—	1,2	—	7,5	1008	2,1	—	9,7
83 " "	1,5	—	4,0	1005	0,6	—	1,0	—	7,6	1008	2,2	—	9,3
89 " "	1,3	—	4,3	1006	0,6	—	1,3	—	7,1	1007	2,2	—	9,9

როგორც წყლით დატვირთვის ცდები გვიჩვენებს, არაოპერირებული ვირთაგვები გამოყოფენ შეყვანილი წყლის ძირითად რაოდენობას (78%) პირველი 4 საათის განმავლობაში. საათობრივ ულუფებს აქვთ არაერთნაირი მოცულობა. პირველი ორი საათის განმავლობაში გამოიყოფა ვაცილებით მეტი შარდი, ვიდრე პირველში, სახელდობრ მთელი გამოყოფილი შარდის რაოდენობის 35—47%. შარდის ზეედროითი წონა ეცემა 1005—1008-მდე. ოპერირებული ვირთაგვების წყლით დატვირთვისას თირკმლების ფუნქციონალური უსრულფასობა შეყვანილი სითხის გამოყოფის მხრივ განსაკუთრებით იჩენს თავს ოპერაციის შემდგომ პირველ ხანებში (12 საათი, 24 საათი და 2 დღე-ღამე). ამ დროს აღინიშნება სითხის გამოყოფის შეფერხება, 4 საათში გამოიყოფა 2—5-ჯერ ნაკლებ-



ზი შარდი, ვიდრე ამავე დროში საკონტროლო ვირთაგებებში. ამასთან ერთად ცდის პირველი 2 საათის განმავლობაში შარდი თითქმის სრულიად არ გამოიყოფა, ხოლო შემდგომი 2 საათის განმავლობაში შარდის რაოდენობა უმნიშვნელოდ მატულობს. ცდის უკანასკნელი 4 საათის განმავლობაში გამოყოფილი შარდის რაოდენობა ან არ მკირდება, ან მკირდება უმნიშვნელოდ, ხოლო 8 საათის განმავლობაში გამოყოფილი შარდის საერთო რაოდენობა თითქმის ორჯერაა შემცირებული.

დაკვირვების შემდგომ ვადებში თიჩქლებს ფუნქციონალური უნარი თანდათანობით აღდგება. ეს იმით გამოიხატება, რომ შეყვანილი სითხის გამოყოფა პირველ 4 საათის განმავლობაში მატულობს, თუმცა ამ პერიოდის დასაწყისში (5—29 დღე) შარდის ძირითადი რაოდენობა გამოიყო ცდის პირველი საათის განმავლობაში, ხოლო შემდგომი ულუფები შემცირებული ადმონრდა. 35 დღე-ღამის შემდეგ სითხის გამოყოფა ძლიერდება და ნორმას უახლოვდება.

ცხრილი 2  
ქლორნატრით დატვირთვით მიღებული ზღვების უამი

თვერაციის შემდგომ გაყოფილი დრო	ქლორიდების გამოყოფა დღეების მიხედვით დატვირთვის შემდეგ											
	1 დღე		2 დღე		3 დღე		4 დღე		5 დღე		6 დღე	
	მგ-ით დაშვნი	მგ. %-ით	მგ-ით დაშვნი	მგ. %-ით	მგ-ით დაშვნი	მგ. %-ით	მგ-ით დაშვნი	მგ. %-ით	მგ. დაშვნი	მგ. %-ით	მგ-ით დაშვნი	მგ. %-ით
ნორმა:	208	1399	138	706	115	591	114	609	113	638	114	642
5 დღე-ღამე	131	958	21	947	21	769	15	768	17	720	16	717
11 " "	99	731	28	722	17	726	13	689	19	731	15	750
17 " "	60	755	26	744	19	731	23	1300	32	1057	34	1016
23 " "	136	1308	40	1313	61	1370	78	1340	72	1225	91	1190
39 " "	140	1127	126	1309	105	1009	130	1217	128	1152	119	1097
35 " "	90	814	69	1060	105	1032	148	996	104	661	63	385
41 " "	124	802	120	906	115	792	90	669	88	653	92	724
47 " "	152	1036	142	847	91	648	87	622	88	630	90	682
53 " "	174	1483	128	1004	95	906	97	841	95	831	97	846
59 " "	168	1375	144	1265	96	764	99	659	97	779	97	897
65 " "	172	1193	144	950	102	628	99	604	103	690	100	692
71 " "	186	1005	135	611	103	489	102	516	101	560	103	567
77 " "	191	1017	133	631	105	485	102	504	107	553	105	570
83 " "	194	1118	133	710	107	564	104	568	108	608	106	627
89 " "	201	1149	138	738	113	606	110	582	112	634	109	640

როგორც სუფრის მარლით დატვირთვის ცდები გვიჩვენებს, არაოპერირებული ვირთაგებები პირველი დღე-ღამის განმავლობაში გამოყოფენ შეყვანილი ქლორნატრის უმრავლეს მარტივად რაოდენობას. ისინი საშუალოდ გამოყოფენ 208 მგ ქლორიდებს, ე. ი. შეყვანილი რაოდენობის 78%. ეს გამოანგარიშება ემყარება იმას, რომ ვირთაგებები დაუტვირთვად საშუალოდ გამოყოფენ 114 მგ ქლორიდებს დღე-ღამეში. მეორე დღე-ღამის განმავლობაში გამოიყოფა საშუალოდ 24 მგ, ე. ი. შეყვანილი ქლორიდების 20%. შემდგომ დღეებში ქლორიდების გამოყოფა ნორმის ფარგლებში მერყეობს. ქლორიდების მომატებული გამოყოფის პერიოდში მათი პროცენტული შემცველობაც მატულობს შარდში, აღინიშნება აგრეთვე დიურეზის რამოდენადმე მომატება. თეორიულად ვირთაგებების სუფრის მარლით დატვირთვისას თიჩქლების ნაკლოვანება ქლორიდების გამოყოფის მხრივ თავიდანვე შეღავნდება და თითქმის ცდის ბოლომ-



დე რჩება. პირველი 5 დღე-ღამის განმავლობაში ტრავმირებული თირკმლების ოქაქცია სუფთის მარილით დატვირთვაზე იმდენად მკვეთრია და ეს დატვირთვა იმდენად უარყოფითად მოქმედებს ვირთაგვების ორგანიზმზე, რომ იძულებული ვაგხდით მასზე უარი გვეთქვა (რიგ შემთხვევებში ცხოველები იღუპებოდნენ დატვირთვიდან სხვადასხვა დროზე ანურიის განვითარებით). ოპერაციიდან 5—17 დღე-ღამის განმავლობაში შემჩნეულია ქლორიდების მკვეთრი შეკავება ორგანიზმში. მაგრამ, დიურეზის ძლიერი შემცირების გამო, ქლორიდების პროცენტული გამოყოფა ნორმის ფარგლებში რჩება ან ზოგიერთ შემთხვევაში მატულობს კიდევ. 29-ე დღე-ღამეს აღინიშნება ქლორიდების ცოტად თუ ბევრად თანაბარი გამოყოფა დატვირთვიდან 6 დღის განმავლობაში. თუმცა დატვირთვიდან პირველ 2 დღეში აღინიშნება მისი რამოდენიმედ მომატება.

პროცენტული გამოყოფა შესამჩნევად გადიდებულია. 35—41 დღე-ღამეს ხელახლა აღინიშნება ქლორიდების შემცირებული გამოყოფა დატვირთვის შემდგომ ცალკეულ დღეებში, სხვა დღეებში მომატებული გამოყოფით. ქლორიდების გამოყოფა დაკვირვების შემდგომ ვადებზე მატულობს და თანდათანობით ნორმას უახლოვდება.

ამგვარად, ოპერაციიდან პირველ დღეებში ტრავმირებული თირკმელი საგრძნობლად კარგავს თავის რეგულაციის უნარს შარდოვანას, წყლისა და ქლორიდების გამოყოფის მიმართ. შემდგომ იგი მას აღადგენს. მაგრამ ქლორიდების გამოყოფის მიმართ რეგულაციური უნარის აღდგენა მეტად იხელი აღმოჩნდა და ის მხოლოდ მოგვიანებით ვადებზე დგება.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვდა 20.8.1959)



ბიბლიოგრაფიული მითითება

## ბ. მანაძე

პროტრომინის მოხმარების მეთოდი, პლაზმისა და თრომბოციტების ფაქტორთა თრომბოგენალური ნაქლოვანებითა განსაზღვრა

(წარმოადგინა აკადემიოსმა კ. ჭრისთავმა 13.7.1959)

სისხლდენის სხვადასხვა გამოვლინების მქონე ავადმყოფთა დაწერილებითი შესწავლის დროს პრაქტიკულმა გამოცდილებამ იმ მოსაზრებამდე მივიყვანა, რომ საჭიროა ქვეყნის [1], სტეფანიანის და დამეშვიკის [2], ბუნამოს [3] მეთოდებში რიგი ცვლილებების შეტანა. ამ ცვლილებების შეტანით ჩვენ მივიღეთ ჰემორაგიული დიათეზების დიფერენციალური დიაგნოსტიკისათვის და VIII ფაქტორის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის ხელსაყრელი მეთოდი. მიღებულ პასუხში დასარწმუნებლად აუცილებელია ერთისა და იმავე ფაქტორის აქტივობის შემოწმება სხვადასხვა მეთოდით. ეს წესი, მიუხედავად იმისა, რომ იგი დიდ დროს მოითხოვს, მაინც აუცილებლად უნდა დაინერგოს ლაბორატორიულ პრაქტიკაში.

ფიზიკურების მე-3 (თრომბოპლასტიური) ფაქტორისა და პლაზმის თრომბოპლასტიურ ფაქტორთა დეფიციტის დროს შრატში პროთრომინის გამოყენება ყოველთვის დარღვეულია. ტესტს საფუძვლად უდევს ქვეყის [4] ერთსაფეხურიანი მეთოდი. ნარჩენი პროთრომინის აქტივობა იზომება შრატის შედეგების დამთავრებიდან ერთი საათის შემდეგ 37°C ტემპერატურაზე.

იმისათვის, რომ შენარჩუნებულ იქნეს პლაზმის თანაბარი პრობები (დეკალციფიკაცია) და თრომინის ნიშნები გაქრეს, 0,9 მლ შრატს ემატება მგანმეცაჟა ნატრიუმის 0,1 მლ.

შედეგების ცალკეულ ფაქტორთა რაოდენობრივი განსაზღვრის ერთსაფეხურიანი მეთოდის პრინციპი დამყარებულია იმაზე, რომ ყველა ფაქტორი, გარდა გამოსაყვებისა, უნდა იყოს მუდმივი ოპტიმალური რაოდენობით (კოლერი [5]). ამიტომ შრატში ნარჩენი პროთრომინის აქტივობის განსაზღვრისათვის მას ემატება სათანადო რაოდენობა თრომბოპლასტინისა და დეპროთრომინიზებული პლაზმისა—ლაბილური ფაქტორისა და ფიბრონოგენის წყარო, რომელიც არ არსებობს შრატში და რომლის გარეშეც შედეგდება არ წარმოებს. შემდეგ წარმოებს რეკალციფიკაცია. მიღებული დრო იქნება შრატის პროთრომინის დრო. შრატის პროთრომინის აქტივობის პროცენტი გამოითვლება პლაზმის პროთრომინისათვის მიღებული განზავების მრუდით.

## ც ღ ა

CaCl<sub>2</sub>-ის 0,025 მოლარული ხსნარის 0,1 მლ

დეპროთრომინიზებული პლაზმის 0,1 მლ

სტანდარტული თრომბოპლასტინის 0,1 მლ

10 წამი წყლის აბაზანაზე +37°

გამოსაყვლელი შრატის 0,1 მლ.





დეპროტორომბინიზებული პლაზმა მზადდება დე ვრისის, აფრეცხეჩიოთსკა დერისა და გოლდშტეინის [6] მითითების თანახმად.

ახალი ოქსალატური პლაზმის 1,0 ზღაზე საჭიროა რენტგენოლოგიური გოგირდმკვებაბარიუმის 100 მგრ. 1—2 წუთის განმავლობაში ენერგიული ნეკრევის შემდეგ ნარევი 10 წუთის განმავლობაში 37° ინკუბირდება, რომლის დროსაც ვანბეორებით უნდა შეინჯღრეს. 2 წუთით ცენტრიფუგირების შემდეგ პლაზმა ნალექიდან უნდა გადმოსხას სუფთა სინჯარაში და კვლავ დაცენტრიფუგირდეს 30 წუთის განმავლობაში (3000 ბრუნვა წუთში) სრულ გაწმენდამდე. ნალექს მიჰყვება პროთორომბინი, VII, IX ფაქტორები და ნაწილობრივ X. აღსორბირებულ პლაზმაში რჩება ფიბრინოგენი, V, VIII და ნაწილობრივ X ფაქტორი.

პროთორომბინის მოხმარების ტესტში გამოყენებულ უნდა იქნეს მაღალი აქტივობის თრომბოპლასტინი. სტანდარტული თრომბოპლასტინი, რომლითაც მუშაობდნენ სტეფანიხი და დამეშეკი, იძლეოდა პლაზმის პროთორომბინის დროს —11—12 სეკუნდს. ეს ავტორები 20 სეკუნდზე ხანმოკლე პათოლოგიად თვლიან პროთორომბინის დროს, ხოლო ნორმად — 35—60 სეკუნდს და მეტს. ჩვენ გმუშაობდით თრომბოპლასტინზე, რომელიც იძლეოდა ნორმაში პლაზმის პროთორომბინის დროს 18—19 სეკუნდს. შრატის პროთორომბინის ნარჩენი აქტივობისათვის პათოლოგიურად ვთვლიდით 26 სეკუნდზე ნაკლებ დროს, მაშინ როდესაც ნორმის დრო ემთხვეოდა სტეფანიხისა და დამეშეკის მონაცემებს და უდრიდა 35—60 სეკუნდს და მეტს. ამგვარად, სტანდარტული თრომბოპლასტინის აქტივობის შემცირებასთან ერთად მცირდება მეთოდის სიზუსტეც ნორმასა და პათოლოგიის შორის დიაპაზონის შემცირების ხარჯზე. პროთორომბინის მოხმარების ტესტით ერთდროულად ისაზღვრება არა მარტო პროთორომბინის, არამედ სტაბილური ფაქტორის აქტივობაც. შრატის დამაჩქარებლის აქტივობა, რომელიც დამოკიდებულია სტაბილურ ფაქტორზე და შესაძლებელია სხვა აგენტებზეც, შეიძლება განისაზღვროს ვრისის, ალექსანდერისა და გოლდშტეინის [3] მეთოდით, აგრეთვე შეიძლება ნაწარმოებ იქნეს შრატის პროთორომბინის დროს კორექცია მიღებულ აჩქარების პროცენტისაგან სპეციალური ფორმით, ზაგრაშ სტეფანიხისა და დამეშეკის [2] მიხედვით სტაბილური ფაქტორის აქტივობა იშვიათად იძლევა საგრძნობ შეცდომას და შეიძლება არ შევიტანოთ ეს შესწორება. ამავე დროს შედეგების პერიოდში პროთორომბინის უტილიზაციის პროცენტის გამოსათვლელად აუცილებელია:

$$\text{პროთორომბინის უტილიზაცია \% -ით} = \frac{\text{შრატის პროთორომბინის აქტივობა \% -ით}}{\text{პლაზმის პროთორომბინის აქტივობა \% -ით}} \cdot 100$$

შესწორება აუცილებელია განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ავადმყოფებს შრატის პროთორომბინის დრო ამაჩქარებლების ზეგავლენით პლაზმისაზე ნაკლები უხდებათ.

### პლაზმის თრომბოპლასტურ ფაქტორთა ნაკლოვანების დაფერენციაცია

როდესაც ხელთ გვაქვს ჰემოფილიით დაავადებულთა სისხლი ამა თუ იმ ფაქტორის უკვე ცნობილი დეფიციტით, დიაგნოზისათვის ვაწარმოებთ გამოსაკვლევი და წინასწარ ცნობილი დეფიციტის მქონე სისხლის ან პლაზმის თანბარი მოცულობით შერევას. ვაწარმოებთ რეკალციფიკაციას და დიაგნოზისმება შრატში პროთორომბინის მოხმარების ტესტის მიხედვით.

ჰემოფილიის სხვადასხვა ფორმების დროს მოხდება ნორმალიზაცია, ხოლო ერთგვარი ფორმების დროს ფი არ იარსებებს.



მაგრამ ჰემოფილით დაავადებულის სისხლი, წინასწარ ცნობილი დეფექტით, ყოველთვის არა გვაქვს ზელთ, ხოლო მისი შენახვისათვის საჭიროა—20°. აუცილებელია იმ ტექნიკის ათვისება, რომელიც გვაძლევს საშუალებას დაესვათ დაიგნოზი დონორის სისხლის სხვადასხვა ინგრედიენტებით. მით უმეტეს, რომ იგი არ გამოირიცხავს ჰემოფილით დაავადებულის სისხლთან შერევის ტესტს, პირველ, ერთი ავსებს მეორეს.

ამ მიზნით ვიღებთ ავადმყოფის პლაზმას, გამდიდრებულს თრომბოციტებით, რომელიც შეიძლება მიღებულ იქნეს ან სისხლის ვარკვეული დროის განმავლობაში დაყენებით, ან არა უმეტეს 10 წუთისა ბრუნვათა მინიმალურ რიცხვზე ცენტრიფუგირებით. VIII ფაქტორის წყაროს წარმოადგენს დონორის ახალი ბარიუმიანი პლაზმა; IX ფაქტორის წყაროს — მაკივარში ყინულის კულტურაში 2—3 კვირის განმავლობაში შენახული დონორის შრატის X ფაქტორის წყაროდ გამოიყენება დონორის ახალი ბარიუმიანი შრატის ბარიუმიანი შრატის მომხაღვლა შეფარდება ბარიუმიანი პლაზმის მომხაღვლას.

აღსორბულის საშუალებით ხდება შრატთან პროთრომბინის VII და IX ფაქტორების მოშორება. X ფაქტორის მოშორება ხდება ნაწილობრივ, ნაწილობრივ კი რჩება აღსორბულებულ შრატში პლაზმის C დეფიციტთან კორექციისათვის საჭირო რაოდენობით.

### ც ღ ა

ვიღებთ ოთხ სინჯარას და თითოეულში ვასხამთ 0,4 მლ თრომბოციტებით გამდიდრებულ გამოსაკვლევ პლაზმას. ერთ სინჯარას ემატება დონორის ახალი ბარიუმიანი პლაზმის 0,1 მლ, მეორეს — დონორის ხანგრძლივად შენახული შრატის 0,1 მლ, მესამეს—დონორის ახალი ბარიუმიანი შრატის 0,1 მლ, მეოთხეს—0,1 ფიზიოლოგიური ხსნარი (კონტროლი). მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული, რომ მეორე განხავევბაც კი მოქმედებს ტესტზე და შრატის პროთრომბინის დრო ხანგრძლივდება. რეკალიფიკაცია საჭიროა ნაწარმოები იქნეს კალციუმის ქლორიდის ისეთი ხსნარით, რომლის კონცენტრაცია 10-ჯერ აღემატება ცდების წარმოების დროს მიღებულ კონცენტრაციას, სახელობრ, 0,2 მოლარული ხსნარით, იმ ანვარიზით, რომ 0,01 მლ კალციუმის ქლორიდან ხსნარი მოდიოდეს პლაზმის ნარევის 0,1 მლ-ზე. ოთხივე სინჯარა იდგმება წყლის აბაზანაში 37°-ზე და შედეგების შემდეგ კიდევ რჩება მასში 30 წუთის განმავლობაში. ამ ხნის განმავლობაში ხდება თერმოლაბილური თრომბინის ინაქტივაცია. აუცილებელია თრომბინის არსებობაზე შემოწმება, რისთვისაც 0,1 მლ შრატს უერეთებენ 0,1 მლ პლაზმას, თუ კოლტი არ წარმოიშვა ან და წარმოიშვა 1—2 წუთის და მეტი ხნის შემდეგ, მაშინ შრატის ვარვისა საბუნდობლო.

პლაზმის ნარევის რეკალიფიკაციით მიღებული შრატის პროთრომბინის დრო რამოდენიმედ გახანგრძლივებულია სპონტანურ დროსთან შედარებით. ეს საჭიროა გვახსოვდეს შედეგების ამოკითხვისას.

ყველაზე ძნელია X ფაქტორის დეფიციტის დადგენა. იგი ინახება როგორც ბარიუმიანი პლაზმაში, ასე შრატში. სხვა ფაქტორებისაგან მის გამოყოფას ზელს უშლის ის, რომ იგი აღსორბირდება მხოლოდ ნაწილობრივ და არსებობს როგორც თხიერ ნაწილში (პლაზმა, შრატის), ისე ნალექში. ამგვარად, კორექცია წარმოებს როგორც ბარიუმიანი პლაზმასთან, ასე შრატთან და აღსორბენტის პროდუქტებთან, რაც მიღებულ შედეგებს გაფანტულს ხდის.

არამცაფერი შედეგი შეიძლება იყოს გამოწვეული იმით, რომ X ფაქტორი ყველგან შემცირებულია. IX ფაქტორის დეფიციტის უარსებობისას (პროთრომბინის პათოლოგიური მოხმარება ყინულზე შენახული შრატით) X ფაქტო-

რის დეფიციტის აღმოსაჩენად შეიძლება გამოვიყენოთ ახალი არააღმოსაჩენი-  
 ბული შრავი, რომელშიც X ფაქტორი მთლიანადაა. ახალ შრავში არის მხო-  
 ლოდ VIII ფაქტორის ნიშნები, რადგან შედეგების პროცესში ხდება მისი გა-  
 მოყენება.

ფირფიტების თრომბოპლასტური ფაქტორის დეფი-  
 ციტი. VIII ფაქტორის რაოდენობრივი განსაზღვრა  
 ცნობილია, რომ ფირფიტების ხარახობრივი განსაზღვრა წარმოებს ბიჯ-  
 სის და დუგლასის [7] თრომბოპლასტინის წარმოქმნილი ტესტით. მაგრამ თრომ-  
 ბოციტოპენიის დროს არც ისე ადვილია თრომბოციტების გროვის მიღება.  
 გარდა ამისა, ყოველთვის არ არის ცნობილი ტესტში აღებული თრომბოცი-  
 ტების რაოდენობა.

სტეფანისისა და დამეშეის [2] მოწოდებულმა დონორის უთრომბოციტო  
 პლაზმისა და თრომბოციტებით გამდიდრებული პლაზმის თანაბარი რაოდენო-  
 ბით ნარევის რეაგლციფიკაციის წესმა შრავის პროთრომბინის მოხმარების  
 შემდგომი განსაზღვრით არცერთ შემთხვევაში არ მოგვეცა შედეგი. იღვის მი-  
 ზედით, თუ გამოსაკვლევი პლაზმის თრომბოციტები ფუნქციონალურად არა-  
 სრულფასოვანია. პროთრომბინის მოხმარების დეფექტი უნდა დარჩეს. რადგან  
 იგი არ არის დამოკიდებული პლაზმური ფაქტორებისაგან, რომელიც მოწოდე-  
 ბულია დონორის უთრომბოციტო პლაზმის სახით.

ამავე დროს დონორის უთრომბოციტო პლაზმის თანაბარი რაოდენობით  
 დამატება ყოველთვის იწვევს შრავის პროთრომბინის დროის საგრძნობ გახან-  
 გრძლივებას, ე. ი. ტესტის სრულ ნორმალიზაციას.

შავიო შედეგებს, რომლებიც მიუთითებენ თრომბოციტების რაოდენო-  
 ბისა და ხარისხის ხარჯზე ფირფიტების შესამე ფაქტორის დეფიციტზე, გვაძ-  
 ლევს არასრული თრომბოპლასტინის გამოყენება, TAT—რეაგენტისა ქვიის [1]  
 მიხედვით.

3. ულიტინას და ბ. კუდრიასოვის [8] აზრით, ადამიანისა და  
 სხვადასხვა სახის ცხოველთა ტვინისაგან დამზადებული თრომბოპლასტინი  
 ხარისხობრივად განსხვავდება ერთმანეთისაგან და აქვს თავისი სპეციფიკური  
 სახეობითი სტრუქტურა. ქსოვილოვანი თრომბოპლასტინი შეიცავს ფირფი-  
 ტებისა და პლაზმის თრომბოპლასტური ფაქტორის ეკვივალენტს, რომელიც  
 სახელობითი სპეციფიკის შესაბამისად სხვადასხვავვარდ რეაგირებენ გათ-  
 ბობაზე.

ქვიმა, შტაპა და ხსეიმ ნახეს, რომ შინაური კურდღლის ტვინის ექს-  
 ტრაქტის გათბობა 60°C-ზე 20 წუთის განმავლობაში იწვევს ექსტრაქტში პლაზ-  
 მის თრომბოპლასტური ფაქტორის ეკვივალენტური აქტივობის გაქრობას. ამა-  
 ვე დროს ინარჩუნებს ფირფიტოვან ფაქტორთა მსგავს თვისებებს. შინაური  
 კურდღლის გამთბარი ტვინის აქტივობა მსგავსია წესამე ფირფიტოვანი ფაქ-  
 ტორისა და მის დიდად მნიშვნელოვან თვისებას წარმოადგენს. სისხლის შე-  
 დეღებამდე ან პლაზმის რეაგლციფიკაციის წინ რომ დავუმატოთ ტატ-რეაგენტი  
 (გამთბარი ექსტრაქტი), პროთრომბინის მოხმარების პათოლოგიური ტესტი უბ-  
 რუნდება ნორმას, თუ იგი გამოწვეული იყო ფირფიტოვანი ფაქტორის ნაკლო-  
 ვანებით. კორექციის უარესობა ან შრავის პროთრომბინის დროს უმნიშვნელო  
 გახანგრძლივება მიუთითებს პლაზმურ ფაქტორთა დეფიციტზე [9].

ნახვასმით უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ტესტში ადამიანის ტვინი არ შეიძ-  
 ლება იქნეს გამოყენებულ.

ესულისის მოსაზრებებლად იღებენ შინაური კურდღლის დეპლურირებუ-  
 ლი ტვინის 100 მგ და 2,5 მლ ფიზიოლოგიურ ხსნარს. სინგარაში წინასწარ  
 უნდა იქნეს მოთავსებული 0,025 მლ TAT — რეაგენტი, რომელსაც ეატება



ახლად აღებული სისხლის 1 მლ. 1 მლ პლაზმას უნდა დაეყვანოს არასრული თრომბოპლასტინის 0,05 მლ. კარგად არეული აღნიშნული ნარევი თავსდება ! საათით წყლის აბაზანაში 37°, შემდეგ კი ისაზღვრება პროთრომბინის მოხმარება შრატში.

VIII ფაქტორის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის არასრული თრომბოპლასტინის სახით ჩვენ ვიყენებდით ტატ-რეაგენტის ემულსიას. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ემულსია მზადდება შინაური კურდღლის აცეტონით დეკლორბებული ტვირისაგან, რომელიც ცდის წინ უნდა გათბეს წყლის აბაზანაში 60°-ზე 20 წუთის განმავლობაში. ნიკოლა [10] TAT-რეაგენტის გათბობას აწარმოებს 30 წუთის განმავლობაში.

მეორე ინგრენდიენტად გამოიყენება უთრომბოციტო პლაზმისაგან დამზადებული შრატი, რომელიც წარმოადგენს IX და X ფაქტორთა წყაროს. უთრომბოციტო შრატი შემდგენაირად მზადდება: დონორის ოქსალატური სისხლი ცენტროფუგდება 30 წუთის განმავლობაში 3000 ბრუნვაზე წუთში. პლაზმის რეალციფიკაცია წარმოებს 5 მლ პლაზმაზე 0,25 მოლარული კალციუმის ქლორიდის 0,25 მლ-ის დამატებით. ფიბრინის კოლტს გაშრობთ და შრატის ინკუბაციას გაწარმოებთ 15 წუთი 37°-ზე, შემდეგ კი 95 წუთი C 4°-ზე.

### ც და

არასრული თრომბოპლასტინის (TAT-რეაგენტი) 0,1 მლ.

გამოსაცლელი პლაზმის 0,1 მლ.

უთრომბოციტო პლაზმისაგან დამზადებული შრატის 0,1 მლ.

20 წამი 37 C-ზე.

კალციუმის ქლორიდის 0,025 მოლარული ხსნარის 0,1 მლ.

11—20 სეკუნდი დრო მიგვითითებს პლაზმაში VIII ფაქტორის ნორმალურ რაოდენობაზე. VIII ფაქტორის პროცენტული შედგენილობა არ შეიძლება გამოცდლი იქნეს ინდექსით, რომლის დროსაც დონორის პლაზმის დრო იყოფა გამოსაცლელი პლაზმის დროზე და მრავლდება 100-ზე. ეს არის დროის პროცენტული გამოთვლა, რაც არ შეეფარდება პლაზმაში ფაქტორის უშუალოდ რაოდენობას. პროცენტული გამოთვლისათვის აუცილებლად გამოყენებულ უნდა იქნეს პლაზმის ფიზიოლოგიური ხსნარით ან დიდი ხნის განმავლობაში შეინახული პლაზმით განზავების მრუდე. VIII ფაქტორის გაშლის დრო უნდა ნაითვალის უფრო ხანგრძლივად, ვიდრე V ფაქტორისა. აქედან გამომდინარე VIII ფაქტორის სრულ დაშლისათვის პლაზმა შენახულ უნდა იქნეს 14 დღეზე მეტ ხანს, მაგრამ ხმარების წინ მაინც უნდა გაისინჯოს, შეინახა თუ არა მასში ფიბრინოგენი. განზავების მრუდის ასაგებად დონორის პლაზმის სხვადასხვა რაოდენობით ურევენ განმზავებელ სითხეებს. პლაზმის ნაცვლად ტესტში ვიღებთ 0,1 მლ თითოეული ნარევისას, რომელიც განსაზღვრავს 100%-იან დონეს. VIII ფაქტორის პროცენტული შედგენილობა შეეფარდება 100%-იანი პლაზმის განზავების პროცენტს.

აღწერილი მეთოდით შეიძლება არა მხოლოდ VIII ფაქტორის, არამედ ფიბრინოგენის დოზირებაც. ფიბრინოგენის მოქმედება შეიძლება არ მივიღოთ მხედველობაში, რადგან მხოლოდ მისი რაოდენობის მნიშვნელოვან ცვლილებას შეუძლია იმოქმედოს VIII ფაქტორის დონეზე ისე, როგორც ფიბრინოგენის დონე მოქმედებს ქვიკის დროის განსაზღვრის დროს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 გეპერინენტული და კლინიკური ქირურგიისა და  
 ჰემოტოლოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 13.7.1959)



1. A. J. Quick. The thromboplastinogen activity Time (TAT) test. *Thrombosis et Diathesis haemorrhagica*, v. 1, № 1, 1957, 9-15.
2. M. Stefanini and W. Dameshek. *The Hemorrhagic Disorders. A Clinical and Therapeutic Approach*. New York-London, Grune Stratton, 1955, 368.
3. Y. Bounameaux. Dosage du facteur VIII en un temps. *Acta haemat.*, v. 17, № 6, 1957, 355-358.
4. A. J. Quick. Studies on the enigma of the hemostatic dysfunction of hemophilia. *Am. J. M. Sci.*, v. 214, № 3, 1947, 272-280.
5. F. Koller. Die moderne Gerinnungslehre in klinischer Sicht. *Schweiz. med. Wschr.*, № 29, 1954, 804-807.
6. A. de Vries, B. Alexander and R. Goldstein. A factor in serum which accelerates the conversion of prothrombin-Blood, v. 4, № 3, 1949, 247-258.
7. R. Biggs and A. S. Douglas. The thromboplastin generation test. *J. Clin. Pathol.* № 6, 1953, 23-29.
8. П. Д. Улитина и Б. А. Кудряшов. Видовая специфичность протромбокиназы и тромбоглобина. *ДАН СССР*, т. 77, № 4, 1951, 673-676.
9. A. J. Quick, W. F. Stapp and C. V. Hussey. The effect of heating on the thromboplastic activity of rabbit brain extract. A new test for the diagnosis of hemophilia. *J. Lab. Clin. Med.*, v. 39, № 1, 1952, 142-147.
10. P. Nicola. *The Laboratory Diagnosis of Coagulation Defects*. C. Thomas, Springfield, 1956, 240.



მეცნიერებათა აკადემიის მიმნიჭიანათა

ბ. ზვიზიანი

ზოგადი საზოგადოებრივი ნივთიერების მოქმედების შესახებ  
არტიკულზე და ვინაჟ სისტემაში მათი შეყვანისას<sup>1</sup>

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაქრაძემ 22.3.1960)

ამჟამად ეკვს არ იწვევს ის, რომ ერთისა და იმავე ნივთიერების მოქმედების ძალა და რიგ შემთხვევებში მოქმედების ხასიათიც იცვლება მისი ორგანიზმში შეყვანის გზების შესაბამისად, მაგრამ ამ მოვლენის ბუნება ჯერ კიდევ აუხსნელია. ავტორთა ერთი რიგი წამლის მოქმედების ძალის ცვლილებას უკავშირებს ქსოვილებისა და ორგანოების გამუხუნებელ თვისებას, მეორე კი ამ მოვლენას ხსნიან ნივთიერებების რეცეპტორულ აპარატზე მოქმედებით.

წინამდებარე შრომაში ჩვენ მოგვყავს ექსპერიმენტული მასალა, რომელიც ზილებულია ადრენალინის, მეთილანაბზინისა და კალიუმის ქლორიდის გავლენის შესწავლისას სისხლის წნევისა და სუნთქვაზე, მათი ბარძაყის არტერიაში შეყვანისას.

მ ე თ ო დ ი კ ა

ეთერთ დანარკოზებულ კატებს უკეთდებოდა დეცერებრაცია ჩვეულებრივი წესით.

ბარძაყის არტერიას ირგვლივყოფ ქსოვილებისაგან განთავისუფლების შემდეგ ვიღებდით ლიგატურაზე და მის პერიფერიულ ნაწილში და აგრეთვე ბარძაყის ვენაში (კონტროლის მიზნით) წერილი ნეშის საშუალებით შეგვყავდა და საკვლევი ნივთიერებები. იმისათვის, რომ აგვეხსნა საკვლევი პრეპარატების გავლენით გამოწვეული სუნთქვისა და სისხლის წნევის ცვლილებების მექანიზმი, ვისარგებლდით ვ. ზ ა კ უ ს ო ვ ი ს [1] მიერ აღწერილი პეგერის მეთოდით. დეცერებრირებულ კატის უკან კიდურზე (ბარძაყი) მის ზემო მესამედში არტერიისა და ვენის სანათურში პერიფერიული მიმართულებით ვათავსებდით კანიულებს. კანს, ტუნთებსა და სხვა ქსოვილებს ვკვეთდით ირგვლივად. ძვალს ვკვეთდით ზემო ეპითელთან. ამგვარად, კიდური სრულიად ითიშებოდა სისხლის მიმოქცევის საერთო წრიდან და ორგანიზმთან დაკავშირებული იყო მხოლოდ ნერვების საშუალებით.

საკვლევი ნივთიერებების მოქმედების ძალაზე ვმსჯელობდით სუნთქვისა და სისხლის წნევის ცვლილების მიხედვით.

ცდების ნაწილში კაპილარული ენდოთელის ფუნქციის გამორიცხვის მიზნით ვახდენდით ამ უკანასკნელის ბლოკადას, რისთვისაც ბარძაყის არტერიაში

<sup>1</sup> შრომა ძირითადად შესრულებულია ს. კორთვის სახელობის სამხედრო-სამედიცინო აკადემიის ფარმაკოლოგიის კათედრაზე 1940 წ.



სისხლის ნაკადის მიმართულებით შეგვეყვება ვასაყიდი ტუმის 5% ხსნარის 4 მლ. ორჯერ 10 წუთის ინტერვალით.

### მიღებული შედეგები

ადრენალინი. ადრენალინის შედარებით სუსტი კონცენტრაციის (1:500,000; 1:200,000) ხსნარების 0,25—0,5 მლ-ის (1 კგ წონაზე) ბარძაყის არტერიაში ინექცია არ იწვევდა სისხლის წნევის მომატებას.

შედარებით მაგარი ხსნარების (1:100,000; 1:50,000) იგივე რაოდენობა კი ცდების უმრავლეს შემთხვევაში იწვევდა სუსტად გამოხატულ პრესორულ ეფექტს.

ამ ცდების ცალკეულ შემთხვევებში სისხლის წნევის მომატება შეადგენდა იმ ეფექტის 50—70%-ს, რომელსაც ვიღებდით ადრენალინის ვენაში ინექციის დროს; უნდა აღინიშნოს გამოხატულების სახით ისეთი შემთხვევები, როდესაც ეს განსხვავება არ იყო გამოხატული, აქვე მოგვყავს ცხრილი, რომელშიაც შეყვანილია შრომაში მოყვანილი მთელი ფაქტობრივი მასალა.

ანალოგიური შედეგები აქვს აღწერილი გ. ბატრაქს [2]. მის მიერ ჩატარებული 28 ექსპერიმენტიდან 12 ცდაში ბარძაყის არტერიაში ადრენალინის შეყვანის დროს ხდება ამ ნივთიერების დაშლა 90—100%-ით, 12 შემთხვევაში—70—90%-ით, ხოლო 4 ცდაში—62—68%-ით.

ბ. კარნოსა და პ. ჟოსეანის [3] გამოკვლევით, ბარძაყის არტერიაში შეყვანილმა ადრენალინმა სისხლის მიმოქცევის საერთო წრეში მოხედვრამდე უნდა გაიაროს კაპილართა ის სისტემა, რომლითაც იცვებებიან აღნიშნული მიდამოს ქსოვილები. მათი აზრით, ადრენალინის მოქმედების ძალის შემცირება გამოწვეულია იმით, რომ მისი უმეტესი ნაწილი დიფუზიის გზით ხვდება ირგვლივ მყოფ ქსოვილებში და არა სისხლის მიმოქცევის საერთო წრეში.

გ. ხიულზეის [4] გამოკვლევით, ადრენალინი, შეყვანილი სხივის არტერიაში, სისხლის წნევაზე გავლენას არ ახდენს, მაშინ როდესაც იგივე დოზები, შეყვანილი ბარძაყის ვენაში, იწვევენ ძლიერ პრესორულ ეფექტს. ე. პოზოლმა [5], რომელსაც ეთერით ნარკოზის ქვეშ მყოფი კატების არტერიაში შეყვანდა ადრენალინის 1:10000-ზე განზავებული ხსნარის 0,2 მლ, სისხლის წნევის და სუნთქვის ცვლილება ვერ მიიღო. ჩვენი ცდების შედეგები და მოყვანილი ლიტერატურული მასალა გვიჩვენებს, რომ ადრენალინი, შეყვანილი არტერიულ (ბარძაყის არტერია) სისტემაში, უფრო ხშირად არ იწვევს სისხლის წნევის აწევას, ანდა იშვიათად, მხოლოდ ოდნავ წევს მას ზემოთ.

შემდგომ ცდებში ადრენალინი შევიყვანეთ ბარძაყის არტერიაში ამ უკანასკნელის ენდოთელის ბლოკირების ფონზე. როგორც ცდებმა გვიჩვენა, ენდოთელის ბლოკირების შემდეგ ადრენალინით გამოწვეული პრესორული ეფექტი ასევე ძლიერ ჩამორჩება იმ პრესორულ ეფექტს, რომელსაც ეს ნივთიერება იწვევს ვენაში შეყვანის შემდეგ.

იმის გასარკვევად, შეუძლია თუ არა ბარძაყის არტერიაში შეყვანილ ადრენალინს მოგვეცეს სუნთქვისა და არტერიული წნევის რეფლექსური ხასიათის ცვლილებები, ცდები ვაწარმოვეთ კატებზე ვ. ზაქუსოვის მიერ შემოადგენილი ჰეგერის მეთოდით. როგორც უკვე იყო აღნიშნული, ამ მეთოდით ცხოველის (კატა) უკანა კიდური ჰემორალური თვალთახედვით სრულიად ითიშება სისხლის მიმოქცევიდან და ის ორგანიზმთან კავშირში რჩება მხოლოდ ნერვების საშუალებით.



ზოგიერთი სამკურნალო ნივთიერების მოქმედების შესახებ

საქართველოს  
სამართლებრივი  
სისტემა

ადრენალინის, შუთილანაბაზინისა და კალიუმის ქლორიდის გავლენა სისხლის წნეგისა და სუნთქვაზე შთა ბაძაცის ვენაში, პრეტრიაში და უკან კიდურის არტერიულ სისტემაში შეყვანისას

ნივთიერებათა დასახელება	მონა მგ-ით 1 ცე ჭინძაზე	სისხლის წნეგისა და სუნთქვის ცვლილებები (სამუკალი მონაცემები)				იზოლირებულ უკან კიდურის სისხლ-ძარღვო ტენიანობა							
		სისხლის წნეგის		სუნთქვა		სისხლ. წნეგის		სუნთქვა					
		სისხლის წნეგის	სუნთქვა	სისხლის წნეგის	სუნთქვა	სისხლის წნეგის	სუნთქვა	სისხლის წნეგის	სუნთქვა				
ადრენალინი (1 : 50000)	0,5	6	აწევა	32	124	არის არის ცვლილება	—	1	000000	10	128	აღზნ.	კარ-ბად გაბნობ.
შუთილანაბაზინი	5	6	"	5	105	კარ-ბად გაბნობ.	—	—	000000	5	70	"	სუნთ-გაბნობ.
კალიუმის ქლორიდი	15	6	დაწევა	15	150	მოთმ-ნება	აწევა	175	000000	15	40	"	"

ცხრილი





ამ მიმართულებით ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ აღრენალინის 1:10000-ზე განზავებული ხსნარის უშუალოდ არტერიაში შეყვანა ცდების უმეტეს შემთხვევაში იწვევდა სისხლის წნევის დაქვეითებას და სუნთქვის აღზნებას (იხ. ცხრილი).

ამგვარად, როგორც აღწერილი ცდებიდან ჩანს, აღრენალინით გამოწვეულ პრესორულ ეფექტში მონაწილეობას არ იღებს უკანა კიდურების რეცეპტორებზე მისი უშუალო მოქმედება.

მეთილანაბაზინი. სულ ჩატარებულია 8 დეცერებრივ კატაზე 20 ცდა. მეთილანაბაზინის 4—5 მგ 1 კგ წონაზე, შეყვანილი ბარძაყის არტერიაში, არ იწვევს სუნთქვის აღზნებას და სისხლის წნევის აწევას; იმავე დონის ვენაში შეყვანა კი ძლიერ აღაზნებს სუნთქვას და მაღლა წევს სისხლის წნევას (იხ. ცხრილი), მეთილანაბაზინის შედარებით დიდი დოზები (6—8 მგ) არტერიულ სისტემაში შეყვანისას მხოლოდ ოდნავ აღაზნებენ სუნთქვას.

ბარძაყის არტერიის ენდოთელის ბლოკადის ფონზე მეთილანაბაზინის ის დოზები (4—5 მგ/კგ), რომლებიც ბლოკადამდე სუნთქვაზე არ მოქმედებდნენ, ბლოკადის შემდეგ იწვევენ თუმცა სუსტ, მაგრამ მაინც აღმზნებელ გავლენას.

აღწერილი იმაზე მიუთითებს, რომ მეთილანაბაზინის გაუფრთხილება მისი ბარძაყის არტერიაში შეყვანისას ზდება ენდოთელური უჯრედების მონაწილეობით.

შემდეგ ცდებში ჩვენ შევისწავლეთ მეთილანაბაზინის სუნთქვაზე აღმზნებ მოქმედებაში რეფლექსური კომპონენტის მონაწილეობა. ეს პრეპარატ შეგვყავდა კატის ნაწილობრივ იზოლირებული უკანა კიდურის (კიდური დაკავშირებული იყო ორგანიზმთან მხოლოდ ნერვების საშუალებით) სისხლძარღვებში. გამოირკვა, რომ მეთილანაბაზინის მხოლოდ დიდი დოზები (1:500, 1:1000, 1:10000-ზე განზავებული ხსნარები) იწვევდა სუსტად გამოხატულ სუნთქვის აღზნებას და წნევის აწევას (იხ. ცხრ.). ეს ფაქტი მიუთითებს, რომ ამ ნივთიერების სუნთქვაზე აღმზნებ გავლენაში რეფლექსური მექანიზმებიც მონაწილეობს.

ქლორიანი კალიუმის 10 დეცერებრივ კატაზე სულ ჩატარდა 20 ცდა. ქლორიანი კალიუმის მცირე დოზები (1—5 მგ/კგ) ბარძაყის არტერიაში ინექციის დროს იწვევდნენ სუსტად გამოხატულ პრესორულ ეფექტს სისხლის წნევაზე.

პრეპარატის იგივე რაოდენობა ბარძაყის ვენაში შეყვანის შემთხვევებში სისხლის წნევის დონეს არ ცვლიდა. შედარებით დიდი დოზების (10—15 მგ/კგ) არტერიაში შეყვანისას სისხლის წნევა მკვეთრად მატულობდა; ხოლო ბარძაყის ვენიდან შეყვანის დროს წნევა ქვეითდებოდა (იხ. ცხრილი).

ჩვენი შედეგების ანალიზური ფაქტები მოყვანილია ე. პობოლის [5] ცდებში. ავტორი ქლორიანი კალიუმის ვენაში შეყვანისას იღებდა სისხლის წნევის დაწევას, ბარძაყის არტერიაში ინექციის დროს კი მის აწევას.

კალიუმის ქლორიდის ორგანიზმში სხეადასხვა გზით შეყვანისას მიღებულმა ურთიერთსაწინააღმდეგო მოქმედებამ სისხლის წნევაზე გვაფიქრებინა, რომ პრესორული ეფექტი მისი არტერიაში შეყვანის დროს გაპირობებული უნდა იყოს პრეპარატის რეფლექსური მოქმედებით ან კალიუმის ქლორიდის უშუალო შემავიწროებელი გავლენის სისხლძარღვებზე. რაც შეეხება დეპრესორულ ეფექტს მისი ვენაში ინექციისას, ის, როგორც ცნობილია, აიხსნება პრეპარატის უშუალო მომადუნებელი მოქმედებით მიოკარდიუმზე და გულის ვაგუსურ აპარატზე.



მომდევნო ცდებში, რომლებიც ჩატარებული იყო ნაწილობრივ იზოლირებული უკანა კიდურის სისხლძარღვებზე, დაგვარწმუნა ბარძაყის არტერიაში შეყვანილი ქლორკალიუმის პრესორული ეფექტის რეფლექსურ ხასიათში.

ამ ცდებში ქლორკალიუმის 1:1000, 1:5000-ზე განზავებული ხსნარების პერფუზია ბარძაყის არტერიაში იწვევდა პრესორულ ეფექტს სისხლის წნევაზე (იხ. ცხრილი).

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ქლორკალიუმი (15 მგ—1 კგ წონაზე) ზევით წვედა სისხლის წნევას ისეთი ცხოველების ბარძაყის არტერიაში შეყვანისას, რომელთაც დარღვეული ჰქონდათ ცენტრალური ნერვული სისტემა.

ამგვარად, ანალიზის თანახმად, ბარძაყის არტერიაში შეყვანილი ქლორკალიუმის პრესორული ეფექტი აიხსნება აღნიშნულ ნივთიერებების უშუალო შემავიწროებელი მოქმედებით სისხლის ძარღვებზე და კაპილარების მიდამოდან რეფლექსური გავლენით ვაზომოტორულ ცენტრზე.

### დასკვნები

1. ადრენალინი ბარძაყის არტერიაში შეყვანისას საგრძნობლად კარგავს დამახასიათებელ პრესორულ ეფექტს სისხლის წნევაზე. ამ პრეპარატის უშუალო პერფუზია ნაწილობრივ იზოლირებული უკანა კიდურის სისხლის ძარღვებში კი ცდების უმრავლეს შემთხვევაში აქვეითებს სისხლის წნევას.

2. კალიუმის ქლორიდი, შეყვანილი ბარძაყის არტერიაში, ზემოთ წევს სისხლის წნევას, ე. ი. იწვევს იმის საწინააღმდეგო მოქმედებას, რომელსაც ადვილი აქვს მისი ვენაში ინექციის დროს.

3. მეთილანაბაზინის ჩვეულებრივი დოზების (4—5 მგ/კგ წონაზე) არტერიაში ინექცია არ იწვევს სუნთქვის აღგზნებას; მისი შედარებით დიდი დოზები (6—8 მგ/კგ წონაზე) კი მხოლოდ ოდნავ ალაგზნებენ სუნთქვას.

4. ადრენალინის, კალიუმის ქლორიდისა და მეთილანაბაზინის სუნთქვასა და სისხლის წნევაზე მოქმედებაში მონაწილეობას იღებს მათი უშუალო გავლენა უკანა კიდურის სისხლძარღვთა რეცეპტორებზე.

თბილისის სახელმწიფო  
სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.3.1960)

### დამოუყვებელი ლიტერატურა

1. В. В. Закусов. Рефлексия на дыхание при действии ядов на различные сосудистые области. Фармакология и токсикология, т. 2, вып. 2, 1939, стр. 20—25.
2. Г. Е. Баграк. О роли органов и тканей в судбе адреналина циркулирующего в крови. Труды конференции по проблеме шока. Академии Наук УССР, 1938, стр. 78—88.
3. P. Carnot, P. Josseland. Influence du travail musculaire sur l. activite de l. adrenaline. Comptes Rendus de la soc. de Biol. vt. 55, 1903, 51—58.
4. W. Hülse. Untersuchungen über gefäßverengernde Stoffe im Blute bei Hypertonten. Zentralblatt für innere medic. Bd. 43, № 1, 1922, 1—10.
5. Е. П. Поболь. О действии некоторых лекарственных веществ в наркозе, при внутрисосудистом их введении. Механизмы патологических реакции медина, Ленинградское отделение, 1955, стр. 191—201.



კლინიკური პედიკონა

ბ. სარაღმაძე

სისხლის შრატის ცილების შედგენილობის ცვლილებები  
თირეოტიროქსინოზის დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 23.2.1960)

თირეოტიროქსინოზი ერთ-ერთი გავრცელებული ენდოკრინული დაავადებაა. დროის დროსაც დარღვეულია ნივთიერებათა ცვლის ყველა სახე. ნივთიერებათა ცვლის პროცესთა გაძლიერება ამ დაავადების კარდინალურ ნიშანად ითვლება. მნიშვნელოვანი მიღწევების მიუხედავად, რაც მოპოვებულია თირეოტიროქსინოზის ეტიოპათოგენეზის, დიაგნოსტიკის, კლინიკისა და მეურნეობის საქმეში, ზოგიერთი საკითხი ჯერ კიდევ ნაკლებადაა შესწავლილი. მათ რიცხვს ეკუთვნის ცილების ცვლა თირეოტიროქსინოზის დროს. ლიტერატურაში არსებობს მითითება, რომ ცილოვანი ცვლა თირეოტიროქსინოზის დროს ყველაზე ადრე ირღვევა და ყველაზე გვიან სწორდება ნივთიერებათა ცვლის სხვა სახეთა შორის [1].

ლიტერატურაში არსებული გამოკვლევები სისხლის შრატის ცილოვანი ფრაქციების შესახებ თირეოტიროქსინოზის დროს შედარებით მცირეა, მონაცემები კი ურთიერთსაწინააღმდეგოა. ზოგიერთი ავტორი [2] მიუთითებს სისხლის შრატში საერთო ცილისა და ალბუმინის მომატებაზე, ნაწილი [3] აღნიშნავს საერთო ცილის რაოდენობას ნორმის ფარგლებში, არსებობს მითითება საერთო ცილისა და ალბუმინის შემცირების შესახებ [4]. ავტორის [5] მონაცემებით აღნიშნება ალბუმინის შემცირება და  $\alpha$ -გლობულინის მომატება. არსებობს მითითება გლობულინის  $\gamma$ -ფრაქციის მომატების შესახებ. არსებობს ისეთი მითითებაც, რომ თირეოტიროქსინოზის დროს იოდევეა მხოლოდ ცილების რაოდენობრივი და არა ხარისხობრივი მხარე. ზოგიერთი მკვლევარი [6] ვერ ნახულობს დამახასიათებელ კანონზომიერებას ცილების ცვლაში თირეოტიროქსინოზის დროს.

არსებობს მითითება [7], რომ ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონი ცირკულირებს სისხლის შრატში ორ ცილოვან ფრაქციასთან დაკავშირებით, გლობულინის  $\alpha$ -ფრაქციაში—85%, ხოლო ალბუმინთან—15%; ზოგჯერ 10% პოულობენ  $\beta$ -გლობულინში. ავტორთა მეორე ჯგუფის [8] გამოკვლევათა მიხედვით თირეოტიროქსინი დაკავშირებულია სპეციალურ თირეოქსინის მატარებელ ცილასთან, რომელიც იწყოფება  $\alpha_1$  და  $\alpha_2$  გლობულინის ფრაქციათა შორის. იმ შემთხვევაში, როცა სისხლში თირეოქსინის შემცველობა მეტად მაღალია, ის შეიძლება დაკავშირებული იყოს სხვა ცილებთან, კერძოდ ალბუმინთან. ფარისებრი ჯირკვლის მეორე უფრო აქტიური ჰორმონი—ტრიიოდტირონინი არ უკავშირდება საეციფიკურ ცილებს, ის არამტკიცედ დაკავშირებულია ცილის სხვადასხვა ფრაქციასთან.



ფარისებრი ჯირკვლის პორპონთა ასეთი კავშირი სისხლის ცირკულაციის ადიდებს სისხლის ცილოვანი ფორმულის შესწავლის მნიშვნელობას. ადინული პათოლოგიის დროს. ამასთანავე სისხლის შრატის ცილოვანი ფორმულის ცვლილებათა დადგენას პრაქტიკული მნიშვნელობაც აქვს, ვინაიდან ნიუთიფრებათა ცვლის პროცესთა, მათ შორის ცილების ცვლის მოწესრიგება წარმოადგენს მნიშვნელოვან ამოცანას თირეოტოქსიკოზით დაავადებულთა მეურნეობის საქმეში.

ჩვენს მიზანს წარმოადგენდა შედარებით დიდ კლინიკურ მასალაზე შეგვესწავლა სისხლის შრატის ცილოვანი შედგენილობა თირეოტოქსიკოზით დაავადებულებში.

### მეთოდოლოგია

სისხლის შრატის ცილოვანი ფორმულის შესწავლა ხდებოდა ავადმყოფთაგანიდან უზმოდ აღებული სისხლის შრატში მარილოვანი დალექვის მეთოდით 19. 0,2 მილ. ლ. სისხლის შრატი იხმარება საერთო ცილის განსაზღვრისათვის—კიელდალით. 0,4 მილ. ლ. შრატში ხდება გლობულინების დალექვა ნატრიუმ-სულფატის 28% ხსნარით; 0,8 მილ. ლ. შრატში ილექება გლობულინის- $\beta$  და  $\gamma$ -ფრაქციები ნატრიუმსულფატის 23%-ანი ხსნარით; 0,4 მილ. ლ. შრატში ილექება  $\gamma$ -გლობულინი ამონიუმ სულფატისა და სუფრის მარილის ხსნარით. გლობულინების დალექვის შემდეგ ფილტრატში განისაზღვრება ალბუმინი, ხოლო  $\beta$  და  $\gamma$  გლობულინის დალექვის შემდეგ ფილტრატში განისაზღვრება ალბუმინი +  $\alpha$  გლობულინი—აზოტის დაწვისა და მისი განსაზღვრის საშუალებით კიელდალის წესით. ნარჩენი აზოტის განსაზღვრა წარმოებდა აგრეთვე კიელდალის წესით. ნაპოვნი სიდიდეების: საერთო ცილის, ალბუმინის, ალბუმინი +  $\alpha$  გლობულინის,  $\gamma$ -გლობულინის შემდგომ ადვილად გამოიანგარიშება გლობულინის დარჩენილი  $\alpha$  და  $\beta$  სიდიდეები. მეთოდოლოგია დამყარებულია აზოტის დაწვასა და მის განსაზღვრაზე კიელდალის წესით.

აღნიშნული მეთოდით მიღებული ცილოვანი ფრაქციების მონაცემები ჯანმრთელებში არ სცილდება ელექტროლიზით მიღებულ შედეგებს, ხოლო საერთო ცილის განსაზღვრა კიელდალით უზუსტეს მეთოდად ითვლება. აღნიშნული მეთოდი კლინიკის პირობებში საშუალებას იძლევა ერთდროულად ვაწარმოოთ რამდენიმე ავადმყოფის გამოკვლევა. თითოეული გამოკვლევისათვის საკმარისია ორი მილ. ლ. შრატი.

### მიღებული შედეგები

სისხლის შრატის ცილოვანი ფრაქციები შესწავლილ იქნა 20 ჯანმრთელ პირველად დონორზე (საკონტროლო ჯგუფი), რომელთა შორის მამაკაცი იყო 2, ქალი—18, მათი ასაკი მერყეობდა 20-57 წლების ფარგლებში. სისხლის შრატის ცილოვანი ფორმულა შესწავლილი იყო 104 თირეოტოქსიკოზით დაავადებულში, რომელთა შორის მამაკაცი იყო 7, დედაკაცი—97. ასაკის მიხედვით: 20 წლამდე—4, 20-დან 30 წლამდე—31, 31-40 წლამდე—22 ავადმყოფი, 40-50 წლამდე—33, 50-60 წლამდე—10, 60 წლის ზეით—4 ავადმყოფი.

მსუბუქი ფორმის თირეოტოქსიკოზი აღენიშნებოდა 22 ავადმყოფს (21,1%), საშუალო სიმძიმის—55 ავადმყოფს (52,9%), ხოლო მძიმე ფორმის

—27 ავადმყოფს (26%). დაავადების სიმძიმის განსაზღვრისას შედგენილობის ცვლილებების მიხედვით აღადმყოფის საერთო კლინიკური მდგომარეობა ტროიული გამოკვლევების მონაცემები—ძირითადი ცვლა დუგლას-პოლდენის მეთოდით, ფარისებრი ჭირკვლის ფუნქცია რადიოაქტიური იოდი— $^{131}\text{I}$  ჩართვის მიხედვით და სხვა.

ჯანმრთელთა და ავადმყოფთა გამოკვლევით მიღებული შედეგების შესადარებლად ჩვენ მიემართავდით საშუალო სიდიდეთა გამოყვანას ყოველი ცალკე ჯგუფისათვის. იმისათვის, რომ გვექნოდა საშუალება ვისაჯლოთ შედეგებზე, განსხვავება ჯანმრთელთა და ავადმყოფთა მონაცემებს შორის ჩავთვალეთ სარწმუნოდ, საჭიროა შედეგების დამუშავება ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდით. უკანასკნელი მოითხოვს გამოთვლილ იქნეს საშუალო არითმეტიკული სიდიდე ( $M$ ), მისი საშუალო კვადრატული გადახრა ( $\sigma$ ), საშუალო შეცდომა ( $m$ ) საშუალო არითმეტიკულია. წარმოებდა აგრეთვე ვარიაციის კოეფიციენტის ( $V$ ) გამოთვლა ფორმულით  $V = \frac{\sigma}{M} \times 100$ . სტატისტიკიდან ცნო-

ბილია, რომ ორი საშუალო სიდიდის შედარებისას საკმარისი არ არის მხოლოდ არითმეტიკული გამოთვლა, თუ რამდენით მეტია ერთი სიდიდე ( $M_a$ ) მეორე სიდიდეზე ( $M_b$ ) ან პირაქუ. ყოველთვის აუსებობს საჭიროება დიფერენციალური, თუ რამდენად სარწმუნოა აღნიშნული სხვაობა, მით უმეტეს, თუ საშუალო არითმეტიკული სიდიდეები ურთიერთ ახლოსაა. აღნიშნული საკითხის გადასაჭრელად ჩვენ ვიყენებოდით ფორმულით

$$M_a - M_b > 3\sqrt{m^2 a + m^2 b},$$

სადაც ეს სხვაობა საიმედოდ და სარწმუნოდ ითვლება იმ შემთხვევაში, თუ ეს მეტია ან უდრის გასამკვებულ კვადრატულ ფესვს შეცდომათა კვადრატების ჯამიდან, წინააღმდეგ შემთხვევაში ეს არ შეიძლება მივიჩნიოთ სარწმუნოდ და შეიძლება ვთქვათ, რომ საშუალო სიდიდეები ერთგვაროვანი სიდიდეებიანაა.

საერთო ცილა მსუბუქი ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს ნორმასთან შედარებით მომატებულია 0,34 გრ. %-ით, მაგრამ ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდით დამუშავებამ გვიჩვენა, რომ ეს მომატება არ შეიძლება სარწმუნოდ ჩათვალოს. ალბუმინი ზომიერად შემცირებულია როგორც აბსოლუტურ—0,59 გრ. %-ით, ასევე შეფარდებით ციფრებში—9,69 %-ით. გლობულინი საგრძნობლად მომატებული აბსოლუტურ ციფრებში—0,98 გრ. %ით, ზომიერად—შეფარდებით ციფრებში 9,82 %-ით.  $\alpha$ -და  $\beta$ -გლობულინის ფრაქციები ზომიერად მომატებულია როგორც აბსოლუტურ, ასევე შეფარდებით ციფრებში.  $\gamma$ -გლობულინი მკვეთრად მომატებული აბსოლუტურ—4,41 გრ. %-ით და ზომიერად შეფარდებით ციფრებში—3,75 %-ით ალბუმინ-გლობულინური კოეფიციენტი ზომიერად შემცირებულია 0,45-ით, მერყეობს 0,84—1,16 შორის. ნარჩენი აზოტი განიცდის უმნიშვნელო მომატებას—5,6 მგ. %.

საშუალო სიმძიმის თირეოტოქსიკოზის დროს საერთო ცილა ნორმასთან შედარებით საგრძობლად მომატებული—0,93 გრ. %-ით. ალბუმინი განიცდის მკვეთრ შემცირებას როგორც აბსოლუტურ—1,56 გრ. %-ით, ასევე შეფარდებით ციფრებში—14,46 %-ით. გლობულინები საგრძნობლად მომატებული ნორმასთან შედარებით როგორც აბსოლუტურ—0,66 გრ. %-ით, ისე შეფარდებით ციფრებში—14,51 %-ით.  $\gamma$ -გლობულინის მომატება ორივე შემთხვევაში ნორმასთან შედარებით მნიშვნელოვანია.

ԼՆՏԱՆ ԹԻՎԱԿԱՆ ԳՆԱԿԱՆ ԳՆԱԿԱՆ ԶԱՆԻՊԱԿՆԵՐ

ԳՆԱԿԱՆ Զ

Զննեցու խումբ N=20	Խմբի ընդամենը	Կենցաղ			Կրթություն			Կրթության գնալու					
		մեծ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %	մեծ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %	մեծ. տոկ. %		նրբ. տոկ. %		մեծ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %
								մեծ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %	մեծ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %		
M-լինճու լինճու ստանդարտ բաժնետերեր և՛ ստանդ. լինճու ստանդարտ բաժնետերեր	2,12	4,77	29,13	3,3	20,8	0,65	8,1	1,25	1,2	1,48	2,68	1,24	2,64
M-լինճու լինճու ստանդարտ կ-նրբ. տոկ. %	20,38	20,31	21,09	20,2	21,85	20,65	20,73	20,39	21,1	20,17	21,19	+0,14	2,64
M-լինճու լինճու ստանդարտ կ-նրբ. տոկ. %	20,68	20,07	20,27	20,05	20,43	20,00	20,16	20,07	20,11	20,04	20,26	+0,00	+0,17
V շնորհիվ ընդհանուր % - Կ - 100	4,69%	6,1%	3,54%	6,14%	4,88%	7,0%	9,7%	10,1%	9,8%	11,7%	6,4%	9,8%	9,8%
Գնված մեծ. տոկ. %	7,14	4,2	16,1	2,87	22,7	0,17	6,8	0,91	1,8	1,21	16,0	1,26	21
Գնված նրբ. տոկ. %	6,58	3,81	22,0	3,28	44,0	0,79	9,0	1,19	16,7	1,64	20,0	1,65	39

ԼՆՏԱՆ ԹԻՎԱԿԱՆ ԳՆԱԿԱՆ ԶՆԱԿԱՆ ԶԱՆԻՊԱԿՆԵՐ ԿՆԵՑԱԿԱՆ ԶԱՆԻՊԱԿՆԵՐ

ԳՆԱԿԱՆ Զ

Զննեցու խումբ N=22	Խմբի ընդամենը	Կենցաղ			Կրթություն			Կրթության գնալու					
		մեծ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %	մեծ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %	մեծ. տոկ. %		նրբ. տոկ. %		մեծ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %
								մեծ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %	մեծ. տոկ. %	նրբ. տոկ. %		
M-լինճու լինճու ստանդարտ բաժնետերեր և՛ ստանդ. լինճու ստանդարտ բաժնետերեր	2,6	4,18	29,44	4,28	20,62	0,27	1,15	1,17	1,61	1,89	22,11	0,99	14,44
M-լինճու լինճու ստանդարտ կ-նրբ. տոկ. %	0,75	0,4	2,33	0,46	2,09	0,09	0,79	0,1	1,61	0,26	2,68	0,93	1,79
M-լինճու լինճու ստանդարտ կ-նրբ. տոկ. %	0,16	0,08	0,41	0,1	0,53	0,00	0,17	0,04	0,14	0,06	0,14	0,06	0,7
V շնորհիվ ընդհանուր % - Կ - 100	3,66	6,17	1,73	19,71	4,88	9,88	6,37	14,08	9,28	13,76	9,13	1,03	10,1
Գնված մեծ. տոկ. %	7,1	7,41	21,0	3,54	24,1	0,21	9,4	1,07	15	1,21	17,1	0,84	20
Գնված նրբ. տոկ. %	9,14	4,99	13,6	4,99	14,3	1,11	13,0	1,8	19,7	2,17	25,9	1,19	30

ԳՆԱԿԱՆ Զ





მ-გლობულინი შეფარდებით რიცხვებში უმნიშვნელოდაა მომატებული—0,32 გრ. %-ით, ასევე შეფარდებით რიცხვებში—6,46 %-ით. ალბუმინ-გლობულინური კოეფიციენტი საგრძნობლადაა შემცირებული—0,63-ით, მერყეობს 0,6—1,07 თარგვლებში. ნარჩენი აზოტი მომატებულია ზომიერად—14,8 მილ. გრ. %-ით, მერყეობს 28—54 მილ. გრ. % შორის.

მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს აღინიშნება საერთო ცილის მკვეთრი შემცირება ნორმასთან შედარებით 2,65 გრ. %-ით; ალბუმინის ნაკლები შემცირება როგორც აბსოლუტურ—2,64 გრ. %-ით, ასევე შეფარდებით რიცხვებში—19,96 %-ით. გლობულინი აბსოლუტურ რიცხვებში ნორმას ფარგლებშია, ხოლო შეფარდებით რიცხვებში მკვეთრადაა მომატებული—20 %-ით. მ-გლობულინი მკვეთრადაა მომატებული როგორც აბსოლუტურ—0,44 გრ. %-ით, ასევე შეფარდებით რიცხვებში—11,85 %-ით ნორმასთან შედარებით. მ-გლობულინი აბსოლუტურ რიცხვებში საგრძნობლადაა შემცირებული 0,38 გრ. %-ით, მაშინ როდესაც შეფარდებით რიცხვებში საგრძნობლადაა მომატებული—6,3 %-ით. ყ-გლობულინი აბსოლუტურ რიცხვებში შემცირებულია 0,12 გრ. %-ით ნორმასთან შედარებით. აღნიშნული შემცირება არ შეიძლება სარწმუნოდ ჩაითვალოს. შეფარდებით რიცხვებში კი მომატებულია 6,26 %-ით. ალბუმინ-გლობულინური კოეფიციენტი მკვეთრადაა შემცირებული (0,79-ით), მერყეობს 0,52—0,82 შორის. ნარჩენი აზოტი საგრძნობლადაა მომატებული (29,9 მილ. გრ. %-ით), მერყეობს 42—86 მილ. გრ. % შორის.

### შედეგების განხილვა

მსუბუქი ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს საერთო ცილა ნორმისა და ნორმის მაღალი დონის ფარგლებშია, ხშირ შემთხვევაში კი, განსაკუთრებით დაავადების ხანმოკლე პერიოდის მქონე ავადმყოფებში, აღინიშნება საერთო ცილის ზომიერი მომატება. მართალია, აღნიშნული მატება სარწმუნოდ არ ჩაითვლება, მაგრამ ტენდენცია საერთო ცილის მომატებისაკენ უდავოა. აღნიშნული პირობადებული უნდა იყოს ორგანიზმში სინთეტიკური პროცესების გაძლიერებით. ასეთი მოსაზრების სასარგებლოდ მუთითებენ ექსპერიმენტული მონაცემები [10], რომელთა მიხედვითაც ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონებს შეუძლიათ გააძლიერონ დაშლითი ან ცილის სინთეზის პროცესები. ჰორმონის მოქმედება დამოკიდებულია ორგანიზმის ცილებით ვაჭერებასა და ორგანიზმში ცირკულირებულ თიროქსინის რაოდენობაზე.

ჰიპერთირეოიდიზაციის დროს მცირე დოზებით ადვილი აქვს საერთო ცილის მომატებას, ხანგრძლივი ჰიპერთირეოიდიზაცია თირეოიდინის დიდი დოზებით იწვევს ჰიპოპროტეინემიას უმეტესად ალბუმინების ხარჯზე.

საერთო ცილის ზომიერი შემცირება საშუალო სიმძიმის თირეოტოქსიკოზით დაავადებულთა 54,5 % შემთხვევაში, მკვეთრი შემცირება მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის ყველა შემთხვევაში გამოწვეული უნდა იყოს ორგანიზმში ცილების გაძლიერებული დაშლით, რაზედაც მიუთითებს ნარჩენი აზოტის მომატება კონცენტრაციის ნორმალური ფუნქციის მქონე თირკმელთა არსებობისას. თირეოტოქსიკოზისათვის დამახასიათებლად ითვლება სიმპათიკოტონუსის მომატება. ცნობილია, რომ სიმპათიკოტონუსი აძლიერებს ორგანიზმში ცილების დაშლას. შესაძლოა ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონით ცილების ცელის უშუალო სტიმულაციის გარდა გაძლიერებული დაშლა ნაწილობრივ პირობადებულია ჰიპერთირეოიდიზებული ორგანიზმის მოთხონილების



გაზრდით ნახშირწყლების მიმართ. ადგილი აქვს ცილების დაშლას. ამასვე მოწმობს ცილებად—ნეოგლუკოგენის პროცესი. თირეოტოქსიკოზიანი ავთვისებიანი ცილების ნახშირწყლების დიდი რაოდენობით მიწოდება, მართალია, არ იწვევს ცილების ცვლის ნორმალიზაციას, მაგრამ ზღუდავს ცილების დაშლას [6].

თირეოტოქსიკოზის დროს ჰიპოპროტეინემიის მიზეზთა შორის უნდა აღინიშნოს ორგანიზმში ცილების სინთეზის დარღვევა. აღნიშნულის სასარგებლოდ მიუთითებს ის ფაქტი, რომ ავადმყოფთა კლინიკური ვაჟანსაღების მიუხედავად ცილებით მდიდარი კვების პირობებში ორგანიზმში დიდხანს ვერ ატეხრებს დაფაროს არსებული დეფიციტი ცილების ცვლაში.

თირეოტოქსიკოზის დროს ორგანიზმში ცილების სინთეზის დარღვევის მიზეზად შედეგობაში უნდა იყოს მიღებული ცვლილებები იმ ორგანოთა და სისტემათა მხრივ, რომელნიც მონაწილეობას ღებულობენ ცილების გადამშენებების, შეთვისებისა და სინთეზის პროცესებში. არსებობს მითითება [11], რომ ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონი უშუალოდ მოქმედებს ღვიძლის ცილებზე, აძლიერებს მათ ჰიდროლიზს რის გამოც ცილების რეზერვი ღვიძლში მკვეთრად ქვეითდება, ადგილი აქვს ღვიძლის ცილის სტრუქტურულ ცვლილებებს.

საშუალო და მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზების დროს აღინიშნება კუჭის სეკრეტორული და ექსკრეტორული ფუნქციის და პეპსინის მომწოდებელი ძალის დათრგუნვა. პანკრეასის ფუნქცია დარღვეულია. კლინიკურად პრეტუ იშვიათად ადგილი აქვს დისპეფსიურ მოვლენებს. თირეოტოქსიკოზის ხშირ შემთხვევაში დარღვეულია ძვლის ტენის ფუნქცია, რაზედაც მიუთითებს უჩრდეთა მომწიფების პროცესის შეფერხება.

ალბუმინის საგრძნობი, ხშირ შემთხვევაში მკვეთრი შემცირება საშუალო და მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს პირველ რიგში ღვიძლის მხრივ ფუნქციონალური და მორფოლოგიური ცვლილებებით უნდა აიხსნას [1]. ჩვენს მასალაზე საშუალო და მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზით დაავადებულთა 32% შემთხვევაში კლინიკურად აღინიშნებოდა გადიდებული ღვიძლის არსებობა. ჰიპოალბუმინემიის და ჰიპოპროტეინემიის განვითარებაში გარკვეულ როლს თამაშობს ღვიძლის სეროზული ანთება და სისხლძარღვთა იონვადობის მომატება [4]. ცნობილია, რომ სისხლის ცილები დინამიკურ წონასწორობაშია ქსოვილთა ცილებთან. თუ ჰიპოპროტეინემია მაჩვენებელია ქსოვილთა სამარაგო ცილებით გაღარიბებისა, კიდევ უფრო სერიოზულად უნდა მივიჩნიოთ ალბუმინების მკვეთრი შემცირება ლიტერატურაში არსებობს მითითება, რომ ადამიანის პლასმის ალბუმინის დაქვეითება ერთი გრამ %-ით 100 მლ. ლ. პლასმაში იწვევს ორგანიზმის მიერ ერთი კილოგრამის ცილას ანდა უფრო მეტის დაკარგვას.

## დასკვნები

1. თირეოტოქსიკოზის დროს დარღვეულია ცილების ცვლა ორგანიზმში. აღინიშნება ჰიპოპროტეინემია, ნარჩენი აზოტის ზომიერი და არა იშვიათად საგრძნობი მომატება საშუალო და მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზით დაავადებულთა შორის. ჰიპოალბუმინემია, ჰიპერგლობულინემია, ალბუმინ-გლობულინური კოეფიციენტის დაქვეითება,  $\alpha$  და  $\gamma$  გლობულინის ფრაქციითა მომატება დამახასიათებელია ამ დაავადების ყველა ფორმისათვის.

2. თირეოტოქსიკოზის დროს სისხლის შრატის ცილოვანი შედგენილობის მხრივ არსებულ ცვლილებათა ხასიათი, ხარისხი და მდგრადობა პირდაპირ დამოკიდებულია დაავადების სიმძიმის ხანგრძლივობასა და მიმდინარეობასთან.



3. ცილების ცვლის მოშლა პირობადებულია როგორც ცილების გაცდენის შედეგად დაშლით, ასევე ორგანიზმში მისი სინთეზის დარღვევით. შინაჯივით.

4. სისხლის შრატის ცილოვანი ფორმულის შესწავლა თირეოტოქსიკოზის დროს სხვა ლაბორატორიულ მონაცემებთან ერთად ეხმარება კლინიკის დიაგნოსტიკის, დაავადების სიმძიმის, სამკურნალო საშუალებათა შერჩევისა და ჩატარებული მკურნალობის ეფექტურობის განსაზღვრაში.

თბილისის სახელმწიფო  
სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას მიუვითა 23.2.1960)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. Ф. Мандль. Изменение функции печени при тиреотоксикозах до и во время лечения. Автореферат, Л., 1954.
2. Е. А. Дергоусова и Н. А. Митяшин. Белки крови больных тиреотоксикозом после лечения 6-метилтиоурацилом и сульфотальной тиреондэктомией. Труды Пермского Медицинского института, в 26, Пермь, 1957, 164—169.
3. З. Ф. Ларионова. О прижизненных количественных изменениях сывороточных белков при различных формах зоба в связи с лечением. Автореферат. Фрунзе, 1954.
4. Т. П. Болотова. Нарушение проницаемости сосудистой стенки при диффузном тиреотоксическом зобе. Клиническая медицина, т. 29, № 2, 1951, 89—90.
5. Ш. И. Гугешашвили. О методе электрофореза белков сыворотки крови на бумаге в клиничко-биохимической лаборатории. Вопросы медицинской химии, т. 1, вып. 5, 1955, 365—369.
6. Н. Б. Медведева. Экспериментальная эндокринология. Киев, 1946.
7. W. Horst und H. Schumacher. Papierelektrophoretische Untersuchung von Schilddrüsen extrakten und Serum nach in vitro-rusatz von Radiojodin, Radiomangan und Radiocobalt sowie nach in vivo-gabe von Radiojodig. KI. Wochenschr. 32, 15—16 1954, 361—364.
8. E. Paschke, E. Rakof, A. Cantarow. Clinical Endocrinology, NewYork, 1955, 113—190.
9. H. Gohr, K. Falkenbach, H. Langenberg. Untersuchung über die Chemische Methode zur Bestimmung von  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  globulinen und Albuminen in 2 cm<sup>3</sup> Serum. Zeitschr. für die gesam. innere Medizin 13—14, 1950, 407—412.
10. Р. И. Сагааник. О характере влияния гормона щитовидной железы на образование белков в организме в зависимости от условий питания. Врачебное дело, № 12, 1954, 1064—1068.
11. Э. А. Колян. Изменение структуры белка печени под влиянием гормона щитовидной железы. Бюлл. эксп. биол. и медицины, т. 22, вып. 6, № 12, 1946, 35—35.

## 0. კობახიშვილი

## სიმბოლური ხატის მოტივაციის საკითხისათვის ბავშვთან

(4-დან 7 წლამდე)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა რ. ნათაძემ 19.11.1959)

რიგი მკვლევარებისა [1,2,3] სიმბოლოს განმარტავს როგორც მოტივირებულ აღმნიშვნელს, რომელიც ნიშნისაგან განსაუვებით, რომელიც ნებისმიერი და კონვეციონალურია) ამელაენებს გარკვეულ მსგავსებას აღსანიშნთან. ეს ავტორები ამ განსაზღვრებით კმაყოფილდებიან და არაფერს ამბობენ იმის შესახებ, თუ რაში ნდგომარეობს ეს მოტივაცია, როგორია მსგავსება აღმნიშვნელსა და აღსანიშნს შორის.

პირვეტი, რომელმაც დიდი შრომა მიუძღვნა ბავშვთან სიმბოლური ფუნქციის განვითარებას, მხოლოდ გაკვრით ეხება სიმბოლოს მოტივაციის საკითხს და არ აქცევს მას სპეციალური კვლევის საგნად. იგი სიმბოლოს განსაზღვრავს როგორც ინდივიდუალურ აღმნიშვნელს, ანუ ხატს, რომელიც აღსანიშნი მოვლენის ადეკვატურ სურათს კი არ გვაძლევს, არამედ ამელაენებს მასთან მხოლოდ შორეულ მსგავსებას და ამის საშუალებით წარმომადგენლობს აღსანიშნ მოვლენას, ანუ რეპრეზენტანტის როლში გამოდის.

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა სიმბოლოს მოტივაციისა და მისი გამოვლენების თავისებურებათა შესწავლა ასაკობრივად (4—7 წლები).

## მეთოდი

დასმული საკითხის კვლევის მიზნის შესაბამისად ჩვენ შევიმუშავეთ ექსპერიმენტული მეთოდი, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს: აღმნიშვნელად ავიღეთ ე. წ. ინდივიდუალური აღმნიშვნელები, ანუ სიმბოლოები, რომლებიც თავისთავად მხოლოდ შორეულ (ფერით ან ფორმით) მსგავსებას ამელაენებენ აღსანიშნ მოვლენებთან და მათი აღსანიშნთან დაკავშირება ცდისპირის (კ3) თვალსაზრისისგანაა დამოკიდებული. ასეთ „აღმნიშვნელებად“ გამოვიყენეთ შეყაოსაგან გამოჭრილი სხვადასხვა ფერისა და ფორმის მჭონე სწორი და არასწორი გეომეტრიული ფიგურები, რომელთა რაოდენობა უდრის 17-ს, ზომა კი ცვალებადობა 2-დან 4 სმ-მდე; აღსანიშნ მოვლენებად აღებულა: წითელქუდა, მგელი, სახლი და ბებია, რომლებიც ცპ-ს ეძლევა ზღაპრის („წითელქუდა“) მოყოლის პროცესში. აღსანიშნი მოვლენების ამორჩევა ზღაპრის შინაარსიდან განაპირობა იმან, რომ ისინი დატვირთულნი არიან გარკვეული მნიშვნელობით, აქვთ ესა თუ ის ემოციური შე-

ფერილობა, რის გამოც ცხ მათდამი გულგრილი არ რჩება და გარყვნილობის (დამოკიდებულებას (დადებითს ან უარყოფითს) ამტკიცებს მათ მიმართ.

კდის I სერიაში ბავშვის წინაშე თავიდანვე თამაშის ამოცანა დგას. „მოდი, მე და შენ წითელქუდობანა ვითამაშოთ“—მიმართავს კდის ხელმძღვანელი (ცხ) ბავშვს. ასეთი თამაში, ე. ი. ზღაპარში მოცემული მოვლენების გათვალსაზრისით, მათი წარმოდგენა სხვადასხვა საგნით არაა უცხო ბავშვისათვის. ცხ იწყებს ზღაპრის მოყოლით და, როდესაც მიადგება აღსანიშნულ მოვლენას, მაგ. წითელქუდას, შეწყვეტს მოყოლას და სთხოვს ცხ-ს, რომ მოცემული მასალიდან ამოარჩიოს შესატყვისი ფიგურა. ყოველი ამოარჩევის შემდეგ ცხ-ს მოეთხოვება თავისი არჩევანის დასაბუთება.

კუ-ის მიერ ფიგურის ამოარჩევა შეიძლება იყოს შენთხვევითი და არაკანონზომიერი, ამ შემთხვევითობის ნაწილობრივი ელიმინაციისათვის ხდება იმავე წესით კიდევ ორი მოთხრობის მოყოლა. ამ მოთხრობებში იგივე აღსანიშნული მოვლენები (წითელქუდა, მგელი, სახლი და ბები) სრულიად განსხვავებულ სიტუაციებში წარმოდგებიან კუ-ის წინაშე. მაგ., პირველ მოთხრობაში წითელქუდა და ბებია ქალაქში ცხოვრობენ და ზოოპარკის დასათვალიერებლად მიდიან, მეორე მოთხრობაში კი ისინი ზღვისპირას ისვენებენ და ა. შ. ხდება აღსანიშნული მოვლენისათვის საწყისი სიტუაციური მნიშვნელობის ჩამოშორება და სხვა სიტუაციაში ჩაყენებით მისი ერთგვარი განზოგადდება. ამ მოთხრობების მიწოდების მიზანია სიმბოლოთა სიმტკიცის გამოარკვევა: ისევ იმავე სიმბოლოებს აირჩევს ბავშვი, თუ მოხდება მათი შეცვლა? ამით მთავრდება კდის I სერია.

კდის II სერიაში უკვე თვითონ ცხ შეარჩევს სიმბოლოებს და ეკითხება ცხ-ს მათი ვარჯისიანობა-უვარჯისობის შესახებ. კუ-მა უნდა დაასაბუთოს მათი მიღება ან უკუგდება. საგანგებო ზომები იქნა მიღებული ცხ-ის ავტორიტეტის შთამავგონებელი ზემოქმედების თავიდან აცილების მიზნით. აქ ბავშვი შემეცნებითი ამოცანის წინაშე დგას, რაც მას ეხმარება მოახდინოს სიმბოლოს არჩევის საფუძვლის ობიექტივაცია.

### ძირითადი შედეგები

მიღებული შედეგების განხილვამ გვიჩვენა, რომ სიმბოლოთა არჩევისას 4-დან 7 წლამდე მეტ-ნაკლებად ერთფეროვანი სურათი გვაქვს მოცემული; სიმბოლოური ფუნქციის გამოვლინების უზოგადესი ხაზები მცირე ცვლილებას განიცდიან, მაგრამ ეს ცვალილებები მაინც სიმპტომატურია და მიუთითებენ განვითარების ტენდენციასზე, მის მიმართულებასზე. მიღებული შედეგების ეს მეტ-ნაკლები ერთფეროვნება ერთხელ კიდევ ადასტურებს პიაჟეს მიერ დადგენილ ფაქტს, რომ 4-დან 7 წლამდე გვაქვს გონიერების განვითარების ერთი ეტაპი, რომლის სტრუქტურა ძირითადად ერთია.

რაც შეეხება სიმბოლოს განვითარების ტენდენციას, თვალსაზრისით გამოჩნდა ისიც, რომ თანდათანობით სიმბოლო ხდება ნაკლებად დეფორმირებული და შემეცნებით რეპრეზენტაციაში გადადის, მისი წარადგინის აღსანიშნული მოვლენის არა მხოლოდ მიმსგავსებელი, არამედ მეტ-ნაკლებად ადეკვატური



გამოსახვისაკენ. ამ ტენდენციას ავლენს სიმბოლოს თანდათანობითი წევრებულობის ზრდაც, რომლის უკიდურესი ფორმა სიმბოლოთა „აშენების“ ცდები: ცდის მასალიდან ერთი რომელიმე ფიგურა ცხ-ს არ აკმაყოფილებს და იგი სიმბოლოს ქმნის რამდენიმე ფიგურის შეერთებით. ცხ-ისათვის აღსანიშნი მოვლენა თითქოს ნაწილებად დაშლილი და იგი ცდილობს მის თითოეულ ნაწილს შესატყვისი თვალსაზრისით დასაყრდენი მოუპოვოს. ამ „აშენებულ“ სიმბოლოთა რაოდენობა ასაკობრივად შემდეგი მონაცემებით ვლინდება: 4-წლიანებში—4%; 5-წლიანებში—4%; 6-წლიანებში—6%; ხოლო 7-წლიანებში—9%. ამრიგად, თითქოს ცვლილებები უმნიშვნელოა, მაგრამ მაინც ნათლად ჩანს კანონზომიერი განვითარება—7-წლიანებში 4 წლიანებთან შედარებით ასეთ სიმბოლოთა რაოდენობა 2-ჯერ და მეტად გაიზარდა. ზოგჯერ უფროსი ასაკის ცხ-ები სიმბოლოთა ამ „აშენებამდე“ არ მიდიან, მაგრამ ამის სურვილი გამოსჰვივის მათი დამოკიდებულებიდან სიმბოლოების მიმართ. ისინი უკმაყოფილოდ ბუზღუნებენ: „ხელები არა აქვს, ფეხები არა აქვს, ამა სად აქვს თვალები“?

სიმბოლოს აღსანიშნთან ადეკვატურობის ძიების ტენდენცია კიდევ იმით ვლინდება, რომ ცხ ცდილობს რაიმე მოვლენის ორი კონკრეტული მდგომარეობა ორი სიმბოლოთი გამოხატოს. მაგ. ცხ სპონტანურად იღებს წითელ-წვეტიან და ლურჯ ისრისმაგვარ ფიგურებს, ვერტიკალურად დგამს მათ და ამბობს: „ეს სემაფორია და ასე დვას (ლურჯი ისრისმაგვარი ფიგურა), წითელი რომ აინთება (ლურჯი ფიგურა მიაქვს და დვამს წითელწვეტიან ფიგურას), მატარებელი გაჩერდება“. ასაკობრივი განვითარების პროცესში შედარებით მკვეთრ ცვლილებას გვიჩვენებს სიმბოლოთა ცვალებადობა ლაბილურობა-სტაბილურობის მიმართულებით (ლაბილურობას ჩვენ ეუწოდებთ ცხ-ის მიერ სიმბოლოთა შეცვლას ზღაპრიდან მოთხრობებზე გადასვლისას). 4-დან 7 წლამდე სიმბოლო ვითარდება უაღრესი ლაბილურობიდან მეტ-ნაკლები სტაბილურობისაკენ. იმ ცხ-თა რაოდენობა, რომლებთანაც სიმბოლოთა ცვალებადობას აქვს ადგილი, ასაკობრივად შემდეგნაირად იცვლება: 4-წლიანებში—70%; 5-წლიანებში—50%; 6-წლიანებში—35%; 7-წლიანებში—25%; თითოეული სიმბოლოს შეცვლისას ცხ სპეციალურად არკვევს, ახსოვს თუ არა ცხ-ს ზღაპარში არჩეული სიმბოლო. 4- და 5-წლიანებს, როგორც წესი, არ ახსოვთ ზღაპრის სიმბოლოები, ხოლო 6- და 7-წლიანებს ახსოვდა მათ მიერ სიმბოლოთა შეცვლა იმ უპირობას გამოხატავს, რასაც მათ ეძღა იწყებს მათში. ადეკვატურობის ძიების ტენდენციას, რაც მათში ძლიერად არის წარმოდგენილი, მასალა ვერ აკმაყოფილებს და სიმბოლოთა ცვალებადობა მათი გაუმჯობესებისა და აღსანიშნთან მათი მეტი მიახლოების მიზნით ხდება.

სიმბოლოთა ლაბილურობასთან გარკვეულ კავშირში იწყობება ცხ-ების დამოკიდებულება ცდის II სერიის ცხ-ის მიერ მიწოდებული სიმბოლოების მიმართ. სიმბოლოს ლაბილურობა გაპირობებულია იმით, რომ ცხ-ის მიერ სიმბოლოს არჩევის საფუძველი ზოლომდე გაცნობიერებული არ არის, რაც თავის მხრივ იწყებს ცხ-ის უკრიტიკო დამოკიდებულებას II სერიის სიმბოლოთა



მიმართ. იმ შემთხვევათა რაოდენობა, როდესაც ხდება ცხ-ის მიერ ამორჩეული სიმბოლოს მიღება, 4-წლიანებთან უდრის 46%, 5-წლიანებთან—26%, 6-წლიანებთან—10%, ხოლო 7-წლიანებთან უცბათ ეს რიცხვი 21% შეადგენს. საჭიროა ამ უცბართ ნახტომის გააზრება. საგულისხმოა ის გარემოება, რომ ამ მიღებულ სიმბოლოთა უმრავლესობას ვარგისი სიმბოლოები წარმოადგენენ, რაც იმის სასარგებლოდ მეტყველებს, რომ საქმე გვაქვს სწორ არჩევანთან. 7-წლიანებს უკვე ძალუძთ სხვა თვალსაზრისზე დადგომა, სიმბოლოების სხვა თვალთ დახახვა; ისინი უკვე აღარ არიან შეზღუდულნი თავიანთი საკუთარი სიმბოლოებით და საქმარისია ახალი ფიგურა რაიმე თვალსაზრისით ვარგისი აღმოჩნდეს, რომ იგი უწყყმანად იქნეს მიღებული ცხ-ის მიერ.

მაგრამ ჩვენი ძირითადი საკითხი მაინც ის არის, თუ რით გამოიხატება მსგავსება აღმნიშვნელსა და აღსანიშნს შორის, რა ნიშნებს ეყრდნობა და როგორ ცვალებადობს იგი ასაკობრივად. გამოირკვა, რომ აღმნიშვნელმა შეიძლება წარმოგვიდგინოს აღსანიშნის მხოლოდ ერთი რომელიმე ასპექტი, მაგ. ფერი ანდა რომელიმე კონკრეტული ნაწილი, მაგ. სახლის სახურავი, წითელი ქუდი; შესაძლებელია და ყველაზე მეტი რაოდენობით კიდევაც გვხვდება აღსანიშნის წარმოდგენა როგორც მთლიანი მოხაზულობის, ისე ფერის გათვალისწინებით. ახლა განვიხილოთ თითოეული აღსანიშნი მოვლენა ცალ-ცალკე.

წითელქუდას სიმბოლო, აქ სიმბოლოს შერჩევა ძირითადად ხდება შემდეგი 4 პრინციპის მიხედვით: 1) მთლიანი მოხაზულობა და ფერი, 2) წითელქუდიანი თავი, 3) ფერი, 4) წითელი ქუდი. ამ უკანასკნელი პრინციპით ხელმძღვანელობის შემთხვევათა რაოდენობა 4-დან 7 წლამდე საგრძობლად ეცემა; 4-წლიანებში 45%-ია, 5-წლიანებში—25%, 6-წლიანებში—20% და 7-წლიანებში—15%. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ შემთხვევაში 4-წლიანების „წითელი ქუდი“ და 7-წლიანების „წითელი ქუდი“ თვისობრივად განსხვავებულია. 4-წლიანებთან არა აქვს ადგილი ნათელ დიფერენციაციას ნაწილსა და მთელს შორის; მათი „წითელი ქუდი“ (წითელი ტრაპეცია) თვითონ წითელქუდაა, რომელსაც წითელი ქუდი ახურავს და მთლიანის გლობალური განცდა ამ წითელი ქუდით არის ცენტრირებული, ხოლო 7-წლიანებთან ეს არის ერთი კონკრეტული ნაწილი—ქუდი, რომელიც წითელქუდას წარმომადგენლობს. ამრიგად, აქ გვაქვს ვადასვლა მთლიანი და გლობალური განცდიდან ნაწილის დიფერენცირებულ განცდაზე; ამდენადვე აღინიშნება განსვლა „აღსანიშნისა“ და „აღმნიშვნელს“ შორის.

წითელქუდას სიმბოლოს არჩევის მეორე პრინციპია წითელქუდიანი თავი. ეს არის ნაწილი (ნახევრად წითელი და ნახევრად თეთრი წრე), სადაც გათვალისწინებულია მისი როგორც ფერი, ისე ფორმა. ცხადია, იგი წითელქუდას გაცოლებით უფრო დანაწევრებული სიმბოლოა, ვიდრე წითელი ქუდი (წითელი ტრაპეცია ან წითელი სამკუთხედი). ამიტომ სრულიად კანონზომიერია, რომ მისი რაოდენობა 4-დან 7 წლამდე განუწყვეტლივ იზრდება და ასეთ მაჩვენებლებს გვაძლევს: 4-წლიანებში—10%, 5-წლიანებში—15%, 6-წლიანებში—25% და 7-წლიანებში—25%.



წითელქუდას სიმბოლოს არჩევის შესამე პრინციპია აღსანიშნავი მისი მთლიანი მოხაზულობისა და ფერის გათვალისწინებით (თეთრი ისრისმავარი ფიგურა წითელი წვეტით). ეს პრინციპი ყველა ასაკში ერთი და იმავე რაოდენობით გვხვდება, სახელდობრ 30% და ეს რაოდენობა მხოლოდ 6-წლიანებში ეცემა 20%-მდე ფერითი სიმბოლოების ზრდის ხარჯზე. ამ სიმბოლოთა ასეთი დიდი რაოდენობით წარმოდგენა 4-წლიანებში თითქოს არ იყო მოსალოდნელი, მაგრამ, როგორც ჩანს, იგი შეესაბამება იმ მთლიანობის თვალსაზრისს, რომელიც ამ ასაკისთვისაა დამახასიათებელი. თუ ამ სიმბოლოს და „წითელქუდას“ გაეკეთებინათ წითელქუდას დანაწევრებული სიმბოლოს კატეგორიაში, მაშინ ასაკების მიხედვით ასეთ რაოდენობრივ მაჩვენებლებს მივიღებთ: 4-წლიანებში — 40%, 5-წლიანებში — 45%, 6-წლიანებში — 45% და 7-წლიანებში — 52%. აქ თუმცა მცირე ცვლილებაა, მაგრამ მაინც ჩანს ზრდის ტენდენცია დანაწევრებულობის მიმართულებით.

რაც შეეხება მკლის სიმბოლოს, მისი რაოდენობრივი მაჩვენებლები, მართალია, ოდნავ განსხვავდება წითელქუდას სიმბოლოს რაოდენობრივი მაჩვენებლებისაგან, მაგრამ სიმბოლოს განვითარების ძირითადი ტენდენციები მაინც იგივე რჩება. ასეთია, მაგ. სიმბოლოს არჩევა მთლიანი მოხაზულობისა და ფერის გათვალისწინებით, რომელიც განუწყვეტელი იზრდება, ოდნავ ეცემა 6-წლიანებში ფერითი სიმბოლოების ზრდის ხარჯზე და თავის კულმინაციას აღწევს 7-წლიანებში. მისი რაოდენობრივი მონაცემები ასეთია: 4-წლიანებში — 20%, 5-წლიანებში — 30%, 6-წლიანებში — 25% და 7-წლიანებში — 35%. ფერითი სიმბოლოები წითელქუდას სიმბოლოს მსგავს კანონზომიერებას ამჟღავნებენ. მათი ყველაზე მცირე რაოდენობა გვაქვს 4—5-წლიანებში, შემდეგ იგი მატულობს, კულმინაციას აღწევს 6-წლიანებში და შემდეგ, 7-



წლიანებში, ოდნავ ეცემა მთლიანი მოხაზულობითა და ფერის გათვალისწინებით არჩეული სიმბოლოების ზრდის ხარჯზე.

მგლის სიმბოლოს შერჩევა მისი კონკრეტული ნაწილით (მაგ. ფეხები, პირი და ა. შ.) რეპრეზენტაციის მიხედვით 4-წლიანებში სრულიად არ გვხვდება, ხოლო დანარჩენ ასაკებში სამ-სამი შემთხვევის რაოდენობით არის წარმოდგენილი. აქაც ჩანს სიმბოლოს სწრაფვა დანაწევრებულობისაკენ და მისი გლობალურ-დიფუზიური ხასიათი 4-წლიანებთან. რაც შეეხება თვითონ ამ კონკრეტულ ნაწილებს, ისინი უმთავრესად ფორმითი შესატყვისობით არიან შერჩეულნი, ხოლო ფერი არაშესატყვისია.

მგლის სიმბოლოს არჩევისას გვხვდება არჩევის ისეთი პრინციპი, რომელიც არ შეგვხვედრია წითელქუდას სიმბოლოს არჩევის დროს და რომელიც ამ აღსანიშნის მოვლენის სპეციფიკურობიდან გამომდინარეობს. მგელი ბავშვის ცნობიერებაში გარკვეული ემოციონალური შეფერილობით ხასიათდება. ბავშვი მისდამი უარყოფითად არის განწყობილი. ამ უარყოფით და მოკიდებულებას აძლიერებს ზღაპრის ტექსტიც. ამიტომ ბავშვი მგლის სიმბოლოს არჩევისას გულგრილი არ რჩება და ამ სიმბოლოთი იგი თავის სუბიექტურ შთაბეჭდილებას უფრო გამოხატავს, ვიდრე მგლის ობიექტურ თვისებებს. იგი აღსანიშნულ მოვლენასთან დიფუზიური მსგავსებით ემყოფილდება, ოღონდ კი ამ სიმბოლოს დახმარებით მან თავისი განცდის „ობიექტივაცია“ მოახდინოს. ამ სიმბოლოს, პირობითად სხვა, ობიექტური სიმბოლოებისაგან განსხვავებით, შეიძლება სუბიექტური სიმბოლო ეწოდოთ და დავევირდეთ, თუ როგორ ვითარდება იგი ასაკობრივად. მოსალოდნელია, რომ განვითარების ხაზი წავიდეს სუბიექტური სიმბოლოს ხვედრითი წონის თანდათანობითი შემცირების და ობიექტური სიმბოლოს თანდათანობითი გაბატონების მიმართულებით. მართლაც, ეს გარემოება ცხადად ჩანს რაოდენობრივი მაჩვენებლებიდან: 4-წლიანებში — 70%, 5-წლიანებში — 40%, 6-წლიანებში — 35% და 7-წლიანებში — 35%. სუბიექტურ და ობიექტურ სიმბოლოთა შეფარდება 4-წლიანებში არის 14:6, ხოლო 7-წლიანებში 7:13; თითქმის შებრუნებულია მიმართება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მართალია, სუბიექტურ სიმბოლოში წინა პლანზე ცპ-ის მთლიანი სუბიექტური შთაბეჭდილებაა წამოწეული, მაგრამ ობიექტური მხარე — აღსანიშნულ მოვლენასთან ერთგვარი დიფუზიური მსგავსების სახით — მინც მთლიანად უგულვებელყოფილი არ არის. ფერი ყველა ამ სიმბოლოში არაშესატყვისია; 4-წლიანთა გამოთქმებში ერთგვარი დიფუზური მიმსგავსება ჩანს: „ჭკავს“, ანდა „მგელი ასეთია“, ხოლო უფროს ასაკებში გვხვდება სიმბოლოს უფრო დანაწევრებული განხილვის ცდა, მაგ. „თავი აქვს და ფეხები“; „მგელი გამხდარია, ეს პირი იქნება და გარბის“ და ა. შ. თუმცა ამ კონკრეტული ნაწილების უფრო გულისხმობა ხდება, ვიდრე მისი გათვალისწინება, მაგრამ აქ ზვენ ვხვდებით უკვე დანაწევრებულობის ძიების ცდას; სუბიექტური სიმბოლო აქ უკვე მთლიანად ვეღარ აყმაყოფილებს ცპ-ს.

გადავიდეთ სახლის სიმბოლოს განხილვაზე. აქაც, ძირითადად, იმავე კანონზომიერებას ვხვდებით, მხოლოდ პატარა ცვლილებით, რაც თვითონ აღსა-





ნიშნი მოვლენის თავისებურებებით არის განსაზღვრული. სახლი შედარებით ინდიფერენტულ მოვლენას ცპ-ისათვის და ამიტომ იგი არის ყველაზე უფრო მყარი და მდგრადი აღსანიშნი მოვლენა. 4-წლიანები ირჩევენ ერთ რომელიმე კონკრეტულ ნაწილს, რომლითაც ცენტრირდება სახლი მათს ცნობიერებაში; ასეთი შემთხვევების მრუდი აქ, ისევე როგორც „წითელი ქუდის“ არჩევისას, ვითარდება შემცირების მიმართულებით: 4-წლიანებში—40%, 5-წლიანებში—35%, 6-წლიანებში—30%, 7-წლიანებში—20%. სახლის ეს კონკრეტული ნაწილები 4-წლიანებში დიდი მრავალფეროვნებით ხასიათდება: ეს არის კარები, კიბე, ფანჯარა, სახურავი და ა. შ., მაშინ როდესაც რაც უფრო მალა აედვიართ ასაკობრივად, ეს მრავალფეროვნება მცირდება და თითქმის მხოლოდ სახურავითა შემოიფარგლება. ნაწილის არჩევისას გათვალისწინებულია მისი როგორც ფერი, ისე ფორმა და მაქსიმალურად არის მიმსგავსებული აღმნიშვნელი აღსანიშნთან.

სახლის სიმბოლოს არჩევის მეორე პრინციპია მთლიანი მოხაზულობა და ფერი; ეს პრინციპი, ისე როგორც ყველგან, აქაც დიდი როლდენობით არის წარმოდგენილი და, მართალია, მცირე ცვლილებებით, მაგრამ მაინც პროგრესულად იზრდება. მისი მაჩვენებელია: 4-წლიანებში—40%, 5-წლიანებში—50%, 6-წლიანებში—50% და 7-წლიანებში—60%. სიმბოლოს არჩევა მთლიანი მოხაზულობისა და არაშესატყვისი ფერის მიხედვით თითქმის ერთნაირად არის წარმოდგენილი ყველა ასაკში (20%). თუ სიმბოლოს არჩევის ამ ორ უკანასკნელ პრინციპს გავეერთიანებთ, სადაც საერთო გვექნება მთლიანი მოხაზულობა, ხოლო ფერის უგულვებელყოფას მოვხდენთ, ასაკობრივად (4-დან 7 წლამდე) ასეთ ზრდად მაჩვენებლებს მივიღებთ: 30%, 32%, 35%, 40%. ამრიგად, სიმბოლო იცვლება არა მხოლოდ დანაწევრებულობის პროგრესული ზრდის მიმართულებით, არამედ ისეთი ნიშნითულებითაც, რომელიც მას შესაძლებლობას მისცემს გადმოსცეს აღსანიშნი მოვლენის დანაწევრებული მთლიანობა. სახლი წარმოადგენს სწორედ ისეთ აღსანიშნ მოვლენას, რომელიც შესაძლებლობას გვაძლევს გამოვაგლინოთ სიმბოლოს განვითარების ეს ტენდენცია.

ბების სიმბოლოს შერჩევისას ვხვდებით იმავე ტენდენციებს და პრინციპებს, რომლებიც ზემოთ მოხსენიებულ სიმბოლოებთან შეგვხვდა: მთლიანი მოხაზულობა და ფერი, რომელიც ყველა ასაკში ერთნაირად დიდი როლდენობით არის წარმოდგენილი (55%); სიმბოლოს არჩევა კონკრეტული ნაწილის მიხედვით, რომელიც 4-წლიანებში სრულიად არ გვხვდება, შემდეგ ასაკებში ასეთ როლდენობრივ მაჩვენებლებს გვაძლევს: 5-წლიანებში—20%, 6-წლიანებში—30% და 7-წლიანებში—15%; 7-წლიანებში ბების არჩევა კონკრეტული ნაწილის მიხედვით ეცემა მთლიანი მოხაზულობის სასარგებლოდ. რამდენიმე გამოკვლისის გარდა, სადაც ჩანს წითელქუდას სიმბოლოს გავლენა, ყველა ამ კონკრეტულ ნაწილში გათვალისწინებულია მისი როგორც ფორმა, ისე ფერი. წითელქუდას ნიშნის ტრანსპონირება გვაქვს იმ სიმბოლოებში, რომლებიც მთლიანი მოხაზულობით არიან შერჩეულნი. მაგრამ სრულიად მოულოდნელად თავზე წითელი ქუდი ახურავთ. ზოგიც კი პირდაპირ მიუთითებს;



„წითელქუდას ჰგავს და იმიტომ“, ანდა „წითელი ქუდი ახურავს და იმიტომ“ აქ ბავშვი ხელმძღვანელობს მთლიანი მობაზულობით და უგულვებელყოფს ფერს. ამ კატეგორიის მაჩვენებლები ასეთია: 4-წლიანებში—10%, 5-წლიანებში—5%, 6-წლიანებში—ასეთი შემთხვევა სულ არაა და 7-წლიანებში კი—15%.

დახასრულ, გვხვდება, როგორც მოსალოდნელი იყო, სუბიექტური სიმბოლოები, თუმცა გაცილებით ნაკლები რაოდენობით და უფრო მეტად მისვავესებული აღსანიშნ მოვლენასთან, განსაკუთრებით ფერითი შთაბეჭდილებების გათვალისწინების მხრივ, ვიდრე ეს მგლის სიმბოლოს არჩევისას გვექონდა. მისი რაოდენობრივი მაჩვენებელი ასეთია: 4-წლიანებში—35%, 5-წლიანებში—20%, 6-წლიანებში—15% და 7-წლიანებში—20%. როგორც ვხედავთ, 7-წლიანებში იგი თითქმის ორჯერ უფრო ნაკლებია, ვიდრე 4-წლიანებში. ბებიის ამ სუბიექტურ სიმბოლოებს განსაზღვრავს ავადმყოფი და ლოგინში მწოლარე ბებიის მთლიანი სუბიექტური შთაბეჭდილება, სადაც ვხვდებოდა ასეთი მითითებები: „ლოგინში წვეს“, „იმიტომ რომ ავადმყოფია, ავადმყოფობით ჰგავს“ და ა. შ.

### დასკვნები

1. ჩვენს ცდებში გამოვლინდა როგორც „ინდივიდუალური“ სიმბოლოს თავისებურებანი და მისი მიმართებები აღსანიშნ მოვლენასთან, ისე სიმბოლოს ცვლილების (ასაკობრივად) ძირითადი ტენდენციებიც;
2. სიმბოლო მიისწრაფვის აღსანიშნის მთლიანი და ადეკვატური სურათის გადმოცემისაკენ, რაც სრულიად არ ეწინააღმდეგება და არც გამოიხატავს სიმბოლოს დანაწევრებულობის ზრდას;
3. გამოირკვა აგრეთვე ასაკის შესატყვისად სიმბოლოს ცვლილება ლაბილურობიდან სტაბილურობისაკენ და სუბიექტურობიდან ობიექტურობისაკენ;
4. ასაკთან ერთად იზრდება აგრეთვე „ფერითი“ სიმბოლოების, როგორც შედარებით აბსტრაქტული სიმბოლოების, რიცხვიც;
5. თუ გაითვალისწინებთ ყველა ამ ტენდენციას ერთად აღებულს, ვნახავთ, რომ ინდივიდუალური სიმბოლოს როლი ბავშვის განვითარებასთან ერთად კლებულობს და იგი შეუმჩნეველად გადადის აღსანიშნ მოვლენის ადეკვატურ სურათში, ანუ შემეცნებით რეპრეზენტაციამში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

დ. უზნაძის სახელობის  
ფსიქოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვია 19.11.1959)

### დაკონფიდენციალური ლიტერატურა

1. J. Piaget. La formation du symbole chez l'enfant. Paris, 1945.
2. J. Piaget. La psychologie de l'intelligence. Paris, 1947.
3. J. Meyerson. Les images. Nouveau traité de psychologie. II t. Paris, 1932.

მ. ანდრონიკაშვილი

## მტიმოლოგია სიტყვების მარაგი, მარაღლე, მარაგალი

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა გ. აბულედიანმა 31.10.1959)

ძველი ქართული ენის ძეგლებში დადასტურებული სიტყვები ამარი, მარაგი, მარაგის<sup>1</sup>, მარაგება, მე-მარაგე, მარაღლე და მარაგალი წარმოაჩენს საერთო ფუძეს მარ-, მარა-ს სახით. ამავე დროს, როგორც ქვემოთ მოყვანილი კონტექსტებიდან დავინახავთ, ეს სიტყვები ერთმანეთთან მჭიდროდაა დაკავშირებული სენანტიკურადაც. ფუძე მარ-, მარა-, რომელსაც ქართველურ ენებში კანონზომიერი შესატყვისი არ მოეპოვება, ემთხვევა, როგორც ფონეტიკური, ისე შინაარსობრივი თვალსაზრისით, ძველი ირანულ ძირს mar-; შეადარეთ ავესტური \*mar- „შემწინევა, შენიშვნა, აღრაცხვა“, mara- „რიცხვი“, აწმყოს ფუძე mara-, გაორკეცებული ფუძე hišmar, hišmairya, საშ. სპარს. šmurtan, ახ. სპ. šumurdan „თელა“, šumār— „რიცხვი“ და სხვა, ძვ. ინდ. smārati, smptah (იხ. [1], გვ. 1142—43).

აღნიშნული ქართული სიტყვებისათვის ამოსავლად უნდა მივიჩნიოთ mar ფუძის შემცველი სხვადასხვა საშუალო ირანული ფორმა, შეთვისებული ქართულის მიერ სხვადასხვა დროს სხვადასხვა დიალექტური წრიდან.

განვიხილოთ თითოეული მათგანი ცალ-ცალკე:

1. ამარი, რომელიც „ვეფხისტყაოსანში“ გვხვდება მნიშვნელობით „რიცხვი, რაოდენობა, სათვალავი“, ხოლო უარყოფითი ფორმით უამარი:

„მუნ დებულთა საქურქულეთა ამარიმცა ვით დათვალეს!“ (1053<sub>2</sub>).

„ჯერათ ქალსა ქაჯნი არ ახლვან, მაგრა სპა უამარიცა“ (1320<sub>1</sub>).

ძველს ქართულში ამარის გვერდით არსებობდა ჰამარიც, როგორც ამას მოწმობს საბას ლექსიკონში დაცული ჰამარი-ობა „აღრიცხვა“ და მე-ჰამარი-ეობა, დადასტურებული „იოვანე დამასკელის ცხოვრებაში“, სადაც ვითხულობთ: „დაყოველივე, რომელი სხუათათჳს უღონო და ძნიად სათარგმანებელ არნ, აღუქსნი და განცხადებულად წარმოუდგინებნ მათ: ვიდრე-მდის ღრამატკოსობაჲ და რიტორობაჲ. ქუეყნის მზომელობაჲ და მეჰამარიეობაჲ. ვარსკელაეთ-მრიცხველობაჲ და ფილოსოფოსობაჲ“ (იოვან. დამასკ., 148<sub>1a</sub>). ნაკლებში ლექსიკის შესახებ ძეგლის გამოცემელმა კ. კეკელიძემ [15] მე-ჰამარი-ეობას განმარტავს, როგორც „აღრიცხვა, არითმეტიკა“.

<sup>1</sup> ასტროლოგიური ცხრილის მნიშვნელობით.



ფორმა ჰამარ-, რომელიც გამოყენებულია ფუძედ ნაწარმოებში *ჰამარ-მარა* (სპარსული სიტყვიდან hamār — „რიცხვი, რაოდენობა“ (ძვ. ირ. ham. mara), შესაძლოა სომხურის მეშვეობითაც, სადაც აგრეთვე hamar გვაქვს. რაც შეეხება ამარ-ს, ძნელია გადაწყვეტილი იქნას, რომელი ირანული ფორმა უნდა ვიგულისხმოთ მისთვის ამჟამად: საშ. და ახალი სპარსული amār (ძვ. ირან. ā.mara) [2,3], თუ იგივე hamār, რამდენადაც თავიქცეულია ჰამარ-გვა ირანულიდან მომდინარე სიტყვებში ქართულიდან და მახასიათებელია. ჩვენ ვფიქრობთ მაინც, რომ „ვეფხისტყაოსანში“ დადასტურებული ამარი ახალი სპარსულიდან არის შეთვისებული და არა მიღებული ძველი ქართული ჰამარ- (საშ. სპ. hamār)-იდან ჰამარ-გვის შედეგად.

2. მარაგე — „რიცხვი, რაოდენობა“, შდრ. ახ. ქართული „მარაგი“: „და სახარებასა შინა ქართულსა თავსა ხოლო მათჲსა „წილი“ ზის, რომელ ასოა არს და იტყვს ყოვლად ოთხ ათასსა მარაგსა“ (სინ. მრ., 238<sub>11</sub>, ქებ. ქართ. ენ.).

ამოსავალია საშ. ირ. \*mar-ag (შდრ. ახ. სპ. mar, marah) „რიცხვი“; დაბოლოება -ag (აკ-იდან) მიუთითებს საშ. ირანულის მოგვიანო ხანაზე. marag საშ. სპარსულში უნდა გვექონოდა imār და hamār ფორმების პარალელურად და მსგავსი მნიშვნელობით (სახელური წარმოება ak—სუფიქსით).

3. მარაგი (გამოთქმებში —ზრახვად მარაგითა, მე-მარაგ-ე, მარაგ-ება) — „სათვალავი, ასტროლოგიური ცხრილი, ჰოროსკოპი“.

„დავისწავენ მუნ... ზრახვად მარაგითა და მარაგი ზრახვითა“ (კაპრიანეს ცხოვრ., იხ. A=95,758 ა)<sup>1</sup>.

მარაგება — „აღრაცხვა, გამოთვლა (ვარსკვლავების მიხედვით), ვარსკვლავთმრიცხველობა, ასტროლოგია“.

„მაშინ იწყო რაქის მარაგებად წინადასწარ ცნობისათვის, თუ განემარჯვებისა, რასა იგი ეძიებნ და ჰრქუა მეფესა: აჰა ესერა სათვალავი გუაუწყებს, ვითარმედ არა ვიქცეთ თნიერ განმარჯვებისა, და პურობილთაცა ვჰხედავ, რომელნი მოიწვევიან ჩუენდა, და ახლო არს ესე“ (ბალაქვარ., 94<sub>12</sub>).

მემარაგე — „ვარსკვლავთმრიცხველი, ასტროლოგი“.

„და შეკრიბა სიმრავლე ვარსკვლავთ მრიცხველთა და ფილოსოფოსთა და მემარაგეთა, რათა აუწყონ, თუ რაა წინა-ჟეცა მისსა“ (ბალაქვარ., 9<sub>14</sub> (ბ)).

ა — რედაქციისი გვაქვს: „...და შეკრიბა სიმრავლე ვარსკვლავთ მრიცხველთა რათა იხილოს საქმე ყრმისა მის“ (ბალაქვ., 9<sub>14</sub>).

როგორც ზემოთ მოყვანილი კონტექსტებიდან დაეინახეთ, მარაგი სპეციალური, ასტროლოგიური მნიშვნელობითაც იხმარება ძველს ქართულში. შეადარეთ ქართ. „ვარსკვლავთმრიცხველი“ და საშ. სპარსული axtarmar — „ასტროლოგი“ [3], ახ. სპარსული اختر — axtar-šamar [2]. აღნიშნულ საშ. სპარსულ სიტყვაში -mar. კომპოზიტის მეორე წევრა წარმოადგენს აქმარს ფუძეს და შეესატყვისება ქართ. „მრიცხველს“, ხოლო სახელური წარმოება

<sup>1</sup> მოგვახსენებია აბულაის მიხედვით [4].

marag, როგორც ამას ქართული მარაგი გვიჩვენებს, ნიშნავდა მარაგის ასტროლოგიურ ცხრილს, ჰოროსკოსს\*.

ილ. აბულაძე „ბალაქვარიანის ქართული რედაქციების“ თავისი გამოცემის შესავალში ამ სიტყვის შესახებ აღნიშნავს: „სომხურიდან შემოსულად იყო მიჩნეული ნ. მარის მიერ მოკლე ბალაქვარიანის მემარაგე, რომლის სომხური შესატყვისი *Մարագը* სოცდურიდან სესხებულად მიუჩნევიან Sallemann-ს (HAH 1913, 1119 — 30), მაგრამ ფალაურის შუამავლობით, A. Meillet-სა და Gauthiot-ს დაკვირვებით (*Հր. Անտոյան Ա. Բ.*, IV, 893—896). ამ ფორმით ეს სიტყვა არ იპოვება ვრცელში. იგი აქ ზნის სახით გვხვდება: „მარაგება“, ისიც მისი სრული მნიშვნელობით: „მაშინ იწყო რაქის მარაგებად წინასწარ ცნობისათჳს...“ როგორც ამკონტექსტიდან ჩანს, მარაგება ხდება იმ მიზნით, რომ წინასწარ შეიტყონ, რა შედეგი ექნება გადადგმულ ნაბიჯს, გაუმარჯვდება, ე. ი. წარმატება ექნება, თუ არა. ამ წინასწარ ცნობას კი ადამიანი თურმე სათვალავის მეოხებით აღწევს. მაშასადამე, მოსავლის შესატყობად რალაის გათუალვა, ანუ დანახვა-გამოთვლა წარმოებს. „მარაგება“ ძირად „მარაგს“ გამოჰყოფს, რაც შეუქმნველადაცა და შექმნულადაც არის წარმოდგენილი წარმოქმნილს „მე-მარ(ა)გ-ე“-ში, რომელსაც მოკლე ბალაქვარიანის ნუსხებში ვხვდებით. „მარაგ“ სხვაგანაც იხმარება. „კპრიანეს ცხოვრების“ წიგნის ერთ ადგილას (A 95, 758a) ვკითხულობთ: დავისწივენ ზუნ... ზრახვად მარაგითა და მარაგი ზრახვითა“ (4).

ილ. აბულაძის შენიშვნები საეცებით სამართლიანია როგორც ფუძის გამოყოფის თვალსაზრისით, ისე მნიშვნელობის დიდგენის მხრივაც, ოღონდ ჩვენ გვინდა დავუმატოთ შემდეგი: „რალაის გათუალვა, ანუ დანახვა-გამოთვლა“, რომელზედაც ილ. აბულაძე მიუთითებს, არის სწორედ ვარსკვლავებზე დაკვირვება, ვარსკვლავთმრიცხველობა, ასტროლოგია. ამას ამტკიცებს ის გარემოება, რომ ა- რედაქციის „ვარსკვლავთ მრიცხველს“ ბ- რედაქციაში შეესატყვისება სინონიმური წვეილი „მემარაგე და ვარსკვლავთ მრიცხველი“.

საინტერესოა აგრეთვე აღინიშნოს, რომ შედარება „ბალაქვარიანის“ ქართული რედაქციების ტექსტისა არაბული ვერსიების როზენისეული თარგმანის ტექსტის სათანადო ადგილებთან საეცებით ადასტურებს ჩვენს მოსაზრებას იმის შესახებ, რომ მარაგი ნიშნავს „სათვალავს“ ასტროლოგიური გაგებით, „ჰოროსკოსს“. ქართული ტექსტის მე-მარაგ-ის შესატყვისად იქ გვაქვს „звездочет“, ხოლო გამოთქმა „установить гороскоп“ შეესაბამება, როგორც ჩანს, ქართულ „მარაგებას“. შეადარეთ:

„და შეკრიბა სიმრავლე ვარსკვლავთ მრიცხველთა და ფილოსოფოსთაჲ და მემარაგეთაჲ, რაათა იუწყონ, თუ რაჲ წინა-უც ძესა მისსა“ (ბალაქვარ ბ, გვ. 93).

„Потом царь собрал мудрецов и звездочетов, чтобы установить гороскоп мальчику“ ([6], 313).

სამწუხაროდ, არაბულ ვერსიაში არ არის დასაწყისი ფრაზისა, რომელიც შეესაბამება ქართულ კონტექსტს, სადაც გვხვდება სიტყვა მარაგება: „მაშინ იწყო რაქის მარაგებად...“ და სხვა. რაც შეეხება ფრაზის და-



სასრულს „...და ჰრქუა მეფესა: ამა ესერა სათუალაეი გვაუწყებდა: სხვა, — იგი ქართულის ზუსტი შესატყვისია:

„И сказал ему Ракис: Вычисление указывает, что мы не вернемся с этого пути не достигнув. И я вижу успех, и вижу пасиных и вижу их недалеко отсюда“ ([6], 102<sub>9</sub>).

არაბულ ვერსიაში რომ გვეკონოდა აღნიშნული დასაწყისი ფრაზისა, იქ უმჯველად გვექნებოდა მარაგების შესატყვისად вычислять.

რაც შეეხება ქართული მე-მარ(ა)გ-ე-ს სომხურ *Մարգարէ*-სთან კავშირს, უნდა აღინიშნოს, რომ ქართული ფორმა სომხურიდან შემოსულად ვერავეითარ შემთხვევაში ვერ ჩაითვლება, მიუხედავად შინაარსობლივი მსგავსებისა, როგორც ამას ნ. მარი ფიქრობდა, რადგან აღნიშნული ქართული და სომხური სიტყვები ამოსავლად სხვადასხვა ირანულ ფორმებს გულისხმობენ: ქართული სიტყვის ფუძეა მარაგ, რომელიც საშ. სპარსული \*marag-დან მომდინარეობს, ხოლო სომხურისათვის აქარიანს სავსებით სამართლიანად მიაჩნია ამოსავლად ფალ. \*margar, — ილდგენილი სოლდური სიტყვების mārkray mārkarak-ის მიხედვით ([7], გვ. 77).

ჭინიჭი სიტყვა margarē-ს ასახელებს სომხურში ნასესხებ იმ პართულ სიტყვათა შორის, რომლებიც აღმოსავლური ირანული დიალექტის (ფარსულის) კვალს ატარებენ და სოლდურს უახლოვდებიან, ნამდვილი პართული ფორმა კი, მისი აზრით, არის marēgar. აღნიშნული სიტყვიდან მომდინარედ მიაჩნია მას აგრეთვე ახალი სპარსული margir-იც, რომელიც ხალხური ეტიმოლოგიის საფუძველზე შეიქცეა „გველისმჭერად“ და უკვე რუდაქისთან გავებული იყო როგორც „გველთა მომჯადოებელი“ (იხ. [14], გვ. 93).

სომხურისათვის ამოსავალი საშ. სპარსული margar (რომელიც, ა. მეაგს მიხედვით, მომდინარეობს ძვ. ირანული manšra. kara-დან „სიტყვის მოქმელი, წინასწარმეტყველი“) და საშ. სპარსულივე \*mar-ag, რომელსაც ქართული ეყრდნობა, განსხვავებული არიან ფუძის მაწარმოებელი სუფიქსებით -gar (kar) და -ag (ak). ქართულმა საშ. სპარსულიდან შეითვისა „სათვალავის, ასტროლოგიური ცხრილის“ აღნიშნული სიტყვა, ხოლო „ასტროლოგი, მრიცხველი“ აწარმოვა საკუთარი საწარმოებელი აფიქსებით მე-ე, როგორც ეს გვაქვს ირანულ სიტყვათა სესხებისას მრავალ შემთხვევაში დადასტურებული (შეადარეთ: მ-ა ს პ ი ნ ძ-ე-ლი, მ-ა რ თ-ა-ლი, ს-ა-ნ რ ე ა გ-ე და სხვა). სომხურში კი შემონახულია, ჩვენი ფიქრით, იმავე mar ძირიდან ნაწარმოები საშ. სპარსული \*margar, რომლისთვისაც ამოსავალ ძველ ირანულ ფორმად უნდა მივიჩნიოთ ძვ. ირ. \*mara.kara — „მთვლეელი, აღრიცხვის მოქმედი, ასტროლოგი“, რომელიც საფუძველად უდევს აგრეთვე ზემოთ აღნიშნულ სოლდურ ფორმებსაც. ასეთი დაშვება, ჩვენი ფიქრით, არანაკლებ შესაძლებელია სემანტიკური თვალსაზრისით, ხოლო ფონეტიკურად უფრო გამართლებული, ვიდრე მეცეს მიერ ამოსავლად მიჩნეული manšra. kara. ამრიგად, ქართულში დადასტურებული სიტყვების მარაგე, მე-მარაგ-ე, მარაგ-ება-ს მეშვეობით უკვე ეფინება თვით ამოსავალ საშ. ირანული სიტყვების ეტიმოლოგიასაც და სომხურში იქიდან ნასესხებ სიტყვას *Մարգարէ*-საც, რაც კიდევ ერთხელ



ადასტურებს იმ დიდ მნიშვნელობას, რომელიც ქართულ ენასაც ირანული ლექსიკის შესასწავლად სომხურის გვერდით.

4. მარადღე (მარადღ, მარად, მარადის)—„ყოველთვის, მუდამ, მარად-ეამს“.

„...რამეთუ მარტკლნი ერთსა ხოლო შინა ეამსა იწამნეს. ხოლო ესენი ყოველსა ეამსა იწამებოდეს სახელისათჳს ქრისტისისა, ვითარცა დავით იტყჳს: მარადღე ქრისტისათჳს მოვეკუდები“ (გრ. ხანძთ., ისტ. ქრესტ., 246<sub>20</sub>).

„...რამეთუ ესე ხილული არღილ და წარმავალ არს, ხოლო შენ მარადღე ეძიებდ უხილავსა მას“ (ბალაჭვარ., 154<sub>21</sub>).

„...რამეთუ ვერ დაუთმობდი ხილავად ქირთა და განსაცდელთა, რომელნი შეემთხუოდეს მარადღე ძმათა ჩემთა ქრისტიანეთა...“ (ცხოვრება წმ. მამათა, რომელნი მოისრნეს მთასა სინას და რაჲმს ბარბაროსთაგან, ისტ. ქრესტ., 205<sub>2</sub>).

„ხოლო მან პრჭუა მის: შვილო, შენ მარადის ჩემ თანა ხარ, და ყოველი ჩემი შენი არს“ (ლუკა, 15<sub>21</sub>).

„გინაროდენ, მარიამ მიმადღებულო, ვენაყო მარადის შეენიერო“ (სინ. მრ., 6<sub>10</sub>).

„იყავნ მარადის შიში გონებასა შენსა“ (მამ. სწავლ., 13<sub>22</sub>).

ამ სიტყვაში მარადღე პირველ ელემენტად გვაქვს მარა-, რომელიც ყველაზე ახლო ძველ ირანულ mara-სთან დგას და ამიტომ შესაძლოა ყველაზე ძველ ნასესხებს წარმოადგენდეს განხილული სიტყვებიდან, რადგან საშ. სპარსულში ეს ფუძეც, სხვა ძველ ირანულ ფუძეთა მსგავსად, ბოლომოკვეცილი სახით არის წარმოდგენილი. შეადარეთ: amar, axtarmar, mar-ag šamār და სხვა. მნიშვნელობის განვითარებისათვის: მარა — რიცხვი, რაოდენობა — > დიდი რიცხვი > მრავალი > ყველა, ყოველი; აქედან მარადღე — „ყოველდღე, მუდამ“<sup>11</sup>.

5. მრავალი — „დიდი რაოდენობით, ბევრი“, საბას განმარტებით „ორიღამ ათასამდე“.

„სძალო და მკვეალო ქრისტისსო, ითხოვე ღმრთისაგან, რაჲთა მომიტევენს მე მრავალნი შეცოდებანი ჩემნი“ (მარტ. შუშ., 40<sub>20</sub>).

„...და გყო შენ მამად ნათესავთა მრავალთა და ერთა ურიცხეთა“ (ე. მცხ., 84<sub>29</sub>).

„რომელსა ეგრევე ყოველი სიმრაველჲ ქალაქისაჲ ჰხედვედა...“ (აბო, 79<sub>2</sub>).

<sup>11</sup> საინტერესო ფორმასთან გვაქვს საქმე უ-მარა-ს შემთხვევაში, რომელიც საბას ლექსიკონშია დაცული მნიშვნელობით „ურიცხვი“. იგი წარმოადგენს უარყოფით ფორმას სიტყვიდან მარა, რომელიც მარადღეში გვაქვს და ძველი ირანული ფორმაა, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული. მაგრამ ეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ეს სიტყვა უძველეს ქართულ ძეგლებში დადასტურდა, რადგან, თუ იგი მოგვიანო ძეგლების კუთვნილებაა მხოლოდ, იგი შეთვისებული შეიძლება იყოს ახალი სპარსულიდან და მისთვის ამოსავლად უნდა მივიჩნიოთ ახ. სპარსული marah > საშ. სპ. marag. ამავე კონტექსტში საინტერესოა აგრეთვე გამოთქმა „ცისმარედღე“.



„...ესე ვითარი რაჲ მრავალი ესმა წმიდასა მას, სიტყუაჲნი...“ (სახ., 152<sub>33</sub>).

„არამედ აწ სასწაულნი მათნი გამოა სიმრავლისაგან მიეტეს სიღრმესა დავიწყებისასა“ (გრ. ხანძთ., ბ. ე.).

„...და შეკრბა ურიცხუი, ვითარცა თიკანი ველთანი და ფურცელნი ხეთანი სიმრავლითა“ (ლ. მრ. ანას. ქ. ცხ., 43<sub>34</sub>).

მრავალი, ზენი ფიქრით, მომდინარეობს ფორმიდან მრავალი, რომელსაც იგივე მარა, ირ. mara, უდევს საფუძვლად, რომელიც მარადღეში გვაქვს. შესაძლებლად მიგვაჩნია დაეუშვათ არსებობა ფუძისა მრავ (მარავ-ს „თელის, აღრიცხავს“), რომლიდანაც მ-თავსართისა და -ალ ბოლოსართის შეშევობით ნაწარმოებია ფორმა მრავალ (მ-თავსართი დაკარგული ფუძისეულ მ-ს წინ, ხოლო შეეუმევა ფუძისეული ა-სი გამოწვეული -ავ თემის ნიშნის დართვით).

მნიშვნელობის განვითარებისათვის: რიცხვი, რაოდენობა → მრავალი; შეადარეთ სიტყვა ბევრი, რომელიც ძვ. ქართულშიაც და ირანულშიაც თავდაპირველად 10.000-ს ნიშნავდა: რიცხვი > გარკვეული დიდი რიცხვი > ბევრი, მრავალი. შეადარეთ აგრეთვე ახალი სპარსული „mar, რომელსაც, გარდა ზოგადი მნიშვნელობისა „რიცხვი, რაოდენობა, სათვალავი“, აქვს კიდევ გარკვეული რიცხვითი მნიშვნელობა, სახელდობრ იგი აღნიშნავს თელის დროს ყოველ 50 საგანს, 5 ათეულს.

„მრავალ“ სიტყვის ეტიმოლოგიის შესახებ სპეციალურ ლიტერატურაში გამოთქმულია სხვადასხვა მოსაზრება მავალითად, ნ. მარი თავის ფრანგულ ენაზე გამოსულ ქართული ენის გრამატიკაში [10], ამ სიტყვას აიგივებს „ბევრ“-თან და თელის მას რედუბლიცირებულ ძირად მარ.მარ-ბარ.ბარ, ხოლო მეორე თავის შრომაში არაბულ რიცხვით სახელთა წარმოშობის შესახებ [11] mar. val-ს მიიჩნევს მიღებულად mar. var-იდან, დიალექტური ფორმით bre. vel (<ber. ber-იდან), და უკავშირებს არაბულ va, fr-ს „მრავალრიცხოვანი“.

„ბევრი“ და „მრავალი“ სხვადასხვა წარმოშობის სიტყვებია და მათი გაიგივება, როგორც ანას ნ. მარი ცდილობდა ოთხელემენტოვანი ანალიზის მეთოდით, საფუძველს მოკლებულია: პირველ მათგანს სრულიად აშკარა ირანული ეტიმოლოგია აქვს, იგი დადასტურებულია თითქმის ყველა ირანულ ენაში და ფართოდ არის ნასესხები სხვა ენებშიც; სიტყვა მრავალის ფუძე კი, როგორც ზევნ შევეცადეთ გაგვეჩვენო, მომდინარეობს ირანული ძირიდან mar, რომელსაც „ბევრის“ პროტოტიპთან (ავ. baēvara — 10.000) გენეტრიკი კავშირი არა აქვს.

მკარ ხუბუა „მრავალს“ უკავშირებდა ახალ სპარსულ სიტყვას faravan — „უხვი, მრავალრიცხოვანი“ [12]. მ. ხუბუას მოსაზრებასაც არ შეიძლება დავეთანხმოთ იმ მიზეზის გამო, რომ სიტყვა „მრავალი“ უძველეს ქართულ ძეგლებში გვხვდება და ამიტომ შეუძლებელია ახალი სპარსულიდან იყოს შემოსული, რომ არაფერი ითქვას ფონეტიკური ხასიათის დაბრკოლებათა შესახებ, როგორც არის ახ. სპარსული f-ს ქართ. მ-ში გადასვლა და სხვა.



ჩვენ ვფიქრობთ, რომ განხილული სიტყვები წარმოადგენენ სინტერესო ილუსტრაციას იმისას, თუ რაოდენ მრავალფეროვანია ქართული-ირანული ლექსიკური ურთიერთობა და რა მნიშვნელობა აქვს მის შესწავლას როგორც ქართული, ისე ირანული ლექსიკის ისტორიულ-ეტიმოლოგიური კვლევისათვის.

სტალინის სახელობის  
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
(ჩუბაძეთაშ მოუვიდა 2.11.1959)

დასომეხებული ლიტერატურა

1. Bartholomae. Altiranisches Wörterbuch, Strassburg, 1904.
2. H. S. Nyberg. Hilfsbuch des Pehlevi, II, Uppsala, 1931.
3. Б. В. Мизалер. Персидско-русский словарь, Москва, 1963.
4. ბლავატინის კარგული ჩუბაძეები, გამოცემა ილია აბულაძისა, თბილისი, 1957
5. Р. Ачарян. Этимологический коренной словарь армянского языка, Ереван, 1930.
6. Повесть о Варлааме и Исаафе. Перевод В. Р. Розена, М.-Л. 1947.
7. R. Gaut hier. Essai de grammaire sogdienne, I, Paris, 1914—1923. E. Benvenist. Essai de grammaire sogdienne, II, Paris, 1929.
8. С. Salemann. Manichaica V, Известия Императорской Академии Наук, VI, серия, № 13, С. Петербург, 1913.
9. A. Meillet. BSLP, t. 19, p. 65.
10. N. Marr et M. Brièr. La langue géorgienne, Paris, 1931.
11. Н. Я. Марр. К вопросу о происхождении арабских числительных, Избранные работы, IV, 1937.
12. მ. ხუბუა. სპარსული ბაგისმიერები კარგულში, საქართულოს მეცნ. აკადემიის მოაზბე, IV, № 10, 1943.
13. მ. ანდრონიკაშვილი. ირანულ-ქართული ლექსიკური ურთიერთობებიდან, ენათმეცნიერების ინსტიტუტის შრომები, აღმოსავლურ ენათა სერია, II, 1956.
14. W. B. Henning. Mitteliranisch. Handbuch der Orientalistik, Abt. I, IV Band: Iranistik, 1. Abschnitt: Linguistik, Leiden-Köln, 1958.
15. Грузинская версия арабского жития св. Иоанна Дамаскина. Издаа и переводом и исследованием снабда К. Кекелидзе. Христианский Восток, III, вып. II, С. Петербург, 1915.



კოლხეთის სანაპიროების ბეჭდული კოლონიზაციის  
საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩიტიაამ 22.9.1959)

შავი ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროზე, ძველი კოლხეთის ტერიტორიაზე ბერძნულ ახალშენთა დაარსება მეტად მნიშვნელოვანი მოვლენა იყო დასავლეთ საქართველოს მოსახლეობის რესტორიაში. ამ პროცესმა განამტკიცა კოლხეთის ეკონომიური და კულტურული კავშირი ბერძნულ სამყაროსთან, ხელი შეუწყო დასავლეთ საქართველოში საქალაქო ცხოვრების, ალემბიციკმა-ვაჭრობის, ხელოსნური წარმოების უფრო ინტენსიურ განვითარებას, სოციალურ ურთიერთობათა ცვლილებას.

მართალია, ბერძენების მიერ კოლხეთის სანაპიროთა კოლონიზაცია შედარებით სუსტად არის შესწავლილი, მცირედ არის იგი გაშუქებული არქეოლოგიური მასალითაც, მაგრამ ჩვენს განკარგულებაში მაინც არის გარკვეული მონაცემები, რომლებიც ამ პრობლემასთან დაკავშირებული რიგი საკითხების გაშუქების საშუალებას იძლევა. ანტიკურ მწერალთა საკმაოდ მწირი და ფრაგმენტული ცნობები ნაწილობრივ შეიძლება შეივსოს არქეოლოგიური მასალით, რომელიც შედარებით მრავალრიცხოვანი ვახდა უკანასკნელი წლების ძიებათა მეოხებით.

ქართულ ისტორიოგრაფიაში, განსაკუთრებით უკანასკნელი წლების მანძილზე, საკმაოდ მნიშვნელოვანი დებულებები გამოითქვა კოლხეთის ბერძნულ ახალშენთა თავისებურების, მათი ხასიათისა და რაობის შესახებ ([1], გვ. 108—109; [2], გვ. 241—247; [3], გვ. 128—142), მაგრამ ამ მიმართულებით ჯერ კიდევ ბევრი რამ არის საძიებელი და დასადგენი. ჩვენი წერილი მიზნად ისახავს დააყენოს ზოგიერთი საკითხი, რომელიც შეიძლება გარკვეული მნიშვნელობისა იყოს აღნიშნული პრობლემის შემდგომი კვლევისას.

ერთ-ერთ საინტერესო და დღემდე შედარებით შეუსწავლელ საკითხს წარმოადგენს კოლხეთის სანაპიროზე ბერძნული ახალშენების დაარსების თარიღის გარკვევა.

იმ მრავალრიცხოვან ახალშენთაგან, რომლებიც შავი ზღვის სანაპიროზე იქნა დაარსებული, რიგი კოლონიები ქართველ ტომთა სამოსახლო ტერიტორიაზე აღმოცენდა (ტრაპეზუნტი, კოტიორა, ფარნაკია, ბექეირია და სხვ.), მაგრამ ჩვენი განხილვის საგანი ამჟამად იქნება მხოლოდ ის კოლონიები, რომელნიც საკუთრივ კოლხეთის სამეფოს ფარგლებში იმყოფებოდა, ასეთები კი სულ სამია: დიოსკურია, გვენოსი და ფაზისი.

ყველაზე უძველესი ცნობა, რომელშიაც მოხსენებულია კოლხეთის უძველესი პირა ქალაქები, შენახულია ძვ. წ. IV ს-ის ძეგლში, ე. წ. ფსევდო-სკილაქს კარიანდელის „პერიპლუსში“. ამ ძეგლში ჩამოთვლილია კოლხეთის დასახლებული პუნქტები და მდინარეები, რომელთა რიცხვში დასახლებულია ქალაქი დიოსკურია (Διοσκουρις; ძაგის), ელინური ქალაქი გვენოსი (Γουονος; ძაგის) 'Ελληνισ; და ელინური ქალაქი ფაზისი (Φασις; 'Ελληνισ; ძაგის) ([4], გვ. 26).

ჩამოთვლილი სამი ქალაქიდან ფაზისი და დიოსკურიას შემდეგი დროის ავტორები ხშირად ასახელებენ, ხოლო რაც შეეხება გვენოსს, იგი ფსევდო-სკილაქსის გარდა არც ერთ სხვა წყაროში არ გვხვდება. სადღეისოდ ჩვენს სამეცნიერო ლიტერატურაში მტკიცედ არის დადგენილი, რომ ქ. ფაზისი აწინდელი ფოთის მახლობლად მდებარეობდა, ხოლო ქ. დიოსკურია სოხუმის ადგილას ([5], გვ. 96—110); ეს უკანასკნელი დებულება კარგად დასაბუთია არქეოლოგიურმა მასალამაც ([6], გვ. 35—72; [7], გვ. 163—165; [8] გვ. 185—207) ქ. გვენოსის ადგილმდებარეობა ბ. კუფტინის მიერ განსაზღვრულია აწინდელი ოჩამჩირეს ნავთსადგურთან, მდ. მოქვის შესართავის სამხრეთით, სადაც მან იპოვა ანტიკური დროის ნაშთები ([9], გვ. 105—107; [10], გვ. 259—254).

სამწუხაროდ, არც ფაზისი და არც დიოსკურია საკმარისად არ არის შესწავლილი არქეოლოგიური თვალსაზრისით; მიუხედავად იმისა, რომ მოპოვებული არქეოლოგიური მასალა ძვ. წ. V საუკუნეზე უფრო ადრეული არ არის, აღნიშნულ ქალაქთა წარმოქმნის დათარიღებისათვის ამ მასალას არ შეიძლება გადამწყვეტი მნიშვნელობა ჰქონდეს, რადგან ფაზისი ფაქტურად სრულიად არ არის არქეოლოგიურად შესწავლილი, გვენოსში ჩატარებულია მხოლოდ დაზვერვითი გათხრა, ხოლო შედარებით უკეთ შესწავლილი დიოსკურიის ნაწილი ზღვით არის დაფარული და არც მიწის ზედაპირზე არსებული ძეგლები არ არის მთლიანად გამოვლენილი.

როგორც აღვნიშნეთ, არსებული არქეოლოგიური მასალა ძვ. წ. V საუკუნეზე ადრეული არ არის, მაგრამ სამეცნიერო ლიტერატურაში ხშირად გვხვდება დასკვნა, რომ ბერძნული კოლონიები კოლხეთში დაბლოებით ძვ. წ. VII საუკუნის ბოლოს და VI საუკუნის დასაწყისში ჩნდნენ ([1], გვ. 108; [3], გვ. 138; [11], გვ. 42). ამ დასკვნას, სამწუხაროდ, არ ახლავს მეცნიერული არგუმენტაცია და იგი, როგორც ჩანს, ემყარება შავი ზღვის სანაპიროთა ბერძნული კოლონიზაციის დასაწყისის საერთო თარიღს. მაგრამ ასეთ ზოგად მონაცემზე დამყარებული დებულება არ შეიძლება საკმარის საფუძვლად ჩაითვალოს კოლხური კოლონიების წარმოქმნის დათარიღებისათვის. ამავე დროს, ჩვენს განკარგულებაში არის საკმაოდ მნიშვნელოვანი მონაცემები, რომლებიც დღემდე კოლხეთის კოლონიზაციასთან დაკავშირებით გამოყენებული არ ყოფილა, თუმცა მათ შეუძლიათ, ჩვენი შეხედულებით, ერთგვარი შუქი შეიტანონ მოცემული საკითხის გარკვევაში.

ჩვენი ურთაღმდეგ მიიქცია იმ გარემოებამ, რომ ძველ ავტორთა გადმოცემით დიოსკურია და ფაზისი დაარსებული ყოფილა მცირე აზიის ქალაქის მილეტის კოლონისტთა მიერ. ფლავიუს არიანე პირდაპირ მიუთითებს,



რომ დიოსკურია წარმოადგენდა მილეტის კოლონიას ([12], § 14 ნიუს მელას ცნობით, ფაზისი დაარსებული იყო მილეტელების მეღთა ოკისტესი (კოლონიტთა ხელმძღვანელი) ყოფილა თემისტაგორე ([13], გვ. 108). ასეთივე ცნობა მოეპოვება ჰერაკლიდე პონტოელს ([14], გვ. 218) და სტეფანე ბიზანტიელს ([15]). აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ 1899 წ. უბანში ე. წ. ზებოვის ყორღანში აღმოაჩინეს ვერცხლის ფილა წარწერით „ვეკუთენი აპოლონ წინამძღოლს, რომელიც არის ფაზისში“ (\*Απαλαθαιος Ἡγεμῶνιος εἰς; ἄρις Φάσις) ([16], გვ. 94—103). საერთო აღიარებით, ეს წარწერა მიუთითებს ფაზისში V ს-თვის ძვ. წ. აპოლონის სამლოცველოს არსებობაზე ([16], გვ. 103; [17], გვ. 571). ამ გარემოებას თავის დროს უწრადლება მიაქცია ფ. ბილაძე ელ ში. მისი აზრით, ეს წარწერა ამტკიცებს, რომ ფაზისში გავრცელებული იყო აპოლონის კულტი და ამ ღმერთის თაყვანისცემა კი განსაკუთრებით დამახასიათებელია მილეტისათვის და ვრცელდება აგრეთვე ყველა მის კოლონიაში ([18] გვ. 112). ფ. ბილაძელის დაკვირვება ფაზისის მილეტელთაგან დაარსების დამატებით საბუთს წარმოადგენს.

რაც შეეხება ქალაქ გვენოსს, მისი მეტროპოლიის შესახებ წყაროები არაფერს ამბობენ და ამ მხრივ შეიძლება გამოითქვას მხოლოდ სათუო ვარაუდი, რომ, თუკი დანარჩენი კოლონიები კოლხეთში მილეტელების მიერ იყო დაფუძნებული, გვენოსიც შეიძლება იგივე კოლონია ყოფილიყო. უკვე შემთხვევაში ამჟამაა, რომ დიოსკურიისა და ფაზისის მეტროპოლიის მილეტი წარმოადგენდა. ამასთან დაკავშირებით საინტერესოა ქ. მილეტის საკოლონიზაციო მოძრაობის საერთო სურათის გათვალისწინება.

შავი ზღვის სანაპიროთა კოლონიზაცია მილეტელებმა ჯერ კიდევ ძვ. წ. VIII საუკუნეში დაიწყეს, როდესაც სამხრეთ სანაპიროზე მათ დააარსეს სინოპი და ტრაპეზუნტი ([19], გვ. 31—52). მაგრამ კინერიელთა შემოსევამ ძალე შეწყვიტა მილეტელთა მოღვაწეობა და კოლონიათა გაყვანა პონტოს ნაპირებზე განახლდა მხოლოდ ძვ. წ. VII ს-ის 30-იანი წლებიდან.

მილეტის საკოლონიზაციო მოღვაწეობის აყვავება მოდის ძვ. წ. VII ს-ის უკანასკნელ მესამედსა და VI ს-ის პირველ ნახევარზე; სწორედ დროის ამ მონაკვეთში დაარსდა მილეტის ყველა უმთავრესი ახალშენი ([18], გვ. 103—104; [20], გვ. 118). ძვ. წ. VII ს-ის ბოლოს, მწვავე სოციალური ბრძოლების გამო, მილეტში დამჯარდა თრასიბულეს ტირანია ([21], გვ. 13—14). ედ. შაიერის აზრით, თრასიბულეს მმართველობის წლები არის მილეტის უშალღესი განვითარების, ამასთანავე მისი საკოლონიზაციო მოღვაწეობის განსაკუთრებული აქტიუზაციის ხანა ([22], გვ. 615]. თრასიბულეს შემდეგ კვლავ განახლდა ბრძოლა მილეტის ფინანსურ სავაქრო არისტოკრატისა და მოქალაქეთა მწარმოებელ ფენებს შორის, ბრძოლა საბოლოოდ მთავრდება მილეტის ხელისუფლების სათავეში მიწათმფლობელთა საშუალო ფენების ჩადგომით; ქალაქში კვლავ აღმავლობის, ახალი ეკონომიური განვითარების პერიოდი იწყება. როგორც ჰეროდოტეს ცნობათა ანალიზიდან ირკვევა, სოციალური ბრძოლები მილეტში ძვ. წ. VI საუკუნის 50-იანი წლებისათვის მთავრდება და ამ დროიდან კვლავ გამოცოცხლდა მილეტელთა საკოლონიზაციო



მოღვაწეობა; კერძოდ, სწორედ ამ ხანაზე მოდის შავი ზღვის ჩრდილო სანაპიროთა პიროთა კოლონიზაცია ([23], გვ. 57—59 და 62—64).

მაგრამ მილეტის აღმავლობა ამჯერად ხანგრძლივი არ აღმოჩნდა. ძვ. წ. 546 წ. სპარსეთის მეფემ კიროსმა გაანადგურა ლიდიის სამეფო და დაიმორჩილა იონიის ბერძნული ქალაქები. მართალია, სპარსელთა მიერ მცირე აზიის დაპყრობის შემდეგ პირველ ხანებში მილეტი ინარჩუნებს გარკვეულ დამოუკიდებლობას, მაგრამ მისი საკოლონიზაციო მოღვაწეობა სავსებით წყდება ([18], გვ. 48—78; [24], გვ. 181—182). ძ. წ. VI საუკუნის შუა წლების შემდეგ შავი ზღვის სანაპიროზე არ ჩანს არც ერთი მილეტური ახალშენის წარმოქმნა. მილეტელთა მიერ შავი ზღვის სანაპიროთა კოლონიზაცია მოდის ძვ. წ. VII ს-ის ბოლოსა და VI ს-ის პირველ ნახევარზე; ძვ. წ. VI ს-ის შუა წლები არის მილეტის საკოლონიზაციო მოძრაობის უკანასკნელი ეტაპი, როდესაც მის მიერ ახალშენთა დაარსება წყდება ([20], გვ. 119; [25], გვ. 44). აღნიშნული უფლებას გვაძლევს დავადგინოთ, რომ მილეტელები მისი კოლხეთის სანაპიროზე ახალშენთა დაარსება VI საუკუნის შუა წლების შემდგომ გამორიცხულად უნდა ჩაითვალოს, ე. ი. დიოსკურიისა და ფაზისის არ შეიძლება VI საუკუნის შუა წლების მერმე წარმოქმნილიყო.

ამ თარიღის უფრო მეტად დაზუსტებისათვის ამჯერად საკმარისი მონაცემები არ არსებობს, მაგრამ ერთ გარემოებას შეიძლება კიდევ მიეკუცეს ყურადღება. მილეტელთა მიერ შავი ზღვის სანაპიროთა კოლონიზაცია ძირითადად სამ ეტაპად ხდებოდა: პირველი, ხანმოკლე ეტაპი, იყო ძვ. წ. VIII ს-ის მეორე ნახევარი; ამ ეტაპს ბოლო კიშერიელთა შემოსევამ მოუღო. მეორე ეტაპი მოდის VII ს-ის 30-იან წლებსა და VI საუკუნის პირველ ნახევარზე, როდესაც მათ დააარსეს ყველა მათი კოლონია შავი ზღვის სამხრეთ და დასავლეთ სანაპიროზე ([18], გვ. 103—104; [19], 31—52; [20], გვ. 118). ეს ეტაპი შეწყვიტა მილეტში მიმდინარე სოციალურმა ბრძოლებმა. მესამე, უკანასკნელი ეტაპი, როდესაც დაარსდა შავი ზღვის ჩრდილო სანაპიროთა ახალშენები, მოდის ძვ. წ. VI ს-ის შუა წლებზე. როგორც ბერძნული და რომაული წყაროების ანალიზით ირკვევა, ბერძნები კოლხეთში ყოველთვის შავი ზღვის სამხრეთ სანაპიროთა გასწვრივ მოემგზავრებოდნენ ([12], § 12—14; [26], გვ. 81, 101), ამდენად ცხადია, რომ კოლხეთის სანაპიროთა კოლონიზაციაც სამხრეთ სანაპიროთა გავლით, შესაძლოა აქაურ ახალშენებზე დაყრდნობით, ხორციელდებოდა, ეს კი საუფძველს გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ კოლხეთის კოლონიზაცია ორგანულად უკავშირდებოდა მილეტელთა საკოლონიზაციო მოძრაობის მეორე ეტაპს, მის უშუალო გავრცელებას წარმოადგენდა და ამდენად დიოსკურიისა და ფაზისის აღმოცენება, როგორც ბერძნული ახალშენებისა, ძვ. წ. VII ს-ის ბოლოს ან VI ს-ის პირველ ნახევარში შეიძლება მომხდარიყო.

ფრიად მნიშვნელოვანი, მაგრამ შედარებით ნაკლებ შესწავლილია კოლხეთის ახალშენების თავისებურებათა და ახალშენთა ადგილობრივ მოსახლეობასთან ურთიერთობის საკითხი. არსებულ წყაროებსა და არქეოლოგიურ მა-



სალაზე დაყრდნობით, ჩვენს სამეცნიერო ლიტერატურაში გამოყოფილი კეთილი მოსახრებანი კოლხეთის ბერძნულ ახალშენთა განსაკუთრებულ ხასიათზე, ამ ახალშენთა აღმოცენებაზე ძველთაგანვე არსებულ ადგილობრივ სამოსახლოთა ადგილას და მათ საქალაქო ცხოვრებაში ადგილობრივი ელემენტის აქტიურ მონაწილეობაზე ([1], გვ. 108—109; [2], გვ. 241—247; [6], გვ. 35—72; [8], გვ. 185—207). როგორც ჩანს, კოლხეთის სანაპიროს ახალშენები თავიდანვე არ წარმოადგენდნენ წმინდა ბერძნულ ქალაქებს და ერთგვარ „შერეულ“ ხასიათს ატარებდნენ; ადგილობრივი ელემენტის ხვედრითი წონა ამ ქალაქებში იმდენად მაღალი იყო, რომ ბერძნული ქალაქები თანდათან საერთოდ კარგავენ თავის ბერძნულ ხასიათს და იქცევიან ადგილობრივ სამყაროსთან როგორც პოლიტიკურად, ისე ეკონომიურად დაკავშირებულ ადგილობრივ საქალაქო ცენტრებად. ამას, არქეოლოგიურ მასალასთან ერთად, ადასტურებს თუნდაც სტრაბონის ცნობა, რომ დიოსკურია წარმოადგენს სავაჭრო ცენტრს მის მეზობლად მცხოვრები ტომებისათვის, ხოლო ფაზისი არის „კოლხთა სავაჭრო ნავთსადგური“ ([27], გვ. 122—123).

ამ საკითხთან დაკავშირებით ჩვენ საჭიროდ მიგვაჩნია ყურადღება მივაქციოთ კიდევ ერთ ვარაუდს. როგორც ცნობილია, განსაკუთრებით მჭიდრო იყო კოლონიებისა და მეტროპოლიის რელიგიური კავშირი. კოლონიებში, როგორც წესი, თავიანთსებრი სარგებლობდა იგივე ღვთაება, რაც მეტროპოლიაში, და ეს კავშირი ჰყარი რჩებოდა, მიუხედავად ახალშენისა და დამაარსებელი ქალაქის პოლიტიკური და ეკონომიური ურთიერთდამოკიდებულებისა. ზემოთ ჩვენ აღნიშნული გვქონდა, რომ ფაზისში ჯერ კიდევ ძვ. წ. V საუკუნეში დამოწმებულია აპოლონის კულტი, რომლის წყაროს წარმოადგენდა ქ. მილეტი—ფაზისის მეტროპოლია. ჩვენ არ გავგაჩნია ცნობები იმის შესახებ, შემორჩა თუ არა აპოლონის კულტი ფაზისში შემდგომ ხანებშიაც, მაგრამ არსებობს ერთი მითითება, რომელიც ადასტურებს, რომ აქ, შესაძლოა, აპოლონთან ერთად, თავიანთსებრი ადგილობრივ ღვთაებასაც. ფლავიუს არიანე ქ. ფაზისის აღწერისას მოგვითხრობს: „ფაზისში რომ შედიხარ, მარცხენა ნაპირზე დგას ქალღმერთი ფასიანე. ყოველ შემთხვევაში, გარეგნული შეხედულებით თუ ვიწმეკლებთ, უფრო საფიქრებელია, რომ ეს არის რეა; ხელს მას წინწილი (კიმბალი) უქირაეს, მისი ტახტი ფეხებთან ღოჭებია და თვითონაც ისე ზის, როგორც ათენის მეტროპოლისში (ღმერთების დედის ტაძარი ნ. ლ.) ფიდაისის [ღვთაება]“<sup>11</sup> ([12] გვ. 394).

არიანეს ამ ადგილს ზეულებრივ ხსნიან როგორც მცირე აზიაში ფართოდ პოპულარული „ღმერთების დედის“ კიბელას კულტის კოლხეთში, კერძოდ, ფაზისში გავრცელების მოწმობას.

<sup>11</sup> „ἐπιβάλλοντων δὲ ἐς τὸν Φάσιον ἐν ἀριστερᾷ ἄρσεται ἡ Φασιανὴ θεός. εἴη δ' ἔν ἀπὸν γὰρ τῆς στήθιατος τελευταρομένης ἢ Πεία. καὶ γὰρ κίρμβαλον μετὰ χεῖρας ἔχει καὶ λείοντας ὑπὸ τῶν ποδῶν, καὶ κάθηται ἄνωθεν ἐντὸς Μητρῶν Ἀθῆνῶν ἢ τῆς Φειθῆος“.



„ღმერთების დედას“, რომელიც მარად მოქმედ, სიციცხლის მიწინააღმდეგ ბუნების ძალას განასახიერებს, მცირე აზიაში უძველესი დროიდან სუფიზმის თაყვანს. ამ კულტის სამშობლოდ მიჩნეულია ფრიგია, საიდანაც ის გავრცელდა ლიდიაში, ლიკონიაში, პისიდიაში, ლიკიაში, ბიტიონიაში, კაპადოკიასა და მცირე აზიის სხვა მხარეებში, აგრეთვე მეზობელ ქვეყნებში. თავდაპირველად „ღმერთების დედა“ სხვადასხვა სახელით იწოდებოდა, ხოლო უფრო გვიან მისი კულტი გაფორმდა როგორც ქალღმერთი კიბელას თაყვანისცემა. კიბელას კულტს ბევრი რამე აქვს საერთო კლასიკურ საბერძნეთში გავრცელებულ ქალღმერთ რეას თაყვანისცემასთან, რაც მკვლევრებს ამ ორი ღვთაების გაიგივების საფუძველს აძლევდა. მაგრამ, როგორც მათი უფრო დაწვრილებითი შედარება ცხადყოფს, კიბელასა და რეას შორის საკმაოდ თვალსაჩინო განსხვავებაა როგორც კულტის წესებში, ისე თვით ქალღმერთთა ფუნქციებში ([28], გვ. 1660—1661; [29], გვ. 64—65).

„ღმერთების დედის“ ანუ „დიდი დედის“ კულტი ფართოდ ყოფილა გავრცელებული საქართველოშიც, როგორც აჩვენა ვ. ბარდაველიძემ, „დიდი დედის“ თაყვანისცემა ქართველ ტომებში ჯერ კიდევ გვიანოვანი წუბილების რღვევის ხანას ეკუთვნის და დღეს შემონახულია უმთავრესად ბავშვთა ეპიდემიურ დაავადებებთან დაკავშირებულ რწმენებსა და წეს-ჩვეულებებში „ბატონები“ ([30], გვ. 81).

„ღმერთების დიდი დედა“, რომელიც ქართული წეს-ჩვეულებით სიმღერებში ნანად იწოდება, წარმოადგენდა ნაყოფიერების, გაცოცხლებული ბუნებისა და სიყვარულის ღვთაებას, მჭიდროდ იყო დაკავშირებული ცხოველურ სამყაროსთან, მიწასთან, მცენარეებთან და აგრეთვე სინოტიკესთან ([28], გვ. 1162, [30], გვ. 108). ვ. ბარდაველიძის აზრით, არიანეს მიერ ნანახი ქანდაკებაც ქალღმერთ ნანას განასახიერებდა ([30], გვ. 108).

ეთნოგრაფიული მასალის გარდა, „ღმერთების დიდი დედის“ კულტის საქართველოში გავრცელებაზე მიუთითებს ზოგიერთი არქეოლოგიური მონაცემიც. ამ მხრივ განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს დედის პატარა ქანდაკება ე. წ. „ბომბორის განძიდან“, რომელიც აღწერილი და ინტერპრეტირებულია ბ. კუფტინის მიერ. ეს ქანდაკება, ბ. კუფტინის სიტყვით, „წარმოადგენს მცირეაზიური ღმერთების დედის ადგილობრივ რელიკიას“ ([9], გვ. 247). ამ კულტის შემდგომ მოქმედებაზე აღმოსავლეთ შავიზღვისპირეთში მიუთითებს, ბ. კუფტინის აზრით, ქალის გამოსახულება ე. წ. „კოლხური თეთრის“ აერს-ზეც ([9], გვ. 253—254).

ერთი სიტყვით, „ღმერთების დედის“ თაყვანისცემა გავრცელებული იყო საქართველოში, ისევე როგორც საერთოდ კავკასიაში, ბერძნულ კოლონიზაციამდე დიდი ხნით ადრე; იგი აქ ადგილობრივ ღვთაებას წარმოადგენს და ადგილობრივ რელიგიურ ტრადიციებთან არის დაკავშირებული. როგორც ჩანს, სწორედ ამ ადგილობრივ ღვთაებას გამოხატავდა არიანეს მიერ ფაზისში ნანახი ქანდაკება. არიანეს მიერ ამ ქანდაკების შედარება რეასთან სრულიად გასაგებია, რადგან კიბელასა და რეას გამოსახულებები, როგორც ქანდაკებაში, ისე მონეტებზე, საკმაოდ მსგავსია, რაც თავის მხრივ ამ ორი ღვთაე-







9. Б. А. Куфтин. Материалы к археологии Колхиды. т. I. Тбилиси, 1949.
10. Б. А. Куфтин. Материалы к археологии Колхиды. т. II. Тбилиси, 1950.
11. E. ბერძენიშვილი. ზ. ფონდუკაძე, ფუმბაძე, გ. მელიქიშვილი, შ. ჯ. რატიანი. საქართველოს ისტორია, ტ. I, დამხ. სახელმძღვანელო, თბილისი, 1958.
12. В. В. Латышев. Scythica et Caucasia, I, 1. СПб. 1890.
13. В. В. Латышев. Scythica et Caucasia, II, 1. СПб. 1904.
14. Fragmenta historicorum graecorum, ed. C. Müllerus, II, Parisiis, 1883.
15. Stephani Byzantii Ethnicorum que supersunt, Ed. A. Meinekii, Berolini, 1849.
16. Н. И. Веселовский. Раскопки курганов на Zubovskom хуторе. ИИАК, вып. I, 1901.
17. М. И. Ростовцев. Скифия и Боспор. Киев, 1925.
18. Fr. Vilabel. Die ionische Kolonisation, Leipzig, 1920.
19. М. И. Максимова. Античные города юго-восточного Причерноморья, М.—Л., 1956.
20. Древняя Греция, под ред. В. В. Струве и Д. П. Калястова, М.—Л., 1956.
21. Геродот. История в десяти книгах, пер. Ф. Ф. Мищенко, т. II, М., 1888.
22. Ed. Meyer. Geschichte des Alterthums, II, Stuttgart, 1893.
23. С. А. Жебелев. Северное Причерноморье. М.—Л., 1953.
24. Th. Leutsch. Zur Geschichte Ionien, „Klio“, Bd. 13, 1913, Heft 2.
25. Д. П. Калястов. Очерки по истории Северного Причерноморья античной эпохи, Л., 1949.
26. აქოლონიის რედაქციის ავტორთაგან, თარგმ. ა. ფრუშაძისა, თბილისი, 1948.
27. თ. ვაუხჩიშვილი. სტრაბონის გეოგრაფია, თბილისი, 1957.
28. A. Rapp. „Kybele“, Ausführliches Lexikon der Griechischen und Römischen Mythologie, herausg. von W. N. Roscher, t. II, Leipzig, 1890—1894.
29. А. Ф. Лосев. Античная мифология, М., 1957.
30. В. В. Бардавелидзе. Древнейшие религиозные верования и обрядовое графическое искусство грузинских племен. Тбилиси, 1957.

მთ. რედაქტორი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

აკადემიკოსი რ. ლვალი

ზელმოწერილია დასაბეჭდად 15.7.1950; შუკვ. № 937; ანაწესების ზომა 7×11;  
ტალღის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-სავაშომე. ფურცლების რაოდენობა 9,3;  
საბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 11,2; უფ. 03904; ტარაჯი 800

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა, გ. ტაბიძის ქ. № 3/5  
Типография Издательства Академии Наук Грузинской ССР, ул. Г. Табидзе, № 3/5



დებულება „საბარსებელის სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მონაგონი“ შესახებ

1. „მონაგონი“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მკვლევრებისა და სხვა მეცნიერთა წერილებზე, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მონაგონს“ ზღვდმქვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც იბრჩებს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მონაგონ“ გამოიღის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 მკედერი თაზახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახვჯარა 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 აღმატებოდეს 8 გვერდს; არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტებს წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასახვედრად „მონაგონის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შეზისულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორიოთხ ცალკე თითოეულ ენაზე, საცხებით გამოზღვებულ დასახვედრად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ზედით. წერილის დასახვედრად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეტულებსდა გვიარდ სრული: საბირობა აღნიშვნის გურნალის სახელწოდება, ნომერი სტრიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაურა; თუ დამოწმებულია წიგნი, საკალდებულა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახვედება წერილის ბოლოში ერთვებს სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მახვედით, ჩასტული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახვედება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი, წერილი თაროდდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორის ეძლევა გვიარდებდა შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვაღით (ხვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვაღისთვის კორექტურის წარმოდგენილობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდება ან დასტელოს იგი ავტორის ვახის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

აკადემიის მონაგონი: თბილისი, ძმარინსკის ძ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XXV, № 2, 1960

Основное, грузинское издание