

524  
1958/2



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის  
მ თ ე მ ბ ე

ტომი XX, № 3

ძიებითარი, ქართული განმარტება

1958

მ ა რ ა

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის განმარტებლობა  
თბილისი



1. ლ. ხვინციანი. სითბოვამეტრობის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნის ერთი შემთხვევის შესახებ რთული კონფიგურაციის ტანებისათვის . . . . .	257
<b>ღრმაპლანის თეორია</b>	
2. დ. ცხოვრებაძე. კერძო სახის სიმეტრიული პრინციპული გარსის მომენტური დაძაბული მდგომარეობის ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნა . . . . .	265
<b>ჰიდრომეხანიკა</b>	
3. თ. შველიძე. ვენერგოსისტემაში მომუშავე ფილტრადი წყალსაცავიანი ჰიდროელექტროსადგურის მაქსიმალური საექსპლუატაციო ჰორიზონტის განსაზღვრისათვის . . . . .	273
<b>ფიზიკა</b>	
4. გ. კილაშვილი. ატომგულეების ელექტროდინამიკური ანალიზი . . . . .	277
<b>ბეოფიზიკა</b>	
5. ე. სავარენსკი და ი. აივაზოვი. სენსიტიური რადიაციის გამოსვლის კუთხის განსაზღვრის შესახებ . . . . .	285
<b>ქიმიკა</b>	
6. კრ. არეშიძე და ე. ბენაშვილი. ნორიოს ბენზინის ჰექსაჰიდროარომატული ნაზირწყალბადების გამოკვლევა დეჰიდროგენული კატალიზის საშუალებით . . . . .	291
7. რ. ლაღიძე და ლ. ჩიგოჯიძე. ვარდის გერანში მენთონის დაგროვების ხელშემწყობი ფაქტორების შესახებ . . . . .	299
8. ლ. ხანანაშვილი. ახალი სახის სილიკატური მასალების მიღება სილიკოორგანული და ზოგიერთი არაორგანული ნაერთის ურთიერთქმედებით . . . . .	307
<b>გეოგრაფია</b>	
9. ს. ნემანიშვილი. მდინარის მოტაცების მაგალითი ახალციხის ქვაბულში . . . . .	315
<b>ტიქნიკა</b>	
10. დ. თავხელიძე. მცოციანი ხუთგოლა მექანიზმის მდგომარეობის მონახვა . . . . .	321
11. გ. ნოზაძე. საქართველოში ნამდნარი მაგნეზური ფოსფატების წარმოების საკითხისათვის . . . . .	329
<b>მატალურბიკა</b>	
12. მ. კეკელიძე. სილიკომანგანუმის გამოდნობა ჰიათურის გარეცხილი მანგანუმის IV ხარისხის მადნიდან და მისი აგლომერატიდან . . . . .	335
<b>სამთო სპემი</b>	
13. ვ. ქლიავა. ვადახსნის ზღვრული სისქის განსაზღვრა და სისტემის პარამეტრების ანგარიში ჰიათურა-საჩხერის მანგანუმის აუზის ნაწილის ღია წესით დამუშავებისას . . . . .	339
<b>ზოოლოგია</b>	
14. ე. დიდმანიძე. მასალები ლაგოდების სახელმწიფო ნაკრძალში გავრცელებული ქერცლფერთიანების სახეობრივი შედგენილობის შესწავლისათვის . . . . .	345
<b>ფიზიოლოგია</b>	
15. მ. ნუცუბიძე. სიმბათინისა და ჰისტამინის როლი ორბელი-გინეცინციის ფენომენის წარმოშობაში . . . . .	353
<b>ექსპერიმენტული მედიცინა</b>	
16. გ. ბოჭორიშვილი. უმაღლესი ნერვული მოქმედების ცვლილებები კიდურთა ძვლების დაზიანების დროს . . . . .	359
17. გ. სამსონიძე. ოპერირებული თირკმლის წონისა და ზომების ცვლილებანი . . . . .	367
18. ტ. გედევანიშვილი. მასალები სათითურას პრეპარატების ეფექტურობის შესახებ სისხლის მიმოქცევის მოშლის სხვადასხვა ფორმის დროს . . . . .	371
<b>ისტორია</b>	
19. მ. ნატყევაძე. პირველი ხუთწლედის პერიოდში საქართველოს მუშათა კლასისა და გლეხობის კავშირის საკითხისათვის . . . . .	377

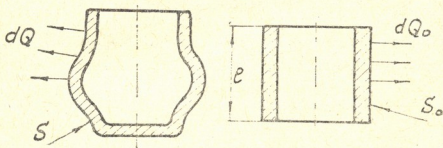
გათვებითა

ლ. ხვინჯია

სითბოგამტარობის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნის ერთი შემთხვევის შესახებ რთული კონფიგურაციის ტანებისათვის  
(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 29.5.1957)

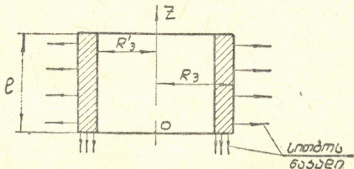
§ 1. ამოცანის დასმა და სითბოგამტარობის განტოლება:

თბოტექნიკის ანგარიშებში ხშირად აუცილებელია სითბოგამტარობის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა რთული კონფიგურაციის ტანებისათვის. დავეუვათ, გვაქვს რთული კონფიგურაციის ღრუ ტანი (ფიგ. 1), რომელიც მოთავსებულია გამაცივებელ გარემოში.



ფიგ. 1

სითბური ნაკადის სტაბილურობის კანონის თანახმად, რთული კონფიგურაციის ტანი შეიძლება შეიცვალოს ღრუ ცილინდრით, თუკი სითბურ ნაკადებს უცვლელად დავტოვებთ [2].



ფიგ. 2

დავეუვათ, რომ გვაქვს ეკვივალენტური ღრუ ცილინდრი (ფიგ. 2), რომლის ტემპერატურაა  $t_0$ . საწყის მომენტში მას ათავსებენ გამაცივებელ გარემოში. „მოამბე“, ტ. XX, № 3, 1958



მოში, რომლის ტემპერატურა  $t_c$  მუდმივია და  $t_c < t_0$ . სასრული ზომების დრუ ცილინდრისათვის სითბოს გამტარობის დიფერენციალური განტოლება შეიძლება დაიწეროს შემდეგი სახით [3]:

$$\frac{\partial t(r, z, \tau)}{\partial \tau} = a \nabla^2 t(r, z, \tau),$$

სადაც  $a$  ტანის ტემპერატურის გამტარიანობის კოეფიციენტია, ხოლო  $\nabla^2$ —ლაპლასის ოპერატორი.

თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ სასაზღვრო პირობები დამოკიდებულია მხოლოდ  $r$  და  $z$ -ზე და ჩავსვამთ ლაპლასის ოპერატორის მნიშვნელობას ცილინდრულ კოორდინატებში, საბოლოოდ მივიღებთ

$$\frac{\partial t(r, z, \tau)}{\partial \tau} = a \left[ \frac{\partial^2 t(r, z, \tau)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t(r, z, \tau)}{\partial r} + \frac{\partial^2 t(r, z, \tau)}{\partial z^2} \right]. \quad (1.1)$$

(1.1) დიფერენციალური განტოლების ამოხსნას ვეძებთ შემდეგი სახით:

$$\frac{t(r, z, \tau)}{t_0 - t_c} = \frac{t(z, \tau) - t_c}{t_0 - t_c} \cdot \frac{t(r, \tau) - t_c}{t_0 - t_c}, \quad (1.2)$$

სადაც  $t(z, \tau)$  სითბოს გამტარობის დიფერენციალური განტოლების

$$\frac{\partial t(z, \tau)}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t(z, \tau)}{\partial z^2}$$

ამოხსნაა უსასრულო ფირფიტისათვის, ხოლო  $t(r, \tau)$ —სითბოს გადაცემის დიფერენციალური განტოლების

$$\frac{\partial t(r, \tau)}{\partial \tau} = a \left[ \frac{\partial^2 t(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t(r, \tau)}{\partial r} \right]$$

ამოხსნა უსასრულო ცილინდრისათვის, რომელთა გადაკვეთა გვაძლევს სასრული ზომების მქონე ცილინდრს [2].

მაშასადამე, საბოლოოდ შეგვიძლია დავწეროთ უსასრულო ფირფიტისათვის სითბოს გადაცემის დიფერენციალური განტოლება შემდეგი სახით:

$$\frac{\partial t(z, \tau)}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t(z, \tau)}{\partial z^2} \quad (1.3)$$

და სასაზღვრო პირობები

$$t(z, 0) = t_0, \quad (1.4)$$

$$-\frac{\partial t(0, \tau)}{\partial z} + \frac{\alpha_0}{\lambda} [t(0, \tau) - t_c] = 0, \quad (1.5)$$

$$\frac{\partial t(l, \tau)}{\partial z} = 0. \quad (1.6)$$

უსასრულო ცილინდრისათვის კი შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{\partial t(r, \tau)}{\partial \tau} = a \left[ \frac{\partial^2 t(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t(r, \tau)}{\partial r} \right] \quad (1.7)$$

და სასაზღვრო პირობები

$$t(r, 0) = t_0, \quad (1.8)$$

$$\frac{\partial t(R_3, \tau)}{\partial r} + \frac{\alpha_0}{\lambda} [t(R_3, \tau) - t_c] = 0, \quad (1.9)$$

$$\frac{\partial t(R'_3, \tau)}{\partial r} = 0. \quad (1.10)$$

§ 2. სითბოგამტარობის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა უსასრულო ფირფიტისათვის

(1.3) განტოლებაში მოვახდინოთ ჩასმა  $t(\zeta, \tau) = \varphi(\zeta, \tau) + t_c$ , მაშინ ნაცვლად (1.3), (1.4), (1.5) და (1.6) გვქვინება

$$\frac{\partial \varphi(\zeta, \tau)}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 \varphi(\zeta, \tau)}{\partial \zeta^2}, \quad (2.1)$$

$$\varphi(\zeta, 0) = t(\zeta, 0) - t_c = t_0 - t_c = t_p, \quad (2.2)$$

$$-\frac{\partial \varphi(0, \tau)}{\partial \zeta} + \frac{\alpha_0}{\lambda} \varphi(0, \tau) = 0, \quad (2.3)$$

$$\frac{\partial \varphi(l, \tau)}{\partial \zeta} = 0. \quad (2.4)$$

თუ მოვახდენთ პუასონის ჩასმას  $\varphi = \sum T \cdot Z$  (2.1) განტოლებაში, სადაც  $T$  ფუნქციაა მხოლოდ  $\tau$ -სი და  $Z$  ფუნქციაა მხოლოდ  $\zeta$ -ის, მარტივი გარდაქმნების შემდეგ შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{1}{aT} \frac{dT}{d\tau} = \frac{1}{Z} \frac{d^2Z}{d\zeta^2} = -k_n^2 = \text{const}, \quad (2.5)$$

სადაც  $k_n$  მუდმივია.

თუ ავიღებთ (2.5) გამოსახულებიდან განუზღვრელ ინტეგრალს, საბოლოოდ მივიღებთ

$$\varphi(\zeta, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos k_n \zeta + B_n \sin k_n \zeta) C_n e^{-ak_n^2 \tau} \quad (2.6)$$

(2.6) ტოლობას აქვს აზრი, რადგანაც ფუნქცია  $\varphi(\zeta, \tau)$  უწყვეტია, აქვს შემოსაზღვრული კერძო წარმოებულები  $\frac{\partial \varphi}{\partial \zeta}$  და  $\frac{\partial \varphi}{\partial \tau}$  და განსახილველ არეში

არსებობს შერეული წარმოებულები  $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial \zeta \partial \tau}$ .

სასაზღვრო პირობა (2.4) გვაძლევს

$$\frac{A_n}{B_n} = \frac{\cos k_n l}{\sin k_n l}, \quad (2.7)$$

ხოლო (2.3) სასაზღვრო პირობის საფუძველზე

$$\frac{A_n}{B_n} = k_n \frac{\lambda}{\alpha_0}. \quad (2.8)$$



თუ გავუტოლებთ (2.7) და (2.8) გამოსახულების მარჯვენა მხარეებს, მივიღებთ მახასიათებელ განტოლებას

$$x_n \cdot \operatorname{tg} x_n = \frac{\alpha_0}{\lambda} \cdot l, \quad (2.9)$$

სადაც  $x_n = k_n l$  (2.9) მახასიათებელი განტოლების ფესვების საკუთარი მნიშვნელობებია.

(2.9) განტოლების ფესვები შეიძლება მოინახოს ცხრილებში [4].

(2.7) განტოლების ძალით შეიძლება მივიღოთ

$$A_n = \cos k_n l = \cos x_n \quad \text{და} \quad B_n = \sin k_n l = \sin x_n$$

და საკუთარი ფუნქციები ღებულენ შემდეგ სახეს

$$\varphi(\zeta, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos x_n \left(1 - \frac{\zeta}{l}\right) e^{-a \frac{x_n^2}{l^2} \tau}. \quad (2.10)$$

იმისათვის, რომ დავაკმაყოფილოთ საწყისი პირობები, საჭიროა შემდეგი ტოლობის დაცვა:

$$\varphi(\zeta, 0) = \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos x_n \left(1 - \frac{\zeta}{l}\right) = t_p. \quad (2.11)$$

(2.11) ტოლობას აქვს აზრი, რადგანაც ფუნქცია  $\varphi(\zeta, 0)$  უწყვეტია  $2\pi$  პერიოდით, წარმოებული აბსოლუტურად ინტეგრებადია და ამიტომ მწკრივი კრებადია  $\varphi(\zeta, 0)$ -კენ  $\zeta$ -ის ყოველი მნიშვნელობისათვის.

თუ გავამრავლებთ (2.11) ტოლობის ორივე მხარეს  $\cos x_n \left(1 - \frac{\zeta}{l}\right)$  და ავიღებთ ინტეგრალს  $\zeta = 0$ -დან  $\zeta = l$ -მდე, მივიღებთ

$$\int_0^l \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos^2 x_n \left(1 - \frac{\zeta}{l}\right) d\zeta = \int_0^l t_p \cos x_n \left(1 - \frac{\zeta}{l}\right) d\zeta.$$

გარდაქმნების შემდეგ შეგვიძლია დავწეროთ

$$C_n = 4 t_p \cdot \frac{\sin x_n}{2x_n + \sin 2x_n}. \quad (2.12)$$

მაშინ (2.10) ტოლობა ღებულობს სახეს

$$\varphi(\zeta, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} 4 t_p \cdot \frac{\sin x_n}{2x_n + \sin 2x_n} \cdot \cos x_n \left(1 - \frac{\zeta}{l}\right) e^{-a \frac{x_n^2}{l^2} \tau}.$$

ამგვარად, სიბოგამტარობის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა უსასრულო ფირფიტისათვის მიიღებს შემდეგ სახეს

$$t(\zeta, \tau) = t_0 + \sum_{n=1}^{\infty} 4(t_0 - t_c) \cdot \frac{\sin x_n}{2x_n + \sin 2x_n} \cos x_n \left(1 - \frac{\zeta}{l}\right) e^{-a \frac{x_n^2}{l^2} \tau}. \quad (2.13)$$

§ 3. სითბოგადაცემის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა უსასრულო, ღრუ ცილინდრისათვის

(1.7) განტოლებაში მოვხდინოთ ჩასმა  $t(r, \tau) = \psi(r, \tau) + t_0$ , მაშინ ნაცვლად (1.7), (1.9) და (1.10) გვექნება

$$\frac{\partial \psi(r, \tau)}{\partial \tau} = a \left[ \frac{\partial^2 \psi(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \psi(r, \tau)}{\partial r} \right], \quad (3.1)$$

$$\psi(r, 0) = t(r, 0) - t_0 = t_{\sigma} - t_0 = t_p, \quad (3.2)$$

$$\frac{\partial \psi(R_3, \tau)}{\partial r} + \frac{\alpha_0}{\lambda} \psi(R_3, \tau) = 0, \quad (3.3)$$

$$\frac{\partial \psi(R'_3, \tau)}{\partial r} = 0. \quad (3.4)$$

თუ გამოვიყენებთ პუასონის ჩასმას  $\psi = \sum R \cdot T$  (3.1) განტოლებაში, გარდაქმნების შემდეგ შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{1}{aT} \frac{dT}{d\tau} = \frac{d^2R}{dr^2} \cdot \frac{1}{R} + \frac{1}{Rr} \cdot \frac{dR}{dr} = \lambda_n^2,$$

სადაც  $\lambda_n$  მუდმივია.

განტოლებას  $\frac{1}{aT} \frac{dT}{d\tau} = -\lambda_n^2$  აქვს ამოხსნა  $T = F_n e^{-a\lambda_n^2 \tau}$ ,

ხოლო განტოლება  $\frac{d^2R}{dr^2} \cdot \frac{1}{R} + \frac{1}{Rr} \cdot \frac{dR}{dr} = -\lambda_n^2$  არის ეილერ-ბესელის ნულოვანი რიგის განტოლება და მისი ზოგადი ამოხსნა დაიწერება ასე:

$$R(r) = D_n I_0(\lambda_n r) + E_n Y_0(\lambda_n r),$$

სადაც  $D_n$  და  $E_n$  ნებისმიერი მუდმივებია,  $I_0$  და  $Y_0$  - პირველი და მეორე გვარის ნულოვანი რიგის ბესელის ფუნქციები. მაშინ

$$\psi(r, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} [D_n I_0(\lambda_n r) + E_n Y_0(\lambda_n r)] F_n e^{-a\lambda_n^2 \tau}. \quad (3.5)$$

(3.4) სასაზღვრო პირობა გვაძლევს

$$D_n I'_0(\lambda_n R'_3) + E_n Y'_0(\lambda_n R'_3) = 0, \quad (3.6)$$

ხოლო (3.3) სასაზღვრო პირობებიდან ვღებულობთ

$$D_n \left[ I'_0(\lambda_n R_3) + \frac{\alpha_0}{\lambda} I_0(\lambda_n R_3) \right] + E_n \left[ Y'_0(\lambda_n R_3) + \frac{\alpha_0}{\lambda} Y_0(\lambda_n R_3) \right] = 0. \quad (3.7)$$

იმისათვის, რომ (3.6) და (3.7) განტოლებათა სისტემა გვაძლევდეს ნულისაგან განსხვავებულ ამოხსნას, საჭიროა, რომ მისი დეტერმინანტი უდრიდეს ნულს, მაშინ მახასიათებელი განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\begin{aligned} & \left[ \frac{\alpha_0}{\lambda} Y_0(\lambda_n R_3) - \lambda_n Y_1(\lambda_n R_3) \right] I_1(\lambda_n R'_3) \\ & - \left[ \frac{\alpha_0}{\lambda} I_0(\lambda_n R_3) - \lambda_n I_1(\lambda_n R_3) \right] Y_1(\lambda_n R'_3) = 0. \end{aligned} \quad (3.8)$$

ამ ტრანსცენდენტულ განტოლებაში შედის ფუნქციები, რომელთა მნიშვნელობები უშუალოდ მოცემულია ცხრილებში და მისი ამოხსნა დიდ სირთულეს არ წარმოადგენს [1].

(3.6) გამოსახულების ძალით შეიძლება დაიწეროს

$$D_n = -\lambda_n Y_1(\lambda_n R'_3), \quad (3.9)$$

$$E_n = \lambda_n I_1(\lambda_n R'_3) \quad (3.10)$$

და საკუთარი ფუნქციები დებულობენ შემდეგ სახეს

$$\begin{aligned} \psi(r, \tau) &= \sum_{n=1}^{\infty} [-\lambda_n Y_1(\lambda_n R'_3) I_0(\lambda_n r) + \lambda_n I_1(\lambda_n R'_3) Y_0(\lambda_n r)] F_n e^{-a\lambda_n^2 \tau} \\ &= \sum_{n=1}^{\infty} R_{0(n)}(\lambda_n r) F_n e^{-a\lambda_n^2 \tau}. \end{aligned} \quad (3.11)$$

(3.2) საწყისი პირობა მოითხოვს, რომ დაკმაყოფილებულ იქნეს ტოლობა

$$\psi(r, 0) = \sum_{n=1}^{\infty} R_{0(n)}(\lambda_n r) F_n = t_p. \quad (3.12)$$

შემოვიღოთ აღნიშვნა

$$R_{0(m)} = D_m I_{0(m)}(\lambda_m r) + E_m Y_{0(m)}(\lambda_m r),$$

$$R_{0(n)} = D_n I_{0(n)}(\lambda_n r) + E_n Y_{0(n)}(\lambda_n r).$$

ეს ორი გამოსახულება წარმოადგენს დიფერენციალური განტოლების

$$\frac{d^2 R}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dR}{dr} + \lambda^2 R = 0 \quad \text{ამონახსნს,}$$

$$\text{ანუ} \quad R''_{0(m)} + \frac{1}{r} R'_{0(m)} + \lambda_m^2 R_{0(m)} = 0$$

$$\text{და} \quad R''_{0(n)} + \frac{1}{r} R'_{0(n)} + \lambda_n^2 R_{0(n)} = 0.$$

გავამრავლოთ პირველი განტოლება  $R_{0(n)}$ -ზე, მეორე კი  $R_{0(m)}$ -ზე; პირველ ნამრავლს გამოვაკლოთ მეორე და მივიღებთ ტოლობას

$$(\lambda_m^2 - \lambda_n^2) R_{0(m)} R_{0(n)} r = (r R'_{0(n)})' R_{0(m)} - (r R'_{0(m)})' R_{0(n)}.$$

თუ გავამრავლებთ ამ ტოლობას  $dr$  და ავიღებთ ინტეგრალს  $r=R'_3$ -დან  $r=R_3$ -მდე, გვექნება

$$\begin{aligned} (\lambda_m^2 - \lambda_n^2) \int_{R'_3}^{R_3} R_{0(m)} R_{0(n)} r dr &= \left[ r R'_{0(n)}(\lambda_n r) R_{0(m)}(\lambda_m r) \right. \\ &\quad \left. - r R'_{0(m)}(\lambda_m r) R_{0(n)}(\lambda_n r) \right] \Big|_{R'_3}^{R_3}. \end{aligned} \quad (3.14)$$

თუ მივიღებთ მხედველობაში (3.3) და (3.4) პირობებს, (3.14) განტოლებიდან შეიძლება დაიწეროს:



$$(\lambda_m^2 - \lambda_n^2) \int_{R'_3}^{R_3} R_{0(m)}(\lambda_m \cdot r) \cdot R_{0(n)}(\lambda_n r) r dr = 0.$$

როდესაც  $\lambda_m \neq \lambda_n$ , ინტეგრალი  $\int_{R'_3}^{R_3} R_{0(m)}(\lambda_m r) \cdot R_{0(n)}(\lambda_n r) r dr = 0$ .

მაშასადამე, კოეფიციენტი  $F_n$  (3.12) განტოლებაში განისაზღვრება ისევე, როგორც ფურის მწკრივისათვის. ამრიგად,

$$F_n = - \frac{R'_3}{R_2} \frac{\int_{R'_3}^{R_3} R_{0(n)}(\lambda_n r) r dr}{\int_{R'_3}^{R_3} R_{0(n)}^2(\lambda_n r) r dr}.$$

ამ გამოსახულების მრიცხველში მდგომი ინტეგრალი უდრის

$$\int_{R'_3}^{R_3} R_{0(n)}(\lambda_n r) r dr = \frac{t_p \cdot \alpha}{\lambda} \frac{1}{\lambda_n^2} R_{0(n)}(\lambda_n R_3).$$

ეს ინტეგრალი, ისევე, როგორც მნიშვნელში მდგომი ინტეგრალი, ხდება ნულის ტოლი, როდესაც  $m = n$ .

თუ შევცვლით  $\lambda_m = \lambda_k$ , შეგვიძლია დავწეროთ

$$\int_{R'_3}^{R_3} R_{0(n)}^2(\lambda_n r) r dr = \frac{r R_{0'(n)} R_{0(k)} - r R'_{0(k)} R_{0(n)}}{\lambda_k^2 - \lambda_n^2} = \frac{G(k)}{\lambda_k^2 - \lambda_n^2};$$

თუ გავხსნით განუზღვრელობას  $\frac{0}{0}$  ლობიტალის წესით, შეგვიძლია დავწეროთ წილადის ნამდვილი მნიშვნელობა, რომელსაც ექნება სახე

$$\left[ \frac{\frac{\partial G(k)}{\partial k}}{-2\lambda_k} \right]_{\lambda_k \rightarrow \lambda_n},$$

მაგრამ  $G(k) = r R'_{0(n)} R_{0(k)} - r \frac{\partial R_{0(k)}}{\partial r} R_{0(n)},$

ხოლო  $\frac{\partial G(k)}{\partial k} = r R'_{0(n)} \frac{\partial R_{0(k)}}{\partial \lambda_k} - r \frac{\partial^2 R_{0(k)}}{\partial r \partial \lambda_k} R_{0(n)}.$

ცნობილია, რომ  $\frac{\partial R_{0(k)}}{\partial \lambda_k} = \frac{r}{\lambda_k} \frac{\partial R_{0(k)}}{\partial r}$

და  $\frac{\partial^2 R_{0(k)}}{\partial \lambda_k \partial r} = \frac{1}{\lambda_k} \frac{\partial R_{0(k)}}{\partial r} + \frac{r}{\lambda_k} \frac{\partial^2 R_{0(k)}}{\partial r^2},$



მაშინ 
$$\frac{\partial G(k)}{\partial k} = \frac{r^2}{\lambda_k} R_{0(n)} \cdot \frac{\partial R_{0(k)}}{\partial r} - \frac{r}{\lambda_k} R_{0(n)} \cdot \frac{\partial R_{0(k)}}{\partial r} - \frac{r^2}{\lambda_k} R_{0(n)} \cdot \frac{\partial^2 R_{0(k)}}{\partial r^2}.$$

ილერ-ბესელიის განტოლება ჩვენი შემთხვევისათვის დაიწერება ასე:

$$\frac{d^2 R_{0(k)}}{dr^2} r^2 + r \frac{dR_{0(k)}}{dr} + r^2 \lambda_k^2 R_{0(k)} = 0.$$

თუ ჩავსვამთ მეორე წარმოებულის მნიშვნელობას ზემოთ მოყვანილ ტოლობაში, გადავალთ ზღვარზე, როცა  $\lambda_k \rightarrow \lambda_n$  და მივიღებთ (3.3) და (3.4) პირობებს მხედველობაში, გარდაქმნების შემდეგ შეგვიძლია საბოლოოდ დავწეროთ

$$\int_{R_3}^{R_3} R_{0(n)}^2(\lambda_n r) r dr = \frac{R_3^2}{2 \lambda_n^2} \left( \frac{\alpha_0^2}{\lambda^2} + \lambda_n^2 \right) R_{0(n)}^2(\lambda_n R_3) - \frac{R_3^2}{2} R_{0(n)}^2(\lambda_n R_3').$$

მაშინ ფურიეს მწკრივის კოეფიციენტები ლებულობენ შემდეგ სახეს:

$$F_n = \frac{\frac{\alpha_0^2}{\lambda} \cdot \frac{1}{\lambda_n^2} R_{0(n)}(\lambda_n R_3)}{\frac{R_3^2}{2 \lambda_n^2} \left( \frac{\alpha_0^2}{\lambda^2} + \lambda_n^2 \right) \cdot R_{0(n)}^2(\lambda_n R_3) - \frac{R_3^2}{2} R_{0(n)}^2(\lambda_n R_3)}. \quad (3.15)$$

მაშასადამე, (1.7) განტოლების ამოხსნა გვექნება შემდეგი სახით:

$$t(r, \tau) = t_c + \sum_{n=1}^{\infty} R_{0(n)}(\lambda_n r) F_n e^{-a \lambda_n^2 \tau} \quad (3.16)$$

თუ ჩავსვამთ (2.13) და (3.16) გამოსახულებებს (1.2) ფორმულაში, შეგვიძლია დავწეროთ

$$t(r, z, \tau) = t_c + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos x_n \left( 1 - \frac{z}{l} \right) e^{-a \frac{x_n^2}{l^2} \tau} \sum_{n=1}^{\infty} R_{0(n)}(\lambda_n r) F_n e^{-a \lambda_n^2 \tau}. \quad (3.17)$$

ეს არის (1.1) სითბოგამტარობის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა ზოგადი სახით მოცემული სასაზღვრო პირობების მიხედვით,

ზემოთ მოყვანილი განტოლების ამოხსნის შედეგები გამოყენებულ იქნა შამპანური ღვინოების ჩამოსამის ავტომატური ხაზის პროექტირების დროს მაცივარი მანქანის მუშაობის რეჟიმების დადგენისათვის. ისინი ჰპოვებენ გამოყენებას რაული კონფიგურაციის ტანების თერმიული დამუშავების რეჟიმების დადგენისათვისაც.

საკონსტრუქტორო ბიურო

„გლავპროდმაში“

(რედაქციის მოუვიდა 3.4.1957)

დაცემული ლიტერატურა

1. А. Н. Крылов. О некоторых дифференциальных уравнениях математической физики. М.—Л., 1950.
2. А. В. Лыков. Теория теплопроводности. М., 1952.
3. А. Н. Тихонов и А. А. Самарский. Уравнения математической физики. М., 1953
4. Е. Янке и Ф. Эмде. Таблицы и функции с формулами и кривыми. М., 1949.

დრეკადობის თეორია

დ. ცხომავაძე

კერძო სახის სიმეტრიული პრიზმული გარსის მომენტინი დაძაბული მდგომარეობის ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ვეჯუამ 27.6.1957)

ი. ვეჯუას შრომაში [1] მოცემულია პრიზმულ გარსთა მიახლოებითი გაანგარიშების ზოგადი მეთოდი, რომლის საფუძველზე დრეკადობის თეორიის სივრცითი ამოცანა შეიძლება მიყვანილ იქნეს გარკვეულ ორგანზომილებიან ამოცანაზე.

ამ მეთოდის გამოყენებით, შრომაში [5] ჩვენ განვიხილეთ

$$\frac{x^2 + y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

ბრუნვითი ელიფსოიდისა და  $x^2 + y^2 = e^2 b^2$  ( $0 < e < 1$ ) ცილინდრის ზედაპირებით შემოსაზღვრული სიმეტრიული პრიზმული გარსის უმომენტო დაძაბული მდგომარეობის მიახლოებითი გაანგარიშების ამოცანა, იმ დაშვებით, რომ  $c \ll b$  და  $\frac{1}{b^2} \ll 1$ .

ამ შრომაში ჩვენ განვიხილავთ იგივე გარსის მომენტინი დაძაბული მდგომარეობის მიახლოებითი გაანგარიშების საკითხს.

შრომაში [1] ნაჩვენებია, რომ სტატიკური წონასწორობის შემთხვევაში, თუ გარსზე არ მოქმედებენ მოცულობითი და ზედაპირული გარე ძალები, გარკვეულ პირობებში ამოცანა შეიძლება მიყვანილ იქნეს  $X_{ij}$  და  $X'_{ij}$  სიდიდეების მოძებნაზე. ეს სიდიდეები გამოისახებიან ოთხი დამხმარე  $\varphi$ ,  $\chi$ ,  $\psi_1$  და  $\psi_2$  ფუნქციის საშუალებით (იხ. [1]).

კერძო შემთხვევაში, როცა სიმეტრიული პრიზმული გარსის გვერდით ზედაპირზე მოქმედი ძალები წყვილძალის ექვივალენტურია, საკმარისი მიახლოებით შეგვიძლია დავუშვათ, რომ გარსის შიგნით წარმოიშობა წმინდა მომენტური დაძაბული მდგომარეობა. ამ შემთხვევაში ფუნქციები  $\varphi = \chi = 0$ , ხოლო  $\psi_1$  და  $\psi_2$  ფუნქციები აკმაყოფილებენ განტოლებათა შემდეგ სისტემას (იხ. [1]):

$$\nabla_\alpha \nabla^\beta (a \nabla_\beta^* \nabla^\alpha \psi_\alpha) + \nabla_\alpha (b \nabla_\alpha^* \nabla^\beta \psi_\beta) - \nabla_\beta (3a^2 \nabla_\alpha^* \psi_\beta) - \nabla^\beta (3a^2 \nabla_\beta^* \psi_\alpha) = 0, \quad (1)$$

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

$\nabla_\alpha$  კოვარიანტული, ხოლო  $\nabla^\alpha$  კონტრავარიანტული დიფერენციალის სიმ-

ბოლოა.  $\nabla_a^* (...)=c_a \lambda \nabla^\lambda (...)$ ,  $\nabla^z (...)=c^z \lambda \nabla_\lambda (...)$ , სადაც  $c_{11}=c_{22}=c^{11}=c^{22}=0$ ,  
 $c_{12}=-c_{21}=\frac{1}{c^{12}}=-\frac{1}{c^{21}}=\sqrt{f}$ ;  $f$  პირველი კვადრატული ფორმის დისკრი-  
 მინანტია. ჩვენს შემთხვევაში

$$a=\frac{1}{h}=\frac{1}{c\sqrt{1-\frac{x^2+y^2}{b^2}}}$$

განტოლებათა (1) სისტემის სტრუქტურის სირთულის გამო, პრაქტიკულ-  
 ლად მისი ინტეგრება ზოგად შემთხვევაში ძალიან ძნელია, მაგრამ დამრეცი  
 გარსების შემთხვევაში შეიძლება მისი საგრძნობლად გამარტივება. თუ (1) სი-  
 სტემას ჩავწერთ დეკარტის კოორდინატებში და უკუვაგდებთ წევრებს, რომ-  
 ლებიც შეიცავენ წარმოებულებს:  $\frac{\partial a}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial a}{\partial y}$  და  $\frac{\partial^2 a}{\partial x \partial y}$ , ხოლო  $\frac{\partial^2 a}{\partial x^2}$  და  $\frac{\partial^2 a}{\partial y^2}$

შეეცვლით მათი მიახლოებითი მნიშვნელობით  $\frac{1}{cb^2}$ , მივიღებთ

$$\left. \begin{aligned} h^2 \frac{\partial}{\partial x} \Delta \left( \frac{\partial \psi_1}{\partial y} - \frac{\partial \psi_2}{\partial x} \right) + \frac{h^2}{cb^2} \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial \psi_1}{\partial y} - \frac{\partial \psi_2}{\partial x} \right) \\ - 3(1-2\sigma) \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial \psi_1}{\partial x} + \frac{\partial \psi_2}{\partial y} \right) - 3\Delta \psi_2 = 0, \\ h^2 \frac{\partial}{\partial y} \Delta \left( \frac{\partial \psi_1}{\partial y} - \frac{\partial \psi_2}{\partial x} \right) + \frac{h^2}{cb^2} \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial \psi_1}{\partial y} - \frac{\partial \psi_2}{\partial x} \right) \\ + 3(1-2\sigma) \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial \psi_1}{\partial x} + \frac{\partial \psi_2}{\partial y} \right) + 3\Delta \psi_1 = 0. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

თუ (2) სისტემის პირველ განტოლებას  $y$ -ით გავაწარმოებთ, ხოლო მე-  
 ორეს  $x$ -ით, უკუვაგდებთ  $h$  სიდიდის პირველი წარმოებულების შემცველ  
 წევრებსა და პირველს გამოვაკლებთ მეორეს, მივიღებთ

$$\Delta \left( \frac{\partial \psi_1}{\partial x} + \frac{\partial \psi_2}{\partial y} \right) = 0, \quad (3)$$

ე. ი.

$$\frac{\partial \psi_1}{\partial x} + \frac{\partial \psi_2}{\partial y} = 2u, \quad (4)$$

სადაც  $u$  ნებისმიერი ჰარმონიული ფუნქციაა. (4)-დან გვექნება

$$\psi_1 = -\frac{\partial w}{\partial y} + xu + yv, \quad \psi_2 = \frac{\partial w}{\partial x} + yu - xv, \quad (5)$$

სადაც  $v$  წარმოადგენს  $u$ -ს შეუღლებულ ჰარმონიულ ფუნქციას, ხოლო  $w$   
 ახალი საძებნი ფუნქციაა.

თუ  $\psi_1$  და  $\psi_2$  ფუნქციების (5) მნიშვნელობებს (2) სისტემაში ჩავსვამთ და კოში-რიმანის პირობებს გავითვალისწინებთ  $u$  და  $v$  ფუნქციებისათვის, მივიღებთ

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \Delta \Delta w}{\partial x} + \left( \frac{h}{cb^2} + 3a^2 \right) \frac{\partial \Delta w}{\partial x} &= \left[ 6(3-2\sigma)a^2 + \frac{2h}{cb^2} \right] \frac{\partial v}{\partial x} \\ \frac{\partial \Delta \Delta w}{\partial y} + \left( \frac{h}{cb^2} + 3a^2 \right) \frac{\partial \Delta w}{\partial y} &= \left[ 6(3-2\sigma)a^2 + \frac{2h}{cb^2} \right] \frac{\partial v}{\partial y} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

თუ  $h$  და  $a$  სიდიდეების პირველი რიგის წარმოებულების შემცველ წევრებს უკუვაგდებთ, მაშინ (6) სისტემა შეიძლება მიყვანილ იქნეს შემდეგ სახეზე:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \Delta \Delta w}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \left( \frac{h}{cb^2} + 3a^2 \right) \Delta w \right\} &= \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \left[ 6(3-2\sigma)a^2 + \frac{2h}{cb^2} \right] v \right\} \\ \frac{\partial \Delta \Delta w}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \left( \frac{h}{cb^2} + 3a^2 \right) \Delta w \right\} &= \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \left[ 6(3-2\sigma)a^2 + \frac{2h}{cb^2} \right] v \right\} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

საიდანაც გამომდინარეობს განტოლება

$$\Delta \Delta w + \left( 3a^2 + \frac{h}{cb^2} \right) \Delta w = \left[ 6(3-2\sigma)a^2 + \frac{2h}{cb^2} \right] v. \quad (8)$$

$h$ ,  $a$  და  $a^2$  სიდიდეებისათვის ჩვენ შეგვიძლია ავიღოთ შემდეგი მიახლოებითი მნიშვნელობები:

$$\begin{aligned} h &= c \left( 1 - \frac{\zeta \bar{\zeta}}{2b^2} \right), \quad a = \frac{1}{c} \left( 1 + \frac{\zeta \bar{\zeta}}{2b^2} \right), \quad a^2 = \frac{1}{c^2} \left( 1 + \frac{\zeta \bar{\zeta}}{b^2} \right) \\ &(\zeta = x + iy, \quad \bar{\zeta} = x - iy). \end{aligned} \quad (9)$$

$\frac{1}{b^2}$  სიდიდით წარმოადგენს მცირე პარამეტრს, ამიტომ  $w$  და  $v$  ფუნქციები შეიძლება ვეძებოთ შემდეგი მწკრივების სახით:

$$w = w_0 + \frac{1}{b^2} w_1 + \dots; \quad v = v_0 + \frac{1}{b} v_1 + \dots \quad (10)$$

თუ (9) და (10) გამოსახულებებს (8) განტოლებაში ჩავსვამთ და  $\frac{1}{b^2}$  პარამეტრის ერთნაირი ხარისხების კოეფიციენტებს ერთმანეთს გავუტოლებთ, მივიღებთ განტოლებათა შემდეგ მიმდევრობას:

$$\Delta \Delta v_0 + \frac{3}{c^2} \Delta v_0 = \frac{6(3-2\sigma)}{c^2} v_0, \quad (11)$$

$$\Delta \Delta v_1 + \frac{3}{c^2} \Delta v_1 = -\frac{c^2 + 3\zeta \bar{\zeta}}{c^2} \Delta v_0 + \frac{6(3-2\sigma)}{c^2} v_1 + \frac{6(3-2\sigma)\zeta \bar{\zeta} + 2c^2}{c^2} v_0 \quad (12)$$

და ა. შ.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ  $\frac{1}{b^2} \ll 1$ , შეგვიძლია შემოვიხსნათ

(10) მწკრივების პირველი ორი წევრის მოძებნით, ე. ი. განვიხილავთ მხოლოდ (11) და (12) განტოლებებს.

ადვილი სანახავია, რომ (11) განტოლების ზოგადი ამოხსნა იქნება [3]

$$w_0(\zeta) = \frac{1}{2} \left[ \Phi_0(\zeta) + \overline{\Phi_0(\zeta)} \right] + \frac{3-2\sigma}{4i} \left[ \zeta \Phi_0(\zeta) - \zeta \overline{\Phi_0(\zeta)} \right] + w_0^*, \quad (13)$$

სადაც  $\Phi_0(\zeta)$  ნებისმიერი ჰოლომორფული ფუნქციაა,  $\Phi_0'(\zeta) = u_0 + i v_0$ , ხოლო  $w_0^*$  წარმოადგენს

$$\Delta w_0^* + \frac{\beta}{c^2} w_0^* = 0 \quad (14)$$

განტოლების ამოხსნას. ეს ამოხსნა შეიძლება ასე წარმოვადგინოთ (იხ. [2], გვ. 99):

$$w_0^* = \sum_{k=0}^{\infty} (a_k \zeta^k + \bar{a}_k \bar{\zeta}^k) L_k(\nu \zeta^2), \quad (\nu = \frac{\beta}{4c^2}, a_0 = \bar{a}_0). \quad (15)$$

$L_k(x)$  გამოისახება შემდეგი მწკრივის საშუალებით

$$L_k(x) = \sum_{s=0}^{\infty} (-1)^s \frac{x^s}{s! (s+k)!}; \quad (16)$$

ადვილი შესამოწმებელია შემდეგი ფორმულების სამართლიანობა:

$$L_k(x) = (Vx)^{-k} J_k(2Vx), \quad \frac{d^n L_k(x)}{dx^n} = (-1)^n L_{k+n}(x), \quad (17)$$

სადაც  $J_k(2Vx)$  ბესელის პირველი გვარის ფუნქციაა.

თუ (13) ჩავსვამთ (12) განტოლებაში და მიღებულ განტოლებას კომპლექსური ცვლადების მიმართ ჩავწერთ, გვექნება:

$$\frac{\partial^2 w_1}{\partial \zeta^2 \partial \bar{\zeta}^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \zeta \partial \bar{\zeta}} = \frac{\beta(\beta-2\sigma)}{8c^2} v_1 - \frac{1-\sigma}{4} v_0 + \frac{(c^2 + 3\bar{\zeta}) \nu^2}{3} w_0^*. \quad (18)$$

(18) განტოლების ამოხსნას ექნება შემდეგი სახე (იხ. [2,3]):

$$w_1 = \frac{1}{2} [\Phi_1(\zeta) + \overline{\Phi_1(\zeta)}] + w_1^* + w_1^0, \quad (19)$$

სადაც  $\Phi_1(\zeta)$  ნებისმიერი ჰოლომორფული ფუნქციაა. რაც შეეხება  $w_1^*$  ფუნქციას, ის გამოისახება მწკრივით

$$w_1^* = \frac{1}{2} \sum_{k=0}^{\infty} (\bar{b}_k \bar{z}^k + \bar{b}_k \bar{z}^k) L_k(\nu \bar{z}) \quad (20)$$

და წარმოადგენს

$$\frac{\partial^2 w_1^*}{\partial \bar{z} \partial \bar{z}} + \nu w_1^* = 0$$

განტოლების ამოხსნას, ხოლო  $w_1^0$  (18) არაერთგვაროვანი განტოლების ერთ-ერთი კერძო ამოხსნაა; იგი შეიძლება ასე იქნეს წარმოდგენილი (იხ. [2], § 34):

$$w_1^0 = \frac{(j-2\sigma)}{4i} [\bar{\zeta} \varphi_1(\bar{\zeta}) - \zeta \varphi_1(\zeta)] - \frac{(1-\sigma)c^2}{6i} [\bar{\zeta} \varphi_0(\bar{\zeta}) - \zeta \varphi_0(\zeta)] - \frac{\nu}{3} \int_0^{\bar{\zeta}} dt \int_0^{\bar{t}} \left\{ L_0[\nu(\bar{\zeta}-t)(\bar{\bar{\zeta}}-\bar{t})] - I \right\} (c^2 + 3i\bar{t}) w_0^* d\bar{t}, \quad (21)$$

სადაც

$$\varphi_1'(\zeta) = u_1 + i v_1. \quad (22)$$

სასაზღვრო პირობებს (2) სისტემისათვის, როცა გარსის გვერდით ზედაპირზე მოცემულია დაძაბულობა, აქვთ შემდეგი სახე:

$$\psi_1 + i\psi_2 = i \int_0^s \left\{ h(f_1^1 + i f_2^1) + \frac{d\bar{\zeta}}{ds} \int_0^s f_3^0 ds \right\} ds + i\alpha\bar{\zeta} + \beta \quad L\text{-ზე}, \quad (23)$$

$$\frac{1}{2} \left( \frac{\partial \psi_2}{\partial x} - \frac{\partial \psi_1}{\partial y} \right) = \int_0^s f_3^0 ds + \alpha \quad L\text{-ზე}, \quad (24)$$

სადაც  $L$  წრეხაზია,  $x^2 + y^2 = \varepsilon^2 b^2$  ( $0 < \varepsilon < 1$ ),  $f_1^1$ ,  $f_2^1$  და  $f_3^0$ —საზღვარზე მოცემული ფუნქციები,  $\alpha$ —ნამდვილი, ხოლო  $\beta$  ნებისმიერი კომპლექსური მუდმივებია. ადვილი საჩვენებელია, რომ (23) და (24) სასაზღვრო პირობებში შემავალი შესაკრებები  $i\alpha\bar{\zeta} + \beta$  და  $\alpha$  გავლენას არ ახდენენ ძაბვის კომპონენტებზე.

თუ ვიგულისხმებთ, რომ  $f_1^1$ ,  $f_2^1$  და  $f_3^0$  არ არიან დამოკიდებული  $\frac{1}{b^2}$ -ზე და ამასთან გავითვალისწინებთ (5) და (9), მაშინ სასაზღვრო პირობები (11) და (12) განტოლებებისათვის (23) და (24)-ის საფუძველზე მიიღებენ შემდეგ სახეს:

$$2i \frac{\partial w_0}{\partial \bar{\zeta}} + \bar{\zeta} \varphi_0'(\bar{\zeta}) = i f_0(\vartheta), \quad 2 \frac{\partial^2 w_0}{\partial \bar{\zeta} \partial \bar{\zeta}} - \nu_0 = g_0(\vartheta) \quad L\text{-ზე}, \quad (25)$$

$$2i \frac{\partial w_1}{\partial \zeta} + \zeta \overline{\varphi_1'(\zeta)} = i f_1(\vartheta), \quad 2 \frac{\partial^2 w_1}{\partial \zeta \partial \bar{\zeta}} - v_1 = 0, \quad L\text{-ზე} \quad (26)$$

სადაც

$$\left. \begin{aligned} f_0(\vartheta) &= R \int_0^{\vartheta} \left\{ i R e^{i\vartheta} \int_0^{\vartheta} f_3^0 d\vartheta + c(f_1^0 + i f_2^0) \right\} d\vartheta + i \alpha R e^{i\vartheta} + \beta, \\ g_0(\vartheta) &= R \int_0^{\vartheta} f_3^0 d\vartheta + \alpha, \quad f_1(\vartheta) = -\frac{c R^3}{2} \int_0^{\vartheta} (f_3^0 + i f_2^0) d\vartheta. \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

თუ  $\varphi_0(\zeta)$  ფუნქციას შევცვლით ფუნქციით  $i \chi_0(\zeta)$ , მაშინ (25) შეიძლება ასე ჩავწეროთ:

$$\begin{aligned} \Phi_0'(\zeta) + \frac{3-2\sigma}{2} \chi_0(\zeta) + \frac{1-2\sigma}{2} \zeta \overline{\chi_0'(\zeta)} + \sum_{k=0}^{\infty} k \bar{a}_k \bar{\zeta}^{k-1} L_k(v \zeta \bar{\zeta}) \\ - v \sum_{k=0}^{\infty} (a_k \zeta^{k+1} + \bar{a}_k \bar{\zeta}^k) L_{k+1}(v \zeta \bar{\zeta}) = f_0(\vartheta) \quad L\text{-ზე,} \end{aligned} \quad (28)$$

$$(1-\sigma)[\chi_0'(\zeta) + \overline{\chi_0'(\zeta)}] - v \sum_{k=0}^{\infty} (a_k \zeta^k + \bar{a}_k \bar{\zeta}^k) L_k(v \zeta \bar{\zeta}) = g_0(\vartheta) \quad L\text{-ზე.} \quad (29)$$

ენაიდან  $\Phi_0(\zeta)$  და  $\chi_0(\zeta)$  ფუნქციები ჰოლომორფულია  $L$ -ის შიგნით, ამიტომ  $|\zeta| < R$ -სათვის ( $R = \varepsilon b$ ) ისინი შეიძლება წარმოვადგინოთ ხარისხოვანი მწკრივების სახით:

$$\Phi_0(\zeta) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k' \zeta^k, \quad \chi_0(\zeta) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k'' \zeta^k. \quad (30)$$

ვთქვათ  $f_0(\vartheta)$  და  $g_0(\vartheta)$  პერიოდული უწყვეტი ფუნქციებია, რომლებიც  $(0, 2\pi)$  სეგმენტზე იშლებიან ფურიეს თანაბრად კრებად მწკრივებად:

$$f_0(\vartheta) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} A_k e^{ik\vartheta}, \quad g_0(\vartheta) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} B_k e^{ik\vartheta}, \quad (31)$$

სადაც

$$A_n = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f_0(\vartheta) e^{-in\vartheta} d\vartheta, \quad B_n = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} g_0(\vartheta) e^{-in\vartheta} d\vartheta \quad (B_{-n} = \bar{B}_n). \quad (32)$$

თუ (30) და (31) ჩავსვათ (28) და (29)-ში და  $e^{ik\vartheta}$  ( $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ) ფუნქციის კოეფიციენტებს ერთმანეთს გავუტოლებთ, მივიღებთ განტოლებებს, საიდანაც ცალსახად განისაზღვრება  $a_k$ ,  $a_k'$  და  $a_k''$  კოეფიციენტები.

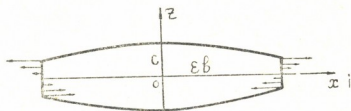
თუ (26)-ში  $\varphi_1(\zeta)$  ფუნქციას შევცვლით  $i \chi_1(\zeta)$  ფუნქციით, გავშლით  $\Phi_1(\zeta)$  და  $w_1'$  ფუნქციებს ხარისხოვან მწკრივებად და (19) და (21)-ს გავითვალისწინ-



ნებთ, მაშინ (26)-დან მარტივი გარდაქმნების შემდეგ განვსაზღვრავთ  $b_k, b'_k$  და  $b_k''$ . აქ  $b'_k$  და  $b_k''$  წარმოადგენენ  $\Phi_1(\zeta)$  და  $\chi_1(\zeta)$  ფუნქციების ხარისხოვანი მწკრივების კოეფიციენტებს.

კერძო შემთხვევაში, როცა გარსის სისქე მუდმივი სიდიდეა, (1) სისტემა ზუსტად მიიყვანება (11) განტოლებაზე.

განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი, როცა გარსის გვერდით ზედაპირის ყოველ წერტილში მოქმედებს ნორმალური ძალა  $P=\alpha z$ , სადაც  $\alpha > 0$  მუდმივი სიდიდეა. ამ შემთხვევაში (25) და (26) სასაზღვრო პირობები მიიღებენ შემდეგ სახეს (ფიგ. 1):



ფიგ. 1

$$2i \frac{\partial w_0}{\partial \zeta} + \zeta \overline{\varphi_0'(\zeta)} = \frac{2\alpha c^3 (1-\varepsilon^2)}{3} R e^{i\theta}; \quad 2 \frac{\partial^2 w_0}{\partial \zeta^2} - v_0 = 0, \quad L\text{-ზე} \quad (25')$$

$$2i \frac{\partial w_1}{\partial \zeta} + \zeta \overline{\varphi_1'(\zeta)} = -\frac{\alpha c^3 R^3 (1-\varepsilon^2)}{3} e^{i\theta}; \quad 2 \frac{\partial^2 w_1}{\partial \zeta^2} - v_1 = 0. \quad L\text{-ზე} \quad (26')$$

$\overset{\circ}{\psi}_1, \overset{\circ}{\psi}_2, \frac{1}{b^2} \overset{i}{\psi}_1$  და  $\frac{1}{b^2} \overset{i}{\psi}_2$  ფუნქციებისათვის მივიღებთ შემდეგ მნიშვნელობებს:

$$\overset{\circ}{\psi}_1 = \frac{\alpha c^3 (1-\varepsilon^2)}{3(1-\sigma)} x, \quad \overset{\circ}{\psi}_2 = \frac{\alpha c^3 (1-\varepsilon^2)}{3(1-\sigma)} y, \quad (33)$$

$$\frac{1}{b^2} \overset{i}{\psi}_1 = -\frac{\alpha c^3 (1-\varepsilon^2) x}{6(1-\sigma)}, \quad \frac{1}{b^2} \overset{i}{\psi}_2 = -\frac{\alpha c^3 (1-\varepsilon^2) y}{6(1-\sigma)}. \quad (34)$$

თუ შემოვიტანთ სიდიდეს  $h_0 = c \sqrt{1-\varepsilon^2}$ , და (33) და (34) ფუნქციების შესაბამის ძაბვის კომპონენტებს გამოვთვლით, მივიღებთ

$$\overset{1}{X}_{11} = \overset{1}{X}_{22} = \frac{\alpha h_0^2}{3(1-\sigma)} \left(1 - \frac{\varepsilon^2}{2}\right); \quad \overset{1}{X}_{33} = \frac{2\sigma \alpha h_0^2}{3(1-\sigma)} \left(1 - \frac{\varepsilon^2}{2}\right), \quad \text{როცა } r=0 \quad (35)$$

$$\overset{1}{X}_{11} = \overset{1}{X}_{22} = \frac{\alpha h_0^2}{3(1-\sigma)} \left(1 - \frac{\varepsilon^4}{4}\right); \quad \overset{1}{X}_{33} = \frac{2\sigma \alpha h_0^2}{3(1-\sigma)} \left(1 - \frac{\varepsilon^4}{4}\right), \quad (36)$$

როცა  $r=R=\varepsilon b$ .

(35) და (36) ფორმულებში შემავალი  $\frac{\chi h_0^2}{3(I-\sigma)}$  და  $2\frac{\sigma\chi h_0^2}{3(I-\sigma)}$  სიდიდეები გა-

მოსახავენ  $X_{11}^1$ ,  $X_{22}^1$  და  $X_{33}^1$  კომპონენტების მნიშვნელობებს, მუდმივი  $2/h_0$  სისქის მქონე ფირფიტისათვის, რომლის საზღვარზე მოქმედებს ზემოთ მოცემული ნორმალური ძალა  $P=\chi z$ , ხოლო

$$\frac{\chi h_0^2}{3(I-\sigma)} \frac{\varepsilon^2}{2}, 2\frac{\sigma\chi h_0^2}{3(I-\sigma)} \frac{\varepsilon^2}{2}, \frac{\chi h_0^2}{3(I-\sigma)} \frac{\varepsilon^4}{4} \text{ და } \frac{2\sigma\chi h_0^2}{3(I-\sigma)} \frac{\varepsilon^4}{4}$$

სიდიდეები გვაძლევენ შესწორებებს, რომლებიც წარმოიშვებიან იმის საფუძველზე, რომ ჩვენ ვიხილავთ არა ფირფიტას, არამედ გარსს ცვალებადი სისქით

$$h = \pm c \sqrt{I - \frac{r^2}{b^2}}, \quad (r < \varepsilon b, \quad 0 < \varepsilon < I),$$

რომლის მნიშვნელობა როცა  $r = \varepsilon b$  ემთხვევა  $\pm h_0$ .

შესწორების სიდიდე დამოკიდებულია  $\varepsilon$ -ის მნიშვნელობაზე. თუ მაგალითად  $\varepsilon = \frac{4}{5}$ , მაშინ (35)-დან ჩანს, რომ  $X_{11}^1$ ,  $X_{22}^1$  და  $X_{33}^1$  სიდიდეები განსახილავი გარსისათვის კოორდინატთა სათავეში 32%-ით ნაკლებია, ვიდრე  $2h_0$  სისქის მქონე ფირფიტისათვის.

გულწრფელ მადლობას მოვახსენებ სამეცნიერო ხელმძღვანელს აკად. ი. ვეკუას იმ დახმარებისათვის, რომელიც მან გამიწია ამ სტატიის დაწერისას.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 10.7.1957)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. Н. Векуа. Об одном методе расчета призматических оболочек. Труды Тбилисского мат. института, т. XXI, 1955.
2. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. М.-Л., 1948.
3. И. Н. Векуа. О метагармонических функциях. Труды Тбилисского мат. института, т. XII, 1945.
4. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. Москва, 1954.
5. Д. С. Цховребадзе. О приближенном расчете симметрической призматической оболочки частного вида. Сообщения АН ГССР, т. XIX, №6, 1957.

## ჰიდრომენეგეტიკა

თ. შველიძე

 ენერგოსისტემაში მომუშავე ფილტრადი წყალსაცავიანი  
 ჰიდროელექტროსადგურის მაქსიმალური სამსახლოატაციო  
 ჰორიზონტის განსაზღვრისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიჯმა 11.11.1957)

წამყვანი როლი ჰიდროენერგოსისტემაში მიეკუთვნება მარეგულირებელ ჰიდროელექტროსადგურებს ანუ ელექტრულ მაკომპენსირებელ ჰესებს. შეავსებს რა სეზონური ჰიდროელექტროსადგურების ჯგუფის სიმძლავრისა და ენერგიის ზამთრის ჩავარდნებს, მარეგულირებელი ჰიდროელექტროსადგური ან-ხორციელებს სისტემის რეგულირებას მთლიანად. ასეთი ჰიდროელსადგურის მარეგულირებელი სიმძლავრე იზრდება შეტბორვის ნიშნულის ზრდასთან ერთად. ამასთან ერთად, შეტბორვის გადიდებით იზრდება წყლის დანაკარგები ფილტრაციაზე. ენერგიის შესაბამისი დანაკარგები შეიძლება იყოს მნიშვნელოვანი, განსაკუთრებით მთის მდინარეებზე აგებულ მაღალდაწნევიან ჰიდროელექტროსადგურებზე. ცხადია, რომ ეს დანაკარგები უნდა იქნეს კომპენსირებული ენერგიის გამოიმუშავებით თბოელექტროსადგურებზე, სიმძლავრის შემცირება მარეგულირებელ ჰიდროელექტროსადგურზე, რომელიც წარმოიშობა შეტბორვის ნიშნულის დაწვეით, კომპენსირებულ უნდა იქნეს თბოელექტროსადგურების სიმძლავრით.

ამგვარად, მარეგულირებელ ჰიდროელექტროსადგურზე შეტბორვის ოპტიმალური ჰორიზონტის არჩევა წარმოადგენს სპეციალურ ენერგო-ეკონომიური გამოკვლევის ობიექტს.

ეფექტურობის კრიტერიუმად ჩვენ ვღებულობთ რენტაბელობის მაქსიმუმის პრინციპს. სისტემის ყველა ელექტროსადგურის, ე. ი. სეზონური და მარეგულირებელი ჰიდროელსადგურებისა და თბოელექტროსადგურების მიერ გამოიმუშავებული ენერგიის რაოდენობის მუდმივობის შესახებ დამატებითი პირობის არსებობისას, ეს კრიტერიუმი ჩაიწერება როგორც სისტემაში დანახარჯების მინიმუმის პირობა [1,2], ე. ი.  $\Sigma H = \text{მინ.}$  (1)

ამგვარად, შეტბორვის ნიშნულის გადიდება მარეგულირებელ ჰიდროსადგურზე მაქსიმალური გამოიმუშავების შესაბამის ნიშნულთან შედარებით, ერთი მხრივ, ამცირებს თბოელექტროსადგურების სიმძლავრეს და ამგვარად იძლევა წლიურ ეკონომიას  $p \Delta k$  (სადაც  $p$  არის დანარიცხების საშუალო ნორმა ყველა დანახარჯზე, გარდა სათბობისა,  $\Delta k$  — კაპიტალდაბანდებანი, რომელიც პროპორციულია  $\Delta N$  გამოდენილი სიმძლავრისა), მეორე მხრივ, აღიძვებს ენერგიის წლიურ დანაკარგებს ფილტრაციაზე. ეს დანაკარგები კომპენსირებულ უნდა იქნეს თბოელექტროსადგურებზე. უკანასკნელი იწვევს



წლიური დანახარჯების ზრდას სისტემაში  $\delta \Delta \vartheta$ -ით, სადაც  $\delta$  არის თანური შემადგენელი. სისტემაში დანახარჯების მინიმუმის პირობა ამ დროს შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი სახით:

$$\Delta H = \delta \Delta \vartheta - p \Delta k. \quad (2)$$

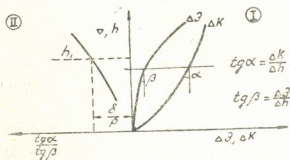
რადგანაც  $\Delta \vartheta$  და  $\Delta k$  შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც წყალსაცავის მაქსიმალური საექსპლოატაციო ჰორიზონტის ან მასში წყლის სიღრმის ფუნქცია, (2) პირობა გვაძლევს

$$\frac{\partial \Delta H}{\partial h} = \delta \cdot \frac{\partial \Delta \vartheta}{\partial h} - p \frac{\partial \Delta k}{\partial h} = 0;$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ

$$\frac{\delta}{p} = \frac{\frac{\partial \Delta k}{\partial h}}{\frac{\partial \Delta \vartheta}{\partial h}}. \quad (3)$$

(3) გამოსახულება საშუალებას იძლევა განისაზღვროს წყალსაცავის მაქსიმალური საექსპლოატაციო ჰორიზონტის მნიშვნელობა ანუ წყლის მაქსიმალური სიღრმე წყალსაცავში.



ნახ. 1

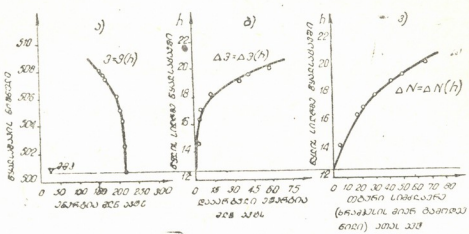
ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია (3) დამოკიდებულების გრაფიკული გადაწყვეტა. პირველ კვადრანტში აგებულია მრუდები  $\Delta k(h)$  და  $\Delta \vartheta(h)$ . ამ მრუდების ყოველ წერტილში  $\alpha$  და  $\beta$  კუთხეების ტანგენსის მნიშვნელობები განსაზღვრავენ შესაბამისად  $\frac{\Delta k}{\Delta h}$  და  $\frac{\Delta \vartheta}{\Delta h}$  შეფარდებებს. მეორე კვადრანტში მოცემულია

$$\frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta} = F(h).$$

გადავზომავთ რა ჰორიზონტალურ ღერძზე  $\frac{\delta}{p}$  მნიშვნელობას, ადვილად მივიღებთ  $h = h_1$ , ისეთ მნიშვნელობას, რომელიც აკმაყოფილებს (3) პირობას. ზემოთ მოცემული გრაფიკული ხერხი ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა ხრამის ჰიდროელექტროსადგურის (რომელიც ამჟამად წარმოადგენს ძირითად მარეგულირებელ და ყველაზე მძლავრ ჰიდროელექტროსადგურს საქართველოს ენერგოსისტემაში) მუშაობის რეჟიმისა და ხრამის წყალსაცავის მაქსიმალური საექსპლოატაციო ჰორიზონტის დასადგენად.

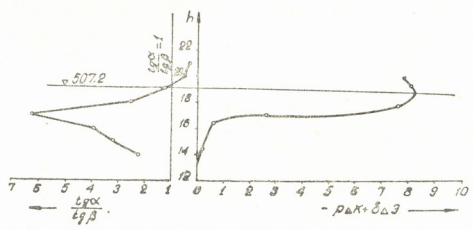
ჰიდროენერგეტიკული გამოანგარიშების საბოლოო შედეგები წარმოდგენილია ნახ. 2-ზე. აქ მოცემულია წყალსაცავის ენერგეტიკული მახასიათებელი

(ნახ. 2-ა), რომელიც ამყარებს კავშირს წყალსაცავში წყლის სიღრმესა (ანუ წყალსაცავის ნიშნულსა) და ჰიდროელსადგურის მიერ წლიურად გამომუშავებულ ენერგიას შორის. რაც უფრო მეტია წყლის ჰორიზონტი წყალსაცავში,



ნახ. 2-ა

მით უფრო ნაკლებია ენერგიის წლიური გამომუშავება. ამასთან, ენერგიის მაქსიმუმი გამომუშავდება ჰიდროელსადგურის მუშაობის დროს ტრანზიტულ ხარჯზე, ე. ი. რეგულირების გარეშე (226,13 მლნ კვტს). წყალსაცავის ავსებისას (508,1 ნიშნულამდე) ენერგიის წლიური გამომუშავება მცირდება 160 მილიონ კვტს-მდე, ე. ი. თითქმის 30%-ით.



ნახ. 2-ბ

ნახ. 2-ბ-ზე მოცემულია წყალსაცავის სხვაობითი ენერგეტიკული მახასიათებელი, რომელიც მიიღება  $\Delta = f(h)$  მრუდის აბცისებიდან იმ ენერგიის გამოკლებით, რომელიც შეესაბამება ჰიდროელსადგურის მუშაობას ტრანზიტულ ხარჯზე (რეგულირების გარეშე).

წყალსაცავის ყოველ მაქსიმალურ მუშა ნიშნულს დატვირთვის გრაფიკის მიღებული კონფიგურაციის დროს შეესაბამება ჰიდროელსადგურის მაქსიმალური საშუალო თვიური სიმძლავრე (დეკემბერში). წყალსაცავის მაქსიმალური მუშა ჰორიზონტის ამალღებით ეს სიმძლავრე აგრეთვე იზრდება. მრუდი, რომელიც მოცემულია ნახ. 2-ბ-ზე, იძლევა დამატებითი სიმძლავრის (ე. ი. იმ სიმძლავრისა, რომელიც მიიღება ჩამონადენის რეგულირების შედეგად ჰესის ტრანზიტულ ხარჯზე მუშაობასთან შედარებით) ცვალებადობის ხასიათს



(ჰიდროელსადგურის სიმძლავრე დეკემბერში ტრანზიტულ ხარჯზე მუშაობისას ტოლია 8 ათასი კვტ-სა). ნახ. 2-ზე წარმოდგენილი წყალსაცავის ენერგეტიკული მახასიათებელი ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა ხრამის ჰიდროელექტროსადგურის მუშაობის გრაფიკების შედარებისას.

ენერგოეკონომიური გაანგარიშების საბოლოო შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში.

ა) დანარიცხების საშუალო ნორმა ყველა დანახარჯზე, გარდა სათბობისა  $p = 10^0/0$ ;

ბ) კაპიტალდამანდებანი თბოელექტროსადგურების სიმძლავრის 1 კვტ-ზე (საშუალო მნიშვნელობა 2000 მან/კვ);

გ) დანახარჯების თბური შემადგენელი  $\delta = 01$  მან/კვტს (საშუალო მნიშვნელობა).

ცხრილი 1

ვარიანტის №№	გამოდენილი სიმძლავრე კვტ	მლნ კვტს	მლნ მან.	მლნ მან.	მლნ მან.	მლნ მან.	მაქსიმ. საექსპლ. ჰორიზონტი მ
I	73,0	66,06	146	-14,6	6,61	-7,99	508,1
II	67,0	53,93	134	-13,4	5,39	-8,01	507,7
III	60,0	37,40	120	-12,0	3,74	-8,26	507,2
IV	42,0	8,63	84	-8,4	0,86	-7,54	506,2
V	16,0	5,87	32	-3,2	0,61	-2,59	504,50
VI	3,0	5,34	6	-0,6	0,53	-0,07	502,5

1 ცხრილიდან გამომდინარეობს, რომ სისტემაში დანახარჯების მინიმალურ მნიშვნელობას ადგილი აქვს ხრამის მუშაობის რეჟიმის III ვარიანტის დროს. ეს მტკიცდება აგრეთვე ჩვენ მიერ მოცემული გრაფიკული ხერხით.

III ვარიანტი, ენერგო-ეკონომიური თვალსაზრისით ყველაზე მისაღებია.  
დასკვნა

ფილტრაცია ახდენს გადამწყვეტ გავლენას ჰიდროელსადგურის წყალსაცავის მუშაობის რეჟიმზე.

შრომაში მოცემულია ჰიდროელსადგურის ოპტიმალური სექსპლოატაციის რეჟიმების განსაზღვრისას ენერგო-ეკონომიურ ანგარიშებში ფილტრაციის მხედველობაში მიღების მეფოდება. კერძოდ, ღრამის ჰიდროელსადგურის წყალსაცავისათვის დადგენილია, რომ წყალსაცავში წყლის უმაღლესი ჰორიზონტის ოპტიმალური სექსპლოატაციის ნიშნული აღმოჩნდა სპაროექტონიშნულზე 1,8 მ-ით დაბლა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. დიდებულის სახელობის  
ენერგეტიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციის მოქვიდა 11.11.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Энергоэкономические расчеты гидроэлектростанций (основные положения). Госэнергиздат, М.—Л., 1957.
2. М. А. Мостков. Введение в системную гидроэнергетику. Изд. АН ГССР, 1954.

## ბ. ბილაშვილი

## ატომგულების ელექტროდინამიკა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისოვმა 29.3.1957)

ელექტრონების ატომგულებზე ურთიერთქმედებისას შესაძლებელია მოხდეს სხვადასხვა ტიპის პროცესები. ელექტრონმა შეიძლება იმოქმედოს ნუკლონების მეზონურ ღრუბელთან. ეს ურთიერთქმედება დაიყვანება მაგნიტური მომენტების ურთიერთქმედებაზე; იგი საკმარისად მცირე სიდიდეა. ძალიან მცირეა აგრეთვე შებრუნებული  $\beta$  პროცესის განივკვეთიც ( $10^{-44}$  სმ<sup>2</sup>). შედარებით უფრო მნიშვნელოვანია ელექტრონების დრეკადი ან არადრეკადი გაფანტვის პროცესი. როცა დაცემული ელექტრონების ენერგია ნუკლონის მზის ენერგიაზე მეტია, მაშინ შესაძლებელია ნუკლონის ამოტყორცნა გულიდან.

ელექტრონის შესაბამისი დებროილის ტალღის სიგრძე გაცილებით მეტია ატომგულის ზომაზე. ამიტომ შედგენილი გულის მეთოდით ნუკლონების ამოტყორცნის საკითხის შესწავლა აზრს მოკლებული უნდა იყოს. მეორე მხრით, როგორც ცნობილია [1],  $\gamma$ -ქვანტების ატომგულებზე ურთიერთქმედების თავისებურებათა ასახსნელად კურანტმა და ჯენსენმა დაუშვეს, რომ, გარდა შედგენილი გულით განხორციელებული პროცესისა, ადგილი უნდა ქონდეს ე. წ. „პირდაპირ ფოტოეფექტს“, რომელიც იმაში მდგომარეობს, რომ ნუკლონის ამოვდება გულიდან შედეგია  $\gamma$ -ქვანტის უშუალო მოქმედებისა ერთ ცალკე აღებულ ნუკლონთან.

მაგრამ აშკარაა, რომ ფორმალურად  $\gamma$ -ქვანტის მოქმედება იგივეა, რაც ელექტრონების ურთიერთქმედება. ამიტომ შესაძლებელია, რომ ელექტრონების ატომგულებთან ურთიერთქმედების შემთხვევაშიც ადგილი ჰქონდეს „პირდაპირ ელექტრულ ეფექტს“. ე. ი. როცა ელექტრონი, კულონური ველით. ერთ ცალკე აღებულ ნუკლონთან „პირდაპირი“ ურთიერთქმედების შედეგად ამოვდება გულის შემადგენელ ნაწილაკს—ნეიტრონს ან პროტონს. შრომა ეხება ამ პროცესის ეფექტური განივკვეთის შესწავლის საკითხს.

შევნიშნოთ, რომ „პირდაპირი ფოტოეფექტის“ განივკვეთი გამოთვლილია კურანტის მიერ. მან მიიღო ერთობ შემეცირებული შედეგები. ამის მიზეზი, შესაძლებელია, როგორც თვითონვე აღნიშნავს, იყოს ის, რომ იგი იყენებს საკმარისად უხეშ მიახლოებებს. ტალღური ფუნქციებისათვის იღებს ასიმპტოტურ მნიშვნელობებს, არ ითვალისწინებს ამოტყორცნილი ნუკლონის ენერგიების განაწილებას. გარდა ამისა, იგი გასაშუალებას ახდენს ფიზის მიხედვით, რაც, თავის მხრივ, ენერგიის ფუნქციას წარმოადგენს და, მათსადაამე, დაუშვებელია. ქვემოთ ამ დაშვებებისაგან განვთავისუფლდებით.

მაშასადამე, მოცემულია ატომის გული, რომელსაც ეცემა ელექტრონი. ელექტრონის ენერგიას იმდენად დიდს ვიგულისხმებთ, რომ შესაძლებელი იყოს ბორნის მიახლოების გამოყენება. როგორც ცნობილია [2] ექსპერიმენტული მონაცემებიდან, დაცემული ელექტრონების 10—25 Mev-ის ფარგლებში ძირითადად ადგილი აქვს დიპოლურ ურთიერთქმედებას. ამიტომ ჩვენ შემოვისახვლებით დიპოლური ურთიერთქმედებით. ელექტრონსა და ნუკლონს შორის ურთიერთქმედებას ავიღებთ კულონური სახით, ამასთან ნეიტრონს მივაწერთ ეფექტურ მუხტს. ელექტრონის საწყის და საბოლოო ტალღურ ფუნქციებად ავიღებთ ბრტყელ ტალღებს  $h\vec{k}_0$  და  $h\vec{k}$  იმპულსებით, სათანადოდ საწყის და საბოლოო მდგომარეობაში. პროცესის ეფექტური განივკვეთი შეიძლება გამოვთვალოთ შემდეგი ფორმულით:

$$d\sigma = \left( \frac{me'^2}{h^2} \right)^2 \frac{4k_f}{k_0q^4} \frac{1}{2} S S_0 |a_{f0}|^2 \left| \int e^{i\vec{q}\vec{r}} \psi_f^* \psi_i d\Omega_e \right|^2 \quad (1)$$

სადაც  $e'$  არის ეფექტური მუხტი. ნეიტრონისათვის  $e' = -\frac{Z}{A}e$ ;  $A$  გულისმასური რიცხვია,  $Z$ —რიგითი ნომერი,  $e = 4,8 \cdot 10^{-10} eCGSe$ —ელემენტარული მუხტი.  $m$  ელექტრონის მასაა.  $\frac{1}{2} S S_0$  აღნიშნავს გასაშუალებასა და აჯამვას ელექტრონის დადებითი ენერგიის შესაბამისი მდგომარეობის სპინების მიხედვით.  $a_{f0}$  არის დირაკის ერთეულოვანი ოპერატორის სპინური მატრიცული ელემენტი, საწყისი და საბოლოო სპინური მდგომარეობის მიხედვით. როგორც ცნობილია, უკიდურეს რელატივისტურ შემთხვევაში [3]

$$\frac{1}{2} S S_0 |a_{f0}|^2 = \cos^2 \frac{\theta}{2}. \quad (2)$$

$\theta$  არის კუთხე  $\vec{k}_0$  და  $\vec{k}_f$ -ს შორის,  $\vec{q}$ -კი დაჯახების ვექტორია და განისაზღვრება ფორმულით

$$(hcq)^2 = E_0^2 + E_f^2 - 2 E_0 E_f \cos \theta. \quad (3)$$

(1) ფორმულაში მოხდენილია ინტეგრაცია ელექტრონის ცვლადებით.  $\psi_i$  არის ერთზე ნორმირებული გულის საწყისი ფუნქცია. რადგან გვინტერესებს ნუკლონის ამოგდება რაიმე  $k$  ტალღური ვექტორით, ამიტომ საჭიროა გულის საბოლოო მდგომარეობის ტალღური ფუნქცია ვანორმიროთ დირაკის  $\delta(k - k')$  ფუნქციაზე. ნორმირების კოეფიციენტისათვის ეს მოგვეცემს  $c^2 = \frac{2k^2}{\pi}$  მნიშვნელობას [4].

დიპოლურ მიახლოებაში ექსპონენტის მწკრივად გაშლაში უნდა შევინარჩუნოთ პირველი ორი წევრი. ამგვარად, დიპოლურ მიახლოებაში იმ პროცესის განივკვეთი, რომლის დროსაც ამოტყორცნილი ნუკლონის ტალღური



ექტორი ძეგს  $(k, k+dk)$ -ში, ხოლო ელექტრონის იმპულსი  $d\Omega_e$  სხეულოვან კუთხეში, შემდეგი გამოსახულების ტოლი იქნება

$$d\sigma = \frac{8}{\pi} \left(\frac{e'^2}{hc}\right)^2 \left(\frac{mc}{h}\right)^2 \frac{k^2 dk}{q^2} \frac{k_f}{k_0} \cos^2 \frac{\theta}{2} |D'_f|^2 d\Omega_e, \quad (4)$$

სადაც

$$D'_f = S \vec{r} \cdot \vec{p}_f^* \psi_f dV \quad (5)$$

დიპოლმომენტის მატრიცული ელემენტი. ანდა რადგან ელექტრონის მიერ გულზე მოცემული გადაცემული ენერგიის დროს [4]

$$q dq = \frac{k_0 k_f}{2\pi} d\Omega_e \quad (6)$$

ამიტომ

$$d\sigma = 16 \left(\frac{e'^2}{hc}\right)^2 \frac{k^2 dk dq \cos^2 \frac{\theta}{2}}{k_0^2 q} |D'_f|^2 \quad (7)$$

(7) გამოხატავს იმ პროცესის განივკვეთს, რომლის დროსაც ელექტრონის მიერ გულიდან ამოგდებული ნუკლონის ტალღური ექტორი ძეგს  $(k, k+dk)$ -ში, ხოლო ელექტრონის შტოს ექტორი  $(q, q+dq)$ -ში.

როგორც ვხედავთ, განივკვეთის გამოთვლა დაიყვანება (3) მატრიცული ელემენტის გამოთვლაზე. ამისათვის საჭიროა ატომგულის საწყისი და საბოლოო მდგომარეობის ტალღური ფუნქციებია შერჩევა. ისევე, როგორც (1) შრომაში, სიმარტივის მიზნით ჩვენ ავიღებთ  $V_0$  სიღრმისა და  $R$  სიგანის ცენტრალური სიმეტრიის პოტენციალური ორმოს ამოხსნებს

$$\begin{aligned} R_i(r) &= C_i f_i(\beta r) & r < R \\ R_i(r) &= C_i \frac{f_i(\beta R)}{K_i(\alpha R)} K_i(\alpha r) & r > R \end{aligned} \quad (8)$$

ნორმირების კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით

$$C_i^2 = \frac{2\alpha^2}{(\alpha^2 + \beta^2) R^2} \frac{1}{f_i(\beta R) f_{i+1}(\beta R)}, \quad (9)$$

$f_i(r)$ ,  $K_i(r)$  ბესელის ე. წ. „სფერული“ ფუნქციებია, ხოლო

$$\alpha^2 = \frac{2\mu\varepsilon}{h^2}, \quad \beta^2 = \frac{2\mu(V_0 - \varepsilon)}{h^2}, \quad \alpha^2 + \beta^2 = \frac{2\mu V_0}{h^2}, \quad (10)$$

სადაც  $\varepsilon$  ნუკლონის ბმის ენერგიაა გულში, ხოლო  $\mu$ —მასა. საკუთარი მნი-

შენელობები მოიძებნება შემდეგი ფორმულის დახმარებით

$$-\frac{\alpha K_{l-1}(\alpha R)}{K_l(\alpha R)} = \frac{\beta f_{l-1}(\beta R)}{f_l(\beta R)}. \quad (11)$$

რადგან საბოლოო მდგომარეობაში ადგილი აქვს ნაწილაკის გაჩენას, ამიტომ უწყვეტი სპექტრის ტალღური ფუნქციისათვის თანახმად [5], გვექნება

$$\begin{aligned} R_l(\tau) &= C_l f_l(\beta' \tau) & r < R \\ R_l(\tau) &= A_l f_l(\chi r) - B_l n_l(\chi r) & r > R \\ A_l &= \cos \eta_l, & B_l &= \sin \eta_l \end{aligned} \quad (12)$$

η<sub>l</sub> გაფანტვის ფაზაა, n<sub>l</sub>(r) ნეიმანის „სფერული“ ფუნქცია, ხოლო

$$\beta'^2 = \frac{2\mu(E+V_0)}{\hbar^2}, \quad k^2 = \frac{2\mu E}{\hbar^2}, \quad \beta'^2 = k^2 + \frac{2\mu V_0}{\hbar^2}. \quad (13)$$

მარტივად მიიღება, რომ

$$\begin{aligned} C_l'^2 &= (kR)^{-2} \left\{ (kR)^2 f_{l-1}^2(\beta' R) |h_{\nu-1}^{(1)}(kR)|^2 + (\beta' R)^2 |h_{\nu}^{(1)}(kR)|^2 \right. \\ &\quad \left. - 2(kR)(\beta' R) f_{\nu-1}(\beta' R) [n_{\nu}(kR) n_{\nu-1}(kR) + f_{\nu-1}(kR) f_{\nu}(kR)] \right\}^{-1}. \end{aligned} \quad (14)$$

აქ  $h_{\nu}^{(1)}(x) = \sqrt{\frac{\pi}{2x}} H_{l+1/2}^{(1)}(x)$  ჰანკელის „სფერული“ ფუნქციაა.

თუ მოვახდენთ აჯამვას საბოლოო მდგომარეობის მაგნიტური ქვანტური რიცხვით და გავასაშუალებთ საწყისით, განივკვეთისათვის საბოლოოდ გვექნება

$$d\sigma = \frac{4}{3\pi} \left(\frac{e'^2}{\hbar c}\right)^2 \left(\frac{mc}{\hbar}\right)^2 \frac{k_f}{k_0} \frac{k^2 dk \cos^2 \frac{\theta}{2} d\Omega_{\theta}}{q^2} \left\{ \frac{l+1}{2l+1} \left| D_{l+1}^l \right|^2 + \frac{l}{2l+1} \left| D_{l-1}^l \right|^2 \right\} \quad (15)$$

ან ელექტრონის განსაზღვრული გადაცემული ენერგიის დროს

$$d\sigma = \frac{8}{3} \left(\frac{e'^2}{\hbar c}\right)^2 \left(\frac{mc}{\hbar}\right)^2 \frac{k^2 dk \cos^2 \frac{\theta}{2}}{k_0^2 q} \left\{ \frac{l+1}{2l+1} \left| D_{l+1}^l \right|^2 + \frac{l}{2l+1} \left| D_{l-1}^l \right|^2 \right\}, \quad (16)$$

სადაც  $l$ -დან  $l \pm 1$ -ში გადასვლის დიპოლური მატრიცული ელემენტები შემდეგი ფორმულებით განისაზღვრება:

$$D_{l\pm 1}^l = C_l C_{l\pm 1} \int_0^R f_l(\beta r) f_{l\pm 1}(\beta' r) r^3 dr + \frac{f_l(\beta R)}{K_l(\alpha R)} \left[ A_{l\pm 1} \int_R^\infty K_l(\alpha r) f_{l\pm 1}(kr) r^3 dr - B_{l\pm 1} \int_R^\infty K_l(\alpha r) n_{l\pm 1}(kr) r^3 dr \right], \quad (17)$$

სადაც

$$A_{l\pm 1} = kR \left[ kR f_{l\pm 1}(\beta' R) n_{l\pm 1-1}(kr) - \beta' R f_{l\pm 1-1}(\beta' R) n_{l\pm 1}(kr) \right], \quad (18)$$

$$B_{l\pm 1} = kR \left[ kR f_{l\pm 1-1}(kr) f_{l\pm 1}(\beta' R) - \beta' R f_{l\pm 1-1}(\beta' R) f_{l\pm 1}(kr) \right].$$

მატრიცული ელემენტისათვის საბოლოოდ გვექნება

$$D_{l\pm 1}^l = C_l C'_{l\pm 1} \left\{ \Pi_{l\pm 1}^l + \frac{f_l(\beta R)}{K_l(\alpha R)} \left[ A_{l\pm 1} P'_{l\pm 1} - B_{l\pm 1} Q'_{l\pm 1} \right] \right\}, \quad (19)$$

სადაც

$$\Pi_{l+1}^l = (-1)^l \sum_{n=0}^l (-1)^n \frac{2n+1}{a_n} I_n - (-1)^l \left\{ \begin{array}{l} \Lambda(a,b), \text{ როცა } l \text{ კენტია} \\ \Lambda(b,a), \text{ როცა } l \text{ ლუწია} \end{array} \right.$$

$$\Pi_{l-1}^l = (-1)^{l-1} \sum_{n=0}^{l-1} (-1)^n \frac{2n+1}{a_n} I_n - (-1)^l \left\{ \begin{array}{l} \Lambda(a,b), \text{ როცა } l \text{ კენტია} \\ \Lambda(b,a), \text{ როცა } l \text{ ლუწია.} \end{array} \right.$$

ამ ფორმულებში, როცა  $l$  ლუწია,  $a_{2n} = b$ ,  $a_{2n+1} = a$ , როცა  $l$  კენტია,  $a_{2n} = a$ ,  $a_{2n+1} = b$ . ხოლო

$$I_n = \frac{b r^2 f_n(ar) f_{n-1}(br) - a r^2 f_{n-1}(ar) f_n(br)}{a^2 - b^2}; \quad (20)$$

$$\Lambda(a,b) = \frac{1}{ab} \int \cos ar \sin br \cdot r dr, \quad \Lambda(b,a) = \int \cos br \sin ar \cdot r dr; \quad (21)$$

ასევე

$$P_{l+1}^l = \frac{1}{b} \sum_{n=0}^{\lfloor \frac{l}{2} \rfloor} (2l+1-4n) (-1)^n I_{l-2n} \quad (22)$$

$$- \frac{1}{a} \sum_{n=0}^{\lfloor \frac{l-1}{2} \rfloor} (2l-1-4n) (-1)^n I_{l-1-2n} - e^{-i\pi/2} \left\{ \begin{array}{l} i \Lambda^\circ(a,b), \text{ როცა } l \text{ კენტია} \\ \Lambda^\circ(b,a), \text{ როცა } l \text{ ლუწია} \end{array} \right.$$

$$P_{l-1}^l = \frac{1}{b} \sum_{n=0}^{\left[ \frac{l-2}{2} \right]} (2l-3-4n) (-1)^n I_{l-2-2n}^{\circ} + \frac{1}{a} \sum_{n=0}^{\left[ \frac{l-1}{2} \right]} (2l-1-4n) (-1)^n I_{l-1-2n}^{\circ} + e^{\frac{i l \pi}{2}} \begin{cases} i \Lambda^{\circ}(a, b), & \text{როცა } l \text{ კენტია,} \\ \Lambda^{\circ}(b, a), & \text{როცა } l \text{ ლუწია,} \end{cases}$$

სადაც

$$I_n^{\circ} = - \frac{ar^2 f_n(br) K_{n-1}(ar) + br^2 f_{n-1}(br) K_n(ar)}{a^2 + b^2}, \quad (23)$$

$$\Lambda^{\circ}(a, b) = \frac{1}{ab} \int e^{-ar} \sin br \cdot r dr, \quad \Lambda^{\circ}(b, a) = \frac{1}{ab} \int e^{-ar} \cos br \cdot r dr \quad (24)$$

$Q_{l \pm 1}^l$  განსხვავდება  $P_{l \pm 1}^l$  მხოლოდ იმით, რომ მასში  $f_{l \pm 1}(r)$  ფუნქციების ნაცვლად გვაქვს  $n_{l \pm 1}(r)$  ნეიმანის ფუნქცია.

შევიტანოთ რა (13) ფორმულას (15)-ში ან (16)-ში, ვიპოვიოთ დიფერენციალური ეფექტური განიკვეთის ზოგად გამოსახულებას ბორნის მიახლოებაში დიპოლური ურთიერთქმედების დროს. მიღებული ფორმულები ზოგადია და გამოდგება ნებისმიერი ატომგულისათვის.

განვიხილოთ ახლა ნუკლონის ამოგდების საკითხი  ${}_{29}\text{Cu}^{63}$  გულიდან. აშკარაა, რომ ნუკლონი შეიძლება ამოგდებულ იქნეს სხვადასხვა დონიდან, ამიტომ საჭიროა სათანადო განიკვეთების აჯამება, შესაბამისი წონებით, ე. ი. საჭიროა თითოეული  $l$ -ის შესაბამისი განიკვეთი გავამრავლოთ ნუკლონთა რიცხვზე,  $l$ -ით დახასიათებულ მდგომარეობაში.

რადგან ჩვენ არ ვითვალისწინებთ სპინორბიტალურ ურთიერთქმედებას, ამიტომ დონეთა მიმდევრობა გამარტივდება და ნეიტრონებისათვის გვექნება

$$(1s)^2 (2p)^6 (3d)^{10} (2s)^2 (4f)^{10} (3p)^4.$$

ნეიტრონებს სხვადასხვა დონეზე აქვს სხვადასხვა ბმის ენერგია. ამიტომ ეს გარემოება გამოთვლებში გათვალისწინებულ უნდა იქნეს. ნეიტრონთა ენერგეტული დონეები, როცა ორმოს სიღრმე  $V_0 = 36,6$  Mev და სიგანე ტოლია  $\text{Cu}^{63}$ -ის, რადიუსი  $R = 6 \cdot 10^{-13}$  სმ მოცემულია ცხრილში [6]. ორმოს სიგანე და სიმაღლე ისეა შერჩეული, რომ უკანასკნელი ნეიტრონის ბმის ენერგია ემთხვეოდეს ექსპერიმენტულ მნიშვნელობას  $-10,9$  Mev.

1 ცხრილში მოცემულია აგრეთვე შესაბამისი

წონები. განვიხილოთ ელექტრონის ენერგიის სამი მნიშვნელობა:  $E = 16,20$  და  $24,5$  Mev. აშკარაა, რომ  $E_6 = 16$  Mev ენერგიის დროს შეიძლება ამოგ-

მდგომარეობა	ცხრილი 1	
	ნეიტრონის ბმის ენერგია Mev	ნეიტრონთა რიცხვი
1 s	32,3	2
2 p	27,5	6
2 d	22,0	10
2 s	19,5	2
4 f	15,2	10
3 p	10,9	4

დებულ იქნეს მხოლოდ  $4f$  და  $3p$  ნეიტრონები. მაგრამ აშკარაა, რომ  $4f$  დონიდან ამოგდების განივკვეთი გაცილებით მცირე იქნება  $3p$  დონიდან ამოგდების განივკვეთზე, რადგანაც პირველ შემთხვევაში დაცემული ელექტრონის ენერგია ძალიან ახლოსაა რეაქციის კარიბჭესთან; როცა  $E_0 = 20$  Mev, მაშინ დინამიკაში მონაწილეობას იღებენ  $2S$ ,  $4f$  და  $3p$  ნეიტრონები. ამასთან  $2S$  ელექტრონების წილი განივკვეთში კვლავ მცირე იქნება. რაც შეეხება  $E_0 = 24,5$  Mev, ამ შემთხვევაში მონაწილეობას იღებენ  $3d$ ,  $2S$ ,  $4f$ ,  $3p$  ნეიტრონები. საჭიროა ამ ენერგიებისათვის გამოვთვალოთ ინტეგრალური განივკვეთი; ამისათვის კი საჭიროა წინასწარ მოვახდინოთ განივკვეთის ინტეგრაცია გაფანტული ელექტრონის შესაბამისი კუთხეებით. ეს ინტეგრაცია მარტივია და მოგვცემს

$$\pi (k_f + k_0)^2 \ln \frac{(k_0 + k_f)^2}{(k_0 - k_f)^2} - \frac{\pi}{k_f k_0} \quad (25)$$

განივკვეთში. გაფანტული ელექტრონის ენერგია  $E_f$  შეიძლება გამოვხატოთ ნეიტრონისა და ელექტრონის საწყისი ენერგიით, ენერგიის შენახვის კანონის ფორმულიდან

$$E_0 - \varepsilon_i = E_f + E. \quad (26)$$

ამის შემდეგ განივკვეთის გამოხატულებაში ცვლადი იქნება მხოლოდ ნეიტრონის ენერგია, რის შემდეგაც ადვილია განივკვეთის რიცხვითი ინტეგრაცია ( $mc^2$ ,  $E_{max}^i$ ) საზღვრებში. ამასთან  $E_{max}^i$  ზედა საზღვარი განისაზღვრება ენერგიის შენახვის კანონიდან და რადგან ნეიტრონების ბმის ენერგია  $\varepsilon_i$  დამოკიდებულია  $l$  ქვანტურ რიცხვზე, ამიტომ იგი სხვადასხვა იქნება ნეიტრონის სხვადასხვა დონიდან ამოგდებისას.

ექსპერიმენტულად ხელსაყრელია  $\sigma = \frac{\sigma(\gamma, n)}{\sigma(e, n)}$  ფარდობის გაზომვა,

სადაც  $\sigma(\gamma, n)$  არის ფოტოეფექტის შესაბამისი განივკვეთი. თუ დავაკვირდებით (15) ფორმულას და დიპოლური ფოტოეფექტის განივკვეთის ფორმულას (1), დაინახავთ, რომ მათ ერთნაირი მატრიცული ელემენტები აქვთ და, მაშასადამე, მხოლოდ კოეფიციენტით განსხვავდებიან. რადგან ფოტოეფექტის დროს ადგილი აქვს  $\gamma$ -ქვანტის მთლიანად შთანთქმას, ამიტომ საბოლოო მდგომარეობაში, ამ შემთხვევაში, მხოლოდ ნეიტრონი გვაქვს და, მაშასადამე, ნეიტრონის ენერგია მკაცრად განსაზღვრულია შენახვის კანონით ისე რომ  $\frac{d\sigma_i}{dk}$  მოცემული გადაცემული ენერგიის დროს დაკავშირებული იქნება  $\sigma(\gamma, n)$

განივკვეთთან. თუ გამოვთვლით  $\sigma(\gamma, n)$  განივკვეთს მოცემული  $h\nu = 16$  Mev ენერგიის დროს, როგორც ეს მოსალოდნელი იყო, პირდაპირი ფოტოეფექტის განივკვეთი  $2,5$ -ჯერ იზრდება. რიცხვითი გამოთვლები  $E_0 = 16$  Mev ფარდობისათვის იძლევა  $550$ , ექსპერიმენტი კი  $n$ -სათვის იძლევა დაახლოებით  $400$  (8). შევნიშნოთ, რომ პროცესში ძირითად როლს თამაშობენ  $3p$  ნეიტრონები.



შენიშნოთ, რომ განივკვეთი თანდათან იზრდება და 20 Mev-ისათვის აღწევს მაქსიმუმს. მაქსიმუმში განივკვეთი რიგით  $2 \cdot 10^{-30}$  სმ<sup>2</sup>-ის ტოლია;  $E_0 = 24,5$  Mev-ის დროს განივკვეთი გაცილებით მცირეა. ისევე, როგორც „პირდაპირი ფოტოფექტის“ დროს. ამ შემთხვევაშიაც თეორია იძლევა შემცირებულ მნიშვნელობებს განივკვეთისათვის. ამის მიზეზი შეიძლება იყოს, ჯერ ერთი, ის, რომ აღნიშნული მექანიზმის გარდა პროცესი ხდება სხვა რომელიმე მექანიზმითაც, მეორე — შესაძლებელია, რომ, რადგან ენერგია დიდია, ადგილი აქვს: ( $e, 2n$ ) რეაქციებს, გულის დაბალი ენერგეტიკული დონეების აღზნებას ნეიტრონის გამოტყორცნის გარეშე და, ბოლოს, შესაძლებელია, რომ გადასვლებში გარკვეულ (მართალია, ძალიან მცირე) როლს თამაშობდეს ქვადრუპოლური გადასვლებიც.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 29.3.1957)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. E. D. Courant. Direct Photodisintegration Processes in Nuclei, phys. Rev. 82, 1951, 703.
2. L. Karl. Brown and Richard Wilson Electrodesintegration of  $\text{Cu}^{63}$ ,  $\text{Zn}^{64}$ ,  $\text{Ag}^{109}$ , and  $\text{Ta}^{181}$ , Phys. Rev. 93, 1954, 443.
3. L. I. Schiff. Nuclear Dispersion Contribution to High—Energy Electron Scattering, Phys. Rev. 98, 1955, 756.
4. Л. Ландау и Е. Лифшиц. Квантовая механика, 1, 1948, § 19, стр. 78.
5. Н. Мотт и Г. Месси. Теория атомных столкновений. Изд. ИЛ, 1951.
6. L. Tames. Burkhardt. Dipole Photonuclear Reaction and the Independent Particle Model. Phys. Rev. 91, 1953, 420.
7. Scaggs, Laughin, Hanson and Orlin. The Electro-Disintegration of  $\text{Cu}^{63}$ ,  $\text{Ag}^{107}$ , and  $\text{Ag}^{109}$ , Phys. Rev. 73, 1948, 420.

## გეოფიზიკა

მ. სპარმენსკი და ი. აივაზოვი

სეისმური რადიაციის გამოსვლის კუთხის განსაზღვრის შესახებ.

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიევა 7.6.1957)

დედამიწის ზედაპირზე სეისმური ტალღის გამოსვლის მიმართულების განსაზღვრას არსებითი მნიშვნელობა აქვს დედამიწის შინაგანი აგებულების შესწავლის საქმეში, მიწისძვრის კერის სიღრმის დასადგენად და სეისმურ დაკვირვებათა ინტერპრეტაციისათვის.

სეისმური ტალღის გავრცელების სიჩქარის სიღრმისგან დამოკიდებულების განსაზღვრა ხდება იმ ჰიპოთეზაზე დაყრდნობით, რომ დედამიწა რადიალურად ერთნაირი სიმეტრიული თვისების მატარებელ სფეროს წარმოადგენს. სეისმური სხივის განტოლების საფუძველზე, რომლის ხასიათი შემდეგი ტოლობით განისაზღვრება:

$$q(\theta) = \frac{r_p}{v(r_p)} = \frac{r \cos e}{v(r)} = \frac{R \cos e_0}{v_0} = \frac{dT(\theta)}{d\theta}. \quad (1)$$

უკანასკნელ ტოლობას ამ თანამიმდევრობაში ბენდორფის კანონიდან ვღებულობთ. აქ  $T(\theta)$  არის ჰოდოგრაფი, დამოკიდებულება ტალღის გარბენის დროისა ეპიცენტრალური მანძილისაგან (რადიანებით);  $\theta$ ,  $v(r)$  არის ტალღის გავრცელების სიჩქარე  $h = R - r$  სიღრმეზე;  $v_0$ —იგივე სიდიდე ტალღის გამოსვლისას დედამიწის ზედაპირზე. დანარჩენი აღნიშვნები გასაგებია ნახ. 1-ა-დან.

(1) განტოლებიდან გამომდინარეობს  $\frac{r_p}{v(r_p)}$  ფარდობის განსაზღვრის შესაძლებლობა.

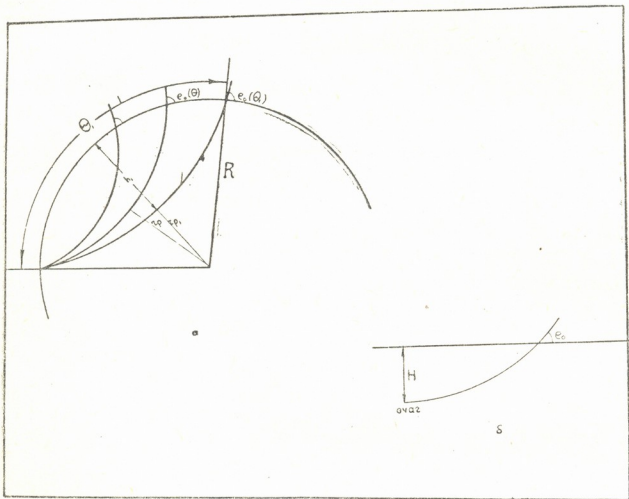
სეისმური სხივის მაქსიმალური დაძირვის სიღრმე, მაგალითად, სხივისა  $h_1 = R - r_{p1}$ , განისაზღვრება გერგლოც-ვიხტერის [1] ფორმულით

$$\ln \frac{R}{r_{p1}} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\theta_1} \text{Arch} \frac{q(\theta)}{q(\theta_1)} d\theta; \quad \frac{q(\theta)}{q(\theta_1)} = \frac{\frac{dT}{d\theta}}{\frac{dT}{d\theta}|_{\theta_1}} = \frac{\cos e_0(\theta)}{\cos e_0(\theta_1)}. \quad (2)$$

ამგვარად, ერთი სხივიდან მეორეზე გადასვლისას მივიღებთ სიჩქარის საძიებელ  $v = v(r)$  ფუნქციას. (2) ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ შეი-

ძღვება ვისარგებლოთ ჰოდოგრაფის წარმოებულთ ან  $e_0$ , როგორც ეპიცენტრალური მანძილის ფუნქციებით.

ჰოდოგრაფის ემპირიული ფუნქციის დიფერენციალი საგრძნობ ცდომილებას შეიცავს და ამიტომ უმჯობესია ვისარგებლოთ სეისმური რადიაციის გამოსვლის კუთხით  $e_0(\theta)$  სხვადასხვა მანძილზე. პირველად ეს განხორციელებულ იქნა ბ. გოლიცინის მიერ [2].



ნახ. 1

უნდა აღინიშნოს, რომ გარდამავალ ფენებში (გამყოფ ზედაპირზე) დედამიწის შიგნით სიჩქარის გრადიენტი სწრაფად იცვლება.

გრადიენტთა ვარიაციას დედამიწის შიგნით სეისმური ტალღის გავრცელების სიჩქარის ზრდის დროს მიეყვართ სეისმური სხივის კონათა შემჭიდროებასთან, რხევის ამპლიტუდისა და გამოსვლის კუთხის გრადიენტის გაზრდასთან.

ამპლიტუდის აბსოლუტური სიდიდეებით სარგებლობა ხშირად ძნელდება: ისინი დამოკიდებულია მიწისძვრის კერის მექანიზმისა და ინტენსივობისაგან, ამიტომ უმჯობესია ვისარგებლოთ გამოსვლას კუთხეებით.

ეპიცენტრის მახლობლად დაკვირვების დროს გამოსვლის კუთხე დამოკიდებულია კერის სიღრმისაგან (იხ. ნახ. 1-ბ) და ეს გარემოება შეიძლება გამოყენებულ იქნეს უკანასკნელის განსაზღვრისათვის.

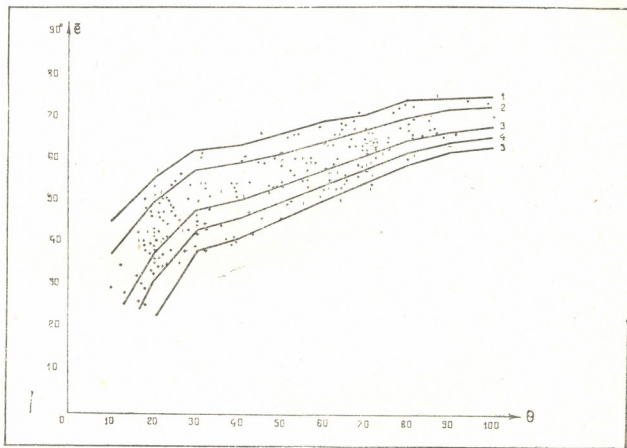
სეისმური ტალღების მიმართულების განსაზღვრას, მათი დედამიწის ზედაპირზე გამოსვლის დროს, არსებითი მნიშვნელობა აქვს შემოსული ტალღების ტიპის გამოვლინებისათვის [3,4].



სიგრძივი ტალღის გამოსვლის კუთხის განსაზღვრა წარმოებს რხევების ამპლიტუდების შეფარდებათა საფუძველზე, რომლის რეგისტრაციაც ხდება სეისმურ სადგურში სამკომპონენტო ხელსაწყოებით. ასეთნაირად განისაზღვრება ე. წ. წარმოსახვითი გამოსვლის კუთხე.

$$\operatorname{tg} \bar{\varepsilon} = \frac{X_Z}{\sqrt{X_E^2 + X_N^2}}, \quad (3)$$

სადაც  $X_E$ ,  $X_N$ ,  $X_Z$  ნიადაგის რხევის ამპლიტუდებია, მერიდიანის, სიგანედის და ვერტიკალის მიმართულების შესაბამისად. წარმოსახვითი  $\bar{\varepsilon}$  კუთხე განსხვავდება საძიებელი ჭეშმარიტი  $\varepsilon_0$  გამოსვლის კუთხისაგან და ეს გან-



ნახ. 2. პირობითი ნიშნები: ვერტიკალური მცირე ხაზი აღნიშნავს მოსკოვს, ვერტიკალი—პულკოვოს, პლუსი—სვერდლოვსკს, დეფისი—თბილისს

სხვავება გამოწვეულია დინამიკური დაძაბულობისაგან თავისუფალი დედამიწის ზედაპირიდან არეკლილი სიგრძივი და განივი ტალღების წარმოქმნით. ეს ტალღები განიცდიან სუბერპოზიციას და იცვლიან რხევის მიმართულებას. წარმოსახვით  $\bar{\varepsilon}$  კუთხესა და ჭეშმარიტ  $\varepsilon_0$  გამოსვლის კუთხეს შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება:

$$\cos \frac{\bar{\varepsilon}(\theta) + \pi}{2} = \frac{\nu_0}{\nu_0} \cos \varepsilon(\theta), \quad (4)$$

სადაც  $\nu_0$ ,  $\nu_0$  არის სიგრძივი და განივი ტალღების გავრცელების სიჩქარეები დედამიწის ზედაპირთან.



ჩვეულებრივ, რხევის ამპლიტუდები განისაზღვრება შემოსვლის მომენტში სიგრძივი ტალღის პირველი მაქსიმალური გადახრით.

გამოკვლევები გვიჩვენებს, რომ ზუსტად რეგულირებული აპარატურის [5] პირობებშიაც კი სეისმური სხივის წარმოსახვით კუთხეთა სიდიდეები განიცდიან საგრძნობ დისპერსიას, რომელიც აღემატება გაბნევის დაკვირვებათა ცდომილების გამო.

დედამიწა თავისი აგებულებით ფენოვანია და სეისმური ტალღის გავრცელების სიჩქარე დამოკიდებულია სიღრმისაგან. ფენოვანი გავლენა გამოიხატება უპირველესად ყოვლისა იმით, რომ დედამიწის გარსისა და ქერქის გამყოფ საზღვარზე წარმოიქმნება გარდატეხილი სიგრძივი და განივი ტალღები, მათი სუპერპოზიცია გამოიწვევს სიგრძივი ტალღის რხევის დამახინჯებას; მეორე მხრივ, განივი ტალღის მეორადი გარდატეხა ნაკლებად ინტენსიურია და მან შეიძლება არ გამოიწვიოს სეისმური რხევის გამოსვლის კუთხის საგრძნობი დისპერსია [5].

ჩვენი აზრით, უფრო მნიშვნელოვანია დამოკიდებულება წარმოსახვითი გამოსვლის კუთხესა და ტალღის სიგრძეს შორის. ამის გამო, დედამიწის ზედაპირთან  $v_0$  და  $v_0$  სიჩქარეების მნიშვნელობანი უნდა შივსკუთვნოთ ტალღის სიგრძის თანზომად დედამიწის წრეებს. ტალღის სიგრძის მოქმედების შესაფასებლად საჭიროა ერთმანეთს შევუდაროთ გამოსვლის კუთხის სიდიდეები, მიღებული ჰოდოგრაფის წარმოებულის ამპლიტუდებით, რომლებიც განისაზღვრება ტალღის გავრცელების კინეტიკური (სხივური) სქემით.

(1) და (4) ფორმულის შედარება გვაძლევს შემდეგ თანათარღობას:

$$\cos' \frac{\bar{r}(\theta) + \frac{\pi}{2}}{2} = \frac{1}{v_0 R} \frac{dT(\theta)}{d\theta} \quad (5)$$

ეს გამოსახულება განსაზღვრავს  $\bar{r}(\theta)$  მრუდთა ოჯახს, რომლის პარამეტრსაც  $v_0$  წარმოადგენს. დანალექი ქანებისა და გრანიტის, რომლის სისქე იცვლება 10—20 კილომეტრის ფარგლებში, განივი ტალღის გავრცელების საშუალო სიჩქარე შეიძლება მიღებულ იქნეს 3,0 კმ/წმ; დედამიწის ქერქისათვის, რომელიც მთლიანად 50 კილომეტრის სისქისაა, ეს სიჩქარე შეიძლება შეფასებულ იქნეს 3,5 კმ/წმ.

სიღრმის მიხედვით ტალღის გავრცელების სიჩქარე განუწყვეტლივ იზრდება და მისი საშუალო მნიშვნელობა შეიძლება მივაკუთვნოთ შესაბამის ეკვივალენტურ ფენას. საშუალო სიჩქარეები და სიმძლავრეები რეალური და ეკვივალენტური ფენებისა მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

მრუდის №№ ნახ. № 2-ზე	$v_0$ საშუალო მნიშვნელობანი კმ/წმ.	ფენის სისქე
1	3,0	10,20
2	3,5	50
3	4,5	400
4	5,0	700
5	5,5	1200

ნახ. 2-ზე გამოსახულია სეისმური სხივის წარმოსახვით გამოსვლის კუთხის მრუდთა ოჯახი, რომელიც განსაზღვრულია (5) ფორმულით 1 ცხრილის მონაცემების მიხედვით.

ამავე ცხრილში მოყვანილია სეისმური სხივის წარმოსახვითი გამოსვლის კუთხეების ჩვენთვის ცნობილი ყველა მნიშვნელობა. რომელიც მიღებულია სხვადასხვა სეისმური სადგურების დაკვირვებებიდან.

მონაცემები პულკოვოს სეისმური სადგურისათვის ძირითადად განსაზღვრულ იქნა 1912—1913 წელს ბ. გოლიცინის [2] მიერ. მოსკოვის სეისმური სადგურის მონაცემები განსაზღვრულია ამ შრომის პირველი ავტორის მიერ, სვერდლოვსკის სეისმური სადგურის მონაცემები ზ. გ. ვეის—კსენოფონტოვას [5] მიერ, ხოლო თბილისის სეისმური სადგურის მონაცემები—ამ შრომის მეორე ავტორის მიერ.

წარმოსახვითი კუთხეების ყველა მნიშვნელობა ლაგდება იმ მრუდის საზღვრებში, რომელსაც შეესაბამება განივი ტალღის გავრცელების საშუალო სიჩქარეების მნიშვნელობები 3,0-დან 5,5 კმ/წმ-ში, შესაბამისად სხვადასხვა სიქის შრისა.

რხევები, რომელთა ამპლიტუდებითაც განისაზღვრება წარმოსახვითი გამოსვლის კუთხე, არაა სტაციონარული. გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ამ რხევათა სიხშირის სპექტრს შეიძლება მავაკუთვნოთ სხვადასხვა სიხშირე ან ტალღის სიგრძე, გრძელი ტალღების ჩათვლით.

მომავალში ფრიად სასურველია ჩვენი დასკვნის ექსპერიმენტული შემოწმება იმ გზით, რომ განისაზღვროს გამოსვლის კუთხე ისეთი ხელსაწყოების ჩანაწერებით, რომლებსაც ექნებათ საკუთარი რხევის სხვადასხვა პერიოდი. ასეთი ხელსაწყოები, განსაკუთრებით მცირე დაცხრობის დროს, წარმოადგენენ სიხშირეთა ფილტრებს, რომელნიც გამოყოფენ სხვადასხვა სიხშირეთა რხევებს სიგრძივი ტალღის რეგისტრირებული არასტაციონარული რხევებიდან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გეოფიზიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 19.6.1957)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. E. Wiechert und L. Geiger. Bestimmung des Weges des Erdbebenwellen im Erdinnern. Physik. Zeitschr. 2, 1910, 294.
2. Б. Б. Голицын. Sur l'angle d'emergence des rayons seismiques. Изв. пост. Центр. Сейсмич. Комисии Росс. Акад. наук. VII, вып. 2, 1915, 185.
3. Е. Ф. Саваренский. Направление выхода сейсмических лучей и исследование строения Земли. Изв. АН СССР, сер. географ. и геофиз. XII, № 4, 1948, 328.
4. Е. Ф. Саваренский и Ф. И. Моныхов. Применение азимутов и углов выхода сейсмической радиации к интерпретации наблюдений. Труды Геофизич. инст. АН СССР, 1 (128), 1948, 39.
5. Е. Ф. Саваренский. Об углах выхода сейсмической радиации и некоторых смежных вопросах. Труды Геофизического института АН СССР, 15, 142, 1952.

პრ. არაშვიძე და მ. ბენაშვილი

## ნორიოს ბენზინის ჰექსაჰიდროარომატული ნახშირწყალბადების გამოკვლევა დეჰიდროგენული კატალიზის საშუალებით

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 4.6.1957)

ჩვენ მიერ დადგენილია, რომ ნორიოს ბენზინის ფრაქცია 122—150° ჰექსაჰიდროარომატული ნახშირწყალბადების 18,2% შეიცავს. საინტერესო იყო აღნიშნული ნახშირწყალბადების აღნაგობის დადგენა, რომლის გადაწყვეტასაც მიეძღვნა ეს შრომა.

ნორიოს ბენზინის ჰექსაჰიდროარომატული ნახშირწყალბადების ინდივიდუალური ბუნების დასადგენად გამოყენებული იყო ნ. ზელინსკის შერჩევითი დეჰიდროგენული კატალიზის მეთოდი [1], რომელიც საშუალებას იძლევა ბენზინებში არსებული ციკლოჰექსანური რიგის ნახშირწყალბადები ოდენობრივად გადავიყვანოთ შესაბამის არომატულ ნახშირწყალბადებად.

ამ მეთოდით საბჭოთა კავშირის ნავთობებში შემავალი ჰექსაჰიდროარომატული ნახშირწყალბადების სისტემატური კვლევა იწყება ბ. კ ა ზ ა ნ ს კ ი ს და მისი თანამშრომლების შრომებით [2—5].

ბ. კ ა ზ ა ნ ს კ ი ს ა და გ. ლ ა ნ დ ს ბ ე რ გ ი ს მიერ მოწოდებული კომბინირებული მეთოდით დეტალურად შესწავლილია ზოგიერთ ნავთობში შემავალი ნახშირწყალბადების ინდივიდუალური ბუნება [7, 8].

ნ. შუ ი კ ი ნ მ ა, ს. ნ ო ვ ი კ ო ვ მ ა და ტ. ნ ა რ ი შ კ ი ნ ა მ [9] შეისწავლეს მაიკოპის ბენზინის ფრ. 136—156° შემავალი ჰექსაჰიდროარომატული ნახშირწყალბადები.

საქართველოს ნავთობების სისტემატური კვლევა ნ. ზელინსკის მეთოდით 1944 წლიდან დაიწყო. მირზაანისა და სუფსის ნავთობების 95—122° ფრაქციებში ერთი ჩვენთაგანის მიერ [10, 11] დამტკიცებულია ეთილციკლოჰექსანის, 1,2-, 1,3- და 1,4- დიმეთილციკლოჰექსანის არსებობა.

1934-37 წლებში აღმოჩენილმა ციკლოჰენტანური ნახშირწყალბადების ჰიდროგენოლის რეაქციამ [12] და პარაფინული ნახშირწყალბადების კატალიზურმა არომატიზაციამ [13] ვერ მოახდინეს არსებითი გავლენა ნ. ზელინსკის მეთოდის სიზუსტეზე ნავთობის ნახშირწყალბადების კვლევის საქმეში, როგორც ეს დამტკიცებულია რიგი მკვლევრების მიერ [14—16].

ნორიოს ბენზინის 122—150° ფრაქციაში შემავალი ჰექსაჰიდროარომატული ნახშირწყალბადები დეჰიდროგენული კატალიზის გზით გადაყვანილი იქნენ არომატულ ნახშირწყალბადებად.

კატალიზის შედეგად წარმოქმნილი არომატული ნახშირწყალბადების დასუღფირებისა და დასუღფოქავეების ჰიდროლისის შედეგად გამოყოფილი არომატული ნახშირწყალბადები იდენტიფიცირებულ იქნენ ფიზიკური კონსტანტების განსაზღვრით და სათანადო ნაწარმების მიღებით; საკვლევ ფრაქციაში დადასტურდა 1,2-, 1,3- და 1,4- მეთილ-ეთილციკლოჰექსანის, 1, 2, 4- და 1, 3, 5- ტრიმეთილციკლოჰექსანის არსებობა.



ექსპერიმენტული ნაწილი

კვლევისათვის საჭირო ბენზინის 122—150° ფრაქცია გამოყოფილი იყო ნორიის საბადოს 23-ე კაბურღილის ნავთობიდან წილადური გამოხდის გზით.

აღნიშნული ფრაქცია თავდაპირველად გაირეცხა 75%-იანი გოგირდის მჟავათი, შემდეგ სოდის 10% ხსნარით, ბოლოს გამოხდილი წყლით; ქლორკალციუმით გაშრობის შემდეგ გამოიხადა მეტალური ნატრიუმის თანდასწრებით იმავე ტემპერატურულ ზღვრებში.

ამის შემდეგ 122—150° ფრაქციისათვის განსაზღვრული იყო ანილინის მაქსიმალური წერტილი, ხვედრითი წონა და სინათლის სხივის გადატების მაჩვენებელი. აღნიშნულ ფიზიკურ სიდიდეთა განსაზღვრის შემდეგ არომატული ნახშირწყალბადების მოცილების მიზნით ფრაქცია დამუშავდა გოგირდის მჟავათი. დასულფირების სისრულის შემოწმება წარმოებდა ფორმოლური რეაქტივით ა. ნასტიუკოვის მიხედვით [17]. ამის შემდეგ შეავსა ფენა მოსცილდა დეარომატიზებულ ბენზინს, რომელიც გაირეცხა ჯერ გამოხდილი წყლით, შემდეგ სოდის 10% ხსნარით, ისევ წყლით და ქლორკალციუმზე გაშრობის შემდეგ გამოიხადა მეტალური ნატრიუმის თანდასწრებით. ამგვარად დეარომატიზებულ და გარეცხილ ბენზინის ფრაქციას კვლავ განესაზღვრა იგივე ფიზიკური მაჩვენებლები, რაც გოგირდმჟავათი დამუშავებამდე.

ბენზინის ფიზიკური თვისებების ცვლილება გოგირდმჟავათი დამუშავებამდე და დამუშავების შემდეგ მოცემულია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

ბენზინის ფრაქცია °C	კ ა ტ ა ლ ი ზ ა მ დ ე						
	გოგირდმჟავათი დამუშავებამდე			გოგირდმჟავათი დამუშავების შემდეგ			
	ანილინის მაქსიმალური წერტილი	n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	d <sub>4</sub> <sup>20</sup>	დუღილის ტემპ-რა °C	ანილინის მაქსიმალური წერტილი	n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	d <sub>4</sub> <sup>20</sup>
122—150	56,7°	1,4241	0,7634	103—165°	61,5°	1,4191	0,7552

მუშაობის შემდგომ სტადიას წარმოადგენდა დეარომატიზებული ფრაქციის კატალიზური დეჰიდრირება პალადირებულ ნახშირზე.

ამისათვის აღნიშნული ფრაქცია ტარდებოდა ელექტროლუმელში მოთავსებულ პალადიუმის კატალიზატორზე, რომელიც მომზადებული იყო ნ. ზე-ლინის კისა და მ. ტუროვ ა-პოლიაკის მიხედვით [18]; კატალიზატორის სარჩულად გამოყენებული იყო აქტივირებული ხის ნახშირი.

კატალიზატორი შრებოდა ჯერ თერმოსტატში 120°-ზე, ხოლო შემდეგ თავსდებოდა ელექტროლუმელის მინის მილში და წყალბადის დენში მიმდინარეობდა მისი აღდგენა ჯერ 160°-ზე, შემდეგ 240°-ზე და ბოლოს 360°-ზე 6—6 საათის განმავლობაში. კატალიზატორი 14% პალადიუმს შეიცავდა. მისი აქტივობა შემოწმებული იყო ციკლოპექსანის გატარებით 300—310°. აღმოჩნდა, რომ კატალიზატორს ციკლოპექსანის 75% გადაჰყავდა ბენზოლში.

დეჰიდროგენული კატალიზი მიმდინარეობდა 300—310°-ის დროს წყალბადის სუსტი დენის მონაწილეობით, მოცულობითი სიჩქარით 0,06.

კატალიზატი შრებოდა ქლორკალციუმზე და გამოიხადა მეტალური ნატრიუმის თანდასწრებით. მას განესაზღვრა ანილინის მაქსიმალური წერტილი, სინათლის სხივის გადატების მაჩვენებელი და ხვედრითი წონა.

კატალიზის შედეგად წარმოქმნილი არომატული ნახშირწყალბადების მოცილების მიზნით კატალიზატი დამუშავდა გოგირდის მქაეთი, რომელიც აღეზული იყო 25% -ის რაოდენობით კატალიზატის მოცულობის მიმართ. დეარომატიზაციის სისრულე მოწმდებოდა ფორმოლიტური რეაქტივით [17].

დეარომატიზებული კატალიზატი მქავას ფენის მოცილების შემდეგ გაირეცხა გამოხდილი წყლით, სოდის სუსტი ხსნარით და ისევ წყლით, რის შემდეგაც სრებოდა ქლორკალციუმზე და გამოიხადა მეტალური ნატრიუმის თანადასწრებით. ამის შემდეგ მას განესაზღვრა იგივე ფიზიკური მაჩვენებლები, რაც დეარომატიზაციამდე.

ბენზინის ფიზიკური თვისებების ცვლილება კატალიზისა და დეარომატიზაციის შემდეგ მოცემულია მეორე ცხრილში.

ცხრილი 2

კ ა ტ ა ლ ი ზ ი ს შ ე მ დ ე გ

გოგირდმქავათი დამუშავებამდე				გოგირდმქავათი დამუშავების შემდეგ			
დუღილის ტემპერატურა °C	ანილინის მაქსიმალური წერტილი	$n_D^{20}$	$d_4^{20}$	დუღილის ტემპერატურა °C	ანილინის მაქსიმალური წერტილი	$n_D^{20}$	$d_4^{20}$
108—169	49,8°	1,4280	0,7675	114—154	63,9°	1,4146	0,7468

არომატული ნახშირწყალბადების გამოყოფის მიზნით სულფომქავები განზავდა ოთხმაგი მოცულობის გამოხდილი წყლით და ჩატარდა მათი ჰიდროლიზი — 210°-მდე. ჰიდროლიზი რამდენიმეჯერ განმეორდა არომატული ნახშირწყალბადების გამოყოფის შეწყვეტამდე. ტემპერატურა იზომებოდა სითხეში ჩაშვებული თერმომეტრით. გამოყოფილი არომატული ნახშირწყალბადები გაირეცხა ჯერ გამოხდილი წყლით, შემდეგ სოდის სუსტი ხსნარით და ისევ წყლით. ქლორკალციუმზე გასრობის შემდეგ გამოიხადა მეტალური ნატრიუმის თანადასწრებით — ვიწრო ტემპერატურულ ზღვრებში.

მიღებულ ფრაქციებს განესაზღვრა ხვედრითი წონა, სინათლის სხივის გადატეხის მაჩვენებლები, რომელთა მნიშვნელობანი მოცემული გვაქვს მესამე ცხრილში.

ცხრილი 3

№№ რიგ.	ფრაქციების დუღ. ტემპ-რა °C	$n_D^{20}$	$d_4^{20}$
1	134—149	1,5023	0,8601
2	149—159	1,5022	0,8666
3	159—164	1,5001	0,8706
4	164—170	1,5008	0,8695
5	170—179	1,5011	0,8692

არომატული ნახშირწყალბადების გამოხდა დასრულდა 188°-ზე. მაგრამ ფრაქცია 179—188° მიღებული იყო უმნიშვნელო რაოდენობით და ცალკე შესწავლილი არ ყოფილა. აღნიშნულ ფრაქციებში შემავალი არომატული ნახშირწყალბადების სტრუქტურის დასადგენად მიემართეთ მათ დაჟანგვასა და დანიტრაციებს.

1-ლი ფრ. დუღ. ტემპ. 134—149°. ფიზიკური თვისებების მიხედვით წარმოდგენდა იზომერული ქსილოლების ნარეგს და რადგან მისი სტრუქტურა წი-



ნა წლებში უკვე დადგენილი გვექონდა [19], ამიტომ ამ შრომაში ის აღარ შეგვისწავლია.

მე-2 ფრაქციაში დულ. ტემპ. 149—159°, მოსალოდნელი იყო იზოპროპილბენზოლის, პროპილბენზოლის, ორთო-, მეტა- და პარა-ეთილტოლუოლის არსებობა.

ვინაიდან აღნიშნული ფრაქცია არომატული ნახშირწყალბადების რთულ ნარევეს წარმოადგენდა, მათი აღნაგობის გამოკვლევისათვის ჩვენ მივმართეთ როგორც დაქანვის, ისე დანიტრაციების რეაქციებს.

ფრ. 149—159° 2,472 გ რაოდენობით დაქანვულ იქნა კალიუმის პერმანგანატით სუსტ ტუტე არეში. დასაქანავად საჭირო რაოდენობა კალიუმის პერმანგანატისა 11 გრამის რაოდენობით 3%-იანი ხსნარის სახით წვეთ-წვეთობით ემატებოდა მრგვალირიან კულაში მოთავსებულ არომატული ნახშირწყალბადების ნარევეს მუდმივი შეთბობით წყლის აბაზანაზე; კალიუმის პერმანგანატის მთელი რაოდენობის მიმატების შემდეგ ნარევი წყლის აბაზანაზე კიდევ 6 საათის განმავლობაში თბებოდა რეაქციის დასამთავრებლად.

რეაქციის დამთავრების შემდეგ ნარევი ცხელ მდგომარეობაში გაიფილტრა მანგანუმის ორჟანგისაგან, გაარეცხა ფილტრზე რამდენიმეჯერ ცხელი გამოხდილი წყლით და ფილტრატი, რომელიც შეიცავდა ორგანული მჟავების კალიუმის მარილების წყალხსნარს, აორთქლდა დაახლოებით 150 მლ მოცულობამდე. ამ დროს კოაგულირებული მანგანუმის ორჟანგი გაფილტვრით მოსცილდა ხსნარს. ფილტრატი დამუშავდა კონცენტრირებული მარილის მჟავათი ძლიერ მჟავე რეაქციამდე; გამოიყო დიდი რაოდენობით თეთრი ფერის ნალექი, რომელიც ცხელ მდგომარეობაში გავფილტრეთ დედახსნარიდან. ფილტრატში მოსალოდნელი იყო ბენზოლის, ორთო-და მეტაფტალის მჟავას არსებობა, ხოლო ნალექი შეიცავდა მეტა- და პარა-ფტალის მჟავების ნარევეს.

ფილტრატი და ნალექი მჟავათა დაყოფის მიზნით დავამუშავეთ ა. დობრინსკის მიხედვით [20].

ამ მეთოდით მჟავათა ნარევიდან გამოყოფილი იყო:

ფტალის მჟავა	— 2,6436 გ
იზოფტალის მჟავა	— 4,9776 „
ტერეფტალის მჟავა	— 0,2550 „

სულ — 7,8762 „

აღნიშნულ მჟავათა იდენტიფიცირება მოვახდინეთ შემდეგნაირად: იზოფტალისა და ტერეფტალის მჟავების შემთხვევაში მივმართეთ ეთერფიცირების რეაქციას. ამისათვის მინის ამბულაში მოვათავსეთ 0,22 გ იზოფტალის მჟავა, დავუმატეთ 2,5 მლ მეთილის სპირტი და 1—2 წვეთი მარილის მჟავა, ამჟღავნა შევალღვეთ და 8 საათის განმავლობაში მოვათავსეთ მღულარე წყლის აბაზანაში, წარმოქმნილი დიმეთილის ეთერი იზოფტალის მჟავისა ეთილის სპირტიდან გადაკრისტალბების შემდეგ გალღვა 71—72°-ზე. ანალოგიურად ჩატარდა ტერეფტალის მჟავას ეთერიფიცირება. მიღებული დიმეთილის ეთერი გალღვა 137—139°-ზე.

ფტალის მჟავას იდენტიფიცირებისათვის იგი შევალღვეთ რეზორცინთან და მიღებული ფლუორსცენინის არსებობაში დავრწმუნდით მისი ტუტე ხსნარის ძლიერი ფლუორესცირებით.

ამგვარად, არომატული ნახშირწყალბადების 149—159° ფრაქციის დაქანვის შემდეგად წარმოქმნილი მჟავების იდენტიფიცირებამ, აგრეთვე აღნიშნული ფრაქციების ფიზიკურმა კონსტანტებმა მიგვიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ იქონდა შეიცავდეს ორთო-, მეტა- და პარა-მეთილეთილბენზოლს.

თუ მივიღებთ მხედველობაში დაქანგვის შედეგად მიღებულ მყავათა ოდენობრივ თანაფარდობას, მაშინ მიახლოებით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ არომატული ნახშირწყალბადების ფრ. 149—159° შეიცავს:

ორთო-მეთილეთილბენზოლს — 33,5%  
მეტა-მეთილეთილბენზოლს — 63,2%  
პარა-მეთილეთილბენზოლს — 3,3%

— 100,0%

აღნიშნული არომატული ნახშირწყალბადების არსებობა მიგვითითებს ბენზინის გამოსავალ ფრაქციაში 1,2-, 1,3- და 1,4- მეთილეთილციკლოჰექსანის არსებობაზე, რომელიც დუდილის ტემპერატურა საკვლევე ფრაქციის დუდილის ტემპერატურის ზღვრებშია.

როგორც დასაწყისში აღენიშნეთ, ჩვენ ჩავატარეთ აღნიშნული ფრაქციის დანიტრავებაც. ამისათვის აღებული იყო 0,66 გ ნივთიერება, რომელიც წვეთ-წვეთობით და მულმივი გაცივებით მივუმატეთ გოგირდმჟავასა და მბოლავი აზოტ-მჟავას ნარევის (მოცულობით თანაფარდობით 2:1), ნარევი ვათბეთ რამდენიმე საათის განმავლობაში წყლის აბაზანაზე, რის შემდეგ გადმოვიტანეთ წყლიან ჯამში და დავტოვეთ 12 საათის განმავლობაში.

მიღებული მოყვითალო ფერის ნიტრონაერთი რამდენიმეჯერ გავრეცხეთ გამოხდილი წყლით, სოდის სუსტი ხსნარით და ისევ წყლით, გავაშრეთ ფილტრის ქალაღებზე შორის და გადავკრისტალეთ სპირტიდან.

ცივ სპირტში ძნელად ხსნადი ნიტრონაწარმი გალღვა 86—89°-ზე, მდულად სპირტში უხსნადი ნიტრონაწარმი (თეთრი ფერისა) გალღვა 174—178° ფარგლებში და მოგვცა დაღებოთი რეაქცია შუღცის მიხედვით ტრინიტროფსევდოკუმოლზე.

ნიტრონაწარმის მიღება ლღობის ტემპერატურით 86—89° არომატულ ნახშირწყალბადთა 149—159° ფრაქციაში მიგვითითებს მეტა-მეთილეთილბენზოლის არსებობაზე.

ამგვარად, ზემოაღნიშნული ფრაქციის დანიტრავების შედეგად იდენტიფიცირებული იყო მეტა-მეთილეთილბენზოლი, რომელიც, როგორც დაქანგვის შედეგებმა გვიჩვენა, მართლაც დიდი რაოდენობითაა არომატული ნახშირწყალბადების ფრაქციაში 149—159°.

მესამე ფრაქციაში (დუდილის ტემპერატურით 159—164°) შემავალი არომატული ნახშირწყალბადების აღნაგობის დადგენისათვის მივმართეთ დანიტრავების რეაქციას.

ამისათვის ფრაქცია 2,246 გ რაოდენობით წვეთ-წვეთობით ვუმატეთ ყინულში მოთავსებული გოგირდმჟავასა და მბოლავი აზოტმჟავას ნარევის (მოცულობით თანაფარდობით 2:1), ამის შემდეგ ნარევი ვათბეთ წყლის აბაზანაზე რამდენიმე საათის განმავლობაში და გაცივებისას გადმოვიტანეთ წყლიან ჯამში. დღელამის დაყოვნების შემდეგ გამოყოფილი ნიტრონაერთი, რომელიც შედგებოდა ორი ფაზისაგან (ყვითელი, ზეთისებრი სითხე და კრისტალები), დავამუშავეთ ეთილის ეთრით. ამ გზით გამოვყავით ეთერში უხსნადი თეთრი ნალექი, რომელიც გადავკრისტალეთ ბენზოლიდან და აცეტონიდან.

ნალექის აცეტონიდან გადაკრისტალების შემდეგ გამოიყო თეთრი მზინაევი კრისტალები, რომელთა ლღობის ტემპერატურა იყო 171—173°.



ბენზოლში ხსნადი ნალექი გალვვა 166—167°-ზე.

მიღებული ნიტრონაწარმი ხელმეორედ დავანიტრავთ (გაცივების გარეშე) და წარმოქმნილი ნიტრონაწარმი დავამუშავებთ ანალოგიურად წინა ცდისა.

სპირტიდან გადაკრისტალების შემდეგ (ძირითადი ნალექი სპირტში არ გადის) ნიტრონაწარმი გალვვა 112—120° საქმაოდ ფართო ტემპერატურულ ზღვრებში, რაც მისი უსუფთაობის მაჩვენებელია. ბენზოლიდან გადაკრისტალების შემდეგ აღნიშნული ნიტრონაწარმი გალვვა 116—120°-ზე და ნატრიუმის ტუტეში ადვილად გაიხსნა წითელი შეფერვით.

აღნიშნული თვისება ნიტრონაწარმისა და მისი ლღობის ტემპერატურა გვათქვამს, რომ იგი უნდა იყოს ტრინიტრომეზიტოლენი შემდეგი აღნაგობისა:  $(NO_2)_2 \cdot C_6H \cdot (CH_3)_2 \cdot CH_2 \cdot NO_2$  ანუ 2, 4, 1' ან 2, 4, 3'-ტრინიტრო-1, 3, 5'-ტრიმეთილბენზოლი, რომლის ერთი ნიტრო ჯგუფი გვერდით ჯაჭვშია, ხოლო ორი — ბენზოლის ბირთვში. აღნიშნული ნიტრონაწარმის ლღობის ტემპერატურა, ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით [21], 117,5—118,5° უდრის. იგი ძნელად იხსნება ცივ სპირტში, ადვილად — ბენზოლში, იხსნება ტუტეებში წითელი შეფერვით და აციფორმის მარილებში გადასვლით.

როგორც ცხადად ჩანს, ჩვენ მიერ ფრ. 159—164° დანიტრავებით აღნიშნულ პირობებში წარმოიქმნა 2,1'-დინიტრო-1, 3, 5-ტრიმეთილბენზოლი:  $(NO_2)_2 \cdot C_6H \cdot (CH_3)_2 \cdot CH_2 \cdot NO_2$ , რომლის შემდგომი დანიტრავებით გაცივების გარეშე მივიღეთ მეზიტოლენის ტრინიტროპროდუქტი აღნაგობით:



მოყვანილი მსჯელობის საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ არმატული ნახშირწყალბადების ფრ. 159—164° ძირითადად მეზიტოლენს შეიცავს, რასაც ეთანხმება აგრეთვე აღნიშნული ფრაქციის ფიზიკური კონსტანტები.

ეს თავის მხრივ მიგვიბრუნებს ბენზინის გამოსავლევ ფრაქციაში (122—150°) 1, 3, 5-ტრიმეთილციკლოპქსანის არსებობაზე.

მეოთხე ფრაქციაში (164—170°) მოსალოდნელი იყო ფსევდოკუმოლის არსებობა, ამიტომ მისი იდენტიფიცირებისათვის კვლავ დანიტრავების რეაქციას მივმართეთ. 0,87 გ ფრაქცია მიუშვამტეთ წვეთ-წვეთობით გოგირდმჟავასა და მბოლავი აზოტმჟავას ნარევი იმავე თანაფარდობით, როგორც ეს ზემოთ გვაქვს აღნიშნული. შემდეგ ვათბეთ წყლის აბაზანაზე და დასასრულ გადმოვიტანეთ წყლიან ჯამში ნიტრონაწარმის გამოსაყოფად. 12 საათის დაყოვნების შემდეგ მიღებული ნიტრონაწარმი, რომელიც წარმოადგენდა მძიმე ზეთისებრი სითხისა და კრისტალების გამყარებულ ნარევს, დავამუშავებთ ბენზოლით, რომელშიაც უხსნადი თეთრი ნალექი რამდენიმეჯერ გადავკრისტალებთ ეთილის სპირტიდან. სპირტში უხსნადი ნიტრონაწარმი გალვვა 184—187°, რაც კარგად უახლოვდება ტრინიტროფსევდოკუმოლის ლღობის ტემპერატურას — 185°.

აღნიშნული ნიტრონაწარმის სპირტხსნარმა 1—2 წვეთი ნატრიუმის ტუტის მიმატებით ინტენსიური მწვანე შეფერვა მოგვცა, რომელიც მალე ყავისფერში გადავიდა, ეს თვისებითი რეაქციაც შულცის მიხედვით ტრინიტროფსევდოკუმოლზე დადებითი აღმოჩნდა.

ამგვარად, ფრაქციაში (164—170°) დადასტურებულია ფსევდოკუმოლის არსებობა, რაც, თავის მხრივ, მიგვითითებს გამოსავალ ფრაქციაში 1, 2, 4-ტრიმეთილციკლოპქსანის არსებობაზე.

მეხუთე ფრაქციაში (170—179°) შემავალ არმატულ ნახშირწყალბადთა სტრუქტურის დადგენისათვის, აღნიშნული ფრაქცია, 1,73 გ რაოდენობით დავანიტრავებთ ანალოგიურად წინა ცდებისა. მიღებული ნიტრონაწარმი ეთერით დამუშავების შემდეგ გადავკრისტალებთ სპირტიდან, აციტონიდან და ბენზოლიდან.

ბენზოლიდან გადაკრისტალებული ნიტრონაწარმი ვალღვა 156—158°-ზე.  
 აცეტონიდან გადაკრისტალებული ნალეჟიც ვალღვა იმავე ტემპერატურა-ზე (156—158°).

სპირტში უხსნადი ნიტრონაწარმი ვალღვა 182—190° ფარგლებში და მოგე-ცა დადებითი რეაქცია ტრინიტროფსევდოკუმოლზე.

დასკვნა

1. შესწავლილია ნორიოს ბენზინის 122—150° ფრაქციაში შემავალი ჰექსა-ჰიდროარომატული ნახშირწყალბადები შერჩევითი დეჰიდროგენული კატა-ლიზის და სხვა ქიმიური მეთოდების გამოყენებით.

2. საკვლევ ფრაქციაში დადასტურებულია 1-მეთილ-2-ეთილციკლოჰექსა-ნის, 1-მეთილ-3-ეთილციკლოჰექსანის, 1-მეთილ-4-ეთილციკლოჰექსანის, 1, 2, 4-ტრიმეთილციკლოჰექსანისა და 1,3, 5-ტრიმეთილციკლოჰექსანის არსებობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის ქიმიის

ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.6.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. Д. Зелинский. ЖРХО, т. 43, 1911
2. Б. А. Казанский и М. И. Маркосова. ЖОХ, т. 6, 1936.
3. Б. А. Казанский и М. Н. Елисеева. ЖОХ, т. 6, 1936.
4. Б. А. Казанский, Г. Р. Гасан-Заде и Е. И. Марголис. ЖПХ, т. 11, 1938.
5. Б. А. Казанский и Г. Р. Гасан-Заде. Уч. зап. МГУ, 71, 1941.
6. Г. С. Ландсберг и Б. А. Казанский. Изв. АН СССР, ОХН, № 2, 1951.
7. Б. А. Казанский, Г. С. Ландсберг, А. Ф. Платэ и др. Изв. АН СССР, № 2, ОХН, 1954.
8. Б. А. Казанский, А. Ф. Платэ и др. Изв. АН СССР, ОХН, № 3, № 5, № 6, 1954.
9. Н. И. Шуйкин, С. С. Новиков, Т. И. Нарышкина. Изв. АН СССР, ОХН, № 2, 1951.
10. Х. И. Арешидзе. ДАН СССР, т. 50, 1945.
11. Х. И. Арешидзе и В. Л. Лвирикашвили. Труды Института химии, АН ГССР, т. 9, 1948.
12. Н. Д. Зелинский, Б. А. Казанский и А. Ф. Платэ. ЖОХ, т. 4, 1934.
13. Б. А. Казанский и А. Ф. Платэ. ЖОХ, т. 7, 1937.
14. Ю. К. Юрьев и П. И. Журавлев. Нефт. хоз., № 6, 1936.
15. М. В. Волькенштейн и П. П. Шорыгин. ЖФХ, т. 13, 1939.
16. А. В. Топчиев. Четвертый международный нефтяной конгресс, т. 6, 1955.
17. А. М. Настюков. ЖРХО, т. 36, 1904.
18. Н. Д. Зелинский, М. Б. Турова-Поляк. Акад. Н. Д. Зелинский. Собр. трудов, III, М., Изд. АН СССР, 1955.
19. Е. М. Бенашвили. Автореферат. Тбилиси, 1947.
20. А. Ф. Добрянский и Р. Оболенцев. ЖОХ, т. 8, 1938.
21. М. И. Коновалов. ЖРХО, т. 31, 1899.

რ. ლალიძე და ლ. ჩიგოზიძე

## პარდის ბერანში მენტონის დაბროვების ხელშეწყობი ფაქტორების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ჯაფარიძემ 25.6.1957)

უქანასკნელ ხანებში აფხაზეთისა და დასავლეთ საქართველოს ზოგიერთი რაიონის გერანის პლანტაციებში ადგილი აქვს ე. წ. მენტონური ფორმის გერანის მცენარის სულ უფრო მზარდი რაოდენობით გავრცელებას. ამგვარი მცენარიდან მიღებული ზეთი მენტონის დიდი რაოდენობის შემცველობით (50 პროცენტამდე და ზოგჯერ მეტი) ხასიათდება, რაც საგრძნობლად აუარესებს მის სასაქონლო ღირებულებას.

წინამდებარე შრომაში ჩვენს მიზანს შეადგენდა: 1) იმ მიზეზების გამორკვევა და თავიდან აცილება, რომლებიც ხელს უწყობენ დასახელებული ფორმის მცენარეთა აღმოცენებას და გავრცელებას; 2) მენტონის დიდი რაოდენობით შემცველი გერანის ზეთების გაკეთილშობილების რაციონალური მეთოდების დამუშავება.

პირველი ამოცანის გადაწყვეტისას, რომელიც დაკავშირებულია მცენარეთა ფიზიოლოგიის რიგ საკითხებთან და ზოგიერთი ბიოლოგიური ხასიათის მოსაზრებებთან, რაც თავის მხრივ მოითხოვს ნიადაგობრივ-კლიმატური პირობების გათვალისწინებას, ჩვენ ვცდილობდით გამოკვლევების სფერო ძირითადად იმ მიზეზთა ქიმიზმის გამორკვევით შემოგვეფარგლა, რომლებიც ხელს უწყობენ გერანის ზეთის ძირითადი კომპონენტებიდან მენტონის წარმოქმნას.

აფხაზეთის ასსრ სხვადასხვა რაიონების გერანის ზეთების ქიმიური ბუნების შესწავლა და, კერძოდ, მათში შემცველი კეტონების გამოკვლევებისადმი საინტერესო სამუშაოები ჩატარებული აქვს ა. პრავდოლუბოვას [1, 2]. მაგალითად, ვარდის გერანის ერთ-ერთ სახეობაში მის მიერ პირველად იყო დადგენილი 1-იზომენტონის არსებობა. მაგრამ უნდა აღვნიშნოთ, რომ ჩვენს ზნელ არსებული ცნობები გერანის ზეთების კარბონილშემცველი ნაერთების ქიმიური ბუნების შესახებ არასაკმარისად გვეჩვენებოდა, ამის გამო მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ შეგვემოწმებინა, შეიცავს თუ არა გერანის ზეთი მენტონის გარდა სხვა კარბონილიან შენაერთებს? საკვლევ ობიექტებად გამოყენებულ იყო გერანის ზეთების 4 ნიმუში, რომლებიც გადმოგვცა სოხუმის ზონალური სადგურიდან ა. პრავდოლუბოვამ.

I ნიმუში. 1951-52-53 წლების მოსავლიდან მიღებული გერანის ზეთების ნარევები. კეტონების საერთო რაოდენობა 41,4%, კეტონების ხელახალი განსაზღვრით ადგილზე აღმოჩნდა 51,8%,  $n_D^{20} = 1,4694$ ;  $d_4^{20} = 0,9322$ .

II ნიმუში. 1954 წ. მოსავლის გერანის ზეთი ტამიშის მეურნეობიდან, კეტონების რაოდენობა 23,2%, განმეორებითი განსაზღვრის შედეგად ადგილზე აღმოჩნდა 31,13%,  $n_D^{20} = 1,4715$ ,  $d_4^{20} = 0,8980$ .

III ნიმუში. ზეთი, მიღებული ტიპობრივი „მენტოზური ფორმის“ გერანისაგან, 1955 წ. მოსავალი, კეტონების რაოდენობა 51,65%.

IV ნიმუში. ჩვეულებრივი ვარდის გერანის ზეთის სასაქონლო ნიმუში, 1955 წ. მოსავლიდან. კეტონების რაოდენობა 11,3%.

კეტონების ოდენობითი განსაზღვრისათვის ყველა შემთხვევაში მივმართავდით ტიტრაციის სტანდარტულ მეთოდს, რომლისთვისაც იყენებენ ჰიდროქსილამინს და ინდიკატორად ბრომფენოლბლაუსს. პირველი ორი ნიმუშისათვის კეტონების %-ის საგრძნობი ვაზრდა ორ მომდევნო განსაზღვრას შორის უთუოდ აიხსნება მათი ხანგრძლივი შენახვით არახელსაყრელ პირობებში.

ფართო ფრაქციის გამოსაყოფად, რომელიც მენტონს უნდა შეიცავდეს მაქსიმალური რაოდენობით, № 1 ნიმუშის ზეთი, რაოდენობით 273 გრამი (წინასწარ გამშრალი), გამოხდილ იქნა ვაკუუმში;

I ფრაქცია დ. ტ. 80—125° 25—30 მმ წნევაზე 25 გრ.

II „ „ 85—110° 3 მმ წნევაზე 160 გრ.

პირველი ფრაქცია დეტალურად შესწავლილი არ ყოფილა, მეორე ფრაქციის გამოხდით ჩვეულებრივ პირობებში მიღებულ იქნა:

1 ფრაქცია დ. ტ. 160—190° 27 გრ.

2 „ „ 190—205° 121 გრ.

სულ 151,2 გრ.

3 „ „ 205—210° 3,2 გრ.

პირველი ორი ფრაქცია გამოხდილ იქნა ვაკუუმის ქვეშ მაღალ ეფექტურ სეტიში. აღსანიშნავია, რომ აღნიშნულ პირობებშიც კი არ მოხერხდა მენტონის გამოყოფა სუფთა სახით გერანის ზეთის სხვა კომპონენტების მინარევების გარეშე. გამოხდის სურათი და ფრაქციების ძირითადი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები მოცემულია 1 და 2 ცხრილებში. ამ მონაცემების საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1) გერანის ზეთის ძირითადი კომპონენტები იმის გამო, რომ ისინი დუღილის ტემპერატურებით ახლოს არიან ერთმანეთთან, ფრაქციონირების დროს გადაფარავენ ხოლმე ერთმეორეს.

2) გარდატეხის მაჩვენებლისა და პოლარიზაციის სიბრტყის ხვედრითი ზრუნვის მიხედვით ისინი ძირითადად მენტონს შეიცავენ.

3) ყველა სემიკარბაზონი (მიღებული ფრაქციების დამუშავებით მარილმჟავა სემიკარბაზიდთან) ლობის ტემპერატურით უპასუხებს 1-მენტონს. გამოირიცხული არაა მათში 1-იზომენტონის არსებობაც.

გერანის ზეთის გაკეთილშობილების მიზნით ჩვენ ვიყენებდით ვ. ტ რ ა ი ბ ს ის მეთოდს [3]. ამ მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ კეტონს ან ეთერ-ზეთის ხსნარს წყლით განზავებულ სპირტში ვამატებდით განსაზღვრული რაოდენობით პ-სულფოფენილჰიდრაზინს, მცირე რაოდენობა ძმარმჟავა ნატრიუმის და კოლბას, რომელსაც მორგებული ჰქონდა უკუმაცივარი, დაახლოებით 1.5—2 საათის განმავლობაში ვაცხელებდით მდულარე წყლის აბაზანაზე. ამის შემდეგ წარვეს ვაზავებდით წყლით და გამოყოფილ ზეთს რამდენჯერმე ვაწობდით ეთილის ეთერით.

პარასულფოფენილჰიდრაზინის წყლიანი ხსნარის ჰიდროლოზს ვახდენდით 10—15%--იანი გოგირდმჟავათი ზომიერი გათბობის წყლის აბაზანაზე დაახლოებით 1 საათის განმავლობაში. ამ გზით გამოყოფილ კეტონებს ხდიან წყლის ორთქლით ან აწობენ ეთილის ეთერით. ეთერხსნარს აშრობენ ნატრიუმის სულფატზე, გამხსნელს აცილებენ და ნარჩენს აფრაქციონერებენ. ჩვენ ყველა შემთხვევაში მივმართავდით მეორე მეთოდს.



1 ფრაქციის გამომდის შედეგები

დ. ტ. 21 მმ წნევაზე	წონა გრამობით	$n_{D}^{20}$	$d_{4}^{20}$	$[\alpha]_D$	სემიკარბაზონის დულ. ტ.
1 94—96°	1,2	1,4630	—	—	—
2 96—98°	1,3	1,4720	—	—	—
3 101—110°	2,65	1,4640	8,8914	$[\alpha]_D^{16} = -35,73$	—
4 110—125°	2,95	1,4570	0,8975	$[\alpha]_D^{16} = -20,16$	—
5 125—130°	3,2	1,4561	0,8990	$[\alpha]_D^{17} = -30,96$	184°
6 130—136°	2,8	1,4580	0,8977	$[\alpha]_D^{17} = -28,05$	—

II და III ფრაქციის გამომდის შედეგები

დ. ტ. 18 მმ წნევაზე	წონა გრამობით	$n_{D}^{20}$	$d_{4}^{20}$	$[\alpha]_D$	სემიკარბაზონის დულ. ტ.
1 120—125°	26,8	1,4600	0,8944	$[\alpha]_D^{16} = -36,6$	183—184°
2 124—125°	12,2	1,4580	0,9115	$[\alpha]_D^{16} = -46,8$	184—186°
3 125—130°	7,25	1,4580	0,9151	$[\alpha]_D^{16} = -46,58$	185—187°
4 128—130°	10,65	1,1580	0,9070	$[\alpha]_D^{17} = -44,23$	182—184°
5 130—132°	13,95	1,4560	0,909	$[\alpha]_D^{15} = -46,23$	184—186°

ვარდის გერანო მენოლის დავარეების ხელშეწყობა ფაქტორების შესახებ

ნიმუშის ნომერი	კვანძების რაოდენობა %-ით დაბეზულებამდე	ზეთის რაოდენობა გრამობით	ამოწვობილი მენთონის რაოდენობა გრამობით				ამოწვობილი მენთონის რაოდენობა გრამობით (%)		მიღებული მენთონის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები				სემიკარბაზონის ლ. ტ.	შენიშვნა
			ეთილის სპირტის 60-0% კოლორით	თზობრობილის სპირტის 60-70%-იანი ხსნარით	ეთილის სპირტის 60-0% ხსნარით	თზობრობილის სპირტის 60-70%-იანი ხსნარით	დ. ტ. 25 მმ წვევის დროს	$n_D^{20}$	$d_4^{20}$	$[\alpha]_D$				
1	51,8	50	32	20	—	77,22	—	100—105°	1,4560	0,89937	$[\alpha]_D^{17} = -30,96$	185—187°	პროდუქტს აქვს მაღალბარისხვეანი გერანის ზეთის დამახასიათებელი სუნე	
		70	47	32	—	88,25	—	105°	1,4560	0,9028	$[\alpha]_D^{16} = -43,01$	184—186°		
2	31,13	70	30	20	—	90,13	—							100°
		70	30	17	—	78	—							
		30	13	—	8,5	—	91,1							
		10	5	—	3	—	96,3							
3	51,65	50	33	24	—	92,15	—	100°	1,4550	0,90506	$[\alpha]_D^{16} = -47,01$	183—184°		
		20	14	10	—	96,8	—							
		30	22	14,5	—	93,49	—							
4	1,3	30	5	3,2	—	94,4	—	100°	1,4550	0,90506	$[\alpha]_D^{16} = -47,01$	183—184°		
		35	4	2,5	—	88,4	—							

3-სულფოფენილპიდრაზინს ვამზადებდით გალინიეკისა და რისტერის [4] მეთოდით. მიღებული პროდუქტი წყლიდან რამდენიმეჯერ გადაკრისტალების შემდეგ ღვება 286—288° და მთლიანად ემთხვევა ლიტერატურულ მონაცემებს. კეტონებისაგან თავისუფალი ეთეროვანი ზეთი გამხსნელის საბოლოოდ მოშორების შემდეგ შემიწმინდა ორგანოლექტიკურად. ამ მიმართულეობით ჩატარებული მრავალრიცხოვანი ცდების შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში. ეს მონაცემები გვიჩვენებს, რომ 1) კეტონების რაოდენობა ამოწობილ წყლიანი სპირტით საშუალოდ 88—96%-ს აღწევს, ზეთში არსებული კეტონების საერთო რაოდენობის მიმართ; 2) იმ შემთხვევაში, როდესაც ეთილის სპირტს ეცვლიდით იზობრაზინის სპირტით, ამოწობილი კეტონების რაოდენობა 92—98%-ს აღწევდა; 3) 3-სულფოფენილპიდრაზინისაგან გამოყოფილი კეტონები თავისი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით უპასუხებენ 1-მენტონის, რომელიც, როგორც ჩანს, მცირე რაოდენობით 1-იზომენტონსაც უნდა შეიცავდნენ, რაზედაც მიუთითებს ზოგიერთი ფრაქციის პოლარიზაციის სიბრტყის ხვედრითი ბრუნვის მაჩვენებლები.

3-სულფოფენილპიდრაზინის გამოსაყოფად წყლიანი ხსნარიდან შემდეგნაირად იქცევინ: ხსნარის საერთო რაოდენობის დაახლოებით ნახევარს ხდინ ჩვეულებრივ პირობებში, ნარჩენს აორთქლებენ მშრალი ნაშთის მიღებამდე და დარჩენილ ნახევრად მყარ მასას ფილტრის ქაღალდით გამოშრალბის შემდეგ 2—3-ჯერ აკრისტალებენ. ამ გზით წარმოებს 3-სულფოფენილპიდრაზინის რეგენერაცია მთლიანად, ლობის ტ. 286—287°, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ იმ ბუნებრივ დანაქარებს, რაც აუცილებლად დაკავშირებულია ფილტრაციისა და კრისტალიზაციისთან.

მენტონის აღდგენით მეტალური ნატრიუმით მიიღება მენტოლი, რომელიც ხასიათდება შემდეგი მაჩვენებლებით: ღულ. ტ. 110—115° 17 მმ წნევაზე  $n_D^{20}$

1.4678.  $[\alpha]_D^{20} = -27.4^\circ$  ღულ. ტ. 25—33°. ჩვეულებრივი სინთეზური მენტოლის მსგავსად, ჩვენ მიერ მიღებული მენტოლი აგრეთვე წარმოადგენს სხვადასხვა სტერეოიზომერების ნარევს და საცხებით გამოსადგეია იმავე მიზნებისათვის [6]. ჩატარებული ცდების საფუძველზე თამამად შეიძლება რეკომენდებული იქნეს მენტონის ჭარბი შემცველობის გერანის ზეთის გაკეთილშობილების შემდეგი პრინციპული სქემა (იხ. გვ. 304).

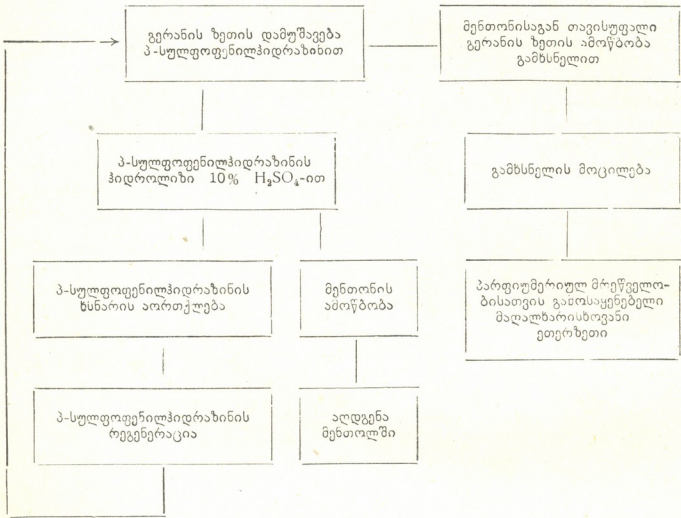
განხილულ სქემის პრაქტიკული ღირებულება იმაში მდგომარეობს, რომ იგი, ერთი მხრივ, შესაძლებლობას იძლევა უზრუნველყოთ პარფიუმერიული მრეწველობა მაღალხარისხოვანი გერანის ზეთით, რომელიც ფაქტობრივ უვარგისი ნედლეულიდან მიიღება, ხოლო, მეორე მხრივ, გამოვიყენოთ მენტონი მენტოლის მისაღებად. მართალია, მენტოლი უფრო ნაკლები ღირებულების პროდუქტს წარმოადგენს, ვიდრე თვით გერანის ზეთი, მაგრამ, როგორც ცნობილია, მოთხოვნილება მასზედაც ძალიან დიდია.

ვფიქრობთ, მენტონური ფორმის გერანის აღმოცენების მიზეზების საბოლოოდ გამოკვლევამდე დასახელებული სქემის გამოყენება ერთადერთ რეალურ გზას წარმოადგენს შექმნილი მდგომარეობიდან თავის დასაღწევად.

მენტონის ესოდენ დიდი რაოდენობით წარმოქმნის მიზეზების ასახსნელად ჩვენ შემდეგი მოსაზრებებით ვხელმძღვანელობდით: ზოგიერთი სპეციალისტისაგან განსხვავებით, რომლებიც ამტკიცებენ, რომ მენტონის ჭარბად შემცველი მცენარე უნდა მიეკუთვნოს გერანის ახალ სახეობას, რომელიც სპონტანურად აღმოცენდება, პროფ. ლ. ჯაფარიძის აზრით, ამ შემთხვევაში არც მორფოლოგიური, არც სხვა ნიშნებით ჩვენ საქმე არა გვაქვს რაიმე სახეობრივ ცვლილებებთან და, მამასადამე, გერანის რალაც განსაკუთრებულ ე. წ. „მენ-



თონურ ფორმასთან“. აქედან გამომდინარე მენტონის დაგროვების მიზეზები საჭიროა ვეძიოთ იმ ფაქტორებში, რომლებიც განაპირობებენ გერანის მცენარეში ნივთიერებათა ცვლის სისტემატურ დარღვევას. ბუნებრივია ვიფიქროთ, რომ უკანასკნელი ორი ათეული წლის მანძილზე ნიადაგობრივ-კლიმატური პირობების შეცვლა არ შეიძლებოდა ესოდენ მკვეთრი ყოფილიყო, რომ მათ გავლენა მოეხდინათ ნივთიერებათა ცვლის პროცესებზე, უპირატესად მენტონის წარმოქმნის მიმართულებით.



ანალიზს ვუკეთებდით რა მონაცემებს, ჩვენ ყურადღება მივაქციეთ ცნობილ ფაქტს, რომ ალიფატური ტერპენული ნახშირწყალბადები და მათი წარმოებულები, კერძოდ სპირტები და ალდეჰიდები, მყავა აგენტების გავლენით ადვილად ვანიცლიან ციკლიზაციას [6, 7, 8]. ბ. რუტოვსკის მონაცემებით, კავკასიურ გერანის ზეთში ციტრონელოლის შემცველობა 64,2%-ს აღწევს [7]. ლიტერატურაში აღნიშნულია, რომ ციტრონელოლი ძნელად ვანიცლის ციკლიზაციას, მაგრამ ციტრონელოლი, რომლის წარმოქმნა ადვილად წარმოსადგენია ციტრონელოლის დაჟანგვის ხარჯზე, გარკვეულ პირობებში ვანიცლის ციკლიზაციას მენტონის წარმოქმნით [8]. მყავე რეაგენტები, რომლებსაც შეეძლოთ სისტემატური ზემოქმედება მოეხდინათ ციტრონელოლ-ციტრონელოლის სისტემაზე, ჩვენი წარმოდგენით მიეკუთვნებიან მინერალურ სასუქებს (სუპერფოსფატი  $(NH_4)_2 SO_4$ , KCl და სხვა), რომლებიც დიდი რაოდენობით შეაქვთ გერანის მცენარის პლანტაციებში და რომელთა გამოყენება დიდი ხანია წარმოებს დასავლეთ საქართველოს იმ რაიონებში, რომლებიც ზემოთ იყო მოხსენებული.



ამ მოსაზრების ექსპერიმენტული შემოწმების მიზნით მომზადებული იყო შემოხსენებულ ნივთიერებათა და აგრეთვე ერთჩანაცვლებულ ფოსფორმჟავა კალციუმის, ჭიანჭველამჟავასა და მჟაუნმჟავას სამპროცენტო ხსნარები. წინასწარ ტრაიბსის მეთოდით დამუშავებულ ეთერზეთის გარკვეულ რაოდენობათა ნარეგებს მათთან ვათავსებდით მილესილსაცობიან სინჯარებში და 10 დღის განმავლობაში ვახჯღრევდით მექანიკურ სანჯღრველაზე. ორ შემთხვევაში საკონტროლოდ გამოყენებული იყო ჩვეულებრივი გამოხდილი წყალი და ბიდესტილატი.

აღნიშნული ცდების შედეგები მოყვანილია მე-3 ცხრილში. როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, ყველა შემთხვევაში ადგილი აქვს მენთონის პროცენტის შესამჩნევ მომატებას. მენთონის ზრდა შედარებით ნაკლებად არის შემჩნეული ამონიუმის სულფატის გამოყენებისას. ჩვენთვის მოულოდნელი აღმოჩნდა ის შედეგები, რომლებიც მიღებულია ზეთის შენჯღრევით, დესტილირებულ წყალთან, რომლის დროსაც აგრეთვე ადგილი აქვს მენთონის პროცენტის გაზრდას.

საყურადღებოა, რომ ეს ნამატი ჩვეულებრივი გამოხდილი წყლის შემთხვევაში გაცილებით უფრო მეტია, ვიდრე ბიდესტილატისათვის. ეს გარემოება გვაფიქრებინებს, რომ მენთონის წარმოქმნას ხელს უწყობს აგრეთვე გამოხდილი წყალში არსებული ქანგბადი.

ცხრილი 3

ნიმუშის №	მტონების რაოდენობა დამუშავებულ %-ით	დამუშავების შემდეგ								მტონების რაოდენობა %-ით, ზეთის ფაქტორებით დამუშავების გარეშე
		გამოხდილი წყლით	ბიდესტილატით	3% ხსნარით (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	სუბრფოსფატის 3% ხსნარით	CaH <sub>2</sub> (PO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O 3% ხსნარით	KCl-ის 3% ხსნარით	მჟაუნმჟავას 5% ხსნარით	ჭიანჭველამჟავას 5% ხსნარით	
1	32,5	—	—	35,02	36,4	36,34	35,9	—	—	—
2	1,19	4	—	4,51	4,7	5,54	5,37	5,77	8,81	2,97
3	0,64	3:7	2	—	—	—	—	—	—	2,3

ჩვენი აზრით, ვარდის გერანში მენთონის ესოდენ დიდი რაოდენობით დაგროვების ერთ-ერთ მთავარ მიზეზს წარმოადგენს მინერალური სასუქების არა-რაციონალურად გამოყენება და, როგორც ჩანს, ნიადაგის ზედმეტი ტენიანობა, რაც ვაპირობებული უნდა იყოს პლანტაციების არასწორი განაწილებით ცალკეულ მონაკვეთებზე. მჟავა აგენტები ციტრონელოლის ციკლიზაციასთან ერთად მენთონში შესაძლოა ხელს უწყობენ აგრეთვე ორგანული მჟავების წარმოქმნასაც, რომლებიც, როგორც ეს ნაჩვენებია მე-3 ცხრილში, აგრეთვე საგრძნობი მაიკრობიოლოგიური აქტივობით ხასიათდებიან.

ეჭვს გარეშეა, რომ მენთონის წარმოქმნას ხელს უწყობენ სხვა მიზეზებიც (ულტრაიისფერი სხივების გავლენა, ნიადაგში სხვადასხვა მარილების შემცველობა და სხვ.), მაგრამ ვადაამწყვეტი მნიშვნელობა მათ შორის, ჩვენი აზრით, შემოხსენებულ ორ ფაქტორს მიეკუთვნება. მათი მოთმინებით შემოწმება პლანტაციებში საგრძნობლად ვაგვიადვილებდა ამ უაღრესად რთული პრობლემის გადაჭრის შესაძლებლობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის ქიმიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 25.6.1957)

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. А. Правдолюбова. Биохимия культурных растений, том 6, 1938, стр. 57.
2. А. А. Правдолюбова и М. В. Котлярова. Высокомасличные формы герани. Труды сухумской зональной опытной станции, вып. 1, 1947, стр. 117.
3. W. Treibs und H. Röhner. Über die Phenylhydrazin-p-sulfon und ihre analytische Verwendung zur Herausarbeitung von Ketonen. Ber. 84, 1951, 433—443.
4. A. Gallinek und V. Richter. Über die Sulfuring der Phenylhydrasine. Ber. 18, 1885, 3172; Beilst. В XV, 639, 1932.
5. В. И. Исагулянц. Синтетические душистые вещества. Ереван, 1947.
6. А. Ф. Платэ. Каталитическая ароматизация парафиновых углеводородов. Глава V Москва, 1948, стр. 162—199.
7. В. Н. Никитин. Химия терпенов и смоляных кислот. Москва, 1952.
8. R. Helg, F. Zobrist... Der Einfluss der Substituenten auf die Cyclisation der Terpene Helvetica Chemica Acta, 1269, 1956.

## ახალი სახის სილიკატური მასალების მიღება სილიკოორობანული და ზოგიერთი არაორბანული ნაერთის ურთიერთქმედებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 16.11.1957)

ამჟამად სილიკოორგანულმა ნაერთებმა ფრიად თვალსაჩინო მნიშვნელობა მოიპოვეს და უაღრესად ფართო გამოყენება ჰპოვეს სახალხო მეურნეობის თითქმის ყველა დარგში [1].

უკანასკნელი წლების განმავლობაში სილიკოორგანული ნაერთები სულ უფრო და უფრო მზარდ როლს ასრულებენ მრავალი მნიშვნელოვანი პრობლემის გადასაჭრელად მინის, კერამიკის, შექცვრელი ნივთიერებებისა და სილიციუმის ქიმიის სხვა დარგების ფიზიკურ ქიმიისა და სილიკატების ქიმიურ ტექნოლოგიაში.

სილიკოორგანულ ნაერთებს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება აგრეთვე ტექნიკური სილიკატური მასალების მიღების პრობლემასთან დაკავშირებით, კერძოდ თბომდგრადი სილიკოორგანული მინების, ხელოვნური სილიკატების — ქარსის, ასბესტისა და მრავალი სხვა მსგავსი სილიკატური მასალების დამზადებასთან დაკავშირებით.

დღემდე შესრულებული გამოკვლევები სილიკოორგანული ნაერთების საფუძველზე ხელოვნური სილიკატების მიღების დარგში მცირერიცხოვანია და თითქმის სრულებით ვერ აკმაყოფილებს ძრწველობისა და ახალი ტექნიკის მზარდ მოთხოვნილებებს.

ზემოთქმულიდან ნათლად ჩანს ხელოვნური ორგანული სილიკატების სინთეზის მეთოდების შემდგომი დამუშავების საჭიროება.

ამ შრომაში მოყვანილია გამოკვლევები ტეტრაალკოქსისილანების, მათი წარმოებულებისა და ალუმინატების, სტანატების, პლუმბიტების ტუტიანი წყალსუნარების ურთიერთქმედების შესახებ. ჩვენ შევეცადეთ ერთი მხრივ, გამოგვეკვლია ურთიერთქმედების დროს მიმდინარე პროცესები, ხოლო, მეორე მხრივ, დაგვემუშავებია ხელოვნური ორგანული სილიკატების მიღების ახალი ხერხები.

სილიკოორგანული და არაორგანული ნაერთების ურთიერთქმედებით ხელოვნური სილიკატების მიღების თეორია კრწკოვმა [1] დაამუშავა იმ გამოკვლევების საფუძველზე, რომლებსაც მთელი რიგი წლების განმავლობაში აწარმოებდნენ მოსკოვის მეცნიერების სახ. ქიმიურ-ტექნოლოგიური ინსტიტუტის ანალიზური ქიმიის კათედრის მუშაკები [2—7]. ეს გამოკვლევები განსაზღვრულ ურთიერთკავშირსა და მეკვიდრეობითობას ადგენენ სილიკოორგანულ ნაერთების ქიმიასა და სილიკატურ ქიმიას შორის და სპობენ მათ შორის არსებულ ზღვარს.



ტეტრაალკოქსისილანების, მათი წარმოებულებისა და ალუმინატების, სტანატებისა და პლუმბიტების ტუტთან წყალხსნარებს შორის ურთიერთქმედების დროს მიმდინარე პროცესები უკვე აღწერილია ჩვენ მიერ [7, 8]. ურთიერთქმედების რეაქციები წყლიან გარემოში წარიმართებიან ასე: სიწყისი სილიკოორგანული და არაორგანული ნაერთები ჯერ დისოციაციასა და ჰიდროლიზს განიცდიან, ხოლო შემდეგ ჰიდროლიზისა და დისოციაციის პროდუქტები ურთიერთქმედებენ და წარმოქმნიან ორგანულ სილიკატებს. ასე, მაგალითად:



ექსპერიმენტული მონაცემები ადასტურებენ ურთიერთქმედების ასეთ შედეგს.

ბევრი პროდუქტი, მიღებული ტეტრაალკოქსისილანებისა და მათი წარმოებულების ურთიერთქმედებით ზემოთ ჩამოთვლილ არაორგანულ ნაერთებთან, გამოიკადა ტექნიკურად. გამოკვლეულ იქნა ამ გზით მიღებული პროდუქტების სააბრაზიო მასალის შეწვების უნარიანობა ქსოვილებთან, ასბესტის მინასთან და ლითონებთან, მინის მინასთან და ლითონებთან. გამოკვლეულ იქნა აგრეთვე ქაღალდის, ქსოვილებისა და საშენი მასალების ჰიდროფობირების უნარიანობა და თბოგამძლეობა.

გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ზემოაღნიშნული გზით მიღებული პროდუქტები ხასიათდებიან ძვირფასი ტექნიკური თვისებებით: სხვადასხვა მასალისადნობით ადგეზიის კარგი უნარიანობით, მაღალი თბომდგრადობითა და მკაფიავადმდგობით, მაღალი მაჰიდროფობირებელი მაჩვენებლებით (უკანასკნელი თვისება ახასიათებთ იმ პროდუქტებს, რომლებიც ალკილალკოქსისილანების საშუალებით მიიღებიან) [9].

### ექსპერიმენტები

საწყისი ნივთიერებები. ურთიერთქმედების რეაქციებისათვის საჭირო სილიკოორგანული ნაერთების სინთეზი წარმოებდა ჩვენ მიერ დამუშავებული ხერხით [8, 10]. ეს ხერხი შემდეგში მდგომარეობს: ჯერ წარმოებს ქლორსილანებსა და ალკილ/არილ/ქლორსილანებსა და სხვადასხვა ამინებს (მაგ. მეთილამინი, ანილინი, p-ტოლუიდინი და ა. შ.) შორის ურთიერთქმედება; შემდეგ კი, მიღებულ ამინოსილანებსა და ალკილ/არილ/ქლორსილანებს ვამუშავებთ სპირტებით. ამ ხერხით სინთეზირებულ იქნა ტეტრაამეთოქსი-, ტეტრაეთოქსი-, მეთილტრეთოქსი- და დიმეთილდიეთოქსისილანები.

მეთოქსი- და ეთოქსიპოლისილოქსანები მიღებულ იქნენ ტეტრაამეთოქსი- და ტეტრაეთოქსისილანების კუბების ნარჩენებიდან. მათი გამოხდისას 150°C და 195°C-მდე შესაბამისად. ანალიზმა გვიჩვენა, რომ, SiO<sub>2</sub>-ის პროცენტული შემადგენლობა მეთოქსიპოლისილოქსანში 55,7%-ს, ხოლო ეთოქსიპოლისილოქსანში — 45%-ს უდრიდა.

ნატრიუმისა და კალიუმის ალუმინატების წყალხსნარები მზადდებოდა ქიმიურად სუფთა Al(OH)<sub>3</sub> გახსნით კონცენტრირებულ ნატრიუმისა და კალიუმის ტუტეებში 6 საათის განმავლობაში [11]; ნატრიუმის პლუმბიტის წყალხსნარი — ახლადდალეკილ ტყვიის ჰიდროქსანგის გახსნით 30%-იან ნატრიუმის ტუტეში [12]; ახლად დალეკილი მეტათუთის მყავის გახსნით 10%-იანი კალიუმის ტუტის გამოთვლილ რაოდენობაში დამზადებულ იქნა კალიუმის სტანატის წყალხსნარი [12]. ამ არაორგანული წყალხსნარების ანალიზი შემდეგნაირად წარმოე-

ზღა: ალუმინი ტყვია და თუთია განისაზღვრებოდა წონის მეთოდით, ამასთანავე წონის ფორმებად შესაბამისად იყო  $Al_2O_3$ ,  $PbMoO_4$  და  $SnO_2$  [12]; ალუმინატებისა და პლუმბიტის ტუტეანობა ისაზღვრებოდა გატიტვრით მყავას სტანდარტული ხსნარით ფენოლფტალეინის თანაობისას, სტანატის ტუტეანობა კი — მეთილორანჯის თანაობისას.

საწყისი არაორგანული ნივთიერებების ქიმიური ანალიზის შედეგები მოყვანილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

ალუმინატების, პლუმბიტებისა და სტანატების ტუტეანი ხსნარების ანალიზის შედეგები

№№ რიგ.	ნ ა გ რ ე ბ ი	ქიმიური შედგენილობა %/ბით				
		Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO	SnO <sub>2</sub>
1	ნატრიუმის ალუმინატის წყალხსნარი	21,05	—	19,40	—	—
2	კალიუმის ალუმინატის წყალხსნარი	—	35,10	8,50	—	—
3	ნატრიუმის პლუმბიტის წყალხსნარი	25,20	—	—	6,81	—
4	კალიუმის სტანატის წყალხსნარი	—	3,75	—	—	6,30

ც დ ე ბ ის ჩ ა ტ ა რ ე ბ ის მ ე თ ო დ ი კ ა. ურთიერთმოქმედების რეაქციები თერმომეტრით, მექანიკური სარევითა და წვეთებიანი ძაბრით აღჭურვილ 50 და 100 მლ მოცულობის სამყელიან კოლბებში წარმოებდა. ალუმინატების, პლუმბიტების ან სტანატების ტუტეან წყალხსნარების განსაზღვრული ოდენობა თავსდება სარეაქციო კოლბაში, რომელშიც ისხმებოდა აგრეთვე რეაქციისათვის საჭირო სილიკატორგანული ნაერთი და ვიწყებდით მის არევის.

სხვადასხვა სახის სილიკატორგანული და არაორგანული ნაერთებისათვის რეაქციების სიჩქარე სხვადასხვაა. ასე, მაგალითად, ტეტრამეტოქსისილიანისა და ნატრიუმის ალუმინატის ხსნარის ურთიერთქმედება ძლიერ სწრაფად წარიმართება, დიდი ექზოთერმიული ეფექტეანობით ხასიათდება და, 1—2 წუთის შემდეგ მთავრდება, მაშინ როდესაც ტეტრაპროპოქსი- და ტეტრაბუტოქსისილიანები იმავე არაორგანულ ნაერთთან ურთიერთქმედებენ მხოლოდ 10 საათის შემდეგ და, ისიც ნარევის 65—70°-მდე გათბობისას. ტეტრაეთოქსისილიანისა და ალუმინატის ტუტეანი ხსნარის ურთიერთქმედების წარმართვის სიჩქარე მერყეობს რამდენიმე წუთსა და 1,5 საათს შორის. რეაქციები მეთილტრიეთოქსისილიანისა და დიმეთილდიეთოქსისილიანის მონაწილეობით წარიმართება საკმაოდ სწრაფად და იგი 30—70 წუთებს შორის მერყეობს, ხოლო რეაქციები მეთოქსი- და ეთოქსიბოლისილოქსიანების მონაწილეობით უფრო სწრაფად წარიმართება. რეაქციების სიჩქარეზე არსებითად მოქმედებენ ისეთი ფაქტორებიც, როგორცაა, ხსნარების კონცენტრაცია, საწყისი პროდუქტების შეფარდება, გარემოს pH, ტემპერატურა და სხვა.

ურთიერთქმედების რეაქციების შედეგად წარმოიქმნება მყარი ამორფული (წებოს მსგავსი) და კრისტალური პროდუქტები.

მიღებული პროდუქტების დასუფთავება ხდებოდა მრავალჯერ ექსტრაგირებით სპირტისა და ბენზოლის საშუალებით სოკსლეტის აპარატში, ანდა მათ გხსნილით წყალში და შემდეგ წყლის ხსნარიდან ვაწყობდით სპირტის საშუალებით (წებოს მსგავსი პროდუქტები).

ამრიგად, დასუფთავებული პროდუქტების ანალიზი გაკეთდა ქიმიური, ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების საშუალებით.

ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ამ პროდუქტების სტრუქტურის საფუძველს ორგანული სილიკატების სტრუქტურა წარმოადგენს. ასე, მაგალითად, დეზაი-შერერის მეთოდით (კამერა PKD) გაცემებულმა პროდუქტების რენტგენოსტრუქტურულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ იმ ნაერთებს, რომელთა შემადგენლობაში ალუმინი შედის, ჰიდროალუმო- და ალუმოსილიკატების დამახასიათებელი თავისებურებები აქვთ (სურ. 1, 2).



სურ. 1. ტეტრაეთოქსისილანისა და ნატრიუმის ალუმინატის წყალხსნარის ( $Al:Si = 1:3$ ; ალუმინატის წყალხსნარი:  $NaOH = 1:10$ ) ურთიერთქმედებით მიღებული პროდუქტის რენტგენოგრამა

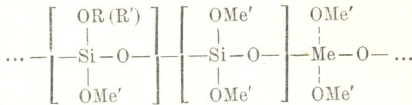


სურ. 2. დიმეთილდიეთოქსისილანისა და ნატრიუმის ალუმინატის წყალხსნარის ( $Al:Si = 1:1$ ) ურთიერთქმედებით მიღებული პროდუქტის რენტგენოგრამა

ინფრაწითელი აღსორბციული სპექტროსკოპიის მონაცემებმა (შთანქვის სპექტრების შესწავლა ფხვნილების მეთოდით ხდებოდა სპექტროგრაფ ИКС-11-ზე სპექტრულ არეში 2-დან 15  $\mu$ -მდე) აჩვენეს, რომ საანალიზო პროდუქტებში  $C-O$ ,  $Si-O$ ,  $Na-O$ ,  $Si-C$  კავშირებისათვის (ბოლო კავშირი—ალკილალკოქსისილანების საფუძველზე მიღებული პროდუქტებისათვისაა დამახასიათებელი) დამახასიათებელი მაქსიმუმები არსებობენ. ტეტრაეთოქსისილანისა და ნატრიუმის ალუმინატის ხსნარის ურთიერთქმედებით მიღებულ პროდუქტებში არის ალბიტისა და ანორტოკლაზის მსგავსი ალუმოსილიკატებისათვის დამახასიათებელი მაქსიმუმი — 10,2 $\mu$  (980  $cm^{-1}$ ) (იხ. სურ. 3).

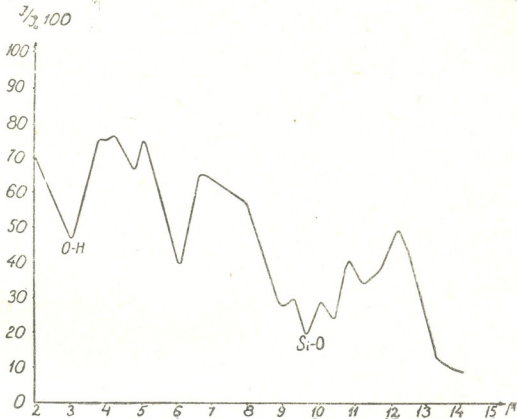
კურნაკოვის თვითმარეგისტრირებელ პირომეტრზე ჩატარებული თერმოგრაფიული გამოკვლევები ავრთვევ ადასტურებენ ორგანული სილიკატების წარმოშობას [8].

ამრიგად, ტეტრაალკოქსისილანების, მათი წარმოებულებისა და პოლივალენტური მეტალების (Al, Pb, Sn) ტუტთან წყალხსნარების ურთიერთქმედებით მიღებული პროდუქტების დეტალურმა ანალიზმა აჩვენა, რომ ისინი წარმოადგენენ ხელოვნურ ორგანულ სილიკატებს, რომელთა საერთო სახე ასეთია:



$m = 1 \div 5$ ;  $n = 1 \div 30$ ;  $R - \text{CH}_3, \text{C}_2\text{H}_5$ ;  $R' - \text{CH}_3$ ;

Me' ტუტიანი ლითონია; Me — Al, Pb, Sn.



სურ. 3. ტეტრაეთიქსილანისა და ნატრიუმის ალუმინატის წყალხსნარის (Al:Si = 1:2; ალუმინატის წყალხსნარი:  $\text{H}_2\text{O} = 1:4$ ) ურთიერთქმედებით მიღებული პროდუქტის ინფრაწითელი სპექტრი

### მიღებული პროდუქტების ტექნიკური გამოცდა

გაჭიმვის გამოცდისათვის საჭირო ხელსაწყოს (მხრების შეფარდება 1:50) [13] საშუალებით შესწავლილ იქნა ზოგიერთი მიღებული პროდუქტის აფსკების შექმნისა და მისი მინის მინასთან, ლითონთან და ლითონის ლითონთან ადგეზის უნარიანობა. მიღებული შედეგები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, მე-2 და მე-3 პროდუქტებს ახასიათებს მინაზე და ლითონზე ყველაზე უფრო მტკიცე აფსკების წარმოქმნის უნარი. ამისდა მიუხედავად, შიღებული პროდუქტების წებოვანობის უნარი, ამესები ნივთიერებების გამოუყენებლად, შეწებილი მინისა და ლითონების ფირფიტების გაწყვეტაზე გამოცდისას დიდი არ აღმოჩნდა, იმის გამო, რომ შეწებება ხდება საწები ფენის გახშობისას და არა მისი პოლიმერიზაციის დროს. ამიტომ, გახშობისას თანდაყოლილი დაწევის მოვლენები ხელს უწყობენ შეწებების ზედაპირის მკვეთრ შემცირებას. როგორც სავარაუდო ცდებმა გვიჩვენა, ამესები ნივთიე-

ცხრილი 2

პროდუქტების აფსკების შექმნის უნარიანობა მინაზე და ლითონზე, აგრეთვე მათი სიმტკიცე

№-ს რიგზე	საწყისი სილიკორგანული ნაერთები	საწყისი არაორგანული ნაერთები	შეფარდებები		მინა და ლითონზე მიღებული აფსკების თვისებები		P კვ-ით
			Al:Si მოლეზით	ალუმინატის წყალხსნარი :H <sub>2</sub> O	ოთახის ტემპერატურისას	120°-მდე გათბობისას	
1	Si (OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub>	ნატრიუმის ალუმინატის წყალხსნარი	1:3	1:5*	ბუნდოვანი აფსკი	ფუფქდება, აფსკი არა-მტკიცეა	3,5
2	CH <sub>2</sub> Si (OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	"	1:1	4:1	ნაზერადგამჭვირვალე აფსკი	ინახება, არ ფუფქდება, აფსკი მტკიცეა	6,0
3	CH <sub>3</sub> Si (OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	"	1:1	3:1	ნაზერადგამჭვირვალე, კრიალა აფსკი	ინახება არ ფუფქდება, აფსკი მტკიცეა	5,7
4	CH <sub>3</sub> Si (OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	"	1:3	1:1*	სუსტი წებოვანობის თვისების პროდუქტი, ბუნდოვანი აფსკი	არ ფუფქდება, მაგრამ იბზარება, აფსკი არა-მტკიცეა	1,5
5	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Si (OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub>	"	1:3	1:4	ბუნდოვანი აფსკი	ფუფქდება, აფსკი არა-მტკიცეა	3,0

ნატრიუმის ალუმინატის წყალხსნარი გაზავეზულია NaOH-ით (Na<sub>2</sub>O მასში 21,05%-ს უდრის).

საერთაშორისო ცენტრი



რებების (მაგ.  $Al_2O_3$ ,  $CaCO_3$  და სხვ.) მიღებულ პროდუქტებში შეტანილ, შეიძლება მკვეთრად გაიზარდოს დატვირთვადობა (25—30 კგ-მდე), რომლის დროსაც მოხდება ფიზიკური აწებება.

შესწავლილ იქნა აგრეთვე მიღებული პროდუქტების ასბესტის მინასთან, ლითონთან და ქსოვილების სააბრაზივო მასალებთან შესაწებებლად გამოყენების შესაძლებლობა და აგრეთვე, ალკილალკოქსისილანების საფუძველზე მიღებული პროდუქტების მაპიდროფობირებელი თვისებები. გაკეთებულ იქნა ქსოვილების, ქაღალდის, საშენი მასალებისა და სხვა მსგავსი ფოროვანი მასალების პიდროფობიზაცია [9].

## დასკვნები

1. გამოკვლეულ იქნა ტეტრაალკოქსისილანების, მათი წარმოებულებისა და პოლივალენტური ლითონების (Al, Pb, Sn) ტუტინი წყალხსნარების ურთიერთქმედების დროს მიმდინარე პროცესები.

2. დამუშავებულ იქნა ხელოვნური სილიკატური მასალების მიღების ახალი ხერხი.

3. ქიმიური, ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზების თანამედროვე მეთოდების საფუძველზე დაიტკიცდა, რომ ტეტრაალკოქსისილანების, მათი წარმოებულებისა და პოლივალენტური ლითონების ტუტინი წყალხსნარების ურთიერთქმედებით წარმოიქმნებიან ხელოვნური ორგანული სილიკატები.

4. ტეტრაალკოქსისილანების, მათი წარმოებულებისა და ალუმინატების, პლუმბიტების, სტანატების ტუტინი წყალხსნარების ურთიერთქმედებით მიღებული ბევრი პროდუქტი ხასიათდება ძვირფასი ტექნიკური თვისებებით: მაღალი თბოგამძლეობით, მინისადმი, ლითონისადმი, ასბესტისადმი, ქსოვილებისადმი, სააბრაზივო მასალისადმი და სხვა კარგი ადგენილობით.

ალკილალკოქსისილანების საფუძველზე მიღებული პროდუქტები, ამას გარდა, გაიზარდა წყალში კარგი ხსნადობით და შეიძლება გამოყენებულ იქნენ წყალხსნარების სახით. როგორც მაპიდროფობირებელი ნივთიერებანი ქსოვილების, ქაღალდის, საშენი მასალებისა და სხვა მსგავსი ფოროვანი მასალების გასაუფლებლად.

დასასრულს მინდა აღვნიშნო, რომ ამ შრომაში გამოყენებულია ზოგიერთი მასალა დისერტაციიდან, რომელიც შესრულებულ იქნა ქ. მოსკოვის მენდელეევის სახელობის ქიმიურ-ტექნოლოგიურ ინსტიტუტში პროფ. ა. კრეშკოვის ხელმძღვანელობით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ტექნიკის მეცნიერებათა განყოფილება

(რედაქციას მოუვიდა 16.11.1957)

დაპროფიტული ლიტერატურა

1. А. П. Крешков. Кремнийорганические соединения в технике, изд. 2-ое, Промстройиздат, М., 1956.
2. А. П. Крешков, Л. В. Мышляева. О взаимодействии тетраоксида кремния и алкоксисиланов с некоторыми гидроокисями металлов, Труды МХТИ им. Д. И. Менделеева, 13, 1948.
3. А. П. Крешков, А. Н. Чивикова, В. А. Матвеев, Г. Д. Нессонова, М. Л. Дарашкевич. Реакции двойного обмена кремнийорганических соединений с неорганическими, Труды МХТИ им. Д. И. Менделеева, 17, 1952.

4. Л. В. Мышляева, Л. М. Хананашвили. Взаимодействие гадрида лития с эфирами ортокремневой кислоты, Труды МХТИ им. Д. И. Менделеева, 23, 1956.
5. А. П. Крешков, Л. В. Мышляева, Л. М. Хананашвили. Взаимодействие тетраалкоксисиланов и их производных с некоторыми классами неорганических соединений. Труды МХТИ им. Д. И. Менделеева, вып. 24, 1957.
6. Л. М. Хананашвили, Л. В. Мышляева, Б. М. Михалев, В. Е. Школьный. Действие водных растворов алюмината натрия на алкилалкоксисиланы, ЖПХ, 30, 1957.
7. А. П. Крешков, Л. В. Мышляева, Л. М. Хананашвили. О коллоидно-химических процессах при взаимодействии тетраалкоксисиланов с водными растворами алюминатов. Коллоид ж., 19, 1957.
8. А. П. Хананашвили. Взаимодействие тетраалкокси- и алкилалкоксисиланов и их производных с некоторыми неорганическими соединениями, автореферат, Москва, 1957.
9. А. П. Крешков, Л. В. Мышляева, Л. М. Хананашвили. авт. свидетельство № 561774/23, кл. 22 i, 18/IV-57 г.
10. А. П. Крешков, Л. В. Мышляева, Л. М. Хананашвили, авт. свидетельство № 108137, 23/VII-57 г.
11. И. И. Искольдский, Химия растворов алюминиевой промышленности, ОНТИ, НКТП СССР, М.—Л., 1937.
12. В. Ф. Гиллебранд, Г. Э. Лендель, Г. А. Брайт, Д. И. Гофман, Практическое руководство по неорганическому анализу. Госхимиздат, М., 1957.
13. Ю. М. Бутт, Практикум по технологии вяжущих веществ и изделий из них, Промстройиздат, М., 1953.

## მდინარის მოტაცების მატალით ახალციხის ქვაბულში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ჯავახიშვილმა 6.3.1957)

ბუნებრივ-ისტორიული განვითარების პროცესში დედამიწის ზედაპირის ჰიდროგრაფიული ქსელი ცვლილებებს განიცდის გეგმაში განლაგების მიხედვით; იგი შეიძლება გამოწვეულ იქნეს დედამიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობით (აზევება ან დაძირვა), აგრეთვე მეწყერების, ზევეების, ლავური ნაკადებისა და სხვათა გავლენით.

ჰიდროგრაფიული ქსელის განლაგების ცვლილებაში დიდი როლი ეკუთვნის მდინარეთა ურთიერთმოტაცების მოვლენებს.

გეოგრაფიულ ლიტერატურაში აღწერილია ფაქტი ჰიდროგრაფიული ქსელის ცვლილების შესახებ. მაგალითად, ცნობილია, რომ ანდების დასავლეთი ფერდობის მდინარეები, უკუსვლითი ეროზიით, სწრაფად იჭრებიან აღმოსავლეთი ფერდობის მდინარეთა აუზებში, რის გამო წყალგამყოფი ხაზი აღმოსავლეთისაკენ მიიწევს. მდინარეთა მოტაცების ფაქტები აღწერილია აგრეთვე დას. ევროპაში (სამხრეთ-აღმოსავლეთი საფრანგეთი, პარიზის აუზი და სხვა). დასავლეთ ევროპელი მკვლევარი ლი უ ე ო ნ ი [5] იმასაც კი აღნიშნავს, რომ მდ. მდ. რონა, დრანსი და შეიძლება არეიც პლიოცენში რაინის შემდინარეებს წარმოადგენდნენ და ჩრდილოეთისაკენ მიმდინარეობდნენ, ხოლო პლიოცენის შემდეგ პერიოდში ოროგენულმა მოძრაობამ გამოიწვია პირველადი ჰიდროგრაფიის შეცვლა.

ასეთი ფაქტები ბევრია აღწერილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზეც. მაგალითად, ნ. ს ო კ ო ლ ო ვ ი [11] მიუთითებს მდ. ინგულცის მიერ მდ. ტიასინის აუზის მდინარეთა მოტაცების ფაქტს, ვ. ლ ა ს კ ა რ ე ვ ი [8] — მდ. დნესტრის შემდინარეების მიერ მდ. ბუგის მოტაცებას, ვ. რ ე ნ გ ა რ ტ ე ნ ი [10] — ვიუნცის წინა პერიოდში მდ. ასის მიმართულების ხშირ ცვლილებას, ს. გ ა ტ უ ე ვ ი [5] — მდ. თერგის მიერ მდ. მალკის მოტაცებას, გ. გ ა ნ ე ტ ი ნ ი [4] — აღნიშნავს შორეულ აღმოსავლეთში სიხოტე-ალინის ქედზე მდინარეთა მოტაცების რამდენიმე ფაქტს; აქ სიხოტე-ალინის ქედის წყალგამყოფი ხაზი დასავლეთისაკენ იხევს, რაც ქედის აღმოსავლეთი ფერდობის მდინარეთა მიერ, ინტენსიური უკუსვლითი ეროზიის შედეგად, დასავლეთი ფერდობის მდინარეთა სათავეების მოტაცებითაა გამოწვეული; ეს მოვლენა თავის მხრივ ტექტონიკურმა მოძრაობამ (იაპონიის ზღვის სანაპიროს დაძირვა და ქედის ცენტრალური ნაწილის აზევება) განაპირობა.

ჰიდროგრაფიული ქსელის ცვლილების მრავალი ფაქტია აღწერილი ამიერკავკასიის და, კერძოდ, საქართველოს ტერიტორიაზე; მაგ., ალ. ჯ ა ნ ე ლ ი ძ ე მ [2] თბილისის მიდამოების ჰიდროგრაფიული ქსელის ცვლილების შესწავლისას დაადგინა მდინარეთა მოტაცების მთელი სერია, რის შედეგად ჩამოყალიბდა თანამედროვე ვერეს ხეობა. რელიეფში კარგად არის გამოსახული მდ. აღმოსავლეთ გუმისთის ძველი ხეობა, რომელიც მოტაცებულ იქნა მდ. დას. გუმისთის მიერ [1, 7], თავის მხრივ მდ. დასავლეთი გუმისთა, მის ზემო წელში, მოტაცებულ იქნა მდ. ხოლყგის მიერ, რაშიაც მთავარი როლი ტექტონიკურმა მოძრაობამ



შეასრულა [7]. ასევე დედამიწის ზედაპირის ტექტონიკური მოძრაობის (ანტიკლინური) შედეგი იყო მდ. ახოზ-ჩაის (აზერბაიჯანის სსრ) მიმართულების შეცვლა [6]. ლ. მარუაშვილის სიტყვიერი ცნობით, მდინარეთა მოტაცების კარგი მაგალითებია მდ. რიონის აუზშიც. კერძოდ, მდ. ლარულის მარცხენა შემდინარე, რომელიც მდ. მდ. ლარულისა და ქვედრულის ხეობათა ახლანდელი დაახლოვების ადგილას ერთვოდა, მოტაცებულ იქნა მდ. ქვედრულის მიერ, ხოლო ს.ს. სვერსა და ნიგოზეთის მდამოებში მდ. ხელომოსმულას (მდ. ძირულას მარჯვენა შემდინარე) ზემო წელი — მდ. საძალის ხევის (ფრონე) მიერ. ორივე ამ შემთხვევაში ეროზიის მაზისთა სიმაღლის სხვაობასთან ერთად მნიშვნელოვანი როლი ტექტონიკურ მოძრაობას ეკუთვნის.

ჰიდროგრაფიული ქსელის ცვლილება შეიძლება მოხდეს სხვა მიზეზებითაც. მაგალითად, ლ. მარუაშვილი [9] მიუთითებს მდ. ხრამის მიმართულების ცვლილებას, რაც ახალგაზრდა ვულკანური ლავების მიერ მისი ხეობის ამოვსებამ გამოიწვია. მეწყერით მდინარის მიმართულების შეცვლის ფაქტი აღწერილია ნ. ასტახოვისა და ვ. ლეჟავას მიერ [3].

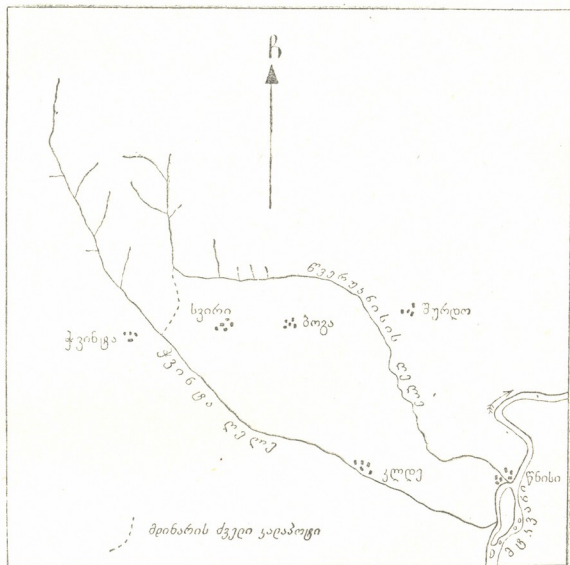
თავისებური თვისებებით ხასიათდება მდინარეთა მიწისქვეშა მოტაცება, რომელსაც კვლევის სიბრტლის გამო ჯერჯერობით ნაკლები ყურადღება ექცევა. საქართველოს ტერიტორიაზე მდინარეთა მიწისქვეშა მოტაცების მხოლოდ ერთეული ფაქტებია აღნიშნული [7] და ისიც არადასაჯერებლად. უეჭველია, რომ ისეთ ქვეყანაში, როგორც საქართველოა, სადაც ფართოდ არის განვითარებული კარსტული მოვლენები და ხშირია მიწისქვეშა მდინარეები, აუცილებლად ადგილი ექნება მდინარეთა მიწისქვეშა მოტაცების მოვლენებს, რომელთა გამოვლენა და შესწავლა მომავლის საქმეა.

ჰიდროგრაფიული ქსელის გარდაქმნის საქართველოს მაგალითზე ჩამოთვლილი ფაქტები უმნიშვნელო ნაწილი იმ მრავალრიცხოვანი ცვლილებისა, რასაც, აღბეჭდი, ადგილი ჰქონდა საქართველოს ტერიტორიაზე. ამ საკითხის დეტალური შესწავლა უმარავ ფაქტობრივ მასალას მოგვცემს პალეოჰიდროგრაფიული (და პალეოგეოგრაფიული) დასკვნების გამოსატანად. ჩვენ მიერ ქვემოთ აღწერილი მდინარის მოტაცების მაგალითი შეიძლება სასარგებლო იქნეს აღნიშნული საკითხის დამუშავებისათვის.

საველე მუშაობისათვის ტოპოგრაფიული რუკის გაცნობისას ჩვენი ყურადღება მიიპყრო ახალციხის ქვაბულის აღმოსავლეთ ნაწილში მდ. წვერუქანის დელის ზემო წელის მოხაზულობამ; საქმე ისაა, რომ მდინარე სამხრეთიდან მკვეთრად იცვლის მიმართულებას აღმოსავლეთისაკენ (იხ. სურ. 1), რამაც ჩვენში დაბადა აზრი, ადგილი ხომ არ ჰქონდა მდინარის მოტაცების შემთხვევას? ამ საკითხის გადაწყვეტა მხოლოდ ადგილზე დაკვირვებით შეიძლებოდა.

მდ. წვერუქანის დელე მდ. მტკვრის მარცხენა შემდინარეს წარმოადგენს; იგი სათავეს იღებს ახალციხე-ნიგოზეთის ქედის სამხრეთული განშტოების — ოჩიუზ-დალ-ამალღებას ქედის სამხრეთი ფერდობიდან. ამ ქედის არსებობა შეპრობებულია ტექტონიკური თავისებურებით — შეეფარდება ე. წ. აბსოლუტურ ბორჯომის ანტიკლინის მდებარეობას, რის გამო იგი ტექტონიკურ (ანტიკლინურ) ქედთა კატეგორიას მიეკუთვნება, თუმცა საკმაოდ დენუდირებულია და პირვანდელი სახე შეცვლილი აქვს. ქედის სამხრეთ ფერდობიდან ჩამომდინარე მდ. მტკვრის მარცხენა შემდინარეებს სამხრეთ-აღმოსავლეთი მიმართულება აქვთ. ვინაიდან მდინარეები ანტიკლინური ქედის ფერდობიდან ჩამოედინებიან, ამიტომ მათი ზედა ნაწილები უმთავრესად შრეთა დახრის მიმართულებით მიედინებიან (ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ) და კონსექვენტურ ხეობებს ქმნიან, ხოლო შემდეგ თანდათანობით გადადიან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ ისე, რომ მიმართულების შეცვლაში შესამჩნევად გარდატეხა არ ეტყობათ. ამ ხეობებისაგან განსხვავებით მდ. წვერუქანის დელის ხეობის ზედა ნაწილი უეცრად იცვლის

მიმართულებას აღმოსავლეთისაკენ და მონოკლინურ ხასიათს იღებს. ამ მდინარის მერიდიანულს მონაკვეთის სამხრეთ გაგოძელებაზე, ძდ. ჭვინტა-ღელის-აუზში, ს. ს. სვირისა და ჭვინტის მიდამოებში, შეიმჩნევა ძკაფიოდ გამოხატული

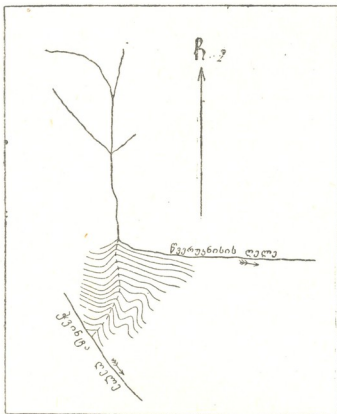


სურ. 1

ხეობისმაგვარი დადაბლება, რომელიც ს. ჭვინტის მახლობლად უერთდება მდ. ჭვინტა-ღელის ხეობას. იგი კარგად ჩანს ტოპოგრაფიულ რუკაზედაც (სურ. 2). ხეობისმაგვარი დადაბლების მთელ სიგრძეზე (დაახლოებით 2 კმ) წარმოადგენილია ალუვიური ნაფენების ნარჩენები, რაც ყოფილი მდინარის მოქმედების შესახებ მიუთითებს, ხოლო მისი (ალუვის) განლაგების ორიენტაცია (ხეობისმაგვარი დადაბლების შარჯვენა მხარეზე ტერასული ზედაპირი, რომელიც ალუვიური მასალითაა აგებული) კი — მდინარის ჩრდილო-სამხრეთულ მიმართულებას. უეჭველია, რომ ხეობისმაგვარ დადაბლებაში მიმდინარეობდა მდ. წვერუკნისის ღელის ახლანდელი მერიდიანულ მონაკვეთი, რომელიც, აგრძელებდა რა გზას სამხრეთისაკენ, ერთვოდა მდ. ჭვინტა ღელეს ს. ჭვინტის მიდამოებში, ხოლო მისი განედური ნაწილი მდ. წვერუკნისის ღელის სათავეს წარმოადგენდა. თუ ეს ასეა, ისმის კითხვა, რამ გამოიწვია ჰიდროგრაფიული ქსელის ასეთი შეცვლა?

მდ. წვერუკნისის ღელის ხეობის ახლანდელი განედური მონაკვეთი, როგორც აღინიშნა, მონოკლინურ ხეობას წარმოადგენს; იგი მიმართულია აბასთუმან-ბორჯომის ანტიკლინის სამხრეთი ფრთის ამგებელი ქანების გაწოლის გასწვრივ. ხეობის ორივე მონაკვეთი შუა ეოცენის ანდეზიტურ ტუფ-ბრექჩიებშია

გამომუშავებული, მაგრამ მათში ეროზიული პროცესი სხვადასხვა ინტენსივობით მიმდინარეობდა (და მიმდინარეობს). კერძოდ, ცნობილია, რომ მონოკლინურ ხეობაში მდინარე უფრო ადვილად აწარმოებს ამგებელი ქანების გადარეცხვას — ეროზიას, ვიდრე კონსექვენტურში, რის გამოც მდ. წვერუჯანისის ღელე უკუსვლითი ეროზიით სწრაფად მიიწვევდა დასავლეთით — ახლანდელი მდინარის მერიდიანული მონაკვეთისაკენ. ამ პროცესის კიდევ უფრო ინტენსივობას



სურ. 2

ხელს უწყობდა ის გარემოება, რომ მდ. წვერუჯანისის ღელის ეროზიის ბაზისი (მდ. მტკვართან) 10—15 მეტრით უფრო დაბლა მდებარეობდა, ვიდრე მდ. ჭვინტა ღელესი, რომლის მარცხენა შემდინარეს წარმოადგენდა მდ. წვერუჯანისის ღელის ახლანდელი მერიდიანული მონაკვეთი. მართალია, ეროზიის ბაზისთა სინაღლის ეს სხვაობა დიდი არ არის, მაგრამ პირველ მიზეზთან ერთად შეეძლო საკმაოდ დიდი ეფექტის მოცემა. ამ ორმა მიზეზმა ხელი შეუწყო მდ. წვერუჯანისის ღელის მიერ მდ. ჭვინტა ღელის მარცხენა შემდინარის მოტაცებას, რითაც მის წყალს თავის კალაპოტში მისცა გზა. ამის გამოა, რომ მდინარეს მკვეთრად გამოსახული, 90°-იანი მუხლი ახასიათებს, ხოლო სათავესმოკლებული მდინარის ხეობის ნაწილი ამჟამად ხეობისმაგვარი დადაბლებით არის წარმოდგენილი.

ზემოთქმულის შემდეგ ისმის კითხვა, როდის განხორციელდა მოტაცება? ამ საკითხის გადაწყვეტისათვის საჭირო პირდაპირი დამამტკიცებელი საბუთები არ მოგვეპოვება, მაგრამ მიახლოებითი განსაზღვრისათვის შეიძლება ზოგიერთი მონაცემის მოტანა: მოტაცების ადგილი მდებარეობს ახალციხის ქვაბულის აღმოსავლეთ ნაწილში არსებულ დენუდაციური ზედაპირების მეორე საფეხურის (1500—1600 მ) გავრცელების რაიონში. მოტაცების ქვევით (მდინარის გენედური ნაწილი) ხეობა აღნიშნულ ზედაპირშია ჩაჭრილი ისე, რომ მისი ორივე ფერდობის ზედა ნაწილი დენუდაციურ ზედაპირს წარმოადგენს. ეს უკანასკნელი მდგომარეობა საშუალებას გვაძლევს გვაკეთოთ დასკვნა, რომ მოტაცება გან-

ხორციელებულა დენუდაციური ზედაპირის წარმოქმნის შემდეგ; ახალციხის ქვაბულში კი დენუდაციური ზედაპირების წარმოქმნა პლიოცენის შემდგომ პერიოდს უნდა ემთხვეოდეს.

მოტაცების განხორციელების შემდეგ მდინარეს საკმაოდ ღრმად ჩაუჭრია თავისი კალაპოტი, ხოლო სათავესმოკლებული მდინარის ხეობის (ამჟამად ხეობისმაგვარი დადაბლება) გარდაქმნა მხოლოდ წვიმების დროს წარმოქმნილი მცირე ნაკადების მოქმედებით ნელი ტემპით მიმდინარეობს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 19.3.1957)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. გ. დევიდარიანი. გეომორფოლოგიური დაკვირვებანი სოხუმის მიდამოებში. ა. წულუკიძის სახ. ქუთაისის სახ. პედინსტიტუტის შრომები, ტ. 6, 1946.
2. ალ. ჯანელიძე. თბილისის მიდამოების ჰიდროგრაფიისათვის. თბილისის უნივერსიტეტის მოამბე, ტ. 5, 1925.
3. Н. Е. Астахов и В. М. Лежава. Оползневой переброс р. Челти (Кавхетинский склон Кавказиони). Труды ТГУ им. Сталина, т. 58, 1956.
4. Г. С. Ганетин. Речные перехваты на Сихоте-Алине. Природа, № 5, 1955.
5. С. А. Гатуев. Явление захвата реки в бассейне Терека (Предкавказье). Труды геологич. музея АН СССР, т. 5, 1929.
6. В. А. Гроссгейм. О влиянии четвертичных тектонических движений на современную речную сеть восточной части Куринского прогиба. Известия ВГО, т. 81, вып. 1, 1949.
7. А. Л. Козлов. Предварительный отчет о геологических исследованиях в 6. Сухумском уезде в 1929. Известия Всес. геолого-разведочного объединения, вып. 68, 1932.
8. В. Д. Ласкарев. Общая геологическая карта России. Лист 17. Труды геол. ком., новая сер., вып. 77, 1914.
9. Л. И. Маруашвили. Обсидиановая галька Клдэисского ущелья (Южная Грузия), как палеогеографический памятник. Труды Инст. геогр. им. Вахушти АН ГССР, т. 6, 1955.
10. В. П. Ренгартен. История долины Ассы на Северном Кавказе. Изв. ВГО, т. 43, вып. 2, 1925.
11. Н. Соколов. Гидрологические исследования в Херсонской губернии. Труды геол. ком., 14, № 2, 1896.

ტექნიკა

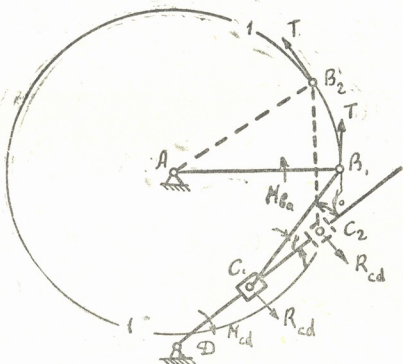
დ. თაგხე ლიძე

მცოცხანი ხუთრგოლა მიქანიზმის მდგომარეობის მონახვა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. მახალიანმა 18.2.1957)

წინამდებარე შრომაში განხილულია 1 ნახაზზე წარმოდგენილი მცოცხანი ხუთრგოლა კინემატიკური ჯაჭვის რგოლების მდგომარეობათა აგების თანამიმდევრობა.

კინემატიკური ჯაჭვის წამყვანი რგოლი  $AB$  ბრუნავს საათის ისრის სა-



ნახ. 1

წინააღმდეგო მიმართულებით, ამყოლი  $CD$  რგოლი კი ქანაობს ან ბრუნავს უძრავი  $D$  წერტილის გარშემო.

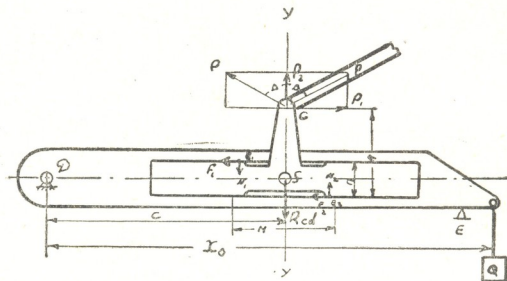
დავუშვათ, რომ ამყოლ რგოლზე ( $CD$ ) მოდებულია ტექნოლოგიური წინააღმდეგობა  $R_{cd}$ , რომელიც მიმართულია რგოლის შესაძლო გადაადგილების საწინააღმდეგოდ.

თუ განვიხილავთ კინემატიკური ჯაჭვის რომელიმე შუალედ მდგომარეობას  $AB_1C_1D$ , როცა  $\gamma$  კუთხეს აქვს მცირე მნიშვნელობა, მაშინ  $AB$



რგოლის ბრუნვით  $DC$  რგოლი იქნება უძრავი და მასზე იმოძრავეს  $C$  მცოცი. რგოლების მოძრაობის პროცესში  $\gamma$  კუთხე განუწყვეტლივ იზრდება და მიაღწევს ისეთ ზღვრულ  $\gamma_0$  მნიშვნელობას ( $AB_2C_2D$  მდგომარეობაში), როცა  $C$  მცოცი  $C_2$  მდგომარეობაში შეჩერდება და მოძრაობაში კი ჩაერთვება  $CD$  რგოლი.

გამოვარკვეით დამოკიდებულება ამ კუთხის ზღვრული  $\gamma_0$  მნიშვნელობისა და მასზე გავლენის მქონე სხვა პარამეტრებს შორის. ამისათვის ცალკე გამოვყოთ მცოცი  $C$  და მასთან დაკავშირებული რგოლები (ნახ. 2). დაეუშვათ, რომ  $CD$  რგოლი დაყრდნობილია  $E$  საყრდენზე  $Q$  ტვირთის მოქმედე-



ნახ. 2

ბით.  $C$  მცოცზე (რომლის ზომები მოცემულია ნახაზზე) მოდებულია მამოძრავებელი ძალა  $P$ , რომელიც  $CD$  რგოლის  $y-y$  მართობთან ადგენს  $\Delta$  კუთხეს ( $\gamma = 90^\circ - \Delta$ ). ცხადია, მცოცის მოძრაობა შესაძლებელია, როცა  $\gamma$  ნაკლებია ზღვრულ  $\gamma_0$  კუთხეზე. მცოცი შეწყვეტს თავის გრძივ გადაადგილებას და  $CD$  რგოლი დაიწყებს ბრუნვას  $D$  წერტილის ირგვლივ, როცა მამოძრავებელი ძალის მიმართულება  $2\Delta$  კუთხის ზღვრებში მოექცევა.

განვსაზღვროთ ზღვრული  $\Delta_0$  კუთხის მნიშვნელობა; ამისათვის  $E_1$  და  $E_2$  წერტილების მიმართ შევადგინოთ მომენტების განტოლება:

$$P \left[ \frac{m}{2} \cos \Delta - (k - n) \sin \Delta \right] + N_1 (m - fn) - R_{cd} \frac{m}{2} = 0. \quad (1)$$

$$P \left( \frac{m}{2} \cos \Delta + k \sin \Delta - N_2 (m + fn) \right) = 0 \quad (2)$$

$$F_1 + F_2 - P \sin \Delta = 0, \quad (3)$$

სადაც  $R_{cd}$  არის მარჯი წინაღობის ძალა, რომელიც მოდებულია მცოცის სიმძიმის ცენტრში და მიმართულია  $CD$  რგოლის ღერძის პერპენდიკუ-

ლარად. ამ ძალის სიდიდე ჩვენს შემთხვევაში გამოითვლება ფორმულით:

$$R_{cd} = \frac{M_{nc}}{C} = Q \frac{x_0}{C} \quad (\text{რგოლის წონას მხედველობაში არ ვღებულობთ}).$$

(1), (2) და (3) განტოლების ერთობლივი გადაწყვეტით მივიღებთ

$$P = R_{cd} \frac{fm^2}{fm^2 \cos \Delta + 2kf^2 \sin \Delta + fmn \sin \Delta - m^2 \sin \Delta} \quad (4)$$

აქედან გამომდინარე, მცოცის შეჩერებას შეესაბამება შემდეგი განტოლება:

$$fm^2 \cos \Delta_0 + 2f^2k \sin \Delta_0 + fmn \sin \Delta_0 - m^2 \sin \Delta_0 = 0.$$

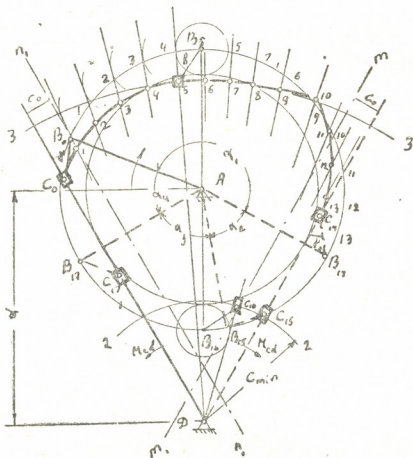
ამ განტოლებიდან ვპოულობთ  $\Delta_0$  კუთხეს, რომელიც შეესაბამება მცოცის შეჩერების მომენტს,

$$\operatorname{tg} \Delta_0 = \frac{fm}{m - fn - \frac{2kf^2}{m}} \quad (5)$$

როცა  $\Delta = \pm \Delta_0$  ან  $\gamma_0 = 90^\circ - \Delta_0$ , მცოცის გადაადგილება შეწყდება და რჩება  $CD$  რგოლის ერთადერთი შესაძლო მოძრაობა—მისი ბრუნვა  $D$  უძრავი წერტილის გარშემო. მაშასადამე,  $CD$  რგოლის დატვირთვის სიდიდის მიუხედავად, მისი მოძრაობა  $D$  წერტილის გარშემო დაიწყება  $CD$  და  $CB$  რგოლებს შორის სრულიად გარკვეული  $\gamma_0$  კუთხის არსებობის დროს (ნახ. 3).

კუთხის ცვალებადობის კანონი დამოკიდებული იქნება მექანიზმის რგოლების სიგრძეთა ( $a$ ,  $b$ ,  $c$  და  $d$ ) თანათარდობისაგან. რგოლების სიგრძეთა ერთ-ერთი თანათარდობის დროს (ნახ. 3)  $CD$  რგოლის ბრუნვა  $D$  წერტილის გარშემო დაიწყება მექანიზმის  $AB_1C_1D$  მდგომარეობაში. ამ მდგომარეობიდან სანამ მექანიზმი არ მოვა ახალ  $AB_2C_2D$  მდგომარეობამდე,  $B$  წერტილის დაშორება  $CD$  რგოლამდე არ შეიცვლება და ის ტოლი იქნება  $C_0 = b \sin \gamma_0$ . მექანიზმის  $AB_2C_2D$  მდგომარეობიდან  $AB_2C_3D$  მდგომარეობამდე მხრული  $C_2D$  დაჩიება უძრავ მდგომარეობაში და გადაიქცევა  $C$  მცოცის მიმართველად, რადგან ამ ზღვრებში  $\gamma$  კუთხე რჩება ნაკლები მის ზღვრულ  $\gamma_0$  მნიშვნელობაზე ( $\gamma < \gamma_0$ ). მექანიზმის  $AB_3C_3D$  მდგომარეობიდან მხრული ( $C_3D$ ) იწყებს ბრუნვას  $D$  წერტილის გარშემო (რადგან  $\gamma$  გაუტოლდება  $\gamma_0$ -ს), რომელიც გრძელდება მექანიზმის  $AB_4C_4D$  მდგომარეობამდე. მექანიზმის  $AB_4C_4D$  მდგომარეობაში  $C_4D$  რგოლი ისევ გაჩერდება, რადგან  $\gamma$  კუთხე, იცვლის რა მიმართულებას, ღებულობს  $\gamma_0$ -ზე ნაკლებ მნიშვნელობებს, რის გამოც მცოცი დაიწყებს  $C_4D$  რგოლზე გადაადგილებას. მცოცის ეს მოძრაობა გავრცელდება მექანიზმის  $AB_1C_1D$  მდგომარეობამდე, რის შემდეგ კუთხის  $\gamma = \gamma_0$  ტოლობის გამო მცოცი შეჩერდება და მხრული  $C_1D$  დაიწყებს მოძრაობას. მცოცისა და მხრულის ასეთი მორიგეობითი მოძრაობა განმეორდება პერიოდულად  $AB$  მრუდმხარას ერთი შემობრუნების განმავლობაში.

მხრულის კიდური მდებარეობების  $DC_1$  და  $DC_2$ -ს მოსაძებნად  $D$  წერტილიდან ვატარებთ მხებებს 4—4 წრეხაზის მიმართ, რომელიც შემოწერილია  $A$  წერტილიდან  $a—C_0$  რადიუსებით. თუ გავატარებთ (ნახ. 3) მხრეულის მდგომარეობებიდან ( $DC_1$  და  $DC_2$ ) მათ პარალელურ  $n_1n_1$  და  $m_1m_1$ -სწორ ხაზებს, მათგან დაშორებულს  $C_0$  მანძილით, მათი გადაკვეთა  $B$  წერტი-



ნახ. 3

ლის ტრაექტორიასთან (1—1 რკალი) მოვეცემს  $B_1$  და  $B_3$  წერტილებს, რომლებიც შეესაბამებიან მექანიზმის  $AB_1C_1D$  და  $AB_3C_3D$  მდგომარეობებს, მრუდმხარას ეს მდებარეობანი შეესაბამება მხრულის მოძრაობის დასაწყისის მარცხნიდან მარჯვნივ და მარჯვნიდან მარცხნივ.  $B$  წერტილის ტრაექტორიის გადაკვეთით  $DC_1$  და  $DC_2$  მხრეულების კიდურ მდებარეობებზე  $A$  წერტილიდან დაშვებულ  $AB_2$  და  $AB_4$  მართობებთან ზივილებთ  $B_2$  და  $B_4$  წერტილებს, რომლებიც შეესაბამება მხრეულის ( $DC$ ) გაჩერების დასაწყისს.

მხრეულის მოძრაობა წააყვანი  $AB$  რგოლის შემობრუნების კუთხის მიხედვით შეიძლება დავყოთ შემდეგ ეტაპებად:  $AB$  რგოლის  $\alpha_1$  კუთხეზე შემობრუნებას შეესაბამება მხრეულის მარცხნიდან მარჯვნივ სვლა,  $\alpha_2$  კუთხეზე მობრუნებას შეესაბამება მხრეულის გაჩერება მარჯვნივ კიდურ მდებარეობაში,  $AB$  რგოლის  $\alpha_3$  კუთხეზე შემობრუნებას შეესაბამება მხრეულის მოძრაობა მარჯვნიდან მარცხნივ და ბოლოს  $\alpha_4$  კუთხეზე შემობრუნება შეესაბამება მხრეულის დგომას მარცხენა კიდურ მდებარეობაში.

$C_1CC_2$  და  $C_3C'C_4$  უბნებზე მცოცის ტრაექტორიებს ვაგებთ შემდეგნაირად:  $B$  წერტილის ტრაექტორიაზე (1—1) უნდა გადაიდოს თანასწორი მონაკვეთები (რკალები), მიღებულ წერტილებში ვაღებთ  $C_0$  რადიუსის რკალებს, ხოლო  $D$  წერტილიდან ვატარებთ ამ რკალების მხებებს, რომლებიც მოგვეყვემენ მხრეულის სათანადო მდგომარეობებს. მხრეულის ამ მდგომარეობებზე მცოცის მდგომარეობის მოსაძებნად  $B$  წერტილის ტრაექტორიის დანაყოფებიდან მათ მოუყვებით  $BC$  რგოლის სიგრძის  $b$  რადიუსებით, ხოლო მიღებული  $C$  წერტილების შეერთებით ვღებულობთ მცოცის ტრაექტორიას ამ უბნებზე. თუ მცოცის დაშორების მაქსიმალურ და მინიმალურ მანძილს  $D$  წერტილიდან აღვნიშნავთ  $C_{min}$  და  $C_{max}$  (ნახ. 3), მაშინ მცოცის სვლის სიდიდე თავის მიმართულში გვექნება  $C_{max} - C_{min} = C$ . ხუთრგოლა მექანიზმის ეს სქემა (ნახ. 1) რგოლების ზომების ერთ-ერთი დამოკიდებულებით გამოყენებულ იქნა აბრეშუმის საქსოვი დაზვის ახალი გამტყორცნი მექანიზმის დაგეგმარებისა და აგებისას.

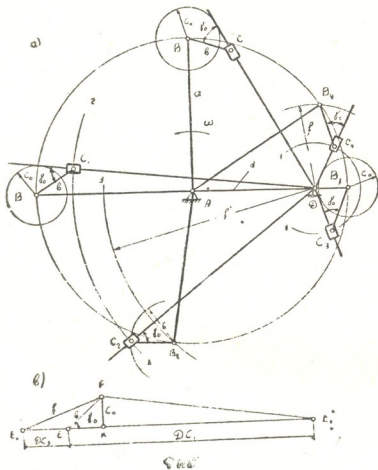
განხილული ტიპის მექანიზმი (ნახ. 3) შეიძლება გამოყენებულ იქნეს არსებული კულისური მექანიზმის ნაცვლად იმ მანქანებში, სადაც საჭიროა მიზნულ რგოლს გარდა რვევრსიული რხევითი მოძრაობისა ქონდეს გაჩერებები კიდურ მდგომარეობებში. ცდებმა დაგვანახა, რომ განხილული ცვალებადრგოლებიანი (ნახ. 3) მექანიზმების გამოყენებით შეიძლება მივიღოთ არა მარტო ამჟამინდელი რგოლის სასურველი კინემატიკით მოძრაობა, არამედ მანქანებში მათი გამოყენება გვაძლევს „მავენ“ მუშაობის შემცირებას. ეს უკანასკნელი გამოწვეულია იმით, რომ ამ მექანიზმებში რგოლების მოძრაობა ხდება უნცირესი წინაღობის მიმართულებით. მაგალითად, ზემოთ განხილულ ხუთრგოლა მექანიზმს კინემატიკური თვალსაზრისით შეესაბამება ჩვეულებრივი კულისური მექანიზმი, რომლის მრუდმხარას სიგრძეა  $a - C_0$ . თუ დავაკვირდებით მხრულის შემობრუნების კუთხის ცვალებადობას, დავინახავთ, რომ ჩვეულებრივ მექანიზმებში ამ კუთხის ცვალებადობა მეტად არათანაბარია, მაშინ როცა განხილულ მექანიზმში მხრული თითქმის თანაბრად მოძრაობს, გარდა ამისა, ჩვეულებრივი კულისური მექანიზმები ჰორიზონტული დატვირთვის შემთხვევაში (მაგ. ვანივ სარანდ ჩარხებში) დინამიკურად არახელსაყრელ პირობებში მუშაობენ.

განხილული ცვალებადრგოლებიანი მექანიზმის გამოყენებით მუშა პროცესიდან გამოორიცხულია მოძრაობის ის უბანი, სადაც ძალების გადაცემა ხდება არახელსაყრელ პირობებში. სამუშაო ციკლი იწყება  $\alpha_4$  კუთხის დაგვიანებით მრუდმხარას  $AB_1$  მდგომარეობიდან. თუ ეს მექანიზმი იქნება გამოყენებული სარანდ ჩარხში ჩვეულებრივი კულისური მექანიზმის ნაცვლად, გარდა ძალების გადაცემის პირობების გაუმჯობესებისა, თავიდან იქნება აცილებული დარტყმები, რომელსაც ადვილი აქვს მოძრავი საჭრისის დასამუშავებელ უძრავ საგანთან შეხვედრის დროს.

თავიანთი კინემატიკით ისეთი მექანიზმები, რომელთა მხრეულის ქანაობის  $D$  წერტილი  $B$  წერტილის ტრაექტორიის შიგნით (ნახ. 4) იმყოფება, არსებითად განსხვავდება განხილული (ნახ. 3) მექანიზმებისაგან. გავარჩიოთ

ასეთი მექანიზმების რგოლების მდგომარეობის აგების წესი, როცა წინასწარ მოცემულია გადაცემის  $\gamma_0$  კუთხე (თითოეული მექანიზმისათვის იცვლება მცირე ფარგლებში, ამიტომ მას ვთვლით მუდმივ სიდიდედ).

რადგან  $AB$  წამყვანი რგოლის მოძრაობით იძულებით ვამოძრავებთ  $CD$  რგოლს, რომელზედაც მოდებულია წინალობის ძალა  $B$  წერტილის რომელიმე მდებარეობაში, რომ მოვნახოთ  $CD$  რგოლის მდებარეობა, ზემოთ მოყვანილი თანმიმდევრობის მიხედვით ვაწარმოებთ შემდეგ აგებას: აღებული  $B$  წერტილიდან ვხაზავთ  $C_0$  რადიუსის წრეხაზს, რომლის მხებს ვატარებთ  $D$  წერტილიდან. ეს იქნება  $DC$  რგოლის სათანადო მდებარეობა, შემდეგ  $B$  წერ-



ნახ. 4

ტილიდან  $b$  რადიუსის რკალით მოვკვეთავთ ამ მხებს, რის შედეგადაც მივიღებთ მცოცის  $C$  მდებარეობას.

იმისდა მიხედვით, თუ როგორი განლაგება ექნებათ რგოლებს, აღებული კინემატიკური ჯაჭვი გადაიქცევა მრუდმხარა ბარბაცოვან მექანიზმად (როცა გადაცემის კუთხე  $\gamma < \gamma_0$ ), ან კულისურ მექანიზმად, ანდა ბრუნვით კინემატიკურ წყვილებიან ოთხრგოლა მექანიზმად (მცოცი ჩნდება, როცა  $\gamma = \gamma_0$ ).

განვიხილოთ მექანიზმის რგოლების მდგომარეობის აგება რგოლის მოძრაობის თითოეული შემთხვევისათვის.

ცხადია,  $C$  მცოცის  $D$  უძრავი წერტილთან უახლოეს მდებარეობას შეესაბამება ამავე წერტილთან  $B$  წერტილის უახლოესი მდებარეობა თავის

ტრაექტორიაზე.  $D$  წერტილთან  $B$  წერტილის ტრაექტორიის უახლოეს  $B_3$  წერტილს ვიპოვიოთ, თუ  $AB$  უძრავ რგოლს გავაგრძელებთ  $B$  წერტილის ტრაექტორიის გადაკვეთამდე.  $B_3$  წერტილის შესაბამის  $C_3$  წერტილს და, მაშასადამე, მექანიზმის რგოლების მდებარეობას  $AB_3C_3D$ -ს ვპოულობთ ზემოთ მოყვანილი თანამიმდევრობით. მექანიზმის  $AB_3C_3D$  მდგომარეობის შემდეგ წამყვანი  $AB$  რგოლის საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით მოძრაობისას  $C$  მცოცი იმოძრავებს  $DC_3$  რადიუსის რკალზე (რადგან  $\gamma_0$  კუთხე რჩება მუდმივი). მექანიზმი გადაიქცევა  $AB_3C_3D$  ოთხბრკოლიან მექანიზმად და ასე იმოძრავებს  $AB_4C_4D$  მდგომარეობამდე, სანამ  $\gamma$  კუთხის ცვალებადობის გამო  $C$  მცოცი არ დაიწყებს მოძრაობას მიმართველში.

$B_4$  წერტილის მოსაძებნად ვახდენთ შემდეგ დამხმარე გრაფიკულ აგებას: ვავლებთ  $EK$  სწორ ხაზს (ნახ. 4b), რომლის  $E$  წერტილიდან  $\gamma_0$  კუთხით ვატარებთ  $EF$  სწორ ხაზს, რომელზედაც ვზომავთ ბარბაცას  $b$  სიგრძეს.  $EK$  სწორ ხაზს ვაგრძელებთ მარცხნივ და მასზე ვზომავთ  $DC_3 = E_1E$ , შევავრთებთ  $E_1$  და  $F$  წერტილებს, მივიღებთ  $E_1F_1 = f$  დამხმარე მონაკვეთის სიგრძეს.  $D$  წერტილიდან (ნახ. 4)  $f$  რადიუსის რკალით ვკვეთავთ  $B$  წერტილის ტრაექტორიას და მივიღებთ  $B_4$  წერტილს, რომელიც შეესაბამება მცოცის მოძრაობის დასაწყისს.  $D$  უძრავი წერტილიდან  $C$  მცოცის უშორეს  $C_1$  მდებარეობას მოვძებნით, თუ  $AD$  უძრავ რგოლს გავაგრძელებთ  $B$  წერტილის ტრაექტორიის გადაკვეთამდე და მიღებულ  $B_1$  წერტილიდან შემოვხაზავთ  $C_0$  რადიუსის წრის რკალს, რომლის მხებსაც ვატარებთ  $D$  წერტილიდან, ამ უკანასკნელს კი ვკვეთავთ  $B_1$  წერტილიდან  $b = B_1C_1$  რადიუსის რკალით.

$AB$  რგოლის შემდგომი მოძრაობით  $C$  მცოცი შეჩერდება  $C_1$  მდებარეობაში და ამ  $DC_1$  მანძილს შეინარჩუნებს მექანიზმის  $AB_2C_2D$  მდგომარეობამდე.

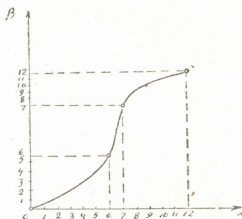
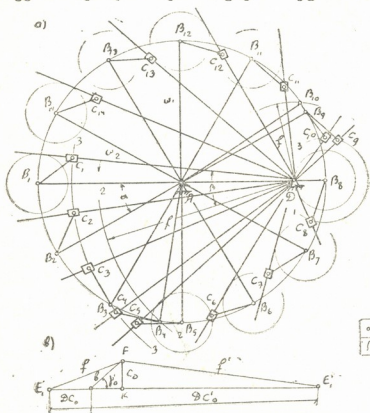
$B$  წერტილის  $B_2$  მდებარეობის მოსანახად ვპოულობთ დამხმარე  $f'$  მონაკვეთს შემდეგნაირად: ვაგრძელებთ  $EK$  სწორ ხაზს (ნახ. 4b) მარჯვნივ, რომელზედაც ვდებთ  $DC_1 = EE_1$ , ხოლო მიღებულ  $E_1$  წერტილს ვავრთებთ  $F$  წერტილთან, რაც მოგვცემს  $FE_1 = f'$ ;  $D$  წერტილიდან თუ მოვკვეთავთ  $B$  წერტილის ტრაექტორიას  $f'$  რადიუსის რკალით, მივიღებთ  $B_2$  წერტილს და სათანადოდ მექანიზმის  $AB_2C_2D$  მდგომარეობას.

ამრიგად, მექანიზმის მოძრაობის სრული ციკლი შედგება ოთხი ფაზისაგან. აქედან, როცა  $B$  წერტილი მოძრაობს  $B_3B_4$  და  $B_1B_2$  უბანზე, მექანიზმი გადაიქცევა ოთხბრკოლა სახსროვან მექანიზმად, ხოლო როცა  $B$  წერტილი მოძრაობს  $B_4B_1$  და  $B_2B_3$  უბანზე, მექანიზმი წარმოადგენს ოთხბრკოლა კულისურ მექანიზმს. საერთოდ კი  $AB$  წამყვანი რგოლის (მუდმივი კუთხური სიჩქარით) ერთ სრულ შემობრუნებას შესაბამება ამჟამად  $DC$  რგოლის ასევე ერთი სრული ბრუნვა არათანაბარი კუთხური სიჩქარით.

მე-4 ნახაზზე წარმოდგენილი მექანიზმის ზომები აღებულია იმ მოქმედი მოდელიდან, რომელიც აგებული იყო საქ. პოლიტექნიკური ინსტიტუტის მექანიზმებისა და მანქანების თეორიის კათედრაზე. ამ მოდელზე გადაცემის კუთხეა  $\gamma_0 \cong 45^\circ$ . მექანიზმის რგოლების მოძრაობის ფაზები ზუსტად ემთხვევა მო-

დელზე რგოლების მოძრაობას, ხოლო რგოლების მდებარეობა ცალკეულ ფაზებში საკმაოდ დამყარებულია.

ამძრავი და ამყოლი რგოლების შემობრუნების კუთხეებს შორის დამოკიდებულების გამოსარკვევად ავიღოთ მექანიზმის რგოლების თანმიმდევრული მდგომარეობანი (ნახ. 5)  $B$  წერტილის 12 მდებარეობისათვის, თუ გავზომავთ წამყვანი რგოლის შემობრუნების კუთხის ( $\alpha$ ) სათანადო ამყოლი რგოლის



$\alpha$	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
$\beta$	10	22	34	60	68	116	234	280	300	320	346	360

ნახ. 5

შემობრუნების კუთხეს ( $\beta$ ) და ავაგებთ მათ შორის დამოკიდებულებას (ნახ. 5c), დავინახავთ, რომ გრაფიკის 6 და 8 დანაყოფებს შეესაბამება ამყოლი რგოლის მკვეთრი აჩქარება.

მაშინ, როცა 1—6 დანაყოფამდე მოძრაობა თითქმის თანაბარია, 8—12 დანაყოფამდე რგოლი შენელებულად მოძრაობს.

წარმოდგენილი სქემის მიხედვით შეიძლება აიგოს რიგი მექანიზმებისა, რომელთა რგოლების სიგრძეთა ცვლით მივიღებთ ამყოლი რგოლის სხვადასხვა კინემატიკას.

კიროვის სახელობის  
საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 18.3.1957)

ბ. ნოზაძე

 საქართველოში ნამდნარი მაგნეზური ფოსფატების წარმოების  
 საბითონსათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აკლაძემ 14.7.1957)

ნამდნარი მაგნეზიური ფოსფატი სასუქია, რომელიც ფოსფორთან ერთად მცენარეების მიერ შეთვისებად მაგნიუმს შეიცავს. პროფ. კ. მაგნიცკის მონაცემებით [1], მაგნიუმი განსაკუთრებით ეფექტულია კარტოფილის, შაქრისა და საკვები ჭარხლისათვის, თამბაქოსა და ცერცოვანი ბალახების კულტურისათვის. ვეგეტატიური ცდების მონაცემებით, რაც ჩატარებული იყო ჩაქვის წითელ მიწაზე (საქართველოს სსრ), ნამდნარმა მაგნეზიურმა ფოსფატმა გაცილებით მეტი ზეგავლენა მოახდინა სიმინდის მოსავლიანობაზე, ვიდრე სუპერფოსფატმა.

სავეგეტაციო და მემინდვრობის ცდებმა, რაც ჩატარებულ იქნა მკავე ნიადაგებზე, აგრეთვე გვიჩვენა, რომ ეს სასუქები სუპერფოსფატზე უფრო უკეთესად მოქმედებენ [2, 3]. ნამდნარი მაგნეზიური ფოსფატის გამოყენებას შეუძლია უზრუნველყოს არა მარტო მოსავლიანობის გადიდება, არამედ, ტუტე ხასიათის გამო, მას შეუძლია კიდევ განაჩივროს ნიადაგის მთავიანობა.

სსრ კავშირის ზოგიერთი რაიონისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ბუნებრივი ფოსფატების გადამუშავებას სასუქებად თერმული ხერხით, დეფიციტური გოგირდის მკავეს გამოყენების გარეშე.

ძლიერ ხელსაყრელი პირობები იქმნება თერმული ხერხით წარმოებისათვის, კერძოდ, ნამდნარი მაგნეზიური ფოსფატის წარმოებისათვის საქართველოს სსრ-ში. საქართველოს აქვს უამრავი ჰიდროელექტრული რესურსები. მაგნიუმის შემცველი მადნების დიდი მარაგი და ნამდნარი მაგნეზიური ფოსფატების წარმოების მსგავსი პროცესების მქონე ელექტროთერმულ წარმოებათა რიგი, თანაც ჰყავს მაღალკვალიფიციური კადრები.

ნაღნობი მაგნეზიური ფოსფატების წარმოებისათვის ნედლეულს წარმოადგენს ფოსფატები და მაგნიუმის შემცველი მადნები. როგორც ცნობილია, უმეტესი ბუნებრივი ფოსფატური მადნების ფოსფატური ნაწილი კრისტალდება ჰექსაგონალურ სისტემაში, რომელთაც ეკუთვნის ფტორაპატიტის კრისტალები.

ფტორაპატიტის მოლეკულის შედგენილობაში შემავალი ფტორის იონა ხშირად ჩაინაცვლება ჰიდროქსილ-იონით და იშვიათად ქლორ-იონით. ფტორაპატიტის მოლეკულის შედგენილობაში შემავალი სხვადასხვა იონების ასეთი იზომორფული ჩანაცვლების საერთოდ მიღებული მექანიზმი. რასაკვირველია, არ არსებობს. ასეთი იზომორფული ჩანაცვლების გამო სხვადასხვა ფოსფატური მადნების ფოსფატური ნივთიერების ქიმიური შედგენილობა შეიძლება ძლიერ განსხვავდებოდეს ერთმეორისაგან. კრისტალური მესრის მქონე ფოსფატური ნივთიერება, ფტორაპატიტის მსგავსად, ძლიერ ნელა აითვისება მცენარეების მიერ, რასაც უჩვენებს 2%-იან ლითონის მკავეში მისი გახსნის მცირე



სიჩქარე და დაბალი ხარისხი. ეს ხსნადობის სიჩქარე და ხარისხი რამდენადმე შეიძლება გადიდდეს ფოსფატური ნივთიერების დაწვრილმანებით. მცენარეების მიერ აუთვისებელი ფოსფატური მადნების გადამუშავების არსი ისაა, რომ უნდა დაიშალოს აპატიტის კომპლექსი, რაც ხერხდება სხვადასხვა მკავეების მოქმედებით (მკავეების მეთოდი), ან მაღალი ტემპერატურის ზეგავლენით და სხვადასხვა დანამატებით (გადამუშავების თერმული მეთოდი).

დასავლეთ საქართველოს ფარგლებში პირველი გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოები ჩაატარა ნ. ზონოვიმა [4] 1931 წ., რომელმაც აღმოაჩინა ჟღერაჟური ფოსფატები. შემდგომ დადგინდა იქნა მათი კარგი ხარისხი, მაგრამ უმნიშვნელო სიმძლავრის, საბადო მქონე პროდუქტიულობის, აგრეთვე არახელსაყრელი სამთოტექნიკური პირობების გამო ეს საბადო სამრეწველოდ არ ჩაითვალა.

გ. ძოწენიძემ [5] 1940 წ. დასავლეთ საქართველოში აღმოაჩინა მინერალი კოლოფანიტი  $P_2O_5$ -ს მაღალი (25—30%) შემცველობით. შემდგომ ეს საბადო უფრო დეტალურად შეისწავლა გ. ნარჩემაშვილმა [6], რომელმაც დაადგინა საბადოს არამუდმივი შედგენილობა (მაღალხარისხიან მადნებთან ერთად  $P_2O_5$ -ის 20—30%-ის შემცველობით, არის ღარიბი ფოსფორებით  $P_2O_5$ -ის 3,5—8%-ით). გ. ნარჩემაშვილის დასკვნებს საგარაულო ხასიათი აქვს. ფოსფატების სხვა საბადოები ჯერჯერობით ჩვენთვის არაა ცნობილი.

ნამდნარი მაგნეზიური ფოსფატების წარმოებისათვის ნაზავის მეორე მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია მაგნიუმის შემცველი მადანი. მაგნიუმის კარბონატული მადნები ბუნებაში ფართოდაა გავრცელებული. კარბონატულ მადნებს გარდა საქართველოში არის სერპენტინის დიდი საბადოები, რომელთა მარაგი ამჟამად დამტკიცებული არ არის და დიდადაც არ არის გამოყენებული. ნამდნარი მაგნეზიური ფოსფატების წარმოებისათვის მაგნიუმის კარბონატული მადნების გამოყენებისას (დოლომიტები, მაგნეზიტები) აუცილებელი იქნება ნაზავში კვარცის შეტანა. სერპენტინიში კაჟნარის შემცველობის გამო ამ კომპონენტის ცალკე შეტანა ნაზავში საჭირო აღარ არის.

მაგნეზიური ფოსფატების წარმოების პროცესი ათვისებულია ლაბორატორიულ და ნახევრად საქარხნო მასშტაბით სსრ კავშირში ბუნებრივი ფოსფატური მადნების ყველა მთავარი საბადოს შესაბამისად.

ზოგიერთ ქვეყანაში (აშშ, იაპონია, სამხრეთი როდეზია, კუნძული ტაივანი, ახალი ზელანდია და სხვა) წარმოების პროცესი სამრეწველო მასშტაბით ათვისდა. ჩამოთვლილ ქვეყნებში დნობას აწარმოებენ სამფაზიან, დახურული რკალის ელექტროდუმელებში. მზა პროდუქტის ერთ ტონაზე ( $P_2O_5$ -ის 20%-ის შემცველობით) ელექტროენერგიის საშუალო გასაჯალი 850 კვტ-ს შეადგენს. ლუმელიდან გამოსული გაზები შეიცავს წყლის ორთქლს, წყალბადს, აზოტს, ფტორის შენაერთებს, CO და  $CO_2$ -ს.

მიუხედავად იმისა, რომ პროდუქტი მნიშვნელოვანია და მისი წარმოების მასშტაბიც დიდია, ამ პროცესის თეორიული მხარე დღესდღეობით შესწავლილია არასაკმაოდ. ჩვენი ექსპერიმენტების მიზანი იყო ამ ხარვეზის ნაწილობრივ შევსება.

წარმოების პროცესში, როგორც ცნობილია, უმნიშვნელოვანეს წარმოადგენს ნაღობის ჩქარი წრთობა წყალში, რის შედეგად ნაღობი გამყარდება მინისებრ მდგომარეობაში. პროდუქტი, რომელიც არ შეიცავს კრისტალურ ფაზას, ხასიათდება  $P_2O_5$ -ის მცენარეებისათვის ასათვისებელ ფორმაში გადასვლის მაღალი ხარისხით. პროდუქტში კრისტალური ფაზის შემცველობის გადი-

ღების მიხედვით  $P_2O_5$ -ის ხსნადობის ხარისხი 2% ლიმონის მკვავაში მკვეთრად მცირდება. გარდა ამისა, ცნობილია აგრეთვე, რომ წარმოების პროცესში მიღებული გრანულები, ზომით 1,6—2 მმ ნაკლები, ხასიათდება  $P_2O_5$ -ის მაღალი გადასვლით ხსნად ფორმაში (95—100%).

ნამდნარიდან ოპტიმალური ზომის გრანულების მისაღებად არსებითი მნიშვნელობა აქვს ნამდნარის სიბლანტის გამდნარ მდგომარეობაში.

ერთი განსაზღვრული ქიმიური შედგენილობის სამრეწველო ნამდნარი მაგნეზიური ფოსფატის სიბლანტის შესწავლისადმი მიძღვნილია რამდენიმე შრომა, რომელთა სიზუსტე საეჭვოა იმის გამო, რომ ნაღობის სიბლანტის განსაზღვრისათვის ამ შრომათა ავტორების მიერ შერჩეულ მეთოდს შედარებით დიდი ცთომილება აქვს.

ცდებში ჩვენ ვცდილობდით გამოგვერკვია კავშირი ნაღობის სიბლანტესა და  $P_2O_5$ -ის ხსნად ფორმაში გადასვლის ხარისხს შორის. ექსპერიმენტებში გამოსავალ ნედლეულად ვიღებდით კოლის აპატიტურ კონცენტრატს და ქართულ სერპენტინს, რომელთა შედგენილობა მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

## გამოსავალი მადნების ქიმიური შედგენილობა

მადანი→	კომპონენტი წონითი %/%-ით								n. n. n.
	$P_2O_5$	CaO	F	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	
1. აპატიტური კონცენტრატი	39,5	52,0	3,15						
2. სერპენტინი	—	3,4	—	36,14	35,55	1,31	9,41	0,12	14,35

აპატიტური კონცენტრატი ნატეხების სახით იყო (ნატეხის სიდიდე 1,5—4 სმ), ხოლო სერპენტინი — დაწვრილმანებული. ნაზავის დნობას ვაწარმოებდით 40 კვტ-ის სიმძლავრის ღია ტიპის რკალის ღუმელში. ცივი საკერძის შემთხვევაში ფოსფორის დანაკარგები ცდების დროს, მისი აქროლადობის გამო, არ იყო.

გამოსავალი ნაზავის შედგენილობა (წონითი % -ით) მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

## გამოსავალი ნაზავის შედგენილობა

ნაზავის №	შედგენილობა წონითი %/%-ით		
	აპატიტის კონცენტრატი	სერპენტინი	მაგნიუმის ქანგი
TC-0,5	87	13	—
TC-1	77	23	—
TC-2	62,5	37,5	—
TC-3	52,5	47,5	—
TC--4	62,5	18,75	18,75
TC-5	69	20,7	10,3

ნაღობი ღუმელიდან ჩაისხმებოდა წყალში. წყლის რაოდენობა გაცივებისათვის 20-ჯერ მეტი იყო ნაღობის წონასთან შედარებით. ექსპერიმენტების შედეგები თავმოყრილია მე-3 ცხრილში.

მიღებული ნაღობების (ცხრილი 3) ელექტროგამტარებლობისა და სიბლანტის გამოკვლევისათვის იმავე მეთოდებით ვსარგებლობდით, რომლითაც

აპატივის კონცენტრატისა და სერპენტინის შენადნობების კიმიური შედგენილობა  
 (წონითი %<sub>0</sub>-ით)

№ ნარევისა კომპონენტი	TC-0,5		TC-I		TC-2		TC-3		TC-5		TC <sub>4</sub>	
	a	ბ	a	ბ	a	ბ	a	ბ	a	ბ	a	ბ
GaO	41,15	41,15	38,67	—	31,28	—	27,61	—	37,10	—	34,33	—
MgO	11,20	11,20	11,42	—	16,51	—	23,08	—	15,48	—	21,55	—
SiO <sub>2</sub>	12,60	12,76	15,97	15,42	22,09	21,31	25,10	25,69	14,93	15,62	19,34	19,89
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> იხი.	28,41	28,73	27,26	27,81	21,73	21,90	18,61	18,35	26,51	26,08	18,04	17,92
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> პ. პ.	7,5	5,37	5,12	4,75	16,25	4,12	18,61	2,90	10,87	3,40	8,10	3,15
P	2,01	2,26	1,70	1,72	0,80	0,83	0,81	0,72	1,61	1,59	1,33	1,22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> პ. პ.												
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> იხი.	26,40	18,7	18,77	17,97	74,99	18,81	100	15,8	41,0	13,04	44,32	17,58

შენიშვნა: ა) ნაღობი იხსნებოდა წყალში; ბ) ნაღობი იხსნებოდა ტიგელში და ნელ-ნელა ცივდებოდა ჰაერში.

კოლის აპატიური კონცენტრატისა და სერპენტინის ნაღობის სიბლანტე (პუაზებით)

ნაღობის №	1500°	1480°	1460°	1440°	1420°	1400°	1380°	1360°
TC-1	76,8	80,8	85,2	92	103,4	144,3	120,8	
TC-2	0,6	0,7	0,9	1,4	6,0	24,18	56,0	217,35
TC-3	1,5	1,6	1,74	1,85	2,0	2,33	4,0	0,7
TC-4	32,6	33,5	35,0	40,7	103,3			
TC-5	1,8	2,2	3,45	6,30	117,2	828		

ხედილითი ელექტროვამტარებლობა (ომ—1 სმ—1) კოლის აპატივის კონცენტრატისა და სერპენტინისაგან შემდგარი ნაღობისა

ტემპერატურა → ნაღ. №	1500	1480	1460	1440	1420	1400	1380	1360	1880	1320	1300	1280	1260	1240	1220	1200
TC-1	3,15	3,09	2,99	2,87	2,72	2,52	2,26	1,94	1,50	1,07	0,63	0,32	0,16	0,08	—	—
TC-2	2,805	2,799	2,76	2,73	2,66	2,58	2,48	2,30	1,95	1,32	0,95	0,7	0,47	0,36	—	—
TC-3	2,56	2,55	2,54	2,53	2,52	2,44	2,33	2,17	1,95	1,53	1,15	0,8	0,58	0,39	0,28	0,15
TC-5	2,7	2,67	2,62	2,55	2,44	2,28	1,70	1,03	0,6	0,35	0,23	0,03	—	—	—	—
TC-4	2,36	2,33	2,27	2,17	2,03	1,74	1,38	0,85	0,44	0,16	0,06	—	—	—	—	—

შესწავლილი იყო კიბოურად სუფთა ქანგულეებისაგან შემდგარი ნაღობები. ამ გამოკვლევების შედეგები თავმოყრილია მე-4 და მე-5 ცხრილებში.

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, ნაღობი TC-3 ხასიათდება P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ის მაღალი გადასვლით (100%) ხსნად ფორმაში, მაშინ, როდესაც მისი სიბლანტე მალალ ტემპერატურებზე რამდენადმე სჯობნის ნაღობი TC-2-ის სიბლანტეს. ნაღობი TC-3-ის სიბლანტის ცვალებადობა ტემპერატურის დაწვევის მიხედვით რამდენადმე მცირეა, ვიდრე ნაღობ TC-2-ისა (100C-ზე TC-2-ის სიბლანტე უდრის 6 პუაზს და ნაღობი TC-3-ის კი 2 პუაზს).

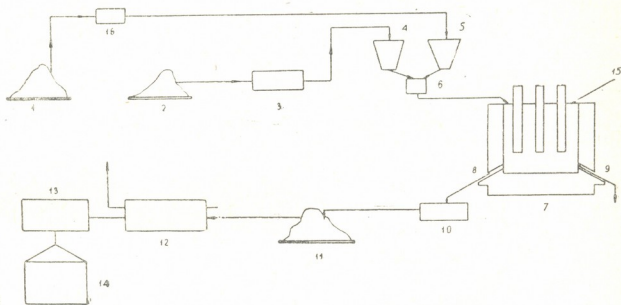
ამგვარად, ჩვენი შეხედულებით, შესაძლებელია დაშვება პირდაპირი დამოკიდებულებისა ნაღობის (აბატიტური კონცენტრატისა და სერპენტინისაგან) სიბლანტისა და  $P_2O_5$ -ის ხსნად ფორმაში გადასვლის ხარისხს შორის. სიბლანტის დაწევით  $P_2O_5$ -ის გადასვლა ხსნად ფორმაში ღიღდება (ჩქარი გაცივებისას).

ჩვენ მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტებისა და ლიტერატურული მონაცემების საფუძველზე გაანგარიშებისათვის შეიძლება მიღებულ იქნეს გასავლის შემდეგი კოეფიციენტები შუა პროდუქციის 1 ტონაზე:

აბატიტური კონცენტრატი — 0,54 ტონა, სერპენტინი — 0,50, ელექტროენერგია — 400 კვტ, წყალი — 15 მ<sup>3</sup>.

100 ათასი ტონის წარმადობისათვის წელიწადში (რასაც უზრუნველყოფს 10000 კვტ სიმძლავრის ელექტროდამგებილი) კაპიტალური დაბანდება ჩვენი ანგარიშით 21 მილიონ მანეთს არ გადააჭარბებს.

ნამდნარი მაგნეზიური ფოსფატების წარმოების სავარაუდო ტექნოლოგიური სქემა საქართველოს პირობებში მოცემულია ნახ. 1-ზე.



ნახ. 1

როგორც წინასწარმა გამოანგარიშებებმა გვიჩვენა, ნამდნარ მაგნეზიურ ფოსფატებში 1 ტონა ხსნადი  $P_2O_5$ -ის თვითღირებულება რამდენადმე დაბალია (დაახლოებით 20 მანეთით), ვიდრე ალავერდის ქარხანაში წარმოებულ სუპერფოსფატში 1 ტონა  $P_2O_5$ -ისა.

### დასკვნები

1. გამოკვლეულია სიბლანტე და ელექტროგამტარებლობა კოლის აბატიტური კონცენტრატისა და ქართული სერპენტინის ნაღობებისა.
2. რკალის ელექტროდამგებში მიღებულია სასუქი  $P_2O_5$ -ის 2% ლიმონის მექაეში ხსნად ფორმაში მაღალი გადასვლით (100%).
3. გამოკვლეულია  $P_2O_5$ -ის ასათვისებელ ფორმაში გადასვლის ხარისხის დამოკიდებულება სერპენტინისა და მაგნიუმის ყანგის მიმატებულ რაოდენობაზე.

4. დადგენილია ოპტიმალური დრო (10—15 წუთი) ნამდნარის გამდნარ მდგომარეობაში ყოფნისა  $P_2O_5$ -ის ასათვისებელ ფორმაში გადასვლის მაღალი პროცენტის მისაღებად.

5. აღწერილია ტექნოლოგიური ნარევების დნობის პროცესის ზოგიერთი თავისებურება, რაც მიღებულ უხდა იქნეს მხედველობაში ნახევრად ქარხნული ცდების ჩატარებისას.

6. გაანგარიშებულია პროდუქციის თვითღირებულება. წინასწარი ანგარიშებით ნამდნარ მაგნეზიურ ფოსფატებში 1 ტონა ასათვისებელი  $P_2O_5$ -ის საქარხნო თვითღირებულება რამდენადმე მცირეა, ვიდრე ალავერდის ქარხნის მიერ გამოშვებულ სუპერფოსფატში ერთი ტონა  $P_2O_5$ -ის თვითღირებულება.

ი. ვ. სამოილოვის სახელობის სასუქებისა და  
 ინსექტოფუნგისიდების სამეცნიერო-კვლევითი  
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.7.1957)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. К. М. Магницкий. Магнезиальные удобрения. Сельхозгиз, 1952.
2. А. В. Соколов. Фонд НИУИФ № 7143, 1945.
3. А. А. Ионасс и Р. С. Ицкович. Фонд НИУИФ № 7591, 1948.
4. Н. Т. Зонов. Агрономические руды СССР, 2, ч. 2, 1934.
5. Г. С. Дзоценидзе. Сообщения АН Грузинской ССР, II, № 6, 1941.
6. Б. М. Гиммельфарб и О. В. Нарчемашвили. ДАН СССР, 103, № 2, 1955.

## მეტალურგია

## მ. კეკელიძე

სილიკომანგანუმის გამოღობა ზიათურის ბარეცხილი მანგანუმის  
IV ხარისხის მადნიდან და მისი ავლომერატად

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თავაძემ 30.1.1937)

ჭიათურის გარეცხილი მანგანუმის IV ხარისხის მადანში კაზმიწის მანგანუმთან ფარდობა ისეთია, როგორც უნდა იყოს სილიკომანგანუმის მარკა  $CuMn_{14}$  მიღებისათვის საჭირო კაზმიში. ავლომერატს, მიღებულს ამ მადნიდან, კაზმიწის მანგანუმთან ფარდობის ისეთივე მაჩვენებელი აქვს, როგორც გარეცხილ IV ხარისხის მადანს. ამ მადანში და მის ავლომერატში ფოსფორის შეცულობა ისეთია, რომ ფოსფორით სტანდარტი სილიკომანგანუმის მიღების შესაძლებლობა წინასწარ გამოირიცხებოდა.

აღნიშნული მადნიდან სილიკომანგანუმის გამოღობის შესაძლებლობის დადგენის მიზნით ჩატარდა დნობათა ორი სერია: I სერია — გარეცხილი მანგანუმის IV ხარისხის მადანზე და II სერია — ავლომერატზე, რომელიც მიღებული იყო ამავე მადნიდან. ქიმიური შედგენილობა ამ მასალებისა და კოქსის ნაცარისა მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

დასახელება	შედგენილობა %/%-ით						
	Mn	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	GaO	MgO	Fe	P
გარეცხილი IV ხარისხის მადანი	28,64	32,16	3,69	4,65	0,67	2,40	0,14
ავლომერატი	34,95	35,24	3,95	5,33	0,70	2,56	0,16
კოქსიკის ნაცარი	—	38,55	23,83	3,29	0,90	20,87	0,18

კოქსიკის ტექნიკური შედგენილობა: ნაცარი — 9,12%, აქროლადები — 2,50%, გოგირდი — 1,7%, სინესტე — 6,5%.

საცდელი დნობები ტარდებოდა იმავე ელექტროლუმელში, რომელშიც ჩატარდა ცდები ჭიათურის არაკონდიციური კარბონატული მანგანუმის მადნიდან სილიკომანგანუმის მისაღებად; ექსპერიმენტის ჩატარების პირობები იგივე იყო [1]. ამ ცდებში გარეცხილი მანგანუმის IV ხარისხის მადნისა და ავლომერატის ნაჭროვება მიღებული იყო 10 მმ ნაკლები, კოქსიკისა კი — 5 მმ ნაკლები.

დნობათა I სერია. ამ სერიის დნობები ტარდებოდა კაზმიზე: გარეცხილი მანგანუმის IV ხარისხის მადანი — 5 კგ და კოქსიკი — 1 კგ.

ამ სერიის დნობების ჩატარებისას ლუმელი ნორმალურად მუშაობდა. ელექტროდი კაზმიში საკმარისად ღრმად იჯდა, აირების განაწილება საკერძის მთელ კვეთზე თანაბარი იყო, მხოლოდ ზოგჯერ ადგილი ჰქონდა ჭუჭრუტანების წარმოქმნას, ელექტროდატვირთვის რყევა დიდი იყო, კრიჭა ადვილად იღებოდა, წიდა ლუმელიდან ნორმალურად გამოდიოდა.



ამ სერიის დროს ჩატარდა 13 დნობა, უკანასკნელი 10 გამოშვების შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

დნობათა I სერიის შედეგები

გამოშვების №	ხანგრძლივობა წუთობით	შენადნობის წონა, კგ	შენადნის ანალიზი, %				წილის წონა, კგ	წილის ანალიზი, %			
			Si	Mn	P	C		Mn	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO
4	20	1,220	16,45	70,50	0,39	1,90	2,200	16,10	53,20	11,70	13,00
5	25	1,450	15,10	71,00	0,41	1,75	1,800	15,80	53,60	12,13	12,40
6	20	1,400	16,13	70,81	0,38	1,70	1,00	14,87	52,81	11,10	11,42
7	20	1,820	15,81	71,10	0,39	1,82	2,210	16,31	53,17	11,87	12,10
8	20	1,480	14,71	72,10	0,39	1,95	1,980	15,83	52,95	10,95	12,41
9	25	1,510	15,21	71,82	0,37	1,78	1,990	16,18	52,10	10,15	13,00
10	20	1,000	16,16	70,12	0,39	1,70	1,880	17,10	52,41	10,10	11,81
11	20	2,100	15,19	71,11	0,42	1,70	2,200	14,15	53,10	11,87	12,00
12	25	1,350	14,17	70,11	0,40	1,81	1,960	15,21	52,81	11,11	13,16
13	20	1,110	15,60	70,35	0,39	1,75	1,670	16,11	53,15	11,05	12,09

ამ სერიის 10 გამოშვებაზე გადნობილია 11 კერძი

დნობათა II სერია. ამ სერიის დნობათა კერძის შედგენილობა ასეთი იყო: აგლომერატი — 5 კგ, კოქსიკი — 1 კგ.

ამ ცდებში, პირველი სერიის დნობებთან შედარებით, თანაბარი ელექტრული რეჟიმის დროს კაზში ღუმელში შედარებით უფრო სწრაფად ეშვებოდა, წინდა თხევადი და ცხელი იყო.

ამ სერიის დროს ჩატარდა 15 გამოშვება, უკანასკნელი 10 გამოშვების შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

დნობათა II სერიის შედეგები

გამოშვების №	ხანგრძლივობა წუთობით	შენადნობის წონა, კგ	შენადნის ანალიზი, %				წილის წონა, კგ	წილის ანალიზი, %			
			Si	Mn	P	C		Mn	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO
6	20	1,300	15,21	70,00	0,40	1,81	2,400	15,02	52,13	10,81	12,13
7	20	2,480	16,13	70,81	0,37	2,56	1,950	16,92	53,02	53,17	11,03
8	25	1,400	14,85	71,35	0,40	1,67	2,100	16,31	52,14	10,95	12,41
9	20	2,100	15,81	70,35	0,39	1,41	1,980	15,81	53,16	10,00	10,81
10	20	1,480	13,95	72,11	0,38	1,81	1,850	16,00	53,77	12,93	12,38
11	25	1,510	16,14	71,82	0,39	1,46	1,990	15,39	53,71	11,15	12,50
12	20	1,610	15,95	72,00	0,37	1,92	2,500	16,60	52,83	10,00	12,36
13	20	1,190	16,11	70,39	0,39	1,69	2,100	15,39	53,98	11,31	11,19
14	25	1,390	15,39	71,00	0,37	1,91	2,000	15,21	53,16	10,91	12,43
15	20	1,690	16,81	71,35	0,41	1,52	1,650	15,11	53,39	10,05	11,92

ამ სერიის 10 გამოშვებაზე გადნობილია 10 კერძი

მიღებული შედეგების განხილვა

რადგან აგლომერატი გარეცხილი მანგანუმის IV ხარისხის იმავე მადნიდან იყო მიღებული, რომელიც გამოყენებული იყო დნობათა I სერიის ცდებისა-

თვის, უნდა გვეფიქრა, რომ დნობათა I და II სერიის შენადნები და წიდეები ერთნაირი ქიმიური შედგენილობის იქნებოდა. მათ შორის, მართალია, მეტად მცირე, მაგრამ მაინც არსებობს განსხვავება (ცხრ. 2, 3, 4). ეს გარემოება აიხსნება დნობათა II სერიის დროს ავლომერატის გამოყენების შედეგით პროცესის უფრო თანაბარი სვლით.

ცხრილი 4

შენადნებისა და წიდეების საშუალო ქიმიური შედგენილობა დნობათა სერიების მიხედვით

დნობათა სერიები	შენადნების შედგენილობა %				წიდეების შედგენილობა, %			
	Si	Mn	P	C	Mn	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO
I	15,45	70,90	0,39	1,38	15,76	52,93	12,10	12,20
II	15,64	71,22	0,29	1,67	15,68	53,04	12,02	12,26

წილის ჯერადობა დნობათა ორივე სერიისათვის თითქმის ერთნაირია: I სერიისათვის — 1,37, II სერიისათვის — 1,36. დნობათა II სერიის შემთხვევაში მანგანუმისა და კაუბადის გამოყენების კოეფიციენტი შედარებით მცირეა, ამავე დროს ამ კომპონენტების აქროლება მეტია, ვიდრე დნობათა I სერიისათვის (ცხრილი 5). ეს აიხსნება, ალბათ, მანგანუმის IV ხარისხის მადნის შეცხობისას წარმოქმნილი მანგანუმის სილიკატის ძნელადღეენადობით.

ცხრილი 5

მანგანუმის, კაუბადისა და ფოსფორის ბალანსი დნობათა სერიების მიხედვით

დნობათა სერიები	მანგანუმის განაწილება, %			კაუბადის განაწილება, %			ფოსფორის განაწილება, %	
	შენადნში	წიდა-ში	აირში და სხვ.	შენადნში	წიდაში	აირში და სხვ.	ფოსფორის განაწილება, %	
							შენადნში	აირში და სხვ.
I	69,08	21,07	9,85	28,12	61,65	10,23	78,75	21,25
II	66,48	18,38	15,14	25,12	60,39	14,49	79,18	20,82

მე-5 ცხრილის მონაცემები, ჩვენი ლაბორატორიული ცდები მწვარის ტილის მადნიდან სილიკომანგანუმის მიღებისა [2] და სხვა, აგრეთვე საქარხნა პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ელექტროდნობისას კაუბიდან შენადნში გადადის 80%-მდე ფოსფორი. მადანში 1% მანგანუმზე 0,003% ფოსფორის შეცულობისას მიიღება სილიკომანგანუმი 0,2% ფოსფორის შეცულობით, მადანში 1% მანგანუმზე — 0,0045%-დან 0,0049%-მდე ფოსფორის შეცულობისას მიიღება სილიკომანგანუმი 0,35-დან 0,45%-მდე ფოსფორის შეცულობით, ხოლო მადანში 1% მანგანუმზე 0,01% ფოსფორის შეცულობისას შენადნში ფოსფორი იზრდება 0,9%-მდე.

### დასკვნები

ექსპერიმენტულად დადგენილია ჭიათურის ტიპობრივი გარეცხილი მანგანუმის IV ხარისხის მადნებიდან და მისი ავლომერატებიდან მანგანუმით და კაუბადით სტანდარტული სილიკომანგანუმის მარკა CuMn14-ის მიღების შესაძლებლობა. ფოსფორის შეცულობა შენადნში, რომელიც მიღებულია გარეცხილი მანგანუმის IV ხარისხის მადნიდან და მისი ავლომერატიდან, 0,37-დან 0,41%-მდე მერყეობს.



ჭიათურის გარეცხილი მანგანუმის I ხარისხის მადნებიდან ეკონომიის მიზნით საჭიროა შემცირდეს მისი ხარჯი სილიკომანგანუმის წარმოებაში და ნაცვლად გამოყენებულ იქნეს ჭიათურის გარეცხილი მანგანუმის IV ხარისხის მადანი და მისი აგლომერატი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 30.1.1957)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. მ. კეკელიძე და ა. არსენიშვილი. ჭიათურის არაკონდიციური მაღალკაჟბადიანი კარბონატული მადნიდან სილიკომანგანუმის გამოდნობა. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტის შრომები, ტ. VII, 1956.
2. მ. კეკელიძე. ჭიათურის მანგანუმის მწვარის ტიპის სილიკომანგანუმის მისაღებად გამოყენების საკითხისათვის. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. XVI, № 2, 1956.

## 3. მოიავა

გადახსნის ზღვრული სისქის განსაზღვრა და სისტემის პარამეტრების ანბარში ზიათურა-საჩხვირის მანბანუმის აუზის ნაწილის ღია წყლით დამუშავებისას

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თავაძემ 28.9.1957)

როგორც სამთო-ტექნიკური პირობების ანალიზით ირკვევა, ქიათურა-საჩხვირის მანბანუმის აუზის ნაწილის ღია წყლით დასამუშავებლად მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნეს კომბინირებული სისტემა, ფუჭი ქანის ნაწილობრივ გადაზიდვით, რაც აღინიშნება ინდექსით  $B = 7$  [6].

ზემოაღნიშნული სისტემის გამოყენებისას სათანადო ფორმულებით გამოთვლილია გადახსნის საანგარიშო კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე მერყეობს  $9-10$  მ<sup>3</sup>/ტ [2].

გადახსნის სამრეწველო კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის სარგებლობენ ფორმულით [5]:

$$\lambda_n = [H(1+k) + h_{\text{ნოპ}}] \cdot \frac{1}{\eta_0 \cdot \gamma \cdot h_n}, \quad (1)$$

სადაც  $H$  გადამხურავი ფუჭი ქანის სისქეა მ-ით;  $\gamma$  — მანბანუმის მადნის მოცულობითი წონა ტ/გ<sup>3</sup>;  $h_n$  — ფენის სასარგებლო სისქე მ-ით;  $\eta_0$  — ამოღების კოეფიციენტი ღია წყლით დამუშავებისას;  $k$  — ფუჭი ქანის გადახსნისას საფეხურის დაქანების გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი;  $h_{\text{ნოპ}}$  — ფუჭი ქანის შრეების სისქე.

ქიათურა-საჩხვირის მანბანუმის აუზისათვის დამახასიათებელია გადამხურავი ფუჭი ქანის სისქის თანდათანობითი მატება ფენის გამოსასვლელიდან ზეგნების ცენტრალური ნაწილის მიმართულებით (ნახ. 1). ამიტომ აუცილებელია ფუჭი ქანის იმ ზღვრული სისქის მოძებნა, რომლის დროსაც გადახსნის საანგარიშო კოეფიციენტი უცვლელი დარჩება.

აღენიშნოთ:  $H_x$  — გადამხურავი ფუჭი ქანის ზღვრული სისქე მ-ით;  $H_0$  — ფუჭი ქანის სისქე ფენის გამოსასვლელთან (ნახ. 1). საკმაო სიზუსტით შეიძლება ვიგულისხმოთ, რომ  $441^1 - 445^1$  წერტილებს შორის მოთავსებული ნაკვთი ტრაპეციას წარმოადგენს, რომლის საშუალო სიმაღლე ტოლია

$$H = \frac{H_x + H_0}{2} \text{ მ.}$$



(1) ფორმულაში  $H$  მნიშვნელობის ჩასმით და ამ უკანასკნელის  $H_x$  მიმართ გადაწყვეტით მივიღებთ

$$H_x = \frac{2(\lambda_n \cdot \eta_0 \cdot \gamma \cdot h_n - h_{\text{ნორ}})}{1 + k} H_0. \quad (2)$$

ამ ფორმულით, საკმარისი სიზუსტით შესაძლებელია განისაზღვროს გადამხურავი ფუჭი ქანის ზღვრული სისქე იმ შემთხვევაში, როდესაც ამ უკანასკნელის ზრდა ხდება ტრაპეციის ან სამკუთხედის კანონით (უკანასკნელ შემთხვევაში  $H_0 = 0$ ).

(2) ფორმულაში სათანადო მნიშვნელობათა ჩასმით მივიღებთ, რომ ზემოთ აღნიშნული აუზისათვის გადამხურავი ფუჭი ქანის ზღვრული სისქე შეადგენს 50 მ; უნდა ვიგულისხმობთ, რომ ტექნიკისა და ღია სამუშაოების წარმოების



ნახ. 1

ორგანიზაციის შემდგომი განვითარებით გადახსნის ზღვრული სისქე კიდევ უფრო გაიზრდება.  $B-7$  სისტემით დამუშავებისას გადახსნის ზედა საფეხურების გამოყენება ნაგულისხმევია მექანიკური ნიჩბებით  $C\Theta-3$ , ხოლო ქვედასი—სისტემებით:  $A-1$ ,  $A-2$  და  $A-3$ . შერჩეული ექსკავატორებისათვის გადახსნის ქვედა საფეხურის შესაძლო სიმაღლის განსაზღვრისათვის მოხერხებულია გამოყენებულ იქნეს ფორმულები, რომელნიც გამოსახვენ დამოკიდებულებას დამუშავების სისტემის ელემენტებსა და გადახსნელი ექსკავატორების ხაზობრივ პარამეტრებს შორის.

ქვედა საფეხურის სიმაღლე განისაზღვრება:

მექანიკური ნიჩბისათვის [5]:

ა) ექსკავატორის განტვირთვის სიმაღლით

$$H \cong \left[ (H_p + h) - \frac{A}{4} \cdot \text{tg} \beta \right] \cdot \frac{1}{k}; \quad (3)$$

ბ) ექსკავატორის განტვირთვის რადიუსით

$$H \cong \left[ R_p - (b + c) + h \cdot \text{ctg} \psi - \frac{A}{4} \right] \text{tg} \beta \quad (4)$$

ამდგავარადვე დრაგლაინისათვის:

ა) 
$$H \cong \left( H_p + h - \frac{A}{4} \cdot \text{tg} \beta \right) \frac{1}{k-1}, \quad (5)$$

$$b) \quad H \cong \left[ R_p - (b + c) - h \operatorname{ctg} \alpha - \frac{A}{4} \right] \cdot \frac{1}{\operatorname{ctg} \psi + k \operatorname{ctg} \beta} \quad (6)$$

სადაც  $H$  გადაზღვრავი ფუჭი ქანის სისქეა მ;  $h$ —ფენის სისქე მ;  $H_p$ —ექსკავატორისათვის საჭირო განტვირთვის სიმაღლე მ;  $H_p + h$ —ფუჭი ქანის ნაყარის სიმაღლე მ;  $A$ —სპირაჯოს განი მ;  $R_p$ —ექსკავატორის განტვირთვის რადიუსი მ;  $C$ —ექსკავატორის სვლის ნახევარგანი მ;  $b$ —სატრანსპორტო ბერმის განი მ;  $\alpha$ —ფუჭი ქანის საფეხურების დაქანების კუთხე;  $\beta$ —ნაყარის დაქანების კუთხე;  $\psi$ —მადნის საფეხურის მდგრადი დაქანების კუთხე;  $k$ —ფუჭი ქანის გაფხვიერების კოეფიციენტი სანაყაროში.

დრაგლანი მ III—14/75-ის შუალედ ჰორიზონტზე მოთავსებით, ე. ი. ქვედა გადახსნის საფეხურის ზედა და ქვედა ქვესაფეხურებად დაყოფით იზრდება გადასახსნელი ფუჭი ქანის შესაძლო სიმაღლე. ეს იმით აიხსნება, რომ  $H_b$  გაზრდით დრაგლანის ღერძი უახლოვდება ნაყარს, ე. ი. იზრდება განტვირთვის რადიუსი, რაც უფრო მეტია  $H_b$ , მით უფრო ნაკლებია  $H_H$  და მით უფრო ახლოა დრაგლანი ნაყართან.

საფეხურის სიმაღლის ნაზრდი შუალედი ჰორიზონტის მდებარეობის მიხედვით გამოითვლება ფორმულით [1]:

$$\Delta H = \frac{H_b \cdot \operatorname{ctg} \alpha}{k \cdot \operatorname{ctg} \beta + \operatorname{ctg} \alpha} \quad (7)$$

სადაც,  $H_b$  ზედა ქვესაფეხურის სიმაღლეა მ-ით, ხოლო დანარჩენი აღნიშვნები წინა აღნიშვნების ანალოგიურია.

მე-2 ცხრილში მოყვანილია საფეხურის სიმაღლის ნაზრდის მნიშვნელობანი, განსაზღვრული (7) ფორმულით,  $\alpha = 50^\circ$ ,  $\beta = 60^\circ$  და  $k = 1,25$  შემთხვევისათვის.

ცხრილი 2

$H_b$ , მ	$\Delta H$ მ	$H_b$ , მ	$\Delta H$
2	0,5	12	3,2
4	1,0	12	3,7
6	1,6	16	4,2
8	2,1	18	5,2
10	2,9		

ექსკავატორის ჩამჭვის სიმაღლიდან გამომდინარე ზედა ქვესაფეხურის სიმაღლე არ უნდა იყოს მეტი

$$H_b \cong 0,8 H_p \text{-ისა,}$$

სადაც  $H_p$  დრაგლანის განტვირთვის სიმაღლეა მ-ით.

დრაგლანი მ III—14/75 შუალედ ნაყარზე მოთავსებით შესაძლოა გადახსნის საფეხური გამომუშავებულ იქნეს 35 მ სიმაღლისა, მხოლოდ ამ შემთხვევაში საჭიროა ნაწილობრივი გადანიჭვა, რაც ხორციელდება ერთისა და იმავე ექსკავატორით [3].



ნაყარის სიმაღლის განსაზღვრა წარმოებს შემდეგი ფორმულით [2]:

$$H_0 = KH + 0,25 H_H \cdot \operatorname{tg} \beta. \quad (8)$$

ექსკავატორის განტვირთვის რადიუსი

$$R_p \cong H_0 \cdot \operatorname{ctg} \beta. \quad (9)$$

ძირითად გადამხსნელ მოწყობილობად მექანიკურ ნიჩაბ  $\Xi \text{BF} - 15$  გამოყენებისას და გადამხურავი ფუჭი ქანის სისქის გაზრდის შემთხვევაში მიზანშეწონილია მივმართოთ ჯერად გადანიჩბვას ექსკავატორის (დრაგლინი) საშუალებით.

ჯერადი გადანიჩბვისას სპირაჯოს სიგანე გამოითვლება ფორმულით [6]:

$$f = \frac{2}{\operatorname{tg} \beta} [(H + h) - 0,5 \operatorname{tg} \beta \pm \sqrt{(H_p + h)^2 - K \cdot A \cdot H \cdot \operatorname{tg} \beta}] \text{ მ.} \quad (10)$$

ფრიად ეფექტურად ჩაითვლება  $A - 3$  სისტემის გამოყენება როტორიანი ექსკავატორისა და ლენტიანი ნაყარშემქმნელის შეხამებით. ნაყარშემქმნელის მიერ გამომუშავებული საფეხურის სიმაღლე განისაზღვრება (9) ფორმულის  $H_H$  მიმართ გადაწყვეტით, ე. ი.

$$H = \frac{H_0 - 0,25 \operatorname{tg} \beta}{K}, \quad (11)$$

სადაც

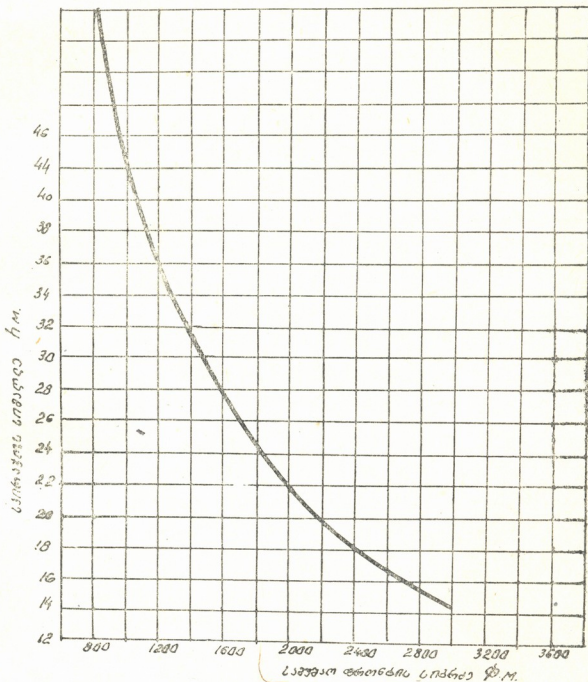
$$H_0 = [h_{\text{ნ.ო}} - b - h_0 \cdot \operatorname{ctg} \phi - A] \cdot \operatorname{tg} \beta. \quad (12)$$

აღნიშნულ გამოსახულებაში  $b$  ნაყარშემქმნელის სვლის ნახევარგანია მ-ით,  $h_{\text{ნ.ო}}$  — ნაყარშემქმნელის კონსოლის შევრილის სიგრძეა მ-ით. ზემოთ აღნიშნული სისტემები საშუალებას იძლევა ქვედა გადახსნითი საფეხურის სიმაღლე ავილოთ რაც შეიძლება მეტი, რითაც შესაძლო ხდება გადახსნილი ფუჭი ქანის მაქსიმალური ოდენობა გამომუშავებულ იქნეს ყველაზე უფრო ეკონომიურად ეფექტური უტრანსპორტო სისტემებით (საფეხურის 22—35 მ სიმაღლის პირობებში).

ზემოთ მოყვანილი სისტემის მიხედვით გადამხურავი ფუჭი ქანის სისქისა და კარიერის წარმადობის მიხედვით შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს შემდეგი მიწისმთხრელი ნაქანები: მექანიკური ნიჩბები —  $\Xi \text{BF} - 15$ ,  $\Xi \text{BF} - 6$ ,  $\Xi \text{BF} - 4$ ; დრაგლინები:  $\Xi \text{III} - 1^4/75$ ,  $\Xi \text{III} - 6/60$ ,  $\Xi \text{III} - 4/40$ ,  $\Xi \text{III} - 1$  და როტორიანი ექსკავატორები.

ექსკავატორებისა და სატრანსპორტო საშუალებათა სრულ გამოყენებაზე, საგრინობ გავლენას ახდენს სამუშაო ფრონტის სიგრძე. გადამხსნელ ექსკავატორებს სამუშაო ფრონტის საზღვრებზე სვლის მიმართულების შეცვლისას უხდებათ მოცდენები. მოცდენათა ხანგრძლივობის შემცირების მიზნით მიზანშეწონილია აღებულ იქნეს მაქსიმალური სიგრძის სამუშაო ფრონტი, მხოლოდ გათვალისწინებულ უნდა იქნეს, რომ ექსკავატორის წინასწარ გან-

საზღვრული წლიური წარმადობისა და სამუშაო ფრონტის წინ წაწევის შემთხვევაში სამუშაო ფრონტის სიგრძე შეიძლება გადიდდეს გადახსნითი საფეხურის სიმაღლის შემცირებით [4].



ნახ. 2

სამუშაო ფრონტის სიგრძე ტოლია

$$\Phi = \frac{\pi_{\text{წ.ფ.}}}{v_{\text{ფ.}} \cdot H_{\text{წ.ფ.}}} \cdot m, \quad (13)$$

სადაც  $\pi_{\text{წ.ფ.}}$  გადამხსნელი ექსკავატორის წლიური წარმადობაა მ<sup>3</sup> ით;  $v_{\text{ფ.}}$  — სამუშაო ფრონტის წინ წაწევის წლიური სიჩქარე. სათანადო მნიშვნელობათა ჩასმით აიგება საფეხურის სიმაღლესა და სამუშაო ფრონტის შორის დამოკიდებულების დიაგრამა დრაგაინ  $\Xi_{III} - 14/7_0$ -სათვის (ნახ. 2).

ნახაზის შესაბამისად სამუშაო ფრონტის ოპტიმალური სიგრძე, როცა გადახსნითი საფეხურის სიმაღლე 22 მეტრია, 200 მეტრს შეადგენს. საფეხურის სხვადასხვა მნიშვნელობისას სამუშაო ფრონტის ოპტიმალური სიგრძე ადვილად მოინახება ნახაზზე მოცემული დიაგრამით [2].

ტრესტი „ჭიათურმარგანეცი“

(რედაქციას მოუვიდა 28.9.1957)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. М. Б а с к о в. О некоторых элементах простой бестранспортной системы разработки драглайнами ЭШ—14/75, Уголь, № 10, 1956.
2. Г. П. Е г у р н о в. Открытые горные работы. Москва, 1954.
3. В. Н. И в а н о в. Применение экскаваторов ЭШ—14/75 на вскрышных работах. Горный журнал, № 12, 1956.
4. В. В. Р ж е в с к и й и В. А. С и м к и н. Об использовании мощных экскаваторов на карьерах треста «Вахрушевуголь», № 12, 1956.
5. А. С. Ф и д е л е в. Расчетные методы комплексно-механизированных карьеров. Издательство АН УССР, 1954.
6. Е. Ф. Ш е ш к о. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых, 1951.

## ზოოლოგია

ე. დიღმანიძე

## მასალეზი ლაგოდების სახელმწიფო ნაკრძალში გავრცელებული მერცხლფრთიანების სახეობრივი შედგენილობის შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 12.12.1957)

ლაგოდების სახელმწიფო ნაკრძალის ენტომოფაუნა დიდი ხანია იპყრობდა მკვლევართა ყურადღებას. პირველი მონაცემები ამ საკითხის ირგვლივ ეკუთვნის: ა. ბარტენევს, ა. მარტინოვს (1911), ე. მირამს (1912), რ. სავენკოს (1956) და ა. შ. კერძოდ, ნაკრძალის ტერიტორიაზე გავრცელებული ქერცლფრთიანების სახეობრივი შედგენილობის შესახებ, შედარებით ზუსტ ცნობებს იძლევა პროფ. დ. კობახიძე [3, 4].

ლიტერატურული წყაროებით, დღეისათვის ცნობილი სახეობები, რა თქმა უნდა, არ ამოწურავს ნაკრძალის ქერცლფრთიანთა სახეობრივ შემადგენლობას და იგი კვლავ მოითხოვს შემდგომ შესწავლას. ამ მიზნით ჩვენ მასალები შევავსოვეთ ლაგოდების ნაკრძალის ტერიტორიაზე 1956-57 წლების განმავლობაში.

აღნიშნულ შრომაში ვაქვეყნებთ ჩვენ მიერ შეგროვილი მასალის მხოლოდ ნაწილს, ვინაიდან მიზანშეწონილად არ ვცანით უკვე გამოქვეყნებული სახეობების ხელახალი პუბლიკაცია. ყველა შეგროვილი მასალა მთლიანად არ დაგვიმუშავებია და ზოგიერთი სახეობა კვლავ დაზუსტებას მოითხოვს<sup>(1)</sup>.

დაკვირვება წარმოებდა მთელი წლის განმავლობაში წინასწარ არჩეულ სტაციონალურ ნაკვეთებზე. უბნები გამოყოფილ იქნა ზონების მიხედვით: 1. ტყის ქვედა ზონა (450—900 მ ზღვის დონიდან), 2. ტყის შუა ზონა (900—1800 მ ზ. დ.), 3. სუბალპური ზონა (1800—2400 მ ზ. დ.), ალპური ზონა (2400—3000 მ ზ. დ.), სუბნივალური ზონა (3000—3500 მ ზ. დ.).

დღის პეპლებს ვავსოვდით ჩვეულებრივი მწერბადით, ხოლო ღამის პეპლებს—სახაროვის სასტემის ღამის მწერების სპეციალური საჭერით. შეგროვილი მასალის სისტემატიკური კლასიფიკაციის რკვევა წარმოებდა ე. მილიანოვსკის ხელმძღვანელობით.

ქვემოთ მოგვყავს ჩვენ მიერ 1956—57 წლების განმავლობაში მოპოვებულ სახეობათა სია მოპოვების ადგილისა და დროის (თვეები) ჩვენებით.

(<sup>1</sup> შრომის დამუშავების დროს კონსულტაციისა და სასარგებლო რჩევისათვის მადლობას მოვასწავებ ე. მილიანოვსკისა და პროფესორებს: ლ. კალანდაძესა და დ. კობახიძეს.



## ოჯ. Zygaenidae

1. *Anthrocera brisae* Esp. ალბური ზონა, VIII.

## ოჯ. Tortricidae

2. *Cacoecia (Archips) rosana* L. ტყის ქვედა ზონა, VII.

## ოჯ. Pyralididae

3. *Crambus pratellus* L. ალბური ზონა, VII—VIII.
4. *Piralis farinalis* L. სუბალბური ტყე და მალალბალახეული, VII—VIII.
5. *Eurrhynchus urticata* L. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII.
6. *Loxostege verticalis* L. ალბური ზონა, VII—VIII.
7. *Aglossa cuprealis* Hb. ტყის ზონა, V—VI—X.

## ოჯ. Hesperiidae

8. *Augiades silvanus* Esp. ტყის ქვედა ზონა და სუბალბური მალალბალახეული, VI—VII—VIII.
9. *Augiades comma* L. ტყის ქვედა და სუბალბური ზონები, VI—VII—VIII.
10. *Carcharodus alceae* Esp. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII—IX.
11. *Hesperia alveus* Hb. ტყის ქვედა ზონა, VIII—IX.
12. *Hesperia malvae* L. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII—IX.
13. *Thanaos tages* Esp. სუბალბური მალალბალახეული, VII—VIII.

## ოჯ. Papilionidae

14. *Parnassius apollo* L. სუბალბური ტყე, VIII—IX—X.

## ოჯ. Pieridae

15. *Pieris napi* L. ტყის ზონა და სუბალბური მალალბალახეული, V—VI—VII—VIII—IX.
16. *Colia croceus* Fourer. ტყის, სუბალბური და ალბური ზონები, V—VI—VII—VIII—IX—X—XI.
- C. croceus* Fourer f. *helice* Hb. ტყის ზონა, VI—VII—VIII—IX.

## ოჯ. Lycaenidae

17. *Lycaena argus* L. ტყის ქვედა ზონა, VIII—IX.
18. *Lycaena argiades* Pall. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII—IX—X.
19. *Lycaena icarus* Rott. ტყის ზონა და სუბალბური მალალბალახეული, III—IV—V—VI—VII—VIII—IX—X—XI.
20. *Lycaena arion* L. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII.

21. *Chrysophanus virgaureae* L. ტყის ქვედა ზონა და სუბალპური ტყე, VII—VIII—IX.
22. *Chrysophanus thersamon* Esp. სუბალპური ზონა, VII—VIII.
23. *Chrysophanus hippothoe* L. სუბალპური მაღალბალახეული, VII—VIII—IX.
24. *Chrysophanus dorilis* Hufn. ტყის ქვედა ზონა და სუბალპური ტყეები, IV—V—VIII—IX.
25. *Chrysophanus phlaeas* L. ტყის ქვედა ზონა და სუბალპური მაღალბალახეულობა, VII—VIII—IX.
26. *Thecla ilicis* Esp. ტყის შუა ზონა, V—VI—VIII.

## ოჯ. Nymphalidae

27. *Vanessa jo* L. ტყის ქვედა ზონა და სუბალპური მაღალბალახეული, III—IV—V—VI—IX—X—XI—XII—I.
28. *Vanessa polychloros* L. ტყის ქვედა ზონა, III—IV—V—VI—IX—X.
29. *Vanessa antiopa* L. ტყის ქვედა ზონა, III—IV. (მოპოვებულია ა. პეტრიაშვილის მიერ).
30. *Pirameis atalanta* L. ყველგან, გარდა სუბნივალური ზონისა, III—VI—VII—VIII—IX—X—XI—X—II—I.
31. *Argynnis niobe* L. ალპური ზონა, VI—VII—VIII—IX.
32. *Argynnis euphrosyne* L. ალპური ზონა, VII—VIII.

## ოჯ. Satyridae

33. *Erebia medusa* F. სუბალპური და ალპური ველები, VI—VIII—IX.
34. *Erebia tyndarus* Esp. სუბალპური და ალპური ველები, VIII—IX—X.
35. *Erebia aethiops* Esp. v. *melusina* HS. სუბალპური ზონა, VIII—IX—X—XI.
36. *Erebia prometheus* Sh. ზემო ალპური და სუბნივალური ზონები, VIII—IX—X.
37. *Pararge egeria* L. v. *egerides* Stgr. ტყის ქვედა ზონა, III—IV—V—VI—VIII—IX—X.
38. *Pararge maera* L. ტყის ქვედა და შუა ზონა, III—IV—V—VI—VII—VIII—IX.
39. *Pararge megaera* L. სუბალპური და ალპური ზონები, V—VI—VII—VIII.
40. *Satyrus dryas* Sc. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII.
41. *Epinephele lycaon* Rott. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII—VIII.

## ოჯ. Attacidae (Saturniidae)

42. *Saturnia pavonia* L. ტყის ქვედა ზონა, V.

## ოჯ. Sphingidae

43. *Celerio vesperilio* Esp. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII.  
 44. *Herse convolvuli* L. ტყის ქვედა და შუა ზონები, V—VII.  
 45. *Marumba quercus* Schiff. ტყის ქვედა ზონა, IV—VI—VII.  
 46. *Amorpha populi* L. ტყის ქვედა ზონა, V—VI—VII.

## ოჯ. Notodontidae

47. *Phalera bucephala* L. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII.  
 48. *Pheosia tremula* Cl. ტყის ქვედა ზონა, V—VII.  
 49. *Cerura bifida* Hbn. სუბალპური ზონა, VI—VII.  
 50. *Stauropus fagi* L. ტყის ზონა და სუბალპური ტყეები, IV—V—  
 —VII—VIII.  
 51. *Ochrostigma melagona* Bkh. ტყის ქვედა ზონა, X.  
 52. *Lophopteryx cuculla* Esp. ტყის შუა ზონა, V—VI.

## ოჯ. Geometridae

53. *Operophtera brumata* L. ტყის ქვედა ზონა, V—II—VIII.  
 54. *Cidaria viridaria* F. ტყის ზონა, VI—VII.  
 55. *Cidaria rubidata* Schiff. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII.  
 56. *Cidaria procellata* F. ტყის ზონა, IX.  
 57. *Cidaria caesiata* Schiff. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII.  
 58. *Cidaria montanata* Schiff. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII—VIII.  
 59. *Cidaria albulata* Schiff. ტყის ქვედა და შუა ზონა, VI—VII—VIII.  
 60. *Cidaria rectifasciata* Ld. სუბალპური ზონა, VI—VII—VIII.  
 61. *Cidaria ferrugata* Cl. ტყის ქვედა ზონა, IX—X.  
 62. *Cidaria sardicla* F. ტყის ზონა, VI—VII.  
 63. *Cidaria propogota* Chir. სუბალპური ზონა, VII—VIII.  
 64. *Cidaria lepidata* Tr. ტყის ქვედა და შუა ზონა, VI—VII—VIII.  
 65. *Siona lineata* Scop. სუბალპური და ალპური ზონა, VII—VIII.  
 66. *Jodis lactearia* L. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII—VIII.  
 67. *Eupithecia succenturiata* L. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII.  
 68. *Eupithecia pumilata* Hb. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII—VIII.  
 69. *Chlorochystis coronaria* Hb. ტყის ქვედა ზონა, V—VI.  
 70. *Anaitis plagiata* L. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII.  
 71. *Triphosa dubitata* L. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII.  
 72. *Acidalia bisetata* Hufn. ტყის ზონა, VII—VII.  
 73. *Acidalia dimidiata* Hufn. ტყის ქვედა ზონა, IV—V.  
 74. *Acidalia oversata* S. *spoliata* L. სუბალპური ტყეები, VII—VIII.  
 75. *Acidalia interfectaria* B. ტყის ზონა, VI—VII.  
 76. *Asthena albulata* Hufn. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII.

77. *Ennomos erosaria* Schiff. ტყის ზონა, VIII—IX.  
 78. *Plagodis (Eurymene) dolabraria* L. ტყის ქვედა ზონა, VIII—IX.  
 79. *Boarmia umbraria* Hb. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII.  
 80. *Boarmia rhomboidaria*, Schiff. ტყის ქვედა ზონა. V—VII—VIII.  
 81. *Boarmia punctinalis* Sc. ტყის ქვედა და შუა ზონა, VI—VII—VIII.  
 82. *Abraxas sylvata* sc. Hb. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII—IX.  
 83. *Caustoloma flavicaria* Hb. ტყის ზონა, V—VI.  
 84. *Semiothisa notata* L. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII—IX.

## ოჯ. Drepanidae

85. *Cilix glaucata* L. ტყის ზონა და სუბალპური ტყეები, IV—V—  
—VII—VIII.

## ოჯ. Lasiocampidae

86. *Malacosoma neustria* L. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII—VIII,  
 87. *Malacosoma franconica* Esp. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII—VIII.  
 88. *Epicnaptera tremulifolia* Hb. ტყის ქვედა ზონა, V—VI—VII—  
—IX—X.  
 89. *Lasiocampa quercus* L. სუბალპური და ალპური ზონები, VII—VIII.  
 90. *Odonestis pruni* L. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII—VIII—IX.

## ოჯ. Liparidae

91. *Arctornis L-nigrum* Muller. ტყის ქვედა ზონა, VII—VIII—IX.  
 92. *Stilpnotia salicis* L. სუბალპური ტყეები, VIII.  
 93. *Orgyia antiqua* L. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII—VIII—IX.

## ოჯ. Noctuidae

94. *Ochropleura plecta* L. ქვედა და შუა ზონა, VI—VII—VIII.  
 95. *Diarsia festiva* Schiff სუბალპური ტყეები, VI—VII.  
 96. *Agrotis ypsilon* Rott. ტყის ქვედა ზონა და სუბალპური ტყეები,  
VI—VII—VIII.  
 97. *Tryphaena pronuba* L. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII.  
 98. *Barathra brassicae* L. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII—VIII.  
 99. *Dianthoecia nona* Rott. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII—VIII.  
 100. *Dianthoecia cucubali* Fuessl. ყველგან, გარდა სუბნივალური ზონისა,  
VII—VII.  
 101. *Cucullia arthemisiae* Hufn. ტყის ქვედა ზონა, VIII—IX.  
 102. *Athetis clavipalis* Sc. ტყის ქვედა ზონა, VIII—IX—X.  
 103. *Madopa salicalis* Schiff. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII—VIII—IX.  
 104. *Polia nebulosa* Hufn. ტყის ქვედა და შუა ზონები, IV—V—  
VII—VIII.  
 105. *Polia glauca* Hb. ტყის ქვედა და შუა ზონები, VI—VII—VIII.  
 106. *Callopietria purpureofasciata* Pill. ტყის ქვედა ზონა, IV—V—VII.  
 107. *Euplexia lucipara* L. ტყის ქვედა ზონა, VI—VII.

108. *Plusia variabilis* Piller. სუბალპური ზონა, VI—VII—VIII.  
 109. *Herminia griphalis* F. ტყის ქვედა ზონა, V—VI.  
 110. *Chamaepora runcicis* L. ტყის ზონა სუბალპური ტყეებით, VI—VII—VIII.

### ოჯ. Arctiidae

111. *Caseinia striata* L. ტყის ქვედა ზონა, V—VI—IX.  
 112. *Lithosia delpana* Esp სუბალპური და ალპური ზონები, IX—X.

შეგროვილი მასალისა და ლიტერატურული წყაროების მიხედვით გამოირკვა, რომ ზემოთ აღნიშნულ სახეობებს შორის ლაგოდენის ნაკრძალში მოიპოვებიან სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებისა და ტყის კულტურების ისეთი მავნებლები, როგორცაა: *Pieris napi* L., *Vanessa polychloros* L., *Vanessa antiopa* L., *Lycaena icarus* Rott, *Carcharodus alceae* Esp., *Amorpha populi* L., *Herse convolvuli* L., *Agrotis ypsilon* Rott., *Tryphaena pronuba* L., *Barathra brassicae* L., *Phalera bucephala* L., *Lasiocampa quercus* L., *Malacosoma neustria* L., *Operophtera brumata* L., *Abraxas sylvata* Sc., *Stilpnotia salicis* L., *Orgyia antiqua* L., *Loxostege verticalis* L. და სხვა.

### დასკვნები

1. 1956-57 წლებში ლაგოდენის სახელმწიფო ნაკრძალის ტერიტორიაზე ჩვენ მიერ შეგროვილია 112 სახეობა ქერცლფრთიანებისა, რომლებიც ერთიანდებიან 18 ოჯახში; მათგან 28 სახეობა ნიექუთვნება დღის პეპლების ჯგუფს, ხოლო 84—ღამის პეპლებისას.

2. ზემოაღნიშნული 18 ოჯახიდან სახეობრივი შემადგენლობის შედარებითი სიუხვით ხასიათდებიან *Lycaenidae*, *Satyridae*, *Noctuidae* და *Geometridae*.

3. პროფ. დ. კობახიძის მონაცემები ლაგოდენის ნაკრძალის ტყის ქვედა და სუბალპური ზონების ენტომოფაუნით სიმდიდრის შესახებ, დასტურდება ჩვენი მონაცემების მიხედვითაც პეპლების ზონალური გავრცელების შემთხვევაშიც.

4. ზემოაღნიშნულ 112 სახეობიდან საკმაოდ დიდი რაოდენობა მიეკუთვნება სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებისა და ტყის კულტურების მავნებელთა ჯგუფს.

ლაგოდენის სახელმწიფო ნაკრძალი

(რედაქციის მოუვიდა 12.12.1957)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. ნ. თუღაშვილი. მასალები ლაგოდენის ნაკრძალის უზერზემლოთა მავნე ფაუნის შესწავლისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის შრომები, ტ. IX, 1953.
2. დ. კობახიძე. მასალები ლაგოდენის სახელმწიფო ნაკრძალის ენტომოფაუნის შესწავლისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. XIV, 1956.

3. დ. კობახიძე. ზოგიერთი ქერცლფრთიანი ცხრაწყაროს ალპური ზონის ბიოცენოზში, საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. VII, № 9—10, 1946.
4. დ. ლოხოვაი და მ. იმედაძე. მუხის უმთავრესი მავნე პეპლები აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. XIV, № 5, 1953.
5. О. Ф. Гетлинг. К фенологии чешуекрылых Закавказья. Известия Кавк. музея, т. IX, 1915.
6. Ф. А. Зайцев. К фауне чешуекрылых Абхазии. Известия Грузинского филиала АН СССР, Тбилиси, 1939.
7. И. В. Кожанчиков. Совки. Фауна СССР, т. XII, вып. 3, 1937.
8. И. В. Кожанчиков. Насекомые чешуекрылые. Фауна СССР, т. XIII, в 3, 1937.
9. И. В. Кожанчиков. Фауна СССР. Чешуекрылые (Совки), т. XII, 1950.
10. К. Ламперт. Атлас бабочек и гусениц Европы. Петербург, 1913.
11. Е. Л. Марков. К истории Лагодехского заповедника. Сообщения АН ГССР, т. I, № 1, Тбилиси, 1941.
12. Е. С. Миляновский. К фауне чешуекрылых Абхазии (Черноморского побережья). Труды зоол. института АН ГССР, т. IV, 1942.
13. Е. С. Миляновский. К фауне чешуекрылых (*Macrolepidoptera*) черноморского побережья Абхазии. Труды инст. зоологии АН ГССР, т. XIV, 1956.
14. Г. И. Радде. Коллекция кавказского музея. Тифлис, 1899.
15. Р. Ф. Савенко. Материалы к фауне совок (*Noctuidae*) Грузии. Труды инст. зоол. АН ГССР, т. XIV, 1956.
16. Н. Н. Филиньев. Список бабочек, собранных в августе 1913 года в окрестностях Батуми. РЭО, т. XVI, Петербург, 1917.
17. Е. С. Шенгелия. О распространении шелкопрядов в Грузии и сопредельных республиках. Труды зоол. сектора Грузфилиала АН СССР, т. III, 1941.
18. А. Л. Штакельберг. Фауна СССР. Насекомые чешуекрылые, т. I, часть I, 1956.
19. Л. А. Шелюшко. К фауне чешуекрылых Сванетии. Труды зоол. сектора Грузфилиала АН СССР, т. III, 1941.
20. N. M. Romanoff. Memoires sur les lepidopteres de la Transcaucasie, II, 1885.

## ფიზიოლოგია

მ. ნუსუზაძე

## სიმპათიკისა და ჰისტამინის როლი ორბელი-ბინეცინსკის ფენომენის წარმოშობაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 24.6.1957)

ორბელი-გინეცინსკის ფენომენის მექანიზმის ჰუმორალური გზით ასხნის მიმდევართა შეხედულებაში, თუ შეიძლება ასე ითქვას, ორი მიმდინარეობაა. პირველი მიმდინარეობის მიხედვით ფენომენის განხორციელებაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სისხლის ნაკადით კუნთოვან ბოჭკოებამდე საკვებ ნივთიერებათა მიტანას [1, 2, 3], ხოლო მეორე შეხედულების თანახმად საკვებ ნივთიერებებთან ერთად კუნთოვან ბოჭკოებამდე სისხლის გზით მიიტანება აქტიური ნივთიერება-სიმპათინი, რომელიც ხელს უწყობს დაღლილი კუნთის შეკუმშვების გაძლიერებას [4, 5, 6].

ი. ბ ა რ ი შ ნ ი კ ო ვ ი [7] და მ. ზ ა ი კ ი ნ ა [8] მიუთითებენ, რომ სიმპათიკური ფენომენის გამოვლენაში გარკვეულ როლს თამაშობს ზურგის ტვინის უკანა ფესვების გაღიზიანება. თუ მხედველობაში მივიღებთ დ. რ ი ვ კ ი ნ ა ს [9] მონაცემებს იმის შესახებ, რომ უკანა ფესვების დაბოლოებაზე გამოიყოფა აქტიური ნივთიერება-ჰისტამინი, მაშინ თავისთავად დგება საკითხი: რა როლს უნდა თამაშობდეს აქტიური ნივთიერებანი სიმპათინი და ჰისტამინი ორბელი-გინეცინსკის ფენომენის განხორციელებაში?

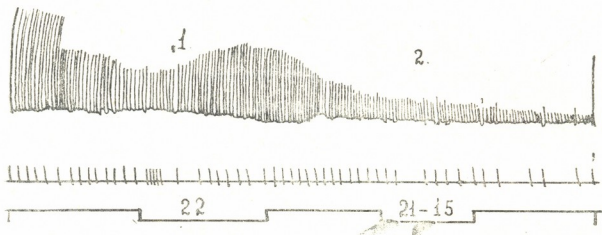
## მეთოდოკა

იმ მიზნით, რომ შეგვესწავლა მხოლოდ მედიატორების, სიმპათინისა და ჰისტამინის როლი სიმპათიკური ფენომენის გამოვლინებაში, ცდებს ვაყენებდით პერფუზიის მეთოდის გამოყენებით ბაყაყის (*Rana ridibunda*) ნერვ-კუნთოვან პრეპარატზე (ტრენდელენბურგის პრეპარატი). ამ გზით გამოკრიცხავდით სისხლით მიტანილი საკვები ნივთიერებების გავლენას კუნთის შეკუმშვებზე. საპერფუზიოდ ვიყენებდით რინგერის ხსნარს, რომელიც პრეპარატში შეიყვანებოდა აორტის ანდა საჯდომი არტერიის (*a. ischiadica*) გზით. კუნთის შეკუმშვებთან ერთად *v. femoralis* -იდან გამოყოფილი წვეთები ჩაიწერებოდა კიმოგრაფზე. ადრენალინი და ჰისტამინი საპერფუზიო სითხეს ემატებოდა შპრიცით ან მინის სპეციალური ბალონიდან, რომელიც ჩართული იყო საპერფუზიო მოწყობილობაში. კუნთის დაღლას ვიწვევდით ერთხელობრივი გაღიზიანებით (სტიმულატორი), ხოლო უკანა ფესვებსა და სიმპათიკურ ნერვს ვაღიზიანებდით დიუბუა-რაიმონის ინდუქტორიუმით.

## დაკვირვებათა შედეგები

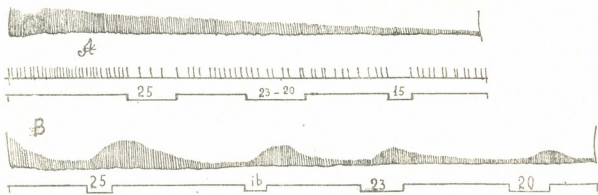
თავდაპირველად ვაკვირდებოდით სიმპათიკური ნერვისა და უკანა ფესვების გაღიზიანების გავლენას დაღლილი კუნთის შეკუმშვებსა და სისხლძარღვოვან რეაქციაზე. სიმპათიკური ნერვის გაღიზიანება დაღლილი კუნთის შეკუმშვებს აძლიერებს. ერთდროულად აღინიშნება სისხლძარღვოვანი რეაქციის

მწრივ ცვლილება. სიმპათიკური ნერვის გაღიზიანების დასაწყისში საპერფუზიო სითხის წვეთების გამოყოფა იზრდება (5—20" განმავლობაში), შემდეგ აღინიშნება გამოყოფილი წვეთების რაოდენობის შემცირება (სურ. 1); უკანასკნელი მოვლენა გაღიზიანების შეწყვეტისთანავე ჩვეულებრივ გაივლის ხოლმე. ჩვენ გვინდა ნაზი გავუსვათ იმ ფაქტს, რომ სიმპათიკური ნერვის გაღიზი-



სურ. 1. სიმპათიკური ნერვის გაღიზიანების გავლენა დადლილი კუნთის შეკუმშებასა და სისხლძარღვოვან რეაქციაზე. პირველ ხაზზე—კუნთის შეკუმშვები, მეორე ხაზზე—საპერფუზიო სითხის გამოყოფა წვეთებით, მესამე ხაზზე—სიმპათიკური ნერვის გაღიზიანება (სხვა სურათებზე აღნიშვნა იგივეა)

ნებისას სისხლძარღვების შევიწროვება (საპერფუზიო სითხის წვეთების გამოყოფის შემცირება) ხანმოკლეა და წარმავალი. თუ სიმპათიკური ნერვი სისხლძარღვების ხანგრძლივ შევიწროვებას გამოიწვევს და ამავე დროს გაღიზიანების დასაწყისში წვეთების გამოყოფას არ გააზიარებს, ასეთ შემთხვევაში კუნთის შეკუმშვები კი არ გაძლიერდება, არამედ, პირიქით, პროგრესულად და-



სურ. 2. სიმპათიკური ფენომენი ერთსა და იმავე ბაყაყზე ცალი კიდურის პერფუზიისა (A) და მეორე კიდურზე პერფუზიის გამოყენების გარეშე-პრეპარატი ნარჩენი სისხლით (B)

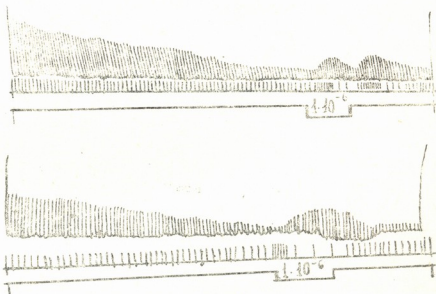
სურათზე ჩანს, რომ A ცდაში ფენომენი არ გამოვლინდა სიმპათიკური ნერვის სამჯერადი გაღიზიანების მიუხედავად, ხოლო პრეპარატზე ნარჩენი სისხლით (B) ფენომენი სიმპათიკური ნერვის გაღიზიანებისას ყოველთვის მიიღებოდა

ეცემა (სურ. 2 A). სიმპათიკური ფენომენის დროს სისხლის ნაკადის აჩქარება კარგად ჩანს კუნთის სისხლძარღვებზე მიკროსკოპით დაკვირვების დროსაც.



პირველი ფაქტი, რომელსაც ჩვენ პერფუზიის მეთოდის გამოყენებისას წავაწყდით, იმაში მდგომარეობს, რომ პერფუზიის პირობებში სიმპათიკური ფენომენის გამოვლინება მეტისმეტად გაძნელებულია. ერთსა და იმავე ბაყაყზე, როდესაც ცალ კიდურზე პერფუზიით სიმპათიკურ ფენომენს ვერ ვღებულობდით (სურ. 2 A), მეორე კიდურზე, რომელზედაც პერფუზიას არ ვაკეთებდით, შესანიშნავად მიიღებოდა ფენომენი. შეიძლებოდა მისი განმეორებით ბევრჯერ გამოწვევა (სურ. 2 B). პერფუზიის პირობებში სიმპათიკური ფენომენი მხოლოდ ერთხელ შეიძლებოდა გამოგვეწვია (სურ. 1), მაშინ როდესაც პრეპარატზე ნარჩენი სისხლით (უპერფუზიოდ) მისი გამოწვევა ბევრჯერ შეიძლებოდა (სურ. 2 B).

როდესაც კუნთის დაღლის შემდეგ სიმპათიკური ნერვის გაღიზიანების ნაცვლად საპერფუზიო სითხეს ვამატებდით ადრენალინს  $1 \cdot 10^{-6}$   $1 \cdot 10^{-7}$  მიიღებოდა კუნთის შეკუმშვების გაძლიერება. ერთდროულად იცვლებოდა სისხლძარღვოვანი რეაქცია ისეთივე სახით, როგორც სიმპათიკური ნერვის გაღიზიანებისას. თავდაპირველად მატულობდა საპერფუზიო სითხის წვეთების გამოყოფა და

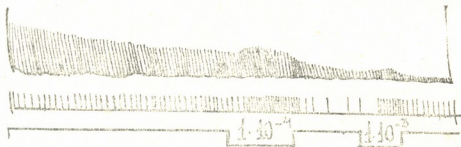


სურ. 3. A და B ადრენალინის გავლენა დაღლილი კუნთის შეკუმშვება და სისხლძარღვოვანი რეაქციებზე. ადრენალინი საპერფუზიო სითხეს დაემატა  $1 \cdot 10^{-6}$  კონცენტრაციის რაოდენობით

შემდეგ კლებულობდა. წვეთების გამოყოფის გაზიარება წინ უსწრებდა კუნთის შეკუმშვების გაძლიერებას (სურ. 3 A და B). სურ. 3 A-ზე კუნთის შეკუმშვები ადრენალინის საპერფუზიო სითხეზე დამატებისას ორჯერ გაძლიერდა, რაც განპირობებული უნდა იყოს საპერფუზიო სითხის წვეთების გამოყოფის განმეორებითი გაზიარებით. ამგვარად, ადრენალინი ისეთსავე გავლენას ახდენდა დაღლილ კუნთზე, როგორც სიმპათიკური ნერვის გაღიზიანება. პისტამინის დამატება კი  $1 \cdot 10^{-4}$   $1 \cdot 10^{-3}$  სისხლძარღვებს აგანიერებდა (მოქმედებდა უკანა ფესვების გაღიზიანების მსგავსად).

როდესაც, ბარიშნიკოვისა და ზაიკინას ცდების ანალოგიურად, უკანა ფესვების გაღიზიანება წინ უსწრებდა სიმპათიკური წველის გაღიზიანებას, სიმპა-

ოკუთრი ფენომენი ცუდად გამოვლინდებოდა ხოლმე. თუ საპერფუზიო სითხეს ჯერ აღრეხალის დაემატებდით, შემდეგ ჰისტამინს, ანდა ამ ნივთიერებებს გამოვიყენებდით შებრუნებული თანამიმდევრობით—საპერფუზიო სითხეს ჯერ



სურ. 4 ჰისტამინის გავლენა დაღლილი კუნთის შეკუმშვება და სისხლძარღვოვან რეაქციებზე. ჰისტამინი საპერფუზიო სითხეს დამატა ჯერ  $1 \cdot 10^{-4}$  გაზაზეებით, შემდეგ  $1 \cdot 10^{-3}$  კონცენტრაციით.

ჰისტამინს დაემატებდით და შემდეგ აღრეხალის, კუნთის შეკუმშვები არ ძლიერდებოდა და ერთდროულად აღინიშნებოდა სისხლძარღვების მძლავრი და ხანგრძლივი შევიწროება.

### მიღებული შედეგების განხილვა

პერფუზიის პირობებში სიმპათიკური ფენომენის გამოვლენის გაძნელება ლაპარაკობს სისხლის ნაკადის მნიშვნელობაზე ამ ფენომენის განხორციელებაში. მაგრამ პერფუზიის პირობებში ფენომენის მიღება მაინც შეიძლება. საპერფუზიო სითხეზე აღრეხალის დამატება ისეთსავე გავლენას ახდენს დაღლილი კუნთის შეკუმშვებზე, როგორც სიმპათიკური ნერვის გალიზიანება. ეს ფაქტი ლაპარაკობს სიმპათიკური ნერვის დაბოლოებაზე აღრეხალისიგებური ნივთიერების გამოყოფის სასარგებლოდ.

1934 წელს ფიზიოლოგთა V საერთაშორისო კონგრესზე აკად. ი. ბერიტა-შვილმა გამოთქვა მოსაზრება, რომ სიმპათიკური ფენომენის გამოვლენისათვის მნიშვნელობა აქვს არა მარტო სისხლის ნაკადის გაძლიერებას კუნთში, რითაც კუნთოვანი ბოჭკოები ღებულობენ ახალ საკვებს და რითაც გამოირეცხება კუნთოვანი ცვლის პროდუქტები, არამედ დიდი მნიშვნელობა აქვს სისხლის ნაკადით კუნთოვან ბოჭკოებამდე სიმპათიკური ნერვის დაბოლოებაზე გამოყოფილი მედიატორის-სიმპათინის მიტანას. რა გზით ხდება სიმპათინი სისხლის ნაკადში, ეს საკითხი ჯერ კიდევ არ არის დაზუსტებული, მაგრამ სიმპათინის სიმპათიკური ნერვის დაბოლოებიდან სისხლში მოხვედრა მრავალგზისაა დაფასტურებული ექსპერიმენტულად. ნ. ს. ი. ნ. ი. ც. ი. ნ. [5] და ს. მ. ი. კ. რ. უ. კ. ვ. ი. [6] სიმპათიკური წველის გალიზიანებისას ერთი კუნთიდან მიღებულ პერფუზატს ატარებდნენ მეორე, დაღლილ კუნთში და აგრეთვე გულში, რის შედეგადაც ღებულობდნენ კუნთის შეკუმშვებისა და გულის მუშაობის გაძლიერებას. ეს ცდა ლაპარაკობს იმის სასარგებლოდ, რომ სიმპათიკური ნერვის დაბოლოებიდან მედიატორი-სიმპათინი საპერფუზიო სითხეში გადადის. თავის მხრივ ეს უკანასკნელი აღწევს კუნთოვან ბოჭკოებს და აძლიერებს მათში ნივთიერებათა ცვლას. ამგვარად, სიმპათიკური ნერვის გალიზიანება, ერთი მხრივ, აძლიერებს სისხლის მიმოქცევას კუნთში, რითაც ხელს უწყობს საკვებ ნივთიერებათა გადატანას კუნთოვან ბოჭკოებამდე, ხოლო, მეორე მხრივ, იწვევს სიმპათინის გამოყოფ-

ფას, რომელიც სისხლის ნაკადითვე გადაიტანება კუნთოვან უჯრედებამდე და აძლიერებს მათში მეტაბოლიზმის პროცესებს. ფენომენის წარმოშობაში სიმპათინის ასეთი მნიშვნელობის გამო ადვილად ასახსნელია გ. კოვალისა და პ. ნეკრასოვის [10] ცდა, რომლებმაც შეძლეს კუნთის ვაზელინისა და წვეთით პერფუზიის პირობებში სიმპათიკური ფენომენის მიღება. აქ სიმპათინის გადატანა უკვე ამ ნარევის საშუალებით ხდება კუნთოვან ბოქკოებამდე. მაგრამ, ცხადია, როგორც ასეთ პირობებში, ასევე რინგერის სხნარით პერფუზიის პირობებშიაც ფენომენი უფრო ძნელად გამოვლინდება, ვიდრე მაშინ, როცა კუნთში შენარჩუნებულია სისხლის მიმოქცევა.

კობიაკოვის მონაცემებით [11] შეიძლება აიხსნას, პერფუზიის პირობებში რატომ მიიღება ფენომენი მხოლოდ ერთხელ. ეს ავტორი აღნიშნავს, რომ სიმპათინი ადრენალინიდან წარმოიშობა. სისხლის ნაკადს თირკმელზედა ჯირკვლებიდან და აორტის ადვენტციიდან სიმპათიკურ ნერვში მოაქვს ადრენალინი, რომელიც ნერვში სიმპათინად გადაიქცევა. ნერვ-კუნთოვან პრეპარატზე სიმპათიკურ ვანგლებში სიმპათინის გარკვეული რაოდენობაა [11], რომელიც საკმარისია ფენომენის ერთხელ მიღებისათვის. რადგან ნერვის გალიზიანებისას ეს მარაგი ილევს, და ამავე დროს ნერვ-კუნთოვან პრეპარატზე თირკმელზედა ჯირკვლებისა და სისხლის ნაკადის უქონლობის გამო (ცდა პერფუზიის პირობებში) ახალი სიმპათინი არ წარმოიშობა, ამიტომ სიმპათიკური წველის განმეორებითი გალიზიანება არავითარ ეფექტს აღარ იძლევა. ნერვ-კუნთოვან პრეპარატზე სისხლის ნარჩენებით ფენომენის განმეორებითი მიღების შესაძლებლობა კიდევ ერთ საბუთს იძლევა იმისათვის, რომ სიმპათინთან ერთად სისხლში არსებული აქტიური ნივთიერებების გადანაცვლებას არსებითი მნიშვნელობა მიენიჭოთ ფენომენის გამოვლინებაში.

რაც შეეხება უკანა ფესვებისა და ჰისტამინის როლს სიმპათიკური ფენომენის გამოვლენაში, აქ ყურადღება უნდა მიექცეს ორ მომენტს. უკანა ფესვების გალიზიანება ანდა ჰისტამინის დამატება საპერფუზიო სითხეზე სისხლძარღვებს აგანიერებს. ასეთ ფონზე სიმპათიკური ნერვის მოქმედება გაძნელებულია. იმისათვის, რომ სიმპათიკურმა ნერვმა წინასწარ გაავანიერებულ სისხლძარღვებში შევიწროვოს, საჭიროა გალიზიანების მეტი ძალა და ამავე დროს აღინიშნება სიმპათიკური ნერვის სისხლძარღვებზე შემავიწროებელი მოქმედების ფართული პერიოდის გაზრდა. ამ მომენტთან ერთად მნიშვნელობა აქვს მეორე ფაქტორსაც. კარლიკის [12], ჩსალიის, ხოვატისა და ლადანის [13] მონაცემებით, ჰისტამინი იწვევს ადრენალინის დეზაქტივაციას, რითაც ხელს უშლის სისხლძარღვებზე მის მოქმედებას.

ამგვარად, ერთ მხრივ, უკანა ფესვებისა და სიმპათიკური ნერვის სისხლძარღვებზე ანტაგონისტური მოქმედება, ხოლო, მეორე მხრივ, უკანა ფესვების მედიატორის — ჰისტამინის მხრივ სიმპათიკური ნერვის მედიატორის — ადრენალინის დეზაქტივაცია იწვევს სიმპათიკური ფენომენის შეგვიანებულ და შესუსტებულ (კუნთის შეკუმშვების უმნიშვნელო მომატება) გამოვლინებას.

დასკვნები

1. ბაყაყის ნერვ-კუნთოვან პრეპარატზე სიმპათიკური ფენომენი უფრო ძნელად მიიღება პერფუზიის პირობებში, ვიდრე მაშინ, როდესაც პრეპარატში ნარჩენი სისხლია, ანდა როდესაც ცდა წარმოებს ლუმბალურ ცხოველზე სისხლის (ირაკულაიის შენარჩუნების პირობებში). უკანასკნელ შემთხვევაში სისხლის გზით კუნთოვან ბოქკოებამდე საკვებ ნივთიერებებთან ერთად მიიტანება სიმპათიკური ნერვის მედიატორი — სიმპათინი, აგრეთვე ადრენალინი (რომლი-

დანაც სიმპათინი წარმოიშობა), რაც უნდა აძლიერებდეს მათში მეტაბოლიზმის პროცესებს.

2. რინგერის ხსნარით პრეპარატის პერფუზიის პირობებში სიმპათიკური ფენომენი ძნელად გამოვლინდება და იგი დამოკიდებულია მხოლოდ სიმპათინის გამოყოფაზე.

3. უკანა ფეხების ვალზიანება ან საპერფუზიო სითხეზე ჰისტამინის დამატება ხელს უშლის სიმპათიკური ფენომენის გამოვლინებას სიმპათიკური ნერვის დაბოლოებაზე გამოყოფილი მედიატორის — სიმპათინის დეზაქტივაციის გამო.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ი. ბერიტაშვილის სახელობის

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 27.6.1957)

#### დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. დ. გედევანიშვილი. სიმპათიკური ნერვული სისტემის გავლენა დადლილ კუნთზე სისხლის მიმოქცევის პირობებში. ექსპერ. ბიოლ. ინსტ. შრომები, I, 1935, 49.
2. Д. М. Гедевани. О влиянии раздражения симпатической нервной системы на кризную утомления мышцы. Журн. exper. биол. и медицины, 1930, XII, 28.
3. Д. М. Гедеванишвили, Т. Д. Джавришвили и П. Е. Евсеев. К анализу влияния симпатического нерва на скелетную мышцу. Труды Тбилисского Госмединститута, VI, 1948, 197.
4. A. B. Corkill and O. W. Tiegs. The effect of sympathetic nerve stimulation on the power of contraction of skeletal muscle. J. physiol., 78, 1933, 161.
5. Н. П. Синицын. Гуморальная передача симпатического эффекта скелетной мышцы лягушки. Физиол. журн. СССР, XIX, 1935, 1060.
6. С. М. Микрюков. О гуморальной передаче симпатического эффекта. Уч. зап. Моск. гор. пед. института, XXIV, 1953, 197.
7. И. А. Барышников. Влияние парасимпатической нервной системы на симпатическую инервацию скелетной мускулатуры. Русск. физиол. журн. XII, 1930, 417.
8. М. Г. Заикина. К вопросу об эфферентных функциях задних корешков. I—II сообщения, Физиол. журн. СССР, XXXV, 1949 384, 391.
9. Д. Ф. Рывкина. Гистамин в задних и передних корешках спинного мозга у млекопитающих. ДАН СССР, 60, 1948, 1301.
10. Г. А. Ковалёва и П. А. Некрасов. О роли сосудистых явлений в симпатическом эффекте на поперечно-полосатой мышце. Физиол. журн. СССР, XVII, 1935, 398.
11. В. В. Воронин и И. Д. Гедеванишвили. Трофическая язва. Тбилиси, 1955.
12. L. Karlik. Beeinflusst beim Frosch die sogenannte antidrom hervorgerufene Gefäßerweiterung eine durch Reizung des N. sympathicus hervorgerufene Gefäßverengung? Pflüg Arch., CXXII, 1929, 356.
13. L. Csalyay, G. Horvath. Gy; Ludány. Neue Untersuchungen über die Adrenalin—Histamin Gegenregulation Acta phjsiol. Acad. scien. Hungaricae, VI, 1954, 19.

## მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრება

ბ. ბოჭორიშვილი

 უმაღლესი ნერვული მოქმედების ცკლილებები კიდურთა  
 ძვლების დაზიანების დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 15.6.1957)

ექსპერიმენტული გზით მიღებული მრავალი პათოლოგიური პროცესის დროს: გასტრიტისა და კუჭის წყლულის (კ. ბიკოვი, ი. კურცინი [1]), ძვლის ტუბერკულოზის (ი. კურცინი და მ. ყუფარაძე [2]), რბილი ქსოვილების დამწვრობის (ე. გუგევა [3]), პიპოქსემიის, (ნ. ზვარიკიძე [4]), სიმსივნეების (რ. კავეცკი [5]), ცხელებითი რეაქციის (დ. ნეუმიკოვა [6]; და სხვათა დროს მკვეთრად და ხანგრძლივად იცვლება ქერქული პროცესების ნორმალური ურთიერთდამოკიდებულება. რაც შეეხება ძვლის მოტეხილობის გავლენის საკითხს ძალის უმაღლეს ნერვულ მოქმედებაზე, არსებობს მხოლოდ ერთადერთი შრომა ლ. კორჩანოვისა [8].

აგტორი მიზნად ისახავდა შეესწავლა ყოველგვარი გაუტყვივების გარეშე არაოპერაციული გზით შესრულებული მოტეხილობის სხვადასხვა პირობების გავლენა უმაღლეს ნერვულ მოქმედებაზე. მისი მონაცემებით, ძვლის მოტეხილობა გავლენას ახდენს ძალის უმაღლეს ნერვულ მოქმედებაზე. ჩვენს გამოკვლევაში ძვლის ქსოვილის რეგენერაციაზე ცენტრალური ნერვული სისტემის უმაღლესი ხაწილების გავლენის შესწავლისას გზადაგზა ვსწავლობდით აგრეთვე ძალის ლულოვანი ძვლების სხვადასხვა სახის ოპერაციული გზით შექმნილი დაზიანების (დევექტი, მოტეხილობა) გავლენას პირობით რეფლექსებზე.

## მეთოდის აღწერა

ცდები შესრულებული იყო ოთხ ძალზე („მატროსი“, „სოკოლი“, „ჯული“, „ბუფი“), რომელთაც გამოიმუშავებული ჰქონდათ პირობითი რეფლექსები და უკეთდებოდათ ძვლის ქსოვილის დაზიანება (დევექტი ან მოტეხილობა).

ძალ „მატროსი“ განსაზღვრული ჰქონდა ნერვული სისტემის ტიპი. ჩატარებული გამოკვლევის საფუძველზე ის მიჩნეულ იქნა ძლიერ გაუწონასწორებელი (მერყევი) ტიპის ნერვული სისტემის მქონე ძალად, ნერვული პროცესების ცუდი ძვრადობით. ძალის შეკავების პროცესი თავისი ძალით ჩამორჩებოდა აგზნებადობისას (ძალმა ვერ აიტანა 5 წუთამდე დიფერენცირება. დიფერენცირება აღმოჩნდა არასრული და მერყევი; მოცემულ პუნქტში არ არსებობდა ზღვრული თავმოყრილი შეკავებითი პროცესი). ძალის ნერვული პროცესების ძვრადობა არადაამაკმაყოფილებელი იყო (გადაკეთება განხორციელდა 30-ჯერ გამოყენების შემდეგ).

ძალი „ბუფი“ ეკუთვნოდა ძლიერ გაუწონასწორებული ნერვული სისტემის მქონე ტიპს.

მუშაობას ვაწარმოებდით სპეციალურ ოთახში, რომელიც პირობითი რეფლექსების ცდისათვის იყო მოწყობილი. ნერწყვის გამოყოფის რეგისტრაციას



ორ ძალზე („ბუფი“, „ჯული“) ვაწარმოებდით ნერწყვის წვეთების თავისუფლად ვარდნისას, ამისათვის სპეციალურად მომარჯვებული ნერწყვის ძარბით (ბალონით), რომელიც მინდლევევის საგონავით მიმაგრებული იყო სანერწყვე ხერეღმილთან. ორი ძალის („მატროსი“, „სოკოლი“), ნერწყვის გამოყოფის რეგისტრაციას ვაწარმოებდით სპეციალურად მოწყობილ სკალაზე, რომლის 2,7 დანაყოფი ნერწყვის 1 წვეთს უდრიდა.

ყბაყურა ჭირკვლის სანერწყვე სადინრის გამოტანის ოპერაციას ვაწარმოებდით ჩვეულებრივი წესით, როგორც მიღებულია ი. პავლოვის სკოლის მიერ. ყველა შემთხვევაში რეფლექსის გამაგრებისათვის ვიყენებდით ხორც-ორცხოზილას ფხენილს.

მიეღვი მუშაობა მიმდინარეობდა ექსტერორეცეპტული პირობითი რეფლექსების სტერეოტიპით.

პირობითი გამაღიზიანებლის თანამიმდევრობით გამოყენება ძალღებნის „მატროსისა“ და „სოკოლის“ ცდებში ასეთი იყო:

პირობითი გამაღიზიანებელი	პირობითი გამაღიზიანებლის იზოლირებული მოქმედების დრო (წამობით)	გამაგრება
ზარი +	20	ხორც-ორცხოზილას ფხენილი
სინათლე +	20	ხორც-ორცხოზილას ფხენილი
მეტრონომი 170 +	20	ხორც-ორცხოზილას ფხენილი
მეტრონომი 60 —	20	არ მაგრდებოდა
ზარი +	20	ხორც-ორცხოზილას ფხენილი

ძაღვების „ჯულისა“ და „ბუფის“ პირობითი გამაღიზიანებელი განლაგებული იყო შემდეგი თანამიმდევრობით:

პირობითი გამაღიზიანებელი	პირობითი გამაღიზიანებლის იზოლირებული მოქმედების დრო (წამობით)	გამაგრება
ზარი +	25	ხორც-ორცხოზილას ფხენილი
მეტრონომი 180 +	25	ხორც-ორცხოზილას ფხენილი
მეტრონომი 120 —	30	არ მაგრდებოდა
ზარი +	25	ხორც-ორცხოზილას ფხენილი
მეტრონომი 180 +	25	ხორც-ორცხოზილას ფხენილი

ყველა ძალღ გამოკვლევის პერიოდში ერთნაირ საკვებზე იყო. „მატროსის“ და „სოკოლის“ მორფიუმ-ეთერის ნაკროზით გაუკეთდათ ძვლის ქსოვილის ექსპერიმენტული დაზიანება (სხივის ძვლის გარკვეული ოდენობის რეზექცია, სიგრძით 15 მმ, ძვლის ტვინის არხის გახსნით და ძვლის მთლიანობის შენარჩუნებით) (სურ. 1).

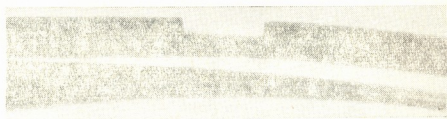
„ჯულს“ მორფიუმ-ეთერის ნაკროზით გაუკეთდა გარცხენა დიდი წვივის ძვლის დეფექტი, სიგრძით 15 მმ. ოპერაციის შემდეგ შემთხვევით, გადაყვანის დროს, ძალღ განუვითარდა წვივის ორივე ძვლის მოტეხილობა (სურ. 3). ამის შემდეგ ჩვენ ვაწარმოებდით დაკვირვებას, თუ როგორ იცვლებოდა ძალღის უმაღლესი ნერვული მოქმედება წვივის ძვლების მოტეხილობის შედეგად როგორც კიდურის იმობილიზაციამდე, ისე მის შემდეგ, რომელიც განვითარდა უშუალოდ დიდი წვივის ძვლის დეფექტის შექმნის შემდეგ.

„ბუფს“ მორფიუმ-ეთერის ნარკოზით გაუკეთდა დიდი წვივის ორივე ძვლის 15 მმ სიგრძის დეფექტები. ოპერაციიდან მე-9 დღეს ძალს განუვითარდა წვივის ორივე ძვლის მოტეხილობა დეფექტის არეში. ჩვენ იმავე დღეს ცდის შემდეგ გავაკეთეთ კიდურთა დროებითი იმობილიზაცია, ხოლო მეორე დღეს — იმობილიზაცია თაბაშირის ნახვევით.

ამრიგად, ვსწავლობდით უმაღლესი ნერვული მოქმედების ცვლილებებს სხივის ძვლის დეფექტის ამოვსების პროცესში 100 დღის განმავლობაში (ძაღლები „მატროსი“ და „სოკოლი“), აგრეთვე პირველ დღეებში დიდი წვივის ძვლის დეფექტის მოტეხილობისა (ძაღლი „ჭული“) და დიდი წვივის ორივე ძვლის დეფექტების შექმნის შემდეგ (ძაღლი „ბუფი“).

### მიღებული შედეგები

ერთ-ერთი სხივის ძვლის კორტიკალური დეფექტის (სურ. 1) შექმნის შემდეგ ცხოველები მეორე დღიდანვე სარგებლობდნენ ნაოპერაციები კიდურით.



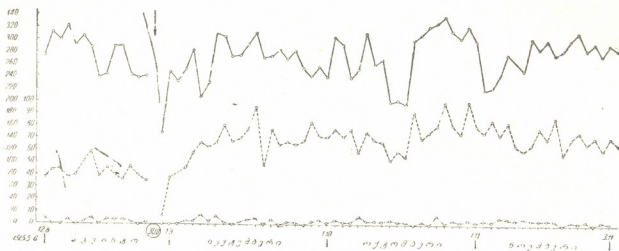
სურ. 1. ძაღლის („სოკოლი“) მარცხენა სხივის ძვლის დეფექტი ოპერაციის მეორე დღეს

ძაღლ „მატროსი“ სხივის ძვლის დეფექტის შექმნის მეორე დღეს აღინიშნებოდა დადებითი პირობითი რეფლექსების მკვეთრი შემცირება საწყის მონაცემებთან შედარებით. მესამე დღეს რეფლექსები თითქმის აღდგა და ზარზე წეტი იყო, ვიდრე ჩვეულებრივ. მე-4—მე-5 დღეს აღინიშნებოდა პირობითი რეფლექსების მნიშვნელოვანი გადიდება. მე-6—მე-7 დღეს რეფლექსები ისეთივე იყო, როგორც საწყისი დონისას.

მე-9 და განსაკუთრებით მე-10 დღეს პირობითმა რეფლექსებმა სავარძლობად იმატა. მე-11 დღეს პირობითი რეფლექსები კვლავ შემცირდა პირვანდელ ოდენობამდე. მომდევნო დღეებში საწყის დონესთან შედარებით აღინიშნებოდა პირობითი რეფლექსური მოქმედების უფრო მაღალი ციფრები. ამ ძაღლს მარჯვენა სხივის ძვლის დეფექტის ამოვსების პროცესში აღინიშნებოდა პირობითი რეფლექსების მომატება ორ თვეზე მეტი ხნის განმავლობაში.

ძაღლ „სოკოლს“ ოპერაცია გავუკეთეთ მარცხენა სხივის ძვალზე, რათა გამოვვერიოთ ნორმალურ პირობებში რეგენერაციული პროცესის უპირატესობა, სახელობრ მხოლოდ მარჯვენა მხარეს. ოპერაციის მეორე დღეს აღინიშნებოდა პირობითი რეფლექსების ოდენობის მკვეთრი (თითქმის ნულამდე) შემცირება. შედარებით დიდხანს, ერთი კვირის განმავლობაში, ადგილი ჰქონდა უპირობო რეფლექსების შემცირებას. მესამე დღეს და განსაკუთრებით მომდევნო დღეებში ძვლის რეგენერატის გამოჩენისა და დეფექტის ძვლის ნაზარდებით ამოვსების პერიოდში, ისე როგორც ძაღლ „მატროსი“, აღინიშნებოდა პირობითი რეფლექსების სავარძლობა გადიდება, რაც გრძელდებოდა თითქმის სამი თვის განმავლობაში (სურ. 2). პირობითი რეფლექსების მომატების ფონზე აღინიშნებოდა ქერქის უჯრედების მოქმედების ტალღისებრი ცვლილებები.

ამრიგად, როგორც „მატროსისა“ და „სოკოლის“ გამოკვლევით მიღებული მონაცემები გვიჩვენებს, ერთ-ერთი სხივის ძვლის მორფოუმ-ეთერის ნარკოზით



სურ. 2. ძალის („სოკოლი“) პირობითი რეფლექსების ცვლილებები ნარცხენა სხივის ძვლის დეფექტის შემდეგ

პ ი რ ო ბ ი თ ი ნ ი შ ნ ე ბ ი:

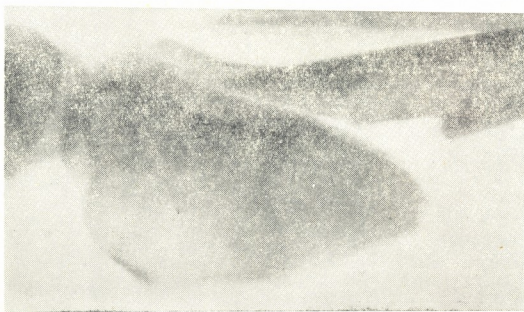
— — — დადებითი პირობითი რეფლექსების ჯამი

- - - - დიფერენცირება

———— უპირობო რეფლექსების ჯამი

ისრით აღნიშნულია ოპერაცია—სხივის ძვლის დეფექტი

ნაწილობრივი დეფექტის შექმნის შემდეგ პირობითი რეფლექსები ეცემა მეორე დღეს, შემდეგ აღინიშნება მნიშვნელოვანი მომატება და პირობითი რეფ-



სურ. 3. ძალის (ჯუღი) მარცხენა წვივის ძვლების მოტეხილობა

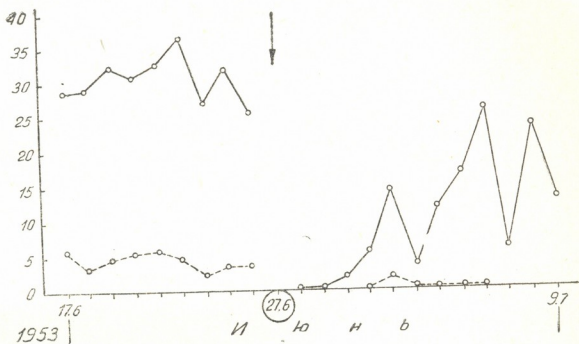
ლექსების ტალღისებრი ცვლილებები პირვანდელ დონესთან შედარებით. პირობითი რეფლექსების მომატება ნელი იყო და 2,5—3 თვეს გრძელდებოდა, რის შემდეგაც პირობითი რეფლექსები გამოსავალ დონეს უბრუნდებოდა.



ძალე „ჯულს“ წვივის ძვლების მოტეხილობის შემდეგ დროებით გაუკეთ-  
და კიღურის დროებითი იმობილიზაცია ფანერის არტაშნით. ოპერაციის მეორე  
დღეს ძალე იყო ნაკლებმოძრავი, დადიოდა სამი კიღურით. საერთო მდგომა-  
რეობა კარგი იყო, კიღური ოღნავ შესივდა.

პირობითი რეფლექსების ოთახში ძალე მიდიოდა სამი კიღურით, ზანტად  
კამდა და არც კი ლებულობდა საკვებს.

ოპერაციის შემდეგ პირველ დღეს აღინიშნებოდა ძალის პირობითი მოქ-  
მედების ცვლილებები (სურ. 4).



სურ 4. ძალის (ჯული) პირობითი რეფლექსების ცვლილებები მარცხენა წვივის  
ძვლების მოტეხილობის შემდეგ

პ ი რ ო ბ ი თ ი ნ ი შ ნ ე ზ ი

— — დადებითი პირობითი რეფლექსების ჯამი

- - - - დიფერენცირება

(ისრით აღნიშნულია ოპერაცია—წვივის ძვლების დაზიანება)

ოპერაციის შემდეგ პირველ სამ დღეს დადებითი პირობითი რეფლექსები  
დიფერენცირებამდე 1—2 წვეთს შეადგენდა, ხოლო მის შემდეგ სრულიად არ  
გამოიყოფოდა.

ცდის ოქმი „ჯულის“ წვივის ძვლების მოტეხილობის მეორე დღეს 28.VI.1953 წ.

დრო	პირობითი გამალიზიან- ებელი	პირობითი გამალიზიან- ებლის იზო- ლირებული მოქმედება წამობით	ლატენტური პერიოდი წამობით	პირობითი რეფლექს- ების თანხობა წვეთობით	შენიშვნა
11,00	ზარი +	25	18	1	არ კამს
11,05	მეტრონომი 180 +	25	10	2	კამს დაგვიანებით
11,10	მეტრონომი 120 —	30	0	0	
11,15	ზარი +	25	0	0	არ კამს
11,20	მეტრონომი 180 +	25	0	0	არ კამს



ძალის პირობითი რეფლექსური მოქმედება წვივის ძვლების სრულტენილობის შემდეგ მესამე და მეოთხე დღეს ისეთივე იყო, როგორც მეორე დღეს.

მე-5 დღეს მხოლოდ პირველი ზარის შემდეგ პირობითი რეფლექსები ნერვუზის 4 წვეთს შეადგენდა, ხოლო დანარჩენ გამაღიზიანებელზე — 1—2 წვეთს.

როგორც სურ. 4-დან ჩანს, მე-6 დღეს აღინიშნებოდა დადებითი პირობითი რეფლექსების გამოჩენა, რომელთა რაოდენობა პირველდაწყებით ღონესთან შედარებით 35%-ს შეადგენდა.

მე-7 დღეს რეფლექსები კვლავ დაეცა, თითქმის ნულამდე. შემდგომ (მე-8—მე-10 დღეს) აღინიშნებოდა დადებითი პირობითი რეფლექსების თანდათანობით მომატება და მეათე დღეს იგი რამდენადმე მცირე იყო, ვიდრე ოპერაციამდე. მე-11 დღეს პირობითი რეფლექსები ხელშეორედ შემცირდა, ხოლო მე-12 დღეს ისევ იწყო მომატება.

ძალს ამ პერიოდში დაზიანებული კიდური მოთავსებული ჰქონდა ფანერის საიმობილიზაციო არტაშანში. ნახვევი ხშირად ეშვებოდა და პირობითი რეფლექსების საგრძნობი დაცემა სწორედ იმ დღეებში აღინიშნებოდა, როდესაც დაზიანებული კიდურის იმობილიზაცია არასაკმარისად იყო შესრულებული, ხოლო კიდურის თაბაშირის ნახვევით იმობილიზაციამ საგრძნობლად გამოასწორა პირობითი რეფლექსების მდგომარეობა.

ამრიგად, „ჯულს“ წვივის ძვლების სრული მოტენილობის შემდეგ აღინიშნებოდა უმაღლესი ნერვული მოქმედების დრმა და ხანგრძლივი ცვლილებები.

პირველი კვირის განმავლობაში განსაკუთრებით ამკარად იყო გამოხატული პირობითი რეფლექსების დაცემა და რეფლექსების აღდგენა დაგვიანებით მიმდინარეობდა.

„ბუფს“ წვივის ორი ძვლის დეფექტების შექმნის შემდეგ მეორე დღეს პირობითი რეფლექსები ნულამდე დაუვიდა. მესამე დღეს დადებითი პირობითი რეფლექსები დაბალი იყო, ხოლო მეოთხე დღიდან საგრძნობლად მოინატა და თითქმის ისეთივე იყო, როგორც ოპერაციამდე. ლატენტურმა პერიოდმა იმატა. ხოლო დიფერენცირება ნულის ოდენობისა დარჩა.

დიდი წვივის ძვლის ორმხრივი დეფექტის მიუხედავად, „ბუფის“ პირობითი რეფლექსები დაეცა მხოლოდ ოპერაციის მეორე დღეს, ხოლო მე-3—მე-5 დღეს თითქმის პირველ საწყისს უდრიდა. მე-9 დღეს, წვივის ორივე ძვლის მოტენილობის დღეს, ხელშეორედ აღინიშნებოდა პირობითი რეფლექსების მკვეთრი დაცემა. კიდურის ფანერის არტაშნით იმობილიზაციის შემდეგ აღინიშნებოდა რეფლექსების მომატება, ხოლო კიდურის თაბაშირის ნახვევით იმობილიზაციის შემდეგ პირობითი რეფლექსები თითქმის მთლიანად გამოასწორდა პირველდაწყებით ფონთან შედარებით.

ძალეებზე „მატროსისა“ და „სოკოლზე“ 100 დღისა და „ჯულსა“ და „ბუფზე“ 10—12 დღის განმავლობაში დაკვირვებამ შესაძლებელი გახადა გვემსჯელოა ძალის უმაღლესი ნერვული მოქმედების ცვლილებაზე ძვლის ქსოვილის სხვადასხვა სახის ტრავმის დროს ნერვული სისტემის სხვადასხვა ტიპის მქონე ძალეზე. კიდურის იმობილიზაციისა და სხვა პირობებში. ამ ძალეებზე შემდგომ უმაღლესი ნერვული მოქმედების მოშლის შემდეგ ვსწავლობდით ძვლის ქსოვილის რეგენერაციულ პროცესს.

## დასკვნები

1. ძვლის ქსოვილის დაზიანების შემდეგ ძალის უმაღლესი ნერვული მოქმედება იცვლება მეტნაკლებად გამოხატული ხარისხით და დაზიანებული ძვლის აღდგენა ფუნქციურად შეცვლილი უმაღლესი ნერვული მოქმედების ფონზე

მამდინარეობს: ა) სხივის ძვლის ნაწილობრივი დაზიანების დროს, როდესაც ძვლის მთლიანობა და კიდურის ფუნქცია შენახულია, ძალის პირობითი რეფლექსები ოპერაციის პირველი დღეების გასვლის შემდეგ რამდენადმე დიდდება და ასეთი რჩება დეფექტის ამოვსების თითქმის მთელ პერიოდში; ბ) კიდურის მთლიანი დაზიანების დროს კიდურის ფუნქცია დროებით დაკარგულია, ხოლო მოტეხილობის არეში იქმნება უფრო ძლიერი მტკივნეული კერა, რის შედეგად უმაღლესი ნერვული მოქმედების ფუნქციური ცვლილებები უფრო ღრმაა, განსაკუთრებით ტრავმის შემდეგ პირველი კვირის განმავლობაში.

2. ძვლის ქსოვილის დაზიანების შემდეგ თავის ტვინის ქერქის ფუნქციური მდგომარეობის ცვლილებების ხანგრძლივობა და მისი ხასიათი, აგრეთვე სიღრმე ალბათ პირობადებულია მრავალი მიზეზით, რომელთა შორის წამყვანი მნიშვნელობა აქვს კიდურის ფუნქციის შენარჩუნებას, იმობილიზაციის დროს და ძალის ნერვული სისტემის ტიპს.

3. ძლიერი ნერვული სისტემის მქონე ძალის უმაღლესი ნერვული მოქმედება ძვლების დაზიანების შემდეგ შედარებით ხანმოკლე დროით იცვლება და სწრაფად აღდგება.

სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემია

ი. პავლოვის სახელობის  
ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუხედა 15.6.1957)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. К. М. Биков и И. Т. Курцин. Кортико висцеральная теория патогенеза язвенной болезни. Изд. 2-е, АН СССР, 1932.
2. И. Т. Курцин и М. Л. Купарадзе. Функциональное состояние коры головного мозга при экспериментальном костном туберкулезе. Тезисы совещ. по пробл. кортико-висцеральной физиологии и патологии, Л., 1953, стр. 101—102.
3. Е. Г. Гусева. Влияние здоровой и функционально ослабленной коры головного мозга на заживление ран от ожогов у собак. Л., 1953.
4. В. Н. Звонькин. Изменения высшей нервной деятельности в условиях разреженного воздуха. Физиол. журнал «СССР», I XXXIX, в. 6, 1933, стр. 676—684.
5. Р. Е. Коведкий. Об изменениях высшей нервной деятельности в процессе развития экспериментальных опухолей и значение этих изменений в их патогенезе. Тезисы совещ. по пробл. кортиковисц. физиологии и патологии, Л., 1953.
6. П. Н. Веселкин. О роли высших отделов головного мозга в развитии лихорадочной реакции. Тезисы, Л., 1953, стр. 41—42.
7. Д. П. Неумывова. Изменения высшей нервной деятельности у животных разных типов при экспериментальном туберкулезе. Тезисы, Л., 1953, стр. 158.
8. Л. С. Корчанов. Изменения высшей нервной деятельности при переломах костей конечностей в эксперименте и значение этих данных для клиники. ВМА, Л., 1953.

## ბ. სამსონიძე

## ოპტიკური თირკმლის წონისა და ზომების ცვლილებანი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ზურაბაშვილმა 4.7.1957)

ცნობილია, რომ ძუძუმწოვარ ცხოველებსა და ადამიანში, მათი მაღალი ორგანიზაციის გამო, ორგანოების რეგენერაცია არ ხდება [10, 11, 12, 13]. დანიანების გამო განვითარებული ყველა ცვლილების ანალიზი ხდებოდა განსაკუთრებით ქსოვილოვანი რეგენერაციის ასპექტში [1, 2, 7]. მ. ვორონოვი და ლ. ლიოზნერის [3] შეხედულებათა შესაბამისად, ჩვენ ვფიქრობთ, რომ ქსოვილების რეგენერაცია ორგანოს რეგენერაციის შემადგენელი ნაწილია და რომ ძუძუმწოვრებში შესაძლებელია არა მარტო ქსოვილების, არამედ ორგანოების რეგენერაციაც. ამ პოზიციებიდან მივუღებთ ჩვენ თირკმლის რეგენერაციის საკითხის შესწავლას. თირკმლის სრულფასოვანი რეგენერაციის შესაძლებლობა ავტორთა უმრავლესობისათვის საკამათოა. მხოლოდ ს. სტუდიტსკისა [8, 9] და მისი თანამშრომლების ს. პეტროვასა [5, 6] და ი. კნორეს [4] აზრით, ძუძუმწოვართა თირკმლებს აქვთ ორგანოტიპობრივი რეგენერაციის უნარი. უკანასკნელი შრომებით მათი მონაცემები საფუძვლად მიჩნეული. ჩვენ ამოცანად დავისახეთ დავადგინოთ დეტალური მორფოლოგიური ანალიზის გზით, შეუძლია თუ არა თირკმელს რეგენერაცია, თუკი ამ პროცესს ოპტიმალურ პირობებს შევუქმნით.

ცდებისათვის გამოვიყენეთ მამალი ვირთაგვები წონით 160—390 გ. საცდელ ცხოველებს მთლიანად ვაცლიდით მარცხენა თირკმელს და ვახდენდით თირკმლის  $1/5$ — $1/3$  ნაწილის რეზექციას. განაკვეთს ვატარებდით თირკმლის სიგრძივი ღერძის პარალელურად, ისე რომ ხდებოდა მისი გამონეჭილი ნაწილის მოცილება. მოცილებული ნაწილი ძირითადად ქერქოვან ნივთიერებას შეიცავდა.

ცხოველებს ვკლავდით ჯგუფურად შემდეგი ვადების მიხედვით: 12 საათი, 24 საათი, 2 დღე-ღამე, 5 დღე-ღამე და ოპერაციიდან ყოველი 6—12 დღის შემდეგ. თვითუფროს ჯგუფში შედიოდა 4-დან 11 ვირთაგვამდე.

1 ცხრილში ნაჩვენებია თირკმლის წონისა და ზომების ცვლილებანი დაკვირვების სხვადასხვა ვადაზე. მიღებული გადახრების ნორმასთან შედარების გაადვილების მიზნით, ცხრილის პირველ ორ პორიზონტალურ სვეტში მოცემულია ცდის დასაწყისში (საწყისი კონტროლი) და ცდის ბოლოს (საბოლოო კონტროლი) საკონტროლო ვირთაგვებზე მიღებული მონაცემები.

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, მარჯვენა თირკმლის დარჩენილი ნაწილის წონა ცდის დასაწყისიდანვე მკვეთრად იზრდება და მაქსიმუმს აღწევს ოპერაციიდან 5 დღე-ღამის შემდეგ. შემდგომ თირკმლის წონა რამდენადმე მცირდება (თუმცა მაინც მაღალ დონეზე იმყოფება), ხოლო 35 დღე-ღამის შემდეგ ისევ აღინიშნება მისი რამდენადმე მომატება, აღწევს რა 89-ე დღე-ღამეს მაღალ დონეს. საბოლოო კონტროლთან შედარებით თირკმლის წონა ამ დროს გადიდებულია საშუალოდ 17%-ით, მაგრამ წონის ეს მომატება სტატისტიკურად უეჭველი არ არის.

ოპერირებული ვირთავების თირკმელების წონისა და აგებულების ცვლილებანი

ოპერაციის შემდგომ გავლილი დრო	დარჩ. მარჯვ თირკმე წონა		თირკმლის ზომები (მმ-ით)			ანათლის ფართობი მმ <sup>2</sup> -ით		
	აბსოლუტური (მგ-ით)	შეფარდებითი (მოცილებული ნაწილით) სხეულის წონასთან (% -ით)	სიგრძე	სიგანე	სისქე	საერთო	პირქვიანი შიგნის	ტინიოვანი შიგნის
	756 <sup>(1)</sup>	0,406	16,3	9,8	7,9	31,5	27,1	4,7
	1326	0,407	19,9	11,1	9,4	46,9	41,5	5,4
12 საათი	1230	0,468	20,5	9,3	9,5	37,4	31,8	5,5
24 საათი	1013	0,505	18,8	7,3	9,4	37,9	32,6	5,3
2 დღე-ღამე	1520	0,542	20,5	10,9	10,1	57,7	52,1	5,6
5 დღე-ღამე	1878	0,615	21,1	13,4	11,0	68,1	61,8	6,7
11 დღე-ღამე	1315	0,526	20,0	9,4	9,9	47,0	41,5	5,5
17 დღე ღამე	1346	0,516	20,5	9,0	10,0	49,0	43,5	5,5
23 დღე-ღამე	1286	0,510	19,9	8,3	9,8	48,3	43,1	5,3
35 დღე-ღამე	1395	0,545	20,7	9,0	10,1	54,4	47,0	5,4
47 დღე-ღამე	1426	0,574	20,6	9,5	9,9	54,1	48,6	5,5
59 დღე-ღამე	1421	0,583	21,2	10,9	10,1	62,3	56,8	5,5
71 დღე-ღამე	1393	0,541	21,1	9,5	9,5	51,8	46,1	5,7
83 დღე-ღამე	1363	0,593	21,1	7,9	10,1	57,5	50,3	5,8
89 დღე-ღამე	1542	0,625	21,5	8,7	10,3	56,2	50,5	5,8
217 დღე-ღამე	1750	0,634	23,2	9,0	10,8	71,5	65,5	6,0

მარჯვენა თირკმლის დარჩენილი ნაწილის შეფარდებითი წონა (მოცილებული ნაწილით) ცდის დასაწყისიდანვე ასევე იზრდება, აღწევს რა მაქსიმუმს 5 დღე-ღამის შემდეგ. შემდგომ თირკმლის შეფარდებითი წონა თუმცა რამდენადმე მცირდება, მაგრამ მაინც მაღალ დონეზე რჩება (89-ე დღე-ღამეს შეფარდებითი წონა საბოლოო კონტროლთან შედარებით გაზრდილია 54% და იგი, როგორც სტატისტიკური დამუშავება გვიჩვენებს, შემთხვევით ხასიათს აღარ ატარებს).

თირკმლის წონის მკვეთრი ზრდა ოპერაციის შემდგომ პირველ ხანებში, როგორც ეტყობა, დაკავშირებულია გაძლიერებულ სისხლსაცხეობასა და, შეიძლება, ანთებით და რეაქტიულ მოგუწენებთანაც. ამას გვაფიქრებინებს ის გარემოება, რომ ოპერაციიდან 5 დღე-ღამის შემდეგ თირკმლის წონა იწყებს შემცირებას და მისი მდგრადი ზრდა იწყება მხოლოდ ცდის ბოლოს. საინტერესოა, რომ თირკმლის შეფარდებითი წონა დაახლოებით 1,5-ჯერ აღემატება თირკმლის შეფარდებით წონას ნორმაში.

აღინიშნება აგრეთვე მარჯვენა თირკმლის დარჩენილი ნაწილის ზომების გადიდება. ასე, მისი სიგრძე იზრდება ცდის დასაწყისიდანვე და ამ ზრდას ინარჩუნებს ცდის ბოლომდე. უნდა აღინიშნოს, რომ ცდის მოგვიანებულ ვადებშიც კი (83—89 დღე) თირკმლის სივანე ნაკლებია, ვიდრე ნორმაში, რაც უთუოდ მიუთითებს თირკმლის არასაკმარის ზრდაზე დევექტის ადგილას.

მარჯვენა თირკმლის დარჩენილი ნაწილის შუა განივი ანათლის საერთო ფართობი ოპერაციიდან უკვე მე-2 დღეს აღემატება საბოლოო კონტროლისათვის დამახასიათებელ სიდიდეს. შემდგომ ანათლის საერთო ფართობი რამდე-

(<sup>1</sup>) პირველი სტრუქტონის ციფრები აღნიშნავენ საწყის კონტროლს ნორმაში, მეორისა კი—საბოლოო კონტროლს.

ნაღმე მცირდება, მაგრამ ყოველთვის მეტია, ვიდრე საბოლოო კონტროლის ცხოველებში, თუმცა ეს მომატება სტატისტიკურად უეჭველი არ არის.

ანათლის ქერქოვანი შრის ფართობი საერთო ფართობის ანალოგიურად იცვლება. ტვინოვანი შრის ფართობი ცდის განმავლობაში შედარებით მცირედ იცვლება, იგი მატულობს უკვე 12 საათის შემდეგ და საბოლოო კონტროლის ფარგლებში რჩება, აღწევს რა მაქსიმუმს აგრეთვე მე-5 დღეს.

10 ვირთაგვაზე, წონით 157—218 გ, ოპერაციიდან 3 თვის შემდეგ ჩვენ განვსაზღვრეთ თირკმლის აგებულებისათვის დამახასიათებელი ზოგიერთი ზომა. ქვემოთ მოყვანილია ამ განზომილებათა სიდიდეები.

ცხრილი 2

თირკმლის აგებულებისათვის დამახასიათებელი ზომების ცვლილებანი

№.№	პარამეტრები	ნორმაში (მმ-ით)	ოპერაციიდან 3 თვის შემდეგ (მმ-ით)
1	მენჯის ფუძის სიგრძე	8,1	9,3
2	პირამიდის ფუძის სიგრძე	2,0	2,6
3	პირამიდის სიმაღლე მენჯის ფუძიდან	5—0	4,9
4	პირამიდის სიმაღლე პირამიდის ფუძიდან	2,3	2,5
5	პირამიდის სისქე	2,0	2,0
6	ტვინოვანი შრის სისქე	3,5	3,1
7	თირკმლის სისქე	8,5	10,3
8	თირკმლის სიგაე პირამიდის კიდემდე	8,8	6,7
9	თირკმლის სიგრძე	17,7	20,8
10	ტვინოვანი შრის სიგანე პირამიდის კიდემდე	6,1	6,1

ამავე წონის ნორმალურ ვირთაგვებზე მიღებულ ანალოგიურ მონაცემებთან შედარება გვიჩვენებს, რომ ოპერირებული თირკმელი თავისი ზომებით ახლოსაა ნორმალურთან, ე. ი. მოხდა თირკმლის საწყისი ზომების აღდგენა. ასე, მაგალითად, საცდელი ვირთაგვების თირკმლის სიგრძე აღემატება თირკმლის სიგრძეს ნორმაში 3,1 მმ-ით. ეს განსხვავება სტატისტიკურად უეჭველია.

საცდელი ვირთაგვების თირკმლის სიგანე 1,8 მმ-ით მეტია, ვიდრე ნორმაში. ეს განსხვავება აგრეთვე სტატისტიკურად უეჭველია. დანარჩენი მაჩვენებლების უმრავლესობა საცდელ ვირთაგვებში უფრო დიდია, ვიდრე ნორმაში, ან ახლოა მასთან, თუმცა დეფექტის სრული აღდგენა არ ხდება, რასაც ადასტურებს თირკმლის შემცირებული სიგანე. ამრიგად, ოპერირებულ თირკმელში გარკვეულ ფარგლებში ხდება არა მარტო საწყისი ზომების აღდგენა, არამედ მისი ნაწილების ტიპობრივი თანაფარდობისაც, მაგრამ ეს პროცესი ბოლომდე არ აღწევს.

მიუხედავად იმისა, რომ თირკმლის წონის, ზომებისა და საერთო აგებულების აღდგენა კარგადაა გამოხატული, მაინც ნორმისთვის დამახასიათებელი თირკმლის აგებულების სრული აღდგენა არ ხდება.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ჩვენი ცდის პირობებში ოპერირებულ თირკმელში მიმდინარეობს ინტენსიური აღდგენითი პროცესები. ამრიგად, ვირთაგვების თირკმელს აქვს რეგენერაციის უნარი. ამ მხრივ ჩვენი მონაცემები მნიშვნელოვნად ადასტურებენ ი. კ ნ ო რ ე ს [4] მიერ მიღებულ შედეგებს. მაგრამ როგორ ფარგლებში ხდება თირკმლის სრული რეგენერაცია და რის ხარჯზე მიმდინარეობს იგი, შეიძლება გვიჩვენოს მხოლოდ პისტოლოგიურმა გამოკვლევამ.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუფიდა 4.7.1957)

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. И. Абрикосов. Основы общей патологической анатомии, М., 1949.
2. Н. Н. Аничков. Учебник патологической физиологии, Л., 1938
3. М. А. Воронцов и Л. Д. Лиознер, Физиологическая регенерация, М., 1955.
4. И. А. Кнорре. О влиянии функции на развитие и восстановительные процессы в почечной ткани некоторых позвоночных. М., 1953.
5. С. А. Петрова. Исследование по регенерации почечной ткани белых крыс. ДАН СССР, т. 68, № 3, 1949.
6. С. А. Петрова. Исследование по регенерации почечной ткани белых крыс. М., 1949.
7. И. Г. Руфанов. Общая хирургия, М., 1954.
8. А. Н. Студитский. Основы биологической теории регенерации. Сборн. Вопросы восстановления органов и тканей позвоночных животных. Труды Ин-та Морфол. животных, II, 1954.
9. А. Н. Студитский и А. В. Стриганова. Восстановительные процессы в скелетной мускулатуре. Изд. АН СССР, 1951.
10. Goldzieher und Makai. Regeneration, Transplantation und Parabiose. Ergebn. Allg. Path., 16, II, 1913.
11. E. Korschelt. Regeneration und Transplantation, 1927.
12. A. E. Needham. Regeneration and Woundhealing, 1952.
13. H. Przibram. Experimental Zoologie. IX. Regeneration, 1909.

## ექსპერიმენტული მიღებები

## ბ. ბედგანიშვილი

მასალაში სათითოებას პრეპარატების ეფექტურობის შესახებ  
სისხლის მიმოქცემის მოშლის სხვადასხვა ფორმის დროს

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა კ. ჩიქოვანმა 5.7.1957)

ჩვენ შევისწავლეთ დიგიცილენისა და დიგალენ-ნეოს მოქმედება თბილ-სისხლიან ცხოველთა გულზე [1]. ამასთანავე აღვნიშნეთ, რომ სისტოლის გაძლიერებასა და გულის რითმის შენელებასთან ერთდროულად ეს პრეპარატები ეფექტურ შემთხვევებში კორონალური განვლადობის შემცირებას იწვევენ [2].

წინამდებარე ნაშრომში შესწავლილია დიგიცილენისა და დიგალენ-ნეოს გავლენა ხელოვნურად გამოწვეულ სისხლის მიმოქცევის მოშლით დაავადებულ ცხოველთა გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე.

დიგიცილენისა და დიგალენ-ნეოს გავლენა ხელოვნურად გამოწვეულ გულ-აისხლძარღვთა სისტემის ნაქლოვანებაზე (მარჯვენაპარაქოქოვანი)

## მეთოდები

ცდები მიმდინარეობდა 5 მოზრდილ ძაღლზე (14—16 კგ წონის), რომელთაც წინასწარ ვაჩვენებით დაზავა დგომას. გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ნაკლოვანებას ვიწვევდით ვ. გ. ვ. ვ. ვ. ვ. [3] მეთოდით იმ განსხვავებით, რომ პლევრის ღრუში პაერის შეყვანას ვაწარმოებდით ძაღლის ფიქსაციის გარეშე.

ყოველ მე-2—მე-3 დღეს პაერის განმეორებითი შეყვანით პნევმოთორაქსს ვაგრძელებდით 25—30 დღის განმავლობაში, ვიდრე პლევრის ღრუში არსებულ იწვევა შესუნთქვის დროს სტაბილურად არ იქნებოდა დადებითი.

გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის მაჩვენებლებად ვღებულობდით: არტერიულ წნევას სინდიყის სვეტის მმ-ში (ვან-ლეერზუმით), ვენურ წნევას, სუნთქვისა და პულსის სიხშირეს, სისხლის ნაკადის სისწრაფეს და ელექტროკარდიოგრამას (ეკგ) სამ კლასიკურ განხრაში. გულის მარჯვენა პარაქოქოვანი ნაკლოვანების დადგენის შემდეგ ძაღლებს ვუწყებდით მკურნალობას დიგიცილენისა და დიგალენ-ნეოს ინტრავენოზური ინექციებით, დოზით—1 მოქმ. ერთეული ცხოველის 1 კგ წონაზე 10—15 დღის განმავლობაში.

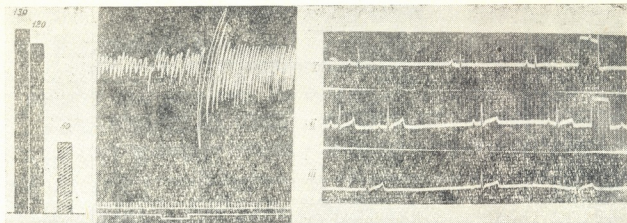
## ცდის შედეგები

პნევმოთორაქსის ციკლის დამთავრების შემდეგ ძაღლებს შეეცვალათ გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციური მდგომარეობა: არტერიული წნევა დაუქვეითდა სამ ძაღლს, ორს კი, პირიქით, მოემატათ (10—15 მმ), გაიზარდა ვენური წნევა, შენედა სისხლის ნაკადის სისწრაფე; დამახასიათებლად შეიცვალა ეკგ (ელექტროკარდიოგრამა), რომელზედაც აღინიშნებოდა ტაქიკარდია, ვოლტაჟის შემცირება, T კბილის წაშლა, P—Q ინტერვალის შემოკლება, Q—T-ს გახანგრძლივება. გამოვლინდნენ Q<sub>I</sub> და მაღალი R<sub>III</sub>. ერთდროულად ძაღლებს აღნიშნებოდათ სუნთქვის გაძნელება და გახშირება.

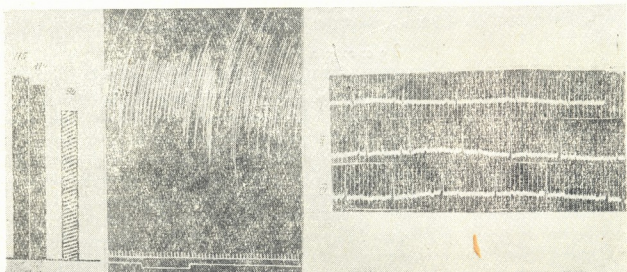
საილუსტრაციოდ მოგვყავს შედეგები მიღებული ძაღლ „ბორა“-ზე.

სათითურას პრეპარატების ვენაში შეყვანამ ამგვარ ძაღლებში სრულიად აღადგინა გულ-სისხლძარღვთა სისტემის დარღვეული ფუნქცია. დიგიცილენისა და დიგალენ-ნეოს გავლენით ნორმას დაუბრუნდნენ არტერიული და ვენური წნევა, გულის რითმი, სისხლის ნაკადის სიჩქარე; ეკგ-ზე რითმის შენელების გარდა, აღინიშნებოდა ატრიოვენტრიკულარული გამტარებლობის შეფერხება (P—Q-ს გახანგრძლივება) და ელექტრული სისტოლის (Q—T) შე-

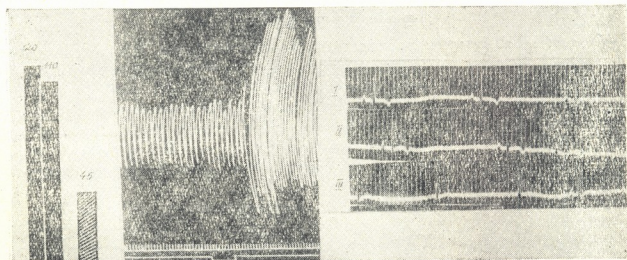




ნახ. 1. ეკგ ძალლისა „ბოლრა“ პნევმოთორაქსამდე მარცხნიდან მარჯვნივ: არტერიული წნევა, ვენული წნევა, სისხლის მიმოქცევის სიჩქარე ეკგ 3 კლასიკურ განხრაში



ნახ. 2. ეკგ იმავე ძალლისა პნევმოთორაქსის ციკლის დამთავრების შემდეგ



ნახ. 3. ეკგ იმავე ძალლისა დიგიცილენით მკურნალობის დაწყებიდან მე-12 დღეზე

მოკლება, უმეტეს შემთხვევებში აგრეთვე T კბილის ინვერსია, ან მისი მკვეთრად დადაბლება ეკგ-ის აღნიშნული ცვლილებები დამახასიათებელია საგულე გლუკოზიდების მოქმედებისათვის.

უნდა აღინიშნოს, რომ დიგიცილონის გავლენით გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის ნორმალიზაცია ხდება მკურნალობის მე-10—მე-12 დღეზე, ხოლო დიგალენ-ნეო მას აღადგენს მე-8—მე-10 დღეზე.

საკონტროლო არანამკურნალებ ძაღლში გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციის ნორმალიზაცია არ მომხდარა.

სამკურნალოევი ძაღლების გაკვეთისას ადგილი ჰქონდა მარჯვენა ფილტვის ქვედაწილის ჰეპატიზაციას და სისხლ-ძარღვთა რამდენადმე სისხლსავესებობას.

საკონტროლო ძაღლში დადგინდა იქნა მარჯვენა ფილტვის ჰეპატიზაცია, შეგუბებითი მოვლენები ორივე ფილტვში, მარჯვენა წინაგულის და პარაკუპის სისხლსავესებობა, ღვიძლის გადიდება.

**ლიზიცილონისა და ლიგალონ-ნეოს გავლენა ხელოვნურად გამოწვეულ**

**კორონალურ ნაკლოვანებაში**

**მ ე თ ო დ ი კ ა**

ცდები ჩატარებულია ორივე სქესის 5 მოზრდილ ძაღლზე. ექსპერიმენტულ კორონალურ ნაკლოვანებას ვიწვევით ე. ცვილიზოვსკაიას მეთოდით [4].

ძაღლებს ზოგადი ნარკოზის ქვეშ მე-4 ნექნთა ულა სივრცის დონეზე მარცხენი, ესხნებოდათ გულმკერდის ყაფაზი. პერიკარდიუმიდან გულის განთავისუფლების შემდეგ წარმოებდა მარცხენა გვირგვინოვანი არტერიის წინა დასწვრივი ტოტის შევიწროვება აბრეშუმის ლიგატურით მის ზემო შესამედში.

გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის მაჩვენებლებად ვღებულობდით არტერიულ და ვენურ წნევას, პულისის სისშირეს, სისხლის ნაკადის სიჩქარეს, ეკგ-ს 3 კლასიკურ და CR<sub>4</sub> განხრაში. დიგიცილონი და დიგალენ-ნეო შეგვეყავდა ინტრავენოზურად ბაყაყის მოქმედების 12 ერთეულის (JED) რაოდენობათ ცხოველის მთელ წონაზე, ყოველდღიურად 10—15 დღის განმავლობაში. მკურნალობას ვიწყებდით მარცხენა გვირგვინოვანი არტერიის დასწვრივი ტოტის შევიწროვებიდან 10—12 დღის გავლის შემდეგ.

**ც დ ის შ ე დ ე გ ე ბ ი**

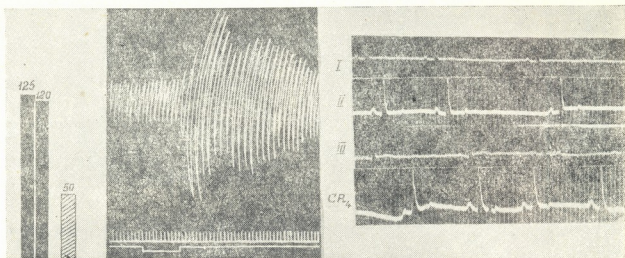
ოპერაციის მეორე დღიდანვე ძაღლების ეკგ-ზე აღინიშნებოდა მწვავე კორონალური ნაკლოვანების ნიშნები, სახელობრ ტაქიკარდია, ვოლტაჟის მომატება, S—T ინტერვალის ცთომა იზოხაზის ზემოთ, მაღალი წვეტიანი „იშემიური“ T კბილის წარმოშობა, განსაკუთრებით მეორე და CR<sub>4</sub> განხრებში ერთერთ ძაღლს („თერთა“) ოპერაციის დამთავრებისთანავე განუვითარდა პაროქსისმული ტაქიკარდიის ტიპური სურათი, რამაც 4 დღეს გასტანა.

ლიგატურის დაღების შესამე დღიდან ზემოჩამოთვლილ ეკგ-იულ ცვლილებებს თან დაერთო არტერიული სისხლის წნევის შესამჩნევი მომატება, საშუალოდ 40—50 მმ სინდიყის სვეტისა. ვენურ წნევასა და სისხლის მიმოქცევის სიჩქარეს არ განუცდია თვალსაჩინო ცვლილებები. მაგალითისათვის მოგვეყავს ძაღლ „რუხ“—ზე მიღებული ცდის შედეგები.

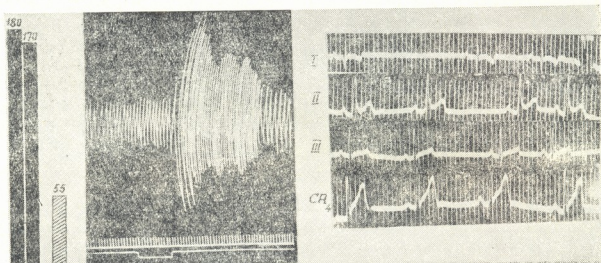
მიოკარდიუმის მწვავე იშემიის დროს ეკგ-ს ამგვარსავე ცვლილებებზე მიუთითებენ ჰ. ვარდი [5], მ. სოლიტერმანი [6] და სხვები. აგრეთვე ფ. სმისის [7], სმირონოვის [8], ი. ჭუმბურიძის [9] ექსპერიმენტული შრომები.

აღნიშნული პათოლოგიის მკურნალობამ გამოსაკვლევი პრეპარატებით გვიჩვენა, რომ კორონალური ნაკლოვანების ამ სტადიაში, დიგიცილონი და დიგალენ-ნეო არ ხასიათებიან მკვეთრად გამოხატული სამკურნალო ეფექტით. ზოგ-

ჯერ ადგილი აქვს მიოკარდიუმის იშემიის რამდენადმე გაძლიერებას, რაც უფრო რელიეფურადაა გამოხატული დიგალენ-ნეოთი მკურნალობის დროს.



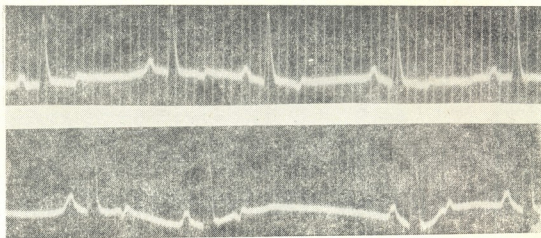
ნახ. 4. ეკგ ძაღლისა „რუხი“. გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციის მაჩვენებლები მარცხენაგვირგვინოვანი არტერიის შევიწროვებამდე. მარცხნიდან მარჯვნივ: არტერიული წნევა, ვენური წნევა, სისხლის ნაკადის სიჩქარე, ეკგ 3 კლასიკურ და CR<sub>4</sub> განხრაში



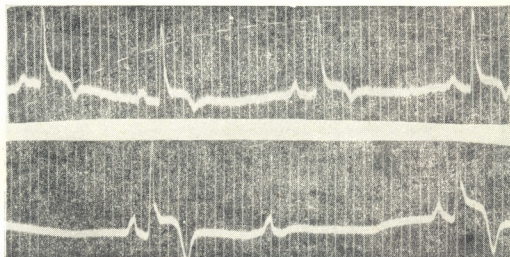
ნახ. 5. ეკგ იმავე ძაღლისა ოპერაციიდან მე-9 დღეს

ოპერაციიდან ორი თვის შემდეგ ძაღლებს აღენიშნებოდათ ქრონიკული კორონალური ნაკლოვანებისათვის დამახასიათებელი ნიშნები, კერძოდ არტერიული წნევის მომატება, უარყოფითი კორონალური T კბილის წარმოშობა, ან მისი წაშლა.

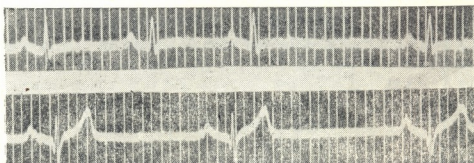
კორონალური სისხლის მიმოქცევის მოშლის აღნიშნულ სტადიაში დიგილიენი და დიგალენ-ნეო არ იწვევენ არტერიული და ვენური წნევის, აგრეთვე სისხლის ნაკადის სისწრაფის ცვლილებებს; მაგრამ ეკგ-ს ზოგიერთი მაჩვენებელი განიცდის თვალსაჩინო ცვლილებებს; ასე მაგალითად, ამ პრეპარატების წყევანისას ვენაში (ბაყაყის მოქმედების 12 ერთულის რაოდენობით) ადგილი აქვს რითმის მკვეთრ შენელებას, T კბილის ინვერსიას, Q—T ინტერვალის შემოკლებას და, პირიქით, P—Q-ს გახანგრძლივებას. P—Q გახანგრძლივება მიგ-



ნახ. 6-I-ა. ეკგ-ს ცვლილებები (მეორე და CR<sub>4</sub>) დიგალენ-ნეოს გავლენით;  
ა—დიგალენ-ნეოს შეყვანამდე



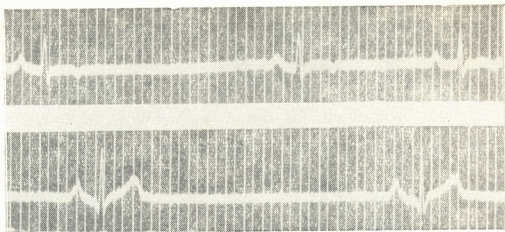
ნახ. 6-I-ბ. დიგალენ-ნეოს მე-11 ინეკცია



ნახ. 6-II-ა. დიგიცილენის შეყვანამდე.

ეითითებს ამ პრეპარატების უარყოფით დრომოტროპულ მოქმედებაზე, Q—T პერიოდის შემოკლება — სისტოლის გაუმჯობესებაზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩატარებული ცდების ერთ-ერთ სერიაში, სადაც მკურნალობა მიმდინარეობდა დიგალენ-ნეოთი (ძალი „რუხი“) აღინიშნებოდა



ნახ. 6-II-ბ. დიგიცილენის მე-12 ინექცია

რიტმის მკვეთრი შენელება, ხოლო მე-11 დღეზე მკურნალობისა არასრული ატრიოვენტრიკულარული ბლოკადა.

### დასკვნა

ცდის შედეგებმა, რაც მიღებულ იქნა სათითურას ახალი პრეპარატების ეფექტურობის შესწავლისას, ხელოვნურად გამოწვეულ სისხლის მიმოქცევის მოშლის დროს გვიჩვენა, რომ დიგიცილენი და დიგალენ-ნეო იწვევენ გულ-სისხლძარღვთა სისტემის დარღვეული ფუნქციის ნორმალიზაციას. ამასთან, სისხლის მიმოქცევის აპარატის დარღვეული ფუნქციის ნორმალიზაციის ხარისხი ცვალებადობს პათოლოგიის სახესთან დამოკიდებულებით: გულის მარჯვენა პარკუჭოვანი ნაკლოვანების დროს ამ პრეპარატების სამკურნალო მოქმედება მკლავდება მთელი სიძლიერით, კორონალური ნაკლოვანების დროს კი — იგი სუსტადაა გამოხატული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მ. წინამძღვრიშვილის სახელობის კლინიკური და  
 ექსპერიმენტული კარდიოლოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.7.1957)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Т. А. Гедеванишвили. Сборник трудов Института клинической и экспериментальной кардиологии АН ГССР, т. IV, 1956, стр. 399—405.
2. Т. А. Гедеванишвили. Тезисы докладов научной сессии Института клинической и экспериментальной кардиологии АН ГССР, 1956, стр. 67.
3. В. И. Говоров. Фармакология и токсикология. т. XV, № 5, 1952, стр. 53—54.
4. М. Я. Волин, Ф. Э. Цхвилиховекая, Т. И. Бесплокаев, В. С. Майт. Ученые записки второго Московского мед. института им. Сталина, т. 1, 1951, стр. 128—130.
5. H. Pardee. Med. klin. of North, Americ. № 4—5, Bd 18, 1921.
6. М. Н. Сидитреман. Терапевтический архив, том 26, № 4, 1954, стр. 60—65.
7. F. M. Smith. Arch. of int. med. P 8, vol. 22, 1918.
8. А. И. Смирнов. Физиологический журнал СССР, т. 55, вып. 6, 1949.
9. И. Т. Чумбуридзе. К вопросу о корковых механизмах нарушения некоторых функций сердца. Автореферат, 1956, стр. 12.

ისტორია

მ. ნატვლაძე

## პირველი ხუთწლიელის პერიოდში საპარტევლოს მუშათა კლასისა და გლეხობის კავშირის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა

გ. ხაქაპურიძემ

17.5.1957)

სოციალისტური რევოლუციისათვის ბრძოლის ეტაპზე კომუნისტური პარტია წინა პლანზე აყენებდა ღარიბ გლეხობასთან მუშათა კლასის კავშირის პოლიტიკურ ამოცანას. ისტორიულ მოვლენათა განვითარებამ ნათლად დაადასტურა, რომ რუსეთის ღარიბი გლეხობა მუშათა კლასის ერთგული მოკავშირე იყო. მუშათა კლასთან ერთად იგი ოქტომბრის დიდი სოციალისტური რევოლუციის მამოძრავებელი ძალა გახდა. საბჭოთა სახელმწიფოს შექმნამ კიდევ უფრო ფართოდ გაუხსნა გზა ამ კავშირის განმტკიცებას უკვე ახალ საფუძველზე. შეიქმნა ახალი პირობები და აუცილებელი წინამძღვრები ქალაქისა და სოფლის მშრომელთა პოლიტიკური და ეკონომიური კავშირის განმტკიცებისათვის, რასაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა ჰქონდა ჩვენ ქვეყანაში სოციალიზმის აშენების ბედისათვის.

პოლიტიკური ძალაუფლების მოპოვების შემდეგ მუშათა კლასს გლეხობასთან მტკიცე კავშირი იმისთვის სჭირდება, რომ სოციალისტური მშენებლობის დერეჟულში ჩააბას მშრომელი გლეხობა და ამით განამტკიცოს პოლიტიკური და ეკონომიური საფუძველი სოციალისტური საზოგადოების მშენებლობისათვის. თავის უკანასკნელ წერილებში „ფურცლები დღიურიდან“, „კოოპერაციის შესახებ“, „როგორ მოვახდინოთ მუშაგლეხინის რეორგანიზაცია“, „უმჯობესაა კოტა და კარგი“ — ვ. ლენინმა დაამუშავა სოციალისტურ მშენებლობაში გლეხობის თანდათანობითი ჩაბმის გეგმა, დასახა სოციალისტური მეურნეობის განვითარების ახალ ამოცანებთან დაკავშირებით მუშათა კლასისა და გლეხობის კავშირის ახალი, უფრო მაღალი ფორმების განვითარების ამოცანა [1].

მუშათა კლასის კავშირი მშრომელ გლეხობასთან სოციალისტური მშენებლობის კონკრეტული ამოცანებით განისაზღვრებოდა და მის შესაბამისად იგი სხვადასხვა ფორმაში იხატებოდა, მაგრამ ყველა შემთხვევაში მხოლოდ საბჭოთა ხელისუფლების განმტკიცებისა და სოციალიზმის აშენებისათვის ბრძოლის მიზანს ემსახურებოდა.

საბჭოთა რუსეთისაგან განსხვავებით, სადაც საჭირო გახდა მუშებისა და გლეხების სამხედრო-პოლიტიკური კავშირიდან (რომელიც სამოქალაქო ომის პერიოდში შეიქმნა) მათს მტკიცე ეკონომიურ კავშირზე გადასვლა, საპარტევლოში საბჭოთა ხელისუფლების გამარჯვებისთანავე დაისვა მშრომელ გლეხობასთან მუშათა კლასის ეკონომიური კავშირის განმტკიცების ამოცანა. იგი მოითხოვა ახალი ეკონომიური პოლიტიკის განუხრელი გატარებისა და მის საფუძველზე სოციალიზმის აშენებისათვის აუცილებელი წინამძღვრების მომზადების უზრუნველყოფის ინტერესებმა.

სახელმწიფო მრეწველობასა და გლეხურ მეურნეობას შორის დამყარებული ურთიერთობა უკვე ახალი ეკონომიური პოლიტიკის გატარებისათვის ბრძოლის პირველ წლებში ხელს უწყობდა მუშათა კლასისა და გლეხობის ეკონო-

მეორე კავშირის გაძლიერებას, საქონელბრუნვის გაფართოების საფუძველზე სოფლის მეურნეობის საწარმოო ძალთა განვითარებას. ამ პერიოდში „სოფლად მუშათა კლასის გავლენის განმტკიცების ერთ-ერთ ფორმას, — მიუთითებდა ს.კ. კ. პ. (ბ) XII ყრილობა, — რომელსაც სულ უფრო მეტი პოლიტიკური მნიშვნელობა ენიჭება და რომელიც სულ უფრო მეტად ვრცელდება, წარმოადგენს ქალაქის შეფობა სოფელზე“ [2]. შეფობა წარმოადგენდა ამ პერიოდში ძირითად არსს, რომლითაც მიემართებოდა სოციალისტური ქალაქის გავლენა სოფელზე. კულტურულ-საგანმანათლებლო და პროპაგანდისტული მუშაობა სოფლად, რასაც სოფელთან კავშირის ქალაქის საშეფო საზოგადოებები ატარებდნენ, შეესაბამებოდა ამ პერიოდში მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის ეკონომიური კავშირის ხასიათს.

მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობას შორის მჭიდრო კავშირმა განსაზღვრა სახალხო მეურნეობის ძირითადი დარგების აღდგენა. მაგრამ მიუხედავად იმისა, რომ სასოფლო-სამეურნეო წარმოებამ მთლიანად მიაღწია ომამდელ დონეს, მისი საქონლიანობა ძლიერ დაბალი იყო; წვრილ-ერთპიროვნულ მეურნეობას არ შეეძლო დაეკმაყოფილებინა მზარდი მრეწველობის მოთხოვნილებანი ნედლეულსა და სურსათზე. მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის დარგებს შორის არსებული დისპროპორციის ლიკვიდაცია შესაძლებელი იყო მხოლოდ მსხვილი კოლექტიური სასოფლო-სამეურნეო წარმოების შექმნით. რომელსაც შეეძლებოდა გამოეყენებინა თანამედროვე ტექნიკა და მის საფუძველზე აემდღებინა სოფლის მეურნეობის საქონლიანობა. სოფლის მეურნეობის კოლექტივიზაციის ამოცანასთან დაკავშირებით, რომელიც გადაჭრით დააყენა ს.კ. კ. პ. (ბ) XV ყრილობამ (1927 წ.), ახლებურად დაისვა მუშათა კლასისა და გლეხობის კავშირის საკითხი, დადგა მუშათა კლასისა და მშრომელი გლეხობის თანამშრომლობის ახალი ფორმის შექმნის აუცილებლობა, რასაც ხელი უნდა შეეწყოს სოფლად-სოციალისტური სექტორის საბოლოო გამარჯვებისათვის.

მშრომელ გლეხობასთან ქმედითი და ცოცხალი კავშირის განმტკიცების ამოცანა გადაჭრით იდგა ჩვენი ქვეყნის მუშათა კლასის წინაშე სახალხო მეურნეობის განვითარების პირველი ხუთწლიანი გეგმის მიერ დასახულ გრანდიოზულ ამოცანებთან დაკავშირებით. მუშათა კლასის სოციალიზმის ეკონომიური საძირკველის მშენებლობისათვის ბრძოლაში არ შეეძლო შემოვარდულიყო მხოლოდ მრეწველობის სფეროთი, არამედ მას უნდა დაერაზმა მშრომელი გლეხობა სოფლის მეურნეობის კოლექტივიზაციის ამოცანის გარშემო. სოციალისტური მშენებლობის ამ გადამწყვეტ ეტაპზე მუშათა კლასი მთელი შესაძლებლობით უნდა ცდილიყო განეხორციელებინა თავისი ისტორიული მისია მშრომელი გლეხობის ერთგული მოკავშირისა და მისი ხელმძღვანელი კლასისა. ასეთი შეგნებით უდგებოდა საქართველოს მუშათა კლასი პირველი ხუთწლიის პერიოდში მშრომელ გლეხობასთან პოლიტიკური და საწარმოო კავშირის განმტკიცების ამოცანას.

სოფლის მეურნეობის სოციალისტური გარდაქმნისადმი მუშათა კლასის დიდი ინტერესის შთამავრთებელ მაგალითებს იძლეოდნენ სსრ კავშირის, მათ შორის საქართველოს, სამრეწველო მუშები. უკვე პირველი ხუთწლიის პირველ წელს საშეფო მუშაობის არსებული ფორმების პარალელურად მუშათა კლასმა აიღო ინიციატივა მნიშვნელოვანი სამეურნეო და პოლიტიკური კამპანიების ჩასატარებლად სოფლად მუშათა ბრიგადების მივლინების სახით. ეს იყო სოფლისადმი ქალაქის შეფობის ახალი ფორმა.

სოფლად სამეურნეო და პოლიტიკურ კამპანიებში მუშათა კლასის შონაწილეობა მუშათა ბრიგადების მივლინების სახით, კომუნისტური პარტიის ხელმძღვანელობით ხორციელდებოდა. ამ საქმეს პრაქტიკულად ხელმძღვანელობდა

საქართველოს კომპარტიის ცენტრალურ კომიტეტთან შექმნილი სპეციალური განყოფილება სოფლად მუშაობის დარგში [3]. 1929 წლის იანვრიდან მუშათა ბრიგადების მივლინებამ სისტემატური ხასიათი მიიღო. ახლა მუშათა ბრიგადების ყოველი ჩასვლა სოფლად შეფარდებული იყო რომელიმე მნიშვნელოვანი სამეურნეო და პოლიტიკური ღონისძიების გატარებასთან. შეიცვალა მუშათა ბრიგადების საქმიანობის შინაარსიც.

„...სოფლად მუშა-შეფების გაგზავნის ბრიგადული სისტემა, სოციალისტური შეჯიბრება და დამკვრელობა გახდნენ საშეფო ორგანიზაციების მუშაობის ყოველდღიურ მეთოდად 1929 წლიდან...“ წერდა გაზ. „მუშათა შეფობა“. 1929-30 წ. წ. საშეფო ორგანიზაციების ხაზით სოფლად გაგზავნილ იქნა 263 მუშათა ბრიგადა 4.538 მუშის შემადგენლობით, ნაცვლად 45 ბრიგადისა 1928-29 წწ. „ამ ბრიგადებმა საქმით განახორციელეს საწარმოო კავშირი მშრომელ გლეხობასთან, მათ შეაკეთეს 6.391 სხვადასხვა სახის სასოფლო-სამეურნეო იარაღ-მანქანა“ [4]. მუშა-შეფები ეწეოდნენ დიდ სამეურნეო და პოლიტიკურ მუშაობას გლეხობის ფართო ფენებში.

საქ. კ. პ. (ბ) XVI კონფერენციამ (1929 წ. აპრილი) მოიწონა სოფლად მუშათა ბრიგადების გაგზავნის პრაქტიკა და მოითხოვა გლეხობასთან კავშირის შემდგომი გაძლიერება. კონფერენციის მოწოდებამ გამოიწვია მუშათა მასებისა და მშრომელი გლეხობის აქტივობის ზრდა, რაც, პირველ ყოვლისა, კულაკობის წინააღმდეგ ბრძოლის გაძლიერებაში გამოიხატა. სამრეწველო მუშათა საქმიანობით გაბოროტებული კულაკობა არ ერიდებოდა არავითარ ცილისწამებას, ათასგვარი ხრიკებით ცდილობდა ხელი შეეშალა მუშათა ბრიგადების საქმიანობისათვის, ჩაეშალა საბჭოთა სახელმწიფოს მიერ სოფლად გასატარებლად დასახული ყველა პოლიტიკური თუ სამეურნეო კამპანია. მაგრამ სოფლიმეურნეობის კოლექტივიზაციის გზაზე არსებულ სერიოზულ სიძნელეთა მიუხედავად პარტიამ მუშათა კლასის აქტიური მონაწილეობით გადაჭრა კულაკობის — ამ უკანასკნელი ექსპლუატატორული კლასის — ლიკვიდაციის ამოცანა და ამით უზრუნველყო საკოლმეურნეო წყობილების გამარჯვება სოფლად.

სოფლისადმი მატერიალური დახმარებისა და კულაკობის წინააღმდეგ ბრძოლაში აქტიურ მონაწილეობასთან ერთად მუშათა კლასი, კომუნისტური პარტიის ხელმძღვანელობით, დიდ დახმარებას უწევდა სოფლის მეურნეობას მისი სოციალისტურად მოწყობისათვის საჭირო კადრებით უზრუნველყოფის საქმეში.

ჩვენი ქვეყნის მუშათა მასებმა მხურვალედ დაუჭირეს მხარი საქ. კ. პ. (ბ) ცენტრალური კომიტეტის 1929 წლის ნოემბრის პლენუმის გადაწყვეტილებას სოფლად მუდმივ სამუშაოდ 25 ათასი მუშის გაგზავნის შესახებ.

საქართველოს მუშათა მოწინავე ნაწილი სოფლად მუდმივ სამუშაოზე გამგზავრებისას თავის მიმართავში წერდა: „...შევგებული გვაქვს რა პარტიისა და მისი ცენტრალური კომიტეტის ლენინური ხაზის სისწორე, ჩვენ ჩვენი სურვილით ჩავდექით 25 ათასელთა რიგებში და მივემგზავრებით სოფლის მეურნეობის სოციალისტური გარდაქმნის ყველაზე საბრძოლო და პასუხსაგებ უბნებზე“.

უკვე 1930 წლის დამდეგს თბილისიდან სოფლად მუდმივ სამუშაოზე გამგზავრა 150 მუშა: 25 ათასელთა ანგარიშში.

მთლიანი კოლექტივიზაციის პირობებში პარტიის მიერ გაგზავნას მუშათა კლასის საუკეთესო წარმომადგენლებისა, რომლებიც სოფლად მუშათა კლასის ხელმძღვანელი როლის უშუალო გამტარებელი იყვნენ, უდიდესი პრაქტიკული და პოლიტიკური მნიშვნელობა ჰქონდა.

სოფლის მეურნეობის სოციალისტური გარდაქმნის მიზნით გაწეული დახმარების ამგვარმა ღონისძიებებმა, რომელთაც მუშათა კლასი ახორციელებდა





პირველი ხუთწლედის პერიოდში, უზრუნველყო სოფლის მეურნეობის კოლექტივიზაციის წარმატება, სოციალისტური სექტორის ზრდა სოფლის მეურნეობაში. ასე, მაგალითად, საბჭოთა მეურნეობების წილი მთელი სათესი ფართობის მოცულობაში გაიზარდა 4%-მდე 1932 წ., ნაცვლად 0,1%-ისა 1928 წ., ხოლო კოლმეურნეობებისა — 28,5%-მდე, ნაცვლად 0,3%-ისა შეთვლედის დასაწყისში. 1932 წ. კოლექტიურ მეურნეობათა რიცხვი 3.425-ს შეადგენდა [5].

სოფლის მეურნეობისადმი დახმარების გაწევა შესაძლებელი გახდა სოციალისტური მრეწველობის დარგში მოპოვებულმა წარმატებებმა.

\* \* \*

მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის სოციალისტური გზით განვითარება აღნიშნულ პერიოდში ორგანულად აკავშირებდა მუშათა კლასისა და გლეხობის ცხოვრებას, განამტკიცებდა მათ შორის კავშირს.

სოფლის მეურნეობის კოლექტივიზაციამ და მის საფუძველზე გლეხობის მდგომარეობაში. თომხდარმა ძვრებმა თავისი გამოხატულება პოვა მუშათა კლასის ზრდა-განვითარების პროცესში, იგი პირდაპირ აისახა ამ პერიოდში მუშათა სოციალურ შემადგენლობაში მომხდარ ცვლილებებში.

სოციალისტური ინდუსტრიალიზაციის მაღალი ტემპი, სამრეწველო მშენებლობის არნახული გაფართოება მრეწველობაში იზიდავდა მუშათა ახალ ნაკლს. ამასთან დაკავშირებით არ შეიძლება არ აღინიშნოს ამ პერიოდის ერთი მნიშვნელოვანი მომენტის შესახებ. ესაა სამრეწველო მუშათა ახალი კადრის ე. წ. „სეზონური მუშახელის“ საკმაოდ დიდი არმიის არსებობა[1].

ჩვენ შევჩერდებით ერთ-ერთ საარქივო დოკუმენტზე, რომელიც ნათელ წარმოდგენას იძლევა საქართველოში ასეთი კატეგორიის მუშახელის არსებობაზე.

„...საქართველოს განვითარების გზაზე შემდგარი მრეწველობა ზოგიერთის გამოკლებით განიცდის მუშახელის ნაკლებობას. ახლად გახსნილი საწარმო ან გაფართოებული წარმოებები ყოველთვის თავის დროზე საკმაო რაოდენობით კრებდნენ მუშებს ახლო-მახლო სოფლებიდან. საქართველოში მუდამ მოიპოვება ადგილობრივ მცხოვრებთა დიდი რაოდენობით მუშახელი, რომელიც ეტანება ფაბრიკა-ქარხნებს...“

...მუშახელის ასეთი ლტოლვის მიზეზები სამრეწველო დაწესებულებისაგან უმთავრესად იმალება თვით საქართველოს ეკონომიკაში...

...მუშათა ახალი კადრების (რომლის ძირითად მასას გლეხობა შეადგენდა) საკმაო ნაწილისათვის სამრეწველო წარმოებებიდან შემოსავალი არის მხოლოდ ზისი ცხოვრების პირობების გაუმჯობესებისათვის ხელისშემწყობი შემოსავალი, ვინაიდან მათ სოფელთან არა აქვთ კავშირი გაწყვეტილი და მათ ძირითად შემოსავლის წყაროდ ითვლება სასოფლო მეურნეობა. მუშახელს წარმოებებში სამუშაოდ უშვებენ იმისათვის, რომ გამოუყენებელია სასოფლო მეურნეობისათვის“ [6].

აღნიშნული ცნობიდან ბევრი რამ საინტერესო ირკვევა. ჩანს, რომ ახლად ამუშავებულ ან გაფართოებულ სამრეწველო საწარმოებისათვის საჭირო მუშახელს სოფლებიდან ქალაქად ჩამოსული გლეხობა აკომპლექტებდა (რა იქნა უნდა კვალიფიციური ნაწილის გარდა). ფაბრიკა-ქარხნებში მუშაობის მსურველთა მუდამ დიდი რაოდენობა რომ მოიპოვებოდა სოფლად, ესეც აშკარა

[1] სეზონური მუშახელის არსებობის ფაქტს საქართველოს სამეურნეო განვითარების დამახასიათებელ მხარედ ვერ მივიჩნევთ, რადგან ანალოგიური კატეგორიის მუშახელი სსრ კავშირის სხვადასხვა რაიონებშიც ჩანს. ამ შემთხვევაში ჩვენ მხოლოდ იმას უნდა გაუქსვათ ხაზი, რომ ეს მოვლენა საქართველოს სინამდვილეში გარკვეულად გამოკვეთილ სახეს ატარებს.

რა ფაქტია. აღნიშნული დოკუმენტი იმაზეც მიუთითებს, რომ მრეწველობა მუშახელის ნაკლებობას განიცდიდა.

მაშ როგორღა უნდა აეხსნათ უმუშევართა არსებობა ამ პერიოდში?

უნდა ვიფიქროთ, რომ აქ ნაკლებობა უმთავრესად კვალიფიციურ მუშათა კადრებს შეეხება (უმუშევართა უმრავლესობას არავითარი საწარმოო პროფესია არ გააჩნდა). მაგრამ ეს მდგომარეობა საგრძნობლად გამოსწორდა პირველი ხუთწლედის დასასრულისათვის საბჭოთა მთავრობის მიერ მუშათა კვალიფიციური კადრების მომზადების მიზნით გატარებულ ღონისძიებათა შედეგად.

გლეხობის ერთი ნაწილი (უმთავრესად მცირემიწიანი) წვრილი ერთპიროვნული გლეხური მეურნეობის პირობებში ვერ პოულობდა ადგილობრივად სათანადო სამუშაოს. „იგი ზედმეტი და თავისუფალი“ იყო. დაბალი იყო მისი მატერიალური საარსებო დონე. ამით იყო გამოწვეული ის გარემოება, რომ გლეხობის ეს ნაკადი თავის ქარბილს ქალაქში ეძებდა. ასეთებს „შრომა სეზონურ ხასიათს ატარებდა“, ქალაქში სამუშაოდ ჩამოდიან „სასოფლო მუშაობის დამთავრების შემდეგ და გაზაფხულის დადგომისას უკანვე ბრუნდებიან“ [7].

სამრეწველო საწარმოებში მუშაობისაკენ გლეხობას სოციალისტური მრეწველობის ფართო განვითარება უბიძგებდა. მრეწველობის ახალი დარგების შექმნა, არსებულ საწარმოთა რეკონსტრუქცია და ამით გამოწვეული მოთხოვნილებანი მუშახელზე სამუშაოს შოვნის იმედს უქმნიდა სოფლიდან წამსვლელ გლეხს. აქვე ისიც უნდა შევნიშნოთ, რომ ქალაქად სამუშაოდ ჩამოსული გლეხობის საგრძნობი ნაწილი წარმოებაში ვერ ეწყობოდა და ზოგჯერ უმუშევრის მდგომარეობაში ვარდებოდა.

გლეხობის ლტოლვა ქალაქისაკენ ახალი მოვლენა როდი იყო. იგი ძველი სახით გამოიყურებოდა, და ეს თითქოს ბუნებრივადაც გვეჩვენება, რადგან საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების პირველ წლებში კოლოსალური მუშაობა ძირითადად სახალხო მეურნეობის დაცემული დარგების — მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის აღდგენა-აღორძინების მიმართულებით ჩატარდა. დიდ ეკონომიურ და სოციალურ ძვრებს სოფლის მეურნეობაში განსაკუთრებით, შედარებით გვიან, უფრო ზუსტად, ჩვენ მიერ აღებულ პერიოდში ჰქონდა ადგილი.

სოფლიდან ქალაქად წამოსულ სეზონურ მუშათა ერთ ნაწილს თავისი მეურნეობა ჰქონდა, მაგრამ მიღებული შემოსავლით იგი ყველა მოთხოვნილებას ვერ იკმაყოფილებდა, ამიტომ სასოფლო სამუშაოების დამთავრების შემდეგ იგი ქალაქისკენ იწვევდა, თუმცა საწარმოში მუშაობა მისი ცხოვრებისათვის გადაწყვეტი რთლს არ თამაშობდა. გლეხობის ნაწილის ასეთ თვალსაზრისზე დგომა, უეჭველია, წარსულისაგან ნააღიაროებელი წვრილმესაკუთრული სულისკვეთების დაუძლეველობის შედეგად უნდა მივიჩნიოთ, მაგრამ ეს ისე არ უნდა გავიგოთ, თითქოს გლეხობის დიდი უმრავლესობა ასე მერყეობდა სოფელსა და ქალაქს შორის.

ჩვენი აზრით, სახელწოდება „სეზონური მუშა“ არამარტო მრეწველობაში გარკვეული ვადით ან დროებით მომუშავეთა აღსანიშნავად შეიძლება ვიხმართ, არამედ სოფლის მეურნეობის მუშათა იმ ნაწილის მიმართაც, რომელიც წარმოებაში დროებითი მუშაობის გამო, ბუნებრივია, არც სოფლის მეურნეობის მუდმივი კადრი შეიძლება ყოფილიყო. იქაც სეზონური იყო მისი მუშაობა. საგულისხმოა ამასთან დაკავშირებით ამიერკავკასიის სახალხო მეურნეობის სტატისტიკური ცნობარის ერთ-ერთ ცხრილში მოყვანილი ცნობა საქართველოს სოფლის მეურნეობაში ე. წ. წლიური და ვადიანი მუშების არსებობის შესახებ (1926 წ. ცნობით) [8]. ცხადია, რომ ეს მდგომარეობა მომდევნო წლებში ძირეულად შეცვლილი არ შეიძლება ყოფილიყო. როგორც ხსენებული



ცხრილის განმარტებაშია მითითებული, წლიურ და ვადიან მუშახელს სოფლის მეურნეობაში, ძირითადად მოჯამაგირენი შეადგენდნენ, მაგრამ ასეთთა მცირე ნაწილს ადრე, იმავე სოფლიდან ქალაქში სამუშაოს საძებნელად წასული გლეხი წარმოადგენდა, რომელიც უმუშევრად დარჩენის შემთხვევაში დროებით კვლავ სოფელს უბრუნდებოდა. მას სოფლის მეურნეობის წარმოების გამოცდილებაც ჰქონდა. მაგრამ სოფელში დროებითი მუშაობის დროსაც კი ასეთ გლეხს თვალი ისევ ქალაქისაკენ ეჭირა.

სეზონური მუშახელის არსებობას, მუშათა დენადობას სამრეწველო საწარმოებში არ შეეძლო თავისი დალი არ დაესვა მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის განვითარებაზე. ამიტომ აუცილებელი გახდა გადამწყვეტ ღონისძიებათა გატარება.

პირველი ხუთწლედის პერიოდში სოფლის მეურნეობის სოციალისტური გარდაქმნის, წვრილ-გლეხურ მეურნეობათა ბაზაზე კოლექტიური მეურნეობისა და საბჭოთა მეურნეობების მშენებლობის, შრომატევადი ტექნიკური და სუბტროპიკული კულტურების განვითარების შედეგად სოფლის „ჭარბი მოსახლეობის“ დიდი ნაწილი ჩაება სოფლის მეურნეობაში. გლეხობამ მასობრივად იწყო გაერთიანება კოლმეურნეობებში, გაუმჯობესდა მათი მატერიალური მდგომარეობა, რამაც მნიშვნელოვანწილად შეანელა გლეხობის ნაწილში ქალაქად სამუშაოდ წასვლის ინტერესი.

მასობრივი საკოლმეურნეო მოძრაობის გაშლის ეტაპზე, როდესაც კომუნისტური პარტია და საბჭოთა მთავრობა მუშათა კლასის წინაშე აყენებდა კოლმეურნეობების მშენებლობაში მათი აქტიური მონაწილეობის გადაუდებელ ამოცანას, პირველ რიგში, მუშათა ამ ნაწილის (რომელსაც სოფელთან კავშირი გაწყვეტილი არ ჰქონდა) წინაშე გადაჭრით იდგა ერთ-ერთის არჩევის, სოფლად თავისი მეურნეობის კოლმეურნეობისათვის გადაცემის ანდა ქალაქად სამუდამოდ დარჩენის ალტერნატივა. და მართლაც, არაერთი დამაჯერებელი ფაქტის დასახელება შეიძლება „სეზონურ მუშათა“ მიერ გადადგმული ნაბიჯების საილუსტრაციოდ. სოფლის მეურნეობაში ძირუღმა სოციალისტურმა გარდაქმნებმა გარდატეხა მოახდინა მუშათა კლასის ამ ნაწილის შეგნებაში. „სეზონური ამუშა“ თანდათან თავისუფლდება წვრილმესაკუთრული ინტერესისაგან და სახელმწიფოებრივი თვალსაზრისით აფასებს საბჭოთა მთავრობის მიერ დასახულ ამოცანებს.

ამასთანავე იცვლება თვით სამრეწველო საწარმოებში მუშაობის პირობებიც, რაც განსაკუთრებით ნიშანდობლივი იყო სამრეწველო აღმშენებლობის დარგისათვის (სადაც სეზონურ მუშათა რიცხვი გარკვეულად ჰპარბობდა). სააღმშენებლო პროცესების მექანიზაციის თანდათანობით დანერგვამ მოითხოვა მუშათა პროფესიული მომზადება. ახალი ტექნიკის დაუფლების შენდევ კი სეზონურ მუშას წარმოების დატოვება რამდენადმე უძნელდებოდა და საწარმოში რჩებოდა.

ამასთან ისიც, უნდა აღინიშნოს, რომ კომუნისტური პარტია და საბჭოთა მთავრობა უდიდეს მზრუნველობას იჩენდნენ სეზონურ მუშათა საყოფაცხოვრებო პირობების გაუმჯობესების, პროფესიული მომზადებისა და მათი პოლიტიკური აღზრდისადმი. ამ მიმართულებით გატარებულ ღონისძიებათა ნაყოფიერი შედეგი გამოიხატა სეზონურ მუშათა რიცხვის მნიშვნელოვან შემცირებაში. ასე, მაგალითად, ლითონდამამუშავებელი მრეწველობის 2500-მდე სეზონური მუშა კადრის მუშა გახდა, ასევე მოხდა საფეიქრო მრეწველობაშიც. მარტო ქუთაისის რაიონის სამრეწველო საწარმოებში 2.932 სეზონური მუშა დარჩა ნუღმივად წარმოებაში [9].

სეზონურ მუშათა შორის ჩატარებული მრავალმხრივი მუშაობა კომუნისტური პარტიის იმ ღონისძიებათა ნაწილი იყო, რომელიც პირველი ხუთწლედის პერიოდში სეზონურ მუშათა რიცხვის შემცირების ხარჯზე აპირობებდა მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის მუშათა მუდმივი კადრის ფორმირება-ზრდას.

მაგრამ ეს როდი ნიშნავს, რომ თითქოს პირველი ხუთწლედის დასასრულისათვის საქართველოში სეზონური მუშახელი აღარ არსებობდა. იგი, რასაკვირველია, შემდგომ წლებშიც არსებობდა, მაგრამ სათანადო მასალების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ამ პერიოდში მისი რიგები საგრძნობლად შეიზღუდა, მნიშვნელოვნად შემცირდა „გლეხობის სირბილი სოფლიდან ქალაქში“, სეზონურ მუშათა დიდი ნაწილი წარმოებას დაემგვრა, ნაწილი კი სოფლის მეურნეობის ახალი ცხოვრების მშენებელი გახდა.

\*  
\* \*

სოციალისტური ინდუსტრიალიზაციისა და კოლექტივიზაციის პოლიტიკის განხორციელებას თან ახლდა მნიშვნელოვანი მოვლენების ურთიერთდადაჯგუფება, რაც მუშათა კლასისა და გლეხობის სოციალურ შემადგენლობაში მომხდარ ცვლილებებში, მათ შორის კავშირის შემდგომი განმტკიცების პროცესში გამოიხატა.

პირველი ხუთწლედის პერიოდში — საკოლმეურნეო მშენებლობის გამარჯვების შედეგად მუშათა კლასისა და გლეხობის კავშირი მათ მეგობრობაში გადაიზარდა.

მუშათა კლასისა და გლეხობის კავშირი გახდა მსაბუთო კავშირში სოციალიზმის აწინების მკვიდრი საფუძველი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ი. ჯავახიშვილის სახელობის

ისტორიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 20.5.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ვ. ლენინი. თხზ. ტ. 33, სახელგამი, 1953.
2. სკკ პერიოდების, კონფერენციებისა და ცენტრალური კომიტეტის პლენუმების რეზოლუციებსა და გადაწყვეტილებებში, ნაწ. 1, 1954, გვ. 973.
3. Материалы к отчету ЦК на VI съезде КП(б) Грузии, Тифлис, 1929, стр. 39.
4. ვახ. „მუშათა შეფობა“, 16 ივლისი, 1929.
5. Итоги выполнения первого пятилетнего плана развития народного хозяйства ЗС РСР, Тифлис, 1934, таб. № 13, 15.
6. საქართველოს სსრ ოქტომბრის რევოლუციისა და სოც. მშენებლობის ცენტრ. სახელმწიფო არქივი, ფ. 819, ს. 1732, ფურც. 4—5.
7. საქართველოს სსრ მთავრობის 1926—1927 და 1927—1928 წწ. მოქმედების ანგარიში, ტფილისი, 1929, გვ. 269.
8. Народное хозяйство Закавказья в цифрах, Тифлис, 1927, стр. 313.
9. საქართველოს სსრ ოქტომბრის რევოლუციისა და სოც. მშენებლობის ცენტრ. სახელმწიფო არქივი, ფ. 819, ს. 1812, ფურც. 61.

მთ. რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.3.1958; შეკვ. № 325; ანაწყოების ზომა 7×11;  
ქაღალდის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 8,47;  
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 10,96; უე 02249; ტირაჟი 800



დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წმინდა სინოდის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური (10 სააღრიცხვო-საგამომცემლო) თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს, არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცილად თითოეულ ენაზე, სახეებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არაერთი შესწორებასა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საქირთა ილინიზნოს ეურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაწვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სითანადო ვნებზე უნდა ილინიზნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთ კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენილობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

აკადემიის მისამართი: თბილისი, კეკელიძის ქ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XX, № 3, 1958

Основное, грузинское издание