

524  
1952/2



524/2

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მ ო ა მ ბ ე

ტომი XIII, № 5

30

ქიმიური, ქართული გამოცემა

1952

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა  
თბილისი

## ზ ი ნ ა ა რ ს ი

### მათემატიკა

1. ვ. ძღენტი. ფუნქციონალური ანალიზის გამოყენება თხელი დრეკადი სფერული გარსების თეორიაში . . . . . 257

### დრიკალოგის თეორია

2. ა. რუხაძე. სხვადასხვა დრეკადი მასალისაგან შედგენილი ბუნებრივად დაგრები-  
ლი პრიზმული ძელების წვეილძალით ლუნვის ამოცანა . . . . . 265

### ბიომქმნა

3. ელენე კლვინი. 1(+). გლუტამინის მკვას ჯანჯეთი დეზამინირება თავის ტვი-  
ნის ჰომოგენატში . . . . . 273

### პალეობიოლოგია

4. ლ. გაბუნია. ჰიპაროფილი ფაუნის ახალი ადგილსამყოფელი საქართველოში . . . . . 281

### ტმქნა

5. პ. შენჯელია. ჰიდროელსადგურების წყალმიმკვან ნაგებობათა ოპტიმალური ზო-  
მების ანგარიშების დაზუსტების საკითხისათვის . . . . . 285  
6. ი. შენჯელია. სამშენებლო გენჯგემის დაგეგმარების ერთი საკითხის გადაწვე-  
ტის აუცილებელი და საკმარისი პირობა . . . . . 295

### მეტალურგია

7. რ. აგლაძე (აკადემიის ნამდვილი წევრი), ვ. ბერეჟიანი და ლ. თოფჩია-  
შვილი. ლითონქერამიკული მეთოდით ელექტროლიტური მანჯანუმის ნაკეთო-  
ბათა დამზადების საკითხისათვის . . . . . 299

### ჯოოლოგია

8. ს. კახია. მასალები ჭართლის მემინდერიას (*Microtus socialis georgiensis* Arg). გამ-  
რალებების შესწავლისათვის . . . . . 307

### ფსიქოლოგია

9. ი. ბჟალავა. სიჯრცის აღქმის მქქანისათვის . . . . . 313

3. ჰაინტი

ფუნქციონალური ანალიზის გამოყენება თხელი ღრმეკადი სფერული გარსების თეორიაში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეჯამ 13.12.1951)

ჩვენ ვსარგებლობთ იმ მეთოდით, რომელიც გამოიყენა კ. ფრიდრიხსმა ღრეკალობის თეორიის სივრცითი ამოცანებისათვის არსებობის თეორემების დამტკიცების დროს (იხ. [1]), და ვამტკიცებთ თხელი ღრეკადი სფერული გარსებისათვის ერთი სასაზღვრო ამოცანის არსებობის თეორემას.

1.  $R$ -რადიუსიან სფეროს ზედაპირზე ავიღოთ იზოთერმულ საკოორდინატო წირთა ბადე. წრფივი ელემენტები გამოისახება შემდეგნაირად:

$$ds^2 = R^2 A^2 (d\alpha^2 + d\beta^2), \tag{1}$$

სადაც  $A$  სიდიდე  $\alpha$  და  $\beta$ -ს გარკვეული ფუნქციაა. იზოთერმულ საკოორდინატო წირთა ბადეს სფეროზე გვაძლევს გარდაქმნა

$$\alpha = \text{tg } \frac{\theta}{2} \cos \varphi, \quad \beta = \text{tg } \frac{\theta}{2} \sin \varphi, \tag{2}$$

სადაც  $\theta, \varphi$  წერტილის გეოგრაფიული კოორდინატებია;  $0 \leq \theta \leq \pi$ ,  $0 \leq \varphi < 2\pi$ . აღნიშნული გარდაქმნა წარმოადგენს სამხრეთ პოლუსიდან  $\theta = \pi$  ეკვატორულ სიბრტყეზე  $\theta = \frac{\pi}{2}$  ერთეულოვანი სფეროს ზედაპირის სტერეოგრაფიულ გეგმილს.

ამ შემთხვევაში

$$A = \frac{2}{1 + \alpha^2 + \beta^2} = 2 \cos^2 \frac{\theta}{2}. \tag{3}$$

იზოთერმულ კოორდინატებში თხელი ღრეკადი სფერული გარსის წონასწორობის განტოლებებს აქვს შემდეგი სახე ([2], ფორმულა 10.4):

$$\begin{aligned} & -\frac{Eh}{1-\mu^2} \left\{ R \frac{\partial A(\varepsilon_1 + \mu\varepsilon_2)}{\partial \alpha} + R \frac{1-\mu}{2A} \frac{\partial}{\partial \beta} \left[ A^2 \left( \omega + \frac{h^2}{6R} \tau \right) \right] - R(\varepsilon_2 + \mu\varepsilon_1) \frac{\partial A}{\partial \alpha} \right. \\ & \quad \left. + \frac{h^2}{12} \left[ \frac{\partial A(x_1 + \mu x_2)}{\partial \alpha} + \frac{1-\mu}{A} \frac{\partial A^2 \tau}{\partial \beta} - (x_2 + \mu x_1) \frac{\partial A}{\partial \alpha} \right] \right\} = R^2 A^2 X, \\ & -\frac{Eh}{1-\mu^2} \left\{ R \frac{\partial A(\varepsilon_2 + \mu\varepsilon_1)}{\partial \beta} + R \frac{1-\mu}{2A} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left[ A^2 \left( \omega + \frac{h^2}{6R} \tau \right) \right] - R(\varepsilon_1 + \mu\varepsilon_2) \frac{\partial A}{\partial \beta} \right. \\ & \quad \left. + \frac{h^2}{12} \left[ \frac{\partial A(x_2 + \mu x_1)}{\partial \beta} + \frac{1-\mu}{A} \frac{\partial A^2 \tau}{\partial \alpha} - (x_1 + \mu x_2) \frac{\partial A}{\partial \beta} \right] \right\} = R^2 A^2 Y. \end{aligned} \tag{4}$$



$$\begin{aligned}
 & - \frac{Eh^2}{12(1-\mu^2)} \left\{ \frac{\partial}{\partial \alpha} \frac{1}{A} \left[ \frac{\partial A(x_1 + \mu x_2)}{\partial \alpha} + \frac{1-\mu}{A} \frac{\partial A^2 \tau}{\partial \beta} - (x_2 + \mu x_1) \frac{\partial A}{\partial \alpha} \right] \right. \\
 & \left. + \frac{\partial}{\partial \beta} \frac{1}{A} \left[ \frac{\partial A(x_2 + \mu x_1)}{\partial \beta} + \frac{1-\mu}{A} \frac{\partial A^2 \tau}{\partial \alpha} - (x_1 + \mu x_2) \frac{\partial A}{\partial \beta} \right] \right\} \quad (4) \\
 & + RA^2 \frac{Eh}{1-\mu} (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) = R^2 A^2 Z,
 \end{aligned}$$

სადაც  $h$  გარსის სისქეა,  $E$ —იუნგის მოდული,  $\mu$ —პუასონის კოეფიციენტი,  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \omega, x_1, x_2, \tau$ —დეფორმაციის კომპონენტები, ხოლო  $X, Y, Z$ —გარეშე ძალის კომპონენტები, სახელდობრ:  $Z$  რადიალური მდგენელია, ხოლო  $X, Y$ —ამ ძალის მხები მდგენელები.

შემოვიღოთ შემდეგი აღნიშვნები:  $\bar{\alpha}_0$  იყოს  $\alpha$  წირის მხების მგეზავი ( $\alpha, \beta$ ) წერტილში,  $\bar{\beta}_0$ — $\beta$  წირის მხების მგეზავი, ხოლო  $\bar{n}$ —სფეროს გარე ნორმალის მგეზავი. გადაადგილების ვექტორი იყოს  $\bar{U}$ , ხოლო მისი გეგმილება  $\bar{\alpha}_0, \bar{\beta}_0, \bar{n}$  მიმართულებებზე— $u, v, w$ .

დეფორმაციის კომპონენტები დაკავშირებულია გადაადგილების ვექტორთან შემდეგი დამოკიდებულებებით ([2], ფორმულა 4.23):

$$\begin{aligned}
 R\varepsilon_1 &= \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{1}{A^2} \frac{\partial A}{\partial \beta} v + w, \\
 R\varepsilon_2 &= \frac{1}{A} \frac{\partial v}{\partial \beta} + \frac{1}{A^2} \frac{\partial A}{\partial \alpha} u + w, \\
 R\omega &= \frac{\partial}{\partial \alpha} \left( \frac{v}{A} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left( \frac{u}{A} \right), \\
 R^2 \chi_1 &= \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left( -\frac{1}{A} \frac{\partial w}{\partial \alpha} + u \right) + \frac{1}{A^2} \left( -\frac{1}{A} \frac{\partial w}{\partial \beta} + v \right) \frac{\partial A}{\partial \beta}, \\
 R^2 \chi_2 &= \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial \beta} \left( -\frac{1}{A} \frac{\partial w}{\partial \beta} + v \right) + \frac{1}{A^2} \left( -\frac{1}{A} \frac{\partial w}{\partial \alpha} + u \right) \frac{\partial A}{\partial \alpha}, \\
 R^2 \tau &= \frac{\partial}{\partial \alpha} \left( \frac{v}{A} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left( \frac{u}{A} \right) - \frac{1}{2} \left[ \frac{\partial}{\partial \alpha} \left( \frac{1}{A^2} \frac{\partial w}{\partial \beta} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left( \frac{1}{A^2} \frac{\partial w}{\partial \alpha} \right) \right].
 \end{aligned} \quad (5)$$

ძალებისა და მომენტების კომპონენტები დაკავშირებულია დეფორმაციის კომპონენტებთან შემდეგი ფორმულებით ([2], ფორმულა 10.8):

$$T_1 = \frac{Eh}{1-\mu^2} (\varepsilon_1 + \mu \varepsilon_2), \quad T_2 = \frac{Eh}{1-\mu^2} (\varepsilon_2 + \mu \varepsilon_1), \quad S = \frac{Eh}{2(1+\mu)} \left( \omega + \frac{h^2}{6R} \tau \right),$$

$$M_1 = \frac{Eh^2}{12(1-\mu^2)} (x_1 + \mu x_2), \quad M_2 = \frac{Eh^2}{12(1-\mu^2)} (x_2 + \mu x_1), \quad H = \frac{Eh^2}{12(1+\mu)} \tau.$$

$$N_1 = \frac{1}{RA^2} \left( \frac{\partial AM_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial AH}{\partial \beta} + \frac{\partial A}{\partial \beta} H - \frac{\partial A}{\partial \alpha} M_2 \right),$$

$$N_2 = \frac{1}{RA^2} \left( \frac{\partial AH}{\partial \alpha} + \frac{\partial AM_2}{\partial \beta} + \frac{\partial A}{\partial \alpha} H - \frac{\partial A}{\partial \beta} M_1 \right).$$

წონასწორობის განტოლებათა (4) სისტემა შეგვიძლია ჩავწეროთ როგორც ერთი ვექტორული განტოლება გადაადგილების  $\bar{U}$  ვექტორის მიმართ.



ამისათვის საკმარისია (4) სისტემის მარცხენა მხარეებში, რომლებიც შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც რაიმე ვექტორის მდგენელები, დეფორმაციის კომპონენტები შევცვალოთ (5) ფორმულებით. აღნიშნული ვექტორი იყოს  $A_1 \vec{U}$ , ხოლო მისი გეგმილები  $\vec{\alpha}_0$ ,  $\vec{\beta}_0$ ,  $\vec{n}$  მიმართულებებზე  $-A_x \vec{U}$ ,  $A_y \vec{U}$ ,  $A_n \vec{U}$ . დიფერენციალურ განტოლებათა (4) სისტემა ახლა ჩაიწერება ერთი განტოლების საშუალებით

$$\vec{A}_1 \vec{U} = \vec{K}, \quad (6)$$

სადაც

$$\vec{K} = R^2 A^2 (X \vec{\alpha}_0 + Y \vec{\beta}_0 + Z \vec{n}).$$

ვთქვათ,  $G_0$  არეა  $R$ -რადიუსიან სფეროზე, რომელიც გარსის შუა ზედაპირს უჭირავს, ხოლო  $G$  შესაბამისი არეა  $\alpha + i\beta$  სიბრტყეზე; ცხადია,  $G$  წარმოადგენს  $G_0$ -ს სტერეოგრაფიულ გეგმილს სამხრეთ პოლუსიდან ეკვატორულ სიბრტყეზე. დაფუძვით, რომ  $G$  სასრულო არეა, ე. ი. მოიძებნება ისეთი სფერული სეკმენტი  $0 \equiv \theta \equiv \theta_0$ ,  $\theta_0 < \pi$ , რომელიც  $G_0$  არეს შეიცავს.

$G_0$ -ს საზღვარი აღენიშნოთ  $L_0$ -ით, ხოლო  $G$ -ს საზღვარი— $L$ -ით.  $L$  წირი წარმოადგენს  $L_0$  წირის სტერეოგრაფიულ გეგმილს სამხრეთ პოლუსიდან ეკვატორულ სიბრტყეზე.

ვთქვათ,  $\vec{U}'$  და  $\vec{U}''$  გადაადგილების ვექტორებია, რომლებიც გარეშე ძალებს ( $X', Y', Z'$ ) და ( $X'', Y'', Z''$ ) ეთანადება. ნაწილობითი ინტეგრაციის გამოყენებით ადვილად მიიღება შემდეგი ფორმულები:

$$\begin{aligned} \iint_G \vec{U}' \cdot \vec{A}_1 \vec{U}'' \, d\alpha \, d\beta &= 2 \iint_G W(\vec{U}', \vec{U}'') R^2 A^2 \, d\alpha \, d\beta \\ + \int_L [u' R_1(T_1'', S'', M_1'', H'') + v' R_2(T_2'', S'', M_2'', H'') + w' R_3(M_1', M_1', H'') \\ + \frac{\partial w'}{\partial \alpha} R_4(M_1', H'') + \frac{\partial w'}{\partial \beta} R_5(M_2', H'')] \, dl, \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \iint_G \vec{U} \cdot \vec{A}_1 \vec{U} \, d\alpha \, d\beta &= 2 \iint_G W(\vec{U}) R^2 A^2 \, d\alpha \, d\beta \\ + \int_L [u R_1(T_1, S, M_1, H) + v R_2(T_2, S, M_2, H) + w R_3(M_1, M_2, H) \\ + \frac{\partial w}{\partial \alpha} R_4(M_1, H) + \frac{\partial w}{\partial \beta} R_5(M_2, H)] \, dl, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \iint_G (\vec{U} \cdot \vec{A}_1 \vec{U}' - \vec{U}' \cdot \vec{A}_1 \vec{U}) \, d\alpha \, d\beta &= \int_L [u' R_1(T_1'', S'', M_1'', H'') - u R_1(T_1, S, M_1, H)] \, dl \\ + \int_L [v' R_2(T_2'', S'', M_2'', H'') - v R_2(T_2, S, M_2, H)] \, dl \\ + \int_L [w' R_3(M_1', M_2', H'') - w R_3(M_1, M_2, H)] \, dl \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned}
 & + \int_L \left[ \frac{\partial w'}{\partial \alpha} R_1(M''_1, H'') - \frac{\partial w''}{\partial \alpha} R_1(M'_1, H') \right] dl \\
 & + \int_L \left[ \frac{\partial w'}{\partial \beta} R_2(M''_2, H'') - \frac{\partial w''}{\partial \beta} R_2(M'_2, H') \right] dl,
 \end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
 W(\bar{U}', \bar{U}'') &= \frac{Eh}{2(1-\mu^2)} \left[ \varepsilon'_1 \varepsilon''_1 + \mu(\varepsilon'_1 \varepsilon''_2 + \varepsilon''_1 \varepsilon'_2) + \varepsilon'_2 \varepsilon''_2 + \frac{1}{2}(1-\mu) \omega' \omega'' \right] \\
 &+ \frac{Eh^3}{24(1-\mu^2)} \left[ \chi'_1 \chi''_1 + \mu(\chi'_1 \chi''_2 + \chi''_1 \chi'_2) + \chi'_2 \chi''_2 + 2(1-\mu) \tau' \tau'' \right], \\
 & \{W(\bar{U}', \bar{U}'') = W(\bar{U}'', \bar{U}')\},
 \end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned}
 W(\bar{U}) &= \frac{Eh}{2(1-\mu^2)} \left[ \varepsilon_1^2 + 2\mu \varepsilon_1 \varepsilon_2 + \varepsilon_2^2 + \frac{1}{2}(1-\mu) \omega^2 \right] \\
 &+ \frac{Eh^3}{24(1-\mu^2)} \left[ \chi_1^2 + 2\mu \chi_1 \chi_2 + \chi_2^2 + 2(1-\mu) \tau^2 \right].
 \end{aligned} \tag{11}$$

აქ ჩვენ ერთი შტრიხით აღნიშნავთ სიდიდეებს, რომლებიც დაკავშირებულია  $\bar{U}'$  ვექტორთან, ხოლო ორი შტრიხით—სიდიდეებს, რომლებიც დაკავშირებულია  $\bar{U}''$  ვექტორთან.

(9) ფორმულა გვეუბნება, რომ  $\bar{A}_1$  ოპერატორი თვითშეუღლებულია ლაგრანჟის აზრით.

აღვილია ჩვენება, რომ  $W(\bar{U})$  არსებითად დადებითი კვადრატული ფორმაა დეფორმაციის კომპონენტების მიმართ ( $\mu < 1$ ).

2. ახლა დავსვათ შემდეგი ამოცანა: ვიპოვოთ გარსის დეფორმადი მდგომარეობა დამაგრებული საზღვრით, რომლის შუაზე დაპირს სფეროს  $G_0$  არე უკავია.

ეს ამოცანა დაიყვანება შემდეგ სასაზღვრო ამოცანაზე: ვიპოვოთ გარსის წერტილების გადაადგილებების ვექტორი, რომლის კომპონენტები აკმაყოფილებს პირობებს

$$u = v = w = \frac{\partial w}{\partial \nu} = 0 \quad L \text{ ზე,} \tag{12}$$

სადაც  $\nu$  აღნიშნავს  $L$  წირის გარე ნორმალს.

აღვილია ჩვენება, რომ, თუ  $w$  აკმაყოფილებს (12) პირობებს, მაშინ

$$\frac{\partial w}{\partial \alpha} = \frac{\partial w}{\partial \beta} = 0 \quad L \text{ ზე.} \tag{13}$$

ჩვენ დავამტკიცებთ, რომ აღნიშნული ამოცანა ტოლფასია შემდეგი ამოცანისა: ვიპოვოთ მინიმუმი ინტეგრალისა

$$2 \iint_G \{W(\bar{U}) - Xu - Yv - Zw\} R^2 A^2 da d\beta$$

იმავე სასაზღვრო პირობებით.

ამის დასამტკიცებლად შემოვიყვანოთ ჰილბერტის სივრცე  $\bar{L}_2(G_0)$ , რომლის ელემენტებია  $G_0$  არეში განსაზღვრული ვექტორ-ფუნქციები  $\bar{U}(u, v, w)$ , ისეთნი, რომ

$$\iint_G |\bar{U}|^2 dx d\beta = \iint_G (|u|^2 + |v|^2 + |w|^2) dx d\beta < \infty;$$

სკალარული ნამრავლი ამ სივრცეში განისაზღვრება ტოლობით

$$(\bar{U}_1, \bar{U}_2) = \iint_G \bar{U}_1 \cdot \bar{U}_2 dx d\beta = \iint_G (u_1 \bar{u}_2 + v_1 \bar{v}_2 + w_1 \bar{w}_2) dx d\beta.$$

ამ სივრცეში გამოვყოთ წრფივი  $M$  სიმრავლე, რომლის ელემენტებია ისეთი ვექტორები  $\bar{U}$ , რომელთა კომპონენტები თავიანთი კერძო წარმოებულებით  $G$ -ში უწყვეტია ( $u$  და  $v$  უწყვეტია მესამე რიგამდე, ხოლო  $w$ —მეოთხე რიგამდე) და აკმაყოფილებს (12) პირობებს. ამ სიმრავლეზე განსაზღვრულია  $A_1$  ოპერატორი.

ამბობენ, რომ ოპერატორი  $A_1 \bar{U}$  დადებითია  $M$  სიმრავლეზე, თუ იმავე სიმრავლის ყოველი არანულოვანი ელემენტისათვის ადგილი აქვს უტოლობას  $(A_1 \bar{U}, \bar{U}) > 0$ ; ოპერატორი  $A_1 \bar{U}$  არსებითად დადებითია  $M$  სიმრავლეზე, თუ იმავე სიმრავლის ყოველი ელემენტისათვის ადგილი აქვს უფრო მძლავრ უტოლობას

$$(\overline{A_1 \bar{U}}, \bar{U}) \cong \gamma^2 \|\bar{U}\|^2,$$

სადაც  $\gamma^2$  დადებითი მუდმივია (იხ. მაგ., [3], გვ. 68).

ოპერატორი  $A_1$  არსია, ამიტომ ოპერატორი იქნება დადებითი; შესაბამისად—არსებითად დადებითი, თუ სასურველი უტოლობები შესრულდება მხოლოდ არსი ვექტორებისათვის ([3], გვ. 71). ჩვენ შემდგომ განვიხილავთ მხოლოდ არს  $\bar{U}$  ვექტორებს.

შევადგინოთ გამოსახულება

$$(\overline{A_1 \bar{U}}, \bar{U}) = \iint_G \bar{U} \cdot A_1 \bar{U} dx d\beta.$$

ამ ინტეგრალს, (8) ფორმულის გამოყენებით და (12), (13) პირობების მხედველობაში მიღებით, ექნება შემდეგი სახე:

$$(\overline{A_1 \bar{U}}, \bar{U}) = 2 \iint_G W(\bar{U}) R^2 A^2 dx d\beta \cong 0. \quad (14)$$

თუ  $(\overline{A_1 \bar{U}}, \bar{U}) = 0$ , მაშინ  $W(\bar{U}) = 0$  და რადგან  $W$  დეფორმაციის კომპონენტების მიმართ არსებითად დადებითი ფორმაა, ამიტომ ეს უკანასკნელნი იგივეურად ნულებია. მაშასადამე,  $\bar{U}$  წარმოადგენს მყარი გადაადგილების ვექტორს. საზღვრის დამაგრების გამო მყარი გადაადგილება შეუძლებელია და ამიტომ  $\bar{U} = 0$ . ამგვარად, ოპერატორი  $A_1$  დადებითია  $M$  სიმრავლეზე. ამ შემთხვევაში, როგორც ცნობილია [3], გარსის დიფერენციალურ განტოლებათა

სისტემის ამოხსნის მოძებნა წრფივ  $M$  სიმრავლეში ტოლფასია იმავე სიმრავლეში ისეთი ვექტორის მოძებნისა, რომელიც მინიმუმს ანიჭებს შემდეგ ფუნქციონალს:

$$F(\vec{U}) = (\vec{A}_1, \vec{U}, \vec{U}) - 2(\vec{K}, \vec{U}) \\ = 2 \iint_G \{W(\vec{U}) - Xu - Yv - Zw\} R^2 A^3 d\alpha d\beta. \quad (15)$$

ახლა ჩვენ დავამტკიცებთ, რომ ოპერატორი  $\vec{A}_1$  არსებითად დადებითია წრფივ  $M$  სიმრავლეზე.

განვიხილოთ დადებითი კვადრატული ფორმა  $x^2 + 2\mu xy + y^2$  ( $\mu < 1$ ). ამ ფორმის უმცირესი სახასიათო რიცხვია  $1 - \mu$ ; როგორც ცნობილია,

$$x^2 + 2\mu xy + y^2 \geq (1 - \mu)(x^2 + y^2).$$

აღვლი აქვს აგრეთვე შემდეგ უტოლობას:

$$A \geq 2 \cos^2 \frac{\theta_0}{2} > 0, \quad (\theta_0 < \pi),$$

რაც გამომდინარეობს (3) ფორმულიდან, რადგან  $G$  სასრულო არეა.

უქანასკნელი უტოლობების გამოყენებით და (14) ფორმულის ძალით გვექნება:

$$(\vec{A}_1 \vec{U}, \vec{U}) \geq B \iint_G \left[ R^2 \left( \varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \frac{1}{2} \omega^2 \right) + R^4 (x_1^2 + x_2^2 + 2\tau^2) \right] d\alpha d\beta, \quad (16)$$

სადაც

$$B = \frac{Eh}{3(1 + \mu)} \cos^4 \frac{\theta_0}{2} > 0, \quad (\theta_0 < \pi).$$

თუ გამოვიყენებთ უტოლობას  $x^2 + y^2 \geq \frac{1}{2}(x - y)^2$ , მივიღებთ:

$$R^2 \varepsilon_1^2 + R^2 \varepsilon_2^2 + \frac{1}{2} R^2 \omega^2 + R^4 x_1^2 + R^4 x_2^2 + 2 R^4 \tau^2 \geq \frac{1}{4} [R^2 (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + R^2 \omega^2] \\ + \frac{1}{8} [R(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) - R^2(x_1 - x_2)]^2 + \frac{1}{8} (R\omega - R^2\tau)^2.$$

უქანასკნელი უტოლობა, (5) ფორმულების ძალით, მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$R^2 \varepsilon_1^2 + R^2 \varepsilon_2^2 + \frac{1}{2} R^2 \omega^2 + R^4 x_1^2 + R^4 x_2^2 + 2 R^4 \tau^2 \geq \frac{1}{4} \left\{ \left[ \frac{\partial}{\partial \alpha} \left( \frac{u}{A} \right) \right]^2 \right. \\ + \left[ \frac{\partial}{\partial \beta} \left( \frac{u}{A} \right) \right]^2 + \left[ \frac{\partial}{\partial \alpha} \left( \frac{v}{A} \right) \right]^2 + \left[ \frac{\partial}{\partial \beta} \left( \frac{v}{A} \right) \right]^2 - 2 \frac{\partial}{\partial \alpha} \left[ \frac{u}{A} \frac{\partial}{\partial \beta} \left( \frac{v}{A} \right) \right] \right. \\ + 2 \frac{\partial}{\partial \beta} \left[ \frac{u}{A} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left( \frac{v}{A} \right) \right] \left. \right\} + \frac{1}{32} \left\{ \left[ \frac{\partial}{\partial \alpha} \left( \frac{1}{A^2} \frac{\partial w}{\partial \alpha} \right) \right]^2 + \left[ \frac{\partial}{\partial \beta} \left( \frac{1}{A^2} \frac{\partial w}{\partial \alpha} \right) \right]^2 \right. \\ + \left[ \frac{\partial}{\partial \alpha} \left( \frac{1}{A^2} \frac{\partial w}{\partial \beta} \right) \right]^2 + \left[ \frac{\partial}{\partial \beta} \left( \frac{1}{A^2} \frac{\partial w}{\partial \beta} \right) \right]^2 - 2 \frac{\partial}{\partial \alpha} \left[ \frac{1}{A^2} \frac{\partial w}{\partial \alpha} \frac{\partial}{\partial \beta} \left( \frac{1}{A^2} \frac{\partial w}{\partial \beta} \right) \right] \right. \\ \left. + 2 \frac{\partial}{\partial \beta} \left[ \frac{1}{A^2} \frac{\partial w}{\partial \alpha} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left( \frac{1}{A^2} \frac{\partial w}{\partial \beta} \right) \right] \right\}.$$

უკანასკნელი უტოლობის ძალით, თუ გამოვიყენებთ ფრიდრიხსის უტოლობას, გრინის ფორმულას, სასაზღვრო პირობებსა და  $1/A \equiv 1/2$  უტოლობას, (16)-დან მიიღება

$$(\overline{A_1 \bar{U}}, \bar{U}) \equiv \gamma_0^2 \iint_G \left\{ u^2 + v^2 + \left( \frac{\partial w}{\partial \alpha} \right)^2 + \left( \frac{\partial w}{\partial \beta} \right)^2 \right\} d\alpha d\beta, \quad (17)$$

$$\gamma_0^2 = \frac{\kappa}{3 \cdot 2^9 (1 + \mu)} \cos^4 \frac{\theta_0}{2} > 0, \quad \kappa = \text{const} > 0, \quad (\theta_0 < \pi),$$

საიდანაც, ისევ ფრიდრიხსის უტოლობის გამოყენებით, მიიღება

$$(\overline{A_1 \bar{U}}, \bar{U}) \equiv \gamma^2 \iint_G (u^2 + v^2 + w^2) d\alpha d\beta = \gamma^2 \|\bar{U}\|^2, \quad (18)$$

$$\gamma^2 = \gamma_0^2 \min(1, \kappa),$$

ე. ი.  $\bar{A}_1$  ოპერატორი არსებითად დადებითია წირფე  $M$  სიმრავლეზე. აქედან, როგორც ჩვეულებრივ, მტკიცდება, რომ ზემოთ დასმულ ამოცანას აქვს ამოხსნა და ის შეიძლება მოიძებნოს რიცხის მეთოდით [3].

ახლა გამოვარკვიოთ კრებადობის ხასიათი. ვთქვათ,

$$\{\bar{U}_k = u_k \vec{\alpha}_0 + v_k \vec{\beta}_0 + w_k \vec{n}\}$$

რიცხის მეთოდით აგებული მინიმიზირებული მიმდევრობაა. როგორც ცნობილია [3],

$$\|\bar{U}_k - \bar{U}_m\| \rightarrow 0, \quad \|\bar{U}_k - \bar{U}_m\| \rightarrow 0, \quad k, m \rightarrow \infty$$

სადაც

$$\|\bar{U}\|^2 = (\bar{U}, \bar{U}), \quad \|\bar{U}\|^2 = (\bar{A}_1 \bar{U}, \bar{U}).$$

აქედან (17) და (18) ძალით გამომდინარეობს, რომ მიმდევრობანი

$$\{u_k\}, \{v_k\}, \{w_k\}, \left\{ \frac{\partial w_k}{\partial \alpha} \right\}, \left\{ \frac{\partial w_k}{\partial \beta} \right\}$$

საშუალოდ იკრიბება.

ნ. ბარათაშვილის სახელობის

გორის სახელმწიფო

პედაგოგიური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.12.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. K. Friedrichs. On the boundary-value problem of the theory of elasticity and Korn's inequality. *Annals of mathematics*, vol. 48, № 2, 1947.
2. В. В. Новожилов. Теория тонких оболочек. Ленинград, 1947.
3. С. Г. Михлин. Прямые методы в математической физике. Москва, 1950.



დრეკადობის თეორია

ბ. რუხბაძე

სსრკდასსსმ დრეკადი მასალისაგან შედგენილი ბუნებრივად  
დაბრუნებული პრიზმული ძელების წყვილქალით ღუნვის ამოცანა

(წარმოადგინა აკადემიის წამდვილმა წევრმა ე. კუპრაძემ 14.11.1951)

როგორც ცნობილია, ბუნებრივად დაგრეხილი ერთგვაროვანი პრიზმული  
ძელების გრენისა და ღუნვის ამოცანები ძირითადად შესწავლილია ს. ტუ-  
მარკინის [1], პ. რიზის [2], ა. ლურიესა და გ. ჯანელიძის [3]  
შრომებში და აგრეთვე ჩვენს სტატიებში [4].

ჩვენს შრომაში [5] მოცემულია სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი ბუ-  
ნებრივად დაგრეხილი პრიზმული ძელებისათვის გრძივი ძალით გაქიმვის ამო-  
ცანის ამოხსნა.

წინამდებარე სტატიებში, ვსარგებლობთ რა მეთოდით, რომელიც აღწე-  
რილია ზემოთ აღნიშნულ შრომაში, ჩვენ ვიძლევიტ ბუნებრივად დაგრეხილი  
შედგენილი პრიზმული ძელის წვეილქალით ღუნვის ამოცანის ამოხსნას.

1. ვთქვათ, გვაქვს ძელი, შედგენილი რიგი პარალელური მთლიანი ძე-  
ლებისაგან, რომლებიც ერთმანეთს არ ეხებიან, მაგრამ მათ შორის და ძელების  
შემომსაზღვრელ ცილინდრულ ზედაპირს შორის მყოფი არე შევსებულია დრე-  
კადი სივრცით. ცილინდრის მსახველები ძელების პარალელურია.

ვივლისხმობთ აგრეთვე, რომ ძელის განივი კვეთები დაუძაბავ მდგომა-  
რეობაში მობრუნებულია ერთმანეთის მიმართ ისე, რომ მათი სიბრტყეები  
ურთიერთპარალელური რჩება.

კოორდინატთა სათავე მოვათავსოთ დამაგრებული ფუძის ინერციის გან-  
ზოგადებულ ცენტრში<sup>1</sup>,  $Ox$  ღერძი მივმართოთ ძელის გვერდითი ზედაპირის  
მსახველების პარალელურად, ხოლო  $Oy$  ღერძებად ავიღოთ აღნიშ-  
ნული ფუძის ინერციის განზოგადებული მთავარი ღერძები.

ასეთი ძელის განივი  $N$  კვეთი შედგება  $S_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) არეებისაგან,  
რომლებიც ძელების განივ კვეთას შეესაბამებიან, და  $S_0$  არისაგან, რომელიც  
შემომსაზღვრელ მასალას შეესაბამება.  $S_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) არეების საზღვრები  
აღნიშნოთ  $L_j$ -ით ( $j = 1, 2, \dots, m$ ), მაშინ  $S_0$  არის საზღვარი იქნება შეტრული  
 $L_1, L_2, \dots, L_{m+1}$  კონტურები, რომელთაგან უკანასკნელი შეიცავს თავის შაგ-  
ნით ყველა დანარჩენს.

<sup>1</sup> ამ ცენტრის განმარტება მოცემულია შრომაში [7].





ვთქვათ აგრეთვე, რომ ძელის გვერდითი ზედაპირი თავისუფალია გარე ძაბვებისაგან, გადაადგილების  $u$ ,  $v$  და  $w$  კომპონენტები უწყვეტი რჩება, როდესაც გადავდივართ ერთი გარემოდან მეორეში, ხოლო ძალები, რომლებიც მოქმედებენ სხვადასხვა მასალის არეთა საზღვრის ელემენტებზე, სიდიდით ტოლია და საწინააღმდეგოა მიმართული.

აღვნიშნოთ  $\lambda_j$ ,  $\mu_j$ ,  $E_j$ ,  $\sigma_j$ -ით ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) ძელების შესაბამისი დრეკადი მუდმივები, ხოლო  $\lambda_0$ ,  $E_0$ ,  $\mu_0$ ,  $\sigma_0$ -ით — შემომსაზღვრელი მასალის დრეკადი მუდმივები.

ვთქვათ, საწყისი მდებარეობის მიმართ  $z$  კვეთის მობრუნება ხასიათდება  $\alpha(z)$  კუთხით; ჩვენ განვიხილათ თანაბარ მობრუნებას, ე. ი. შემთხვევას, როცა

$$\alpha(z) = kz,$$

სადაც  $k$  მცირე პარამეტრია, რომლის კვადრატით და უფრო მაღალი ხარისხები შეიძლება უკუგდებულ იქნეს.

შევიწინარწუნოთ ჰ. რიხის [2] აღნიშვნები და შემოვიღოთ კოორდინატთა შემდეგი სისტემა:

$$\xi = x - ky, \quad \eta = y + kxz, \quad \zeta = z. \quad (1.1)$$

ვთქვათ,

$$F_j(x - ky, y + kxz) = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, m) \quad (1.2')$$

სხვადასხვა მასალის გამყოფ ზედაპირთა განტოლებებია, ხოლო

$$F_{m+1}(x - ky, y + kxz) = 0 \quad (1.2'')$$

განსახილავი ძელის გვერდითი ზედაპირის განტოლება.

( $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$ ) სივრცეები და (1.2') და (1.2'') ზედაპირთა განტოლებები მიიღებს სახეს:

$$F_j(\xi, \eta) = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, m+1), \quad (1.3)$$

ე. ი. ყველა კვეთის  $\alpha = kz$  კუთხით მობრუნება განსახილავ ძელს გადაიყვანს პრიზმულში.

დამოკიდებულებანი  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  და  $x$ ,  $y$ ,  $z$  კოორდინატებით წარმოებულებს შორის, ხსენებული სიზუსტით იქნება:

$$\frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial \xi} + k\zeta \frac{\partial}{\partial \eta}, \quad \frac{\partial}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial \eta} - k\zeta \frac{\partial}{\partial \xi}, \quad \frac{\partial}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial \zeta} + k \left( \xi \frac{\partial}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial}{\partial \xi} \right), \quad (1.4)$$

ხოლო დამოკიდებულებანი (1.2'), (1.2'') და (1.3) ზედაპირების ნორმალების მიმართულების კოსინუსებს შორის  $k^2$  სიზუსტით, არის:

$$\begin{aligned} \cos \widehat{n_j x} &= \cos \widehat{n_j \xi} + k\zeta \cos \widehat{n_j \eta}, & \cos \widehat{n_j y} &= \cos \widehat{n_j \eta} - k\zeta \cos \widehat{n_j \xi}, \\ \cos \widehat{n_j z} &= k(\xi \cos \widehat{n_j \eta} - \eta \cos \widehat{n_j \xi}). \end{aligned} \quad (1.5)$$

ქვემოთ ჩვენ ვისარგებლებთ ამ ფორმულებით და წონასწორობის ძირითად განტოლებებსა და სასაზღვრო პირობებს გარდავქმნით  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  კოორდინატებში.

2. დამხმარე ამოცანა. იყოს  $u^{**}(\xi, \eta)$  და  $v^{**}(\xi, \eta)$  შემდეგი ბრტყელი ამოცანის ამოხსნა; სახელდობრ,  $u^{**}(\xi, \eta)$  და  $v^{**}(\xi, \eta)$  ფუნქციები აკმაყოფილებენ  $S_j$  ( $j = 0, 1, \dots, m$ ) არეებში წონასწორობის ერთგვაროვან განტოლებებს:



$$(\lambda_j + \mu_j) \frac{\partial \theta^{**}}{\partial \xi} + \mu_j \Delta u^{**} = 0, \quad (\lambda_j + \mu_j) \frac{\partial \theta^{**}}{\partial \eta} + \mu_j \Delta v^{**} = 0, \quad \left( \theta^{**} \equiv \frac{\partial u^{**}}{\partial \xi} + \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} \right)$$

$L_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) კონტურებზე აქვე შემდეგი სახის წყვეტა:

$$u_j^{**} - u_0^{**} = -\frac{1}{2} (\sigma_j - \sigma_0) (\xi^2 - \eta^2), \quad v_j^{**} - v_0^{**} = (\sigma_j - \sigma_0) \xi \eta, \quad (2.1)$$

ხოლო წესაბამისი ძაბვის  $X_x^{**}$ ,  $Y_y^{**}$ ,  $X_y^{**}$  კომპონენტები აქმაყოფილებენ სასაზღვრო პირობებს:

$$X_x^{**} \cos n\xi + X_y^{**} \cos n\eta = 0, \quad Y_x^{**} \cos n\xi + Y_y^{**} \cos n\eta = 0, \quad (2.2')$$

$L_{m+1}$  კონტურზე და პირობებს:

$$[X_x^{**} \cos n\xi + X_y^{**} \cos n\eta]_j = [X_x^{**} \cos n\xi + X_y^{**} \cos n\eta]_0, \quad (2.2'')$$

$$[Y_x^{**} \cos n\xi + Y_y^{**} \cos n\eta]_j = [Y_x^{**} \cos n\xi + Y_y^{**} \cos n\eta]_0$$

გამყოფ  $L_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) კონტურებზე.

ასეთ ამოცანას ყოველთვის აქვს ამოხსნა (იხ. [6], გვ. 584).

ასეთ შემთხვევაში ადგილი აქვს აგრეთვე ტოლობებს [6, 7]:

$$\sum_{j=0}^m \iint_{S_j} (E_j \xi + \lambda_j \theta^{**}) d\sigma = 0, \quad \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} (E_j \xi - \lambda_j \theta^{**}) \eta d\sigma = 0. \quad (2.3)$$

3. ძელის წყვილძალით ღუნვა. ვიგულისხმობთ, რომ ძალები, რომლებიც მოქმედებენ თავისუფალ  $z = l$  ზედაპირზე, სტატიკურად ტოლფასია მღუნავი წყვილძალისა, რომლის მომენტი მოდებულია აღნიშნული ფუძის ინერციის განზოგადებულ ცენტრზე და  $Oy$  ღერძის პარალელურია.

გამოვიღეთ გადაადგილების ვექტორის მდგენელების შემდეგი მნიშვნელობებიდან:

$$\begin{aligned} u &= \frac{a}{2} [\zeta^2 + \sigma_j (\xi^2 - \eta^2)] + au^{**} + aku_1, \\ v &= a\sigma_j \xi \eta + av^{**} + akv_1, \\ w &= -a\xi \zeta + akw_1, \end{aligned} \quad (3.1)$$

$S_j$  ( $j = 0, 1, \dots, m$ ) არეებში,

რომელნიც  $k = 0$  შემთხვევაში იძლევიან გადაადგილების ვექტორის მდგენელებს

$$F_j(\xi, \eta) = 0, \quad (j = 1, 2, \dots, m+1),$$

ზედაპირებით შემოსაზღვრულ შედგენილი ძელის წყვილძალით ღუნვის ამოცანისათვის; აქ  $a$  მუდმივია, ხოლო  $u_1$ ,  $v_1$  და  $w_1$  —საძიებელი დამატებითი გადაადგილებები.

ძაბვის მდგენელები, რომლებიც შეესაბამება გადაადგილების ვექტორის (3.1) მდგენელებს, ნახსენები სიზუსტით, იქნება:

$$\begin{aligned} X_x &= aX_x^{**} + ak\xi \left[ (\lambda_j + 2\mu_j) \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} - \lambda_j \frac{\partial v^{**}}{\partial \xi} \right] + ak\tau_{11}, \\ Y_y &= aY_y^{**} + ak\xi \left[ \lambda_j \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} - (\lambda_j + 2\mu_j) \frac{\partial v^{**}}{\partial \xi} \right] + ak\tau_{22}, \end{aligned} \quad (3.2)$$

$$\begin{aligned}
 Z_s &= -aE_j \zeta + akE_j \eta \zeta + a\sigma_j (X_s^{**} + Y_s^{**}) + ak\zeta \lambda_j \left( \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} - \frac{\partial v^{**}}{\partial \zeta} \right) + ak\tau_{23}, \\
 X_s &= aX_s^{**} + ak\zeta \mu_j \left( \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} - \frac{\partial u^{**}}{\partial \zeta} \right) + ak\tau_{12}, \\
 X_s &= ak\mu_j \left[ -2\sigma_j \zeta \eta + \zeta \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial u^{**}}{\partial \zeta} \right] + ak\tau_{13}, \\
 Y_s &= ak\mu_j \left[ \zeta^2 + \sigma_j (\zeta^2 - \eta^2) + \zeta \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial v^{**}}{\partial \zeta} \right] + ak\tau_{23},
 \end{aligned} \quad (3.2)$$

$S_j$  ( $j = 0, 1, \dots, m$ ) არეგებში, სადაც  $\tau_{11}, \tau_{22}, \dots, \tau_{23}$  ძაბვებია, რომლებიც შესაბამებიდან გადაადგილების  $u_1, v_1$  და  $w_1$  მდგენილებს.

თანახმად (1.4) ფორმულებისა, დრეკადი სხეულის წონასწორობის განტოლებები მიიღებს სახეს:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \tau_{11}}{\partial \zeta} + \frac{\partial \tau_{12}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{13}}{\partial \zeta} + H_j \zeta \frac{\partial U^{**}}{\partial \zeta} &= 0, \\
 \frac{\partial \tau_{21}}{\partial \zeta} + \frac{\partial \tau_{22}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{23}}{\partial \zeta} + H_j \zeta \frac{\partial U^{**}}{\partial \eta} &= 0, \\
 \frac{\partial \tau_{31}}{\partial \zeta} + \frac{\partial \tau_{32}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{33}}{\partial \zeta} + 4\mu_j \eta + H_j U^{**} + \frac{\mu_j (\lambda_j + \mu_j)}{\lambda_j + 2\mu_j} \left( \zeta \frac{\partial U^{**}}{\partial \zeta} \right. \\
 \left. + \eta \frac{\partial U^{**}}{\partial \eta} - U^{**} \right) &= 0
 \end{aligned} \quad (3.3)$$

$S_j$  ( $j = 0, 1, \dots, m$ ) არეგებში,

სადაც  $H_j \equiv \frac{(\lambda_j + 3\mu_j)(\lambda_j + \mu_j)}{\lambda_j + 2\mu_j}$ , ხოლო  $U^{**} \equiv \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} - \frac{\partial v^{**}}{\partial \zeta}$ .

სასაზღვრო პირობები, (1.5) ფორმულების თანახმად, თავისუფალ გვერდით ზედაპირზე და გამყოფ ზედაპირზე მიიღებს სახეს:

$$\begin{aligned}
 \tau_{11} \cos \widehat{n\zeta} + \tau_{12} \cos \widehat{n\eta} + (\lambda_0 + \mu_0) [U^{**} \cos \widehat{n\zeta} + \theta^{**} \cos \widehat{n\eta}] \zeta &= 0, \\
 \tau_{21} \cos \widehat{n\zeta} + \tau_{22} \cos \widehat{n\eta} + (\lambda_0 + \mu_0) [-\theta^{**} \cos \widehat{n\zeta} + U^{**} \cos \widehat{n\eta}] \zeta &= 0, \\
 \tau_{31} \cos \widehat{n\zeta} + \tau_{32} \cos \widehat{n\eta} + \mu_0 \left( \zeta \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial u^{**}}{\partial \zeta} - 2\sigma_0 \eta \zeta \right) \cos \widehat{n\zeta} &= 0,
 \end{aligned} \quad (3.4')$$

$$+ \mu_0 \left[ \zeta \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial v^{**}}{\partial \zeta} + \zeta^2 + \sigma_0 (\zeta^2 - \eta^2) \right] \cos \widehat{n\eta} - E_0 \zeta (\zeta \cos \widehat{n\eta} - \eta \cos \widehat{n\zeta}) = 0,$$

$L_{m+1}$  კონტურზე,

$$\begin{aligned}
 [\tau_{11} \cos \widehat{n\zeta} + \tau_{12} \cos \widehat{n\eta}]_j - [\tau_{11} \cos \widehat{n\zeta} + \tau_{12} \cos \widehat{n\eta}]_0 \\
 + (\lambda_j + \mu_j) \zeta (U_j^{**} \cos \widehat{n\zeta} + \theta_j^{**} \cos \widehat{n\eta}) - (\lambda_0 + \mu_0) \zeta (U_0^{**} \cos \widehat{n\zeta} + \theta_0^{**} \cos \widehat{n\eta}) &= 0, \\
 [\tau_{21} \cos \widehat{n\zeta} + \tau_{22} \cos \widehat{n\eta}]_j - [\tau_{21} \cos \widehat{n\zeta} + \tau_{22} \cos \widehat{n\eta}]_0 \\
 + (\lambda_j + \mu_j) \zeta (U_j^{**} \cos \widehat{n\eta} - \theta_j^{**} \cos \widehat{n\zeta}) - (\lambda_0 + \mu_0) \zeta (U_0^{**} \cos \widehat{n\eta} - \theta_0^{**} \cos \widehat{n\zeta}) &= 0, \\
 [\tau_{31} \cos \widehat{n\zeta} + \tau_{32} \cos \widehat{n\eta}]_j - [\tau_{31} \cos \widehat{n\zeta} + \tau_{32} \cos \widehat{n\eta}]_0 + \left[ \mu_j \left( \zeta \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial u^{**}}{\partial \zeta} \right) \right]_j &= 0,
 \end{aligned}$$



$$-\mu_0 \left( \xi \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial u^{**}}{\partial \xi} \right)_0 \cos \widehat{n\xi} + \left[ \mu_j \left( \xi \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial v^{**}}{\partial \xi} \right)_j \right. \quad (3.4')$$

$$\left. - \mu_0 \left( \xi \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial v^{**}}{\partial \xi} \right)_0 \right] \cos \widehat{n\eta} - 2(\mu_j \sigma_j - \mu_0 \sigma_0) \xi \eta \cos \widehat{n\xi}$$

$$+ (\mu_j \sigma_j - \mu_0 \sigma_0) (\xi^2 - \eta^2) \cos \widehat{n\eta} - (E_j - E_0) \xi (\xi \cos \widehat{n\eta} - \eta \cos \widehat{n\xi}) = 0,$$

$L_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) კონტურებზე.

(3.3) განტოლებებსა და (3.4) პირობებს უნდა დაემატოს თავსებადობის პირობები, რომელთაც განსახილველ შემთხვევაში აქვთ სახე:

$$\Delta \tau_{11} + \frac{1}{1 + \sigma_j} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi^2} = -2 H_j \zeta \frac{\partial^2 U^{**}}{\partial \xi^2}, \quad \Delta \tau_{33} + \frac{1}{1 + \sigma_j} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi^2} = 0,$$

$$\Delta \tau_{22} + \frac{1}{1 + \sigma_j} \frac{\partial^2 T}{\partial \eta^2} = -2 H_j \zeta \frac{\partial^2 U^{**}}{\partial \eta^2}, \quad \Delta \tau_{12} + \frac{1}{1 + \sigma_j} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi \partial \eta} = -2 H_j \zeta \frac{\partial^2 U^{**}}{\partial \xi \partial \eta},$$

$$\Delta \tau_{13} + \frac{1}{1 + \sigma_j} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi \partial \zeta} = -2 H_j \frac{\partial U^{**}}{\partial \xi} - \frac{\mu_j (\lambda_j + \mu_j)}{\lambda_j + 2 \mu_j} \left( \xi \frac{\partial^2 U^{**}}{\partial \xi^2} + \eta \frac{\partial^2 U^{**}}{\partial \xi \partial \eta} \right), \quad (3.5)$$

$$\Delta \tau_{23} + \frac{1}{1 + \sigma_j} \frac{\partial^2 T}{\partial \eta \partial \zeta} = -2 H_j \frac{\partial U^{**}}{\partial \eta} - \frac{\mu_j (\lambda_j + \mu_j)}{\lambda_j + 2 \mu_j} \left( \xi \frac{\partial^2 U^{**}}{\partial \xi \partial \eta} + \eta \frac{\partial^2 U^{**}}{\partial \eta^2} \right) - 6 \mu_j$$

$S_j$  ( $j = 0, 1, \dots, m$ ) არეებში.

ამ ამოცანის ამოსახსნელად მივიღოთ, რომ:

$$\tau_{11} = -\lambda_j \zeta U^{**} + 2 \mu_j \zeta \frac{\partial v^{**}}{\partial \xi}, \quad \tau_{12} = \mu_j \left( \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} - \frac{\partial u^{**}}{\partial \xi} \right) \zeta,$$

$$\tau_{22} = -\lambda_j \zeta U^{**} - 2 \mu_j \zeta \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta}, \quad \tau_{13} = \mu_j \sigma_j \zeta \eta + \mu_j v^{**} + \mu_j \frac{\partial \phi}{\partial \xi}, \quad (3.6)$$

$$\tau_{33} = -\lambda_j \zeta U^{**} - E_j \eta \zeta, \quad \tau_{23} = -\mu_j \zeta^2 + \frac{1}{2} \mu_j \sigma_j (\eta^2 - \xi^2) - \mu_j u^{**} + \mu_j \frac{\partial \phi}{\partial \eta}$$

$S_j$  ( $j = 0, 1, \dots, m$ ) არეებში.

ადვილად დავრწმუნდებით, რომ წონასწორობის (3.3) განტოლებები, თავსებადობის (3.5) პირობები და აგრეთვე სასაზღვრო (3.4) პირობები დაკმაყოფილებული იქნება, თუ უწყვეტი  $\phi(\xi, \eta)$  ფუნქცია განსაზღვრულია შემდეგი პირობებით:

$$\Delta \phi + 2\eta + \frac{\lambda_j + \mu_j}{\lambda_j + 2 \mu_j} \left( \xi \frac{\partial U^{**}}{\partial \xi} + \eta \frac{\partial U^{**}}{\partial \eta} \right) = 0 \quad (3.7)$$

$S_j$  ( $j = 0, 1, \dots, m$ ) არეებში,

$$\mu_0 \left( \frac{d\phi}{dn} \right)_0 + \mu_0 \left( v^{**} + \xi \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial u^{**}}{\partial \xi} \right)_0 \cos \widehat{n\xi} + \mu_0 \left( -u^{**} + \xi \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial v^{**}}{\partial \xi} \right)_0 \cos \widehat{n\eta} - E_0 \xi (\xi \cos \widehat{n\eta} - \eta \cos \widehat{n\xi}) - \mu_0 \sigma_0 \xi \eta \cos \widehat{n\xi} \quad (3.8')$$

$$- \frac{1}{2} \mu_0 \sigma_0 (\eta^2 - \xi^2) \cos \widehat{n\eta} = 0,$$

$L_{m+1}$  კონტურზე,

$$\begin{aligned}
 & \mu_j \left( \frac{d\phi}{dn} \right)_j - \mu_0 \left( \frac{d\phi}{dn} \right)_0 + \left[ \mu_j \left( v^{**} + \xi \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial u^{**}}{\partial \xi} \right)_j - \mu_0 \left( v^{**} + \xi \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} \right. \right. \\
 & \left. \left. - \eta \frac{\partial u^{**}}{\partial \xi} \right)_0 \right] \cos \widehat{n\xi} + \left[ \mu_j \left( -u^{**} + \xi \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial v^{**}}{\partial \xi} \right)_j - \mu_0 \left( -u^{**} + \xi \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} \right. \right. \\
 & \left. \left. - \eta \frac{\partial v^{**}}{\partial \xi} \right)_0 \right] \cos \widehat{n\eta} - (E_j - E_0) \xi (\xi \cos \widehat{n\eta} - \eta \cos \widehat{n\xi}) \quad (3.8'') \\
 & - (\mu_j \sigma_j - \mu_0 \sigma_0) \zeta \eta \cos \widehat{n\xi} - \frac{1}{2} (\mu_j \sigma_j - \mu_0 \sigma_0) (\eta^2 - \xi^2) \cos \widehat{n\eta} = 0
 \end{aligned}$$

$L_j$  ( $j = 0, 1, \dots, m$ ) კონტურებზე.

ადვილად შეიძლება შემოწმდეს, რომ შესრულებულია ამ ამოცანის ამოხსნადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა.

$u_1$ ,  $v_1$  და  $w_1$  გადაადგილებები, რომლებიც შეესაბამება (3.6) ძაბვებს, იქნება:

$$u_1 = \sigma_j \zeta \eta \zeta + \zeta v^{**}, \quad v_1 = -\frac{1}{2} \sigma_j (\xi^2 - \eta^2) \zeta - \frac{1}{6} \zeta^3 - \zeta u^{**},$$

$$w_1 = -\frac{1}{2} \eta \zeta^2 + \psi(\xi, \eta).$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ უკანასკნელ ფორმულას, დასმული ამოცანის ამოხსნა გადაადგილების კომპონენტებში,  $k^2$  სიზუსტით, იქნება:

$$u = \frac{a}{2} [\zeta^2 + \sigma_j (\xi^2 - \eta^2) + a u^{**} + a k \sigma_j \zeta \eta \zeta + a k \zeta v^{**},$$

$$v = a \sigma_j \zeta \eta + a v^{**} - \frac{1}{2} \sigma_j a k \zeta (\xi^2 - \eta^2) - \frac{1}{6} a k \zeta^3 - a k \zeta u^{**}, \quad (3.9)$$

$$w = -a \zeta^2 - \frac{1}{2} a k \eta \zeta^2 + a k \psi(\xi, \eta).$$

შევნიშნოთ, რომ მიღებული გადაადგილების კომპონენტები უწყვეტი იქნება გამყოფ ზედაპირებზე გადასვლისას.

ძაბვის კომპონენტები, რომლებიც შეესაბამებიან (3.9) გადაადგილებებს, იქნება:

$$X_x = a X_x^{**} + 2 a k \zeta X_y^{**}, \quad X_y = a X_y^{**} + 2 a k \mu_j \left( \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} - \frac{\partial u^{**}}{\partial \xi} \right),$$

$$Y_y = a Y_y^{**} - 2 a k \zeta X_y^{**}, \quad X_z = a k \mu_j \left[ -\sigma_j \zeta \eta + v^{**} + \xi \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial u^{**}}{\partial \xi} + \frac{\partial \psi}{\partial \xi} \right], \quad (3.10)$$

$$Z_x = -a E_j \zeta + a \lambda \theta^{**}, \quad Y_z = a k \mu_j \left[ \frac{1}{2} \sigma_j (\xi^2 - \eta^2) - u^{**} + \xi \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial v^{**}}{\partial \xi} + \frac{\partial \psi}{\partial \eta} \right],$$

$S_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) არეებში.

დაბოლოს შევემოწმოთ,  $z = l$  ზედაპირზე (3.10) ძაბვები აქმაყოფილებენ თუ არა საჭირო პირობებს;

თუ აღვნიშნავთ  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ,  $M_x$ ,  $M_y$  და  $M_z$ -ით  $z = l$  ზედაპირზე (3.11) ძაბვების მთავარი ვექტორისა და მთავარი მომენტის კომპონენტებს, მაშინ ადვილია შემოწმება, რომ:



$$\begin{aligned}
 X &= \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} X_s dx dy = -ak \sum_{i=0}^m \iint_{S_j} (E_j \xi - \lambda_j \theta^{**}) \eta d\sigma = 0, \\
 Y &= \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} Y_s dx dy = -ak \sum_{i=0}^m \iint_{S_j} (E_j \eta^2 - \lambda_j \theta^{**} \eta) d\sigma, \\
 Z &= \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} Z_s dx dy = -a \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} (E_j \xi - \lambda_j \theta^{**}) d\sigma = 0, \\
 M_x &= \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} y Z_s dx dy = ak l \sum_{i=0}^m \iint_{S_j} (E_j \xi^2 - \lambda_j \theta^{**} \xi) d\sigma, \\
 M_y &= - \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} x Z_s dx dy = a \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} (E_j \xi^2 - \lambda_j \theta^{**} \xi) d\sigma, \\
 M_z &= \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} (x Y_s - y X_s) dx dy = ak \sum_{i=0}^m \iint_{S_j} \mu_j \left[ \frac{1}{2} \sigma_j (\xi^2 + \eta^2) + \xi^2 \frac{\partial v^{**}}{\partial \eta} \right. \\
 &\quad \left. + \eta^2 \frac{\partial u^{**}}{\partial \xi} - \xi \eta \left( \frac{\partial u^{**}}{\partial \eta} + \frac{\partial v^{**}}{\partial \xi} \right) - (\xi u^{**} + \eta v^{**}) + \xi \frac{\partial \phi}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial \phi}{\partial \xi} \right] d\sigma.
 \end{aligned}
 \tag{3.11}$$

აქ  $a$  მუდმივი განსაზღვრული უნდა იყოს შემდეგი ტოლობით:

$$a = \frac{M_y}{\sum_{j=0}^m \iint_{S_j} (E_j \xi^2 + \lambda_j \theta^{**} \xi) d\sigma}$$

ამრიგად, რომ დავეკმაყოფილოთ  $\chi = l$  ზედაპირზე მოთხოვნილი პირობები, საჭიროა (3.10) ამოხსნას დავეუმატოთ განივი ძალით და წყვილძალით ლუნვის ამოცანების ამოხსნა შედგენილი პრიზმული ძელისათვის, ხოლო  $\tau$  მუდმივი, რომელიც მონაწილეობს განივი ძალით ლუნვის ამოცანაში, ისე შეიძლება, რომ არ ექნეს ადგილი გრენას.

4. კერძოდ, როგორც მაგალითი, განვიხილოთ შემთხვევა, როცა  $L_1$  და  $L_2$  წარმოადგენენ  $R_1$  და  $R_2$  რადიუსებიან კონცენტრულ წრეებს, ისე, რომ  $S_1$  არის წრე, შემოსაზღვრული  $L_1$  რკალით, ხოლო  $S_0$  — რგოლი, მოთავსებული  $L_1$  და  $L_2$  რკალებს შორის.

ამ შემთხვევაში, მყარ გადაადგილებამდე სიზუსტით, გვაქვს:

$$\begin{aligned}
 u^{**} &= A_1 [\alpha_1 (\xi^2 - \eta^2) - 2 \beta_1 (\xi^2 + \eta^2)], \quad v^{**} = 2 A_1 \alpha_1 \xi \eta, \quad S_1 \text{ არეში,} \\
 u^{**} &= A_0 \left[ \alpha_0 (\xi^2 - \eta^2) - 2 \beta_0 (\xi^2 + \eta^2) + R_1^2 \beta_0 \frac{\xi^2 + \eta^2}{(\xi^2 + \eta^2)^2} \right], \\
 v^{**} &= 2 A_0 \left[ \alpha_0 \xi \eta + R_1^2 \beta_0 \frac{\xi \eta}{(\xi^2 + \eta^2)^2} \right], \quad S_0 \text{ არეში,} \\
 A_0 &= - \frac{1}{2} \frac{(\sigma_1 - \sigma_0) R_1^4}{\alpha_1 (R_2^2 - R_1^2) + \alpha_0 R_1^2 + \beta_0 R_2^2},
 \end{aligned}$$

(<sup>1</sup>) ადვილია შემოწმება, რომ  $\sum_{j=0}^m \iint_{S_j} (E_j \xi^2 + \lambda_j \theta^{**} \xi) d\sigma$  გამოსახულება მუდამ დადებითია.



$$A_j = -\frac{1}{2} \frac{(\sigma_1 - \sigma_0)(R_2^2 - R_1^2)}{\alpha_1(R_2^2 - R_1^2) + \alpha_0 R_1^2 + \beta_0 R_2^2},$$

$$\alpha_j = \frac{\lambda_j + 3\mu_j}{2\mu_j(\lambda_j + \mu_j)}, \quad \beta_j = \frac{1}{2\mu_j}, \quad \theta^{**} = \frac{4A_j}{\lambda_j + \mu_j} \xi$$

$$U^{**} = -4A_j(\alpha_j + \beta_j)\eta, \quad (j = 0, 1),$$

$$\psi(\xi, \eta) = \begin{cases} \left( q + H_0 R_1^2 + \frac{r}{R_1^2} \right) \eta + \left[ \frac{A_1}{2\mu_1} - \frac{1}{4} \right] (\xi^2 + \eta^2) \eta, & S_1 \text{ აბრეშვი,} \\ q\eta + r \frac{\eta}{\xi^2 + \eta^2} + \left[ \frac{A_0}{2\mu_0} - \frac{1}{4} \right] (\xi^2 + \eta^2) \eta, & S_0 \text{ აბრეშვი,} \end{cases}$$

სადაც

(3.14)

$$q = \frac{H_1(\mu_1 + \mu_0)R_2^2 + (N_1 - H_0\mu_1)R_1^2}{\mu_1(R_2^2 + R_1^2) + \mu_0(R_2^2 - R_1^2)},$$

$$r = \frac{(N_1 - H_0\mu_1)R_1^2 + (\mu_0 - \mu_1)H_1R_2^2}{\mu_1(R_2^2 + R_1^2) + \mu_0(R_2^2 - R_1^2)} R_1^2 R_2^2,$$

$$H_0 = \frac{A_0}{2\mu_0} + \frac{A_1}{2\mu_1}, \quad H_1 = \frac{2\sigma_0 + 3}{4} - \frac{3\lambda_0 + \mu_0}{2\mu_0(\lambda_0 + \mu_0)} A_0,$$

$$N_1 = \frac{2\sigma_1 + 3}{4} \mu_1 - \frac{2\sigma_0 + 3}{4} \mu_0 + \frac{3\lambda_0 + \mu_0}{2(\lambda_0 + \mu_0)} A_0 - \frac{2\lambda_1 + \mu_1}{\lambda_1 + \mu_1} A_1.$$

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რახუაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვლიდა 29.10.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. А. Тумаркин. Равновесие и колебание закрученных стержней. Труды ЦАГИ, вып. 341, 1937.
2. П. М. Ряз. Деформаций и напряжения естественно закрученных стержней. Изв. АН СССР, сер. мат., № 4, 1939.
3. А. И. Лурье, Г. Ю. Джанелидзе. Задача Сен-Венана для естественно закрученных стержней. ДАН, т. XXIV, № 1, 3, 4, 1939.
4. А. К. Рухадзе. О деформации естественно закрученных стержней. Прикл. Мат. и Мех. т. XI, в. 5, 1947.
5. А. К. Рухадзе. Задача растяжения силой естественно закрученных призматических брусков, составленных из различных упругих материалов. Сообщения АН Грузинской ССР, т. XIII, № 3, 1952.
6. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. Третье издание, 1949.
7. А. К. Рухадзе. Задача изгиба поперечной силой упругих брусков, составленных из различных материалов. Труды ГПИ, т. 19, 1949.

ბიოქიმია

ელენე კლიინი

1(+) გლუტამინის გზავას ჟანგვითი დეჰამინირება თავის ტვინის ჰომოგენატში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა პ. კომეთიანმა 25.9.1951)

უკანასკნელი 10—15 წლის განმავლობაში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ 1(+) გლუტამინის მექაე მნიშვნელოვან როლს ასრულებს თავის ტვინის ბიოქიმიურ გარდაქმნებში [1,2,3]. ეს როლი ჯერჯერობით სავსებით გარკვეული არ არის. ამ საკითხის ირგვლივ ხშირად საწინააღმდეგო მონაცემებია დაგროვებული; ამიტომ საჭირო გახდა ამ საკითხის უფრო დეტალურად შესწავლა.

ცხოველთა ორგანიზმში გლუტამინის მექაეას გარდაქმნის სამი ძირითადი გზაა ცნობილი (ეს გზები ალბათ ერთ მთლიან მექანიზმშია ურთიერთდაკავშირებული): გადაამინირება, ამინირება და ჟანგვითი დეჰამინირება. პირველი ორი რეაქცია უკვე შესწავლილია ჰომოგენატის მეთოდით. ეს მეთოდი უკანასკნელ დროს ფართოდ გავრცელდა, რადგან, როგორც გამოირკვა, ის საშუალებას იძლევა უფრო ღრმად ჩაეწვდეთ ფერმენტულ მექანიზმს, უფრო ზუსტად განესაზღვროთ ფერმენტის რაოდენობა და მისი მოქმედება სხვადასხვა ქსოვილში. მაგრამ ამასთანავე საჭირო ხდება ისეთი რეაქციული არის შერჩევა, რომელიც უზრუნველყოფს შესასწავლი რეაქციისათვის ყველა საჭირო კომპონენტს.

ზემოთ აღნიშნული მესამე რეაქცია—ჟანგვითი დეჰამინირება—ჯერჯერობით შესწავლილია ანათლებსა და ფაფებში. რადგან გლუტამინის მექაეა უჯრედში ნაკლებად განვლადია, ამიტომ ანათლებში ან ფაფებში მიღებული შედეგები არ შეიძლება დამაკმაყოფილებლად ჩაითვალოს. ჩვენი გამოკვლევის მიზანი იყო შეგვეჩინა ისეთი პირობები, რომლებიც საშუალებას მოგვცემდა გამოგვეყენებინა ჰომოგენატის მეთოდი გლუტამინის მექაეას ჟანგვითი დეჰამინირების რეაქციის შესწავლისათვის, ე. ი. შეგვეჩინა რეაქციული არის შესაფერისი შემადგენლობა.

მეთოდები

ჟანგვითი დეჰამინირების რეაქციის ინტენსივობას ვსაზღვრავდით ჟანგბადის მოხმარების სიჩქარით ვარბურგის რესპირომეტრებში. ვარკვევდით შთანთქმული ჟანგბადის რაოდენობას ( $Q_{O_2}$ ) ცდის პირველი 30 წუთის განმავლობაში. საკვლევ მასალად ცდის წინ ვიღებდით ზაზუნების თავის ტვინს. მიღებულ შედეგებს ვამოწმებდით მსხვილფეხა რქიანი პირუტყვის (ფურების) თავის ტვინზე. ტვინის ჰომოგენიზირებას ვაწარმოებდით ყინულზე პოტერის 18. „მოამბე“, ტ. XIII, № 5, 1952

ჰომოგენიზატორში. საცდელი რეაქციის ნარეგს წინასწარ ვაცივებდით  $0^{\circ}\text{-ზე}$ , ვათავსებდით ვარბურგის ტურქელში და მხოლოდ შემდეგ ვუმატებდით ჰომოგენატს. სითხის საერთო მოცულობა ტურქელში 1,5 მლ უდრდა; ქსოვილს ცდებისთვის ვიღებდით 30 მგ რაოდენობით, იმ სპეციალური ცდების გარდა, სადაც ქსოვილის რაოდენობის გავლენა ირკვეოდა.

პირველი ცდები რეაქციული არის შემადგენლობის გავლენის შესწავლისათვის დაყენებულ იქნა შემდეგი კომპონენტების თანადასწრებისას: კალიუმის გლუტამატი, ფოსფატის ბუფერი, მაგნიუმის იონები და აღნოზინტრიფოსფატი. შემდეგ სარეაქციო აჩეში სხვა კომპონენტებსაც ვუმატებდით სხვადასხვა კონცენტრაციით. მიღებული შედეგები მოყვანილია საშუალო რიცხვების სახით ცდის პირველი 30 წუთის განმავლობაში როგორც  $\text{O}_2$  (ე. ი. შთანქმული ჟანგბადის რაოდენობა მოცემულია მიკროლიტრებით მშრალი ნივთიერების 1 მგ-ზე 1 საათის განმავლობაში).

ცდებისათვის საჭირო პრეპარატები შემდეგნაირად მზადდებოდა:

1. ციტოქრომი c მზადდებოდა კელინისა და ჰარტრის [4] მიხედვით მსხვილფეხა რქიანი პირუტყვის გულის კუნთიდან. ფერმენტის კონცენტრაციის მანომეტრიულად ვარკვევდით იმ მოქმედების მიხედვით, რომელსაც ის ამქლავებდა სუქცინატის დაქანგვაზე ვირთაგვის ლეიქით;

2. კოზიმაზის პრეპარატის დამზადებისათვის ვილიამსონისა და გრინის [4] მეთოდში შეტანილ იქნა ცვლილებები. საწყის მასალად ვიღებდით არა პურის, არამედ ლუდის საფუარს, რომლის ექსტრაქციის სპირტის ნაცვლად აცეტონით ვაწარმოებდით. ვიღებდით გარეცხილი და დაწნეხილი პირველი გენერაციის საფუვრების 500 გრამს და ვუმატებდით წინასწარ ვაცივებულ ნარეგს: აცეტონი 500 მლ + 200 მლ წყალი + 22 მლ კონცენტრირული გოგირდის მკვაა. 15 წუთის განმავლობაში კარგად არევის შემდეგ ამ ნარეგს ვფილტრავდით. ფილტრატს ვუმატებდით აცეტონის სამმაგ მოცულობას და სიცივეში ვტოვებდით ერთი ღამის განმავლობაში. სითხეს ნალექი იმგვარად შორდებოდა, რომ ის დაცული ყოფილაყო ჰაერის კონტაქტისაგან. ნალექს უწყლო აცეტონით ვრეცხავდით. პრეპარატის შემდგომი გაწმენდა წარმოებდა ვილიამსონისა და გრინის მეთოდით. კოზიმაზის აქტივობას ვსაზღვრავდით მანომეტრიულად ტრიოზოფოსფატის დაქანგვის სიჩქარის მიხედვით;

3. ჰექსოზოდიფოსფატი მზადდებოდა კოზიმაზის შესამოწმებლად ძირითადად ნეიბერგისა და კობელის მეთოდით [5]. ეს მეთოდი ჩვენ მიერ მოდიფიცირებულ იქნა იმ მიზნით, რათა აცილებული ყოფილიყო ჰექსოზოდიფოსფატის ნაწილობრივი ჰიდროლიზი. ამ მიზნის მისაღწევად დუდილის არეში არაორგანული ფოსფორის მთლიანი მოხმარების შემდეგ სითხეს სწრაფად ვათბობდით  $80^{\circ}\text{-ზე}$  და ვფილტრავდით არაორგანული ფოსფატისაგან. ფოსფატის ნალექს  $0^{\circ}\text{-ზე}$  ვტოვებდით ორ საათს, რის შემდეგ მას ვფილტრავდით, ხოლო ფილტრატის pH დაგვყავდა 4—5-ზე. ჰექსოზოდიფოსფატს ვლექავდით კალციუმის ქლორიდით (100 გ  $\text{CaCl}_2$  საქაროზის ყოველ 200 გრამზე), 10%-ანი სპირტის თანადასწრებით  $70^{\circ}\text{-ზე}$ . ნალექს ვფილტრავ-



დით და ვხსნიდით ძმრის მეჯვაში. არაორგანული ფოსფატის ჩამოშორება კიდევ ერთხელ მეორდებოდა;

4. პრეპარატს, რომელიც დიაფორაზასა და ციტოქრომის სისტემას შეიცავდა, ვიღებდით აგრეთვე ჩვენ მიერ მოდიფიცირებული კელინისა და პარტრის [6] წესით. დაკეპილ გულის კუნთს ვრეცხავდით და გაწურულ მასას წყლის ნაშთების მოშორების მიზნით რამდენჯერმე ვამუშავებდით ცივი აცეტონით. ნაშთს ვაკუუმში ვაშრობდით და ბოლოს ვცრიდით. მიღებულ ფხვნილს ექსიკატორში ვინახავდით სიცივეში. ცდის წინ ფხვნილის 200 მგ ვამუშავებდით ჰომოგენიზატორში 0,05 M ფოსფატის ბუფერის თანადასწრებით (pH—7,5). დიალიზი წარმოებდა სიცივეში იმავე ბუფერის წინააღმდეგ. ბოლოს ნარევი ბუფერით 10 მლ-მდე დაგვყავდა. ამგვარად დამზადებული პრეპარატი შეიძლება გამოგვეყენებია ერთი დღე-ღამის განმავლობაში.

პრეპარატის დიაფორაზული აქტივობა ისაზღვრებოდა მეთილენის სილურჯის გაუფერულების დროით დიჰიდროკოლდეჰიდრაზას თანადასწრებისას. ციტოქრომული აქტივობა კი მანომეტრიული მეთოდით ისაზღვრებოდა ჰიდროქინონის დაქანგვის ინტენსივობით ციტოქრომ c თანადასწრებისას.

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

1. ჰომოგენიზირების გამოცდის შედეგები

რიგი სხვა ფერმენტული რეაქციების შესწავლისას მკვლევარები უპირატესობას აძლევდნენ წყლისა და ჰიპოტონურ ჰომოგენატებს, რადგან საცდელი არც ნაკლებად შეიცავდა მთლიან უჯრედებს (და ამიტომ უკეთ იყო უზრუნველყოფილი ფერმენტის შეხება სუბსტრატთან). მხედველობაში მივიდეთ რა ეს გარემოება, გამოჩვენებულ იქნა ტონურობის გავლენა. ტონურობა იქმნებოდა კალიუმ-ქლორიდის სხვადასხვა კონცენტრაციით.

შედარებულ იქნა წყლის, ჰიპოტონური (0,55% KCl) და იზოტონური (1% KCl) ჰომოგენატი. ქვემოთ, პირველ ცხრილში მოყვანილია მიღებული შედეგები.

ცხრილი 1

	ჰომოგენატი		
	წყლის	ჰიპოტონური	იზოტონური
შთანთქმული ქანგბადი O <sub>2</sub>	3,6	8,5	10,3

როგორც პირველ ცხრილში მოყვანილი რიცხვებიდან ჩანს, უპირატესობა იზოტონურ ჰომოგენატს უნდა მიეცეს. ამ შემთხვევაში ფერმენტზე ალბათ გავლენას ახდენს ხსნარის ფიზიკურ-ქიმიური პირობები.

## 2. არაორგანული ფოსფატისა და ადენოზინტრიფოსფატის გავლენა

არის მითითება იმის შესახებ, რომ გულის კუნთიდან დამზადებული გლუტამინკოდეჰიდრაზას მოქმედებისათვის საჭიროა არაორგანული ფოსფატი [7]. აქედან გამომდინარე ჩვენ რეაქციას ვატარებდით კალიუმ-ფოსფატის ბუფერის ხსნარში  $\text{pH}=7,3$  (საგნის ლიტერატურაში ცნობილი მონაცემების მიხედვით ეს  $\text{pH}$  ოპტიმალურია). როგორც გამოიჩვენა (იხ. ცხრ. 2), რეაქცია ბუფერის კონცენტრაციისადმი მგრძობიარე აღმოჩნდა.

ცხრილი 2

	ბუფერის კონცენტრაცია მოლებით						
	0,001	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,12
ენაგზადის შთანთქმა $\text{Q}_{02}$	0	3,5	6,2	6,9	5,5	4,1	2,7

როდესაც ფოსფატის ბუფერის კონცენტრაცია 0,01 M-ზე ნაკლები ა, რეაქცია სრულებით არ მიმდინარეობს (ზოგიერთი სხვა დამენაგველი რეაქციისაგან განსხვავებით). ბუფერის იზოტონური ხსნარი, ე. ი. 0,12 M, აგრეთვე არ იძლევა დამაკმაყოფილებელ შედეგს. თუ მხედველობაში მივიღებთ დანარჩენი კომპონენტების მოლარულ კონცენტრაციებს, რაც ჯამში 0,02—0,03 M-ს უდრის, მაშინ ბუფერის იზოტონურობა უკვე 0,09—0,1 M აღწევს. მაგრამ ეს კონცენტრაციაც არაა ხელშემწყობი.

ფოსფატის ოპტიმალური კონცენტრაცია აღმოჩნდა 0,04 M, ე. ი. ისეთი, რომელიც სისხლის იონურ სიმაგრეს უახლოვდება (სისხლის იონური სიმაგრე დაახლოებით 0,15 უდრის, ხოლო 0,4 M ფოსფატის ბუფერისა—0,12).

რაც შეეხება ადენოზინტრიფოსფატს, მისი გავლენა გლუტამინკოდეჰიდრაზას მოქმედებაზე მითითებულია ზემოთ ციტირებულ შრომაში [7]. ჩვენი ცდები ადასტურებს მის საჭიროებას ატფ-ს აცილებისას რეაქციის სიჩქარე ძალიან შემცირებულია (იხ. ცხრ. 3).

ცხრილი 3

	ატფ-ს რაოდენობა მოლებით				
	0	0,002	0,005	0,01	0,03
ენაგზადის შთანთქმა $\text{Q}_{02}$	1,2	3,7	5,5	6,1	6,1

ატფ-ს კონცენტრაციის მომატება დადებით გავლენას ახდენს მხოლოდ 0,01 M-მდე. შემდეგი მატება უკვე არაეფექტური აღმოჩნდა. საგნის ლიტერატურაში ნაჩვენებია, რომ ქსოვილთა ჰომოგენატებში აღგლი აქვს ატფ-ის სწრაფ დეფოსფორილირებას. აკვარად, როდესაც ჩვენ ატფ შევვყავს, ეს ნიშნავს მთლიანი ადენილის სისტემისა და ადენოზინდიფოსფატის შექმნას. ისინი ალბათ გარკვეულ როლს თამაშობენ როგორც ენერჯის აქციტორები, რადგან გლუტამატის დაენაგვა ენერჯის სამობილიზაციო რეაქციას წარმოადგენს.

### 3. კოდეჰიდრაზა I-ის გავლენა

როგორც ცნობილია, გლუტამინკოდეჰიდრაზას კოფერმენტის როლს კოდეჰიდრაზა I და II ასრულებს. ის ადვილად ექსტრაგირდება ქსოვილიდან. ჰომოგენატში ადგილი აქვს მის განზავებას და ამავე დროს დაშლას ტვინის ქსოვილის ნუკლეოტიდაზათი. ამიტომ მოსალოდნელი იყო, რომ კოდეჰიდრაზას კონცენტრაცია ჰომოგენატში არასაკმარისი იქნებოდა. როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, კოდეჰიდრაზას დამატებამ სარეაქციო არეში გარკვევით დადებითი ეფექტი გამოიწვია.

ცხრილი 4

	კოდეჰიდრაზა I-ის რაოდენობა მგ-ით					
	0	0,05	0,2	0,5	1,0	1,5
ქანგბადის შთანთქმა $Q_{O_2}$	6,5	6,2	6,2	8,5	10,4	11,7

კოდეჰიდრაზას დოზა 0,5 მგ-ის რაოდენობით არაერთარ მოქმედებას არ იჩენს. 1,5 მგ მდე მომატება კი თანდათანობით ზრდად ეფექტს იწვევს.

### 4. ნიკოტინის შეავას ამიდის გავლენა

სარეაქციო არეში კოდეჰიდრაზას სტაბილიზაციის მიზნით დაყენებულ იქნა ცდები ნიკოტინის შეავას ამიდის მიმატებით, რომელიც, როგორც ცნობილია, აკავებს კოდეჰიდრაზას დაშლას.

ნიკოტინის შეავას ამიდი ნაცადი იყო აგრეთვე ცდებში მეთილენის სილურჯით. მე-5 ცხრილში მოყვანილია მიღებული შედეგები.

ცხრილი 5

	ნიკოტინის შეავას ამიდი მოლდებით					
	0	0,002	0,006	0,012	0,02	0,04
ქანგბადის შთანთქმა $Q_{O_2}$	7,2	—	—	12,2	—	—
მეთილენის სილურჯის გაუფერულების დრო წუთობით	44	18	18	—	13	12

ნიკოტინის შეავას ამიდი დადებით გავლენას ახდენს როგორც ქანგბადის შთანთქმის ცდებში, ისე ცდებში მეთილენის სილურჯესთან. ნიკოტინის შეავას ამიდის თანადასწრება 0,002 M რაოდენობით ორჯერ უფრო მეტად ამცირებს მეთილენის სილურჯის გაუფერულების დროს. მეტის დამატება იწვევს მცირე მოქმედებას. აცილებული რომ ყოფილიყო ნიკოტინის შეავას ამიდით სარეაქციო არის საერთო მოლარული კონცენტრაციის მატება, ჩვენ შევჩერდით ზემოთ აღნიშნულ კონცენტრაციაზე.



### 5. დიაფორაზასა და ციტოქრომული სისტემის მოქმედების გამორკვევა

გლუტამინკოდეჰიდრაზა ეკუთვნის დამყანგველი ფერმენტების ისეთ ტიპს, რომელთა მოქმედება შემდეგი სქემით წარმართება:

სუბსტრატი → დეჰიდრაზა → კოდეჰიდრაზა I ან II → დიაფორაზა → ციტოქრომული სისტემა (b → c → a) → ციტოქრომოქსიდაზა → O<sub>2</sub>.

მხედველობაში მივიღეთ რა ზემოხსენებული, მოსალოდნელი იყო, რომ სარეაქციო არეში დიაფორაზასა და ციტოქრომული სისტემის დამატება დადებით გავლენას მოახდენდა. მაართადაც, კეილინისა და ჰარტრის პრეპარატი, რომელიც ორივე ამ კომპონენტს შეიცავს (ციტოქრომ c-ს გარდა), ადიდებს ჟანგბადის შთანთქმას (იხ. ცხრ. 6).

ცხრილი 6

კეილინ-ჰარტრის პრეპარატი 40 მგ ჭურჭელზე	o	+	+	o
ციტოქრომი c 12 × 10 <sup>-8</sup> მოლებით	o	o	+	+
ჟანგბადის შთანთქმა O <sub>2</sub>	5,5	9,4	—	—
	10,1	—	—	10,4
	—	9,9	9,9	—

ამავე დროს ციტოქრომ c-ს დამატება არავითარ გავლენას არ ახდენს არც კეილინ-ჰარტრის პრეპარატის ფონზე, არც ამ პრეპარატის გარეშე.

უნდა ვიფიქროთ, რომ თვით ქსოვილში ციტოქრომი c საკმაო რაოდენობითაა წარმოდგენილი და მისი ზედმეტი დამატება უკვე არაა საჭირო. მეორე მხრივ, შესაძლებელია დაეუშვათ, რომ ჩვენს შემთხვევაში წყალბადის ტრანსპორტი აცილებულია ამ საფეხურს.

აღსანიშნავია, რომ დიაფორაზასა და ციტოქრომული სისტემის პრეპარატი დადებით გავლენას ახდენს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ის დამზადებულია ღორის გულის კუნთიდან. ხარის გულიდან დამზადებული პრეპარატი დადებით გავლენას ახდენდა მხოლოდ იმ ცდებში, სადაც გამოყენებული იყო მეთილენის სილურჯე, როცა მელანდებდა დიაფორაზას მოქმედება. უკანასკნელი ალბათ შეიცავს დიაფორაზას საკმარის რაოდენობას, ხოლო ციტოქრომული სისტემის მცირე რაოდენობას.

### 6. სუბსტრატის კონცენტრაციის გავლენა

კალიუმის გლუტამატის კონცენტრაციის ცვლილებების მოქმედება გარკვეული იქნა 0,0032—0,026 მოლების ფარგლებში (იხ. ცხრ. 7).

ცხრილი 7

	გლუტამატის კონცენტრაცია მოლებით			
	0,0032	0,0005	0,013	0,026
ქანგბადის შთანთქმა $Q_{O_2}$	8,1	8,6	10,0	9,1

რეაქციის სიჩქარის დიდი რხევები გლუტამატის კონცენტრაციის ცვლილებისას აღმოჩენილი არ ყოფილა; ამიტომ უნდა დავუშვათ, რომ ჩვენს ცდაში ეს ცვლილებები ფერმენტის გაჯერების საზღვარს სცილდება და ზედმეტ ოსმოსურ კონცენტრაციას არ აღწევს. ამ რეაქციაში კონცენტრაცია 0,013 M თითქმის ორჯერ უფრო მეტია მიქაელისის კონსტანტაზე. რადგან ეს კონცენტრაცია იძლეოდა  $Q_{O_2}$  ერთგვარ მომატებას, ამიტომ ჩვენ ის ოპტიმალურად ჩავთვალეთ.

გამომდინარე ჩატარებული კვლევის მონაცემებიდან, ჩვენ შევჩერდით რეაქციული ნარევის ისეთ შედგენილობაზე, რომელიც შეიცავდა დასაქანგავ სუბსტრატს, წყალბადის გადამტანის სისტემას, არაორგანულ ფოსფატს და დამატებით კოფაქტორებს (მაგნიუმს, ნიკოტინის მეჯავას ამიდს). ქვემოთ მოყვანილია სარეაქციო ნარევის კომპონენტები საბოლოო მოლარულ კონცენტრაციებში:

- კალიუმის გლუტამატი . . . . . 0,013;
- კალიუმ-ფოსფატის ბუფერი . . . . . 0,04;
- კალიუმის ადენოზინტრიფოსფატი . . . 0,01;
- კოლდჰიდრაზა—I . . . . . 1 მგ ჭურჭელზე;
- დიაფორაზასა და ციტოქრომის სისტემის პრეპარატი შშრალი ნიეთიერების: . 5—6 მგ
- ნიკოტინის მეჯავას ამიდი . . . . . 0,002;
- მაგნიუმის ქლორიდი . . . . . 0,003
- ტვინის ჰომოგენატი KCl იზოტონურ ხსნარზე.

საერთო მოცულობა დაგვეყვავდა 1,5 მლ-მდე. ვარბურგის ჭურჭლის ცენტრალურ ჭიქაში ვათავსებდით 2 NNaOH 0,2 მლ. რეაქცია წარმოებდა ქანგბადის არეში. ყველა წინასწარი ოპერაცია სრულდებოდა სიცივეში და რაც შეიძლება სწრაფად.

ბოლოს დაყენებულ იქნა ცდები ფერმენტის, ე. ი. ქსოვილის სხვადასხვა რაოდენობით, რათა შემოწმებული ყოფილიყო, უზრუნველყოფს თუ არა ჩვენ მიერ გარკვეული პირობები სწორხაზოვან დამოკიდებულებას რეაქციის სიჩქარესა და ფერმენტის რაოდენობას შორის. ამ გზით შევაოწმეთ ჩვენი მეთოდის ვარგისობა ფერმენტის რაოდენობითი განსაზღვრისათვის.

როგორც მე-8 ცხრილიდან ირკვევა, დიდ ინტერვალებშიც კი (როდესაც შეფარდება ნ-ს აღწევს) ქანგბადის შთანთქმის სიჩქარეთა შეფარდებები ახლოა თეორიულთან, ე. ი. დამოკიდებულება სწორხაზოვანია. უფრო ნათელია ეს დამოკიდებულება ფერმენტის რაოდენობის მცირე ინტერვალებში



(15—30 მგ, 60—90 მგ), რაც პრაქტიკაში უფრო ხშირად გვხვდება. უმცირესი რაოდენობა, როდესაც პროპორციულობა ირღვევა, ქსოვილის 15 მგ-ს აღწევს. ქსოვილის უმცირესი წონითი რაოდენობა, ცხადია, ქსოვილში ფერმენტის კონცენტრაციაზეა დამოკიდებული.

ცხრილი 8

	რაოდენობა ქსოვილისა მგ-ით			
	15	30	60	90
ქანგბადის შთანთქმა მიკროლიტრობით 30 წუთში	16,8	35,4	75,9	118,0
განგარიშება %-ით	14	30	64	100
უნდა ყოფილიყო %	16	33	67	100

## დასკვნა

1 (+) გლუტამინის შეავას ქანგვითი დეზამინირების რეაქცია ტვინის ჰომოგენატში განსაკუთრებით მგრძობიარეა არაორგანული ფოსფატისა და ადენოზინტრიფოსფატისადმი. დადგენილია მათი ოპტიმალური კონცენტრაცია. გარკვეულია, რომ ჰომოგენიზირების არედ გამოყენებულ უნდა იქნეს KCl-ის იზოტონური ხსნარი. კოდეჰიდრაზა I-სა და დიჰფორაზას პრეპარატის (რომელიც ციტოქრომულ სისტემას შეიცავს) დამატება აჩქარებს რეაქციას. დადებით მოქმედებას ახდენს ნიკოტინის შეავას ამიდი, რომელიც კოდეჰიდრაზას დაშლას აკავებს. ციტოქრომი c გავლენას არ ახდენს რეაქციის სიჩქარეზე.

შრომაში მოცემულია სარეაქციო ნარევის ოპტიმალური შედგენილობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 25.9.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Е. Браунштейн. Биохимия аминокислотного обмена. Москва, 1949.
2. Н. Weil-Malherbe. Physiol. Rev., 30, 349, 1950.
3. Д. Л. Фердман. Успехи биологической химии, 1, 216, 1950.
4. В. В. Умбрайт, Р. Х. Буррис и Ж. Ф. Штауффер. Манометрические методы изучения тканевого обмена. Москва, 1951.
5. Д. Л. Фердман. Обмен фосфорных соединений. Москва, 1944.
6. D. Keilin and R. R. Hartree. Biochem J. 41, 500, 1947.
7. I. G. Dewan. Biochem J. 32, 1378, 1938.

## პალეობიოლოგია

ლ. ბაბუნია

## ჰიპარტიონული ფაუნის ახალი აღგილსამყოფელი საქართველოში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ლ. დავითაშვილმა 2.1.1952)

საქართველოს ტერიტორიაზე ჰიპარტიონული ფაუნის აღგილსამყოფლები ცნობილია ელდარში, უდაბნოში და სოფ. ჯაფარიძის მიდამოებში (წითელწყაროს რაიონში). ამათგან ყველაზე მდიდარია ელდარის აღგილსამყოფელი, რომელიც ძვლების დიდ გროვას შეიცავს და ზედა სარმატს მიეკუთვნება [1]. უდაბნოს შრეები, რომლებმაც მეცნიერებას შესძინეს მცირე, მაგრამ მნიშვნელოვანი მასალა, ღარიბია ძუძუმწოვართა ნაშთით. ამ ნალექებს ზოგიერთი მკვლევარი უფრო მეოტურს აკუთვნებს [2]. სოფ. ჯაფარიძიდან ცნობილია ჰიპარტიონული ფაუნის მხოლოდ უმნიშვნელო ნაშთი [3]. ჰიპარტიონული ფაუნის ყველა აღნიშნული აღგილსამყოფელი თავმოყრილია საქართველოს ერთ კუთხეში—კახეთში.

ამ წერილში მე მინდა შევეხო ჰიპარტიონული ფაუნის ახალ აღგილსამყოფელს, რომელიც 1951 წლის ზაფხულში აღმოჩენილ იქნა სამხრეთ ოსეთში მეცნიერ მუშაკის ლ. კოლოშვილისა და ო. სეფაშვილის მიერ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პალეობიოლოგიის სექტორის დავალებით 1951 წლის ოქტომბერში ვაწარმოვე ახალი აღგილსამყოფლის წინასწარი გათხრები. ნუშაობაში მონაწილეობა მიიღო ლ. კოლოშვილმა.

ზნაურის რაიონის სოფ. არკნეთის აღმოსავლეთით, სოფლიდან 1—1,5 კმ დაშორებით, ერთი უსახელო ხევის ნარცხენა ნაპირზე, შიშვლდება 1,5—2 მ სიმძლიერის თიხნარა, რომელიც სამხრეთ-აღმოსავლეთითაა დაქანებული (დაქანების კუთხე— $5^{\circ}$ — $7^{\circ}$ ) და ეგრეთ წოდებული დუშეთის წყების კონგლომერატებს უძევს ქვეშ. ამ ნალექებში გვხვდება ძუძუმწოვართა ძლიერ დამსხვრეული ძვლები, რომლებიც ლინზისებურ ხოლადაა განლაგებული. ამ ლინზისებური ზოლის სიგრძე დაახლოებით 3 მეტრია, ხოლო სიმძლავრე 50—79 სმ. ძვლების ნამტვრევებს გორკის კვალი სულ არ ემჩნევა. გვხვდება ბუნებრივად შესახსრებული ძვლებიც.



არკნეთში შეგროვილ მასალაში წარმოდგენილია შემდეგი ფორმები:

Artiodactyla: *Tragocerus* ex. gt. *Leskevischi* Boris.

*Tragocerus* sp.

*Gazella* cf. *Gaudyi* (Schlosser)

*Gazella* n. sp.

*Euprox* sp.

?*Cervus* sp.

*Bovidae*: Gen?

*Giraffidae*: Gen?

*Sus* sp.

Perissodactyla: *Hipparion* sp. (cf. *garedzicum* n. sp.)

ნამარხთა ეს სია გვიჩვენებს, რომ ჩვენ საქმე გვაქვს ტიპობრივ ჰიპარიონულ ფაუნასთან, რომლის ასაკი უფრო ზედა სარმატულად ან მეოტურად განისაზღვრება. სრულიად დაუმრგვალებელი და ზოგჯერ ბუნებრივად შესახსრებული ძვლები მოწმობს მათ პირველად განლაგებას, რაც საშუალებას გვაძლევს ნამარხთა შემცველი შრე ასევე მივაკუთვნოთ ზედა სარმატულს ან მეოტურს.

ყურადღებას იპყრობს არკნეთის ჰიპარიონის მსგავსება უდაბნოს ჰიპარიონთან, რომელიც მე *Hipparion garedzicum* n. sp. სახელწოდებით მაქვს გამოყოფილი. შესაძლოა, რომ ეს ფაქტი აღნიშნულ ადგილსამყოფელთა ფაუნების ერთხნოვანებას მოწმობდეს.

ანტილოპებს შორის საინტერესოა ჯეირნის ახალი სახე (*Gazella* n. sp.), რომელიც განმასხვავებელი ნიშნების თავისებური ერთობლიობით ხასიათდება.

უნდა აღინიშნოს, რომ არკნეთის *Euprox* sp. ამ გვარის წარმომადგენლის პირველი მონაბოვარია ამიერკავკასიაში.

ჩვენი ფორმების ზოგიერთი ნიშან-თვისება (*Tragocerus*-ის წარმომადგენელთა დაბალგვირგვინიანი კბილები, ჰიპარიონის კბილების თხელი და ძლიერ დანაოკებული მინანქარი და სხვა) ალბათ არკნეთის ფაუნის საცხოვრებელი გარემოს თავისებურებას მოწმობს. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ მიოცენის ბოლოს არკნეთის რაიონში იყო ტენიანი ჰავა და საკმაოდ ხშირი და მრავალფეროვანი მცენარეულობა, რაც გაპირობებული იქნებოდა, ერთი მხრივ, ზღვისა, ხოლო, მეორე მხრივ, კავკასიონის მთების სიახლოვით. შესაძლოა, რომ ასეთ ადგილებში ცხოვრებას ჰიპარიონული ფაუნის ყველა წარმომადგენელი არ იყო შეგუებული. ამ ფაუნის ზოგიერთმა წევრმა, უთუოდ, არ დატოვა მისთვის ჩვეული საცხოვრებელი გარემო—სტეპები და ნახევრად სტეპები.

არკნეთის ფაუნის შემდგომი შესწავლა, შექველია, მკვლევარებს საშუალებას მისცემს უფრო სრული წარმოდგენა გამოიმუშაონ ჰიპარიონული ფაუნის

ნის ამ ახალი კომპლექსისა და მისი სხვა ჰიპარიონულ ფაუნებთან დამოკიდებულების შესახებ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
პალეობიოლოგიის სექტორი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 3.1.1952)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. А. Борисяк и Е. И. Беляева. Местонахождения третичных наземных млекопитающих на территории СССР. Труды палеонтологического института, Т. XV, вып. 3, 1948.
2. Н. О. Бурчак-Абрамович и Е. Г. Габашвили. Находка ископаемой высшей человекообразной обезьяны в пределах Грузии. Природа, № 9, 1950.
3. Ю. А. Орлов. Местонахождение фауны гиппариона в Джапаридзе (Кахетия). Труды палеонтологического института, т. VIII, вып. 3, 1941.





ტიქნიკა

პ. შინგალია

ჰიდროელსადგურების წყალმიმყვან ნაგებობათა ოპტიმალური ზომების ანგარიშების დაზუსტების საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. გედევანიშვილმა 4.8.1951)

ჰიდროელსადგურების წყალმიმყვან ნაგებობათა (გვირაბების, არხების, საწინეო მილსადენებისა და სხვ.) დაპროექტების დროს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ეძლევა ნაგებობის განივი კვეთების ოპტიმალური ზომების დადგენას. ამ ანგარიშების ჩასატარებლად დაპროექტების წინასწარ სტადიებში ანალიტიკური ფორმულებით სარგებლობენ. ჩვენთვის ცნობილი ყველა ანალიტიკური ფორმულა იმ დაშვებაზეა აგებული, რომ წყალმიმყვანი ნაგებობის მთელ სიგრძეზე ადგილი აქვს მხოლოდ ხახუნით გამოწვეულ დაწნევის კარგვას. რაც შეეხება ე. წ. ადგილობრივ კარგვას (ნაგებობაში შესვლისა და გამოსვლის დროს, მოსახვევებში და სხვ.), მათ ეს ფორმულები მხედველობაში არ იღებენ.

საკმაოდ დიდი სიგრძის მქონე საანგარიშო ნაგებობისათვის, როდესაც ადგილობრივი კარგვა წნევის მთლიანი კარგვის უმნიშვნელო ნაწილს შეადგენს, ასეთი დაშვება მართებულია. პრაქტიკულ შემთხვევებში კი ჩვენ ხშირად საქმე გვაქვს შედარებით მოკლე წყალმიმყვან ნაგებობებთან; ზოგჯერ კი გრძელი წყალმიმყვანი ნაგებობა შედგება რიგი მოკლე; ცალ-ცალკე საანგარიშო უბნებისაგან. ასეთ შემთხვევებში ადგილობრივი კარგვა მთლიანი კარგვის საგრძნობ ნაწილს შეადგენს, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში რამდენჯერმე კარბობს კიდევ ხახუნით გამოწვეულ კარგვას.

დაწნევის ადგილობრივი კარგვის მხედველობაში მიუღებლობით შეიძლება უხეშ შეცდომამდე მივიდეთ. სახელდობრ, ასეთი გზით შერჩეული განივი კვეთის ზომები ეკონომიურ ზომებზე ნაკლები იქნება.

საკითხი წყალმიმყვან ნაგებობათა ეკონომიური კვეთის ანალიტიკური ფორმულებში დაწნევის ადგილობრივი კარგვის მხედველობაში მიღების აუცილებლობის შესახებ ჩვენ მიერ წამოყენებულ იქნა 1942 წელს და 1943—1944 წ. წ. დაეწერეთ სპეციალური ნაშრომი, რომელშიც მოცემულია ფორმულები ადგილობრივი კარგვის მხედველობაში მიღებით. ნაშრომში შემდგომ ჩვენ მიერ შეტანილ იქნა ზოგიერთი დამატება, რის შემდეგ ის „ჰიდროენერგოპროექტის“ საკავშირო ტრესტის მიერ მიღებულ იქნა როგორც მეთოდური სახელმძღვანელო.

წინამდებარე სტატიაში მოცემულია აღნიშნული ნაშრომების შემოკლებული შინაარსი ზოგიერთი დამატებით.

ზოგადი დეზულაზანი და ძირითადი დამოკიდებულებანი სადირივაციო გვირაბების ეკონომიური ანბარითვისათვის

წყალმიმყვან ნაგებობათა ეკონომიური კვეთის ანგარიშს საფუძვლად უდევს ყოველწლიური ხარჯის წინიშემის მიღების პრინციპი. ამ პრინციპის მიხედვით წყალმიმყვანი ნაგებობის ოპტიმალური კვეთის ზომების მოპოვების კრიტერიუმი ანალიტიკურად შემდეგნაირად დაიწერება:

$$\frac{d(S_1 + S_2)}{dx} = 0, \quad (1)$$

სადაც  $S_1$  წყალმიმყვანი ნაგებობის ყოველწლიური საექსპლოატაციო ხარჯებია,  $S_2$  ღირებულებაა იმ ენერჯისა, რომელიც ყოველწლიურად იკარგება ნაგებობაში,  $x$  საძიებელი პარამეტრია (დიამეტრი, რადიუსი, განივი კვეთის ფართობი და სხვა).

გვირაბის ყოველწლიური საექსპლოატაციო ხარჯები პრაქტიკული ანგარიშებისათვის საკმაო სიზუსტით შეიძლება მიღებულ იქნეს გვირაბების ღირებულების პროპორციულად, ე. ი.  $S_1 = pA$ , სადაც  $p$  ყოველწლიური ანარიცხების ოდენობაა,  $A$  გვირაბზე დახარჯული სახსრების ნაწილებით გამოსახული. ღირებულება იმ ენერჯისა, რომელიც ყოველწლიურად ნაგებობაში იკარგება, უდრის  $S_2 = \Delta \Sigma x$ , სადაც  $\Delta \Sigma$  დაკარგული ენერჯიაა და  $x$  შემცველი ენერჯის 1 კვტ საათის ღირებულება ენერჯოსისტემაში.

თუ გვირაბში წყლის  $v$  სიჩქარეს  $Q$  ხარჯით და  $\omega$  ცოცხალი კვეთით გამოვსახავთ და მხედველობაში მივიღებთ, რომ  $J = \frac{h}{L}$ , სადაც  $J$  ქანობი და  $L$  გვირაბის სიგრძეა, ხახუნით გამოწვეული დაწნევის დაკარგვა გვირაბში შეიძლება შემდეგნაირად დაიწეროს:

$$h_T = \frac{Q^2 n^2}{\omega^2 R^{1.4}}, \quad (2)$$

სადაც  $R$  გვირაბის განივი კვეთის ჰიდრავლიკური რადიუსია. შემდეგ, თუ გვირაბში წყლის სიღრმეს გვირაბის სიმაღლის  $H$ -ის ნაწილებით გამოვხატავთ, რომელიც თავისთავად გვირაბის  $B$  სიგანის ფუნქციაა, და ამ სიდიდეს მუდმივად მივიჩნევთ, აგრეთვე, თუ  $\omega$ -ს და  $R$ -ს გეომეტრიულად მსგავსი კვეთებისათვის გვირაბის სიგანით გამოვსახავთ  $\omega = \beta_1 B$  და  $R = \beta_2 B$ , (2) ფორმულის ნაცვლად მივიღებთ:

$$h_T = \frac{Q^2 n^2 L}{\beta_1^2 \beta_2^4 B^{5.4}}. \quad (3)$$

მრგვალი განივი კვეთის საწნეო გვირაბისათვის, რომლის დიამეტრია  $D$ , (3) ფორმულა შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$h_T = 11.3 \frac{Q^2 n^2 L}{D^{5.4}}. \quad (4)$$

დაწნევის ადგილობრივი კარგვა შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ზოგადი ფორმულით:

$$h_M = \xi \frac{v^2}{2g},$$

თუ სათანადოდ იქნება შერჩეული  $\xi$ -ს მნიშვნელობა.

ქ წინალობის კოეფიციენტია, წყლის მიერ მოძრაობის დროს სხვადასხვა დაბრკოლების ვადალახვის გამომხატველი, ხოლო  $v$ —წყლის მოძრაობის სიჩქარე გვირაბში.

საწნეო გვირაბის უცვლელი განივი კვეთის ან უწნეო გვირაბში წყლის თანაბარი ძრაობის შემთხვევებისათვის ადგილობრივ კარგვათა ჯამური მნიშვნელობა შემდეგნაირად გამოისახება:

$$h_M = \frac{v}{2g} (\xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n) = \frac{v^2}{2g} \sum \xi.$$

თუ  $\alpha$ -ს  $Q$  და  $B$  საშუალებით (ან  $Q$  და  $D$ ) გამოვხატავთ, მივიღებთ:

ა) უწნეო გვირაბებისათვის:

$$h_M = 0,051 \frac{Q^2}{B^5} \sum \xi, \quad (5)$$

ბ) საწნეო გვირაბებისათვის:

$$h_M = 0,083 \frac{Q^2}{D^5} \sum \xi. \quad (6)$$

გვირაბის სრული ღირებულება შეიძლება შემდეგი ფორმულით გამოისახოს:

$$A = A_0 + \alpha B^2 L, \quad (7)$$

სადაც  $A_0$  მუდმივი სიდიდეა და გამოხატავს გვირაბის იმ ელემენტების ღირებულებას, რომლებიც არაა ან ძლიერ მცირედია დამოკიდებული გვირაბის კვეთის ცვალებადობაზე;

$\alpha$  მუდმივი კოეფიციენტია, რომელიც დამოკიდებულია გვირაბის განივი კვეთის ფორმაზე, მის ერთ გრძივ მეტრზე ნიადაგის გამონგრევისა და მოპირკეთების მოცულობებზე და მათი 1 კუბური მეტრის ღირებულებაზე;

$B$  გვირაბის სიგანეა და  $L$  მისი სიგრძე.

ვინაიდან ეკონომიური კვეთის ფორმულის გამოყენების დროს  $A_0$  დიფერენცირების შედეგად როგორც მუდმივი სიდიდე გამოირიცხება, ეკონომიური კვეთის ანგარიშების ჩასატარებლად საჭირო არაა ამ სიდიდის განსაზღვრა და საკმარისია ვიცოდეთ ღირებულების ჯამი იმ ელემენტებისა, რომლებიც დამოკიდებულია გვირაბის განივი კვეთის ზომებზე. თუ ამ გარემოებას მივიღებთ მხედველობაში, (7) ფორმულა შეგვიძლია გამარტივებული სახით დავწეროთ:

$$A = \alpha B^2 L. \quad (8)$$

როგორც (7) და (8) ფორმულებიდან ჩანს,  $\alpha B^2$  სიდიდე გამოსახავს გვირაბის 1 გრძივი მეტრის ღირებულებას. გვირაბის განივი კვეთის ყოველგვარი პროფილისათვის  $\alpha$ -ს ზოგადი გამოსახულება შემდეგია:

$$\alpha = \beta_0 a + (a + b) (1 + \beta_2) \beta_3 \beta_4, \quad (9)$$

სადაც  $a$  გვირაბში ნიადაგის გამონგრევის 1 კუბური მეტრის სრული ღირებულებაა, გამაგრების, გაზიდვის, წყლის ქაჩვისა და სხვა დამხმარე სამუშაოთა ღირებულების ჩათვლით;

$b$  გვირაბის პირნაკეთობის 1 კუბური მეტრის სრული ღირებულებაა, ხარაჩოების, არმატურის ტორკრეტირების, ინერციისა და სხვა სამუშაოთა ღირებულების ჩათვლით;

$\beta_3$  გვირაბის პირნაკეთობის სისქისა და სიგანის ფარდობაა;

$\beta_4$  გვირაბის შიგა პერიმეტრისა და სიგანის ფარდობაა;

$\beta_5$  გვირაბის შიგა კვეთის ფართობისა და სიგანის კვადრატის ფარდობაა.

$\beta_5$ -ის მიახლოებითი მნიშვნელობის განსაზღვრისათვის სარგებლობენ სათანადო გრაფიკებით [2,4,5]. ეს გრაფიკები საშუალებას იძლევა  $\beta_5$  განსაზღვრულ იქნეს უწინეო გვირაბებისათვის ქანების სიმაგრის კოეფიციენტის მიხედვით, ხოლო საწინეო გვირაბებისათვის შიგა წნევისა და ქანის დრეკადი უკუწნევის კოეფიციენტის მიხედვით.

გვირაბების ამონომიური ბანივი კვეთის ფორმულაში ადგილობრივი კარგვის მხედველობაში მიღებით

მუდმივი კვეთის მქონე უწინეო გვირაბებში

სიდიდე იმ ენერჯიისა, რომელიც გვირაბში იკარგება, შეგვიძლია გამოვსახოთ შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta \Theta = 9,8i \sum_{i=1}^{i=n} Q_i h_i \eta_i t_i \quad (10)$$

სადაც  $n$  დროის მონაკვეთის რიცხვია, რომლის განმავლობაში  $Q$ ,  $h_T$  და  $\eta$  მუდმივ მნიშვნელობას ინარჩუნებენ (თევები, დეკადები, დღე-ღამეები);  $\eta$  აგრეთის მარჯი ქმედების კოეფიციენტია, რომლის სიდიდე პირობით მიღებულია მუდმივად და ტოლია ძისი საშუალო მნიშვნელობისა.

აქ  $h_i = h_{T_i} + h_{M_i}$ , რომელთა მნიშვნელობებს სათანადოდ (3) და (5) ფორმულებიდან ვიღებთ მათში  $Q$ -ს ნაცვლად  $Q_{max}$ -ის ჩასმით, ვინაიდან ამ შემთხვევაში გვირაბის ღერძის ქანობი ინგარიშება  $Q_{max}$  ხარჯისათვის თანაბარი ძრავის პირობებში, ხახუნით გამოწვეული დაწნევის დანაკარგებს, რომელიც ყველა ხარჯისათვის გვირაბის ღერძის ვარდნას უდრის, ვღებულობთ მუდმივად მთელი წლის განმავლობაში.

გვირაბის ყოველწლიური საექსპლოატაციო ხარჯები შეადგენს

$$S_1 = p \alpha B^2 L.$$

თუ ამ სიდიდეებს (1) გამოსახულებაში ჩავსვამთ, ავიღებთ მის პირველ წარმოებულს  $B$ -ს მიხედვით და გავუტოლებთ ნულს, მივიღებთ

$$B_0 = \sqrt[7]{\frac{Q_{max} \sum Q_i t_i \eta_i S \left( 26,5 n^2 + B_0^4 \beta_1^4 \frac{\sum \xi_i}{L} \right)}{\alpha \beta_1^3 \beta_2^3 p}} \quad (11)$$

ამ ფორმულიდან ჩანს, რომ, რაც უფრო მეტია  $\sum \xi_i$  და რაც უფრო ნაკლებია გვირაბის სიგრძე  $L$ , როდესაც ყველა დანარჩენი პირობა უცვლელია, მით უფრო მეტია გავლენა მეორე ძირკვევა წივრისა გვირაბის ეკონომიურ სიდიდეზე და ზღვარში, როდესაც  $\sum \xi_i = 0$  ან  $L = 0$ , (11)-ის ნაცვლად მივიღებთ

$$B_0 = \sqrt[7]{\frac{26,5 \sum Q_i t_i n^2 \eta_i S}{\alpha \beta_1^3 \beta_2^3 p}} \quad (12)$$

ე. ი. მივიღებთ ფორმულას გვირაბის ეკონომიური კვეთის შესარჩევად ადგილობრივი კარგვის მხედველობაში მიუღებლად.

თუ აღვნიშნავთ

$$\sum Q_i t_i = Q_{\text{საშ.}} T,$$

სადაც  $Q_{\text{საშ.}}$  გვირაბის მიერ წლის განმავლობაში გატარებული წყლის საშუალო ხარჯია და  $T_0$  — ჰიდროელსადგურის წლის განმავლობაში ნამუშევარი საათების რიცხვი  $Q_{\text{საშ.}}$  ხარჯის დროს (ჩვეულებრივ  $T_0 = 8760$  საათს), (11) ფორმულა შეიძლება შემდეგნაირად დაიწეროს:

$$B_0 = \sqrt[7.4]{\frac{Q_{\text{საშ.}} Q_{\text{max}} T_0 \eta S \left( 26,5 n^2 + B_0^{1.4} \beta_2^{1.4} \frac{\sum \xi}{L} \right)}{\alpha \beta_1^2 \beta_2^{1.4} p}} \quad (13)$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ  $T_0 = \frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{საშ.}}} T$ , სადაც  $T$  ჰიდროელსადგურის  $Q_{\text{max}}$ -ით მუშაობის საათების რიცხვია, (11) ფორმულა შეიძლება შემდეგნაირადც წარმოვიდგინოთ:

$$B_0 = \sqrt[7.4]{\frac{Q_{\text{max}}^2 T \eta S \left( 26,5 n^2 + B_0^{1.4} \beta_2^{1.4} \frac{\sum \xi}{L} \right)}{\alpha \beta_1^2 \beta_2^{1.4} p}} \quad (14)$$

(11), (13) და (14) ფორმულები შეიძლება გამარტივდეს, თუ  $n$ ,  $\eta$  და  $p$  საიდიდებების შემდეგ საშუალო მნიშვნელობებს მივიღებთ:

$$n = 0,013; \quad \eta = 0,8 \quad \text{და} \quad p = 0,04.$$

გარდა ამისა, როგორც „ტექნიკური პირობებისა და ნორმების“ [8] მიერ უწნეო გვირაბებისათვის რეკომენდირებული პროფილები ანალიზიდან ჩანს,  $\beta_2$  მნიშვნელობა 0,29-დან — 0,35-მდე იცვლება და საშუალოდ 0,32 უდრის.

თუ ამ მნიშვნელობებს (11)-ში ჩავსვამთ, მივიღებთ:

$$B_0 = \sqrt[7.4]{\frac{0,44 Q_{\text{max}} \sum Q_i t_i S \left( 1 + 45,5 B_0^{1.4} \frac{\sum \xi}{L} \right)}{\alpha \beta_1^2}} \quad (11')$$

ანალოგიურად (13) ფორმულის ნაცვლად, როცა  $T_0 = 8760$  საათს, გვექნება:

$$B_0 = 3,05 \sqrt[7.4]{\frac{Q_{\text{საშ.}} Q_{\text{max}} S \left( 1 + 45,5 B_0^{1.4} \frac{\sum \xi}{L} \right)}{\alpha \beta_1^2}} \quad (13')$$

და (14)-ის ნაცვლად:

$$B_0 = 0,9 \sqrt[7.4]{\frac{Q_{\text{max}}^2 T S \left( 1 + 45,5 B_0^{1.4} \frac{\sum \xi}{L} \right)}{\alpha \beta_1^2}} \quad (14')$$

(12) ფორმულის თანახმად

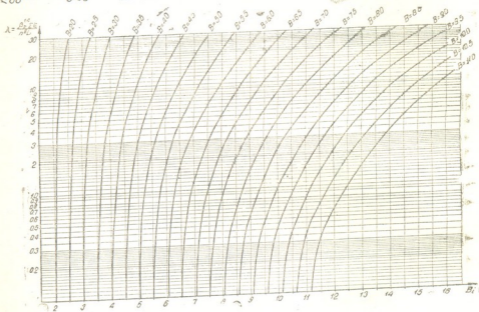
$$\frac{26,5 Q_{\text{max}} \sum Q_i t_i n^2 \eta S}{\alpha \beta_1^2} = B_0^{1.4}.$$

(11) ფორმულა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით:



$$B_0 = B \sqrt[7.4]{1 + \frac{\beta_2^{1.4} B_0^{2.4} \sum \xi}{26,5 L n^2}} \quad (15)$$

$B_0$ -ის განსაზღვრა, როდესაც  $B$  ცნობილია, შეიძლება საგრძნობლად იქნეს გამარტივებული გრაფიკული ხერხით. ნახ. 1-ის აბსცისის ღერძზე გადაღებულა  $B_0$  სიდიდე, ხოლო ორდინატის ღერძზე  $\lambda = \frac{\beta_2^{1.4} \sum \xi}{n^2 L}$  სიდიდე. ამ სიდიდეების მიხედვით აგებულია  $B$ -ს მრუდები, მისი მნიშვნელობის 2-დან 11 მეტ-



ნახ. 1

რამდე.  $B_0$ -ის საპოვნელად, როდესაც  $B$  ცნობილია, ორდინატის ღერძზე გადაიზომება  $\lambda$ -ის მნიშვნელობა და გაივლება პორიზონტალური ხაზი სათანადო მრუდის გადაკვეთამდე. გადაკვეთის წერტილის პროექცია აბსცისის ღერძზე მოგვცემს საძიებელ  $B_0$ -ის მნიშვნელობას.

### საწნეო გვირაბები

იმ ენერჯის გამოსახატავად, რომელიც ყოველდღიურად იკარგება გვირაბში, ვსარგებლობთ იმავე (10) ფორმულით. თუ აქაც  $\eta$ -ს მუდმივად მივიჩნევთ და  $h_T$ -ს მნიშვნელობას (4)-დან ავიღებთ, მათი (10) ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ:

$$\Delta \Theta = \frac{110,85 \eta n^2 L}{D^{5,4}} \sum Q_i h_i$$

გვირაბის ყოველწლიური საექსპლოატაციო ხარჯები, ანალოგიურად უწინეო გვირაბისა, იქნება:

$$S_1 = p \alpha D^2 L$$

თუ ყველა ამ მნიშვნელობას (1) ფორმულაში ჩავსვამთ, ავიღებთ მის პირველ წარმოებულს  $D$ -ს მიხედვით, გაუტოლებთ მას ნულს და მიღებულ განტოლებას  $D$ -ს შესახებ გადავწყვეტთ, მივიღებთ:

$$D_0 = \sqrt[7.4]{\frac{300 \sum Q_i^2 \eta S \left( n^2 + D_0^{1.4} \frac{\sum \xi}{184 L} \right)}{\alpha \beta}} \quad (16)$$

$D_0$ -ს გამოხატავენ აგრეთვე საშუალო კუბური (ან საშუალო ენერგეტიკული) ხარჯით, რომლის სიდიდე შემდეგი ფორმულით განისაზღვრება:

$$Q_{\text{ს.ა.კ}} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^n Q_i^2 \eta}{T_0}}$$

ამ მნიშვნელობის (16) ფორმულაში ჩასმა მოგვცემს:

$$D_0 = \sqrt[7.4]{\frac{300 Q_{\text{ს.ა.კ}}^3 T_0 \eta S \left( n^2 + D_0^{1.4} \frac{\sum \xi}{184 L} \right)}{\alpha \beta}} \quad (17)$$

როდესაც  $T_0 = 8760$  საათს, (17)-ის ნაცვლად მივიღებთ:

$$D_0 = 7.37 \sqrt[7.4]{\frac{Q_{\text{ს.ა.კ}} \eta S \left( n^2 + D_0^{1.4} \frac{\sum \xi}{184 L} \right)}{\alpha \beta}} \quad (18)$$

თუ  $n$ ,  $\eta$  და  $\beta$  სიდიდეების საშუალო მნიშვნელობებს ავიღებთ, (16)-ის ნაცვლად გვექნება:

$$D_0 = \sqrt[7.4]{\frac{\sum Q_i^2 \eta S \left( 1 + 32.2 \frac{\sum \xi}{L} \right)}{\alpha}} \quad (19)$$

ანალოგიურად (17)-ის ნაცვლად გვექნება:

$$D_0 = 3.41 \sqrt[7.4]{\frac{Q_{\text{ს.ა.კ}}^3 S \left( 1 + 32.2 D_0^{1.4} \frac{\sum \xi}{L} \right)}{\alpha}} \quad (20)$$

აქაც, ისე, როგორც უწინო გვირაბების შემთხვევაში, თუ შემომოყვანოთ ფორმულებში ჩავსვამთ  $\sum \xi = 0$  და  $L = \infty$ , მივიღებთ საწინეო გვირაბის ეკონომიური დიამეტრის გამოსახულებას ადგილობრივი კარგვის მხედველობაში მიუღებლად.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ:

$$\frac{300 Q^2 n^2 T_0 S \eta}{\alpha \beta} = D^{7.4},$$

(20) ფორმულა შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგი სახით:

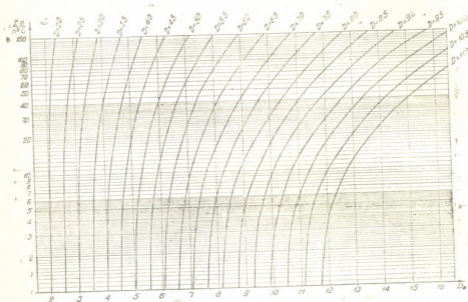
$$D_0 = D \sqrt[7.4]{\frac{D_0^{1.4} \sum \xi}{184 n^2 L}} \quad (21)$$



თუ ცნობილია  $D$ -ს მნიშვნელობა, (21) ფორმულით შეიძლება დაზუსტდეს მისი მნიშვნელობა ადგილობრივი კარგვის მხედველობაში მიღებით.

შემდეგი გამართიება  $D_0$ -ის განსაზღვრაში, როდესაც ცნობილია  $D$  და  $\frac{\sum \xi}{n^2 L}$ , შეიძლება გრაფიკული მეთოდით.

მე-2 ნახაზზე მოცემულია სათანადო მრუდები, რომლითაც შეიძლება ვისარგებლოთ ისე, როგორც უწინო გვირაბების შემთხვევაში.



ნახ. 2

ჰიდროელსადგურის წყალმიმყვან ნაგებობათა სხვა სახეები

მიღებულ საწნეო გვირაბების ეკონომიური კვეთის საანგარიშო ფორმულები შეიძლება პრაქტიკაში დასაშვები სიზუსტით გამოყენებულ იქნეს ჰიდროელსადგურის საწნეო მილსადენების, დიუკრებისა და სხვა საწნეო ნაგებობათა საანგარიშოდ. ამისათვის საკმარისია საანგარიშო ფორმულებში ჩავსვათ  $\alpha$  კოეფიციენტის სათანადო მნიშვნელობა, რომელიც ნაგებობის 1 გრძივი მეტრის ღირებულებაზე დამოკიდებული.

ლითონის საწნეო მილსადენისათვის ეს კოეფიციენტი შემდეგნაირად გამოისახება:

$$\alpha = \frac{1,235 P k_1 b}{\sigma k}, \quad (22)$$

სადაც  $P$  საანგარიშო დინამიკური დაწნევა მილსადენში მეტრობით გამოხატული;

$k$  მილსადენის გრძივი ნაკერის სიმტკიცის კოეფიციენტი;

$k_1$  კოეფიციენტი ითვალისწინებს მილსადენის საანგარიშო წონის გაღილებას ფლანცების, მოქლონებისა და სხვათა მეოხებით;

$b$  ერთი ტონა მილსადენის ღირებულებაა მანეთობით, სამშენებლო სამუშაოებისა და სხვა ელემენტების ხარჯების ჩათვლით;

$\sigma$  დასაშვები ჰინვებია მილსადენის კედლებში კგ/სმ<sup>2</sup>.

რკინაბეტონის მილსადენებისათვის გვექნება

$$\alpha = 3,14 b (1 + \beta_3) \beta_3, \quad (23)$$

სადაც  $\beta_3$ , ისე როგორც საწინეო გვირაბებში, გამოხატავს რკინაბეტონის მილსადენის სისქისა და მისი შიგა დიამეტრის ფარდობას;  $b$  რკინაბეტონის მილსადენის ერთი ტონის ღირებულებაა ყველა სამშენებლო სამუშაოს ჩათვლით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ა. დიდებულის სახელობის  
ენერგეტიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუყიდა 4.8.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. В. Егизаров. Гидроэлектрические силовые установки. часть третья. 1934
2. А. М. Магур и Б. М. Любченко. Гидротехнические туннели. 1937.
3. Ф. Ф. Губин. Использование водной энергии. 1936.
4. Ф. Ф. Губин. Гидроэлектрические станций. 1949.
5. Г. Г. Зурабов и О. Б. Бугаева. Напорные гидротехнические туннели. 1934.
6. Г. Г. Зурабов и О. Б. Бугаева. Напорные гидротехнические туннели. 1940.
7. А. А. Морозов и Ф. Ф. Фогт. Напорные трубопроводы гидроэлектростанций. 1934.
8. Главгидроэнергострой. Технические условия и нормы проектирования гидротехнических сооружений — деривационные туннели. 1941.

ი. შინგალია

სამშენებლო გენგეგმის დაგეგმარების ერთი საკითხის  
გადაწყვეტის აუცილებელი და საკმარისი პირობა

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ზავრივემა 13.1.1951)

სამშენებლო გენგეგმის დაგეგმარების საკითხებს შორის ერთ-ერთი თვალსაჩინო ადგილი უკირავს ამოცანას სატრანსპორტო კვანძის ადგილმდებარეობის განსაზღვრის შესახებ. სატრანსპორტო კვანძს საზოგადოდ უწოდებენ ისეთ ცენტრალურ დანადგარს, რომელშიც განსაზღვრული პუნქტებიდან შედის საკირო მასალები (ნედლეული, სათბობი, ნახევარფაბრიკატები, დამზარებ მასალები და სხვა) და რომლიდანაც განსაკუთრებულ პუნქტებში მიდის მზა პროდუქცია (ფაბრიკატი ან ნახევარფაბრიკატი). ამ ნიშნის მიხედვით კვანძები იქმნება აგრეთვე ტვირთების ტრანსპორტის ერთი სახიდან მეორეზე გადატვირთვის პუნქტებში [5].

სამშენებლო საქმეში სატრანსპორტო კვანძს წარმოადგენს ინერტული მასალების დამმსხვრევი და დამზარისებელი დადგმულობანი, ხსნარისა და ბეტონის დამამზადებელი ქარხნები, არმატურისა და შეფიცრულობის დამამზადებელი სახელოსნოები და სხვა, რომელთა ადგილმდებარეობა ძირითადად უნდა განისაზღვროს ტვირთბიდვის მინიმალური ღირებულების პრინციპის დაცვით. თუ მასალებისა და პროდუქციის ზიდვისთვის სატრანსპორტო კვანძის მოქმედების არეში გამოყენებულია ტრანსპორტის ერთი და იგივე სახე, მაშინ ღირებულების მინიმუმის პრინციპი იცვლება გადაზიდვის მუშაობის (ტონაკილომეტრების) მინიმუმის პრინციპით.

ენიდან, ტრანსპორტის მუშაობის სიდიდის თვალსაზრისით, მასალების მომწოდებელ და პროდუქციის მიმღებ პუნქტებს შორის არაა განსხვავება, ამიტომ სატრანსპორტო კვანძის ადგილმდებარეობის განსაზღვრის ამოცანა შემდგენიარად უნდა განიშარტოს: სამშენებლო მოედნის ფარგლებში მოცემულია მოხმარების პუნქტები  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  შესაბამისი მოხმარების სიდიდეებით  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$  და მოითხოვება სატრანსპორტო კვანძის ისეთი მდებარეობის განსაზღვრა, რომლის მიშართაც ტრანსპორტის მუშაობის სიდიდეს  $\Sigma q_i$  მინიმალური მნიშვნელობა ექნება.

ასეთი ამოცანის ანალიზური გადაწყვეტა საკმაოდ რთულ მათემატიკურ გაანგარიშებას ითხოვს, რის გამოც ანალიზური მეთოდი პრაქტიკაში ვერ გავრცელდა. დასმული ამოცანის გადაწყვეტისათვის ჯერჯერობით ტექნიკურ ლიტერატურაში მითითებულია თანდათანობით მიახლოებით გამოთვლის მეთოდზე [1, 2 და სხვა]. ამ მეთოდის ნაკლი იმაში მდგომარეობს, რომ მას არა



აქვს ზუსტი დასაბუთება. გარდა ამისა, ამ მეთოდით სარგებლობის დროს საქმე გვაქვს საგრძნობ გაურკვევლობასთან (ჩვენთვის სავსებით უცნობია მიახლოების ხარისხი).

ამ გარემოებებს იქამდე მივყავართ, რომ ამ გზით მიღებული შედეგები თითქმის ყოველთვის საექვოდ უნდა ჩაითვალოს. სასინჯ წერტილთა ნებისმიერად შერჩევის შესაძლებლობის გამო ერთისა და იმავე ამოცანის გადაწყვეტაზე ურთიერთდამოუკიდებლად მომუშავე ორი ინჟინერ-მგეგმავის მიერ მიღებული შედეგები ერთმანეთს არასდროს არ დაემთხვევა. გარდა ამისა, ეს მეთოდი სრულებით არ ითვალისწინებს ადგილობრივი პირობების გავლენას სატრანსპორტო კვანძის ადგილმდებარეობის შერჩევაზე, რომლებიც ხშირად გვაძულდებენ გარკვეულ კორექტირებას დაუწყვემდებაროთ თეორიული ანგარიში, ამ ნაკლოვანებათა გამო ეს მეთოდიც ვერ პოულობს ფართო გამოყენებას პრაქტიკულ ამოცანათა გადაწყვეტის საქმეში.

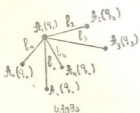
ყველა ზემოაღნიშნულის გამო ცალკეა გამოყოფილი დამახასიათებელი კერძო შემთხვევები და მითითებულია მათი გადაწყვეტის მარტივ ხერხებზე. ამ კერძო შემთხვევებს შორის ჩვენ განვიხილავთ ისეთ შემთხვევას, როდესაც ერთ-ერთი მოხმარების პუნქტის მოხმარების სიდიდე მეტია ყველა დანარჩენი პუნქტის მოხმარების სიდიდეთა ჯამზე.

მოცემულია მოხმარების პუნქტები  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  (იხ. სქემა) შესაბამისი მოხმარების სიდიდებით  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$  და მოითხოვება სატრანსპორტო კვანძის ადგილმდებარეობის განსაზღვრა.

აკად. შევიაკოვის, პროფ. ბარანოვსკის, პროფ. გარმაშის, დოც. გარბუშინისა და სხვათა მიხედვით [1,2,3,4,6], ამოცანა გადაწყვეტილია, თუ

$$q_1 > \sum_{i=2}^n q_i \tag{1}$$

ამიტომ  $A_1$  უნდა წარმოადგენდეს სატრანსპორტო კვანძის მოსაწყობად ყველაზე შესაფერის ადგილს.



სქემა

ეს შედეგი ჩვენი მხრივ საექვოდ არ მიგვაჩნია. (1) პირობა დანამდვილებით საკმარისია იმისათვის, რომ წერტილი  $A_1$  აკმაყოფილებდეს სატრანსპორტო კვანძის მიმართ წაყენებულ ყველა მოთხოვნას.

ამ შემთხვევაში ჩვენს მიზანს წარმოადგენს გარკვეოთ ამ პირობის აუცილებლობის საკითხი.

თუ ვისარგებლებთ ლამესა და კლაპეირონის [7], პროფ. ბარანოვსკის, პროფ. გარმაშისა და სხვათა მითითებებით, ამოცანის გადაწყვეტა შეგვიძლია ჩავატაროთ მექანიკური წესითაც შემდეგი სახის მოდელზე: პლან-შეტზე ვნიშნავთ ყველა მოხმარების პუნქტის ადგილმდებარეობას და ამ ადგილებში მას ვბურღავთ. ბურღილებში ვატარებთ ძაფებს, რომელთა პლან-შეტს ზევით მოქცეულ ბოლოებს ვნასკვავთ ერთ კვანძად, ხოლო მეორე თა-

ვისუფალ ბოლოებზე ვკიდებთ მოხმარების პუნქტების მოხმარების სიდიდების პროპორციულ წონადებს. დაშვებულია, რომ ძაფები აბსოლუტურად დრეკადია და უწონალო; ამასთანავე ხახუნს არა აქვს ადგილი. თუ ახლა კვანძს გადავწევთ რომელიმე მხარეს და შემდეგ ხელს გავუწევთ, იგი გაჩერდება ისეთ წერტილში, რომლის მიმართაც მასზე მოქმედი ძალები წონასწორდება. სწორედ ეს წერტილი წარმოადგენს სატრანსპორტო კვანძის საუკეთესო მდებარეობას, რადგანაც  $q_1$  ვექტორის სიდიდე მეტია დანარჩენი ვექტორების ალგებრულ ჯამზე

$$q_1 > \sum_2^n q_i.$$

ამიტომაც იგი გადააპარბებს ამ ვექტორების გეომეტრიულ ჯამს.

აქედან გამომდინარეობს (1) პირობის საკმარისობა.

შევუდგეთ ახლა შემდეგი საკითხის გადაწყვეტის: რა აუცილებელ პირობას უნდა აკმაყოფილებდეს  $q_1$  ვექტორი, რომ კვანძი  $A_1$  წერტილში გაჩერდეს?

ამოცანის გადაწყვეტის მექანიკური ინტერპრეტაცია გვიჩვენებს, რომ ეს შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როცა ძალაშია შემდეგი პირობა

$$|q_1| \equiv \left| \sum_2^n \bar{q}_i \right|, \quad (2)$$

სადაც  $\sum_2^n \bar{q}_i$  წარმოადგენს კვანძზე მოქმედი ყველა ვექტორის გეომეტრიულ ჯამს, გარდა  $q_1$ -ისა.

(1) და (2) კრიტერიუმების შედარებას მიყვაროთ იმ დასკვნამდე, რომ პირველი მათგანი წარმოადგენს მეორის მხოლოდ კერძო შემთხვევას: მოხმარების წერტილების არა ერთ სწორ ხაზზე მდებარეობის პირობებში ეს კრიტერიუმები ურთიერთს საზოგადოდ არ ემთხვევა და შესაძლებელია შემთხვევა, როცა (2) პირობა შესრულებულია, ხოლო (1) პირობა ირღვევა. ეს ხდება იმ დროს, როცა მოხმარების წერტილი  $A_1$  ამოცანის პირობას მთლიანად აკმაყოფილებს.

ამგვარად, (1) კრიტერიუმში, წარმოადგენს რა ამოცანის გადაწყვეტის მხოლოდ საკმარის პირობას, ამავე დროს არ არის აუცილებელი.

აუცილებელ პირობას იმისათვის, რომ სატრანსპორტო კვანძის ოპტიმალური მდებარეობა ემთხვეოდეს მოხმარების  $A_1$  წერტილს, წარმოადგენს (2) პირობა; როგორც ზემოთ იყო გამოჩვენებული, ეს პირობა ამასთანავე საკმარისიცაა.

საბოლოოდ აღვნიშნავთ, რომ განხილული ამოცანის გადაწყვეტის მეთოდი, წარმოდგენილი ვექტორულ ფორმაში, და მით უმეტეს მექანიკური

ინტერპრეტაციის გამოყენებით, გაცილებით უფრო მარტივია, ვიდრე არსებული ანალიზური მეთოდი.

რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა

ვ. ი. ლენინის სახელობის

თბილისის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 13.1.1952)

#### დადგენილებული ლიტერატურა

1. . А. А. Гармаш. Теория строительных процессов, раздел II, Днепропетровск, 1939.
2. Б. П. Горбушин и др. Общий курс строительного производства, часть III. Москва, 1945.
3. Л. Д. Шевяков. Основы теории проектирования угольных шахт. Москва, 1950.
4. А. Б. Барановский. Организация и планирование строительного производства. Москва, 1948.
5. И. Д. Шенгелия. Инженерное решение вопроса о географическом расположении социалистической промышленности. Сообщения Академии Наук Грузинской ССР, том XII, № 9, 1951.
6. П. Б. Горбушин. Основы размещения объектов подсобных предприятий и временных сетей на генпланах строительства. Москва, 1942.
7. Ламе и Клапейрон. О приложениях статки к решению задач, входящих в теорию наименьших расстояний. Журнал Путей Сообщения, X книга, Санкт-Петербург, 1827.



**მიტალურები**

რ. აბლაძე (აკადემიის ნამდვილი წევრი), ვ. ბარბაქაძე და ლ. თოფჩიაშვილი

**ლითონკერამიკული მეთოდით ელექტროლიტური მანგანუმის ნაკეთობათა დამზადების საკითხისათვის**

ელექტროლიტური მანგანუმი მაღალი სისუფთავით ხასიათდება (მინარე-ვების საერთო შემცველობა არ აღემატება 0,2%-ს) და ამის გამო მთელ რიგ სპეციალურ და მაღალხარისხოვან შენადნობთა დასამზადებლად იგი მეტად ძვირფას მასალას წარმოადგენს. მაგრამ ელექტროლიტური მანგანუმის უშუალო გამოყენება მეტალურგიაში იწვევს ზოგიერთ სიძნელეს, რაც ელექტროლიტური ლითონის სპეციფიკური ფორმითა და თვისებებითაა გამოწვეული.

წყალხსნართა ელექტროლიზით მიღებული ელექტროლიტური მანგანუმი 1—3 მმ სისქისა და 1—30 მმ დიამეტრის მრავალკუთხოვან ფირფიტებს წარმოადგენს. მისი ნაყარი წონა 2—2,2 გრ/სმ<sup>3</sup> უდრის. ელექტროლიტური მანგანუმი, მის ცალკეულ ნაწილაკთა მცირე ზომის, უმნიშვნელო წონისა და დიდი ხვედრითი ზედაპირის გამო, დნობის პროცესში ძლიერ იფანგება, წიდაში რჩება და ადვილად წარიტაცება აირებით, რაც მკვეთრად ზრდის ლითონის დანაკარგს. გარდა ამისა, ელექტროლიტური მანგანუმი წყალბადის დიდ რაოდენობას შეიცავს, წყალბადი კი შენადნობებში გაუსწორებელი დეფექტების (ფლოკენები და წყალბადური ავადმყოფობა) წარმოშობის ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზია.

როგორც პრაქტიკა გვიჩვენებს, ელექტროლიტური მანგანუმის აღნიშნული ნაკლოვანებები შესაძლებელია აღმოფხვრილ იქნეს მისი გადადნობით ან მისგან ლითონკერამიკული მეთოდით მკვრივი და კომპაქტური ნახევარფაბრიკატების დამზადებით.

გადადნობასთან შედარებით ლითონკერამიკული მეთოდი შემდეგი უპირატესობებით ხასიათდება:

1. ლითონის ნაწვის უქონლობით, რაც გადადნობის დროს გადისადნობი ლითონის წონის 7 და მეტ პროცენტს აღწევს;
2. ელექტროლიტური მანგანუმის მაღალი სისუფთავის უკეთ შენახვით. გადადნობა იწვევს ელექტროლიტური მანგანუმის საგრძნობ გაქუქუყიანებას იმ მინარევთა ხარჯზე, რომლებიც მასში დნობის დროს წიდიდან და ამონაგიდან გადადის.

რაც შეეხება წყალბადის მოცილების ხარისხს, ეს ორი ხერხი, როგორც ეს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტში ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, პრაქტიკულად ერთნაირ შედეგს იძლევა.



ელექტროლიტური მანგანუმისაგან ლითონკერამიკულ ნაკეთობათა დამზადების პროცესში წარმოიშობა მთელი რიგი სიძნელენი, რომელნიც გამოწვეულია:

1) მანგანუმის მაღალი სისალით, რაც საფქვევ მოწყობილობათა სწრაფ ცვეთასა და მანგანუმის გაქუჩყიანებას იწვევს;

2) მანგანუმის დიდი თვისობით ჟანგბადის მიმართ, რაც ფხვნილების დამზადების პროცესში მანგანუმის დაჟანგვას იწვევს;

3) მანგანუმის ჟანგეულების ძნელი აღდგენადობით [1].

ვინაიდან ფრაქციათა დისპერსიულობის ზრდასთან ერთად მატულობს მანგანუმის დაჟანგვის შესაძლებლობა, ამიტომ განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს ელექტროლიტური მანგანუმის უხეში ფხვნილებისა და ფირფიტებისაგან ლითონკერამიკულ ნაკეთობათა დამზადების შესაძლებლობის გამოკვლევა. ამ მუშაობის ჩატარებისას დავისახეთ ამოცანა—შეგვეწყავლა ნაკეთობათა დამზადების შესაძლებლობა როგორც ფხვნილების მეტალურგიაში მიღებული დისპერსიული ფხვნილებისაგან, ისე უფრო უხეში ნედლეულიდან, სახელობრ, მსხვილი ფხვნილებისა და ფირფიტებისაგან.

გამოსავალ მასალას წარმოადგენდა ელექტროლიტური მანგანუმის ფირფიტები.

მუშაობისათვის საჭირო ფხვნილები დამზადდა ბურთულებიან წისკვილში მანგანუმის დაფქვით. გამოყენებული ფხვნილების გრანულომეტრიული შედგენილობა და მოცულობითი დახასიათება მოყვანილია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

ფხვნილების გრანულომეტრიული შედგენილობა და მოცულობითი დახასიათება

ფხვნილების პირობითი აღნიშვნა	გრანულომეტრიული შედგენილობა		მოცულობითი წონა გ/სმ <sup>3</sup>	შეფარდებითი სიმკვრივე პროცენტობით
	ნაწილაკთა ზომები მმ-ით	ფრაქციათა წონითი %		
№ 1	0,25—0,20	1,0	5,20	43,0
	0,20—0,10	32,6		
	0,10—0,06	27,4		
	>0,06	39,0		
№ 2	0,5—0,25	100	3,32	44,6
№ 3	1,0—0,5	100	3,45	46,7

ბურთულებიან წისკვილში მიღებული ელექტროლიტური მანგანუმის ფხვნილი მუქი რუხი ფერისაა და ხასიათდება ნაწილაკთა დაბალი მქისობით, რაც განაპირობებს მის მაღალ შეფარდებითს სიმკვრივეს და დაწინებისა და შეცბობის სიძნელეებს.

## დაწნეხა

დაწნეხის პროცესის გამოკვლევა მიზნად ისახავდა მკვრივი, მაგარი და ჩამოუშლელი ნაწნეხების მიღების რეჟიმის დადგენას. ვინაიდან ერთი და იგივე გრანულომეტრიული შედგენილობის გამოსავალი მასალისაგან დამზადებულ ნაწნეხთა სიმკვრივე და სიმაგრე დამოკიდებულია წნევაზე, მუშაობის ჩატარების დროს დასმულ იქნა ამოცანა, თითოეული გრანულომეტრიული შედგენილობისათვის სათანადო ოპტიმალური წნევა შეგვეჩინა.

დაწნეხას ცალმხრივი ქმედების წნეხფორმებში ვაწარმოებდით. წნეხფორმების მატრიცები და პუნსონები დამზადებული იყო XBI მარკის ფოლადისაგან. გამზადებულ პუნსონებსა და მატრიცებს წრთობისა და მოშვების შემდეგ ჰქონდა სისალე 60—62 R.

დაწნეხის წნევა 1-დან 8 ტ/სმ<sup>2</sup> იცვლებოდა. გამოწნეხის წნევა დაწნეხის წნევის 20—30%-ს შეადგენდა.

დაწნეხის გავლენის შესწავლის მიზნით ნაწნეხთა შემჭიდროებასა და სიმაგრეზე ჩატარდა შემდეგი ცდები: ელექტროლიტური მანგანუმის ფხვნილებისა (იხ. ცხრილი 1) და ფირფიტებისაგან დამზადდა 15-გრამიანი ნაწნეხები შემდეგ წნევებზე: 1,0; 2,2; 3,4; 4,55; 5,70; 6,85; 8,0 ტ/სმ<sup>2</sup>. ამასთან, თითოეული წნევისას მზადდებოდა არანაკლები 5 ნაწნეხისა. ნაწნეხები ცილინდრული ფორმისა იყო. მისი დიამეტრი 15,3—15,5 მმ, ხოლო სიმაღლე 14,5—16,0 მმ ფარგლებს არ სცილდებოდა.

მოცულობითი წონის განსაზღვრის დროს ნაკეთობათა ზომის დასადგენად ვიყენებდით მიკრომეტრს, ხოლო თითოეული ზომა განისაზღვრებოდა როგორც სამი გაზომვის საშუალო. აწონა წარმოებდა 0,05 გ სიზუსტით.

ცხრილი 2

დაწნეხის წნევის გავლენა ნაწნეხთა შეფარდებობის სიმკვრივეზე

ნაწნეხების მასალა	ნაწნეხთა შეფარდებითი სიმკვრივე %/%-ით დაწნეხის წნევისას						
	1,00	2,20	3,40	4,55	5,70	7,85	8,00
ფხვნილი № 1	64,5	68,1	70,5	71,0	71,5	71,0	71,8
" № 2	—	67,6	69,8	71,1	72,4	73,8	—
" № 3	—	67,2	69,5	71,0	72,7	73,9	—
ფირფიტები	—	—	69,4	70,6	71,3	72,5	73,5

შენიშვნა: შეფარდებითი სიმკვრივის განსაზღვრის დროს მანგანუმის ზედადრითი წონა მიღებული იქნა 7,44 გ/სმ<sup>3</sup>.

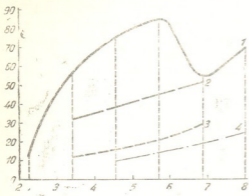
როგორც შეორე ცხრილიდან და ნახ. 1-დან ჩანს:

1. მიღებულ ნაწნეხთა სიმკვრივე უმნიშვნელოდია დამოკიდებული გამოსავალი ლითონის ნაწილაკთა ზომებზე. ერთნაირი წნევისას (4,55 ტ/სმ<sup>2</sup>



ზევით) უხეში ფხვნილებისაგან დამზადების ნაწნებების სიმკვრივე ოდნავ აღემატება № 1 დისპერსიული ფხვნილისაგან დამზადებული ნაწნებების სიმკვრივეს;

შეფარდებითი სიმკვრივე %-ით



ტონა/სმ<sup>3</sup>

ნახ. 1. დაწნების წნევის გავლენა ნაწნებების შეფარდებით სიმკვრივეზე: 1—ფხვნილი № 1; 2—ფხვნილი № 2; 3—ფხვნილი № 3; 4—ფირფიტები

2. 2—3 ტ/სმ<sup>2</sup> წნევისას ფხვნილებისაგან დამზადებული ნაწნები 1,5-ჯერ, ხოლო ფირფიტებისაგან დამზადებული ნაწნები 2,5-ჯერ მჭიდროვდება. წნევის შემდგომი გადიდება 8 ტ/სმ<sup>2</sup>-მდე მხოლოდ უმნიშვნელოდ აღიდებს მათ სიმკვრივეს (5—6%).

თუ წნევისა და გამოსავალი მასალის დისპერსიულობის გადიდება ნაწნებთა შემჭიდროებაზე მცირე გავლენას ახდენს, ეს გავლენა ნაწნებთა სიმაგრეზე ძლიერ მნიშვნელოვანია.

ნაწნებთა სიმაგრეზე წნევის გავლენის დასადგენად ჩატარდა

ცდები ნაწნებთა გამოსაცდელად კუმშვაზე. ცდები ჩატარდა ИМ—4А ტიპის საცდელ მანქანაზე.

ამ ცდების შედეგები მოყვანილია მესამე ცხრილში და გრაფიკულად გამოსახულია ნახ. 2-ზე.

ცხრილი 3

დაწნების წნევის გავლენა ნაწნებთა სიმაგრეზე

დაწნების წნევა	ნაწნებთა სიმაგრის ზღვარი კუმშვაზე კგ-სმ <sup>2</sup>			
	ფხვნილი № 1	ფხვნილი № 2	ფხვნილი № 3	ფირფიტები
2,20	12,0	—	—	—
3,40	56,0	32,0	12,0	—
4,55	75,0	38,0	16,0	10,0
5,70	85,0	45,0	21,5	14,5
6,85	55,0	52,0	30,0	18,5
8,00	70,0	—	—	24,0

როგორც მესამე ცხრილიდან და ნახ. 2-დან ჩანს:

1. ელექტროლიტური მანგანუმის უხეში ფხვნილებისაგან და ფირფიტებისაგან დამზადებული ნაწნებების სიმაგრე წნევის გადიდებასთან ერთად 2,2—8 ტ/სმ<sup>2</sup>-მდე პროპორციულად მატულობს;

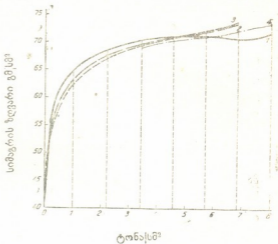
2. დისპერსიული ფხვნილებისაგან დამზადებული ნაწნებების სიმაგრე წნევის გადიდებისას 6 ტ/სმ<sup>2</sup>-მდე მკვეთრად მატულობს, მაგრამ წნევის შემდგომი გადიდებისას სიმაგრე მცირდება.



სიმკვრივისა და სიმაგრის დაცემის მოვლენა № 1 ფხვნილისაგან დამზადებული ნაწნებებისათვის გამოწვეული უნდა იყოს დრეკადი მომდევნო ქმედებით. ამ შეხედულებას ადასტურებს განზრევების წარმოშობა 6 ტ/სმ<sup>2</sup>-ზე მეტი წნევით დაწნეხილ ნიმუშებში.

ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ ნაწნებთა ჩამოშლის ასაცილებლად ტრანსპორტირებისა და ღუმელში შეტანის დროს მათი სიმაგრე კუმშვაზე უნდა იყოს არანაკლები 16—18 კგ/სმ<sup>2</sup>.

ცნობილია, რომ ნაწნებთა სიდიდე დიდ გავლენას ახდენს მათს სიმაგრესა და სიმკვრივეზე, ერთნაირი ხვედრითი წნევის დროს ნაკეთობათა სიმაღლის გადიდება მკვეთრად ამცირებს მათ სიმკვრივეს. სხვა თანაბარი პირობების შემთხვევაში გამოსავალი მასალის ნაწილაკთა ზომების გადიდებასთან ერთად მატულობს სიმაღლის გავლენა ნაწნებთა სიმაგრესა და სიმკვრივეზე. ეს გავლენა ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია ფირფიტებისაგან დამზადებული ნაწნებებისათვის.



ნახ. 2. დაწნების წნევის გავლენა ნაწნებთა სიმაგრეზე: 1—ფხვნილი № 1; 2—ფხვნილი № 2; 3—ფხვნილი № 3; 4—ფირფიტები

ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა აგრეთვე, რომ სხვა ერთნაირ პირობებში სიმაღლის 1,5-ჯერ გადიდება იწვევს № 1 ფხვნილის ნაწნებების სიმაგრის 2-ჯერ, ხოლო ფირფიტების ნაწნებების 5-ჯერ უმცირებას.

ჩატარებული ცდები საშუალებას გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ 5—6 ტ/სმ<sup>2</sup> წნევისას შესაძლებელია ხარისხოვანი ნაწნებების მიღება ელექტროლიტური მანგანუმის ყოველგვარი ფხვნილისაგან, ხოლო წნევის 8 ტ/სმ<sup>2</sup>-მდე გადიდებისას შესაძლებელია ხარისხოვან ნაკეთობათა მიღება უშუალოდ ელექტროლიტური მანგანუმის ფირფიტებისაგან.

ნაკეთობათა დამზადების დროს სიმაღლის ოპტიმალური შეფარდება დიამეტრთან არ უნდა აღემატებოდეს: ფირფიტებისაგან დამზადებული ნაწნებებისათვის—1, ხოლო ფხვნილებისაგან დამზადებული ნაწნებებისათვის—1,5—3. თუ შეფარდება აღემატება ზემოთ მოყვანილ სიდიდეებს, მიზანშეწონილად უნდა ჩაითვალოს ორმხრივი დაწნების გამოყენება.

### შ ე ც ხ ო ბ ა

მანგანუმიდან ლითონკერამიკულ ნაკეთობათა დამზადების დროს შეცხოებისათვის საჭირო დამცველ-აღდგენითი ატმოსფეროს შესაქმნელ აირად მიზანშეწონილია წყალბადის გამოყენება.

ნაწნებთა შეცხოების პროცესების შესწავლა მიზნად ისახავდა:

- 1) შეცხოების ოპტიმალური ტემპერატურის დადგენას;
- 2) შეცხოების რეჟიმის გავლენის შესწავლას ნაწნეების სიმკვრივის ცვლილებაზე.

ნაწნეების შეცხოება წარმოებდა მილოვან ლუმელში, სადაც დამკველ ატმოსფეროს წყალბადის საშუალებით გქმნიდით. ლუმელში ტემპერატურას ვზომავდით პლატინა-პლატინაროდუმიის თერმოწყვილით, რომელიც ამავე დროს ტემპერატურის ავტომატური რეგულატორის შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენდა; ტემპერატურის რეგულირების სიზუსტე იყო  $10^{\circ}\text{C}$  ფარგლებში.

ნაწნებთა შეცხოების ოპტიმალური ტემპერატურის განსაზღვრის მიზნით ჩატარდა ნაწნებთა შეცხოების ცდები ერთსაათიანი დაყოვნებით შემდეგ ტემპერატურებზე: 700, 800, 900, 1000 და  $1100^{\circ}\text{C}$ . შეცხოებულ ნიმუშთა ხარისხს ესაზღვრავდით მათი გარეგანი ხედის, ტეხილი ზედაპირისა და მექანიკური თვისებების შესწავლით.

ჩვეულებრივად ლითონკერამიკულ ნაკეთობათა შეცხოების ტემპერატურა ლითონის დნობის ტემპერატურის 0,6—0,75 პროცენტს შეადგენს [2], მაგრამ მანგანუმის შეცხოებამ ამ ტემპერატურაზე ( $700-900^{\circ}\text{C}$ ) არ მოგვცა დამაკმაყოფილებელი შედეგი; ნაწნეებმა პირველადი მუქი რუხი ფერი შეინარჩუნა და ხასიათდებოდა დაბალი მექანიკური თვისებებით, რაც, ალბით, გამოწვეულ იყო მანგანუმის ნაწილაკთა ზედაპირზე ქინგეულობის არსებობით.  $1000^{\circ}\text{C}$ -ზე ფირფიტებისა და  $1100^{\circ}\text{C}$ -ზე ფხვნილის შეცხოებით დამზადებული ნიმუშები ბრწყვეილა ფერისა; ასეთ ნიმუშებს დამაკმაყოფილებელი მექანიკური

ცხრილი 4

შეცხოების რეჟიმის გავლენა ნაკეთობათა სიმკვრივის ცვლილებაზე

№№ რიგ.	შეცხოების რეჟიმი	შეფარდებითი სიმკვრივის ცვლილება %/%-ით ნაწნეებისათვის			
		ფხვნილი № 1	ფხვნილი № 2	ფხვნილი № 3	ფირფიტე- ბი
1	ლუმელთან ერთად ნელი გაზურება 1,5 საათის განმავლობაში $1100^{\circ}\text{C}$ -მდე და შემდგომი ნელი გაცივება . . . . .	+ 1,8	+ 1,2	- 0,4	- 0,6
2	სწრაფი გაზურება $1100^{\circ}\text{C}$ -მდე, დაყოვნება 0,5 საათით და შემდგომი ნელი გაცივება . . . . .	+ 1,5	+ 0,9	-	-
3	სწრაფი გაზურება $1100^{\circ}\text{C}$ -მდე, დაყოვნება 1 საათით და შემდგომი ნელი გაცივება . . . . .	+ 6,4	+ 4,1	+ 1,2	- 0,9
4	ლუმელთან ერთად ნელი გაზურება 1,5 საათის განმავლობაში $1100^{\circ}\text{C}$ -მდე, დაყოვნება 2 საათით და შემდგომი ნელი გაცივება . . . . .	+ 8,5	+ 5,9	+ 1,7	- 1,9

შენიშვნა: + ნიშანი აღნიშნავს სიმკვრივის ზრდას,  
 - ნიშანი აღნიშნავს სიმკვრივის შემცირებას.



თვისებებიც ახასიათებს. ამიტომ გადაწყვეტილ იქნა შეცხოების წარმოება 1000—1100°C-ზე და შემდგომი ცდები ამ ტემპერატურის პირობებში. ჩატარდა.

ნაწნებთა სიმკვრივის ცვლილებაზე შეცხოების რეჟიმის გავლენის დასადგენად ჩატარდა ნაწნებთა 1100°C-ზე შეცხოების ცდები. ამ ცდების დროს გამოვიყენეთ 15-გრამიანი ნაწნებები, დაწნებილი 4,55 ტ/სმ<sup>3</sup> წნევისას ფხვნილების შემთხვევაში და ასეთივე ნაწნებები დამზადებული ფირფიტებისაგან 6,85 ტ/სმ<sup>3</sup> წნევისას.

ამ ცდების შედეგები მოყვანილია მეოთხე ცხრილში.

როგორც მეოთხე ცხრილიდან ჩანს:

1. შეცხოების პროცესში ფხვნილების დისპერსიულობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნაწნებების შემჭიდროებაზე: ყველაზე დიდ შემჭიდროებას ადგილი აქვს № 1 დისპერსიული ფხვნილების ნაწნებებში, შემჭიდროება ნაკლებია № 2 ფხვნილების ნაწნებებში, ხოლო უბეში ფხვნილებისა (№ 3) და ფირფიტების ნაწნებებში სიმკვრივე არ იზრდება.

2. 1100°C-ზე შეცხოებისას დაყოვნების გადიდება სიმკვრივის შესამჩნევ გაზრდას მხოლოდ დისპერსიული ფხვნილებისაგან დამზადებულ ნაკეთობებში იწვევს, ხოლო მსხვილი ფხვნილისა და ფირფიტების ნაწნებებისათვის დაყოვნების გადიდება მათ სიმკვრივეს შესამჩნევად არ ცვლის.

შეცხოვებულ ნაკეთობათა მექანიკური თვისებები იცვლება სიმკვრივის შეცვლის ანალოგიურად და იზრდება დისპერსიულობის გადიდებასთან ერთად. ცდებმა გვიჩვენა, რომ 1 საათის დაყოვნება 1100°C-ზე საყვებით საკმარისია ელექტროლიტური მანგანუმის როგორც ფხვნილის, ისე ფირფიტებისაგან დამზადებულ ნაკეთობათა შესაცხოვად.

დასკვნები

ჩატარდა მაღალი სისუფთავის ელექტროლიტური მანგანუმის ფხვნილებისა და ფირფიტებისაგან ლითონკერამიკულ ნაკეთობათა დამზადების ცდები. შესწავლილ იქნა სხვადასხვანაირი გრანულომეტრიული შედგენილობის ელექტროლიტური მანგანუმისაგან დამზადებული ნაწნებების სიმკვრივისა და სიმკვრივის დამოკიდებულება დაწნების წნევაზე. დადგენილია, რომ დაახლოებით 8 ტ/სმ<sup>3</sup> წნევისას შესაძლებელია ხარისხოვანი ნაწნებების მიღება როგორც ელექტროლიტური მანგანუმის ფხვნილებისაგან, ისე ფირფიტებისაგან.

შესწავლილია მანგანუმის ლითონკერამიკულ ნაკეთობათა შეცხოების თავისებურებანი. დადგენილია, რომ მანგანუმის ნაკეთობათა შეცხოების ოპტიმალურ ტემპერატურად 1000—1100°C უნდა ჩაითვალოს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი (რედაქციას მოუვიდა 11.9.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Е. П. Татиевская, Г. И. Чуфаров, и В. К. Антонов. Доклады Академии Наук СССР, том VIII, № 9, 1947, стр. 2009—12.  
2. Л. Ю. Бальшин, Порошковая металлургия. Машгиз, 1948.  
20. „ზოამბე“, ტ. XIII, № 5, 1952



ზოოლოგია

ს. კონიძე

მასალაჲ ქართლის მემინდვრისა (*MICROTUS SOCIALIS GORIENSIS* ARG.) გამრავლების შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ხაიცივა 29.9.1951)

ქართლის მემინდვრია მასობრივი გამრავლების წლებში დიდ ზარალს აყენებს ქართლის სოფლის მეურნეობას: ანადგურებს პურეულ კულტურებს, შაქრის ქარხლის პლანტაციებსა და სოფლის მეურნეობის სხვა კულტურებს. მემინდვრიას გამრავლების შესწავლის, გარდა თეორიული მნიშვნელობისა, პრაქტიკული მნიშვნელობაც აქვს, რადგან ასეთი შესწავლის შედეგად სოფლის მეურნეობის აგროტექნიკურ პერსონალს სწორი ორიენტაციის საშუალება ეძლევა ამ მავნებლის წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებათა დაგეგმვისა და პრაქტიკულად განხორციელების საქმეში [2].

ამასთან დაკავშირებით დროულად მიგვაჩინა ქართლის მემინდვრიას გამრავლების საკითხის გაშუქება წინა წლებში ჩატარებული ჩვენი გამოკვლევების შედეგების საფუძველზე.

გამრავლება. გამრავლების საკითხის ახსნისათვის ყოველთვის უნდა მთელი წლის განმავლობაში ვაწარმოებდით მემინდვრიების ქერასა და აღრიცხვას სტაციონარზე, სოფელ ხიდისთავის (გორის რაიონი) ტერიტორიაზე. მოპოვებულ მდებარე ვკვეთავდით და აღრიცხავდით ემბრიონების რაოდენობას. პირველ ცხრილში მოცემულია აღრიცხვის შეჯამებული მაჩვენებლები წლის ორთვიანი მონაკვეთების მიხედვით, საიდანაც ჩანს, რომ მდებარეების ინდექსი მაის-ივნისში 77,8% შეადგენს და ემბრიონები თითო მდებარეზე მოდის 3—8-მდე, საშუალოდ კი 5.

ივლის-აგვისტოში მაკე მდებარეების რაოდენობა მცირდება და შეადგენს 51,2 პროცენტს, ხოლო ემბრიონების რაოდენობა მატულობს საშუალოდ 5,75 ცალამდე (3—7). სექტემბერ-ოქტომბერში და ნოემბერ-დეკემბერში მოპოვებულ მასალაში მაკე მდებარეები არ აღმოჩნდა. იანვარ-თებერვალში მაკე მდებარეები გვხვდება, მხოლოდ ემბრიონების მცირე რაოდენობით (3). მარტ-აპრილში მაკე მდებარეების რაოდენობა მატულობს (ინდექსი 61,5%) და იზრდება ემბრიონების რაოდენობაც—5,5-მდე (4—8).

მაშასადამე, გამრავლების ინტენსიობა მკვეთრად იცვლება სეზონების მიხედვით. პირველი ცხრილი გვიჩვენებს, რომ მემინდვრიების გამრავლება იწყება იანვარ-თებერვალში, ხოლო შემდეგ გამრავლების ინტენსიობა მატულობს და მაის-ივნისში მაქსიმუმს აღწევს; ივლის-აგვისტოში მცირდება და მკვეთრად ეცემა სექტემბერში, რაც გრძელდება იანვრამდე.



## ქართლის მემინდვრიას გამრავლება წლის განმავლობაში

დროის მონაკვეთი	მოკლებულ- ლი მემინ- დვრიების რაოდენ- ობა	მათ შორის მდებრი		მაკე მდე- დრების ინდექსი	ემბრიონების რაოდენობა		გამრავლების ინტენსივობა
		სულ	მაკე		ფაქტობ- რივი	საშუალო	
მაისი-ივნისი	16	9	7	77,8	3—8	5	33,22
ივლისი-აგვისტო	41	23	12	51,2	3—7	5,75	25,11
სექტემბერი-ოქტ.	28	11	0	0	0	0	0
ნოემბერი-დეკემბ.	8	5	0	0	0	0	0
იანვარ-თებერვალი	7	2	1	50,0	3	3	12,81
მარტი-აპრილი	30	13	8	61,5	4—8	5,5	28,86

ჩვენს აღრიცხვაში მაკე მდებრები რომ არ მოხვდა, ეს არ მიგვაჩნია გამრავლების სრული შეწყვეტის დადასტურებად, არამედ ამას ვხსნივთ პირველ რიგში ჩვენი მასალის სიმცირით და წლის ამ დროში საგრძნობი პროცენტით ახალგაზრდა ინდივიდების მოხვედრით. უფრო სწორია ვიფიქროთ, რომ ქართლის მემინდვრიას გამრავლება მთელი წლის განმავლობაში მიმდინარეობს, მაგრამ წლის ოთხ უკანასკნელ თვეში ინტენსიობა მკვეთრად მცირდება. ამას ადასტურებს ახალგაზრდა ინდივიდების (სხეულის სიგრძე—65—70 მმ, წონა 10—11 გ) მოხვედრა დეკემბრის, იანვრისა და თებერვლის თვეებში.

მაკე მდებრების მცირე რაოდენობა ზაფხულის ყველაზე ცხელ თვეებში უთუოდ საკვები ბაზის შემცირებით აიხსნება, რადგანაც ამ პერიოდში ველის მცენარეულობა თითქმის გამხმარია, ხოლო პურეული კულტურა უკვე აღებულა. ჩვენს მოსაზრებას ქართლის მემინდვრიის მთელი წლის განმავლობაში უწყვეტი გამრავლების შესახებ ადასტურებს როდიონოვის [5], პოლიაკოვის [4], ვერეშჩაგინისა [1] და სხვათა ნაშრომები.

ნაუშოვის [3] მონაცემების მიხედვით, ჩვეულებრივი მემინდვრიის (*M. arvalis* Pall.) მაკე მდებრის უმცირესი წონა 12,5 გრამს უდრის. ვერეშჩაგინის დაკვირვებებით [1] საზოგადოებრივი მემინდვრიის (*M. socialis* Pall.) მაკე მდებრის უმცირესი წონა 24 გრამს უდრიდა (აზერბაიჯანის პირობებში). მემინდვრიების სქესობრივი მომწიფება ერთი-ორი თვის განმავლობაში ხდება.

ჩვენი მონაცემების მიხედვით, ქართლის მემინდვრიას მაკე მდებრის მინიმალური წონა 16 გრამს აღწევს, სხეულის სიგრძე კი 88 მილიმეტრს.

მემინდვრიების გამრავლების ინტენსიობა დამოკიდებულია მრავალ გარემო ფაქტორზე (კლიმატი, საკვები, მტრები, პარაზიტები და სხვა). როდიონოვი [5] სილანტიევის, ტიმოფეევის, ვალხის, როსიკოვისა და სხვათა ლიტერატურული მონაცემების ანალიზისა და აგრეთვე საკუთარი დაკვირვებების შედეგად საზოგადოებრივ მემინდვრიაზე ყარაბახის მთის კალთების პირობებში აღნიშნავს, რომ გამრავლებისათვის ხელსაყრელ პირობებს წარმოადგენს კლიმატი, მწვანე მცენარეულობა, საკვების მრავალფეროვანება, მზის ენერჯია და სხვა. გარდა ამისა, ზოგიერთი ავტორი დიდ მნიშვნელობას აძლევს სქესთანორმალურ შეფარდებას. ნაუშოვი [3] გამრავლებისათვის იდეალურ პირო-

მასალები ქართლის მემინდერიას (*M. socialis goriensis* Arg.) გამრავლების შესწავლისათვის

ბად თელის სქესთა შეფარდებას 1:1. მაგრამ ბუნებაში მრავალფეროვანი ფაქტორები არათანაბრად მოქმედებენ გამრავლებაზე და ამიტომ წლის განმავლობაში წარმოებს გამრავლების ინტენსიობის სერუცობა. ჩვენი აზრით, გამრავლების ინტენსიობის მერყეობაში სხვა ძირითად ფაქტორებთან ერთად (გარდა ჟებისა) უნდა ჩაითვალოს სქესთა ნორმალური შეფარდება. რაც უფრო ახლოსაა ეს შეფარდება ნორმალურთან (1:1), მით უფრო ინტენსიურია გამრავლება და, პირიქით, რაც უფრო სცილდება სქესთა შეფარდება, მით უფრო დაბალია გამრავლების ინტენსიობა.

ცხრილი 2

ქართლის მემინდერიას პოპულაციის სქესთა შეფარდება წლის განმავლობაში

დროის მონაკვეთი	მოპოვებული მემინდერიების საერთო რაოდენობა	მთ შორის		ინდექსი (%-ით)	
		♂ ♂	♀ ♀	♂ ♂	♀ ♀
მაისი-ივნისი	16	7	9	43,7	56,3
ივლისი-აგვისტო	41	18	23	43,9	56,1
სექტემბერი-ოქტომ.	28	17	11	60,7	39,3
ნოემბერი-დეკემბერი	8	3	5	37,5	62,5
იანვარი-თებერვალი	7	5	2	71,4	28,6
მარტი-აპრილი	30	17	13	56,6	43,4
ს უ ლ	130	67	63	—	—

მეორე ცხრილიდან ჩანს, რომ მარტ-აპრილში, მაის-ივნისში და ივლის-აგვისტოში სქესთა შეფარდება ახლოსაა ნორმალურთან; მაგრამ სექტემბერ-ოქტომბრიდან დაშორება ძლიერდება და უმალეს საზღვარს იანვარ-თებერვალში აღწევს. ამ დროს მამრების რაოდენობა 71,4 პროცენტს შეადგენს, ხოლო მდედრებისა მხოლოდ 28,6 პროცენტს.

სქესთა შეფარდების ნორმალობის ეს დარღვევა თანხედენილია გამრავლების დაბალ მაჩვენებლებთან. მარტ-აპრილსა და მაის-ივნისში, როდესაც სქესთა შეფარდება, როგორც აღვნიშნეთ, ნორმალურს (1:1) უახლოვდება, გამრავლების ინტენსიობაც მატულობს.

სოროში დასახლების სიმჭიდროვის (კვადრატულ ფეხზე) გამრავლებასთან უშუალო კავშირში იმყოფება მემინდერიებით სოროს დასახლების ხარისხი. რაც უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს გამრავლება, მით უფრო მემინდერიების მეტი რაოდენობა იმყოფება სოროში და, მაშასადამე, მით უფრო მაღალი ხდება დასახლების სიმჭიდროვე სოროებში.

ამ მდგომარეობის აღრიცხვას ჩვენ წლის განმავლობაში პერიოდულად ვაწარმოებდით ორი მეთოდით: სოროს ამოსასეფელ ხერგლთა დახშვითა და მღრღნელების ხაფანგებით დაჭერის საშუალებით. პირველი მეთოდის დროს სოროში დასახლების სიმჭიდროვეს ვანგარიშობდით წინა დღით დახშულ ამო-

სასვლელ ხერელთა აბსოლუტურ რიცხვთან მეორე დღეს გახსნილ ამოსასვლელ ხერელთა რიცხვის შეფარდებით, ხოლო მეორე მეთოდის დროს—დაქერილ მორღნელთა რაოდენობას დადგმული ხაფანგების რაოდენობასთან შეფარდებით.

დახშვის მეთოდით სოროში დასახლების სიმჭიდროვის მერყეობის აღრიცხვის შედეგები დაკვირვების ნაკვეთების მიხედვით მოცემულია დიაგრამაზე ყამირი და კულტურული მიწებისათვის ცალ-ცალკე. დახშვის მეთოდს კონტროლს ვუწევდით ხაფანგებით ჭერის მეთოდით; მიღებული შედეგების შედარება არსებით სხვაობას არ იძლევა. ამიტომ მეორე მეთოდით მიღებულ შედეგებს აქ არ განვიხილავთ.

სოროში მემინდვრიების დასახლების სიმჭიდროვე წლის სეზონების მიხედვით მერყეობს (იხ. დიაგრამა), მაგრამ ამ მერყეობის მრუდები რამდენადმე განსხვავდება ერთიმეორისაგან. მაის-ივნისში ყამირზე დასახლების სიმჭიდროვე დაბალია (12,8%), შემდეგ მკვეთრად იწევს მაღლა და ივლის-აგვისტოში ის მაღალ დონეს აღწევს (47,2%); სექტემბერ-ოქტომბერში ხდება სიმჭიდროვის მცირე დაწევა, რაც წლიური ციკლის დროის შემდგომ მონაკვეთებში გრძელდება და იანვარ-თებერვალში მინიმუმამდე (6%) ეცემა, მაგრამ უკვე მარტ-აპრილში ხდება სიმჭიდროვის მრუდის ახალი აწევა (19,4%-მდე).

ამ აღრიცხვის მრუდი კულტურულ მიწებზე საერთოდ მსგავსია წინ განხილული მრუდისა, მაგრამ მისგან იმით განსხვავდება, რომ ისეთი მკვეთრი მერყეობა (აწევა-დაწევა) არა აქვს. სიმჭიდროვის ხარისხი 27,2%-დან მცირედ იწევს ზემოთ 31,1%-მდე ივლის-აგვისტოში; ძალიან მცირედ იწევს ჭეშმით სექტემბერ-ოქტომბერში და ასე გრძელდება მინიმუმამდე (13,2%) იანვარ-თებერვალში, ხოლო ხელახლა იწევს ზემოთ მარტ-აპრილში ისე, როგორც პირველი მრუდი გვიჩვენებს.

კულტურულ და ყამირ მიწებზე მემინდვრიებით სოროს დასახლების სიმჭიდროვეში სხვაობა გაპირობებულია ყველა შესაძლებელი ფაქტორით, რომელთა შორის მთავარია აგროტექნიკური ღონისძიებანი და საკვები ბაზა. სხვადასხვა მაჩვენებლები ერთისა და იმავე დროის მონაკვეთში საკვებისაკენ მემინდვრიების მიგრაციით აიხსნება. კულტურულ ნაკვეთებზე (ხორბლის ნათესები) ვეგეტაციის პერიოდის მანძილზე ხდება მემინდვრიების გადმოსახლება ყამირებიდან, რაც ნათესებში მემინდვრიებით დასახლების სიმჭიდროვეს აღიღებს, ხოლო სავეგეტაციო პერიოდის დამთავრების შემდეგ ხდება პირიქითი მოვლენა, რადგანაც მოსავლის აღების შემდეგ იქ კვების პირობები უარესდება და აგრეთვე ტარდება აგროტექნიკური ღონისძიებები (გადახვნა, მორწყვა და სხვა), რაც უარყოფითად მოქმედებს მემინდვრიებით ნაკვეთების დასახლების სიმჭიდროვეზე. № 1 ნაკვეთზე, პურის ყანაზე, მემინდვრიების დასახლების სიმჭიდროვე მაქსიმუმს აღწევს სექტემბერ-ოქტომბერში (50%), მინიმუმამდე ეცემა იანვარ-თებერვალში (8,8%), ხოლო ხელახლა მაღლა იწევს მარტ-აპრილში (32%-მდე). № 2 ნაკვეთზე, იმავე პურის ყანაზე, მაჩვენებლები თითქმის იგივეა, რაც № 1 ნაკვეთზე, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ სექტემბერ-ოქტომბერში დასახლების სიმჭიდროვის მაქსიმუმი ორჯერ უფრო დაბალი იყო, ვიდრე № 1 ნაკვეთზე. ნაკვეთი № 3 პურის

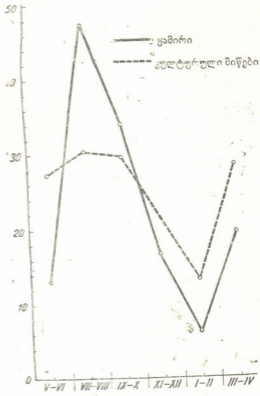
ყანაზე, პირველ ორ ნაკვეთთან შედარებით, სულ სხვა მაჩვენებლებს იძლევა. დასახლების სიმჭიდროვე მაქსიმუმს აღწევს მაის-ივნისში (30,9 ‰), ხოლო მინიმუმს (როგორც პირველ, ისე მეორე ნაკვეთზე) იანვარ-თებერვალში (19,1 ‰). დაკვირვების მთელ მანძილზე ოქტომბრიდან ივლისამდე დასახლების სიმჭიდროვის მერყეობა ძალიან უმნიშვნელო იყო.

შაქრის ქარხლის პლანტაციის № 1 და № 2 ნაკვეთებზე დაკვირვების შედეგები ასეთია: სოროში დასახლების სიმჭიდროვე № 1 ნაკვეთზე ივლის-აგვისტოში 28,1 ‰ უდრის, სექტემბერ-ოქტომბერში კი 32,5 ‰-ს; № 2 ნაკვეთზე ივლის-აგვისტოში — 33,3-ს, ხოლო სექტემბერ-ოქტომბერში 26 ‰-ს.

ყამირ მიწებზე მემინდვრებით დასახლების სიმჭიდროვის მერყეობა წლის განმავლობაში შემდეგ მაჩვენებლებს იძლევა: № 1 და № 2 ნაკვეთები მალე გამოვრიცხეთ დაკვირვებიდან, ხოლო № 3 ნაკვეთზე დაკვირვება 10 თვის მანძილზე წარმოებდა; მემინდვრებით დასახლების სიმჭიდროვე მაის-ივნისში 11,1 ‰-ს აღწევდა, მაქსიმუმს კი ივლის-აგვისტოში (66,6 ‰) მიიღწია, რის შემდეგ დაბლა იწევდა და იანვარ-თებერვალში ნულს გაუტოლდა. მარტ-აპრილში ეს ნაკვეთი გადაიხნა, რის შემდეგ იქ მემინდვრები არ გამოჩენილან.

მიუხედავად იმისა, რომ № 3 ნაკვეთზე წლის განმავლობაში წარმოებდა დაკვირვებები, მაისის შემდგომ არავითარი ცვლილება არ მომხდარა. რაც შეეხება მასის, რომელშიც მოთავსებული იყო № 3 ნაკვეთი, ისიც მთლიანად გადაიხნა და მასში ადგილადგილ გამოჩნდნენ მემინდვრები მცირე რაოდენობით, მაგრამ გაცილებით უფრო ნაკლები, ვიდრე გადახვნამდე (20-30 ‰).

მემინდვრებით დასახლების სიმჭიდროვე № 4 ნაკვეთზე სულ სხვა მაჩვენებლებს იძლევა, ვიდრე ნაკვეთი № 3, მაგრამ დასახლების სიმჭიდროვის მერყეობა ორივე ნაკვეთზე მაინც მსგავსია. მაის-ივნისში დასახლების სიმჭიდროვე 18,5 ‰-დან მაქსიმუმს აღწევდა ივლის-აგვისტოში (45,4 ‰), ხოლო შემდეგ დაიწყო თანდათანობით დაწევა და მინიმუმამდე (10,0 ‰) იანვარ-თებერვალში დავიდა; მარტ-აპრილში მოხდა დასახლების სიმჭიდროვის ახალი აღმავლობა (19,4 ‰).



დიაგრამა

## დასკვნები

1. ქართლის მემინდვრია მთელი წლის განმავლობაში მრავლდება. მისი გამრავლების მაღალი ინტენსიობა საგრძნობლადაა დამოკიდებული სქესთა ნორმალურ შეფარდებაზე (1:1), გამრავლებაში მონაწილე ინდივიდთა მაღალ ნაყოფიერებასა და მათ ნაკლებ სიკვდილიანობაზე, მტრების მცირე რაოდენობაზე ან მათ სულ არყოფნაზე. მემინდვრიების ნაყოფიერება უფრო მაღალია ზაფხულში, ვიდრე ზამთარში;

2. სწორად, თანამიმდევრულად და მასივზე მთლიანად ჩატარებული აგროტექნიკური ღონისძიებანი (გადახენა, მორწყვა და სხვა) უარყოფითად მოქმედებს მემინდვრიების გამრავლების ინტენსიობაზე, რადგანაც ამ დროს ნიადაგში და მის ზედაპირზე დიდი რაოდენობით ილუბება როგორც ახლად შობილი, ისე მოზდილი მემინდვრიებიც (ნიადაგში — წყლის, სახნისისა და დიდი ბელტებისაგან, მიწის ზედაპირზე — მტრებისაგან, განსაკუთრებით კი მტაცებელი ფრინველებისაგან);

3. სოროში მემინდვრიების დასახლების სიმჭიდროვე დამოკიდებულია მათი გამრავლების ინტენსიობაზე. დასახლების სიმჭიდროვე მერყეობს წლის სეზონებისა და საკვები ბაზის მდგომარეობის შესაბამისად. ყამირ მიწებზე დასახლების სიმჭიდროვის მერყეობა უფრო მკვეთრია, ვიდრე კულტურულ მიწებზე, სადაც მემინდვრიები უფრო უზრუნველყოფილი არიან საკვებით;

4. მემინდვრიების წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებები, როგორც წესი, უნდა ჩატარდეს მათი მინიმალური რიცხობრიობის დროს, უკიდურეს შემთხვევაში — ინტენსიური გამრავლების დაწყების წინ, ე. ი. მარტ-აპრილში. ამ შემთხვევაში, ერთი მხრივ, ბრძოლის შედეგები უფრო ეფექტური იქნება (რადგან მცირე რაოდენობის მოსპობა უფრო ადვილია), ხოლო, მეორე მხრივ, დიდი რაოდენობით მოსპობა მაკე და რძით მკვებავი მღვდრები, აგრეთვე ახლად შობილი მემინდვრიებიც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ბოლოვების ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.9.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. К. Верещагин. Основные экологические черты общественной полевки в полупустынной зоне Азербайджанской ССР. Труды Зоологического ин-та АН Аз. ССР. т. 11, 1946.
2. ს. კობია. მასალები ქართლის მემინდვრიას (*Microtus socialis goriensis* Arg.) ბიოლოგიის შესწავლისათვის. საქ. სსრ მეც. აკად. ბოლოვების ინსტიტუტის შრომები, ტ. IX, 1950.
3. Н. П. Наумов. О сравнительной интенсивности размножения и гибели серой полевки (*Microtus arvalis* Pall.) и степной пеструшки (*Lagurus lagurus* Pall.). Зоол. жур. т. XIV, вын. 2, 1937.
4. И. Я. Поляков. Материалы к биологии общественной полевки и оценка влияния агротехники на динамику ее численности в степной части Крыма. Итоги научного исследования работ Всесоюзного института защиты растений за 1936 г., ч. 1. 1937.
5. З. С. Родионов. Биология общественной полевки и опыты борьбы с нею в Закавказье. Ленинград, 1924.

## ფსიქოლოგია

0. ბჟალავა

## სივრცის აღქმის მემანიჰმისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა შ. ნუტუბიძემ 15. 11. 1951)

თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულებით სიდიდის მანძილის პროპორციულად ცვალებადობა დიდი ხანია საკმაო სიზუსტითაა აღწერილი. ამ მოვლენას მაშინაც აქვს ადგილი, როცა ოპტიკური გამოხატულება არა მარტო თვალის, არამედ სხეულის სხვა ორგანოებთან შეუღლებულად მოქმედებს. არსებობს სრულიად უტყუარი ექსპერიმენტული ფაქტი, რომლის მიხედვით კიდურებთან შეუღლებული ოპტიკური გამოხატულების ერთ-ერთ თავისებურებას შეადგენს ის, რომ იგი, ორგანოს მოძრაობის შესატყვისად, ხან დიდი ჩანს და ხან პატარა [1].

საკმის ასეთი ვითარების საფუძველზე ჩვენ წინაშე ბუნებრივად წამოიჭრა კითხვა: ცენტრალური წარმოშობისაა ეს მოვლენა, თუ პერიფერიული? რა ბუნების უნდა იყოს ნერვული მექანიზმი, რომელსაც ემყარება ოპტიკური გამოხატულების კიდურებთან შეუღლებული მოქმედება?

საკითხის ამგვარად დასმა, ცხადია, მოითხოვს პირველ რიგში გავარკვიოთ სააკომოდაციო მექანიზმთა მონაწილეობა პროცესის მიმდინარეობაში. თვალთან თუ ახლოს გავაჩერებ ანთებული სანთელი, მასში სანთლის სამ გამოხატულებას დავინახავთ. პირველი რქოვანაზე გამოჩნდება, მეორე—ბროლის წინა გამოხატულ ზედაპირზე, მესამე—გადაბრუნებული და დაპატარავებული გამოხატება ბროლის უკანა ჩაღრმავებულ ნაწილზე. სანთლის თვალთან ახლო შიტანით მისი სიდიდე რქოვანაზე უცვლელად დარჩება, მაგრამ ბროლის წინა და უკანა ზედაპირზე მას დაპატარავებულს ვნახავთ.

ოპტიკური გამოხატულების გადიდება და დაპატარავება, როგორც ეს ოპტიკური გეომეტრიიდანაა ცნობილი, ბროლის სიმრუდის რადიუსზეა დამოკიდებული. თვალთან სანთლის ახლო შიტანის დროს ბროლის წინა ზედაპირის სიმრუდის რადიუსი 10 მილიმეტრიდან 6 მილიმეტრამდე შემცირდება, მისი უკანა ზედაპირის სიმრუდის რადიუსი კი 5,5 მილიმეტრიდან 5 მილიმეტრამდე. საგნის გამოხატულება თვალში ამის შესატყვისად იცვლის სიდიდეს. ამიტომ ახლო მანძილიდან მას დაპატარავებულს დავინახავთ, შორიდან კი გადიდებულს. თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების სიდიდეც, როგორც არა ერთხელ ყოფილა აღნიშნული, შორს ასევე გადიდებული ჩანს და ახლოს კი დაპატარავებული. ამ მოვლენის თავისებურება ისაა, რომ გარედან ზემოქმედი საგანი არ არსებობს და არც სააკომოდაციო მექანიზმთა გამოყენების საჭიროება დგას.

ბროლის გაჭიმვა და მოდუნება, როგორც ცნობილია, დამოკიდებულია წამწამოვანი კუნთების ტონუსზე, რომელიც ფარმაკოლოგიურ საშუალებათა





ზემოქმედებით შესაძლებელია გავაძლიეროთ და შევასუსტოთ. ბროლის აპკის გამჭვირავი კუნთების ატროფიით გამოწვეული დამბლა იწვევს თვალის გუგის ვაფართოებას, ბროლის მოღუნებასა და მისი სიმრუდის რადიუსის დამოკლებას. ასეთ მდგომარეობაში წიგნის ახლო მანძილიდან კითხვა არ ხერხდება, თვალი ასოებს ვერ არჩევს, იგი შორს ხედვისათვის არის მომართული და საგნები დაპატარავებული გვევლინება (მაკროპნია). ამის საწინააღმდეგო სურათს იძლევა ეხერიანის გამოყენება. ამ დროს ბროლის აპკი დაჭიმულია, მისი სიმრუდის რადიუსი გადიდებულია და გუგა შევიწროებული. თვალი ახლო ხედვის მდგომარეობაშია და საგანი გადიდებული ჩანს (მაკროპნია) [2].

ამრიგად, როცა შეზღუდულია ფოკუსური მანძილის შეცვლის შესაძლებლობა, ე. ი. თუ გამორიცხებულია სააკომოდაციო მექანიზმი, მაშინ როგორც საგანი, ისე ოპტიკური გამოხატულება ახლოს დაპატარავებული ჩანს, შორს კი გადიდებული. ერთი სიტყვით, თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულებების სიდიდის მანძილის პროპორციულად ცვალებადობა წარმოადგენს ბროლის ფუნქციას და, მაშასადამე, მისი მიზეზიც აქედან უნდა მომდინარეობდეს. რამდენად შეეფერება ეს ხინამდვილეს, ამის დანახვის საშუალებას მოგვცემდა თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებაზე სააკომოდაციო მექანიზმთა დამბლის მდგომარეობაში დაკვირვება. ცდა 5 ცდისპირზე დაეაყენეთ, აქედან ორს ატროპინი შეეფუშაპუნეთ და სამს ჰომოტროპინი (ორივე ბროლის გამჭვირავი კუნთების დროებით დამბლას იწვევს).

განვიხილოთ ერთ-ერთი ოქმის მოკლე შინაარსი.

ჰომოტროპინის თვალში წაშვებიდან ნახევარი საათის შემდეგ ცდისპირი უჩივის მხედველობის დაძაბულობასა და თავში სიმძიმის გრძნობას. თვალის გუგა მაქსიმალურად ვაფართოებულია. იგი 45 სანტიმეტრიდან საგანს ბუნდოვნად ხედავს. იგივე საგანი 30 სანტიმეტრიდან ჩანს, მაგრამ აკლია რელიეფურობა. 20—25 სანტიმეტრზე საგნის გაორების მოვლენები შეინიშნება. ამ მანძილიდან ჩვეულებრივ მდგომარეობაში ადვილად დასანახავ საგნებს ვერ ხედავს, მაგალითად, წიგნის კითხვა არ შეუძლია. ასოები არ ჩანს. ამ სიძნელეს ერთბაშად აქარწყლებს ნემსის წვერით გახვრეტილი ქაღალდიდან საგნის აღქმა. ასეთი ხელოვნური გუგიდან ასოები ჩვეულებრივი ზომისა ჩანს და წიგნის კითხვა თავისუფლად შეიძლება.

რაც შეეხება თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებაზე დაკვირვებას, ეს ცდა სიბნელეში მიმდინარეობს და ცდისპირი აკვირდება არა საგანს, არამედ მის თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებას. ძლიერ ახლო მანძილიდან განათებული საგნის ოპტიკური გამოხატულება მალე ქრება და ძლიერ პატარა ჩანს. ჩვეულებრივი მანძილიდან იგი მკაფიოდ დასანახავია და ხანგრძლივადაც რჩება ადგილზე. თვალისა და ხელის მოძრაობასთან შეუღლებული ოპტიკური გამოხატულების როგორც გადიდება, ისე დაპატარავება აშკარად დასანახავია. 20-25 სანტიმეტრიდან ამ პროცესის დანახვა საქმაოდ შეფერხებულია, განსაკუთრებით ოპტიკური გამოხატულების დაპატარავებისა, რაც გამოჩენისთანავე ქრება. საგნის გამოსახულება 20—25 სანტიმეტრის ფარგლებ-



ში სტერეომეტრიულ ფორმას კარგავს. შორი მანძილიდან ოპტიკური გამოხატულების თვალისა და ხელის მოძრაობასთან შეუღლებული გადიდება და დაპატარავება შეუფერხებლად ჩანს. მას არც რელიეფურობა აკლია; რაც შეეხება დაუსრულებელი ფიგურის თანამიმდევარ გამოხატულებას, ის აქაც ჯერ ორიგინალს იმეორებს და შემდეგ იძენს დასრულებულ ფორმას.

ახლა ვნახოთ, რა გავლენას იქონიებს ატროპინი შედარებით უფრო პერიფერიულად მდებარე ოპტიკურ გამოხატულებაზე. ე. ი. პურკინიე—სანსონის ფენომენზე. ატროპინის ჩაშვებიდან 40 წუთის შემდეგ თვალის გუგა მაქსიმალურად ფართოვდება. რქოვანაზე გამოხატულება მკაფიოდ შეინიშნება. გვერდით შეხედვისას ბროლის წინა ზედაპირზე იგი შესამჩნევად გამოხატული, მაგრამ სააკომოდაციო მექანიზმის დროებითა დაძვლამ იმ მხრივ იჩინა თავი, რომ ოპტიკური გამოხატულება ჩვეულებრივზე უფრო პატარა ზომისა ჩანს. ამის თავისებურება იმაშიც მდგომარეობს, რომ სინათლის წყაროს თვალთან მიახლოებით მისი სიდიდე არ იცვლება და დაშორებით სიდიდეს არ იცვლის. ეს შეეხება ბროლის წინა ზედაპირზე გამოსახულ ოპტიკურ გამოხატულებას; რაც შეეხება მის უკანა ზედაპირს, აქ სინათლის გამოსახულების დანახვა მოუხერხებელი დარჩა.

ამრიგად, სააკომოდაციო მექანიზმის დროებითი დამბლის შემთხვევაში პურკინიე—სანსონის ფენომენის მანძილის მიხედვით გადიდება და დაპატარავება იკარგება. ისინი ჩვეულებრივზე უფრო დაპატარავებულნი ჩანან.

პოზიტიური თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების მანძილის მიხედვით ცვალებადობაზე, როგორც ვნახეთ, ბროლის ფუნქციის გამორიცხვა გავლენას არ ახდენს. გამოხატულება ამ შემთხვევაშიაც ახლოს—დაპატარავებული და შორს—გადიდებული ჩანს; რაც შეეხება ბროლის წინა ზედაპირზე გამოხატული ოპტიკურ საგნის გამოხატულებას, იგი, როგორც პერიფერიული ფენომენი, ბროლის ფუნქციის გამორიცხვისთანავე კარგავს მანძილის მიხედვით სიდიდის ცვალებადობის შესაძლებლობას, სამაგიეროდ პოზიტიურ გამოხატულებაზე დაკვირვება გვიჩვენებს, რომ აქ, მიუხედავად აკომოდაციის გამორიცხვისა, სიდიდე როგორც საგნისა, ისე გამოხატულებისა, მანძილის პროპორციულად იცვლება. მართალია, პროცესის მიმდინარეობაში ბროლის მონაწილეობა გამორიცხულია, მაგრამ ადვილი შესაძლებელია, რომ ცვლილების წყაროს შეადგენდეს ქერქიდან მომავალი საინერვაციო იმპულსი. არის თუ არა ეს ასე, ამის შემოწმების საშუალებას მოგვცემდა ბროლამოლებული თვალის შესწავლა.

ჩვენ შევისწავლეთ ორი ადამიანი, რომელთაგან ერთს მარცხენა ბროლა ჰქონდა ამოღებული და მეორეს ორივე. ბროლამოლებულ თვალში, როგორც სპეციალურმა შესწავლამ გვიჩვენა, პურკინიე—სანსონის ფენომენის დანახვა შეუძლებელია. სამაგიეროდ, თანამიმდევარი პოზიტიური გამოხატულების შესწავლის შედეგები არაფერს განსხვავებულს არ შეიცავს იმასთან შედარებით, რაც ჩვენთვის ატროპინის ზემოქმედების შედეგადაა ცნობილი. აქაც, ახლო მანძილიდან განათებული საგნის ოპტიკური გამოხატულება მალე ქრება და ამიტომ ნასზე დაკვირვებაც მოუხერხებელია. მაგრამ საესებით ხსნის ამ სი-

წელს სათვალის გამოყენება, რომლის დახმარებით ფიქსირებული თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება შორი მანძილიდან გადიდებული გვევლინება, ახლო მანძილიდან კი დაბატარავებული. ასეთივე წესით მეორდება ეს ხელის მოძრაობასთან შეუღლებულ ოპტიკურ გამოხატულებაში—თვალთან ხელის მიახლოებას თან სდევს გამოხატულების დაბატარავება, ხელის გაშლას, ე. ი. თავიდან საგნის თანდათან დაშორებისაყენ მიმართულ მოძრაობას, მისი გადიდება.

მაშასადამე, სრულიად უდავოა, რომ თანამიმდევარი პოზიტიური გამოხატულების მანძილის პროპორციულად გადიდება და დაბატარავება ცენტრალური წარმოშობის ნოვლენაა, რომლის ხედვას ხელს ისევე არ უშლის თვალის პერიფერიული დიოპტრიული აპარატის, კერძოდ, ბროლის გამორიცხვა, როგორც სიბნელე თვით ოპტიკური გამოხატულების დანახვას.

ეს შემდგომი გარემოებიდანაც ჩანს. როგორც აღნიშნული იყო, თვალის პერიფერიულ აპარატზე გამლიზიანების შემოქმედების შესაძლებლობა ჩვენ დროებით აღკვეთეთ და ატროპინის გამოყენებით გამოვიწვიეთ საკომოდაციო მექანიზმთა დროებითი დამბლა. ცდა სიბნელეში მიმდინარეობდა და, რასაკვირველია, არავითარი აგენტი არ არსებობდა, რომელიც გარედან შეუცვლიდა გამოხატულებას ფორმასა და სიდიდეს. ამრიგად, არ არსებობს საფუძველი ფენომენის განმსაზღვრელი მიზეზი ტვინის სათანადო ნაწილის გარეშე ვეძაოთ. რაც შეეხება ხელის მოძრაობას, თავისთავად ცხადია, რომ თვალზე შემოქმედება მას არ შეუძლია, რადგანაც სიბნელეში ის არ ჩანს.

ამრიგად, ოპტიკური გამოხატულების მანძილის მიხედვით გადიდებისა და დაბატარავების ერთადერთ მიზეზად, როგორც ვხედავთ, რჩება ტვინის ქერქული მექანიზმი. ჩვენი ფენომენის მიმდინარეობის დასაყრდენს ეს წარმოადგენს, მაგრამ საკითხავია, როგორი აგებულებისაა მექანიზმი, რომელიც ოპტიკურ გამოხატულებაში ცვლილებას იწვევს?

ცხადია, რომ თვალში მიმდინარეობს ფიზიკური კანონებით განსაზღვრული ცვლილება, რომლის მოქმედება იქვე არ აღიკვეთება, არამედ უთუოდ აღწევს რეცეპტორის ქერქული პროექციის ადგილამდე, სადაც პოულობს საბოლოო სახით ჩამოყალიბებულ გამოხატულებას.

თანამიმდევარი გამოხატულება თვითონ წარმოადგენს ქერქში ფიქსირებული ფენომენის ხედვას, ამიტომ ამ გზით უახლოესი შესაძლებლობა არსებობს მასში ცვლილება გამოვიწვიოთ. თვალის გარეშე შეუძლებელია ოპტიკური გამოხატულების მიღება, ისეთი ორგანოა, რომლის მოქმედებაში ცენტრისა და პერიფერიის ერთობლიობა იშვიათი სიცხადითაა წარმოდგენილი.

სწორედ ამიტომ უნდა ვიგულისხმოთ, რომ ჩვენ საქმე გვაქვს თვალში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების შესატყვის ქერქულ მექანიზმებთან, რომელთაც დროთა მსვლელობაში შეუძენიათ ფიქსირებული, ე. ი. სტერეოტიპული მოქმედება.

აკად. ი. პავლოვის ფიზიოლოგიურ ლაბორატორიებში მოპოვებული ფაქტებიდან ვიცით, რომ გამლიზიანებულთა სტერეოტიპის შესატყვისად ტვინის ქერქულ აპარატში ყალიბდება აგზნებისა და შეკავების სისტემურობა.

ამის შემდეგ განსხვავებული მოდალობისა და ლოკალიზაციის გამლიზიანებ-  
 ლები სპეციფიკურობას კარგავენ და იქცევიან სივრცულად არა თავის შესა-  
 ტყვის რეაქციითა, არამედ სისტემატურობისა, რაც ექსპერიმენტულ პირო-  
 ბებში იყო განმტკიცებული. თითოეული გამლიზიანებლის შემოქმედებას აგზ-  
 ნებისა და შეკავების ფუნქციურად ერთიანი სისტემა მოჰყავს მოქმედებაში.  
 საპასუხო რეაქციითა მიმდინარეობას ეს განსაზღვრავს და, სანამდის ის ძა-  
 ლაშია, ყოველი შთაბეჭდილება და საქცეო რეაქცია, ამის საფუძველზე გადა-  
 მუშავებული პოულობს გარეთ გამომქვანებას, ე. ი. როგორცაა მექანიზმის  
 წყობა, ისეთია საპასუხო რეაქციითა მიმდინარეობა.

ასეთია საქმის ვითარება, მაგრამ ამაზე მხოლოდ მითითება არ იქნება  
 საკმარისი, ამიტომ ვეცდებით ფიქსირებული განწყობის შეთოდით ჩვენი მო-  
 საზრების ექსპერიმენტული გზით დასაბუთებას.

ცდისპირს სიბნელეში ერთდროულად და რამდენიმეჯერ თუ ვუჩვენეთ  
 ერთი დიდი და მეორე პატარა წრე, მას გამლიზიანებელთა სისტემატური  
 შემოქმედების შედეგად გარკვეული რეაქციისათვის შეუშუშავდება მზაობა, რო-  
 მელიც ფიქსაციის შემდეგ საკმაო ხანს შეინარჩუნებს მოქმედების ძალას. ამის  
 შემდეგ ტოლი წრეების განათებას ცდისპირი უტოლო წრეების ფიქსირებუ-  
 ლი მზაობით ეგებება და ის ტოლი წრეების ოპტიკურ გამოხატულებებს ხე-  
 დავს არა ტოლად, არამედ უტოლოდ. რეაქციის ასე მიმდინარეობა შეიძლე-  
 ბა განმეორდეს არა ერთხელ, არამედ რამდენიმე ექსპოზიციის განმავლობაში,  
 ე. ი. სანამ ის მოქმედების ძალას არ დაკარგავს და არ შემუშავდება ქერქუ-  
 ლი მექანიზმების ტოლ გამლიზიანებელთა შესატყვისი წყობა.

ორი ტოლი წრის ოპტიკურ გამოხატულებათა უტოლოდ, ე. ი. ერთის  
 დიდად და მეორისა პატარად განცდას, როგორც ექსპერიმენტის გაცნობიდან  
 ჩანს, საფუძვლად უტოლო გამლიზიანებელთა შესატყვისი მექანიზმების ფიქ-  
 სირებული მზაობა უდევს, რომელიც ტოლი წრეების განათების სიტუაციაში  
 მოქმედების ძალას არ კარგავს და თავის შესატყვისად საპასუხო რეაქციითა  
 მიმდინარეობას აფორმებს.

ერთი სიტყვით, როცა თვალზე ტოლი წრეების შემოქმედებას მივმარ-  
 თავთ, რასაკვირველია, ისინი თავის შესატყვის ფოტოქიმიურ რეაქციას იწყე-  
 ვენ და ბაღურაზე ტოლი ობიექტების ტოლი გამოსახულებები უნდა აღიბეჭ-  
 დოს. მაგრამ ამ გრძნობადი შინაარსის სიდიდე, როგორც ვნახეთ, განიცდება  
 არა ტოლად, არამედ უტოლოდ, ე. ი. ერთი დიდად და მეორე პატარად [4].

ეს ისეთი ექსპერიმენტული ფაქტია, რომელიც მიუთითებს გამლიზიანე-  
 ბელთა სიდიდის ასახვაზე მექანიზმების იმ წინასწარი მზაობის საფუძველზე,  
 რომელიც ჩვენ მიერ იყო შემუშავებული. აქედან ჩანს, რომ გამლიზიანებელთა  
 განფენილობა, მათი სიდიდე ჩვენს განცდაში გამოხატულებას პოულობს ქერ-  
 ქული მექანიზმების მოწყობა-მომართვის შესატყვისად.

მაშასადამე, თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების გადიდება და  
 დაპატარავება თვალის დიოპტრიულ აპარატში მიმდინარე ცვლილებათა შე-  
 სატყვისად მომართული ქერქული მექანიზმის საფუძველზე აღმოცენდება. გამ-  
 ლიზიანებელთა სისტემური განმეორებით, როგორც ეს საერთოდ ცნობილია,

მისი განმტკიცებაცაა ცნობილი და ხელმეორედ აქტუალიზაციაც. როგორც ეს ერთ-ერთი ჩვენი შრომის მიხედვით გამოირკვა, ოპტიკურ გამოხატულებაში ცვლილების ხელმეორედ გამოწვევის ძალა აქვს არა ყოველ გამლიზიანებელს, არამედ ისეთს, რომელსაც თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებასთან პირობითი კავშირი დაუმყარებია [1].

პირობითი კავშირის გაკაფვის შემდეგ გამლიზიანებელთა კომპლექსიდან ერთ-ერთის ამოქმედებაც საკმარისია, მაგალითად, ფეხის, ხელის, თვალის, კანის, რააა მოქმედებაში მოვიდეს არა ხელის მოქმედების „ფსიქომოტორული ცენტრი“, არამედ მექანიზმების ფიქსირებული სისტემა და თანამიმდევარმა ოპტიკურმა გამოხატულებამ ამის შესატყვისი ცვლილება განიცადოს. თვითონ ხელის მოხრასა და გაშლას, რასაკვირველია, თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებასთან არაფერი აქვს საერთო, მაგრამ თუ ის ცვლილებათა კომპლექსს დაფუკავშირეთ, რომლის საფუძველზეც აღმოცენდება გამოხატულების დაპატარავებისა და გადიდების განცდა, მაშინ მარტო ხელის მოძრაობაც საკმარისია სათანადო ეფექტის მსაღებად.

ხელის მოძრაობა ამ შემთხვევაში სიგნალის როლს ასრულებს, რომელსაც მოქმედებაში მოყავს მექანიზმების სისტემურობა, რომლის საფუძველზე თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება ან დიდად ყოფილა განცდილი, ან დაპატარავებულად.

თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების სიდიდე, რასაკვირველია, ისეთი უნდა დარჩეს, როგორც ის თავიდან იყო. მაგრამ ჩვენ ხელის ისეთ მოძრაობას მივმართავთ, რომელსაც თან სდევს მასთან შეუღლებული ქერქული მექანიზმების აღდგენა და რომლის მოქმედების დროს გამოხატულება ყოველთვის დაპატარავებული გვინახავს.

ასეთივე სიგნალია ხელის გაშლაც, რომელსაც თვალის მოძრაობასთან შეუღლების შემდეგ მექანიზმთა ისეთი წყობა მოყავს მოქმედებაში, რომლის საფუძველზე ოპტიკური გამოხატულება ყოველთვის გადიდებული ყოფილა.

„გალიზიანებათა გარკვეული კომბინაცია, რომელიც მომდინარეობს ბადურიდან და თვალის კუნთებიდან, დაემთხვევა რა რამდენიმეჯერ გარკვეული სიდიდის საგნის შეხებით გამოწვეულ გალიზიანებას. წარმოადგენს სიგნალს, რომელიც გადაიტყვევა საგნის ნამდვილი სიდიდის პირობით გამლიზიანებლად“ [3].

ამრიგად, ხელის მოძრაობა, დროთა ვითარებაში შეუღლებული თვალის მოძრაობასთან, ჩვენს ცდებში ისეთი სიგნალის როლს ასრულებს, რომელიც ქერქული მექანიზმების ხელმეორედ აქტუალიზაციას იწვევს და ამის საფუძველზე ცნობიერებას ელემენტარული შინაარსი—ოპტიკური გამოხატულება ხან დაპატარავებული, ხან გადიდებული განიცდება.

გარემოს შესატყვისად ჩამოყალიბებულ კინესთეტიკურ მექანიზმთა გარკვეულ წყობას, როგორც აღვნიშნეთ, გარკვეული შინაარსი შეესატყვისება არა თავისთავად, არამედ იმიტომ, რომ მათ ერთად უმოქმედიათ და ერთად მოქმედების ფიქსირებული წყობაც შეუძენიათ. ამას ემყარება ტვინის ქერქის კინესთეტიკური მექანიზმებისა და მასთან დაკავშირებული შინაარსის ერთობლიობის განცდა. ამ განცდის შინაარსია საგანთა სამყარო, მექანიზმთა ქერ-

ქის კინესთეტიკურ უჯრედებს შორის კავშირი. მათი ერთად მოქმედ სისტემად გავრთიანების საფუძველი არის გამლიზიანებლის ზემოქმედების შედეგად ჩამოყალიბებული განწყობა, ე. ი. მექანიზმისა და შინაარსის ერთობლიობის ასახვა.

განწყობა აქ მოუთითებს მოქმედებით პროცესების ისეთ საფუძველზე, რომელიც წინ უსწრებს, როგორც მიზეზი შედეგს, გაცნობიერებულ შინაარსთა აღმოცენებას. ამრიგად, ორგანიზმის გარკვეული მოქმედებისათვის მზაობა ჩვენში არაცნობიერის სახით არსებობს, რომლის საფუძველზე აღმოცენებული ცნობიერების შინაარსი—ობტიკური გამოხატულების სიდიდე—გაცნობიერებას მოქმედებაში პოულობს, ისიც იმ შემთხვევაში, თუ მას, ვისაც ეს მოქმედება ეკუთვნის, შეუძლია დაინახოს მასში მიზეზსა და შედეგს შორის ურთიერთობა. ასეთია სივრცის განცდის არაცნობიერი საფუძველი, რომელიც სრულიად ზედმეტად ხდის „არაცნობიერი მსჯელობის“ დაშვებას.

ზოგი მკვლევარი ასეთი მსჯელობის უნარს თვალს მიაწერდა, მაგრამ ფიქსირებული განწყობა, როგორც ყველა ამ სახის მოვლენის საფუძველი, სრულ შესაძლებლობას იძლევა ამგვარი წინააღმდეგობიდან თავი დავაღწიოთ და საბუნებისმეტყველო ფაქტებზე დამყარებით გავითვალისწინოთ, თუ როგორ დაემორჩილა ინდივიდს გარემოსთან ურთიერთობით განსაზღვრული თვალში მიმდინარე ფიზიკური ცვლილებები და როგორ გაიხადა იგი შეგნებულ და შეუგნებელი ინერვაციის საგნად. ამის გარეშე თვალი, რასაკვირველია, გამლიზიანებელთა სირთულეს თავს ვერ გაართმევდა და ვერც თავის დანიშნულებას შეასრულებდა ორგანიზმის წინაშე.

არის კიდევ ერთი გარემოება, რომლის ყურადღების გარეშე დატოვება შეუძლებელია. საგანი ახლო მანძილიდან დიდი ჩანს, ამავე საგნის თანამიმდევარი ობტიკური გამოხატულება კი დაპატარავებული. რით უნდა იყოს ეს გამოწყველი? თანამიმდევარი გამოხატულების მიმდინარეობაში, როგორც არა ერთხელ იყო აღნიშნული, სააკომოდაციო მექანიზმი, კერძოდ, ბროლის გამჭიმავი კუნთები, მონაწილეობას არ ღებულობენ და ამიტომ ხატის სიდიდე ისე იცვლება, რომ მასში ბროლის მონაწილეობა ფაქტობრივ გამორიცხულია. იმავე ცვლილებას ჰქონდა ადგილი, როცა ატროფიით გამოიწვიეთ სააკომოდაციო მექანიზმთა დაშლა. ამ პირობებში როგორც გამოხატულება, ისე საგანიც, ახლოს დაპატარავებული ჩანს და შორს კი გადიდებული.

მაშასადამე, აქაც ხდება საგნის გადიდება და დაპატარავება ფოკუსური მანძილის პროპორციულად. მაგრამ საკმარისია ბროლი ქმედით მდგომარეობაში ჩავაყენოთ, რომ დიოპტრიული აპარატის სიმრუდის რადიუსსა და თვალის ფოკუსურ მანძილს შორის უკუპროპორციული დამოკიდებულება აღდგეს. ახლა საგანი რაც უფრო თვალს უახლოვდება (ე. ი. ფოკუსური მანძილი მოკლდება), მით უფრო იჭიმება ბროლის აპკი, მისი სიმრუდის რადიუსი იზრდება და, როგორც მითითებული იყო, საგნის სიდიდეც ამის შესატყვისად მატულობს. მხედველობის ძლიერ შორს გადატანისას, როცა აკომოდაციის საჭიროება მოხსნილია, იგივე საგანი დაპატარავებული ჩანს.

ამრიგად, აკომოდაციის გარეშე როგორც საგნის, ისე ობტიკური გამოხატულების სიდიდე მანძილის პროპორციულად იცვლება, ხოლო აკომოდაციის მონაწილეობის შემთხვევაში საგნის და, მაშასადამე, მისი თანამიმდევარი ობტიკური გამოხატულების სიდიდე, მანძილის უკუპროპორციულ ცვლილებას განიცდის. საგნისა და ობტიკური გამოხატულების სიდიდის აღქმაში განსხვავებას მხოლოდ იმ შემთხვევაში აქვს ადგილი, როცა ბროლი, ე. ი.

თვალის პერიფერიული აპარატი, აქტიურად ღებულობს მონაწილეობას ფენომენის გაფორმებაში. მაშასადამე, როგორც საგნის, ისე ოპტიკური გამოხატულების სივრცის აღქმა ერთი კანონზომიერებით განსაზღვრული ფენომენია, მაგრამ მათ მოქმედებაში თუ დაპირდაპირება შეინიშნება, ეს გამოწვეულია იმ კორექციით, რომელიც სააკომოდაციო მექანიზმის მონაწილეობის შედეგია.

სივრცის განცდის მექანიზმები ცენტრალური წარმოშობისაა, რომელიც ტვინში გამლიზიანებელთა ხანგრძლივი ზემოქმედების შედეგადაა ჩამოყალიბებული. ამ განცდის შინაარსი გამლიზიანებლის ასლია, ხოლო სივრცე, როგორც მექანიზმისა და შინაარსის ერთობლიობა, არც ინდივიდის განწყობით გაშუალებული განცდა, რომელიც წარმოადგენს ტვინის ანალიზური და სინთეზური მუშაობის პროდუქტს და არამის თანშობილ თვისებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

დ. უზნაძის სახელობის

ფსიქოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მიუვლია 15. 11. 1951)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. ი. ბჭალავა. სივრცის განცდა თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებაში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XIII, № 2, 1952.
2. Бабский. Курс общей физиологии, 1948.
3. И. П. Павлов, Двадцатилетний опыт. 1938.
4. ი. ბჭალავა. თანამიმდევარი ხატი და ფიქსირებული განწყობა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XI, № 2, 1950.



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

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

ხელმოწერილია დააბეჭდად 29.4.1952

სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 5

ანაწყოების ზომა 7×11

ნაბეჭდი ფორმა 4

შეჯ 731

უგ 02631

ტირაჟი 1000





დამატება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოქმედ გადმოცემულია მათა გამოკვლევების მთავარი შედეგები.

2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეჯია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.

3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა— ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.

4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.

5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 3 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.

6. მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის როელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.

7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საცხებიტ გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.

8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ეურნალის სახელწოდება, ნომერი სერისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, საკვადებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.

9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმულ კვადრატულ ფრჩხილებში.

10. წერალებს ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს ხათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.

11. ავტორს ეშლება გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფაიოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემადან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძმარქინსკი ქ., 8.