

524
1950



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
გ მ ა გ ე

გოგნი XI, № 2

ქიკითარი. ქართული გამომცემი

1950

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი

შ ი ნ ა ბ რ ს ი

88•

მათემატიკა

1. გ. წ ი თ ლ ა ნ ა ძ ე. არაწრფივ ფუნქციონალურ განტოლებათა ერთი კლასის შესახებ 71
 2. კ. შ ა რ ჯ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი. ვარინგის პრობლემის ერთი განხილვების შესახებ . . . 79

ქიმია

3. ვ. კ ა კ ე ლ ა შ ვ ი ლ ი. წყალბადისა და ბრომის ნარეგების სითბური აალება . . . 83

ქიმიური ტექნოლოგია

4. კ. კ ა კ ა ბ ა ძ ე და თ. გ ა ჩ ე ჩ ი ლ ა ძ ე. ლარიბი აღმოდნების გამოყენების გზები . . 91

ბიოლოგია

5. პ. გ ა მ ყ რ ე ლ ი ძ ე. ახალი მონაცემები კვასის რაიონის ტექტონიკის შესახებ . . 99

ბალეონტოლოგია

6. შ. შ უ ნ ა ძ ე. აღმოსავლეთ საქართველოს სარმატული ფლორის იერი 103

ზოოლოგია

7. პ. რ ე კ ი. აბლაბუდიანი ტყიპების რიცხოვნობის დინამიკა დაპირისპირებული ფაქტორების შესახებ 107

პარაზიტოლოგია

8. ნ. ჯ ა ფ ა რ ი ძ ე. *ixodidae*-თა ოჯახის ტყიპების ახალი სახეობანი საქართველოდან . 115

ფსიქოლოგია

9. ი. ბ ძ ე ლ ა ვ ა. თანამიმდევარი ხატი და ფიქსირებული განწყობა 121

ტექნიკის ისტორია

10. ი. გ ძ ე ლ ი შ ვ ი ლ ი. ძველი ხიდი თბილისში მდ. ვერეხე 129

მათემატიკა

ე. წითლანაძე

არაწრფივ ფუნქციონალურ განტოლებათა ერთი კლასის შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ე. კუპრაძემ 7.12.1949)

წინამდებარე შრომაში ჩვენ განვიხილავთ საზოგადოდ არაწრფივ ფუნქციონალურ განტოლებებს (მაგ. ინტეგრალურ განტოლებებს) L_p ($p > 1$) სივრცეში, რომლებსაც აქვთ წრფივი ფუნქციონალური განტოლებების ზოგიერთი თვისება. ანალოგიური საკითხები განიხილეს ზოგიერთმა საბჭოთა [1, 2, 3] და საზღვარგარეთელმა მათემატიკოსებმა ჰილბერტის სივრცეში. ჩვენ ვამტკიცებთ, რომ შედეგები, რომლებიც მიღებული იყო ხსენებული განტოლებებისათვის ჰილბერტის სივრცეში, შეიძლება გავავრცელოთ ნებისმიერი ხარისხის საშუალო კრებადობის სივრცეზე.

§ 1. განვიხილოთ ფუნქციონალური სივრცე L_p ($p > 1$), ე. ი. ყველა ნამდვილი, ზომადი $x(s)$ ფუნქციების სიმრავლე სეგმენტზე $0 \leq s \leq 1$, რომლებისათვისაც არსებობს ინტეგრალი $\int_0^1 |x(s)|^p ds$ ლებეგის აზრით. დავუშვათ, რომ $f(x)$

არის რომელიმე ფუნქციონალი, განსაზღვრული მთელ L_p სივრცეში და წარმოებადი ყოველ წერტილში $x(s) \in L_p$ ფრეშეს აზრით, ე. ი. თუ $x, h \in L_p$, მაშინ

$$f(x+h) - f(x) = df(x; h) + \omega_f(x; h), \quad (1)$$

სადაც $df(x; h)$ არის h -ის მიმართ წრფივი ფუნქციონალი და

$$\lim_{\|h\| \rightarrow 0} \frac{|\omega_f(x; h)|}{\|h\|} = 0.$$

პირობიდან, რომ $f(x)$ ფუნქციონალი არის წარმოებადი, განისაზღვრება h -ის მიმართ წრფივი $df(x; h)$ ფუნქციონალი, რომელიც რისის ცნობილი თეორემის ძალით L_p სივრცეში შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:

$$df(x; h) = \int_0^1 Lx(s) h(s) ds = (Lx, h),$$

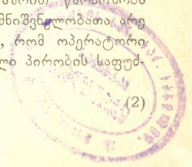
სადაც

$$Lx \in L_q, \quad q = \frac{p}{p-1} > 1;$$

ამგვარად, $f(x)$ ფუნქციონალის დიფერენციალი ფრეშეს აზრით წარმოშობს რაღაც, საზოგადოდ არაწრფივ, Lx ოპერატორს, რომლის მნიშვნელობათა არე Lq სივრცეშია მოთავსებული. შემდგომ ჩვენ ვივლით სხეობთ, რომ ოპერატორი Lx არის თვითონ წარმოებადი ფრეშეს აზრით. უკანასკნელი პირობის საფუძველზე შეგვიძლია დავწეროთ შემდეგი ტოლობა:

$$(dL(x; h), h_1) = (dL(x; h_1), h), \quad (2)$$

4040



სადაც

$$x, h, h_1 \in L_p, dL(x; h), dL(x, h_1) \in L_q;$$

(2)-ის ძალით Lx -ს შეგვიძლია ვუწოდოთ სიმეტრიული ოპერატორი. გარდა ამისა მოვითხოვთ, რომ $Lx = \theta_q$ მხოლოდ მაშინ, როდესაც $x = \theta_p$ (θ_p და θ_q არიან, შესაბამისად, L_p და L_q სივრცეების ნულოვანი ელემენტები). საბოლოოდ დავუშვათ, რომ Lx ერთეულ სფეროში $S_1 \in L_p$ აკმაყოფილებს ლიფშიცის პირობას:

$$\|Lx_1 - Lx_2\|_q \equiv M \|x_1 - x_2\|_p, \quad (3)$$

სადაც $x_1, x_2 \in S_1$, M არის მუდმივი, რომელიც დამოუკიდებელია x_1 და x_2 -ის არჩევაზე S_1 -დან. უკანასკნელი ორი პირობა უზრუნველყოფს Lx ოპერატორის შემოსაზღვრულობას ყველა $x \in S_1$ -თვის.

§ 2. ვთქვათ, რომ $\{\varphi_i(S_1)\}$ მიმდევრობა წარმოადგენს ჰაარის ორთოგონალურ სისტემას. შეუდგურის ცნობილი თეორემის ძალით, თითოეულ ელემენტს $x(s) \in S_1$ შეესაბამება მწკრივი

$$\sum_{i=1}^{\infty} c_i \varphi_i(s),$$

ისეთი, რომ

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^1 \left[x(s) - \sum_{i=1}^n c_i \varphi_i(s) \right]^p ds = 0, \quad (4)$$

სადაც

$$c_i = \int_0^1 x(s) \varphi_i(s) ds, \quad (i = 1, 2, \dots).$$

თუ აღვნიშნავთ

$$A_n x = \sum_{i=1}^n c_i \varphi_i, \quad R_n x = \sum_{i=n+1}^{\infty} c_i \varphi_i, \quad (5)$$

მაშინ ადგილი აქვს შემდეგ ლემას:

ლემა 1. თუ $f(x)$ არის სუსტად უწყვეტი ფუნქციონალი S_1 -ში, მაშინ ნებისმიერი $\varepsilon > 0$ რიცხვისათვის არსებობს მთელი რიცხვი $N = N(\varepsilon)$ (დამოკიდებული მხოლოდ ε -ზე), ისეთი, რომ ყველა $n \equiv N$ -თვის და ნებისმიერი $x \in S_1$ -თვის გვაქვს უტოლობა:

$$|f(A_n x) - f(x)| < \varepsilon. \quad (6)$$

განსახილვრა 1. Lx ოპერატორს, რომელიც წარმოშობილია სუსტად უწყვეტი $f(x)$ ფუნქციონალის ფრეშეს დიფერენციალით, ვუწოდებთ სავსებით უწყვეტს, თუ იგი $S_1 \in L_p$ სფეროს ელემენტების სიმრავლეს გადასახავს კომპაქტურ სიმრავლეში.

ლემა 2. თუ $Lx = A_n Lx + B_n Lx$ არის სუსტად უწყვეტი $f(x)$ ფუნქციონალის ფრეშეს დიფერენციალით წარმოშობილი ოპერატორი და $|\omega_f(x; h)| = |f(x+h) - f(x) - (Lx, h)| \equiv C \|h\|^2$, სადაც C რო-

მელიმე მუდმივია, მაშინ ნებისმიერი $\varepsilon > 0$ -თვის არსებობს რიცხვი $N = N(\varepsilon)$, ისეთი, რომ ყველა $x \in S_1 \in L_p$ და ყველა $n \geq N$ -თვის გვაქვს უტოლობა

$$\|R_n Lx\| < \varepsilon. \quad (7)$$

დამტკიცება. $\{x_i\}$ მიმდევრობის ორთოგონალობის ძალით გვაქვს:

$$(A_n Lx, R_n x) = 0; \quad (R_n Lx, A_n x) = 0, \quad (8)$$

მაშასადამე, თითოეული L_p და L_q სივრცეთაგანი იშლება ორი სივრცის პირდაპირ ჯამად:

$$\left. \begin{aligned} L_p &= A_n L_p + B_n L_p, \\ L_q &= A_n L_q + B_n L_q, \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

სადაც ყოველი ელემენტი $A_n L_p$ სიმრავლიდან ორთოგონალურია $R_n L_q$ სიმრავლისა და ყოველი ელემენტი $R_n L_p$ სიმრავლიდან ორთოგონალურია $A_n L_q$ სიმრავლის, რაც შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგნაირად:

$$(A_n L_p, R_n L_q) = 0, \quad (R_n L_p, A_n L_q) = 0. \quad (10)$$

ამისთან ერთად

$$L_p = \bar{L}_q, \quad A_n L_p = \overline{A_n L_q}, \quad R_n L_p = \overline{R_n L_q}.$$

ეთქვას, $h(s) \in R_n L_p$, მაშინ

$$f(x + \mu h) - f(x) = \mu (R_n Lx, h) + \omega_f(x; \mu h), \quad (11)$$

სადაც μ რომელიმე ნამდვილი რიცხვია; ბანახის თეორემის ძალით [4], მოცემული $R_n Lx$ -თვის არსებობს ელემენტი $h = h_0 \in R_n L_p$, ისეთი, რომ

$$(R_n Lx, h_0) = \|R_n Lx\| \|h_0\|. \quad (12)$$

შენიშნით აგრეთვე, რომ

$$A_n(x + \mu h) = A_n x. \quad (13)$$

(12) და (13)-ის ძალით (11)-დან მივიღებთ:

$$\mu \|R_n Lx\| \|h_0\| = f(x + \mu h_0) - f(A_n(x + \mu h_0)) + f(A_n x) - f(x) - \omega_f(x; \mu h); \quad (14)$$

აქედან გვაქვს:

$$\mu \|R_n Lx\| \|h_0\| \equiv |f(x + \mu h_0) - f(A_n(x + \mu h_0))| + |f(A_n x) - f(x)| + C\mu^2 \|h_0\|^2. \quad (15)$$

1-ლი ლემის ძალით ნებისმიერი $\varepsilon_1 > 0$ -თვის არსებობს ისეთი რიცხვი $N = N(\varepsilon_1)$, რომ ყველა $n \geq N(\varepsilon_1)$ -თვის და x -თვის გვაქვს უტოლობანი

$$\left. \begin{aligned} |f(x + \mu h_0) - f(A_n(x + \mu h_0))| < \varepsilon_1, \\ |f(A_n x) - f(x)| < \varepsilon_1. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

თუ მივიღებთ, რომ $\mu = \frac{\sqrt{\varepsilon_1}}{\|h_0\|}$, მაშინ, (16) ის ძალით, (15)-დან მივიღებთ

$$\|R_n Lx\| < \varepsilon_1,$$

სადაც

$$\varepsilon = (2 + c) \sqrt{\varepsilon_1}.$$

თეორემა 1. ოპერატორი Lx , რომელიც წარმოშობილია სუსტად უწყვეტი $f(x)$ ფუნქციონალის ფრეშეს დიფერენციალიდან და რომელიც აკმაყოფილებს პირობას $|\omega_f(x; h)| \equiv C \|h\|^2$, არის სავსებით უწყვეტი.

დამტკიცება. ვთქვათ, $\{Lx\} \in L_q$ არის Lx ოპერატორის მნიშვნელობათა სიმრავლე, როცა $x \in S_1$. გვაქვს

$$\{Lx\} = A_n \{Lx\} + R_n \{Lx\}. \quad (17)$$

$A_n \{Lx\}$ სიმრავლე არის კომპაქტური. ჰაუსდორფის [4] თეორემის ძალით, არსებობს წერტილთა სასრულო მიმდევრობა $a_1, a_2, a_3, \dots, a_k$, რომელიც ქმნის $\frac{\varepsilon}{2}$ — ქსელს $\{A_n Lx\}$ სივრცეში. ვთქვათ, რომ $A_n Lx$ არის ნებისმიერი ელემენტი $A_n \{Lx\}$ სიმრავლიდან. მაშინ არსებობს ქსელის ისეთი a_i წერტილი, რომ

$$\|A_n Lx - a_i\| \leq \frac{\varepsilon}{2}. \quad (18)$$

შევაფასოთ ახლა $\|Lx - a_i\|$ ნორმა: გვაქვს

$$\|Lx - a_i\| \leq \|Lx - A_n Lx\| + \|A_n Lx - a_i\| \leq \|R_n Lx\| + \|A_n Lx - a_i\|;$$

2 ლემისა და (18)-ის ძალით, უკანასკნელიდან მივიღებთ:

$$\|Lx - a_i\| \leq \varepsilon.$$

მაშასადამე, მიმდევრობა $\{a_j\}$ ($j = 1, 2, \dots, k$) ქმნის ε — ქსელს $\{Lx\}$ სიმრავლისათვის და ამიტომ სიმრავლე $\{Lx\}$ კომპაქტურია.

თეორემა 2. $f(x)$ ფუნქციონალი, რომელიც წარმოშობს საცხებით უწყვეტ Lx ოპერატორს, შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:

$$f(x) = f(0_p) + \int_0^1 (x, Ltx) dt. \quad (19)$$

დამტკიცება. ვთქვათ, x ჩვენი სივრცის ფიქსირებული ელემენტი; მაშინ $f(tx)$ ფუნქციონალი იქნება უწყვეტი ფუნქცია t -ს მიმართ ($0 \leq t \leq 1$). ამის გარდა, $f(tx)$ დიფერენცირებადია ძლიერი აზრით და $df(t, x) = (x, Ltx)$, სადაც შიგა ნაპრაველი (x, Ltx) თვითონ წარმოადგენს t პარამეტრის უწყვეტ ფუნქციას. მაშასადამე, შეგვიძლია დავწეროთ:

$$\int_0^1 df(tx) = \int_0^1 (x, Ltx) dt,$$

საიდანაც გამომდინარეობს (19).

შეგვიძლია დავამტკიცოთ აგრეთვე შემდეგი თეორემა:

თეორემა 3. $f(x)$ ფუნქციონალი, რომელიც წარმოშობს საცხებით უწყვეტ Lx ოპერატორს, არის სუსტად უწყვეტი.

ვთქვათ, $x \in S_1 \in L_p$. შემოვიღოთ ოპერატორი

$$Nx = |x|^{\frac{p}{q}} \operatorname{sign} x. \quad (20)$$

ცხადია, რომ $Nx \in L_q$, იგი წარმოიშობა ძლიერად უწყვეტად $f(x) = \|x\|$ ფუნქციონალის დიფერენციალით.

განსაზღვრა 2. $x \in S_1 \in L_p$ ელემენტს ვუწოდოთ Lx ოპერატორის საკუთარი ნორმირებული ელემენტი, თუ

$$Lx = \lambda Nx \quad (21)$$

თითქმის ყველგან სეგმენტზე $0 \leq t \leq 1$, სადაც λ არის საკუთარი x ელემენტის შესაბამისი საკუთარი რიცხვი.

ამ განსაზღვრიდან, როცა $p=q=2$, მიიღება საკუთარი ელემენტის ჩვეულებრივი განმარტება ჰილბერტის სივრცისათვის.

Nx ოპერატორი გადასახავს $S_1 \in L_p$ ერთეულ სფეროს $\|Nx\| \equiv 1$ ერთეულ სფეროზე, ვარდა ამისა, ამ გადასახვის დროს $\bar{S}_1 \in L_p$ ზედაპირის წერტილები გადადიან ერთეული $\|Nx\| \equiv 1$ სფეროს ზედაპირის წერტილებში.

თეორემა 4. თუ $x \in \bar{S}_1$ წარმოადგენს Lx ოპერატორის საკუთარ ელემენტს, მაშინ მისი შესაბამისი საკუთარი რიცხვი:

$$\lambda = \|Lx\| = (x, Lx) = (Nx, N^{-1}Lx), \quad (22)$$

სადაც $N^{-1}Lx$ არის Nx ოპერატორის შებრუნებული ოპერატორი.

ამ თეორემის დამტკიცება ადვილად მიიღება Lx ოპერატორის საკუთარი ელემენტისა და საკუთარი რიცხვის განმარტებიდან.

§ 3. ვთქვათ, ξ და η არის ნამდვილ რიცხვთა ნებისმიერი წყვილი. მაშინ, როცა $p > q$, ადგილი აქვს შემდეგ უტოლობას:

$$||\xi|^{\frac{p}{q}} \text{sign } \xi - |\eta|^{\frac{p}{q}} \text{sign } \eta|^q \equiv \max \left[2^q, \left(\frac{p}{2} \right)^q \right] |\xi - \eta|^q (|\xi|^{p-q} + |\eta|^{p-q}), \quad (23)$$

ხოლო როცა $b \equiv q$ — შემდეგ უტოლობას:

$$||\xi|^{\frac{p}{q}} \text{sign } \xi - |\eta|^{\frac{p}{q}} \text{sign } \eta|^q \equiv 2^q |\xi - \eta|^q (|\xi|^{p-q} + |\eta|^{p-q}). \quad (24)$$

თუ გამოვიყენებთ (23) და (24) უტოლობებს, შეიძლება დავამტკიცოთ შემდეგი ლემა.

ლემა 3. ოპერატორი Nx სფეროში $S_2 \in L_p$ (რომლის რადიუსი 2-ის ტოლია) აკმაყოფილებს ლიფშიციის პირობას

$$\|Nx' - Nx''\| \equiv K \|x' - x''\|, \quad (25)$$

სადაც x' და x'' არის S_2 -დან აღებული ელემენტების ნებისმიერი წყვილი. K არის მუდმივი, იგი დამოკიდებულია მხოლოდ და მხოლოდ p და q -გან. ლიფშიციის პირობას S_2 სფეროს წერტილებისათვის აკმაყოფილებს აგრეთვე $N^{-1}Lx$ ოპერატორი.

ავაგოთ ახლა ოპერატორი

$$Qx = N^{-1}Lx - (N^{-1}Lx, Nx) x. \quad (26)$$

ამ ოპერატორის ახასიათებს შემდეგი თვისებები:

ლემა 4. Qx ოპერატორი S_2 -ში აკმაყოფილებს ლიფშიციის პირობას

$$\|Qx' - Qx''\| \equiv C \|x' - x''\|, \quad (27)$$

სადაც C მუდმივია, დამოკიდებული მხოლოდ p -გან. x' და x'' არის ელემენტების ნებისმიერი წყვილი S_2 -დან.

ამ ლემის დამტკიცება დამყარებულია 3 ლემაზე, ჰელდერის, მინკოვსკისა და (3) უტოლობებზე, თუკი Qx ოპერატორის წარმოვიდგენთ შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} Qx' - Qx'' &= N^{-1}Lx - N^{-1}Lx'' + (N^{-1}Lx' | N^{-1}Lx', Nx') x' \\ &\quad + (N^{-1}Lx'', Nx' - Nx'') x' + (N^{-1}Lx'', Nx'') (x' - x''). \end{aligned} \quad (28)$$

ლემმა 5. თუ x არის Lx ოპერატორის ნორმირებული საკუთარი ელემენტი, მაშინ $\Omega x = \theta_p$.

დამტკიცება ცხადია.

მე-5 ლემის საფუძველზე შეიძლება ვუჩვენოთ, რომ Ωx ოპერატორი ერთეული S_1 სფეროს ზედაპირზე შეიძლება გადაიქცეს ნულოვან θ_p ელემენტად მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როდესაც $x \in \overline{S_1}$ წარმოადგენს Lx ოპერატორის საკუთარ ელემენტს.

ლემმა 6. თუ x არ წარმოადგენს Lx ოპერატორის საკუთარ ელემენტს, მაშინ $(Lx, \Omega x) > 0$.

ამ ლემის დამტკიცება ემყარება ადვილად დასამტკიცებელ უტოლობებს:

$$\begin{aligned} (N^{-1}Lx, Nx) &< \|Lx\|^{\frac{q}{p}}, \\ (N^{-1}Lx, Nx)(Lx, x) &< \|Lx\|^q \end{aligned}$$

და ტოლობას

$$(N^{-1}Lx, Lx) = \|Lx\|^q.$$

ლემმა 7. $x \in \overline{S_1}$ ელემენტებისათვის ფუნქციონალი $(\Omega x, Nx) = 0$ დამტკიცება უშუალოდ გამომდინარეობს შემდეგი ტოლობიდან:

$$(N^{-1}Lx, Nx) - (N^{-1}Lx, Nx)(x, Nx) = 0,$$

ვინაიდან, როცა $x \in S_1$, მაშინ $(x, Nx) = 1$.

Ωx ოპერატორის დახასიათების დამთავრებისთან ერთად აღვნიშნოთ, რომ $\Omega x, S_2 \in L_p$ სფეროში არის შემოსაზღვრული, ე. ი. ყველა $x \in S_2$ -თვის გვაქვს

$$\|\Omega x\| \leq M_1, \quad (29)$$

სადაც M_1 რომელიმე მუდმივია.

§ 4. დავუშვათ, რომ τ არის განუწყვეტელი, $\left(0, \frac{1}{M_1}\right)$ სეგმენტში ცვალებადი პარამეტრი, სადაც M_1 მუდმივია (29)-დან, და ვთქვათ, რომ x_τ ძლიერ უწყვეტად არის დამოკიდებული ამ პარამეტრზე. შევადგინოთ შემდეგი სახის ფუნქციონალური განტოლება:

$$\frac{dx_\tau}{d\tau} = \Omega x_\tau. \quad (30)$$

Ωx_τ ოპერატორის თვისებებიდან გამომდინარეობს, რომ, როდესაც x_τ არის ძლიერ უწყვეტი τ პარამეტრის მიმართ, მაშინ Ωx_τ არის ძლიერ უწყვეტი τ -ს მიმართ.

თაორემა 5. (30) ფუნქციონალურ განტოლებას $0 \leq \tau \leq \frac{1}{M_1}$

სეგმენტში აქვს ერთადერთი ამოხსნა x_τ ; $\tau=0$ -თვის იგი გადაიქცევა მოცემულ x_0 ელემენტად, რომლის ნორმა 1-ის ტოლია. ეს ამოხსნა უწყვეტად არის დამოკიდებული ძლიერი აზრით x_0 -გან.

ამ თეორემის დამტკიცება მიიღება მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდის უშუალო განზოგადებით L_p ფუნქციონალურ სივრცეზე.

თუ x_0 წარმოადგენს (30) განტოლების ამოხსნას და $\|x_0\|=1$, მაშინ $(Nx_0, dx_0)=0$. ამის გამო (30) განტოლების ამოხსნას, რომელიც შეესაბამება x_0 საწყის პირობას, ვუწოდოთ $x \in S_1$ წერტილიდან გამომავალი ორთოგონალური ტრაექტორია. თუ x_0 არ წარმოადგენს Lx ოპერატორის საკუთრივ ელემენტს, მაშინ x_0 ორთოგონალური ტრაექტორია მთლიანად ძვეს S_1 ერთეული სფეროს ზედაპირზე.

§ 5. დავუშვათ, რომ x არის ნებისმიერი წერტილი $S_1 \in L_p$ -დან.

x და $-x$ ვუწოდოთ S_1 სფეროს დიამეტრალურად მოპირდაპირე ელემენტები. თუ მოვახდენთ დიამეტრალურად მოპირდაპირე ელემენტების გაიგივებას, მივიღებთ პროექციულ S_1^* სივრცეს, რომელშიც შეიძლება შემოვიღოთ სათანადო მეტრიკა. $f(x)$ ფუნქციონალი განსაზღვრული S_1^* სივრცის წერტილებისათვის არის ლუწი, ამ ფუნქციონალის ფრეშეს დიფერენციალით წარმოშობილი Lx ოპერატორი კი არის კენტი. პროექციული სივრცე S_1^* შეიცავს ნებისმიერი კატეგორიის სიმრავლეს, უკანასკნელი მტკიცდება ჰილბერტის სივრცის შემთხვევის ანალოგიურად [5]. აღვნიშნოთ $[P^*]_k$ -თი ყველა იმ ჩაკეტილი და კომპაქტური სიმრავლის ჰომოტოპური კლასი, რომელთა კატეგორია $\cong k$. დავუშვათ, რომ $C(P^*)$ აღნიშნავს $f(x)$ ფუნქციონალის მინიმუმს რომელიმე $P^* \in [P^*]_k$ სიმრავლეზე. ვთქვათ, $c = \sup C(P^*)$ კლასში $[P^*]_k$. შემდგომ ჩვენ $f(x)$ ჩავთვლით დადებითად მთელ L_p -ში. თვით c რიცხვის განსაზღვრიდან გვაქვს, რომ:

1°. $c \in C(P^*)$ ყველა $P^* \in [P^*]$ -თვის.

2°. ნებისმიერი $\varepsilon > 0$ -თვის $[P^*]_k$ კლასში არსებობს სიმრავლე P_ε^* , ისეთი, რომ $c - \varepsilon < C(P_\varepsilon^*) = \min_{P_\varepsilon^*} f(x)$; შემდგომ ნებისმიერ სიმრავლეს $P_\varepsilon^* \in [P_\varepsilon^*]$ ვუ-

წოდოთ მაქსიმალური სიმრავლე. ვთქვათ, x^ε არის $P_\varepsilon^* \times [c - \varepsilon \leq f(x) \leq c + \varepsilon]$ -ის გადაკვეთის ნებისმიერი წერტილი, რომელიც არ წარმოადგენს Lx ოპერატორის საკუთარ ელემენტს. მე-5 ლემის ძალით გვაქვს

$$\|\Omega x^\varepsilon\| \equiv \alpha > 0, \quad (31)$$

სადაც α არის რომელიმე რიცხვი. x^ε ელემენტის გარს \bar{S}_1 -ზე ავაგოთ ჩაკეტილი სფერო $S(x^\varepsilon; r)$, x^ε ცენტრით და რადიუსით $r = \frac{\alpha}{2c}$, სადაც C არის ლიფში-ცის მუდმივი (25)-დან.

ყველა წერტილისათვის $x \in \overline{S(x^\varepsilon; r)}$ გვაქვს შეფასება

$$\|\Omega x\| \equiv \frac{\alpha}{2} > 0. \quad (32)$$

გ ა ნ ს ა ზ ლ ვ რ ა 3. ვუწოდოთ წერტილს $x_\varepsilon \in M_\varepsilon = P_\varepsilon^* \times [c - \varepsilon \leq f(x) \leq c + \varepsilon]$ Lx ოპერატორის ε საკუთრივი ელემენტი, თუ $\|\Omega x_\varepsilon\| \equiv \frac{\varepsilon}{2c}$;

ლემა 8. არსებობს მუდმივი $B \neq 0$, ისეთი, რომ ყველ $x \in S(x^*, r)$ -თვის ადგალი აქვს უტოლობა:

$$\|x\| \|Lx\| - (Lx, x) \geq B > 0. \quad (33)$$

უქანასწელად ლემის და $df(x; dx) \equiv m dx > 0$ უტოლობის გამოყენებით, სადაც $m = \inf \|Lx\|$ ყველა $x \in S(x^*; r)$ წერტილისათვის, შეიძლება დავამტკიცოთ კიდევ შემდეგი ლემა.

ლემა 9. ნებისმიერი $\varepsilon > 0$ -თვის და ნებისმიერი ε მაქსიმალური სიმრავლისათვის P^* ჰომოტოპური კლასიდან $[P^*]_k$ არსებობს $x_\varepsilon \in M_\varepsilon$ ელემენტი, ისეთი, რომ x_ε არის Lx ოპერატორის ε -საკუთარი ელემენტი.

§ 6. ვთქვათ, ε გარბენს მიმდევრობის $\{\varepsilon_n\} \rightarrow 0$. მე-9 ლემის ძალით თითოეული ε_n მაქსიმალური სიმრავლე $P_{\varepsilon_n}^* \in [P^*]_k$ შეიცავს, Lx ოპერატორის ε_n -საკუთარ ელემენტს. თუ ავიღებთ n -ს სკამარისად დიდს, ადვილია შემდეგი შეფასების დადგენა:

$$|(N^{-1}Lx_{\varepsilon_n}, Nx_{\varepsilon_n})| > \frac{1}{2} \lambda \frac{q}{\frac{p}{c}} > 0, \quad (34)$$

სადაც λ რომელიმე რიცხვია.

(34) შეფასების და $\{N^{-1}Lx_{\varepsilon_n}\}$ სიმრავლის კომპაქტურობით მტკიცდება შემდეგი თეორემა:

თეორემა 6. ε_n საკუთარი ელემენტების $\{x_{\varepsilon_n}\}$ მიმდევრობა შეიცავს ძლიერად კრებად $\{x_{\varepsilon_n'}\}$ მიმდევრობას.

ზღვარზე გადასვლით აქედან ჩვენ დავამტკიცებთ შემდეგ ძირითად თეორემას.

თეორემა 7. დონის ზედაპირზე ($f=c$) Lx ოპერატორს აქვს ერთი მაინც საკუთარი ელემენტი.

$[P^*]_k$ ჰომოტოპური კლასი შეიცავს ერთს მაინც საკუთრივ ელემენტს.

თუ ავიღებთ სიმრავლეთა კლასებს $[P^*]_1, [P^*]_2, \dots, [P^*]_k, \dots$, მაშინ თითოეულ შესაბამის ზედაპირზე ($f=c_k$) ($k=1, \dots$) არსებობს Lx ოპერატორის საკუთრივ ელემენტი.

ლენინის სახელობის თბილისის რკინიგზის

ტრანსპორტის ინჟინერთა

ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 7.12.1949)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. А. Люстерник. Об одном классе нелинейных операторов в гильбертовом пространстве. ИАН СССР, сер. мат., № 3, 1939.
2. В. И. Соболев. О собственных элементах некоторых нелинейных операторов. ДАН, т. 31, № 8, 1941.
3. Э. С. Питляндадзе. Некоторые вопросы условного экстремума и вариационной теории собственных значений. ДАН, т. 56, № 1, 1947.
4. Л. А. Люстерник. Основные понятия функционального анализа. Успехи мат. наук, вып. 1, 1934.
5. Э. С. Питляндадзе. Некоторые вопросы собственных значений для нелинейных операторов в гильбертовом пространстве. ДАН, т. 53, 1946.

კ. მარჯვანიშვილი

მარინგის პრობლემის ერთი განზოგადების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 9.1.1950)

1. ვთქვათ, $l < m < \dots < n$ მუდმივი მთელი დადებითი რიცხვებია, g მათი რიცხვია. წინამდებარე შრომაში განიხილება $N_l < N_m < \dots < N_n$ მთელ დადებით რიცხვთა სისტემის წარმოდგენის საკითხი სახით

$$N_k = x_1^k + x_2^k + \dots + x_s^k \quad (k = l, m, \dots, n), \quad (1)$$

სადაც x_1, x_2, \dots, x_s მთელი დადებითი რიცხვებია და s შესაკრებთა რიცხვი $ng \log n$ რიგისაა. კერძოდ, როცა $g = 1$, მიიღება აკადემიკოს ი. ვინოგრადოვის ცნობილი შედეგი, რომელიც ეხება ვარინგის პრობლემას—ყოველი საკმაოდ დიდი ნატურალური N -ის წარმოდგენადობა სახით

$$N = x_1^n + x_2^n + \dots + x_s^n,$$

როცა s არის $n \log n$ რიგისა.

2. აღვნიშნოთ $I(N_l, \dots, N_n; s)$ -ით (1) დიოფანტურ განტოლებათა სისტემის ამონახსნთა რიცხვი.

თეორემა 1. ვთქვათ, $n \geq 12$; $v = \frac{1}{n}$;

$$r = [2n \log 10ng + n \log \log 20ng + 1], \quad s = f + 2gr,$$

სადაც მთელი მუდმივი f აკმაყოფილებს პირობას $f \geq 3ng$, და, ვთქვათ, $h_k > 0$ განისაზღვრება

$$N_k = h_k N_n^{\frac{k}{n}} \quad (k = l, m, \dots, n)$$

ტოლობებით.

თუ ამასთანავე

$$\xi_1^k + \dots + \xi_f^k = h_k \quad (k = l, m, \dots, n)$$

განტოლებათა სისტემა ამოხსნადია ξ_1, \dots, ξ_f ნამდვილ რიცხვებში, რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობებს

$$\xi_i \geq \varepsilon \quad (i = 1, \dots, f)$$

და

$$\begin{vmatrix} \xi_1^{l-1} & \dots & \xi_f^{l-1} \\ \dots & \dots & \dots \\ \xi_1^{n-1} & \dots & \xi_f^{n-1} \end{vmatrix} \geq \varepsilon^2,$$

სადაც $\varepsilon > 0$ რაიმე მუდმივია, მაშინ სამართლიანია უტოლობა

$$I(N_l, \dots, N_n; s) > N_n^{\frac{f}{n} + 2g(1 - (1-v)^2) - \frac{l + \dots + n}{n}} (O(N_n^{-\omega})), \quad (2)$$

სადაც $C = C(l, \dots, n; f, \varepsilon) > 0$, ა საკმარის მცირე დადებითი მუდმივია და \in განკუთრი მწკრივი განისაზღვრება ტოლობებით

$$\in(N_1, \dots, N_n; s) = \sum_{q_1, \dots, q_n=1}^{\infty} A(q_1, \dots, q_n; s; N_1, \dots, N_n), \quad (3)$$

$$A(q_1, \dots, q_n; s; N_1, \dots, N_n) = \sum_{a_1, \dots, a_n} D^s(a_1, q_1; \dots; a_n, q_n) e^{-2\pi i \left(\frac{a_1}{q_1} N_1 + \dots + \frac{a_n}{q_n} N_n \right)} \quad (4)$$

(a_1, \dots, a_n გაირბენენ ნაშთთა დაყვანილ სისტემებს შესაბამისად q_1, \dots, q_n მოდულებით),

$$D(a_1, q_1; \dots; a_n, q_n) = \frac{1}{q_1 \dots q_n} \sum_{\chi=1}^{q_1 \dots q_n} e^{2\pi i \left(\frac{a_1}{q_1} \chi^1 + \dots + \frac{a_n}{q_n} \chi^n \right)}. \quad (5)$$

3. ახლა დავადგინოთ, თუ რა შემთხვევებშია შესაძლებელი იმის მტკიცება, რომ \in განკუთრი მწკრივი ქვემოდან შემოსაზღვრულია რაიმე დადებითი მუდმივით (რომელიც დამოუკიდებელია N_1, \dots, N_n -საგან).

განვიხილოთ რაიმე მარტივი რიცხვი p და მთელი k -ს შემთხვევაში განვსაზღვროთ $\theta_k(p)$ რიცხვი პირობიდან

$$p^{\theta_k(p)} \parallel k$$

(ე. ი. პირობიდან, რომ $p^{\theta_k(p)}$ ყოფს k -ს, მაგრამ $p^{\theta_k(p)+1}$ არ ყოფს k -ს), ამასთანავე დავუშვათ, რომ

$$\theta_0(p) = \max(\theta_1(p), \dots, \theta_n(p)).$$

შევნიშნოთ, რომ როცა $p > n$,

$$\theta_0(p) = 0.$$

შემდეგ განვსაზღვროთ $\theta(p)$ პირობიდან, რომ

$$p^{\theta(p)} \parallel \begin{vmatrix} x_1^{n-1}, & \dots, & x_n^{n-1} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_1^{1-1}, & \dots, & x_n^{1-1} \end{vmatrix}$$

როცა x_1, \dots, x_n ნებისმიერი მთელი რიცხვებია, რომელიც არ იყოფა p -ზე, და რომ

$$p^{\theta(p)+1} \nmid \begin{vmatrix} x_{10}^{n-1}, & \dots, & x_{n0}^{n-1} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{10}^{1-1}, & \dots, & x_{n0}^{1-1} \end{vmatrix},$$

როცა x_{10}, \dots, x_{n0} რაიმე მთელი რიცხვებია, რომელიც აგრეთვე არ იყოფა p -ზე. ძნელი არ არის იმის დანახვა, რომ $\theta(p) = 0$, როცა $p > n$.

მთელი დადებითი h -ის შემთხვევაში აღვნიშნოთ $W_1(p^h, s; N_1, \dots, N_n)$ -ით

$$x_1^h + x_2^h + \dots + x_n^h \equiv N_k \pmod{p^h} \quad (k=1, m, \dots, n)$$

სისტემის ამონახსნთა რიცხვი x_1, \dots, x_n მთელ რიცხვებში, რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობებს

$$(x_\mu, p) = 1; 0 < x_\mu < p^h \quad (\mu = 1, 2, \dots, g),$$

$$0 \equiv x_\tau < p^{h - \theta_0(p) - \theta(p)} \quad (\tau = g + 1, \dots, s)$$

და

$$p^{\theta(p)} \equiv \begin{vmatrix} x_1^{n-1}, & \dots, & x_g^{n-1} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_1^{l-1}, & \dots, & x_g^{l-1} \end{vmatrix}.$$

ვთქვათ, ახლა $p_1 = 2, p_2 = 3, \dots, p_t$ — ყველა მარტივი რიცხვებია, რომელიც p -ს არ ალემატება. შემდეგ, ვთქვათ, x_{1j}, \dots, x_{gj} ისეთია, რომ

$$p_j^{\theta(p_j)+1} \mid \begin{vmatrix} x_{1j}^{n-1}, & \dots, & x_{gj}^{n-1} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{1j}^{l-1}, & \dots, & x_{gj}^{l-1} \end{vmatrix} \quad (j = 1, 2, \dots, t),$$

ამასთანავე

$$p_j \nmid x_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, g).$$

ავილოთ

$$u_i \equiv x_{ij} \pmod{p_j^{\theta(p_j)+1}} \quad (j = 1, 2, \dots, t)$$

და დაეუშვათ, რომ

$$R = p_1^{\theta(p_1)} p_2^{\theta(p_2)} \dots p_t^{\theta(p_t)}.$$

მაშინ

$$\begin{vmatrix} u_1^{n-1}, & \dots, & u_g^{n-1} \\ \dots & \dots & \dots \\ u_1^{l-1}, & \dots, & u_g^{l-1} \end{vmatrix} \equiv 0 \pmod{R}$$

და

$$\begin{vmatrix} u_1^{n-1}, & \dots, & u_g^{n-1} \\ \dots & \dots & \dots \\ u_1^{l-1}, & \dots, & u_g^{l-1} \end{vmatrix} \equiv 0 \pmod{p_j^{\theta(p_j)+1}} \quad (j = 1, 2, \dots, t),$$

ამასთანავე ნებისმიერი მთელი რიცხვები N_1, \dots, N_n , რომელიც წარმოდგენილია (1) სახით, დააკმაყოფილებენ შედარებებს

$$\begin{vmatrix} N_n, u_2^{n-1}, \dots, u_g^{n-1} \\ \dots & \dots & \dots \\ N_1, u_2^{l-1}, \dots, u_g^{l-1} \end{vmatrix} \equiv 0 \pmod{R}, \dots, \begin{vmatrix} u_1^{n-1}, u_2^{n-1}, \dots, N_n \\ \dots & \dots & \dots \\ u_1^{l-1}, u_2^{l-1}, \dots, N_1 \end{vmatrix} \equiv 0 \pmod{R}. \quad (6)$$

ბოლოს, დაეუშვათ,

$$h_0(p) = 2\theta(p) + 2\theta_0(p) + 1$$

(როცა $p > n$ $h_0(p) = 1$).

ძნელი არ არის იმის ჩვენება, რომ (3) განკუთარი მწყკრივი აბსოლუტურად კრებადია, როცა $s \equiv 3 \pmod{ng}$.

თმ(რგმზა 2. თუ N_1, \dots, N_n მთელი რიცხვები აკმაყოფილებს (6) პირობებს, $s \equiv 3 \pmod{ng}$ და $W_1(p^{h_0(p)}, s; N_1, \dots, N_n) \equiv 1$ როცა ყველა მარტივი $p \equiv n^{n+1}$, მაშინ

$$\mathfrak{E}(N_1, \dots, N_n; s) > C_0(l, \dots, n; s) > 0.$$

თეორემა 3. თუ N_1, \dots, N_n მთელი რიცხვები აკმაყოფილებს
 (6) პირობებს და $s \equiv g \max(p^{h_i(p)})$ ყველა მარტივი რიცხვისათვის
 $p \leq n+1$, მაშინ

$$\mathfrak{E}(N_1, \dots, N_n; s) > C_1(l, \dots, n; s) > 0.$$

(რედაქციას მოუვიდა 9.1.1950)

3. კოკოჩაშვილი

წყალბადისა და ბრომის ნარევიანის სითბური აალება

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა რ. აგლაძემ 13.5.1949)

1. აალების კრიტიკული პირობები

აალების მოვლენა სითბოს გენერაციისა და სითბოს გადაცემის სიჩქარეთა თანაფარდობით განისაზღვრება. სითბოს გამოყოფის სიჩქარე, თავის მხრივ, რეაქციის სიჩქარისა და რეაქციის სითბოს ნამრავლს უდრის. ცხადია, რომ აალების შემთხვევის გაანგარიშებისას რეაქციის მაქსიმალური სიჩქარე უნდა აღვრიცხოთ.

წყალბადისა და ბრომის შეერთების სიჩქარე:

$$\frac{d[\text{HBr}]}{dt} = K \frac{[\text{H}_2] V[\text{Br}_2]}{1 + \frac{[\text{HBr}]}{10 [\text{Br}_2]}} \quad (1)$$

რეაქციის დასაწყისშივე აღწევს მაქსიმალურ სიდიდეს და შეადგენს⁽¹⁾:

$$\frac{d[\text{HBr}]}{dt} = K [\text{H}_2] [\text{Br}_2]^{1/2} = K_0 e^{-\frac{40000}{RT}} [\text{H}_2] [\text{Br}_2]^{1/2}. \quad (1a)$$

სითბოს მოცულობითი გამოყოფის სიჩქარე უდრის რეაქციის სიჩქარისა და რეაქციის სითბოს ნამრავლს:

$$Q = q \frac{d[\text{HBr}]}{dt} = q K_0 e^{-\frac{40000}{RT}} [\text{H}_2] [\text{Br}_2]^{1/2}. \quad (2)$$

შემდგომ მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციებს გამოვსახავთ ნარევის საერთო P წნევის მოლეკულური პროცენტებით კომპონენტების კონცენტრაციების მიმართ. ელემენტარული კანონების თანახმად,

$$[\text{H}_2] = p_{[\text{H}_2]} \frac{1}{22400} \frac{273}{T} = p \frac{[\text{H}_2]^0 / \%}{100} \cdot \frac{273}{22400} \cdot \frac{1}{T} = 1,22 \cdot 10^{-4} \frac{P}{T} [\text{H}_2]^0 / \%$$

$$= a p [\text{H}_2]^0 / \% T^{-1},$$

სადაც a კოეფიციენტი უდრის $1,22 \cdot 10^{-4}$, ასევე ბრომისათვის.

ამრიგად,
$$Q = q K_0 a^{1/2} P^{1/2} e^{-\frac{40000}{RT}} \frac{[\text{H}_2]^0 / \% V[\text{Br}_2] / \%}{100}. \quad (3)$$

სითბოს გამოყოფის სიჩქარე ცილინდრული ფორმის ჭურჭელში ტოლია

$$g_{\pm} = Qv = Q \frac{\pi d^2}{4} h. \quad (4)$$

(¹ აქ არ ვიზღავთ HBr-ის მიმატებისას დაყენებულ ცდებს.)

სითბოს გადაცემის სიჩქარის გამოსახულება უფრო რთულია. ნ. სემიონოვი [1] ვარაუდობდა, რომ სითბოგადაცემა კონვექციით წარმოებს და მას შემდეგნაირად გამოსახავდა:

$$g_- = AS (T_2 - T_3), \quad (5)$$

ე. ი. ვარაუდობდა, რომ სითბოგადაცემა დამოკიდებულია ჭურჭლისა და ზედაპირის ფართობზე და ამას გარდა ვაზისა და ჭურჭლის კედლების ტემპერატურათა სხვაობის პროპორციულია, სემიონოვის განტოლებაში A კონსტანტი განუსაზღვრელი რჩებოდა. ფრანკ-კამენეცკიმ [2] გვიჩვენა, რომ აალების ლაბორატორიულ პირობებში შესწავლისას სითბო გადაცემა კონდუქტიურად, მოლეკულური სითბოგამტარობით. ამ შემთხვევაში სითბოგადაცემის A კოეფიციენტი მოლეკულური სითბოგამტარობის პროპორციულია და ჭურჭლის დიამეტრის უკუპროპორციული $A = B \frac{D}{d}$; ამის მიზეზი ის არის, რომ ჭურჭლის

ზომის შემცირებისას ტემპერატურის დაცემა უფრო მცირე მანძილზე ხდება და სითბოს ნაკადი ზედაპირის ერთეულზე იზრდება. უკანასკნელ ფორმულაში B უვანზომილო სიდიდეა, რომლის გაანგარიშებას ფრანკ-კამენეცკი რთული გზით ახდენს. სითბოს გამოყოფისა და სითბოს გადაცემის მრუდთა შეხების წერტილი წარმოადგენს აალების პირობას, რომელიც შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$g_+[T_2] = g_-(T_2), \quad (6)$$

საიდანაც
$$\frac{dg_+}{dT_2} = \frac{dg_-}{dT_2}. \quad (6a)$$

თუ უგულვებელსვყოფთ g_- -ს ყოველგვარ ტემპერატურულ დამოკიდებულებას, გარდა ექსპონენციალურისა, მივიღებთ:

$$be^{-E/RT} = c(T_2 - T_3), \quad (7)$$

აქედან
$$\frac{E}{RT^2} be^{-E/RT} = c, \quad (7a)$$

საიდანაც ვიპოვით
$$T_2 - T_3 = \frac{RT_2^2}{E} \cong \frac{RT_3^2}{E}, \quad (8)$$

ან
$$e^{-E/RT_2} = e^{-\frac{E}{R(T_3 + \frac{RT_3^2}{E})}} = e^{-E/RT_3}. \quad (9)$$

ვაზისა და კედლის ტემპერატურათა მაქსიმალური შესაძლო სხვაობა მახასიათებელ $\frac{RT_3^2}{E}$ სიდიდეს უდრის. იგი აბსოლუტურ ტემპერატურასთან შედარებით მცირეა: როდესაც $\tau = 700^\circ\text{K}$, მაშინ $R\tau^2(E = 2.700^2)40000 = 25^\circ$. ამ მახასიათებელი სიდიდით ვაზის ტემპერატურის გადიდებისას რეაქციის სიჩქარე L -ჯერ იზრდება იმასთან შედარებით, როგორც იქნებოდა იგი τ_3 ტემპერატურის დროს.

აალების პირობა, რომელსაც ლებულოზს ფრანკ-კამენეცკი, ჩვენს აღნიშვნებში შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$g_+(T_2) = eg_+(T_1) = AS \frac{RT_1^2}{E} = B \frac{\lambda}{d} \pi dh \frac{RT_1^2}{E}, \quad (10)$$

სადაც $E = 40000$ რეაქციის აქტივაციის სითბოა.

საბოლოოდ

$$\frac{E}{RT_1^2} \frac{Q}{\lambda} d^2 = \frac{E}{RT_1^2} d^2 e^{-E/RT_1} \frac{K_0 q d^2 h}{\lambda} P^{1/2} [H_2]^{0/2} V [Br_2]^{0/2} = 8 \quad (11)$$

2. კრიტიკული წნევის λ დამოკიდებულება შედგენილ ობაზზე. ბრომისა და მისი ნარევების სითბოგამტარობა.

უკანასკნელი ფორმულა (11) საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ კრიტიკული წნევის თეორიული დამოკიდებულება გაზის შედგენილობისაგან. თუ შედგენილობისაგან დამოუკიდებელ სიდიდეთა ნამრავლს ერთი მუდმივით გავაერთიანებთ, მივიღებთ, რომ

$$P^{1/2} = \frac{\text{Const} \cdot \lambda}{[H_2]^{0/2} [Br_2]^{1/2}} \quad (12)$$

საიდანაც

$$P = \frac{\text{Const} \cdot \lambda^{2/3}}{[H_2]^{0/3} [Br_2]^{1/3}} \quad (12a)$$

რეაქციის სიჩქარე, რომელიც $[H_2]V[Br_2]$ -ის ნამრავლის პროპორციულია, მაქსიმუმს $2H_2 + Br_2$ ნარევის დროს აღწევს. ნარევის სითბოგამტარობა რომ უცვლელი ყოფილიყო, მაშინ ეს ნარევი მინიმალურ კრიტიკულ წნევას გამოიჩინდა, სინამდვილეში კი წყალბადის სითბოგამტარობა მრავალჯერ აღემატება ბრომის სითბოგამტარობას. ნარევების სითბოგამტარობა მკვეთრად ეცემა ბრომით მათი გამდიდრებისას. აი ამიტომ კრიტიკული წნევის მინიმუმი (ნარევი, რომელიც ყველაზე ადვილად ააღდება) გადანაცვლებულია ბრომით მდიდარი ნარევების მხარეზე. ლიტერატურაში არ მოიპოვება ბრომისა და მისი წყალბადნარევების სითბოგამტარობის მონაცემები. ამ სიდიდეთა გაანგარიშება შეიძლება გაზების კინეტიკური თეორიის დახმარებით.

ბრომის ორთქლის სიბლანტე ტრაუტცმა შემდეგნაირად გამოსახა:

$$\eta_{Br_2} = \frac{0,2158 \cdot 10^{-4} \sqrt{T}}{1 + 460/T} \quad (13)$$

უგანზომილო თანაფარდობას

$$\frac{C_p \eta}{D} = Pr,$$

სადაც C_p წარმოადგენს წონითი ერთეულის სითბოტევადობას, მსგავსების თეორიაში პრანდტლის კრიტერიუმი ეწოდება. ორატომიანი გაზებისათვის პრანდტლის კრიტერიუმის მნიშვნელობები თითქმის ერთნაირია და 0,73 უდრის.

ბრომის სითბოტევადობა C_p შეიძლება გავიანგარიშოთ ენერჯის შემცველობიდან ფორმულით:

$$C_p = \frac{H(T_2) - H(T_1)}{T_2 - T_1}, \quad (14)$$



600—1000° K ინტერვალში $C_p = \frac{8610 - 5020}{1000 - 600} = 9 \frac{\text{კალ}^{(1)}}{\text{მოლიგრად}}$

საიდანაც კუთრი სითბოტევადობა უდრის $C_p = \frac{9}{160} = 0,056 \frac{\text{კალ}}{\text{გრგრად}}$.

შრომის სითბოგამტარობისთვის საბოლოოდ მივიღებთ

$$\lambda = \frac{C_p \eta}{Pr} = \frac{0,256}{0,73} \cdot \frac{0,2158 \cdot 10^{-4} \sqrt{T}}{1 + 360/T} = 1,65 \cdot 10^{-6} \frac{\sqrt{T}}{1 + 460/T} \quad (15)$$

ცხრილი 1

ბრომის სითბოგამტარობის ცხრილის მნიშვნელობები სხვადასხვა ტემპერატურის დროს

T°K	600	800	1000
λ_{Br_2}	$2.3 \cdot 10^{-6}$	$2.97 \cdot 10^{-6}$	$3.58 \cdot 10^{-6}$

წყალბადის სითბოგამტარობის კოეფიციენტი ემორჩილება სეზერლანდის ფორმულას მუდმივებით $c = 94$ და $\lambda_0 = 3,8 \cdot 10^{-4}$:

$$\lambda_T = \lambda_0 \frac{273 + c}{T + c} \left(\frac{T}{273} \right)^{3/2} = 3,8 \cdot 10^{-4} \frac{273 + 94}{T + 94} \left(\frac{T}{273} \right)^{3/2} \quad (16)$$

ჩვენთვის საინტერესო ტემპერატურისთვის ვიპოვეთ λ_{H_2} , რომლის მნიშვნელობები მოთავსებულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

წყალბადის სითბოგამტარობის მნიშვნელობები სხვადასხვა ტემპერატურის დროს

T°K	600	800	1000
λ_{H_2}	$6.5 \cdot 10^{-4}$	$7.8 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$

1 და 2 ცხრილების მნიშვნელობათა დაპირისპირებიდან გამომდინარეობს, რომ წყალბადის სითბოგამტარობა საშუალოდ 26-ჯერ მეტია, ვიდრე ბრომისა.

ნარევთა სითბოგამტარობისათვის მოწოდებულია მრავალი ფორმულა. პრაქტიკულად დიდად განსხვავებული სითბოგამტარობის ორი კომპონენტისაგან შემდგარი ნარევისათვის კარგ შედეგს გვაძლევს ხაზოვანი ინტერპოლაციის კანონი ლოგარითმულ სკალაში, რაც ჩვენ შევამოწმეთ აზოტისა და წყალბადის იმ ნარევებზე, რომელთა სითბოგამტარობა კარგადაა შესწავლილი. ჩვენთვის საინტერესო შემთხვევისათვის ინტერპოლაციური კანონი შეიძლება შემდეგნაირად დაიწეროს:

$$\log \lambda \text{ ნარევის} = \frac{[H_2]^{0/0}}{100} \log \lambda_{H_2} + \frac{[Br_2]^{0/0}}{100} \log \lambda_{Br_2} \quad (17)$$

(1) ორატომიანი მოლეკულის კლასიკური მნიშვნელობა, სადაც თავისუფლების ხველა-ხარისხი აგზნებულია.

აქვე ვათავსებთ სხვადასხვა შედგენილობის ნარეგთა სითბოგამტარობის ცხრილს, რომელიც გაანგარიშებულია ამ კანონის მიხედვით 800°-თვის.

ცხრილი 3

წყალბადისა და ბრომის ნარეგების სითბოგამტარობა 800°K დროს

$\%_0[\text{H}_2]$	$\%_0[\text{Br}_2]$	$\lambda \cdot 10^5$	$\%_0[\text{H}_2]$	$\%_0[\text{Br}_2]$	$\lambda \cdot 10^5$
100	0	78,0	50	50	15,3
95	5	66,7	45	55	13,0
90	10	56,7	40	60	11,0
85	15	48,1	35	65	9,3
80	20	40,9	30	70	7,9
75	25	34,7	20	80	5,7
70	30	29,5	15	85	4,9
65	35	25,0	—	—	—
60	40	21,4	10	90	4,1
55	45	18,0	5	95	3,5
50	50	15,3	—0	100	3,0

ტემპერატურის ცვლილებისას სითბოგამტარობის აბსოლუტური მნიშვნელობა იცვლება, მაგრამ მრუდის ხასიათი პრაქტიკულად უცვლელი რჩება.

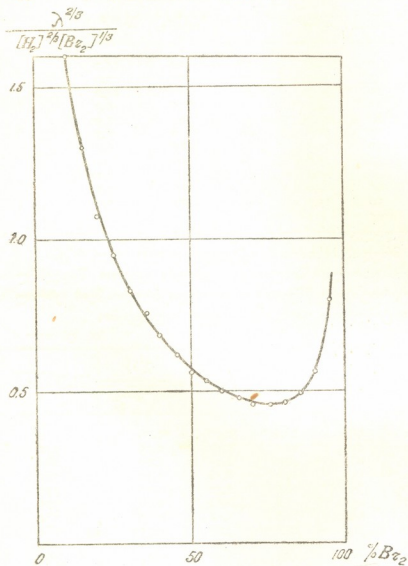
სითბოგამტარობათა ცხრილის მიხედვით შეიძლება ავავოთ შედგენილობისაგან დამოკიდებული კრიტიკულ წნევათა თეორიული მრუდი. მე-4 ცხრილში მოთავსებულია (12a) განტოლებით გაანგარიშებული სიდიდეები.

ცხრილი 4

$\%_0[\text{H}_2]$	$\%_0[\text{Br}_2]$	$\lambda \cdot 10^5$	$\lambda^{2/3} \cdot 10^4$	$\%_0[\text{H}_2]^{2/3}$	$\%_0[\text{Br}_2]^{1/3}$	$\frac{\lambda^{2/3}}{[\text{H}_2]^{2/3} [\text{Br}_2]^{1/3}}$	$[\text{H}_2] \sqrt{[\text{Br}_2]}$
100	0	760	95	21,6	0,00	0,00	0
95	5	667	76,5	20,8	1,71	2,15	212
90	10	567	68,5	20,0	2,15	1,60	285
85	15	481	61,5	19,3	2,46	1,30	329
80	20	409	55,2	18,6	2,72	1,09	359
75	25	347	49,5	17,8	2,93	0,96	375
70	30	295	44,3	17,0	3,11	0,838	384
65	35	250	39,7	16,2	3,27	0,750	384
60	40	214	35,8	15,3	3,42	0,684	380
55	45	180	31,9	14,5	3,56	0,618	369
50	50	153	28,6	13,6	3,69	0,569	354
45	55	130	25,6	12,7	3,80	0,530	334
40	60	110	23,0	11,7	3,91	0,501	310
35	65	93,3	20,6	10,7	4,02	0,479	282
30	70	79,2	18,4	9,7	4,12	0,463	252
25	75	67,3	16,5	8,6	4,22	0,458	216
20	80	57,1	14,8	7,4	4,31	0,466	179
15	85	48,5	13,3	6,1	4,40	0,495	138
10	90	41,2	11,9	4,7	4,48	0,570	95
5	95	35,2	10,7	2,9	3,56	0,800	49
0	100	29,7	9,6	—	—	—	—

ნახ. 1-ზე გამოსახულია კრიტიკულ წნევათა თეორიული მრუდი. მისი შედარება აალების არესთან, რომელიც ჩვენ მიერ იყო მიღებული [3], გვიჩვენ-

ნებს ექსპერიმენტული და თეორიული გზით მიღებული შედეგების კარგ თანადობას. მინიმალური წნევა ექსპერიმენტული გზით დადგენილია იმ ნარევებში, სადაც ბრომის შემცველობა 67%-ს აღწევს. თეორიული მრუდის მიხედვით აალების არე აგრეთვე გადანაცვლებულია ბრომის დიდ კონცენტრაციათა არე-



ნახ. 1

თავსებულია აალების არე სამი სხვადასხვა ტემპერატურის დროს, სადაც გაანგარიშებულია როგორც რეაქციის სიჩქარე $[H_2]V[Br_2]$, რომელიც მუდმივი სითბოგამტარობისას ზღვარზე უცვლელი უნდა ყოფილიყო, აგრეთვე სიდიდე

$$\frac{\lambda^2}{[H]V[Br_2]}$$

რომელიც გაანგარიშებულია ჩვენი მონაცემების დახმარებით, როგორც მე-5, 6 და 7 ცხრილებიდან ჩანს, უკანასკნელი სიდიდე ზღვარზე უმნიშვნელოდ იცვლება.

ში და მინიმუმი მიიღება 75% ბრომის შემთხვევაში. დამაკმაყოფილებელია აგრეთვე თვით მრუდთა მსგელობა. ნახ. 2-ზე გამოსახულია ჩვენ მიერ გაანგარიშებული რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულება შედგენილობისაგან. ნარევეთა სითბოგამტარობა რომ არ ყოფილიყო შედგენილობაზე დამოკიდებული, მაშინ კრიტიკული წნევა მინიმალური იქნებოდა იქ, სადაც რეაქციის სიჩქარე მაქსიმალურია, ე. ი. ბრომის 33%-ის შემცველობისას. ამრიგად, მოლეკულური ბრომისა და მისი წყალბადნარევების სითბოგამტარობის ჩვენ მიერ ჩატარებული გაანგარიშება იძლევა აალების არის დამახასიათებელი სახის ახსნას. ქვემოთ მე-5, მე-6 და მე-7 ცხრილებში მო-

წყალბადისა და ბრომის ნარევიების სითბური ააღება

ცხრილი 5

H₂+Br₂-ის ააღების ზღვარი 470° C დროს

$\frac{\lambda}{P_{H_2} \sqrt{P_{Br_2}}} \cdot 10$	% [Br ₂]	P სვეროთ მმ Hg	p _{H₂} მმ Hg	p _{Br₂} მმ Hg	p _{H₂} ატმ	p _{Br₂} ატმ	$\sqrt{p_{Br_2}}$ ატმ	$p_{H_2} \sqrt{p_{Br_2}}$
79	20	209	167	42	0,22	0,1550	0,235	0,0516
84	30	154	108	46,8	0,142	0,0605	0,246	0,035
90	40	120	72	48	0,095	0,0630	0,25	0,0238
91	50	100	50	50	0,0656	0,056	0,256	0,0168
90	60	88	35	53	0,046	0,0698	0,264	0,0122
83	70	87	26	61	0,034	0,0803	0,283	0,0096
72	80	95	19	76	0,025	0,1000	0,316	0,0079
75	90	114	11,5	102,5	0,015	0,1350	0,367	0,0065
100	95	133	6,7	126,0	0,0085	0,1666	0,407	0,0035

ცხრილი 6

H₂+Br₂-ის ააღების ზღვარი 523° C დროს

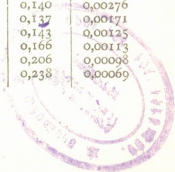
4040

$\frac{\lambda}{p_{H_2} \sqrt{p_{Br_2}}} \cdot 10^4$	% Br ₂	P სვეროთ მმ Hg	p _{H₂} მმ Hg	p _{Br₂} მმ Hg	p _{H₂} ატმ	p _{Br₂} ატმ	$\sqrt{p_{Br_2}}$ ატმ	$p_{H_2} \sqrt{p_{Br_2}}$
85	20	148	118,4	29,6	0,242	0,039	0,197	0,048
177	30	94	66	28	0,087	0,037	0,192	0,0167
218	40	66	39,5	26,5	0,052	0,035	0,187	0,0097
255	50	50	25	25	0,033	0,033	0,182	0,006
274	60	42	16,8	25,2	0,022	0,0332	0,1825	0,00402
283	70	38	11,4	26,6	0,015	0,035	0,187	0,00280
222	90	55	5,5	49,5	0,0072	0,0653	0,256	0,00185
264	95	66	3,5	62,5	0,0046	0,0823	0,287	0,00132

ცხრილი 7

H₂+Br₂-ის ააღების ზღვარი 571° C დროს

$\frac{\lambda}{p_{H_2} \sqrt{p_{Br_2}}} \cdot 10^4$	% Br ₂	P სვეროთ მმ Hg	p _{H₂} მმ Hg	p _{H₂} ატმ	p _{Br₂} ატმ	p _{Br₂} ატმ	$\sqrt{p_{Br_2}}$ ატმ	$p_{H_2} \sqrt{p_{Br_2}}$
222	20	105	84	21	0,11	0,0276	0,167	0,0184
330	30	63	44	19	0,058	0,025	0,158	0,009
450	40	41	25	16	0,0324	0,0216	0,147	0,00477
552	50	30	15	15	0,0197	0,0197	0,140	0,00276
640	60	24	9,6	14,4	0,125	0,019	0,137	0,00171
630	70	22	6,6	15,4	0,0087	0,0203	0,143	0,00125
506	80	26	5,2	20,8	0,00684	0,0274	0,166	0,00113
420	90	36	3,6	32,4	0,00472	0,0426	0,206	0,00098
510	95	45	2,2	42,8	0,00628	0,0563	0,238	0,00069



თითოეული სერიის ფარგლებში $p_{H_2}\sqrt{p_{Br_2}}$ იცვლება 15,37 და 27-ჯერ,
 $\frac{\lambda}{p_{H_2}\sqrt{p_{Br_2}}}$ კი 1,4; 3,2 და 2,9-ჯერ.

$\frac{\lambda}{p_{H_2}\sqrt{p_{Br_2}}}$ -ის მაქსიმუმი სტექიომეტრული ნარევის შემთხვევაში ბუნებრი-
 ვია, დაპირობებულია ამოწვის მინიმალური გავლენით, რომელიც სტაციონალურ
 თეორიაში არ არის აღრიცხული.

სტალინის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.5.1949)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. Н. Семенов. Цепные реакции, М.—Л., 1934.
2. Д. А. Франк-Каменецкий. Распределение температуры в реакционном сосуде
 Журн. физ. хим., 13, 1938.
3. გ. კოკონაშვილი. წყალბადისა და ბრომის აალების მოვლენათა გამოკვლევა. საქ. სსრ
 მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. V, № 1, 1944.

ქიმიური ტექნოლოგია

გ. კახაბაძე და თ. ბარჩილაძე

ლარიზი ალმადნების გამოყენების გზები

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა რ. აგლაძემ 4.6.1949)

წინა შრომებში [1] ჩვენ მიერ გამოკვეთულია, რომ 25%-ზე ნაკლები გოგირდშემცველი ალმადნები იძლევიან დაბალი გამოწვის ხარისხს და წარმოებაში უშუალო გამოყენებისათვის უვარგისი არიან.

პრაქტიკაში ჩვეულებრივ გამოიყენებიან არა ნაკლებ 40% გოგირდშემცველი ალმადნები.

იმავე დროს ლარიზი ალმადნების გამოყენების საკითხს, ბუნებაში მათი საგრძნობი გავრცელების გამო, დიდი სახალხომეურნეობრივი მნიშვნელობა აქვს. აღნიშნული მადნების გამოყენებისათვის საჭიროა დამატებითი ღონისძიებანი. ლიტერატურაში არის მითითებები ამ საკითხზე [2,3 და სხვ.].

წარმოდგენილ შრომაში ჩვენ მიზნად დავისახეთ ლარიზი ალმადნების გამოყენების გზების დასახვა.

ექსპერიმენტული ნაწილი

ცდებისათვის აღებული იყო ალმადნის ნიმუშები № 1 და № 2.

№ 1 შეიცავდა: S—14,95%, SiO₂—43,18%, Al₂O₃—20,25%; Fe₂O₃—14,33%, CaO—2,00% და სხვ.

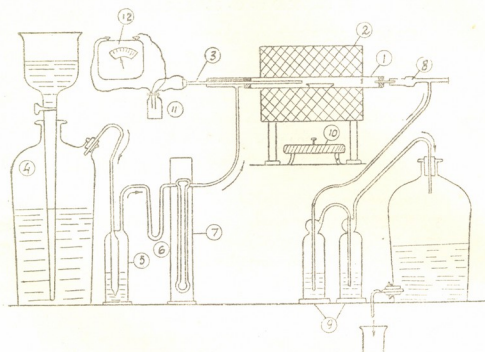
№ 2 შეიცავდა: S—24,70%, SiO₂—28,14%; Al₂O₃—21,92%, Fe₂O₃—22,30%, CaO—1,00% და სხვ.

ცდები ჩატარებული იყო ნახ. 1-ზე წარმოდგენილ დანადგარზე.

ალმადნის წონაკი ნავით თავსდებოდა კვარცის მილში (1), რომელიც მოთავსებული იყო მილოვან ელლუმელში (2). კვარცის მილის ერთ ბოლოში ჩამაგრებული იყო პლატინა-პლატინაროდუმიის თერმოწყვილი (3) ტემპერატურის გასაზომად. ჰაერის მიწოდება ხდებოდა ბალონიდან (4). ჰაერი გაშრობის მიზნით ტარდებოდა გოგირდმეფავან დრექსელში (5) და U-სებრ მილში (6) მინის ბამბით. აქედან იგი შედიოდა რეომეტრში (7) გატარებული ჰაერის მოცულობის ასათვლელად. ლუმელიდან გამავალი აიოა, რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი SO₂-ის დაქერის მიზნით, მიიმართებოდა მინის მილში (8), რომელშიაც მოთავსებული იყო მინის ბამბა. აქედან ჰაერი ტარდებოდა ხუთი წუთის განმავლობაში დრექსელის პირველ წვეთში (9), რომელთაგან ერთში მოთავსებული იყო C,1 N იოდის ხსნარი, ხოლო მეორეში 0,1 N ჰიპოსულფიტის ხსნარი. ხუთი

წუთის შემდეგ ხდებოდა აირის გადართვა დრექსელების მეორე წვეთში. 10 წუთის გასვლისას—დრექსელების შემდეგ წვეთში და ა. შ. ვატიტრვისას დახარჯული იოდის ხსნარის რაოდენობის მიხედვით ვახდენდით გოგირდზე გადაანგარიშებას გრამობით.

ღუმელის ტემპერატურის რეგულირება ხდებოდა რეოსტატით (10), რომლის საშუალებით ღუმელში მყარდებოდა მუდმივი ტემპერატურა; (11)—ჭურჭელი თერმოწყვილის ცივი ბოლოებისათვის, (12)—პირომეტრი.



ნახ. 1.

1. ალმადნების გამოწვა ჟანგბადით გამდიდრებულ ჰაერის არეში

უკანასკნელ დროს მთელ რიგ მეტალურგიულ და ქიმიურ-ტექნოლოგიურ პროცესებში იყენებენ ჟანგბადით გამდიდრებულ ჰაერს პროცესების ინტენსიფიკაციისა და რაციონალიზაციის და აგრეთვე ნედლეულის უკეთ გამოყენების მიზნით.

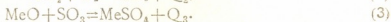
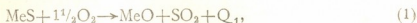
სულფიდური მადნების ჟანგვითი გამოწვის პროცესში ჟანგბადით მდიდარი ჰაერის გამოყენების თეორიული საფუძვლები წამოყენებული იყო პროფ. ვოლსკის მიერ 1934 წ. მეტალურგთა სრულიად საკავშირო ინჟინერ-ტექნიკოსთა საზოგადოების ყრილობაზე [4].

ჟანგბადით მდიდარი ჰაერის გამოყენება იწვევს ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების შეცვლას, აირნარევი ჟანგბადის პარციალური წნევის გადიდებას, რეაქ-

ციის სიჩქარის ზრდას ფორმულით: $v = Ae^{-\frac{E}{RT}}$ და სხვა.

იმავე დროს რეაქციის სიჩქარის ზრდისას სულფიდურ მადნებში გოგირდის დიდი შემცველობის შემთხვევაში ადგილი აქვს სულფატების წარმოქმნას საკმაოდ დიდი რაოდენობით.

სულფიდური მადნების გამოწვისას რეაქციები შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი განტოლებებით:



(2) რეაქციის წონასწორობის მუდმივა იქნება:

$$K'p = \frac{P_{\text{SO}_2}^2 \cdot P_{\text{O}_2}}{P_{\text{SO}_3}^2}$$

აბ

$$P_{\text{SO}_3} = P_{\text{SO}_2} \sqrt{\frac{P_{\text{O}_2}}{K'p}}$$

თუ (3) რეაქციის შექცევადობისას მიღებული SO_3 -ის პარციალურ წნევას აღვნიშნავთ P_{SO_3} -ით, მაშინ (3) რეაქცია წავა სულფატების წარმოქმნის მიმართულებით შემდეგი უტოლობისას:

$$P_{\text{SO}_3} = P_{\text{SO}_2} \sqrt{\frac{P_{\text{O}_2}}{K'p}} > P'_{\text{SO}_3}$$

წარმოქმნილი სულფატები დაშლისათვის მოითხოვენ მაღალ ტემპერატურას, ამას კი შეუძლია გამოიწვიოს მასალის შეცხობა. ამ უარყოფით მოვლენას ადგილი არ ექნება ღარიბი სულფიდური მადნების გამოწვისას.

მაშასადამე, ჩვენს პირობებში უნებადით მდიდარი ჰაერის გამოყენებას პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს განსაკუთრებით ღარიბი სულფიდური მადნების გამოწვისას.

ალმადნების გამოწვისათვის ვიყენებდით 25, 40 და 50%-მდე უნებადით გამდიდრებულ ჰაერს. გამოწვის ხანგრძლიობა იცვლებოდა 5-დან 30 წუთამდე. ტემპერატურა—900°; წონა ყველა ცდაში—3 გ.

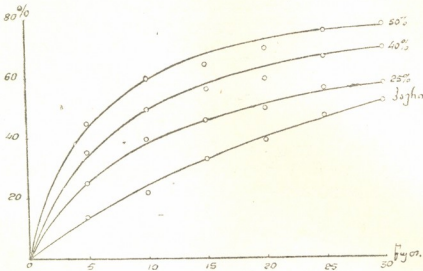
ცდის შედეგები № 1 ნიმუშისათვის მოცემულია 1-ელ ცხრილში და მე-2 ნახაზზე, ხოლო № 2 ნიმუშისათვის—მე-2 ცხრილში და მე-3 ნახაზზე. ამ ცხრილებში და ნახაზებზე მოცემულია დამოკიდებულება გამოწვის ხარისხისა (პროცენტებით) მის ხანგრძლიობაზე, ჰაერში უნებადის სხვადასხვა შემცველობისას.

ცხრილი 1

დრო წუთებით	უნებადის შემცველობა ჰაერში		
	25%	40%	50%
5	25,71	36,23	45,03
10	40,60	50,01	60,60
15	46,26	57,97	65,75
20	50,01	60,67	70,34
25	57,32	68,60	76,92
30	58,32	70,92	78,05

როგორც ამ მონაცემებიდან ჩანს, № 1 ნიმუშისათვის გამოწვის ხარისხი 53% მიიღება:

ჰაერის ატმოსფეროში გამოწვისას	30 წუთ. განმავლ.
25%-მდე ჟანგბადით გამდიდრებულ ჰაერში	20 „ „
40 „ „ „ „	11,5 „ „
50 „ „ „ „	7 „ „



ნახ. 2

ასეთსავე სურათს იძლევა № 2 ნიმუში. ამ შემთხვევაში 74% გამოწვის ხარისხი მიიღებულია:

ჰაერის ატმოსფეროში გამოწვისას	30 წ. განმავლ.
25%-მდე ჟანგბადით გამდიდრებულ ჰაერში	17 „ „
40 „ „ „ „	12,5 „ „
50 „ „ „ „	10,5 „ „

ცხრილი 2

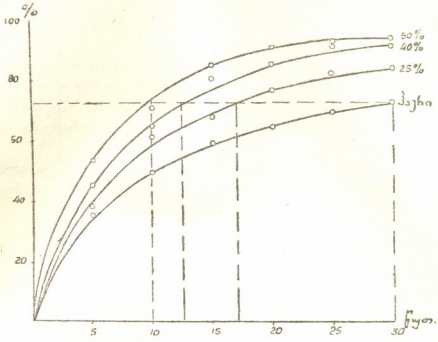
დრო წუთებით	ჟანგბადის შემცველობა ჰაერში		
	25%	40%	50%
5	39,47	46,58	54,31
10	62,21	66,42	71,79
15	69,10	81,91	86,96
20	78,96	86,63	93,16
25	83,90	92,43	93,18
30	85,96	92,43	94,40

ამავე დროს იზრდება გამოწვის ხარისხი:

№ 1 ნიმუშისათვის—53%-დან—78%-მდე.

ხოლო № 2 „ —74% „ —94 „

ამნაირად, ჟანგბადით გამდიდრებული ჰაერის გამოყენებისას იზრდება როგორც გამოწვის ხარისხი, ისე წვის სიჩქარე.



ნახ. 3

2. სხვადასხვა შედგენილობის ალმადნების ნარევების გამოწვა

როგორც ცნობილია, ალმადნის გამოწვის ხარისხზე გავლენას ახდენს სხვადასხვა ფაქტორი, რომელთაგან შეცხოვადობა ერთ-ერთი ძირითადთაგანია. ეს თვისება დაკავშირებულია გამოწვის განსაზღვრულ ტემპერატურულ პირობებთან, რომლის დროსაც შეუძლებელია მაღალი დესულფურიზაციის ხარისხის მიღება.

ჩვენ მიერ შესწავლილი ალმადნებიდან № 4 ნიმუში შეცხოვადობით ხასიათდება; ეს ალმადანი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს დამოუკიდებელი გამოწვისათვის, მაგრამ შეცხოვბის უნარი რამოდენიმედ ამცირებს მის საწარმოო მნიშვნელობას.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვემცირებინა ან მთლიანად მოგვესპო აღნიშნული ალმადნის ეს უარყოფითი თვისება.

ცხრილი 3

კაზმის №№	კაზმის შედგენილობა %/%-ით			ტემპერატურა °C-ით		შეცხოვადობა
	ნიმუში № 4	ნიმუში № 1	ნიმუში № 2	900	1000	
1	100	—	—	94,51	—	ცხვება
2	95	5	—	93,70	—	"
3	90	10	—	92,82	—	"
4	85	15	—	90,97	—	"
5	80	20	—	90,20	—	არ ცხვება
6	75	—	25	92,21	92,70	ცხვება
7	75	—	25	93,72	94,50	"
8	70	—	30	94,23	96,74	არ ცხვება

ამ მიზნით № 4 ნიმუშს ვუმატებდით ლარიბი ალმადნის № 1 და № 2 ნიმუშებს და ვახდენდით მათ გამოწვევას 30 წუთის განმავლობაში.

შედგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

როგორც მონაცემებიდან ჩანს, მხოლოდ № 5 და № 8 კაზში, დაახლოებით 29—30% გოგირდის შემცველობით, მოკლებულია შეცხოვის უნარს და იძლევა მისაღებ გამოწვევის ხარისხს. მაგრამ № 8 კაზმს (№ 4 მადნის 70% და № 2 მადნის 30% ნარევის) უპირატესობა აქვს № 5 კაზმთან, რადგან პირველში შეცხოვის უნარის გაქარწყლებასთან ერთად იზრდება გამოწვევის ხარისხი.

№ № 2—5 და № № 6—8 კაზმების განსხვავებული ყოფაქცევა, იღბით, იხსნება მათი შედგენილობის განსხვავებით და პირველ კაზმებში მოცემული ტემპერატურისას ნაწილი გოგირდის დაუშლელ ფორმაში შებოჭვით.

3. ლარიბი ალმადნების აირგამწმენდ მასასთან გამოწვევა

აირგამწმენდი მასა, რომელიც მიიღება კოქსის აირის გაწმენდის შედეგად და შეიცავს 40%-დან—60%-მდე გოგირდს, შეიძლება დაემატოს ლარიბ მადნებს მათი გამოწვევის ხარისხის გადიდების მიზნით.

ჩვენ თავიდანვე შევისწავლეთ სუფთა აირგამწმენდი მასის გამოწვევის ხარისხი სხვადასხვა ტემპერატურაზე.

შემდეგ სერიებში ვიღებდით ლარიბი ალმადნის ნიმუშების ნარევის აირგამწმენდ მასასთან სხვადასხვა ფარდობით. გამოწვევის ხანგრძლიობა იყო 30 წუთი.

აირგამწმენდი მასისა და № 1 ნიმუშის კაზმის გამოწვევის შედეგები მოცემულია მე-4 ცხრილში და მე-4 ნახაზზე.

ცხრილი 4

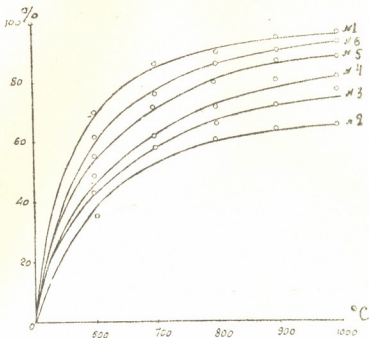
კაზმის №№	კაზმის შედგენილობა %-ით		ტემპერატურა °C-ით				
	აირგამწ. მასა	№ 1 ნიმუში	600	700	800	900	1000
1	100	—	70,80	82,25	89,27	94,77	97,90
2	10	90	35,53	48,35	61,53	64,17	64,17
3	20	80	44,89	58,06	66,97	71,41	76,13
4	30	70	49,87	62,79	71,96	81,55	81,13
5	40	60	55,87	72,39	80,62	87,97	87,97
6	50	50	61,03	76,93	85,85	90,95	94,73

როგორც მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რაც მეტია კაზმში აირგამწმენდი მასა, მით მეტია გამოწვევის ხარისხი.

ლარიბი მადნისა და აირგამწმენდი მასის 1:1 შეფარდებისას მიიღება საკმაოდ მაღალი გამოწვევის ხარისხი.

ცდები ჩატარებული იყო აგრეთვე აირგამწმენდი მასისა და № 2 ნიმუშის კაზმებზე მბრუნავ ლუმელში, რის შედეგადაც მიღებულია კიდევ უფრო მაღალი მაჩვენებლები.

ამრიგად, ლამინგის მასის დამატება ლარიბი მადნებისადმი მიზანშეწონილად უნდა ჩაითვალოს.



ნახ. 4

დასკვნა

ლარიბი ალმადნების გამოყენებისათვის შეიძლება შემდეგი გზები დაისახოს:

1. ლარიბი ალმადნების ჟანგბადით გამდიდრებულ ჰაერის არეში გამოწვა;
2. შეცხოვადი სულფიდური მადნებისა და ლარიბი ალმადნების ნარევების გამოწვა;
3. ლარიბი ალმადნებისა და აირგამწმენდი მასის ნარევების გამოწვა.

ს. მ. კიროვის სახელობის
პოლიტექნიკური ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 4.6.1949)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. М. Какабадзе, Т. И. Гачечиладзе. К вопросу использования колчеданов. საქ. პოლიტექნიკური ინსტ. შრომები, № 20, 1949.
2. К. М. Малин. Применение кислорода при обжиге сернистого сырья. ЖПХ, № 5, 1944.
3. Н. П. Диев и Ю. В. Карякин. Окисление сульфидов воздухом, обогащенного кислородом. ЖПХ, 7—8, 1938.
4. А. Н. Вольский. Физико-химические условия применения воздуха, обогащенного кислородом в металлургии цветных металлов. Цветные металлы, № 4, 1934.

გეოლოგია

პ. ბაგრატიანი

ახალი მონაცემები კვაისის რაიონის ტექტონიკის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. ჯანელიძემ 24.8.1949)

მიუხედავად იმისა, რომ კვაისის რაიონი გეოლოგიურად დიდი ხანია ცნობილი და აქ მრავალ გეოლოგს უმუშავნია, მისი ტექტონიკა დღემდე მაინც გაურკვეველი იყო. ყველაზე უფრო სრული და სწორი ცნობები უფრო ფართო რაიონის გეოლოგიის შესახებ მოცემულია ივ. კახაძისა და ნ. კანდელაკის შრომაში [1].

ჩვენმა დაკვირვებებმა საშუალება მოგვცა დაგვეზუსტებინა ამ მხარის გეოლოგიის ზოგი საკითხი და, მათ შორის, კვაისის რაიონის ტექტონიკაც.

კვაისის რაიონის სახელწოდებით ორი უბანი იგულისხმება: საკუთრივ კვაისის უბანი და ნადარბაზევის უბანი.

ეს უბნები ტოპოგრაფიულად ერთმანეთისაგან გაყოფილია მდ. ნადარბაზევ-დონის ხეობით.

გეოლოგიურად მთელი რაიონი აგებულია სამი სხვადასხვა შედგენილობისა და ასაკის ნალექისაგან: ბაიოსის ვულკანოგენური წყობისგან, ზედა იურის რიფული კირქვებისაგან და ქვედა ცარცის თხელშრებრივი კირქვებისა და მერგელებისაგან. კვაისის უბანზე ბაიოსის ვულკანოგენურ წყებაზე უთანხმოდ არიან განლაგებული ზედა იურის რიფული და მასივური კირქვები, რომლებიც მკვეთრად გამოიყოფიან თავისი კლდოვანი რელიეფით. კირქვების ზოლის სიგანე ზედაპირზე საშუალოდ 60 მ უდრის. დასავლეთის მიმართულებით (მდ. კვაისა-დონის ხეობაში) კირქვები სწრაფად ისოლებიან, ხოლო აღმოსავლეთით ვიწრო ზოლად ჩადიან მდ. ნადარბაზევ-დონის ხეობაში და, წინააღმდეგ გაბატონებული შეხედულებისა, უშუალოდ გრძელდებიან ნადარბაზევის რაიონშიც. კირქვების დაქანება ძირითადად ჩრდილოურია, ხოლო დაქანების კუთხე 70—85° უდრის.

კვაისის მიდამოებში (მთა კვაისა-ხოხის ჩრდილოეთით) მასივური კირქვების ჩრდილოეთით ბაიოსის ვულკანოგენურ წყებაზე და მასივურ კირქვებზედაც განლაგებულია თხელშრებრივი კირქვებისა და მერგელების თხელი დასტა. კირქვებისა და მერგელების დასტის ქვეშ ჩრდილო ნაწილში თხელი მასივური კირქვებია განლაგებული. მასივური კირქვების დაქანების კუთხე აქ 20—25° არ აღემატება, მაშინ როდესაც შრებრივი კირქვებისა და მერგელების დაქანების კუთხე, მეტ შემთხვევაში, 10—15° უდრის. ზემოთ მოყვანილი ფაქტებიდან აშკარად ჩანს შრებრივი კირქვების უთანხმო განლაგება მასივურ კირქვებზე. კვაისა-ხოხის შრებრივი კირქვები არც ნადარბაზევ-დონის ხეობაში და არც მდ. კვაისა-დონის ხეობაში არ ჩადის.

უშუალოდ გამოშვებებში ნათლად ჩანს კვაისა-ხოხის მასივური კირქვების მიწყებტა ჩრდილო მიმართულებით ბაიოსის ვულკანოგენურ წყებაზე. ასეთსავე სურათს ვხედავთ ნადარბაზევის მიდამოებშიც.

თხელშრეებრივი კირქვები და მათი მომყოლი ფერადი მერგელები კარგადაა განვითარებული ეგრეთ წოდებულ ცხანარის სინკლიზში. მაგრამ ფაციპალურად ისინი არ გადადიან მასივური და რიფული ფაციესის კირქვებში და გარკვეულად უთანხმოდ არიან განლაგებული უკანასკნელებზე. უთანხმოდ განლაგების სურათი ძალიან კარგად ჩანს გარდა კვაისის უბნისა სოფ. ფასრალოსთან და სხვა მრავალ ადგილას. სოფ. ფასრალოსთან შრეებრივი კირქვები უშუალოდაა განლაგებული როგორც ბაიოსის ვულკანოგენურ წყებაზე, ისე გადარეცხილი მასივური კირქვების შრეების თავზე. შრეებრივი კირქვების ფუძეში თითქმის ყველგან გვხვდება ბრექჩია-კონგლომერატი, რომლის მასალა ძირითადად მასივური კირქვებით არის წარმოდგენილი. მრავალ ადგილას (ცხანარის სინკლიზის ორივე ფართაში) შრეებრივი კირქვების, ფერადი მერგელებისა და წითელი და თეთრი ფერის მერგელებრივი კირქვების თითქმის ყველა ჰორიზონტში (განსაკუთრებით ქვედა და ზედა ჰორიზონტებში) ნახულ იქნა საკმაოდ მდიდარი და კარგად დაცული ფაუნა, რომლის წინასწარი შესწავლაც კი არავითარ ექვს არ სტოვებს, რომ მათი შემცველი ნალექები ცარცის თითქმის ყველა სართულს შეიცავს. ცუდად დაცული ცარცული ფაუნა კვაისის მიდამოებშიც იქნა ნახული. გარდა ამისა, კვაისის თხელშრეებრივი კირქვები ლითოლოგიურად არაფრით არ განსხვავდებიან ფასრალო-ცხანარის ქვედა ცარცული თხელშრეებრივი კირქვებისა და მერგელებისაგან. თუ ამას მათი განლაგების პირობებსაც დაეფიქტებთ, ცხადი გახდება, რომ კვაისის თხელშრეებრივი კირქვები და მერგელები ქვედა ცარცად უნდა იქნენ აღიარებული.

როგორც აღნიშნული იყო, მასივური კირქვების დაქანების კუთხე 70—85° უნდა იყოს. 70° დაქანება (საშუალოდ) მათ აქვთ კვაისის მიდამოებში, ხოლო 85°—ნადარბაზევის. სიღრმეში დაქანების მიმართულებით (ჩრდილოეთისაკენ) მასივური კირქვები ბაიოსის ვულკანოგენურ წყებას აწყდებიან. რაც გარკვეულად რღვევის ხაზზე მიგვითითებს. ეს რღვევის ხაზი, რომელიც კვაისის მიდამოებში კარგად არის დადგენილი, აღმოსავლეთითაც გრძელდება და არანაკლები სიციხადით არის გამოხატული ნადარბაზევის უბანშიაც მდ. ნადარბაზევ-დონის მარჯვენა ფერდობზე. აქ რღვევის ზედაპირის დაქანება ჩრდილოეთისაკენ არის მიმართული; დაქანების კუთხე ვერტიკალურს უახლოვდება. დასავლეთის მიმართულებით რღვევის ხაზი მთელ კვაისის უბანზე გაივლის. უფრო დასავლეთით, უკვე მდ. ჯეჯორის მარჯვენა მხარეზე, ამ რღვევის ხაზმა, ჩვენი დაკვირვებით, სოფ. ჩასავალზე უნდა გაიაროს და აქვე უნდა შეუერთდეს ჩვენ მიერ დადგენილ ველუანთის ზოლის მასივური კირქვების რღვევის ზოლს. აქაც ნათლად ჩანს მასივური კირქვების მიწყებტა ჩრდილოეთის მიმართულებით ბაიოსის ვულკანოგენურ წყებაზე. უნდა აღინიშნოს, რომ რღვევის ხაზი სქელი ნაყარის გამო უშუალოდ არ ჩანს.

ზემოთ მოყვანილი ფაქტებიდან შეიძლება დაყისკვნათ, რომ აქ საქმე გვაქვს არა ნასხლექთან, არამედ შესხლექასთან და რომ ეს მოძრაობა მიმარ-

თულია ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ, ე. ი. აწეული არის ბაიოსის ვულკანო-გენური წყება. მასათა ასეთი მოძრაობა კარგად ეგუება აქ გაბატონებულ რეგიონალურ ტექტონიკურ მოძრაობებს.

შესხლეტის ვერტიკალური ამპლიტუდა შესწავლილ ფართობზე 150—350 მეტრის ფარგლებში იცვლება; დასავლეთისაკენ ის კლებულობს, ხოლო აღმოსავლეთისაკენ მატულობს. კვანის უბანზე 200—250 მეტრს უნდა უდრიდეს. საერთოდ ყოველ კერძო შემთხვევაში მისი დაზუსტებაა საჭირო.

მეტად საგულისნმოა ის გარემოება, რომ, ჩვენი დაკვირვებით, ამ შესხლეტაში არც კვანის და არც ჩასავალ-ფასრალის ცარცული ასაკის შრეებრივი კირქვები და მერგელები მონაწილეობას არ იღებენ და შესხლეტის სიბრტყეს ფარავენ. ზოგიერთ გაშიშვლებში, მართალია, ჩანს შრეებრივი კირქვებისა და მერგელების აშუშვნა და წამოყირავება, მაგრამ ეს მოვლენა უკვე ცარცზე ახალგაზრდა ტექტონიკური მოძრაობების შედეგი უნდა იყოს. ამრიგად, შესხლეტა ქვედა ცარცზე აღრინდელი გამოდის და იგი ანდურ ოროფაზისს უნდა დავუკავშიროთ. თუ ამას სარწმუნოდ მივიჩნევთ, მაშინ ისიც უნდა დავასკვნათ, რომ ანდური ოროფაზისი აქ საკმაოდ ძლიერი ყოფილა.

დაკვირვება გვიჩვენებს, რომ მასივური კირქვების დაშრეების ზედაპირიც აშლილობის ზედაპირს უნდა წარმოადგენდეს, ე. ი. ამ ზედაპირის გასწვრივაც ხდებოდა მასათა (მასივური კირქვების) გადაადგილება ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით. ეს მოძრაობა-შეცოცება, ჩვენი წარმოდგენით, დაკავშირებული უნდა იყოს ზემოთ აღწერილ შესხლეტასთან. ამრიგად, აქ დამოუკიდებელი ნახსლეტი კი არ გვაქვს, როგორც აღრე ფიქრობდნენ, არამედ ჩვეულებრივი შეცოცება დაშრეების ზედაპირის გასწვრივ. აქედან გასაგებია, თუ რატომ ხდება მასივური კირქვების თანდათან გამოსოფლა სიღრმეში.

ამრიგად, კვანის რაიონის ტექტონიკა წარმოდგენილი არის შესხლეტით და მასთან დაკავშირებული შეცოცებით მასივური კირქვების დაშრეების ზედაპირის გასწვრივ.

შესხლეტის დაქანება მეტ შემთხვევაში ჩრდილოეთისაკენ არის მიმართული და დაქანების კუთხე ვერტიკალურს უახლოვდება. მაგრამ არის ადგილები, სადაც ის სამხრეთისაკენ არის დაქანებული (ზემო კვანისა). ჩვენი შეხედულებით შესხლეტის სიბრტყის დაქანების კუთხე, რომელიც ახლა ჩანს, არ არის მისი პირვანდელი დაქანების კუთხე. ზემოთ უკვე იქნა აღნიშნული, რომ შესხლეტა ანდური ოროფაზისის დროინდელია და ცხადია, რომ უფრო ახალგაზრდა დანაოქების ფაზისებმა შესხლეტის სიბრტყის დაქანების კუთხეც შეცვალეს, ჩვენ შემთხვევაში გაზარდეს, და თუ ვვინდა იგი აღვადგინოთ, საჭიროა მას გამოვავლოთ ცარცის შრეების დაქანების კუთხე, რის შემდეგ დავრწმუნდებით, რომ შესხლეტის დაქანება ყველგან ჩრდილოეთისაკენ იქნება მიმართული, ხოლო დაქანების კუთხე საკმაოდ ცვალებადი დარჩება (45—75°)—დასავლეთისაკენ ნაკლები, ხოლო აღმოსავლეთისაკენ მეტი. ახალგაზრდა მოძრაობები (ცარცის შემდგომი) კარგად ჩანს უშუალოდ გაშიშვლებებშიაც. ხშირია ადგილები, სადაც მასივური კირქვები, შესხლეტილი ბაიოსის ვულკანოგენური წყება და შესხლეტის სიბრტყე გწყვეტილი და გადაად-

გილებული არიან მერიდიონალური მიმართულების ნაწევ-ნასხლეტებით. აქედან ძნელი არ არის იმის წარმოდგენაც, რომ ასეთი მოძრაობების შედეგად მასივური კირქვების სოლმა მალლა ამოწვევა განიცადოს. ამით უნდა იყოს გამოწვეული შრეებრივი კირქვების წამოყირავება და მათი დაშმუშვნა მასივური კირქვების კონტაქტთან შესხლეტის ზოლის გასწვრივ.

კვაისა-ხობის მასივური კირქვები ახლო წარსულში უშუალოდ უნდა ყოფილიყვნენ დაკავშირებული ველუანთის ზოლის კირქვებთან. მდ. ჯეჯორმა და კვაისა-დონმა ეს კავშირი მოსპეს—კირქვები წარეცხეს. აღმოსავლეთის მიმართულებით კვაისა-ხობის მასივური კირქვები, როგორც აღნიშნული იყო, თანდათან დაბლა იწევენ და ამის გამოა, რომ ისინი მდ. ნადარბაზევ-დონის ხეობაში ჩადიან და უშუალოდ ებმიან ნადარბაზევის მასივურ კირქვებს. ამრიგად, ჩვენი დაკვირვებით, ზემოთ აღნიშნული კვაისის რაიონის აღნიშნული უბნები ერთმანეთთან ძალიან მჭიდროდ არიან დაკავშირებული და მათ არაფერი არ თიშავს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.8.1949)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ი. კახაძე და ნ. კანდელაკი. ცხანარის სინკლინის მეზოზოური ნაღებების სტრატოგრაფიისათვის. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. IV, № 2, 1943.

გალეონტოლოგია

მ. შუნაძე

ალმოსავლეთ საქართველოს სარმატული ფლორის იმარი

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. ჯანელიძემ 5.7.1949)

ალმოსავლეთ საქართველოში სარმატული ნალექები როგორც ცხოველური, ისე მცენარეული ნაშთების დიდ რაოდენობას შეიცავენ. ფლორის შემცველი შრეების ფაუნისტური დათარიღება კი, როგორც ცნობილია, ძალიან მნიშვნელოვანი ფაქტორია ნამარხი მცენარეების შესწავლისათვის ყველგან, განსაკუთრებით კი ისეთ რაიონებში, სადაც ეს უკანასკნელი ან სულ შესწავლელი არიან, ან არასაკმაოდ შესწავლილი, როგორც ამას ვხედავთ საქართველოში, თუ ფლორის ასაკი ფაუნისტურად დადგენილია, საჭირო ხდება მხოლოდ მცენარეული საფარის ხასიათის გარკვევა და შემდეგ, სხვა მეზობელ ფლორათა შესწავლისას, ეს უკვე ყოველმხრივ შესწავლილი ფლორა შეიძლება დასაყრდენად მივიჩნიოთ. სწორედ ეს გარემოება იყო იმის მიზეზი, რომ ჩემი კვლევის საგნად სარმატული ფლორა ავირჩიე.

ალმოსავლეთ საქართველოს სარმატულ ნალექებში ნამარხი მცენარეების ნაშთები პირველად 1913 წელს იპოვა ა. რიბინინმა. მისი კოლექცია დამუშავებული და აღწერილია ი. პალიბინის შრომაში [1], 1934 წ. გამოვიდა იმავე ავტორის მეორე ნაშრომი [2], სადაც მოცემულია დამატებითი მასალა ალმოსავლეთ საქართველოს სარმატული ფლორის შესახებ.

1946—48 წ. წ. ზაფხულების განმავლობაში საშუალება მიქონდა სარმატული ფლორის საკმაოდ დიდი კოლექცია დამეგროვებინა. ეს კოლექცია დამუშავებულია ჩემ მიერ საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტში და ინსტიტუტის მონოგრაფიულ მუზეუმში ინახება.

მცენარეული ნაშთების დიდი ნაწილი შეგროვილია გარე კახეთში შემდეგ ადგილებში (აქ აღვნიშნავ მხოლოდ იმ ადგილებს, სადაც ნამარხი ფლორა დიდი რაოდენობით გვხვდება):

1. ხევში სოფ. საცხენისის ჩრდილოეთით, ქვედა სარმატულ ქვიშაქვებში.
2. მდ. ნორიწყლის მარჯვენა ნაპირზე, გზაზე, რომელიც ღვთაების მონასტრისაკენ მიემართება, გაშიშვლებულია შუა სარმატული მასივი ქვიშაქვები, რომლებიც შეიცავენ ნამარხი ფოთლების ერთეულ ეგზემპლარებს.
3. ღვთაების მონასტრის მიდამოებში ისეთსავე შუა სარმატულ მკვრივ ქვიშაქვებში გვხვდება ფოთლები, რომლებიც გაბნეულია ქანში თითო-ორილად აღნაბეჭდის სახით.
4. სოფ. ნორიოში საბურღავი ხსნარის დამამზადებელი ქარხნის პირდაპირ მკვრივ შუა სარმატულ ქვიშაქვებში გაბნეულია ფოთლების ერთეული აღნაბეჭდები.

5. სოფ. მუხროვანთან ტინისერის მკვრივ ქვიშაქვებში, რომელთაც თავზე ადევს შუა სარმატული ფაუნის შემცველი ლუმამელის წყება, გაბნეულია მცენარეთა ერთეული აღნაბეჭდები.

6. გომბორის გზაზე გორგასალის ციხესთან ქვედა და შუა სარმატული მკვრივი ქვიშაქვების ზოგი შრე გავსებულია ფოთლების აღნაბეჭდებით.

7. სოფ. პატარძელში მწვ. კოტმანზე გაშიშვლებულია ქვიშაქვების სქელი დასტა, რომელსაც თავზე ადევს შუა სარმატული ფაუნის შემცველი შრეები, ხოლო საგებად აქვთ ქვედა სარმატული თიხები და ქვიშაქვები. ეს ქვიშაქვები დიდი რაოდენობით შეიცავენ მცენარეულ ნაშთებს.

8. სოფ. პატარძელშივე ფიდინანთ ხევში გაშიშვლებულია ქვიშაქვის იგივე ზოლი და მასში აგრეთვე დიდი რაოდენობით გვხვდება ფოთლების აღნაბეჭდები.

გარდა ვარე კახეთისა, მცენარეული ნაშთები ნაპოვნი და შესწავლილია სამხრეთ ოსეთიდან (ჯავის რაიონი), აქ ფლორა ნაპოვნია შემდეგ ადგილებში:

1. მდ. დიდი ლიახვის მარჯვენა შენაკადის ხეცე-დონის ხეობაში გაშიშვლებულია ქვედა სარმატული ქვიშაქვები, რომლებშიც ფლორით მეტად მდიდარი მკვრივი ქვიშაქვის შრე შემხვდა.

2. მდ. დიდი ლიახვის მარცხენა შენაკად კიმას-დონის ხეობაში იმავე ქვიშაქვის ფენში დიდი რაოდენობითაა მცენარეული ნაშთები.

3. სოფ. საკირესთან ქვედა სარმატულ ქვიშაქვებში გაბნეულია თითო-ოროლა ფოთლის აღნაბეჭდი.

ამრიგად, ნამარხი ფლორა ნაპოვნია ქვედა და შუა სარმატულ ქვიშაქვებში. იგი წარმოდგენილია ფოთლების, პატარა ტოტებისა და იშვიათად ნაყოფის აღნაბეჭდების სახით. ამ აღნაბეჭდების განსაზღვრის მეოხებით აღმოსავლეთ საქართველოს სარმატული ფლორის ცნობილ ფორმებს კიდევ რამდენიმე სახე დაემატა და მიღებულ სრულ სიას შემდეგი სახე აქვს:

Filices ind.
Phragmites oeningensis A. Br.
Typha latissima A. Br.
Pinus Rjabini Pal.
Salix media A. Br.
S. varians Goep. S. sp.
Populus balsamoides Goep.
Myrica lignitum Ung.
M. deperdita Ung.
M. salicina Ung.
M. hakaefolia Sap.
M. banksiaefolia Ung.
Carya bilinica Ung.
Cinnamomum Scheuchzeri Heer.

Pterocarya castaneaeifolia Goep.
Juglans acuminata A. Br.
Fagus orientalis L. Sarmat.
Quercus mediterranea Ung.
Q. pseudocastanea Goep.
Q. deuterozona Ung.
Q. lonchitis Ung.
Q. Sp.
Castanea atavia Ung.
Ulmus carpinoides Goep.
Ulm. longifolia Ung.
Zelkova Ungeri Kov.
Magnolia Dianae Ung.
Laurus primigenia Ung.

- C. polymorphum* Heer
- C. lanceolatum* Heer
- C. subrotundum* Heer
- C. Rossmassleri* Heer
- Persea princeps* Heer
- Apocynophyllum ibericum* Pal.
- Platanus aceroides* Goepp.
- Diospyros brachysepala* A. Br.
- Sapindus Ungerii* Ett.
- S. undulatus* Heer

- Acer trilobatum* A. Br.
- Cassia phaseolites* Ung.
- C. lignitum* Ung.
- Sophora Berenices* Ung.
- Berchemia multinervis* A. Br.
- Rhamnophyllum* sp.
- Rhododendron* sp.
- Folium* Ind¹.
- Folium* Ind².

მცენარეთა ამ სიას თუ გადავხედავთ, დავინახავთ, რომ მათ შორის გვხვდება ერთი გვიმრანაირი, ერთი—წიწვიანი და ორი—ერთლებნიანი მცენარის წარმომადგენელი. დანარჩენი სახეები კი ორლებნიან ხისა და ბუჩქის ჯიშებს ეკუთვნიან. მათ შორის გვხვდება როგორც სუბტროპიკული მარადმწვანე მცენარეები, მაგალითად: *Myrica lignitum* Ung., *M. depridita* Ung., *M. salicina* Ung., *M. hakaefolia* Sap., *M. banksiaefolia* Ung., *Magnolia Dianae* Ung., *Laurus primigenia* Ung., *Cinnamomum Scheuchzeri* Heer., *C. polymorphum* Heer., *C. lanceolatum* Heer, *C. subrotundum* Heer, *Sapindus ungerii* Ett., *S. undulatus* Heer, *Cassia phaseolites* Ung., *C. lignitum* Ung., ისე ცვენადფოთლოვანი ფლორის წარმომადგენლები, რომელთაც ყველა დანარჩენი სახე ეკუთვნის.

უნდა აღინიშნოს, რომ სხვადასხვა ადგილსაპოვებლები მცენარეთა სახეობრივი შედგენილობის მიხედვით არ განსხვავდებიან ერთიმეორისაგან, მაგრამ განსხვავება ცვენადფოთლოვანი ელემენტების მეტ-ნაკლებობის მხრივ საკმაოდ მკვეთრად მოჩანს. ეს განსხვავება ზემდეგში მდგომარეობს: იქ, სადაც ფლორის შემცველი ქანები გავსებულა მცენარეული ნაშთებით, ფლორის ძირითად მასას გარე კახეთში *Ulmus carpinoideis* Goepp. და *Ulmus longifolia* Ung ქმნიან, სამხრეთ ოსეთში კი *Quercus*-ის სხვადასხვა ცვენადფოთლოვანი სახეები. მარადმწვანე *Cinnamomum*, *Laurus* და *Myrica* კი გვხვდება თითო-ორი ადგილზე მხოლოდ. იქ კი, სადაც ფოთლები გაბნეულია შემცველ ქანში, უფრო ხშირია ტყავისებურ მარადმწვანე მცენარეთა ჯიშები. ეს მოვლენა ადვილი ასახსნელია. თუ მხედველობაში მივიღებთ მარადმწვანე ფოთლების ტყავისებურ ტექსტურას. იქ, სადაც ერთეული ფოთლების აღნაბეჭდები გვხვდება, ეს ფოთლები შემთხვევითაა შემოტანილი დალექვის აუზში და, რა თქმა უნდა, მანძილს, რომელსაც მარადმწვანე სქელი ფოთლის მასა გადატანის დროს გაუძღვებდა, თხელი ცვენადფოთლოვანი ტიპის ფოთლი ვერ აიტანდა. იქ კი, სადაც ქანი სავსეა ფოთლების ნაშთებით, მცენარეთა ამ ნაწილებს დიდი მანძილის გავლა არ დასკურებიან და ცვენადფოთლოვანი ნაზი აგებულების ფოთლები და ტყავისებური მარადმწვანე ფოთლები განამარხებულან ისეთივე შეფარდებით, როგორშიც ბუნებაში გვხვდებოდნენ. აი რატომ არის, რომ მცენარეთა ნაწილებით სავსე ქანში ფლორის ძირითად მასას ცვენადფოთლოვანი ელემენტები შეადგენენ.

თუ ეს ასეა, მაშინ შეიძლება ვთქვათ, რომ აღმოსავლეთ საქართველოში სარმატული დროისათვის უკვე გაბატონებული ყოფილა ცვენადფოთლოვანი ფლორა, რომელსაც ჯერ მთლიანად ვერ გაუდევნია სუბტროპიკული ელემენტები, მაგრამ ყოველ შემთხვევაში ამ ბრძოლაში იგი უკვე გამარჯვებულია და სუბტროპიკულ ელემენტებს მხოლოდ დამორჩილებული რაოდენობით ვხვდებით გაბატონებულ ცვენადფოთლოვან სარმატულ ტყეში.

ამრიგად, საქართველოში ცვენადფოთლოვანი ფლორის შემოქრის დრო სარმატულზე უფრო ადრინდელი უნდა იყოს და ჩვენ წინაშე ისმება ამ დროის დაზუსტების საკითხი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.10.1949)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. В. П а л я б и н. Сарматская флора Восточной Грузии. Материалы ЦНИГРИ, Палеонтология и стратиграфия, сборник 1, Ленинград-Москва-Новосибирск, 1933,
2. И. В. П а л я б и н. Палеоботанические материалы из Восточной Грузии. Труды Нефтяного Геологоразведочного Института. Палеоботанический сборник, выпуск 1; Ленинград-Москва-Новосибирск, 1934.

ზოგადობები

3. რეპი

აბლაბუდიანი ტიპების რიცხოვნობის დინამიკის დამაპირებელი
ვატროების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ხაიცივა 23.5.1949).

ჩემმა მრავალწლიურმა დაკვირვებებმა აბლაბუდიან ტიპებზე (*Tetranychidae*) ქ. თბილისის ნარგავებზე ნათელყო, რომ ზაფხულის განმავლობაში ამ ცხოველთა რაოდენობა ძლიერ მერყეობას განიცდის. ივლისში ან აგვისტოში, როდესაც ამინდის პირობები თითქოს ხელსაყრელია გამრავლებისათვის, ტიპებს ემჩნევათ დეპრესია, რომელიც უპირველეს ყოვლისა კვერცხების რაოდენობის შემცირებაში გამოიხატება. ამ დროისათვის ხეების უმრავლესობას, რომლებიც მეტად არიან დაზიანებული ტიპებისაგან და ზოგჯერ გვალვისაგანაც, თითქმის ყველა ფოთოლი სცივია და მათზე აკარინოზის დადგენა შეიძლება მხოლოდ მკვდარი კოლონიების ნარჩენების ნახვით—აბლაბუდით, გამოცვლილი კანის ფერფლით და კვერცხის ცარიელი ნაჭუჭებით. შემოდგომით ასეთი ხეები შესაძლებელია კვლავ შეიფოთლოს და მაშინ ტიპების მოსახლეობა მათზე თანდათანობით იზრდება, სანამ არ აცივდება. ასეთი მოვლენა ხშირია *Schizotetranychus telarius* (L.)-სათვის ცაცხვზე, *Sch. aceri* Reck-სათვის ამერიკულ თელაზე და *Tetranychus* sp.-თვის აკაკის ხეზე. აკარინოზი არათანაბრად განაწილებული არა მარტო ქალაქის სხვადასხვა ნაწილში, არამედ მეზობელ ქუჩებში და ერთმანეთის ახლოს დარგულ ერთი სახეობის ხეებზედაც. ნათქვამში დასტურდება ჟიჟილაშვილის [4] დაკვირვებითაც.

დღემდის აბლაბუდიანი ტიპების რაოდენობის ყოველგვარ ცვლას მკვლევარების უმრავლესობა მეტეოროლოგიური ფაქტორების შემოქმედებით ხსნიდა. დაშვებული იყო, რომ ერთგვარი გავლენა ჰქონდა აგრეთვე მტაცებლებს. ასეთი თვალსაზრისი ვერ ახსნიდა მოვლენათა უმრავლესობას, რომლებიც ტიპების ცხოვრებაში ხდება, ამიტომ აქ ლაპარაკი გვექნება იმაზე, რომ არსებობს საფუძველი იმ ჰიპოთეზისათვის, რომ საკმაო როლს თამაშობს ტიპისა და საკვები მცენარის ურთიერთმოქმედება.

წინამდებარე ნაშრომის დასკვნები, რა თქმა უნდა, საჭიროებს დაზუსტებას და მომავალში დადასტურებას. ამ ნაშრომის გამოქვეყნება, მე მგონია, დროულია, ვინაიდან პრაქტიკული შესაძლებლობები იშლება საკითხის ახლებურად გაშუქებასთან დაკავშირებით. თუ აქამდე მიღებული ძველი „მეტეოროლოგიური“ თვალსაზრისი ბუნებაში მომხდარი მოვლენების ერთგვარ გაშუქებას იძლეოდა, ამავე დროს ახდენდა დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობის საკითხების

დეზორიენტირებას. კერძოდ შეიძლება დაშვებულ იქნეს, რომ გამანადგურებელი საშუალებები (გოგირდის პრეპარატების შეფრქვევა და სხვა) ბევრ შემთხვევაში შეიძლება ჩატარებულიყო ტკიპების დეპრესიის მომენტში და აკარინოზის დაცემა მაშინ ახსნილი ყოფილიყო მხოლოდ ამ ღონისძიებათა ეფექტურობით. აქ მოხსენებული თვალსაზრისი არა მარტო ხსნის მოვლენათა მთელ წყებას, რომლებიც მანამდე გაუგებარი იყო, არამედ ერთდროულად იძლევა ორიენტაციას მათ ვაზარებით მართვაში.

ნაგარაუდევია, რომ აგროტექნიკური საშუალებებით (რეგულარული რწყვა, სათანადო შედგენილობის სასუქების შეტანა და სხვა) შესაძლებელი გახდება უზრუნველყოფა მცენარის ისეთი მდგომარეობისა, როდესაც მცენარეზე აბლაბუდიანი ტკიპის არსებობა სრულიად შეუძლებელი, ანდა არახელსაყრელი იქნება. მოცემულია აგრეთვე ზოგიერთი მოსაზრება აკარინოზის მიმართ არამგრძობიარე მცენარეების გამოყვანისათვის.

„მცენარე, ცხოველი, ყოველი უჯრედი თავისი სიცოცხლის ყოველ წამში გაიგივებულია არიან თავის თავთან და ამავე დროს განსხვავდებიან თავის თავისაგან... დაუსრულებელ მოლექულარულ ცვალებადობათა გამო, რომლებიც სიცოცხლეს შეადგენენ და რომელთა ჯამი აშკარად გამოსჭვივის სიცოცხლის სხვადასხვა ფაზაში... რაც უფრო მეტად ვითარდება ფიზიოლოგია, მით უფრო მნიშვნელოვანი ხდება მისთვის ეს უწყვეტი, დაუსრულებლად მცირე ცვლილებები, აგრეთვე მით უფრო მნიშვნელოვანი ხდება მისთვის იგივეობის ფარგლებში არსებულ განსხვავებათა განხილვა, და იგივეობის შესახებ ძველი, აბსტრაქტული, ფორმალური თვალსაზრისი, რომლის თანახმად ორგანული არსება განიხილება როგორც თავისი თავის რაღაც უბრალო იგივეობა, რაღაც მულმივი, დაძველებულად გვევლინება“ [10].

აკადემიკოსი ტ. ლისენკო, გამოდის რა დებულებებდან, რომლებიც დარკინისა და მიჩურიის კლასიკური ნაშრომებიდან გამომდინარეობენ, მცენარულ ორგანიზმებში გენეტურად სხვადასხვაგვარი ქსოვილების თანაპოინიერებაზე მიუთითებს. გლუშჩენკოს აზრით, რაც უფრო მეტად ბერდება ორგანიზმი, ან რაც უფრო მკვეთრად განსხვავებულ პირობებში ვითარდება ის თავისი ონტოგენეზის პროცესში, მით უფრო მეტად დიფერენციაციას განიცდის ხარისხობრივად მისი ორგანოები და უჯრედები. აბრეშუმის კიის მაგალითზე კუნკემ ვეიჩენა, რომ ფურცლის მკვებავი ღირსება გამოიხატება არა მარტო ერთისა და იმავე მცენარის სხვადასხვა ნაწილის ზრდადი მდგომარეობით, არამედ მთლიანად მცენარის ზრდადი მდგომარეობით. დადგენილია, რომ ჰაერისა და ნიადაგის ტენიანობის ზრდა აყოვნებს მცენარის დაბერებას; ფოსფორმკვება კვების გაძლიერებით შეიძლება დაჩქარდეს მცენარის დაბერება.

ერთისა და იმავე მცენარის ფოთლების ფიზიოლოგიურ არათანაბრობაზე პირველად მითითებული იყო ზალენსკის მიერ 1904 წ. ამ მცენარის შრომებიდან ირკვევა, რომ რაც უფრო ზევითაა ფოთოლი ყლორტზე, მით უფრო მცირეა მეზოფილის უჯრედებისა და ეპიდერმისის, აგრეთვე ფოთ-



ლის სხვა წარმომქმნელი უჯრედების სიდიდე; ზევით მყოფი ფოთლები უფრო დიდ ოსმოსურ წნევას განიცდიან; ყუნწიდან დაცილებული ფოთლის ზედა ნაწილებიც კი უფრო ძლიერ ოსმოსურ წნევას განიცდიან. რიგ სხვა რუს ფიზიოლოგთა მიერ ნაჩვენებია, რომ ერთისა და იმავე მცენარის სხვადასხვა იარუსების ფოთლების წყლის რეჟიმიც ერთგვაროვანი არაა, აგრეთვე არაერთგვაროვანია ნახშირორჟანგის ასიმილაცია, ქიმიური შედგენილობა და სხვა მჩვენებლები.

გვალვიან პირობებში, სახამებლოვანი ფოთლების დაქნობისას, უპირველეს ყოვლისა ხდება რთული ნახშირწყლების ჰიდროლიზი; წყლის დაკარგვა მკვეთრად მოქმედებს აზოტოვან ნივთიერებათა ცვლაზე და ამავე დროს ახალგაზრდა ორგანიზმში ცილოვანი ნივთიერების დაშლის პროცესი ნაკლები ინტენსივობით მიმდინარეობს, ვიდრე ბებრებში.

ა. ბ ლ ა გ ო ვ ე შ ჩ ე ნ ს კ ი და მისი თანამშრომლები [2] საღი და აკარინოზული ბამბის ბუჩქის ნარგავების შედარებითი შესწავლის შედეგად მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ დაზიანებულ ფოთლებში მცირდება წყლის შემცველობა. ფოტოსინთეზი მკვეთრად ეცემა და ძლიერდება სუნთქვის პროცესები; ვარდა ამისა, მცირდება ნახშირწყლებისა და აზოტოვანი ნივთიერების რაოდენობა, რასაც თან სდევს საერთო ნახშირწყლის მომატება საერთო აზოტის მიმართ და ძლიერდება ოსმოსური წნევა.

აბლაბუდიანი ტკიპები კვების დროს ფოთოლს ჩხვლეტენ ორი ხელიცერული სტილეთით, რომლებსაც დახურული მილი არა აქვთ, ნახვრეტის ჰერმეტიზაციისათვის არავითარი მოწყობილობა არა აქვთ. საკვები წველების მიღება ხდება, როგორც ჩანს, მხოლოდ კაპილარობისა და დასველების მეოხებით. ამიტომ ტკიპების კვებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს, რომ ქსოვილის იარაში წვენები ბლომად მოგონადეს. დახშული ნაწლავის გამო ტკიპები იძულებული არიან შეითვისონ მიღებული საკმელი მთლიანად, ასიმილირებული მკვებავი ნივთიერების რეგულაცია მათ არ შეუძლიათ. გეტერეზიის (მასპინძელი მცენარეების შეცვლა) სპეციალური მოწყობილობები არა აქვთ, თუმცა ცნობილია, რომ *Tetranychus urticae* C. L. Koch მისთვის ხელსაყრელ პირობებს ცალკეულ პერიოდებში სხვადასხვა სახეობის მცენარეებზე პოულობს. ნათქვამიდან გამომდინარეობს, რომ აბლაბუდიანი ტკიპების შეგუება მცენარეებზე საკვებად მეტად პრიმიტიულ ხასიათს ატარებს და ტკიპები ძლიერ უნდა იყვნენ დამოკიდებულნი კვების პირობებზე.

ლიტერატურაში, რომელიც ფართოდ ეხება *T. urticae*-ს ჰიგროთერმულ რეჟიმს, არის მნიშვნელოვანი წინააღმდეგობანი, რაც აიძულებს ზოგ მკვლევარს გამოთქვას აზრი გეოგრაფიული ფორმების არსებობის შესაძლებლობის ან სხვადასხვა სახეობის არსებობის შესახებაც. სტეპანცევისა და კოსობუცკის [7] მიერ დაშვებულია, რომ ტკიპისათვის დადგენილი ტემპერატურისა და ჰაერის ტენიანობის ხელსაყრელი კომბინაცია შესაძლოა ერთადერთი არ იყოს და საესებით შესაძლებელია ამ ორი ფაქტორის სხვადასხვა ხელსაყრელი შეხამება. კოსობუცკი [5] ამას ასე ხსნის: „სხვადასხვა ეკოლოგიურ სტაციებში აბლაბუდიანი ტკიპების ტემპერატურული რეჟიმი სხვადასხვაა და სხვადასხვაა მისი განვითარების დინამიკაც“. ჰაერის ტემპერატურისა და მისი

ტენიანობის უშუალო მოქმედებას ტკიპზე მკვლევართა უმრავლესობა წამყვან როლს მიაწერს და მხოლოდ ამ ორ ფაქტორზე დაყრდნობით ცდილობენ პროგნოზისა და ბამბის ბუჩქის მეურნეობის აკარინოზის დარაიონების საკითხის პრაქტიკულად გადაწყვეტას. მაგრამ ტკიპის მოქმედება ბუნებაში ყოველთვის არ თავსდება მისთვის გამოიმუშავებული პროგნოზების, ფორმულების და მრუდების ჩარჩოებში. არ შეიძლება არ დავეთანხმოთ კოსობუცკის [5] მასში, რომ ეს ფორმულები მექანიკურადაა გამოგონილი, ხოლო მრუდები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ კერძო შემთხვევებში. ამ საკმარის ხელოვნურ მოსაზრებათა ძირითადი შეცდომა უდავოდ ის არის, რომ ისინი გამომდინარეობენ იქიდან, რომ არსებობს „მუდმივი თანაფარდობა დაქვემდებარებულ ობიექტს შორის“. მაგრამ, მიუხედავად ამისა, ეჭვს გარეშეა, რომ ამინდის პირობები ძლიერ მნიშვნელოვანი ფაქტორია აბლაბუდიანი ტკიპების გამრავლებისათვის და რომ ისინი დროის გარკვეულ მონაკვეთებში მართლაც საზღვრავენ მათ დინამიკას. ამ დებულების შედარებით ობიექტურ და ზუსტ დასაბუთებას წარმოადგენს ვასერის [3] შრომები. თუკი ლიტერატურაში არსებობს წინააღმდეგობანი ამ ფაქტორების შესახებ, ეს მხოლოდ იმიტომ, რომ სხვადასხვა სეზონში მათი ხვედრითი მნიშვნელობა იცვლება და შეიძლება ტკიპების ცხოვრებაში ცალკეულ სეზონებში წამყვანი გახდნენ სხვა ფაქტორები, უპირველეს ყოვლისა კვების ფაქტორი, რომელიც პირობადებულია საკვები მცენარის ფიზიოლოგიური მდგომარეობით.

ყველაზე უფრო დამარწმუნებელი არგუმენტი ამინდის ფაქტორების შესახებელი დაქვემდებარებითი მნიშვნელობის სასარგელოდ არის აკარინოზის დეპრესიის ხშირი მოვლენა იმ დროს, როდესაც ამინდის პირობები ხელსაყრელია ტკიპების გამრავლებისათვის. ზაფხულის ასეთი დეპრესიები („ბიციკლური დინამიკა“), რომელიც მტაცებლების აქტივაციას არ უძღვის წინ, ხშირად იყო კონსტატირებული *Tetranychus urticae* C. L. Koch-სთვის ბამბის ბუჩქზე საბჭოთა კავშირის სამხრეთ რაიონებში [5,8 და სხვა], *Metatetranychus citri* (McG.) ციტრუსოვანებისთვის საქართველოში [1] და ჩრდ. ამერიკაში [11], აგრეთვე აბლაბუდიანი ტკიპების სხვა სახეობებისათვის. ზაფხულის დეპრესიის მიზეზები გასაგები გახდება, თუკი მივიღებთ მხედველობაში საკვები მცენარეების ფოთლების ფიზიოლოგიურ ცვლილებებს, რომლებიც იწყება გვალვასთან, ფოთლების სიბერესთან, მავნებლებით დაზიანებასთან და სხვა მიზეზებთან დაკავშირებით. მეტეოროლოგიური ფაქტორები ამ დროს ტკიპების დინამიკაზე იმდენად უშუალო მოქმედებას კი არ ახდენენ, რამდენადაც არაპირდაპირს, საკვები მცენარის მდგომარეობის მეოხებით. *M. citri*-ს მიმართ ასეთსავე დასკვნამდე მიდის ბათიანი [1]: „ტკიპების ბალანსზე ჰიგროთერმული ოპტიმალური პირობების დროს გარკვეულ გავლენას ახდენს კვების რეჟიმიც (ფოთლის ხარისხი) და ნალექები წვიმის სახით, როგორც უშუალოდ, ისე არაპირდაპირ, საკვების ხარისხის გაუმჯობესების გზით“. კვების პირობებზე დამოკიდებული გამრავლების ტემპების შესახებ დამარწმუნებლად მოწმობს *T. urticae*-ს სხვადასხვა მცენარეებზე კვების შედეგის [9] ცდები. მიღებული იყო ერთი მდებარის მიერ სხვადასხვა მცენარეზე დაღებული კვერცხების შემდეგი საშუალო რაოდენობანი:

ლობო 53	ბამბა „Neade“ 114
ხვართკლა 30	„ „2034“ 107
ია 17	„ „ფუალი 181“ 61
ბამბა „915“ 158	„ „გიზე 7“ 37
„ნავროცკი“ 122	„ „მარად“ 24

ასეთივე ცდების დროს მდედრის სიცოცხლის ხანგრძლიობა დღეებით საშუალოდ იყო: სამყურაზე — 13, ხვართკლაზე — 6, ბამბაზე „მარად“ — 8 და ბამბაზე „915“ — 37. ბოლოს, კოსობუცკის [5] ცდებიდან *T. urticae*-ს სხვადასხვა მცენარეზე კვების დროს, მათ შორის 16 ჯიშის ბამბაზე, აგრეთვე გამომდინარეობს, რომ ტკიპების გამრავლების ტემპები ძლიერ მერყეობს მცენარის კვებით ღირებულებასთან დაკავშირებით.

მე ვფიქრობ, რომ ტემპერატურისა და ტენიანობის უშუალო ზემოქმედებით არ შეიძლება აიხსნას აკარინოზის კერობრივი ხასიათი პატარა ერთგვაროვანი ნაკვეთის ფარგლებშიაც კი, სადაც ამ ფაქტორთა გადახრები არ აღწევნენ იმ საზღვრებს, რომლებიც საჭიროა ტკიპების გამრავლების ტემპების დარღვევისათვის. სტეპანცევისა და კოსობუცკის [7] მიხედვით *T. urticae*-სათვის ხელისშემწყობი ზონის საზღვრები მდებარეობს 25° — 29° ტემპერატურასა და 40% — 52% ტენიანობას შორის. ამ სახეობის საკმაოდ ფართო კლიმატური შეგუების უნარის შესახებ ლაპარაკობს მისი კოსმოპოლიტური გავრცელება. პატარა ტერიტორიაზე ტკიპების არათანაბარი გავრცელება შეიძლება აიხსნას მცენარეთა სხვადასხვაგვარი მდგომარეობით, რაც პირობადებულია არა მარტო მიკროკლიმატური ფაქტორებით, არამედ ნიადაგის ნაყოფიერებასა და მის სინოტივეს შორის სხვაობითაც. ქურდიანი და ათაბეგოვი ჯერ კიდევ 1912 წ. გვაცნობენ, რომ ბამბის ბუჩქის აკარინოზი სასომხეთში ძლიერ გამოფიტულ ნიადაგებზე ჩნდება ჰარბი რწყვის დროს. ბამბის ბუჩქის ტკიპით დაზიანებათა ტიპობრივობა დამოკიდებულია ნიადაგის სინოტივეზე. როდესაც ნიადაგს რწყვა აკლია, ტკიპი სახლდება ფოთლის პერიფერიაზე, მის ნაპირებზე, სადაც ალბათ შესაფერისი პირობებია [6]. სტეპანცევი და კოსობუცკი [7] ფიქრობენ, რომ შუა აზიის ბამბის ბუჩქის აკარინოზი მაღალი ტემპერატურის დროს პირობადებულია ჰარბი რწყვით და ტკიპებით ძლიერ დასნებოვნებული ნაკვეთები ლოკალიზებულია რწყვის შემდეგ დარჩენილ წყლიან ადგილებში; საკმაოდ ნოტიო წლებში ტკიპი, როგორც ჩანს, უფრო მშრალ ადგილებს არჩევს. იგივე ავტორები წყლის როლის ახსნისას აკარინოზის სტიმულაციაში უშვებენ, რომ „ხედმეტი რწყვა ქმნის ბამბის ბუჩქის განსაკუთრებულ ვეგეტაციურ ფოთლის ტიპს—ნაზი, ფაშარი ქსოვილით, რომელსაც, როგორც ჩანს, უპირატესობას აძლევენ ტკიპები“.

ბამბის ნარგავების პირობებში *T. urticae* ადრე გაზაფხულზე უფრო ქვედა იარუსებში იმყოფება და მისი ძირითადი მასა სარეველებზე ცხოვრობს. უფრო გვიან ტკიპი გადადის ბამბაზე, იწყებს მოძრაობას ზევით და შემდეგ, შემოდგომაზე, ახდენს გადაადგილებას ისევ უკან. კოსობუცკი [5] ამ გადაადგილებათა ძირითად მიზეზად თვლის იარუსებში ჰიგროთერმული პირობების

არსებობას. აქ ავტორის შესაფერის პირობად, მიაჩნია ის პირობები, რომელთა დროსაც შემჩნეული იყო ტკიპების დიდი რაოდენობა, და ამის მიხედვით აღგენს ტემპერატურისა და ტენიანობის შემდეგ ოპტიმუმს სხვადასხვა მცენარეზე:

წლები	1936			1938		
	ბაზა	სიმიწ.	თუთა	ბაზა	აკაცია	კაკალი
მცენარეები						
ტემპერატურა °C	29,8	30,1	26,9	30,0	31,3	29,0
ტენიანობა %	40,3	52,2	46,4	42,0	51,2	49,4

მიკროკლიმატურ მაჩვენებლებში მოყვანილ გადახრებს ტკიპების მაქსიმალური რიცხოვნობის იარუსებისათვის კოსმოპუტი [5] იმით ხსნის, რომ „აბლაბუდიანი ტკიპების ტემპერატურული რეჟიმი სხვადასხვა იარუსში ვერტიკალურად სხვადასხვაა“.

მე ვფიქრობ, რომ ბამბის ბუჩქზე და სხვა მცენარეებზე ტკიპის ვერტიკალური გადაადგილება, ყოველ შემთხვევაში ზაფხულობით, არ შეიძლება იყოს გამოწვეული პატარა ჰივროთერმული მაჩვენებლების გადახრებით ვერტიკალურად. ამ გადაადგილებათა ძირითადი მიზეზი ისევ ფოთლების ფიზიოლოგიური მდგომარეობაა, რომელიც განსაზღვრულია მისი ასაკით, ტკიპის მიერ დაზიანებით, მისი „ჭარბდასახლებით“, ამინდის პირობებითა და სხვა ფაქტორებით. ამავე დასკვნამდე იძულებული ვახდა მისულიყო სტეპანცევი [6]. გამოთქმული დებულებების პირდაპირ დასაბუთებას წარმოადგენს Henderson-ისა და Halloway [11]-ის მონაცემები. ეს მკვლევარები *M. citri*-ს მდებარეებს კვებადუნენ ფორთოხლის სხვადასხვა ასაკის ფოთლებზე და მიუთითებენ, რომ უფრო ახალგაზრდა ფოთლებზე ტკიპის ნაყოფიერება უფრო მაღალი აღმოჩნდა, ვიდრე ბებრებზე. იმავე მკვლევართა ცდებით მდებარეების კვების დროს ტკიპებით დაზიანებულ და ჯანმრთელ ფოთლებზე იყო დადგენილი, რომ პირველებზე გაცილებით ნაკლები კვერცხის დება იყო შემჩნეული, ვიდრე მეორეებზე.

აბლაბუდიანი ტკიპების ბალანსის რეგულაციაში მტაცებლების მნიშვნელობა ნაჩვენებია იყო ჯერ კიდევ ვასილიევის მიერ 1910 წ., ზაიცევის მიერ 1912 წ. და შემდეგ ბევრი სხვა მკვლევრის მიერაც. ლიტერატურაში არსებობს განმეორებითი მითითებები იმაზე, რომ ინსექტიდების (დღტ) ხმარების შემდეგ, რომლებიც სპობენ მტაცებლებს, ხოლო არ მოქმედებენ ტკიპების კვერცხებზე, საზოგადოდ შემჩნეულია აკარინოზის ზრდა (*Leary etc.*, 1946). არსებული მონაცემებიდან გამოდინარე, მე მაინც იმ აზრის ვარ, რომ მტაცებლებს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა არ აქვთ ტკიპების გამრავლებისათვის სხვა ხელსაყრელი პირობების არსებობის დროს. მტაცებლები საკმაოდ ეფექტურნი არიან ტკიპების დებარების დროს და მაშინ მართლაც შეუძლიათ მათი სრული მოსპობა.

ზემოთ მოყვანილი ფაქტორები მასალის საფუძველზე მე მივიღვიარ შემდეგ დასკვნებამდე:

1. გამრავლებისათვის ხელსაყრელი პირობების დროს დეპრესიები წარმოადგენენ ფართოდ გავრცელებულ მოვლენას და *Tetranychus urticae* C. L. Koch-ს გარდა ცნობილია აგრეთვე აბლაბუდიანი ტკიპების სხვა სახეობებისათვისაც.

2. აკარინოზის სეზონური დინამიკა, გარდა უშუალო მეტეოროლოგიური მოქმედებისა და მტაცებლების მოქმედებისა, პირობადებულია საკვები მცენარეების ფიზიოლოგიური მდგომარეობითაც, მეტეოროლოგიური ფაქტორები ამირობებენ აკარინოზის დინამიკას საკვებ მცენარეზე თავისი ზემოქმედებით.

3. ზაფხულის განმავლობაში აკარინოზის ვერტიკალური გადაადგილება პირობადებულია ძირითადად ფოთლის ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიური არაერთგვაროვნობით სხვადასხვა იარაღში.

4. აბლაბუდიანი ტკიპების რიცხოვნობის დინამიკის კანონზომიერების შესწავლა, უშუალო მეტეოროლოგიური ზემოქმედებისა და მტაცებლების მოქმედების შემდგომ დაზუსტებასთან ერთად, საჭიროა მიმართული იყოს ტკიპისა და მისი საკვები მცენარის ურთიერთზემოქმედების გამორკვევისაკენ. ეს ურთიერთზემოქმედებანი შეიძლება გაგებულ იქნეს მაშინ, როდესაც მცენარე გასინჯული იქნება მისი ფოთლების ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიური დიფერენციაციის სეზონებისა და იარაღებში განვითარების სტადიების მიხედვით, ასაკის მდგომარეობისა და გარეშე ფაქტორების ზემოქმედებათა ასპექტში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.5.1949)

დაიკრძეგებული ლიტერატურა

1. ი. რ. ბათიაშვილი. ზოგიერთი ეკოლოგიური ფაქტორის როლის შესწავლისათვის ციტრუსოვანთა ტკიპის (*Paratetranychus pilosus* Can. et. Fanz.) გამრავლების საქმეში. საქართველოს ბერეას სსხ. სას.-სამ. ინსტ-ის შობამბე, № 1, 1940.
2. А. В. Благовещенский, В. А. Боголюбова и Н. И. Соседов. К физиологии хлещатника, пораженного паутиным клещиком. Тр. НИХИ, вып. 23, 1931.
3. Р. Э. Вассер. К вопросу о влиянии климатических факторов на развитие паутинового клеща. Защита раст., № 17, 1938.
4. თ. ქიქელიაშვილი. ანგარიში ცაცხვის აბლაბუდიან ტკიპებზე ჩატარებული მუშაობის შესახებ—1948. (ხელნაწერი, საქ. სსრ მეცნ. აკად. ზოოლოგიის ინსტიტუტში).
5. М. И. Кособуцкий. Эколого-экономическое обоснование элементов системы мероприятий в борьбе с хлещковым паутиным клещиком. Диссертация на соискание ученой степени доктора с.-х. наук. 1939. (Рукопись в. Груз. с.-х. ин-те им. Л. П. Берия).
6. И. Н. Степанцев. О типах повреждений листьев хлещатника паутиным клещиком. Защита растений, № 1, 1935.
7. И. Н. Степанцев, М. И. Кособуцкий и А. А. Любищев. Методика энтомо-фитопатологического учета. Ташкент, 1936.
8. В. Я. Чилингарян. Материалы по изучению биологии и экологии паутиного клещика в условиях Армянской ССР. Ереван, 1943.
8. „შობამბე“, ტ. XI, № 2, 1960

9. Г. Х. Шек. Роль кормовых растений в размножении паутинного клещка. Исги
н-и работ ВИЭР за 1936 г., ч. 11, 1937.
10. Ф. Энгельс. Диалектика природы. Москва, 1936.
11. C. F. Henderson and J. K. Halloway. Influence of leaf age and feeding in-
jury on the citrus red mite. Journ. Econ. Entom., 35, № 5, 1942.

პარაზიტოლოგია

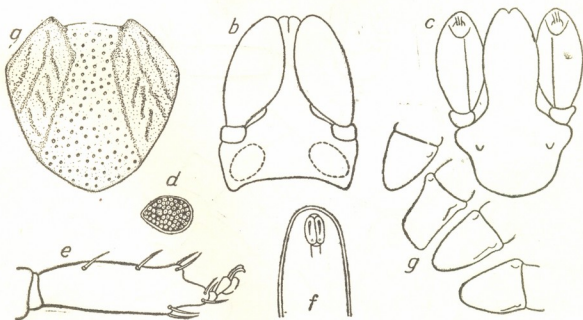
6. ჯაჭარიძე

IXODIDAE-თა ოჯახის ტიპების ახალი სახეობანი საბარათოლოგან

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ზაიცემა 16.5.1949)

Ixodes lagodechiensis sp. n.

მდედრი. ზურგის ფარი გულის მოყვანილობისაა, ოდნავ შევიწროებული უკანა მხრისკენ. ფარის პუნქტირება არაა ხშირი, თანაბარია და ფარის შუალედ არეს ფარავს. ცერვიკალური ზოლები კარგადაა გამოსახული. ფარზე მისი გარე კიდეებისაკენ შესამჩნევია სიგრძივი ნაოქები, რომლებიც ცერვიკალური ზოლების პარალელურად მიიმართებიან; შედარებით მოკლე ნაოქები მიიმართებიან ცერვიკალური ზოლების აღმაცრად. ცერვიკალური არეების



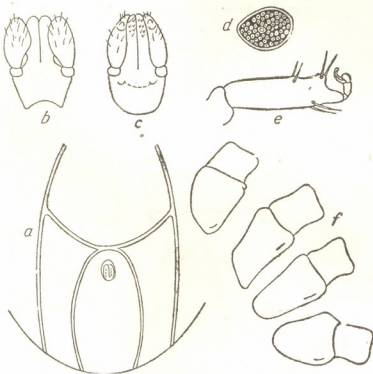
ნახ. 1. მდედრი *Ixodes lagodechiensis* Sp. n.

a—ზურგის ფარი; b და c—ხორთუმი დორზალური და ვენტრალური მხრიდან; d—პერიტრემა; e—I თათი; f—ანალური ზოლი; g—კოქსები.

პუნქტირება წერტილებისებრია, წვრილი და იშვიათი. ხორთუმი მოკლე, პალპები განიერი. დორზალური კორნუა სუსტადაა გამოსახული. აურიკულები პატარა გამოწვრილებების სახითაა. ფოროვანი არეები არაა ღრმა, ოვალურად წაგრძელებული ფორმის. ყველა კოქსი წაგრძელებულია; I, III და IV კოქსები შემგრვებულ-სამკუთხოვანი ფორმისაა; II კოქსები თითქმის სწორკუთხოვანია;

ყველა კოქსს აქვს თითო რუდიმენტური ქაცვი. ანალური ზოლი წინ შემრგვალებულია. I თათი საკმაოდ მსხვილია, ზომიერი სიგრძის, წვეროსთან კარგად გამოხატული ამონაბურცით. მისაწოვრები I თათზე პატარები, არ აღწევენ ბრქვლების მწვერვალს. პერიტრემა მომრგვალო, აქვს ოდნავ შესამჩნევი ამონაშვერი, რომელიც მიმართულია სხეულის მუცლის მხარეზე.

მამრი. ზურგის ფარი მოგრძო ფორმის, რომელიც შუაგულისაკენ შესამჩნევად ფართოვდება; ფარი დაფარულია თანაბარი პუნქტირებით და პატარა, უფერული ბეწვებით, ხორთუმი პატარა, საკმაოდ განიერი პალპებით, რომლებიც დაფარულია უფერული მოკლე ბეწვებით. ხორთუმის ფუძე ტრაპეციოდალური ფორმისაა, ოდნავ შესამჩნევი დორზალური კორნუათი; აურიკულები ჩანასახოვანი, ხიტინოვანი გამონაზარდების სახით. ყველა კოქსი მოგრძოა; I, III და IV კოქსები შემრგვალებულია; II კოქსები არათანაბარი ოთხკუთხოვანი ფორმისაა; კოქსებს ქაცვები არა აქვთ. I თათი ამობურცულია მწვერვალთან; I თათებზე მისაწოვრები პატარაა, არ აღწევენ ბრქვლების მწვერვალს. პერიტრემა მომრგვალო, ოდნავი წაგრძელებული სხეულის მუცლის მხრისაკენ.



ნახ. 2. მამრი *Ixodes lagodechiensis* sp. n.

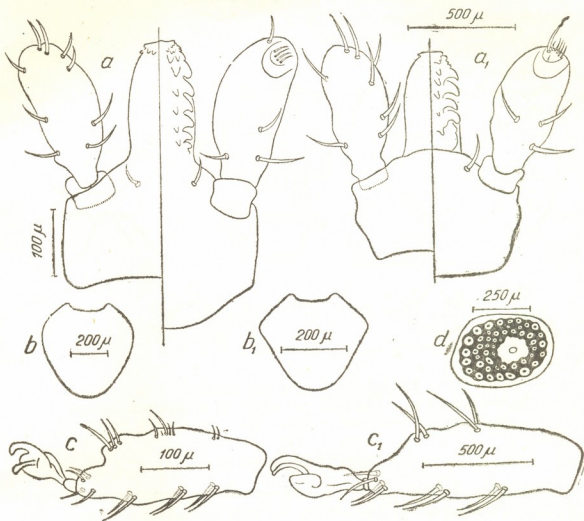
a—სხეულის მუცლის მხარე; b და c—ხორთუმი დორზალური და ვენტრალური მხრიდან; d—პერიტრემა; e—I თათი; f—კოქსები.

ნიმფა. ზურგის ფარი დაკუთხულ-გულისებური ფორმის. მისი სიგრძე სიგანეზე მეტია, ხორთუმის ფუძე განიერი, ოთხკუთხიანი, საკმაოდ გრძელი. პალპები სქელი, არაა გრძელი. ჰიპოსტომი 2/2 მწკრივი კბილანით. I თათი სქე-

ლი, არაა გრძელი, გაღერის ორგანოსთან აქვს პატარა ამონაბურცე; თათის წვერო მოკლეა; I თათის მისაწოვრები პატარები, არ აღწევენ ბრჭყალების მწვერვალს. პერიტრემა თანაბრად მომრგვალო.

განაზომები μ -ით: ზურგის ფარის სიგრძე—587, სიგანე—520; I თათის სიგრძე—260, მისი მაქსიმალური სიგანე—109.

ლ ა რ ვ ა. ზურგის ფარი გულისებური ფორმის, ოდნავ შევიწროებული უკანა მხრისაკენ; მაქსიმალურ სიგანეს აღწევს II კოქსების გასწვრივ; ე. ი. მის პირველ ნახევარში; მისი სიგანე სიგრძეზე მეტია. ხორთუმის ფუძე ოთხკუთხოვანია პალპები სქელი, არაა გრძელი, ჰიპოსტომი 2/2 მწვრივი კბილანით. I თათი საკ-



ნახ. 3. ნიშნა *Ixodes lagodechensis* sp. n.

a—ხორთუმი; b—ზურგის ფარი; c—I თათი; d—პერიტრემა.

ლ ა რ ვ ა: a'—ხორთუმი; b'—ზურგის ფარი; c'—I თათი.

მაოდ სქელი, მწვერვალთან შესქელებული. I თათების მისაწოვრები არ აღწევენ ბრჭყალების მწვერვალს.

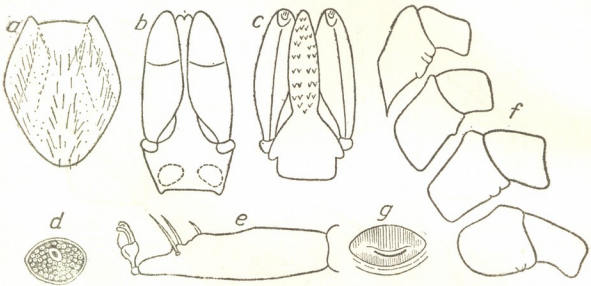
განაზომები μ -ით: სხეულის სიგრძე—600, სიგანე—511; ფარის სიგრძე—294, სიგანე—345; I თათის სიგრძე—82, სიგანე—65. აღწერილი სახეობა უახლოვდება *Ixodes crenulatus* Koch-ს.

ზურგის ფარი, I თათი, კოქსები და პალპების აგებულება ორივე სახეობას მიმსგავსებული აქვს. განსხვავებები შემდეგში მდგომარეობს: *I. crenulatus*-ს ზურგის ფარი თანაბრად და უხეშადაა პუნქტირებული, ფარის გვერდებზე დანაოჭება არა აქვს; ფოროვანი არეები მრგვალი; ანალური ზოლი წინიდან ქმნის კუთხეს; პერიტრემა მომრგვალოა. მდედრისა და მამრის I-ლი კოქსები მოკლე და ძლიერი ქაცვებითაა შეიარაღებული.

გავრცელება: ლაგოდეხი (საქართველო). ტყის ზონა.

მასპინძელი: ბუ (*Syrnium aluco* L.).

ტიპი შენახულია საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტში.



ნახ. 4. მდედრი *Ixodes eldaricus* sp. n.

a—ზურგის ფარი; b და c—ხორთუმი დორზალური და ვენტრალური მხრიდან;
 d—პერიტრემა; e—I თათი; f—კოქსები; g—სასქესო ხვრელი.

Ixodes eldaricus sp. n.

მდედრი. ზურგის ფარი მოგრძო ფორმისაა. ცერვიკალური ზოლები აქვს, ხოლო სუსტადაა გამოსახული; ფარი სადა, დაფარულია წვრილი წვრტილოვანი პუნქტირებით, გარდა მისი წინა ნაწილისა. მთელი ფარი, გარდა მისი წინა ნაწილისა და ცერვიკალური არეებისა, დაფარულია ხშირი, გრძელი, საკმაოდ მასიური უფერული ბეწვებით. ხორთუმი გრძელი; პალპები გრძელი და საკმაოდ მსხვილი. ხორათუმის ფუძე ტრაპეციოდალური ფორმის, მსხვილი დორზალური კორნუათი; აურიკულები მსხვილი. ფოროვანი არეები მსხვილი, არათანაბარი, მომრგვალო ფორმის. ყველა კოქსი ზედა შინაგანი ქაცვით. ტა-

ბუხები უქაცვო. I თათი გრძელი, ბოლოსკენ გამწვეტებული; მისაწოვრები არაა მსხვილი, აღწევენ ბრქვალების მწვერვალებს. პერიტრემა მომრგვალო ფორმის, ოდნავ წაგრძელებული სხეულის მუცლის მხრისაკენ. სასქესო ხვრელი მოგრძო, განლაგებულია III კოქსების გასწვრივ.

მამრი არაა ცნობილი.

გავრცელება: შირაქი (საქართველო). ურბალახის სტეპი.

მასპინძელი: კაკაბი (*Perdix perdix L.*). ტიპი შენახულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 16.5.1949)

ფსიქოლოგია

ი. ბჟალავა

თანამიმედვარი ხატი და ფიქსირებული განწყობა⁽¹⁾

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა დ. უზნაძემ 25. 11. 1949)

საკითხის დასმისათვის

თანამიმედვარი ხატის ან კვალის შედარება ფიქსირებული განწყობის ილუზიასთან სრულიად ნათლად გვიჩვენებს, რომ ორივეს ერთნაირად ახასიათებს შემდეგი: ფიქსაცია, ლატენტური პერიოდი, ხანიერება და ჩაქრობის ფაზური მიმდინარეობა. როგორი ხასიათისაც უნდა იყოს ნიშანთა ეს შეხვედრა, იგი საკმარისია იმისათვის, რომ დავსვათ კითხვა: რა არის ამის მიზეზი? ხომ არ არის თანამიმედვარი ხატი და განწყობის ილუზია ერთი საერთო საფუძვლიდან ნაწარმოები მოვლენა? ვცადოთ საკითხს ექსპერიმენტულად დასაბუთებულ პასუხი გავცეთ.

მეთოდი

სიბნელეში თვალის წინასწარი ადაპტაციის (15—20") შემდეგ ცდის პირს თეთრ ფონზე ეძლეოდა ერთნაირი ფერის (წითელი) და განსხვავებული მოცულობის ორი წრე: მარცხნივ დიდი და მარჯვნივ პატარა. სინათლის წყაროდ გამოიყენეთ 150-სანთლიანი ელნათურა. განათებას ვაწარმოებდით ზევიდან და საფიქსაციო ობიექტების გვერდით. მისი ხანგრძლიობა 5--6 სექუნდს არ აღემატებოდა. ელნათურის ჩაქრობის მომენტიდან ცდის პირი ჰვრებდა ორივე ობიექტის პოზიტიურ კვალს იმავე ადგილზე, სადაც გამოიზიანებელი იყო მოთავსებული: დიდი ობიექტის მხარეს (მარცხნივ) დიდ კვალს; პატარა ობიექტის მხარეს (მარჯვნივ) პატარა კვალს. სანამდის ცდა ამ წესით მიმდინარეობდა, მხედველობის ველზე კვალთა განლაგება უცვლელი რჩებოდა: დიდი წითელი წრის კვალი დიდი იყო და წითელი, პატარა წითელი წრის კვალი — პატარა და წითელი. ასეთი კვალის საფიქსაციო ცდა, რომელიც საჭიროებს 10—15-ჯერ განმეორებას.

რაც შეეხება კრიტიკულ ცდას, ცდის პირი ჰქაც იმავე წესით კვლავ წითელი ფერის გამოიზიანებელს დებულობდა, მაგრამ არა მოცულობით განსხვავებულს, არამედ ორ ტოლ წრეს. კრიტიკულ ცდაში ტოლი ობიექტების ექსპოზიცია ყოველთვის გრძელდებოდა მათივე კვალის ტოლად აღქმამდე.

(¹ მოსწავნებულთა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფსიქოლოგიის ინსტიტუტის VIII სამეცნიერო სესიიზე 20, IV, 1949.

ვინც განწყობის კვლევის მეთოდს იცნობს, ის ნათლად დაინახავს, რომ კვალის მოქმედების შესასწავლად უცვლელად გამოყენებული გვაქვს ფიქსირებული განწყობის კლასიკური ექსპერიმენტი. საექსპერიმენტოდ ავირჩიეთ მხედველობის ორგანო, რადგან სხვა გრძნობის ორგანოებთან შედარებით ის წარმოადგენს რეცეპტორს, რომლის თანამიმდევარი ხატი ან კვალი განსაკუთრებული თვალსაჩინოებითა და ხანგრძლიობით ხასიათდება.

საფიქსაციოდ მხოლოდ წითელი ფერის წრეები გამოვიყენეთ, და ეს სრულიად საკმარისი იყო, ვინაიდან გამოიზიანებულთა სიმრავლეს ამ შემთხვევაში მნიშვნელობა არა აქვს.

შრომაში წარმოდგენილი ფაქტები მიღებულია 22 ჯანსაღი ცდის პირის ინტენსიური შესწავლის საფუძველზე.

ექსპერიმენტული მასალა

საფიქსაციო ცდების—(დიდი და პატარა ობიექტის 10-ჯერ სიმულტანური ექსპოზიციის შემდეგ გადასვლა კრიტიკულ ცდაზე (ორი ტოლი წრის ექსპოზიცია) არსებითად ცვლის კვალის მხედველობის ველზე განლაგებას. ახლა ცდის პირი ორი ტოლი წრის კვალს კი ვერ ხედავს, როგორც ეს მოსალოდნელი იყო, არამედ ორს, მაგრამ მოცულობით ურთიერთისაგან განსხვავებულ კვალს. ამ წყვილის არც ერთი წევრი არ არის ობიექტის შესატყვისი: კვალის მოცულობა კრიტიკული ობიექტების მოცულობას აღემატება, ხოლო საფიქსაციო ობიექტებისას ჩამორჩება. შეცვლილია აგრეთვე კვალთა განლაგება მხედველობის ველზე: ცდის პირი დიდ კვალს იმ ადგილას ხედავს, სადაც საფიქსაციო ცდებში პატარა ობიექტის კვალს ჰვრეტდა, ე. ი. კვალის მოცულობა პატარა ჩანს იმ ადგილზე, სადაც დიდი ობიექტი იყო მოთავსებული, ამიტომ ის, რაც მხედველობის ველზეა თვალსაჩინოდ მოცემული, რასაკვირველია, საფიქსაციო ობიექტების კვალად არ ჩაითვლება. ამავე დროს არც კრიტიკული ობიექტების კვალია იგი, რადგან სუბიექტი ტოლი წრეების კვალს აღიქვამს განსხვავებული მოცულობის ხატად. ერთი რაჟი მაინც ნათელია: კრიტიკული ცდის მიმდინარეობამ სრულიად უდავოდ დაგვანახა, რომ კვალი ილუზორულად მოქმედებს. ეს ილუზორული, დიდი მოცულობის კვალი საფიქსაციო ცდებში ყოველთვის დიდი ობიექტის მდებარეობის საწინააღმდეგო მხარეზე თავსდება. კვალის ასეთი ასიმეტრიული მდებარეობა იმ შემთხვევაში გვაქვს, როცა დიდია განსხვავება მოცულობის მხრივ საფიქსაციო ობიექტთა შორის. ასიმეტრიული კვალის ილუზორული მოქმედება ხანგრძლივად რჩება ძალაში, სუბიექტი დიდხანს ვერ ახერხებს ტოლი ობიექტების კვალის ტოლად აღქმას. კვალის ილუზორული მდებარეობა იცვლება, როცა ფიქსაციას მცირე განსხვავების ობიექტებზე ვაწარმოებთ. კრიტიკული ობიექტების კვალი ამ შემთხვევაშიც ილუზორულად მოქმედებს, მაგრამ ის განლაგებულია არა ასიმეტრიულად, არამედ სიმეტრიულად. უკეთ რომ ვთქვათ, ცდის პირი ტოლი ობიექტების ორი კვალიდან ერთ-ერთს დიდად აღიქვამს, სახელდობრ იქ, სადაც

საფიქსაციო ცდებში დიდი ობიექტი იყო მოთავსებული. მაშასადამე, ამგვარად დაყენებული ცდის თავისებურება იმაშია, რომ კვალი აქ ადგილს არ იცვლის, როგორც ეს პირველი ცდის შემთხვევაში იყო. სიმეტრიული კვალის თავისებურებას შეადგენს ისაც, რომ იგი სუსტია და მალე ტოლად აღქმის შემთხვევებს უთმობს ადგილს.

სპეციალურ ლიტერატურაში ცნობილია განწყობის ილუზიების სიმეტრიული-ასიმეტრიული და ასიმეტრიული-კონტრასტული მოქმედების წესი. როცა განწყობის რეალიზაციას ძლიერი წინააღმდეგობა ელომება წინ, სუბიექტში წარმოიქმნება მისი რღვევით განსაზღვრული „გარდამავალი მდგომარეობა“, რომელიც კონტრასტულ მოქმედებაში პოულობს გამოხატულებას. თუნაკლები წინააღმდეგობის დაძლევის წინაშე დგას იგი, მაშინ განწყობის რეალიზაცია თავისი ბუნებრივი გზით წარიმართება და კონტრასტული ილუზიების ადგილს ასიმეტრიული ილუზიები იკავებენ.

ზუსტად იგივე მეორდება კვალის მოქმედების შემთხვევაში: მოცულობით თვალსაჩინოდ განსხვავებული ობიექტების ფიქსაციის შედეგად ტოლი ობიექტების ექსპოზიციას თან სდევს კონტრასტული ილუზიების აღმოცენება, ხოლო მცირე განსხვავების ობიექტთა ფიქსაციის შედეგად იგივე კვალი გვიჩვენებს ასიმეტრიულ მოქმედებას. ასეთია ჩვენი ფაქტი, რომლის მიხედვითაც ირკვევა, რომ კვალის ილუზორული მოქმედება ემორჩილება და იმეორებს ფიქსირებული განწყობის ცვალების იმ ძირითად კანონს, რომელიც თავის დროზე დ. უზნაძის [1] მიერ იყო დადგენილი.

კვალის კონტრასტული და ასიმეტრიული მოქმედება შესაძლებელია განვიხილოთ როგორც მისი ჩაქრობის ცალკე ფაზები, მაშინ ამას ისიც დაერთვის, რომ ილუზიის ჩაქრობის ერთ-ერთ ფაზაზე კვალი ტოლად აღიქმება. ამგვარად, კვალის ჩაქრობის სამ განსხვავებულ ფაზაზე შეიძლება ვილაპარაკოთ: კონტრასტულზე, ასიმეტრიულზე და ტოლობის ფაზაზე.

კრიტიკული ობიექტების ექსპოზიციის დაწყებიდან, როგორც წესი, კვალი დიდი მოცულობის ჩანს არა საგანწყობო ცდების, არამედ მათ მოპირდაპირე მხარეზე. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ თავდაპირველად სამოქმედოდ გამოდის კონტრასტული ილუზიის ფაზა (I ფაზა). ხშირად იგი თითოეული ექსპოზიციის ფარგლებში ცვალებადობს—ზოგჯერ უფრო დიდი ჩანს, ზოგჯერ პატარა. მოცულობაში თუ ძლიერ გაიზარდა, შეიძლება დამახასიათებელი ბრწყინვალეობა და ფორმა დაკარგოს. კონტრასტული კვალი ზოგჯერ გაიწელება, ოდრიკალის ფორმას მიიღებს და შუაში გაზნეილი შეუერთდება მის გვერდით მდებარე კვალს. მცირე დრო საკმარისია, რომ ეს მოციმციმე ოდრიკალი გაწყდეს და მხედველობის ველზე კვლავ ერთიმეორისაგან დამოუკიდებელი კვალი ამოტივტივდეს. საერთოდ, კონტრასტული კვალი იბერება, ციმციმებს, მოძრავია—აიწევა, თითქოს „ერთბაშად მოწყდება“, ან გადახტება და „ზედ დახტება“ ასიმეტრიულ კვალს. მან ეს მოძრაობა შეიძლება უკუმიმართულეებითაც გაიმეოროს და კვლავ თავის ადგილს დაუბრუნდეს. კონტრასტული კვალი გარკვევით ამჟღავნებს ტენდენციას თავისკენ მიიზიდოს მის გვერდით მდებარე პატარა კვალი. ამის გამო მანძილი მათ შორის სულ უფრო და უფრო მცირდება, რასაც შეიძლება მოჰყვას

კვალთა შერწყმა და წარმოიქმნას საშუალო მოცულობის ერთი კვალი. ზოგ შემთხვევაში პატარა კვალი ახლოს მიუცოცდებოდა კონტრასტულ კვალს, ნახევრად შეიქრება მასში ან ზედ დაეკვრება. კონტრასტული კვალი ერთგვარ „მოუსვენრობას“ ამჟღავნებს, თითქოს სუბიექტის განცდაში მკვიდრი ადგილი ვერ უპოვია და ამისათვის „იბრძვის“.

კვალთა ასეთი „ბრძოლა“ ხშირად იმით მთავრდება, რომ კონტრასტული ილუზიის ადგილს იკავებს კვალის ასიმილაციური ილუზია (II ფაზა). ეს უკანასკნელი ვერასოდეს ვერ აღწევს კონტრასტული კვალის სიდიდეს, დინამიკასა და ხანგრძლიობას. იგი თავიდან კონტრასტული კვალისკენ მიიწვეს, უახლოვდება და ხშირად შეერწყმის კიდევ მას. როცა იგი დამოუკიდებელი ძალით აღიჭურვება, მაშინ მანძილი კვალთა შორის დიდდება, და ისინი მხედველობის ველზე ცალ-ცალკე ადგილს იკავებენ. ახლა ასიმილაციური კვალი მეტ აქტიურობას იჩენს და კონტრასტული კვალის ქცევის განმეორებას ცდილობს, მაგრამ ძალის გამოუმჯავნებაში სისუსტე ეტყობა. იგი თანდათან იმდენად კლებულობს მოცულობაში, რომ მათ შორის განსხვავების დანახვა გაძნელებულია. ასიმილაციურმა ილუზიამ შეიძლება ადგილი კონტრასტულ ილუზიას დაუთმოს, მაგრამ ეს, ასე ვთქვათ, უნიადაგო რეციდივია, რომელიც მალე კარგავს ძალას.

კონტრასტულ და ასიმილაციურ ფაზათა ასეთ მონაცვლეობაში ხშირად გამოერევა კვალთა ტოლად აღქმის შემთხვევებიც. ეს ჯერ კიდევ არ ნიშნავს იმას, რომ კვალის ილუზორული მოქმედება აღკვეთილია. ტოლობის აღქმა უმეტეს შემთხვევაში მხოლოდ რამდენიმეჯერ განმეორების შემდეგ აღწევს გამტკიცებას. ასე ყალიბდება ილუზიის ჩაქრობის საბოლოო, III ფაზა.

თუ კრიტიკულ ექსპოზიციათა დრო შევამოკლეთ, მაშინ ორ კვალს შუა ჩაჯდება მესამე, რომელიც მოცულობით ხან ერთს უახლოვდება, ხან კიდევ მეორეს. ახლა ცდის პირი მხედველობის ველზე სამ კვალს ქვრეტს და გაკვირვებული ჩივის: ეს მესამე საიდან გაჩნდაო. სამი კვალის ქვრეტა ხელს უშლის ცდის პირს გაერკვეს მათ მოცულობაში. ორ დანარჩენთან შედარებით მესამე კვალი მალე ქრება, „აორთქლდება“ და უკონფლიქტოდ თმობს ადგილს.

ეს დაკვირვება არ არის ინტერესს მოკლებული იმდენად, რამდენადაც ცდის პირებს გარედან მოცემულად აქვთ განცდილი შინაგანი მომენტები, რომელნიც სენსორულ ველზე მიმდინარეობენ. ასეთია, მაგალითად, კვალთა კიდილი მხედველობის ველზე, მათი შერწყმა და გათიშვა, ურთიერთის ადგილის შენაცვლება, რხევა და ა. შ. ყოველივე ეს წარმოადგენს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში მიმდინარე აქტიური და დინამიკური პროცესის კერძო მომენტებს, რომელნიც გვიხასიათებენ სუბიექტის კონტრასტული და ასიმილაციური ილუზიების სახით ჩამოყალიბებულ განცდის ბუნებას. ამ პროცესისადმი გარეგანი მახურებლის მდგომარეობაში ყოფნა აძლევს ჩვენს ცდის პირებს საშუალებას საკუთარი განცდის აღწერაში ესოდენ სისრულესა და სიზუსტეს მიაღწიონ.

ზემოაღნიშნულის გარდა, კვალის ილუზორულ მოქმედებას მთელი რიგი ისეთი ნიშნებიც აღმოაჩნდა, რომელნიც ფიქსირებული განწყობის ცდებიდანაა

ცნობილი. მაგალითად, ცდის პირთა უმრავლესობა კრიტიკული ობიექტების რამდენიმე მიწოდების შემდეგ ახერხებს კვალის ტოლად აღქმას. ეს კვალის დინამიკურობის მაჩვენებელია. რაც შეეხება ცდის პირთა დანარჩენს, მცირე ნაწილს, ისინი 30 ექსპოზიციის ფარგლებშიც კი ვერ იშორებენ თავიდან ილუზიას,—მათი კვალი სტატიკურია.

ფიქსირებული განწყობისა და კვალის ურთიერთთან შედარებამ გვიჩვენა, რომ თითოეულ ინდივიდში ორივეს ჩაქრობის ტიპი საეხებით ემთხვევა ერთიმეორეს. პლასტიკური განწყობის ადამიანების კვალი პლასტიკურია, დინამიკური განწყობის სუბიექტთა კვალი—დინამიკური.

კვალის ილუზორული მოქმედების ჩაქრობის პროცესის შესწავლიდან ისიც ნათელი შეიქნა, რომ ეს პროცესი ყოველ ცალკე ადამიანში უცვლელი სახით მეორდება: ის კონსტანტურია.

იგი ხანგრძლივად რჩება ძალაში. კვალის ილუზორული მოქმედება არ აღიკვეთება ფიქსაციიდან მეორე, მესამე და მეშვიდე დღესაც—იგი სტაბილურია.

ობიექტურ კორესპონდულ ორგანოთა შორის კვალის გადატანის ცდები წარმატებით დასრულდა, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ იგი ირადიაციით ხასიათდება.

განსხვავებული მოცულობის წრეებზე კვალის ფიქსაციის შემდეგ ცდის პირები ილუზორულად აღიქვამენ ტოლი ელიფსების, ტოლი კვადრატებისა და ტოლი სამკუთხედების კვალს. ამ ცდებში დადასტურებულია მისი გენერალიზაციის ფაქტი.

თავისებური აღმოჩნდა კვალის ლატენტური პერიოდიც: ამის მიხედვით სუბიექტთა შორის განსხვავება 1—5 სეკუნდს აღწევს.

მოცულობის ილუზიასა და კვალის ილუზიას, როგორც ვხედავთ, საერთო ჰქონიათ მთელი რიგი ნიშნები. კავშირი მათ შორის უახლოესი ჩანს, და ეს შესაძლებლობას იძლევა ორივე ერთნაირად დავახასიათოთ.

ამის გამო აქვე შეიძლება ვიკითხოთ, თუ რა არის ილუზიის წარმოქმნის მიზეზი. ამ კითხვაზე პასუხის მისაღებად ჩვენს განკარგულებაში რჩება ერთი შესაძლებლობა—მივმართოთ საფიქსაციო ან საგანწყობო ცდებს. ამ ცდებში მოცულობით განსხვავებული ობიექტების ფიქსაცია ხდება. კრიტიკულ ცდაში ამ ფიქსაციის ეფექტი ადვილად არ უთმობს ადგილს ტოლი ობიექტების ზეგავლენას. სუბიექტი ყოველი ტოლი წრის ექსპოზიციას საგანწყობო ცდაში ფიქსირებული განწყობით ეგებება. მოცულობის ილუზიის წყაროს საერთოდ და; კერძოდ, ჩვენს შემთხვევაშიც, სწორედ ეს წარმოადგენს, რადგან კვალის შემთხვევაშიც ფაქტობრივ მოცულობის ილუზიასთან გვაქვს საქმე.

მაშასადამე, ის ძალა, რომელიც გამიზიანებლის აღკვეთის შემდეგაც განაგრძობს არსებობას და საფუძვლად ედება როგორც კვალის, ისე აღქმული ობიექტის მოცულობის ილუზიების აღმოცენებას, სწორედ ფიქსირებული განწყობის ეს იმპულსია.

ამის შესამოწმებლად ვნახოთ ისეთი შემთხვევები, სადაც სწორედ ფიქსაციის მომენტი გაშორებული. რა შედეგებს მოგვცემს აქ ჩვენი კვალის ცდე-

ბი? ამის გასარკვევად სპეციალურად შევარჩიეთ ისეთი ცდის პირები, რომელთაც განწყობის ობიექტური ფიქსაცია ექსპერიმენტულად მოუხერხებელი აღმოაჩნდათ. ამავე ცდას პირებზე დავაყენეთ კვალის ფიქსაციის ცდებიც. ცდების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ჩვენს სუბიექტებს არც კვალის ილუზორული მოქმედების ფენომენი ჰქონიათ. უმრავლესობამ ვერ მოახერხა პოზიტიური კვალის უბრალო დანახვაც კი; ზოგს არც ნეგატიური კვალი აღმოაჩნდა. მაშასადამე, სადაც განწყობის ფიქსაციის ცდები არ იძლევა ეფექტს, ყველა ასეთ შემთხვევაში თანამიმდევარი ხატის ან კვალის აღმოცენება თავიდანვე აღკვეთილი გამოდგა.

რასაკვირველია, ეს შესაძლებლობას იძლევა კვალის აღმოცენების ძირითად წყაროდ განწყობის ფიქსაცია ჩავთვალოთ. მაგრამ ასეთი დასკვნის სისწორეში ერთ გარემოებას შეუძლია ექვი შეგვატანინოს. კრიტიკულ ცდებში, რასაკვირველია, ჯერ განათებული ობიექტები აღიქმება ილუზორულად და შემდეგ ამისა თვით ამ ობიექტების კვალი. ამის გამო შეიძლება დაიბადოს კითხვა: რატომ ვთვლით ილუზიის წყაროდ სწორედ განწყობას და არა აღქმას? თუ ხსენებული ფაქტის უშუალო შინაარსიდან გამოვალთ, მაშინ დასკვნაც ამის შესაფერი უნდა გამოვიტანოთ: კვალს ობიექტების ილუზორული აღქმა უსწრებს წინ, მისი ილუზორული მოქმედება ამაზეა დამოკიდებული, ე. ი. ილუზორული აღქმის კვალთან გვაქვს საქმე და არა განწყობასთან.

ამ საკითხის გადასაწყვეტად საჭიროა მოინახოს ფაქტი, რომელიც მაშინაც გვიჩვენებს კვალის ილუზორულ მოქმედებას, როცა მას არ უსწრებს წინ ამავე ობიექტების ილუზორული აღქმა. ამას მივადწიეთ სინათლის მეტ-ნაკლებად სწრაფი ჩაქრობით. ყოველ ცალკე შემთხვევაში სინათლეს ისე სწრაფად ვაქრობდით, რომ ცდის პირებს აღკვეთილი ჰქონდათ კრიტიკული ობიექტების ილუზორული აღქმის შესაძლებლობა. უმეტეს შემთხვევაში ისინი არა მხოლოდ საგანთა მოცულობის შედარებას, არამედ იმის დანახვასაც კი ვერ ახერხებდნენ, თუ რა ფორმის იყო კრიტიკული ობიექტი. მიუხედავად ამისა, ტოლი ობიექტების კვალი მაინც ილუზორულად განაგრძობდა მოქმედებას. ამ პირობებში აღმოცენებული კვალი თავიდან პატარა მოცულობის ჩანს, იქვე ერთი მათგანი გაიბერება და შემდეგ თანდათანობით კიდევ უფრო გაიზრდება. ჩვეულებრივი წესით მიღებულ კვალთან შედარებით იგი ჩაქრობის ტენდენციას ამჟღავნებს.

ჩანს, რომ კრიტიკული ობიექტების აღქმის გამო რიცხვას არ მოჰყოლია კვალის ილუზორული მოქმედების აღკვეთა. მაშასადამე, სუბიექტში ფიქსირდება არა აღქმა, არამედ ის სპეციფიკური მორდიფიკაცია, რომელიც ჩვენთან განწყობის სახელით აღინიშნება. ხატის ილუზორული მოქმედების მიზეზს ეს წარმოადგენს და არა ცალკეული აღქმის აქტები.

დასასრულად, დავუბრუნდეთ თავშივე დასმულ კითხვას: არის თუ არა თანამიმდევარი ხატი განწყობისადმი დამორჩილებული მოვლენა? ვფიქრობთ, ახლა ამ კითხვაზე დადებითი პასუხის გაცემა ექვს არ უნდა იწვევდეს. ეს გარემოება შესაძლებლობას გვაძლევს ასეთი დასკვნა გამოვიტანოთ: კვალის ილუზორული მოქმედება ფიქსირებული განწყობიდან ნაწარმო-

ე ბ ი მ ე ო რ ა დ ი ხ ა ს ი ა თ ი ს მ ო ვ ლ ე ნ ა ა, ეს იმასაც ნიშნავს, რომ თანამიმდევარი ხატი, როგორც ფსიქიკური სინამდვილე, ადამიანის ქცევაში, სხვა ფსიქიკური პროცესების მსგავსად, სუბიექტის განწყობის შესატყვისად ორგანიზებული ღებულობს მონაწილეობას.

„უშუალობის ჰიპოთეზის“ თვალსაზრისზე მდგომი კვალის თეორიები ამ ფაქტებს არ იცნობენ და, რასაკვირველია, ვერც მათ ისახსნელად გამოდგებიან. ამიტომ მართებულად მიგვაჩნია დავსვათ საკითხი როგორც კვალის გაბატონებული თეორიების, ისე კვალის ტრადიციული ცნების გადასინჯვის შესაებ, მაგრამ ჩვენი მასალა ჯერჯერობით მხოლოდ ე. წ. დადებითს კვალს ეხება. რაც შეეხება უარყოფითი კვალის საკითხს, ის ჯერ კიდევ სპეციალური შესწავლის საგნად უნდა დაისახოს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფსიქოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 30.11.1949)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. დ. უ ხ ნ ა ძ ე. განწყობის ცვლის ძირითადი კანონი, კრ. „მასალები განწყობის ფსიქოლოგიისათვის“, 1938.

ბენიკის ისტორია

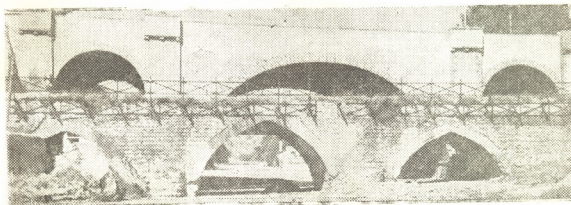
ი. ბელიზვილი

ძველი ხიდი თბილისში მდ. ვიჩხვანზე

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ნ. ბერძენიშვილმა 15.10.1949)

საქართველოში საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ ქ. თბილისი ძლიერ გაიზარდა. 1930 წლიდან თბილისის მშენებლობა ქალაქის რეკონსტრუქციის გენერალური გეგმის საფუძველზე წარმოებს. ამ გეგმის ნაწილია თბილისის დასავლეთი გარეუბნის—საბურთალოს—რეკონსტრუქცია, სადაც უკვე გაჩნდა საბჭოთა კავშირის გმირთა სახელობის დიდი მოედანი და მის გარშემო აღიმართა მრავალსართულიანი შენობები. ქალაქის ამ ნაწილში 1933 წელს გაიყვანეს ახალი ქუჩა და მტკვრის შენაკად მდ. ვერეხე აიგო ახალი ხიდი. ამის გამო იქვე მდებარე ძველ ხიდს მნიშვნელობა დაეკარგა და იგი მთავარი ქუჩის მიღმა დარჩა.

ძველი ხიდი, რომელიც ჩვენი შესწავლის საგანს წარმოადგენს, მდებარეობს საბჭოთა კავშირის გმირთა მოედნის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში, ახალი ხიდის გვერდით, მისგან ორიოდ მეტრის მანძილზე (სურ. 1).



სურ. 1

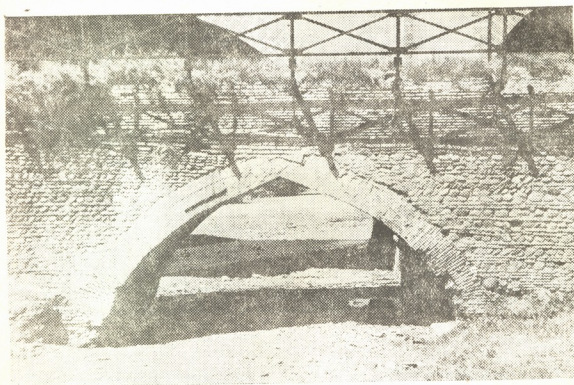
XVIII საუკუნის დასაწყისში ეს ხიდი ქალაქგარეთ მდებარეობდა. XIX საუკუნის მეორე ნახევარში, ქალაქის ამ მიმართულებით ზრდის გამო, იგი განაპირა უბანში მოექცა, ამჟამად კი ის თითქმის ქალაქის ცენტრალურ ნაწილშია.

ხიდი მტკვრიდან დაახლოებით 200 მ მანძილზე მდებარეობს. იმ ადგილას მდინარის ნარწყულის სიგანე თითქმის 60 მეტრია. მდინარის მარჯვენა ნაპირი ციცაბოა და კლდოვანი, მარცხენა ნაპირი კი ტერასას წარმოადგენს.

მდ. ვერე ტიპობრივი მთის მდინარეა და მას ჰიდრაგლიკური რეჟიმი მეტად ცვალებადი აქვს. გვალვების დროს მისი წყლის ხარჯი წამში ასიოდე ლიტრია, ხოლო უხვი ნალექების დროს რამდენსაემ ათეულ კუბურ მეტრს აღწევს. ასეთი რეჟიმით უნდა აიხსნას მისი ალუვიონის სისქის დიდი ცვალებადობა წლის განმავლობაში. ხიდთან ნარწყულში ალუვიონი ორ მეტრს აღწევს. ეს ნალექები ხიდის მარჯვენა ნაწილში ტუფოგენურ ქვიშაქვებს ადევს თავზე, ხოლო მარცხენა ნაწილში შესაძლებელია ძველ ტბიურ თიხაქვიშნარ ნალექებს ედოს.

ძველ ხიდს სამი მალი ჰქონია, ის რიყის ქვებით აგურით, დულაბით აუგიათ. სავალი ნაწილის გრძივ ქანობს დაქანება ორივე მხრივ ჰქონია. ცენტრალურ ნაწილში ბურჯები ტალღისმჭრელებით ყოფილა გამაგრებული.

ხიდის მშენებლობის სხვადასხვა პერიოდის შესატყვისი ფენების დაკვირვება ცხადყოფს, რომ XIX საუკუნეში ხიდი საფუძვლიანად გადაუყეთებიათ. ხიდის მარჯვენა ნაწილში დაუმატებიათ მეოთხე მალი და სავალი ნაწილი ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში მოუყვანიათ. ამის გარდა, გაგანიერებულ ნაწილში ამოუყვანიათ „ფრთები“ და მოუწყვიათ ხიდის სავალი ნაწილის გვერდით რკინის ბრჯენებზე გადებული საცალფეხო გზა რკინის მოაჯირითურთ (სურ. 2).



სურ. 2

ხიდის სიგრძე 62 მ, ხოლო სიგანე 5,77 მეტრია. სამსავე თაღს ისრული მოყვანილობა აქვს. ცენტრალური ხერცის ზომა 8,8 მ უდრის, თაღის სიმაღლე—4,5 მ; ნაპირა თაღების ხერცის ზომა 7,80 მ, თაღის სიმაღლე—3,5 მ, ყველა თაღის სისქე 0,68—0,74 მეტრია.

ხიდის თაღები ამოყვანილია „ქართული აგურით“ (22×22×3,5 სმ), ხოლო ბურჯები და „ყები“—რიყის ქვებისა და აგურის ფენების მორიგეობით.

ხიდი ამჟამადაც იმდენად მტკიცეა, რომ თავისუფლად უძლებს დატვირთულ სამტონიან საბარგო მანქანას.

ხიდის ბურჯისა და თაღის დულაბთა ნიმუშების ქიმიური ანალიზები მოტანილია 1 ცხრილში¹.

ცხრილი 1

ნიმუშების დასახელება	სიღრმე	გაზურების დროს დანაკარგი	მარილის მკვავაში უხსნადი ნივთიერების ნაშთი	ქიმიური კომპონენტები					
				R ₂ O ₃	CaO	NgO	SO ₂	CO ₂	CaSO ₄ 2H ₂ O
ბურჯის დულაბის ნიმუში	5,0	5,12	43,77	8,60	20,60	0,75	2,69	13,80	—
თაღის დულაბის ნიმუში	13,46	4,69	9,11	1,35	29,08	0,10	41,11	2,06	88,40

იმავე ნიმუშების პეტროგრაფიული გამოკვლევა შემდეგ სურათს გვაძლევს:

ა) ბურჯის დულაბის ნიმუში. უმთავრესი მასა თლილში მუქი ნაცრისფერია და პელიტომორფული კალციტისაგან შედგება. დულაბის მასაში ჩართული ქვიშის მარცვლები წარმოადგენს პორფირიტის სხვადასხვა ზომის ნატეხებს და აგრეთვე ცოტაოდენს კვარცისას. ამის გარდა, არის ქვიშიანი კირქვის ერთი მსხვილი ნატეხი. მარცვლების გარშემო ცემენტს ალაგ-ალაგ მიკროკრისტალური აგებულება აქვს.

ბ) თაღის დულაბის ნიმუში. შლიფში ჩანს წვრილმარცვლოვანი თიხიან-თაბაშირიანი მასა, რომელშიაც მრავლად გვხვდება თაბაშირის სხვადასხვა ზომისა და მოყვანილობის მარცვლები, მეტწილად ბოქვოვანი აგებულებისა. თლილში იყო აგრეთვე კალციტის რამდენიმე მარცვალი. ქვიშის ნაწილაკებს შორის გვხვდება პლაგიოკლაზისა და პელიტური ტუფის ორიოდენ მარცვალი.

ამრიგად, დულაბთა ნიმუშების ქიმიური და პეტროგრაფიული გამოკვლევა ადასტურებს, რომ ხიდის ბურჯების წყობაში დულაბად კირია გამოყენებული, ხოლო თაღში—გაჯი. ჩვენი აზრით, წყობაში კირის სიმტკიცე დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენადაა კალციტი (CaCO₃) გამოკრისტალბული ქვიშის მარცვლების გარშემო, პირველად პელიტურ მასაში, ჰერის ნახშირორქანგისა და წყლის გავლენით, დროის გარკვეულ მონაკვეთში; გაჯის სიმტკიცე კი დამოკიდებულია მასაში თაბაშირის (CaSO₄·2H₂) კრისტალების რაოდენობაზე.

¹ დულაბების ქიმიური შედგენილობა და მათი ფიზიკური თვისებები განსაზღვრა მეტალურგიული ქარხნის რკინა-ბეტონის ცენტრალურმა ლაბორატორიამ, ხოლო იმავე ნიმუშების პეტროგრაფიული შედგენილობა—ველოლოგიურ-მინერალოგიურ მეცნიერებათა დოქტორმა, პეტროგრაფმა გ. ძოწენიძემ.

კირის დულაბი ხისტია, რადგანაც მასში წვრილი ხეიწა და მსხვილმარ-
ცვლოვანი ქვიშა ურევია. მისი სიმტკიცე და აგურთან შეწყობების უნარი იმდენად
დიდია, რომ ხიდის ბურჯებში თუ სხვა ადგილას წყობის მასივიდან მისი
გამომტკრევა მხოლოდ აგურთან ერთად შეიძლება. გაჯი კი ერთგვაროვანი
თიხისებრი მასაა და დასველებისაგან დაცულ ადგილებში ის საკმაოდ აკავში-
რებს აგურს თალის წყობაში.

გაჯის ნიმუშების ფიზიკური და მექანიკური თვისებების შესახებ სრულ
წარმოდგენას იძლევა მე-2 ცხრილში მოტანილი შედეგები ლაბორატორიული
გამოკვლევისა.

ცხრილი 2

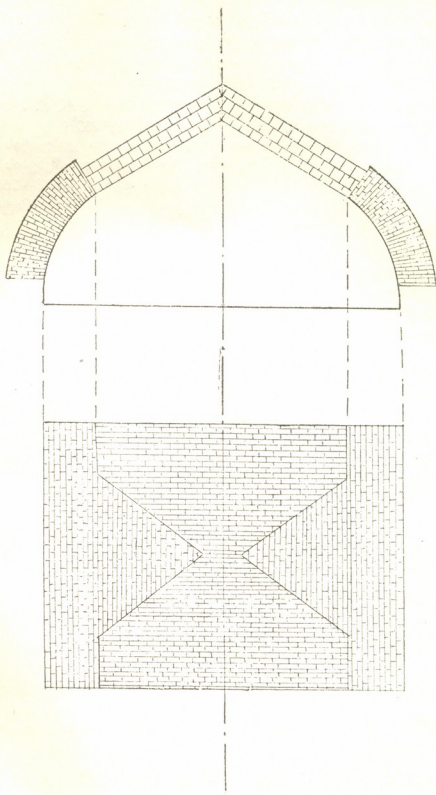
ნიმუშის №№	ნიმუშის ზომა მმ			წონა გ			მოცულ. წონა გ	დაწოლის ფართობი სმ²	ტივითი კმ	დროებითი წინააღ. კუმშვაზე	
	სიგრძე	სიგანე	სიმაღლე	წყლით გატ- ლენილისა	მშრალისა	წყლით გატ- ლენილისა				მშრალისა	წყლით გატ- ლენილის
2	11,8	11,8	11,5	2,2	2,5	1,6	1,37	1,36	18,0	13,0	—
4	12,8	12,9	12,7	2,14	—	2,1	1,50	160	116,25	—	72,7

ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ წყლით დასველებისას გაჯი მკვეთრად იცვლის
თავის ფიზიკურ თვისებებს და კუმშვისადმი მისი დროებითი წინააღობა მცირდებ-
და. ეს გარემოება საყოველთაოდ ცნობილია და ლაბორატორიულმა ცდებმაც კი-
დევ ერთხელ დაადასტურა, მაგრამ საინტერესოა, რომ, მიუხედავად მისი ასე-
თი თავისებურებისა, გაჯი მაინცაა გამოყენებული ხიდის ისეთ საპასუხისმგებ-
ლო ნიწილში, როგორცაა თალი. ეს აიხსნება მისი სხვა, დადებითი თვისებით,
სახელობრ, წყობაში შეკოწიწების სწრაფი უნარით, რაც თაღების უყალიბოდ
ამოყვანის საშუალებას იძლევა.

ხიდის ყველა თალის წყობის განხილვა გვიჩვენებს, რომ ქართული აგური
დადებულია წიბოზე, ორი მიმართულებით, თალის „შემქმნელ ხაზის“ ან „მიმ-
მართველი ხაზის“ გასწვრივ.

მაგალითისათვის განვიხილოთ ხიდის მარცხენა თალის აგურის განლაგე-
ბის გეგმა (სურ. 3). აქ ადვილად შევამჩნევთ, რომ თალის ქუსლთან დასაწყისში
აგური დადებულია წიბოზე, შემქმნელი ხაზის მიმართულებით. გეგმაში აგურის
ასეთი წყობა ქმნის ორ სოლს, რომლებიც კლიტეში თითქმის ერთდება. თალის
სხვა ნაწილში აგური წყობაში უკვე მიმართველი ხაზის გასწვრივია განლაგე-
ბული. ანალოგიურ სურათს ვხედავთ სხვა თაღებშიაც.

ასეთი წყობა შეიძლება მივიღოთ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დასაწყის-
ში ამოვავსებთ თალის შუა ნაწილს, ორ სოლისმავგარ წყობას, ხოლო შემ-
დეგ თალის დანარჩენ ნაწილს. საქართველოს ტერიტორიაზე ასეთსავე წყობას
ვხედავთ მდ. ხრამზე გადებულ ძველ ხიდში, რომელსაც ამჟამად „წითელ ხიდს“
უწოდებენ [1], ხოლო ისტორიულად „გატეხილი ხიდი“ ეწოდება.



სურ 3. წყობის სქემა. ფასადი და ხედი ქვემოდან

ვერეს ხიდის შესახებ ვახუშტი ბატონიშვილი [2] წერს: „ვერესა ზედა არს ხიდი დიდი ქვიტკირისა“. მდ. ვერეზე თბილისის მიდამოებში სხვა ადრინდელი ხიდის ნაშთები არსადა გვაქვს. უდავოა, რომ ვახუშტი გულისხმობს სწორედ იმ ხიდს, რომელიც ამჟამად ჩვენი მსჯელობის საგანს შეადგენს. მაგრამ ვახუშტი არ ასახელებს არც ხიდის აშენების დროს და არც აღმშენებელს. ხიდის აშენების დასათარიღებლად შემდეგი საბუთები გამოგვადგება.

სრულიად უდავოა, რომ ეს ხიდი აშენებული იყო ვახუშტის რუსეთში გამგზავრებამდე, ე. ი. 1724 წლამდე. იმავე დროს ეს ხიდი შენების ტექნიკის ზოგიერთი თავისებურებით ჰგავს როსტომ მეფის დროს (1632—1658 წ. წ.) მდ. ხრამზე გადებულ ქვის ხიდს, რომელიც ზემოთ აღვნიშნეთ. ამიტომ ვერეს ხიდის აგების შესაძლებელ და ყველაზე ადრინდელ თარიღად 1632 წელი უნდა მივიჩნიოთ.

ნაგებობათა კედლების კირით, ხოლო თაღების გაჯით ამოყვანა ხომ როსტომ მეფის დროის მშენებლობისთვისაა დამახასიათებელი. ამის მაგალითს წარმოადგენს ქ. თბილისშივე, ანჩისხატისა და სიონის ტაძრებს შორის, მტკვრის პირას მდებარე როსტომ მეფის სასახლის ანსამბლის ერთ-ერთი ნაგებობა, ე. წ. „ზარაფხანა“ (ირაკლი მეორის მოედანი, № 3), სადაც კედლები კირითაა ამოყვანილი, ხოლო ყველა თაღი—გაჯით.

ამრიგად, შეიძლება დადგენილად ჩაითვალოს, რომ მდ. ვერეზე თბილისიდან მცხეთისაკენ მიმავალ გზაზე გადებული ხიდი აშენებული უნდა იყოს ყოველ შემთხვევაში არა უგვიანეს XVII საუკუნის ნახევრისა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა (5.10.1949)

დამოწმებული ლიტერატურა

- 1. Г. П. Перелерий. Курс мостов, М.—Л. 1931, стр. 37.
- 2. ვ ა ხ უ შ ტ ი. აღწერა სამეფოსა საქართველოსა (საქართველოს გეოგრაფია). თბილისი, 1941, გვ. 54.

პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე ს. ჭ ი ლ ა ი ა

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა, აკ. წერეთლის ქ. № 7
Типография Издательства Академии Наук Грузинской ССР, ул. Ак. Церетели № 7

ხელმოწერილია დასაბ. 10.4.1950

საბეჭდი ფორმა 4

ანაწყოების ზომა 7X11

საავტორო ფ. რაოდ. 5

შპგვ. 106

უფ 02314

ტირაჟი 1500

დ ა მ ტ კ ი ც ე ბ უ ლ ი ა
საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდიუმის მიერ
22.10.1947

დეკლარაცია „საბჭოთავის სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბე“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბე“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა— ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბანის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საბჭოთა აღნიშვნის ეურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოსადგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

კვლევის მიხარებით: თავილისი, ძმ. მ. მ. მ.

ახალი ნიშნები

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მიერ გამოცემული

1. სუმბათ დავითის ძის ქრონიკა ტაო-კლარჯეთის ბაგრატიონთა შესახებ. ე. თაყაიშვილის შესავლით, შენიშვნებითა და რედაქციით, თბილისი, 1949, გვ. 96, ფასი 6 მან.
2. ფსიქოლოგია. ტ. VI, ა. ფრანგიშვილის რედაქციით, თბილისი, 1949, გვ. 212, ფასი 18 მან.
3. საქმე მოციქულთა (ძველი ხელნაწერების მიხედვით), გამოსცა ილია აბულაძემ, ა. შანიძის რედაქციით, თბილისი, 1950, გვ. 34+224, ფასი 20 მან.
4. ლ. ბოჭორიშვილი. ქართული კერამიკა (კახური), ნაწ. I, გ. ჩიტაიას რედაქციით, თბილისი, 1949, გვ. 258, ფასი 25 მან.
5. სერგი ჟღენტი. სვანური ენის ფონეტიკის ძირითადი საკითხები (ექსპერიმენტული გამოკვლევა), ვ. თოფურაიას რედაქციით, თბილისი, 1949, გვ. 224, ფასი 15.
6. ვარლამ დონდუა. კალმასობა როგორც ყოფაცხოვრებითი მოვლენა ძველ საქართველოში. ნ. ბერძენიშვილის რედაქციით, თბილისი, 1949, გვ. 108, ფასი 5 მან.
7. ვლ. ჟღენტი. გულისა და სისხლმილთა დაავადებანი. მ. წინამძღვრიშვილის რედაქციით, თბილისი, 1949, გვ. 112, ფასი 10 მან.