



საქართველოს სსრ
 მეცნიერებათა აკადემიის
 მოამბე

ტომი XXI, № 1

ძიარითარი, ქართული ზამთრება

1958

ი ვ ღ ი ს ი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
 თბილისი



1. ა. კალანდია. ჰერცის ტიპის ბრტყელი ამოკანა ცილინდრული სხეულების კუთხეზე	3
2. რ. ისახანოვი. ანალიზური ფუნქციათა თეორიის ზოგიერთი დიფერენციალური სასაზღვრო ამოცანის შესახებ	11
ფიზიკა	
3. ა. პატარაია. დამუხრუჭების გამოსხივების ეფექტური კვეთის გამოთვლა Z ² - და Z ³ -იანი წვერების გათვალისწინებით	19
გეოფიზიკა	
4. ვ. პაპალაშვილი. ზოგიერთი მონაცემი დედამიწის ქერქის სიმძლავრის შესახებ კასპიის ზღვის რაიონში	25
ასტრონომია	
5. ე. ხარაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და რ. ბართაია. დიფუზური ემისიური ხისლულებების და ვარსკვლავთ გროვების არეებში ვარსკვლავთ სპექტრული მახასიათებლების გამოკვლევისათვის	29
6. ა. ტორანჯაძე. მშთანთქმელი ფენის დისკრეტული სტრუქტურისა და გაზომვათა შემთხვევითი ცთომილებების გავლენის მხედველობაში მიღების შესახებ ვარსკვლავთ ფერის სიკარბეთა მეთოდით კოსმოსური შთანთქმის გამოკვლევისას ძივისა	37
7. ევ. ნანობაშვილი. მოლიბდატის გაგლენა წყალბადის ზეჟანგის კატალიზურ დაშლაზე ბიკრომატის თანაობით	43
ბიოქიმია	
8. ნ. ნუცუბიძე. კატენინების გარდაქმნები ლენის მადერიზაციის დროს	51
ბიომიქრობიოქიმია	
9. ნ. გოგიჩევა, კ. ქუთათელაძე და თ. მკედლოვ-პეტროსიანი. საქართველოს ზოგიერთი დოლომიტის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები	57
ბალეონტოლოგია	
10. ა. კოლაკოვსკი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრი-კორესპონდენტი) და ა. შაყრილი. ახალი დაფინსებრი დუბის პლიოცენურ ფლორაში	63
ბამბინა	
11. ე. ბაქრაძე. შენობების რხევათა პერიოდებისა და ამპლიტუდების ინსტრუმენტალური განსაზღვრა	69
12. ლ. აბელიშვილი და ლ. ტრაპაიძე. სატიერთო მატარებლების დამუხრუჭების მოსამზადებელი დროისა და სამუხრუჭო ძალის სიდიდების შესახებ	77
13. თ. ვოინიჩ-სიანოჟენცკი და გ. ლომთათიძე. ჰორიზონტალური წყალსაცემების შემდეგ ადგილობრივი გარეცხვის სიღრმის განსაზღვრა	83
ფიტოფათოლოგია	
14. ქ. ახვლედიანი. მალსეკოთი დაავადებული ლიმონის მერქნიდან ტოქსიკური ნივთიერების გამოყოფა	89
ფიზიოლოგია	
15. ა. ხირაქაძე. ზოგადი აირცვლის ძვრები ჩონჩხის ერთი კუნთის იზოლირებული ელემენტური გალიზიანებისას	91
ემსპერიმენტული ფიზიკა	
16. ვლ. ყლენტი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და ლ. შარაშიძე. ხანგრძლივი მედიკამენტური ძილის გავლენის შესახებ პერიფერიული ნერვის რეგენერაციაზე	97
17. გ. იოსელიანი. მორფოლოგიური ცვლილებები თირკმლებსა და ელენთაში, გამოწვეული შეუზღებითი მოვლენებით ქვედა ღრუ ვენის სისტემაში	103
18. ც. აბაქელია, თ. ჯაფარიძე და მ. გაჩეჩილაძე. ჰიპოთერმიის გავლენა სისხლის ცილების შემადგენლობაზე სხივური დაავადების დროს	109
ხელკომპონის ისტორია	
19. ლ. რჩეულიშვილი. „კოში საღვინოდ ნაგები“	115
ლიტერატურის ისტორია	
20. გ. აბხიანიძე. 60-იანი წლების რუსულ-ქართული ლიტერატურული ურთიერთობის ისტორიიდან	123



საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

გ ლ ა მ ბ ე

ტომი XXI

ძიკითარი, ქართული გაგონება

1958

7750
0547

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი



ა. კალანდია

ჰერცის ტიპის ბრტყელი ამოცანა ცილინდრული სხეულების
კუმფვაზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ვეჯუამ 6.2.1958)

ჩვენ განვიხილავთ ორი დრეკადი სხეულის თანახმების ამოცანას, როცა კონტაქტი ამ სხეულებს შორის მათი შემომსაზღვრელი ზედაპირების მნიშვნელოვან ნაწილზე ვრცელდება.

1. ვთქვათ, უსასრულო დრეკადი სხეულიდან ამოჭრილი წრიული ფორმის ხერეღში ჩასმულია სხვა დრეკადი მასალის წრიული დისკო, რომელსაც თავდაპირველად რამდენადმე უფრო მცირე რადიუსი აქვს. ვთქვათ, 1 და ρ , სათანადოდ, ხერელისა და დისკოს რადიუსებია. ჩვენ ვივლისხმებთ, რომ ისინი მცირედ განსხვავდებიან ერთიმეორისაგან¹.

ფიზიკურ სიბრტყედ $z = x + iy$ კომპლექსური ცვლადის სიბრტყე ავიღოთ და კოორდინატთა სათავე ავარჩიოთ დისკოს ცენტრში. ხერელის ცენტრი, ვიდრე დეფორმაცია მოხდებოდეს, $z_0 = i(1 - \rho)$ წერტილში იყოს; აღვნიშნოთ L_1 და L_0 -ით ხერელისა და დისკოს კონტურები.

ვივლისხმობთ, რომ მკუმშავი ძალები, რომლებიც განსახილავი სხეულების თანახმებას ახორციელებენ, განაწილებულია დისკოს კონტურის ზედა ნახევარწრეხაზზე, L'_0 რკალზე. ვთქვათ, გარე ძალების ნაკრები ვექტორი, რომლის სიდიდეს P -თი აღვნიშნავთ, კოორდინატთა სათავეზე გადის და მიმართულია y ღერძის საწინააღმდეგოდ. ამის გარდა ვღებულობთ, რომ ძაბვები და მობრუნება ნულის ტოლია უსასრულობაში.

განსახილავად შემოვიყვანოთ სიდიდეები, რომლებიც დაძაბულ მდგომარეობას ახასიათებენ (ძაბვის ფუნქციები, დრეკადი მუდმივები და სხვა) და მივუწეროთ მათ 1 და 0 ნიშნაკები, სათანადოდ, უსასრულო ფირფიტისა და წრიული დისკოს შემთხვევებში.

უსასრულობაში მიღებული პირობების თანახმად ძაბვის $\Phi_1(z)$ და $\Psi_1(z)$ კომპლექსურ ფუნქციებს დიდი $|z|$ -თვის ექნებათ სახე [1]

$$\Phi_1(z) = \frac{a}{z} + O(z^{-2}), \quad \Psi_1(z) = \frac{b}{z} + O(z^{-2}) \quad (1)$$

¹ იმ შემთხვევაში, როცა ρ მცირე სიდიდეა 1 -თან შედარებით, საკონტაქტო არეც შეიძლება მცირედ მივიჩნიოთ. ამ დაშვებით ამოცანა შეიძლება ცხადი სახით ამოიხსნას.

$$a = \frac{iP}{2\pi(1+\alpha)}, \quad b = \frac{i\alpha P}{2\pi(1+\alpha)}, \quad \alpha = 3 - 4\nu, \quad (2)$$

სადაც ν პუასონის კოეფიციენტი.

2. დავადგინოთ ამოცანის სასაზღვრო პირობები.

ერთმანეთს დავუკავშიროთ ნორმალური გადაადგილებანი $t = \rho e^{i\theta}$ და

$$t_1 = \frac{t}{\rho} + l$$

წერტილებისა, $l = i(I - \rho)$, რომლებიც სათანადოდ L_0 და L_1 რკალებზე მდებარეობენ და დეფორმაციის შემდეგ შეხებაში მოდიან მეორე სხეულის ზედაპირის წერტილებთან. ვთქვათ, $r = r_0(\theta)$, $r = r_1(\theta)$ და $r = r(\theta)$, სათანადოდ, L_0 -ის, L_1 -ისა და საკონტაქტო წირის განტოლებებია. წერტილი t პოლარული კოორდინატებით (r_0, θ) დეფორმაციის შემდეგ დაიკავეს ახალ $(r_0 + v_r^{(0)}, \theta + \delta\theta)$ მდებარეობას. ანალოგიურად, (r_1, θ_1) -კოორდინატებიანი t_1 წერტილი გადავა $(r_1 + v_r^{(1)}, \theta_1 + \delta\theta_1)$ მდებარეობაში. ეს წერტილები, პირობის თანახმად, საკონტაქტო წირზე უნდა მოხვდნენ და ამიტომ

$$r(\theta + \delta\theta) = r_0(\theta) + v_r^{(0)}, \quad r(\theta_1 + \delta\theta_1) = r_1(\theta_1) + v_r^{(1)}. \quad (3)$$

რადგანაც $I - \rho$ მცირე სიდიდეა, შეიძლება მივიღოთ $r(\theta + \delta\theta) = r(\theta_1 + \delta\theta_1)$, ეს კი (3)-ის ძალით იძლევა მიახლოებით ტოლობას

$$v_r^{(0)} - v_r^{(1)} = r_1(\theta_1) - r_0(\theta). \quad (4)$$

მეორე მხრივ, ადგილი დასანახავია, რომ

$$r_0(\theta) = \rho, \quad r_1(\theta_1) = \sqrt{I + (I - \rho)^2 + 2(I - \rho) \sin \theta}.$$

თუ აქ $I - \rho$ -ს მიმართ მეორე რიგის მცირე სიდიდეებს უკუვაგდებთ და r_1 -ის ნაპოვნ მნიშვნელობას (4)-ში შევიტანთ, მივიღებთ საძიებელ ტოლობას ([2], გვ. 144)

$$v_r^{(0)}(\theta) - v_r^{(1)}(\theta) = (I - \rho)(I + \sin \theta), \quad (5)$$

რომელსაც ადგილი უნდა ჰქონდეს საკონტაქტო რკალზე.

აღნიშნოთ γ და γ_1 -ით L_0 და L_1 კონტურების ის ნაწილები, რომელთა გასწვრივ დრეკადი სხეულები ერთმანეთს შეეხებიან დეფორმაციის შემდეგ. საკონტაქტო წირზე გადასვლისას ძაბვის მდგენელების უწყვეტობის გამო ადგილი აქვს ტოლობას

$$N_1(t_1) + iT_1(t_1) = N_0(t) + iT_0(t), \quad t \in \gamma, \quad t_1 \in \gamma_1, \quad (6)$$

სადაც N და T საზღვარზე მოქმედი გარე ძაბვების ნორმალური და მხები მდგენელებია სათანადოდ.

ამის გარდა,

$$N_0(t) + iT_0(t) = f_0(t) L'_0\text{-ზე,}$$

ამასთან $f_0 = f_1 + if_2$, L'_0 რკალზე მოცემულ საკმარისად გლუვ ფუნქციას აღნიშნავს; L_0 და L_1 კონტურების დანარჩენ ნაწილებზე კი, რომლებზედაც გარე ძალები არ მოქმედებენ, გვექნება

$$N = T = 0. \quad (8)$$

დასასრულ, ჩვენ ვიგულისხმებთ, რომ განსახილავ სხეულებს აბსოლუტურად გლუვი ზედაპირები აქვთ, რის გამოც

$$T_1 = 0 \text{ } \gamma_1\text{-ზე, } T_0 = 0 \text{ } \gamma\text{-ზე.} \quad (9)$$

ტოლობები (5)—(9) ამოცანის სასაზღვრო პირობებს იძლევიან.

3. გადავიდეთ ამოცანის ამოხსნაზე.

როგორც ცნობილია, ძაბვის $\Phi_1(\zeta)$, $\Psi_1(\zeta)$ ფუნქციებისათვის არის საზღვარზე ადგილი აქვს ტოლობას ([1], გვ. 145)

$$\Phi_1(t) + \overline{\Phi_1(t)} + \left(\frac{dt}{ds} \right)^2 [\bar{t}\Phi_1'(t) + \Psi_1(t)] = N_1 - iT_1, \quad (10)$$

ამასთან s აღნიშნავს L_1 წრეხაზის რკალს.

ერთეულრადიუსიანი წრის გარეთ პოლომორფულ $\Phi(\zeta)$ და $\Psi(\zeta)$ ფუნქციებში

$$\Phi(\zeta) = \Phi_1(\zeta), \quad \Psi(\zeta) = \Psi_1(\zeta), \quad \zeta = \zeta + l, \quad (11)$$

რომელთა ყოფაქცევა უსასრულობაში, (1)-ის თანახმად, განისაზღვრება ფორმულებით

$$\Phi(\zeta) = \frac{a}{\zeta} + O(\zeta^{-2}), \quad \Psi(\zeta) = \frac{b}{\zeta} + O(\zeta^{-2}). \quad (12)$$

(10) ტოლობა შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$\Phi(\sigma) + \overline{\Phi(\sigma)} - \sigma(1-l\sigma)\Phi'(\sigma) - \sigma^2\Psi(\sigma) = N - iT \text{ } \Gamma\text{-ზე.} \quad (13)$$

ამ ტოლობაში σ აღნიშნავს ζ კომპლექსური სიბრტყის ერთეულრადიუსიანი Γ წრეხაზის წერტილს,

$$N(\sigma) = N_1(t), \quad T(\sigma) = T_1(t) \text{ } L_0\text{-ზე.}$$

(13) ტოლობიდან $T_1 = 0$ L_1 -ზე და $N_1 = 0$ $L_1 - \gamma_1$ -ზე, სასაზღვრო პირობების ძალით, თუ აგრეთვე (12)-ს გავითვალისწინებთ, მივიღებთ (შდრ. [3], გვ. 390)

$$\Phi(\zeta) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma_1} \frac{Nd\sigma}{\sigma - \zeta} - \frac{b}{\zeta}, \quad (14)$$

$$\zeta(1-l\zeta)\Phi'(\zeta) + \zeta^2\Psi(\zeta) = b \left(\zeta - \frac{1}{\zeta} \right) + A_1, \quad |\zeta| < 1, \quad (15)$$

$$A_1 = -\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma_1} \frac{Nd\sigma}{\sigma}, \quad (16)$$

სადაც Γ_1 აღნიშნავს Γ -ს ნაწილს, რომელიც γ_1 რკალს შეესაბამება $\zeta = \zeta + l$ გარდაქმნით. ეს ფორმულები უცნობ Φ_1 , Ψ_1 ფუნქციებს გამოსახავენ N_1 ნორმალური ძაბვის მნიშვნელობათა საშუალებით საკონტაქტო γ_1 რკალზე, ამასთან N_1 და γ თავის მხრივ უცნობი სიდიდეებია. მაგალითად, (14)-დან

$$\Phi_1(\zeta) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma_1} \frac{N_1(t)dt}{t - \zeta} - \frac{b}{\zeta - l}.$$

(10) სასაზღვრო პირობას დრეკადი დისკოსათვის შემდეგი სახე აქვს:

$$\Phi_0(t) + \overline{\Phi_0(t)} - t\Phi'_0(t) - e^{2it}\Psi_0(t) = N_0 - iT_0 \quad L_0\text{-ზე}, \quad (17)$$

ამასთან Φ_0 , Ψ_0 ფუნქციები, რომლებიც დისკოს დაძაბულ მდგომარეობას ახასიათებენ, ჰოლომორფული ფუნქციებია $|\zeta| < \rho$ წრეში. უკანასკნელ ტოლობაში შეუღლებულ მნიშვნელობებზე გადასვლა მოგვეცემს

$$\Phi_0(t) + \overline{\Phi_0(t)} - \bar{t}\overline{\Phi'_0(t)} - \frac{\bar{t}^2}{\rho^2}\overline{\Psi_0(t)} = N_0 + iT_0 \quad L_0\text{-ზე}, \quad (18)$$

აქედან (14)-ის ანალოგიურად ვპოულობთ

$$\Phi_0(\zeta) + \overline{\Phi_0(0)} = \frac{1}{2\pi i} \int_{L_0} \frac{N_0 + iT_0}{t - \zeta} dt, \quad |\zeta| < \rho. \quad (19)$$

ჩვენ ყოველთვის შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ $J_m \Phi_0(0) = 0$, რის გამოც (19)-ის მარჯვენა მხარე $\zeta = 0$ წერტილზე ნამდვილი სიდიდე უნდა იყოს. ეს უკანასკნელი მოთხოვნა მიგვიყვანს პირობამდე

$$\int_{L'_0} \frac{f_2 dt}{t} = 0, \quad (20)$$

რომელიც L_0 კონტურზე მოდებული გარე ძალების ნაკრები ვექტორის ნულთან ტოლობას ნიშნავს. ჩვენ მივიღებთ, რომ ეს პირობა შესრულებულია და მაშინ

$$\Phi_0(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{N_0 dt}{t - \zeta} - A_0 + F_0(\zeta), \quad (21)$$

$$F_0(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_{L'_0} \frac{f_0 dt}{t - \zeta}, \quad A_0 = \frac{1}{4\pi i} \int_{L_0} \frac{N_0 dt}{t}. \quad (22)$$

$\Phi_0(\zeta)$ -ის განსაზღვრის შემდეგ $\Psi_0(\zeta)$ ფუნქციას ვაპოვიოთ (18)-დან გამომდინარე სასაზღვრო პირობიდან

$$t\Phi'_0(t) + \frac{t^2\Psi_0(t)}{\rho^2} - \bar{t}\overline{\Phi'_0(t)} - \frac{\bar{t}^2\overline{\Psi_0(t)}}{\rho^2} = 2iT_0 \quad L_0\text{-ზე}$$

შემდეგი ფორმულით

$$\zeta\Phi'_0(\zeta) + \frac{\zeta^2}{\rho^2}\Psi_0(\zeta) = \frac{1}{\pi} \int_{L'_0} \frac{f_2 dt}{t - \zeta}, \quad |\zeta| < \rho. \quad (23)$$

უკანასკნელი ფორმულით განსაზღვრული $\Psi_0(\zeta)$ ფუნქციის რეგულარობის მოთხოვნა დრეკადი სხეულის სტატიკის კარგად ცნობილ პირობებამდე მიგვიყვანს. ერთ-ერთი მათგანი (20) პირობაა. რაც შეეხება მეორეს,

$$\int_{L_0} \frac{N_0 - iT_0}{t^2} dt = 0,$$

რომელიც შეიძლება მიყვანილ იქნეს სახეზე

$$\int_{\gamma} N_0(t) dt = -P, \quad (24)$$

მას ჩვენ გამოვიყენებთ როგორც დამატებით პირობას N_0 და γ უცნობების განსასაზღვრავად.

ვისარგებლოთ ახლა (5) სასაზღვრო პირობით. თუ ამ ტოლობას ორჯერ გავაწარმოებთ φ -ით და მიღებულ ტოლობას შევკრებთ პირვანდელთან, მივიღებთ

$$v_r^{(0)}(\varphi) + \frac{d^2 v_r^{(0)}(\varphi)}{d\varphi^2} = v_r^{(1)}(\varphi_1) + \frac{d^2 v_r^{(1)}(\varphi_1)}{d\varphi^2} + 1 - \rho \quad t \in \gamma, \quad t_1 \in \gamma_1. \quad (25)$$

ცნობილი ფორმულის თანახმად, რომელიც მრუდწრიულ კოორდინატებში გადაადგილების მდგენელებს გამოსახავს ძაბვის კომპლექსური ფუნქციების საშუალებით, გვექნება ([1], გვ. 177)

$$2\mu_0 v_r^{(0)} = \operatorname{Re} \{ e^{i\varphi} [\alpha_0 \overline{\varphi_0(t)} - \bar{t} \varphi'_0(t) - \psi_0(t)] \} \quad L_0\text{-ზე}, \quad (26)$$

$$2\mu_1 v_r^{(1)} = \operatorname{Re} \{ e^{i\varphi} [\alpha_1 \overline{\varphi_1(t)} - \bar{t} \varphi'_1(t) - \psi_1(t)] \} \quad L_1\text{-ზე}, \quad (27)$$

ამასთან α კუთხეა, რომელსაც t წერტილში გავლებული L_1 კონტურის შიგა ნორმალი ადგენს x ღერძთან ($e^{i\alpha} = t - l$) და

$$\varphi'_0(t) = \Phi_0(z), \quad \psi'_0(z) = \Psi_0(z), \quad \varphi'_1(t) = \Phi_1(z), \quad \psi'_1(z) = \Psi_1(z).$$

თუ შევადგენთ (26)-ით განსაზღვრული $v_r^{(0)}$ -ის (25)-ის მარცხენა მხარეს, მხედველობაში მივიღებთ (17) და აგრეთვე $T_0 = 0$ γ -ზე პირობას, გვექნება

$$2\mu_0 \left[v_r^{(0)} + \frac{d^2 v_r^{(0)}}{d\varphi^2} \right] = \rho \operatorname{Re} \{ (\alpha_0 - 1) \Phi_0(t) - (\alpha_0 + 1) t \Phi'_0(t) + 2 \Phi_0(t) - N_0(t) \}. \quad (28)$$

ანალოგიურად, (27), (10) და $T_1 = 0$ L_1 -ზე პირობების თანახმად, თუ (27)-ში ვიგულისხმებთ $t = e^{i\varphi} + l$, გვექნება

$$2\mu_1 \left[v_r^{(1)} + \frac{d^2 v_r^{(1)}}{d\varphi^2} \right] = \operatorname{Re} \{ (\alpha_1 - 1) \Phi_1(t) - (\alpha_1 + 1) (t - l) \Phi'_1(t) + 2 \Phi_1(t) - N_1(t) \}. \quad (29)$$

ამ ფორმულების ძალით (25) შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$\begin{aligned} \rho \mu_1 \operatorname{Re} \{ \alpha_0 - 1 \} \Phi_0(t) - (\alpha_0 + 1) t \Phi'_0(t) + 2 \Phi_0(t) - N_0(t) \\ = \mu_0 \operatorname{Re} \{ (\alpha_1 - 1) \Phi(\sigma) - (\alpha_1 + 1) \sigma \Phi'(\sigma) + 2 \Phi(\sigma) - N(\sigma) \} \\ + 2\mu_0 \mu_1 (1 - \rho) \quad \gamma\text{-ზე}. \end{aligned} \quad (30)$$

თუ ვისარგებლებთ კოშის ტიპის ინტეგრალების სასაზღვრო ფორმულებით და მხედველობაში მივიღებთ, რომ γ და Γ_1 კონცენტრული წრეხაზების რკალებია, (14) და (21)-დან მივიღებთ (დაწვრილებით *ib.* [4], გვ. 126, 126-ა)⁽¹⁾

⁽¹⁾ ნაგულისხმებია, რომ ნორმალური ძაბვა ისპობა საკონტაქტო რკალის ბოლოებზე. ამის გარდა, მიღებულია აპრიორული დაშვება, რომლის ძალითაც $z = \pm \rho$ წერტილთა მცირე მიდამოები აღარ იქნებიან თანახმაში გარე სხეულის ზედაპირთან.

$$\operatorname{Re} \{ \Phi_0(t_0) - F_0(t_0) \} = \frac{N_0(t_0)}{2} - \frac{1}{4\pi i} \int_{L'_0} \frac{f_1(t) dt}{t},$$

$$\operatorname{Re} \{ t_0 [\Phi'_0(t_0) - F'_0(t_0)] \} = \frac{t_0}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{N'_0(t) dt}{t-t_0} \quad \Gamma\text{-ზე} \quad (31)$$

$$\operatorname{Re} \Phi(\sigma_0) = \frac{N(\sigma_0)}{2} - \frac{1}{4\pi i} \int_{\Gamma_1} \frac{N d\sigma}{\sigma} + \frac{b}{2} (\sigma_0 - \bar{\sigma}_0),$$

$$\operatorname{Re} \{ \sigma_0 \Phi'(\sigma_0) \} = -\frac{\sigma_0}{2\pi i} \int_{\Gamma_1} \frac{N'(\sigma) d\sigma}{\sigma - \sigma_0} - \frac{b}{2} (\sigma_0 - \bar{\sigma}_0) \quad \Gamma\text{-ზე}. \quad (32)$$

თუ ამ გამოსახვებს (30)-ში შევიტანთ და შევნიშნავთ, რომ (6) პირობის ძალით $N_0(t) = N(\sigma)$ Γ -ზე, $t = \rho\sigma$, ზოგიერთი გამარტივების შემდეგ მივიღებთ

$$\begin{aligned} kN_0(t_0) + \frac{t_0}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{N'_0(t) dt}{t-t_0} - \frac{h}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{N_0(t) dt}{t} \\ = pH_0(t_0) + \frac{qi}{2\pi} P\left(\frac{t_*}{\rho} - \frac{\rho}{t_0}\right) - m(1-\rho) \quad \Gamma\text{-ზე}, \end{aligned} \quad (33)$$

სადაც ნახმარია აღნიშვნები

$$k = \tau[\mu_0(\alpha_1 - 1) - \rho\mu_1(\alpha_0 - 1)], \quad h = \tau\mu_0(\alpha_1 + 1), \quad p = 2\tau\rho(\alpha_0 + 1)$$

$$q = 2\tau\mu_0\alpha_1, \quad m = 4\tau\mu_0\mu_1, \quad \tau = \frac{1}{\mu_0(\alpha_1 + 1) + \rho\mu_1(\alpha_0 + 1)} \quad (34)$$

$$H_0(t) = \operatorname{Re} \left\{ F_0(t) - tF'_0(t) - \frac{1}{2} F_0(0) \right\}. \quad (35)$$

ეს სწორედ საძიებელი განტოლებაა, საიდანაც N_0 და γ უნდა განისაზღვროს (24) ტოლობის დახმარებით. ამ ორი უცნობის განსაზღვრის შემდეგ ამოცანის ყველა დანარჩენი საძიებელი სიდიდე ცხადი სახით მოიცემა.

მივიყვანოთ ეს განტოლება რიცხვითი გამოთვლების თვალსაზრისით ხელსაყრელი სახით. (33)-ში ჩავსვათ

$$t = i\rho \frac{\xi - i\beta}{\xi + i\beta}, \quad \beta = \frac{\cos \varphi_*}{1 + \sin \varphi_*}, \quad (36)$$

სადაც φ_* საკონტაქტო γ რკალის იმ ბოლო t_* წერტილის პოლარული კუთხეა ($t_* = \rho e^{i\varphi_*}$), რომელიც γ ღერძის მარჯვნივ დევს.

(36) დამოკიდებულებას $|t| = \rho$ წრეხაზი ნამდვილ ღერძზე გადაყავს, ამასთან γ რკალი აისახება $[-1, 1]$ მონაკვეთზე. ელემენტარული გამოთვლების შემდეგ გვექნება

$$\frac{k\beta}{\xi^2 + \beta^2} N(\xi) - \frac{1}{2\pi} \int_{-1}^1 \frac{N'(\eta) d\eta}{\eta - \xi} - \frac{h\beta^2}{\pi(\xi^2 + \beta^2)} \int_{-1}^1 \frac{N(\eta) d\eta}{\eta^2 + \beta^2}$$

$$= \frac{\beta}{\xi^2 + \beta^2} \left[\rho H(\xi) + \frac{q\rho}{\pi} \frac{\xi^2 - \beta^2}{\xi^2 + \beta^2} - m(1 - \rho) \right], \quad (37)$$

$N(1) = N(-1) = 0$; $N(\xi) = N_0(t)$, $H(\xi) = H_0(t)$.
(24) ტოლობა კი შემდეგნაირად გარდაიქმნება:

$$\int_{-1}^1 \frac{\eta^2 - \beta^2}{(\eta^2 + \beta^2)^2} N(\eta) d\eta = \frac{P}{2\beta\rho}. \quad (38)$$

ამოვწეროთ H ფუნქცია იმ კერძო შემთხვევაში, როცა L'_0 -ზე მოქმედ გარე ძალებს შემდეგი სახე აქვთ:

$$X_n = 0, \quad Y_n = -\frac{P}{2\rho} \sin \vartheta \quad (0 \leq \vartheta \leq \pi). \quad (39)$$

მაშინ

$$N_0 + iT_0 = (X_n + iY_n) e^{-i\vartheta} = -\frac{P}{4\rho} \left(1 - \frac{\rho^2}{t^2} \right) L'_0\text{-ზე}$$

და ამიტომ

$$\rho F_0(\chi) = -\frac{P}{8\pi i} \int_{L_0} \left(1 - \frac{\rho^2}{t^2} \right) \frac{dt}{t - \chi}, \quad F_0(0) = -\frac{P}{8\rho}.$$

ამ ფორმულების ძალით მივიღებთ

$$\rho H(\xi) = \frac{P}{16} - \frac{P}{4} \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{2\pi i} \int_{L_0} \left(1 - \frac{\rho^2}{t^2} \right) \frac{t_1 - 2t}{(t_1 - t)^2} dt_1 \right\},$$

სადაც t -ში ნაგულისხმევა (36)-ის მარჯვენა მხარე. იმისათვის, რომ უკანასკნელ გამოსახვას გამოსათვლელად მოხერხებული სახე მივცეთ, მოვახდინოთ ცვლადის გარდაქმნა

$$t_1 = -i\rho \frac{\xi - i}{\xi + i},$$

რომელიც L'_0 რკალს ξ ღერძის $[-1, 1]$ მონაკვეთზე გადაიყვანს.

ამის შედეგად მივიღებთ

$$H(\xi) = \frac{16\rho}{P} \left\{ 1 - \frac{2}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{[\xi^2(2\eta^2 + 1) - \beta^2](\eta^2 - 1)}{(\eta^2 + 1)^2(\xi\eta + 1)^2} d\eta \right\}. \quad (41)$$

დასასრულს შევნიშნავთ, რომ აქ მოყვანილი მეთოდი საკმაოდ ეფექტურია მისი პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით. (37), (38) განტოლებათა რიცხვითი ამოსხნის მოხერხებული სქემა მოცემულია [3] შრომაში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გამოთვლითი ცენტრი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 30.1.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ნ. ი. მუსხელიშვილი. Некоторые основные задачи математической теории упругости. Изд. АН СССР, М.—Л., 1949.
2. ი. Я. Штаерман. Контактная задача теории упругости. Гостехиздат, 1949.
3. ა. ი. კალანდია. К контактным задачам теории упругости. Прикл. мат. и мех., т. 21, вып. 3, 1957.
4. ა. ი. კალანდია. Некоторые смешанные задачи теории упругости. Автореферат диссертации. Москва, 1955.

მათემატიკა

რ. ისახანოვი

 ანალიზურ ფუნქციებთან თეორიის ზოგიერთი დიფერენციალური
 სასაზღვრო ამოცანის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ვეჯამ 24.3.1958)

§ 1. შრომაში [1] ჩვენ განვიხილეთ შემდეგი სასაზღვრო ამოცანა:
 მოიძებნოს უსასრულოდ უსასრულო რიგის მქონე
 უბან-უბან ჰოლომორფული ფუნქცია $\Phi(\zeta)$ ⁽¹⁾, რომელიც არის
 საზღვარზე აკმაყოფილებს პირობას

$$\sum_{k=0}^m \left[A_k(t_0) \Phi^+(t_0) + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{R_k(t_0, t)}{t-t_0} \Phi^+(t) dt \right] + \sum_{k=0}^n \left[B_k(t_0) \Phi^-(t_0) + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{S_k(t_0, t)}{t-t_0} \Phi^-(t) dt \right] = g(t_0) \quad L\text{-ზე}, \quad (1)$$

სადაც L მარტივი გლუვი შეკრული კონტურია, ხოლო A_k, B_k, R_k, S_k, g ამ კონტურზე მოცემული H კლასის ფუნქციებია.

განვიხილოთ ახლა შემთხვევა, როცა L წარმოადგენს მრავლადმული არის საზღვარს. გარკვეულობისათვის დავუშვათ, რომ L შედგება L_0, L_1, \dots, L_p გლუვი შეკრული ურთიერთარაგადამკვეთი კონტურებისაგან, რომელთაგან L_0 მოიცავს ყველა დანარჩენს. L -ით შემოსაზღვრული მრავლადმული არე აღვნიშნოთ S^+ -ით, ხოლო $S^+ + L$ -ის დამატება მთელ სიბრტყეში S^- -ით. ვიგულისხმობთ, რომ წერტილი $\zeta=0$ მოთავსებულია S^+ -ში.

ისევე, როგორც ერთი შეკრული კონტურის შემთხვევაში, აქაც შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ (1) ამოცანის ყოველი უსასრულოდ უსასრულო ამოხსნა წარმოიდგინება ფორმულით

$$\Phi(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_L Q(\zeta, t) \mu(t) dt, \quad \text{როცა } \zeta \in S^+, \\ \Phi(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_L T(\zeta, t) \mu(t) dt, \quad \text{როცა } \zeta \in S^-, \quad (2)$$

სადაც

$$Q(\zeta, t) = \frac{1}{t-\zeta}, \quad \text{როცა } m=0, \quad T(\zeta, t) = \frac{1}{t-\zeta}, \quad \text{როცა } n=0,$$

(¹ ჩვენ ვისარგებლებთ აღნიშვნებით და ტერმინებით, რომლებიც მოყვანილია აკად. ნ. მუსხელიშვილის წიგნში [2].)

$$Q(\zeta, t) = \frac{t^{m-1}}{(-1)^m (m-1)! \zeta^m} \left(1 - \frac{\zeta}{t}\right)^{m-1} \ln\left(1 - \frac{\zeta}{t}\right) - \sum_{k=1}^{m-1} \frac{\xi_k t^{m-k-1}}{\zeta^{m-k}}, \text{ როცა } m > 0, \quad (3)$$

$$T(\zeta, t) = -\frac{\zeta^{n-1}}{(n-1)! t^n} \left(1 - \frac{t}{\zeta}\right)^{n-1} \ln\left(1 - \frac{t}{\zeta}\right) + \sum_{k=1}^{n-1} \frac{\eta_k \zeta^{n-k-1}}{t^{n-k}}, \text{ როცა } n > 0,$$

$$\mu(t) = [t^m \Phi^+(t)]^{(m)} - t^n \Phi^-(t).$$

(3) ფორმულებში მონაწილე ξ_k და η_k გარკვეული მუდმივებია.

ადვილი შესამჩნევია, რომ (2) ფორმულით განსაზღვრული $\Phi(\zeta)$ ფუნქცია არ იქნება ცალსახა ნებისმიერი $\mu(t)$ -თვის. $\Phi(\zeta)$ ფუნქციის ცალსახაობისათვის აუცილებელია და საკმარისი შემდეგი პირობების შესრულება:

$$\int_{L_k} t^j \mu(t) dt = 0, \quad k = 1, 2, \dots, p, \quad j = 0, 1, \dots, m-1. \quad (4)$$

თუ გავიმეორებთ ერთი კონტურის შემთხვევაში ჩატარებულ მსჯელობას, მივიღებთ ინტეგრალურ განტოლებას

$$A(t_0) \mu(t_0) + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{K(t_0, t) \mu(t) dt}{t - t_0} = F(t_0), \quad (5)$$

სადაც A , K და F H კლასის გარკვეული ფუნქციებია. ამრიგად, (1) სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის საკითხი დაყვანილია (5) სინგულარული ინტეგრალური განტოლების ისეთი ამოხსნების მოძებნამდე, რომლებიც (4) პირობებს აკმაყოფილებენ. ი. ვეკუას მიერ [3] შრომაში ნაჩვენები გზით შესაძლებელია აიგოს ისეთი განტოლება, რომლის ამოხსნების საშუალებით მიიღება (1) ამოცანის ყველა ამოხსნა ყოველგვარი დამატებითი პირობის გარეშე. ამ მიზნით ავაგოთ H კლასის ფუნქციათა სისტემა $\chi_{0k}(t)$, $\chi_{1k}(t)$, ..., $\chi_{m-1,k}(t)$, რომელიც ბიორთოგონალურია $1, t, \dots, t^{m-1}$ ფუნქციებისა L_k -ზე¹, ე. ი. ისეთი, რომ

$$\int_{L_k} t^i \chi_{jk}(t) dt = \delta_{ij} \quad (k = 1, 2, \dots, p),$$

სადაც

$$\delta_{ij} = 0 \text{ თუ } i \neq j, \quad \delta_{ii} = 1.$$

განვიხილოთ ფუნქციები

$$\mu_k(t) = \omega_k(t) - \sum_{j=0}^{m-1} \chi_{jk}(t) \int_{L_k} \omega_k(\tau) \tau^j d\tau, \quad t \in L_k. \quad (6)$$

$$(k = 1, 2, \dots, p).$$

¹ ასეთი სისტემის აგება ადვილად შეიძლება (იხ. მაგ. [2], დამატება III).

ცხადია, რომ ეს ფუნქციები აკმაყოფილებენ (4) პირობებს, როგორც არ უნდა იყვნენ $\omega_k(t)$ ფუნქციები. პირიქითაც, თუ $\mu(t)$ ფუნქცია (4) პირობებს აკმაყოფილებს, მაშინ მისი წარმოდგენა შეიძლება (6) სახით ($\mu_k(t)$ აღნიშნავს $\mu(t)$ ფუნქციის მნიშვნელობას L_k -ზე). გარდა ამისა, $\mu_k(t)$ და $\omega_k(t)$ ფუნქციები ერთდროულად აკმაყოფილებენ, ან არ აკმაყოფილებენ H პირობას. (6) ფორმულები ასე გადავწეროთ:

$$\mu(t) = \omega(t) - \int_L \omega(\tau) \lambda(t, \tau) d\tau, \quad (7)$$

სადაც

$$\lambda(t, \tau) = \sum_{j=0}^{m-1} \chi_{jk}(t) \tau^j,$$

როცა

$$t \in L_k, \tau \in L_k (k = 1, 2, \dots, p) \text{ და } \lambda(t, \tau) = 0$$

ყველა დანარჩენ შემთხვევაში.

თუ (7)-ს შევიტანთ (5) განტოლებაში, მივიღებთ განტოლებას

$$A(t_0) \omega(t_0) + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{K^*(t_0, t) \omega(t) dt}{t - t_0} = F(t_0), \quad (8)$$

სადაც

$$K^*(t_0, t) = K(t_0, t) - \pi i A(t_0) (t - t_0) \lambda(t_0, t) - (t - t_0) \int_L \frac{K(t_0, \tau) \lambda(\tau, t) d\tau}{\tau - t_0}. \quad (9)$$

(8) და (9) ფორმულების ძალით ცხადია, რომ (8) განტოლების ინდექსი იგივეა, რაც (6)-ისა. თუ $\omega(t)$ (8) განტოლების ამოხსნაა, მაშინ (7) ფორმულით განსაზღვრული $\mu(t)$ ფუნქცია (2) ფორმულის საშუალებით მოგვეცემს (1) სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნას.

§ 2. შეიძლება დამტკიცდეს, რომ, თუ $\Phi(\zeta)$ ისეთი უსასრულოში ქრობადი უბან-უბან ჰოლომორფული ფუნქციაა, რომლის წარმოებულების სასაზღვრო მნიშვნელობანი $\Phi^+(t)$ და $\Phi^-(t)$ ეკუთვნიან H^* კლასს, მაშინ ის წარმოიდგინება (2) ფორმულით. ამ შემთხვევაში $\mu(t)$ ეკუთვის H^* კლასს. მტკიცდება, რომ $\Phi(\zeta)$ ფუნქციის და მისი წარმოებულების სასაზღვრო მნიშვნელობანი

$$\Phi^+(t) (k = 0, 1, \dots, m-1) \text{ და } \Phi^-(t) (k = 0, 1, \dots, n-1)$$

აკმაყოფილებენ H პირობას ყველგან L -ზე. ახლა შეგვიძლია განვიხილოთ (1) ამოცანა, როდესაც კოეფიციენტები განიცდიან პირველი გვარის წყვეტას⁽¹⁾. საძიებელი $\Phi(\zeta)$ ფუნქციისაგან მოითხოვება, რომ არსებობდნენ წარმოებულების სასაზღვრო მნიშვნელობანი $\Phi^+(t)$ და $\Phi^-(t)$ ყველგან, გარდა, შესაძ-

⁽¹⁾ იხ. აგრეთვე ი. კრიკუნოვის შრომა [4].

ლებელია, კოეფიციენტების წყვეტის წერტილებისა, ხოლო წყვეტის წერტილების მახლობლად დაცული უნდა იყოს პირობები

$$|\Phi^{(m)}(z)| < \frac{C}{|z-c|^\alpha}, \quad \text{როცა } z \in S^+,$$

$$|\Phi^{(n)}(z)| < \frac{C}{|z-c|^\alpha}, \quad \text{როცა } z \in S^-$$

($0 \leq \alpha < 1$, C -მუდმივია).

§ 3. შრომაში [1] განხილულია ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლება შეკრული კონტურის შემთხვევაში. დავუშვათ ახლა, რომ

$$L = \sum_{k=1}^p L_k$$

გლუვი გახსნილი არაგადამკვეთი $L_k = a_k b_k$ რკალების ერთიანობაა. ბოლოების აღნიშვნა ისეა შერჩეული, რომ დადებითი მიმართულება L_k -ზე არის მიმართულება a_k -დან b_k -კენ. განვიხილოთ განტოლება

$$\alpha_m(t_0) \varphi^{(m)}(t_0) + \frac{\beta_m(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{\varphi^{(m)}(t) dt}{t-t_0} + \int_L k_m(t_0, t) \varphi^{(m)}(t) dt + \sum_{r=0}^{m-1} \left[\alpha_r(t_0) \varphi^{(r)}(t_0) + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{k_r(t_0, t) \varphi^{(r)}(t) dt}{t-t_0} \right] = f(t_0), \quad (10)$$

სადაც $\alpha_m, \beta_m, k_m, \alpha_r, k_r, f \in H$ კლასის ნოცემული ფუნქციებია, $\varphi(t)$ საძიებელი ფუნქციაა. ვეძებთ ამ განტოლების ისეთ ამოხსნებს, რომელთა m -ური რიგის წარმოებული $\varphi^{(m)}(t)$ ეკუთვნის H^* კლასს. (10) სახის განტოლება უფრო ადრე შესწავლილი იყო ლ. მალნარაძისა [5] და ნ. გეკუას [6] შრომებში. ქვემოთ მოგვყავს ამ განტოლების შესწავლის ახალი მეთოდი.

შევავსოთ L კონტური ერთ შეკრულ მარტივ გლუვ Γ კონტურამდე რაიმე $b_k a_{k+1}$ რკალების საშუალებით. დამატებით ნაწილებზე განვაგრძოთ $\varphi(t)$ ფუნქცია ისე, რომ მიღებული ფუნქცია იყოს უწყვეტი Γ -ზე თავისი წარმოებულებით $m-1$ რიგამდე. ასეთი გაგრძელება შეიძლება ვაწარმოოთ, მაგალითად, შემდეგი პოლინომების საშუალებით

$$P_k(t) = \sum_{s=0}^{m-1} \alpha_s^{(k)} (t-a_{k+1})^s + (t-a_{k+1})^m \sum_{s=0}^{m-1} \beta_s^{(k)} (t-b_k)^s, \quad \text{როცა } t \in b_k a_{k+1},$$

სადაც მუდმივები $\alpha_s^{(k)}$ და $\beta_s^{(k)}$ ადვილად განისაზღვრებიან $\varphi(t)$ ფუნქციისა და მისი $m-1$ რიგამდე წარმოებულების მნიშვნელობებით ბოლოებზე. შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ

$$P_k(t) = \sum_{s=0}^{m-1} [\omega_{sk}(t) \varphi^{(s)}(a_{k+1}) + \chi_{sk}(t) \varphi^{(s)}(b_k)], \quad (11)$$

სადაც $\omega_{sk}(t)$ და $\chi_{sk}(t)$ გარკვეული პოლინომებია, $\varphi(t)$ -გან დამოუკიდებელი. Γ კონტურზე ამგვარად განსაზღვრული ფუნქცია აღვნიშნოთ $\psi(t)$ -თი. ეს ფუნქცია იქნება შემდეგი განტოლების ამოხსნა:

$$A_m(t) \psi^{(m)}(t_0) + \frac{B_m(t_0)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\psi^{(m)}(t) dt}{t-t_0} + \int_{\Gamma} K_m(t_0, t) \psi^{(m)}(t) dt + \sum_{r=0}^{m-1} \left[A_r(t_0) \psi^{(r)}(t_0) + \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{K_r(t_0, t) \psi^{(r)}(t) dt}{t-t_0} \right] = F(t_0), \quad (12)$$

სადაც

$$A_r(t_0) = \alpha_r(t_0), \quad B_m(t_0) = \beta_m(t_0),$$

$$F(t_0) = f(t_0) + \sum_{k=1}^p \frac{\beta_m(t_0)}{\pi i} \int_{b_k a_{k+1}} \frac{P_k^{(m)}(t) dt}{t-t_0} \quad L\text{-ზე,}$$

$$A_r(t_0) = 0, \quad \text{როცა } r < m,$$

$$A_m(t_0) = 1, \quad B_m(t_0) = 0, \quad F(t_0) = P_k^{(m)}(t_0) \quad b_k a_{k+1}\text{-ზე,}$$

$$K_r(t_0, t) = k_r(t_0, t), \quad \text{როცა } t_0, t \in L,$$

$$K_r(t_0, t) = 0, \quad \text{როცა } t_0 \notin L \text{ ან } t \notin L.$$

განვიხილოთ ფუნქცია

$$\Psi(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\psi(t) dt}{t-\zeta}. \quad (13)$$

(12)-ის თანახმად $\Psi(\zeta)$ იქნება შემდეგი სასაზღვრო ამოცანის უსასრულოდში ქრობადი ამოხსნა:

$$A_m(t_0) [\Psi^+(t_0) - \Psi^-(t_0)] + B_m(t_0) [\Psi^+(t_0) + \Psi^-(t_0)] + \int_{\Gamma} K_m(t_0, t) [\Psi^+(t) - \Psi^-(t)] dt + \sum_{r=0}^{m-1} \left\{ A_r(t_0) [\Psi^+(t_0) - \Psi^-(t_0)] + \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{K_r(t_0, t) [\Psi^+(t) - \Psi^-(t)] dt}{t-t_0} \right\} = F(t_0) \quad \Gamma\text{-ზე.} \quad (14)$$

§ 2-ში თქმულის ძალით $\Psi(\zeta)$ შეიძლება ვეძებოთ (2) სახით. $\mu(t)$ -თვის მივიღებთ განტოლებას:

$$\begin{aligned}
 & \frac{A_m(t_0)}{t_0^m} \mu(t_0) + \frac{A_m(t_0)}{2\pi i} \int_{\Gamma} [Q_m(t_0, t) - T_m(t_0, t)] \mu(t) dt \\
 & + \frac{B_m(t_0)}{2\pi i} \int_{\Gamma} [Q_m(t_0, t) + T_m(t_0, t)] \mu(t) dt \\
 & + \sum_{r=0}^{m-1} \left\{ \frac{A_r(t_0)}{2\pi i} \int_{\Gamma} [Q_r(t_0, t) - T_r(t_0, t)] \mu(t) dt \right. \\
 & \left. + \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma} \mu(t) dt \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{K_r(t_0, t_1) [Q_r(t_1, t) - T_r(t_1, t)] dt_1}{t_1 - t_0} \right\} \quad (15) \\
 & + \int_{\Gamma} K_m(t_0, t) \frac{\mu(t)}{t^m} dt + \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \mu(t) dt \int_{\Gamma} K_m(t_0, t_1) [Q_m(t_1, t) \\
 & - T_m(t_1, t)] dt_1 = F(t_0).
 \end{aligned}$$

(15) წარმოადგენს კარგად შესწავლილ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებას. მის მარჯვენა მხარეში მონაწილეობენ ნებისმიერი მუდმივები, რომლებიც (11)-ის თანახმად წარმოადგენენ საძიებელი $\varphi(t)$ ფუნქციისა და მისი $m-1$ რიგამდე წარმოებულების მნიშვნელობებს ბოლოებზე. (15) განტოლების ამოხსნის საშუალებით (12) განტოლების ამოხსნა მოიცემა ფორმულით

$$\psi(t_0) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} [Q(t_0, t) - T(t_0, t)] \mu(t) dt. \quad (16)$$

ცხადია, როცა $t_0 \in L$ ეს ფორმულა გვაძლევს (10) განტოლების ამოხსნას.

ამავე გზით შეიძლება აგებულ იქნეს (10) ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლების ეკვივალენტური განტოლება, როდესაც L წარმოადგენს შეკრულ კონტურს, მაგრამ კოეფიციენტებს აქვთ წყვეტის წერტილები.

§ 4. ვთქვათ, L მარტივი გლუვი შეკრული კონტურია, რომლის მხების მიერ შედგენილი კუთხე რაიმე მუდმივ მიმართულებასთან აკმაყოფილებს H პირობას. დავუშვათ, რომ

$$\alpha_0(t), \alpha_1(t), \dots, \alpha_{m-1}(t), \beta_0(t), \beta_1(t), \dots, \beta_{m-1}(t), \gamma_0(t), \gamma_1(t), \dots, \gamma_{n-1}(t)$$

და $\delta_0(t), \delta_1(t), \dots, \delta_{n-1}(t)$

L კონტურზე მოცემული ფუნქციებია, რომლებიც L კონტურს ურთიერთცალსახად გადასახავენ თავის თავში. გარდა ამისა, ვთქვათ, რომ $\alpha_m(t) = \beta_m(t)$ აგრეთვე L -ზე მოცემული ფუნქციაა, რაქელსაც L კონტური გადაჰყავს თავის თავში ურთიერთცალსახად და მიმართულების შენარჩუნებით და რომ არსებობს ნულისაგან განსხვავებული წარმოებულ $\alpha'_m(t)$, რომელიც აკმაყოფილებს H პირობას.

განვიხილოთ ასეთი სასაზღვრო ამოცანა

მოიძებნოს უსასრულოდ უსასრულო რიგის მქონე, უბან-უბან ჰოლომორფული $\Phi(\zeta)$ ფუნქცია სასაზღვრო პირობით

$$\sum_{k=0}^m \left\{ A_k(t_0) \Phi^+[\alpha_k(t_0)] + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{R_k(t_0, t)}{t-t_0} \Phi^+[\beta_k(t)] dt \right\} + \sum_{k=0}^n \left\{ B_k(t_0) \Phi^-[\gamma_k(t_0)] + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{S_k(t_0, t)}{t-t_0} \Phi^-[\delta_k(t)] dt \right\} = g(t_0) \quad L\text{-ზე.} \quad (17)$$

აქ A_k, B_k, R_k, S_k, g, H კლასის მოცემული ფუნქციებია, ხოლო $\gamma_n(t) = \delta_n(t) = t$.

დ. კვესელავას მიერ [7] შრომაში მოყვანილი ერთ-ერთი ლემის გამოყენებით მტკიცდება შემდეგი

თეორემა. უსასრულოდ უსასრულო რიგის მქონე ყოველი უბან-უბან ჰოლომორფული $\Phi(\zeta)$ ფუნქცია, რომლის წარმოებულების სასაზღვრო მნიშვნელობანი $\Phi^+(t)$ და $\Phi^-(t)$ აკმაყოფილებენ H პირობას, ცალსახად წარმოიდგინება შემდეგი სახით:

$$\Phi(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_L Q(\zeta, t) \mu[\omega(t)] dt \quad S^+\text{-ში,}$$

$$\Phi(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_L T(\zeta, t) \mu(t) dt + P(\zeta) \quad S^-\text{-ში,} \quad (18)$$

სადაც $\mu(t)$ არის

$$K\mu \equiv \mu(t_0) + \frac{1}{2\pi i} \int_L \left[\frac{\alpha'_m(t)}{\alpha_m(t) - \alpha_m(t_0)} - \frac{1}{t-t_0} \right] \mu(t) dt = [\tau^m \Phi^+(\tau)]_{\tau=\alpha_m(t_0)}^{(m)} - t_0^n \Phi^-(t_0) + t_0^n P^{(n)}(t_0)$$

ფრედგოლმის განტოლების ამოხსნა, $\omega(t)$ არის $\alpha_m(t)$ ფუნქციის შებრუნებული ფუნქცია, ხოლო $P(\zeta)$ კი $-\Phi(\zeta)$ ფუნქციის მთავარი ნაწილი უსასრულოდ უსასრულოდ.

ამ თეორემის გამოყენებით მიიღება (17) სასაზღვრო ამოცანის ეკვივალენტური სინგულარული ინტეგრალური განტოლება

$$N_\mu \equiv M(t_0) \mu(t_0) + \frac{1}{\pi i} \int_L N(t_0, t) \mu(t) dt = F(t), \quad (19)$$

სადაც M, N, F გარკვეული ფუნქციებია. იმისათვის, რომ ეს განტოლება იყოს ნორმალური სახის, საჭიროა დაცულ იქნეს პირობები:

$$R_m(t_0, t_0) + A_m(t_0) \neq 0, \quad S_n(t_0, t_0) - B_n(t_0) \neq 0 \quad \text{ყველგან } L\text{-ზე.}$$





როგორც ცნობილია, (19) განტოლების ამოხსნადობისათვის აუცილებელია და საკმარისი, რომ $F(t_0)$ იყოს ორთოგონალური $Nv' = 0$ მიკავშირებული ერთგვაროვანი განტოლების ამოხსნებისა.

მტკიცდება, რომ განტოლება $Nv' = 0$ ეკვივალენტურია ფუნქციონალური განტოლებისა $\Psi(z) \equiv 0$, სადაც

$$\Psi(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \Omega_1(t, z) v(t) dt \quad S^- \text{-ში,}$$

$$\Psi(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \Omega_2(t, z) v(t) dt \quad S^+ \text{-ში,}$$

ხოლო

$$\Omega_1(t, z) = \sum_{k=0}^m \left\{ A_k(t) Q_k[\alpha_k(t), z] + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{R_k(t, t_1)}{t_1 - t} Q_k[\beta_k(t_1), z] dt_1 \right\},$$

$$\Omega_2(t, z) = - \sum_{k=0}^n \left\{ B_k(t) T_k[\gamma_k(t), z] + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{S_k(t, t_1)}{t_1 - t} T_k[\delta_k(t_1), z] dt_1 \right\}.$$

ახლა, ისევე როგორც შრომაში [1], ანალიზურ ფუნქციათა ერთადერთობის ცნობილი თეორემების გამოყენებით განტოლება $\Psi(z) \equiv 0$ შეგვიძლია შევცვალოთ სხვა ეკვივალენტური პირობებით.

სავსებით ანალოგიურად შეიძლება განხილულ იქნეს დიფერენციალური სასაზღვრო ამოცანები, რომლებიც შეესაბამებიან დ. კვესელავას მიერ იმავე [7] შრომაში შესწავლილ სხვა ამოცანებს.

ზემოთ მიღებული შედეგები შეიძლება განზოგადდეს სისტემებისთვისაც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რახმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 24.3.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. რ. ისახანოვი, წრფივი შეუღლების დიფერენციალური სასაზღვრო ამოცანა და მისი გამოყენება ინტეგრირ-დიფერენციალურ განტოლებათა თეორიაში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XX, № 6, 1958.
2. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения, М.—Л., 1946.
3. И. Н. Векуа. Дополнения к работе: «Об одном новом интегральном представлении аналитических функций и его приложений». Сообщ. АН Груз. ССР, т. II, № 8, 1941.
4. Ю. М. Крикунов. Обобщенная краевая задача Римана и линейное сингулярное интегро-дифференциальное уравнение. Уч. зап. Казанского ун-та, т. 116, кн. 4, 1956.
5. Л. Г. Магнарадзе. Теория одного класса линейных сингулярных интегро-дифференциальных уравнений. Сообщения АН ГССР, т. IV, № 2, 1943.
6. Н. П. Векуа. Об одной системе сингулярных интегро-дифференциальных уравнений... Труды Тбилисского мат. института, т. 24, 1957.
7. Д. А. Квеселова. Некоторые граничные задачи теории функций. Труды Тбилисского мат. инст., т. 16, 1948.

ა. პატარია

დამუხრუჭების გამოსხივების ეფექტური კვეთის გამოთვლა Z^2 - და Z^3 -იანი წყვრების ბათვალისწინებით

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისომ 4.11.1957)

დამუხრუჭებითი გამოსხივების მოვლენებში ნაწილაკზე უფრო მძიმე ატომის გულის მოქმედება შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც გარეშე ველის მოქმედება. ამიტომ დამუხრუჭებითი გამოსხივების ეფექტური კვეთის გამოსათვლელად საკმარისია ვიცოდეთ ნაწილაკის ტალღური ფუნქცია ატომის გულის კულონურ ველში. არარელატიურ მიახლოებაში ცნობილია ტალღური ფუნქცია კულონურ ველში. ამ ფუნქციის გამოყენებით დამუხრუჭებითი გამოსხივების ეფექტური კვეთი ზუსტად ამოიხსნება.

დამუხრუჭული ნაწილაკის რელატიური ენერგიებისათვის ტალღური ფუნქცია კულონურ ველში ცნობილია მხოლოდ სფერულ კოორდინატებში. დამუხრუჭებითი გამოსხივების ეფექტური კვეთის გამოსათვლელად ასეთი ფუნქციების გამოყენებისას ვღებულობთ ამოუხსნადი ინტეგრალების მწკრივს.

ჩვენი მიზანია [1] შრომაში მოცემული ფუნქციების საშუალებით მივიღოთ დამუხრუჭებითი გამოსხივების ეფექტური კვეთი Z^2 და Z^3 -კოეფიციენტებიანი წვევრებით (Z გულის მუხტია).

1. ელექტრონის დამუხრუჭებითი გამოსხივება

ცნობილია, რომ დამუხრუჭებითი გამოსხივების ეფექტური კვეთი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$d\sigma = \frac{2\pi}{h} \cdot \frac{\varepsilon_1}{p_1 c} |H|^2 \rho, \quad (1.1)$$

სადაც ε_1 და $p_1 = |\vec{p}|$ არის დაცემული ელექტრონის ენერგია და იმპულსი, ხოლო ρ ბოლო მდგომარეობის სიმკვრივეა $d\Omega_2$ -სხეულოვან კუთხეში მოძრავი ფოტონისა და $d\Omega_2$ -სხეულოვან კუთხეში მოძრავი ელექტრონისა, ე. ი.

$$\rho = (mc^2)^5 \cdot \frac{p_2 \varepsilon_2 k^2 dk d\Omega_2 d\Omega_k}{(2\pi\hbar c)^6}, \quad (1.2)$$

აქ ε_2 და p_2 არის m მასის მქონე ელექტრონის ენერგია და იმპულსი, ხოლო k —ფოტონის ენერგია.

შრომაში ვსარგებლობთ შემდეგი ერთეულებით: ენერგიის ერთეულია mc^2 , იმპულსის ერთეულია mc , ხოლო კოორდინატის ერთეული — $\frac{h}{mc}$.

H გადასვლის მატრიცული ელემენტი შემდეგნაირად გამოისახება:

$$H = C_1 \int \psi_2(\vec{r})(\vec{\alpha}\vec{\epsilon}) e^{-i(\vec{k}\vec{r})} \psi_1(\vec{r}) d\vec{r}, \quad (1.3)$$

სადაც \vec{k} და $\vec{\epsilon}$ ფოტონის იმპულსი და პოლარიზაციაა, ხოლო

$$C_1 = -ehc \sqrt{\frac{2\pi}{K \cdot mc^2}} \left(\frac{h}{mc}\right)^3. \quad (1.4)$$

ელექტრონის საწყისი და საბოლოო მდგომარეობის ტალღური ფუნქციები [1] $\psi_1(\vec{r})$ და $\psi_2(\vec{r})$, რომლებიც იძლევიან ეფექტურ კვეთში Z^2 და Z^3 -იან წვევებს (და ზოგიერთ Z_1^4 , Z_1^5 ... და ა. შ. წვევებს), შემდეგნაირად გამოისახება:

$$\begin{aligned} \psi_1(\vec{r}) = N_1 \cdot \left\{ e^{i(\vec{p}_1\vec{r})} \left[1 - \frac{i(\vec{\alpha}\vec{\nabla}_r)}{2r_1} F(ia_1, 1; ip_1 r - i(\vec{p}_1 \cdot \vec{r})) - \frac{1}{4\pi} \int \frac{e^{i(\vec{p}_1\vec{r}) + ip(\vec{r} - \vec{p}_1)}}{|\vec{r} - \vec{r}_1|} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \left[\frac{a}{2\epsilon_1} \left(\vec{\alpha}\vec{\nabla} \frac{1}{r_1} \right) \left(\vec{\alpha}\vec{\nabla}_{r_1} \right) - \frac{a^2}{r_1^2} \right] \cdot F(ia_1, 1; ip_1 r_1 - i(\vec{k}_1 \vec{r}_1)) d\vec{r}_1 \right\} u_1, \quad (1.5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \psi_2(\vec{r}) = N_2 \left\{ e^{i(\vec{p}_2\vec{r})} \left[1 - \frac{i(\vec{\alpha}\vec{\nabla}_r)}{2\epsilon_2} \right] F(-ia_2, 1; -ip_2 r - i(\vec{p}_2 \cdot \vec{r})) - \right. \\ \left. - \frac{1}{4\pi} \int \frac{e^{i(\vec{p}_2\vec{r}) - ip|\vec{r} - \vec{r}_1|}}{|\vec{r} - \vec{r}_1|} \left[\frac{a}{2\epsilon_2} \left(\vec{\alpha}\vec{\nabla} \frac{1}{r_1} \right) \left(\vec{\alpha}\vec{\nabla}_{r_1} \right) - \frac{a_2}{r_1^2} \right] F(-ia_2, 1; -ip_2 r_1 - \right. \\ \left. - i(\vec{p}_2 \vec{r}_1)) d\vec{r}_1 \right\} u_2, \quad (1.6) \end{aligned}$$

სადაც u_1 და u_2 თავისუფალი ელექტრონის საწყისი და საბოლოო მდგომარეობის ბისპინორები. ამასთანავე $a = \frac{Ze^2}{hc}$, $a_1 = a \cdot \frac{\epsilon_1}{p_1}$, $a_2 = a \cdot \frac{\epsilon_2}{p_2}$, ხოლო

$$N_1 = e^{\frac{\pi a_1}{2}} \Gamma(1 - ia_1), \quad N_2 = e^{-\frac{\pi a_2}{2}} \Gamma(1 + ia_2). \quad (1.7)$$

ეფექტური კვეთის გამოსახულება (1,1) უნდა გავასაზუალოთ დაცემული ელექტრონის სპინური მდგომარეობის მიხედვით და შევავამოთ გაბნეული ელექტრონის სპინური მდგომარეობისა და ფოტონის პოლარიზაციის მიხედვით. ზემოთ ნათქვამი ოპერაციების შესრულების შემდეგ ეფექტური კვეთი Z^2 და Z^3 -იანი წვევებით შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$d\sigma = \frac{Z^2}{\pi^2} \cdot \left(\frac{e^2}{hc}\right)^2 \cdot \left(\frac{h}{mc}\right)^2 \cdot \frac{p_2 k}{p_1 q^4} \cdot \left\{ \sigma_1 + \frac{\pi Z e^2}{hc} \times \right. \\ \left. \times \left[\sigma_2 + \sigma_3 - \frac{\varepsilon_2}{p_2} \sigma_1 \right] \right\} dk d\Omega_2 d\Omega_k, \quad (1.8)$$

სადაც σ_1 და σ_2 წვევრები მიიღება ბეტე და მაქსიმონის [2] ფუნქციებიდან (σ_2 წვევრი ბეტემ და მაქსიმონმა არ განიხილეს დიდი ენერგიების ელექტრონიისათვის). მათ შემდეგი სახე აქვთ:

$$\sigma_1 = \left(\frac{2\varepsilon_1}{qV_1^2} - \frac{2\varepsilon_2}{qV_2^2}\right)^2 \cdot \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2 - (\vec{p}_1 \vec{p}_2) - 2}{q^2} + \left(\frac{1}{V_1^2} + \frac{1}{V_2^2}\right) \cdot \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2 + (\vec{p}_1 \vec{p}_2) + 2}{q^2} + \\ + \left(\frac{2}{V_1^2} - \frac{2}{V_2^2}\right) \cdot \left(\frac{2\varepsilon_1}{qV_1^2} - \frac{2\varepsilon_2}{qV_2^2}\right) \cdot \frac{\varepsilon_1 (\vec{p}_2 \vec{q}) - \varepsilon_2 (\vec{p}_1 \vec{q})}{q^3} - \left(\frac{2}{V_1^2} + \frac{2}{V_2^2}\right) \frac{(\vec{p}_1 \vec{q})(\vec{p}_2 \vec{q})}{q^4} + \\ + \frac{2[(\vec{p}_1 \vec{p}_2) - \varepsilon_1 \varepsilon_2]}{q^3 V_1^2 V_2^2}, \quad (1.9)$$

$$\sigma_2 = \frac{1}{4q} \cdot \left[\frac{\varepsilon_1(1-\mu_1)}{\mu_1 V_1^2} - \frac{\varepsilon_2(1-\mu_2)}{\mu_2 V_2^2} \right] + \left(\frac{\varepsilon_2}{q^2 V_2^2} - \frac{\varepsilon_1}{q^2 V_1^2} \right) \times \\ \times \frac{2V_0^2 - 2\mu_1 \mu_2 + \mu_1(1-V_2^2) + \mu_2(1+V_1^2)}{\mu_1 \mu_2 (\mu_1 + 1 + V_1^2)(\mu_2 + 1 - V_2^2)} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^2 \frac{\varepsilon_k}{V_k^2} \times$$

$$\frac{F_k^{(2)} x_3^2 - F_k^{(1)} x_3 - F_k^{(0)}}{(x_3^2 - 1)(x_3 - x_4)(x_3^2 - \mu_1 x_3 + V_1^2)} + \frac{1}{q^2} \cdot \left(\frac{\varepsilon_2}{V_2^2} - \frac{\varepsilon_1}{V_1^2} \right) \frac{F_0^{(2)} x_3 - F_0^{(1)} x_3 - F_0^{(0)}}{(x_3^2 - 1)(x_4 - x_3)(x_3^2 + \mu_1 x_3 + V_1^2)} \\ + \left[\frac{\varepsilon_1}{2qV_1^2} (\vec{p}_2 \vec{\nabla}_{p_2}) ((\vec{q} - 2\vec{p}_1) \cdot \vec{\nabla}_{p_1}) + \frac{\varepsilon_2}{2qV_2^2} ((\vec{q} + 2\vec{p}_2) \cdot \vec{\nabla}_{p_2}) (\vec{p}_1 \cdot \vec{\nabla}_{p_1}) + \right. \\ \left. + \left(\frac{\varepsilon_2}{2q_1 V_2^2} - \frac{\varepsilon_1}{2q V_1^2} \right) \cdot (\nabla_{p_2} \vec{\nabla}_{p_1}) \right] \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2 (k-1)!} \left[\frac{d^{k-1}}{dx^{k-1}} \left(\frac{X \cdot (x - x_3)^k}{x^2 - 1} \right) \right]_{x=x_3} \quad (1.10)$$

სადაც

$$\vec{q} = \vec{p}_1 - \vec{p}_2 - \vec{k} \\ V_1^2 = \frac{2(\vec{p}_1 \vec{q})}{q^2} + 1 > 0, \quad \mu_1 = \frac{2p_1}{q}, \quad \mu_2 = \frac{2p_2}{q}, \\ V_2^2 = \frac{2(\vec{p}_2 \vec{q})}{q^2} - 1 > 0, \quad V_0^2 = \frac{2}{q^2} \cdot [p_1 p_2 + (\vec{p}_1 \vec{p}_2)], \\ x_3 = \frac{-\mu_2 + \sqrt{\mu_2^2 + 4V_2^2}}{2} > 0, \quad x_4 = \frac{-\mu_2 - \sqrt{\mu_2^2 + 4V_2^2}}{2} < 0 \quad (1.11)$$

$$\begin{aligned}
 F^{(0)} &= 2, \quad F_0^{(1)} = \frac{2(1-V_2^2)}{\mu_2} + \frac{2(1+V_2^2)}{\mu_1}, \quad F_0^{(2)} = 2 \left(\frac{V_0^2}{\mu_1 \mu_2} - 1 \right), \\
 F_1^{(0)} &= V_1^2(1-V_2^2), \quad F_1^{(1)} = \mu_2 V_1^2 + \mu_1(1-V_2^2) - \frac{(1-V_1^2)(1-V_2^2)}{\mu_1} \\
 F_1^{(2)} &= \frac{\mu_1(1+V_1^2)}{\mu_1} - \mu_1 \mu_2, \quad F_2^{(0)} = V_2^2(1+V_1^2) \\
 F_2^{(1)} &= \mu_1 V_2^2 - \mu_2(1+V_1^2) + \frac{(1+V_1^2)(1-V_2^2)}{\mu_2}, \quad F_2^{(2)} = \frac{\mu_1(V_2^2-1)}{\mu_2} + \mu_1 \mu_2, \\
 \chi &= \frac{(V_0^2 - \mu_1 \mu_2)x^2 - [\mu_2(1+V_1^2) + \mu_1(1-V_2^2)]x - [V_0^2 + (1+V_1^2)(1-V_2^2)]}{(x^2 + \mu_1 x + V_1^2)(x^2 + \mu_2 x - V_2^2)}
 \end{aligned} \tag{1.12}$$

σ_3 გამოსახულება მიიღება ბეტე-მაქსიმონის ფუნქციებისაგან განსხვავებული წევრების მონაწილეობით. იგი შემდეგნაირად გამოისახება:

$$\begin{aligned}
 \sigma_3 &= \left(\frac{D_5}{2V_2^2} - \frac{D_3}{2V_1^2} \right) \left[\left(\frac{2\varepsilon_1}{qV_1^2} - \frac{2\varepsilon_2}{qV_2^2} \right) \frac{(\vec{p}_1 \vec{p}_2) + 2 + \varepsilon_1 \varepsilon_2}{q^2} - \left(\frac{1}{V_1^2} - \frac{1}{V_2^2} \right) \frac{\varepsilon_1(\vec{p}_1 \vec{q}) - \varepsilon_2(\vec{p}_1 \vec{q})}{q} \right] \\
 &+ \frac{D_4}{V_1^2} \left\{ \left(\frac{2\varepsilon_1}{qV_1^2} - \frac{2\varepsilon_2}{qV_2^2} \right) \frac{(\varepsilon_1 \varepsilon_2 - 2)(\vec{p}_1 \vec{q}) + P_1^2(\vec{p}_2 \vec{q}) - 2(\vec{p}_1 \vec{q})(\vec{p}_1 \vec{p}_2)}{q^4} + \frac{1}{V_1^2 q^5} \times \right. \\
 &\times \left[\varepsilon_1(\vec{p}_1 \vec{p}_2) q^2 - \varepsilon_2(2(\vec{p}_1 \vec{q})^2 - p_1^2 q^2) \right] - \frac{1}{V_2^2 q^5} \left[\varepsilon_1(2(\vec{p}_2 \vec{q})(\vec{p}_2 \vec{q}) - q^2(\vec{p}_1 \cdot \vec{p}_2)) - \right. \\
 &\left. \left. - \varepsilon_2(2(\vec{p}_2 \vec{q})^2 - q^2 p_2^2) \right) \right] \left. \right\} + \frac{D_6}{V_2^2} \left\{ \left(\frac{2\varepsilon_1}{qV_1^2} - \frac{2\varepsilon_2}{qV_2^2} \right) \frac{(\vec{p}_1 \vec{q})(\varepsilon_1 \varepsilon_2 - 2) - p_1^2(\vec{p}_1 \vec{q})}{q^4} + \frac{1}{V_1^2 q^5} \times \right. \\
 &\times \left. \left[\varepsilon_1 p_2^2 q^2 - \varepsilon_2 q^2(\vec{p}_1 \vec{p}_2) \right] + \frac{1}{V_2^2 q^5} \left[\varepsilon_1 p_1^2 q^2 - \varepsilon_2(2(\vec{p}_1 \vec{q})(\vec{p}_2 \vec{q}) - q^2(\vec{p}_1 \vec{p}_2)) \right] \right\}, \tag{1.13}
 \end{aligned}$$

სადაც

$$\begin{aligned}
 D_3 &= \frac{\mu_1^2 + \mu_1 V_1^2 + 2(1+V_1^2)}{\mu_1[\mu_1 + (1+V_1^2)]}, \quad D_4 = \frac{\mu_1^2 + \mu_1 V_1^2 - 2(1+V_1^2)}{\mu_1[\mu_1 + (1+V_1^2)]}, \\
 D_5 &= \frac{\mu_2^2 - (1-V_2^2)(2-V_2^2)}{\mu_2^2 - (1-V_2^2)^2} - \frac{\mu_2^2 - 2(1-V_2^2)}{\sqrt{\mu_2^2 + 4V_2^2 \cdot [\mu_2^2 - (1-V_2^2)^2]}}, \\
 D_6 &= \frac{1}{\mu_2^2 - (1-V_2^2)^2} - \frac{1+V_2^2}{\sqrt{\mu_2^2 + 4V_2^2 \cdot [\mu_2^2 - (1+V_2^2)^2]}}.
 \end{aligned} \tag{1.14}$$

აღვილად შეგვიძლია დავამტკიცოთ, რომ σ_2 და σ_3 მცირეა ელექტრონის დიდი ენერგიისათვის σ_1 -თან შედარებით, ეს კი თანხვედრა ბეტე-მაქსიმონის შეფასებას[2].

2. ნულოვანი სპინის მქონე უარყოფითად დამუხრუქული ნაწილაკის დამუხრუქებითი გამოსხივება

დამუხრუქებითი გამოსხივების ეფექტური კვეთი გამოითვლება (1.1) ფორმულით. (1,1)-ში შემაჯალ ϵ_1 , p_1 და f სიდიდეებს აქვთ საესებით იგივე სახე, რაც ელექტრონის შემთხვევაში, მხოლოდ ყველგან ელექტრონის მასის m -ის ნაცვლად უნდა ჩავსვათ M -ნულოვანი სპინის მქონე ნაწილაკის მასა H -მატრიცულ ელემენტს აქვს შემდეგი სახე:

$$H = \int \psi_2^*(\vec{r}) V(\vec{r}) \psi_1(\vec{r}) d\vec{r}, \quad (1.1)$$

სადაც $\psi_1(\vec{r})$ და $\psi_2(\vec{r})$ არის ნულოვანი სპინის მქონე ნაწილაკის საწყისი და საბოლოო მდგომარეობის ტალღური ფუნქციები კურონულ ველში, ხოლო $V(\vec{r})$ ნულოვანი სპინის მქონე ნაწილაკის ურთიერთქმედების ენერგიაა განიც ელექტრომაგნიტურ ტალდასთან. ჩვენ მას ავიღებთ შემდეგი სახით:

$$V(\vec{r}) = -ief(\epsilon_1, \epsilon_2) \cdot (\vec{A} \cdot \vec{\nabla}_r); \quad (2.2)$$

აქ $f(\epsilon_1, \epsilon_2)$ წარმოადგენს უწყვეტ ფუნქციას, რომელიც აკმაყოფილებს შემდეგ პირობას:

$$\lim_{\epsilon_1, \epsilon_2 \rightarrow 1} f(\epsilon_1, \epsilon_2) = 1. \quad (2.3)$$

ეს პირობა საპიროა ურთიერთქმედების სწორი არარელატიური მიახლოების მისაღებად.

ნულოვანი სპინის მქონე ნაწილაკის დამუხრუქებითი გამოსხივების დიფერენციალური ეფექტური კვეთი (თუ განვიხილავთ მის დამოკიდებულებას ენერგისაგან) ნაწილაკის დიდი ენერგიებისათვის შეიცავს დამატებით $\epsilon_1 \epsilon_2$ მამრავლს ($f(\epsilon_1 \epsilon_2)$ მამრავლის გაუთვალისწინებლად (2.2)-ში) ელექტრონის ანალოგიურ კვეთასთან შედარებით. მეორე მხრივ, ორივე ნაწილაკის დრეკადი გაბნევის დიფერენციალური ეფექტური კვეთი ენერგის დიდი მნიშვნელობებისათვის ერთნაირად არის დამოკიდებული ენერგისაგან. თუ ჩავთვლით, რომ ენერგისაგან დამოკიდებულება დამუხრუქებითი გამოსხივების დიფერენციალური კვეთისაც ერთნაირია, მაშინ $f(\epsilon_1 \epsilon_2)$ ფუნქციამ უნდა დააკმაყოფილოს პირობა $|f(\epsilon_1 \epsilon_2)|^2 \sim \frac{1}{\epsilon_1 \epsilon_2}$, როცა $\epsilon_1 \gg 1$, $\epsilon_2 \gg 1$.

თუ ზემოთ თქმული სწორია, მაშინ ჩვენ შეგვიძლია დავადგინოთ ზოგიერთი მარტივი სახე $f(\epsilon_1 \epsilon_2)$ -სათვის:

$$f(\epsilon_1 \epsilon_2) = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_1 \epsilon_2}}, \quad (2.4)$$

$$f(\epsilon_1 \epsilon_2) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} \right). \quad (2.5)$$

ნულოვანი სპინის მქონე ნაწილაკის საწყისი და საბოლოო მდგომარეობის ფუნქციებს ავიღებო შემდეგი სახით [2]:

$$\Phi_1(\vec{r}) = N_1 e^{i(\vec{p}_1 \vec{r})} F(ia_1, 1; ip_1 r - i(\vec{p}_1 \vec{r})) + \frac{N_1 a^2}{4\pi} \cdot \int \frac{e^{i(\vec{p}_1 \vec{r}') + i\vec{p}_1 |\vec{r}' - \vec{r}|}}{|\vec{r}' - \vec{r}|} \frac{d\vec{r}'_1}{r_1^2} \quad (2.6)$$

$$\Phi_2(\vec{r}) = N_2 e^{i(\vec{p}_2 \vec{r})} F(-ia_2, 1; -ip_2 r - i(\vec{p}_2 \vec{r})) + \frac{N_2 a^2}{4\pi} \cdot \int \frac{e^{i(\vec{p}_2 \vec{r}') - i\vec{p}_2 |\vec{r}' - \vec{r}|}}{|\vec{r}' - \vec{r}|} \frac{d\vec{r}'_1}{r_1^2} \quad (2.7)$$

თუ მოვახდენთ (1.1) გამოსახულების შეჯამებას ფოტონის პოლარიზაციის მიხედვით და ვისარგებლებთ (2.4) ფორმულით, მივიღებთ დიფერენციალური ეფექტური კვეთის შემდეგ სახეს:

$$d\sigma = \frac{Z^2}{\pi^2} \left(\frac{e^2}{hc}\right)^3 \left(\frac{h}{MC}\right)^2 \cdot \frac{p_2 k}{p_1 q^4} \cdot \left\{ \left(\frac{2\varepsilon_2}{qV_2^2}\right)^2 \frac{p_1^2 k^2 - (\vec{p}_1 \vec{k})^2}{q^2 k^2} + \left(\frac{2\varepsilon_1}{qV_1^2}\right)^2 \frac{p_2^2 k^2 - (\vec{p}_2 \cdot \vec{k})^2}{q^2 \cdot k^2} - \frac{8\varepsilon_1 \varepsilon_2}{q^2 V_1^2 V_2^2} \cdot \frac{(\vec{p}_1 \vec{p}_2) k^2 - (\vec{p}_1 \vec{k})(\vec{p}_2 \vec{k})}{q^2 k^2} + \frac{2\pi Z c^2}{hc} \cdot \left[\frac{2\varepsilon_2}{qV_2^2} \left(\frac{1}{V_2^2} - \frac{2\varepsilon_1 \varepsilon_2}{q p_1 V_2^2} \right) \times \right. \right. \\ \times \left. \frac{p_1^2 k^2 - (\vec{p}_1 \vec{k})^2}{q^2 k^2} + \frac{2\varepsilon_1}{qV_1^2} \left(\frac{1}{V_1^2} - \frac{2\varepsilon_2}{q p_1 V_1^2} \right) \frac{p_2^2 k^2 - (\vec{p}_2 \vec{k})^2}{q^2 k^2} - \left(\frac{2(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{q V_1^2 V_2^2} - \frac{8\varepsilon_1^2 \varepsilon_2}{p_1 q^2 V_1^2 V_2^2} \right) \times \right. \\ \left. \left. \times \frac{(\vec{p}_1 \vec{p}_2) k^2 - (\vec{p}_1 \vec{k})(\vec{p}_2 \vec{k})}{q^2 k^2} \right] \right\} dk d\Omega_2 d\Omega_k. \quad (2.8)$$

ჩვენ მიერ მიღებული ეფექტური კვეთების გამოსახულებები [(1.18) და (2.8) ფორმულები] სამართლიანია Z -ისა და ნაწილაკების ენერგიის ყველა მნიშვნელობისათვის. არარელატიურ და ულტრარელატიურ მიახლოებაში ცნობილია დამუხრუჭებითი გამოსხივების ეფექტური კვეთის ზუსტი გამოსახულება- ამიტომ მიღებული ეფექტური კვეთების გამოსახულებები მნიშვნელოვანია Z -ის მცირე (რადგან ეფექტურ კვეთში ვითვალისწინებთ Z^2 -და Z^3 -იან წევრებს) და ენერგიის საშუალო მნიშვნელობებისათვის.

მიღებული შედეგების ცდასთან შედარება ძნელია, რადგან მათ ძლიერ რთული სახე აქვთ.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის

(რედაქციას მოუვიდა 11.11.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. პატარაია, სტალინის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 62, 1947.
2. N. A. Bethe and L. D. Maximon. Phys. Rev., 93, 771 (1954).

გეოფიზიკა

3. პაპალაშვილი

 ზოგიერთი მონაცემი დედამიწის ქერქის სიმძლავრის შესახებ
 კასპიის ზღვის რაიონში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა პ. გამყრელიძემ 5.2.1958)

დედამიწის ქერქის აგებულება კავკასიის ცალკეული ნაწილებისათვის სხვადასხვა მეთოდით განსაზღვრეს მკვლევარებმა [2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 13]. ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომ კავკასიის მიწის ქერქის აგებულება და მისი საერთო სიმძლავრე ჯერჯერობით არ შეიძლება ჩაითვალოს საბოლოოდ დადგენილად. ეს საკითხი უთუოდ მოითხოვს შემდგომ შესწავლასა და დაზუსტებას.

ა. ტრესკოვის შრომებმა [11] ბოლო ხანებში საგრძნობლად გააფართოვეს დედამიწის ქერქის სიმძლავრის განსაზღვრის შესაძლებლობები. ა. ტრესკოვმა შეიმუშავა ახალი მეთოდი მიწის ქერქის საერთო სიმძლავრის განსაზღვრისა, რომელიც ძირითადად დაფუძნებულია ღრმაკერიანი მიწისძვრების დროს ტელესეისმური სადგურის ჩანაწერზე, დედამიწის ქერქის გამყოფი ფენიდან არეკლილი ტალღების შესაბამისი ფაზების გამოვლენებაზე. სეისმური ტალღის არეკვლის რაიონში დედამიწის ქერქის ჩაწოლის სიღრმეს ა. ტრესკოვი საზღვრავს შემდეგი ფორმულებით:

$$T_{p*} = t_p + \frac{pP^* - p}{2}, \quad T_{s*} = t_s + \frac{sS^* - s}{2},$$

სადაც t_p , t_s წარმოადგენს სიგრძივი და, შესაბამისად, განივი ტალღის გარბენის დროს მიწისძვრის კერიდან სეისმურ სადგურებამდე, ხოლო T_{p*} , T_{s*} წარმოადგენს ფაქტობრივი (უკვე ცნობილი) ეპიცენტრული მანძილისათვის ტალღის გარბენის დროს იმ შემთხვევისათვის, როცა მიწისძვრის კერა მოთავსებულია ა. მოხოროვიჩიჩის ფენში. ქერქის ჩაწოლის სიღრმე შეიძლება მარტივად განისაზღვროს პ. ჯეფრეისისა და კ. ბულენის ცხრილის მიხედვით [12]. აღნიშნული მეთოდით დედამიწის ქერქის სიმძლავრის განსაზღვრა შესაძლებელია იმ არეკლილ ტალღათა ფაზების სხვაობის მიხედვითაც, რომლებიც ნორმალური კერის მიწისძვრების შემთხვევაში დაკავშირებულია დედამიწის ზედაპირისა და ქერქის გამყოფი ფენიდან არეკლილ ტალღებთან.

საბჭოთა კავშირის ტელესეისმური და რეგიონალური სადგურების იმ ჩანაწერების მიხედვით, რომლებიც ჩვენ გაგვაჩნდა, საშუალება მოგვეცა ა. ტრესკოვის მეთოდით გაგვესაზღვრა დედამიწის ქერქის სიმძლავრე კასპიის ზღვის რაიონში.



როგორც ცნობილია, კავკასიის მიწისძვრების უმეტესობა კერის ნორმალური სიღრმეებით ხასიათდება. გამონაკლისს წარმოადგენს 1935 წლის 9 აპრილის მიწისძვრა, რომელიც როგორც ინსტრუმენტული, ისე მაკროსეისმური მონაცემების საფუძველზე, ღრმა კერით ხასიათდება. ეს მიწისძვრა ჩაწერილი იყო საბჭოთა კავშირის მრავალი სეისმური სადგურის მიერ. ამ სადგურების სეისმოგრამების ხელახალი გადასინჯვით ზოგიერთი სეისმური სადგურის ჩანაწერებზე დადგენილ იქნა დედამიწის ქერქის გამყოფი ზედაპირიდან არეკლილი ტალღები, რამაც საშუალება მოგვცა ა. ტრესკოვის მეთოდით გაგვესაზღვრა დედამიწის ქერქის სიმძლავრე მიწისძვრის ეპიცენტრის მახლობლად.

ტ. ლებედევას [4] განსაზღვრით, აღნიშნული მიწისძვრის კერის სიღრმე $h=155$ კმ აღწევს. მიწისძვრის ეპიცენტრის კოორდინატებია: $\varphi=42^{\circ}14'$ ჩრ., $\lambda=48^{\circ}48'$ აღმ. პულკოვოს სეისმური სადგურის ჩანაწერის ანალიზის საფუძველზე, ა. ტრესკოვის ზემოაღნიშნული მეთოდის გამოყენებით, შესაძლებელი გახდა ეპიცენტრის რაიონში დედამიწის ქერქის სიმძლავრის დადგენა. ქერქის სიმძლავრეს ამ შემთხვევისათვის ტ. ლებედევა [4] $H=43$ (1 კმ-ით საზღვრავს. ამავე მიწისძვრის სვერდლოვსკისა და ანდიჟანის სეისმური სადგურების ჩანაწერების დამუშავებამ ასეთი შედეგები მოგვცა: ანდიჟანის სეისმური სადგურის სეისმოგრამის ხელახალი გადასინჯვითა და ანალიზით ჩვენ მიერ დადგენილ იქნა ფაზათა შემდეგი სხვაობები: $S-P=3$ მინ. 12 სექ., $pP-pP^*=9$ სექ., $pP^*-P=13$ სექ. და $sS^*-S=13$ სექ.

თუ pP^* და pP ფაზათა მიხედვით ჩავატარებთ სათანადო გამოთვლებს, მაშინ ვლტებულობთ, რომ $\Delta=18^{\circ}3$, $t_p=4$ მინ. 05,7 სექ., $h=140$ კმ და $T_{p^*}=4$ მინ. 12,2 სექ., ხოლო დედამიწის ქერქის სიმძლავრე— $H=44$ კმ-ით განისაზღვრება. sS^* და sS ფაზათა მიხედვით ჩატარებულ გამოთვლები გვაძლევს შემდეგ მნიშვნელობებს: $\Delta=18^{\circ}0$; $t_s=7$ მინ. 18,6 სექ.; $h=117$ კმ და $T_{s^*}=7$ მინ. და 25,2 სექ., რაც დედამიწის ქერქის სიმძლავრისათვის გვაძლევს $H=45$ კმ. ასეთივე მნიშვნელობა იქნა მიღებული დედამიწის ქერქის სიმძლავრისათვის სვერდლოვსკის სეისმური სადგურის სეისმოგრამის დამუშავებით.

ამრიგად, კასპიის ზღვის ჩრდილოეთ ნაწილში ჩვენი განსაზღვრების მიხედვით დედამიწის ქერქის სიმძლავრე 45 კმ-ით განისაზღვრება.

დედამიწის ქერქის სიმძლავრე სეისმური ტალღის არეკლის წერტილისათვის ჩვენ მიერ განსაზღვრულ იქნა ზოგიერთი ნორმალური კერის მიწისძვრების ჩანაწერების მიხედვითაც. მაგალითად, 1948 წლის 30 იანვრის მიწისძვრის მოსკოვის სეისმური სადგურის ჩანაწერის მიხედვით შესაძლებელი გახდა გაგვესაზღვრა დედამიწის ქერქის სიმძლავრე კასპიის ზღვაში. აღნიშნული მიწისძვრის ეპიცენტრი სსრკ სეისმური ქსელის ბიულეტენის [1] მონაცემის მიხედვით არაბეთის ზღვაშია, $\varphi=23^{\circ}5$, ჩრდ., $\lambda=62^{\circ}8'$ აღმ. მოსკოვის

(1 ტ. ლებედევას შრომაში გაპარულია შეცდომა. 43 კმ-ს ნაცვლად დაბეჭდილია 33 კმ.

სეისმური სადგურის ჩანაწერის მიხედვით ფაზათა სხვაობები ასეთია: $S-P = 5$ მინ. 38 სექ. $pp-pp^* = 13$ სექ. დედამიწის ქერქის სიმძლავრე ტალღის არეკვლის წერტილში ($\varphi = 40^{\circ}, 0$ ჩრდ., $\lambda = 51^{\circ}, 5'$ აღმ.) ჩვენი განსაზღვრით $H = 46$ კმ-ს შეადგენს.

როგორც ვხედავთ, ჩვენ მიერ მიღებული მნიშვნელობანი დედამიწის ქერქის სიმძლავრისა კასპიის ზღვის რაიონისათვის თითქმის ერთისა და იმავე სიდიდისაა, კარგად თანხვდებათ ერთმანეთსა და აკრეფენ ტ. ლებედევასა და ნ. კარაპეტეიანის [3] მიერ მიღებულ მნიშვნელობას.

ანდიჟანისა და სვერდლოვსკის სეისმური სადგურების მიერ კავკასიის მიწისძვრების ჩანაწერებმა შესაძლებლობა მოგვცა გავგესაზღვრა დედამიწის ქერქის სიმძლავრე კასპიის ზღვის ჩრდილოეთით (ყაზახეთის სსრ) და მის აღმოსავლეთ ნაწილში (უზბეკეთის სსრ). აღნიშნული რაიონებისათვის დედამიწის ქერქის სიმძლავრის მიღებული მნიშვნელობანი მოყვანილია თანდართულ ცხრილში და კარგად ეთანადებიან იმ მნიშვნელობებს, რომლებიც მიღებულია სხვა ავტორების მიერ [7,11].

ცხრილი

ა. ტრესკოვის მეთოდით შორეული მიწისძვრების დაკვირვებათა მიხედვით განსაზღვრული დედამიწის ქერქის სიმძლავრის მნიშვნელობები

№, აღნიშვნა	მიწისძვრის თარიღი	ქრის სი- ვრზე	ეპიცენტრ. კოორდინატები		სეისმური რაიონი	სეისმური ტალღების არეკვლის წერტილის კოორდინატები		ტალღის არეკვლის რაიონი	სიმძლავრე	დაკვირვების სადგური
			φ ჩრდ.	λ აღმ		φ ჩრდ.	λ აღმ			
1	1935 9.IV	ღრმა	42°,2	48°,6	კასპ. ზღვა	43°,0	48°,0	კასპიის ზღვა	43	ბულკოვო სვერდლოვსკი.
2	1947 1.VI	ნორმ.	37°,5	20°,7	იონუ- რი ზღვა	41°,0	44°,0	ლენინკანი	51	ანდიჟანი სტალინაბადი
3	1948 30.I	ნორმ.	23°,5	52°,0	არაბე- თის ზღვა	40°,0	51°,5	კასპიის ზღვა	46	მოსკოვი
4	1948 29.VI	ნორმ.	42°,0	46°,0	კავკა- სია	42°,0	61°,0	ტიანშანი კასპიის ზღვის ჩრ. (უზბეკეთის სსრ)	35—45 60	ირკუტსკი* ანდიჟანი
						52°,0	52°,5	კასპიის ზღვის აღმოსავ. (ყაზახეთის სსრ)	58	სვერდლოვსკი.
5	1948 5.VII	ნორმ.	28°,0	57°,0	ირანი	51°,0	62°,0	ყაზახეთის სსრ	47	ირკუტსკი*
						43°,0	76°,0	მუა აზია	51	ირკუტსკი*

* ტრესკოვის მონაცემების მიხედვით.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, სეისმური მონაცემების მიხედვით დედამიწის ქერქის სიმძლავრე კასპიის ზღვისათვის 45 კმ შეადგენს. თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ დედამიწის ქერქის საშუალო სიმძლავრე კავკასიისათვის 55—60 კმ-ია [8,10], მაშინ დედამიწის ქერქის სიმძლავრე კასპიის ზღვისათვის შედარებით მცირე სიდიდისაა.

ამრიგად, სხვადასხვა მეთოდით ჩატარებული გამოთვლებით მიღებულ დედამიწის ქერქის სიმძლავრის მნიშვნელობანი კასპიის ზღვისათვის კავკასიის დანარჩენ რაიონებთან შედარებით მცირეა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.2.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Бюллетень сейсмической сети СССР, № 1—4, с 1935 по 1948 гг. Издательством Академии наук СССР. Москва, 1949.
2. Л. А. Варданянц. Землетрясения Кавказа и его глубинное строение. Издательство Всесоюзного географического общества, т. 78, вып. IX, Л., 1946.
3. Н. К. Карапетян. Изучение землетрясений и строения земной коры Малого Кавказа. Автореферат диссертации. Москва, 1953.
4. Т. М. Лебедева. Глубокофокусное землетрясение в Каспийском море 9.IV—1935 г. Кварт. сейсмич. бюллетень, том XV, № 1—4. Тбилиси, 1949.
5. А. Я. Левицкая. О землетрясениях в Приказбегском районе. Труды геофизического института АН СССР, № 5 (132), М.—Л., 1950.
6. Е. А. Розова. Глубинное строение земной коры Кавказа. Труды СИ АН СССР, № 94, М.—Л., 1939.
7. Е. А. Розова. Расположение эпицентров и гипоцентров землетрясений Средней Азии. Труды ГИ АН СССР, № 10 (137). Москва, 1950.
8. Е. Ф. Саваренский, Д. П. Кирнос. Элементы сейсмологии и сейсмометрии. Государ. изд. технич. теоретич. литературы. М.—Л., 1949.
9. Г. К. Твалтвадзе. Некоторые данные о строении земной коры в полосе Абастумани—Цниси—Мокчеви. Известия АН СССР, сер. геофизич и географ, т. III, № 1. Москва, 1945.
10. Г. К. Твалтвадзе. Строение земной коры в верхней Картли. Сообщения АН ГССР, т. XI, № 8. Тбилиси, 1950.
11. А. А. Тресков. Отражение волн от подошвы коры при глубинных землетрясениях. Доклады АН СССР, т. 59, вып. 9, М.—Л., 1947.
12. N. Jeffreys and K. Bullen. Seismological tables, London, 1940.
13. Б. К. Балавадзе. Гравитационное поле и строение земной коры в Грузии. Издательство АН ГССР. Тбилиси, 1957.

ასტრონომია

მ. ხარაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და რ. ბართიაძე

დიფუზური ემისიური ნისლეულების და ვარსკვლავთ ბრომების
 არეზში ვარსკვლავთ სპექტრული მახასიათებლების
 გამოკვლევისათვის

აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში ახალი 70-სმ მენისკიანი ტელესკოპის (დიდი საობიექტივო პრიზმიტურთ) ამუშავებით საბჭოთა ასტრონომების წინაშე გაიხსნა შედარებით მკრთალი ვარსკვლავების სპექტრული კლასიფიკაციის და სპექტროფოტომეტრული გამოკვლევების ახალი შესაძლებლობები. ვარსკვლავთ გამონასახების მაღალი ხარისხი დიდ ველზე (დიამეტრით $4^{\circ} 50'$), შედარებით დიდი მასშტაბი (პრიმიტიული ფოკუსის მანძილი 210 სმ), პრიზმის დიდი აპერტურა (70 სმ) გარდატეხის ზომიერ კუთხესთან ერთად ($8^{\circ} 12'$), რაც ტელესკოპის ფოკუსში იძლევა დისპერსიას $166 \text{ \AA}/\text{მმ H}\gamma$ -თან, ნებას გვაძლევს წამოვიწყოთ 12.5 ვარსკვლავიერ სიდიდემდე ვარსკვლავთ სპექტრების მასობრივი კლასიფიკაცია. მსუბუქი ფლინტისაგან დამზადებული საობიექტივო პრიზმის გამჭვირვალობა, კომბინაციაში უვიოლის (კრონი-საგან) მენისკსა და ველგამამართველ საკორექციო ლინზასთან, უზრუნველყოფს სპექტრების გამოკვლევას $\lambda 3500 \text{ \AA}$ -მდე. ამასთანავე პრიზმიანი ტელესკოპის გარჩევის უნარი ისეთია, რომ ბალმერისეულ სერიაში კიდევ შეიძლება გარჩევა ხაზებისა H_{15} და H_{16} .

ტელესკოპი საბოლოოდ იქნა დადგენილი და გამართული პრიმარული ფოკუსით 1956 წლის პირველ ნახევარში და მაშინვე შევუდგენით მის გამოყენებას დამზერითი მასალის დასაგროვებლად, რომელიც მოემსახურება გამოკვლევებს რამდენიმე თემის ირგვლივ. ბუნებრივია, რომ ექსპლუატაციაში შემოყვანამ ახალი ტელესკოპისა, რომელიც თვისობრივად განსხვავდება ჩვეულებრივ არსებული ტელესკოპების უმრავლესობისაგან, მოითხოვა ჩვენგან მის კუთვნილ ოპტიკურ თავისებურებათა გამოყენება და მისი მუშაობის დაქვემდებარება იმ ამოცანების გადაწყვეტისადმი, რომელნიც წამოყენებულია უკანასკნელი წლების მანძილზე საბჭოთა ასტრონომიის განვითარების პროცესში. ასეთი ამოცანების სახით აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში გათვალისწინებულ იქნა, სხვებს შორის, შემდეგი ორიც:

1. ვარსკვლავთ სპექტრული კლასიფიკაცია ცის იმ უბნებში, რომლებშიც გავრცელებულია აკადემიკოს გ. შაიინის მიერ აღმოჩენილი და კატალოგირებული დიფუზიური ნისლეულები, და ვარსკვლავთ გაბნეულ გროვებში, რომლებთაც ახასიათებს „ვარსკვლავთ ძეწკვები“ და, რომელნიც არსებითად დაკავშირებულნი არიან აკადემიკოს ვ. ამბარცუმიანის მიერ განვითარებულ თეორიასთან ვარსკვლავთ ასოციაციების შესახებ;

2. სპექტროფოტომეტრია ასოციაციების და ემისიური ნისლეულების ველების კუთვნილი ვარსკვლავებისა, მათ ფიზიკურ თავისებურებათა და „ჩვეულებრივ“ ვარსკვლავთაგან ალბათი განსხვავების გამოვლინების მიზნით.



ემკეს არ იწვევს მნიშვნელობა იმ სრული და მრავალმხრივი გამოკვლევებისა, რომლებიც შეეხება დიფუზიური გაზოვანი ნისლეულების ფართო ველის არა მარტო სტრუქტურულ და ფიზიკურ გამოკვლევებს, არამედ მათ კავშირსაც ამ ველების ვარსკვლავებთან როგორც სივრცული განწილების, ისე მათი ფიზიკური თავისებურებების თვალსაზრისით. გაზოვანი ნისლეულების სისტემასა და ცხელი ვარსკვლავების სისტემას შორის ორგანული კავშირის აღბათობაზე მიუთითებდნენ ჯერ კიდევ 1953 წელს გ. შაინი და ვ. გაზე [1].

ასევე უდავოა სპექტრული გამოკვლევების მნიშვნელობა ღია ვარსკვლავთ გროვების გარემომცველ ფართო ველში, მეტადრე იმის გამო, რომ ეს გროვები მრავალ შემთხვევაში ვარსკვლავთ ასოციაციების ბირთვებს წარმოადგენენ.

ბასთუმანში წამოწყებული გამოკვლევა, რომლისთვისაც დაკვირვებები 1956 წელს დაიწყო, მოცულობით ვრცელია და მისი დასრულება ცოტა დროს როდი მოითხოვს. მიუხედავად ამისა, დიფუზიური ნისლეულებისა და გროვების რამდენიმე უბანი გამოკვლეულია უკვე იმდენად, რომ ზოგიერთი შედეგიც მოგვეპოვება.

სპექტრული კლასიფიკაცია, ვარსკვლავური სიდიდეების განსაზღვრითურთ, შესრულებულია შემდეგი ცენტრების ირგვლივ, რომლებიც დიფუზიური ემისიური ნისლეულების მდებარეობას იძლევიან:

№ ყირიმის ობსერვატორიის ატლასის მიხედვით	α_{1900}	δ_{1900}	l	b	თანავარსკვლავედი
18	18 ^h 12 ^m	- 12 ^o 00'	346.0 ²	+ 0.0 ²	მშვილდოსანი—ფარო
31	20 30	+ 46 18	52.1	+ 3.3	გაღი
32	20 26	+ 43 48	49.2	+ 2.0	"
33	20 42	+ 41 00	49.4	- 1.7	"
37	21 09	+ 59 36	65.9	+ 7.7	ცეფეუსი

ჩამოთვლილთა შორის საინტერესო აღმოჩნდა არც ნისლეულის № 13 ირგვლივ. ყირიმის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში შექმნილი კლასიფიკაციით, ეს ნისლეული შეეკუთვნება სტრუქტურულს, ნაწილობრივ ბოქკოვან ტიპს [2]. მდებარეობს რა მშვილდოსანისა და ფარის თანავარსკვლავედთა საზღვარზე, ნისლეულს უყავია ფართობი $2^{\circ}.0 \times 1^{\circ}.3$. არც საკმაოდ ღარიბია ვარსკვლავებით, დაფარულია რა დიდ ნაწილზე ბნელი მატერიის განშტოებებით, რითაც აიხსნება სინათლის დიდი შთანთქმა ამ მიმართულებით.

არც ცენტრის ახლო მდებარეობს ვარსკვლავებით მცირერიცხოვანი ძეწკვსახა გროვა O—ტიპისა (NGC 6604), ბ. მარქარიანის კლასიფიკაციით [3] მისი ტიპია O_{III}, მაგრამ გროვის ვარსკვლავთათვის უცნობია, თუ რომელ სპექტრულ კლასებს მიეკუთვნებიან ისინი (აბსორბციული სპექტრის მქონე O—ტიპის ერთი ვარსკვლავის გამოჩენისათვის). ამ გროვის ახლო, იმავე არეში მდებარეობს მეორე გროვა NGC 6611 (M 16), რომლის გარემომცველი ველის ვარსკვლავებისათვის აქამდე არ მოიპოვებოდა სპექტრული მიმოხილვა.

ამ არესათვის B₂-ზე არა უგვიანეს ტიპის ვარსკვლავთ აღბათურ რიცხვად მიჩნეული იყო 17 [4].

მოცემული მიმართულების ირგვლივ, უბანზე $4^{\circ}.7 \times 4^{\circ}.7$, ჩვენ ჩავატარეთ 400-მდე ვარსკვლავის კლასიფიკაცია, 9—11.75 ვარსკვლავურ სიდიდეთა ფარგლებში.

აქ ნახულია O—B₂ კლასების 61 ვარსკვლავი. ამავე დროს 12 ასეთი სკვლავი მდებარეობს NGC 6604-ში და 10 NGC 6611-ში. დანარჩენი გაფანტულია ველზე, რომლის კლასიფიკაციაქმნილ ვარსკვლავთა შორის 43% B₉ ან უფრო ადრინდელი ტიპისაა.

ამ არეს ვარსკვლავთათვის ავაგეთ დიაგრამა „სპექტრი—ხილული ვარსკვლავური სიდიდე“. ვარსკვლავები, რომლებიც საკუთრივ გროვებს ეკუთვნიან, მასში არ მონაწილეობენ, რადგანაც ფოტონევატივზე მათი გამონასახების ერთობ შემქმნირებული მდებარეობის გამო არ მოხერხდა მიკროფოტომეტრზე ისეთი დიაფრაგმის შერჩევა, რომელიც უზრუნველყოფდა სიკაშკაშის სარწმუნოდ გაზომვას. ვარსკვლავთ სიკაშკაშეთა განსაზღვრის მიმართ უნდა ითქვას, რომ—როგორც ცდამ გვიჩვენა—მენისკიან ტელესკოპზე ფოკალური გამონასახები ნაკლებად ზუსტ შედეგებს გვაძლევს, ვიდრე გარეფოკალური. ეს გასაგებიცაა, მაგრამ ამ არესათვის ფოტოები შესრულებულია სწორედ ფოკალურად. მიუხედავად ყველა ამისა, აგებულ დიაგრამას, რომელიც აქ არ მოგვეყვს, საკმაოდ გამოკვეთილი სახე აქვს.

აქ ნამდვილად არსებობს O—ასოციაცია [4], რომელსაც უკავია არე ფარგლებში: $\alpha_{1950} = 18^h 12^m - 18^h 24^m$, $\rho_{1950} = -10^{\circ} 5' - 14^{\circ} 5'$ (არეს ცენტრი: $l = 346^{\circ} 4$, $b = -1^{\circ} 1$).

დიფუზიური ნისლეულების არეები NeNe 31, 32, 33 და 37 (ყირიმის ობსერვატორიის ატლასის მიხედვით) არ აღმოჩნდნენ საინტერესო. თითოეულ მათგანში კლასიფიკაციაქმნილია 500-დან 600-მდე ვარსკვლავი 9.^m0—12.^m0. პირველ კლასში აღმოჩნდა, მხოლოდ 3 ვარსკვლავი B₂—B₃, მეორე და მესამეში—თითო ვარსკვლავი B₀—B₂, ხოლო უკანასკნელში, სიკაშკაშის აღნიშნულ ფარგლებში, არ აღმოჩნდა B₃-ზე უფრო ადრინდელი ვარსკვლავი.

ჩვენმა სპექტრულმა კლასიფიკაციამ მოიცვა აგრეთვე არეები, რომლებიც გარს აკრავენ ღია გროვებს Ne 3 და Ne 46 ბ. მ ა რ ქ ა რ ი ა ნ ი ს სიის მიხედვით [3].

№	α_{1900}	δ_{1900}	l	b	კლასი
3	1 ^h 29. ^m 0	+60°46'	96.0	-0.9	0 ვარსკვლავთ ძეწკვით
46	20 20. 3	+38 12	44. 6	-0. 2	0 „გახლეჩილი“, ვარსკვლავთ ძეწკვით

კასიოპეას თანავარსკვლავედში მდებარე გროვის № 3 (T, 1) გარშემო კლასიფიკაციაქმნილია და ვარსკვლავური სიდიდეები გამოთვლილია 900 ვარსკვლავისათვის (9.^m0—12.^m9), რომელთა შორის 45% აღმოჩნდა B₉ ტიპისა ან უფრო ადრინდელი. აქ O-დან B₂-მდე, ჩათვლით, 71 ვარსკვლავია და 20 მათგანი — საკუთრივ O კლასს მიეკუთვნება.

თვით გროვაში მდებარეობს საინტერესო შემქმნირებული ძეწკვი, შედგენილი შედარებით კაშკაშა ვარსკვლავებისაგან. მრავალ ფოტოგრაფიაზე ეს ძეწკვი თითქმის არ გაიყოფა შემადგენელ ვარსკვლავებად და ცნობილია როგორც ჯერადი ვარსკვლავი. ADS-კატალოგის მიხედვით კომპონენტებს შორის მანძილები მოქცეულია 4" და 15"-ის ფარგლებში (სიკაშკაშენი: 9.^m4—12.^m2). აქამდე არ მოიპოვებოდა ამ გროვის ვარსკვლავთა მიმართ სპექტრული მონაცემები. მაგრამ, ბ. მარქარიანმა, გამოდიოდა რა გროვის სტრუქტურული მახასიათებლებიდან, ალბათურად ჩათვლა ამ ძეწკვის ვარსკვლავების მიკუთვნება O და B₀ სპექტრულ კლასებისადმი. ჩვენი ტელესკოპი, ჰყოფს რა ერთგვარად ძეწკვს, საშუალებას გვაძლევს გავარჩიოთ მათი სპექტრებიც, თუმცა ესენი შე-



სამჩნევად ფარავენ ერთიმეორეს. სპექტრის გადაღებისას მისი მინიმუმოვანი ფართობებისა და ექსპოზიციის სათანადოდ შერჩევით, შეიძლება ამ შემკიდრებულ ძეწვეკის კომპონენტების კლასიფიცირება როგორც O—B₃ კლასების ვარსკვლავებისა.

ამ გროვის მასლობლობაში არის სხვა გროვებიც, რომლებიც არ ირიცხება ბ. მარქარიანის სიაში: NGC 581, 654, 659 და 663.

ამავე დროს აკ, ზემოთ აღნიშნული O-ვარსკვლავები, ამ გროვებშიაც გვხვდება.

მთლიანად, აქ, ამ მიმართულებით, რომელიც კასიოპეას თანავარსკვლავებზე მოდის, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ჩვენი მასალის მიხედვით O—ასოციაციას უკავია ფართი საზღვრებში: $\alpha_{1950} = 1^{\text{h}}20^{\text{m}} - 1^{\text{h}}46^{\text{m}}$; $\delta_{1950} = +59^{\circ}00' - +62^{\circ}30'$ (ცენტრი: $l = 96.5$; $b = -0^{\circ}.6$), თუმცა ჩვენ მიერ გამოკვლეული არეს აღმოსავლეთ კიდზე ჯერ კიდევ არ შეიმჩნევა მკაფიო ნიშნები O—B₂ ვარსკვლავთა განაწილების სიმკვრივის შემცირებისა და სავსებით შესაძლებელია, რომ ვარსკვლავთ ეს დაჯგუფება ვრცელდება უფრო შორს, დახრილობის წრის $1^{\text{h}}46^{\text{m}}$ აღმოსავლეთით. ასოციაციების სიაში ვარსკვლავთ ეს დაჯგუფება არ მოიპოვება [4]. ი. კობილოვის გამოკვლევაში [5] განსახილველ არეში ჩვენი ინტერვალის სიკაშკაშის ვარსკვლავების რიცხვი რამდენჯერმე ნაკლებია.

ვარსკვლავთა გროვა № 46 (NGC 6913 = M29) მდებარეობს გედის თანავარსკვლავებში; მისი გარემოცვა ერთობ არათანაბარია ვარსკვლავთა და ბნელი მატერიის განაწილების მხრივ. ვარსკვლავებით მდიდარს ამ არეში სპექტრული კლასიფიკაცია აბანთუმანში შესრულებულია 1500 ვარსკვლავისათვის (9.^h00—12.^h.0), მოედანზე— 16 კვ. გრად.). მათ რიცხვში 34% ადრინდელი ვარსკვლავებია B₉-მდე, ჩათვლით, ხოლო 174—O—B₂ ტიპის ვარსკვლავები. ვარაუდი ამ გროვის გარშემო მკრთალი O—B ვარსკვლავების ალბათი არსებობის თაობაზე [3] სავსებით გამართლდა. ამ არეში, გროვის საზღვრებს გარეთ, აღმოჩნდა ამისთანავე 6 ვარსკვლავი O—ტიპისა, 5—ვოლფ-რაიეს ტიპის და 3 Be—ვარსკვლავი.

ჩვენ მიერ გამოკვლეული არე, როგორც ჩანს, წარმოადგენს გროვის IC 4996 (№ 44 სიის [3] მიხედვით) და სხვების [6] ირგვლივ გავრცელებული ფართო ასოციაციის აღმოსავლეთ ნაწილს.

სიაში [7] ამ არესათვის მოცემულია ცალ-ცალკე ორი „აგრეგაცია“ ადრინდელი ვარსკვლავებისა. მაგრამ, როდი არსებობს საფუძველი ჩაითვალოს, რომ აქ ორი სხვადასხვა ასოციაციაა. ამ ფართო ასოციაციის აღმოსავლეთ საზღვრად შეიძლება ჩავთვალოთ დახრილობის წრის რკალი $\alpha = 20^{\text{h}}26^{\text{m}}$ $\delta = +36^{\circ}.0$ -დან $\delta = +40^{\circ}.5$ -მდე (გამოკვლეული არეს ცენტრი: $l = 44^{\circ}.6$; $b = -0^{\circ}.2$).

ვარსკვლავთ ძეწვეკების მომცველი გროვების მიდამოების გამოკვლევასთან ერთად, კლასიფიცირებულ იქნა ვარსკვლავები კაშკაშა ძეწვეკებში, რომელთა ფიქსაცია ფრანკლინ-ადამის რუკებზე მ. ვაშაქიძემ მოახდინა. მანვე გადაიღო ეს არეები ტელესკოპის დადგმის პირველსავე თვეებში. მ. ვაშაქიძის იდეა შემდეგში მდგომარეობდა. თუ მოცემული კაშკაშა ძეწვეკის ვარსკვლავები აკმაყოფილებენ გარკვეულ პირობებს, როგორიცაა, მაგალითად, სპექტრული კლასების სიანბლობა, მცირე განსხვავებანი ხილულ ვარსკვლავურ სიდიდეებში, ე. ი. მანძილების თანატოლობა და სხვ., მაშინ შეიძლება ჩავთვალოთ ისინი ორგანულად დაკავშირებულად და გაერთიანებულად ერთ რეალურ ძეწვეკში. თუ, შემდგომ, მოვახერხებთ ძეწვეკამდე ამ მანძილის განსაზღვრას, რაც ძეწვეკის

შემადგენელი კაშკაშა ვარსკვლავებისათვის, საერთოდ, არ წარმოადგენს ზედმეტად ძნელ ამოცანას (მრავალ შემთხვევაში შეიძლება ცნობილი აღმოჩნდნენ პარალექსები), მაშინ ძნელი აღარ იქნება რეალური ძეწკვის მეზობელ ვარსკვლავებს შორის საშუალო ხაზოვანი მანძილის მნიშვნელობის შეფასება. რადგანაც არის საფუძველი იმისათვის, რომ ეს მანძილი, საშუალოდ, მუდმივად მივიჩნიოთ, ამიტომ ყველა სხვა, შორეული და მკრთალი ძეწკვების შემთხვევაში მხოლოდ ვარსკვლავთ შორის კუთხოვანი მანძილების გაზომვა ნებას მოგვცემს შევაფასოთ მანძილები ძეწკვებამდე. მაშასადამე, ძეწკვის ორ მეზობელ ვარსკვლავს შორის საშუალო მანძილს შეუძლია მოგვემსახუროს როგორც მანძილების ინდიკატორი გალაქტიკის შორეულ სივრცეებში, და მეტიც — ვარსკვლავთ გარეშე სისტემებშიაც, სადაც კი დიდი გარჩევის უნარის მქონე ტელესკოპები აღმოაჩენენ რეალურ ვარსკვლავთ ძეწკვებს.

მ. ვაშაქიძის მიერ გადაღებულ ცის ხუთ უბანზე კაშკაშა ვარსკვლავებისაგან შედგენილი მის მიერვე ფიქსირებული 9 ძეწკვის გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ 3 მათგანი შეიძლება ჩაითვალოს ფიზიკურ ანუ რეალურ ძეწკვებად. ამაში გგარწმუნებს სპექტრული კლასების სიახლოვე, თითქმის თანატოლი სიკაშკაშეები და — ორ შემთხვევაში — საერთოდ ტოლი საკუთარი მოძრაობები მოცემული ძეწკვის ვარსკვლავებისათვის.

I ძეწკვი ($\alpha = 19^{\text{h}}22^{\text{m}}$; $\delta = +2^{\circ}0'$)

№	HD	S _p (აბასთ.)	^m მზ	^m მვ	μ_{α}	μ_{δ}	შენიშვნა
1	182422	A0	6.5	6.5	+0.007	-0.014	AG — კატალოგის მიხედვით
2	182761	A0	6.4	6.4	+ 12	— 33	
3	182972	A0	6.7	6.7	+ 14	— 30	
4	183261	B3	7.0	7.2	+ 12	— 33	
5	183537	B3	6.2	6.4	+ 14	— 31	

II ძეწკვი ($\alpha = 20^{\text{h}}50^{\text{m}}$; $\delta = +42^{\circ}30'$)

1	198195	B9	7.0	7.0	+ 0.0002	+ 0.010	Boss-ის კატალოგის მიხედვით
2	198690	B8	7.2	7.2	—	—	
3	199099	A0	6.5	6.5	+ 7	+ 2	
4	199355	B9	6.9	6.9	— 5	— 4	

III ძეწკვი ($\alpha = 6^{\text{h}}04^{\text{m}}$; $\delta = +14^{\circ}$)

	BD		
1	+14°1158	B9	9.3
2	1166	B9	9.2
3	1168	A0	9.0
4	1177	B9	9.1

სამუუხაროდ, ამ ვარსკვლავებისათვის არ მოიპოვება მონაცემები პარალექსებზე, ისევე როგორც არ მოიპოვება პარალექსები და საკუთარი მოძრაობანი მესამე ძეწკვის ვარსკვლავებისათვის, რომელთა სპექტრული კლასები, ჩვენი განსაზღვრებით, აღმოჩნდნენ ერთიმეორის ახლონი.

ვისარგებლეთ რა ლ. გალკინის მიერ [8] გამოყვანილი აბსოლუტური ვარსკვლავური სიდიდეებით და ამ მიმართულებით ვარსკვლავთშორისი შთანთქმის ცნობილი მონაცემებით, II ძეწვევის თითოეულ ვარსკვლავამდე გამოვითვალეთ მანძილები და ამგვარად შევაფასეთ მათი ურთიერთმანძილებიც. ესენი აღმოჩნდნენ 11, 12 და 12 პარსეკი, შესაბამისად, ვარსკვლავებს შორის № 3—1, 1—2 და 2—4.

I და III ძეწვევების ვარსკვლავებისათვის აბსოლუტური ვარსკვლავური სიდიდეების სახით გამოვიყენეთ ს. აფრიამაშვილის მიერ შესრულებული შეფასებანი, დამყარებულნი აბასთუმანში მიღებულ სპექტრებზე.

მანძილები ვარსკვლავებს შორის №№ 2—3, 3—4, 4—1 და 1—5 I ძეწვევაში იცვლება 10-დან 65 პარსეკამდე (საშუალო მანძილია 35 პს). III ძეწვევის შემთხვევაში ვარსკვლავებისათვის №№ 3—2, 2—4 და 4—1 გვაქვს გამრგვალებული ურთიერთმანძილები: 30, 35 და 95 პს (უკანასკნელი მნიშვნელობა არაა სარწმუნო ბრწყინვალეების განსაზღვრის სიძნელის გამო).

მაშასადამე, განსახილველი სახის ძეწვევებში მეზობელ ვარსკვლავთა შორის საშუალო მანძილად შეგვიძლია მივიჩნიოთ 15—35 პს. თავისთავად იგულისხმება, რომ ეს წარმოადგენს მხოლოდ სრულიად წინასწარ შეფასებას, რომლის შემოწმება საჭიროა ვარსკვლავთ ძეწვევების შეძლებისამებრ დიდ რიცხვზე. ამასთანავე, აუცილებელია ანგარიში გაიწიოს იმასაც, რომ თუ ვარსკვლავთ ძეწვევებს შევხვდავთ როგორც არასტაციონარულ ობიექტებს, თვით ცნება „საშუალო მანძილისა“ უდა გვესმოდეს ერთობ პირობითად. ხოლო „საშუალო მანძილის“ გამოყენება მანძილთ ინდიკატორის სახით, რაც ზემოთ აღვნიშნეთ. შემოსაზღვრული იქნება აგრეთვე ძეწვევების მიმართულებათა დამკვირვებლის ხედვის ხაზთან დახრათა სხვადასხვაობით. ყველა ამასთან, ძეწვევების კომპონენტთა შორის ჭეშმარიტი მანძილების შეფასება მაინც წარმოადგენს ინტერესს.

როგორც წინასწარი ცდა, მიმართული იმისაკენ, რომ გამოვავლინოთ „ჩვეულებრივი“ ვარსკვლავებისა და იმავე სპექტრული კლასების, მაგრამ ფიზიკურ თავისებურებათა მქონე სისტემების კუთვნილი ვარსკვლავებს შორის სპექტრული განსხვავებანი (სპექტრული მრუდის სვლაში) (1, ავადგეთ ენერჯის განაწილების მრუდები B₀-ტიპის რამდენიმე ვარსკვლავისათვის NGC 6913 (№ 46 [3]-ის მიხედვით)—გროვის ორგვლივ და იმავე სპექტრული ქვეკლასის ერთი ვარსკვლავისათვის, რომელიც არეს კიდევ, შეიძლება, — ასოციაციის საზღვრებს გარეთ, მდებარეობს. შესაძარი ვარსკვლავის სახით გამოყენებულ იქნა სათანადოდ შერჩეული A₀-ვარსკვლავი.

ამგვარი ცდა გამეორებულ იქნა არეებისა და ვარსკვლავების სხვა კომპონაციისათვის. მიღებული მრუდების საფუძველზე ძნელია ვამტკიცოთ, რომ არის სხვაობები უწყვეტ სპექტრებში ენერჯის განაწილების ხასიათში, თუმცა ერთგვარი მითითება კი ამაზე მაინც იგრძნობა. როგორც ჩანს, მოსალოდნელი ეფექტი, თუ იგი არსებობს, მცირე უნდა იქნეს და სრულიად სარწმუნოდ მისი გამოვლინება მოითხოვს უადრესად ფაქიზი გამოკვლევის შესრულებას ვარსკვლავთ საკმარისად დიდ რაოდენობაზე. ეს მით უფრო, რომ ჩვენს სპექტრებს, თუმცა ვრცელდება შორს, მოკლეთალოდ ნაწილში, მაინც ვერ მიადწევს ულტრაიისფერს. განსაკუთრებულად საგულდაგულოდ უნდა იქნეს შერჩეული როგორც შესაძარი არეები, ისევე შესაძარი ვარსკვლავები. კერძოდ, რა-

(1) გ. გურზადიანმა, როცა იგი აბასთუმანის ობსერვატორიაში იმყოფებოდა 1956 წელს, გამოთქვა მოსაზრება ასოციაციების კუთვნილი ვარსკვლავების სპექტრის ულტრაიისფერ ბოლოში აღბათი თავისებურებების არსებობის თაობაზე.

დგანაც წყალბადის ხაზების ინტენსივობა გავლენას ახდენს (როგორც ეს დადგენილია ჯერ, მართალია, მხოლოდ კაშკაშა ვარსკვლავებისათვის), უწყვეტ სპექტრზე, და თვითონ იგი იცვლება არა მარტო ქვეკლასისადმი კუთვნილობაზე დამოკიდებით, არამედ ბრწყინვალეების მიხედვითაც, აუცილებელია შევადაროთ ერთიმეორეს არა მარტო ერთი და იგივე ქვეკლასის ვარსკვლავები, არამედ ერთნაირი აბსოლუტური ვარსკვლავური სიდიდის მქონე ვარსკვლავები. ამ მიმართულებით ჩვენ კიდევ განვაგრძობთ დაწყებულ გამოკვლევებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აბასთუმნის ასტროფიზიკური

ობსერვატორია

(რედაქციას მოუვიდა 25.5.1958)

დაგოწმებული ლიტერატურა

1. Г. А. Шайн и В. Ф. Газе. О взаимоотношении между диффузными газовыми туманностями и горячими звездами. Изв. Крымской астрофиз. обс., X, 1953, 152.
2. В. Ф. Газе и Г. А. Шайн. Каталог эмиссионных туманностей. Изв. Крымской астрофиз. обс. XV, 11, 1955.
3. Б. Е. Маркарян. О классификации открытых галактических звездных скоплений. II. Предварительный список открытых звездных скоплений типа О. Сообщ. Бюраканской обс., IX, 1951.
4. П. П. Паренаго. Курс звездной астрономии. Москва, 1954.
5. И. М. Копылов. Спектры и величины 731 слабой звезды спектральных классов O—B5 в площадке Млечного Пути с центром $\alpha = 1^{\text{h}}25^{\text{m}}$, $\delta = +61^{\circ}50'$ (1950). Изв. Крымской астрофиз. обс., X, 1953, 120.
6. В. А. Амбарцумян и Б. Е. Маркарян. Звездная ассоциация вокруг Р Лебедя. Сообщ. Бюраканской обс., II, 1949.
7. W. W. Morgan, A. E. Whitford, A. D. Code. Studies in galactic structure. I. Astrophys. Journ. 118, 1953, 318.
8. Л. С. Галкин. Двухмерная классификация спектров звезд, полученных с очень малой дисперсией. Изв. Крымской астрофиз. обс., IX, 82, 1952.

ა. ტრონჯაძე

მშთანთქმელი ფენის დისკრეტული სტრუქტურისა და ბაზომავათა შემთხვევითი ცთოშილეზების ბავლენის მხედველოზაში მილეზის შემსახებ ვარსკვლავთ ფერის სიჭარბეთა მეთოდით კოსმოსური მშთანთქმის ბამოკვლევისას

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ე. ხარაძემ 30.10.1957)

შრომაში [1] ჩვენ ვაჩვენეთ, რომ CE -ს (CE ფერის სიჭარბეა) ($m-M$)-ზე ($m-M$ მშანთქმისგან დამახინჯებული მანძილის მოდულია) ან ($m-M$)-ის CE -ზე რეგრესიის მრუდების აგების ჩვეულებრივი მეთოდისა არ იძლევა საშუალებას აგებულ იქნეს $m-M$ -ის CE -ზე დამოკიდებულების ჭეშმარიტი მრუდი მშთანთქმელი ფენის დისკრეტულობისა და ($m-M$)-სა და CE -ს განსახლვრათა შემთხვევითი ცთოშილეზების გამო.

ისმება ($m-M$)-ისა და CE -ს დაკვირვებული მონაცემების მიხედვით ვარსკვლავთშორისი მშანთქმის მახასიათებელი პარამეტრების რიცხვით მნიშვნელობათა კორექტული განსახლვრის ამოცანა.

ეს ამოცანა ზოგადი სახით შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოვყალიბოთ: რაიმე ფიზიკური მოვლენის x და y მახასიათებელს შორის არსებობს დამოკიდებულება

$$y = f(x; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m) = f(x; \beta_i), \quad (1)$$

სადაც β_i ($i = 1, 2, \dots, m$) რაიმე უცნობი პარამეტრებია. ობიექტთა რომელიმე ერთობლიობისათვის სრულდება x და y მახასიათებელთა გავომევი, რის შედეგადაც მიიღება ამ მახასიათებელთა გავომილი მნიშვნელობანი— ξ და η . საჭიროა ამ ξ , η გავომილი მონაცემებით მოიძებნოს β_i პარამეტრების ყველაზე უფრო მისაღები მნიშვნელობანი.

დავუშვათ, რომ $\psi(x, y)$ არის (x, y) -ის განაწილების სიმკვრივე რომელიმე გენერალურ ერთობლიობაში. გავომვათა შედეგად მიიღება ორგანზომილებიანი შემთხვევითი სიდიდე (ξ, η). $F(\xi, \eta)$ იყოს ამ შემთხვევითი სიდიდის განაწილების სიმკვრივე. $u = \xi - x$, $v = \eta - y$ შესაბამისი შემთხვევითი გადახრებია. დავუშვათ, რომ (u, v) ორგანზომილებიანი შემთხვევითი სიდიდის განაწილების სიმკვრივეა

$$\Phi(u, v) = \lambda e^{-Q^2},$$

სადაც

$$\lambda = \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2}, \quad Q^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{u^2}{\sigma_1^2} + \frac{v^2}{\sigma_2^2} \right),$$

σ_1^2 და σ_2^2 -შემთხვევითი გადახრებისა u და v -ს დისპერსიებია, შესაბამისად.

ცხადია, რომ

$$F(\xi, \eta) = \iint \psi(x, y) \Phi(\xi - x, \eta - y) dx dy, \quad (2)$$

სადაც ინტეგრალი ვრცელდება x და y -ის ცვალებადობის მთელ არეზე. მაგრამ ცხადია, რომ

$$\psi(x, y) = 0,$$

როცა

$$y = f(x; \beta_i),$$

$$\psi(x, y) \neq 0,$$

როცა

$$y = f(x; \beta_i).$$

ამიტომ (2) ჩაიწერება ასე:

$$F(\xi, \eta) = \int \Gamma(x) \Phi[\xi - x, \eta - f(x; \beta_i)] dx, \quad (3)$$

სადაც $\Gamma(x)$ x მახასიათებლის განაწილების სიმკვრივეა გენერალურ ერთობლიობაში. განაწილების სიმკვრივე $F(\xi, \eta)$ შეიცავს ჩვენთვის უცნობ პარამეტრებს β_i და σ_1^2, σ_2^2 . ამ უცნობთა შეფასებების გამოსათვლელად ξ, η -ს იმ გაზომილი მონაცემებით, რომლებიც გენერალური ერთობლიობიდან ეგზემპლართა რაიმე ამოკრეფას შეესაბამებიან, ჭეშმარიტებასთან მაქსიმალური სიახლოვის პრინციპის გამოყენებით, ძნელი არ არის განტოლებათა შემდეგი სისტემის მიღება:

$$\begin{aligned} \frac{\xi_k - x_k^*}{S_1^2} + f'_k(x_k^*; b_l) \frac{\eta_k - f(x_k^*; b_l)}{S_2^2} &= 0, \\ k &= 1, 2, \dots, n \\ \frac{f(x^*; b_l) f'_{\beta_l}(x^*; b_l)}{f'_{\beta_l}(x^*; b_l)} &= \frac{\eta f'_{\beta_l}(x^*; b_l)}{f'_{\beta_l}(x^*; b_l)}, \\ l &= 1, 2, \dots, m \\ \overline{(\xi - x^*)^2} &= S_1^2, \\ \overline{[\eta - f(x^*; b_l)]^2} &= S_2^2, \end{aligned} \quad (4)$$

სადაც k ცალკეული ეგზემპლარის ნომერია, b_l — β_l -ის შეფასება, S_1^2 და S_2^2 — σ_1^2 და σ_2^2 -ის შეფასებები, $x^* = x_k$ -ის შეფასება, n — ამოკრეფის მოცულობა. სწორი ხაზები სიმბოლოების ზემოთ აღნიშნავენ საშუალო მნიშვნელობებს.

შეფასებათა ჩანაცვლებანი და დისპერსიები შეიძლება გამოთვლილი იქნეს განტოლებათა გარკვეული სისტემით, რომელთაც მოვიყვანთ სხვა სტატიაში, რომელშიც მოცემული იქნება აქ განხილული საკითხის გადაწყვეტის უფრო დაწვრილებითი აღწერა.

განვიხილოთ (4) სისტემის განტოლებათა პირველი ჯგუფი.

$$\frac{\xi_k - x_k^*}{S_1^2} + f'_k(x_k^*; b_i) \frac{\eta_k - f(x_k^*; b_i)}{S_2^2} = 0. \quad (5)$$

შემოვიღოთ ახალი სიდიდეები

$$\xi'_k = \frac{\xi_k}{S_1}, \quad x_k^{*'} = \frac{x_k^*}{S_1}, \quad \eta'_k = \frac{\eta_k}{S_2}, \quad y_k^{*'} = \frac{y_k^*}{S_2}. \quad (6)$$

(6)-ის მიხედვით ცვლადთა შეცვლის შემდეგ მე-(5) მიიღებს სახეს

$$(\xi'_k - x_k^{*'}) + \frac{dy_k^{*'}}{dx_k^{*'}} (\eta'_k - y_k^{*'}) = 0. \quad (7)$$

მე-(7) გვიჩვენებს, რომ, თუ $(x_k^{*'}, y_k^{*'})$ და (ξ'_k, η'_k) განიხილება როგორც წერტილთა კოორდინატები კოორდინატთა სწორკუთხოვან სისტემაში, მაშინ შეფასებები $(x_k^{*'}, y_k^{*'})$ იმყოფება იმ წრფეზე, რომელიც გადის (ξ'_k, η'_k) წერტილზე x' და y' სიდიდეთა ჰემმარიტი დამოკიდებულების გამომხატველი მრუდის მართობულად.

ადვილი საჩვენებელია, რომ ჩვენი ამოცანის ამოხსნა ჰემმარიტებასთან სიახლოვის მაქსიმუმის პრინციპის მიხედვით შეესაბამება

$$y' = f(x'; b_i)$$

მრუდთა ოჯახიდან ისეთი მრუდის შერჩევას, რომლიდანაც დაკვირვებულ წერტილებამდე მანძილების კვადრატების ჯამი აღწევს მინიმუმს. თუ გამოვიყენებთ მათემატიკური სტატისტიკის ჩვეულებრივ ტერმინოლოგიას [2] და მხედველობაში ვიჭონიებთ ზემოაღნიშნულ გეომეტრიულ ინტერპრეტაციას, შეიძლება ვთქვათ, რომ ჩვენი ამოცანის ამოხსნა ((6) წესით გარდაქმნილი კოორდინატებისათვის) ორთოგონალური საშუალო კვადრატული რეგრესიის მრუდს წარმოადგენს.

შემოთ მოცემული გეომეტრიული ინტერპრეტაცია ამოცანის ამოხსნის გრაფიკული მეთოდის გამოყენების საშუალებას იძლევა. b_i -ის, S_1^2 და S_2^2 -ისათვის მივიღოთ რაიმე წინასწარი მნიშვნელობანი. ამ მნიშვნელობებით კოორდინატთა (6) წესით გარდაქმნილ სისტემაში ავაგოთ მრუდი $y' = f(x'; b_i)$ და დავესვათ წერტილები (ξ', η') . ამ წერტილებიდან დავუშვათ მრუდზე მართობი წრფეები. გადაკვეთის წერტილთა აბსცისები წარმოადგენს სათანადო შეფასებებს $x_k^{*'}$. გამოვიყენოთ $x_k^{*'}$ -ის მიღებული მნიშვნელობები და (4) სისტემის განტოლებათა მეორე ჯგუფის მიხედვით გამოვთვალოთ b_i -ის ახალი მნიშვნელობანი, (4)-ს ორი უკანასკნელი განტოლებით კი— S_1^2 და S_2^2 -ის ახალი მნიშვნელობანი. ეს პროცესი გავიმეოროთ b_i , S_1^2 და S_2^2 -ის ახლახან მიღებული მნიშვნელობებით. აღწერილი პროცედურის საკმაო რაოდენობით განმეორება მიგვიყვანს b_i პარამეტრთა საძიებელ მნიშვნელობებამდე.

ორთოგონალური საშუალო კვადრატული რეგრესიის მრუდი უფრო უხეშად, მაგრამ ჰემმარიტებასთან საკმარისი მიახლოვებით შეიძლება შემდეგნაირად აიგოს: ავიღოთ x და y შორის რაიმე წინასწარი დამოკიდებულება და S_1^2 და S_2^2 -ის წინასწარი მნიშვნელობანი, ავაგოთ ხსენებული მრუდი და დავესვათ სათანადო გაზომილი წერტილები (6) წესით გარდაქმნილ სისტემაში. სიბრტყე დავეოთ ვიწრო ზოლებად, რომლებსაც ქმნიან ერთიმეორისგან გარ-



კვეული წესით შერჩეულ მანძილზე მრუდის მართობულად გამავალი წრფეები. განვსაზღვროთ ყოველ ცალკეულ ზოლში მოხვედრილ წერტილთა მრუდიდან საშუალო მანძილი (მრუდის სხვადასხვა მხარეს მოხვედრილ წერტილთა მანძილები სხვადასხვა ნიშნით უნდა ავიღოთ): ყოველ ზოლში დავსვათ წერტილი, რომელიც მრუდიდან იმყოფება ამ ზოლში მოხვედრილ წერტილთა საშუალო მანძილის ტოლ მანძილზე. ამ საშუალო წერტილებზე გავატაროთ გლუვი მრუდი; იგი უფრო ახლოს იქნება საძიებელ მრუდთან, ვიდრე წინასწარ აღებული მრუდი იყო. გავიმეოროთ ეს აგება, ოღონდ ზოლების აგების საფუძვლად ახალი მრუდი ავიღოთ. ამ გზით კიდევ უფრო მიუახლოვდებით საძიებელ მრუდს.

ორთოგონალური საშუალო კვადრატული რეგრესიის მრუდის აგების აღწერილი გრაფიკული ხერხი ჩვენ გამოვიყენეთ [1]-ში გამოკვლეულ თეორიული ექსპერიმენტის მასალაზე. ამ შემთხვევაში მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული არა მარტო შემთხვევით ცთომილებათა დისპერსია, არამედ მშთანთქმელი ფენის დისკრეტულობისაგან გამოწვეული დისპერსიაც. ეს უკანასკნელი დისპერსია (შთანთქმის მნიშვნელობებში) ჩვენ გამოვთვალეთ a კოეფიციენტის განსაზღვრისას (იხ. შრომა [1]). შთანთქმის მნიშვნელობებში საშუალო დისპერსიისათვის მივიღეთ

$$\sigma_A = \pm 0^m 9 I$$

($m-M$) და CE სიდიდეების ერთობლივი დისპერსიისათვის (რომელიც მხედველობაში ღებულობს როგორც მშთანთქმელი ფენის დისკრეტულობას, ისე გაზომვათა შემთხვევით ცთომილებებს) მივიღეთ

$$\sigma_{(m-M)} = \pm 1^m 17,$$

$$\sigma_{CE} = \pm 0^m 22.$$

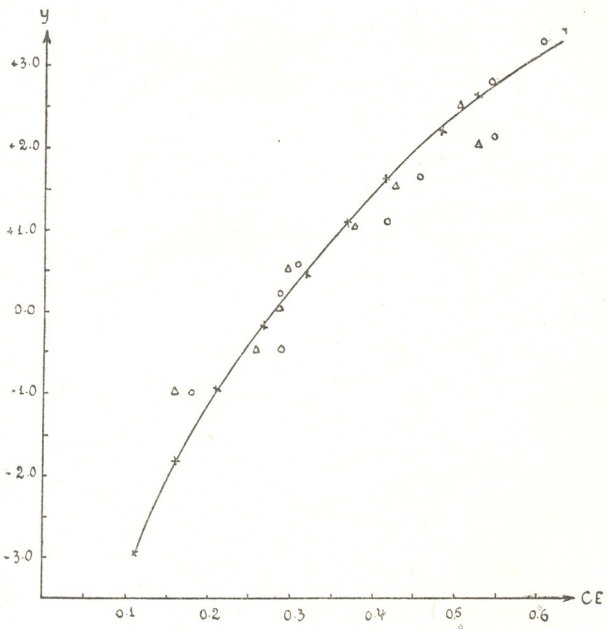
უნდა აღინიშნოს, რომ დისპერსია σ_A დამოკიდებულია მანძილზე და მისთვის საშუალო მნიშვნელობის $-\pm 0^m 9 I$ ალება შემოიტანს გარკვეულ შეცდომას საძიებელი მრუდის ქეშმარიტი სახის დადგენაში, მაგრამ ამ გზით ჩვენ მხედველობაში მივიღებთ მშთანთქმელი ფენის დისკრეტულობის გავლენის ძირითად ნაწილს, ეს კი სინამდვილესთან გაცილებით ახლოს მდგომ შედეგებს მოგვცემს, ვიდრე მშთანთქმელი ფენის დისკრეტულობის ფაქტის დაუსაბუთებელი იგნორირება. აუცილებელია მხედველობაში გვქონდეს ის გარემოებაც, რომ ზემოთ აღწერილი მეთოდიკის გამოყენება ჩვენს შემთხვევაში ხვდება სერიოზულ სიძნელეს, რომელიც დაკავშირებულია სხვადასხვა ვარსკვლავების ($m-M$) და CE სიდიდეებს შორის კორელაციის მხედველობაში მიღებასთან ქეშმარიტებასთან სიახლოვის ფუნქციის (функция правдоподобия) აგების დროს. როგორც ეს აღნიშნული იყო [1]-ში, ამ გარემოების მხედველობაში მიღება საკმაოდ ძნელია. მაგრამ ჩვენი თეორიული ექსპერიმენტის გამოკვლევა შესრულებული იყო სწორედ იმ განზრახვით, რომ გავგეგო, რამდენადაა გამოსაყენებელი ზემოთ აღწერილი მეთოდი ამ შემთხვევისათვის და იძლევა თუ არა იგი სინამდვილესთან საკმაოდ მიახლოებულ შედეგებს.

ორთოგონალური საშუალო კვადრატული რეგრესიის მრუდი მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

CE	0,13	0,18	0,29	0,29	0,31	0,42	0,46	0,55	0,55	0,62
$m-M-10$	-1,52	-0,99	+0,47	+0,23	+0,59	+1,11	+1,64	+2,11	+2,81	+3,28

ნახ. 1-ზე მოყვანილია ($m-M$)-ის CE-საგან დამოკიდებულების ქეშმარიტი მრუდი (იხ.მრუდი I-I ნახ. 2-ზე [1]). წრეები შეესაბამება ორთოგონალურ



ნახ. 1

საშუალო კვადრატული რეგრესიის მრუდს. შედარებისათვის ამავე ნახაზზე მოყვანილია [1]-ში აგებული რეგრესიის ოთხი მრუდიდან ქეშმარიტთან უახლოესი რეგრესიის მრუდი (მრუდი V—V, ნახ. 2 [1] სამკუთხედები).

ადვილი შესამჩნევია, რომ რეგრესიის მრუდი $V-V$ (მით უმეტეს რეგრესიის სხვა მრუდები) სისტემატურადაა გადახრილი ქეშმარიტი მრუდისაგან. ორთოგონალური საშუალო კვადრატული რეგრესიის მრუდი ცთომილებათა ფარგლებში ემთხვევა ქეშმარიტს.

ზემოთ განხილული თეორიული ექსპერიმენტი საკმაოდ დამარწმუნებლად მიგვიჩივებს ($m-M$) და CE -ს შორის ქეშმარიტი დამოკიდებულებისათვის CE -ს ($m-M$)-ზე რეგრესიის მრუდის გამოყენების სუსტი მხარეების შესახებ და გვაძლევს ჩვენ მიერ მოწოდებულ, ზემოთ აღწერილი მეთოდის რიცხობრივ შემოწმებას, მიყვავართ რა დასკვნამდე, რომ ეს ხერხი ჩვენს შემთხვევაში, მიუხედავად აღნიშნული სიძნელებისა, საკმაოდ კარგ შედეგს გვაძლევს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 აბასთუმნის ასტროფიზიკური
 ობსერვატორია

(რედაქციას მოუვიდა 30.10.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. ტ ო რ ო ნ ჯ ა ძ ე. მშთანთქმელი ფენის დისკრეტული სტრუქტურისა და გაზომვათა შემთხვევითი ცთომილებების გავლენის შესახებ ვარსკვლავთ ფერის სიჭარბეთა მეთოდით კოსმოსური შთანთქმის გამოკვლევისას. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XX, № 2, 1958.
2. Г. Крамер. Математические методы статистики. Москва, 1948.

ქიმიკი

ე. ნანობაშვილი

მოლიბდატის გავლენა წყალბადის ზეშანვის კატალიზურ დაშლაზე ბიჰრომატის თანარობით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 14.3.1958)

კატალიზურ მოვლენათა შესწავლა და ამ პროცესის ჭეშმარიტი მსვლელობის შეცნობა თანამედროვე ქიმიის აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს. კატალიზის თეორიის ამოცანაა მოგვეცეს საშუალება თეორიულად განვსაზღვროთ რომელი ნივთიერება, როგორი სიჩქარით და რომელ ფაქტორთა ზეგავლენით შეძლებს მოცემული რეაქციის კატალიზებას.

ამისათვის აუცილებელია ჩავწვდეთ კატალიზის მექანიზმს; ამასთან მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული მოლეკულათა და ატომთა ურთიერთქმედების ძალები.

კატალიზის დარგში აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს ერთიანი თეორიის შექმნა კატალიზური პროცესების მექანიზმის ამოხსნისათვის.

კატალიზური რეაქციების ძლიერი სირთულე არ იძლევა ყველა მოვლენის ერთიანი თეორიით ამოხსნის საშუალებას, მაგრამ შესაძლოა თვითიული თეორია სამართლიანი იყოს კატალიზის მოვლენათა ზოგიერთი ჯგუფისათვის.

კატალიზის ერთ-ერთ ძირითად კონცეფციას წარმოადგენს შუალედი პროდუქტების თეორია, რომლის შექმნაში განსაკუთრებული როლი შეასრულეს პ. მელიქიშვილისა და ლ. პისარევისკის [1], ა. ბახის [2] და ნ. ბილოვის [3] შრომებმა.

შუალედი პროდუქტების თეორიის საბოლოო ჩამოყალიბებაში დიდ როლს მიუძღვით ნ. კობოზევს [4, 5], ნ. პეტინს [6], ე. შპიტალსკის [7, 8], ნ. სოკოლოვს [9], ბ. კონოვალოვს [10, 11] და გ. ბოგდანოვს [11, 12, 13].

შუალედი მოქმედებისა და შერეულ კატალიზატორთა ფუნქციების საკითხი განვითარების საკმაო დონეზეა აყვანილი ჰეტეროგენურ კატალიზში, მაგრამ რაც შეეხება ჰომოგენურ კატალიზს, ამ მიმართულებით არ მოგვეპოვება ცდების საკმაო რაოდენობა. ამ მოსაზრებიდან გამომდინარე ჩვენ მიზნად დავისახეთ მოგვეცა ექსპერიმენტული მასალა რამდენიმე ნივთიერების ერთობლივი კატალიზური ურთიერთქმედების მექანიზმის საკითხის გასაშუქებლად ჰომოგენურ არეში მეთიანობის სხვადასხვა პირობებში.

ექსპერიმენტული ნაწილი

გამოკვლევულ იქნა შემდეგი სისტემები: 1. კალიუმის ბიჰრომატი + წყალბადის ზეჟანგი; 2. კალიუმის ბიჰრომატი + ნატრიუმის მოლიბდატი + წყალბადის ზეჟანგი.

შევისწავლეთ შემდეგი ფაქტორების გავლენა წყალბადის ზეჟანგის კატალიზურ დაშლაზე: 1. წყალბადის იონთა კონცენტრაცია, 2. კატალიზატორთა კონცენტრაცია, 3. წყალბადის ზეჟანგის საწყისი კონცენტრაცია, 4. კატალიზატორთა განმეორებითი მოქმედების ზეგავლენა.



წყალბადის ზეჟანგის დაშლის სიჩქარე იზომებოდა გავომეტრულად $25 \pm 0,02$ -ის დროს ვალტონ-შპიტალსკის აპარატში. აღებული წყალბადის ზეჟანგი იყო აბსოლუტურად უმჟავო, $K_2Cr_2O_7$, Na_2MoO_4 , H_2SO_4 —ქიმიურად სუფთა.

კატალიზური მოქმედების საზომად მიღებულ იქნა საშუალო სიჩქარის აბსოლუტური სიდიდეები ან სიჩქარის კონსტანტები.

მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები: CH_2O_2 — წყალბადის ზეჟანგის კონცენტრაცია (ჩვენ მიერ გამოყენებულ ნივთიერებების კონცენტრაციები გამოსახულია გრამეკვივალენტებით; $C_1 - C_2$ — რეაქციის სიჩქარე, რომელიც $t_2 - t_1$

შეესაბამება საშუალო კონცენტრაციას სარეაქციო ნარევეში დროის მოცემულ შუალედში; K_m — პირველი რიგის რეაქციის სიჩქარის კონსტანტი; K_A — კატალიზატორების აქტიურობის კოეფიციენტი, რომელიც უდრის შეჯამებითი კონსტანტების ფარდობის ბიქრომატის მოქმედების კონსტანტასთან — $K_A = \frac{K_2}{K_1}$, K_a — ერთი კატალიზატორის აქტიურობის კოეფიციენტი,

რომელიც უდრის — $K_a = \frac{K_2 - K_1}{K_1}$.

ნატრიუმის მოლიბდატის ხსნარების კონცენტრაციები ავიღეთ კალიუმის ბიქრომატის კონცენტრაციების შესაბამისად.

მეჯვე არეში ბიქრომატის გარეშე ნატრიუმის მოლიბდატის კატალიზური მოქმედება წყალბადის ზეჟანგის მიმართ იმდენად უმნიშვნელოა, რომ მისი მოქმედება შეიძლება უგულვებელვყოთ.

აღნიშნული ცდების შედეგები სავსებით ეთანხმება ე. შპიტალსკის [8] ანალოგიური გამოკვლევების მონაცემებს.

ამის შემდეგ ჩვენ მიერ შესწავლილ იქნა ბიქრომატისა და მოლიბდატის ერთობლივი მოქმედების რეაქციები წყალბადის ზეჟანგის დაშლაზე სხვადასხვა პირობებში.

ნეიტრალურ არეში ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა კატალიზატორების ერთობლივი მოქმედების რეაქციის სიჩქარის კონსტანტის რამდენადმე ვალდებუა მხოლოდ ბიქრომატის დასწრებით მიმდინარე რეაქციის კონსტანტასთან შედარებით.

მეჯვე არეში, შესაბამისი $CH_2SO_4 = 2,230$ აღნიშნული კატალიზატორების ერთობლივი მოქმედებისას ადგილი ჰქონდა წყალბადის ზეჟანგის დაშლის რეაქციის შენელებას მარტო ბიქრომატის თანდასწრებით მიმდინარე რეაქციას-

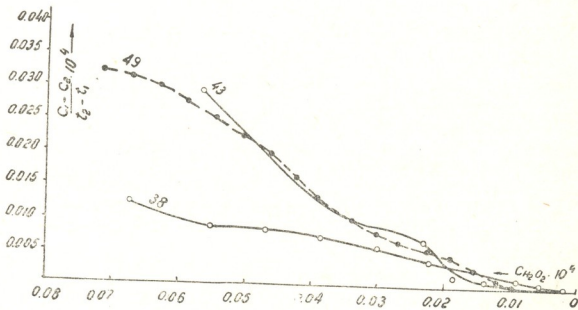
ცხრილი 1

დრო, წმ	CH_2O_2	$K_2Cr_2O_7$	CNa_2MoO_4	CH_2SO_4	$K_m \cdot 0,4343$	$\frac{C_1 - C_2}{t_2 - t_1}$	K_A	K_a
5	0,0810	0,00346	—	—	0,0544	0,0086	—	—
38	0,0810	0,00346	0,00069	—	0,0864	0,0115	1,582	0,6
1	0,0810	—	0,00069	—	0,0058	0,0020	—	—
6	0,0810	0,00346	—	0,2230	0,2219	0,0458	—	—
43	0,0810	0,00346	0,00069	0,2230	0,1992	0,0432	—	—
25	0,0810	—	0,00069	0,2230	0,0018	0,0020	0,00	—
49	0,0810	0,00346	0,00069	2,230	0,2360	0,0316	—	—
7	0,0810	0,00346	—	2,230	0,2909	0,0428	0,810	0,10

თან შედარებით, რაც ახსიათებს მოლიბდატს მოცემულ სისტემაში როგორც უარყოფით კატალიზატორს; რეაქცია მონომოლეკულური ხასიათისაა. აღნიშნული ცდების შედეგები მოყვანილია 1 ცხრილში.

1. წყალბად-იონთა კონცენტრაციის გავლენა

გოგირდის მჟავას კონცენტრაციის შეცვლისას, ბიქრომატისა და მოლიბ-დატის კონცენტრაციების დანარჩენ იდენტურ პირობებში, რეაქციის სიჩქარის კონსტანტა (მჟავე არეში, შესაბამისი $\text{CH}_2\text{SO}_4 = 0,223$) 3-ჯერ მეტია ნეიტრალურ არეში მიმდინარე რეაქციის სიჩქარის კონსტანტასთან შედარებით, ხოლო მეტი მჟავიანობის არეში, სადაც $\text{CH}_2\text{SO}_4 = 2,230$, ჩანს უმნიშვნელო აჩქარება რეაქციისა. შეიძლება დავასკვნათ, რომ განსაზღვრული ოპტიუმის ზედათ მჟავიანობის გადიდება უკვე თითქმის აღარ ახდენს გავლენას წყალბადის ზეჟანგის დაშლის სიჩქარეებზე. აღებული იქნა $\text{CH}_2\text{O}_2 = 0,1089$, $\text{CK}_2\text{S}_2\text{O}_7 = 0,00346$, $\text{CN}_2\text{M}_6\text{O}_4 = 0,000046$ აღნიშნული ცდების მონაცემები წარმოდგენილია ნახ. 1-ზე. აბსცისის ღერძზე გადაზომილია წყალბადის ზეჟანგის კონცენტრაციები, ხოლო ორდინატზე — რეაქციის საშუალო სიჩქარე.



ნახ. 1. ცდა 38—ნეიტრალურ არეში, ცდა 43—მჟავე არეში, შესაბამისი $\text{CH}_2\text{SO}_4 = 0,223$.
 ცდა 49—მჟავე არეში, შესაბამისი $\text{CH}_2\text{SO}_4 = 2,230$

წყალბადის იონთა ზემოქმედების ანალოგიურ სურათს ჰქონდა ადგილი შ. შარაშენიძის და ი. ბუგაიანიშვილის ცდებში [7].

2. მოლიბდატის სხვადასხვა კონცენტრაციის გავლენა

ნეიტრალურ არეში ბიქრომატის მულტივი კონცენტრაციის დროს მოლიბ-დატის კონცენტრაციის 10-ჯერ გადიდება იწვევს წყალბადის ზეჟანგის დაშლის სიჩქარეების კონსტანტების გადიდებას 1,48-ჯერ.

მჟავე არეში, შესაბამისი $\text{CH}_2\text{SO}_4 = 0,223$ -ისა, მოლიბდატის კონცენტრაციის გადიდება იწვევს რეაქციის სიჩქარის შემცირებას. უფრო მეტი მჟავიანობის არეში, შესაბამისი $\text{CH}_2\text{SO}_4 = 2,230$ -ისა, რეაქციის სიჩქარე საგრძნობლად იზრდება მოლიბდატის კონცენტრაციის გადიდებასთან ერთად (იხ. ცხრილი 2).

№№	CH ₂ O ₂	CH ₃ Cr ₂ O ₇	CNa ₂ M ₂ O ₄	CH ₂ SO ₄	K _m -0,4343	C ₁ -C ₂ t ₂ -t ₁
39	0,0810	0,0069	0,000069	—	0,1162	0,0130
40	"	"	0,00069	—	0,1723	0,0122
45	"	"	0,00069	0,2230	0,3498	0,0321
46	"	"	0,000069	"	0,4292	0,0082

2. ბიქრომატის სხვადასხვა კონცენტრაციის გავლენა

მოლიბდატის მულმივი შეცულობისას ბიქრომატის კონცენტრაციის გადღებამ ნეიტრალურ და მუავიანობის სხვადასხვა პირობებში შემდეგი სურათი გვიჩვენა:

ნეიტრალურ არეში ბიქრომატის კონცენტრაციის ორჯერ გადიდება იწვევს რეაქციის თითქმის ორჯერ დაჩქარებას. ანალოგიურ სურათს ჰქონდა ადგილი მუავე არეშიც.

4. წყალბადის ზეჟანგის საწყისი კონცენტრაციის გავლენა

კატალიზატორების კონცენტრაციების იდენტური პირობების დაცვისას ჩვენ ვცვლიდით წყალბადის ზეჟანგის კონცენტრაციას 0,0363—0,1815-მდე. ცდებმა გვიჩვენა რეაქციების სიჩქარეთა კონცენტრაციების თითქმის პირდაპირი დამოკიდებულება ნეიტრალურ არეში წყალბადის ზეჟანგის საწყისი კონცენტრაციის გადიდებისაგან.

მუავე არეში მივიღეთ ასეთი სურათი: წყალბადის ზეჟანგის საწყისი კონცენტრაციის გადიდება იწვევდა წყალბადის ზეჟანგის დაშლის სიჩქარის კონსტანტის შემცირებას; ცდების შედეგები მოყვანილია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

ცდის №№	CH ₂ O ₂	CK ₂ Cr ₂ O ₇	CNa ₂ M ₂ O ₄	CH ₂ SO ₄	K _m -0,4343	C ₁ -C ₂ t ₂ -t ₁
37	0,0363	0,00346	0,000069	—	0,03575	0,0018
38	0,10890	0,00346	0,000069	—	0,0864	0,0115
68	0,1815	0,00346	0,000069	—	0,1394	0,0230
42	0,0363	0,00346	0,000069	0,2230	0,5040	0,0075
43	0,1089	0,00346	0,000069	0,2230	0,1992	0,0432
50	0,1815	0,00346	0,000069	0,2230	0,2035	0,0446

5. კატალიზატორების განმეორებითი მოქმედების გავლენა

ერთდროულად მოქმედი ორი იონის (ბიქრომატისა და მოლიბდატის) ზეგავლენით კატალიზებული წყალბადის ზეჟანგის დაშლის რეაქციის შექანის გამოსაკვლევად ჩავატარეთ აღნიშნული კატალიზატორების განმეორებითი მოქმედების ექსპერიმენტები.

განმეორებითი რეაქციების კინეტიკის შესწავლა, ე. ი. სუბსტრატის (ამ შემთხვევაში წყალბადის ზეჟანგის) განმეორებითი შეტანა სარეაქციო ნარევე-

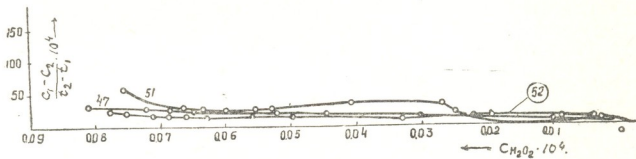
ში საშუალებას იძლევა განვასხვაოთ ჰემმარიტი კატალიზური პროცესი უქცევი კატალიზისაგან.

ჩვენ შევისწავლეთ კალიუმის ბიქრომატისა და ნატრიუმის მოლიბდატის ერთობლივი მოქმედებით წყალბადის ზეჟანგის კატალიზური დაშლის პირველადი, მეორადი და მესამადი რეაქციები; მათ შორის დროის შუალედი იყო ერთი დღე-ღამე.

ცდებს ვატარებდით მთავე არეში ($\text{CH}_2\text{SO}_4=0,223$).

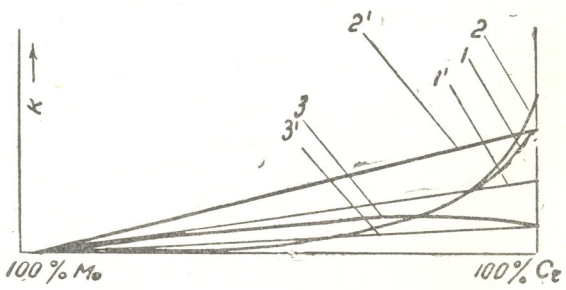
აღებულ იქნა $\text{CH}_2\text{O}_2=0,0810$; $\text{CK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7=0,00069$; $\text{CNa}_2\text{MoO}_4=0,00069$.

პირველადი რეაქციის სიჩქარის კონსტანტის შეფარდება განმეორებითი რეაქციების სიჩქარის კონსტანტებთან გვიჩვენებს კატალიზატორთა აქტიურობის ცვალებადობის დროის მიხედვით მეორად და მესამად რეაქციებში. მეორად რეაქციაში კატალიზატორების აქტიურობა ორჯერ კლებულობს. მესამად რეაქციაში კატალიზატორების აქტიურობა თითქმის არ განსხვავდება მეორადი რეაქციის აქტიურობისაგან, ცდების შედეგები მოყვანილია ნახ. 2-ზე.



ნახ. 2. ცდა 51—პირველადი რეაქცია; ცდა 47—მეორადი რეაქცია; ცდა 52—მესამადი რეაქცია

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ხდება კატალიზატორების მოძველება წყალბადის ზეჟანგით მათი გადამუშავების შემდეგ, ე. ი. პირველადი მათი მოქმედე-



ნახ. 3. ცდა 1—ნეიტრალურ არეში; ცდა 2—მთავე არეში, შესაბამის $\text{CH}_2\text{SO}_4=0,223$; ცდა 3—მთავე არეში, შესაბამის $\text{CH}_2\text{SO}_4=2,230$; 1' 2' 3' ადიტიურობის ხაზები შესაბამისი ცდებისა 1, 2, 3

ბის შემდეგ აღგილი აქვს რეაქციის სიჩქარის გადიდებას (მეორად რეაქციაში), რის შემდეგ მათი აქტიურობა ნაკლებად ცვალებადი რჩება კინეტიკური მრუ-

დების ხასიათი მეორადი და მესამადი რეაქციებისა ერთი და იგივეა, ისინი თითქმის ერთხვევიან ერთმანეთს.

მოლბდატისა და ბიქრომატის მარილების ცალცალკე კატალიზური მოქმედების სიჩქარეთა კონსტანტების შეპირება მათი ერთობლივი მოქმედების რეაქციის სიჩქარის კონსტანტსთან ადასტურებს კატალიზის ძირითად პრინციპს — ადიტიურობის სქემის შეუსრულებლობას, სახელდობრ: კატალიზატორების ერთობლივი მოქმედების მრუდი ადიტიურობის სწორი ხაზის ზევითაა როგორც ნეიტრალურ, ისე მყავე არეში (იხ. ნახ. 3).

ამრიგად, მოლიბდატის იონები რამდენადმე ამჟღავნებენ პრომოტორულ მოქმედებას ბიქრომატის მიმართ. ძოცემულ რეაქციაში აო ხორციელდება სქემის ადიტიურობა ნეიტრალური და მყავიანობის არის სხვადასხვა პირობებში.

შ ე დ ე გ ე ბ ი ს გ ა ნ ხ ი ლ ვ ა

ბიქრომატისა და მოლიბდატის ერთობლივი მოქმედების ზეგავლენით წყალბადის ზეჟანგის კატალიზური დაშლა წარმოადგენს საინტერესო მაგალიტს, რომელზედაც შეიძლება თვალსაჩინოდ დავინახოთ წარმოქმნა შუალედი ნივთიერებებისა, რომლებიც აპრობებენ შუალედი სტადიის არსებობას. აქ შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ მოლიბდატისა და წყალბადის ზეჟანგის ურთიერთმოქმედების შედეგად მიიღება განსხვავებული შედგენილობის სხვადასხვაგვარი თვისებების მქონე პერმოლიბდატები.

ჩვენი ცდების პირობებში რეაქციის მსვლელობის სურათი გართულებულია ერთდროული მოქმედებით ორი პომოგენური კატალიზატორის — ბიქრომატისა და მოლიბდატისა, რომლებიც წყალბადის ზეჟანგთან ერთად წარმოქმნიან ჟანგბადის ადვილად მომხლეჩ აქტიურ შუალედ შენაერთებს — პერქრომატებს და პერმოლიბდატებს. წყალბადის ზეჟანგის კატალიზის დროს კატალიზატორების თანაბარი კონცენტრაციის პირობებში შედარებით მეტი აქტიურობა ემჩნეოდა პერქრომატს, ვიდრე პერმოლიბდატს.

მოლიბდატის კონცენტრაციის შემცირებას თანსდევს წყალბადის ზეჟანგის დაშლის რეაქციის სიჩქარის კონსტანტის გადიდება. შესაძლოა ეს გვიჩვენებდეს იმას, რომ პერმოლიბდატი ხელს უშლის წყალბადის ზეჟანგის დაშლას ან როგორღაც სტაბილურს ხდის მოცემული სისტემის მდგრადობას.

რაც შეეხება წყალბადის ზეჟანგის საწყისი კონცენტრაციის გავლენას ბიქრომატით და მოლიბდატით მისი კატალიზური დაშლის დროს, დაკვირვებამ შემდეგი გვიჩვენა: მყავე არეში H_2O_2 -ის საწყისი კონცენტრაციის გადუღება იწვევდა დაშლის სიჩქარის შემცირებას, ნეიტრალურ არეში H_2O_2 -ის საწყისი კონცენტრაციის შემცირებას თან სდევდა რეაქციის სიჩქარის კონსტანტისა და რეაქციის საშუალო სიჩქარის საგრძნობი ზრდა.

ამრიგად, რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია საწყისი კონცენტრაციისაგან, რაც რეაქციის უქცევადობის მაჩვენებელია.

ნეიტრალური და მყავიანობის სხვადასხვა არის პირობებში ჩატარებულა ცდების მონაცემების განხილვიდან (კატალიზატორების კონცენტრაციების დანარჩენ თანაბარ პირობებში) რეაქციების სიჩქარეთა კონსტანტების შეპირისპირება გვიჩვენებს H_2O_2 -ის დაშლის რეაქციის სიჩქარის კონსტანტის გადიდებას მყავე არეში, ნეიტრალურ არეში მიმდინარე რეაქციის სიჩქარის კონსტანტსთან შედარებით.

წყალბადიონების აქტიურობის გამომწვევ მოქმედებას ვხვდებით თითქმის ყველა მომდევნო ცდაში, მაგრამ უფრო მეტი მყავიანობის არეში სიჩქარის კონსტანტა პრაქტიკულად უცვლელი რჩება.

მოლიბდატის კონცენტრაციის შემცირება იწვევს წყალბადის ზეჟანგის დაშლის რეაქციის სიჩქარის კონსტანტის გადიდებას მყავე არეში (იხ. ცხრ. 2).

ეს შედეგები შეიძლება ავსნათ შემდეგი გარემოებით: მყავე არეში პერმოლიბდატებით გადადიან შესაბამის პერმოლიბდენის მყავეებში, რომლებიც, როგორც ნ. კობოზევი [10] მიიღო გამოკვლევებით, წარმოადგენენ კინეტიკურად არააქტიურებს. ასეთი პასიურობა გაპირობებულია პერმოლიბდენის მყავეს ძოლეკულაში ძლიერი შინაგანი გადაჯგუფებით მარილების ხსნარების ნეიტრალიზაციის პროცესის დროს.

მეორე მხრივ, მყავე არეში პერქრომატი გადადის შესაბამის მყავეში, როგორც ძალიან ადვილად იხლიჩება ჟანგბადის გამოყოფით. შედეგად მყავე არე იწვევს წყალბადის ზეჟანგის დაშლის სიჩქარის გადიდებას ზექრომატის ადვილად დაშლის ხარჯზე.

პერმოლიბდენის მყავე ნამდვილად რომ პასიურია, ჩანს ცდების 45 და 46-ის დაპირისპირებით (ცხრილი 2). ამის შედეგად გამომდინარეობს, რომ პერმოლიბდენის მყავეს რაოდენობის, ანუ მოცემული კატალიზური სისტემის პასიური აგენტის შემცირებით (ცდების დანარჩენ თანაბარ პირობებში), სიჩქარის კონსტანტა ბუნებრივად იზრდება.

განმეორებითი ცდების შემთხვევაში მიღებული წყალბადის ზეჟანგის დაშლის პირველადი რეაქციის ვახსხვავება მომდევნო რეაქციებისაგან აიხსნება მდგრადი პერმოლიბდატის წარმოქმნით პირველად რეაქციაში ჩარჩენილ წყალბადის ზეჟანგის ხარჯზე. პერმოლიბდატების წარმოქმნასთან ერთად წარმოიქმნება აგრეთვე პერქრომატები და შესაბამისი მყავეები. ნ. კობოზევის [10] ნაგულებების ანალოგიურად პერმოლიბდენის მყავეში მიმდინარეობს შინაგანი გადაჯგუფება, რის შედეგად მოლეკულების მეტი ნაწილი გადადის კინეტიკურად არააქტიურ ფორმებში.

წყალბადის ზეჟანგის დაშლის მსვლელობის შენელება შეიძლება აიხსნას აგრეთვე პირველადი რეაქციის შემდეგ მიღებული ნალექის სუბსტრატზე შემოქმედებით, რომელიც შემდეგ მესამად რეაქციაში სტაბილურდება.

მესამად რეაქციაში ადგილი ჰქონდა წყალბადის ზეჟანგის დაშლის სიჩქარის კონსტანტის უცვლელობას. ამას ჩვენ ვხსნით შუალედი პროდუქტების — პერმოლიბდატების სტაბილურობით. ხსენებული განმეორებითი რეაქციების შესწავლისას რეაქციის კინეტიკური მსვლელობის ცვალებადობით (პირველადი და მეორადი რეაქციების) და H_2O_2 -ის დაშლის რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულებით H_2O_2 -ის საწყისი კონცენტრაციისაგან ჩვენ მიერ დადგინდებულ შემთხვევით H_2O_2 -ის დაშლის რეაქციის უქცევადობა ბიქრომატის და მოლიბდატის კომბინირებული მოქმედების დროს.

ანალოგიური გამოკვლევები (ჩვენ შემდეგ) იყო ჩატარებული გ. ბოგდანოვის [14] მიერ, რომლის მონაცემებით მტკიცდება ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები.

ამრიგად, სინამდვილის მსგავსად გვეჩვენება, რომ აქტივაციის მექანიზმი შუალედი პროდუქტების წარმოქმნაში უნდა მდგომარეობდეს, რადგან კატალიზატორი (თავისთავად არააქტიური) აქტივებს H_2O_2 -ის დაშლას შუალედი პროდუქტის წარმოქმნის გზით.

დასკვნები

1. ნატრიუმის მოლიბდატი პრაქტიკულად არ შლის წყალბადის ზეჟანგს ბიქრომატის გარეშე როგორც ნეიტრალურ, ისე მყავე არეში. ბიქრომატის მუდმივი შეცულობისას მოლიბდატის კონცენტრაციის გადიდებას თან სდევს წყალბადის ზეჟანგის დაშლის რეაქციის სიჩქარის ზრდა ნეიტრალურ არეში, ხოლო მყავე არეში — რეაქციის სიჩქარის შემცირება.

2. ბიქრომატისა და მოლიბდატის ერთობლივი მოქმედების დროს წყალბადის ზეჟანგის საწყისი კონცენტრაციის გადიდებას თან სდევს H_2O_2 -ის დაშ-



ლის რეაქციის ასწრაფება ნეიტრალურ არეში, ხოლო მყავე არეში — რეაქციის შენელება.

3. ბიქრომატისა და მოლიბდატის აქტიურობა კლებულობს დროის მიხედვით და თავისი აქტიურობის ზღვრულ მნიშვნელობამდე თითქმის უცვლელი რჩება.

4. ნახულ იქნა, რომ ნეიტრალურ არეში M_6O_4 -იონის მომატება Cr_2O_7 -იონთან ადიდება უკანასკნელის აქტიურობას 1,54-ჯერ, ხოლო მყავე არეში, შესაბამისად $CH_2SO_4=0,223$ -ისა, აქტიურობას ამცირებს 1,11-ჯერ; მყავე არეში, შესაბამისად $CH_2SO_4=2,230$ -ისა, 1,22-ჯერ ამცირებს აქტიურობას.

5. მოცემული რეაქცია წარმოადგენს უქცევი კატალიზის შემთხვევას, რაც მტკიცდება რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულებით წყალბადის ზეჟანგის საწყისი კონცენტრაციისაგან და წყალბადის ზეჟანგის დაშლის განმეორებითი (მეორადი) რეაქციის კინეტიკური მსვლელობის ცვალებადობით. მოლიბდატის იონები ბიქრომატის იონების მიმართ რამდენადმე იჩენენ პრომოტორულ მოქმედებას ნეიტრალურ არეში.

ჩვენ მიერ ნახულ იქნა მკაფიო არაადიტიური თანაფარდობა შერეულ კატალიზატორთა აქტიურობაში.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.3.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. P. C. Melikoff und L. Pisarjeursky. Ber. XXXI, 1898, 632.
2. A. Bach. Cr. d. I. cod. des Sinses—24, 1897, 951.
3. Н. А. Шилов. О сопряженных реакциях окисления. Москва, 1905.
4. Н. И. Кобозев. Катализ, т. XXVI. Третья конференция по физико-химическим вопросам. 1930, стр. 113.
5. Н. И. Кобозев. Журнал физической химии, т. 15, в. 3, 1941, стр. 882.
6. N. N. Petin und E. Spitalsky. Zts. Phys. Cemi, 113. 1924.
7. E. J. Spitalsky. Zts. Phys. Cemi, 122, 257, 1926.
8. Е. И. Шпитальский и Б. А. Коновалова. ЖРФХО, т. XII, в. 5, 1930.
9. Н. И. Кобозев и Н. Н. Соколов. ЖФХ, т. IV, 1933, стр. 275.
10. Б. А. Коновалова. ЖФХ, т. VI, в. 6, 1935, стр. 704.
11. Б. А. Коновалова, Д. Е. Монахова, М. Н. Ангарская и Н. Н. Петин. ЖФХ, т. X, вып. 11, 1937, стр. 313.
12. Г. А. Богданов и Н. Н. Петин. Журнал Общей химии, в. 12, 1942 стр. 361—391, 596.
13. Г. А. Богданов. Журнал физической химии, том 21, 1947, стр. 53.
14. Г. А. Богданов. Новые материалы к теории промежуточных продуктов в гомогенном, ЖФХ т. XXV, в. 3, 1951.
15. Ш. С. Шарашенидзе и И. Бугианишвили. Труды Тбил. Гос. университета имени Сталина, т. XX, 1941.

6. ნუცუბიძე

კატეხინების გარდაქმნები ღვინის მადერიზაციის დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ღურშიშიძემ 8.3.1958)

უკანასკნელ წლებამდე არ იყო დადგენილი ყურძნისა და ღვინის მთრიმლავ ნივთიერებათა ქიმიური ბუნება, არ იყო გამოყოფილი ტანიდების ცალკეული კომპონენტები და დადგენილი მათი გარდაქმნები. ამის გამო შეუძლებელი იყო ღვინის საკუთარი ტანიდების გარდაქმნათა შესწავლა მადერიზაციის პროცესში; დღეისათვის უკვე დადგენილია ყურძნის მთრიმლავ ნივთიერებათა ქიმიური ბუნება.

ქიმიური გზით აღმოჩენილია d-კატეხინის, l-გალოკატეხინისა და d-კატეხინგალატის არსებობა ყურძნისა და ღვინის მთრიმლავ ნივთიერებებში (ს. ღურშიძე, 1950, 1951, 1952) [1].

ყურძნის ტანიდების შემდგომი შესწავლა ჩატარებულ იქნა ქალაქ ღვინოპროდუქტოგრაფიების დახმარებით, რამაც გვაჩვენა, რომ ვაზის მთრიმლავ ნივთიერებებში შედიან აგრეთვე dl-გალოკატეხინი, dl-კატეხინი და d-ეპიკატეხინგალატი (ს. ღურშიძე და ნ. ნუცუბიძე, 1954) [3].

ყურძნის ტანიდების ქიმიური ბუნების დადგენის შემდეგ მათი გარდაქმნის შესწავლისათვის ღვინის მადერიზაციის პროცესში, საჭირო იყო კატეხინების თავისობრივი და რაოდენობრივი კვლევის მეთოდის შემუშავება. ამ მიზნით დამუშავებულ იქნა ღვინოში კატეხინების განსაზღვრის ქალაქ ღვინოპროდუქტოგრაფიების პირობები. ექსპერიმენტულად შერჩეულ იქნა გამხსნელის შეფარდება H_2O -ბუთილის სპირტი, ძმარმჟავა (ყინ.) და წყალი (დესტ.) — 40:12:30. ორ-მხრივი ქრომატოგრაფიისას მეორე გამხსნელად გამოყენებული იყო წყლით გაჯერებული ფერლი. ქრომატოგრაფების გამჟღავნება ხდებოდა რკინაამონიუმის შანის ან ვანილინ-მარბოლმჟავას 1%-იანი ხსნარებით. დამუშავებულ იქნა ტკბილ ღვინოებში კატეხინების განსაზღვრის თანმიმდევრობა (ნ. ნუცუბიძე, 1956) [4].

თვისობრივი ქრომატოგრაფიის შემდეგ შემუშავებულ იქნა ყურძნისა და ღვინის კატეხინების რაოდენობრივი, ქალაქ ღვინოპროდუქტოგრაფიის მეთოდები. შემუშავებულ იქნა კატეხინების განსაზღვრის ე. წ. ლაქის ფართობის გაზომვის მეთოდი. რომელიც დამყარებულია კატეხინის კონცენტრაციასა და მის მიერ წარმოქმნილი ლაქის ფართობის ურთიერთ დამოკიდებულებაზე. აღნიშნული დამოკიდებულება გამოიხატება შემდეგი ფორმულით: $c = 4,55 (S - 1)$.

რიგი ცვლილებების შეტანის შემდეგ ყურძნისა და ღვინის კატეხინების რაოდენობრივი კვლევისათვის გამოვიყენეთ ჩაის კატეხინების რაოდენობრივი ქალაქ ღვინოპროდუქტოგრაფიის („ელუციის“) მეთოდი (ნ. ნუცუბიძე, 1958, [5]).

კატეხინების ადვილად გარდაქმნის უნარს აღნიშნავდა ჯერ კიდევ 1920 წ. კ. ფრეიდენბერგი [6].

ჩაის ტანიის (რომელიც შედგება თავისუფალი კატეხინებისა და კატეხინგალატის მოლეკულებისაგან (98%) გარდაქმნების მსვლელობაზე და ფერმენტაციის დროს მის ღრმა ცვლილებებზე დამოკიდებულია ჩაის წარმოების ტექნოლოგია [7, 8]. ყურძნისა და ღვინის კატეხინების, განსაკუთრებით d-კატეხინის, გარდაქმნება და სხვა ნივთიერებებთან რეაქციაში შესვლას დიდი როლი აქვს ყურძნის გადამუშავებაში და ღვინის დავარება-დაქველვაში (ს. ღურშიძე, 1955) [9].



ზემოთქმულიდან გამომდინარე, უფრო ნათლად რომ წარმოგვედგინოთ ლუწონში მიმდინარე კატეხინების გარდაქმნის სურათი, ჩავატარეთ ლვინის კატეხინების ხელოვნურ არეებში სითბოს გავლენით გამოწვეული ცვლილებების შესწავლა. კატეხინების პარალელურად აღებული გვქონდა ხელოვნურ არეებში, მუხის ტანინიც.

შესწავლილ იქნა აგრეთვე ალეტალდეჰიდის გავლენა კატეხინებზე სითბოთი დამუშავების დროს. ამისათვის გამოვიყენეთ შემდეგი შემადგენლობის ხელოვნური არე — 20% სპირტი, 6% ი-ლვინისმეყავა და %ი-გლიცერინი.

სითბოთი დამუშავება მოვადინეთ 70°C—250 მლ ბოთლებში, რომლებშიც მოთავსებული იყო 200 მლ საკვლევი ხსნარი.

ჩატარებული ცდების შედეგად შემჩნეულ იქნა შემდეგი ცვლილებები: კატეხინების შემცველ ვარიანტებში ეცემა ფლოროგლუცინის რიცხვი და იზრდება პიროგალოლის პიდროქსილების შემცველობა კატეხინების გალოკატეხინებად გარდაქმნის შედეგად. ეს პროცესი ატარებს მრუდის ხასიათს — სითბოთი დამუშავების 15—20 დღის შემდეგ კვლავ დადის პირვანდელ მნიშვნელობამდე. კატეხინები უერთდებიან აცეტალდეჰიდს, რის შედეგადაც უფრო სწრაფად ხდება კატეხინების დაჟანგვითი გარდაქმნები.

კატეხინების გარდაქმნები ხელოვნურ არეებში შევისწავლეთ რაოდენობრივი ქრომატოგრაფიის დახმარებით. d-კატეხინის ხელოვნური ხსნარის გარდაქმნის შესწავლის შედეგები მოგვყავს 1 ცხრილში (გამოყენებულ იქნა ლაქის ფართობის მეთოდი).

ცხრილი 1

d-კატეხინის რაოდენობრივი გარდაქმნები ხელოვნურ არეში 70°C გათბობის პირობებში. საკვლევ ხსნარს ვაწვეთებდით ყოველთვის 30 μ გრ. რაოდენობით (არე—ლვინის სპირტი 20%, ლვინის მეყავა—4%)

№№	საკვლევი ნივთიერება	სითბოთი დამუშავებამდე μ გრ-ით	10 დღის სითბოთი დამუშავების შემდეგ μ გრ-ით	20 დღის შემდეგ μ გრ-ით	30 დღის შემდეგ μ გრ-ით
1	d-კატეხინი	30	21,6	7,7	4,6
2	dl-კატეხინი	—	8,9	5,4	9,5
3	I-გალოკატეხინი	—	—	7,7	5,0
4	უცნობი ნაერთი	—	—	2,7	—
კატეხინების ჯამი		30	30,5	23,5	19,1

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, d-კატეხინიდან დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება dl-კატეხინი, შემდეგში I-გალოკატეხინი და მცირე რაოდენობით გალოკატეხინის გარდაქმნის უცნობი პროდუქტი, რომელიც ქრომატოგრაფიაზე ჩერდება d-ეპიკატეხინგალატის გვერდზე.

როგორც ვხედავთ, სითბოთი დამუშავებისას d-კატეხინი განიცდის ღრმა გარდაქმნებს. ხელოვნურ არეებში შესწავლილ იქნა, აგრეთვე, მადერიზაციის პროცესზე d-კატეხინის, ენოტანინისა და მუხის ტანინის გავლენა. ცდების ამ სერიამაც გვიჩვენა, რომ d-კატეხინისა და ენოტანინის მკვეთრი გარდაქმნების პარალელურად ხდებოდა ალდეჰიდების, აცეტალებისა და საშუალო ეთერების რაოდენობის ზრდა, იმ ელემენტებისა, რომლებიც ითვლებიან მადერიზაციის მსვლელობის მახასიათებლებად. აღნიშნული ნაერთები კატეხინებიან ვარიანტებში მივიღეთ ორჯერ მეტი რაოდენობით, ვიდრე მუხის ტანინიან ხსნარში. აღნიშნული მონაცემები შემოწმებული იქნა აგრეთვე მადერის ღვინომასალებზე. ამ შემთხვევაშიაც ენოტანინი ბევრად უფრო აჩქარებს მადერიზაციას, ვიდრე მუხის ტანინი და მუხის ტყეჩი.

ღვინის ხარისხი ბევრად არის დამოკიდებული კატეხინების გადაქმნებზე პირველად გადამუშავებისას და დადუღებისას. მტევნის ნაწილებიდან ყურძნის წვენიში, შემდეგ ღვინოში უნდა გადავიდეს I-და dI-გალოკატეხინები, d-და dI-კატეხინები, უფრო მცირე რაოდენობით d-ეპიკატეხინგალატი და I-ეპიკატეხინი.

გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ჰაჰაზე დაყენებული ყურძნის წვენი დუღილის დაწყებამდე შეიცავს: I-და dI-გალოკატეხინებს, d- და dI-კატეხინებს; მათ შორის დიდი რაოდენობით არის d-კატეხინი. დუღილის დაწყებიდან მესამე დღეს მადულარ ტბილში გარდა ოთხი კატეხინისა, გადადის, აგრეთვე, d-ეპიკატეხინგალატიც. დუღილის მეექვსე დღეს d-ეპიკატეხინგალატი გარდაიქმნება კატეხინგალატის ტიპის ახალ ნაერთად.

დასახელებული კომპონენტები ღვინოში იმყოფება რამდენიმე თვის განმავლობაში. გვჯერებთ მალე იყანგება dI-გალოკატეხინი, ხოლო 5—6 თვის შემდეგ აღარ გვხვდება კატეხინგალატიც. კახური წესით დაყენებულ ღვინოებში 10—12 წლამდე არის საგრძნობი რაოდენობით d-კატეხინი, I-გალოკატეხინი და dI-კატეხინი. აღნიშნულ ხნოვანებაზე უფრო ძველ ღვინოებში ცალკეული კატეხინები უკვე აღარ გვხვდება. კახური წესით დაყენებულ 3—4 თვის რქაწითელის ღვინოში კატეხინების, გალოკატეხინებისა და კატეხინგალატის ჯამი შეადგენს ღვინის ტანინების 54%-ს. ღვინის ტანინი, გარდა კატეხინების ცალკეული კომპონენტებისა, როგორც ცნობილია, შედგება კატეხინებისა და გალოკატეხინების გარდაქმნის პროდუქტებისაგანაც, რაც დასტურდება აგრეთვე ქრომატოგრაფებზე მთლიანი ზოლების რკინამონიუმის შაბთან შეფერვით: ნაწილი იფერება ლურჯ-იისფერად, ხოლო მეორე ნაწილი — მწვანე ფერად.

მადერიზაციის დროს ღვინოში ხდება დაძველების პროცესის დაჩქარება. განსაკუთრებით ინტენსიური ხდება კატეხინების გარდაქმნები და რაც ჩვეულებრივ დაძველების დროს წლების მანძილზე ვლინდება, სითბოთი დამუშავებისას თავს იჩენს 20—25 დღის განმავლობაში.

ცდები ჩატარებულ იქნა, როგორც ჩვენს მიერ დამზადებულ ღვინომასალაზე, ისე წარმოებიდან აღებულ ნიმუშებზე. ღვინომასალები დავამზადეთ ყურძნის შემდეგი ჯიშებიდან: რქაწითელი (ტიბაანიდან და კარდანახიდან), ალიგოტე (ნუკრიანიდან), კრახუნა, ცოლიკოური და ციცქა (სვირიანი).

ყურძენი დაკრფილ იქნა შემდეგი მაჩვენებლებით: 23—25% შაქრიანობა და 4,5—6% ტიტრული მქვიანობა.

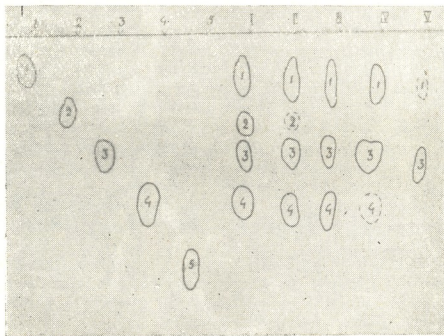
ყველა ჯიშის ყურძნიდან დამზადდა ხუთი საცდელი ვარიანტი. ყველა საცდელი ვარიანტი დაისპირტა 19,5⁰. სითბოთი დამუშავება მოვახდინეთ 8-9 თვის განმავლობაში ღვინომასალების შენახვის შემდეგ. მადერის ღვინომასალების სითბოთი დამუშავება მოვახდინეთ 70⁰C, როგორც წარმოების (კარდანახის ღვინის ქარხანას), ისე ლაბორატორიულ პირობებში.

მადერიზაციის მსვლელობისას ყოველი ხუთი დღის შემდეგ საცდელ ვარიანტებში ვსახლვრავდით ენოტატინს, ფლოროგლუცინის რიცხვს, პიროგილოლის ჰიდროქსილებს პროცენტობით და ვაკვირდებოდით ღვინის კატეხინების გარდაქმნებს ქალაღზე ქრომატოგრაფირების მეშვეობით.

ცდებმა გვიჩვენა, რომ ის ღვინომასალები, რომლებიც შეიცავენ მეტ ენოტანინს და რომლებშიც ტანინის შემცირება მიიღეს თანდათანობით, სპეციფიურნი არიან მადერის ტიპის ღვინოებისათვის. ამ მხრივ გამოირჩევიან: რქაწითელი, კრახუნა და ნაწილობრივ ცოლიკოური. უარყოფითი შედეგები გამოიღო ალიგოტემ და ციცქამ. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ იმ ღვინომასალებმა და ჯიშებმა, რომლებიც განირჩევიან ფლოროგლუცინის ბირთვის მაღალი შემცველობით, მოგვცეს კარგი მადერა. ეს პირობა აღინიშნება როგორც კახურ, ისე იმერულ ღვინომასალებში.

როგორც უკვე ხელოვნური არეების სითბოთი დამუშავების დროს აღვნიშნეთ, ღვინომასალებშიც, რომლებიც იძლევიან მადერას, პიროგალოლის ჰიდროქსილების რაოდენობა მადერიზაციისას მატულობს, 10—15 დღეში იგი მაქსიმუმს აღწევს, რის შემდეგაც მცირდება. მადერიზაციის დროს ღვინომასალებში მცირდება და ბოლოს საგრძნობლად ეცემა ფლოროგლუცინის რიცხვი. მაქარი ხელს უშლის კატეხინების დაყენებით გარდაქმნებს.

ერთნაირ პირობებში ჩაყენებული ყველა ღვინომასალა მადერიზაციის პროცესში იძლევა თვისობრივად ერთსა და იმავე გარდაქმნის სურათს, რის გამოც მოგვეყავს მხოლოდ რქაწითელისა და ალიგოტეს თვისობრივი ქაღალდის ქრომატოგრამა (იხ. სურ. 1).



სურ. 1. კატეხინების ცალმხრივი ქრომატოგრამა ღვინომასალების მადერიზაციის მსუფულობისას: 1—I-გალოკატეხინი; 2—dI-გალოკატეხინი; 3—dII-კატეხინი; 4—d-კატეხინი; 5—d-ეპიკატეხინ-გალატი

- I—ღვინომასალის ქრომატოგრამა მადერიზაციამდე;
- II—ხუთი დღის შემდეგ;
- III—ათი დღის შემდეგ;
- IV—ხუთმეტი დღისა და V—ოცი დღის შემდეგ

ქრომატოგრამაზე ჩანს, რომ მადერიზაციამდე ღვინომასალები შეიცავენ კატეხინების შემდეგ კომპონენტებს: I-გალოკატეხინს, dI-გალოკატეხინს, dII-კატეხინსა და d-კატეხინს. ხუთი დღის სითბოთი დამუშავებისას მცირდება dI-გალოკატეხინი: ათი დღის შემდეგ აღარ მკლავნდება dI-გალოკატეხინი, რჩება d- და dII-კატეხინები და I-გალოკატეხინი. ხუთმეტი დღის შემდეგ, როცა მკაფიოდ მკლავნდება მადერის ტონები, d-კატეხინი იწყებს დაკლებას. ოცი დღის შემდეგ მადერის ღვინოში მკლავნდება dII-კატეხინი და კვალების სახით I-გალოკატეხინი.

dI-კატეხინი და I-გალოკატეხინი აღმოჩენილ იქნა ყველა ტკბილ მადერაში, როგორც საკოლექციო, ისე საწარმოო ნიმუშებში.

მადერიზაციის პროცესში კატეხინების გარდაქმნების სრული სურათის წარმოსადგენად ჩავატარეთ მთელი რიგი ცდები რაოდენობრივი ქრომატოგრა-

ფის გამოყენებით. რაოდენობრივად გამოვიკვლიეთ რამოდენიმე ახალი ხუთი-ექვსი თვის მშრალი მადერის ღვინომასალები. როგორც მაგალითი, მოგვყავს რქაწითელის ღვინომასალის (5-თვიანი) რაოდენობრივი კვლევის შედეგი (იხ. მე-2 ცხრილი).

ცხრილი 2

კატეხინების რაოდენობრივი გარდაქმნები რქაწითელის ღვინის მადერიზაციისას (ცალკეული კატეხინების რაოდენობა მკ 1 ლიტრში)

№№	კომპონენტები	15/III	20/III	25/III	30/III	4/IV
1	I-გალოკატეხინი	345	385	137	75	24,2
2	dI-გალოკატეხინი	175	117,5	148,5	109	17,6
	dI-კატეხინი					
3	d-კატეხინი	337,5	250	185	91	0
4	კატეხინგალატი	467,5	0	0	0	0
	კატეხინების ჯამი	1325	752,5	470,5	275	41,8

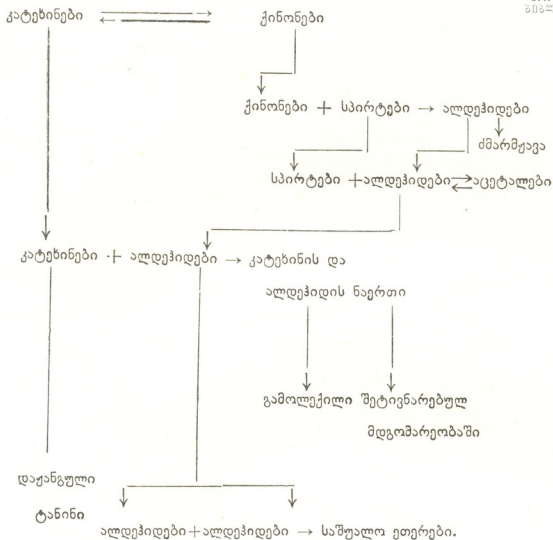
რქაწითელის ღვინომასალა შეიცავდა 2,25 გრ/ლ. ენოტანინს, დიდი რაოდენობით d-კატეხინს, I-გალოკატეხინსა და კატეხინგალატს. როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ხუთი დღის მადერიზაციის შემდეგ არეში აღარ არის კატეხინგალატი. იკლებს d- და dI-კატეხინები, უკანასკნელი dI-გალოკატეხინის ხარჯზე; იზრდება I-გალოკატეხინის რაოდენობა. შემდეგში იზრდება dI-კატეხინის რაოდენობა და კლებულობს d-კატეხინი და I-გალოკატეხინი. ხუთმეტი დღის შემდეგ მკვეთრად იკლებს I-გალოკატეხინი და d-კატეხინი.

ოცი დღის შემდეგ ღვინოში მცირე რაოდენობითაა მხოლოდ dI-კატეხინი და I-გალოკატეხინი.

როგორც მოყვანილი მასალიდან ჩანს, მადერიზაციის დროს ხდება ღვინის კატეხინების ცალკეული წარმომადგენლის შემცირება. პირველ რიგში დაუქანგვას განიცდის dI-გალოკატეხინი და შემდგომში d-კატეხინი ეპიმერიზაციის გზით გარდაიქმნება dI-კატეხინად. ამავე დროს d-კატეხინი განიცდის ნახევარდაუქანგვას და I-გალოკატეხინად გარდაქმნას. I-გალოკატეხინის დაუქანგვის შედეგად შემცირებას ათანაბრებს მისი d-კატეხინისაგან წარმოქმნა და როდესაც ეს უკანასკნელი არეში აღარ არის, იწყებს სრულ გარდაქმნას I-გალოკატეხინიც. ყველა კომპონენტზე უფრო დიდხანს მადერას ღვინოში რჩება dI-კატეხინი. dI-კატეხინის დაუქანგვისადმი მდგრადობა შემჩნეულია აგრეთვე ჩაის ფერმენტაციის დროს [10].

ამრიგად, მადერას ხარისხი და ღირსება მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მთრიმლავ ნივთიერებათა შემადგენლობაზე, რაოდენობასა და თავისუფალი კატეხინების დაუქანგვით გარდაქმნაზე. კატეხინების დაუქანგვის პროდუქტები განაპირობებენ მზა მადერის შეფერვას.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდების შედეგები და არსებული ლიტერატურული წყაროების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს მადერიზაციის პროცესი და მასში კატეხინების მონაწილეობა წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით:



სქემიდან კარგად ჩანს კატეხინების როლი მადერიზაციისათვის დამახასიათებელი ნივთიერებების დაგროვების პროცესში. აღნიშნული სქემის ასეთი წარმოდგენა არ გამორიცხავს მადერიზაციის პროცესში აცეტალდეჰიდის აქტივაციით გამოწვეული რეაქციების მიმდინარეობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტის ბიოქიმიის ლაბორატორია

(რედაქციას მოუვიდა 10.3.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. В. Дурмишидзе. ДАН СССР, 73, № 5, 1950; 77, № 5, 1951.
2. С. В. Дурмишидзе. Дубильные вещества и антоцианы винограда и вина. Автореферат диссертации. Москва, 1952.
3. С. В. Дурмишидзе и Н. Н. Нуцубидзе. ДАН СССР, том ХСVI, № 6, 1954.
4. Н. Н. Нуцубидзе. Превращения катехинов в процессе технологии вин типа Малера. Автореферат диссертации. Тбилиси, 1956.
5. Н. Н. Нуцубидзе. Труды Института садоводства, виноградарства и виноделия, том X, 1958.
6. К. Freudenberg. Die chemie der natürlichen Gerbstoffe, Berlin, 1920.
7. А. Л. Курсанов. Синтез и превращения дубильных веществ в чайном растении. Москва, 1952.
8. М. А. Бокучава. Биохимия чайного производства, сборник, 6, 20, 1950.
9. С. В. Дурмишидзе. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина. Москва, 1955.
10. М. Н. Запрометов и Т. А. Соболева. ДАН СССР, том ХСVI, 1205, 1954.

ქიმიური ტექნოლოგია

ბ. გოგიჩავა, კ. ჭუთათელაძე და თ. მჟვალაძე-პატრონიანი

საქართველოს ზოგიერთი დოლომიტის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 29.11.1957)

საღმწენელო მასალების მრეწველობის ფართო განვითარებასთან დაკავშირებით მჭიდრო მასალების წარმოება კაუსტიკური დოლომიტებიდან მნიშვნელოვან ყურადღებას იმსახურებს.

გამოწვის დროს დისოციაციის ხარისხის მიხედვით ასხვავებენ: ნახევრად გამომწვარ (კაუსტიკურ) დოლომიტს, გამომწვარ დოლომიტს, სრულებით დეკარბონიზებულ, მაგრამ შეუცხოებელ დოლომიტს და შეცხოებულ (სრულიად გამომწვარ) დოლომიტს.

დოლომიტის დისოციაციის პროცესის შესასწავლად გამოკვლევები ჩატარეს: ა. ბ ა ი კ ო ვ მ ა [1], ს. პ ა ტ ა ჰ ე ნ კ ო მ [2], პ. გ ე ლ დ მ ა და ო. ე ს ე ნ მ ა [3], ჰ ო უ ლ მ ა [4] და სხვებმა.

დოლომიტი ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში და იაფია მისი ამოღება, რის გამოც სულ უფრო და უფრო ფართო გამოყენებას პოულობს ცეცხლგამძლე მასალების მრეწველობაში. დოლომიტი გამოიყენება აგრეთვე მეტალურგიაში.

საქართველოში მეტალურგიული მრეწველობის განვითარებასთან დაკავშირებით მნიშვნელოვან ყურადღებას იმსახურებს საქართველოს ზოგიერთი დოლომიტის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლა. ყველაზე მეტ ყურადღებას იმსახურებს აბანოს დოლომიტი, რომელიც უკვე გამოიყენება წარმოებაში, კერძოდ, რუსთავეის მეტალურგიულ ქარხანაში, და ბზიბის დოლომიტი. ამ უკანასკნელის დამუშავება დღემდე არ წარმოებს, რაც გამოწვეულია საბადოს სამრეწველო ცენტრიდან დიდი მანძილით დაშორებისა და საბადომდე მისადგომი გზების უქონლობით.

აბანოს საბადოზე აღებული დოლომიტის სინჯები ოთხ სახესხვაობას შეადგენენ:

1. გამჭვირვალე მსხვილკრისტალური, მკვრივი, ხვედრითი მოცულობით — 2590 კგ/მ³;
2. ყუთელი მსხვილკრისტალური, ფოროვანი, ხვედრითი მოცულობით — 2270 კგ/მ³;
3. ვარდისფერი წვრილკრისტალური, მკვრივი, ხვედრითი მოცულობით — 2660 კგ/მ³;
4. მუქი ვარდისფერი, მსხვილკრისტალური, ფოროვანი, ხვედრითი მოცულობით — 2370 კგ/მ³.

აფხაზეთის (ბზიბის) დოლომიტი წარმოადგენს ნაცრისფერ მარმარილოს-მაგვარ ქანს ხვედრითი მოცულობით 2790 კგ/მ³.

წარმოდგენილი დოლომიტების ქიმიური შედგენილობა მოცემულია 1 ცხრილში.

მიკროსკოპული გამოკვლევა შესრულებულია ოთხივე სახესხვაობის დოლომიტზე. პირველი სახესხვაობა წარმოადგენს მსხვილმარცვლოვან მკვარდის-

ფრო-მოყვითალო ფერის გატეხის სწორი ზედაპირით, საკმაოდ მტკიცე და მკვრივ დოლომიტს. ნიმუში შედგება დოლომიტისაგან და ძალზე მცირე ოდენობით — რკინის ქანგეულებისაგან. დოლომიტის კრისტალებს აქვთ ჰიპოდიომორფული, იშვიათად იოდომორფული მოხაზულობა. მათი ზომებია 0,25-დან 1,5 მმ-დე. გაბატონებული ზომებია 0,7—1,0 მმ.

ცხრილი 1

შედგენილობა	აბანოს დოლომიტი				ბზიბის დოლომიტი
	1	2	3	4	
SiO ₂	0,48	0,5	0,75	0,31	1,97
Al ₂ O ₃	0,45	0,2	0,52	0,47	0,28
Fe ₂ O ₃	0,63	1,0	0,73	0,82	0,96
CaO	30,09	29,48	30,47	25,59	30,72
MgO	18,87	19,33	18,54	19,66	20,75
P ₂ O ₅	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
SO ₂	0,12	0,11	0,8	0,1	0,10
ხურბითი დანაკარგი	44,58	44,60	44,59	45,80	44,50

დოლომიტის ოპტიკური მუდმივები ნორმალურია N_D^g — 1,682, N_p — 1,515). მისი კრისტალების უმრავლესობა შეიცავს ძალზე მცირე ზომის რკინის ქანგეულების ჩანართებს, რომლებიც, როგორც წესი, შეგროვილი არიან კრისტალის ცენტრალურ ნაწილში.

დოლომიტის კრისტალები მჭიდროდაა დაკავშირებული ურთიერთთან. კრისტალების შეხების ადგილებზე შესამჩნევია ლიმონიტის თხელი ფენა. საერთოდ ამ სახესხვაობის ქანი არათანაბარი მსხვილმარცვლოვან დოლომიტს წარმოადგენს.

მეორე სახესხვაობა შედგება ცალკეული ღია ყვითელი ფერის სუსტად ცემენტირებული ძალზე მცირე ნაწილაკებისაგან, ნაწილობრივ კი მსხვილმარცვლოვანი ფხვნილისაგან. ძირითადი სტრუქტურული ფორმა ჰიპიდომორფული მარცვლოვანი, რომელიც მთელ რიგ უბნებში გადადის იოდომორფულ მარცვლოვან სტრუქტურაში.

ნიმუში შედგება დოლომიტის კრისტალებისაგან და მცირეოდენი ლიმონიტისაგან.

დოლომიტის კრისტალების ზომებია 0,4-დან 1,0 მმ-მდე, გაბატონებული ზომაა 0,7—0,8 მმ. კრისტალების უმრავლესობა დაფარულია ნაპრალებით რომბაედარული შეკერულობით და ალბათ შეიცავს მუქი ფერის რკინის ქანგეულების წვრილ ჩანართებს.

წარმოდგენილ შლიფზე დოლომიტის კრისტალები საკმაოდ მკვეთრადაა განლაგებული, ურთიერთთან შეხების ადგილებში შესამჩნევია ლიმონიტის თხელი ფენა. ეს უკანასკნელი თანაბრადაა განაწილებული ნიმუშში.

ქანის ეს სახესხვაობა წარმოადგენს მსხვილმარცვლოვან დოლომიტს, ცემენტირებულს რკინის ქანგეულებით.

მესამე სახესხვაობის ნიმუში წარმოდგენილია მოყვითალო-მოვარდისფრო, საკმაოდ მკვრივი და გატეხის სწორი ზედაპირით საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი დოლომიტის სახით.

ნიმუშის ზოგიერთ უბანში შესამჩნევია წვრილი თეთრი ძარღვები, რომლებიც HCl-ის მოქმედებით ამოღულდებიან.

ნიმუში შედგება დოლომიტისა და რკინის ქანგეულებისაგან.

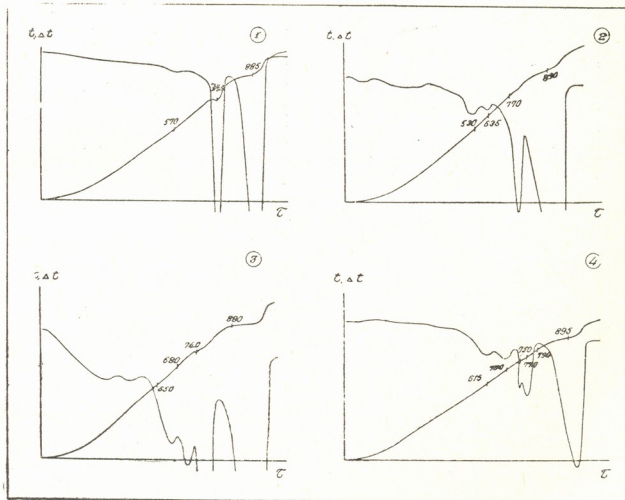
დოლომიტის კრისტალები 0,20-დან 0,90 მმ ზომისაა. გაბატონებული ზომებია 0,50—0,65 მმ და აქვთ ჰიპიდომორფული, რიგ შემთხვევაში იოდომორფული მოხაზულობა.

დოლომიტის კრისტალები ხასიათდება კარგად გამოსახული რომბაედრულად შეჩრჩილულ ნაპრალეებით და ნორმალური ოპტიკური მუდმივებით.

დოლომიტის მარცვლების ურთიერთშეხების ადგილებში შესამჩნევია მუქი წაბლისფერი რკინის ქანგეულების თხელი ფენა. ცალკეულ შემთხვევებში რკინის ქანგეულები ავსებენ სიცარიელებს, წარმოქმნილ დოლომიტის მარცვლებს შორის. ნიმუშში რკინის ქანგეულების განაწილება თანაბარია და მისი რაოდენობა 2,3%-ს არ აღემატება.

ეს ქანიც წარმოადგენს მსხვილმარცვლოვან დოლომიტს, ცემენტირებულს რკინის ქანგეულებით. ნიმუშის ზოგიერთი უბანი, რომლებიც HCl-ის მოქმედებით ამოდუღდებიან, ალბათ ამოვსებულია კალციტით, თუმცა შლიფზე ეს უკანასკნელი არაა შემჩნეული.

მეოთხე სახესვავობა გარეგანი შეხედულებით მეორე ნიმუშის მსგავსია, თუმცა მკვრივი პატარა ნაწილაკების შეფერილობა და გაფხვიერებული ფხვნილის მასა მოვარდისფრო-იისფერია. ეს უკანასკნელი ალბათ გამოწვეულია ქანში მანგანუმის ქანგეულების შეცულობით. მანგანუმის შეცულობა მტკიცდება აგრეთვე დოლომიტის ფხვნილის სოდასთან შედნობისას მომწვანო ფერის ნაფუქის წარმოქმნით.



სურ. 1

მარილის მყავას მოქმედებით ნიმუშის ზოგიერთი უბანი ამოდუღდება. ნიმუში სტრუქტურულად ჰიპოდიომორფული მარცვლია.

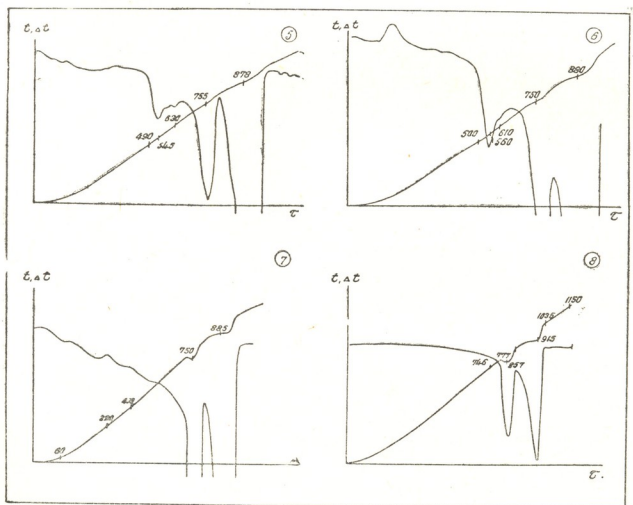
ნიმუში შეიცავს დოლომიტს, კალციუმს, მანგანუმს და რკინის ქანგეულებს. კრისტალები ხასიათდება არანორმალური, იშვიათად იოდომორფული მოხაზულობით. კრისტალების ზომებია 0,5-დან 1,5 მმ-მდე. გაბატონებული ზომებია 1,0—1,3 მმ.

დოლომიტის თითქმის ყველა კრისტალი შეიცავს დიდძალ უმცირეს ჩანართებს, რომლებიც გამავალ სხივში მუქი ფერისაა, ხოლო ანარეკლ სხივში მღვრიე თეთრი ფერისა. ეს ჩანართები შეიძლება მიეკუთვნოს მანგანუმის ამორფულ ქანგეულებს.

დოლომიტის მარცვლების შეხების ადგილებში შესამჩნევია ლიმონიტის თხელი ფენა.

კალციტი გვხვდება მცირე ოდენობით, უფრო ხშირად ბატარა ბუდეებისა და ძარღვების სახით, და წარმოდგენილია ნემეტამორფული სხვაობითა და იშვიათად იოდომორფული კრისტალების სახით. კრისტალების ზომებია 0,04—0,15მმ. საერთოდ ჩანი წარმოადგენს კირქვოვან დოლომიტს, ცემენტირებულს რკინის ქანგეულებით.

ბზიბის დოლომიტის ნიმუში წარმოადგენს დოლომიტოვან მარმარილოს და შეიცავს დოლომიტის წვრილმარცვლოვან კრისტალებს იოდომორფული აგრეგატების სახით. მანარეგების რაოდენობა დაახლოებით 1%-ს შეადგენს.



სურ. 2

წარმოდგენილი ნიმუშების თერმოგრაფიული შესწავლა ჩატარებულია კურსაკოვის ხელსაწყოზე [5]. 1 და 2 სურათებზე წარმოდგენილია აბანოს დოლომიტების ოთხივე სახესხვაობისა და ბზიბის დოლომიტის ორი სინჯის (სურათი 1¹ და 1²) თერმოგრამები.

ჩანის ყველაზე გამჭვირვალე უბანს წარმოადგენს ან სუფთა დოლომიტი (ეფექტი 750° და 900°-ზე, თერმოგრამა 1¹), ან საკმაოდ დიდძალი კალციუმის შემცველი დოლომიტი (თერმოგრამა 1²).

დამახასიათებელი მუქი უბნების მქონე ნიმუშებისათვის თერმოგრამაზე საგრძნობლადაა გამოსახული ეფექტი $570-600^{\circ}$ -ზე; ამ ქანებში დოლომიტი მცირე რაოდენობითაა, მაგრამ საკმაო რაოდენობითაა კალციტი. ეს თერმოგრამები თავისი ხასიათით წააგავს პისტომეზიტის თერმოგრამას, თუმცა შესაძლებელია კალციტის, დოლომიტისა და მაგნეზიტის უბრალო ნარევის თერმოგრამასაც ჰგავდეს.

ნიმუშებზე, რომლებიც ხასიათდება მუქი უბნებით, შესრულებულია ანალიზები ახალი გაზოვლოუმეტრიული მეთოდით.

ანალიზებით დადგენილია: CO_2 -ის რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა 600° -მდე, ტოლია $1,5-2,3\%$ -ისა.

CO_2 -ის რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა დოლომიტის დაშლისას, ე. ი. $700-800^{\circ}$ -ის ფარგლებში, — $15,4-15,5\%$ -ს და, ბოლოს, რაოდენობა CO_2 -ის შესაბამისი კალციტის დისოციაციისა ტოლია $27,5-27,6\%$. მინერალზე გადათვლით მიიღება შემდეგი მნიშვნელობანი: 650° -მდე გასოფილი ნახშირმჟავა გაზის წონა შეიძლება შეესაბამებოდეს მაგნეზიტს, სიდერიტს, როდონიტს ან მათ ნარევს. CO_2 -ის ეს რაოდენობა გადათვლილია MgCO_3 -ზე და მიღებულია შემდეგი მაჩვენებლები: $3,8\%$; $3,7\%$; $4,5\%$, $3,0\%$. დოლომიტის რაოდენობა ტოლია $64,4\%$; $63,6\%$; $63,4\%$. თავისუფალი (ჰარბი) კალციტის რაოდენობა ტოლი უნდა იყოს $27,6\%$; $27,7\%$, $27,9\%$ -ისა.

მოყვანილი ანალიზის შედეგები შეესაბამება დოლომიტის ნიმუშებს — (თერმოგრამა 3 და 4 სურ. 1-ზე).

სურათზე 2^5 და 2^6 წარმოდგენილია აბანოს დოლომიტის საშუალო სინჯის თერმოგრამები, ხოლო სურათ 27-ზე მოცემულია თერმოგრამა დოლომიტის საშუალო სინჯისა, რომლისგანაც მოცილებულია მინარევები, ე. ი. წარმოდგენილია თითქმის სუფთა დოლომიტი.

ყველა თერმოგრამაზე შესამჩნევია ეფექტი $570-615^{\circ}$ -ზე, რაც მიგვითითებს თავისუფალი მაგნეზიტის არსებობის შესაძლებლობაზე.

სურათზე 2^8 წარმოდგენილია ბზიბის დოლომიტის დამახასიათებელი სინჯის თერმოგრამა. როგორც თერმოგრამიდან ჩანს, სინჯი შეიცავს დოლომიტს ორი ენდოთერმული ეფექტით, მაქსიმუმებით 795° და $910-915^{\circ}$ -ზე. ეს უკანასკნელნი შეესაბამებიან დოლომიტისა და კალციტის დაშლას.

დოლომიტის დისოციაციის ტემპერატურის ნაწილობრივი ზრდა შეიძლება აიხსნას მინერალის უფრო სრულყოფილი გამოკრისტალეობით და აგრეთვე მინერალის სახით გახსნილი მცირეოდენი კალციუმ-კარბონატის შეცულობით.

თერმოგრამაზე 760° -ზე გამოსახული სუსტი ენდოთერმული ეფექტი (ემთხვევა დოლომიტის დისოციაციის ენდოთერმულ ეფექტს) საშუალებას იძლევა ვიწინასწარმეტყველოთ აღნიშნულ სინჯში არსებობა აგრეთვე ნაყლები ხარისხით გამოკრისტალეული დოლომიტისა.

ორივე ნიმუშის თერმოგრამებზე შესამჩნევია (ეს თერმოგრამები შრომაში არაა მოცემული) შედარებით მცირე ენდოთერმული შეჩერება $620^{\circ}-625^{\circ}$ -ზე, რაც შეესაბამება მაგნეზიტის დისოციაციას. მაგნეზიტი ნიმუშში შესაძლებელია იმყოფებოდეს მცირეოდენი მინარევის სახით.

ეჭვს გარეშეა, რომ საქართველოს ზოგიერთი დოლომიტის ფიზიკურ-ქიმიური დახასიათება სარგებლობას მოუტანს მათი ტექნოლოგიური გამოყენების საქმეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გამოყენებითი ქიმიისა და

ოლექტროქიმიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.11.1957)



დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. А. Байков. Собрание трудов. Труды в области вяжущих веществ и огнеупорных материалов, т. 5, 1948.
2. С. В. Потаненко. Доломит. Госгеологоиздат. М.—Л., 1946.
3. П. В. Гельд и О. А. Есин. Физическая химия пирометаллургических процессов. Свердловск, М., 1950.
4. В. А. W. Haul u. H. Wilsdorf. Rentgenograpische Untersuchungen den thermischen Zerschtrung von Dolomitkristallen. Acta Cryst, vol. 5, № 2, p. 250—255. 1952.
5. Л. Г. Берг. Термография. АН СССР, М.—Л., 1944.

ბალეოტოლოგია

ა. კოლაკოვსკი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრი-კორესპონდენტი) და
 ა. შაჰრილი

ახალი დაფნისებრი ღუბის პლიოცენურ ფლორაში

დაფნისებრთა ოჯახი აერთიანებს 40 გვარს და 1000 სახეობას, რომელნიც ფართოდ არიან გავრცელებულნი დედამიწის ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ოლქებში; მათი გავრცელების მთავარ ცენტრს წარმოადგენს სამხრეთ-აღმოსავლეთი აზია და სამხრეთ ამერიკა [10]. ამ ოჯახის ბევრ წარმომადგენლებს წარსულში ქონდათ უფრო ფართო გავრცელება და ზოგიერთ ადგილებში აღწევდნენ თანამედროვე არქტიკის საზღვრებამდე.

დაფნისებრთა ნამარხი ნარჩენები, უმთავრესად წარმოდგენილია ფოთლის აღნაბეჭდების სახით და ხშირად ქმნიან სიძნელეებს გამოკვლევის დროს, რაც არაერთხელაა აღნიშნული ლიტერატურაში. ამის მიზეზს წარმოადგენს ხშირად შემჩნეული კონვერგენცია ჩვეულებრივ მთლიანი, ოვალური, წაგრძელებული ან ლანცეტური ფოთლებისა. ეს კიდევ უფრო ღრმავდება ნამარხი ნარჩენების არადამაკმაყოფილებელი შემონახულობით, რომელზედაც არის მხოლოდ მეორადი ან შემდგომი რიგის ძარღვები, როგორც ბანდულსკა [6], კრეიზელი, ვეილანდი [8] და სხვა მთელი რიგი ავტორები აღნიშნავენ, დაფნისებრთა წარმომადგენლებიდან არაჩვეულებრივად მსგავსი ფოთლები ფრთისებრი დაძარღვით აქვთ შემდეგ გვარებს: *Persea*, *Laurus*, *Ocotea*, *Belischmiedia*, *Noctandra* და სხვ. *Cinnamomum*-ის ფოთლის ტიპი ორი ძლიერი ბაზალური ძარღვით გვხვდება აგრეთვე გვარებში: *Lindera*, *Litsea*, *Neolitsea*, ხოლო იშვიათად კი სხვებშიც [7].

დაფნისებრთა წარმომადგენლებში ასეთი კონვერგენტული ფოთლების გამოკვლევის სიძნელეების გადალახვა შესაძლებელი ვახდა მხოლოდ ებიდერმისის და კუტიკულის ანატომიური მეთოდით გამოკვლევის შედეგად ფიტოლეიმის მქონე ნიმუშებზე. ძალიან ძვირფასი მონაცემები ამ მიმართულებით მიღებული აქვს ბანდულსკას [6,7], კრეიზელსა და ვეილანდს [8].

კოდორისა და ღუბის [1, 2, 3] პლიოცენურ ფლორაში ნაპოვნია საკმაოდ ბევრი დაფნისებრი ხშირად კარგად შემონახული ფოთლების აღნაბეჭდის სახით, და ფიტოლეიმით, რომელნიც მიეკუთვნებიან შემდეგ გვარებს: *Cinnamomum*, *Laurus*, *Lindera*, *Litsea*, *Nectandra*, *Oreodaphne*, *Persea*, ამათგან ზოგიერთების შესწავლა მხოლოდ მაკრომორფოლოგიურ გამოკვლევებზეა დამყარებული და ხსენებული კონვერგენციის შედეგად ჯერ კიდევ არა-ზუსტია.



ფიტოლეიმის ეპიდერმული სტრუქტურის შესწავლის შედეგად შესაძლებელი გახდა დაგვედგინა დუბის ფლორაში ახალი დაფენანიური, რომელიც შედის გვარ *Aniba* და ცნობილია მხოლოდ ბანდულსკის [6] შრომებში ბორნემუტის საშუალო ეოცენიდან (ინგლისი), ხოლო ამჟამად ცნობილია მხოლოდ სამხრეთ-ამერიკის (მექსიკამდე) სუბტროპიკებსა და ტროპიკებში.

Aniba longifoliam. sp. nova

სურ. 2, ფიგ. 1—3, 12

1956. *Persea (Laurus) lalages* Kol. non (Ung.) Palib. სოხუმის ბოტანიკური ბაღის შრომები, IX, ტაბ. IV, ნახ. 2 კოლექციის ნიმუშები: 11 — 401, 458, 609, 616, 627.

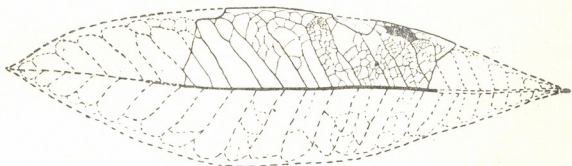
Foliis elongatis, basi anguste cuneatis, apice attenuatis (?) probabiliter 25—28 cm lg. et 7,4 cm lt., nervis secundariis tenuis, palmatim flexuosis, ad marginem arcuatis et parallelis camptodromis, de costa sub angulo 50—65° egredientibus, nervis intermediis inter 1—3, ramosis, nervis tertiariis subperpendiculariter orientatis, reticulo venas saepe irregulariter 4—5-gonis. 0,15—0,5 mm in diametro. Cellulis epidermis superioris angulato-rundatis, pariebus rotundato-tortuosis, 26 μ lg. et 18,3 μ lt., cellulis epidermis inferioris similibus et elongatis 40 μ lg. et 15 μ lt., cellulis accessoriis stomarum elongato-rectangulatis 5—15 μ lg.

სახეობის ტიპს წარმოადგენს აღნაბეჭდი, ფიტოლეიმის შემონახული ნაკვეთებით, რომელიც წარმოდგენილია 627 ნიმუშზე (სურ. 1).

ფოთლის აღნაბეჭდის $\frac{2}{3}$ — $\frac{1}{2}$ მარჯვენა ნახევრით შეიძლება მივიღოთ სათანადო წარმოდგენა მის ფორმაზე, სიდიდეზე და დამარღვაზე. ფოთლი ფართოდ წაგრძელებულია, წვერისაკენ თანდათან შევიწროვებულია (?), ხოლო ყუნწისაკენ ქვემსრბოლია (ნიმუში 458), შესაძლებელი სიგრძეა 25—28 სმ და სიგანე 7, 4 სმ. მთავარი ძარღვი წვერილია, ბრტყელი, 1—1,5 მმ. სიგანის მეორადი ძარღვები ძლიერ წვერილია ოდნავ კუთხისებრ-დაკლაკნილი, ერთმანეთისაგან 1—1,5 სმ დაშორებულია და გამოდიან 50—65° კუთხით, ფოთლის კედლის ახლოს ცოტად თუ ბევრად მკვეთრად ილუნებიან და ურთიერთ შორის შეერთებულნი არიან მარყუქებად; ხშირად გვხვდება შუალედი ძარღვები 1—3-ის რაოდენობით, რომელიც იტოტება და უერთდება მეორე რიგის ძარღვებს. ბაღის ბუდეები არასწორად დაკუთხულია, ზოგჯერ დამრგვალებული მხარეებით, ჩვეულებრივ არასწორკვადრატულია, არასწორხუთკუთხიანია, იშვიათად ტრაპეციისებრია ანდა მრგვალკუთხიანი 0,15—0,5 მმ დიამეტრით (სურ. 2, ფიგ. 12).

ზედა ეპიდერმისზე ბუდეები ნათლად გარემოვებულია უჯრედებით, რომლებიც განლაგებულია ჭურჭელბოჭკოვან კონებზე მათ უკანასკნელ დატოტიანებებში; ეს უჯრედები მოთავსებულია 2—4 მწკრივად, წაგრძელებულია, ცოტად თუ ბევრად სწორი ტალღისებრი კედლებით, 16, 6 μ სიგრძისა და 11, 15 μ სიგანისა. ამ უჯრედებს შორის არის ერთეული, საკმაოდ დიდი ფორ-

მები (სურ. 2, ფიგ. 11), 30 μ -მდე დიამეტრით, გარემოვლებული ბევრი, 2—3-მწკრივად განლაგებული ძალიან წვრილი, მომრგვალებული ანდა მომრგვალო-კვადრატული უჯრედებით. ეს ფორმები წარმოადგენენ ალბათ მრავალ-უჯრედიანი ჯირკვლების გამოსასვლელს, რომლებზეც განლაგებულია ფოთლის მეზოფილე¹. უჯრედები ძალზე არასწორი მოხაზულობისაა, უმრავლეს შემთხვევაში არასწორად დაკუთხულ-მომრგვალებული, არასწორად მომრგვალო ზიგზაგისებრი კედლებით, საშუალოდ 26 μ სიგრძისა და 18,3 μ სიგანისა; მათი კედლების სისქეა 0,8 μ (სურ. 2, ფიგ. 1). ზედა ეპიდერმისზე სხვა წარმონაქმნები არ არის აღმოჩენილი. ბუდეები ქვედა ეპიდერმისზე, აგრეთვე ნათლად გარემოვლებულია, ისეთივე ფორმისა და ზომისაა, როგორც ზედა ეპიდერმისზე. ქურქულბოქვოვანი კონების უკანასკნელ დატოტიანებაზე განლაგებულია წაგრძელებული უჯრედები 3—5-მწკრივად, ცოტად თუ ბევრად სწორი ტალღოვანი კედლებით, 16,6 μ სიგრძისა და 11,5 μ სიგანისა. ქვედა ეპიდერმისის უჯრედების არც ასევე არასწორი მოხაზულობისაა, ხშირად ფორმით მსგავსია ზედა ეპიდერმისის ანალოგიური უჯრედებისა, მაგრამ უფრო წაგრძელებულიც გვხვდება—40 μ -მდე სიგრძისა და 15 μ -მდე სიგანისა იმ უჯრედების მსგავსად, რომლებიც ესაზღვრება ბაგეებს. ისინი მეტ შემთხვევაში არასწორკუთხიანია, არასწორად ტალღიანი კედლებით, 29,5 μ სიგრძისა და 15,8 μ სიგანისა ფართობის ერთეულზე (დაახლოებით $1/2$ -მდე ბუდეებია) ქვედა ეპი-



სურ. 1

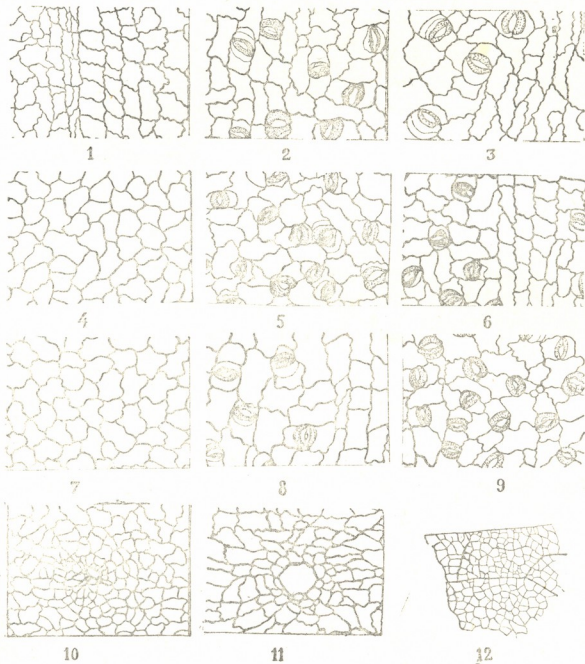
დერმისის ჩვეულებრივი უჯრედები დაახლოებით 70-მდეა და ბაგეები 50-მდე მოსაზღვრე უჯრედების ჩათვლით; ეს დაახლოებით შეადგენს 70⁰/₁₀₀-ს.

ნამარხი მცენარეების ბაგეები განსხვავდება თავისებური აგებულებით², და განსაკუთრებით მათთვის დამახასიათებელია მოსაზღვრე უჯრედები წაგრძელებული ღერძით, ბაგეების ნაპრალების ღერძის პერპენდიკულარულად.

¹ ამგვარი წარმონაქმნები აღნიშნულია ბანდულსკას, კრეიხელისა და ვეილანდის მიერ დაფინსებრთა ზოგიერთი სახეობისათვის.

² *Aniba longifolia* და მთელი რიგი თანამედროვე სახეობების ბაგეები არ უდგება ბაგეების არც ერთ იმ ოთხ ტიპს, რომელიც აღნიშნულია მეტკაფის ან ჩოკის [9] მიერ. თუმცა დაფინსებრთა ოჯახი მათ მიერ დახასიათებულია ენდროსებრთა ბაგეების ტიპით. აღნაგობის თავისებურებით ამგვარი ბაგეები შეიძლება მივაკუთვნოთ ხაზურა უჯრედიანთა ტიპს მოსაზღვრე უჯრედების ხაზურად განლაგების მიხედვით, იმგვარად, როგორც ეს არის გაკეთებული შტრომბერგის [5] მიერ ახლადგამოყოფილ ბეჭდისებურ უჯრედებიანი ტიპის ბაგეების მიმართ.

ბაგეების ეს მოსახლერე უჯრედები, რომლებიც ინტენსიურად იღებებიან ფუქსინით, სივანით ეთანაბრება გრძელი ლერძი ჩამკეტავ უჯრედებს, სიგრძით კი საკმაოდ ცვალებადი არიან: 5-დან 15 μ -მდე საერთო კონტური, შექმნილი ბაგეების უჯრედებით მოსახლერე უჯრედებთან ერთად წარმოადგე-



სურ. 2. *Aniba longifolia* Kol. et Schak. (ნიმუში 627): 1—ზედა ეპიდერმისი, უჯრედისანი, განლაგებულია ჭურჭელობოვანი კონეზზე; 2—ქვედა ეპიდერმისი; 3—ქვედა ეპიდერმისი უჯრედებით განლაგებულია ჭურჭელობოვანი კონეზზე; 4—*Aniba pichury minor* (Nees, et Mart.) Mez.—ზედა ეპიდერმისი; 5—ქვედა ეპიდერმისი; 6—ქვედა ეპიდერმისი უჯრედებით განლაგებულია ჭურჭელობოვანი კონეზზე; 7—*Aniba verrucosa* (Nees.) Mez.—ზედა ეპიდერმისი; 8—ქვედა ეპიდერმისი; 9—*Aniba affinis* (Meissin.) Mez.—ქვედა ეპიდერმისი; 10—ზედა ეპიდერმისი, მეზოფილის ჯირკვლები სხვრელებით; 11—*Aniba longifolia* (ნიმუში 616)—ქვედა ეპიდერმისი ჭურჭელობოვანი კონეზის თავზე მოთავსებული ნაკვეთების მეზოფილის ჯირკვლების სხვრელებით; 12—ფოთლის კიდების დამარღვის ხასიათი (ნიმუში 627).

ნილია მეტად თუ ნაკლებად სწორად წაგრძელებული სწორი კუთხის სახით, სწორი ან დაკუთხული გვერდითი მხარეებით; ზოგჯერ ეს სწორკუთხედი რამდენადმე რკალისებრ მოხრილია თავისი წაგრძელებული ღერძის გასწვრივ. ბაგეების ჩამკეტი უჯრედებს ნახევრად მთვარისებური ფორმა აქვთ, 24,9 μ სიგრძისა და 5,3 μ სიგანისა. იშვიათად შესამჩნევია ბაგეების დამხმარე უჯრედების კონტური რკალისებური ხაზების სახით, რომელიც მიემართება ჩამკეტი უჯრედების გარეგანი კედლების გასწვრივ, 4-დან 15 μ დამორებით.

ქვედა და ზედა ეპიდერმისის ხასიათის მიხედვით ჩვენი ნიმარხი მცენარეები ყველაზე უფრო ახლო დგანან თანამედროვე მცენარეებთან: *Aniba puchury minor* (Nees, et Mart.) Mez., *A. verrucosa* (Nees.) Mez., *A. affinis* (Meissn.) Mez. გარდა ამისა, ბანდულსკას [6] აღწერილობის მიხედვით ახლო დგანან აგრეთვე *A. gardneri* (Meissn.) Mez., *A. firmula* (Nees.) Mez., *A. bracteata* Mez. და ზოგიერთ სხვასთან. ყველა ამ სახეობის ზედა ეპიდერმისი შედგება აგრეთვე ცოტად თუ ბევრად არასწორ მომრგვალო, ოდნავ ტალღისებური უჯრედებისაგან (სურ. 2, ფიგ. 4,7,10); განსხვავება მხოლოდ იმაშია, რომ *A. puchury minor*-ს ზედა ეპიდერმისის უჯრედები განსხვავდება რამდენადმე ნაკლებად დაკლაკნილი კედლებით, მაგრამ იმავე ზომის *A. verrucosa*-ს ზედა ეპიდერმისის უჯრედები გარეგნულად გვანან ნიმარხების შესაფერის უჯრედებს. დაახლოებით ასეთივე სურათს ჩვენ ვხვდებით ქვედა ეპიდერმისის აგებულებაში; განსხვავება ძირითადად იმაშია, რომ ზოგიერთ თანამედროვე სახეობას აქვს წყლის წვრილი ფორები, განლაგებული ქურბულ-ბოჭკოვან კონებზე. მეზოფილის ზეთოვანი ჯირკვლების გამოსასვლელს ვამჩნევთ *A. affinis*-ის ზედა ეპიდერმისზე, იმ დროს, როდესაც ნიმარხებში მას ვხვდებით ქვედა ეპიდერმისზე. განსხვავება ნიმარხ სახეობებს შორის *Aniba* (*A. longifolia* *A. spiculata* Band.) გამოიხატება უმთავრესად ბაგეების აპარატის აგებულებაში. *A. spiculata* გარეგანი მხარის მოსაზღვრე უჯრედები კუთხისებრია, იმ დროს, როდესაც *A. longifolia*-ს ასეთი უჯრედები უმეტეს შემთხვევაში რკალისებურია, მაგრამ ცვალებადობის ორივე ეს ტიპი აღნიშნულია თანამედროვე სახეობებშიც.

ტიპური სამხრეთ ამერიკის გვარის *Aniba*-ს წარმომადგენლის პოვნა აფხაზეთის პლიოცენში ამტკიცებს ისტორიული პროცესის კანონზომიერებას ფართოდ გავრცელებული გვარების თანმიმდევრობით ამოწყვეტის შესახებ ევრაზიის კონტინენტზე, უმთავრესად, პლიოცენურ გამყინვარებასთან დაკავშირებით. ცნობილი ანალოგია შემჩნეულია მონოტიპიური, ამჟამად აღმოსავლეთ აზიის გვარის *Cryptomeria*-ს არეალის შეკვეცაში, რომელიც გარდა ინგლისის ეოცენისა, დადგენილია სვეშნიკოვას [4] მიერ გურიის მეოტისში და ახლახან ღუბაში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
სოხუმის ბოტანიკური ბაღი

(რედაქციას მოუვიდა 23.1.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

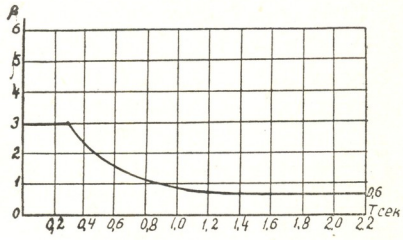
1. А. А. Колаковский. Плиоценовая флора Меоре-Атара. Труды Сух. бот. сада, в. VIII, 1954.
2. А. А. Колаковский. Плиоценовая флора Дуаба. Тр. Сух. Бот. сада, в. XI, 1956.
3. А. А. Колаковский. Первое дополнение к плиоценовой флоре Кодора (Меоре-Атара). Труды Сух. бот. сада, в. X, 1957.
4. И. Н. Свешникова. Находка Рода *Cresptomeria* в эоценовых отложениях Грузии. ДАН СССР, т. ХСVII, № 2, 1953.
5. А. Я. Штромберг. К вопросу классификации устьичных типов в листьях двудольных растений. Труды Тбил. н.-и. хим. - фармак. инст., VIII, 1956.
6. H. Bandulska. On the Cuticles of some Fossil and Recent Lauraceae. The Journ. of the Linnean Soc. of London, vol. XLVII. Botany, 1926.
7. H. Bandulska. A Cinnamon from the Bournemouth Eocene. The Journ. of the Linnean Soc. of London. Botany, 1928.
8. R. Kräusel und H. Weyland. Kritische untersuchungen zur kutikularanalyse Tertiärer Blätter. 1, Palaeontographica, Bd, XGI, Abt. B. Lief. 1—4, Stuttgart, 1950.
9. C. R. Metcalf and L. Chalk. Anatomy of the Dicotyledons, v. I—II, Oxford, 1950.
10. J. C. Willis. A Dictionary of the flowering Plants and Ferns, Cambridge 1951.

მ. ბაძრაძე

შენობების რხევათა პერიოდებისა და ამპლიტუდების
ინსტრუმენტალური განსაზღვრა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიეშვილმა 25.10.1957)

1957 წელს დამტკიცებულ „სეისმურ რაიონებში მშენებლობის ნორმებისა და წესების“ თანახმად, შენობებისა და ნაგებობების გაანგარიშება სეისმურ ძალებზე ხდება ახალი მეთოდით, რომელიც ითვალისწინებს როგორც ნაგებობათა დინამიკურ თვისებებს, აგრეთვე მათი რხევების ფორმას. ეს უკანასკნელი კი დამოკიდებულია ნაგებობის საკუთარი რხევების პერიოდზე. დინამიკური კოეფიციენტი β^1 , რომელიც შედის გასაანგარიშებელ ფორმულაში, განისაზღვრება გრაფიკით, რომელიც მოყვანილია ნახ. 1-ზე.



ნახ. 1

იმ ნაგებობათა საკუთარი რხევების ანალიზური გამოთვლა, რომლებსაც აქვს რთული კონსტრუქციული სქემა, საკმაოდ ძნელია. ამ თვალსაზრისით მიზანშეწონილია შენობების საკუთარი რხევების გაზომვა სპეციალური აპარატურით.

ერთნაირი ტიპის შენობების დამახასიათებელი დინამიკური თვისებების აღმნუსხველი ფაქტიური მასალების შეგროვების საფუძველზე, შესაძლებელი იქნება გამომუშავდეს საკუთარი რხევების გამოსათვლელი ემპირიული ფორმულა. კერძოდ, ამგვარი მიახლოებითი ფორმულა მოყვანილია სამხრეთ კალიფორნიის (ამერიკის შეერთებული შტატების ერთ-ერთი ყველაზე უფრო სეისმური რაიონი) მშენებლობის ნორმებსა და წესებში და აქვს შემდეგი გამოსახულება:

$$T = \frac{0,05 H}{\sqrt{b}}$$

სადაც H — შენობის სიმაღლეა, ხოლო b — სიგანე.

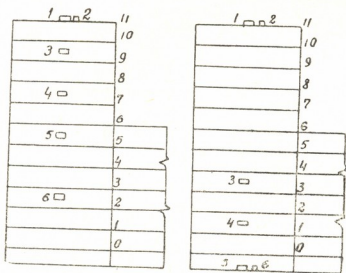
(¹ $S_k = Q_k K_c \beta \eta_k$ [1].

1957 წელს აპრილში თბილისსა და რუსთავში ჩვენი მონაწილეობით გაზომილ იქნა რამდენიმე შენობის საკუთარი რხევა⁽¹⁾.

თუმცა დღემდე დაგროვილი ექსპერიმენტული მასალის მცირე რაოდენობა ჯერ კიდევ არ გვაძლევს ემპირიული ფორმულის გამოყვანის საშუალებას, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, ეს კვლევები შენობების დინამიკური თვისებების შესწავლის თვალსაზრისით საკმარის ინტერესს წარმოადგენს. იგი ნაგებობათა საკუთარი რხევების პერიოდის განსაზღვრის ხელსაყრელი მეთოდის შერჩევის საშუალებას გვაძლევს.

გაზომვა წარმოებდა 12 შლეიფიანი მაგნიტურ-ელექტრული ბორისევიჩის „პობ-12“ ოსცილოგრაფით და ელექტრომაგნიტური გადამწოდებით — „ვეგიებიტით“.

რხევების ჩაწერა წარმოებდა ოსცილოგრაფის ნორმალურ ქაღალდზე, რომლის სიგანე 120 მმ იყო. ოსცილოგრაფთან მიერთებული იყო კონტაქტური საათი, რომლის საშუალებითაც დრო აღინიშნებოდა ქაღალდზე, განივი შტრიხების სახით. ძირითადად რხევის ნამდვილი მნიშვნელობა იწერებოდა 4000-ჯერ გადიდებით, მაგრამ სპეციალური მარეგულირებელი კოლოფის საშუალებით შეიძლებოდა იგი დაგვეყვანა 2000, 800, 400, 80 და 40-ჯერ გადიდებაზე. ბრიგადის განკარგულებაში იყო 6 ელექტრომაგნიტური გადამწოდი, რაც ნაგებობის ექვს სხვადასხვა წერტილში ერთდროულად გაზომვის საშუალებას იძლეოდა. რხევების ჩაწერა ხდებოდა სუსტი ქარის დროს.



სურ. 2

მოგვყავს ჩატარებული ცდების შედეგები.

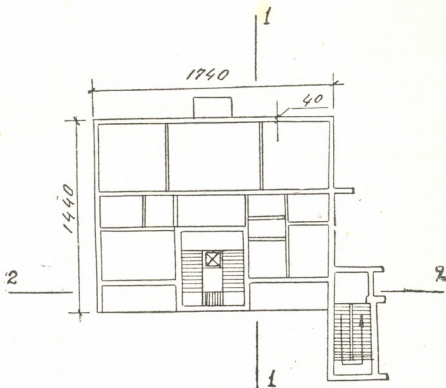
I. ქ. თბილისში ლენინის ქუჩაზე მდებარე ასბინიანი შენობის თერთმეტ-სართულიანი კოჭკური სექციის კედლები ამენებულია მსუბუქი ბეტონით, ხოლო სართულშუა გადახურვა — მსუბუქი რკინაბეტონით.

ელექტრომაგნიტური გადამწოდი იდგმებოდა შენობის სიმაღლეზე სართულების მიხედვით, ხოლო რადგან ჩვენს განკარგულებაში მხოლოდ 6 გადამწოდი იყო. ამიტომ ერთი მიმართულებით რხევების ჩაწერის შემდეგ, მათ ვაბრუნებდით და ვაწარმოებდით რხევების ჩაწერას პირველი მიმართულების მართობულად.

(1) გაზომვას აწარმოებდნენ: სამშენებლო კონსტრუქციების ცენტრალური კვლევითი ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომელთა ჯგუფი საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სამშენებლო საქმის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომლების მონაწილეობით.

შემდეგ გადამწოდები გადაგვექონდა სხვა სართულებზე და ჩაწერას ვაწარ-
 მობდით აგრეთვე ორი მიმართულებით. გადამწოდების განლაგება ნაჩვენე-
 ბია ნახ. 2-ზე. სხვენის გადახურვაზე დაყენებული იყო ორი გადამწოდი (1 და 2),
 რომლებიც იწერდნენ რხევებს ორ ურთიერთ მართობი მიმართულებით. ეს გა-
 დამწოდები საკონტროლო იყო და ამის გამო არ ვაადგილებდით.

კოშკის საკუთარი რხევების გაზომვის შედეგები მოყვანილია 1 ცხრილში.
 ადვილი შესამჩნევია, რომ კოშკის საკუთარი რხევების პერიოდი 1—1
 ღერძის მიმართულებით (ნახ. 3) შენობის სხვადასხვა სართულში აღმოჩნდა



სურ. 3

ერთნაირი, ხოლო 2—2 ღერძის მიმართულებით, საიდანაც კოშკს ეკვრის შენო-
 ბის ექვსსართულიანი სექცია (რის შედეგადაც სიმაღლის მიხედვით კოშკის
 სიხისტე ცვალებადია), პერიოდის მუდმივობა ირღვევა. ნახ. 4-ზე ნაჩვენებია
 კოშკური სექციის რხევების მახასიათებელი მრუდები (1 და 2) 1—1 და 2—2
 ღერძების მიმართულებით.

ნაგებობების საერთო სიხისტეზე ფენილების დამონოლითების გავლენის
 გამოსარკვევად, შედარებულია თბილისის ხუთსართულიანი მსხვილბლოკოვანი
 შენობისა და მოსკოვის ანალოგიური კონსტრუქციული სქემის და დაახლოვე-
 ბით იგივე ზომების მქონე ხუთსართულიან მსხვილბლოკოვან შენობის რხევე-
 ბის ამპლიტუდებისა და პერიოდის სიდიდეები. პირველ შემთხვევაში სართულ-
 შუა გადახურვის ფენილები დამონოლითებულია სოგმანების საშუალებით, ხო-
 ლო მეორეში — არა. ამ შენობების განივი რხევების მრუდები მოცემულია
 ნახ. 5-ზე, მრუდი 1 ეკუთვნის თბილისის შენობას, ხოლო მრუდი 2—მოსკო-
 ვისას.

ნახ. 5-დან და მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ სართულშუა გადახურვის დამო-
 ნოლითება ზრდის შენობის საერთო სიხისტეს.

II. ანალოგიური გაზომვა ჩატარდა ქ. თბილისში, ბარნოვის და ფალიაშვი-
 ლის ქუჩებზე მდებარე ხუთი და ოთხსართულიანი ერთნაირი ტიპის მსხვილ-
 ბლოკოვანი შენობებისა, რომელთა გეგმა ნაჩვენებია ნახ. 6-ზე. კედლების მასა-

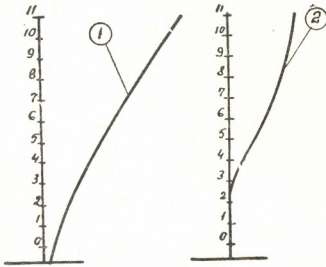


ცხრილი 1

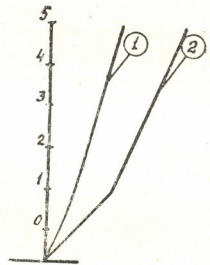
ასბინიანი შენობის თერთმეტსართულიანი კოშკური სექციის განივი და გრძივი რხევების პერიოდები და ამპლიტუდები (ქ. თბილისი)

ხელსაწყობის ადგილმდებარეობა	განივი რხევები		გრძივი რხევები	
	პერიოდი წამებით	ამპლიტუდა მიკრონებით	პერიოდი წამებით	ამპლიტუდა მიკრონებით
სხვენის გადახურვა	0,65	9,83	0,60	6,95
მე-11 და მე-10 სართულშუა კიბის უჯრედი	0,65	8,77	0,45	2,54
მე-9 და მე-8 სართულშუა კიბის უჯრედი	0,64	7,20	0,42	1,87
მე-7 და მე-6 სართულშუა კიბის უჯრედი	0,65	5,78	0,25	1,50
მე-5 და მე-4 სართულშუა კიბის უჯრედი	0,64	2,05	0,25	0,17
მე-3 და მე-2 სართულშუა კიბის უჯრედი	0,66	1,13	0,13*	0,40*
სარდაფი	0,22	0,24	0,10	0,16

* პერიოდისა და ამპლიტუდის სიდიდე საეჭვოა.



სურ. 4

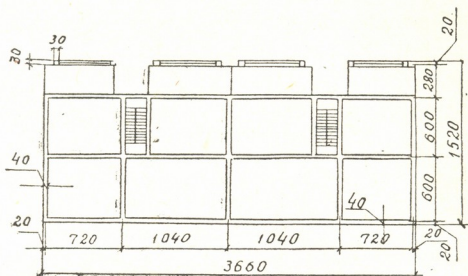


სურ. 5

ცხრილი 2

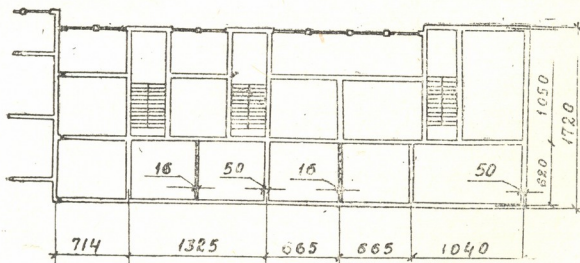
	5 სართულიანი სახლი თბილისში	5 სართულიანი სახლი მოსკოვში
რხევების პერიოდი წამებით	0,24	0,36
სხვენის გადახურვის რხევების ამპლიტუდა მიკრონებით	0,76	1,80

ლად გამოყენებულია მოპირკეთებული პემზობეტონის ბლოკები. საძირკვლები და სარდაფის კედლები ცივი ბეტონითაა ამოყვანილი. ნაგებობათა ფუძე მკვრივი თიხნარია. სართულშუა და სხვენის გადახურვა შესრულებულია ღრუტანიანი პემზობეტონის ფენილებით, რომლებიც სეისმომდგრადობის თვალსაზრისით დამონოლითებული სგომანების საშუალებით. ამ შემთხვევაშიც გარკვეულად ჩანს რხევის პერიოდის უცვლელობა ნაგებობის სხვადასხვა სართულზე და უდრის 0,23—0,24 წამს.



სურ. 6

III. თბილისში მიასნიკოვის ქუჩაზე მდებარე ექვსსართულიანი სახლი დაპროექტებულია სამ სექციად. გეგმა იმ სექციისა, რომელშიც ხდებოდა რხევების გაზომვა, ნაჩვენებია ნახ. 7-ზე. ამ სექციის ცოკოლი ბეტონისაა, კედლები აშენებულია ტუფის ბლოკებით, გადახურვა — მონოლითური რკინაბეტონით. რხევის გაზომვით დადგენილ იქნა ამ შენობის საკუთარი რხევების პერიოდი, რომელიც ტოლია 0,3 წამ. რხევების ამპლიტუდა იცვლება 0,12 მიკრონიდან სარდაფში, 1,27 მიკრონამდე მე-6 სართულის გადახურვაზე.

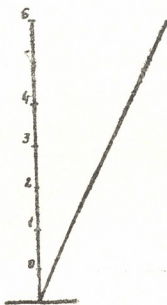


სურ. 7

აღნიშნული შენობის რხევების ფორმა ნაჩვენებია ნახ. 8-ზე.

IV. ქ. რუსთავში ორი სამსართულიანი შენობა აგებულია ბეტონის მცირე, ბლოკებით. ამ შენობის საკუთარი რხევების პერიოდია 0,17—0,2 წამი, მაქსიმალური ამპლიტუდა—0,5 მიკრონი.

V. სართულშუა გადახურვის სიხისტეზე ფენილების დამონოლითების გავლენის გამოსაცვლევად გაზომილ იქნა მათი ვერტიკალური საკუთარი რხევები. შედეგები მოყვანილია მე-3 ცხრილში.



სურ. 8

ცხრილი 3

გადახურვის ფენილების საკუთარი რხევების პერიოდი

რხევების გაზომვის ობიექტები	გადახურვების ფენილების საკუთარი ვერტიკალური რხევების პერიოდი
I. ქ. თბილისში ბარნოვის ქუჩაზე მდებარე მსხვილბლოკოვანი 5-სართულიანი სახლი:	
ა) მე-2 და მე-3 სართულების გადახურვა დამონოლითებულია*	0,04
ბ) სხვენის გადახურვა დამონოლითებულია	0,05
II. ქ. თბილისში ფალიაშვილის ქუჩაზე მდებარე მსხვილბლოკოვანი 4-სართულიანი სახლი:	
ა) მე-2 სართულის გადახურვა დამონოლითებულია	0,04
ბ) სხვენის გადახურვა დამონოლითებულია	0,05
III. ქ. თბილისში მიასნიკოვის ქუჩაზე მდებარე 6-სართულიანი სახლის მონოლითური რკინაბეტონის გადახურვა	0,04
IV. ქ. თბილისში ბარნოვის ქუჩაზე მშენებლობის პროცესში მყოფი აგურის სახლი:	
ა) გადახურვა დამონოლითებულია, შემდგომი სართულის კედლები არ არის ამოყვანილი	0,05
ბ) მე-3 სართულის გადახურვა-ფენილების ბოლო 2 ბი ჩამაგრებულია, სოფმანები შევსებულია ბეტონით, ხოლო ნაკერები არ არის დამონოლითებული	0,09
გ) მე-3 სართულის გადახურვა არ არის დამონოლითებული	0,12

* მე-3 ცხრილში მოყვანილი ყველა გადახურვის მალი სინათლეში 5,6 მეტრს უდრის.

დასკვნები

1. 3—6-სართულიანი საცხოვრებელი შენობების საკუთარი რხევების პერიოდი მერყეობს 0,2—0,3 წამის ფარგლებში. ამგვარად, ექსპერიმენტული შემოწმებით დადასტურდა აკად. კ. ზავრიევის ნაგებობათა დინამიკის სახელმძღვანელოში მოყვანილი მოსაზრება იმის შესახებ, რომ ხისტ ნაგებობებს მიეკუთვნება ისეთი შენობები, რომელთა საკუთარი რხევის პერიოდის სიდიდე 0,3 სექუნდის ფარგლებშია.

2. გადახურვების დამონოლითება ზრდის შენობის საერთო სიხისტეს.
3. გადახურვის ფენილების დამონოლითება, რაც ზრდის მათ სიხისტეს, ხორციელდება ანტისეისმური მიზნით, ვერტიკალური მიმართულებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

საამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10.12.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Нормы и Правила строительства в сейсмических районах (СН—8—57). 1957.
2. К. С. Завриев. Динамика сооружений. Трансжелдориздат. Москва, 1949.
3. А. Л. Чураян и Ш. А. Джабуа. Некоторые вопросы применения сборного железобетона в сейсмостойком строительстве. Изд-во АН ГССР. Тбилиси, 1956.
4. Переносный 12-шлейфный универсальный осциллограф ПОБ—12. Вестник электроромышленности № 4, 1953.
5. E. R i n n e. Building Code Provisions for a seismic design. 1955.

ლ. აბელიშვილი და ლ. ტრაპანიძე

სატვირთო მატარებლების დამუხრუჭების მოსამზადებელი დროისა და სამუხრუჭო ძალის სიდიდების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიევა 15.11.1957)

მატარებლის სასწრაფო დამუხრუჭებისას, გაჩერების ნიშნის მიცემის მომენტიდან მუხრუჭების სრულ მოქმედებამდე, b სამუხრუჭო ძალა თანდათანობით იზრდება.

მუხრუჭებით დასაშვები მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრისას, სამუხრუჭო ამოცანის ამოხსნის დროს b -ს ზრდის ნამდვილ კანონს საფუძვლებრივით ცვლიან. ლებულობენ, რომ გარკვეული, ეგრეთ წოდებული მოსამზადებელი τ დროის განმავლობაში $b = 0$, ხოლო $t > \tau$ დროს $b = b_{max}$.

τ დროის სწორ განსაზღვრას დიდი მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან წინააღმდეგ შემთხვევაში შესაძლებელია დასაშვები სიჩქარეების შემცირება ან მატარებლის მოძრაობის უსაფრთხოების პირობების დარღვევა. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია τ სწორი განსაზღვრა ელექტრული რკინიგზებისათვის, სამუხრუჭო ამოცანებში ენერგიის რეკუპერაციის ამოვარდნის გათვალისწინებით. წინამდებარე შრომაში სწორედ ეს ამოცანები იგულისხმება.

1. თუ b -ს ზრდის კანონს სინამდვილეში $OABC$ მრუდის სახე აქვს (ნახ. 1), იგი შეიძლება შეიცვალოს მარტივი კანონით— $ODEFBC$ ტეხილით.

დიდი ხნის განმავლობაში ითვლებოდა, რომ $b' = b_{max}$ და, კერძოდ, სატვირთო მატარებლებისათვის $\tau = 12$ სექ. [1, 2, 3]. ამჟამად, ვ. კაზარინოვის მონაცემების მიხედვით [4, 5], ამავე მატარებლებისათვის მიიღება $b' = b_{max}$ და $\tau = 7$ სექ.

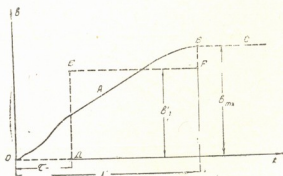
2. წინამდებარე შრომაში b' და τ სიდიდეების მნიშვნელობები განისაზღვრება. ამასთან საკითხი მხოლოდ სატვირთო ტიპის მუხრუჭების განხილვით არის შეზღუდული.

3. სამუხრუჭო რეჟიმისათვის მატარებლის მოძრაობის განტოლებას შემდეგი სახე [3] აქვს:

$$\frac{dv}{dt} = -\psi(b + w + i), \quad (1)$$

სადაც v მოძრაობის სიჩქარეა, t დროა, b —ხვედრითი სამუხრუჭო ძალა, w —მოძრაობის ხვედრითი წინაღობა, i —ქანობი და ψ მუდმივია.

(1) განტოლების ინტეგრება შეიძლება მოხდეს b ძალის ცვლილებების როგორც ნამდვილი ($OABC$), ისევე მისი შემცვლელი $ODEFBC$ კანონის



ნახ. 1

მიხედვით. ამ ორი სხვადასხვა შემთხვევისათვის T შუალედ დროის ბოლოში სიჩქარეების თანმთხვევა გამოიხატება

$$(T - \tau) b' = F \tag{2.1}$$

ტოლობით, ხოლო განვლილი მანძილის თანმთხვევა

$$(T - \tau)^2 b' = 2 \Phi, \tag{2.2}$$

სადაც

$$F = \int_0^T b dt$$

და

$$\Phi = \int_0^T \int_0^t b dt^2 \tag{3}$$

$OABC$ მრუდის მიხედვით აღებულ ინტეგრალებს წარმოადგენენ.

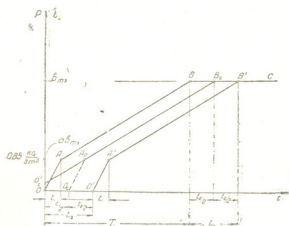
(2) სისტემა საშუალებას გვაძლევს τ და b' განვსაზღვროთ, სახელდობრ:

$$\tau = T - 2 \frac{\Phi}{F}$$

და

$$b' = \frac{F^2}{2 \Phi} \tag{4}$$

(2) და (4) განტოლებები გამოხატავენ ტეხილ $ODEFBC$ და სამუხრუჭო



ნახ. 2

ძალის ცვალებადობის ნამდვილი კანონის—მრუდ $OABC$ -ს ეკვივალენტობის პირობას.

(4) განტოლებებიდან ჩანს, რომ ამაჟამად მიღებულ $b' = b_{max}$ პირობას სინამდვილეში აღვნიშნავთ არ აქვს.

4. τ და b' განსაზღვრისათვის საჭიროა სამუხრუჭო ძალის ცვალებადობის $b = f(t)$ [მრუდი $OABC$ (ნახ. 1)] კანონი დავადგინოთ.

მე-2 ნახაზზე ნაჩვენებია სამუხრუჭო ცილინდრში ჰაერის P წნევის ცვალე-

ბადობა (5). იმავე $OABC$ მრუდით გამოიხატება ერთი ვაგონისათვის $b = f(t)$ დამოკიდებულება, რადგან სამუხრუჭო ძალა P წნევის პროპორციულია.

სიდიდეების რიცხვითი მნიშვნელობები ამ შემთხვევაში შემდეგია:

$$t_1 = 1 \text{ სეკ.}, T_1 = 18 \text{ სეკ.}$$

და

$$a = \frac{0,85}{3,5} \cong 0,24.$$

მაგრამ მატარებელში რამდენიმე ვაგონია და ლოკომოტივიდან დაწყებული თითოეული მომდევნო ვაგონის დამუხრუჭება დროის დაყოფებით ხდება. ეს მოვლენა გამოწვეულია მატარებლის გასწვრივ სასრულო სიჩქარით სამუხრუჭო ტალღის გავრცელებით. კერძოდ, თუ $OABC$ პირველი ვაგონისათვის $b = f(t)$ დამოკიდებულებას გამოხატავს, იგივე დამოკიდებულება უკანასკნელი ვაგონისათვის პირველის მიმართ t_2 დროით დაძრული ტეხილით $O'A'B'C'$ უნდა გამოიხატებოდეს. 750 მეტრი მატარებლის სიგრძისა და 150 მ/სეკ. სამუხრუჭო ტალღის გავრცელების სიჩქარისათვის t_2 შეიძლება 5 სეკ. ტოლად მივიჩნიოთ.

მთლიანი მატარებლის ხვედრითი სამუხრუჭო ძალის ცვალებადობა იწარმოებს $OABC$ და $O'A'B'C'$ შორის მდებარე რაღაც მრუდით.

მთელი მატარებლისათვის $b = f(t)$ დამოკიდებულების განსაზღვრის სირთულის გამო მის ნაცვლად ცვალებადობის რაიმე სხვა მიახლოებით კანონს იღებენ ხოლმე.

5. თუ $b = f(t)$ მივიღებთ O და B_1 წერტილებზე გამავალ წრფედ (ნახ. 2), მაშინ გვექნება

$$b = \frac{b_{max}}{T} \cdot t,$$

$$F = 0,5 T \cdot b_{max}$$

და

$$\Phi = 0,167 T^2 \cdot b_{max},$$

სადაც $T = T_1 + t_2 = 23$ სეკ.-წერტილ B' აბსცისის პროცესის მთლიანი ხანგრძლივობა.

თუ დავუშვებთ, რომ $b' = b_{max}$, (2.1) განტოლებიდან შეგვიძლია მივიღოთ

$$\tau = 0,5 T = 11,5 \text{ სეკ.},$$

ხოლო შემანქანის რეაქციისთვის საჭირო დროის გათვალისწინებით

$$\tau = 12 \text{ სეკ.}$$

ეს ის 12 სეკუნდია, რომელიც ადრე ხმარებაში იყო მიღებული.

ცხადია, ეს დრო სწორი არ არის, რადგან განსაზღვრულია T შუალედის ბოლოში მხოლოდ სიჩქარეების ტოლობის პირობიდან. მართლაც, (4) ტოლობათა თანახმად გვექნება

$$\tau = 0,33 T = 7,6 \text{ სეკ.}$$

და

$$b' = 0,75 b_{max}.$$

6. ვ. კახარინოვი [4, 5] შუა ვაგონის მიხედვით ანგარიშისათვის $O_e A_e B_e C$ ტეხილს $O'_e B_e C$ წრფით ცვლის.

ამ წრფის განტოლებაა

$$b = \frac{b_{max}}{T} (t - 2),$$

სადაც

$$T = T_1 + \frac{t_2}{2} = 20,5 \text{ სეკ.}$$

b_e წერტილის აბსცისის წარმოადგენს.

აქედან გამომდინარე შეგვიძლია მივიღოთ

$$F = 0,5 (T + 4) b_{max} = 12,25 b_{max}$$

და

$$\Phi = 0,167 T (T + 6) b_{max} = 90,8 b_{max}$$

თუ დავუშვებთ $b' = b_{max}$, (2,2)-დან მივიღებთ

$$(20,5 - \tau)^2 = 2 \cdot 90,8,$$

ანუ $\tau = 7$ სეკ. მაგრამ ეს დროც სწორი არ არის, რადგან ნხოლოდ დროში განვლილ გზათა ტოლობას შეესაბამება.

სინამდვილეში (4) განტოლებებიდან ადვილად მივიღებთ

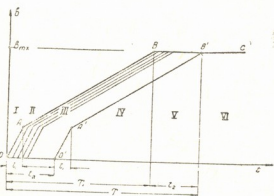
$$\tau = 6 \text{ სეკ.}$$

და

$$b' = 0,86 b_{max}$$

7. τ და b' სწორი განსაზღვრისათვის საჭიროა წინასწარ მთლიანი მატარებლის $b = f(t)$ დამოკიდებულების ნამდვილი სახე დავადგინოთ.

მე-3 ნახაზზე, მე-2 ნახაზის მსგავსად, $OABC$ და $O'A'B'C$ პირველი და უკანასკნელი ვაგონის სამუხრუჭო ძალის ცვლილებას გამოხატავენ. შუალედი ვაგონების მიერ განვითარებული სამუხრუჭო ძალა $OABC$ და $O'A'B'C$ შორის ნაჩვენები ტეხილებით გამოიხატება.



ნახ. 3

t_2 დროში ძვრა მატარებლის გასწვრივ სამუხრუჭო ტალღის გავრცელების დროს წარმოადგენს.

შუალედ ვაგონთა ტეხილებს შორის დროში ძვრა

$$\Delta t = t_2 : (n - 1) \text{ სეკ.}$$

შეადგენს, სადაც n მატარებელში ვაგონების რიცხვია.

მთელი მატარებლის სამუხრუჭო ძალა

$$b = \frac{\sum b_x}{n}$$

ფორმულით გამოიხატება, სადაც $\sum b_x$ მე-3 ნახაზზე გამოსახულ ტეხილთა ორდინატების ჯამია.

მაგალითად, 1 შუალედში ($t = 0 \div t_1$) $\sum b_x$ ჯამს გრაფიკულად ექნება მრავალკუთხედის სახე, რომლის წვეროები პარაბოლზეა განლაგებული. ვაგონების საკმარად დიდი რაოდენობისათვის (თეორიულად $n = \infty$) მრავალკუთხედი გადაიქცევა პარაბოლად და b ძალა

$$b = \frac{a}{2 t_1 \cdot t_2} \cdot t^2 b_{max}$$

განტოლებით განისაზღვრება. ანალოგიურად შეიძლება მიღებულ იქნეს 7-ს განტოლებები დროის სხვა შუალედებისთვისაც. ეს განტოლებები ცხრილშია მოყვანილი.

ცხრილი

მატარებლის ხვედრითი სამუხრუჭო ძალის ზრდის განტოლება სა-
 კმაოდ დიდი რაოდენობის ვაგონების შემთხვევაში (აღნიშვნები
 იხ. ნახ. 3-ზე)

შუალედი	განტოლება $b = f(t)$
I $0 \div t_1$	$b = \frac{a}{2 \cdot t_1 \cdot t_2} \cdot t^2 b_{max}$
II $t_1 \div t_2$	$b = \frac{I}{2 t_2} \left[a(2t - t_1) + \frac{I - a}{T_1 - t_1} (t - t_1)^2 \right] b_{max}$
III $t_2 \div (t_2 + t_1)$	$b = \frac{I}{2 t_2} \left[a(2t - t_1) - \frac{a}{t_1} (t - t_2)^2 + \frac{I - a}{T_1 - t_1} (t - t_2)^2 \right] b_{max}$
IV $(t_2 + t_1) \div T_1$	$b = \left[a + \frac{I - a}{2(T_1 - t_1)} (2t - 2t_1 - t_2) \right] b_{max}$
V $T_1 \div T$	$b = \left\{ a + \frac{I - a}{2(T_1 - t_1)} \left[2t - 2t_1 - t_2 - \frac{(T_1 - t)^2}{t_2} \right] \right\} b_{max}$
VI $t \cong T$	$b = b_{max}$

8. თუ ისევე, როგორც ზემოთ, მივიღებთ

$$t_1 = 1 \text{ სეკ.}, T_1 = 18 \text{ სეკ.}$$

და

$$a = \frac{0,85}{3,5} = 0,24, \quad t_2 = 5 \text{ სეკ.},$$

ცხრილის მონაცემებით შეიძლება გავიანგარიშოთ და ავაგოთ $b = f(t)$ მრუ-
 დი მთელი მატარებლისათვის. გაანგარიშებისა და აგების შედეგები მე-4 ნა-
 ხაზზე OA_1B' მრუდის სახითაა ნაჩვენები.

ამავე მრუდისათვის (3) ფორმულების მიხედვით შეიძლება F და Φ სი-
 დიდებები ვიპოვოთ. ძნელი არ არის დავრწმუნდეთ, რომ ამ შემთხვევაში

$$F = 13,2 b_{max}$$

და

$$\Phi = 104,4 b_{max}$$

9. ამის შემდეგ შესაძლებელია ვიპოვოთ მოსამზადებელი τ დრო და
 b' სამუხრუჭო ძალა. (5) და (4)-დან გვექნება $\tau = 7,1$ სეკ., ხოლო მემანქანის
 რეაქციის ჩათვლით

$$\tau = 8 \text{ სეკ.}$$

და

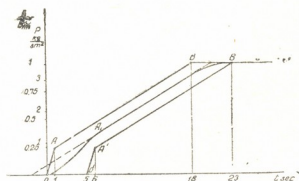
$$b' = 0,83 b_{max}$$

რომელიც

$$T - \tau = 23 - 7,1 \cong 16,0 \text{ სეკ.}$$

განმავლობაში მოქმედებს.

10. შენიშვნა: წვეის ანგარიშების წარმოების წესებში (6) და ზოგიერთი ავტორის მიერ [3, 4, 5] τ მოსამზადებელ დროს $\frac{A \cdot i}{b}$ ტიპის წვერი



ნახ. 4

ენატება, რომელიც თითქოს დაღმართზე მატარებლის აჩქარებას ასახავს. წინამდებარე შრომაში ეს წვერი არ განიხილება და შეიძლება დაემატოს მიღებულ τ დროს, თუ ასეთი დამატების აუცილებლობა არსებობს.

დასკვნა

სამუხრუჭო ამოცანების ამოხსნისას ამჟამად ღებულობენ, რომ მემანქანის ონკანის მობრუნების მომენტიდან პირველი შეიძლება სეკუნდის განმავლობაში მუხრუჭები ჯერ არ მოქმედებენ ($b=0$), ხოლო შემდეგ სრულ ძალას ავითარებენ ($b=b_{max}$). ასეთი დაშვება ნამდვილ ფიზიკურ სურათს არ გამოსახავს, რადგან b -ს საანგარიშო ($ODEFBC$ ტეხილი, ნახ. 1) და ნამდვილი ცვალებადობის ეკვივალენტობას არ შეესაბამება.

ანგარიშებში ნამდვილი სურათის სწორი ასახვისათვის სამუხრუჭო ძალა საჭიროა მივიჩნიოთ გაჩერების სიგნალის მიცემის მომენტიდან პირველი რვა სეკუნდის განმავლობაში ნულის ტოლად ($b=0$), მომდევნო 16,0 სეკუნდის განმავლობაში სრული მნიშვნელობის 83% ($b=0,83 b_{max}$) და მხოლოდ 24 სეკუნდის შემდეგ მისი მაქსიმალური სიდიდის ტოლად ($b=b_{max}$).

გ. ი. ლენინის სახელობის რკინიგზის
 ტრანსპორტის ინჟინერთა თბილისის
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 25.12.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. М. Суприенко. Общая теория тяги поездов. М.—Л., 1932.
2. В. Ф. Егорченко. Тяговые расчеты и испытания. М., 1934.
3. А. М. Бабичков, В. Ф. Егорченко. Тяга поездов. М., 1947.
4. В. М. Казаринов. Об увеличении эффективности тормозной техники и уточнении расчетов. Техника ж. д., № 5, 1954.
5. В. М. Казаринов. О методах тормозных расчетов и расчетных нормативах. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института ж. д. транспорта. Вып. 127, М., 1957.
6. Правила производства тяговых расчетов для поездной работы. М., 1956.

ტექნიკა

თ. ვოინიჩ-სიანოჟინცვი და ვ. ლომთათიძე

ჰორიზონტალური წყალსაცემების შემდეგ ადგილობრივი
ბარეცხვის სიღრმის განსაზღვრა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თავაძემ 1.2.1958)

როგორც ცნობილია, ჰიდრონაგებობის წყალსაცემების შემდეგ მდინარეების კალაპოტების ადგილობრივ გარეცხვას წყლის ნაკადით განაპირობებენ: ერთი მხრივ—არსებულ ხვედრით ხარჯებთან შედარებით გამაგრების ბოლოს ნაკადის ხვედრითი ხარჯების აღმატება და, მეორე მხრივ—წყალსაცემის ფარგლებში ჭარბი კინეტიკური ენერჯის არასასრული ჩაქრობა.

ცხადია, რომ გამაგრების ბოლოს ხვედრითი ხარჯების გაზრდა არსებულთან შედარებით გამოწვეულია აგრეთვე ენერჯიათა სხვაობით. ამ მხრივ გამაგრებიდან გადმომავალი ნაკადის კინეტიკური ენერჯის აღმატება ქვედა ბიეფის კინეტიკურ ენერჯიაზე ჩვეულებრივ პირობებში შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც ჭარბი კინეტიკური ენერჯის არასრული ჩაქრობა.

საკითხის ასეთნაირად დაყენებისას ქვედა ბიეფის გამაგრების შემდეგ კალაპოტის ადგილობრივ გარეცხვების მიზეზად შეიძლება ჩაითვალოს ჭარბი კინეტიკური ენერჯის არსებობა გამაგრების ბოლო კვეთში.

ჭარბი კინეტიკური ენერჯის სიდიდე გამაგრების ბოლოს, რაც გამოწვეულია ერთი მხრივ ხვედრითი ხარჯების აღმატებით არსებულ ხვედრით ხარჯებთან შედარებით, მეორე მხრივ კი მაკრობულსაციითა და სათანადო კვეთში გასაშუალებელი სიჩქარეების განაწილების უთანაბრობით, შეიძლება მთლიანად დახასიათებულ იქნეს ნაკადის კინეტიკურობის პარამეტრით.

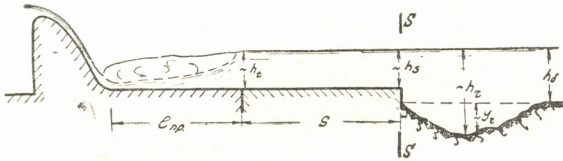
$$F_s = \frac{\bar{\alpha}_s \bar{V}_s^2}{2gh_s}, \quad (1)$$

სადაც V_s ნაკადის საშუალო სიჩქარეა გამაგრების ბოლო, წყალსაცემიდან S მანძილით დაშორებულ კვეთში, $\bar{\alpha}_s$ ცოცხალი ძალის კორექტივია, მაკრობულსაციისა და კვეთში გასაშუალოებული სიჩქარეების განაწილების უთანაბრობის მხედველობაში მიღებით და ტოლია [1]:

$$\bar{\alpha}_s = \frac{1}{T \bar{V}_s^3 \omega_s} \int_0^T \int_0^T U_s^3 d\omega dt = 1 + \frac{\int_0^T (\varepsilon^2 + \bar{U}_s'^2) d\omega}{\bar{V}_s^2 \omega_s} + \frac{\int_0^T (\varepsilon^2 + \bar{U}_s'^2) d\omega}{\bar{V}_s^3 \omega_s}. \quad (2)$$

h_s ნაკადის სიღრმეა გამაგრების ბოლოს ($S-S$ კვეთი ნახ. 1-ზე); g —სიმძიმის ძალის აჩქარება; U_s —მყისი სიჩქარე ω_s ცოცხალი კვეთის რომელიმე წერტილში; U_s' — U_s სიჩქარის პულსაციური მდგენელი; T —გასაშუალოების

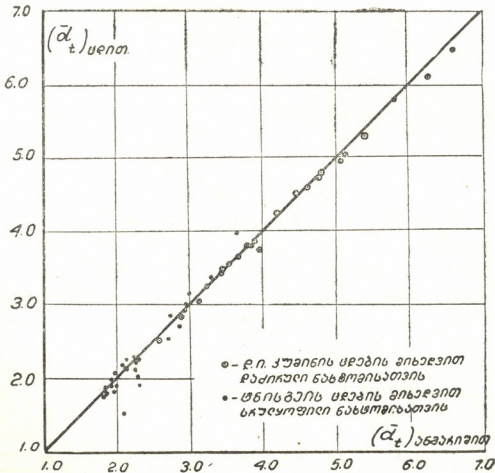
დრო; ε —ადგილობრივი U_s გასაშუალოებული სიჩქარის გადახრა ნაკადის საშუალო სიჩქარისაგან.



ნახ. 1

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, გამაგრების შემდეგ კალაპოტის ადგილობრივი გარეცხვის გამომწვევ მიზეზს წარმოადგენს ჭარბი კინეტიკური ენერჯის არსებობა გამაგრების ბოლო კვეთში. ცხადია, რომ გარეცხვის ყველაზე ღრმა ადგილას ნაკადის სიღრმე h_r პროპორციული იქნება გამაგრებიდან გაღმომავალი ნაკადის კინეტიკურობის პარამეტრის სიდიდისა. ეს პროპორციულობა ყველაზე ზოგადი სახით შეიძლება შემდეგნაირად გამოვსახოთ:

$$h_r = K \left(\frac{\alpha_s \bar{V}_s^2}{2g h_z} \right)^m, \quad (3)$$



ნახ. 2

სადაც k და m კოეფიციენტებია, რომლებიც ითვალისწინებენ როგორც ნაკადის ჰიდროდინამიურ, ისე ქვედა ბიეფის კალაპოტის ყამირის მახასიათებლებს.

გამოსახულება (3)-ში შემავალი კინეტიკურობის პარამეტრი \bar{F}_s არის S მანძილის ფუნქცია. ჰიდრავლიკური ნახტომით ბიეფების შეუღლებებისას კინეტიკურობის პარამეტრის \bar{F}_s მაქსიმუმს ადგილი აქვს ნახტომის ბოლო კვეთში, ე. ი. წყალსაცემის ბოლოს ($S=0$).

ამგვარად, იმ შემთხვევაში, როდესაც ქვედა ბიეფის გამაგრებაში არ შედის რისბერმა, გარეცხვის სიღრმე მაქსიმუმს აღწევს უშუალოდ წყალსაცემის ბოლოს. მდინარის ჰიდროკვანძების წყალსაგდებების შემთხვევაში, როდესაც წყალსაშვების ფრონტს დიდი ვანი აქვს, ნაკადის გეგმაში გაგანიერების სიგრძე საკმაოდ დიდ სიდიდეს წარმოადგენს. ამიტომ ქვედა ბიეფის ფარგლებში ეს გაგანიერება სრულიად უმნიშვნელოა და იგი შეიძლება მხედველობაში არ იქნეს მიღებული. ამის გამო ნახტომის ქვემოთ რისბერმის ფარგლებში ნაკადის საშუალო სიჩქარეების შემცირება პრაქტიკულად შეუძინეველია.

ნახტომის შემდგომი უბნის ფარგლებში ხდება მაკროპულსაციის ინტენსიური შემცირება და გასაშუალოებული სიჩქარეების ეპიურების გასწორება, ანუ $\bar{\alpha}_s$ კოეფიციენტის ინტენსიური კლება, რაც თავის მხრივ იწვევს დინების გასწვრივ ნაკადის კინეტიკურობის პარამეტრის \bar{F}_s სიდიდის შემცირებას. აქედან ცხადია, გამაგრების სიგრძის გადიდებასთან ერთად მცირდება კალაპოტის ადგილობრივი გარეცხვის სიღრმეები.

თუ რისბერმის სიგრძე ისეთია, რომ მის ფარგლებში მთლიანად ხდება მაკროპულსაციითა და გასაშუალოებული სიჩქარეების განაწილების უთანაბრობით გამოწვეული ჰარბი კინეტიკური ენერჯის ჩაქრობა, მაშინ რისბერმის ბოლოს ($S=L$; $\bar{\alpha}_s = \bar{\alpha}_L = 1$) კინეტიკურობის პარამეტრი იქნება

$$F_L = \frac{\bar{V}_L^2}{2g h_L} > \frac{\bar{V}_0^2}{2g h_0}, \quad (4)$$

სადაც $\bar{V}_0 - h_0$ სიღრმისა და ქვედა ბიეფის კალაპოტის ყამირის შესაბამისი დასაშვები არაგამრეცხი სიჩქარეა.

ამ შემთხვევაში გარეცხვა რისბერმის შემდეგ უკვე დამოკიდებული იქნება მხოლოდ რისბერმიდან გადმომავალი ნაკადის ხვედრითი ხარჯების აღნაგობისაგან ქვედა ბიეფში არსებულ ხვედრით ხარჯებთან შედარებით ($\bar{V}_L > \bar{V}_0$).

ქვედა ბიეფში ადგილობრივი გარეცხვის წარმოქმნის კრიტერიალური პირობა, (1) და (3) ფორმულების თანახმად, შეიძლება შემდეგნაირად გამოისახოს:

$$\frac{\bar{\alpha}_s \bar{V}_s^2}{2g h_s} \equiv \frac{\bar{V}_0^2}{2g h_0}. \quad (5)$$

კრიტერიალური გამოსახულება (5)-ის ორივე მხარის ტოლობა შეესაბამება ქვედა ბიეფში გარეცხვის უქონლობას და შესაძლებლობას გვაძლევს განვსაზღვროთ კოეფიციენტი k -ს მნიშვნელობა. ზემოთ აღნიშნულის თანახმად აკვექნება

$$h_r = h_0 = K \left(\frac{\bar{V}_0^2}{2g h_0} \right)^m,$$

საიდანაც

$$K = h_s \left(\frac{2g h_0}{V_0^2} \right)^m. \quad (6)$$

ამ გამოსახულების ჩასმა (3)-ში გვაძლევს

$$h_r = h_s \left(\frac{\bar{\alpha}_s \bar{V}_0^2}{V_s^2} \cdot \frac{h_0}{h_s} \right) \quad (7)$$

პირველი მიახლოებისათვის დასაშვებია არაგამრეცხი სიჩქარის \bar{V}_0 -ის განსაზღვრისას მივიღოთ მისი ისეთი მნიშვნელობა, რომელიც მას ქვედა ბიეფში თანაბარი რეჟიმის არსებობის დროს ექნებოდა. მაშინ, თუ \bar{V}_0 -ს გამოვსახავთ გ. შამოვის ფორმულით

$$\bar{V}_0 = 1,47 \sqrt{gd} \left(\frac{h_0}{d} \right)^{1/6},$$

მივიღებთ h_r -სათვის შემდეგ გამოსახულებას

$$h_r = h_s \left[\frac{0,463 \bar{\alpha}_s \bar{v}_s^2 h_0}{gd h_s} \sqrt[3]{\frac{d}{h_s}} \right]^m, \quad (8)$$

სადაც d ქვედა ბიეფის კალაპოტის ყამირის საშუალო სიმაღლეა.

კინეტიკური ენერჯის კორექტივის $\bar{\alpha}_s$ მნიშვნელობა წყალსაცემის ბოლოდან S მანძილით, დაშორებულ კვეთში შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი მიახლოებითი დამოკიდებულებით

$$\bar{\alpha}_s = \bar{\alpha}_i - (\bar{\alpha}_i - 1) \sqrt[3]{\frac{S}{L}}, \quad (9)$$

სადაც L ნახტომის შემდგომი უბნის სიგრძეა, რომელზედაც ხდება მაკროტურბულენტობის მიღევა; $\bar{\alpha}_i$ —კინეტიკური ენერჯის კორექტივი ნახტომის ბოლო კვეთში.

L -ის სიდიდე შეიძლება მივიჩნიოთ წყალსაცემის გაორკეცებული სიგრძის ტოლად, ე. ი. ტოლად $2l_{np}$ -ისა. ნახტომის სიგრძე l_{np} შეიძლება განისაზღვროს ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტში (ტნისგეი) მიღებული შემდეგი ფორმულით [2]

$$l_{np} = (2\sigma^n - 1) (2,27 \frac{h_2}{h_1} + 22,5) h_1 l_g \frac{h_2}{h_1}, \quad (10)$$

სადაც σ დაძირვის კოეფიციენტი, n —ხარისხის მაჩვენებელი, რომელიც დამოკიდებულია წყალსაგდები ნაგებობების ტიპზე. ფსკერული ვერტიკალური ფარების მქონე ხვრეტებიანი წყალსაგდებების შემთხვევაში $n=2/3$. ხოლო პრაქტიკული მოხაზულობის წყალსაშვების ტიპის წყალსაგდებებისათვის $n=1/3$.

ნახტომის ბოლო კვეთში კინეტიკური ენერჯის კორექტივის სიდიდის განსაზღვრისათვის ჩვენ მიერ რეკომენდებულია შემდეგი ფორმულა:

$$\bar{\alpha}_t = (1,7\sigma - 0,7) \left(0,85 \frac{h_{kp}}{h_1} + 0,25 \right)^{1,2} \quad (11)$$

ნახ. 2-ზე ორდინატთა ლერძზე გადაზომილია ცდებით მიღებული $\bar{\alpha}_t$ -ს მნიშვნელობები, ხოლო აბსცისების ლერძზე ფორმულით (11) მიღებული მნიშვნელობები. როგორც ნახ. 2-დან ჩანს, წერტილები კარგად ლაგდებიან ($\bar{\alpha}_t$) ცდით = ($\bar{\alpha}_t$) ანგარიშით შესაბამისი სწორი ხაზის ირგვლივ.

რაც შეეხება \bar{V}_s და h_s სილიდებებს, უნდა აღინიშნოს, რომ, რადგანაც ისინი უმნიშვნელოდ იცვლებიან ნახტომის შემდგომი უბნის სიგრძეზე, ამიტომ დასაშვებია მივიღოთ

$$h_s \cong h_L = \sigma h_2 \text{ და } \bar{V}_s \cong \bar{V}_L = \frac{q}{\sigma h_2}, \quad (12)$$

სადაც q წყალსაგდების ხვედრითი ხარჯია.

დაბოლოს, ხარისხის მაჩვენებელი m -ის შესახებ უნდა აღინიშნოს, რომ ჩატარებული ანგარიშები და მათი შედარება ცდების მონაცემებთან საშუალებას გვაძლევს იგი $\cong 1/3$ ტოლად მივიჩნიოთ.

ფორმულა (8) ყველა ზემოთ აღნიშნულის მხედველობაში მიღებისა და მცირე გარდაქმნების შემდეგ ასე დაიწერება:

$$h_r = 0,772 \frac{h_6}{\sigma h_2} \left[\frac{-q^2}{\alpha_s g} - \frac{h_6}{d} \sqrt[3]{\frac{d}{h_s}} \right]^{1/3}, \quad (13)$$

საიდანაც გარეცხვის სიღრმე

$$Y_r = 0,772 \frac{h_6}{\sigma h_2} \left[\frac{-q^2}{\alpha_s g} - \frac{h_6}{d} \sqrt[3]{\frac{d}{h_s}} \right]^{1/3} - h_s \quad (14)$$

აბ

$$Y_r = 0,772 h_{kp} \frac{h_6}{\sigma h_2} \left[\frac{-h_6}{\alpha_s d} \sqrt[3]{\frac{d}{h_6}} \right]^{1/3} - h_s. \quad (14')$$

კერძო შემთხვევაში, როდესაც $h_s = h_L$, ფორმულა (14') მარტივდება:

$$Y_r = 0,772 h_{kp} \left[\frac{-h_6}{\alpha_s d} \sqrt[3]{\frac{d}{h_6}} \right]^{1/3} - h_s. \quad (15)$$

ზემოთ მიღებული ფორმულები (14—15) და ჰორიზონტალური წყალსაცემების შემდეგ კალაპოტის ადგილობრივი გარეცხვის სიღრმის განსაზღვრის მეთოდიკა საკმაოდ ზოგადია და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ბიეფების შეუღლებათა ყველა სახისათვის. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ამჟამად ამ ფორმულებით სარგებლობა საკმაო სიზუსტით შეიძლება მხოლოდ იმ წყალსაცემების შემთხვევაში, რომელთა ფარგლებში არ ხდება ენერჯის მშთანქმელების მოწყობა, ე. ი. სრული ან დაძირული ნახტომებით შეუღლების შემთხვე-

(1) ფორმულა (11) მიღებულია ცდებით დამტკიცებული თეორიული მრუდის

$$\bar{\alpha}_t = F \left(\sigma, \frac{h_2}{h_1} \right) \text{ აპროქსიმაციით [1,3].}$$



ვებში. რაც შეეხება შეტბორილი ნახტომის მეშვეობით შეუღლებებს, ე. ი. ისეთ წყალსაცემების შემთხვევებს, რომლებიც შესრულებულია ენერჯის ჩამქრობი წყალსაცემი ჭების, კედლებისა და სხვათა სახით, უხდა აღინიშნოს, რომ აქ ზემოთ მოყვანილი ფორმულების გამოყენება ძნელდება, რადგანაც ამჟამად შეტბორილი ნახტომის ბოლო კვეთში α სიდიდის განსაზღვრისათვის საანგარიშო ფორმულები არა გვაქვს.

თუ პირველი მიახლოებისათვის შეტბორილი ნახტომის შემთხვევაში გამოვიყენებთ ფორმულა (11)-ს, მაშინ საორიენტაციო ანგარიშებისათვის ადგილობრივი გარეცხვის სიღრმის საანგარიშოდ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფორმულები (14—15) ენერჯის მშთანქმელის მქონე წყალსაცემების შემდეგ.

ჰორიზონტალური გამაგრების შემდეგ ადგილობრივი გარეცხვის სიღრმის ანგარიშის რეკომენდებული მეთოდის ილუსტრაციისათვის მოგვყავს მაგალითი(1):

განვსაზღვროთ წყალსაშვიანი კაშხლის წყალსაცემის შემდეგ მოსალოდნელი გარეცხვის სიღრმე (ბრტყელი ამოცანა), თუ

$$h_{kp}=2,97 \text{ მ.}; h_s=8,70 \text{ მ.}; h_1=0,79 \text{ მ.}; h_2=7,73 \text{ მ.};$$

$$\sigma=1,12; d=20 \text{ მმ.}$$

ფორმულა (11) საშუალებით ვპოულობთ

$$\bar{\alpha}_1=(1,7 \cdot 1,12-0,70) (0,85 \frac{2,97}{0,79} + 0,25)=4,16.$$

გარეცხვის სიღრმეს ვანგარიშობთ (15) ფორმულით

$$Y_r=0,779 \cdot 2,97 \left[4,16 \cdot \frac{8,70}{0,02} \sqrt{\frac{0,02}{8,70}} \right]^{1/3} - 8,70=5,7 \text{ მ.}$$

ლვეი-ჩერტოუსოვის მეთოდით ანგარიში გვაძლევს $Y_r=6,65$ მ ტოლ-გარეცხვის სიღრმეს, ხოლო პროფ. ვიზგოს მეთოდით— $Y_r=3,9$ მ.

ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის
თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 3.2.1958)

დაგოწმებული ლიტერატურა

1. Т. Г. Войнич-Сяноженцкий. Основные вопросы теории совершенного гидравлического прыжка, Авторэфферат, М., 1956.
2. Т. Г. Войнич-Сяноженцкий. К расчету длины донного гидравлического прыжка. Известия Тбилисского научно-исследовательского института сооружений и гидроэнергетики, т. 10, Госэнергоиздат, М.—Л., 1957.
3. Т. Г. Войнич. Донный гидравлический прыжок и гашение энергии. Известия Тбилисского научно-исследовательского института сооружений и гидроэнергетики, т. 9, Госэнергоиздат, М.—Л., 1955.
4. М. Д. Чертоусов. Гидравлика, Госэнергоиздат. Л.—М., 1957.

(1 მაგალითის მონაცემები აღებულია მ. ჩერტოუსოვის წიგნიდან [4].

ძ. ახვლედიანი

მალსეკოთი დაავადებული ლიმონის მერქნიდან ტოქსიკური ნივთიერების გამოყოფა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანჩაველმა 1.4.1958)

ლიმონების ინფექციურ დაავადებათა შორის ყველაზე მთავარია მალსეკო, რომელსაც იწვევს სოკო *Phoma tracheiphila Kantschaveli et gikachvili* თავის დროზე აღწერილი *Deuterophoma tracheiphila Petri* [1].

დადგენილია [2, 5, 8], რომ *Ph. tracheiphila* ლიმონის ხმობას მის მიერ გამოყოფილი ტოქსიკური ნივთიერება იწვევს. ვ. ორ შ ა ნ ს კ ა ი ა ს ა და ო რ ჯ ო ნ ი კ ი ძ ი ს ცნობით [4], მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოქიმიურ ლაბორატორიაში ჩატარებულია მალსეკოს კულტურალურ სითხის დაყოფა პოლისახარიდურ, მჟავურ, ტუტე და შერეულ ფრაქციებად, რომელთაგანაც ტოქსიკურობა მხოლოდ მჟავურ და შერეულ ფრაქციას აქვს შენარჩუნებული. სამწუხაროდ, ცდებისა და ფრაქციონირების აღწერა სტატიაში არაა მოყვანილი.

3. ს კ რ ი ვ ა ნ ი [8] აღნიშნავს, რომ ტოქსიკურობა ახასიათებს კულტურალური სითხის იმ ნაწილს, რომელიც ხსნადია 70%-იან სპირტში. ხსენებული ავტორები მუშაობდნენ სხვადასხვა საკვებ არეებზე (მათ შორის სინთეზურ არეზე) აღზრდილ სოკოს კულტურებზე.

ცნობილია, რომ სოკოებს ახასიათებს ქიმიზმის ფართო ცვალებადობა გარემოს გავლენით [6]. როგორც ჩანს, ეს თვისება სოკო *Phoma tracheiphila*-საც გააჩნია, რადგან კულტურაში იგი გამოიყოფის ანტრაქინონის რივის პიგმენტებს [7], ხოლო მერქანში განვითარებისას სრულიად სხვა პიგმენტებს [3].

აქედან გამომდინარე ჩვენ შევეცადეთ სოკოს მიერ გამოყოფილი ტოქსიკური ნივთიერება გამოგვეყო მალსეკოთი დაავადებული ლიმონის მერქნიდან, რომლის წყლის ექსტრაქტი ტოქსიკურობას იჩენს [5].

ზაფხულში შეგროვილი მალსეკოთი დაავადებული ლიმონის კანგაცილი მერქანი წილადღებოდა. შემდეგ მას ესხმოდა თბილი (60°) წყალი შეფარდებით 1:5—1:6-თან და ოთახის ტემპერატურაზე რჩებოდა 2 დღის განმავლობაში. აღსანიშნავია, რომ მალსეკოთი დაავადებული ლიმონის მერქნისათვის დამახასიათებელი ნარინჯის ფერი პიგმენტები სწრაფად გადადის წყალში და იგი ოქროსფრად იღებება. ექსტრაქტი ვაკუუმში გაფილტვრის შემდეგ (40°-მდე) ცენტრირდება საწყის მოცულობის 1/10-მდე. ამ დროს გამოყოფილი სრულიად თეთრი, ფიფქისებრი ნალექი 0,1 სცილდება გაფილტვრით, ხოლო ფილტრატი F1 შეავდება 2n H₂SO₄-თნ pH3—4-მდე. გამოყოფილი ყავისფერი ნალექი ცენტრიფუგირდებოდა, გარეცხვის შემდეგ ეროდა წყალს და განზავებული ამონიაკის დამატებით გადაგვყავდა ხსნარში. ცენტრიფუგირებულ სითხეს ხელახლა ვამჟავებდით და წარმოქმნილ ბაც ყავისფერ წვრილკრისტალურ ნალექს ვფილტრავდით ნუჩზე და მასზევე ვაშრობდით. ნალექი 0,2 იჩენს მკაფიო ტოქსიკურობას 1:2000 განზავებისას, ცუდად იხსნება წყალში და 95%-იან სპირტში. კარგად იხსნება ყინულოვან ძმარმჟავაში, ეთილხელოკოლში და წყლიან ეთილის სპირტში. ამ უკანასკნელში ხსნადობის მაქსიმუმი მოდის 60—80%-იან სპირტზე.

სალი ლიმონის მერქნის ასეთივე დამუშავება 0,2-ს მსგავს ნალექს არ იქლევს. ამჟავების შემდეგ სითხე მხოლოდ იმღვრება, ხოლო ხანგრძლივი ცენტრიფუგირებისას შეგროვილი ნალექი თეთრ-მონაცრისფერია.



მიკროსკოპულმა პრეპარატის დამზადებამ გვიჩვენა, რომ ნალექი დიდი რაოდენობით შეიცავს იმ ნივთიერებას, რომელიც კრისტალდება წვრილი წერტილების სახით, ხოლო მცირე რაოდენობით იმ ნივთიერებას, რომელიც ლაქას მინისებური არშის სახით აქვს გარშემორტყმული (გადიდება 80).

ვასაცალკევებულად მოვანდინეთ ფრაქციული გამოლექვა: ნალექის ხსნარს 70%-იან სპირტში 60°-ზე ემატებოდა 60°-იანი წყალი ისეთი რაოდენობით, რომ სპირტის შეცულობა გამხდარიყო 40%-მდე და გამოყოფილი მუქი-წითელი წებოვანი ნივთიერება, რომელიც ტოქსიკურობას არ იჩენს, ცილდებოდა მინის ფილტრში ვაფილტვრით. ფილტრატის ნელი აორთქლებით (მოცულობის 1/5-მდე) გამოყოფილი მოწითალო ნარინჯისფერი წვრილკრისტალური ნივთიერება იწყებს დაშლას 92°-მდე.

ფილტრატს F2 ემატებოდა 2 წილი სპირტი, სავსებით თეთრი ნალექი 03 სცილდებოდა და სითხე ნეიტრალდებოდა ამონიაკით, რის შემდეგ კონცენტრირდებოდა ვაკუუმში აღებული ექსტრაქტის მოცულობის 1/100-მდე. კოლბაში ემატებოდა ორმაგი მოცულობის სპირტი, ნალექი 04 ირეცხებოდა 70%-იანი სპირტით, რის შემდეგ ხსნარს სპირტი ვაკუუმში სცილდებოდა. კონცენტრატის შექყავებით გამოყოფილი მოწითალო-ნარინჯისფერი ნალექი 05 ვანსხვავებით 02-საგან, მინისებურ ნივთიერების მინარევს არ შეიცავს.

განეიტრალებული, საბოლოო ფილტრატი სათანადოდ განხვავების შემდეგ თითქმის არ იჩენს ტოქსიკურობას ისევე, როგორც ნალექები 01, 03, 04. ტოქსიკური თვისებები აქვს მხოლოდ 02 და 05.

სალი ლიმონის მერქნის ექსტრაქტების კონცენტრატი მუქი ყვითელი-მოწითალო ფერისაა, მაგრამ შექყავებისას იგი გამოყოფს მეტად მცირე მონაცრისფრო ნალექს.

ტოქსიკურობას ვსაზღვრავდით უმთავრესად პამიდორის ნერგზე, იშვიათად ლიმონის ყლორტებზე [4, 5, 8].

ამრიგად, მოხერხდა მალსეკოთი დაავადებული ლიმონის მერქნიდან ისეთი ტოქსიკური ნივთიერების გამოყოფა, რაც სალი ლიმონის მერქანში აღწერილი მეთოდით ვერ იქნა აღმოჩენილი.

საქართველოს მეცნარეთა

დაცვის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 1.4.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. А. Канчавели, К. Г. Гикашвили. Материалы к изучению мальсекко или усыхания лимонных деревьев в Грузинской ССР. Труды института защиты растений АН ГССР, т. V, 1, 1948.
2. Л. А. Канчавели, Р. Я. Кипиани, К. Г. Гикашвили. К изучению методом меченных атомов взаимоотношения между возбудителем усыхания лимонов (*Phoma tracheiphila*) и питающим растением. Сообщения АН ГССР, т. XVI, № 7. 1955.
3. В. Н. Оршанская. Ранняя диагностика инфекционного усыхания лимонных деревьев «мальсекко» и ее применение для контроля черенкового материала. Москва, Изд-во МСХ и З СССР, 1953.
4. В. Н. Оршанская, Н. П. Орджоникидзе, Агробиология, № 5, 1956.
5. И. М. Поляков, А. А. Шумакова. Испытание токсических свойств гриба Труды ВИЗР-а, вып. 3, 165, 1951.
6. Д. Фостер. Химическая деятельность грибов. Москва, ИЛ, 1950.
7. В. Bazri, P. Scrivani. Un metodo diagnostico per il riconoscimento del decorso del „mal secco“ degli agrumi. Phytopath. Z. 21, 1954, 333.
8. P. Scrivani. Patogenesi, riproduzione sperimentale del mal secco da *Deuterophoma tracheiphila* Petri e ricerche sulla formazione di metaboliti tossici in cultura Phytopath. Z. 22, 1954, 83.

ფიზიოლოგია

ა. ზირაძეძი

ზოგადი აირცვლის ძვრები ჩონჩხის ერთი კუნთის იზოლირებული ელემენტარული ბალიზიანებისას

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. გედევანიშვილმა 4.4.1958)

დღემდე მცირე ფიზიკური დატვირთვის პირობებში ზოგადი აირცვლის შესწავლას ძლიერ ცოტა შრომები მიეძღვნა [1, 2].

ეს იმით აიხსნება, რომ ზემოხსენებულ დატვირთვის პირობებში ზოგადი აირცვლის ძვრები თავსდება 10—15% ფარგლებში საწყისი დონიდან, ე. ო. ზოგადი აირცვლის განსაზღვრის ჩვეულებრივი მეთოდების ცდომილების ფარგლებში.

ამ შრომაში მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა ჩონჩხის ერთი კუნთის მუშაობით გამოწვეული ცვლილებები ზოგად აირცვლაში. გასაგები მიზეზების გამო ეს ცვლილებები არ შეიძლება დიდი ყოფილიყო, ამიტომ გამოვიყენეთ „დოზირებული სუნთქვის“ მეთოდი (მოწოდებული დ. გედევანიშვილის [3, 4] მიერ), რომელიც აირცვლის ზუსტად განსაზღვრის საშუალებას იძლევა. მაგალითად, „დოზირებული სუნთქვის“ მეთოდის გამოყენებით დ. გედევანიშვილმა თანამშრომლებთან კოთაღ ზუსტად ციფრების მიღებით დაადგინა ძირითადი ცვლის მუდმივობა ნახევარი საათის განმავლობაში, მისი ყოველდღიური მერყეობის ფარგლები, ძირითად ცვლაზე ფილტვების ჰიპო-და ჰიპერვენტილაციის გავლენა, ძირითადი ცვლის პირობითრეფლექსური ძვრები, ძირითად ცვლაზე ზოგიერთი ფარმაკოლოგიური ნივთიერების, მათ შორის ეთეროვანი ზეთების გავლენა, აირცვლის თავისებურებები ჰიპო-და ჰიპერთირეოზისას [4].

იმავე „დოზირებული სუნთქვის“ მეთოდის გამოყენებით გამოვლინებულია ზოგადი აირცვლის თავისებურებები ზემო სასუნთქი გზების მწვავე კატარისა და ვირუსული გრიპის დროს [5], დადგენილია ზოგადი გაზთაცვლის დონე მცირე ფიზიკური დატვირთვის პირობებში [6]. შესწავლილია ძირითადი ცვლა ზოგიერთი დერმატოზისას [7]. ყველა ამ შემთხვევაში გაზთაცვლის აღრიცხვის ცდომილება 1%-ს არ აღემატებოდა, რადგან გამოყენებული იყო „დოზირებული სუნთქვის“ მეთოდი.

ამგვარად, თუ ერთი კუნთის შეკუმშვით გამოწვეული ცვლილებები ზოგად აირცვლაში უმნიშვნელო აღმოჩნდებოდა — 1%—10% ფარგლებში საწყისი დონიდან, ჩვენ ცდებში გვქონდა ამ მერყეობის აღრიცხვის სრული შესაძლებლობა.

მეთოდიკა

ცდებისათვის ვიყენებდით კატებს, რომლებიც უკანასკნელად ღებულობდნენ საკვებს წინდლით 2-3 საათზე. ექსპერიმენტის წარმოებისას პერიტონეუმში 50—100 მგ მედინალის შეყვანის შემდეგ ცხოველს ვუკეთებდით ტრანკვოტომიას; ნებისმიერ სუნთქვის გამორიცხვის მიზნით მოგვრძობ ტვინში ზერელეოვაზიანებლით სუნთქვის ცენტრს, ვუერთებდით ტრაქეალურ მილს დოზირებულ-



ლი სუნთქვის აპარატს და კატას ჰაერს ვაწვდიდით თანაბარი ულუფებით (15—20 მლ კგ წონაზე განსაზღვრული რიტმით — 15-ჯერ ერთი წუთის განმავლობაში)⁽¹⁾.

ნიმსისებურ ელექტროდებს ვათავსებდით კანქის ტყუპკუნთში; კიმოგრაფზე ვიწვრდიდით კუნთის შეკუმშვებს. გალიზიანებისათვის მოვჭებნიდით ფარადიული დენის ისეთ ძალას, რომელიც იწვევდა მაქსიმალურ შეკუმშვას და უზრუნველყოფდა კუნთის მიერ ტვირთის 3 მმ-ის სიმაღლეზე ატანას. კუნთს ვაღიზიანებდით ერთხელობრივი ინდუქციური კვეთებით, რომელიც ჩაირთვებოდა პერიოდულად, მეტრონომით, 60-ჯერ ერთი წუთის განმავლობაში.

ამოსუნთქული ჰაერის სინჯვის ჰოლდენის აპარატში ანალიზის ჩასატარებლად ვიღებდით „ძირითადი ცვლის“ პირობებში (ე. ი. კუნთიდან დატვირთვამდე), კუნთის მუშაობისას, რომელიც 1 წუთს გრძელდებოდა, და აღდგენიერებოდნენ; ამასთანავე სინჯების აღებას ვაწარმოებდით ყოველ წუთში 6 წუთის განმავლობაში.

კუნთი, დატვირთვის ოდენობის შესაბამისად (50 გ, 150 გ, 500 გ, 1000 გ), ელექტრული გალიზიანებისას ასრულებდა 0,009—0,027—0,09—1 კგმ მუშაობას (უკანასკნელ შემთხვევაში კუნთი იკუმშებოდა 100 სეკ განმავლობაში და 1000 გ ტვირთი აპქონდა 10 მმ სიმაღლეზე).

დოზირებული სუნთქვის აპარატის ამორთვის შემდეგ ცხოველებს აღუდგებოდათ საკუთარი სუნთქვა, ხშირად ცდების შემდეგ კატები ცოცხლობდნენ 2—4 დღე. ეს გარემოება საშუალებს გვაძლევდა განმეორებით ცდები ჩაგვეტარებინა ერთსა და იმავე ცხოველზე.

ც დ ე ბ ის შ ე დ ე გ ე ბ ა

ჩვენ მიერ ჩატარებულ ცდებში, როცა დატვირთული კუნთი იკუმშებოდა, აღვილი ჰქონდა ზოგადი აირცვლის მომატებას, მაგრამ ეს ხდებოდა არაერთნაირად, თანაბარი დატვირთვის პირობებში. ასე, მაგ., 0,009 კგმ მუშაობის შესრულებისას, ერთ შემთხვევაში ჟანგბადის მოხმარება გაიზარდა 34%-ით, ხოლო მეორე შემთხვევაში — 9%-ით.

ასეთივე არაერგაროვანი ცვლილებები აღინიშნებოდა 0,027 კგმ და 0,09 კგმ მუშაობის შესრულებისას. შედარებით მცირე ფარგლებში მერყეობდა ჟანგბადის მოხმარება, როდესაც კუნთი ასრულებდა 1 კგმ მუშაობას: სხვადასხვა ცდებში აირცვლა იზრდებოდა 33%—48%-ით.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ მოხმარებული ჟანგბადის ოდენობა ყველა გამოყენებული დატვირთვის (შესაძლოა, გამონაკლისი იყოს 1 კგ-ით დატვირთვისას) პირობებში ფაქტობრივად იმავე ფარგლებში მერყეობდა, როგორც კუნთის უტვირთოდ შეკუმშვისას ელექტრული გალიზიანების საპასუხოდ. ამ უკანასკნელ შემთხვევებში ჟანგბადის მოხმარება ძლიერდებოდა 4—27%-ით. ამგვარად, ზოგადი აირცვლა დაახლოებით ერთნაირად მატულობდა, იქნებოდა ეს კუნთის უტვირთოდ შეკუმშვა, თუ ამ კუნთის მიერ სრულდებოდა განსაზღვრული (მაგრამ მცირე) მუშაობა.

ზემოხსენებულ ცდებში სუნთქვის კოეფიციენტი ეცემოდა საწყისი დონის ქვემოთ მუშაობის ან აღდგენითი პერიოდის რომელიმე მომენტში. სხვადასხვა დატვირთვის პირობებში (0,009—0,027—0,09 კგმ მუშაობის შესრულება) მოხმარებული ჟანგბადისა და სუნთქვითი კოეფიციენტის ოდენობის მიხედვით გამოანგარიშებული ენერგეტიკული დანახარჩები დატვირთვის არაპროპორციულად იზრდება. გამოირკვა, რომ ერთსა და იმავე დატვირთვაზე (ანუ ერთისა

⁽¹⁾ ცხოველებისათვის სუნთქვის დოზირების მეთოდის შესახებ აღწერა იხ. დ. გედევანი-შვილის [4] ზემოხსენებულ ნაშრომში.

და იმავე ოდენობის მუშაობის შესრულებისას) თავისუფლდება ენერჯის სხვადასხვა რაოდენობა. მაგალითად, 0,027 კგმ მუშაობის შესრულებისას თვით მუშაობის დროს და აღდგენით პერიოდში ერთად გამოიყოფა 0,009 კკალ, ხოლო მეორედ 0,06 კკალ, ე. ი. შეიძვერ მეტი, ვიდრე პირველ შემთხვევაში. იგივე იყო შემჩნეული 0,009 კგმ და 0,09 კგმ მუშაობის შესრულებისას.

ასეთი მკვეთრი მერყეობა ვერ ვხაზთ, ზოდესაც კუნთი 1 წუთის განმავლობაში ასრულებდა 1 კგმ მუშაობას (ე. ი. შედარებით დიდ მუშაობას): 1 კგმ მუშაობაზე გამოიყოფოდა სხვადასხვა ცდებში 0,058—0,076 კკალ, ე. ი. დაასლოებით თანაბარი რაოდენობის სითბო.

გარდა ამისა, გამოირკვა, რომ კატის კუნთი 1 კგმ მუშაობაზე გაცილებით მეტ ენერჯის ხარჯავს, ვიდრე ადამიანი⁽¹⁾, რაც ქვემოთ მოყვანილი ციფრებიდან ჩანს.

სხვადასხვა ცდებში 1 კგმ მუშაობაზე განთავისუფლებული კალორიების ოდენობა ასეთ სურათს იძლევა:

ადამიანი — 0,008; 0,031; 0,04 და ა.შ.
კატა — 0, 88; 0,9; 2,22 და ა. შ.

თუ შევადარებთ ადამიანის სასარგებლო მოქმედების კოეფიციენტს მცირე ფიზიკური დატვირთვისას (ჩვენს ცდებში ის მერყეობდა 4,9%-დან 28%-მდე) კატის სასარგებლო მოქმედების კოეფიციენტს, ნათლად გამოჩნდება, თუ რამდენად ეკონომიურად ხარჯავს ენერჯის ადამიანი კუნთოვანი მუშაობისას: ადამიანის სასარგებლო მოქმედების კოეფიციენტი კატისას 28—112-ჯერ აღემატება.

ასეთი დაბალე სასარგებლო მოქმედების კოეფიციენტი ალბათ იმით აიხსნება, რომ კატა ადამიანთან შედარებით ევოლუციური განვითარების გაცილებით დაბალ საფეხურზე დგას. თუმცა შესაძლოა ამ გარემოების სხვაგვარი ახსნაც, სახელდობრ ის, რომ ჩვენს ცდებში გარკვეულ როლს თამაშობდა ის გარემოება, რომ ცხოველები მუშაობის შესრულებისას დანარკოვებული იყვნენ.

ლიტერატურაში არ შეგვხვედრია ისეთი შრომები, რომლებშიც შეისწავლიდნენ ცხოველის ზოგად აირცვლას ჩონჩხის კუნთის მიერ მცირე ფიზიკური მუშაობის შესრულების პირობებში.

ზოგიერთი ავტორი შეისწავლიდა არა ზოგად აირცვლას, არამედ თვით მომუშავე კუნთის მიერ ჟანგბადის მოხმარებას ან მხოლოდ მუშაობისას [9, 10], ანდა მუშაობისას და აღდგენით პერიოდში [8].

ვერზარი [8], ისე როგორც სხვა ავტორები, არ ლებულობდა ერთსა და იმავე დატვირთვის პირობებში ჟანგბადის მოხმარების ასეთ განსხვავებულ ციფრებს. აღნიშნულ ცდებში კუნთის ენერგეტიკული დანახარჯები არ განსხვავდებოდა ერთმანეთისაგან 0,001 კკალ-ზე მეტად, ჩვენს ცდებში კი ეს სხვაობა 0,018 კკალორის აღწევდა. ამასთანავე ვერზარის ცდებში კუნთი მუშაობის 1 წუთისა და აღდგენით პერიოდის 183 სექ-ის განმავლობაში ათავისუფლებდა სულ 0.003—0,004 კკალ, ჩვენს ცდებში კი იმავე დატვირთვის პირობებში ენერჯის დამატებითი ხარჯვა, რომლის აღრიცხვა ხდებოდა ზოგადი აირცვლის განსაზღვრის წესით, აღწევდა 0,022 კკალ., ე. ი. 5—7-ჯერ აღემატებოდა მას.

ჩვენი და ვერზარის მონაცემების შედარებისას ჩანს, თუ როგორ იფარება მუშაობისას ერთი კუნთის მიერ ჟანგბადის გაძლიერებული მოხმარება ორგა-

⁽¹⁾ მცირე დატვირთვისას ადამიანის ენერგეტიკული დანახარჯების შესწავლის შედეგები განხილული იქნება ცალკე სტატიაში; მაგრამ აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ მცირე ფიზიკური დატვირთვის პირობებში ადამიანიც ერთსა და იმავე მცირე მუშაობის შესრულებისას კალორიების განსხვავებულ რაოდენობას ათავისუფლებს.



ნიშნში მიმდინარე ფიზიოლოგიური ძვრებით განპირობებული აირცვლის მატებით.

ამგვარად, ვერზარისა და სხვების [9, 10], ანალიზური ცდები არ გვაძლევს სწორ წარმოდგენას იმ ზოგადი ენერგეტიკული დანახარჯების შესახებ, რომელთაც ადგილი აქვთ მთლიან ორგანიზმში მცირე ფიზიკური დატვირთვის პირობებში.

მიღებული შედეგების ექსპერიმენტული ანალიზის მიზნით ჩავატარეთ ცდები დენერვირებულ კუნთზე.

ჩატარდა ცდების 3 სერია: 1. კანჭის ტყუბი კუნთის უტვირთოდ შეკუმშვის დროს, კუნთის ერთხელობრივი ინდუქციური კვებებით გალიზიანებისას წუთში 60-ჯერ ერთი წუთის განმავლობაში; 2. გალიზიანების იმავე პირობებში, მაგრამ 0,027 კგმ მუშაობისას, რომელიც მდგომარეობდა კუნთის მიერ მყესთან მიმაგრებული ტვირთის რიტმულ ატანაში გარკვეულ სიმაღლეზე; 3. იმავე პირობებში კუნთის მიერ 1 კგმ მუშაობის შესრულებისას.

ცდებმა გვიჩვენა, რომ ყველა ამ შემთხვევაში კუნთის დენერვაციისას ზოგადი აირცვლის მაჩვენებლები არ იცვლებოდა, ე. ი. (მხედველობაში ვღებულობთ ფილტვების ვენტილაციის მუდმივობას, რასაც დოზირებული სუნთქვის აპარატი უზრუნველყოფს), აირცვლა „ძირითადი ცვლის“ დონეზე რჩებოდა როგორც თვით მუშაობის დროს, ისე აღდგენითი პერიოდის 6 წუთის განმავლობაში (იხ. ცხრილი 1 და 2).

ცხრილი 1

ზოგადი აირცვლა კანჭის ტყუბი კუნთის ელექტრული გალიზიანებისას (კუნთი ასრულებს 0,027 კგმ მუშაობას)

აირცვლის მაჩვენებლები	„ძირითადი ცვლა“	აირცვლა კუნთის შეკუმშვისას	აირცვლა აღდგენით პერიოდში					
			I წუთი	II წუთი	III წუთი	IV წუთი	V წუთი	VI წუთი
გამოყოფ. CO ₂ %-ით მონხარებ. O ₂ %-ით	2,77	2,97	3,07	3,27	2,97	3,07	2,77	2,77
სუნთქვ. კოეფ.	4,36	4,56	4,41	4,86	4,56	4,41	4,36	4,36
	0,63	0,65	0,69	0,67	0,65	0,69	0,63	0,63

ცხრილი 2

ზოგადი აირცვლა დენერვირებული კანჭის ტყუბი კუნთის ელექტრული გალიზიანებისას (კუნთი ასრულებს 0,027 კგმ მუშაობას)

აირცვლის მაჩვენებლები	„ძირითადი ცვლა“	აირცვლა კუნთის შეკუმშვისას	აირცვლა აღდგენით პერიოდში					
			I წუთი	II წუთი	III წუთი	IV წუთი	V წუთი	VI წუთი
გამოყოფ. CO ₂ %-ით მონხარებ. O ₂ %-ით	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97
სუნთქვ. კოეფ.	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31
	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68

ამ ცდების შედეგები საფუძველს გვაძლევს დავუშვათ, რომ ზოგადი აირცვლის ცვლილება ერთი კუნთის უტვირთოდ შეკუმშვის ან მის მიერ მცირე ფიზიკური მუშაობის შესრულების პირობებში შედეგია მოქმედი კუნთიდან მომდინარე იმპულსებისა; კინესთეზური გალიზიანებით წარმოქმნილი ეს იმპულსები მიემართებიან ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში და რეფლექსური გზით იწვევენ რეაქციას ორგანიზმის სხვადასხვა ორგანოსა და სისტემებში. ეს

უკანასკნელნი განაპირობებენ ენერგეტიკული დანახარჯების მომატებას აღნიშნულ შემთხვევებში. აქედან სრულიად არ გამომდინარეობს, რომ დენერვირებული კუნთი შეკუმშვისას და აღდგენით პერიოდში არ გაიხმარს ენერგეტიკულ ნივთიერებს.

როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, კუნთთან მომდინარე და გამომდინარე სისხლის გაზების გამოკვლევით ბევრმა ავტორმა ნახა, რომ მუშაობისა და აღდგენითი პერიოდის დროს კუნთი მეტ ქანგბადს მოიხმარს, ვიდრე მოსვენებისას. თუმცა ჩვენ მიერ წარმოებულ გამოანგარიშების მიხედვით (ზემოაღნიშნული ავტორების მონაცემების თანახმად) ერთი კუნთის მუშაობისას მოხმარებული ქანგბადის ოდენობა ისე უმნიშვნელოა, რომ მისი აღრიცხვა ზოგადი აირცვლის განსაზღვრის მეთოდის გამოყენებით საერთოდ შეუძლებელია.

ამგვარად, მცირე ფიზიკური დატვირთვის პირობებში, ერთი და იგივე უმნიშვნელო მუშაობისას ენერჯის სხვადასხვა რაოდენობით ხარჯვის ფაქტი აიხსნება საერთო რეაქციაში არათანაბარი ჩართვით ორგანიზმის იმ სხვადასხვა სისტემებისა და ორგანოებისა, რომლებიც უშუალოდ არ მონაწილეობენ კუნთის მსგავსად მუშაობის შესრულებაში.

დასკვნა

წვივის ტყუბი კუნთის გაღიზიანება ერთხელობრივი ინდუქციური კვებებით 60-ჯერ წუთში (ერთი წუთის განმავლობაში) ცხოველის ცატებს; ბარბიტურული, ნარკოზი) ზოგად აირცვლაში იწვევს ისეთ ძვრებს, რომელთა აღრიცხვა შესაძლებელია დოზირებული სუნთქვის მეთოდით, მიუხედავად იმისა, დაუტვირთავად იკუმშება კუნთი, თუ ასრულებს მცირე ფიზიკურ მუშაობას. დენერვაციის შემდეგ ასეთი გაღიზიანება კუნთის მუშაობის იმავე პირობებში ცხოველის ზოგად აირცვლაზე გავლენას არ ახდენს. უნდა ვიფიქროთ, რომ ზოგადი აირცვლის ძვრები ერთი კუნთის მუშაობისას გამოწვეულია რეფლექსური გზით.

თბილისის სახელმწიფო
საშედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 4.4.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Я. М. Кап л а н и др. Опыт сравнительного изучения ручной и конвертной работы, Гигиена труда, 7, 1928, 12—29.
2. Г. Т. Г у р е е в. К вопросу об изучении газообмена и состава крови во время работы. Тр. Крымского гос. мединститута, 1, 1935, 52—60.
3. Д. М. Г е д е в а н и ш в и л и. О принципах измерения основного обмена и его сдвигов при различных физиологических и патологических состояниях. Сб. доклад. VI Всесоюзного съезда физиол., биохим., фармакол, 1937, 682.
4. Д. М. Г е д е в а н и ш в и л и. Газообмен при дозированном дыхании. Грузмедгиз, Тбилиси, 1955.
5. Д. М. Г е д е в а н и ш в и л и А. Н. З и р а к а д з е. Основной обмен при остром катарре верхних дыхательных путей и вирусном гриппе. Труды Тбил. гос. мединститута, 14, 1957, 85.
6. А. Н. З и р а к а д з е. Газообмен при малых физических нагрузках. Автореф. диссерт. Грузмедгиз, Тбилиси, 1955.
7. К. И. Ц и н ц а д з е. Газообмен при некоторых дерматозах. Сб. трудов н.—и. Кожно-венерол. института Минздрава СССР, 7, 1957, 81.
8. F. Verzar. The gaselul metabolism of striated muscle in warmblooded animals. J. of Physiol. 44, 1912, 243—258.
9. E. L. Martin, J. Field and V. E. Hall. The activity metabolism of mammalian skeletal muscle in situ. Amer. J. of Physiol., 102, 1932, 481—504.
10. H. E. Himwicha M. J. Rose. Studies in the metabolism of muscle. II. The respiratory quotient of exercising muscle. Am. J. of Physiol. 88, 1929, 663—679

მეცნიერებათა აკადემიის გრაფიკა

გვ. ულანტი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და
 ლ. შარაშიძე

**ხანგრძლივი მელიკამენტური ძილის გავლენის შესახებ
 პერიფერიული ნერვის რეგენერაციაზე**

ტუბერკულოზური პროცესის უკუგანვითარების სტრუქტურულ კანონზომიერებათა შესწავლის საფუძველზე ჩვენ მიერ პირველად დადგენილი იყო, რომ ტუბერკულოზური პროცესის უკუგანვითარებას ამა თუ იმ ორგანოში წინ უძღვის შესაფერი საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურის აღდგენა და, ამგვარად, დაზიანებული ორგანოს თუ ქსოვილის რეინერვაცია.

საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურის აღდგენაში ღერძცილინდრთა აღრეულ, ირიტაციული ხასიათის ცვლილებათა უკუგანვითარების პარალელურად გარკვეულ როლს თამაშობს ღერძცილინდრთა რეგენერაცია, რასაც გადაწყვეტი მნიშვნელობა ეძლევა ტუბერკულოზის ისეთი ფორმების უკუგანვითარების დროს, როდესაც საინერვაციო მექანიზმებში ღერძცილინდრთა შორს-წასულ, შეუქცევადი ხასიათის დესტრუქციულ ცვლილებებთან გვაქვს საქმე.

თუ დაზიანებული ორგანოს ან ქსოვილის რეინერვაცია ტუბერკულოზური პროცესის უკუგანვითარების აუცილებელ წინაპირობას წარმოადგენს, ხოლო რეინერვაციის საფუძველს მის გარკვეულ ნაწილში ღერძცილინდრთა რეგენერაცია შეადგენს, ცხადია, რომ ტუბერკულოზური პროცესის გამოსავალი საგრძნობლად ყოფილა დამოკიდებული ღერძცილინდრთა და მათ დაბოლოებათა აღორძინების ინტენსივობისაგან.

აქედან გამომდინარე ცხადია ისიც, რომ ყოველგვარი ზემოქმედება, როგორც ხელს შეუწყობს ღერძცილინდრთა აღორძინებას მათი სიუხვისა და სისწრაფის თვალსაზრისით, საგრძნობლად უნდა აუმჯობესებდეს ტუბერკულოზის საწინააღმდეგო საშუალებათა თერაპიულ ეფექტიანობას.

ყველა ზემოთქმულის თანახმად განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება პერიფერიული ნერვის რეგენერაციულ უნარზე ამა თუ იმ საშუალების გავლენის საკითხს.

ჩვენ მიერ შესწავლილი იყო სტრეპტომიცინის გავლენა პერიფერიულ ნერვის რეგენერაციაზე, რის შედეგად გამოიკვია, რომ სტრეპტომიცინი, შეყვანილი კუნთებში, საგრძნობლად აძლიერებს გადაკვეთილი პერიფერიული ნერვის რეგენერაციას. ამ დაკვირვების საფუძველზე გასაგები ვახდა, რომ სტრეპტომიცინის თერაპიული მოქმედება განპირობებული ყოფილა არა მარტო მისი ბაქტერიოსტატიკული მოქმედებით, არამედ მისი უნართაც ხელი შეუწყოს სტრუქტურის აღდგენას დაზიანებულ საინერვაციო მექანიზმებში.

სტრეპტომიცინის მოქმედების შესწავლის პროცესში ჩვენ წინაშე დაისახა ახალი ამოცანა — დაგვედგინა ხანგრძლივი მელიკამენტური ძილის გავლენის ხასიათი პერიფერიული ნერვის რეგენერაციაზე.

დაკვირვებები წარმოებდა შინაურ კურდღლებზე, რომელთაც ზოგადი ეთერის ნარკოზის ქვეშ ბასრი სამართლებლით ეკვეთებოდათ საჯდომი ნერვი მარჯვენა უკანა კიდურის ზედა და შუა მესამედის საზღვრის დონეზე.



ჩვენი მეთოდის თვისებებზე, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ საჯაროში ნერვი იკვეთება არა მთლიანად, არამედ ნაწილობრივ, საშუალებას იძლევა მივიღოთ ყველა შემთხვევაში გადაჭრილ ბოლოთა უმნიშვნელო და თანაბარი დამორბევა, რაც თვის მხრივ აუცილებელ პირობას წარმოადგენს პერიფერიული ნერვის რეგენერაციის ინტენსივობაზე რაიმე ფაქტორის გავლენის შესახებ სწორი მსჯელობისათვის.

დაკვირვებები ნაწარმოებია 12 კურდღელზე, რომელთაც შემოადინებული წესით გადაეკვეთათ საჯაროში ნერვი. 12 კურდღლიდან 9 კურდღელს ყოველდღიურად ეძლეოდა პერორალურად 0,2 ნემბუტალი. საცდელ ცხოველებს დღე-ღამეში საშუალოდ 16 საათს მიძინათ. დანარჩენი სამი კურდღელი კონტროლს წარმოადგენდა. კურდღლები მოკლულია ცდის დაწყებიდან მე-5, მე-10 და მე-15 დღეს.

გამოსაკვლევად აღებული ნერვები მკვრივდებოდა ფორმალინის 20%-იან ხსნარში 1 თვის განმავლობაში, რის შემდეგ იჭრებოდა გასაყინ მიკროტომზე და ივირცხლებოდა გროს-ბილშოვსკი-ლავრენტიევის მეთოდით.

გადაკვეთილი ნერვის მიკროსკოპულმა შესწავლამ ცხადყო, რომ როგორც კრანიულ, ისე კაუდურ ნაწილში საკონტროლო და იმ ცხოველებში, რომლებიც ნემბუტალის ზემოქმედებას განიცდიდნენ, ადგილი აქვს სრულიად სხვადასხვა ინტენსივობით გამოხატულ ცვლილებებს.

ასე, მაგ., მე-5 დღეს საკონტროლო ცხოველში გადაკვეთილი ნერვის კაუდურ ნაწილში აღინიშნება კარგად გამოხატული დაღმავალი გადაგვარება. ღერძცილინდრები სრულიად დაშლილია და ალაგებული, ან შერჩენილია პატარა-პატარა ფრაგმენტების ან მარცვლოვანი მასის სახით. დაშლილია აგრეთვე მიელების გარსიც, რომელიც წარმოდგენილია მრგვალი ან ოვალური ფორმის მსხვილი წვეთების სახით. ასეთივე სურათი აღინიშნება გადაკვეთილი ნერვის კრანიულ ნაწილში. ღერძცილინდრთა აღორძინების მოვლენები ამ დროისათვის ნერვის იმ სიგრძეზე, რომელიც აღებული იყო გამოსაკვლევად, არ აღინიშნება.

იმ ცხოველებში, რომელთაც უკეთდებოდათ ნემბუტალი, მე-5 დღეს გადაკვეთილი ნერვის კაუდურ და კრანიულ ნაწილებში აღინიშნება ნერვულ დურ ნაწილში აღინიშნება კარგად გათოხებული დაზავალი გადაგვარება. ღერძცილინდრები თუმცა დაწყვეტილია, მაგრამ მაინც შერჩენილია საკმაოდ გრძელი დეფორმირებული ფრაგმენტების სახით; მიელების გარსი მკვეთრად შესივებულია და გაჭირვებული, ხოლო ალაგ-ალაგ დაშლილია მსხვილ წვეთებად. ღერძცილინდრთა აღორძინების მოვლენები არ აღინიშნება.

მე-10 დღეს საკონტროლო ცხოველის გადაკვეთილი ნერვის კაუდური ნაწილი შორსწასული დისტროფიის მდგომარეობაშია. კრანიულ ნაწილში ადგილი აქვს ღერძცილინდრთა აღორძინების კარგად გამოხატულ სურათს. ახლად აღორძინებულ ღერძცილინდრები, დამახასიათებელი ზრდის კოლებებით ბოლოებზე, გამოდიან რა კრანიული ნაწილიდან, მიემართებიან კაუდური ნაწილისაკენ, მაგრამ მათ შორის მხოლოდ რამდენიმე აღწევს კაუდურ ნაწილს.

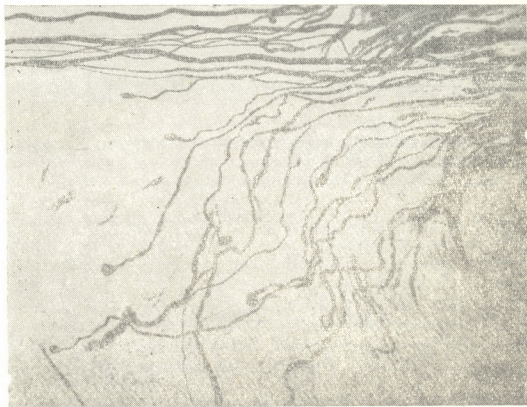
იმ ცხოველებში, რომელთაც უკეთდებოდათ ნემბუტალი, მე-10 დღეს გადაკვეთილი ნერვის როგორც კაუდური, ისე კრანიულ ნაწილში ნერვულ ბოჭკოთა მკვეთრი დესტრუქციის სურათია. ღერძცილინდრები სრულიად დაშლილია და ალაგებული. ან შერჩენილია პატარა-პატარა ფრაგმენტების და მარცვლოვანი მასის სახით. დაშლილია მიელების გარსიც, რომელიც წარმოდგენილია მრგვალი ან ოვალური ფორმის მსხვილი წვეთების სახით. ღერძცილინდრთა აღორძინების მოვლენები არ აღინიშნება.

მე-15 დღეს საკონტროლო ცხოველის გადაკვეთილი ნერვის კრანიული ნაწილიდან ახლად აღორძინებული ღერძცილინდრები, მიემართებიან რა კაუდურ-

რი ნაწილისავენ, იჭრებიან მასში და მთავრდებიან იქვე კოლბისმაგვარი შემს-
ვლილებებით.

იმ ცხოველებში, რომელთაც უკეთდებოდათ ნემბუტალი, მე-15 დღეს გა-
დაკვეთილი ნერვის როგორც კაუდური, ისე კრანიულ ნაწილში ნერვულ ბოჭკო-
თა მხოლოდ შორსწასულ დესტრუქციის მოვლენებს ვხვდებით. ლერძცილინდ-
რები სრულიად დაშლილია და გვხვდება მხოლოდ ალაგ-ალაგ წვრილმარცვლო-
ვანი მასის სახით; მიეღინის გარსი დაშლილია წვრილ-წვრილ წვეთებად. ლერძ-
ცილინდრთა აღორძინების მოვლენებს ამ დროისათვის ჯერ კიდევ არა აქვს აღ-
გილი.

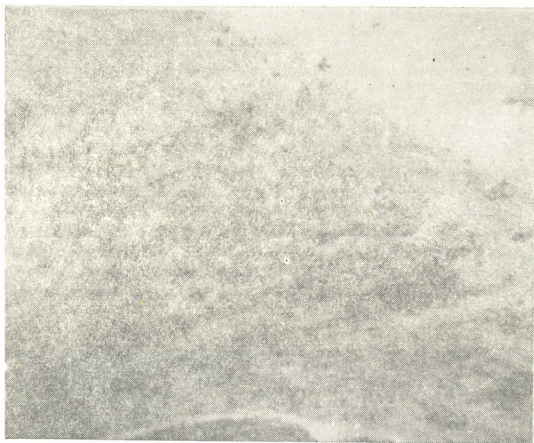
ამგვარად, როგორც მე-5, ისე მე-10 და მე-15 დღეს აღებული ნერვების მიკ-
როსკოპულმა გამოკვლევამ ცხადყო, რომ ლერძცილინდრთა რეგერენაცია მკვეთ-
რად არის შეფერხებული იმ ცხოველებში, რომელთაც უკეთდებოდათ ნემ-
ბუტალი და ზანგარძლივი მედიკამენტური ძილის გავლენის ქვეშ იმყოფებოდნენ.
ამასთან ერთად, ამ უქანასკნელებში მკვეთრად იყო შეფერხებული დესტრუქ-
ციის მდგომარეობაში მყოფ ნერვულ ბოჭკოთა ალაგების პროცესები. ასე მაგ.,
თუ მე-5 დღეს ცხოველს აღენიშნებოდა კაუდური და კრანიული ნაწილებში
დეგენერაციის კარგად გამოხატული სურათი, იმ ცხოველებში, რომელთაც
უკეთდებოდათ ნემბუტალი, ნერვულ ბოჭკოთა დეგენერაციის მხოლოდ დასა-
წყის მოვლენებს ჰქონდა ადგილი.



სურ. 1. საკონტროლო ცხოველი: საჯდომი ნერვის გადაკვეთიდან მე-10
დღეს ახლად წარმოქმნილი ლერძცილინდრები ნერვის კრანიული ნაწილის
გადაკვეთილი ბოლოდან მიემართებიან კაუდური ნაწილისაკენ. იმპრეგნა-
ცია გროს-ბილშოვსკი-ლაზერენტიევით. 7X20

მე-10 დღეს საკონტროლო ცხოველს აღენიშნებოდა კაუდური ნაწილის
შორსწასული დეგენერაცია და ლერძცილინდრთა აღორძინების მოვლენები კრა-
ნიულ ნაწილში (სურ. 1), ხოლო იმ ცხოველებში, რომელთაც უკეთდებოდათ

ნემბულატი — ნერვულ ბოჭკოთა კარგად გამოხატული დესტრუქცია ღერძცილინდრთა ალორძინების ყოველგვარი ნიშნების გარეშე (სურ. 2).



სურ. 2. საცდელი ცხოველი: ნერვულ ბოჭკოთა დესტრუქცია საჯდომი ნერვის კრანიული ნაწილის გადაკვეთილ ბოლოში გადაკვეთიდან მე-10 დღეს. იმპრეგნაცია გროს-ბილშოვსკი-ლავერენტიევით, 7×20

ასევე, მე-15 დღეს თუ საკონტროლო ცხოველს აღენიშნება ღერძცილინდრთა ალორძინების კარგად გამოხატული მოვლენები და ახლად აღორძინებული ღერძცილინდრები კრანიული ნაწილიდან საკმაოდ შორ მანძილზეა ჩაზრდილი კაუდურ ნაწილში, იმ ცხოველებს, რომელთაც ნემბულატი უკეთდებოდათ, აღენიშნებათ ნერვულ ბოჭკოთა მხოლოდ შორსწასული დესტრუქციის სურათი ღერძცილინდრთა ალორძინების ყოველგვარი ნიშნის გარეშე.

ყველა ზემოთქმული ეპსს არ ტოვებს, რომ ხანგრძლივი მედიკამენტური ძილი (ნემბულატი) საგრძნობლად აფერხებს პერიფერიული ნერვის რეგენერაციის პროცესს.

ეს გარემოება გასაგებს ხდის ხანგრძლივი მედიკამენტური ძილის მოქმედების ერთ-ერთ მხარეს ტუბერკულოზური პროცესის მიმდინარეობაზე.

როგორც ცნობილია, ვ. ივანოვისა და ა. სემიონოვის და სხვების მიერ ჩატარებულმა დაკვირვებებმა ცხადყო, რომ ხანგრძლივმა მედიკამენტურმა ძილმა, რომელიც გამოყენებული იყო ტუბერკულოზის სხვადასხვა ფორმით დაავადებულთა მკურნალობის მიზნით, გამოიწვია ტუბერკულოზური პროცესის გამწვავება და შემდგომი პროგრესულობა. მსგავსი შედეგები მიიღეს ნ. კროლმა, ვ. კულრიავცევმა, ე. რასკინამ და სხვებმა ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს ცხოველების ხანგრძლივი მედიკამენტური ძილით მკურნალობის შემთხვევებში.

თუ გავიხსენებთ ჩვენს ინსტიტუტში ჩატარებული გამოკვლევებით დადგენილ დებულებას, რომლის თანახმადაც ტუბერკულოზური პროცესის უკუგანვითარებას წინ უძღვის ამა თუ იმ ორგანოს თუ ქსოვილის დაზიანებული საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურის აღდგენა-რეინერვაცია, გასაგები გახდება, რომ ზანგრძლივი მედიკამენტური ძილის უარყოფითი მოქმედება ტუბერკულოზური პროცესის მიმდინარეობაზე კავშირში ყოფილა მის უნართან შეაფერხოს სტრუქტურის აღდგენა დაზიანებულ საინერვაციო მექანიზმებში.

ამგვარად, ზანგრძლივი მედიკამენტური ძილი საგრძნობლად აფერხებს გადაკვეთილი პერიფერიული ნერვის რეგენერაციას.

საქართველოს სსრ ჯანმრთელობის დაცვის
სამინისტროს ტუბერკულოზის სამეცნიერო-
კვლევითი რესპუბლიკური
ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 28.2.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. К. Жгенти и Л. К. Шарашидзе. О влиянии стрептомицина на регенерацию периферического нерва. Труды Института экспериментальной морфологии АН ГССР, т. VI, 1957, стр. 235.
2. В. А. Иванов и А. Д. Семенов. О влиянии медикаментозного сна на течение некоторых форм туберкулеза легких. К изучению роли нервной системы в патогенезе и лечении туберкулеза, Москва, 1954, стр. 280.
3. М. Е. Кроль, В. И. Кудрявцева и Э. З. Раскина. О влиянии наркотического сна на течение экспериментального туберкулеза. К изучению роли нервной системы в патогенезе и лечении туберкулеза, Москва, 1951, стр. 219.

მეცნიერებათა აკადემიის მიცნობა

ბ. იოსელიანი

მორფოლოგიური ცვლილებები თირკმლებსა და ელენთაში,
 გამოწვეული შეზუბებითი მოვლენებით ძველა ღრუ ვენის
 სისტემაში

(წარმოადგინა აკადემიოსმა კ. ერისთავმა 10.10.1957)

ძალეზე ქრონიკული ექსპერიმენტების ჩატარებისას ქვედა ღრუ ვენის შევიწროებით დიაფრაგმის ზემოთ ვიწვევდით შეგუბებით მოვლენებს აღნიშნულ სისხლძარღვის სისტემაში და ვსწავლობდით სტრუქტურულ ცვლილებებს თირკმლებსა და ელენთაში, დამოკიდებულს შეგუბებითი მოვლენების სხვადასხვა ხანგრძლივობაზე. ჩვენ მიერ დამუშავებული მასალის შესწავლამ დაგვარწმუნა, რომ ცვლილებები თირკმლებში მაკროსკოპიულად გამოხატული არ იყო იმ შემთხვევებშიც კი, როდესაც შეგუბებითი მოვლენების ხანგრძლივობა 3—4 თვეს აღემატებოდა. მიკროსკოპიულად, უმრავლეს შემთხვევებში, ქერქოვანი და ტვინოვანი შრეების სისხლძარღვებში აღინიშნებოდა სუსტად გამოხატული ჰიპერემია, რომელიც მხოლოდ 2 შემთხვევაში (ცდები № № 11 და 3) ლეზულობდა მკვეთრ ხასიათს, დამახასიათებელს სტაზური მდგომარეობისათვის. მაღლივის გორგლებს კაპილარებიც უმრავლეს შემთხვევაში გაგანიერებული და ამოვსებული იყო სისხლით (მიკროფოტო 1).

ყველა პერპარატში თირკმლის როგორც ქერქოვან, ისე ტვინოვან შრეებში გვხვდებით ლიმფოიდურ უჯრედოვან ინფილტრატებს (ცდები № № 5, 21, 26), რომელთაც ზოგ შემთხვევაში საკმარისად ვრცელი ფართობი უკავიათ (მიკროფოტო 2).

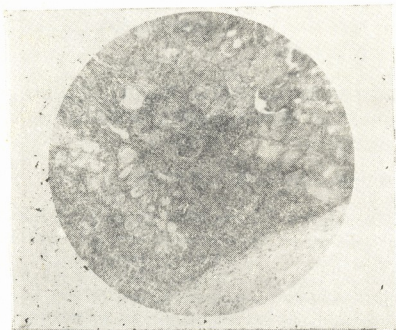
ინფილტრატებთან ერთად თირკმლის პარენქიმაში ჩვენ შევხვდით სისხლჩაქცევებსაც (ცდები № № 9, 25, 44 და 12ა, მიკროფოტო 3), სისხლჩაქცევამ ერთ შემთხვევაში ფართო ხასიათი მიიღო (ცდა 14).

თითქმის ყველა პერპარატში, გარდა ოთხისა (ცდები № № 5, 21, 22, 26), ქერქოვანი შრის კლასიკურ მილაკებში მოჩანს შეშუპებული ეპითელიოიდური უჯრედები წვრილმარცვლოვანი პროტოპლაზმით. იშვიათად ზოგიერთ ეპითელიოიდურ უჯრედში ადგილი აქვს ვაკუოლების არსებობას. გარდა ზემოთ აღნიშნული ცვლილებებისა 3 ექსპერიმენტში (ცდები № № 5, 11, 26). თირკმლებში აღმოჩენილ იქნა გაცილებით უფრო ღრმა ცვლილებები, მაგალითად: ორ მათგანში, კატსულის მნიშვნელოვან გასქელებასთან ერთად (მიკროფოტო 4), აღინიშნება სისხლძარღვთა კედლების გასქელება და პერივასკულარული შემავრთი ქსოვილის გამრავლება.

ყველა ამასთან ერთადერთ შემთხვევაში (ცდა № 5) ტვინოვანი ნივთიერების ზოგიერთ მიდამოში აღინიშნება გაგანიერებული საშარდო მილაკები (მიკროფოტო 5).

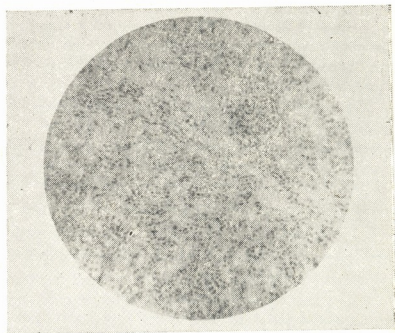
მაღლივის გორგლები რამდენადმე დეფორმირებულია. შემავრთი ქსოვილი, რომელსაც ქერქოვანი შრის ფართო უბნები უკავია, ტვინოვან შრეშიც გვხვდება (მიკროფოტო 6 და 7).

განსაკუთრებით გვინდა შევჩერდეთ თირკმლებში არსებული კეროვანი ინფილტრატების განმარტებაზე. როგორც განხილულმა მასალამ გვაჩვენა, ისინი არც თუ ისე იშვიათ მოვლენას წარმოადგენენ. თირკმელში განვითარებული



მიკროფოტო 1 (ცდა № 25) ობი-
ექტივი 20, ოკულარი 10.

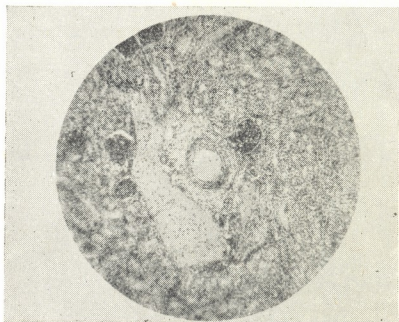
ვენური შეგუბების დროს მათი არსებობა უნდა აიხსნას თანდართული ანთებადი მოვლენებით და თვით თირკმლის პარენქიმაში არსებული დისტროფიული ცვლილებების გავლენით.



მიკროფოტო 2 (ცდა № 21) ობი-
ექტივი 20, ოკულარი 10

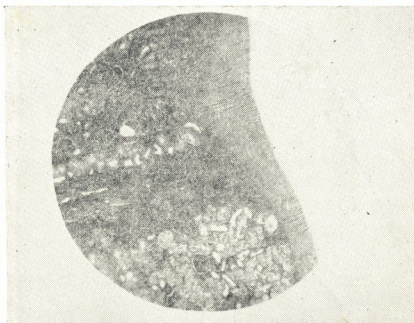
ამაზე მიგვიითიუებს ინფილტრატების არსებობა იმ უბნებში, სადაც მკვეთრად იყო გამოხატული მილაკთა ეპითელიუმის დისტროფიულ-დისტრუქციული მოვლენები. მაშასადამე, უნდა ვიფიქროთ, რომ ინფილტრატების წარმოქმნა დაკავშირებულია ზეგრესიულ პროცესებთან, რომელნიც მიმდინარეობდნენ

თირკმლის მილაკების ეპითელიუმში. აღსანიშნავია, რომ ინფილტრატების მი-
დამოებში შემავრთი ქსოვილის პროლიფერაციული ცვლილებები ჩვენ მიერ
ნახული არ ყოფილა. ზემოთ თქმულიდან ნათელი ხდება, რომ კეროვანი ლიმ-



მიკროფოტო 4 (ცდა № 44) ობი-
ექტივი 10, ოკულარი 10

ფოიდური ინფილტრატები თირკმლებში განვითარებული შეგუბებითი მოვლენ-
ების დროს შეიძლება სხვადასხვა წარმოშობის იყოს. ფ. პ რ ი მ ა კ ი და სხვანი
განსაზღვრავენ შეგუბებით თირკმელს, როგორც „შეგუბებით დისტროფიულს“.

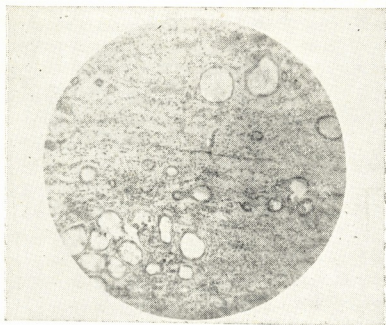


მიკროფოტო 4 (ცდა № 21) ობი-
ექტივი 10, ოკულარი 10

რაც უფრო ნათლად ასახავს პათოლოგიურ-ანატომიური ცვლილებების სურათს
ამ ორგანოში. ეს სურათი ხშირად გვხვდება კლინიკურ პირობებში სხვადასხვა
სახის შეგუბებითი მოვლენების დროს.

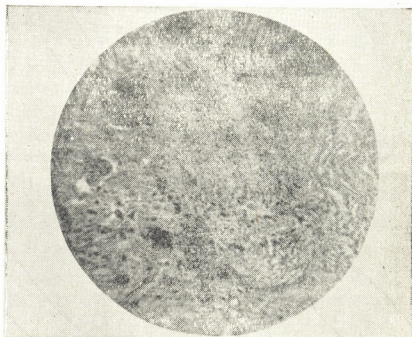
შეიძლება ითქვას შეგუბებით თირკმელზე ამ განსაზღვრის კერძო მნიშვ-
ნელობით და შეგუბებით დისტროფიულ თირკმელზე სკლეროზის მოვლენებით

ანდა უიმიხოდ. ეს მოვლენები ძირითადად განისაზღვრება ორგანოს არგორფი-
 ლური სტრუქტურის კოლაგენებით ხანგრძლივი ვენოზური სისხლსავსეობის
 ნიადაგზე.



მიკროფოტო 5 (ცდა № 50) ობი-
 ექტივი 10, ოკულარი 10

შეგუბებითი თირკმლის დროს მისი გორგლოვანი აპარატი სისხლით ავ-
 სებული აღმოჩნდება ხოლმე. გორგლოვანი აპარატის კაფსულის კედლის ამ-
 ცოლი ეპითელიუმი შეშუპებულია. ხანგრძლივი სისხლის მიმოქცევის ნაკლოვა-
 ნების დროს ვორგლების კაფსულა სქელდება.



მიკროფოტო 6 (ცდა № 5) ობი-
 ექტივი 10, ოკულარი 10

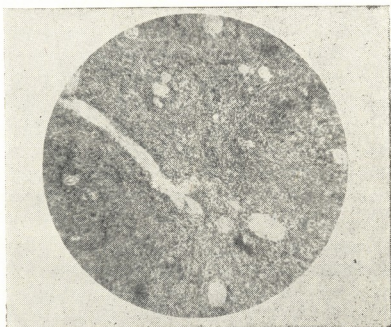
მილაკების ეპითელიუმი შეგუბებით თირკმელში, როგორც წესი, ცილო-
 ვანი დისტროფიის მდგომარეობაშია, უფრო იშვიათად გვხვდება წვრილმარცვ-
 ლოვანი დაშლის უბნები. აღინიშნება აგრეთვე ეპითელიუმის გაცხიმოვნება,
 უფრო ინტენსიურად გამოხატული კლაკინილი მილაკების უჯრედების პროტო-
 პლაზმაში.

ქვედა ღრუ ვენის სისტემაში შეგუებების დროს ჩვენ გვინტერესებს აგრეთვე ის ცვლილებები, რომლებიც შეიძლება განვითარდეს ელენთაში. ამ ორგანოს მაკროსკოპიული ცვლილებების მხრივ ნორმიდან გადახრა ჩვენ მიერ აღ-



მიკროფოტო 7 (ცდა № 41) ობი-
ექტივი 10, ოკულარი 10

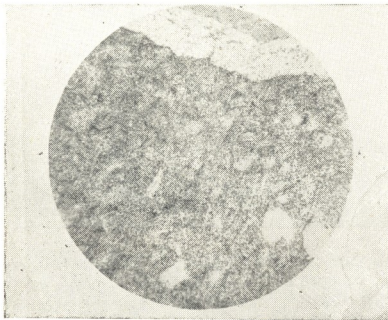
მოჩენილი არ არის; რაც შეეხება მიკროსკოპიულ სურათს, 16 პრეპარატის ჰისტოლოგიურმა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ 14 შემთხვევაში აღინიშნებოდა ელენთის ზომიერი სისხლსავესობა. გამონაკლისს შეადგენენ № 9 და 44 ცდები, სადაც ელენთა იყო მკვეთრად სისხლსავესე, სისხლძარღვები გაგანიერებული, განსაკუთრებით ადგილ-ადგილ, და ავესებული სისხლით (მიკროფოტო 8).



მიკროფოტო 8 (ცდა № 9) ობი-
ექტივი 10, ოკულარი 10

მათში აღინიშნება პიგმენტი—პემოსიდერინი, უფრო ხშირად, 4 შემთხვევის გამოკლებით (ცდები № 114, 18, 21, 22), პულბა პიპერულაზირებულია, ფოლიკულები ზოგადად ადგილას გადიდებულია, ჩახასაოვანი ცენტრები მათში არ აღინიშნება. ზოგიერთ ადგილას აღინიშნება ორი ფოლიკულის შეერთე-

ბა (მიკროფოტო, 9). მხოლოდ ერთ პრეპარატზე (ცდა № 26) ფილიკულების კოხტურები მკვეთრად შემოსაზღვრულია. დანარჩენებში ისინი წაშლილი აღმოჩნდნენ და შეერთებული პულპასთან, რომელშიაც აქ-იქ გვხვდება გიგანტური უჯრედები. მხოლოდ 4 აღნიშნულ შემთხვევაში ელენთაში ცვლილებები სხვა ხასიათის იყო. მაგალითად, პულპის უჯრედები ყველგან არ აღინიშნებოდა, პულპა მთლიანად იყო დაკავებული ლიმფობლასტური ქსოვილით, უკანასკნელში ალაგ-ალაგ იყო ჩართული პიგმენტი პემოსიდერინის მარცვლები. ფოლიკულაში ხშირად ჩანდა ჩანასახოვანი ცენტრები. რაც შეეხება ელენ-



მიკროფოტო 9 (ცდა № 9) ობი-
ექტივი 10, ოკულარი 10

თის ტრამეკულებს, ისინი, ყველა ჩვენ მიერ გამოკვლეულ შემთხვევაში მხოლოდ ერთხელ იყო საგრძობლად გასქელებული (ოქმი № 40). ჩვენი დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ შეგუბების ხანგრძლივობის მიუხედავად ელენთაში ცვლილებები თითქმის ერთნაირი ხასიათისაა და ხარისხობრივად უფრო სუსტადაა გამოხატული, ვიდრე ცვლილებები ღვიძლსა და თირკმელშიაც კი.

ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები არ შეეფარდება კ. როდეს მონაცემებს, რომელიც აღნიშნავდა უფრო ადრეულ ვადებში მსგავს შემთხვევებში ჰიპალურ დეგენერაციას, პულპის რეტიკულარული ბოჭკოების გასქელებას, შემაერთებელი ქსელის განვითარებას, ტრამეკულების გაგანივრებას, ვენების კედლებში შემაერთებელი ქსოვილოვანი ბოჭკოების განვითარებას. უკანასკნელმა მაკროსკოპიულ სურათთან ერთად (შემცირება, ხორკლოვანება, კონსისტენციის შეცვლა) მისცა ავტორს შესაძლებლობა ცვლილებები ელენთაში ციანოზურ ინდურაციად მიეჩნია. ჩატარებული ცდების დიდი რაოდენობა და დაკვირვების უფრო ხანგრძლივი ვადის მიუხედავად ჩვენ მიერ ასეთი ცვლილებები ნახული არ ყოფილა.

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

(რედაქციას მოუვიდა 10.10.1957)

მასპარეზობის წესები

ც. აბაშიანი, თ. ჯაფარიძე და მ. ბაჩიანიძე

**ვიკოტორიის ბავლენა სისხლის ცილების შემადგენლობაზე
სხივური და აკადემიის დროს**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 20.3.1958)

სისხლის ცილების ფრაქციული შემადგენლობის შესწავლა სხივური დავადების დროს გარკვეული პრაქტიკული მნიშვნელობისაა. ცნობილია, რომ ცვლილებები სისხლის ცილოვან შემადგენლობაში ასახვენ ცვლილებებს, რომელიც მოხდა სხვადასხვა ორგანოს ფუნქციის დარღვევის შედეგად; პირველ რიგში აღსანიშნავია ცვლილებები ღვიძლის ფუნქციის დარღვევისას. მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ სისხლის ცილოვანი შემადგენლობა როგორც მწვავე, ისე ქრონიკული სხივური დავადების დროს კლინიკისა და ექსპერიმენტის პირობებში მკვეთრ ცვლილებებს არ განიცდის. დადგენილია აგრეთვე, რომ ამ დროს არსებული ძვრები როგორც ხარისხით, ისე გამოხატულებით (ზოგჯერ ხასიათითაც) მრავალჯეროვანია და ძირითადად დამოკიდებულია გამოხივების დოზაზე, სხივური ენერჯის მოქმედების გზებზე და ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე.

ამ საკითხზე მრავალრიცხოვანი შრომების მონაცემებით სისხლის ცილების საერთო რაოდენობა სხივური დავადების დროს ნორმის ფარგლებში რჩება ანდა შეინიშნება ცილების კონცენტრაციის მცირედი ცვლილება [3,4]. უფრო მკვეთრი ცვლილებები აღინიშნება ცილების ფრაქციების შემადგენლობაში, რის შედეგადაც მნიშვნელოვნად ირღვევა ნორმალური თანაფარდობა სისხლის ცილების ძირითადი ფრაქციული შემადგენლობისა. ასე, მაგ., სხივური ენერჯის მოქმედების შედეგად სისხლში აღინიშნება უხეშდისპერსიული გლობულინების ფრაქციის მომატება და ერთდროულად ალბუმინების რაოდენობის დაკლება. გლობულინების ფრაქციის მომატება წარმოებს ალფა-გლობულინების ფრაქციის ხარჯზე, მაშინ როდესაც ზოგიერთი ავტორი აღნიშნავს აგრეთვე ბეტა-გლობულინების ფრაქციის მომატებასაც, ამ შემთხვევაში სისხლის პლაზმაში ფიბრინოგენის კონცენტრაცია იმატებს. სისხლის ძირითადი ცილოვანი ფრაქციის ასეთი ცვლილება განასაზღვრავს ცილოვანი კოფიციენტის შემცირებას, რაც ალბუმინების შეფარდების [1.5] გამომსახველია.

სხივური დავადების დროს ორგანიზმზე მოქმედი სხვადასხვა საშუალებანი, რომლებიც იწვევენ ამ დავადების მიმდინარეობის შესუსტებას ან შემოკლებას, (სადაც, იმოქმედებს სისხლის ცილებზედაც ამიტომ, ინტერესს მოკლებული არაა შესწავლა სისხლის ცილების შემადგენლობისა იმ ცხოველებზე, რომელთაც დასხივების შემდეგ უტარდებოდათ ორგანიზმის გაცემა. ამ შრომის ერთ-ერთი ავტორის თ. ჯაფარიძის [2] მიერ წინასწარა დადგენილი, რომ კომბინირებული მეთოდით ცხოველის ორგანიზმის გაცემა, რაც დასხივებისთანავე წარმოებდა, სხივური დავადების მიმდინარეობის შემსუბუქებას იწვევს (საკონტროლო ცხოველებთან შედარებით).

ცდები ჩატარდა 15 ძალზე. ზოგადი დასხივება ცხოველებისა წარმოებდა პირფიცარის ვიწრონაბრალეზიან ყუთში (აპარატი RUM—3; დასხივების დოზა—400r; დასხივების დრო—31 წუთი; კანსა და ფოკუსს შორის მანძილი—80 სმ; დენის ძალა+15 MA; ძაბვა—200 Kv; ფილტრი—0,5 Cu). დასხივების 30-60 წუთის შემდეგ იწყებოდა ძალღებობის გაციება საერთოდ მიღებული კომბინირებული მეთოდით. ამისათვის მორფიუმის ანექციის შემდეგ შეგვეყავა განგლიოპლეგიური ნივთიერებებისაგან შემდგარი „კოტეილი“, 0,2 მლ ცხოველის 1 კგ წონაზე, ხოლო 30 წუთის შემდეგ ეთერ-ქანგბადოვანი ღრმა ნარკოზის ფონზე ვაწარმოებდით ფიზიკურ გაციებას სპეციალური გამაციებელ-გამთბობი დანადგარით, რომელიც კონსტრუირებულია ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტში აკად. კ. ერისთავის ხელმძღვანელობით.

ინსტიტუტში ჩატარებული შრომებით დამტკიცებულია, რომ ორგანიზმზე მოქმედ გაციების ხარისხს დიდი მნიშვნელობა აქვს. ამიტომ ჩვენ გადავწყვიტეთ ძალღებობის გაციება გვეწარმოებინა მათი ორგანიზმის ტემპერატურის სხვადასხვა დონემდე.

ამ მიზნით საცდელი ცხოველები დაყოფილ იქნა სამ ჯგუფად. პირველი ჯგუფის ცხოველები (4 ძალღი) მხოლოდ სხივდებოდნენ 400r შემდგომი გაციების გარეშე. ეს იყო საკონტროლო ჯგუფი. მეორე ჯგუფის ცხოველებს (5 ძალღი) 400r დასხივების შემდეგ გაციებდით მათ სხეულის ტემპერატურის $28^{\circ}+29^{\circ}$ -მდე. დაყვანით. მესამე ჯგუფის ცხოველებს (5 ძალღი) დასხივების შემდეგ ვაციებდით სხეულის ტემპერატურის $24^{\circ}+25^{\circ}$ -მდე.

ვიკვლევდით ყველა ძალღის საერთო ცილის რაოდენობას რეფრაქტომეტრული მეთოდით. სისხლის ცილის ფრაქციებს ვიკვლევდით როგორც რუმინაიკის ნეფელომეტრული მეთოდით (ბრატკოვსკის მოდიფიკაციით), ისე მარილებით დალექვის მეთოდით გორის, ლანგენბერგისა და ფალკებახის მიხედვით. ამ მაჩვენებლების გამოკვლევა წარმოებდა ცდამდე და დაკვირვების დაწყებიდან მე-2, მე-5, მე-10, მე-20, 30-ე, მე-40, მე-60 დღეს.

ცხოველთა პირველ (საკონტროლო) ჯგუფზე ჩატარებულმა დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ ცდების დაწყებამდე სისხლის ცილების შემადგენლობა ყველა ძალღში მერყობდა ნორმის ფარგლებში. საერთო ცილის რაოდენობა შეადგენდა—6,34—6,98%-ს, ალბუმინებისა—4,62—4,90%-ს, გლობულინებისა—1,22—2,02%-ს, ფიბრინოგენი—0,16—0,25%-ს, ცილოვანი კოეფიციენტი შეადგენდა 2,20—3,40%-ს, ცილოვანი ფრაქციების მარილების დალექვის მეთოდით გამოკვლევების მონაცემები ალბუმინი დასხივებამდე უდრიდა 53,3—55%-ს, ალფა-გლობულინი — 15,5—17,8%-ს, ბეტა-გლობულინი — 19,7—22,7%-ს, გამა-გლობულინი — 7,5—8,5%-ს.

დასხივების შემდეგ პირველ დღეებში ყველა ძალღს განუვითარდა სხივური დაავადების კლინიკური სურათი. ძალღები დასუსტდნენ, ცუდად ჰამდნენ, აღენიშნებოდათ ძილისადმი მიღრეკილება, დაეწყათ ბალის დაცემა. შესამჩნევად შეიცვალა სისხლის ცილების სურათი. მართალია, საერთოდ ცილების რაოდენობა უმნიშვნელოდ და არაკანონზომიერად შეიცვალა (ორ ძალღს საერთო ცილის რაოდენობა ოდნავ შეუმცირდა, ერთს ოდნავ გაეზარდა, ხოლო ერთს დარჩა უცვლელი) მაგრამ ფრაქციულ შემადგენლობაში აღინიშნებოდა მკვეთრი ცვლილებები. ასე, მაგალითად, ალბუმინებმა საწყის დონესთან შედარებით შემცირდა 0,70—1,22%-ით, მკვეთრად მოიმატა გლობულინებმა (1,04—1,24%-ით). ორ ძალღს ფიბრინოგენის ფრაქცია შესამჩნევად გაეზარდა (0,8—0,13%), ხოლო ორ ძალღს უმნიშვნელოდ შეუმცირდა. ცილის კოეფიციენტი

ენტი ყველა ძალს შესამჩნევად შეუმცირდა (1,28—1,50). გლობულინების ფრაქციის მომატება, როგორც ეს გვიჩვენა მარილებით დალექვის მეთოდმა, მოხდა ძირითადი უხემდისპერსული ფრაქციის ალფა-გლობულინის ხარჯზე, რაც ამ პერიოდში გაიზარდა 5—7,4%-ით, მაგრამ არა ისე მკვეთრად, როგორც ბეტა-გლობულინის ფრაქცია (0,5—1,4%-ით). გამა-გლობულინის ფრაქციამ მოიკლო.

შემდგომში (მე-5, მე-10, მე-15 და მე-20 დღეს დასხივების შემდეგ) ძალღების საერთო მდგომარეობა სულ უფრო გაუარესდა, მკვეთრად იწყეს მოკლება წონაში, დროგამოშვებით აღენიშნებოდათ ფალარათობა. ერთ-ერთი ძალღი (N 180) ამ ჩგუფიდან მოკვდა დასხივების შემდეგ მე-11 დღეს მკვეთრად გამოხატული სხივური დაავადების მოვლენებით.

სისხლის ცილოვან შემადგენლობაში ამ პერიოდში აღინიშნებოდა ალბუმინების ფრაქციის კიდე უფრო შემცირება, მაშინ როდესაც გრძელდებოდა გლობულინების ფრაქციის პროგრესული ზრდა. განსაკუთრებით მკვეთრად გაიზარდა ალფა-გლობულინების ფრაქცია (13—13,5%-ით გამოსავალი დონიდან), მცირედ მოიმატა ბეტა-გლობულინების ფრაქციამაც, გამა-გლობულინები ეღვავ შემცირებული იყო, ცილოვანი კოეფიციენტი ყველა ძალღს მკვეთრად დაუქვეითდა.

დასხივების შემდეგ 34-ე დღეს მოკვდა მეორე ძალღი (N 48). მაშინ გადაწყვიტეთ ძალღების ორგანიზმის ტემპერატურის დაყვანა: 28°—+29°-მდე სხივური დაავადების მიმდინარეობის სხვადასხვა პერიოდში. სხივური დაავადების მწვევე (I, II) ფაზაში ძალღებზე N 100 და N 110 დასხივებიდან 20 დღის შემდეგ წარმოებულ იქნა ორგანიზმის გაციება სხეულის ტემპერატურის 28°—29°-მდე დაყვანით. საინტერესო იყო დადგენა, რა გავლენას მოახდენდა ორგანიზმის გაციების გამოყენება სხივური დაავადების მიმდინარეობის სხვადასხვა პერიოდზე.

როგორც შემდგომმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, საერთო მდგომარეობამ და ძალღების სისხლის ცილოვანმა შემადგენლობამ გაციების შემდეგ შესამჩნევად იწყო გაუმჯობესება. მაგალითად, პირველი დღეებიდანვე გაციების შემდეგ ძალღებმა იწყეს უკეთესად ჰამა, ისინი უფრო აქტიური გახდნენ. მათ იწყეს წონაში მომატება. სისხლის ცილების შემადგენლობაში აღინიშნებოდა თანდათანობით მომატება ალბუმინების ფრაქციისა, რაც გაციებიდან 20—30 დღის შემდეგ სავსებით ნორმალური გახდა. ერთდროულად შემცირდა გლობულინების ფრაქციაც (შემცირდა როგორც ალფა- Φ -ისე ბეტა-გლობულინი), რომელმაც გამოსავალ დონეს ძალღების გაციებიდან 20 დღის შემდეგ მიადწია. ფიბროინოგენის ფრაქცია შეიცვალა უმნიშვნელოდ და არაკანონზომიერად. შესამჩნევად გაიზარდა ცილოვანი კოეფიციენტი.

ამგვარად, საკონტროლო ჩგუფზე ჩატარებულმა დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ ცხოველთა 400r დასხივება შემდგომი გაციების გარეშე იწვევს სხივური დაავადების ტიპური სურათის განვითარებას. ძალღებს საერთო მდგომარეობის გაუარესებასთან ერთად აღენიშნებოდა მკვეთრი ცვლილებები სისხლის ცილების შემადგენლობაში, რაც გამოიხატებოდა ალბუმინების რაოდენობის შემცირებით და გლობულინების ფრაქციის მკვეთრი მომატებით (განსაკუთრებით ალფა-გლობულინების უხემდისპერსული ფრაქციისა). ორგანიზმის გაციებამ სხეულის ტემპერატურის 28°+29°-მდე, რაც ვაწარმოვეთ ცოცხლად დარჩენილ ორ ძალღზე, სხივური დაავადების პირველ და მეორე პერიოდში ხელსაყრელად იმოქმედა დაავადების მიმდინარეობაზე და 25-ე—35-ე დღეს გაციების შემდეგ უზრუნველყო სრული ნორმალიზაცია.

ცხოველთა მეორე ჯგუფში 400r-ით ზოგადი დასხივების 30 წუთის შემდეგ ვაწარმოვეთ ძაღლების ორგანიზმის გაციება სხეულის ტემპერატურის $28^{\circ} + 29^{\circ}$ ფარგლებში. ძაღლების ამ ჯგუფზე ჩატარებულმა დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ ცდების დაწყებამდე საერთო ცილისა და ცილოვანი ფრაქციების რაოდენობა ყველა ხუთ ძაღლზე მერყეობდა ნორმის ფარგლებში. მაგალითად, საერთო ცილის რაოდენობა შეადგენდა 5,68—6,77%-ს, ალბუმინებისა—3,78—4,28%-ს, გლობულინებისა—1,12—2,51%-ს, ფიბრინოგენისა—0,15—0,35%-ს. ცილოვანი კოეფიციენტი 1,98—2,78%-ს უდრიდა. ცილების ფრაქციების მარილებით დალექვის მონაცემების მიხედვით ალბუმინების რაოდენობა შეადგენდა 49,3—55%-ს, ალფა-გლობულინებისა—17,3—21%-ს, ბეტა-გლობულინებისა—16,6—22,7%-ს და გამა-გლობულინებისა—7,0,8,5%-ს. ძაღლების დასხივებისა და ორგანიზმის გაციების შემდეგ მათი საერთო კლინიკური მდგომარეობა საკონტროლო ჯგუფის ცხოველებთან შედარებით რჩებოდა დამაკმაყოფილებელი. სხივური დაავადება მათ უფრო სუსტად გამოხატული ჰქონდათ. ძაღლები ჰამდნენ კარგად, თავს გრძობდნენ მხნედ, წონაში არ იკლებდნენ, ხშირად შეუძლებელი იყო ჯანმრთელი ძაღლებისაგან მათი გარჩევა.

დასხივებისა და გაციების შემდეგ მე-2 დღეს ძაღლების სისხლის ცილების შემადგენლობაში აღინიშნებოდა შემდეგი ძვრები: საერთო ცილის შემადგენლობა სამ ძაღლს უმნიშვნელოდ გაეზარდა 0,12—0,53%-მდე, ხოლო ორ ძაღლს უმნიშვნელოდ დაუქვეითდა (0,42—0,51%-ით). ალბუმინების რაოდენობა ყველა ძაღლს შეუმცირდა (0,32—1,06%-ით), ხოლო გლობულინების რაოდენობამ მოიმატა (0,40—1,27%-ით). ამასთან, განსაკუთრებით შესამჩნევად გაიზარდა ალფა-გლობულინი (0,6—2,8%). ოთხ ძაღლს ბეტა-გლობულინების ფრაქცია უმნიშვნელოდ გაეზარდა და უმნიშვნელოდ შეუმცირდა იგი ერთ ძაღლს. გამა-გლობულინების ფრაქცია თითქმის შეუცვლელი დარჩა. ფიბრინოგენის რაოდენობა სამ ძაღლს უმნიშვნელოდ გაეზარდა და მცირედ შეუმცირდა ერთ ძაღლს. შესაბამისად დაქვეითდა ცილოვანი კოეფიციენტიც.

შემდგომში დაკვირვების მე-5, მე-10, მე-20 დღეს სისხლის საერთო ცილის რაოდენობა ყველა ძაღლს ეცვლებოდა უმნიშვნელოდ და არაკანონზომიერად. ხან მცირედ იმატებდა, ან უმნიშვნელოდ იკლებდა. ალბუმინების ფრაქცია რჩებოდა დაქვეითებული, ხოლო გლობულინების ფრაქციას, თუმცა იგი მომატებული იყო, მაგრამ ემჩნეოდა ტენდენცია დაქვეითებისაკენ. ალფა-გლობულინების რაოდენობა დაკვირვების მე-5, მე-10 დღეს კიდევ გაიზარდა გამოსავალ დონესთან. შედარებით (3,1—5,1%-ით), მაგრამ შემდგომ დღეებში მანაც დაიწყო თანდათანობით შემცირება. ამ პერიოდში მაღალ დონეზე იდგა ბეტა-გლობულინების ფრაქცია, ზოგ ძაღლს გამა-გლობულინების ფრაქცია ჰქონდა შეუცვლელი, ხოლო სხვა ძაღლებს მცირედ მომატებული. ფიბრინოგენის რაოდენობა სამ ძაღლს ჰქონდა მომატებული და დანარჩენ ორს ოდნავ შემცირებული. დაკვირვების მე-40—მე-60 დღეს მოხდა საერთო კლინიკური მდგომარეობისა და ძაღლების სისხლის ცილების შემადგენლობის თითქმის მთლიანი ნორმალიზაცია. ამ ჯგუფის ძაღლების სრული გამოჯანმრთელების გამო ვადაიწყებთ მათი განმეორებითი დასხივება 200r-ით შემდგომი გაციების გარეშე.

როგორც ჩატარებულმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, ძაღლების საერთო მდგომარეობა მეორადი დასხივების შემდეგ მკვეთრად არ შეცვლილა. შესამჩნევი ცვლილებები აღინიშნებოდა სისხლის ცილების შემადგენლობაში და ისიც მხოლოდ პირველ დღეებში დასხივების შემდეგ.

მეორადი დასხივებიდან მე-5—მე-10 დღეს ალბუმინების ფრაქცია შესამჩნევად შემცირებული იყო, ხოლო გლობულინების ფრაქცია მკვეთრად გაზარ-

დილი. განსაკუთრებით მოიმატა ალფა-გლობულინების ფრაქციის რაოდენობამ (4,2—5,1%-ით გამოსავალ დონესთან შედარებით, ბეტა-გლობულინების რაოდენობა გაეზარდა სამ ძალს, ხოლო დანარჩენ ორ ძალს იგი არ შესცვლია. გამა-გლობულინები შეიცვალა უმნიშვნელოდ. მე-20—30-ე დღეს მეორეული დასხივებიდან მოხდა სისხლის ცილების ყველა მაჩვენებლის თითქმის სრული ნორმალიზაცია.

ამგვარად, მეორე ჯგუფის ცხოველების საერთო დასხივებამ 400r-ით და ორგანიზმის შემდგომმა გაციებამ სხეულის ტემპერატურის $28^{\circ} \pm 2^{\circ}$ -მდე, განაპირობა უფრო მსუბუქი და ხელსაყრელი მიმდინარეობა სხივური დაავადების საკონტროლო ჯგუფის ცხოველებთან შედარებით. არც საერთო კლინიკური მდგომარეობა ძაღლებისა და არც მათი სისხლის ცილების შემადგენლობა არ იყო მკვეთრად შეცვლილი და დაკვირვების მე-40—მე-60 დღეს აღინიშნა მათი სრული ნორმალიზაცია. ძაღლების მეორადმა დასხივებამაც კი 400r-ით, რაც ეწარმოვით მათი გამოჯანმრთელების შემდეგ, თუმცა გამოიწვია დასაწყისში უმნიშვნელოვანი ცვლილება სისხლის ცილების შემადგენლობაში, მაგრამ არ განაპირობა სხივური დაავადების მძიმე მიმდინარეობა. უკვე მე-20—30-ე დღეს მეორადი დასხივებიდან აღინიშნებოდა როგორც ცხოველთა საერთო მდგომარეობის, ისე მათი სისხლის ცილების შემადგენლობის ნორმალიზაცია.

ცხოველთა მესამე ჯგუფი (5 ძაღლი) 400r-ით ზოგადი დასხივების შემდეგ ცივდებოდა მათი სხეულის ტემპერატურის $24^{\circ} + 25^{\circ}$ დაყვანით.

როგორც ჩატარებულმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, სხივური დაავადება ამ ძაღლებს განუვითარდათ ზომიერად. ცხოველთა საერთო მდგომარეობა დამაკმაყოფილებელი იყო. ზოგჯერ მათ აღინიშნებოდათ ერთგვარი სისუსტე და პერიოდულად უვითარდებოდათ ფაღარათობა. ამავე დროს ძაღლების სისხლის ცილების შემადგენლობაში აღინიშნებოდა მკვეთრი ძვრები. მართალია, ცილების საერთო რაოდენობა იცვლებოდა უმნიშვნელოდ და არაკანონზომიერად, მაგრამ ცილების ფრაქციულ შემადგენლობაში აღინიშნებოდა შესამჩნევი ცვლილებები. ალბუმინების ფრაქცია მკვეთრად მცირდებოდა, ხოლო გლობულინებისა მკვეთრად იმატებდა, განსაკუთრებით მისი უხეშდისპერსიული ნაწილი—ალფა-გლობულინი (დასხივებისა და გაციების შემდეგ მე-10 დღეს ეს ფრაქცია გაიზარდა. მან 10,9—11%-ით მოიმატა. ასევე მოიმატა ბეტა-გლობულინების ფრაქციამაც, მაგრამ არა ასე მკვეთრად. გამა-გლობულინის რაოდენობა უმნიშვნელოდ შემცირდა. ძაღლების ნაწილს ფიბრინოგენის ფრაქცია ოდნავ მოემატა, ხოლო მეორე ნაწილს იგი უმნიშვნელოდ შეუმცირდა. ცილოვანი კოფეციენტი ყველა შემთხვევაში დაქვეითდა. დასხივებისა და გაციების შემდეგ მე-10 დღიდან ძაღლების საერთო მდგომარეობა შესამჩნევად გაუარესდა. მათ დაიწყეს ცუდად ჭამა, უკვე მცირედ მოძრაობდნენ. ძაღლებს დაეწყოთ ბალნის ცვენა. სისხლის ცილების შემადგენლობაში ზემოთ აღნიშნული ცვლილებები უფრო მკვეთრად გამოჩნდა. დაკვირვების მე-14 დღეს მოკვდა ორი ძაღლი, მე-19 დღეს — მესამე, მე-20 დღეს — მეოთხე, ხოლო 23-ე დღეს — ნეხუთე ძაღლი.

ამგვარად, მეორე ჯგუფის ძაღლებისაგან განსხვავებით მესამე ჯგუფის ძაღლების ორგანიზმის ძლიერმა გაციებამ ($24^{\circ} + 25^{\circ}$) არ მოახდინა სასურველი ზემოქმედება სხივური დაავადების მიმდინარეობაზე და ცხოველები ვერ გადარჩნენ დაღუპულს.

ამგვარად ცხად ხდება, რომ 400r დასხივება (საკონტროლო ჯგუფი) სხივური დაავადების ტიპიური სურათის განვითარებით სისხლის ცილების შემადგენლობაში იწვევს მკვეთრ ცვლილებებს, რაც გამოიხატება ალბუმინების ფრაქციის შესამჩნევ შემცირებაში და გლობულინების რაოდენობის მკვეთრ გადი-



დებამი. განსაკუთრებით დიდდება ალფა-გლობულინების უხეშდისპერსული ფრაქცია. შემცირდა ბეტა-გლობულინებისა და გამა-გლობულინების ფრაქცია. ლიბრინოგენის რაოდენობა უმნიშვნელოდ და არაკანონზომიერად შეიცვალა. იგივე შეიძლება ითქვას ცილების საერთო რაოდენობის შესახებაც. მისი მჩვენებლები მერყეობდა ძლიერ უმნიშვნელოდ და არაკანონზომიერად.

ცხოველთა ორგანიზმის გაციებამ სხეულის ტემპერატურის $28^{\circ} + 29^{\circ}$ -მდე, რაც ვაწარმოვეთ მაშინვე, დასხივების შემდეგ (ცხოველთა მეორე ჯგუფში), ან სხივური დაავადების I, II პერიოდში ხელსაყრელად იმოქმედა სხივური დაავადების მიმდინარეობაზე. ცხოველთა საერთო მდგომარეობა და სისხლის ცილების შემადგენლობა ამ დროს მკვეთრად არ შეიცვალა, ხოლო დაკვირვების მე-40—მე-60 დღეს იგი მთლიანად ნორმალური გახდა.

ამისგან განსხვავებით, ცხოველთა ორგანიზმის ღრმა გაციება სხეულის ტემპერატურის $24^{\circ} + 25^{\circ}$ -მდე (ცხოველთა მესამე ჯგუფი) არ მოქმედებს ხელსაყრელად სხივური დაავადების მიმდინარეობაზე. ძალების სისხლის ცილების შემადგენლობაში ვითარდება მკვეთრი ძვრები და იცვლება მათი საერთო მდგომარეობა. ძალები სხივური დაავადებისაგან დაიღუპნენ ისევე, როგორც საკონტროლო ჯგუფში.

ასეთი განსხვავება მიღებულ შედეგებში, ჩვენი აზრით, იმით აიხსნება, რომ ღრმა ჰიპოთერმია ($24^{\circ} + 25^{\circ}$ -მდე) ნაკლები ინტენსიური გაციებისაგან ($28^{\circ} + 29^{\circ}$) განსხვავებით მკვეთრად თრგუნავს ორგანიზმის დამცველ ძალებს და არ აძლევს საშუალებას ორგანიზმს ებრძოლოს სხივურ დაავადებას. ამის საწინააღმდეგოდ მცირე ხანგრძლივობის გაციება, ნაწარმოები მაშინვე დასხივების შემდეგ, ისევე როგორც დაავადების გაჩაღების დროს, აქვეითებს ორგანიზმის რეაქტიულობას და ამავე დროს ზრდის მის წინააღმდეგობას. ამით განაპირობებს იგი ცხოველთა გაჯანსაღებას სხივური დაავადებისაგან.

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

(რედაქციას მოუვიდა 20.3.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. К. Гуськова и Г. Д. Байсоголов. Два случая острой лучевой болезни у человека. Доклад советской делегации на международной конференции по мирному использованию атомной энергии. Женева, Изд. АН СССР, 19, 1955.
2. Т. Н. Джапаридзе. Влияние гипотермии на кровяную систему при лучевом заболевании. Сообщения АН ГССР, т. XIX. № 5, 1957.
3. И. И. Иванов, В. С. Балабуха, Е. Ф. Романцев и Т. А. Федоров. Изменения фракционного состава белков плазмы. Гос. медгиз. 1956.
4. Л. В. Попель. Изменения белковых фракций плазмы крови при комбинированном поражении. Военный медицинский журнал, № 5, 1957, стр. 17.
5. Г. Р. Шилинъш. Влияние рентгена на общее количество и фракции белков крови. Автореферат диссертации, 1952.
6. I. Muntz, E. Barran, C. Prosser. Studies on the Mechanism of Action of Ionizing Radiations. Arch. Bioch., 23, 9, 1949.

ხელოვნების ისტორია

ლ. რჩეულიშვილი

„კოშკი სალხინოდ ნაბეზი“

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩუბინაშვილმა 7.8.1957)

ივ. ჯავახიშვილის დაკვირვებით, ძველად სხვა მრავალი დანიშნულების ნაგებობათა შორის „სახლი სალხინოც“ არსებულა. ასეთი შენობა სპეციალურად ლხინისათვის ყოფილა განკუთვნილი და, ცხადია, მას „სხვაგვარი აგებულება უნდა ჰქონოდა, ვიდრე საცხოვრებელ სახლს“. ვახტანგ V დროს თბილისში მტკვრის პირას ასეთი „სახლი სალხინოდ ნაგები“ მდგარა, რომლის შესახებ ცნობა „შაჰნავაზიანის“ ერთ ტაეპშია დაცული. სამწუხაროდ, მას ჩვენამდე არ მოუღწევია და ამიტომ გაურკვეველი რჩება, რას წარმოადგენდა იგი ან როგორი იყო მისი არქიტექტურული სახე.

ჩვენ საშუალება მოგვეცა 1950 წელს დაგვეთვალიერებინა ორბელიანების კოშკი ს. ვაშლივანში, რომლისადმი ინტერესი ფოტოგრაფ ერმაკოვის კოლექციიში დაცული ფოტოსურათებით იყო აღძრული (სურ. 1). ამ კოშკის სამშენებლო წარწერაში ქტიტორი, „შაჰნავაზიანის“ ავტორის მსგავსად, გადმოგვცემს, რომ შენობა „სალხინოდ“ არის აგებული. ეს ცნობა, ლექსად დაწერილი, საგანგებოდ გაფორმებულ ბოლნისის ტუფის ქვაზეა ამოკვეთილი და ჩაყოლებულია ფასადის დეკორატიულ ანსამბლში. გარკვეული ხელით, მხედრული დამწერლობით ამოკვეთილი ტექსტი გადმოგვცემს:

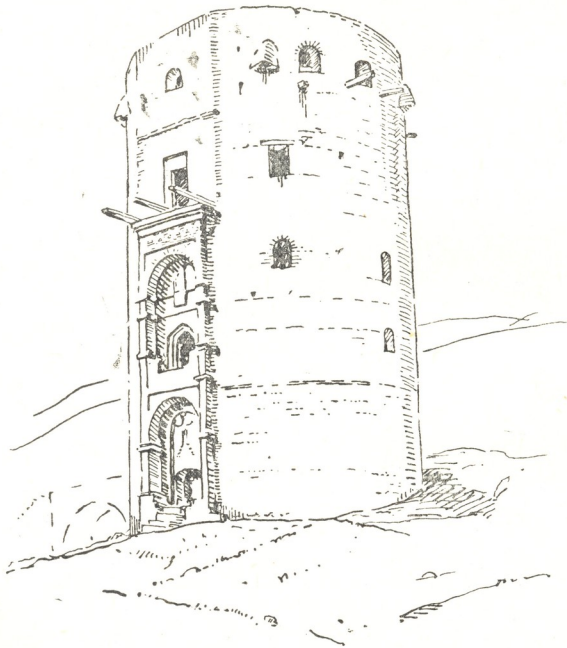
„შვილისა მსგავსად აღმზარდა მეფემ ირაკლიმ სვიანმა,
 ღენერალ მაიორად მყო რუსეთმა ნათელ დლიანმა,
 კოშკი ავაგე სალხინოდ მე თამაზ ორბელიანმა,
 თანამეცხედრემ ქეთევან, ჩე(მ)ად სიხარულ მზიანმა,
 ძეთა დიმიტრი, მაკარ, ივანემ კეთილგზიანმა,
 ოსტატი ამისი გიორგი, ქორონიკონს უყთ, **ი-შ-შ-ბ**, 1226“.

როგორც ვხედავთ, ტექსტი მრავალმხრივ საინტერესო ცნობებს შეიცავს. ირკვევა: ა) ქტიტორის ვინაობა და მისი ადგილი საზოგადოებაში; ბ) ძეგლის აგების თარიღი—1811 წელი (რუსულად 1811 год, ქართული ქორონიკონით უყთ—499+1312=1811; სომხური წელთაღრიცხვით **ი-შ-შ-ბ**—1259+552=1811; პიჯრით 1226 —1226=1811); გ) ქართველი ხუროთმოძღვრის სახელი — „ოსტატი გიორგი“ და დ) შენობის დანიშნულება — „სალხინოდ“ აგება.

უკანასკნელმა გარემოებამ განსაკუთრებით მიიზიდა ჩვენი ყურადღება. კოშკი ძველად ხომ გამოყენებული იყო თავშესაფარ, საბრძოლო ან საცხოვრებელი ფუნქციების მატარებელ შენობად, აქ კი იგი სხვა მნიშვნელობას ღებულობს. ბუნებრივად იბადება კითხვა; როგორ გავიგოთ გამოთქმა „კოშკი ავაგე სალხინოდ“? ამ დროისათვის სიტყვა „სალხინო“ ესმით როგორც „ლხინის საქნელი“ (საბა), ხოლო „ლხინი“ ნიშნავს „მხიარულად გახარებას“ [2]. მაშ, „კოშ-

კი სალხინო“ ნიშნავს კოშკს, სადაც „ლხინის საქნელი“ ადგილია, — „მხიარულად გახარებისათვის“. აქედან ლოგიკური დასკვნა: როგორც ფეშანგის „შაჰნავაზიანის“ „სახლი სალხინო“, ისე „კოშკი სალხინო“ (ვაშლოვანში) სპეციალური „ლხინის საქნელი“ ნაგებობაა⁽¹⁾.

მაგრამ მხედველობიდან არ უნდა გამოვევჩივოთ ის გარემოება, რომ „კოშკი“, იმავე ლექსიკოლოგის განმარტებით, „წვრილი და მაღალი ციხეა“, ხოლო ციხე — „სიმაგრე ნაჰენი“ [2]. მაშასადამე, თამაზ ორბელიანის აგებული შენობა



სურ. 1. ვაშლოვანის კოშკი (მონაზაზი ერმაკოვის ფოტოდან)

როელი ფუნქციების შემცველი არქიტექტურული ორგანიზმია — იგი ციხე-სიმაგრეა და ლხინის საქნელი ადგილი.

როგორია თვით რეალური ძეგლი?

(¹ ეთნოგრაფმა იოსებ ნანობაშვილმა ქ. თელავში მიაკვლია ასეთ სპეციალურად ნაგებ „სალხინოებს“, რომლებიც სხვადასხვა ხელოსანთა ამქრებს ეკუთვნოდა.

საბედნიეროდ, ნაგებობა თუმცა დაზიანებულია, მაგრამ ჯერ კიდევ კარგადაა შენახული და სრულ წარმოდგენას იძლევა მის პირველადს სახეზე¹.

თამაზ ორბელიანის მიერ აგებული „კოშკი სალხინო“, როგორც გარე სილუეტით, ისევე კომპოზიციური აგებულებით, მართლაც ჩვეულებრივ კოშკს ჰგავს. მაღალი, მრგვალი, ცილინდრული შენობა მარჯვენდ არის აღმართული მცირე ბორცვზე სოფელ ვაშლოვანის თავში (ბორბალოს სოფლსაბუკო). მას ჩრდილოეთით მტკიცედ ერტყმის ბორბალოს მთის ახლოს მისული კლდოვანი კალთა, ხოლო სამ მხარეს მისგან იშლება ვრცელი ლანდშაფტი კოდა-კუმისის სანახებისა.

მონაცრისფრო ადგილობრივი კლდის ნატეხი ქვისაგან დულაბზე აგებული ოთხსართულიანი მასივის მონოტონური ერთფეროვნება დარღვეულია წინა მხრიდან მიღებული აგურის ლოჯით. უკანასკნელის ხალისიანი ფერადოვნება, წითელი, თეთრი და ყვითელი აგურებით შედგენილი სახოვანი წყობა მკვეთრად ავლენს შენობის აღმოსავლეთ მხარეს და მრგვალ ცილინდრზე ფასადს აფიქსირებს. სწორედ ამ მხრიდან აგურით გამოყვანილ დეკორატიულ ანსამბლში არის ჩართული შესასვლელი კარიც (სურ. 1). კოშკისათვის შეუფერებელი ამ ხერხით უკანასკნელი საგანგებოდ ხაზგასმულია და საგრძნობლად გამოყოფილი. შენობა ზედა ნაწილში დაზიანებულია, მაგრამ შემორჩენილი ფრაგმენტებით ირკვევა, რომ იგი მაღლა ორგვერდა, ნაშვერი სალოდებით ყოფილი შემორჩალებული. სალოდებს შორის წრიულად გადახურული ხერხელები ყოფილია ჩატანებული. გარდა ამისა, რამდენიმე ადგილას ქვისაგან გამოკვეთილი წვიმის სადენი ღარებია გადმოშვერილი. კოშკის ცილინდრიდან ამ გამოწეული მასივების წყალობით ზედა ნაწილი შუქჩრდილითაა გამდიდრებული და მეტად მოკრავსა და ცვალებად სურათსა ქმნის. შენობა საგანგებოდ მორთულია; არქიტექტურული სახის შენაქმში წინა პლანზე წამოწეულია ჟღერადი პოლიკრომიულობა ფასადისა და დეკორატიული ეფექტურობა მთლიანი სურათისა. მისი გარეგანი სახის მხატვრული სურათის შთანაფიქრში ნიშანწყალიც კი არაა იმ მკაცრი და წმინდა საქმიანი მიდგომისა, რომელსაც ადგილი უნდა ჰქონოდა სომარ თუ თავდასაცავ შენობათა სახის დამუშავებისას.

შიგნით შენობა ოთხი სართულისაგან შედგება (სურ. 2₁₋₄). თითოეულ სართულში თითო სადგომია, რომლებიც ერთიმეორისაგან კედლის სისქეში დაყოლებული ქვის კიბით არიან დაკავშირებული (სურ. 2₁). გარედან შესასვლელი კარი პირველ სართულშივეა დაყოლებული და, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, კარგად არის აქცენტირებული. კარის ზღურბლი საკმაოდ აწეულია მიწის დონიდან და ამიტომ შენობაში შესასვლელად ქვის კიბეა მიღებული. რკინის სქელი ფურცლებით ნაოჭილი მუხის ცალფრთიანი კარი, ქილიკებში ჩასმული, დღესაც კარგადაა შემონახული. შესასვლელთან მცირე დერეფანია მოწყობილი, რომელიც თითქმის სამი მეტრის სისქის კედელშია დაყოლებული. დერეფნიდან მარჯვნივ მეორე სართულში ასასვლელი კიბეა, ხოლო კარის პირდაპირ პირველ სართულში შესასვლელი ღიაღია (სურ. 2).

პირველი სართული ერთი მთლიანი, რგვალი სადგომია. კედლები ქვითაა ამოყვანილი, ხოლო გადახურულია აგურის სფერული გუმბათით. პირველი სართლის შვიდმეტრიანი დიამეტრით შემოფარგლული სივრცე საკმაოდ ხალკეთია, მაგრამ დამჯდარი პროპორციებისა. სადგომი არაფრით არაა საგანგებოდ გაფორმებული. ოდნავ მოსაწყენი ერთგვაროვნება დარღვეულია ოთხი ღრმა ნიშით. ეს ნიშნები გადახურულია წრიული თაღებით და თითოეულში წყვილ-

¹ ჩვენს პირველ (1950) და უკანასკნელ (1957) დათვალიერებათა შორის შენობა საგრძნობლად დაზიანებულა და რიგი დეტალები დაკარგულია.

წყვილი სათოფეა დაყოლებული. შესასვლელი კარის პირდაპირ ბუხარია მოწყობილი. იგი უკვე ნიშაში არაა ჩამჯდარი, ამიტომ მკაფიოდ ირჩევა და ნათლად იკითხება ინტერიერში. პირველი სართული ორი სარკმლითაა განათებული. სარკმლის ხერელი დაქანებულია ისე, რომ სასინათლო სიბრტყე გარე ფასადზე საკმაოდ მაღლაა აწეული. ასეთი ღარიბი განათების გამო სადგომში ნახევრად წყვდიადი სუფევს. მიუხედავად იმისა, რომ პირველი სართულის კედლები თანაბარ მონაკვეთებადაა დაყოფილი დოლაბებითა და ბუხრით, შიგა სივრცე მაინც ერთგვარი სიმშრალისა და მხატვრულად აუმალლებელი ინტერიერის შთაბეჭდილებას ტოვებს. ოსტატი არ გასცილებია მისი საქმიანი მხარის გადაწყვეტას. ეს სადგომი, როგორც ჩანს, კოშკურ ნაგებობაში მიღებული ტრადიციის თანახმად, საკუქნაოს ანდა მარნის დანიშნულებას ასრულებდა.

მეორე სართულის შინაგანი სახის მხატვრული გახსნა უფრო გულდასმით არის მოფიქრებული. აქ წრე შეცვლილია ოქტოგონით, ხოლო სფერული ვადახურვა სავანგებოდაა გაფორმებული საბჯენი თაღებით. კედლის მასალად ამ სართულში უკვე აგურია გამოყენებული და მხოლოდ ქვედა ფენებში აქა-იქ ქვის წყობის შრეებია ჩაყოლებული. ოქტოგონის კუთხეები ბრტყელი პილასტრებითაა დეკორირებული. პილასტრები ორ სიბრტყეზეა მოკეცილი. ეს პილასტრები კედლის მთელ სიმაღლეზე ადის კამარის ქუსლში შემოვლებული აგურისაგან გამოყვანილ ვიწრო კარნიშამდე, ხოლო ამის შემდეგ მიჰყვება თალის მოხაზულობას და თანდათან ვიწროვდება. პილასტრები თავს იყრიან კამარის წვეროში (სურ. 2ა). წყობა საბჯენი თაღებისა არაა გადაბმული კამარის წყობასთან. ამჟამად ამ თაღების ზედა მესამედი ჩამონგრეულია. კამარის ცენტრში ჩასმულია რვაკუთხა ქვა სერაბინის სკულპტურული გამოსახულებით. სკულპტურის რელიეფი ბრტყელი, ძველი „გრაფიკული“ მანერითაა შესრულებული. (სურ. 27). მასზედაც, გამეორებულია შენობის აგების თარიღი—1811, ჩყია და უქოლ. ამგვარად, შიგა სივრცის კომპოზიციური ცენტრი ხაზგასმულია პილასტრების ნაშევრებით, მათგან გადასული ქოლგასავით წვეროში შეკრული „ნერვიურების“ მსგავსი საბჯენი თაღებით და დამთავრებულია სკულპტურული აქცენტით. სადგომის კედლები არაა მოპირკეთებული, არაა შეღესილი და, როგორც ჩანს, არც ყოფილა, თუმცა ზოგიერთ ალაგას შერჩენილია გაჯის მონასმები. ის დაუმთავრებელი უნდა დარჩენილიყო, მაგრამ, ეტყობა, მოფიქრებული ყოფილა მდიდარი დეკორაციული მორთულობისათვის⁽¹⁾. ამ სადგომიდან გასასვლელია ლოჯიაში, რომლიდანაც წარმტაცი სურათი იშლება კუმისის ტბის მიდამოებისაკენ. ლოჯიის კარის მაღლა ჩასმულია წარწერიანი ქვა, რომელიც დეკორირებულია სერაბინებით და ორბელიანების სავგარეულო ღერებით (სურ. 2ა): უკვე ასეთი დეტალი, როგორიცაა ახლილი ლოჯია და აივანი, სრულიად უადგილოა საბრძოლო ანდა თავდასაცავი ნაგებობისათვის. ეს ლოჯია-აივანი უფრო დასასვენებელი, დროის გასატარებელი ადგილია, საიდანაც ადამიანს შეუძლია დატკეპს ადგილობრივი ლანდშაფტის სილამაზით.

მესამე სართული დღეს დაზიანებულია, მაგრამ ჩანს, რომ ესეც რვაწახნაგოვანი დიდი სადგომია, რომელსაც აქვს ბრტყლად გადახურული საზარბაზნე ხვრელები, ბუხარი და ბუხრის მოპირდაპირე კედელში გარეთ გასასვლელი კარი. ამ კარით ხის გადაკიდებულ აივანზე არის გასასვლელი. აივნიდან დღეს

(1) 1957 წ. 20/11 სერაბინი აღარ დამზდა, ეს კამარის ჩამკეტავი სოლი ჩაუნგრევითა და ამჟამად პირველი სართულში გდია.

(2) როგორც თამაზ ორბელიანის ეპიტაფიიდან ჩანს, ქტიტორი 1815 წელს, ე. ი. კოშკის აგების 4 წლის შემდეგ, გარდაიცვალა და, საფიქრებელია, ამიტომ ბოლომდე ვერ განზორციელდა ინტერიერის დეკორატიული გაფორმება ([3] გვ. 102).



მხოლოდ ხის კოჭებია შერჩენილი. როგორც ჩანს, ამ სართულის გადახურვა ბრტყელი-ბანური ყოფილა (ხის კოჭებით).

მეოთხე სართული ღია სადგომია. ასახველი ქვის კიბით ყოფილა. მისი კედელი უფრო ვიწროა. აქ დაყოლებულია: სალოდებები, სათოფურები, მაშინკულები. მისი იატაკიდან წყლის გადაყვანა სპეციალური ქვის ღარით ხდებოდა, რამდენიმე ასეთი ღარი კიდევ შერჩენილი იყო 1950 წელს.

როგორც დავინახეთ, „სალხინოდ ნაგები“ ვაშლოვანის კოშკი წარმოადგენს კოშკური კოპოზიციის ნაგებობას, რომელსაც აქვს საბრძოლო—საფორტიფიკაციო შენობებისათვის დამახასიათებელი ატრიბუტები (სათოფურები, სალოდებები და სხვა), მაგრამ მთლიან აღნაგობაში იგი საგრძნობლად განსხვავდება უკანასკნელისაგან. მისი დეკორატიულობა, ფართო სადგომები და აივნები შორდება საფორტიფიკაციო შენობათა სპეციფიკას. ეს მხარეები უფრო საცხოვრებელი და დასასვენებელი „მხიარული გახარების“ დანიშნულების შენობისათვის არის მიზანშეწონილი

აღსანიშნავია, რომ ვაშლოვანის კოშკი თავისი საამშენებლოარქიტექტურული მონაცემებით და რიგი მხატვრული ფორმებით მკიდროდაა დაკავშირებული XVIII საუკუნის ხუროთმოძღვრებასთან. კოშკის ცილინდრული ფორმა, სართულების გადახურვა შეკრული თალით, ხოლო უკანასკნელი სართულისა კი ბანურად, ინტერიერში დაყოლებული თახჩები სათოფურებით, ფასადზე დეკორაციული აქცენტების დასმა წითელი ან სხვა ფერის აგურის სახოვანი წყობით და სხვა—ფრიად გაგრძელებული ხერხებია XVIII საუკუნის როგორც ცალკე მდგარი, ისე ზღუდეებში ჩაყოლებული მრგვალი კოშკებისათვის [4,5]. კოპოზიციური და სტილისტიკური პარალელები მას მრავლად მოენახება როგორც XVIII საუკუნის მეორე ნახევარში. ისე XIX საუკ. დამდეგს. მეტად მნიშვნელოვანია ის, რომ ვაშლოვანის კოშკი ზუსტადაა დათარიღებული. როგორც ჩანს, იგი უკანასკნელი ძეგლია ამ სახის ნაგებობისა. ეს ტიპი შენობისა—კოშკი—დამახასიათებელია ფეოდალური საზოგადოებისათვის, ხოლო ბურჟუაზიულ-კაპიტალისტურ ურთიერთობაში აღარ იხმარება. ირაკლია, რომ გარკვეული ჯგუფი ძეგლებისა. რომლებიც აგებულია XIX საუკუნის პირველ ათეულში, წარმოადგენს არა ახალი ეპოქის ნიმუშებს. არამედ ჯერ კიდევ სცილდება ძველი ხუროთმოძღვრების ტრადიციებსა და ფორმებს. ასეთი არქაულობა ახასიათებს სწორედ ძეგლთა იმ ჯგუფს, რომელიც შექმნილია გარკვეული სოციალური ფენის დაკრებით. ასეთი „არქაულია“ თავისი მხატვრული ბუნებით თამაზ ორბელიანის მიერ აგებული „კოშკი სალხინოც“. სწორედ ისაა დამახასიათებელი, რომ რუსეთის გენერალი თამაზ ორბელიანი თავისი შენობის შთანაფიქრის პრაქტიკულად განხორციელებისათვის მიმართავს ფეოდალური არქიტექტურისათვის დამახასიათებელ ნაგებობის სახეს—კოშკს და ერთდროულად მას ახალ შინაარსსაც აძლევს. ეს გარემოება სრულიად კანონზომიერი მოვლენაა იმ რთული ეკონომიური და სოციალური ძვრების ფონზე, რომელთაც ადგილი ჰქონდა XIX ს-ის დამდეგსა და მის პირველ ნახევარში, როცა ერთმანეთს პირისპირ ეჯახებოდა ორი სამყარო — ფეოდალური და ბურჟუაზიული. ამ პერიოდის ხელოვნებაში ჩანს სწორედ ჭიდილი ძველი და ახალი მხატვრული ფორმებისა. ამის ცხოველი ნიმუშია ვაშლოვანის კოშკიც. ამგვარად, ვაშლოვანის კოშკი მრავალმხრივ მნიშვნელოვანია, იგი გვიჩვენებს ძველი ხუროთმოძღვრების პრაქტიკულად სიმალღეს, ევოლუციის თვალსაზრისით კი უაღრესად დამახასიათებელი და მეტყველი ძეგლია. იგი ძველი ფეოდალური ხუროთმოძღვრების კოშკური ნაგებობის ევოლუციური განვითარების „ჩამკეტი“ ძეგლია. მასში აშკარად ჩანს

ადრინდელი საქმიანი დანიშნულების ფუნქციების დაკარგვა და ახალი „სალხინო“ დანიშნულების ჩართვით მისი ევოლუციურ ჩიხში შესვლაც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.3.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ივ. ჯავახიშვილი. მასალები ქართველი ერის მატერიალური კულტურის ისტორიისათვის, I. მშენებლობის ხელოვნება, თბილისი, 1948, გვ. 12.
2. სულხან საბა ორბელიანი. ქართული ლექსიკონი, ტფილისი, 1928, გვ. 175, 189, 292.
3. Пр. М. Ткемаладзе. Тифлисский Сионский кафедральный собор, 1904, стр. 102.
4. ვ. ბერიძე. XVIII საუკუნის ქართველ ხუროთმოძღვართა ნახაზები. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის მოამბე, ტ. XVI-B, 1947, გვ. 220—235.
5. პ. ზაქარაია, ქსანის, მკადიჯვარის და მუხრანის ციხე-სიმაგრეები, 'აკად. ს. ჯანაშიას სახ. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის მოამბე, ტ. XVIII-B, 1954.

ლიტერატურის ისტორია

ბ. აბუნიანიძე

60-იანი წლების რუსულ-ქართული ლიტერატურული
ურთიერთობის ისტორიიდან

(ნიკო ნიკოლაძე და ჟურნალი „სოვკამენიკი“)

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. კეკელიძემ 21.2.1958)

ჟურნალ „სოვრემენიკს“ უმნიშვნელოვანესი ადგილი უჭირავს რუსეთის რევოლუციურ-დემოკრატიული აზროვნების განვითარებაში. ეს ჟურნალი, განსაკუთრებით 60-იანი წლების რევოლუციურ სიტუაციაში, გადაიქცა რუსეთის ყველაზე პროგრესული ძალების ტრიბუნად, საიდანაც გაისმა გაბედული პროტესტის ხმა ბატონყმური ჩაგვრისა და სავითაპრობელობის წინააღმდეგ.

„სოვრემენიკი“, როგორც რევოლუციური დემოკრატიის მოწინავე დროშა, ქართველი მოაზროვნე ახალი თაობის დიდ ყურადღებას იქცევდა და წარმოადგენდა მისი იდეური შთაგონების წყაროს. ამ ჟურნალის რედაქციასთან 60-იან წლებში, კერძოდ, ახლო ურთიერთობა ჰქონდა გამოჩენილ ქართველ მოაზროვნეს ნიკო ნიკოლაძეს. ამ ურთიერთობის შესწავლა წინ გვიშლის მეტად საინტერესო ფურცლებს რუსულ-ქართული ლიტერატურული ურთიერთობის ისტორიიდან.

ნიკო ნიკოლაძე „სოვრემენიკის“ კითხვას მთელი შეგნებით დაეწაფა სწორედ იმ დროს, როცა იგი ჩერნიშევსკის და დობროლიუბოვის წყალობით რევოლუციური პროპაგანდის უძლიერესი იარაღი გახდა. 1859 წელს „სოვრემენიკმა“ მიიღო ახალი განყოფილების — „პოლიტიკის“ ჩამოყალიბების უფლება. ეს ჩერნიშევსკის შესაძლებლობას აძლევდა გაეშუქებია საერთაშორისო ცხოვრების საკითხები. საფრანგეთისა და ავსტრიის ომი, იტალიის გაერთიანება, ბრძოლა ამერიკაში ზანგების განთავისუფლებისათვის მისი ყურადღება ცენტრში იდგა. ამ მიმოხილვებში აისახა ერთ-ერთი ძირითადი თემა რევოლუციურ-დემოკრატიული პუბლიცისტიკისა — ლიბერალიზმის მხილება“ [1].

ჩერნიშევსკისა და დობროლიუბოვის წერილებში, რომელთაგან მოჰქროდა. ლენინის სიტყვით რომ ვთქვათ, კლასობრივი ბრძოლის სული, გატარებული იყო გლეხური რევოლუციის იდეა, ბატონყმობისა და თვითმპყრობელობის განადგურების იდეა. ამასთანავე ახალი, რევოლუციური რუსეთის ეს გაბედული იდეოლოგები, მეტის ცენზურის სისასტიკის მიუხედავად, ჟურნალის ფურცლებზე ახერხებდნენ დაეცვათ რეალისტური ლიტერატურის ტრადიციები, გაეტარებინათ მატერიალისტური ფილოსოფიისა და ესთეტიკის პრინციპები.

ქართველი სტუდენტების, მათ შორის ნ. ნიკოლაძის, მონაწილეობამ სტუდენტთა არეულობაში, და ამის შედეგად კრონშტადტის კახემატებში ყოფნამ გააღრმავა მათში რევოლუციური რწმენა. აღსანიშნავია, რომ სტუდენტთა ამ არეულობას ლენინი თვლის 60-იანი წლების რევოლუციური სიტუაციის ერთერთ ნიშანდობლივ გამოვლენად. ახასიათებს რა 60-იანი წლების რევოლუციურ აღმავლობას, ლენინი წერს: „დემოკრატიული მოძრაობის გამოცოცხლება ევროპაში, მღელვარება პოლონეთში, უკმაყოფილება ფინეთში, პოლიტიკური



რეფორმების მოთხოვნა მთელი პრესის და მთელი თავად-აზნაურობის „კოლოკოლის“ გავრცელება მთელს რუსეთში. ძლიერი ქადაგება ჩერნიშევსკისა, რომელსაც ლეგალური სტატიებიტაც კი შეეძლო ნამდვილი რევოლუციონერების აღზრდა, პროკლამაციების გაჩენა, მღელვარება გლეხობისა, რომლებსაც „ძალიან ხშირად“ სამხედრო ძალისა და სისხლისღვრის საშუალებით აიძულებდნენ იმ „დებულების“ მიღებას, რომელიც სულიაზნორციანად ფცქვიდა მათ, აზნაურ მომრიგებელ მოსამართლეთა კოლექტიური უარი ასეთი „დებულების“ გატარებაზე, სტუდენტების არეულობა — ასეთ პირობებში უაღრესად ფრთხილსა და ფხიზელ პოლიტიკოსსაც კი უნდა ელიარებინა, რომ რევოლუციური აფეთქება სავსებით შესაძლო იყო და გლეხთა აჯანყება მეტად სერიოზულ საფრთხეს წარმოადგენდა“ [2].

პირველი რევოლუციური ნათლობის დროს, პატიმრობის დღეებში ნ. ნიკოლაძისათვის კიდევ უფრო ნათელი შეიქნა „სოვრემენიკის“ ფურცლებზე გამოქვეყნებული სტატიების პოლიტიკური არსი. იგი მკიდროდ ჩაება იმ დროის მოწინავე საზოგადოებრივ ინტერესებში, რამაც ბუნებრივად მიიყვანა ნ. ნიკოლაძე რევოლუციურ-დემოკრატიულ მოძრაობის შტაბთან — ჩერნიშევსკის ჯგუფთან და მის „სოვრემენიკთან“.

ჩვენ აქ არ შევეხებით ნ. ნიკოლაძის პირად და იდეურ ურთიერთობას თვით ჩერნიშევსკისთან. აქ შევჩერდებით მხოლოდ იმ მომენტებზე, რომლებიც ახალგაზრდა ქართველ მოაზროვნეს აკავშირებს ჟურნალ „სოვრემენიკის“ რედაქციასთან და მის თანამშრომლებთან.

„სოვრემენიკის“ თანამშრომლებს ნიკო ნიკოლაძე ჩერნიშევსკისთან გაეცნო. ჩერნიშევსკის ოჯახში, — წერს იგი, — „დადიოდენ... „სოვრემენიკ“-ის სხვა თანამშრომლებიც, ანტონოვიჩის გარდა. მაგრამ ისინი მეტ წილად ბელეტრისტები იყვნენ, რომელნიც მე ნაკლებად მაინტერესებდენ. დიდი ნიჭის პატრონნი, ტურგენევისა და გრ. ლ. ნ. ტოლსტოის მაგვარნი, მაშინ აღარ დაიარებოდენ მასთან. მათ და „სოვრემენიკ“-ს შორის დიდი ხანია თურმე უსიამოვნება საუფედო და ერთი წლის წინათ კი უკვე მომხდარიყო საბოლოო გათიშვა. ძალიან მინდოდა ერთგვებდროდი ი. გ. ყუკოვსკის, რომლის ეკონომიურმა წერილებმა უკვე მიიქცია საზოგადოების ყურადღება, მაგრამ როგორღაც ეს არც ერთხელ არ მოხერხდა. სწორედ იმ დღეებში მოდიოდა იგი ჩერნიშევსკისთან, როცა მე რაიმე მიზეზის გამო იქ არ ვიყავი“ ([3], გვ. 124).

ნ. ნიკოლაძე იმდენად მკიდროდ დაუკავშირდა „სოვრემენიკის“ თანამშრომლებს, რომ მალე მისთვის უცნობი არ იყო რედაქციის მცირე საიდუმლოებაც კი. იგი განსაკუთრებით ადევნებდა თვალს „სოვრემენიკში“ დასაბეჭდად გამზადებულ სტატიებში მეფის ცენზურის მიერ დამახინჯებულ და აკრძალულ ადგილებს, რათა რევოლუციური აზროვნების სრულ კურსში ყოფილიყო. — „პირადათ მე, თუმცა ქართველ სტუდენტებთან ვცხოვრობდი, მოგვიტორობს იგი, — მაგრამ ჩემ დროს მეტ ნაწილს ვატარებდი იმ ყმაწვილებთან, რომელთაც დაუფემგობრდი ჩვენი დაქვრის დღეებში, „ბაბილონის ტყვეობას“ რომ ვუწოდებდით. პიოტროვსკის თავის მოკვლის და ლინევის სამშობლოში გადასახლების შემდეგ, მე დამჩრენ მეგობრები: ლევ სამარინი და რაქვესტვენსკი. ინათ გამაცვენეს ე. სტოპაკევიჩი, „სოვრემენიკ“-ის უფროსი კორექტორი. ის მაძლევდა წასაკითხავად „სოვრემენიკ“-ის წერილებს კორექტურებში, მათი გამოსვლის რამდენიმე კვირის წინ. მასთან მე საბოლოოდ ჩავები მოწინავე მოძრაობის ინტერესებში. მალე ჩემი ინტერესი უფრო გააძლიერა სტოპაკევიჩის მეგობარი მოსკოველი სტუდენტების მისვლა-მოსვლამ; ისინი დადიოდენ ყოველთვის ცალ-ცალკე, და ყოველთვის ერთი და იმავე ჩემოდანით, რომელიც გატენილი იყო ახლად დაბეჭდილ ლიტერატურით რვეულებით. ბიუნენისა და ფეიერბახის მატერიალისტური თხზულებებით, რომელთაც საიდუმლოდ სცემდა ეს წრე: „ძალა და მატერია“, „რელიგიის არსი“ და სხვა. იმ ჯერზე მათ მო-

იტანეს ახალი გამოცემის დასაწყისი: „ქრისტიანობის არსი“, რომელიც მეც ავიღე გასავრცელებლად ქართულ წრეებში. ეს ყმაწვილები მე რამდენჯერმე ჩერნიშევსკის სახლშიც შემხვდნენ“ (სპ, გვ. 129—130).

ნ. ნიკოლაძე სრული სიზუსტით გადმოგვცემს „სოვრემენიკის“ ისტორიას 1862 წლის პირველ ნახევარში, მის ახლო თაყაშპრობობას რედაქციაში, ყურნალის დევნას ჯალათური ცენზურის მიერ, რომელიც კრძალავდა ამ ორგანოს ათეულ ნახეკდ ოაზახებს. 1862 წლის ივნისში „სოვრემენიკი“ შეჩერებულ იქნა „მანებელი მიმართულებისათვის“ 8 თვის ვადით. მის დახურვამდე ერთი წლით ადრე ყურნალმა მძიმე დანაკლისი განიცადა: მოკვდა დობროლიუბოვი, ხოლო 1862 წლის 7 ივლისს თვითმპყრობელობამ პეტრე-პავლეს ციხე-სიმაგრის კაზემატებში ჩააგდო ჩერნიშევსკი.

ნ. ნიკოლაძეზე უდიდესი შთაბეჭდილება დატოვა ყოველივე ამან. „რავითარ რევოლუციას მე მასწო (პეტერბურგში — გ. ა.) აღარ ველოდი, — წერს იგი, — უნივერსიტეტი დაპეტროლი იყო, საჯარო ლექციები დახურული, „სოვრემენიკი“ აკრძალული...“.

ასეთ ვითარებაში დატოვა ნიკოლაძემ პეტერბურგი და სამშობლოში გამოემგზავრა. მაგრამ ნიკო ნიკოლაძეს კავშირი არ შეუწყვეტია „სოვრემენიკის“ რედაქციასთან. როგორც ცნობილია, „სოვრემენიკის“ გამოცემა ნიკრასოვმა განაახლა 1863 წლის თებერვალში. ერთი წლის შემდეგ 1864 წლის „სოვრემენიკის“ მერვე ნომერში ZZ-ის ფსევდონიმით ნიკო ნიკოლაძეს მოუთავსებია მოთხრობა „პროვინციალური სურათები“ [4]. ამავე ნომერში დაბეჭდილია რევოლუციურ-დემოკრატიული ბანაკის ცნობილი წარმომადგენლების სალტიკოვ-შჩედრინის, ანტონოვიჩის, ელისეევის და სხვათა თხზულებანი. ნ. ნიკოლაძის ნაწერი „პროვინციალური სურათები“ ყურადღებას იქცევს 60-იანი წლების საქალაქო ცხოვრების სოციალურ წინააღმდეგობათა რეალისტური ჩვენებით. მოთხრობაში მაშინდელი ცხოვრების იმდენად შავ-ბნელი სურათებია დახატული, რომ ავტორი იძულებულია ცენზურის თვალის ასახვევად აღწინსოს, რომ იგი გვიამბობს გარდასულ დროთა ამბებზე. არსებითად, ოდნავ დაკვირვებული თვალის შეამჩნევს, რომ აქ აღწერილია თანამედროვე ცხოვრება, კერძოდ გუბერნიის ქალაქის არასახარბიელო სოციალური სურათები, გაბატონებული კლასების ზნეობრივი დეგრადაცია, თვითმპყრობელური სახელმწიფოებრივი და საზოგადოებრივი სისტემის სრული სიდაშპლე. ამიტომ ბუნებრივია, რომ ნ. ნიკოლაძეს თავისი მოთხრობის ეპიგრაფად გამოუყენებია ნიკრასოვის სიტყვები: „He весела ты, родная картина!“.

1865 წლის ნ. ნიკოლაძეს „სოვრემენიკში“ გაუგზავნია სტატია ქართული ლიტერატურის შესახებ. ეს ჩანს „სოვრემენიკის“ რედაქტორისადმი გაგზავნილი კ. ლორთქიფანიძის შემდეგი წერილიდან: „ბ. ნიკოლოზ ნიკოლაძემ, მცხოვრებმა პარიზში (rue de seine, 45), დამავალა გადავცე ყურნალ „სოვრემენიკის“ რედაქციას ამათსახ დართული სტატია ქართულ ლიტერატურაზე თხოვნით, რომ მისწეროთ მას ამ სტატიის ბედის შესახებ პირდაპირ პარიზში არაფრანკირებული ბარათით. — კ. ლორთქიფანიძე.“

P. S. თუ რედაქცია მოისურვებს პასუხის ჩემთვის გადმოცემას, მას შეუძლია გადმომიგზავნოს იგი ვასილის კუნძულზე. შუა პროსპექტისა და მცირე ჩევის სანაპიროს კუთხეში, ყუკოვის სახლში, ბინა № 13. ამასთანავე მინდა ვაცნობო რედაქციას, რომ ავტორის სურვილია სტატია დაბეჭდოს ხელმოუწერლად, თუ კი ეს შესაძლებელი იქნება. 25 ივნისი, 1865 წ.“.

ნ. ნიკოლაძის ეს სტატია, როგორც ირკვევა, წარმოადგენდა კრებულ „ჩონჯურში“ მოთავსებული ქართული ლიტერატურის მდიდარი მასალის კრიტიკულ განხილვას. სამწუხაროდ, ქართველი კრიტიკოსის ეს საინტერესო წერილი ჯერჯერობით აღმოჩენილი არ არის.



ამრიგად, პარიზში ყოფნის დროს ნიკო ნიკოლაძე თანამშრომლობდა მხოლოდ „კოლოკოლში“. არამედ მას „სოვრემენიკშიც“ უცდია თანამშრომლობის აღდგენა. აღსანიშნავია, რომ ერთი წლის შემდეგ, 1866 წელს, ენევაში დაბეჭდილ ერთ-ერთ თავის ბროშურაში იგი აღწერდა „სოვრემენიკის“ დევნას ჩეფის ცენზურის მიერ და ხაზს უსვამდა იმ გარემოებას, რომ „სოვრემენიკი“ იცავდა გლეხთა ინტერესებს და რომ ჩერნიშევსკი იყო ის დიდი რევოლუციონერი მოაზროვნე, რომელიც ახერხებდა ჯალათური ცენზურის თვალყურის დევნების, შევიწროებისა და ჩაგვრის პირობებშიც კი ეჩვენებინა მისი ღირსეულობისათვის გლეხთა მასების კაბალური ცხოვრება, ხმა აემაღლებინა მის დასაცავად. — „რადღა უნდა ითქვას იმ სამხიელ შევიწროვებაზე, — წერდა ქართველი პუბლიცისტი, — რომელიც თავს ატყუებოდა ორ-სამ ისეთ გამოცემას, რომელიც ხალხის ინტერესებს თავად-აზნაურების ინტერესებზე მალდა აყენებდნენ. მიუხედავად ამ შევიწროება-ჩაგვრისა, ამ ჟურნალებში ხანდახან მაინც გააპარებდნენ ხოლმე ცოტაოდენს იმას, რის თქმაც მათს თანამშრომლებს სწადლათ. ასეთი იყო, მაგალითად, სტატიები: „О новых условиях крестьянского быта“ ან სტატია „Груден ли выкуп земли?“ რომლებიც „Современник“-ში დაბეჭდა. ამგვარი სტატიების დაბეჭდვას სდევდა, ჯერ ერთი, ცენზორებისადმი საყვედური, მეორე მხრით, ბრძანება, რომ მთლიანად იმის მსგავსი არა გაეშვათ რა და, მესამე მხრით — უფრო მეტად შევიწროება-დაჩაგვრა იმ ჟურნალისა, რომელმაც დაბეჭდა მთავრობისათვის უსიამოვნო სტატიები“ (13, გვ. 224).

ნ. ნიკოლაძე ახერხებდა „სოვრემენიკის“ რევოლუციონურ-დემოკრატიული ტრადიციები დაეცვა არა მხოლოდ საზღვარგარეთის თავისუფალ პრესაში, არამედ მეფის რუსეთის სინამდვილეშიც. ამ მხრივ მეტად საყურადღებოა ნ. ნიკოლაძის სტატიები, გამოქვეყნებული ჯერ კიდევ 1864 წელს, პეტერბურგში მისივე რედაქტორობით გამოცემულ გაზეთში „ნაროდნოე ბოგატსტვო“. ამ გაზეთში ქართველი პუბლიცისტი ცნობილი რეაქციონერი კატკოვისა და მისი კომპანიის თავდასხმისაგან იცავს „სოვრემენიკს“ [5].

კერძოდ, ქართული ჟურნალ-გაზეთების ფურცლებზე ნ. ნიკოლაძე ყოველთვის უდიდეს შეფასებას აძლევდა „სოვრემენიკს“, როგორც მოწინავე რუსული აზროვნების მდროშეს.

ნ. ნიკოლაძე, რომ 60-იან წლებში გლეხთა ინტერესების დამცველი იყო, როგორც ჭეშმარიტი რევოლუციონერი-დემოკრატი, ეს კარგად სცოდნიათ თვით „სოვრემენიკის“ თანამშრომლებსაც, რასაც ამტკიცებს ერთი საგულისხმო ფაქტი. ნ. ჩერნიშევსკის ვაჟს მიხეილ ჩერნიშევსკის ნ. ნიკოლაძისთვის გამოუგზავნიდა 80-იან წლებში ერთი თხზულება და მასთან დაკავშირებით მოუწერია შემდეგი ბარათი: „Разбитая бумага и корректуры отца, хранившиеся у А. Н. Пыпина, я нашел в них отдельный отгиск одной статьи из „Современника“ (не отцовский) с очень трогательной надписью автора (мне незнакомого), обращенную к Вам. Очевидно это принадлежало к числу бумаг, которые были захвачены у отца при его аресте (дата надписи 9—июня 1862 г.) и потом возвращены через Сенат А. Н. Пыпину, который и забыл о них“⁽¹⁾

წიგნი, რომელიც მიხ. ჩერნიშევსკის გამოუგზავნია, არის „სოვრემენიკის“ უახლოესი თანამშრომლის ე. სტოპაკვიჩის პიესა „Родные картины“, რომელზედაც ვკითხულობთ ავტორის შემდეგ წარწერას: „Будущему витязю Имеретии, другу несчастного крестьянина и ревнителю демократизма, Ни-

(¹ აქ მოხსენებული ამონაბეჭდი „სოვრემენიკიდან“ და მ. ჩერნიშევსკის ბარათი ნ. ნიკოლაძისადმი, დაცულია ქართველი პუბლიცისტის არქივში (მარქსის სახ. თბილისის საჯარო ბიბლიოთეკაში).

копию Яковлевичу Николадзе на память от автора“. ეს წარწერა ნათლად მეტყველებს ახალგაზრდა ქართველი პუბლიცისტის რევოლუციურ-დემოკრატიულ განწყობილებებზე და მის მკიდრო იდეურ კავშირზე „სოვრემენიკის“ ჯგუფთან.

ამის შემდეგ, ბუნებრივია, ნ. ნიკოლაძეს დაეწერა „სოვრემენიკის“ შესახებ ისეთი შთაგონებული სიტყვები, რომლებიც თავისი მაღალი პათოსით ყოველთვის გამოიწვევს ჩვენს აღტაცებას და მუდამ დარჩება, როგორც ჩერნიშევსკის ჟურნალის იდეური შეფასების ბრწყინვალე ნიმუში.

აი, ნიკო ნიკოლაძის ეს სიტყვებიც: „რა დრო იყო მაშინ, რომ იცოდე, მკითხველო, რანაირი მოუთმენლობით და წყურვილით ველოდი ჩვენ, ახალგაზრდები, იმ ბედნიერ დღეს, როცა საყვარელი ჟურნალის „სოვრემენიკის“ ახალი წიგნი გამოვიდოდა. რა აღტაცებით და აჩქარებით, რა სიხარულით და დაუღალავად ვეწაფებოდით ჩვენ მის კითხვას, რანაირად გვიფეთქავდა ჩვენ მაშინ გული, გვიღელავდა გრძნობა და გვეწოდა ტვინი და გონება. რამდენი კრძელი, ბოლომოუღეგელი, ჩრდილოეთის ზამთრის დამე გვითენებია ჩვენ მის კითხვაში, მის აზრების რჩევაში, მის სიტყვების სჯაში, მათზე დავაში, და რამდენი შემდეგი დამეებით მოუსვენრად უწვალევივართ იმ გრძნობის მღელვარებას, იმ აზრის მუშაობას, რომელიც ამ ჟურნალს ჩვენში მოუხდენია. ვინ დათვლის ამ ხანგრძლივი ბედნიერების, აღტაცების და გრძნობის ამალღების დღეებს, ან ვინ დაივიწყებს მათ სანიადაგოთ გულში ჩაჭედდის კვალს. რამდენი იყო იმ დროს ჩვენისთანა ახალგაზრდა, ჩვენივე გრძნობის თანამოაზრენი, ჩვენი მომავალი ბედისა და უბედურების თანამომენი. სად არიან დღეს ისინი? ან სად არიან ის გამირები, ვისი სიტყვა ჩვენ გონებას გვიხსნიდა, ვისი მაგალითი კაცად გვხდიდა, ვისი შრომა და ტანჯვა გვაკეთილშობილებდა და გვამალლებდა?... „Одних уж нет, а те далече“, ზოგი მოკვდა, ზოგი დაიკარგა, ზოგი კი... მაგრამ დავივიწყოთ ეს უკანასკნელი „ზოგი“, რომ ჩვენი მეხსიერება და მოგონება იმ პირველების ნათელ და წმინდა ხსოვნას მოვანდომოთ, რომლებმაც თავიანთი მოვალეობა მტკიცედ ასრულეს, საქმით სიტყვა ამართლეს და რწმუნებისათვის, კეთილი საქმისათვის, მომავლისათვის თავი დადვეს... მათი სწავლა, მათი ცხოვრება, მათი გზა და ბედი ჩვენი სამკვიდრებელია“ [6].

უკანასკნელ სტრიქონებში მოხსენებულ სამაგალითო გამირებში ქართველი მოაზროვნე გულისხმობდა ჩერნიშევსკისა და დობროლუბოვს.

ნ. ნიკოლაძის ეს შესანიშნავი სიტყვები, თქმული 60-იანი წლების რუსული რევოლუციური აზროვნების მოწინავე დროის — „სოვრემენიკის“ შესახებ, გამოხატავდა იმ დროის ქართული საზოგადოების პროგრესული ფენების იდეებსა და განწყობილებებს.

ასეთია დიდი ქართველი მოაზროვნის ნ. ნიკოლაძის ურთიერთობა ჟურნალ „სოვრემენიკთან“.

ზემოთ მოყვანილი ფაქტები ნათლად მეტყველებს რუსი და ქართველი ხალხების ლიტერატურული ურთიერთობის შესანიშნავ ტრადიციებზე, რომლებიც ჯერ კიდევ 60-იანი წლების გარიჟრაჟზე ჩამოყალიბდა და განმტკიცდა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

რუსთაველის სახელობის

ქართული ლიტერატურის ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 21.6.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Сборник материалов к изучению истории русской журналистики. Москва, вып. II, 1952, стр. 17.
- 2 ვ. ი. ლენინი. თხზულებანი, IV გამოცემა, ტ. 5, გვ. 34—35.
- 3 ნ. ნიკოლაძე, თხზულებანი, ტ. I. თბილისი, 1931.
4. «Литературное наследство», № 53—54, 1949, стр. 286, 288.
5. Н. Скандели [Н. Я. Николадзе]. Критические очерки—обозрение русской журналистики, первая элегия, газ. «Народное богатство», № 19, 1864.
6. შურ. „კრებული“, № 4, 1873. გვ. 151—158.

მთ. რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

ხელმოწერილია დასაბუქლად 22.7.1958; შეკვ. № 1184; ანაწყოზის ზომა 7×11;
 ქალაღდის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოღენოზა 8,63;
 ნაბეჭდი ფურცლების რაოღენოზა 10,96; უე 03461; ტირაჟი 800

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

დებულება „საქართველოს სსრ მიცენირებათა აკადემიის მოაზრის“ შესახებ

1. „მოაზრეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებ-სა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მიხედვით შედეგები.
2. „მოაზრეში“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოაზრე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს; არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრი-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოაზრის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრი-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 წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, საესებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არაფეთარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდა გვარად სრული; საჭიროა აღნიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენაზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, კმეჭინცკის ძ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XX, № 6, 1958

Основное, грузинское издание