

ზინაარსი

მათემატიკა

- გ. ჭელიძე. ორი ცვლადის ფუნქციის ორმაგი ტრანსფორმაციის შესახებ 525
 ლეო მანდარაძე. პირდაპირი და შებრუნებული ზღვრული თეორემები ორმაგი ინტეგრალური გარდაქმნებისათვის 531
 ე. წითლანაძე. ერთი კლასის არაწრფივ ოპერატორთა შესახებ *I*_p სივრცეში ($p > 1$) 537

დრეპადოზის ოქორია

- ა. გორჯიძე. სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი გაკეცილი პრიზმატული ძელის ღუნვა წყვილძალით 543

ფიზიკა

- ო. მღებრიანი. ცივა და მუშაების დროს მეტალებში პლასტიკური დეფორმაციის შეტრის სიღრმის შესახებ 551

მეტეოროლოგია

- ი. ქურდიანი. ავგუსტის ფსიქრომეტრიული ფორმულის შემწეობით ჰაერის სინოტივის განსაზღვრის ცდომილებების შესახებ 559

ბიზია

- ა. გახაკიძე. გალაქტოზიდო-2-გლუკოზის სინთეზი 565

ტმენიკა

- ბ. ზავრიევი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი). თავისუფლების ხარისხის უსასრულორიცხვანი ძელების თავისუფალი რბევა 571
 გ. შაიშმელაშვილი. თხელი ფრიად დამრეცი სფერული გარსის თეორიის ზოგიერთი საკითხი 579
 ო. ონიაშვილი. დამრეცი გარსების დინამიკური ანგარიშისათვის 587

ბოტანიკა

- გ. პაპავა. მრავალძარღვას ახალი სახეობა კავკასიიდან 595
 გ. მათვევეთ და თ. კეზელი. *C* ვიტამინის შემცველობა *Phaseolus vulgaris* (L.) *savi*-ს ქართულ ფორმებში 599
 ა. დოღუხანოვი. ორი ნეკერჩხალი, კავკასიისათვის ახალი 603

ზოოლოგია

- დავით კობახიძე. მასალები აკრიდოფუნის თვისობრივი და რაოდენობრივი შედგენილობის შესწავლისათვის სამგორის სისტემის სტეპებში 607
 ირ. ბათიაშვილი. ლაბორატორიული ცდების მეთოდისათვის 613



მათემატიკა

3. პელიძე

ორი ცვლადის ფუნქციის ორმაგი ტრანსფორმაციის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეჯუამ 20.7.1948)

განვიხილოთ $(0, \infty)$ შუალედში განსაზღვრული ორი არაუარყოფითი ფუნქცია $\varphi(t)$ და $\psi(\tau)$, რომლებიც აკმაყოფილებენ შემდეგ პირობებს:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \varphi(t) = \infty, \quad \lim_{\tau \rightarrow \infty} \psi(\tau) = \infty.$$

ამას გარდა, ვიგულისხმობთ, რომ ეს ფუნქციები ინტეგრებადია ლებეგის აზრით ყოველ $[0, l]$ შუალედში, სადაც l ნებისმიერი დადებითი რიცხვია.

$(0 \leq t < \infty, 0 \leq \tau < \infty)$ არეში განსაზღვრულ $\Phi(t, \tau)$ ფუნქციას, რომელიც ინტეგრებადია ყოველ $(0 \leq t \leq A, 0 \leq \tau \leq A)$ არეში, ჩვენ ვუწოდებთ $K\varphi, \psi$ კლასისას, თუ იგი აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\Phi(t, \tau)}{\varphi(t)} = 0 \tag{1}$$

თანაბრად τ -ს მიმართ ყოველ სასრულ შუალედში,

$$\lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{\Phi(t, \tau)}{\psi(\tau)} = 0 \tag{2}$$

თანაბრად t -ს მიმართ ყოველ სასრულ შუალედში და, ამას გარდა, არსებობს

$$\lim_{t, \tau \rightarrow \infty} \Phi(t, \tau).$$

შემდეგ, $K(x, y, t, \tau)$ ფუნქციას, რომელიც ინტეგრებადია $(0 \leq t < \infty, 0 \leq \tau < \infty)$ არეში, ჩვენ ვუწოდებთ $T_{\varphi, \psi}^{(K)}$ კლასისას, თუ $K\varphi, \psi$ კლასის ყოველი $\Phi(t, \tau)$ ფუნქციისათვის არსებობს ორჯერადი ინტეგრალი

$$\int_0^\infty \int_0^\infty K(x, y, t, \tau) \Phi(t, \tau) dt d\tau$$

x და y -ის ყოველი მნიშვნელობისათვის, რომლებიც აკმაყოფილებენ უტოლობებს $0 < x \leq a, 0 < y \leq a$ და სამართლიანია ტოლობა:

$$\lim_{(x, y) \rightarrow 0} \int_0^\infty \int_0^\infty K(x, y, t, \tau) \Phi(t, \tau) dt d\tau = \lim_{t, \tau \rightarrow \infty} \Phi(t, \tau),$$

სადაც λ მოცემული რიცხვია $\equiv 1$.



თეორემა. იმისათვის, რომ $K(x, y, t, \tau)$ იყოს $T_{\varphi, \psi}^{\alpha}$ კლასის ფუნქცია, საკმარისია შემდეგი პირობების შესრულება:

$\lim_{(x, y) \rightarrow 0} K(x, y, t, \tau) = 0$ თანაბრად t და τ -ს მიმართ ყოველ სასრულ არეში, (I)

$$\lim_{(x, y) \rightarrow 0} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} K(x, y, t, \tau) dt d\tau = 1, \quad (II)$$

$$\sup_{\frac{1}{\lambda} \leq \frac{x}{y} \leq \lambda} \int_0^{\infty} \varphi(t) |K(x, y, t, \tau)| dt \leq \chi(\tau), \quad (III)$$

$$\sup_{\frac{1}{\lambda} \leq \frac{x}{y} \leq \lambda} \int_0^{\infty} \psi(\tau) |K(x, y, t, \tau)| d\tau \leq \omega(t), \quad (IV)$$

სადაც $\chi(\tau)$ და $\omega(t)$ არიან ლებეგის აზრით ინტეგრებადი ფუნქციები ნებისმიერ $(0, l)$ შუალედში,

$$\int_0^{\infty} \int_0^{\infty} |K(x, y, t, \tau)| dt d\tau < M \quad (V)$$

ყოველი x და y -თვის, რომლებიც აკმაყოფილებენ უტოლობებს

$$\frac{1}{\lambda} \leq \frac{x}{y} \leq \lambda,$$

ხოლო M რაიმე დადებითი რიცხვია.

დამტკიცება. ავიღოთ $K_{\varphi, \psi}$ კლასის ნებისმიერი $\Phi(t, \tau)$ ფუნქცია. აღვნიშნოთ

$$\lim_{t, \tau \rightarrow \infty} \Phi(t, \tau) = s. \quad (3)$$

რადგანაც $\Phi(t, \tau)$ არის $K_{\varphi, \psi}$ კლასისა, ამიტომ ადგილი აქვს (1) და (2) ტოლობებს. მაშასადამე, (1), (2), (3) ტოლობებისა და (III), (IV), (V) პირობების ძალით, ადვილად შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ ორჯერადი ინტეგრალი

$$F(x, y) = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} K(x, y, t, \tau) \Phi(t, \tau) dt d\tau$$

აბსოლუტურად კრებალია x და y -ის ყველა მნიშვნელობისათვის, რომლებიც აკმაყოფილებენ უტოლობებს:

$$0 < x \leq a, \quad 0 < y \leq a, \quad \frac{1}{\lambda} \leq \frac{x}{y} \leq \lambda.$$

$$\begin{aligned}
 & + \int_{N(\varepsilon)}^{\infty} \int_{N(\varepsilon)}^{\infty} |K(x, y, t, \tau)| |\Phi(t, \tau) - s| dt d\tau \\
 & + |sR(x, y)| = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5.
 \end{aligned}$$

(I) პირობისა და (4) ტოლობის ძალით შეგვიძლია ვიპოვოთ ისეთი დადებითი $\eta(\varepsilon)$ რიცხვი, რომ

$$\sigma_1 < \frac{\varepsilon}{5}, \quad \sigma_5 < \frac{\varepsilon}{5}, \quad \text{როცა } 0 < x < \eta(\varepsilon), \quad 0 < y < \eta(\varepsilon), \quad \frac{1}{\lambda} \equiv \frac{x}{y} \equiv \lambda.$$

შემდეგ, (7) უტოლობისა და (III) პირობის ძალით გვექნება:

$$\sigma_2 < \int_0^{N(\varepsilon)} d\tau \int_0^{\infty} \frac{\varepsilon}{5P} \varphi(t) |K(x, y, t, \tau)| dt < \frac{N(\varepsilon)}{5P} \int_0^{N(\varepsilon)} \chi(\tau) d\tau = \frac{\varepsilon}{5}.$$

(8) უტოლობისა და (IV) პირობის ძალით, ანალოგიურად მივიღებთ:

$$\sigma_3 < \frac{\varepsilon}{5}.$$

დაბოლოს, (6) უტოლობისა და (V) პირობის ძალით გვაქვს:

$$\sigma_4 < \frac{\varepsilon}{5M} \int_{N(\varepsilon)}^{\infty} \int_{N(\varepsilon)}^{\infty} |K(x, y, t, \tau)| dt d\tau < \frac{\varepsilon}{5}.$$

მაშასადამე,

$$|F(x, y) - s| < \varepsilon,$$

როცა

$$0 < x < \eta(\varepsilon), \quad 0 < y < \eta(\varepsilon), \quad \frac{1}{\lambda} \equiv \frac{x}{y} \equiv \lambda,$$

ე. ი.

$$\lim_{(x, y) \rightarrow 0} F(x, y) = s.$$

თეორემა დამტკიცებულია.

მოვიყვანოთ ახლა ლაპლასის ორმაგი გარდაქმნის განმარტება.

ვთქვათ, $f(t, \tau)$ ინტეგრებადია ($0 \leq t < \infty$, $0 \leq \tau < \infty$) არეში. $f(t, \tau)$ ფუნქციის ლაპლასის ორმაგი გარდაქმნად მიჩნეულია ფუნქცია, რომელიც განსაზღვრულია შემდეგი ტოლობით:

$$\Psi(x, y) = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} e^{-xt - y\tau} f(t, \tau) dt d\tau, \quad x > 0, y > 0.$$

ლ. მალნარაძემ [1] დაამტკიცა შემდეგი

თეორემა. თუ $f(t, \tau)$ ფუნქცია ინტეგრებადია ($0 \leq t < \infty$, $0 \leq \tau < \infty$) არეში, ხოლო $\Phi(t, \tau)$ ფუნქცია, რომელიც განსაზღვრულია ტოლობით

$$\Phi(t, \tau) = \int_0^t \int_0^\tau f(\alpha, \beta) d\alpha d\beta, \quad (9)$$

აკმაყოფილებს პირობებს:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\Phi(t, \tau)}{t} = 0 \text{ თანაბრად } \tau\text{-ს მიმართ ყოველ სასრულ შუალედში,} \quad (10)$$

$$\lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{\Phi(t, \tau)}{\tau} = 0 \text{ თანაბრად } t\text{-ს მიმართ ყოველ სასრულ შუალედში,} \quad (11)$$

მაშინ სამართლიანია ტოლობა:

$$\lim_{(x, y) \rightarrow 0} \Psi(x, y) = \int_0^\infty \int_0^\infty f(t, \tau) dt d\tau. \quad (12)$$

ვაჩვენოთ ახლა, რომ ეს თეორემა წარმოადგენს ჩვენი თეორემის შედეგს. მართლაც, (9), (10) და (11) ტოლობების ძალით ადვილად შეიძლება დავამტკიცოთ შემდეგი ტოლობის სამართლიანობა:

$$\Psi(x, y) = xy \int_0^\infty \int_0^\infty e^{-xt-y\tau} \Phi(t, \tau) dt d\tau.$$

აღვნიშნოთ

$$K(x, y, t, \tau) = xy e^{-xt-y\tau}, \\ \varphi(t) = t, \quad \psi(\tau) = \tau.$$

ადვილი შესამჩნევია, რომ $K(x, y, t, \tau)$ აკმაყოფილებს (I)–(V) პირობებს. ამას გარდა, $\Phi(t, \tau)$ ფუნქცია არის $K\varphi, \psi$ კლასისა. ამიტომ ზემოთ დამტკიცებული თეორემის ძალით ადვილი აქვს (12) ტოლობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 20.7.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ლ. მალნარაძე. აბელის თეორემა ლაპლასის ორმაგი გარდაქმნისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. VIII, № 3, 1947.

მათემატიკა

ლ. მ. მალნარაძე

პირდაპირი და შებრუნებული ზღვრული თეორემები ორმაგი
ინტეგრალური გარდაქმნებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 8.10.1948)

1. [1] სტატიაში ჩვენ დავამტკიცეთ ერთი ზღვრული თეორემა ლაპლასის ორმაგი გარდაქმნის შესახებ გარკვეულ საკმარის პირობებში, რომლებიც წარმოადგენენ ვლ. ჭელძის [2] მიერ ორმაგი ხარისხის მწკრივის ჯამის უწყვეტობის დასამტკიცებლად მოცემული პირობების ინტეგრალურ განზოგადებას.

წინამდებარე სტატიაში ჩვენ ვამტკიცებთ ანალოგიურ ზღვრულ თეორემას ორმაგ ინტეგრალურ გარდაქმნათა ერთი კლასისათვის. ჩვენ აგრეთვე ვამტკიცებთ შებრუნებულ თეორემას, რომელიც წარმოადგენს S. Minakshi Sundaram-ის [3] ერთი თეორემის განზოგადებას.

2. ვთქვათ, ფუნქცია $f(x, y)$ ინტეგრებადია ლებეგის აზრით ნებისმიერ სასრულ არეში

$$0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b.$$

ვთქვათ,

$$s(x, y) = \int_0^x \int_0^y f(\xi, \eta) d\xi d\eta, \quad x > 0, y > 0 \quad (1)$$

და დავუშვათ, რომ $s(x, y)$ აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

$$\lim_{x, y \rightarrow \infty} s(x, y) = A, \quad s(x, y) = o_y(x) \text{ და } s(x, y) = o_x(y), \quad (2)$$

სადაც სიმბოლო $o_x(t)$ აღნიშნავს სიდიდეს, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას $\lim_{t \rightarrow \infty} o_x(t)/t = 0$ თანაბრად ნებისმიერ სასრულ სეკენცზე $0 \leq \tau \leq c$.

ვთქვათ, ფუნქცია $K(u, v)$, რომელიც განსაზღვრული და უწყვეტია არეში $0 \leq u, v < +\infty$, აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

$$\left. \begin{aligned} \lim_{u \rightarrow \infty} K(u, 0) = 0, \quad \lim_{v \rightarrow \infty} K(0, v) = 0, \quad \lim_{u, v \rightarrow \infty} K(u, v) = 0, \\ \int_0^{\infty} v |K'_u(u, v)| dv = o\left(\frac{1}{u}\right), \quad u \rightarrow \infty; \quad \int_0^{\infty} u |K'_v(u, v)| du = o\left(\frac{1}{v}\right), \quad v \rightarrow \infty \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} \int_0^x \int_0^y v |K'''_{uv}(u, v)| dudv = O(x), \quad x \rightarrow 0; \quad \int_0^\infty \int_0^y u |K'_{uv}(u, v)| dudv = O(y), \quad y \rightarrow 0 \\ \int_0^\infty \int_0^\infty |K'_{uv}(u, v)| dudv < +\infty; \quad \int_0^\infty \int_0^\infty uv |K''_{uv}(u, v)| dudv < +\infty. \end{aligned} \right\} (3)$$

ქვემოთ $|x, y| \rightarrow 0$ სიმბოლოთი აღნიშნული გვაქვს, რომ $x \rightarrow 0$ და $y \rightarrow 0$ ისე, რომ დაკულია დამატებითი პირობა

$$\lambda \equiv \frac{y}{x} \equiv \Lambda,$$

სადაც Λ და λ მოცემული დადებითი რიცხვებია.

3. განვიხილოთ ფუნქცია

$$F(x, y) = \int_0^\infty \int_0^\infty K(x\xi, y\eta) f(\xi, \eta) d\xi d\eta, \quad x > 0, y > 0. \quad (4)$$

ჩვენი მიზანია დავამტკიცოთ შემდეგი თეორემა.

თეორემა 1. თუ ფუნქცია $s(x, y)$, რომელიც განსაზღვრულია

(1) ტოლობით, აკმაყოფილებს (2) პირობებს, ხოლო ფუნქცია $K(u, v)$ აკმაყოფილებს (3) პირობებს, მაშინ (4) ორმაგი ინტეგრალი არსებობს, როდესაც $x > 0, y > 0$ და გვაქვს ტოლობა

$$\lim_{|x, y| \rightarrow 0} F(x, y) = K(0, 0) A. \quad (5)$$

დამტკიცება. (1) ტოლობის საფუძველზე, ნაწილობითი ინტეგრებით ვღებულობთ

$$\begin{aligned} \int_0^a \int_0^b K(x\xi, y\eta) f(\xi, \eta) d\xi d\eta &= K(xa, yb) s(a, b) - x \int_0^a K'_{u}(x\xi, y\eta) s(\xi, b) d\xi \\ &\quad - y \int_0^b K'_{v}(xa, y\eta) s(a, \eta) d\eta + xy \int_0^a \int_0^b K'''_{uv}(x\xi, y\eta) s(\xi, \eta) d\xi d\eta, \end{aligned} \quad (6)$$

სადაც a, b, x და y ნებისმიერი დადებითი რიცხვებია.

თუ მხედველობაში მივიღებთ (2) და (3) პირობებს, მაშინ (6)-დან გამომდინარეობს ტოლობა

$$F(x, y) = xy \int_0^\infty \int_0^\infty K'''_{uv}(x\xi, y\eta) s(\xi, \eta) d\xi d\eta, \quad x > 0, y > 0. \quad (7)$$

(2)-ის ძალით, ნებისმიერი დადებითი ε რიცხვისათვის არსებობს ისეთი დადებითი რიცხვი $N(\varepsilon)$, რომ

$$|s(\xi, \eta) - A| \leq \varepsilon, \text{ როდესაც } \xi \geq N(\varepsilon) \text{ და } \eta \geq N(\varepsilon). \quad (8)$$

შემდეგ, ფიქსირებული $N(\varepsilon)$ რიცხვისათვის, (2)-ის ძალით, შეგვიძლია შევარ-
ჩიოთ ისეთი რიცხვი $N_1(\varepsilon) > N(\varepsilon)$, რომ

$$|s(\xi, \eta)| \leq \frac{\varepsilon}{N} \eta, \text{ როდესაც } \eta \geq N_1(\varepsilon) \text{ და } 0 \leq \xi \leq N(\varepsilon) \quad (9)$$

და

$$|s(\xi, \eta)| \leq \frac{\varepsilon}{N} \xi, \text{ როდესაც } \xi \geq N_1(\varepsilon) \text{ და } 0 \leq \eta \leq N(\varepsilon).$$

(7)-დან გვექნება უტოლობა

$$|F(x, y) - K(0, 0)A| \leq xy \left(\int_0^x \int_0^y + \int_0^x \int_0^y + \int_0^x \int_0^y + \int_0^x \int_0^y \right) |K''_{uv}(x\xi, y\eta)| \\ (|s(\xi, \eta)| + |A|) d\xi d\eta + xy \int_N^\infty \int_N^\infty |K''_{uv}(x\xi, y\eta)| |s(\xi, \eta) - A| d\xi d\eta.$$

აქედან, (3), (8) და (9)-ის ძალით, ვღებულობთ:

$$|F(x, y) - K(0, 0)A| \leq 2 \max_{0 \leq \xi, \eta \leq N_1} (|s(\xi, \eta)| + |A|) \int_0^{N_1 x} \int_0^{N_1 y} |K''_{uv}(u, v)| dudv \\ + \varepsilon \frac{x}{y} O(1) + A \int_0^{Nx} \int_0^\infty |K''_{uv}(u, v)| dudv + \varepsilon \frac{y}{v} O(1) \\ + |A| \int_0^\infty \int_0^{Ny} |K''_{uv}(u, v)| dudv + \varepsilon \int_0^\infty \int_0^\infty |K''_{uv}(u, v)| dudv.$$

მაგრამ, პირობის თანახმად, $|x, y| \rightarrow 0$. მაშასადამე,

$$\limsup_{|x, y| \rightarrow 0} |F(x, y) - K(0, 0)A| \leq \frac{\varepsilon}{\lambda} O(1) + \varepsilon \Delta O(1) + \varepsilon \int_0^\infty \int_0^\infty |K''_{uv}(u, v)| dudv.$$

რადგან ε ნებისმიერია, ამიტომ აქედან გამომდინარეობს (5) ტოლობა და ამით
ჩვენ თეორემა საესებით დამტკიცებულია.

4. სანამ ჩამოვყალიბებდეთ შებრუნებულ თეორემას, შემოთ განხილულ
 $f(x, y)$, $s(x, y)$ და $K(u, v)$ ფუნქციებს ჩვენ შევზღუდავთ გარკვეული პირობე-
ებით, რომლებიც სრულიად განსხვავებულია (2) და (3) პირობებისაგან.

ჩვენ დავუშვებთ, რომ ფუნქცია $f(x, y)$, რომელიც ინტეგრებადია ლებე-
გის აზრით ნებისმიერ სასრულ არეში $0 \leq x \leq a$, $0 \leq y \leq b$, აკმაყოფილებს პი-
რობებს:

$$xy|f(x, y)| \leq M, \text{ როდესაც } 0 \leq x, y < +\infty \text{ და } \liminf_{x, y \rightarrow \infty} xyf(x, y) = 0, \quad (10)$$

სადაც M მოცემული სასრული დადებითი რიცხვია.

შემდეგ, ვთქვათ,

$$\limsup_{x, y \rightarrow \infty} xy \left| \frac{\partial s(x, y)}{\partial x} \right| = \alpha_1, \quad \limsup_{x, y \rightarrow \infty} xy \left| \frac{\partial s(x, y)}{\partial y} \right| = \beta_1, \quad (11)$$

$$\left. \begin{aligned} \limsup_{x \rightarrow \infty} x \left| \frac{\partial s(x, y)}{\partial x} \right| &\equiv \alpha_2 \text{ თანაბრად ნებისმიერ სასრულ სეგმენტზე } 0 \equiv \eta \equiv c, \\ \limsup_{y \rightarrow \infty} y \left| \frac{\partial s(x, y)}{\partial y} \right| &\equiv \beta_2 \text{ თანაბრად ნებისმიერ სასრულ სეგმენტზე } 0 \equiv \xi \equiv c, \end{aligned} \right\} (12)$$

სადაც α_1 და β_1 მოცემული, ხოლო α_2 და β_2 c -ზე დამოკიდებული სასრული არაუარყოფითი რიცხვებია.

დაბოლოს, დაეუშვათ, რომ უწყვეტი ფუნქცია $K(u, v)$ აკმაყოფილებს პირობებს:

$$\left. \begin{aligned} &\equiv K(u, v) \equiv K(0, 0), \text{ როდესაც } 0 \equiv u, v < +\infty; K(0, 0) \neq 0; \\ &\int_t^\infty \frac{K^*(u, \tau)}{u} du < +\infty, \quad 0 < t, \tau < +\infty; \\ &\int_\tau^\infty \frac{K(t, v)}{v} dv < +\infty, \quad 0 < t, \tau < +\infty; \\ &\int_0^x \int_0^\tau \frac{|K'_u(u, v)|}{v} dudv = o(1), \quad x \rightarrow 0, \tau > 0; \\ &\int_t^\infty \int_0^y \frac{|K'_v(u, v)|}{u} dudv = o(1), \quad y \rightarrow 0, t > 0; \\ &\int_x^t \int_\tau^\infty \frac{|K'_u(u, v)|}{uv} dudv = o\left(\frac{1}{x}\right), \quad x \rightarrow 0, t > 0, \tau > 0; \\ &\int_t^\infty \int_\gamma^\tau \frac{|K'_v(u, v)|}{uv} dudv = o\left(\frac{1}{y}\right), \quad y \rightarrow 0, t > 0, \tau > 0; \\ &\int_0^t \int_0^\tau \frac{K(0, 0) - K(u, v)}{uv} dudv < +\infty, \quad 0 \equiv t, \tau < +\infty; \\ &\int_t^\infty \int_\tau^\infty \frac{K(u, v)}{uv} dudv < +\infty, \quad 0 < t, \tau < +\infty. \end{aligned} \right\} (13)$$

ჩვენი მიზანია დავამტკიცოთ შემდეგი თეორემა, რომელიც 1 თეორემის შებრუნებულია.

თეორემა 2. თუ $f(x, y)$, $s(x, y)$ და $K(u, v)$ ფუნქციები აკმაყოფილებენ, შესაბამისად, (10), (11), (12) და (13) პირობებს, მაშინ (4) ორმაგი ინტეგრალი არსებობს, როდესაც $x > 0$, $y > 0$ და ტოლობიდან $\lim_{|x, y| \rightarrow 0} F(x, y) = K(0, 0) = A$ გამომდინარეობს ტოლობა

$$\lim_{x, y \rightarrow \infty} s(x, y) = A. \quad (14)$$

დამტკიცება. (10) და (11) პირობათა ძალით, ნებისმიერი დადებითი ε რიცხვისათვის არსებობს ისეთი დადებითი რიცხვი $N(\varepsilon)$, რომ

$$xyf(x, y) \leq -\varepsilon, \quad xy \left| \frac{\partial s(x, y)}{\partial x} \right| \leq \alpha_1 + \varepsilon, \quad xy \left| \frac{\partial s(x, y)}{\partial y} \right| \leq \beta_1 + \varepsilon, \\ \text{როდესაც } x \geq N(\varepsilon), \quad y \geq N(\varepsilon). \quad (15)$$

ფიქსირებული $N(\varepsilon)$ -სათვის, (12)-ის ძალით, შეგვიძლია შევარჩიოთ ისეთი რიცხვი $N_1(\varepsilon) > N(\varepsilon)$, რომ

$$x \left| \frac{\partial s(x, y)}{\partial x} \right| \leq \alpha_2 + \varepsilon, \quad x \geq N_1(\varepsilon), \quad 0 \leq y \leq N(\varepsilon) \quad \text{და} \quad y \left| \frac{\partial s(x, y)}{\partial y} \right| \leq \beta_2 + \varepsilon, \\ y \geq N_1(\varepsilon), \quad 0 \leq x \leq N(\varepsilon). \quad (16)$$

ვთქვათ, $x > 0$, $y > 0$, $m > a > 0$ და $n > b > 0$. განვიხილოთ ინტეგრალი

$$\int_0^m \int_0^n K(x\xi, y\eta) f(\xi, \eta) d\xi d\eta = \left(\int_0^a \int_0^b + \int_0^a \int_b^n + \int_a^m \int_0^b + \int_a^m \int_b^n \right) K(x\xi, y\eta) f(\xi, \eta) d\xi d\eta. \quad (17)$$

(10), (11), (12) და (13) პირობათა ძალით, (17) ტოლობის მარჯვენა მხარეში ინტეგრალები მიისწრაფვიან გარკვეული ზღვრებისაკენ, როდესაც m და n უსასრულოდ იზრდებიან.

მაშასადამე, ნებისმიერი დადებითი x და y -სათვის არსებობს ინტეგრალი (14).

ქვემოთ ჩვენ ვგულისხმობთ, რომ $a \geq N_1(\varepsilon)$, $b \geq N_1(\varepsilon)$, $ax = t$ და $by = \tau$. განვიხილოთ იგივეობა

$$K(0, 0) s(a, b) = F(x, y) + \left(\int_0^N \int_0^N + \int_0^N \int_N^b + \int_N^a \int_0^N \right) [K(0, 0) - K(x\xi, y\eta)] f(\xi, \eta) d\xi d\eta \\ + \int_N^a \int_N^b [K(0, 0) - K(x\xi, y\eta)] f(\xi, \eta) d\xi d\eta \\ - \left(\int_0^a \int_b^\infty + \int_a^\infty \int_0^b \right) K(x\xi, y\eta) f(\xi, \eta) d\xi d\eta - \int_a^\infty \int_b^\infty K(x\xi, y\eta) f(\xi, \eta) d\xi d\eta. \quad (18)$$

(15) და (16) პირობათა ძალით, (18)-დან გამომდინარეობს უტოლობა

$$\begin{aligned}
 K(0, 0) s(a, b) &\equiv F(x, y) - M \left(\int_0^{Nx} \int_0^{Ny} + \int_0^{Nx} \int_y^\tau + \int_{Nx}^t \int_0^{Ny} \right) [K(0, 0) - K(u, v)] \frac{dudv}{uv} \\
 &- \varepsilon \int_0^t \int_0^\tau [K(0, 0) - K(u, v)] \frac{dudv}{uv} - \frac{(\alpha_1 + \varepsilon)}{b} \int_t^\infty \frac{K(u, \tau)}{u} du \\
 &- \frac{(\beta_1 + \varepsilon)}{a} \int_\tau^\infty \frac{K(t, v)}{v} dv - (\alpha_2 + \varepsilon) \int_t^\infty \int_0^{Ny} \frac{|K'_v(u, v)|}{u} dudv \\
 &- (\beta_2 + \varepsilon) \int_0^{Nx} \int_\tau^\infty \frac{|K'_u(u, v)|}{v} dudv - (\beta_1 + \varepsilon) x \int_{Nx}^t \int_\tau^\infty \frac{|K'_u(u, v)|}{uv} dudv \\
 &- (\alpha_1 + \varepsilon) y \int_t^\infty \int_{Ny}^\tau \frac{|K'_v(u, v)|}{uv} dudv - M \int_t^\infty \int_\tau^\infty \frac{K(u, v)}{uv} dudv.
 \end{aligned}$$

ფიქსირებული t, τ და ε -სათვის, (13) პირობათა საფუძველზე, (19)-დან ვღებულობთ უტოლობას

$$\begin{aligned}
 \liminf_{a, b \rightarrow \infty} K(0, 0) s(a, b) &\equiv K(0, 0) A - \varepsilon \int_0^t \int_0^\tau \frac{K(0, 0) - K(u, v)}{uv} dudv \\
 &- M \int_t^\infty \int_\tau^\infty \frac{K(u, v)}{uv} dudv.
 \end{aligned}$$

რადგანაც t, τ და ε ნებისმიერია, ამიტომ აქედან გამომდინარეობს, რომ $\liminf_{a, b \rightarrow \infty} s(a, b) \equiv A$.

სავსებით ანალოგიურად დავამტკიცებთ, რომ $\limsup_{a, b \rightarrow \infty} s(a, b) \equiv A$. უკანასკნელი ორი უტოლობიდან გამომდინარეობს (14) ტოლობა და ამით ჩვენი თეორემა სავსებით დამტკიცებულია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის თბილისის მათემატიკის

ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.10.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Лео Магнар адзе. Теорема Абеля для двойного преобразования Лапласа. Сообщения АН Груз. ССР, т. VIII, № 3, 1947.
2. В. Г. Челидзе. Об одной теореме о двойном степенном ряде. ДАН СССР, т. III, № 8, 1946.
3. S. Minakshi Sundaram. On Generalised Tauberian Theorems. Math. Zeitschr., Bd. 45, 1939, S. 495—506.

მათემატიკა

ა. წითლანაძე

ერთი კლასის არაწრფივ ოპერატორთა შესახებ L_p სივრცეში ($p > 1$)

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ვ. კუპრაძემ 26.10.1948)

არაწრფივი ფუნქციონალური ანალიზის ზოგიერთი კლასის ოპერატორებთან დაკავშირებულ რიგი ამოცანების განხილვისას ხშირად სასარგებლოა ფუნქციონალთა ექსტრემუმის გამოყენება.

ლ. ლუსტერნიკის გამოკვლევებში [1, 2] არაწრფივ ოპერატორთა ვარიაციული თეორიიდან ჰილბერტის სივრცეში დამტკიცებულია თეორემა, რომ სავესებით უწყვეტ, სიმეტრიულ, კენტსა და ერთგვაროვან ოპერატორს აქვს ნორმირებულ საკუთრივ ელემენტთა თვლადი სიპრაველი.

ვ. სობოლევისა [3] და ჩვენს შრომებში [4, 5] განხილული იყო ზოგიერთი სხვა კლასის ოპერატორები და მისთან დაკავშირებული საკითხები.

ამ შრომაში [4] და [5] შრომების შედეგები გადაგვაქვს L_p სივრცეში.

ვთქვათ, $f(x)$ არის L_p სივრცეში განსაზღვრული სუსტად უწყვეტი ფუნქციონალი, ხოლო x , h —ამ სივრცის ნებისმიერი ელემენტები.

$f(x)$ ფუნქციონალის ფრეშეს დიფერენციალი არის h -ის მიმართ წრფივი მთავარი ნაწილი სხვაობისა

$$f(x+h) - f(x) = df(x; h) + \omega(x; h),$$

სადაც

$$\|\omega(x; h)\| \|h\| \rightarrow 0,$$

როცა

$$\|h\| \rightarrow 0$$

და

$$df(x; h)$$

წრფივი ფუნქციონალია, რომელიც წარმოიდგინება ცალსახად სკალარული ნამრავლით:

$$df(x; h) = (Lx, h),$$

სადაც

$$Lx = Lq \quad \left(\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1 \right).$$

შემდგომ Lx ვოწოდებთ $f(x)$ ფუნქციონალის ფრეშეს დიფერენციალით წარმოშობილ ოპერატორს. ჩვენ ვივლისხმებთ, რომ

$$Lx = 0_q \text{ და } f(x) = 0$$

მხოლოდ მაშინ, როცა $x = \theta_p$ (θ_p და θ_q აღნიშნავს შესაბამად l_p და l_q სივრცეების ნულოვან ელემენტებს). გარდა ამისა ვიგულისხმებთ, რომ $f(x) > 0$ ყველა $x \neq \theta_p$.

l_p სივრცის ყოველი x ელემენტი კოორდინატებით $x_i, i=1, 2, \dots$ შეიძლება წარმოვადგინოთ ორი $A_n x$ და $R_n x$ ელემენტის ჯამის სახით:

$$x = A_n x + R_n x,$$

სადაც

$$A_n x = (x_1, x_2, \dots, x_n, 0, 0, \dots) \text{ და } R_n x = (0, 0, \dots, x_{n+1}, x_{n+2}, \dots).$$

აღნიშნოთ S_1 -ით l_p სივრცის ერთეული სფერო, ხოლო \bar{S}_1 -ით მისი ზედაპირი.

თეორემა 1. ოპერატორი Lx , წარმოშობილი $f(x)$ ფუნქციონალის ფრეშეს დიფერენციალით, სადაც $\|w(x; h)\| \|h\|^2$ თანაბრად შემოსაზღვრულია გარკვეული k მუდმივით, არის საცესებით უწყვეტი ოპერატორი.

შებრუნებული თეორემაც სამართლიანია.

ბანახოვსკა. \bar{S}_1 -ის x ელემენტს ვუწოდოთ L ოპერატორის საკუთრივი ელემენტი, თუ $Lx = \lambda Nx$, სადაც λ არის საკუთრივი x ელემენტის შესაბამი ნამდვილი საკუთრივი რიცხვი, ხოლო Nx არის l_q -ს ელემენტი კოორდინატებით

$$\left| x_i \right|^{\frac{p}{q}} \text{sign } x_i, i=1, 2, \dots$$

თეორემა 2. თუ x არის L ოპერატორის ნორმირებული საკუთრივი ელემენტი, მაშინ მისი შესაბამი საკუთრივი რიცხვი

$$\lambda = (Lx, x) = [(N^{-1}Lx, Nx)]^{\frac{p}{q}} \neq 0,$$

სადაც N^{-1} არის N -ის შებრუნებული ოპერატორი.

ვთქვათ, ξ და η ნამდვილ რიცხვთა ნებისმიერი წყვილია; მაშინ, თუ $p > q$, ადგილი აქვს უტოლობებს:

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

$$\left| \left| \xi \right|^{\frac{p}{q}} \text{sign } \xi - \left| \eta \right|^{\frac{p}{q}} \text{sign } \eta \right|^p \cong 2^p |\xi - \eta|^p (|\xi|^{q-p} + |\eta|^{q-p}).$$

ამ უტოლობათა გამოყენებით ადვილად მტკიცდება შემდეგი ლემა:

ლემა 1. S_2 სფეროში, რომლის რადიუსი უდრის 2-ს, Nx და $N^{-1}Lx$ ოპერატორები აკმაყოფილებს ლიპშიციის პირობას, ე. ი.

$$\|Nx' - Nx''\| \cong C_1 \|x' - x''\|_p, \|N^{-1}x' - N^{-1}x''\| \cong C_2 \|x' - x''\|_p$$

სადაც C_1 და C_2 დამოკიდებულია მხოლოდ p და q -ზე, ხოლო x', x'' არის S_2 სფეროს ნებისმიერი ელემენტები.

შემოვიღოთ ახლა ოპერატორი

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

ლემმა 2. Bx ოპერატორი S_2 სფეროში აკმაყოფილებს ლიპ-შიციის პირობას: $\|Bx' - Bx''\| \leq \bar{C}\|x' - x''\|_p$, სადაც \bar{C} გამოისახება C_1 და C_2 მუდმივებით.

Bx ოპერატორს კიდევ შემდეგი თვისებები აქვს.

თეორემა 3. $Bx = \theta_p$ მხოლოდ მაშინ, როცა $x \in \bar{S}_1$ არის Lx ოპერატორის საკუთრივი ელემენტი.

თეორემა 4. თუ $x \in \bar{S}_1$ არ არის Lx ოპერატორის საკუთრივი ელემენტი, მაშინ

$$(Lx, Bx) > 0.$$

§ 2. ვთქვათ, t არის უწყვეტი პარამეტრი, რომელიც იცვლება სეგმენტზე $0 \leq t \leq \gamma$, ხოლო x_t არის L -ზე დამოკიდებული ელემენტი S_1 -ზე. განვიხილოთ დიფერენციალური განტოლება

$$dx_t = Bx_t dt. \quad (1)$$

ზევით ნათქვამის ძალით, Bx_t ოპერატორი S_2 სფეროში აკმაყოფილებს ლიპშიციის პირობას და შემოსაზღვრულია. მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდის უშუალო განზოგადებით შეიძლება დავამტკიცოთ

თეორემა 5. დიფერენციალურ განტოლებას (1), როცა $0 \leq t \leq \gamma$, აქვს ერთადერთი ამონახსნი x_t , რომელიც ტოლია მოცემული ელემენტისა x_0 , $\|x_0\| = 1$, როცა $t = 0$; იგი უწყვეტია t პარამეტრის მიმართ და უწყვეტად დამოკიდებულია საწყისი პირობებისაგან.

გავაიგივოთ S_1 სფეროს დიამეტრალურად თანაწინააღმდეგი წერტილები, მივიღებთ პროექციულ სივრცეს S_1^* . ფუნქციონალი $f(x)$, განზღვრული S_1 სფეროში, რომლის დიამეტრალურად თანაწინააღმდეგი წერტილები გაიგივებულია, ცხადია, იქნება ლუწი, ოპერატორი Lx კი — კენტი.

პროექციული სივრცე S_1^* შეიცავს ნებისმიერი კატეგორიის სიმრავლეს. ვთქვათ, $[P^*]_k$ არის რაიმე ჰომოტოპური კლასი S_1^* სივრციდან, რომელიც შედგენილია ყველა კომპაქტური სიმრავლისაგან, რომელთა კატეგორია $\cong k$. აღვნიშნოთ $C = \sup C(P^*)$, სადაც $C(P^*) = \min f(x)$ და P^* ნებისმიერი ჩაკტილი სიმრავლე $[P^*]_k$ კლასიდან. ცხადია, ნებისმიერი დადებითი ε რიცხვისათვის არსებობს $[P^*]_\varepsilon$ კლასის ისეთი სიმრავლე P^ε , რომ $C - \varepsilon \leq \max C(P^\varepsilon) \leq C$. სიმრავლეს P^ε ვუწოდოთ ε -მაქსიმალური სიმრავლე.

აღვნიშნოთ $[c - \varepsilon \leq f \leq c + \varepsilon]$ სიმბოლოთი სიმრავლე S_1^* სივრცის ელემენტებისა, რომელთათვის $c - \varepsilon \leq f \leq c + \varepsilon$, ხოლო სიმრავლე S_1^* -ის ელემენტებისა, სადაც $f = c$, აღვნიშნოთ სიმბოლოთი ($f = c$) და ვუწოდოთ დონის ზედაპირი.

(1) განტოლებიდან გვექნება:

1°. როცა $\|x_t\| = 1$, მაშინ $(Nx_t, dx_t) = 0$. ამის გამო x_t წირებს, რომლებიც აკმაყოფილებს (1) განტოლებას, ვუწოდოთ ორთოგონალური ტრაექტორიები.

2°. თუ x_i არ არის L ოპერატორის საკუთრივი ელემენტი, მაშინ $df(x_i; dx_i) > 0$. ამით განისაზღვრება ორთოგონალური ტრაექტორიის გეზი $f(x)$ ფუნქციონალის ზრდის მიმართულებით.

ვთქვათ, x^e არის $P_\varepsilon^*(c - \varepsilon \leq f(x) \leq c + \varepsilon)$ გადაკვეთის ნებისმიერი წერტილი, რომელიც არ არის L -ის საკუთრივი ელემენტი. მესამე თეორემის ძალით $\|Bx^e\| \equiv \alpha > 0$. ავავაოთ x^e ელემენტის ირგვლივ S_1 -ზე ჩაკეტილი სფერო $S(x^e; r)$ ცენტრით x^e და რადიუსით r . ქვევით ჩვენ ვიგულისხმებთ, რომ

$$r = \frac{\alpha}{2C} = 2\varepsilon, \quad (2)$$

სადაც C არის მეორე ლემაში შემავალი მუდმივი.

ლემა 3. როცა $r = \frac{\alpha}{2C}$, მაშინ ყველა $x \in S(x^e; r)$ წერტილისათვის ადგილი აქვს უტოლობას

$$\|Bx\| \equiv \frac{\alpha}{2} > 0.$$

ლემა 4. არსებობს ისეთი მუდმივი M , რომ ყველა ელემენტისათვის $x \in S(x^e; r)$ გვექნება:

$$\|x\|_p \|Lx\|_q - (Lx, x) \equiv M > 0.$$

ლემა 5. ყველა $x \in S(x^e; r)$ ელემენტისათვის $f(x)$ ფუნქციონალის ფრეშეს დიფერენციალი აკმაყოფილებს უტოლობას $df(x; dx) \equiv M_1 dt > 0$, სადაც M_1 მუდმივი დამოუკიდებელია ელემენტებისგან

$$x \in S(x^e; r).$$

3 და 5 ლემებიდან გამომდინარეობს, რომ თუ ვიმოძრაებთ x^e წერტილიდან გამომავალი ორთოგონალური ტრაექტორიის გასწვრივ $f(x)$ ფუნქციონალის ზრდის მიმართულებით, უსათუოდ გადაკვეთთ დონის ზედაპირს ($f=c$).

ლემა 6. არსებობს რიცხვი $\lambda_\varepsilon > 0$, დამოკიდებული მუდმივი ε ისეთი, რომ $(f=c)$ სიმაღლეზე $\|Lx\|_q \equiv \lambda_\varepsilon$.

განსაზღვრავთ ვუწოდოთ $x_{\varepsilon_1} \in M_\varepsilon = P_\varepsilon^*(c - \varepsilon \leq f \leq c + \varepsilon)$ წერტილს L ოპერატორის ε_1 საკუთრივი ელემენტი, თუ

$$\|Bx_{\varepsilon_1}\| < \varepsilon_1,$$

სადაც $\varepsilon_1 = 4C\varepsilon$.

თეორემა 6. ნებისმიერი რიცხვისათვის $\varepsilon_1 > 0$ არსებობს ელემენტი $x_{\varepsilon_1} \in M_\varepsilon$, ისეთი, რომ x_{ε_1} არის L ოპერატორის ε_1 საკუთრივი ელემენტი.

უკანასკნელი თეორემის გამოყენებით მტკიცდება შემდეგი ძირითადი თეორემა.

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

თუ განვიხილავთ ჰომოტოპურ კლასებს $[P^*]_1, [P^*]_2, \dots, [P^*]_k, \dots$ შეიძლება დავასკვნათ, რომ თითოეულ დონის ფართულზე ($f=c_k$) ($k=1, 2, \dots$) არსებობს საკუთრივი ელემენტი.

საესებით ისევე, როგორც ჰილბერტის სივრცის შემთხვევაში [4], მტკიცდება, რომ როცა $[P^*]_i$ და $[P^*]_j$ ($j > i$) კლასების შესახებ საკუთრივი λ_i და λ_j ($j > i$) რიცხვები ერთმანეთს ემთხვევა, მაშინ წარმოიშობა საკუთრივ ელემენტთა სიმრავლე Ω , რომლის

$$\text{cat } \Omega \cong j - i + 1.$$

S_1

ბოლოს შეენიშნავთ, რომ მიღებული შედეგები შეიძლება გამოვიყენოთ ალგებრულ განტოლებათა უსასრულო სისტემებისათვის.

ლენინის სახელობის
თბილისის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 26.10.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. А. Люстерник. Об одном классе нелинейных операторов в гильбертовом пространстве. Известия АН СССР, серия математическая, № 9, 1939.
2. Л. А. Люстерник. Топология функциональных пространств и вариационное исчисление в целом. Труды мат. инст. им. В. А. Стеклова, т. XIX, 1947.
3. В. И. Соболев. О собственных элементах нелинейных операторов, ДАН, т. XXXI, № 8, 1941.
4. Э. С. Цитладзе. Некоторые вопросы нелинейных операторов в гильбертовом пространстве, ДАН, т. III, № 4, 1946.
5. Э. С. Цитладзе. Некоторые вопросы условного экстремума и вариационной теории собственных значений, ДАН, т. LVI, № 1, 1947.

4475.





დამატების თეორია

ა. გორბიძე

სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი ბაზიზული პრიზმატული ძეგლის
 ლუნვა წყვილძალით

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. გეგუამ 31.7.1948)

[1] სტატიაში ჩვენ შევისწავლეთ სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი პრიზმატული ძეგლის გრებისა და გაჭიმვის ურთიერთგავლენა.

ამ სტატიაში, იმავე მეთოდით, რომელიც გამოყენებული იყო [1], ჩვენ შევისწავლეთ სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი პრიზმატული ძეგლის წყვილძალით ღუნვისა და გაჭიმვის ურთიერთგავლენას.

ეს ამოცანა ერთგვაროვანი ელიფსური ძეგლისათვის ამოხსნილი იყო პ. რიზის მიერ [2], ხოლო ნებისმიერი ერთგვაროვანი ძეგლისათვის—ა. რუხაძის მიერ [3].

ვთქვათ, გვაქვს ძელი, შედგენილი სხვადასხვა მასალისაგან, რომელთა პუასონის კოეფიციენტი ერთი და აგვივა, ხოლო დრეკადობის მოდული სხვადასხვაა.

ვიგულისხმობთ, რომ დეფორმაციამდე ძელი შედგება რიგი პარალელური მთლიანი ძელებისაგან, რომლებიც ერთმანეთს არ ეხება, მაგრამ მათ შორის და ძელების შემომსახლერელ ცილინდრულ ფართეულს შორის მყოფი ადგილი შევსებულია დრეკადი სივრცით. ცილინდრის მსახველები ძელების პარალელურია.

ს-ით აღვნიშნოთ ძეგლის განივი კვეთა დეფორმაციამდე. ეს კვეთა შედგება S_1, S_2, \dots, S_m არეებისაგან, რომელნიც თითოეული ძეგლის განივი კვეთას შეესაბამებიან, და S_0 არისაგან, რომელიც შემომსახლერელ მასალას შეესაბამება.

S_1, S_2, \dots, S_m არეების საზღვრები L_1, L_2, \dots, L_m -ით აღვნიშნოთ; S_0 არის საზღვარი იქნება L_1, L_2, \dots, L_m კონტურები და L_{m+1} კონტური, რომელიც ყველა კონტურს შეიცავს.

დავუშვათ, რომ კოორდინატთა სათავე იმყოფება „ქვედა“ (დამაგრებულ) ფუძის⁽¹⁾ სიმძიმის დაყვანილ ცენტრში. O_ξ ლერძი ცილინდრის მსახველის პარალელურია, ხოლო O_ξ და O_η ლერძებს ინერციის მთავარი ლერძების მამართულება აქვს.

λ_j და μ_j -ით აღვნიშნოთ S_j ($j=0, 1, 2, \dots, m$) არის შესაბამი ლამეს მუდმივები.

(¹ აქ ვიყენებთ ამ ცნებებს აკად. ნ. მუსხელიშვილის მსგავსად ([1], გვ. 404).

ვთქვათ, რომ ძელის გვერდითი ზედაპირი თავისუფალია გარეშე ძალეებისაგან, გადაადგილებების u , v და w მდგენელები უწყვეტია, როდესაც ერთი გარემოდან მეორეში გადავდივართ, თავისუფალ „ზედა“ ფუძეზე $z=l$ მოქმედებს ძალები, რომლებიც ტოლფასია მღუნავი წყვილძალისა, რომლის მომენტი M_{η} -ა, და გამჭიმავი F ძალისა; პირველი მიმართულია O_{η} ღერძის გასწვრივ, ხოლო მეორე — O_{η} ღერძის გასწვრივ.

ზემოაღნიშნული ამოცანის ამოხსნა შემდეგი მათემატიკური ამოცანის ამოხსნამდე დაიყვანება:

მოსაძებნია X_x, Y_y, \dots, X_y ძაბვების მდგენელები, რომლებიც განსახილველ არეში აკმაყოფილებენ წონასწორობის ერთგვაროვან განტოლებებს და შემდეგ სასაზღვრო პირობებს:

$$\begin{aligned} X_x \cos(n, x) + X_y \cos(n, y) + X_z \cos(n, z) &= 0, \\ Y_x \cos(n, x) + Y_y \cos(n, y) + Y_z \cos(n, z) &= 0, \\ Z_x \cos(n, x) + Z_y \cos(n, y) + Z_z \cos(n, z) &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

თავისუფალ ზედაპირზე, ხოლო

$$\begin{aligned} [X_x \cos(n, x) + X_y \cos(n, y) + X_z \cos(n, z)]_j &= [X_x \cos(n, x) \\ &+ X_y \cos(n, y) + X_z \cos(n, z)]_0, \\ [Y_x \cos(n, x) + Y_y \cos(n, y) + Y_z \cos(n, z)]_j &= [Y_x \cos(n, x) \\ &+ Y_y \cos(n, y) + Y_z \cos(n, z)]_0, \\ [Z_x \cos(n, x) + Z_y \cos(n, y) + Z_z \cos(n, z)]_j &= [Z_x \cos(n, x) \\ &+ Z_y \cos(n, y) + Z_z \cos(n, z)]_0 \end{aligned} \quad (2)$$

არეთა საზღვარზე, სადაც კვადრატული ფრჩხილების ნიშნები არის ნომერს გვიჩვენებს, ხოლო $\cos(n, x)$, $\cos(n, y)$ და $\cos(n, z)$ — დეფორმირებული ზედაპირის ნორმალის მიმართულების კოსინუსებს.

ვთქვათ, $\beta = \frac{M_{\eta}}{I_E} \left(\text{სადაც } I_E = \sum_{j=0}^m E_j I_{\eta j}, I_{\eta j} \text{ წარმოადგენს } S_j \text{ კვეთის ინერციის მომენტს } O_{\eta} \text{ ღერძის პარალელური ღერძის მიმართ} \right)$ მცირე სიდიდეა,

ხოლო $\alpha = \frac{F}{S_E} \left(\text{სადაც } S_E = \sum_{j=0}^m E_j S_j, E_j S_j \text{ არის იუნგის მოდულია, } S_j \text{ აღნიშნავს } S_j \text{ არის ფართობს} \right)$ ისეთი მუდმივია, რომ u , v და w ფუნქციების და-

შლაში α და β ხარისხების მიხედვით (განსხვავებით დრეკადობის თეორიის წრფივი ამოცანისა) α^2 და β^2 რიგის წევრების უკუგდება არ შეიძლება, მაგრამ უფრო მაღალი რიგის წევრების უკუგდება შესაძლებელია. ამის შესაბამისად დანსმული ამოცანის ამოხსნა შემდეგი სახით ვცდებოთ:

$$\begin{aligned} u &= -\alpha z + \frac{\beta}{2} [\zeta^2 + \sigma (\xi^2 - \eta^2)] + \alpha \beta u_1 + \alpha^2 u_2, \\ v &= -\alpha \sigma \eta + \beta \sigma \xi \eta + \alpha \beta v_1 + \alpha^2 v_2, \\ w &= \alpha \zeta - \beta \xi \zeta + \alpha \beta w_1 + \alpha^2 w_2, \end{aligned} \quad (3)$$

სადაც u_1, v_1, w_1, u_2, v_2 და w_2 საძიებელი ფუნქციებია, ξ, η და ζ წერტილის კოორდინატებია დეფორმაციამდე.

რადგან u_1, v_1 და w_1 გადაადგილებათა მოძებნა ჩვენ მიერ მოცემულია [5], ამიტომ აქ განვსაზღვრავთ u_2, v_2 და w_2 გადაადგილებებს, რომელნიც ღუნვისა და გაჭიმვის საძიებელ ურთიერთქმედებას გამოსახავენ.

ჩვენი ამოცანის ამოსახსნელად საჭიროა გამოვთვალოთ ძაბვის ტენზორის მდგენელები ნ. ზვოლინსკისა და პ. რიზის [6] ფორმულებით, ჩავსვათ მათი მნიშვნელობანი წონასწორობისა და სასაზღვრო პირობების გამომსახველ (1) და (2) ტოლობებში, მაშინ u_2, v_2 და w_2 დამატებითი გადაადგილებების შესაბამისი $\tau_{11}, \tau_{22}, \dots, \tau_{12}$ ძაბვებისათვის მივიღებთ წონასწორობის შემდეგ განტოლებებს:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tau_{11}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{12}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{13}}{\partial \zeta} + \frac{1}{2} E_j &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{31}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{22}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{23}}{\partial \zeta} &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{31}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{32}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{33}}{\partial \zeta} &= 0, \end{aligned} \quad (4)$$

და სასაზღვრო პირობებს:

$$\begin{aligned} \tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta &= 0, \\ \tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta &= 0, \\ \tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta - \frac{1}{2} E_0 \zeta \cos \alpha &= 0 \end{aligned} \quad (5)$$

თავისუფალ ზედაპირზე,

$$\begin{aligned} [\tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta]_j - [\tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta]_0 &= 0, \\ [\tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta]_j - [\tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta]_0 &= 0, \end{aligned} \quad (6)$$

$$[\tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta]_j - [\tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta]_0 - \frac{1}{2} (E_j - E_0) \zeta \cos \alpha = 0$$

არეთა საზღვარზე, სადაც $\cos \alpha$ და $\cos \beta$ არადეფორმირებული ზედაპირის ნორმალის მიმართულების კოსინუსებია.

ამ განტოლებებს უნდა დავმატოს შესაბამისი თავსაღობის პირობები, რომელთაც შემდეგი სახე აქვთ:

$$\begin{aligned} \Delta \tau_{11} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi^2} &= 0, \quad \Delta \tau_{22} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \eta^2} = 0, \quad \Delta \tau_{33} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \zeta^2} = 0, \\ \Delta \tau_{12} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi \partial \eta} &= 0, \quad \Delta \tau_{13} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi \partial \zeta} = 0, \quad \Delta \tau_{23} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \eta \partial \zeta} = 0, \end{aligned} \quad (7)$$

სადაც

$$T = \tau_{11} + \tau_{22} + \tau_{33}.$$

უკანასკნელი ამოცანის ამოსახსნელად საკმარისია მივიღოთ, რომ

$$\begin{aligned} \tau_{11} &= -p_j f - q_j \psi - p_j \left(\frac{\sigma}{1+\sigma} \xi \eta^2 - \frac{1}{3} \eta^3 \right) + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2} - E_j \xi, \\ \tau_{22} &= -p_j f - q_j \psi + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \xi^2} - E_j \xi, \\ \tau_{33} &= 2(p_j f + q_j \psi) + p_j \left(\frac{\sigma}{1+\sigma} \xi \eta^2 - \frac{1}{3} \eta^3 \right) + p_j \left(\xi \zeta^2 - \frac{1}{3} \eta^3 \right) + \sigma \Delta \Phi + 2E_j \xi, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\tau_{12} = -q_j (\xi^2 - \eta^2) - \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \xi \partial \eta},$$

$$\tau_{13} = \zeta \left[p_j \frac{\partial f}{\partial \xi} + q_j \frac{\partial \psi}{\partial \xi} + p_j \left(\frac{\sigma}{1+\sigma} \eta^2 - \xi^2 \right) - 2q_j \eta + \frac{1}{2} E_j \right],$$

$$\tau_{23} = \zeta \left[p_j \frac{\partial f}{\partial \eta} + q_j \frac{\partial \psi}{\partial \eta} + 2q_j \xi \right],$$

სადაც p_j და q_j მუდმივებია, f და ψ ჰარმონიული ფუნქციებია S_j არეში, ხოლო Φ — ბიჰარმონიული ფუნქცია იმავე არეში.

აღვლი შესამოწმებელია, რომ დამატებითი ძაბვების (8) კომპონენტები აკმაყოფილებენ წონასწორობის (4) განტოლებებს და თავსადობის (7) განტოლებებს; იმისათვის, რომ ისინი აკმაყოფილებდნენ (5) და (6) სასაზღვრო პირობებსაც, საჭიროა, რომ f , ψ და Φ ფუნქციები აკმაყოფილებდნენ შემდეგ პირობებს:

$$\Delta f = 0, \quad \Delta \psi = 0, \quad \Delta \Delta \Phi = 0$$

S_j არეში ($j = 0, 1, 2, \dots, m$);

$$\frac{df}{dn} = - \left(\frac{\sigma}{1+\sigma} \eta^2 - \xi^2 \right) \cos \alpha, \quad \frac{d\psi}{dn} = 2(\eta \cos \alpha - \zeta \cos \beta),$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \xi} = - \int_0^s [(p_0 f + q_0 \psi + E_0 \xi) \cos \beta + q_0 (\xi^2 - \eta^2) \cos \alpha] ds,$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \eta} = \int_0^s \left\{ [p_0 f + q_0 \psi + E_0 \xi + p_0 \left(\frac{\sigma}{1+\sigma} \xi \eta^2 - \frac{1}{3} \xi^3 \right)] \cos \alpha + q_0 (\xi^2 - \eta^2) \cos \beta \right\} ds$$

L_{m+1} კონტურზე⁽¹⁾,

$$p_j \left(\frac{df}{dn} \right)_j - p_0 \left(\frac{df}{dn} \right)_0 = - (p_j - p_0) \left(\frac{\sigma}{1+\sigma} \eta^2 - \xi^2 \right) \cos \alpha,$$

(1) აქ მიღებული გვაქვს, რომ $\frac{\partial \Phi}{\partial \xi}$ და $\frac{\partial \Phi}{\partial \eta}$ ხდება ნული კონტურის $s=0$ წერტილში.

$$q_j \left(\frac{d\psi}{dn} \right)_j - q_0 \left(\frac{d\psi}{du} \right)_0 = 2 (q_j - q_0) (\eta \cos \alpha - \xi \cos \beta),$$

$$\left(\frac{\partial \Phi}{\partial \xi} \right)_j - \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \xi} \right)_0 = - \int_0^s \left[(p_j (f_j + \psi_j) - p_0 (f_0 - \psi_0)) + (E_j - E_0) \xi \right] \cos \beta + (q_j - p_0) (\xi^2 - \eta^2) \cos \alpha \, ds,$$

$$\left(\frac{\partial \Phi}{\partial \eta} \right)_j - \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \eta} \right)_0 = \int_0^s \left\{ \left[p_j (f_j + \psi_j) - p_0 (f_0 - \psi_0) + (E_j - E_0) \xi + (p_j - p_0) \left(\frac{\sigma}{1 + \sigma} \xi \eta^2 - \frac{1}{3} \xi^3 \right) \right] \cos \alpha + (q_j - q_0) (\xi^2 - \eta^2) \cos \beta \right\} ds$$

L_j კონტურზე ($j=1, 2, \dots, m$).

p_j და q_j მუდმივები განისაზღვრება $\frac{\partial \Phi}{\partial \xi}$, $\frac{\partial \Phi}{\partial \eta}$ და Φ ფუნქციების ცალსახობის პირობიდან.

დამატებითი გადაადგილების კომპონენტების მოსაძებნად საჭიროა ვისარგებლოთ ერთ-ერთი ცნობილი მეთოდით, მაგალითად, აკად. ნ. მუსხელიშვილის მეთოდით [4], მაშინ (8) ფორმულების შესაბამისი u_1 , v_1 და w_1 გადაადგილებები იქნება:

$$u_1 = - \frac{1}{2\mu_j} \int_0^{\xi} (p_j f + q_j \psi) d\xi + \frac{1}{2\mu_j} \int_0^{\xi} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2} d\eta - \frac{\sigma}{2\mu_j} \int_0^{\xi} \Delta \Phi d\xi - \frac{1}{2} (1 + \sigma) (\xi^2 + \eta^2) - \frac{q_j}{\mu_j} \left(\eta^2 - \frac{1}{3} \eta^3 \right) - \frac{p_j}{4\mu_j} \left(\frac{\sigma}{1 + \sigma} \xi^2 \eta^2 - \frac{1}{6} \xi^3 \right) - \frac{p_j \sigma}{2E_j} \left(\xi^2 \eta^2 - \frac{1}{6} \xi^3 \right) + \frac{p_j \sigma}{2E_j} \eta^2 \eta^2 - \frac{p_j}{12E_j} \zeta^4,$$

$$v_1 = \frac{1}{2\mu_j} \int_0^{\xi} d\xi \int_0^{\xi} \left(p_j \frac{\partial f}{\partial \eta} + q_j \frac{\partial \psi}{\partial \eta} \right) d\xi - \frac{1}{2\mu_j} \int_0^{\xi} d\xi \int_0^{\xi} \frac{\partial^3 \Phi}{\partial \eta^3} d\xi + \frac{\sigma}{2\mu_j} \int_0^{\xi} d\xi \int_0^{\xi} \frac{\partial}{\partial \eta} \Delta \Phi d\xi \quad (9)$$

$$- \frac{\sigma}{2\mu_j} \int_0^{\eta} \Delta \Phi d\eta - \frac{1}{\mu_j} \frac{\partial \Phi}{\partial \eta} + \frac{q_j}{\mu_j} \left(\xi \eta^2 - \frac{1}{3} \xi^3 \right) - \frac{p_j \sigma}{E_j} \left(\xi \eta^2 - \frac{1}{3} \xi^3 \eta \right) - (1 + \sigma) \xi \eta,$$

$$w_1 = \frac{\zeta}{\mu_j} (p_j f + q_j \psi) + \frac{p_j}{2\mu_j} \left(\frac{\sigma}{1 + \sigma} \xi \eta^2 - \frac{1}{3} \xi^3 \right) \zeta + \frac{p_j}{3E_j} (\xi^2 \eta^2 - \xi^3 \zeta) + 2(1 + \sigma) \xi \zeta.$$

ძაბვის ტენზორის კომპონენტები მიიღებენ შემდეგ სახეს:

$$X_x = \alpha \beta \left[-p_j f - q_j \psi - E_j \xi - p_j \left(\frac{\sigma}{1 + \sigma} \xi \eta^2 - \frac{1}{3} \xi^3 \right) + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2} \right],$$

$$Y_y = \alpha \beta \left[-p_j f - q_j \psi - E_j \xi + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \xi^2} \right],$$

$$Z_s = E_j \alpha - E_j \beta \xi + \alpha \beta \left[2(p_j f + q_j \psi) + p_j \left(\frac{\sigma}{1+\sigma} \xi \eta^2 - \frac{1}{3} \xi^3 \right) + p_j \left(\xi \eta^2 - \frac{1}{3} \xi^3 \right) + \sigma \Delta \Phi + 2 E_j (1 - 2 \sigma) \xi \right], \quad (10)$$

$$X_y = \alpha \beta \left[-q_j (\xi^2 - \eta^2) - \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \xi \partial \eta} \right],$$

$$X_s = \alpha \beta \zeta \left[p_j \frac{\partial f}{\partial \xi} + q_j \frac{\partial \psi}{\partial \xi} + p_j \left(\frac{\sigma}{1+\sigma} \eta^2 - \xi^2 \right) - 2 q_j \eta + E_j \right],$$

$$Y_s = \alpha \beta \zeta \left[p_j \frac{\partial f}{\partial \eta} + q_j \frac{\partial \psi}{\partial \eta} + 2 q_j \xi \right].$$

(9) გამოსახულებებს თუ (3)-ში შევიტანთ, მაშინ მივიღებთ განსახილველი ამოცანის ამოხსნას.

ძაბვის ტენზორის (10) კომპონენტები $\zeta = l$ ზედაპირზე აკმაყოფილებენ შემდეგ პირობებს:

$$X = \iint_S X_s dS = \alpha \beta l \sum_{j=0}^m (2 p_j I_{\eta_j} + E_j S_j), \quad Y = \iint_S Y_s dS = 0, \quad Z = \iint_S Z_s dS = F + \alpha \beta F_1,$$

$$M_x = \iint_S y Z_s dS = \alpha \beta M_1, \quad M_y = - \iint_S x Z_s dS = M_2 + \alpha \beta M_3,$$

$$M_z = \iint_S (x Y_s - y X_s) dS = \alpha \beta M_3,$$

სადაც

$$F_1 = \iint_S \left[2(p_j f + q_j \psi) + p_j \left(\frac{\sigma}{1+\sigma} \xi \eta^2 - \frac{2}{3} \xi^3 \right) + \sigma \Delta \Phi \right] d\xi d\eta,$$

$$M_1 = \iint_S \left[2(p_j f + q_j \psi) + p_j \left(\frac{\sigma}{1+\sigma} \xi \eta^3 - \frac{2}{3} \xi^3 \right) + \sigma \Delta \Phi \right] \eta d\xi d\eta,$$

$$M_2 = - \iint_S \left\{ \xi \left[2(p_j f + q_j \psi) + p_j \left(\frac{\sigma}{1+\sigma} \xi \eta^2 - \frac{2}{3} \xi^3 \right) + p_j l^2 \xi \right] + \frac{1}{2} E_j [4(1+\sigma) \xi^2 - \sigma(\xi^2 + \eta^2) + l^2] \right\} d\xi d\eta,$$

$$M_3 = l \iint_S \left\{ p_j \left(\xi \frac{\partial f}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial f}{\partial \xi} \right) + q_j \left(\xi \frac{\partial \psi}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial \psi}{\partial \xi} \right) + 2 q_j (\xi^2 + \eta^2) - p_j \left(\frac{\sigma}{1+\sigma} \eta^3 - \xi^2 \eta \right) \right\} d\xi d\eta.$$

აქედან ცხადია, რომ $\zeta=1$ ფუძეზე არ კმაყოფილდება მოთხოვნილი პირობები, ამიტომ ჩვენ მიერ მოძებნილ ამოხსნას უნდა დაემატოს სენ-ვენანის ამოცანის ისეთი ამოხსნა, რომელიც ზედმეტ ძაბვებს მოსპობს $\zeta=1$ ფუძეზე და განსაზღვრული ამოცანის მოთხოვნილი პირობებიც დაკმაყოფილდება.

ს. კიროვის სახ.

საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 2.8.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. გორგიძე. სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი გაჭიმული პრიზმატული ძელის გრფხა-საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. IX, № 3, 1948.
2. П. М. Рив. Иагиб растянутого призматического стержня. Прикладная математика и механика, т. III, в. 3, 1939.
3. А. К. Рухадзе. Некоторые обобщения задач Сен-Венана. Диссертация (рукопись), 1947.
4. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые задачи теории упругости. М.—Л., 1935.
5. ა. გორგიძე. სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი ძელის გაჭიმვის მეორადი ეფექტები. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. IV, № 2, 1943.
6. Н. В. Зволинский и П. М. Рив. О законе Гука для конечных смещений. Известия АН СССР, Отделение технических наук, № 8—9, 1938.

ზიკიბა

მ. მღვრიანი

ცივად დამუშავების დროს მეტალეზში პლასტიკური დეფორმაციის შეზღუდვის სიღრმის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა პროფ. გ. გელდვანიშვილმა 4. 11. 1948)

ქრით დამუშავებულ მეტალეზში პლასტიკური დეფორმაციის შეჭრის სიღრმის განსაზღვრა საინტერესოა არა მარტო თეორიული, არამედ პრაქტიკული თვალსაზრისითაც. ამ საკითხის შესწავლისადმი მიძღვნილია მთელი რიგი ექსპერიმენტული შრომები, მაგრამ მისი კვლევის მეთოდები ჯერ კიდევ არ არის იმდენად დამუშავებული, რომ მიმდინარე პროცესების ცოტად თუ ბევრად სრული სურათი მოგვეცეს.

მეტალეზში პლასტიკური დეფორმაციის შეჭრის სიღრმის განსაზღვრისათვის ტომასენმა და მაკ-კატჩინმა [1] 1934 წელს გამოიყენეს რენტგენულ-სტრუქტურული ანალიზის მეთოდი. უფრო გვიან ამავე მეთოდით კრავჩენკოსა [2] და სხვების მიერ შესწავლილი იყო თიბერში გამკვრივებული ფენის შეჭრის სიღრმე. გამოყენებული იყო აგრეთვე მთელი რიგი სხვა მეთოდები (რეკრისტალიზაციის მეთოდი, თხელი ფენების თანამიმდევრული აღების მეთოდი და სხვა [3, 4]). მაგრამ ეს მცირერიცხოვანი შრომები არ არის საკმარისი ამ საკითხის გასაშუქებლად და მხოლოდ ამჟამად ისახება მისი გამოკვლევის რაციონალური მეთოდები.

ამასთან დაკავშირებით ჩვენ სასარგებლოდ მიგვაჩინა გამოინახოს მოცემული საკითხის ზოგადი გადაწყვეტის გზები პოლიკრისტალურ სხეულებში პლასტიკური დეფორმაციის გავრცელების მექანიზმის შესახებ არსებული თანამედროვე წარმოდგენების საფუძველზე.

ცნობილია, რომ კრისტალებში პლასტიკური დეფორმაცია ხორციელდება გარკვეული კრისტალოგრაფიული მიმართულებით ძვრების გავრცელების გზით. როგორც ფრენკელმა [5, 6] აჩვენა, იდეალურ კრისტალურ მესერში ძვრის გავრცელება უსასრულო ატომური ჯაჭვის გასწვრივ წარმოებს ენერჯის შესამჩნევი კარგვის გარეშე. ლითონური მონოკრისტალები, რომლებიც მცირე წინააღმდეგობას უწევენ პლასტიკურ დეფორმაციას, მალე მკვრივდებიან მათში დეფექტების არსებობის შედეგად. რეალურ კრისტალებში არსებული დეფექტები წარმოადგენს ძვრების გავრცელების დამუხრუჭების ადგილებს. ძვრების პროგრესირებული დამუხრუჭების შედეგად კრისტალის დეფექტები სწრაფად ფართოვდება, წარმოებს კრისტალის დანაწილება ცალკეულ ბლოკებად.

პოლიკრისტალები წარმოადგენენ მცირე, ერთმანეთის მიმართ უწყსრი-
 გოდ ორიენტირებულ მონოკრისტალური ბლოკების ერთობლიობას, რომელთა
 საზღვარზე განაწილებულია დამახინჯებული ფენები.

პლასტიკური დეფორმაციის პროცესში პოლიკრისტალის მონოკრისტალუ-
 რი ბლოკები განიცდიან შემდგომ დანაწილებას. ამ მოსაზრებების საფუძველზე
 პოლიკრისტალებში პლასტიკური დეფორმაციის მექანიზმი შეიძლება შემდეგ-
 ნაირად წარმოვიდგინოთ: დრეკადად დეფორმირებულ პოლიკრისტალურ სხეუ-
 ლებში მონოკრისტალურ ბლოკებში წარმოიქმნება ლოკალური ძვრები, რო-
 მელნიც ვრცელდებიან გარკვეული კრისტალოგრაფიული მიმართულებებით.
 ძვრის გავრცელება წარმოებს ენერჯიის შესამჩნევი კარგვის გარეშე მანამ, სა-
 ნამ ძვრა თავის გავრცელების გზაზე არ შეხვდება დამახინჯებულ არეს. ამას-
 თან შესაძლებელია დამახინჯებული არეები, გამჭვირვალე აღმოჩნდეს ძვრის
 გავრცელებისათვის.

ასეთი დამახინჯებული არეების გავლის შემდეგ ძვრა შეიძლება აღმოჩ-
 ნდეს ან მეზობელი ბლოკის ზედაპირზე, ან შეიძლება დაკავებულ იქნეს ძვრი-
 სათვის არაგამჭვირვალე დამახინჯების მიერ.

დამახინჯებულ არეზე გავლისას ძვრა განიცდის ენერჯიის შესამჩნევე კარ-
 გვას, რომელიც სითბოდ გარდაიქმნება.

ამ გზით დამუხრუჭებული ძვრები ხელს უწყობენ ახალი დამახინჯებული
 ფენების გაჩენას, ე. ი. მონოკრისტალური ბლოკების დანაწილებას. ძვრების
 დამუხრუჭების ადგილებს პოლიკრისტალებში უმთავრესად მონოკრისტალურ
 ბლოკებს შორის არსებული საზღვრები წარმოადგენს.

დავუშვათ, რომ რომელიმე მონოკრისტალურ ბლოკში წარმოიქმნა n_0
 ძვრა, როდესაც ძვრები მიაღწევენ მოპირდაპირე საზღვარს, ისინი შეიკრებიან
 დამახინჯებულ ფენებში, სადაც ძვრების ნაწილი დამუხრუჭებას განიცდის. აღ-
 ბათობა იმისა, რომ ძვრის გავლა დამახინჯებულ არეში დამუხრუჭებლად მოხ-
 დება, იქნება:

$$W(\delta) = ce^{-\delta}, \quad (1)$$

სადაც δ ახასიათებს დამახინჯებულ ფენის გაუმჭვირვალობას. როდესაც $\delta = 0$,
 $W(0) = 1$, $c = 1$; მაშინ

$$W(\delta) = e^{-\delta}.$$

თუ მონოკრისტალურ ბლოკში გავლილი ძვრების რიცხვს აღვნიშნავთ
 n_0 -ით, ხოლო ფენაში გავლილს— n -ით, მაშინ (1) საფუძველზე შეგვიძლია
 დავწეროთ:

$$n = n_0 e^{-\delta}. \quad (2)$$

δ სიდიდის განსაზღვრისათვის განვიხილოთ ლითონის პლასტიკური შე-
 კუმშვა ან გაჭიმვა. თუ მეტალში გაჩენილი ძვრების რიცხვი დეფორმაციის
 გარკვეული ხარისხისათვის იქნება N_a , ხოლო თითოეული ძვრის გაჩენის სა-
 შუალო ენერჯია იქნება $\bar{\epsilon}$, მაშინ $A = N_a \bar{\epsilon}$. A დეფორმაციაზე დახარჯული
 მუშაობაა.

ძვრები, რომლებიც დაუმუხრუქებლად ვრცელდებიან კრისტალში, მთელ თავის ენერგიას გავრცელების გზაზე კარგავენ სითბოს სახით. ამიტომ პლასტიკურ დეფორმაციაზე დახარჯული მუშაობის შეფარდება ამ დროს გამოყოფილ სითბოსთან ასეთია:

$$\frac{A}{Q} = \frac{N_0 \bar{\epsilon}}{N_f \bar{\epsilon}}$$

თუ აღვნიშნავთ განხილულ მეტალში დამახინჯებული ფენების საშუალო გაუმჭვირვალობას $\bar{\epsilon}$, მაშინ (2) საფუძველზე

$$\frac{A}{Q} = e^{\bar{\epsilon}}, \text{ ან } \bar{\epsilon} = \ln \frac{A}{Q}. \quad (3)$$

გამოვიყენოთ ზემომოყვანილი მოსაზრებები დამუშავებულ ზედაპირში პლასტიკური დეფორმაციის შეჭრის ამოცანის მიმართ.

როგორც ცნობილია, დამუშავების დროს მეტალის ჩამოჭრილი ფენა ძლიერ პლასტიკურ დეფორმაციას განიცდის. მაშასადამე, ჩამოჭრილ ფენაში გავრცელებული ძვრები ჩამოჭრის ხაზს იქითაც გადავლენ.

დავუშვათ, რომ ჩამოჭრის ხაზთან ფართის ერთეულში გავიდა N_0 ძვრა. H სიღრმეზე ეს ძვრები განიცდიან მრავალჯერად შთანთქმას დამახინჯებულ ფენებში. თუ მივიღებთ, რომ მარცვლის საშუალო ზომა არის a , მაშინ H სიღრმეზე ძვრები განიცდიან k ჯერად შთანთქმას, $k = \frac{H}{a}$. ამიტომ H სიღრმემდის მისული ძვრების რიცხვი იქნება:

$$N = N_0 e^{-k\bar{\epsilon}} = N_0 e^{-\frac{H}{a} \ln \frac{A}{Q}},$$

აქედან სიღრმე, რომლის ქვევითაც დაუმუხრუქებელი იქნება N -ზე ნაკლები ძვრა, გამოისახება ფორმულით:

$$H = \frac{a}{\ln \frac{A}{Q}} \ln \frac{N_0}{N}. \quad (4)$$

(4) ფორმულიდან ჩანს, რომ როცა $N \rightarrow 0$, მაშინ $H \rightarrow \infty$, ე. ი. ძვრები მიაღწევენ მნიშვნელოვან სიღრმეს. მაგრამ რადგან გამკვრივება შემცირდება სიღრმის მიხედვით ექსპონენციალური კანონით, ამიტომ მცირე სიღრმეებისათვის გამკვრივება იმდენად მცირე იქნება, რომ პრაქტიკულად იმის გაზომვა მოუხერხებელია.

ეს შედეგები ემთხვევა ექსპერიმენტულ მონაცემებს. რენტგენოგრაფიული გამოკვლევები გვიჩვენებს, რომ ზედაპირიდან n -მ სიღრმეზეც კი არ მიიღება მკვეთრი რენტგენოგრაფები, მაშინ როდესაც გამკვრივების მიღწევის პრაქტიკული სიღრმე მილიმეტრის ნაწილებით გამოისახება.

ნათქვამიდან გამომდინარეობს, რომ გამკვრივების 'შელწევის' პრაქტიკული სიღრმე შეიძლება ჩაითვალოს ისეთ სიღრმედ, რომელზედაც გამკვრივების ეფექტი გაზომვის მგრძნობიარების ფარგლებში იმყოფება. მართლაც, მეტად მცირე გამკვრივების ეფექტს არ შეუძლია გამოიწვიოს ლითონის სტრუქტურის და ძირითადი თვისებების რამდენადმე შესამჩნევი ცვლილება, რის გამოც ისინი პრაქტიკულად შეიძლება უგულვებლვყოთ.

(4) ფორმულა მოუხერხებელია იმით, რომ მასში შემავალი მონოკრისტალური ბლოკის ხაზოვანი სიგრძე a ცალკეულ შემთხვევებში ძლიერ მერყეობს, მაგრამ a -ს ცვლილებასთან ერთად სხვა უცვლელ პირობებში შეიცვლება გამკვრივების ეფექტიც თხელ ზედაპირულ ფენაში.

ამასთან გამკვრივების ეფექტი პროპორციული იქნება $\left(\frac{a_0}{a}\right)^3$ -სა, სადაც a_0 არის მარცვლის მინიმალური ხაზოვანი ზომა. ამის გამო შეფარდება $\frac{N_0}{N}$ გამრავლდება $\left(\frac{a_0}{a}\right)^3$ -ზე. მაშინ

$$H = \frac{a}{\ln \frac{A}{Q}} \ln \frac{N_0}{N} \left(\frac{a_0}{a}\right)^3. \quad (5)$$

ამ გამოსახულებიდან ვიპოვიტ a_{\max} , რომელიც შეესაბამება გამკვრივების 'შელწევის' სიღრმის მაქსიმალურ მნიშვნელობას.

$$\frac{\partial H}{\partial a} = \frac{1}{\ln \frac{A}{Q}} \ln \frac{N_0}{N} \left(\frac{a_0}{a}\right)^3 - \frac{3}{\ln \frac{A}{Q}} = 0,$$

საიდანაც

$$a_{\max} = \frac{a_0 \sqrt[3]{\frac{N_0}{N}}}{e},$$

(5)-ში a_{\max} -ის მნიშვნელობის ჩასმით მივიღებთ

$$H_{\max} = \frac{3a_0 \sqrt[3]{\frac{N_0}{N}}}{e \ln \frac{A}{Q}}. \quad (6)$$

(6) ფორმულა გვაძლევს პლასტიკური დეფორმაციის მაქსიმალური შესაძლო 'შელწევის' სიღრმეს მოცემული $\frac{N_0}{N}$ -თვის.

ამ ფორმულის პრაქტიკული გამოყენებისათვის უნდა მოვახდინოთ გარკვეული დაშვება ძვრების რიცხვსა და მეტალის ჩამოცილებული ფენის სიღრმის შორის არსებული კავშირის შესახებ.

ამასთან ჩვენ შემოვიზღუდებით ათერმული პროცესით, როდესაც გამოყოფილ სითბოს არ შეუძლია იმდენად გაზარდოს ლითონის ტემპერატურა, რომ მოხდეს რეკრისტალიზაცია. არსებითი მნიშვნელობა აქვს კრის სიჩქარეს, რომლის გავლენას შემდეგ განვიხილავთ.

ძვრების რიცხვი N_0 პროპორციული იქნება მოქმედი ძალის კვადრატისა, ე. ი. მკრელის ძალისა. ეს გამომდინარეობს პარაბოლური დამოკიდებულებიდან დეფორმაციის სიდიდესა და კრისტალზე მოდებულ გარეგან ძალას შორის. მეორე მხრივ ზედაპირთან ნორმალურად მიმართული ძვრების რიცხვი N_n შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი დამოკიდებულებით: $N_n = N_0 \alpha$, სადაც α კოეფიციენტი, რომელიც პროპორციულია ძვრების ამ მიმართულებით გავრცელების ალბათობისა,

$$\alpha = \frac{s}{s+h} k',$$

თუ აღვნიშნავთ მკრელის ძალას P -თი, მაშინ

$$N_n = cP \frac{s}{s+h} k',$$

სადაც c პროპორციულობის კოეფიციენტი.

კრის თეორიიდან ცნობილია, რომ

$$P = ks^x h^y,$$

სადაც k არის პროპორციულობის კოეფიციენტი, s მიწოდება, h — კრის სიღრმე.

$$N_n = ck^2 \frac{s^{2x+1} h^{2y}}{s+h} k'.$$

კოეფიციენტები k' , c და k ჩვენ არ გვაინტერესებს, რადგან (6) ფორმულაში შედის შეფარდება $\frac{N_0}{N}$.

ძვრების რიცხვი N შეიძლება განისაზღვროს იმ პირობით, რომ მათ მიერ გამოწვეული გამკვრივების ეფექტი H_{\max} -ის სიღრმეზე იმყოფებოდეს გაზომვის სიზუსტის ფარგლებში.

თუ მინიმალური თენის აღებისას (s_{\min} და h_{\min}) H_{\max} სიღრმეზე შეიძლება იქნეს გაზომილი γ -ჯერ უფრო ნაკლები გამკვრივების ეფექტი, ვიდრე ზედაპირზე, მაშინ

$$H_{\max} = \frac{3a_0}{eln \frac{A}{Q}} \sqrt[3]{\gamma \frac{s_{\min}^{2x+1} h_{\min}^{2y} (s_{\min} + h_{\min})}{s_{\min}^{2x+1} h_{\min}^{2y} (s+h)}}. \quad (7)$$

მაგალითისათვის გამოვიყენოთ (7) ფორმულა კრავჩენკოს ცდების პირობების მიმართ და შევადაროთ მის მიერ მიღებულ შედეგებს. თუ მივიღებთ მოცემული კონკრეტული შემთხვევისათვის N_{\min} -ის ტოლად $N=0,1$, ე. ი. $\gamma=10$, $s_{\min}=h_{\min}=0,1$ მმ.

$$\frac{A}{Q} = 1, 14,$$

თითბრისათვის $x=0,8$, $y=0,95$, a_0 -ს მივიღებთ ვმ-ის ტოლად, მაშინ

$$H_{\max} = 980s^{0,87}h^{0,62}\sqrt[3]{\frac{I}{s+h}}$$

ამ ფორმულით გამოთვლილი H_{\max} მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში. ამავე ცხრილში მოცემულია ექსპერიმენტული მონაცემები.

გამკვრივების შეჭრის სიღრმე თითბერში

პრის სიჩქარე მ/მინ. v	მიწოდება მმ-ით s	პრის სიღრმე მმ-ით h	გამკვრივების სიღრმე H , მიღებული კრაფტენჯოს მიერ μ	გამკვრივების სიღრმე H_{\max} , გამოთვლილი (7) ფორმულით μ
6,06	0,10	0,5	85	108
6,06	0,25	0,5	115	223
6,06	0,50	0,5	160	365
6,06	0,72	0,5	230	469
6,06	0,90	0,5	260	544
6,06	0,50	1,0	170	470
6,06	0,50	2,0	180	612
6,06	0,50	3,0	195	710
6,06	0,50	5,0	220	840

ყველა ზემოთ მოყვანილი შედეგის რეზიუმირებით შეგვიძლია გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. გამკვრივების ეფექტი სიღრმის ზრდასთან ერთად მცირდება ექსპონენციალური კანონით.

2. მეტალების კრით დამუშავების დროს პლასტიკური დეფორმაცია მნიშვნელოვან სიღრმემდე აღწევს, ხოლო გამკვრივების მინიმალური ეფექტი, რომლის გაზომვაც პრაქტიკულად შესაძლებელია, იმ სიღრმეზე იმყოფება, რომლის მაქსიმალური მნიშვნელობა შეიძლება (4) ფორმულით გამოითვალოს.

3. პლასტიკური დეფორმაციის დროს მეტალის მიერ ენერჯის შთანთქმის უნარიანობის გაზრდასთან ერთად სხვა თანაბარ პირობებში გამკვრივებული ფენის სისქე მცირდება, ხოლო გამკვრივება ამ ფენაში იზრდება.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 6.7.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. L. Tomassen and D. M. Mc Cutcheon. X-ray determination of depth of cold working by machining. Mechanical Engineering, 56, № 3, 1934.
2. Н. А. Кравченко, Я. И. Селенский и В. И. Тюленев. Рентгенографическое исследование наклепа при токарной обработке. З. Л., 9, 1936.
3. В. Д. Кузнецов и Н. С. Шемалский. Глубина деформации при строгании олова. Ж. Т. Ф., 10, 1940.
4. В. Д. Кузнецов. Физика твердого тела, т. III, Томск, 1944.
5. Я. И. Френкель. К теории пластической деформации и двойниковогоания, I. Ж. Э. Т. Ф., т. 8, в. 1, 1938.
6. Я. И. Френкель. К теории пластической деформации и двойниковогоания, II. Ж. Э. Т. Ф., т. 8, в. 12, 1938.

მეტეოროლოგია

O. შურდიაშვილი

ავგუსტის ფსიქრომეტრიული ფორმულის შემწობით ჰაერის
სინოტივის განსაზღვრის ცდომილების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. დიდებუმიძემ 20.10.1948)

როგორც ცნობილია, სსრ მეტეოროლოგიურ სადგურებზე ჰაერის სინოტივის განსაზღვრა წარმოებს ფორმულების

$$e = E' - 0,0007947 (t - t') p,$$

$$r = \frac{e}{E} 100 \quad (1)$$

შემწობით შედგენილი ფსიქრომეტრიული ცხრილებით [1], სადაც E და E' არის წყლის ორთქლის მაქსიმალური წნევა, შესაბამისი მშრალი თერმომეტრის (t) და სველი თერმომეტრის (t') ჩვენებათა, რომლებიც მიიღება არსებული მეტად ზუსტი ფორმულების შემწობით.

რადგან ეს ფორმულები საესებით ემპირიული ხასიათისაა, ამიტომ მეტად მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ სიზუსტე, რომელსაც ვაღწევთ ამ ფორმულების შემწობით ჰაერის სხვადასხვა ტემპერატურის დროს. ეს საკითხი, რომელიც არა ერთხელ ყოფილა პრაქტიკული მეტეოროლოგიის ძიების საგანი, დღემდე, სამწუხაროდ, არ არის სრულად გაშუქებული ჰაერის სინოტივის განსაზღვრისათვის აბსოლუტურად ზუსტი მეთოდების უქონლობის გამო.

პრაქტიკულად ეს გარემოება არის იმის მიზეზი, რომ დაკვირვებათა წარმოება ავგუსტის ფსიქრომეტრით, როცა ჰაერის ტემპერატურა -5° -ზე დაბალია, აღარ ითვლება მიზანშეწონილად [2]⁽¹⁾.

ჩვენს ერთ-ერთ წინა შრომაში [3] ნაჩვენებია გვეჩვენა, რომ ამ ფორმულის არასაკმაო სიზუსტით არის გამოწვეული ის გარემოება, რომ ასე ადვილი ხდება 0% ახლობელი სინოტივების მიღება.

ჰაერის სინოტივის ე. წ. „აბსოლუტური“ მეთოდის (წონადი) გამოყენება ზუსტად დაყენებული ცდების დროსაც კი შეუძლებელს ხდის იმ ცდომილების გაგებას, რომელიც ავგუსტის ფორმულით მიიღება, რადგან თვით ეს მეთოდი საჭიროებს თბიექტურ კონტროლს [4].

უნდა აღვნიშნათ აგრეთვე, რომ Δr ცდომილების არაჩვეულებრივი ზრდა ($> 200\%$), რასაც ადვილი აქვს $t - t' = 0^{\circ}$, 1 დროს და რომელიც სხვადასხვა მკვლევართ მოყავთ [5], მხოლოდ და მხოლოდ (1) ფორმულის ემპირიული ხასიათით აიხსნება.

(1) მაშასადამე, პირველი 40 გვერდი ფსიქრომეტრიული ცხრილებისა თითქმის უსარგებლო რჩება.

წინამდებარე შრომაში ჩვენ მოგვყავს მეთოდი, რომლის გამოყენებაც იძლევა საშუალებას ზუსტად გამოვიანგარიშოთ ის ცდომილება, რომელსაც ვღებულობთ ავგუსტის ფსიქრომეტრიული ფორმულით სინოტივის გამოთვლის დროს.

ამ მეთოდის დედააზრი მდგომარეობს ჰაერის სინოტივის (აბსოლუტურის ან შეფარდებითის) იზოთერმული ცვლილების პროცესის განხილვაში.

როგორც უკვე ნაჩვენებია გექონდა ერთ-ერთ წინა შრომაში [3], შეფარდებითი სინოტივის იზოთერმული ცვლილება შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს მარტივი ფორმულით

$$r = 100 e^{-0,9727(t-\tau)}. \quad (2)$$

აქ 100-ად მიჩნეულია ის მაქსიმალური წნევა წყლის ორთქლისა, რომელიც ჰაერის მოცემულ ტემპერატურა t -ს შეესაბამება. ამიტომ ამ ფორმულით მოცემულია მხოლოდ საერთო დახასიათება ჰაერში მყოფი წყლის ორთქლის რაოდენობის ცვალებადობისა ნებისმიერი ტემპერატურისათვის t .

რათა პროცესი დაყვანილ იქნეს სინოტივის ინდივიდუალურ ცვლილებაზე მოცემული t ტემპერატურის მიხედვით, რომელსაც სრულიად გარკვეული მაქსიმალური წნევა შეესაბამება, შეიძლება იგვიღებ (2) ფორმულა გამოყენებულ იქნეს ჰაერის აბსოლუტური სინოტივისათვისაც:

$$a = E_t e^{-0,9727(t-\tau)}. \quad (3)$$

აქ a აბსოლუტური სინოტივია, ხოლო E_t —მაქსიმალური წნევა წყლის ორთქლისა, t ტემპერატურის შესაბამისი.

ცხადია, რომ ეს ორი ფორმულა გამოხატავს ჰაერის სინოტივის ერთსა და იმავე იზოთერმულ ცვლილებას.

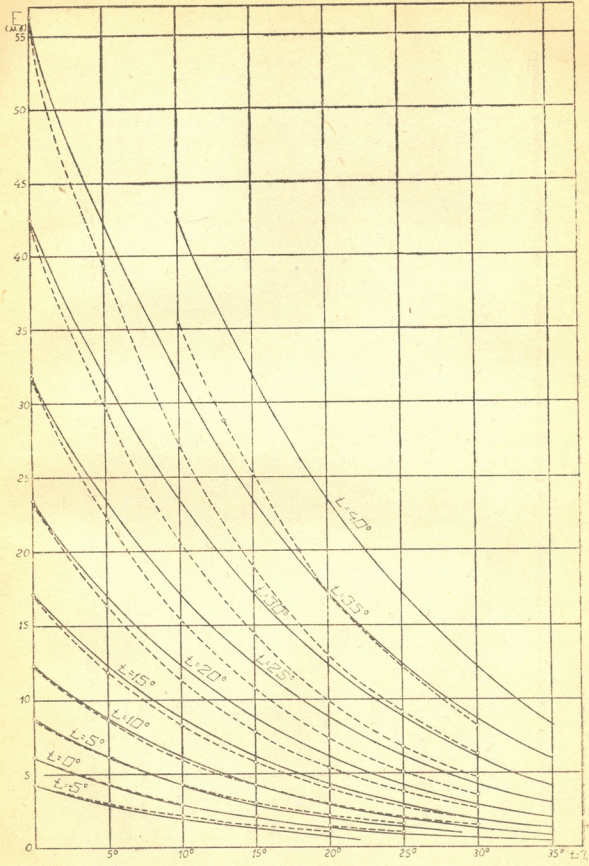
რადგან E_t მნიშვნელობანი ცნობილია მეტად დიდი სიზუსტით [1], ამიტომ ყოველი ტემპერატურისათვის t მართკუთხიან საკოორდინატო სისტემაში ($t-\tau$, E_t) შეგვიძლია გავავლოთ შესაბამისი იზოთერმული მრუდი.

დანართ გრაფიკზე პუნქტირით მოცემულია იზოთერმები აბსოლუტური სინოტივის ცვლილებისა ჰაერის ტემპერატურებისათვის $t = -5^\circ, 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, \dots, 40^\circ$; ეს იზოთერმები გავლებულია (3) ფორმულის მიხედვით, რომელსაც საკონტროლო ფორმულას ვუწოდებთ.

იმავე გრაფიკზე განუწყვეტელი ხაზებით წარმოდგენილია იზოთერმები, რომლებიც მიიღება ავგუსტის ფსიქრომეტრიული ფორმულის (1) შემწეობით.

ჰაერის ერთისა და იმავე ტემპერატურისათვის t ამ ორი სახის მრუდთა ურთიერთშედარება იძლევა საშუალებას ყოველი $t-\tau$ -თვის გამოვითვალოთ Δa ანუ Δr . ეს მრუდები ვადაკვეთს ერთმანეთს ორ წერტილში: წერტილში $r=100\%$ და მეორე ცვალებად წერტილში, სადაც შეფარდებითი სინოტივე მცირდება იმისდა მიხედვით, რაც იზრდება ჰაერის ტემპერატურა t .

სხვაობები Δa და, მაშასადამე, Δr უარყოფითია აღნიშნულ ორ წერტილს შორის, ე. ი. აღნიშნულ შუალედში ავგუსტის ფსიქრომეტრიული ფორმულა ოდნავ ჰარბ მნიშვნელობებს იძლევა. მეორე (ცვლადი) წერტილის ქვემოთ კი მიღებული სინოტივე ნაკლებოვანი აღმოჩნდება მით უფრო, რაც იზრდება სხვაობა $t-\tau$. მაშასადამე, აქ ყველა შესწორება დადებითია.





შესწორებათა ცხრილი ავგუსტის ფსიქრომეტრიული ფორმლის შემწობით მიღებული შეფარდებითი სინოტივის ტენზიის სინოტივებზე დასაფუძნად (%-ით)

$t - t'$	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	
-5°	0	0	1	2	3	4	4	5	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	11	11	
0°	0	0	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	
5	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	
10	0	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-1	-1	-1	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
15	0	-2	-2	-2	-2	-3	-4	-4	-4	-4	-4	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	
20	0	-2	-2	-2	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-5	-5	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-1	-1	-1	
25	0	-2	-3	-3	-3	-4	-4	-5	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-2	
30	0	-3	-3	-4	-4	-4	-5	-6	-7	-7	-8	-8	-8	-8	-7	-7	-7	-6	-6	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4	-4	-4	-3	-3	-3	
35	0	-3	-4	-4	-5	-5	-6	-6	-7	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-7	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-5	-5	-5	-4	-4	-4
40	0	-4	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-9	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-8	-8	-8	-8	-7	-7	-7	-6	-6	-5
t	100	92	87	81	75	70	64	60	55	51	48	44	42	38	35	34	31	29	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	13	12	11	
t'	100	92	87	81	75	70	64	60	55	51	48	44	42	38	35	34	31	29	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	13	12	11	

შენიშვნა: ცხრილში მოცემული შესწორებები გამოკლდეა ტენზო სტრატონში მოცემულ რიცხვებს, რითაც მიიღება ავგუსტის ფსიქრომეტრიული ფორმლით გამოთვლილი შეფარდებითი სინოტივე. თუ, მაგალითად, $t = 20^\circ$ დროს მიღებული იყო ავგუსტის ფორმლით 10%, მაშინ სათანადო შესწორება მოიხსნება 20° -ის სტრატონში, ისეთი, რომ მისი გამოკლებით სტრატონში მოცემული რაოდენობე რიცხვიდან მივიღოთ 50%. ამ შემთხვევაში შესწორება $\Delta r = -5\%$, რადგან $44 - (-5) = 49\% \approx 50\%$.

ცხრილში მოცემულია ყველა ეს შესწორება ჰაერის ტემპერატურისათვის —5°-დან +40°-მდე და $t-t_0$ -თვის 0°-დან (ე. ი. 100%-დან) +30°-მდე (ე. ი. ნამდვილი სინოტივის 11% მდე).

ამ ცხრილის განხილვა გვიჩვენებს, რომ სარგებლობა ავგუსტის ფსიქრომეტრიული ფორმულით —5°-ზე დაბალი ჰაერის ტემპერატურის დროს მიგვიყვანს დიდ ცდომილებებამდე, რომელნიც აღემატებიან 10%. ცდომილებები იზრდება აგრეთვე იმისდა მიხედვით, რაც ჰაერი უფრო და უფრო მშრალი ხდება ყველა ტემპერატურის დროს.

ამგვარად, სინოტივის იზოთერმული ცვალებადობის პროცესის განხილვის საფუძველზე ჩვენ ადვილად შევაფასებთ, თუ რა ფარგლებში გამოიყენება ავგუსტის ფსიქრომეტრიული ფორმულა.

სტ. ლინის სახ. თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 20.10.1948)

დანოწმებული ლიტერატურა

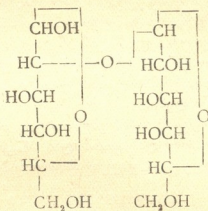
1. Психрометрические таблицы. Издание 8-ое, ГУГМС при СМ СССР, Л.—М., 1947.
2. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, ч. 1, вып. 3, Ленинград, 1946, стр. 66.
3. И. Г. Курдиани. К вопросу о возможных минимумах относительной влажности воздуха. Сообщения АН СССР, т. IX, № 7, 1948.
4. М. Козлов. Результаты измерения новыми приборами влажности воздуха при отрицательных температурах. Проблемы Арктики, № 2, 1943.
5. M. Robitzsch. Die Beobachtungsmethoden des modernen Meteorologen. Sammlung geophysikalischer Schriften, № 4, Berlin, 1925.

ა. ბახოქიძე

გალაქტიოზიდო-2-გლუკოზის სინთეზი

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ქუთათელაძემ 12. 7. 1948)

წინამდებარე შრომაში აღწერილია გალაქტოზიდო-2-გლუკოზის (I) სინთეზი.



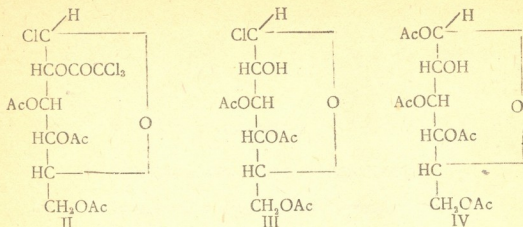
I

დისაქარიდი მივიღეთ 2,3,4,6-ტეტრააცეტილ-გალაქტოზის კონდენსაციით 1,3,4,6-ტეტრააცეტილ-გლუკოზასთან ინდიფერენტულ ხსნარში თუთიის ქლორიდისა და ფოსფორის ანჰიდრიდის თანდასწრებით, მიღებული აცეტილირებული დისაქარიდის შემდგომი გასაპვნით.

2,3,4,6-ტეტრააცეტილ-გალაქტოზი მივიღეთ აცეტობრომ-გალაქტოზისგან ვერცხლის კარბონატის მოქმედებით [1].

1,3,4,6-ტეტრააცეტილ-გლუკოზი დავამზადეთ შემდეგი გზით: პენტა-აცეტილ-გლუკოზი ჭარბი ხუთქლორიანი ფოსფორის მოქმედებით [2] გადავიყვანეთ 1-ქლორ-2-(ტრიქლორაცეტილ)-3,4,6-ტრიაცეტილ-გლუკოზში (II). ამიაკის მოქმედებით აბსოლუტურ ეთილის ეთერის ხსნარში 1-ქლორ-2-(ტრიქლორაცეტილ)-3,4,6-ტრიაცეტილ-გლუკოზი მაშინვე ჰკარგავს ტრიქლორა-ცეტილის ჯგუფს და გვაძლევს 1-ქლორ-3,4,6-ტრიაცეტილგლუკოზს (III).

1-ქლორ-3,4,6-ტრიაცეტილგლუკოზი ვერცხლის აცეტატთან იძლევა 1,3,4,6-ტეტრააცეტილ-გლუკოზს (IV).



2, 3, 4, 6-ტეტრააცეტილ გალაქტოზისა და 1,3,4,6-ტეტრააცეტილ-გლუკოზის ოქტააცეტილ დისაქარიდში კონდენსაციისათვის მათი თანაბარი რაოდენობა გავსენით მშრალ ქლოროფორმში, მიეუმატეთ უწყლო თუთიის ქლორიდი და რამდენიმე საათი ვანჯღრიეთ ოთახის ტემპერატურის პირობებში. შემდეგ ხსნარი თუთიის ქლორიდისგან გავფილტრეთ. მიეუმატეთ ფოსფორის ანჰიდრიდი და ისევ ვანჯღრიეთ. ხსნარიდან ფოსფორის ანჰიდრიდის მოცილების შემდეგ ქლოროფორმი ავაორთქლეთ, რის შემდეგ მივიღეთ ოქტააცეტილდისაქარიდის კრისტალები.

დისაქარიდი მივიღეთ კრისტალების სახით, ის უფეროა. როგორც ანალიზმა გვიჩვენა, მისი ემპირული ფორმულაა $C_{12}H_{22}O_{11}$. დისაქარიდის ფენილპირაზანთან გაცხელებით მივიღეთ მხოლოდ ჰიდრაზონი.

მკაპრიმენტული ნაწილი

1. 2,3,4,6-ტეტრააცეტილ-გალაქტოზი

β-პენ ტააცეტილ გალაქტოზისაგან [დნ. ტემპ. 140-142°, $[\alpha]_D^{20} = +25^\circ$ (ქლოროფორმში)] მიღებული იყო 1-ბრომტეტრააცეტილ-გალაქტოზი, რომელსაც ქლოროფორმიდან პეტროლენის ეთერით დალექვის შემდეგ ჰქონდა დნ. ტემპერატურა 92-93° და, როგორც ანალიზმა გვიჩვენა, საკმაოდ სუფთა ნივთიერებას წარმოადგენდა. ხანდახან კრისტალიზაციას ვაწარმოებდით ეთილის ეთერისაგან.

0,1898 გრ. ნივთ.: 0,0837 გრ. AgBr

0,2611 გრ. ნივთ.: 0,1161 გრ. AgBr

ნაპოვნია %: Br 18, 81, 18, 99

$C_{14}H_{19}O_9Br$ -გამოანგარიშებულია %: Br 19,32

30 გრ. მშრალი აცეტობრომ-გალაქტოზი გავსენით 150 მლ მშრალ ეთერში, შემდეგ ხსნარს მიეუმატეთ 10 გრ. ახლადდალექილი, სპირტითა და ეთერით გარეცხილი, გამომშრალი ვერცხლის კარბონატი. მიღებულ ნარევს პატარა პიპეტიდან ნელ-ნელა ვუმატეთ 0,5 მლ. წყალი და ძლიერ ვანჯღრიეთ. ნჯღრევა გაგრძელდა 2-3 საათი. შემდეგ ეთერი ავაორთქლეთ მინიმუმამდე

და შიგნით დღემდე დავტოვეთ. სარეაქციო მასიდან ტეტრააცეტილ-გალაქტოზი რამდენიმეჯერ ამოვწვლილეთ თბილი ეთერით. შეერთებული ეთეროვანი ამონაწვლილი გაშრობის შემდეგ ავაორთქლეთ მშრალ მასამდე. გასუფთავებისათვის ტეტრააცეტილ გალაქტოზი გადაავარსტალეთ ეთილის სპირტისგან.

გამოსავალი 19.3 გრ., ე. ი. თეორიულის 69%.

სუფთა ნივთიერება დნება 107° , $[\alpha]_D^{20} = +21,5^{\circ}$ (ეთილის სპირტში).

0,2508 გრ. ნივთ.: 0,4420 გრ. CO_2 ; 0,1240 გრ. H_2O

ნაპოვნია %: C 48,05; H 5,50

$\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{O}_{10}$. გამოანგარიშებულია %: C 48, 27; 5,75

0,1899 გრ. ნივთ.: 21,6 მლ. 0,1 N NaOH ხსნარი

0,2179 გრ. ნივთ.: 25,0 მლ. 0,1 N NaOH ხსნარი

ნაპოვნია %: COCH_3 49,35, 49,67

$\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{O}_{10}$. გამოანგარიშებულია %: COCH_3 49,42.

2. 1-ქლორ-2-(ტრიქლორაცეტილ)-3,4,6-ტრიაცეტილგლუკოზი ეს ნერთი მიიღება მხოლოდ β -პენტააცეტილგლუკოზისაგან. მის მისაღებად 19,5 გრ. ($\frac{1}{2}$ მოლი) პენტააცეტილგლუკოზი და 52 გრ. ($\frac{5}{20}$ მოლი)

ხუთქლორიანი ფოსფორი მოვითავსეთ მიშლიფულ უკუმაცივირან კოლბში, რომელიც მომარაგებული იყო ქლორალციჰიმიანი მილით და გავაცხელეთ წყლის აბაზანაზე 3 საათის განმავლობაში. ხსნარი ქლორწყალბადის თანდათანობით გამოყოფით გაყვითლდა. გაცხელების დამთავრების შემდეგ ქლორაცეტილი და სიმქლორიანი ფოსფორი გამოვხადეთ შემკირებულ წნევის ქვეშ (10 მ/მ), პირველად ოთახის ტემპერატურისას და შემდეგ 100° პირობებში, მანამ, სანამ გამობნდა არ დამთავრდა. მიღებული ზეთისებური პროდუქტი გავხსენით 10 მლ ამილის სპირტში, საიდანაც გაციების შემდეგ გამოეყო ნალექი, რომელიც გავასუფთავეთ მშრალი ეთერით.

სუფთა პროდუქტი დნება 140° , $[\alpha]_D^{20} = +6,41^{\circ}$ (ბენზოლში), გამოსავალია თეორიულის 30-45%.

1-ქლორ-2-(ტრიქლორაცეტილ)-3,4,6-ტრიაცეტილ-გლუკოზი კარგად იხსნება ბენზოლში, ქლოროფორმში, ეთილის ეთერში, ეთილაცეტატში, ყინულოვან ძმრის მჟავაში, მეთილისა და ეთილის სპირტებში.

1-ქლორ-2-(ტრიქლორაცეტილ)-3,4,6-ტრიაცეტილ გლუკოზი აღადგენს ფელინგის სითხეს და ვერცხლის ნიტრატთან იძლევა ნალექს.

0,0998 გ. ნივთ.: 0,1206 გ. AgCl

0,1229 გ. ნივთ.: 0,1516 გ. AgCl

ნაპოვნია %: Cl 29, 98, 30, 59

$\text{C}_{14}\text{H}_{19}\text{O}_{10}\text{Cl}$. გამოანგარიშებულია %: Cl 30, 21

3. 1-ქლორ-3,4,6-ტრიაცეტილგლუკოზი

15 გრ. 1-ქლორ-2-(ტრიქლორაცეტილ)-3, 4, 6-ტრიაცეტილგლუკოზი შევეურეთ 0° -ის პირობებში ამიაკით გაფლენით 250 მლ. აბსოლუტურ ეთერს.

ხუთი წუთის ნჯორვის შემდეგ 1-ქლორ-2-(ტრიქლორაცეტილ)-3,4,6-ტრიაცეტილგლუკოზი გაიხსნა, რის შემდეგ ხსნარი შეიმღვრა და ნივთიერება გამოკრისტალდა. მიღებული ამონიუმის მარილების კრისტალები ყინულში გაციების შემდეგ გაფილტრეთ.

გასუფთავებისათვის ნივთიერება გადავაკრისტალეთ ეთილის სპირტიდან, რის შემდეგ მივიღეთ სუფთა კრისტალები დნ. ტემპ. $159-160^{\circ}$, $[\alpha]_D^{20} = +19,1^{\circ}$ (ეთილაცეტატი).

გამოსავალია 6,1 გრ., ე. ი. თეორიულს 58%.

1-ქლორ-3,4,6-ტრიქლორა(ცეტილგლუკოზი) იხსნება ეთერში, ბენზოლში, ქლოროფორმში, აცეტონში, თბილ ეთილის სპირტში. გაცხელებით ნივთიერება აღადგენს ფელინგის სითხეს, ლიაპისთან იძლევა ნალექს.

0,1609 გ. ნივთ.: 0,0732 გ. AgCl

0,2253 გ. ნივთ.: 0,1034 გ. AgCl

ნაპოვნია %: Cl 11, 44, 11, 40

$C_{12}H_{17}O_8Cl$. გამოანგარიშებულია %: Cl 10, 94

4. 1, 3, 4-ტეტრააცეტილგლუკოზი

16 გ. $\left(\frac{1}{20}$ მოლი) 1-ქლორ-3,4,6-ტრიაცეტილგლუკოზი გავხსენით 300 მლ. აბსოლუტურ. ეთერში, მივუმატეთ 16,6 გ. მშრალი ვერცხლის აცეტატი (თეორიულთან შედარებით ორჯერ მეტი) და მიღებული ნარევი 2 საათის განმავლობაში ცივად ვანჯღრიეთ (ხსნარში ვალოიდზე უარყოფით სინჯამდე). გაფილტვრის შემდეგ ეთერი ავადორთქლეთ ვაკუუმში, რის შემდეგ მივიღეთ 1,3,4,6-ტეტრააცეტილგლუკოზის კრისტალები დნ. ტემპ.: 138° .

გასუფთავებისათვის ნივთიერება გადავაკრისტალეთ ეთილის სპირტიდან. ნივთიერება კარგად იხსნება ქლოროფორმში, ეთერში, ეთილის სპირტში, მეთილის სპირტში, პირიდინში, სუსტად—წყალში, ბენზოლში, ლიგროინში.

გამოსავალია 10,3 გ., ე. ი. თეორიულს 59%. ანალიზისათვის ნივთიერება გავაშრეთ ვაკუუმ-ექსიკატორში ფოსფორის ანჰიდრიდზე.

0,2508 გრ. ნივთ.: 28, 4 მლ. 0, 1 N NaOH ხსნარი

ნაპოვნია %: COCH₃ 48, 51

$C_{14}H_{20}O_{10}$. გამოანგარიშებულია %: COCH₃ 49, 42

5. 2,3,4,6-ტეტრააცეტილ-გალაქტოზიდო-2-(1,3,4,6-ტეტრააცეტილ)-გლუკოზი

17,4 გ. $\left(\frac{1}{20}$ მოლი) 2,3,4,6-ტეტრააცეტილ-გალაქტოზი და 17,4 გ.

$\left(\frac{1}{20}$ მოლი) 1,3,4,6-ტეტრააცეტილგლუკოზი გავხსენით 300 მლ. მშრალ ქლოროფორმში, მივუმატეთ 4 გრ. უწყლო თუთიის ქლორიდი. მიღებული ნარევი ვანჯღრიეთ 5 საათის განმავლობაში. შემდეგ ხსნარი გავფილტრეთ თუთიის ქლორიდისაგან, მივუმატეთ 15 გ. ფოსფორის ანჰიდრიდი და ისევ ვანჯღრიეთ 20 საათის განმავლობაში. ამ პროცესების დამთავრების შემდეგ ხსნარი გავფილტრეთ ფოსფორის ანჰიდრიდისაგან და ქლოროფორმი

ავაორთქლეთ ვაკუუმში, რის შემდეგ დარჩა სამი ნივთიერების—2,3,4,6—ტეტრააცეტილ-გალაქტოზიდო-2-1,3,4, 6-ტეტრააცეტილ-გლუკოზი, 2, 3, 4,6—ტეტრააცეტილ-გალაქტოზი და 1,3,4,6-ტეტრააცეტილ-გლუკოზის ნარევი.

უკანასკნელ აცეტატთა მოსაცილებლად ნარჩს მივუმატეთ რამდენიმე მლ. წყალი. დუღილისას გამოსავალი აცეტატები იხსნება და აცეტირებული დისაქარი იდი კი რჩება ჭურჭლის ფსკერზე. ეს ოპერაცია გავიმეორეთ 3-4-ჯერ და ბოლოს საბოლოო გასუფთავებისათვის აცეტილირებული დისაქარიდი რამდენიმეჯერ გადავაკრისტალეთ მეთილის სპირტისგან. დნ. ტემპ. $169^{\circ} | \alpha |_D^{20} = -12,3^{\circ}$ (ტოლუოლში).

0,2171 გრ. ნივთ.: 0,3884 გრ. CO_2 ; 0,1125 გრ. H_2O

0,3402 გრ. ნივთ.: 0,4269 გრ. CO_2 ; 1677 გრ. H_2O

ნაპოვნია $\% : \text{C } 48,95, 49,23; \text{H } 5,76; 5,47$

$\text{C}_{28}\text{H}_{38}\text{O}_{19}$. გამომანგარიშებულია $\% : \text{C } 49,47; \text{H } 5,61$.

0,3122 გრ. ნივთ.: 35, 6 მლ. 0,1 N NaOH ხსნარი

0,4201 გრ. ნივთ.: 49,1 მლ. 0,1 N NaOH ხსნარი

ნაპოვნია $\% : \text{COCH}_3 \ 50,52,50,39$

$\text{C}_{28}\text{H}_{38}\text{O}_{19}$. გამომანგარიშებულია $\% : \text{COCH}_3 \ 50,75$.

6. (1,5-გალაქტოზიდო-2-(1,5)-გლუკოზი

12 გრ. ოქტააცეტილდისაქარიდი გავხსენით 30 მლ. მშრალ ქლოროფორმში და -20° -მდე გაციების შემდეგ მივუმატეთ 2 გრ. ნატრიუმი 70 მლ. უწყლო მეთილის სპირტში. ნარევი გაციებითა და ხშირი შენჯღრევით დავტოვეთ 20 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგ ხსნარიდან გამოვეყო სიროფისებური მასა.

შემდეგ კოლბში მოთავსებულ მასას მივუმატეთ 45 მლ. წყალი და ძლიერ შევანჯღორიეთ. სითხის ძმრის მქავეთი ფრთხილი ნეიტრალიზაციის შემდეგ სპირტიან-წყლიანი შრე დავაცილეთ ქლოროფორმს. სპირტიან-წყლიანი ხსნარი ავაორთქლეთ ვაკუუმში მშრალ მასამდე, ნარჩი გავხსენით 3 მლ. წყალში. 15 მლ. აბსოლუტური ეთილის სპირტის მიმატების შემდეგ ხსნარიდან გამოვეყო კრისტალები. საბოლოო გასუფთავებისათვის დისაქარიდი რამდენიმეჯერ გადავაკრისტალეთ წყლიდან. სუფთა ნივთიერება დნება $173-174^{\circ} | \alpha |_D^{20} = -12,5^{\circ}$ (წყალში).

ნივთიერება კრისტალდება ერთი მოლეკულა წყლით, რომელსაც კარგავს ვაკუუმში 80° გახურებისას.

1,0030 გ. ნივთ.: 1,5429 გრ. CO_2 ; 0,5394 გრ. H_2O

1,2062 გ. ნივთ.: 1,8598 გრ. CO_2 ; 0,6483 გრ. H_2O

ნაპოვნია $\% : \text{C } 42,23, 42,5; \text{H } 6,17,5,95$

$\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. გამომანგარიშებულია $\% : \text{C } 42,08; \text{H } 6,48$.

სამეცნიერო-კვლევითი

ქიმიურ-ფარმაცევტიული ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14. 7. 1948)

ციტინობული ლიბინატუზა

- 1 H. Schlubach, R. Gilbert, über die β -Acetochlorgalactosen und die β -Acetochlorxylose. Berichte des deutschen chemischen gesellschaft, B. 63. 1930. s 2292.
2. P. Brigl, Partieler Austausch von säuregruppen in der β -pentaacetylglucose ztschr, phys: chemie, B. 116, 1921, S. 1

აქ α , M და Q წარმოადგენს განივკვეთის მობრუნების კუთხეს, მლუნავ მომენტს და გადამჭრ ძალას; y ღერძი მიმართულია ქვევით, რაც განსაზღვრავს ნიშანს M და Q -ს გამოსახვებში.

დავწეროთ 4 პირობა კიდევებისათვის; მივიღებთ ნებისმიერი მუდმივების მიმართ 4 წრფივ და ერთგვაროვან განტოლებას. თუ ნულს გავუტოლებთ ამ სისტემის დეტერმინანტს, დავალთ „საუკუნეებრივ“ განტოლებაზე, რომელიც უცნობ სიდიდე ux -ს შეიცავს; უქანასკნელზე (3) ფორმულით დამოკიდებულია წრიული სიხშირე k .

(3) განტოლება შესაძლოა საწყის პარამეტრებში y_0 , α_0 , M_0 და Q_0 -ში იყოს წარმოდგენილი. ამისათვის 4 პირობა უნდა დავწეროთ, როდესაც

$$x=0: y=y_0, \alpha=\alpha_0, M=M_0, Q=Q_0.$$

თუ B_1 , B_2 , B_3 და B_4 ამ განტოლებებიდან y_0 , α_0 , M_0 , Q_0 -ის საშუალებით გამოვსახავთ და შემდგომ (3) განტოლებაში ჩავსვათ, მივიღებთ:

$$y=y_0 \frac{\text{Ch } ux + \cos ux}{2} + \alpha_0 \frac{\text{Sh } ux + \sin ux}{2u} - \frac{M_0}{EJ} \frac{\text{Ch } ux - \cos ux}{2u^2} - \frac{Q_0}{EJ} \frac{\text{Sh } ux - \sin ux}{2u^3}. \quad (7)$$

შესაბამისად მივიღებთ გამოსახვას α , M და Q -სათვის. რიცხობრივი ამოხსნის მიღების გასაადვილებლად სასარგებლოა ზოგჯერ უსასრულო გამწვკრივების შემოყვანა, სახელდობრ:

$$y=y_0 \left[1 + \sum_{s=1}^{\infty} \frac{(ux)^{4s}}{(4s)!} \right] + \frac{\alpha_0}{u} \sum_{s=0}^{\infty} \frac{(ux)^{4s+1}}{(4s+1)!} - \frac{M}{EJu^2} \sum_{s=0}^{\infty} \frac{(ux)^{4s+2}}{(4s+2)!} - \frac{Q_0}{EJu^3} \sum_{s=0}^{\infty} \frac{(ux)^{4s+3}}{(4s+3)!}. \quad (8)$$

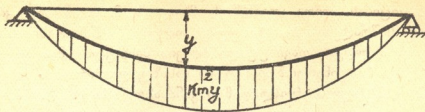
ამ მწკრივს სწრაფი კრებადობა ახასიათებს, ამიტომ მიახლოებითი გამოთვლების დროს შესაძლოა დავკმაყოფილდეთ გამწვკრივების რამდენიმე წევრით. ქვემოთ მოგვყავს გაღუნულ ღერძის ჩაწერის მეთოდი პრაქტიკის სხვადასხვა შემთხვევისათვის, რაც მოგვცემს საშუალებას მნიშვნელოვნად გავაფართოოთ ამოცანების წრე.

რჩევის ყოველი რიგის პარამონიული ხასიათი გვაძლევს საშუალებას ძელზე მოქმედი ინერციული ძალები შემდეგგვარად გამოვსახოთ [2]:

$$q = mk^2 y,$$

სადაც m მასაა მოცემულ წერტილში, y —მისი გადახრა წონასწორობის მდგომარეობიდან.

ამგვარად, უწყვეტი დატვირთვის შემთხვევაში ინერციული ძალები განაწილდება ნახ. 1-ის მიხედვით. ეს სქემა გვაძლევს საშუალებას გაღუნული ღერძის განტოლება საწყის პარამეტრებში წარმოვადგინოთ. ვისარგებლოთ ამ განტოლების ნ. სნიტკოს [3] მიერ შემოღებული ჩაწერის მეთოდით მაკლორენის უსასრულო მწკრივების გამოყენების საფუძველზე.



ნახ. 1

მოვიყვანოთ პრაქტიკული მნიშვნელობის მქონე რამდენიმე შემთხვევა.

1. შემთხვევა. მუდმივი განიკვეთის მქონე ერთმალისი ძელი უწყვეტი, თანაბრად განაწილებული დატვირთვის ქვეშ.

სნიტკოს განტოლებას ამ შემთხვევაში შემდეგი სახე აქვს [3, 1]:

$$y = y_0 + \alpha_0 x + \frac{I}{EJ} \left(-M_0 \frac{x^2}{2!} - Q_0 \frac{x^3}{3!} + q_0 \frac{x^4}{4!} + q'_0 \frac{x^5}{5!} + \dots \right) \quad (9)$$

ნახ. 1-ზე მოცემული სქემის მიხედვით შეგვიძლია დავწეროთ

$$q_0 = k^2 m y_0,$$

$$q'_0 = k^2 m \alpha_0,$$

$$q'' = -k^2 m \frac{M_0}{EJ},$$

$$q''' = -k^2 m \frac{Q_0}{EJ},$$

$$q^{IV} = k^2 m \frac{q_0}{EJ} = k^4 m^2 \frac{y_0}{EJ}$$

და ა. შ. უსასრულობამდე.

მოვახდინოთ ჩასმა და შეგვირიბოთ მსგავსი წევრები. თუ ამისთანავე შემოვიტანთ აღნიშვნას

$$\xi = \frac{x}{l}, \quad (10)$$

$$k^2 \frac{ml^4}{EJ} = (ul)^4 = k_0^2, \quad (11)$$

მივიღებთ

$$y = y_0 \left[1 + \sum_{s=1}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi^{4s}}{(4s)!} \right] + \alpha_0 l \sum_{s=0}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi^{4s+1}}{(4s+1)!} - \frac{M_0 l^2}{EJ} \sum_{s=0}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi^{4s+2}}{(4s+2)!} - \frac{Q_0 l^3}{EJ} \sum_{s=0}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi^{4s+3}}{(4s+3)!} \quad (12)$$

თუ შემდგომ მოვახდენთ გაწარმოებას, მივიღებთ გამოსახულებას α , M და Q -სათვის.

თუ მივიღებთ მხედველობაში (10) და (11) დამოკიდებულებებს, ადვილად დაერწმუნდებით, რომ (12) და (8) ერთმანეთს დაემთხვევა.

მიღებული უსასრულო მწკრივების კრებადობა ჩვენ შემთხვევაში არ მოითხოვს დამტკიცებას. უნდა აღინიშნოს მხოლოდ მათი სწრაფი კრებადობა, რაც გვაძლევს საშუალებას პრაქტიკულ გამოთვლებში შესაქრებების მცირე რიცხვით დაკმაყოფილდეთ. თავისუფალი რხევის შესწავლა, ამის შემდგომ, შემდეგი გზით უნდა მიმდინარეობდეს: ოთხი სასაზღვრო პირობის მიხედვით ჩაიწერება ოთხი განტოლება, რომლიდანაც განისაზღვრება საწყისი პარამეტრები

$$\gamma_0, \alpha_0, \frac{M_0 J^2}{EJ} \text{ და } \frac{Q_0 J^3}{EJ}.$$

ეს განტოლებები წარფივი და ერთგეაროვანია; იმისათვის, რომ შესაბამის ამოხსნები არ იყოს ნულის ტოლი, ერთდროულად საჭიროა, რომ ამ სისტემის დეტერმინანტი ნულის ტოლი იყოს.

ეს პირობა საუკუნეებრივ განტოლებას წარმოადგენს, რომელიც უცნობ სიდიდეს k_0^2 -ს შეიცავს; ამ უკანასკნელის განსაზღვრის შემდეგ (9) ფორმულის საფუძველზე შეგვიძლია წერიული სიხშირე k გამოვთვალოთ:

$$k = k_0 \sqrt{\frac{EJ}{m l^3}}. \quad (13)$$

დეტერმინანტის დაშლის შედეგად მივიღებთ ალგებრულ განტოლებას; თუ წევრებს k_0^2 -ის აღმავალი ხარისხის მიხედვით დავლაგებთ, მივიღებთ:

$$1 + A_1 k_0^2 + A_2 k_0^4 + \dots = 0. \quad (14)$$

ამ განტოლებას უთვალავი ფესვი აქვს, რაც თავისუფლების ხარისხის რიცხვს შეესაბამება. როგორც ცნობილია, საუკუნეებრივი განტოლების ყველა ფესვი არსი და დადებითია და ძელის შემთხვევაში ერთიმეორისაგან საგრძნობლად განსხვავდება. ასეთ პირობებში, გრფეს თანახმად [4, 1], როდესაც წევრები კლებადი ხარისხის მიხედვითაა დალაგებული, უდიდესი ფესვის მიახლოებითი მნიშვნელობა მოიძებნება როგორც მეორე კოეფიციენტის პირველთან შეფარდება შებრუნებული ნიშნით; მეორე კოეფიციენტისათვის მივიღებთ მესამე კოეფიციენტის შეფარდებას მეორესთან შებრუნებული ნიშნით და ა. შ. უკანასკნელი, უმცირესი ფესვის მისაღებად უნდა ავიღოთ უკანასკნელი წევრის შეფარდება წინა წევრთან შებრუნებული ნიშნით. (14) განტოლებაში წევრები შებრუნებითაა განლაგებული, k_0^2 -ის აღმავალი ხარისხის მიხედვით. ამიტომ უმცირესი ფესვის პირველი მიახლოება პირველი კოეფიციენტის შეფარდება იქნება მეორესთან შებრუნებული ნიშნით და ა. შ. ამიტომ, თუ

$$k_{01}^2 < k_{02}^2 < k_{03}^2, \dots$$

მივიღებთ

$$k_{01}^2 = -\frac{1}{A_1}, \quad k_{02}^2 = -\frac{A_1}{A_2}, \quad k_{03}^2 = -\frac{A_2}{A_3}.$$

ფესვების განსაზღვრის ასეთი მიახლოებითი მეთოდის ადვილად დასამახსოვრებლად შემდეგგვარად უნდა მოვიქცეთ:

(14) განტოლების პირველი უმცირესი ფესვი განსაზღვროთ განტოლების მხოლოდ ორი წევრის შენარჩუნების და დანარჩენი წევრების უკუგდების პირობიდან, ე. ი. განტოლებიდან.

$$1 + A_1 k_0^2 = 0. \quad (15)$$

შემდგომი სიდიდის ფესვი მიიღება როგორც ერთადერთი, ნულისაგან განსხვავებული ფესვი განტოლებისა, რომელიც (14) განტოლების მეორე და მესამე წევრის შენარჩუნებითაა მიღებული:

$$A_1 k_0^2 + A_2 k_0^4 = 0 \quad (15')$$

და ა. შ.

შედეგების დაზუსტება შეიძლება ნიუტონის შესწორების გამოთვლით [1] (14) განტოლებისათვის.

(14) განტოლების უსასრულოდ მაღალი ხარისხის გამო ჩვენ შეგვიძლია მივმართოთ მიმდევრობითი მიახლოების ხერხს, რისთვისაც უნდა გავსაზღვროთ მწკრივის წევრების რიცხვი.

(14) განტოლების ფესვების განსასაზღვრავად საჭიროა გავყვეთ შემდეგ მსგელობას:

1) შევინარჩუნოთ მწკრივის პირველი ორი წევრი; მივიღებთ (15) განტოლებას, რომელიც k_0^2 მიმართ პირველი ხარისხისაა. ამ განტოლებიდან პირველი მიახლოებით მივიღებთ რხევის უმცირეს, ე. ი. ძირითად სიხშირეს;

2) შევინარჩუნოთ მწკრივის პირველი სამი წევრი, მივიღებთ მეორე ხარისხის განტოლებას k_0^2 -ის მიმართ:

$$1 + A_1 k_0^2 + A_2 k_0^4 = 0; \quad (16)$$

ამ განტოლების უმცირესი ფესვი იძლევა მეორე სიხშირის მიახლოებით მნიშვნელობას, რაშიაც ადვილად დავრწმუნდებით, თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ მეორე სიხშირის პირველი მიახლოებისათვის ზევით მივიღეთ მნიშვნელობა

$$k_{02}^2 = -\frac{A_1}{A_2}.$$

4) თუ შევინარჩუნებთ მწკრივის ოთხ წევრს, მივიღებთ მესამე ხარისხის განტოლებას k_0^2 -ის მიმართ; ამ განტოლების საფუძველზე ჩვენ შეგვიძლია პირველი ორი სიხშირის შემდგომი დაზუსტება და მესამე სიხშირის მიახლოებით განსაზღვრა. ამასთანავე ამოცანას აადვილებს ის გარემოება, რომ პირველი ორი სიხშირის მიახლოებითი მნიშვნელობა უკვე განსაზღვრულია, ხოლო მესამე სიხშირის პირველი მნიშვნელობისათვის გვაქვს მიახლოება

$$k_{03}^2 = -\frac{A_1}{A_2}.$$

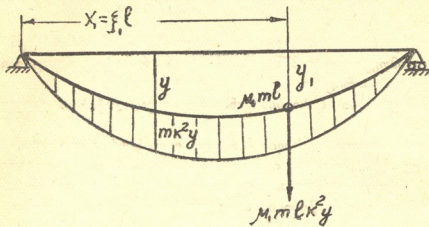
თუ ამ ოპერაციას შემდგომ გავაგრძელებთ, პირველ სიხშირეების მნიშვნელობა უფრო და უფრო დაზუსტდება და ამასთანავე უფრო მაღალი სიხშირეების ახალ მნიშვნელობებს მივიღებთ.

მიღებული შედეგების სიზუსტე შეიძლება იყოს შეფასებული ორი მიმდევრო მიახლოების ერთმანეთთან შედარებით. ფესვების მნიშვნელობების მიმდევრობას სწრაფი კრებადობა ახასიათებს საზოგადოდ. უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენს უმთავრეს ამოცანას რხევის ძირითადი სიხშირის მნიშვნელობის განსაზღვრა წარმოადგენს.

საუკუნეებრივი განტოლების მარცხენა ნაწილის გამომხატველი დეტერმინანტის რიგი არ აღემატება ოთხს. ჩვეულებრივ შემთხვევაში, ე. ი. საწყის ან

კიდურ წერტილში ხისტი საყრდენის დროს, ორი საწყისი პარამეტრი ნულია, რის შედეგად დეტერმინანტის რიგი მეორემდე დაიყვანება.

2 შემთხვევა. მუდმივი განივკვეთის ერთმალაინი ძელი მუდმივი თანაბარი დატვირთვისა და შეყურსული ძალების ქვეშ.



ნახ. 2

თუ რომელიმე წერტილში მოქმედებს შეყურსული მასა $\mu_1 m l$ (ნახ. 2), სნიტკოს განტოლება შემდეგგვარად ჩაიწერება:

$$y = y_0 + \alpha_0 x + \frac{I}{EJ} \left[-M_0 \frac{x^2}{2!} - Q_0 \frac{x^3}{3!} + \dots \right] + \Gamma_1 \frac{P}{EJ} \frac{(x-x_1)^3}{3!}. \quad (17)$$

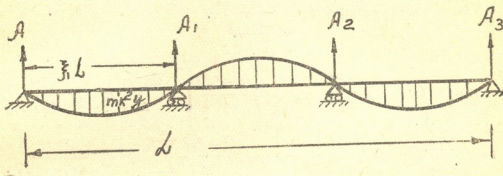
აქ Γ_1 გერსევანოვის ეგრეთწოდებული მწყვეტია [5,1], რომელიც გვიჩვენებს, რომ უკანასკნელი წევრი მიიღება მხედველობაში მას შემდეგ, როდესაც $x = x_1$, $P = \mu_1 m l k^2 y_1$, სადაც y_1 გაღუნული ღერძის ორდინატია წერტილში $x = x_1$ და გამოსახება (17) განტოლებით უკანასკნელი წევრის მხედველობაში მიუღებლად. თუ შევასრულებთ საპირო მოქმედებებს, მივიღებთ:

$$y = y_0 \left\{ 1 + \sum_{s=1}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi^{4s}}{(4s)!} + \Gamma_1 \mu_1 k_0^2 \frac{(\xi - \xi_1)^3}{3!} \left[1 + \sum_{s=1}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi_1^{2s}}{(4s)!} \right] \right\} \\ + \alpha_0 l \left\{ \sum_{s=0}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi^{4s+1}}{(4s+1)!} + \Gamma_1 \mu_1 k_0^2 \frac{(\xi - \xi_1)^2}{3!} \sum_{s=0}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi_1^{2s+1}}{(4s+1)!} \right\} \\ - \frac{M_0 l^2}{EJ} \left\{ \sum_{s=0}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi^{4s+2}}{(4s+2)!} + \Gamma_1 \mu_1 k_0^2 \frac{(\xi - \xi_1)^3}{3!} \sum_{s=0}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi_1^{2s+2}}{(4s+2)!} \right\} \\ - \frac{Q_0 l^3}{EJ} \left\{ \sum_{s=0}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi^{4s+3}}{(4s+3)!} + \Gamma_1 \mu_1 k_0^2 \frac{(\xi - \xi_1)^3}{3!} \sum_{s=0}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi_1^{2s+3}}{(4s+3)!} \right\}. \quad (18)$$

გაწარმოების შემდეგ მივიღებთ გამოსახვებს αl , $\frac{M l^2}{EJ}$ და $\frac{Q l^3}{EJ}$ -თვის.

ამოხსნის შემდგომი მსვლელობა უცვლელი რჩება, რამდენიმე შეყურსული ტვირთის შემთხვევაში ამოხსნა პრინციპულად არ განსხვავდება განხილული შემთხვევისაგან. გართულდება მხოლოდ გამოსახვა, ვინაიდან თითოეული მასის შესაბამისად შემოვა უსასრულო მწკრივის სახით წარმოდგენილი დამატებითი წევრი.

შემთხვევა 3. მუდმივი განივკვეთის უჭრი კოჭი, თანაბრად დატვირთული (ნახ. 3). ამ შემთხვევაში სნიტკოს განტოლება შემდეგგვარად დაიწერება:



ნახ. 3

$$y = y_0 \left[1 + \sum_{s=1}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi^{4s}}{(4s)!} \right] + \alpha_0 L \sum_{s=0}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi^{4s+1}}{(4s+1)!} - \frac{M_0 L^2}{EJ} \sum_{s=0}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi^{4s+2}}{(4s+2)!} - \frac{Q_0 L^3}{EJ} \sum_{s=0}^{\infty} k_0^{2s} \frac{\xi^{4s+3}}{(4s+3)!} - \sum_{i=1,2} \Gamma_i \frac{A_i L^3}{EJ} \frac{(\xi - \xi_i)^3}{3!}, \quad (19)$$

სადაც A_1, A_2 და α . შ. შუალედი საყრდენების რეაქციებია.

გაწარმოების შემდეგ მივიღებთ გამოსახვას α, M და Q -სათვის. აქ, ერთ-მალთან ძელთან შედარებით, 4 საწყის პარამეტრს $\frac{A_i L^3}{EJ}$ პარამეტრები დავმატება, რომელთა რიცხვი შუალედი საყრდენების რიცხვს უდრის. შესაბამად გაიზრდება აგრეთვე პირობების რიცხვი, როდესაც $\xi = \xi_i, \gamma = 0$. სხვა მხრივ ამოცანის ამოხსნის მსვლელობა უცვლელი რჩება.

შემთხვევა 4. ღრეკად ფუძეზე მდებარე მუდმივი განივკვეთის ძელი. ვთქვათ, ღრეკად ფუძეს ახასიათებს ფორმულა [1]:

$$p = -cy. \quad (20)$$

განივკვეთი მუდმივია, მასა—თანაბრად განაწილებული. ამ შემთხვევაში ძელზე მოქმედ ინერციის ძალებს ღრეკადი ფუძის რეაქცია დაემატება და უწყვეტი დატვირთვის ინტენსივობა შემდეგი გამოსახვით განისაზღვრება:

$$q = mk^2 y - cy = (mk^2 - c)y. \quad (21)$$

რჩევას ექნება ადგილი, თუ $mk^2 > c$. თუ შევადარებთ ახლა თავისუფალ რჩევაში მყოფ ერთმალთან ძელს (ნახ. 1), დავასკვნით, რომ ამ შემთხვევაში შესაძლოა (12) ფორმულით სარგებლობა, თუ (11) ფორმულაში $k^2 m$ -ს ($k^2 m - c$)-თი შევცვლით, საიდანაც

$$k = k_0 \sqrt{1 + \frac{cl^4}{EJk_0^2}} \sqrt{\frac{EJ}{ml^3}} \quad (22)$$

(12) ფორმულით k_0 -ის განსაზღვრის შემდეგ წერიულ სიხშირე k -ს (22) ფორმულის საშუალებით გამოვთვლით.

თუ განაწილებული დატვირთვის გარდა შეყურსული ძალები გვაქვს, მოსახერხებელია განტოლების წარმოდგენა შემდეგი სახით. აღნიშნოთ:

$$k_0^2 = k^2 \frac{ml^3}{EJ}; \quad (11)$$

გარდა ამისა, თუ შემოვიტანო აღნიშვნას

$$c_0^2 = \frac{cl^4}{EJ}, \quad (23)$$

მაშინ

$$y = y_0 \left\{ 1 + \sum_{s=1}^{\infty} (k_0^2 - c_0^2)^s \frac{\xi^{4s}}{(4s)!} + \Gamma_1 \mu_1 k_0^2 \frac{(\xi - \xi_1)^3}{3!} \left[1 + \sum_{s=1}^{\infty} (k_0^2 - c_0^2)^s \frac{\xi^{4s}}{(4s)!} \right] \right. \\ \left. + \alpha_0 l \left\{ \sum_{s=0}^{\infty} (k_0^2 - c_0^2)^s \frac{\xi^{4s+1}}{(4s+1)!} + \Gamma_1 \mu_1 k_0^2 \frac{(\xi - \xi_1)^3}{3!} \sum_{s=0}^{\infty} (k_0^2 - c_0^2)^s \frac{\xi^{4s+1}}{(4s+1)!} \right\} \right. \\ \left. - \frac{M_0 l^2}{EJ} \left\{ \sum_{s=0}^{\infty} (k_0^2 - c_0^2)^s \frac{\xi^{4s+2}}{(4s+2)!} + \Gamma_1 \mu_1 k_0^2 \frac{(\xi - \xi_1)^3}{3!} \sum_{s=0}^{\infty} (k_0^2 - c_0^2)^s \frac{\xi^{4s+2}}{(4s+2)!} \right\} \right. \\ \left. - \frac{Q_0 l^3}{EJ} \left\{ \sum_{s=0}^{\infty} (k_0^2 - c_0^2)^s \frac{\xi^{4s+3}}{(4s+3)!} + \Gamma_1 \mu_1 k_0^2 \frac{(\xi - \xi_1)^3}{3!} \sum_{s=0}^{\infty} (k_0^2 - c_0^2)^s \frac{\xi^{4s+3}}{(4s+3)!} \right\} \right. \quad (24)$$

გაწარმოების შემდეგ მივიღებთ α , M და Q -ს გამოსახევს.

შემთხვევა 5. ძელი ცვალებადი კვეთისაა, ნებისმიერად ცვლადი უწყვეტი დატვირთვის ქვეშ. ამოცანის ამოხსნა ამ შემთხვევაში წინა ამოცანის ამოხსნიდან პრინციპულად არ განსხვავდება. სნიტკოს განტოლება აქ უფრო რთულად ჩაიწერება, რადგან წარმოებულების საწყისი მნიშვნელობების მაკლორენის მწკრივში ჩასმის დროს უნდა მხედველობაში მივიღოთ, რომ ინტეგრირების მომენტი J და მასა m x -ის ფუნქციებია. აქ უსასრულო მწკრივების კრებადობა არ არის დაცული ყოველი შემთხვევისათვის. საჭიროა აბიტომ სთანადოდ იყოს შერჩეული კვეთისა და მასის ცვალებადობის კანონი სიგრძეში მიმართულებით. ამ საკითხს შემდგომი დამუშავება ესაჭიროება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 22.12.1948)

დაკომპიუტებული ლიტერატურა

1. К. С. Завриев. Динамика сооружений. Москва, 1936.
2. К. С. Завриев. Обобщенный метод последовательных приближений для исследования свободных колебаний упругих систем. Труды Энергетического сектора АН Груз. ССР, 1942.
3. Н. К. Снитко. Новый метод нахождения уравнения упругой линии бруса при помощи ряда Маклорена. Труды М. ИТ, вып. LV, 1930.
4. В. И. Смирнов. Курс высшей математики. Л.—М. 1940.
5. П. М. Герсеванов. Функциональные преувели и их применение в строительной механике. ВИОС. Основания и фундаменты, сборник 2, 1934.

3. შარბილაშვილი

თხელი ფრიალ დამრეცი სფერული გარსის თეორია ჯოგინკოტი
საკითხი

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ზაფრიევა 22.6.1948)

§ 1. საკმაოდ დამრეცი თხელკედლიანი გარსების სიმტკიცის, მდგრადობის დარღვევის საერთო პრობლემა ვ. ვლასოვის ნაშრომში [1] ორი სიმეტრიულად აგებული დიფერენციალური განტოლების სისტემაზეა დაყვანილი:

$$\frac{1}{E\delta} \nabla_0^2 \varphi - (H\nabla_0^2 - L\nabla_0^2) w = 0, \tag{1.1}$$

$$(H\nabla_0^2 - L\nabla_0^2) \varphi + D\nabla_0^2 w - p = 0.$$

ეს განტოლებები ვ. ვლასოვს შერეულ მეთოდს შეესაბამება და დრეკადობის თეორიის არსებული ძირითადი ორგანზომილებიანი პრობლემების ბუნებრივ განზოგადებას წარმოადგენს.

ამ განტოლებებში $\varphi = \varphi(\alpha, \beta)$ ძაბვის განზოგადებული ფუნქციაა, $w = w(\alpha, \beta)$ — გარსის ნორმალური ჩანაღწევა; α და β გარსის შუაფართეულის წერტილის მრუდწიროვანი ორთოგონალური კოორდინატები, გამოხატული მთავარი სიმრუდის წირებში;

$$\nabla_0^2 = \frac{1}{AB} \left[\frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{B}{A} \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{A}{B} \frac{\partial}{\partial \beta} \right) \right]$$

ელიფსური ტიპის დიფერენციალური ოპერატორია;

$$\nabla_0^2 = \frac{1}{AB} \left[B^2 \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{1}{AB} \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) - A^2 \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{1}{AB} \frac{\partial}{\partial \beta} \right) \right]$$

ჰიპერბოლური ტიპის დიფერენციალური ოპერატორია;

$$A = A(\alpha, \beta), \quad B = B(\alpha, \beta)$$

გაუსის I კვადრატული ფორმის კოეფიციენტებია ორთოგონალურ კოორდინატებში;

$$H = \frac{1}{2} (K_1 + K_2)$$

გარსის შუაფართეულის საშუალო სიმრუდეა;

$$L = \frac{1}{2} (K_1 - K_2)$$

მთავარი სიმრუდეების ნახევარსხვაობაა;

$$K_1 = K_1(\alpha, \beta), \quad K_2 = K_2(\alpha, \beta)$$

გარსის შუაფართეულის მთავარი სიმრუდეებია;

$$H\nabla_0^2 - L\nabla_0^2 = \frac{1}{AB} \left[\frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{B}{A} K_2 \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{A}{B} K_1 \frac{\partial}{\partial \beta} \right) \right]$$

დამხმარე შერეული ოპერატორია;

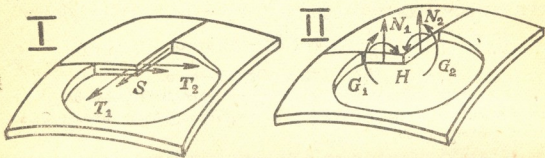
$$p = p(\alpha, \beta)$$

ზედაპირული ნორმალური დატვირთვაა;

$$D = \frac{E\delta^3}{12(1-\nu^2)}$$

გარსის ცილინდრული სიხისტეა; δ —გარსის კედლის სისქე; E —მასალის დრეკადობის მოდული; ν —პუასონის კოეფიციენტი.

საანგარიშო სიდიდეები დაყოფილია ორ ჯგუფად (ნახ. 1): ძალთა I ჯგუფი T_1, T_2, S —ნორმალური და მხები ძალები—ძირითადი პოტენციალური ფუნქციის $\varphi(\alpha, \beta)$ საშუალებით გამოისახება:



ნახ. 1

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= \frac{1}{B} \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{1}{B} \frac{\partial \varphi}{\partial \beta} \right) + \frac{1}{A^2 B} \frac{\partial B}{\partial \alpha} \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha}, \\ T_2 &= \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{1}{A} \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha} \right) + \frac{1}{A B^2} \frac{\partial A}{\partial \beta} \frac{\partial \varphi}{\partial \beta}, \\ S &= \frac{1}{AB} \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha \partial \beta} - \frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial \alpha} \frac{\partial \varphi}{\partial \beta} - \frac{1}{A} \frac{\partial A}{\partial \beta} \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha} \right). \end{aligned} \right\} (1.2)$$

ძალთა II ჯგუფი G_1, G_2, H —მღუნავი და მგრები მომენტები—ძირითადი პოტენციალური ფუნქციის $w(\alpha, \beta)$ საშუალებით გამოისახება:

$$\left. \begin{aligned} G_1 &= -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} \right), \\ G_2 &= -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} \right), \\ H &= \frac{E\delta^3}{12(1+\nu)} \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha \partial \beta}. \end{aligned} \right\} (1.3)$$

§ 2. ფრიად დამრეცი გარსის შემთხვევაში A და B კოეფიციენტები შესაძლებელია განხილულ იქნეს როგორც მუდმივი სიდიდეები [2]. თუ მათ ერთის ტოლად ვიგულისხმებთ [2], მივიღებთ

$$\nabla_0^2 = \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} = \nabla^2; \quad \nabla_k^2 = \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} - \frac{\partial^2}{\partial \beta^2};$$

$$H\nabla_0^2 - L\nabla_k^2 = \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(K_2 \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left(K_1 \frac{\partial}{\partial \beta} \right).$$

თუ $K_1 = c_1$, $K_2 = c_2$, სადაც c_1 და c_2 მუდმივებია, მაშინ

$$H\nabla_0^2 - L\nabla_k^2 = K_2 \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + K_1 \frac{\partial^2}{\partial \beta^2},$$

(1.1) სისტემა შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{E\delta} \nabla^4 \varphi - \nabla_k^2 w &= 0, \\ \nabla_k^2 \varphi + D\nabla^4 w - p &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

აქ $\nabla^4 = \nabla^2 \nabla^2$ ბიჰარმონიული ოპერატორია.

ეს სისტემა ადვილად დაიყვანება მერვე რიგის ერთ განტოლებაზე ახალი ძაბვის ფუნქციის $\Phi(\alpha, \beta)$ შემოღების საშუალებით. მართლაც, თუ $\Phi(\alpha, \beta)$ ფუნქციას ისე შევარჩევთ, რომ მან (2.1) სისტემის პირველი განტოლება დააკმაყოფილოს, ე. ი.

$$\varphi = E\delta \nabla_k^2 \Phi, \quad w = \nabla^4 \Phi.$$

მაშინ იმავე სისტემის მეორე განტოლება შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$\nabla^4 \nabla^4 \Phi + \frac{E\delta}{D} \nabla_k^2 \Phi = \frac{p}{D}, \quad (2.2)$$

სადაც

$$\nabla_k^4 = \nabla_k^2 \nabla_k^2 = K^2 \frac{\partial^4}{\partial \alpha^4} + 2K_1 K_2 \frac{\partial^4}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + K_1 \frac{\partial^4}{\partial \beta^4}.$$

(2.2) განტოლება მუდმივისიმრუდეებიანი ფრიალ დამრეცი გარსების ამომხსნელ განტოლებას წარმოადგენს. საანგარიშო ფორმულები შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= E\delta \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} \nabla_k^2 \Phi, \quad T_2 = E\delta \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} \nabla_k^2 \Phi, \\ S &= -E\delta \frac{\partial^2}{\partial \alpha \partial \beta} \nabla_k^2 \Phi, \quad w = \nabla^4 \Phi. \end{aligned} \right\} \quad (2.3)$$

ძალთა II ჯგუფი (1.3) ფორმულებით გამოისახება.

§ 3. განვიხილოთ ფრიალ დამრეცი სფერული გარსი. ამ შემთხვევაში

$$K_1 = K_2 = K = \frac{1}{R}$$

და (2.2) განტოლება შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$\nabla^4 \nabla^4 \Phi + \frac{E\delta K^2}{D} \nabla^4 \Phi = \frac{p}{D}. \quad (3.1)$$

ეს წარმოადგენს ფრიალ დამრეცი სფერული გარსის ამომხსნელ განტოლებას; იგი შედგენილია ძაბვის ფუნქციის მიმართ. თუ (3.1)-ში ნორმალური

ჩანაღუნის გამოსახულებას $w = \nabla^4 \Phi$ ჩავსვამთ, მაშინ ორი დიფერენციალური განტოლების სისტემას მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} \nabla^4 w + \frac{E\delta K^2}{D} w &= \frac{p}{D}, \\ \nabla^4 \Phi &= w. \end{aligned} \right\} \quad (3.2)$$

შემდგომ ყველგან, ტექსტის შემოკლების მიზნით, სიტყვების „ფორმალდამრეცი თხელი სფერული გარსი“ ნაცვლად ვიხმართ სიტყვებს: „სფერული გარსი“.

(3.2) სისტემა სფერული გარსის ორი დიფერენციალური განტოლებისგან შემდგარი თავსებადი სისტემაა; ამასთანავე ამ სისტემის პირველი განტოლება დამოუკიდებელია, ხოლო მეორე დამოკიდებულია პირველისაგან.

(3.2)-ის პირველ განტოლებას ვუწოდოთ სფერული გარსის ღუნვის ძირითადი დიფერენციალური განტოლება, ანუ სფერული გარსის ნორმალურ ჩანაღუნთა განტოლება. მისი შემწეობით შესაძლებელია ძალთა II ჯგუფის განსაზღვრა (1.3) ფორმულებით.

აღვნიშნოთ

$$E\delta K^2 = \frac{E\delta}{R^2} = n;$$

მაშინ (3.2)-ის პირველი განტოლება შეიძლება ასე დაიწეროს:

$$D\nabla^4 w + nw = p. \quad (3.3)$$

ესაა დრეკად ფუძეზე მდებარე ისეთი ფირფიტის ღუნვის დიფერენციალური განტოლება, რომლის დრეკადი ფუძის საწოლის კოეფიციენტი

$$n = E\delta K^2 = \frac{E\delta}{R^2}.$$

დრეკადი ფუძე ვინკლერის აზრით უნდა გვევსოდეს.

ამრიგად, სფერული გარსის ნორმალურ ჩანაღუნთა განტოლება მეოთხე რიგის დიფერენციალური განტოლებაა ძირითადი პოტენციალური ფუნქციის $w(\alpha, \beta)$ მიმართ და დრეკად ფუძეზე მდებარე ფირფიტის ღუნვის განტოლებას ემთხვევა; მაშასადამე, სფერული გარსის ნაცვლად შეგვიძლია ფიქტიურ დრეკად ფუძეზე მდებარე ფირფიტის გაანგარიშება. ფირფიტის ფიქტიური დრეკადი ფუძის საწოლის კოეფიციენტი გარსის სისქისა და დრეკადობის მოდულის პირდაპირპროპორციულია, ხოლო მისი სიმრუდის რადიუსის კვადრატის უკუპროპორციულია.

როცა $K=0$, $n=0$ და (3.3) გადაიქცევა ისეთი ფირფიტის განტოლებად $D\nabla^4 w = p$, რომელსაც დრეკადი ფუძე არა აქვს.

ეს გვაჩვენებს, რომ ფიქტიური დრეკადი ფუძე გარსის სიმრუდის ეფექტური სინამდვილეში სფერულ გარსსა და დრეკად ფუძეზე მდებარე, უჭიმარი შუაფართეულის მქონე, ფირფიტას შორის განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ გარსში მოქმედებენ ძალთა I და II ჯგუფები, ხოლო ფირფიტაში—ძალთა მხოლოდ II ჯგუფი; ამასთანავე $n = E\delta K^2$ -ის დროს გარსში და ფირფიტაში ძალთა II ჯგუფი თანატოლია, თუ სათანადო სიხისტეები თანატოლია.

სხვა სიტყვებით—სფერული გარსისათვის სამართლიანია (3.2) სისტემა, ხოლო დრეკად ფუძეზე მდებარე ფირფიტისათვის სამართლიანია მხოლოდ (3.2) სისტემის პირველი განტოლება.

(3.2)-ის მეორე განტოლება საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ძალთა I ჯგუფი შემდეგი ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= E\delta K \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} \nabla^2 \Phi, \quad T_2 = E\delta K \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} \nabla^2 \Phi, \\ S &= -E\delta K \frac{\partial^2}{\partial \alpha \partial \beta} \nabla^2 \Phi. \end{aligned} \right\} \quad (3.4)$$

როცა $K=0$, ღერძული ძალები ნულის ტოლია, ეს კი შეესაბამება უქი-მარ შუაფართოების მქონე ფირფიტას. აღნიშნოთ $Dw=p_1$; მაშინ მეორე გან-ტოლება ასე დაიწერება:

$$D\nabla^4 \Phi = p_1. \quad (3.5)$$

ესაა ფიქტიური p_1 ძალებით დატვირთული ფირფიტის ღუნვის დიფე-რენციალური განტოლება.

გ. მარკუსის [4] მიზანძვით შეგვიძლია შემდეგი თეორემები ჩამოვაყალი-ბოთ:

თეორემა 1. დრეკად ფუძეზე მდებარე ისეთი ფირფიტის ჩა-ნალუნი, რომლის დრეკადი ფუძის საწოლის კოეფიციენტი $\mu = E\delta K^2$, ნორმალური p წნევით დატვირთული სფერული გარ-სის ნორმალურ ჩანალუნს წარმოადგენს.

თეორემა 2. $p_1 = Dw$ ძალებით დატვირთული ფირფიტის შუა-ფართოებული სფერული გარსის ძაბვის $\Phi(\alpha, \beta)$ ფუნქციის გამოშ-სახველ ფართეულს წარმოადგენს.

ორივე თეორემაში გარსისა და ფირფიტის სიხისტე თანატოლი იგულის-ხმება.

მივიღეთ გ. მარკუსის მეთოდის განზოგადებული ანალოგია.

როგორც ცნობილია, გ. მარკუსმა [4] ფირფიტის ანგარიშისათვის მისი განტოლება ორი მემბრანის განტოლებად დაჰყო; შემდეგ მემბრანები დრეკადი ბადეებით შეცვალა და ამრიგად ფირფიტის დიფერენციალური განტოლების ნაცვლად სასრულნაზრდებიანი განტოლებები მიიღო.

განვაზოგადებთ რა ამ მეთოდს, ჩვენ ნარკვევში სფერულ გარსს განვიხი-ლავთ როგორც ორი ფირფიტის კომბინაციას, რომელთაგანაც ერთი დრეკად ფუძეზე ძევს. სფერული გარსის (3.1) განტოლება ფირფიტის ორი განტოლე-ბითაა შეცვლილი (3.2).

სფერული გარსის ანგარიშისას (3.2) სისტემის ამონახსნი w და Φ ფუნ-ქციების მიმართ დასმულ სასაზღვრო პირობებს უნდა აკმაყოფილებდეს. საერ-თოდ ამოცანა შესაძლოა სხვადასხვა მეთოდით ამოიხსნას.

ნარკვევის ავტორის მიერ ნებისმიერი ფორმის დამრეცი გარსების ამო-ცანა სასრული ნაზარდების მეთოდითაა ამოხსნილი. სფერული გარსის (3.2) სისტემა მოსახერხებელია აღნიშნული მეთოდით ამოცანის ამოსახსნელად.

აღნიშნულ გაანგარიშებათა შედეგები სათანადო ცხრილების პრაქტიკუ-ლად გამოყენების მიზნით ცალკე იქნება გამოქვეყნებული.

§ 4. განვიხილოთ დრეკად ფუძეზე მდებარე სფერული გარსი. გარეშე დატვირთვა დრეკადი სისტემებისადმი ნორმალურადაა მოღებული. დრეკად

სისტემებზე ნაგულისხმებია ფირფიტები და სფერული გარსები, ღრეკად ფუძეებზე მდებარე ან მის გარეშე. თუ გარსის ღრეკადი ფუძის საწოლის კოეფიციენტია n_1 , (3.2) სისტემაში ფიქტიურ საწოლის კოეფიციენტს $n = E\delta K^2$, რომელიც გარსის ზომებსა და მასალაზე დამოკიდებული, ნამდვილი საწოლის კოეფიციენტი n_1 უნდა მივუმატოთ; ამრიგად, მივიღებთ სისტემას:

$$\nabla^4 w + \frac{E\delta K^2}{D} w = \frac{p}{D}, \quad \nabla^4 \Phi = w, \quad (4.1)$$

აბ

$$D\nabla^4 w + (n+n_1) w = p, \quad D\nabla^4 \Phi = p. \quad (4.2)$$

მართლაც, რადგან ვინკლერის თანახმად ღრეკადი ფუძის რეაქცია $n_1 w$ -ს ტოლია, (3.3)-ში დატვირთვა p სფერული გარსის მთლიანი $p = n_1 w$ დატვირთვით უნდა შეიცვალოს; მაშინ (3.3)-ის ნაცვლად ღრეკად ფუძეზე მდებარე სფერული გარსის ღუნვის ძირითად დიფერენციალურ განტოლებას—(4.2)-ის პირველ განტოლებას მივიღებთ. (3.5) განტოლება (4.2) სისტემაში უცვლელად შედის. ადგილი აქვს § 3-ის ანალოგიურ თეორემებს. ჩვენ ისინი არ მოგვყავს.

§ 5. განვიხილოთ შემდეგი სამი ღრეკადი სისტემა, რომელთა ზომები გვემაში თანატოლია და რომელთაც თანატოლი სიხისტე აქვთ:

1) ღრეკად ფუძეზე მდებარე ფირფიტა, რომლის ღრეკადი ფუძის საწოლის კოეფიციენტი

$$n_2 = n + n_1 = E\delta K^2 + n_1;$$

2) ღრეკად ფუძეზე მდებარე სფერული გარსი, რომლის სიმრუდეა K და რომლის ღრეკადი ფუძის საწოლის კოეფიციენტი n_1 ;

3) სფერული გარსი ღრეკადი ფუძის გარეშე, რომლის სიმრუდეა

$$K' = \sqrt{K + \frac{n_1}{E\delta}}.$$

(4.1)-ის ანალიზიდან დავასკვნით, რომ აღნიშნულ ღრეკად სისტემებში როგორც ნორმალური ჩანაღუნები, აგრეთვე ძალთა II ჯგუფებიც თანატოლია.

ასეთ ღრეკად სისტემებს ძალთა II ჯგუფის თვალსაზრისით ეკვივალენტური, ანუ მოკლედ—ღუნვით ეკვივალენტური სისტემები ვუწოდოთ. ღუნვით ეკვივალენტურ სისტემებს შორის განსხვავება მათში წარმოშობილ ძალთა I ჯგუფის სხვადასხვაობაში მდგომარეობს; მაგალითად, პირველ ღრეკად სისტემაში ღერძული ძალები ნულის ტოლია, რადგან სიმრუდე ნულის ტოლია. მეორე და მესამე ღრეკად სისტემებში ღერძული ძალები გარსების სათანადო სიმრუდეების K და K' პროპორციულია ((3.4) ფორმულები).

ამიტომ ღუნვით ეკვივალენტურ ღრეკად სისტემებში საერთო დამახული მდგომარეობა სხვადასხვაა და ამ სისტემების სიმრუდზე დამოკიდებული. ასეთ ღრეკად სისტემებში ღრეკადი ფუძის გავლენა სიმრუდის გავლენით იცვლება; მაგალითად, პირველ სისტემაში ღრეკად გაღუნვას ეწინააღმდეგება ღრეკადი ფუძე, რომლის საწოლის კოეფიციენტი $n+n_1$ (სიხისტის გავლენა ყველა ეკვივალენტურ ღრეკად სისტემაში ერთნაირია, ამიტომ მას მხედველობაში არ ვიღებთ). მეორე ღრეკად სისტემაში გაღუნვას ეწინააღმდეგება ნაკლები

სილიდის საწოლის კოეფიციენტის n_1 მქონე დრეკადი ფუძე და აგრეთვე სიმრუდე K . ორივე დრეკად სისტემაში ჩანალუნი თანატოლია, მაშასადამე, დრეკადი ფუძის გავლენის ნაწილი სიმრუდის გავლენით შეიცვალა. მესამე დრეკად სისტემაში გალუნვას ეწინააღმდეგება მხოლოდ და მხოლოდ სიმრუდე K' , მაშასადამე, დრეკადი ფუძის გავლენა სიმრუდის გავლენით შეიცვალა მთლიანად.

ქვემოთ მაგალითისათვის მოცემულია ღუნვით ეკვივალენტური დრეკადი

სისტემების დრეკადი ფუძის საწოლის კოეფიციენტების $n = \frac{E\delta}{R^2}$ ცხრილი.

R	E = 30000					E = 150000					E = 200000				
	δ CM					δ CM					δ CM				
	6	8	10	12	14	6	8	10	12	14	6	8	10	12	14
6	0,50	0,67	0,83	1,00	1,17	2,50	3,33	4,16	5,00	5,83	3,33	4,45	5,55	6,66	7,77
8	0,28	0,38	0,47	0,56	0,66	1,40	1,88	2,34	2,81	3,28	1,87	2,50	3,12	3,74	4,36
10	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	1,20	1,60	2,00	2,40	2,80
12	0,13	0,17	0,21	0,25	0,29	0,79	1,05	1,32	1,58	1,84	0,83	1,11	1,39	1,67	1,95
14	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,46	0,61	0,67	0,92	1,07	0,61	0,82	1,02	1,23	1,43

მოვიყვანოთ ღუნვით ეკვივალენტური დრეკადი სისტემების მაგალითი:

1. ფირფიტა. $\delta = 8$ სმ; $E = 150000$ კგ/სმ²; $n = 1,2$ კგ/სმ²,
2. სფერული გარსი. $R = 14$ მ; $\delta = 8$ სმ; $E = 150000$ კგ/სმ²; $n_1 = 0,6$ კგ/სმ²,
3. სფერული გარსი. $R = 10$ მ; $\delta = 8$ სმ; $E = 150000$ კგ/სმ².

ღუნვით ეკვივალენტური დრეკადი სისტემებისათვის სამართლიანია შემდეგი თეორემა:

თეორემა 3. ნორმალური ჩანალუნი და ძალთა II ჯგუფი დრეკადი სისტემების ცვლის დროს ერთდროულად ინვარიანტული რჩება, თუ დაცულია იგივეობები

$$n_1 = n_2 + E_2 \delta_2 K_2^2 = E_3 \delta_3 K_3^2 = \text{const}$$

$$D_1 = D_2 = D_3 = \text{const.}$$

(4.1)-ის ანალიზიდან აგრეთვე დაეასკვნით, რომ ყველა ფირფიტა და სფერული გარსი (რომელთაც გეგმაში ერთნაირი ზომები აქვთ) ჩანალუნის თვალსაზრისით ეკვივალენტურია, თუ მათთვის დრეკად ფუძეებს სათანადოდ შევარჩევთ. მართლაც, ჩვენ შეგვიძლია $n_1, n_2, \dots, n_j, \dots, n_i$ კოეფიციენტები ისე შევარჩიოთ, რომ იგივეობა

$$\frac{n_1}{D_1} = \dots = \frac{n_j + E_j \delta_j K_j^2}{D_j} = \dots = \frac{E_i \delta_i K_i^2}{D_i} = \dots = \text{const}$$

დაკმაყოფილდება, რაც აღნიშნულ სისტემებში თანატოლ ჩანალუნებს უზრუნველყოფს; ამასთანავე ძალთა II ჯგუფი, ისევე როგორც ძალთა I ჯგუფი, სხვადასხვა იქნება.

ასეთ დრეკად სისტემებს ჩანალუნით ეკვივალენტური ვუწოდოთ. მათთვის სამართლიანია შემდეგი თეორემა:

თეორემა 4. ნორმალური ჩანალუნი დრეკადი სისტემების ცვლის დროს ინვარიანტული რჩება, თუ დაცულია იგივეობა

$$\frac{n_1}{D_1} = \dots = \frac{n_j + E_j \delta_j K_j^2}{D_j} = \dots = \frac{E_i \delta_i K_i^2}{D_i} = \dots = \text{const.}$$

ამრიგად, ღუნვით ეკვივალენტური დრეკადი სისტემები ერთისა და იმავე მასალისაგანაა განხორციელებული, კედლის ტოლი სისქე აქვთ და, მაშასადამე, ტოლი სიხისტეც; ამის გარდა ზომები გეგმაში თანატოლია. ასეთ სისტემებში როგორც ჩანალუნი, აგრეთვე ძალთა II ჯგუფი თანატოლია; ღერძული ძალები სხვადასხვაა.

ჩანალუნით ეკვივალენტური დრეკადი სისტემები სხვადასხვა მასალისაგანაა განხორციელებული, კედლის სხვადასხვა სისქე აქვთ და, მაშასადამე, სხვადასხვა სიხისტეც. ზომები გეგმაში თანატოლია. ასეთ სისტემებში ჩანალუნი თანატოლია, ხოლო ძალთა II ჯგუფი, ისევე როგორც ღერძული ძალები, სხვადასხვაა.

ჩანალუნით ეკვივალენტური დრეკადი სისტემების კლასი უფრო ფართოა და ღუნვით ეკვივალენტური დრეკადი სისტემების კლასებს შეიცავს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 საამშენებლო საქმის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 3.7.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. З. В л а с о в. Основные дифференциальные уравнения общей теории упругих оболочек. Прикладная математика и механика, т. VIII, в. 2, 1944.
2. В. З. В л а с о в. Некоторые новые задачи строительной механики оболочек и тонкостенных конструкции. Известия АН СССР, Отд. техн. наук, № 1, 1947.
3. С. А. А м б а р ц у м я н. К расчету пологих оболочек. Прикладная математика и механика, т. XI, в. 5, 1947.
4. Г. М а р к у с. Теория упругой сетки и ее приложение к расчету плит и безбалочных перекрытий. М.—Л., 1936.

ბეჭედი

ო. ონიაშვილი

დამრეცი გარსების დინამიკური ანგარიშისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ხავრიევა 14.8.1948)

დამრეცი გარსს გადასახურავად იყენებენ საწარმოო ნაგებობებში და ამასთან დაკავშირებით მათი დინამიკური ანგარიშის საკითხს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ეძლევა. [1] შრომაში ჩვენ მიერ განხილული იყო მთელი კონტურით სახსროვნად დაყრდნობილი დამრეცი ცილინდრული გარსის თავისუფალი და იძულებითი რჩევა. აღნიშნული ცილინდრული გარსის რჩევის გამოსაკვლევად გამოყენებული მეთოდი შესაძლოა განვავიზიანოთ სფორკუთხოვანი პროექციის მქონე კონტურისა და გაუსის დადებითი სიმრუდის გარსებისათვის

$$K_1 = \frac{I}{R_1}$$

და

$$K_2 = \frac{I}{R_2}$$

მუდმივი სიმრუდეების შემთხვევაში.

ხსენებული გარსების რჩევის განტოლებებს, რომლებიც დამრეცი გარსების მდგრადობისა და რჩევისთვის ვ. ვლასოვის [2] მიერ შედგენილი განტოლებებიდან უშუალოდ მიიღება, შემდეგი სახე აქვს:

$$\left. \begin{aligned} \frac{I}{E\delta} \nabla^4 \varphi - \frac{I}{R_2} \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} - \frac{I}{R_1} \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} &= 0, \\ \frac{I}{R_2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha^2} + \frac{I}{R_1} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \beta^2} + D \nabla^4 w + \frac{\gamma \delta}{g} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ამ განტოლებებში α და β განზომილებიანი კოორდინატებია, რომლებიც მთავარი სიმრუდეების მიმართულებით მანძილს გამოსახავენ. შიგა ძალები T_1 , T_2 და S (ღერძული და ხეხები) და მომენტები G_1 , G_2 და H (მღუნავი და მგრეხი) პოტენციალური ფუნქციების φ (α , β) და w (α , β)-ს საშუალებით გამოისახება, რომლებიდან პირველი ძაბვათა ფუნქციაა, ხოლო მეორე—ნორმალური გაღუნვა. D ცილინდრული სიხისტეა, ∇^2 —ლაპლასიანი.

განვიხილოთ კონტურით სახსროვნად დაყრდნობილი გარსი. სიტყვაში „სახსროვნად დაყრდნობილი“ ჩვენ შემთხვევაში ვგულისხმობთ რადიალურ დაყრდნობას, რომელიც შემდეგ პირობებს აკმაყოფილებს:

$$\left. \begin{aligned} v = w = G_1 = T_1 = 0, \text{ როდესაც } \alpha = 0, \alpha = \alpha_0 \text{ და} \\ u = w = G_2 = T_2 = 0, \text{ როდესაც } \beta = 0, \beta = \beta_0. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

აქ n და ν გარსის შუაფართოების წერტილების გადაადგილება α და β -ს გასწვრივ შესაბამისად. სახსროვანი დაყრდნობის ასეთივე სახე გვექონდა მხედველობაში ცილინდრული გარსის რხევის გამოკვლევის დროს [1]. გართა ან-გარიშის თეორიის აღნიშნული სასაზღვრო ამოცანა შესანიშნავია მით, რომ მისი ამოხსნა შესაძლოა ელემენტარული ფუნქციების სახით წარმოდგეს.

მივიღოთ, [1]-ის ანალოგიურად:

$$\varphi = A \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta \sin \omega t, \quad \text{სადაც } \lambda_n = \frac{n\pi}{\alpha_0},$$

$$\omega = B \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta \sin \omega t, \quad \mu_m = \frac{m\pi}{\beta_0}. \quad (m, n = 1, 2, \dots \infty) \quad (3)$$

ჩავსვათ (3) ამოხსნა (1) განტოლებებში, მივიღებთ მუდმივი K_1 და K_2 სიმრუდის მქონე გარსის თავისუფალი რხევის სიხშირის გამოსახვას:

$$\omega_{mn}^2 = \frac{g}{\gamma \delta} \left[D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 + \frac{E\delta \left(\frac{\lambda_n^2}{R_2} + \frac{\mu_m^2}{R_1} \right)^2}{(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2} \right]. \quad (4)$$

სფერული გარსისათვის, როდესაც $R_1 = R_2 = R$,

$$\omega_{mn}^2 = \frac{g}{\gamma \delta} \left[D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 + \frac{E\delta}{R^2} \right], \quad (5)$$

ცილინდრულისათვის, როდესაც $R_1 = \infty, R_2 = R$,

$$\omega_{mn}^2 = \frac{g}{\gamma \delta} \left[D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 + \frac{E\delta}{R^2} \frac{\lambda_n^4}{(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2} \right]. \quad (6)$$

(6) ფორმულა ცილინდრული გარსის თავისუფალი რხევის სიხშირის გამოსახვას დაემთხვევა [1, 2], თუ მას უგანზომილო კოორდინატებში წარმოვადგენთ. დავადგინოთ ახლა თავისუფალი რხევის უმდაბლესი ტონის განსაზღვრისათვის საჭირო პირობა, ცილინდრული გარსისთვის გამოთქმული პირობის ანალოგიურად [1]. ასეთი პირობა ω_{mn}^2 -ის მინიმალურობის პირობაა λ_n და μ_m მიხედვით; ადვილად დავრწმუნდებით, რომ მინიმუმის განტოლებებს $\frac{\partial \omega_{mn}^2}{\partial \lambda_n} = 0$,

μ_m -ის ფიქსირებული მნიშვნელობისათვის და $\frac{\partial \omega_{mn}^2}{\partial \mu_m} = 0$, λ_n -ის ფიქსირებული

მნიშვნელობისათვის არა აქვს არსი ფესვები, რაც ω_{mn}^2 -ის ცვალებადობის მონოტონურ ხასიათს გვიჩვენებს λ_n -ისა და μ_m -ის ცვალებადობისაგან დამოკიდებულებით. შეგვიძლია ამიტომ დავასკვნათ, რომ თავისუფალი რხევის უმდაბლესი ტონი ერთი ნახევარტალის წარმოშობას შეესაბამება როგორც α -ს, ასევე β -ს მიმართულებით, ე. ი. $m = n = 1$.

ასეთივე მდგომარეობაა მუდმივი K_1 და K_2 სიმრუდის მქონე გარსის შემთხვევაში, როდესაც R_1 და R_2 რადიუსებს შორის დიდი განსხვავება არაა.

T_1^0 და T_2^0 ძალდონეებით წინასწარ დაპიშული გარსის შემთხვევაში სიხშირის კვადრატის (4, 5, 6) გამოსახვაში კვადრატულ ფორმულაში შეცვლ სიდიდეს უნდა დავმატოვოთ

$$T_1^0 \lambda_n^2 + T_2^0 \mu_m^2. \quad (7)$$

ახლა განვიხილოთ K_1 და K_2 მუდმივი სიმრუდეების მქონე გარსის იძულებითი რხევა. აღმძვრელ მიზეზად მივიღოთ დროში k წრიული სიხშირით ჰარმონიულად ცვლადი ნებისმიერი დატვირთვა.

$$p^*(\alpha, \beta; t) = p(\alpha, \beta) \sin kt.$$

აღმძვრელი ძალის შემთხვევაში (1) განტოლებები ლებულობს სახეს

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{E\delta} \nabla^4 \varphi - \frac{1}{R_2} \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} - \frac{1}{R_1} \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} &= 0, \\ \frac{1}{R_2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha^2} + \frac{1}{R_1} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \beta^2} + D \nabla^4 w + \frac{\gamma \delta}{g} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - p^* &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

თუ $p(\alpha, \beta)$ შესაძლოა წარმოადგეს გამწკრივების სახით

$$p(\alpha, \beta) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} C_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta, \quad (9)$$

(8) განტოლების ამოხსნა მოიძებნება უსასრულო მწკრივების სახით

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= \sin kt \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta, \\ w &= \sin kt \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} B_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

ჩავსვათ (10) ამოხსნა (8) განტოლებაში.

(8) სისტემის მეორე განტოლებაში კოეფიციენტი A_{mn} შევცვალოთ მისი მნიშვნელობით პირველი განტოლებიდან. თუ გავითვალისწინებთ (9) პირობას, გამწკრივების კოეფიციენტების ერთიმეორესთან შედარებით მივიღებთ

$$\left[E\delta \frac{\left(\frac{\lambda_n^2}{R_2} + \frac{\mu_m^2}{R_1} \right)^2}{(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2} + D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 - \frac{\gamma \delta}{g} k^2 \right] B_{mn} = C_{mn}. \quad (11)$$

გამოვსახოთ უკანასკნელი განტოლების მარცხენა ნაწილის პირველი ორი შესაკრები თავისუფალი რხევების სიხშირის საშუალებით, მაშინ

$$B_{mn} = \frac{g}{\gamma \delta} \frac{C_{mn}}{(\omega_{mn}^2 - k^2)}. \quad (12)$$

(12) გამოსახვაში C_{mn} ფურციეს კოეფიციენტია (9) გამწკრივებისათვის. ფუნქცია $p(\alpha, \beta)$ საკმარისად რეგულარულია იმისათვის, რომ (9) მწკრივები და აგრეთვე გაწარმოებით მიღებული მწკრივები თანაბრად კრებადი იყოს. იძულებითი რხევის ამპლიტუდა

$$w = \frac{g}{\gamma \delta} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{C_{mn}}{\omega_{mn}^2 - k^2} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta. \quad (13)$$

როდესაც იძულებითი რხევის სიხშირე თავისუფალი რხევის ერთ-ერთ სიხშირეს ω_{mn} -ს ემთხვევა, მივიღებთ რეზონანსის შემთხვევას.

(13) ფორმულა სამართლიანია როგორც მუდმივი K_1 და K_2 სიმრუდის მქონე გარსისათვის, ასევე სფერული და ცილინდრული გარსებისათვის. მუდმივი K_1 და K_2 სიმრუდის გარსის შემთხვევაში (13) ფორმულაში α_{mn} ის მნიშვნელობა საჭიროა მივიღოთ (4) ფორმულის მიხედვით, სფერული გარსის შემთხვევაში (5) ფორმულის მიხედვით, ხოლო ცილინდრული გარსის შემთხვევაში (6) ფორმულის მიხედვით. ფურიეს კოეფიციენტი C_{mn} თითოეული შემთხვევისათვის ცალკე გამოითვლება. [1] შრომაში ჩვენ გამოეთვალეთ კოეფიციენტი C_{mn} -ის მნიშვნელობა ცილინდრული გარსისათვის თანაბრად განაწილებული და შეყურსული ძალების ქმედების შემთხვევაში.

კოეფიციენტი C_{mn} -ის ზოგადი სახე, როგორც მუდმივი K_1 და K_2 სიმრუდის მქონე გარსის, ასევე სფერული გარსისათვის, შემდეგია:

$$C_{mn} = \frac{4}{\alpha_0 \beta_0} \int_0^{\beta_0} \int_0^{\alpha_0} p(\alpha, \beta) \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta d\alpha d\beta. \quad (14)$$

განვიხილოთ მუდმივი K_1 და K_2 სიმრუდის გარსი:

1. $p(\alpha, \beta) = q$ უწყვეტი თანაბრად განაწილებული დატვირთვაა, ზოქმელი მთელ ზედაპირზე; მაშინ

$$C_{mn} = \frac{4q}{mn\pi^2}, \quad (15)$$

როდესაც

$$m = 1, 3, 5, \dots, \infty,$$

$$n = 1, 3, 5, \dots, \infty,$$

ამპლიტუდა

$$w = \frac{4qg}{\gamma \delta \pi^2} \sum_m \sum_n \frac{\sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta}{(\omega_{mn}^2 - k^2) mn}, \quad (16)$$

სადაც m და n -ს (16) იგივე მნიშვნელობა აქვს.

მიღებული გამოსახვა სამართლიანია აგრეთვე სფერული გარსისათვის იმ განსხვავებით, რომ ω_{mn} შესაბამის ფორმულით უნდა მივიღოთ.

2. გარსი დატვირთულია P შეყურსული ტვირთით, რომელიც (α_1, β_1) წერტილში მოქმედებს. [1]-ის ანალოგიური მსჯელობით მივიღივართ დასკვნამდე, რომ

$$C_{mn} = \frac{P}{\alpha_0 \beta_0} \sin \lambda_n \alpha_1 \sin \mu_m \beta_1 \quad (m, n = 1, 2, 3, \dots, \infty), \quad (17)$$

ხოლო ამპლიტუდა

$$w = \frac{Pg}{\gamma \delta \alpha_0 \beta_0} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \lambda_n \alpha_1 \sin \mu_m \beta_1}{(\omega_{mn}^2 - k^2)} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta. \quad (18)$$

ეს გამოსახვა სამართლიანია აგრეთვე სფერული გარსისათვის, თუ ω_{mn} -ს (5) ფორმულის მიხედვით მივიღებთ.

თავისუფალი და იძულებითი რხევების ერთდროული ქმედებისა და ძვლის მოვლენის გამოსახველი ფორმულები, მოყვანილია [1] შრომაში, ამ სტატიის შესწავლილ გარსებზე ვრცელდება. თითოეულ შემთხვევაში α_{000} -ში უნდა ვიგულისხმოთ შესაბამის თავისუფალი რხევების სიხშირე.

განვიხილოთ (1) განტოლებები სფერული გარსის შემთხვევაში, ე. ი. როდესაც $R_1 = R_2 = R$. შევრიდოთ ახალი F ფუნქცია, რომელიც α და φ -სთან შემდეგი დამოკიდებულებითაა დაკავშირებული:

$$\varphi = \frac{1}{R} \nabla^2 F, \quad \alpha = \frac{1}{E\delta} \nabla^4 F; \quad (19)$$

მაშინ სისტემა (1) სფერული გარსების რხევის ერთ გადამწყვეტ განტოლებაზე დაიყვანება:

$$\frac{1}{R^2} \nabla^4 F + \frac{\delta^2}{12(1-\nu^2)} \nabla^6 F + \frac{\gamma}{Eg} \nabla^4 \frac{\partial^2 F}{\partial t^2} = 0. \quad (20)$$

შემოვიღოთ პოლარული კოორდინატები ρ და β , რომლებიც სფერულ ზედაპირზე წერტილის მდებარეობას განსაზღვრავენ. გარდავქმნათ (20) განტოლება პოლარულ კოორდინატებში, მივიღებთ

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho} + \frac{\partial^2}{\rho^2 \partial \beta^2} \right)^2 \left[\frac{F}{R^2} + \frac{\delta^2}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{\partial^2}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho} + \frac{\partial^2}{\rho^2 \partial \beta^2} \right)^2 F + \frac{\gamma}{Eg} \frac{\partial^2 F}{\partial t^2} \right] = 0. \quad (21)$$

შევისწავლოთ სფერული სეგმენტის ფორმის თხელკედლიანი დამრეცი გარსის თავისუფალი რხევა.

მივიღოთ სფერული სეგმენტის რხევის ფორმა

$$F(\rho, \beta; t) = f(\rho) \sin n\beta \sin \omega t, \quad (22)$$

სადაც $f(\rho)$ ჯერ კიდევ უცნობი ფუნქციაა. (21) განტოლება გარდაიქმნება ცვალებადკოეფიციენტებიან ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებად

$$\left(\frac{d^2}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{d}{d\rho} - \frac{n^2}{\rho^2} \right)^2 \left[\frac{\delta^2}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{d^2}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{d}{d\rho} - \frac{n^2}{\rho^2} \right)^2 + \left(\frac{1}{R^2} - \frac{\omega^2 \gamma}{Eg} \right) \right] f(\rho) = 0. \quad (23)$$

ეს განტოლება ორ განტოლებად დაიშლება; მათგან პირველი

$$\left(\frac{d^2}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{d}{d\rho} - \frac{n^2}{\rho^2} \right)^2 f(\rho) = 0, \quad (24)$$

რომლის ამოხსნაა

$$f(\rho) = C_1 \rho^n + C_2 \rho^{-n} + C_1' \rho^n \ln \rho + C_2' \rho^{-n} \ln \rho. \quad (25)$$

მაგრამ მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ სფერული სეგმენტის წვეროში ძაბვას უნდა ჰქონდეს სასრული მნიშვნელობა, ამიტომ $C_2 = C_2' = 0$.

მეორე განტოლებას აქვს სახე

$$\left(\frac{d^2}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{d}{d\rho} - \frac{n^2}{\rho^2} \right)^2 f(\rho) + a^4 f(\rho) = 0, \quad (26)$$

სადაც

$$a^2 = \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{E^2} \left(\frac{1}{R^3} - \frac{\omega^2 \gamma}{Eg} \right)}$$

არსი მნიშვნელობა აქვს როგორც ძირითადი სიხშირის, ასევე პრაქტიკისათვის-საინტერესო უფრო მაღალი სიხშირეებისათვის.

(26) განტოლებიდან აღვიღალ მიიღება

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{d^2}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{d}{d\rho} - \frac{n^2}{\rho^2} \right) f(\rho) - ia^2 f(\rho) &= 0, \\ \left(\frac{d^2}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{d}{d\rho} - \frac{n^2}{\rho^2} \right) f(\rho) + ia^2 f(\rho) &= 0, \end{aligned} \right\}$$

აღ

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 f}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{df}{d\rho} - \left(ia^2 + \frac{n^2}{\rho^2} \right) f &= 0, \\ \frac{d^2 f}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{df}{d\rho} + \left(ia^2 - \frac{n^2}{\rho^2} \right) f &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

ამ განტოლებების ამოხსნა ბესელის n რიგის ფუნქციებით წარმოდგება:

$$C_3 J_n(i\sqrt{i} a \rho) + C_3 Y_n(i\sqrt{i} a \rho), \quad C_4 J_n(\sqrt{i} a \rho) + C_4 Y_n(\sqrt{i} a \rho).$$

როდესაც $\rho=0$, ბესელის მეორე გვარის ფუნქციები განუზღვრელ მნიშვნელობას ღებულობენ [3] და იმისათვის, რომ სათანადო ძაბვები სასრული სიდიდის დარჩეს, უნდა ჩავთვალოთ $C_3 = C_4 = 0$. ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენ გვაქვს მხედველობაში ცალბმული არე, ე, ი. განხილული გარსი არ არის დასუსტებული რაიმე ზერეტით.

ამგვარად, (26) განტოლების ამოხსნა ჩვენი შემთხვევისათვის შემდეგი სახით წარმოდგება:

$$f(\rho) = C_3 J_n(i\sqrt{i} a \rho) + C_4 J_n(\sqrt{i} a \rho). \quad (28)$$

ბესელის ფუნქციები $J_n(i\sqrt{i} a \rho)$ და $J_n(\sqrt{i} a \rho)$ შეუღლებული ფუნქციებია. თუ ამოხსნას მათი ჯამისა და სხვაობის საშუალებით გამოვსახავთ და მივიღებთ აგრეთვე მხედველობაში, რომ აღნიშნული ფუნქციები კელვინის ფუნქციების საშუალებით წარმოდგება:

$$\begin{aligned} J_n(i\sqrt{i} a \rho) &= ber_n(a\rho) + ibei_n(a\rho), \\ J_n(\sqrt{i} a \rho) &= ber_n(a\rho) - ibei_n(a\rho), \end{aligned}$$

მაშინ (26) განტოლების ამოხსნას ექნება სახე

$$f(\rho) = A ber_n(a\rho) + B bein(a\rho). \quad (29)$$

როგორც ცნობილია, $ber_n(a\rho)$ და $bein(a\rho)$ ფუნქციებს ρ -ს არსი მნიშვნელობისათვის არსი მნიშვნელობა აქვს.

ვინაიდან გადასაწყვეტი ამოცანის ფიზიკური შინაარსის ძალით $f(\rho)$ -ს არსი მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს, A და B მუდმივები აგრეთვე არსია. ახლა შეიძლება (23) განტოლების ამოხსნა შემდეგი სახით დავწეროთ:

$$f = C_1 \rho^n + C_2 \rho^n \ln \rho + A ber_n(a\rho) + B bein(a\rho). \quad (30)$$

ძაბვათა და გადაადგილებათა ძირითადი ფუნქცია $F(\rho, \beta; t)$ მიიღებს სახეს

$$F(\rho, \beta; t) = [C_1 \rho^n + C_2 \rho^n \ln \rho + A \text{ber}_n(a\rho) + B \text{bei}_n(a\rho)] \sin n\beta \sin \omega t. \quad (31)$$

გამოვიკვლიოთ სფერული სეგმენტის ფორმის გარსის თავისუფალი რხევა ჩამაგრებული კონტურის შემთხვევაში.

სასაზღვრო პირობები შემდეგგვარად წარმოვადგება:

$$u=0, v=0, w=0, \frac{\partial w}{\partial \rho} = 0. \quad (32)$$

ჩავსვათ (32)-ში F -ს საშუალებით პოლარულ კოორდინატებში გამოსახული u, v, w -ს მნიშვნელობანი. მუდმივ მამრავლებზე უმცირების შემდეგ მივიღებთ ერთგვაროვან სასაზღვრო პირობებს, გამოსახულს ძაბვათა და გადაადგილებათა ფუნქციის საშუალებით, როდესაც $\rho=r_0$:

$$\frac{\partial}{\partial \rho} \nabla^2 F = 0, \quad \frac{\partial}{\partial \beta} \nabla^2 F = 0, \quad \nabla^4 F = 0, \quad \frac{\partial}{\partial \rho} \nabla^4 F = 0. \quad (33)$$

მივიღოთ ახლა მხედველობაში, რომ, (24)-ის ძალით,

$$C_1 \nabla^2 \rho^n + C_2 \nabla^2 \rho^n \ln \rho = 0,$$

ე. ი. (31) ამოხსნის ნაჩვენები წევრები სასაზღვრო პირობებიდან გამოითვლება. (27)-ის ძალით

$$\nabla^2 J_n(i\sqrt{i} a \rho) = i a^2 J_n(i\sqrt{i} a \rho), \quad \nabla^2 J_n(\sqrt{i} a \rho) = -i a^2 J_n(\sqrt{i} a \rho),$$

საიდანაც ადვილი დასადგენია, რომ

$$\nabla^2 \text{ber}_n(a\rho) = -a^2 \text{bei}_n(a\rho), \quad \nabla^4 \text{ber}_n(a\rho) = a^4 \text{bei}_n(a\rho),$$

$$\nabla^2 \text{bei}_n(a\rho) = a^2 \text{ber}_n(a\rho), \quad \nabla^4 \text{bei}_n(a\rho) = a^4 \text{ber}_n(a\rho).$$

თუ მოვივინებთ აგრეთვე, რომ

$$\frac{d \text{ber}_n(a\rho)}{d\rho} = \left[\text{ber}_{n-1}(a\rho) - \frac{n}{a\rho} \text{ber}_n(a\rho) \right] a,$$

$$\frac{d \text{bei}_n(a\rho)}{d\rho} = \left[\text{bei}_{n-1}(a\rho) - \frac{n}{a\rho} \text{bei}_n(a\rho) \right] a,$$

მივალთ დასკვნამდე, რომ ოთხივე სასაზღვრო პირობა (33) დაკმაყოფილდება, თუ

$$\left. \begin{aligned} A \text{bei}_n(ar_0) + B \text{ber}_n(ar_0) &= 0, \\ A \text{bei}_{n-1}(ar_0) + B \text{ber}_{n-1}(ar_0) &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (34)$$

იმისათვის, რომ A და B -ს ნულისაგან განსხვავებული მნიშვნელობა ჰქონდეს,

$$\begin{vmatrix} \text{bei}_n(ar_0), \text{ber}_n(ar_0) \\ \text{bei}_{n-1}(ar_0), \text{ber}_{n-1}(ar_0) \end{vmatrix} = 0,$$

საიდანაც

$$\text{bei}_n(ar_0) \text{ber}_{n-1}(ar_0) - \text{bei}_{n-1}(ar_0) \text{ber}_n(ar_0) = 0. \quad (35)$$

ამ განტოლების ფესვები თავისუფალი რხევის სიხშირეს მოგვცემს ფიქსირებული n -სათვის. (35) განტოლების უმცირესი ფესვი a_1 მოგვცემს უმცირეს მნიშვნელობას ω_{1n} -ს მოცემული n -სათვის. თავისუფალი რხევის ძირითადი ტო-

ნის საპრონელოდ n -ს უნდა მიეცეთ მთელი მნიშვნელობები 1, 2, 3 და ა. შ. ძირითად ტონს შეესაბამება a -ს უმცირესი მნიშვნელობა.

მაღალი სიხშირებისათვის, როდესაც

$$\frac{\omega^2 \gamma}{Eg} > \frac{1}{R^2},$$

$$a^2 = \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{\delta^2} \left(\frac{\omega^2 \gamma}{Eg} - \frac{1}{R_2} \right)}$$

და (26) განტოლება მიიღებს სახეს

$$\left(\frac{d^2}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{d}{d\rho} - \frac{n^2}{\rho^2} \right)^2 f(\rho) - a^4 f(\rho) = 0. \quad (36)$$

ამ განტოლების ამოხსნა

$$f(\rho) = AJ_n(a\rho) + BI_n(a\rho), \quad (37)$$

სადაც I_n არსია [3] და აქვს შემდეგი მნიშვნელობა

$$I_n(a\rho) = i^{-n} J_n(a\rho i).$$

თუ გავითვალისწინებთ $J_n(a\rho)$ და $I_n(a\rho)$ -თვის დიფერენცირების ფორმულებს [3] და აგრეთვე $\nabla^2 J_n(a\rho)$, $\nabla^2 I_n(a\rho)$, $\nabla^4 J_n(a\rho)$, $\nabla^4 I_n(a\rho)$ -თვის (36) განტოლების მიხედვით ადვილად მიღებულ მნიშვნელობებს, მივაღწეოთ დასკვნამდე, რომ ჩვენ მიერ განხილული სასაზღვრო პირობა (33) დაკმაყოფილდება, თუ

$$\left. \begin{aligned} AJ_n(a\rho) + BI_n(a\rho) &= 0, \\ AJ_{n-1}(a\rho) + BI_{n-1}(a\rho) &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (38)$$

A და B -ს ნულისაგან განსხვავებული მნიშვნელობისათვის უნდა დაცული იყოს პირობა

$$\begin{vmatrix} J_n(a\rho), I_n(a\rho) \\ J_{n-1}(a\rho), I_{n-1}(a\rho) \end{vmatrix} = 0,$$

ან

$$J_n(a\rho) I_{n-1}(a\rho) - J_{n-1}(a\rho) I_n(a\rho) = 0. \quad (39)$$

ამ განტოლების ფესვები, განსაზღვრული $n=1, 2, 3$ და ა. შ. მნიშვნელობისათვის, მოგვცემს თავისუფალი რხევების სპექტრს. განხილულ საკითხზე ჩვენ მიერ შესრულებული უფრო დეტალური გამოკვლევა ცალკე იქნება მოხსენებული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

საამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.10.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. თ. თნია შვილი. ცილინდრული გარსის რხევის საკითხისათვის. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. IX, № 7, 1948.
2. В. З. В л а с о в. Некоторые новые задачи строительной механики оболочек и тонкостенных конструкций. Известия АН СССР, отделение технических наук, № 1, 1947.
3. Р. О. К у з ь м и н. Бесселевы функции, М.—Л., 1935.

გოტანიკა

3. პაპაშვილი

მრავალძარღვას ახალი სახეობა ქავკასიიდან

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. სოსნოვსკიმ 24.5.1948)

ოჯახი *Plantaginae*-ბის დამუშავებისას ჩვენ მივედით იმ დასკვნამდე, რომ გვარ *Plantago*-დან, კერძოდ სახეობა *Pl. Saxatilis*-დან, გამოვეყუო დამოუკიდებელი ახალი სახეობა და სახესხვაობა, რომელთა დიაგნოზები მოცემულია ქვემოთ:

Plantago caucasica (Decne) V. Papava nov. comb.

Plantago montana Lam. var. *caucasica* Decne, in DC. Pr. XIII (1852) 718—
Pl. montana Lam. subsp. *saxatilis* (M.B.) Pilger. var. *angustifolia* (Boiss.) Pilger. Repert. sper. nov. regni vegetab. XXIII, 12—17. (1926) 266 pp. Boiss., Fl. Or. IV (1879) 880.

Perennis, rhizomate crasso, folia oblongo-lanceolata, margine integra, 20—35 cm longa, 0,5—1,5 cm. lata, in petiolum longum sensim attenuata, 5-6 nervia, apice acutata, glabra vel puberula. Scapi erecti, sulcati, glabri apice puberuli, folia aequantes v. subsuperantes. Spicae cylindricae, ad 4 cm longae. Bracteis rhombicis, dorso carina herbacea instructis carina apice vix conspicua sparse ciliata, a medio basin versus dilatatis, margine late membranaceis, sepalis ovato-oblongis, membranaceis; corollae limbo oblongo acutato, ad 3 mm lata. Capsula conidea, apiculata. Semina oblongo ovata, brunnea, rugosa, dorso sulcata, 2—3 mm longa, ventre profunde sulcata. Fl. VI. Fr. VII—VIII. Hab. in regione subalpina Caucasi Magni et Minor.

Typus Georgia: mons El-dag 19. VIII. 1929. Sch. Nachuzriscvili.

მრავალწლოვანი მცენარეა, მსხვილი ფესურით; ფოთლები მოგრძო-ლანცეტა, კიდემთლიანი, 20-35 სმ სიგრძისა და 0,5—1,5 სმ სიგანისა. ფოთლის ფირფიტა ფუძესთან თანდათანობით ვიწროვდება და გრძელ ყუნწში გადადის, წვერზე წაწვეტებულია, შიშველი ან ოდნავ შებუსხვილი. 5—6 ნათლად გამოსახული ძარღვით ხასიათდება. საყვავილე ღეროები სწორმდგომი, დაღარული, შიშველი, ზედა ნაწილში შებუსხვილი; ზომით ფოთლების თანაბარია ან მათზე მაღალი. ყვავილელი ცილინდრული ფორმისა, 4 სმ სიგრძისა. ყვავილთანი რომბისებრი, ზურგზე მწვანე ქედი აქვს განვითარებული, შიშველი ან წამწამებიანი, შუა ნაწილიდან ქვევით თანდათანობით ფართოვდება, კიდე ფართო სიფრიფანსებრი, გვირგვინის ფურცლის გადანაღუნი მოგრძო-წაწვეტებული, 3 მმ სიგრძისა. კოლოფი კონუსისებრი ფორმის და წვეტით ბოლოვდება. თესლი მო-

გრო-კვერცხისებრია, ყავისფერი და დანაოქებული ზედაპირით. ზურგზე დაკეალული, 2—3 სმ სიგრძის. მუცლის მხარეზე ღრმად დაღარული. ყვ. VI, ნაყ. VII—VIII.

იზრდება კავკასიონის სუბალპური სარტყლის მდელოებზე საქ. სსრ: სამხ. ოსეთი, მთიულეთი, თუშ-ფშავ-ხევსურეთი, თრიალეთი, ქვ. ქართლი, ჯავახეთი. სსრკ-ის დანარჩენ ნაწ., იმიერკავკ., ამიერკავკ.: სომხეთი. საერთო გავრცელ.: მცირე აზია, ირანი ¹.

შენიშვნა: მცენარე, რომელიც ეკუთვნის სახეობა *Plantago caucasica* (Decne.) V. Papava, პირველად აღნიშნული იყო დეკაისნეს (Decaisne) მიერ აღმოსავლეთ ირანიდან კოჩის (Kotschy) ვეგუმპლარების მიხედვით *Plantago montana* Lam. var. *caucasica*-ს სახელწოდებით და გამოქვეყნებულია დეკანდოლეს (De Candolle) მიერ 1852 წელს „Prodromus“-ში შემდეგი დიაგნოზით: „foliis anguste linearibus integris vel calloso-dentatis glabratis, pedunculis gracilibus glabris, spicis ovato-capitatis, corollae lobis obtusculis. ♀. Ad nives alpis Kuh-Daena in partibus occident. mont. Elbrus. (Kotschy exicc. n. 466). An species distincta inter Pl. saxatilem et montanam media? rhizomate crasso lignoso [5]. შემდგომ სახესხვაობა *Plantago montana* Lam. var. *caucasica* მოხსენებული აქვთ ბუასიესა და ბუზეს (Boissier et Buhse) ირანის ფლორისათვის [3].

უფრო გვიან ბუასიემ „Flora Orientalis“-ში არ მიიღო ზემოაღნიშნული სახესხვაობა *Pl. montana* Lam. var. *caucasica* Decne და სინონიმის სახით დაუქვემდებარა სახეობა *Plantago saxatilis* MB-ს.

ზემოხსენებულ შრომაში ბუასიეს მოჰყავს სახესხვაობა *Plantago saxatilis* MB var. *angustifolia* Boiss.-„Folia angusta“ Hab. in montibus Armeniae ad Erzerum, in alpe Kuh-Daena. Persia australis“ [4].

1926 წელს პილგერმა (Pilger) გვარ *Plantago*-ს მონოგრაფიაში შეცდომით ჩათვალა *Plantago saxatilis* MB. *Plantago montana*-ის ქვესახეობად და გამოაქვეყნა იგი *Pl. montana* Lam. subsp. *saxatilis* (MB) Pilger-ის სახელწოდებით. ამ უკანასკნელი ფორმის სინონიმად ავტორმა მოიყვანა სახეობა *Pl. saxatilis* MB და, მარშალ ბიბერშტიინის მონაცემების მიხედვით, მიუთითა ჩრდილოეთ კავკასიისათვის.

ქვესახეობა subsp. *saxatilis*-ის ფარგლებში პილგერი არჩევს რამდენიმე სახესხვაობას, მათ შორის აღნიშნული აქვს ssp. *saxatilis* (MB) Pilger var. *angustifolia* (Boiss.) Pilger; ამ უკანასკნელი ფორმის სინონიმად პილგერს მიაჩნია *Pl. saxatilis* MB. var. *angustifolia* Boiss. და *Pl. montana* Lam. var. *caucasica* Decne და მათ ადგილსამყოფელს მიუთითებს: ირანი, ლურისტანი (კუბ-დაენა), სომხეთი [8].

უკანასკნელად ა. გროსკეიმს კავკასიის ფლორისათვის საესებით სანართლიანად მოხსენებული აქვს *Plantago saxatilis* MB როგორც დამოუკიდებელი სახეობა. ამასთანავე მოყავს აგრეთვე ბუასიეს სახესხვაობა var. *angustifolia* [2].

¹ აღნიშნული სახეობის გავრცელება მოგვეყვს საქართველოს ფლორაში მიღებული სკე მის მიხედვით.

საპერბარო მასალების შესწავლის პროცესში (დაცულია საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. ბოტ. ინსტიტუტში და საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმში) ჩვენ მიერ აღნიშნულია, რომ ეგზემპლარები, რომლებიც იზრდებიან კავკასიონის სუბალპური სარტყლის მდელოებზე და რომლებიც გარკვეულია როგორც *Pl. saxatilis* MB, თავისი მორფოლოგიური ნიშნებით უფრო მეტად ემსგავსებიან სახესხვაობა *Pl. montana* Lam. var. *caucasica* Decne-ს და მთელი რიგი ნიშანთვისებებით: სიმაღლით, ფოთლების ზომით და მოყვანილობით, ყვავილედის ფორმით და თესლების შეფერვით, მკვეთრად განსხვავდებიან სახეობა *Pl. saxatilis* MB. ეს უკანასკნელი სახეობა—*Pl. saxatilis* MB პირველად დადგენილია მარშალ ბიბერ-შტეინის მიერ 1808 წ. ჩრდილოეთ კავკასიიდან და დახასიათდება შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნებით: მცენარე ვერცხლისებრი ბეწვებითაა მოფენილი; ღერო 10—15 სმ სიმაღლის, ფოთლები მჯდომარე, ლანცეტა ფორმის, წაწვეტებული, კიდეშლიანი. ყვა-ვილედი კვერცხისებრია. ყვავილთანები მომრგვალო, წვერზე წამწამებიანი, ქედი მთლად შებუსვილი, ჯამის ფოთლები მოყვანილობით მომრგვალო, გვირგვინის ფურცლების გადანაღუნე მოგრძო, წაწვეტებული, კოლოფი ცილინდრული ფორმის, თესლი შავი, პრიალა ზედაპირით, კვერცხისებრი ფორმის, ზურგზე ამოპურცული [7].

იზრდება მთელ კავკასიაში ალპური სარტყლის მდელოებზე. კავკასიის ფარგლების გარეთ—ჩრდილოეთ ირანში. ის ეგზემპლარები, რომლებიც გავრცელებულია სუბალპურ ზონაში და ხასიათდებიან გარკვეული მორფოლოგიურა ნიშნებით და გეოგრაფიული გავრცელებით, აგრეთვე განსაკუთრებული ეკოლოგიური პირობებით, მიზანშეწონილია ეცნოთ დამოუკიდებელ სახეობად, როგორცაც, ნომენკლატურის კანონის მიხედვით, ჩვენ ვუწოდებთ *Plantago caucasica*-ს.



Plantago caucasica (Decne) V. Papava

1-თესლი, 2-წყვილის ხედა ნაწილი, 3-ყვავილთანი

სახეობა *Pl. caucasica* (Decne) V. Papava გავრცელების არეალია კავკასია, მცირე აზია და ირანი.

ეს უკანასკნელი სახეობა (*Pl. caucasica*) ფოთლის ზომით, მოყვანილობით და მთელი ჰაბიტუსით მეტად ახლო დგას სახეობა *Pl. montana*-სთან, რომელიც იზრდება ხმელთაშუა ზღვის ოლქში. [1, 6].

სახეობა *Pl. caucasica* (Decne) V. Papava თავისი მორფოლოგიური ნიშნებისა და გეოგრაფიული გავრცელების მიხედვით წარმოადგენს *Pl. montana*-ს შემცველ სახეობას წინა აზიაში.

სახესხვაობა *Pl. saxatilis* MB. var. *angustifolia* Boiss-ს ჩვენ განვიხილავთ სახეობა *Pl. caucasica*-ს სახესხვაობად, სახელდობრ: *Pl. caucasica* (Decne) v. *Papava* var. *angustifolia* (Boiss.) v. *Papava*. ეს უკანასკნელი სახესხვაობა ჩვენ მიერ აღნიშნულია დალესტინიან.

ამას გარდა აღნიშნულ შრომაში სახეობა *Pl. saxatilis*-ის ფარგლებში ჩვენ აღვწერთ ახალ სახესხვაობას:

Plantago saxatilis MB. var. *subnivalis* V. Papava. Folia late lanceolata, sessilia ad 5 cm longa 1,0—1,5 cm lata. Scapi ascendentes 4—5 cm longi. Bracteis late membranaceis, dors carina glabra vix conspicua instructi.

Hab. in regione subnivalis Caucasi Magni.

ფოთლები ფართო-ლანცეტა, მჯდომარე, 5 სმ სიგრძის და 1—1,5 სმ სიგანის. საყვავილე ღერო წამოწეული, 3—5 სმ სიმაღლის, ყვავილთანი მომრგვალო, წვერზე ბლაგვი, ყავისფერი, კიდებზე ფართო სიფრიფანასებრი, ზურგზე ოდნავ შესამჩნევი შიშველი ქედით.

იზრდება მთავარ კავკასიონის ქედზე სუბნივალურ სარტყელში.

შენიშვნა: სახესხვაობა *Pl. saxatilis* MB. var. *subnivalis* ჩვენ მიერ აღნიშნულია დალესტინიდან, მთიულეთიდან (ყაზბეგი) და კახეთიდან (ლაგოდეხი, მთა ხოჩალ-დალი). გარდა ზემოაღნიშნული ადგილმდებარეობებისა, შესაძლებელია ეს სახესხვაობა იზრდებოდეს აგრეთვე მთავარი კავკასიონის ქედის სხვა ადგილებზე.

აკად. ს. ჯანაშიას სახელობის საქართველოს

სახელმწიფო მუზეუმი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.5.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. ხარაძე. ცენტრალური კავკასიონის პერივალციკლური მცენარეულობის საკითხისათვის. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოაზებ, ტ. VII, № 9—10, 1946.
2. А. А. Гроссгейм. Флора Кавказа, т. IV, 1934, Баку
3. E. Boissier et F. Buhse. Aufzählung der auf einer Reise durch Transcaucasien und Persien gesammelten Pflanzen von gemeinschaft mit E. Boissier bearbeitet. Nouv. mem. des naturalistes d. Moscou XII Moscou, 1860.
4. E. Boissier Flora Orientalis, vol IV, Geneva et Basileae, 1879.
5. De Candolle. Prodromus, P. XIII Parisiis, 1852.
6. G. Hegi. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. München, 1915—1918.
7. L. B. Marschall, a. Bieberstein. Flora taurico-caucasica. T. I. Charkoyiae, 1808.
8. R. Pilger. Beiträge zur Kenntnis der gattung *Plantago*. Repertorium specierum novarum regni vegetabilis, XXIII, 12—17, Berlin, 1926.

ბოტანიკა

ბ. ბაზ.ბიძინი და თ. კიხიანი

C ვიტამინის შემცველობა *PHASEOLUS VULGARIS* (L.) SAVI-ს
ქართულ ფორმებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. დეკაბრელევიჩმა 29.6.1948)

ლიტერატურული ცნობები ლობიოს ქართულ ჯიშებში ვიტამინების შემცველობის შესახებ, სამწუხაროდ, სრულიად არ მოგვეპოვება.

გ. ნათაძემ 1936 და 1939 წლებში ჩაატარა გამოკვლევა ორი ნიმუშის ლობიოს მწვანე პარკებში ასკორბინის მჟავას შემცველობაზე, რითაც გამოიჩინა, რომ უკანასკნელის აღდგენილი ფორმა 7-დან 13,5 mg⁰/₀-მდე იყო. სამწუხაროდ, დადგენა იმისა, თუ რომელ ჯიშს ეკუთვნოდა მიღებული შედეგები, ვერ მოხერხდა, რადგან ლობიო საანალიზოდ აღებული იყო ბაზრიდან. გარდა ამისა, უნდა აღინიშნოს ამ ნიმუშებში ასკორბინის მჟავას მეტად მცირე რაოდენობა⁽¹⁾.

ცხრილში ნაჩვენებია გვაქვს თბილისის პირობებისათვის 1944 წლის მოაზრების ლობიოს ზოგიერთ ქართულ ფორმაში C ვიტამინის შემცველობა.

C ვიტამინის განსაზღვრა ჩატარებული იყო:

1) მოუმწიფებელი მწვანე პარკების ტექნიკური სიმწიფის სტადიაში (პარკის საგდულებში და მოუმწიფებელ მწვანე მარცვლებში (ცალ-ცალკე).

2) ტექნიკური სიმწიფის მწვანე პარკებში, რომლებიც ჰაერმშრალ მდგომარეობაში იყო დაყვანილი და

3) მწიფე, გამხმარ მარცვლებში.

სამწუხაროდ, ჩვენ მიერ შესწავლილი ჯიშების რიცხვი დიდი არ არის, მაგრამ ცხრილში მოყვანილი მასალა მაინც უფლებას იძლევა გამოვიტანოთ შემდეგი დასკვნა:

1. ლობიოში C ვიტამინის შემცველობა დამოკიდებულია ჯიშთა თავისებურებაზე. მაგალითად, ჯიშში № 2 (ჩიტკვერცხა) თითქმის ორჯერ უფრო მეტ C ვიტამინს შეიცავს მწვანე პარკის საგდულში და მწვანე მოუმწიფებელ მარცვლებში, ვიდრე ჯიშში № 3 (ცანავა).

განსხვავება C ვიტამინის შემცველობაში სხვადასხვა ჯიშებში შესამჩნევად თანაბრდება მწვანედ გამხმარ პარკებში (სულ 4—5 mg⁰/₀) და გამხმარ მწიფე მარცვლებში (7,0—7,5 mg⁰/₀).

2. ჩვენ მიერ გამოკვლეული მწვანე პარკების საუკეთესო ღირსების მქონე საბოსტნე ტიპის მხვიარა ფორმები (№ 1 და 2) შეიცავს თითქმის ორჯერ უფ-

⁽¹⁾ პროფ. გ. ნათაძეს უღრმეს მადლობას ვუცხადებთ ჯერ კიდევ გამოუქვეყნებელი მონაცემების მოწოდებისათვის.

№	ბოტანიკური აღწერილობა	ანალიზის შესრულების თარიღი	მცენარის ნაწილები, რომლებშიც განსაზღვრულია C ვიტამინის შემცველობა	C ვიტამინის შემცველობა mg%/ით, ნედლეულ ფონაზე გადაანგარიშებით		
				მონარ-შემადე	მონარ-შვის შემ-დ.8	
1	<i>Proles intermedius, grex volubiles, var. rhodello-cremeus olivaccio-zebrinus</i> subv. <i>ellipticus</i> . ჯიში „შავშეთის ლობიო“. გავრცელებულია აჭარაში	7.VII—44	მწვანე პარკის ნედლი საგდულები	45,3	42,3	
			მოუმწიფებელი ნედლი მარცვალი	36,0	29,7	
			1.XII—44	გამშრალი მწვანე პარკები	22,4	18,6
2	<i>Proles intermedius, grex volubiles, var. rhodello-albus vinoso-pardinus</i> subv. <i>sphaer. x ellipt.</i> ჯიში „ჩიტაკერცხა“. გავრცელებულია რაჭაში	15.III—45	მწიფე მშრალი მარცვალი	20,8	6,2	
			11.VII—44	მწვანე პარკის ნედლი საგდულები	47,2	45,3
			1.XII—44	მოუმწიფებელი ნედლი მარცვალი	41,1	32,2
3	<i>Proles orientali-georgicus, grex definitae, var. cr. meus purpureo-pardinus</i> subv. <i>sphaer. x ellipt.</i> ჯიში „ცანავა“. გავრცელებულია ქართლსა და კახეთში	15.III—45	მწიფე მშრალი მარცვალი	13,6	6,3	
			12.VII—44	მწვანე პარკის ნედლი საგდულები	26,5	24,5
			1.XII—44	მოუმწიფებელი ნედლი მარცვალი	22,8	19,2
4	<i>Proles orientali-georgicus, grex definitae var. cremeus atro-porphreo-variegatus</i> subv. <i>ellipt. x compr.</i> გავრცელებულია სიღნაღის რაიონში (კახეთში)	15.III—45	მწიფე მშრალი მარცვალი	18,3	7,1	
			12.VII—44	მწვანე პარკის ნედლი საგდულები	25,5	19,6
			1.XII—44	მოუმწიფებელი ნედლი მარცვალი	26,5	20,6
5	<i>Proles intermedius, grex volubiles, var. stramineus</i> subv. <i>sphaericus</i> გავრცელებულია ხულოს რაიონში (აჭარაში)	15.III—45	მწიფე მშრალი მარცვალი	13,4	6,5	
			1.XII—44	გამშრალი მწვანე პარკები	18,8	16,7
			15.III—45	მწიფე მშრალი მარცვალი	13,4	6,5
5		15.III—45	გამშრალი მწვანე პარკები	18,0	14,4	
			მწიფე მშრალი მარცვალი	16,0	4,9	

რო მეტ C ვიტამინს, ვიდრე კუტი გამოსამარცვლი ჯიში (№ 4) და უნივერსალური ტიპის ლობიო (ცანავა, № 3). აღვილი შესაძლებელია, რომ შემდგომში გამოკვლევები, თუკი ის უფრო დიდ მასალაზე ჩატარდება, გვიჩვენებს სა-

ბოსტნე და გამოსამარცხელი ჯიშების ხსენებული განსხვავების ნამდვილ კანონზომიერებას.

3. როგორც წესი, ნედლი პარკის საგდულები გაცილებით მეტ C ვიტამინს შეიცავს ნედლ მარცვლებთან შედარებით. ზოგ ჯიშში (მაგ., № 1) ეს სხვაობა 10 mg% აღწევს და მხოლოდ ერთ შემთხვევაში შეგვხვდა ასკორბინის მჟავას ოდნავ მეტი შემცველობა ნედლ მარცვალში, საგდულებთან შედარებით (ჯიში № 4, რომლის საგდულებში იყო 25,5 mg%, ხოლო მარცვლებში—26,5 mg%).

4. C ვიტამინის მაქსიმალური რაოდენობა მოხარშვის შემდეგ მწვანე პარკისთვის საშუალოდ შეადგენს 39,0 mg% (ჯიში № 2), ე. ი. ამ შემთხვევაში მოხარშული მწვანე ლობიოს 150 გრამი უზრუნველყოფს ადამიანის დღე-ღამურ საჭიროებას C ვიტამინის მხრივ.

5. საზამთროდ გახმობილი მწვანე ლობიო შეიცავს 18—22 mg% C ვიტამინს. გახმობის დროს (ჩრდილის პირობებში) C ვიტამინი იკარგება, ამასთანავე დანაკარგის პროცენტი ჯიშების მიხედვით სხვადასხვაა. განსაკუთრებით დიდი დანაკარგი (20 mg %/მდის) აქვთ C ვიტამინით მდიდარ ჯიშებს (№ 1 და 2). იმ ჯიშებში კი, რომელთა ვიტამინის შემცველობა საერთოდ დაბალია (№ 3 და 4), დანაკარგიც ბევრად ნაკლებია (4—8 mg%).

6. მარცვლის მომწიფების მსვლელობაში ვიტამინის შემცველობა მცირდება. როგორც ჩვენი მონაცემებიდან ჩანს, მოსავლის აღებიდან 7 თვის შემდეგ (15.III.45) ლობიოს მარცვალი შეიცავდა ვიტამინის 13,4—20,8 mg%-ს, მაშინ როდესაც ჯერ მოუმწიფებელ ნედლ მარცვალში (ტექნიკური სიმწიფის ხტადია) C ვიტამინის შემცველობა იმავე ჯიშებში მერყეობდა 19,2-დან 31,2 mg%-მდე.

7. როგორც ნედლი, ისე გამშრალი პარკის და მწიფე მარცვლის მოხარშვისას ადგილი აქვს ვიტამინის რაოდენობის შემცირებას, მაგრამ ეს შემცირება მწვანე ლობიოში და ნედლ მარცვალში უმნიშვნელოა და, ამრიგად, C ვიტამინის თერმოსტაბილობა ლობიოში საკმაოდ მაღალია. პირიქით, მშრალი და მწიფე მარცვლის მოხარშვა იწვევს ვიტამინის საგრძნობ შემცირებას. უნდა აღინიშნოს, რომ „ცანავა“, რომლის მწვანე პარკიც, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, შედარებით ღარიბია ვიტამინით, გვაძლევს მარცვალს, რომელიც, სხვა ჯიშებთან შედარებით, მოხარშვის შემდეგ C ვიტამინის უდიდეს რაოდენობას ინარჩუნებს (7,1 mg%).

მეტი ჯიშების შემდგომმა გამოკვლევებმა უნდა მოგვცეს უფრო ნათელი სურათი და გამოარკვეოს, რამდენად შემთხვევითია თუ კანონზომიერი ჩვენ მიერ ზემოთ მოყვანილი დებულებანი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.6.1948)

ბოტანიკა

ა. დოლუსხანოვი

ორი ნიქარჩხალი, კავკასიისათვის ახალი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ო. სოსნოვსკიმ 26.7.1948)

ამ შენიშვნაში ჩვენ ვიძლევიტ ნიქარჩხლის ახალი სახეობის *Acer Sosnowskyi*-ს აღწერას და სსრკ-სათვის პირველად მოგვეყავს სამხრეთ ამიერკავკასიაში ნახული *Acer assyriacum* A. Pojark.

Acer Sosnowskyi sp. n.

Arbor ad 25—27 m alt. Folia subcoriacea, cordata, palmato—quinqueloba, pro more ad medium, vel minus dissecta, plerumque 11—13 (8—16) cm longa, 12—16 (8—18) cm lata, discolora, supra obscure—glaucula, glabra subtus pallida, ad angulos inter nervos barbulam rufilam gerentia; lobi lati, brevi, apice breve caudati, ad margine inaequaliter remote dentati. Inflorescentia secunda corymbulosa multiflora. Somarae 26—33 (22—40) mm longae, glabrescentes; alis quam diam. loculis circiter triplo longioribus, subdivergentibus ($\angle 30-70^\circ$) rarius erectis, vei divergentibus ad $\angle 70-120^\circ$. Loculi convexi prope globosi, glabri.

Habit.—In silvis montanis regionis 600—1300 m supra mare. Abchasia bor.-occidentalis.

Typus.—Transcaucasia, Abchasia, faucib. fl. Gega, 800 m supra marae, 4.IX.1934, leg. A. Doluchanov; in Herb. Inst. Botan. Ac. Sc. RSS Georgiae conservatur.

Affinitas.—Haec species pertinere ad ser. *Opulifolia* A. Pojark. sect. *Goniocarpa* A. Pojark. videtur.

Ad *Acer hyrcano* F. et M. recedit: Foliis multo maioribus, minus coriaceis, pro more minus profunde dissectis; liniamenta foliorum cam *A. pseudo-platani* similis *A. Sosnowskyi* somare plerumque quam *A. hyrcani* latiores et breviores.

A. Sosnowskyi გარეგნულად, უმთავრესად ფოთლების ზომითა და მონახულობით, რამდენადმე მოგვეგონებს მთის ბოყეს (*Acer pseudo-platanus*). უფრო გულდასმით გასინჯვისას ადვილი შესამჩნევია, რომ იგი სექცია *Gemmata* A. Pojark-ს კი არ მიეკუთვნება, რომელსაც *A. pseudo-platanus* ეკუთვნის, არამედ *Goniocarpa* A. Pojark. სექციის.

ხმელთაშუა ზღვის სექცია *Goniocarpa* ამჟამად თვრამეტამდე სახეობისაგან შედგება, რომელთა შორის ცხრა სახეობა (*A. Sosnowskyi*-ს ჩათვლით) მიე-

კუთვნება *Opulifolia* A. Pojark.-ის სექციას. უკანასკნელი ხმელთაშუა ზღვის ქვეყნების განსაკუთრებით ტიპობრივი წარმომადგენლები არიან.

Acer hyrcanum F. et. M.-საგან, რომელთანაც *A. Sosnowskyi* ყველაზე ახლოს დგას, იგი კარგად განირჩევა რიგი ნიშანთვისებებით, უწინარეს ყოვლისა კი უფრო მსხვილი (8—15 სმ სიგრძის, 8—18 სმ სიგანის), უფრო ნაკლებ ტყავისებრი და ნაკლები სიღრმით დანაკვეთული ფოთლებით (ნაკვეთები ჩვეულებრივ აღწევენ ფოთლის ფირფიტის $\frac{1}{3}$, უფრო იშვიათად $\frac{1}{2}$). ჩვენი სახეობისათვის დამახასიათებელია აგრეთვე ფოთლის ღრმა გულისებრი ფუძე, ქვედა ნაკვეთების ძლიერ ამოზნექილი გარე კიდის ცოტად თუ ბევრად მკაფიოდ გამოხატული დაკბილულობა და ხშირად ნაკვეთების მოკლე მახვილ წვერად გადაზნექა. ფოთლის ქვედა ზედაპირზე ძარღვების კუთხეებში ბუსუსები მსხვილია, ქერა, მაშინ როდესაც *A. hyrcanum*-სა უმეტეს შემთხვევაში თეთრი ან ღია ყომრალი ფერისაა. *A. Sosnowskyi*-ს ფრთები საშუალოდ რამდენადმე უფრო მოკლე და განიერია. ფუძესთან ისე ძლიერ არაა შევიწროებული, როგორც ჰირკანის ნეკერჩხლის, მათი დაშორების კუთხე უმეტესად 40° და 70° შორის მერყეობს; ფრთები უფრო იშვიათად თითქმის პარალელურია ან ბლაგვი კუთხით შორდებიან ერთმანეთს. კაკლუჭები ძლიერ ამოზნექილია, უმეტესად თითქმის ბირთვისებრივ, შედარებით უფრო მსხვილი, ვიდრე *A. hyrcanum*-ისა; მწიფე კაკლუჭების დიამეტრი 3—3, 5-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ფრთის სიგრძე, მაშინ როდესაც *A. hyrcanum*-ში იგი ჩვეულებრივ ფრთის სიგრძეზე 4—4,5-ჯერ ნაკლებია.

A. Sosnowskyi ყვავილობაში არ ყოფილა შეკრფევილი, ამიტომ ჯერჯერობით სახეობით გარკვეული არ არის ამ ნეკერჩხლის ნათესაობა მის კორესპონდირებულ ხმელთაშუა ზღვის სახეობებთან, რომელთა ერთ-ერთი დამახასიათებელი განმასხვავებელი ნიშანთვისებაა ყვავილების სიდიდე. საპერპარიუმო მასალის გასინჯვა და ლიტერატურული წყაროები მაინც გვაძლევს საფუძველს ჩავთვალოთ, რომ ჩვენი სახეობა საკმაოდ კარგად განსხვავდება ციკლ *Opulifolia*-ს ყველა დღემდე ცნობილი სახეობისაგან. კერძოდ, ფოთლების ფორმით მოგვაგონებს *A. opulifolium* და *A. hispanicum*, მაგრამ მათგან მით განირჩევა, რომ ფოთლის ფირფიტა, უფრო მისი შებუსვაც სხვა ხასიათისაა და კაკლუჭები დიდია, უფრო წესიერი ბირთვისებრივი ფორმისაა. ფოთლის ზომით *A. Sosnowskyi* ახლოს დგას *A. obtusatum*-თან, ოღონდ კარგად განირჩევა მისგან ნაკლები ტყავისებრიობით, განსხვავებული შებუსვით, ნაკვეთების უფრო დაკბილული კიდეებით, უფრო წვრილი ფრთებით, კაკლუჭების სხვა ფორმით და ა. შ.

A. Sosnowskyi ჩვენ შეგვხვდა რამდენიმე ადგილას ჩრდილო-დასავლეთ აფხაზეთში (იუბუშარასა და გევის ხეობაში, ტბა რიცას მიდამოებში, ბზიფის ხეობაში, გაგრის ქედის ფერდობებზე), სადაც იგი საკმაოდ ჩვეულებრივია; გვხვდება შერეულ მთის ტყეებში ზ. დ. 600—1300 მეტრის სიმაღლეზე ცოტად თუ ბევრად კლდიან, ხშირად კირნარ, შედარებით მშრალ, კარგად განათებულ ფერდობებზე. ჩვეულებრივ აქ იგი იზრდება ტყეში ქართულ მუხასთან (*Quercus iberica*), რცხილასთან, ფიჭვთან, იშვიათად წიფლისა და სო-

ქის ტყეებში, მაგრამ, როგორც წესი, ყოველთვის დაბალი ბონიტეტისა და არც ისე დიდი სიხშირის ხეებში, რაც დამახასიათებელია მთის ტყეებისათვის, რომელნიც კლდიან სამხრეთ ფერდობებზე ვითარდებიან.

A. Sosnowski, როგორც A. hircanum, საშუალო სიდიდის ხეა, 27—28 მეტრზე მაღალი ეგზემპლარები ჩვენ არ გვინახავს, ხშირად კი მათი სიმაღლე 22—23 მეტრს არ აღემატება.

ახალ სახეობას სახელწოდებას ვაძლევთ კავკასიის გამოჩენილი ბოტანიკოსის დიმიტრი ივანეს ძე სოსნოვსკის პატივსაცემად.

2. *Acer assyriacum* A. Pojark.

ჩვენ მიერ 1932 წ. ზანგეზურში შეგროვილი *Monspesulanum*-ის ციკლის ნეკერჩხლების გადასინჯვისას შევნიშნეთ, რომ ერთი ეგზემპლარი შესამჩნევად განსხვავდება A. ibericum M. B.-საგან, რომელიც ამ სერიის სახეობებიდან ამიერკავკასიაში დღევანდლამდე ერთადერთია. უფრო დაკვირვებული შესწავლის შედეგად გამოვლადნა, რომ ეს ეგზემპლარი მიეკუთვნება A. assyriacum-ის სახეობას, შედარებით ახლახან აღწერილს ა. ი. პოიარკოვას მიერ ბორნმიულერის მიერ ქუთაისთანში შეგროვილი მასალის მიხედვით, რომელიც მის მიერ ნაჩვენებია აგრეთვე კაპადოკიისათვის.

ჩვენი ეგზემპლარი, შეგროვილი 1932 წ. 20.VII მდინარე სავჩაის ხეობაში (სამხრეთ ზანგეზური), დაახლოებით 800 მეტრის სიმაღლეზე, ყველა ძირითადი დიაგნოსტიკური ნიშანთვისებით, მათ შორის სტერილური ყლორტების ფოთლების ფორმით, კაკლუქების ფორმით და მათი კედლების შეზუსვით, სავსებით შეესაბამება პოიარკოვას მიერ A. assyriacum-ისათვის მოყვანილ დიაგნოზს. აკავკასიის ფარგლებში და აგრეთვე სსრკ-ში მთლიანად ეს სახეობა პირველად არის ნახული.

აღსანიშნავია, რომ A. ibericum ძლიერ ცვალებადობს, ამასთან სამხრეთ ზანგეზურის პირობებში მისი ცვალებადობის ამპლიტუდა განსაკუთრებით დიდია. ხშირად გვხვდება ნიშანთვისებებით A. assyriacum-სკენ გარდამავალი ფორმები, ოღონდ უკანასკნელის რამდენადმე ტიპობრივი ეგზემპლარები, ზემოაღნიშნულის გარდა, შენიშნული არ ყოფილა, მიუხედავად დიდძალი შეგროვილი მასალისა. საფიქრებელია, რომ A. assyriacum და A. ibericum-ის მასობრივ გავრცელებათა საზღვარი უნდა მდებარეობდეს ზანგეზურიდან ცოტა სამხრეთით, ირანის ატროპოტანის ბოტანიკურ პროვინციაში, შესაძლებელია ყარაღაღის მთებშიც კი. ქუთაისთანის ნეკერჩხლის ერთეული ეგზემპლარები არაქსის აუზის მარცხენა სანაპიროზე, თუ ეს ქარის საშუალებით თესლის შემთხვევითი შემოტანა არ არის, ალბათ განხილული უნდა იყოს როგორც A. assyriacum-ის ყველაზე ჩრდილო ფორპოსტები, შემოჭრილი (შესაძლებელია ახლახან) A. ibericum-ის მასობრივი გავრცელების ზონაში. ეს იმას მოწმობს, რომ ორივე სახეობის თანამედროვე არეალები რამდენადმე ფარავს ერთმანეთს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 21.8.1948)

დავით კობახიძე

მასალები აკრიდოფაუნის თვისობრივი და რაოდენობრივი შედგენილობის შესწავლისათვის სამგორის სისტემის სტაქეოზში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ზაიცვემა 29. 10. 1948)

I. შესავალი

საქართველოს აკრიდოფაუნის ზოგიერთ წარმომადგენელს, განსაკუთრებით მასობრივი გამრავლების წლებში, დიდი ზიანი მოაქვს მრავალი ძვირფასი სას. სამ. კულტურისათვის. საქართველოს აკრიდოფაუნის ყველაზე უფრო სრული ინვენტარიზაცია მოცემულია რ. სავენკოს [1] ნაშრომში.

საქართველოს აკრიდოფაუნის ბიოლოგიური და ეკოლოგიური შესწავლა თითქმის არ წარმოებს. ამიტომ არ არის გასკვირი ის გარემოება, რომ ჩვენ აქამდე არ გავგაჩნია სპეციალური მონაცემები აკრიდოფაუნის გაღრმავებული შესწავლისა საქართველოს ცალკეული ლანდშაფტური ზონების მიხედვით, სახელდობრ, სამგორის სისტემის სტეპების მიხედვით.

სამგორის სისტემის სტეპური მასივები განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს აკრიდოფაუნის თვისობრივი და რაოდენობრივი შედგენილობის შესწავლის თვალსაზრისით. საქმე ისაა, რომ ეს სტეპები ამჟამად თავისი ეკოლოგიური პროფილის მიხედვით საკმარისად დამახასიათებელ ადგილსამყოფელს წარმოადგენს აკრიდოფაუნის მრავალი სახეობისათვის; ამას გარდა, ამ მასივებზე უახლოეს დროში მოეწყობა სარწყავი სისტემის ქსელი. ამ სტეპის ცხოვრებაში ასეთი რადიკალური ჩარევა უეჭველად შექმნის ამ მასივის წინანდელი ეკოლოგიური პროფილის საგრძნობლად შეცვლის პირობას. ამასთან დაკავშირებით ჩვენ დავისახეთ ამოცანად: 1) დაგვედგინა აკრიდოფაუნის თვისობრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობა სამგორის სისტემის სტეპების ცალკეული ნაკვეთების მიხედვით; 2) გამოვევრკვია აკრიდოფაუნის ცალკე სახეობათა შორის ურთიერთ რაოდენობრივი თანაფარდობა ამ მასივის ცალკეული ნაკვეთების მიხედვით; 3) მოგვეცა აკრიდოფაუნის ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი სახეობების შესაძლებელი პროგნოზი სამგორის სტეპების ირიგაციის განხორციელების შემდეგ.

ჩვენი საველე სამუშაოები წარმოებდა სამგორის სტეპების სხვადასხვა ნაკვეთზე 1947 და 1948 წ.წ. განმავლობაში⁽¹⁾.

⁽¹⁾ აკრიდოფაუნის აღრიცხულ ინდივიდთა სახეობრივი კუთვნილება დადგენილ იქნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის უფრ. მეცნ. თან. რ. სავენკოს მიერ, რისთვისაც მას მადლობას მოვასენებ.

II. მასალა და მეთოდი

სამუშაოები წარმოებდა სამგორის სისტემის სტეპების ბალახნარებში. სტაციონარული გამოკვლევები თავმოყრილ იქნა ოთხ ნაკვეთზე: 1) სადგ. მთავარი არხის მიდამოები (ნახევრად უღებნოსებრი მინდორი); 2) სადგ. გარდაბნის მიდამოები (სტეპური მინდორი, სტეპური ნაირბალახნარები); 3) რკ. გზაზე აეროპორტის მიდამოები (სტეპური მინდორი, სტეპური ნაირბალახნარები); 4) სადგ. ვაზიანის მიდამოები (სტეპური მინდორი, სტეპური ნაირბალახნარები). ეს მასივები გამოყენებულია ზამთრის საქოვრებად. როგორც ფაუნისტური, ასევე რაოდენობრივი აღრიცხვები სავგეტაციო პერიოდის განმავლობაში წარმოებდა.

რაოდენობრივი თანაფარდობის გამოსაკვლევად გამოყენებულ იქნა სავსე ბიოცენოლოგიური გამოკვლევების მეთოდი—ენტომოლოგიური მწერბადით რაოდენობრივი აღრიცხვის მეთოდი. ამასთან, სინჯის ერთეულად პირობით მიღებულ იქნა ენტომოლოგიური მწერბადით 300-ჯერადი მოთიბვა (300 მოსმა) შესასწავლი ნაკვეთების სხვადასხვა ადგილას. გამოყენებული მწერბადის რგოლის დიამეტრი უდრიდა 0,31 მ, მწერბადის მოქნევის სიგრძე—1 მ. მაშასადამე, სინჯის ერთეულად ითვლებოდა დაახლოებით 22,7 მ² მოცულობის მოთიბული მცენარეულობა (თითოეულ ნაკვეთზე სულ აღებულ იქნა 7 სინჯი, ე. ი. დაახლოებით მოთიბულ იქნა 159,9 მ² მოცულობის მცენარეულობა). მოთიბებებოდა ერთდროულად ბალახნარების როგორც ვეგეტაციური, ასევე გენერაციული იარუსები. სინჯების აღება წარმოებდა დღის 11--14 საათებში და, შესაძლებლობის მიხედვით, მზიან, წყნარ დღეებში.

სინჯებში შესულია მწერების როგორც ახალგაზრდა სტადიები, ასევე ზრდასრული ფორმები. ცხადია, ამ ადგილისათვის აკრიდოფაუნის შედარებით მცირერიცხოვანი და შემთხვევითი მრავალი წარმომადგენელი ჩვენს აღრიცხვებში ვერ მოხვდებოდა, ამიტომ ამ ნაშრომში მოცემული ფაუნისტური შედეგნილობა რამდენიმედ შესაძლებელია არ იყოს ამომწურავი. ყოველ შემთხვევაში, სამგორის სისტემის აკრიდოფაუნის სპეციფიკა საკმაოდ სრულადაა გამოხატული.

III. შედეგების განხილვა

კალიების დაჯამებული რაოდენობრივი თანაფარდობა ცალკეული ადგილ-სამყოფელებისა და სინჯების მიხედვით მოცემულია ცხრ. 1-ში.

გაზაფხულზე კალიების აღრიცხულ სახეობათა რაოდენობა მინიმალური იყო, შემდეგ, ზაფხულში, გამრავლების შედეგად ისინი მაქსიმალური რაოდენობით აღირიცხნენ, შემოდგომისაკენ კი კალიების რაოდენობამ კვლავ იკლო. კალიების რაოდენობრივი განლაგება სამგორის სისტემის ცალკეული ნაკვეთების მიხედვით არათანაბარია, რადგან მიკროეკოლოგიური პირობები (ნიდაგები, მცენარეულობა, სხვა თანამგზავრ მწერთა კომპლექსი და სხვ.) სხვადასხვაგვარია. ასე, მაგალითად, თუ მთავარი არხის მიდამოებში აკრიდოფაუნა რაოდენობრივად მინიმუმითაა წარმოდგენილი (მთელი აღრიცხული რაოდენობის

11,7⁰/₀), სტეპურ მიწდორში რკ. გზ. ბაქან აეროპორტის მიდამოებში ისინი რაოდენობრივად მაქსიმუმითაა წარმოდგენილი (მთელი აღრიცხული რაოდენობის 42,4⁰/₀); რაც შეეხება სხვა ნაკვეთებს, აკრიდოფაუნა იქ შუალედი რაოდენობრივი მაჩვენებლებით ხასიათდება.

ცხრილი 1

№.№ რიგით	ადგილსამყოფელი	კალიების რაოდენობა ნაკვეთებსა და სინჯებში თითოეული აღრიცხვის მიხედვით (300-ჯერადი მოსმა, ე. ი. 22,7 მ ³ მოცულობის მცენარეულობის მოთიბვა)								სულ 7 სინჯში (2100 ჯერადი მოსმა, ე. ი. 158,9 მ ³ მოცულობის მცენარეულობის მოთიბვა)	
		16—19 IV	19—22 V	10—13 VI	1—4 VII	10—13 VIII	19—22 IX	23—26 X	სიკარბე ეგზ.	დომინირება %/0	
1	სად. მთავარი არხის მიდამოები	1	2	20	36	17	14	9	99	11,7	
2	სად. გარდაბნის მიდამოები	3	5	30	90	28	18	15	189	22,4	
3	რკ. გზ. ბაქან აეროპორტის მიდამოები	0	2	50	120	109	48	30	359	42,4	
4	სად. ვაზიანის მიდამოები	2	5	27	62	50	30	23	199	23,5	
ს უ ლ		6	14	127	308	204	110	77	846	100	

კალიების აღრიცხულ სახეობათა რაოდენობრივი თანაფარდობა ცალკეული ნაკვეთების მიხედვით (ყველა სინჯში) მოცემულია ცხრ. 2-ში.

ამგვარად, სამგორის სისტემის სტეპებში ჩვენ მიერ რეგისტრირებულია კალიების 30 სახეობა, რაც შეადგენს საქართველოსთვის ცნობილ კალიების სახეობათა რაოდენობის 38,0⁰/₀ (რ. სავენკოს [1] მონაცემების მიხედვით საქართველოში რეგისტრირებულია კალიათა 79 სახეობა). თვისობრივი შედგენილობა ნაკვეთების მიხედვით სხვადასხვაა; ასე, მაგალითად, სადგ. მთავარი არხის მიდამოებში აღრიცხულია 17 სახეობა, სადგ. გარდაბნის მიდამოებში 18 სახეობა, რკ. გზ. ბაქან აეროპორტის მიდამოებში—19 სახეობა და სად. ვაზიანის მიდამოებში—10 სახეობა; ამასთან აღნიშნულია რიგი შემთხვევები, როდესაც ესა თუ ის სახეობა აღრიცხვაში მოხვდა ერთ ნაკვეთზე და არ აღრიცხულა მეორე ნაკვეთზე. მაგალითად, *Chorthippus dorsatus* აღრიცხული იყო რკ. გზ. ბაქან აეროპორტის მიდამოებში, *Celes variabilis carbonaria*—მხოლოდ სად. გარდაბნის მიდამოებში, *Thisoecetrinus pteroscichus*—მხოლოდ სად. მთავარი არხის მიდამოებში, *Aiolopus strepens*—მხოლოდ სად. ვაზიანის მიდამოებში.

ცხრილიდან ჩანს აგრეთვე ის, რომ სამგორის სისტემის სტეპებში რაოდენობრივად დომინირებს *Chorthippus bicolor* (სიკარბე 260 ეგზ., დომინირება 30,8⁰/₀); შედარებით მნიშვნელოვანი რაოდენობით წარმოდგენილია აგრეთვე: *Calliptamus italicus* (სიკარბე 148 ეგზ., დომინირება 17,5⁰/₀), *Chorthippus albomarginatus* (სიკარბე 141 ეგზ., დომინირება 16,6⁰/₀). მრავალი სახეობა (*Anacridium aegyptium*, *Chorthippus dorsatus*, *Oedipoda miniata*, *Dociostaurus brevicollis*, *Thisoecetrinus pteroscichus*, *Stenobothrus nigromaculatus* და *Omocestus he-*

morrhoidalis) აღრიცხულია მინიმალური რაოდენობით (თითოეულის სიჭარბე უდრის 1 ეგზ., თითოეულის დომინირება—0,1%). ყველა დანარჩენი სახეობა სიჭარბისა და დომინირების მიხედვით შუალედ ადგილს იჭერს.

ცხრილი 2

№№ რიგით	კალეების სახეობათა დასახელება	კალეების რაოდენობა ნაკვეთების მიხედვით ყველა სინჯში (2100-ჯერადი მოლ-მა, ე. ი. 158,9 მ ² მოცულობის მკენარეულობის მოთიბვა)					ს	უ	ლ
		საღ. მოვერა- არის მიღ- ამები	საღ. გარდაბ- ნის მიღამუ- ბი	ბაქან აერო- პორტის მი- ღამები	საღ. ვახანის მიღამები	სიჭარბე ეგზ.	დომინირება %/6		
1	<i>Chorthippus bicolor</i> L.	17	60	103	81	260	30,8		
2	<i>Chorthippus albomarginatus</i> Dej.	1	31	92	17	141	16,6		
3	<i>Chorthippus mollis</i> Ch.	1	5	12	4	22	2,7		
4	<i>Chorthippus dorsatus</i> Zett.	—	—	1	—	1	0,1		
5	<i>Chorthippus loratus</i> F.—W.	—	—	77	—	77	9,1		
6	<i>Calliptamus italicus</i> L.	40	19	44	45	148	17,5		
7	<i>Calliptamus tenuicercis</i> Tarb.	3	—	—	—	3	0,4		
8	<i>Acrida turrita</i> L.	1	17	3	15	36	4,2		
9	<i>Locusta migratoria</i> L.	—	1	1	—	2	0,2		
10	<i>Cetes variabilis carbonaria</i> Uv.	—	13	—	—	13	1,5		
11	<i>Nacarodes serricollis</i> F.—W.	—	2	—	—	2	0,2		
12	<i>Oedipoda coerulescens</i> L.	1	9	1	11	22	2,7		
13	<i>Oedipoda miniata</i> Pall.	—	1	—	—	1	0,1		
14	<i>Sphingonotus coeruleipes djakonovi</i> Mistsh.	—	1	2	—	3	0,4		
15	<i>Acrotylus insubricus</i> Scop.	4	7	2	15	28	3,3		
16	<i>Tmethis bilobus</i> Stal.	11	—	—	—	11	1,4		
17	<i>Doclostaurus maroccanus</i> Thumb.	1	—	1	—	2	0,2		
18	<i>Doclostaurus albicornis</i> Ev.	1	2	—	—	3	0,4		
19	<i>Doclostaurus brevicollis</i> Ev.	—	—	1	—	1	0,1		
20	<i>Oedaleus decorus</i> Germ.	1	1	1	5	8	0,9		
21	<i>Oedaleus senegalensis</i> Kk.	1	15	13	5	34	4,0		
22	<i>Thisoecetrinus pteroscichus</i> F.—W.	1	—	—	—	1	0,1		
23	<i>Pyrgomorpha guentheri</i> Burr.	13	—	—	—	13	1,5		
24	<i>Aiolopus thalassinus</i> F.	11	—	1	—	2	0,2		
25	<i>Aiolopus strepens</i> Latr.	—	—	—	1	1	0,1		
26	<i>Stenobothrus fischeri</i> Ev.	1	2	2	—	5	0,6		
27	<i>Stenobothrus nigromaculatus</i> H.—Sch.	—	—	1	—	1	0,1		
28	<i>Acridella nuda</i> L.	—	3	—	—	3	0,4		
29	<i>Omocestus heomorhoidalis</i> Charp.	—	—	1	—	1	0,1		
30	<i>Anacridium aegyptium</i> L.	—	1	—	—	1	0,1		
	ს უ ლ	99	189	359	199	846	100		

როგორც მოსალოდნელი იყო, აღრიცხულ სახეობათა უმრავლესობის გავრცელება (მაგალითად, *Calliptamus italicus*, *Doclostaurus maroccanus*, *Doclostaurus brevicollis*, *Oedipoda coerulescens*, *Oedipoda miniata*, *Pyrgomorpha brachyptera*, *Acrotylus insubricus* და ზოგ. სხვ.) შეგუებულია ისეთ ლანდშაფტურ ზონებთან, როგორცაა სამეორის დაბლობი (სტეპური და ნახევრად უდაბნოსებრი ლანდშაფტური ზონა). თუმცა აღრიცხულია ისეთი სახეობებიც, რომლებიც არ არიან

დამახასიათებელი ამგვარი ადგილსამყოფელისათვის (მაგალითად, *Aiolopus thalassinus* ითვლება უფრო ტენოკვიარულ სახეობად). რაც შეეხება რაოდენობრივად დომინანტურ სახეობას (*Chorthippus bicolor*), ის ძლიერ ფართოდ გავრცელებული სახეობაა და ბინადრობს საქართველოს თითქმის ყოველგვარ ლანდშაფტურ ზონაში და რესპუბლიკის ვერტიკალური კრილების თითქმის ყველა სიმაღლეზე (ალპურ ზონამდე).

აღრიცხულ სახეობათა ზოგეოგრაფიული კუთვნილება სხვადასხვაგვარია. უმრავლესობა ხმელთაშუაზღვისეული გავრცელების სახეობებია (მაგალითად, *Anacridium aegyptium*, *Acridella nasuta*, *Doclostaurus maroccanus*, *Aiolopus strepens*, *Oedaeus decorus*, *Oedipoda coerulea*, *Acrotylus insubricus* და ზოგ. სხვ.), მრავალი სახეობა საერთოდ ფართოდ გავრცელებული პალეარქტიკული სახეობაა (მაგალითად, *Acrida turrita*, *Aiolopus thalassinus*, *Locusta migratoria*, *Oedaeus senegalensis*, *Chorthippus bicolor*, *Chorthippus albomarginatus* და ზოგ. სხვ.). ამასთან ერთად ამ კომპლექსში ჩართულია აგრეთვე ზოგიერთი სახეობა (სულ 3 სახეობა), რომლებიც თავისი ზოგეოგრაფიული გავრცელებით ძლიერაა შეზღუდული, ისინი ითვლებიან ირანისეულ და თურანისეულ სახეობებად (მაგალითად, *Nocarodes serricollis*, *Tmethis bilobus*, *Doclostaurus abicornis*). გვხვდება ბორეალური გავრცელების მქონე სახეობაც (*Omocestus haemorrhoidalis*) და ე. წ. პირობითი ენდემიკიც (*Celes variabilis carbonaria*).

აკრიდოფუნის აღრიცხული შედგენილობიდან ყველაზე საშიში მომავალში, სამგორის სისტემის ახლანდელი სტეპების სამეურნეო ათვისების შემდეგ, იქნებიან: *Calliptamus italicus*-ს და *Doclostaurus maroccanus*-ს (განსაკუთრებით პირველი), რომლებიც საერთოდ გეხედებიან აღმ. საქართველოს კულტურულ მიწებზე და ზოგჯერ, მასობრივი გამრავლების წლებში, შესამჩნევი ზარალი მოაქვთ. შეიძლება ზოგიერთი მნიშვნელობა ჰქონდეთ აგრეთვე *Locusta migratoria*-ს და *Anacridium aegyptium*-ს. რაც შეეხება სხვა აღრიცხულ სახეობებს, ისინი ალბათ მომავალში ვერ შეძლებენ სოფლის მეურნეობისათვის შესამჩნევ მავნებლობას.

IV. დ ა ს კ ე ნ ა

1. სამგორის სისტემის სტეპებში აღრიცხულია კალიების 30 სახეობა, რაც შეადგენს საქართველოსათვის ცნობილი კალიების მთელი რაოდენობის 38,0% (სულ საქართველოში აღრიცხულია 79 სახეობა).

2. რაოდენობრივად დომინანტი სახეობაა *Chorthippus bicolor* (დომინირება 30,8%), რაოდენობრივად მნიშვნელოვანია — *Calliptamus italicus* და *Chorthippus albomarginatus* (პირველის დომინირებაა 17,5%, მეორის — 16,6%). მრავალი სახეობა აღრიცხულია ერთეული ეგზ. (მაგალითად, *Anacridium aegyptium*, *Oedipoda miniata*, *Doclostaurus brevicollis* და ზოგ. სხვ.), თითოეულის დომინირებაა 0,1%. უმრავლესობას დომინირების მიხედვით შუალედი ადგილი უჭირავს.

3. აღრიცხულ სახეობათა უმრავლესობა თავისი გავრცელებით მნიშვნელოვნად შეგუებულია სტეპურ ლანდშაფტურ ზონებს. ზოგიერთი სახეობა არ შეიძლება ჩაითვალოს სამგორის ლანდშაფტური ზონის ტიპობრივ მობინადრედ. გვხვდებიან აგრეთვე თითქმის ევრიზონალური სახეობებიც (მაგალითად, *Chorthippus bicolor*).

4. ზოოგეოგრაფიული კუთვნილების მიხედვით ასეთი თანფარდობა მიღებული: უმრავლესობა (14 სახეობა) ხმელთაშუაზღვისეული სახეობაა, მრავალი (11 სახეობა) პალეარქტიკული სახეობაა. ზოგიერთ სახეობას უფრო შეზღუდული გავრცელების არეალი აქვს (2 სახეობა ირანისეულია, 1 სახეობა თურანისეულია, 1 სახეობა ბორეალურია, 1 სახეობა პირობითი ენდემიკია).

5. კალიების ყველა აღრიცხული სახეობიდან მხოლოდ 4 სახეობა შეიძლება გახდეს იმ სას.-სამ. კულტურების მავნებლად, რომელთა გაშენებაცაა დაპროექტებული სამგორის სისტემის მომავალ სარწყავ ტერიტორიაზე. ამ 4 სახეობიდან ალბათ *Calliptamus italicus* იქნება მთავარი მავნებელი, *Dociostaurus maroccanus*— უფრო ნაკლები, ხოლო *Anacridium aegyptium* და *Locusta migratoria* უფრო შემთხვევითი მავნებლები იქნებიან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.10.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Р. Ф. Савенко. Обзор саранчовых Закавказья. Труды Зоологического сектора Груз. Филиала АН СССР, т. III, 1941.

ზოოლოგია

ირ. ბათიაშვილი

ლაბორატორიული ცდების მეთოდის საკითხის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ნ. კეცხოველმა 8.12.1948)

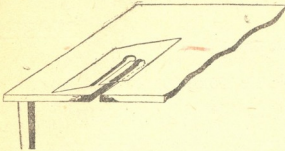
ხე-მცენარეების ფოთლებსა და ნაყოფებზე დასახლებული ფიტოფაგა მწერებისა და ტკიპების ზოგიერთი ბიო-ეკოლოგიური მომენტის შესასწავლად თერმოკამერის პირობებში მკვლევარები ჩვეულებრივ წყალში ან ფიზიოლოგიურ ხსნარში ჩაშვებული მოჭრილი ტოტებით სარგებლობენ. ცნობილია, რომ ასეთი ტოტების ფოთლები და ნაყოფები, ჯერ ერთი, ცდის დამთავრებამდე ვერ ინარჩუნებენ თავის სიახლეს და ჭკნებიან, მეორეც—ხსნარი თუ წყალი, რომელშიაც ჩაშვებული იყო ტოტი, აორთქლების გამო არ იძლევა საშუალებას მთელი ცდის მანძილზე ვიქონიოთ ჩვენთვის სასურველი ჰაერის ტენიანობა. გარდა ამისა, ფოთლების დაჭკნობის გამო საჭირო ხდება ცდისთვის გამოყენებული ორგანიზმების გადატანა სხვა ტოტებზე, რომლებზედაც დაუმკნარი ფოთლებია, ყველა ამას კი არ შეუძლია გავლენა არ მოახდინოს მაგენ ორგანიზმის როგორც ცხოველმყოფელობაზე და მისი განვითარების სისწრაფეზე, ისე მიღებულ შედეგებზე, რომლებიც, რასაკვირველია, არ გამოსახავენ სინამდვილეს, რის გამოც მიღებული მონაცემების შეფასების შედეგები საკმაოდ ზუსტი არ იქნება. ეს ხდება იმ ხარვეზის გამო, რომელსაც ამ მხრივ ადგილი აქვს ლაბორატორიული ცდების მეთოდისაში.

ზემოაღნიშნული ხარვეზის თავიდან აცილების მიზნით ჩემ მიერ გამოშვებული იყო ექვმოთ აღწერილი მეთოდი, რომლითაც უკვე რამდენიმე წელიწადია ვსარგებლობ როგორც მე, ისე ზოგიერთი სხვა მკვლევარი—როგორც მაგენ ორგანიზმების ბიოლოგიისა და მათი განვითარების შესწავლისას, ისე ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის, ჰაერის ტენიანობისა და ტემპერატურის კომპლექსური მოქმედების შესწავლისას იმ ცოცხალი მცენარეების ფონზე, რომელთაც საკუთარი ფესვთა სისტემა აქვთ და ნორმალური რწყევით სარგებლობენ თერმოკამერის პირობებში.

მცენარის ვარჯიდან ფესვთა სისტემის იზოლირებისათვის ჩემ მიერ დამზადებული იყო შემდეგი სამარჯვი: მაგიდაში, სიგანით 50 სმ და სიმაღლით 80 სმ, კეთდება 15—20 სმ სიგრძის განაჭერი (ვარჯის მოცულობის მიხედვით), რომელიც მთავრდება ბოლოში მრგვალი ხერელით მცენარის ღეროსათვის.

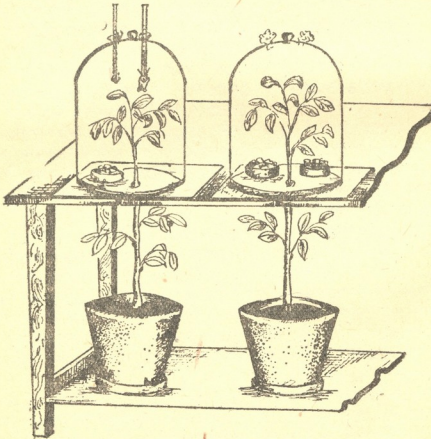
ამ სიგრძითი განაჭერის საშუალებით მცენარის ღერო შეგვაქვს მრგვალ ხერელში, რომლის დიამეტრიც ღეროს დიამეტრზე მეტია. ზევიდან მაგიდას დაეთარება შუშის ფირფიტა (30×30 სმ), ისეთივე სიგრძითი განაჭერით და მრგვალი ხერელით, როგორც მაგიდაშია (იხ. ნახ. 1). ამრიგად ქოთან მცე-

ნარის ფესვებით რჩება მაგიდის ქვეშ, ვარჯი კი შუშის ფირფიტის ზევით. მაგიდაში როგორც განაქვრი, ისე ხვრელის ნაპირებსა და მცენარის ღეროს შორის დარჩენილი ღრეჩო ივლისება ინდიფერენტული პასტი (ცვილით ან სხ.), რომელსაც ზევიდან დაეფარება ქალაღი. მცენარის ვარჯს დაეფარება შუშის თალფაქი, რომელსაც სახელურის აქეთ იქით ორი ხვრელი აქვს, როგორც მიღებულა, მშრალი და სველი თერმომეტრის ჩასაშვებად. თალფაქის ნაპირებს ესმება ვაზელინი—თალფაქის შუშის ფირფიტასთან მჭიდროდ შეხების მიზნით (იხ. ნახ. 2).



ნახ. 1

მაგიდაში ხვრელების რიცხვი და, მაშასადამე, მაგიდის სიგრძე დამოკიდებულია ცდაში გამოყენებული მცენარეების რიცხვზე.



ნახ. 2

ასეთი სამარჯვი იძლევა საშუალებას:

ა) ცდები ვაწარმოოთ არა მოკრილი ტოტების, არამედ ცოცხალი მცენარის ფონზე;

ბ) მცენარის ფესვთა სისტემა ნორმალურ მდგომარეობაში გვექონდეს როგორც მორწყვის, ისე ჰაერაციისა და სხ. მხრივ;

გ) შევინარჩუნოთ თალფაქში სხვადასხვა მარილის საშუალებით მიღებული ჩვენთვის სასურველი ჰაერის ტენიანობა მცენარის ნორმალური რწყვის პირობებში.

ლ. პ. ბერიას სახ. საქართველოს
სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი
თბილისი

(რეჰაქციის მთავიდა 8.12.1948)

პარაზიტოლოგია

ბ. ჟურაშვილი

ფრინველების ახალი ტრემატოდა—*EUCLINOSTOMUM SKRJABINI*
NOV. SP.

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ხაიცივაძემ 27. 10. 1948)

საქართველოს სანადირო-სარეწაო ფრინველთა ჰელმინთოფაუნის შესწავლისას ჩვენ რუხი ყანჩის საყლაპავ მილში ვიპოვეთ ტრემატოდის ერთი ეგზემპლარი. დეტალური შესწავლის შედეგად ის აღმოჩნდა ოჯახი *Clinostomatidae* Lühe, 1901, ქვეოჯახი *Clinostomatinae* Pratt, 1901 და გვარი *Euclinostomum* Travassos, 1928, წარმომადგენელი.

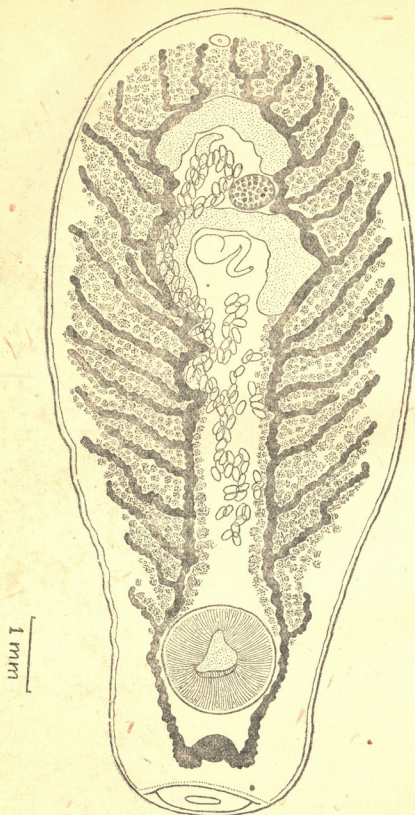
Euclinostomum skrjabini nov. sp.

მასპინძელი—*Ardea cinerea* L.—რუხი ყანჩა, ლოკალიზაცია—საყლაპავი მილი, მოპოვების ადგილი—საქართველოს სსრ, ბაზალეთის ტბა (დუშეთის რაიონი), მოპოვების სიხშირე—1 ეგზემპლარი 9 გამოკვლეული ფრინველიდან.

სახეობის აღწერა. წაგრძელებული სხეული, სადა კუტიკულით და ფართო უკანა ბოლოთი; სხეულის სიგრძე 11124 მმ, მაქსიმალური სიგანე 4,635 მმ, 0,329 მმ სიგრძისა და 1,030 მმ სიგანის, პირის მისაწოვარი მდებარეობს თერმინალურად. არსებობს რუდიმენტური ხახა. ძლიერ განვითარებული მუცლის მისაწოვარი, 1,503 მმ დიამეტრით, მდებარეობს მედიალურად სხეულის პირველ ნახევარში, პირის მისაწოვრიდან 0,847 მმ დაშორებით. საყლაპავი მილი არ არსებობს. ნაწლავის ტოტები ხასიათდება მარჯვნივ 16, ხოლო მარცხნივ 17 გრძელი, ლატერალურად გამოსული და უკან მიმართული ბრმა დივერტიკულით.

სასქესო ორგანოები მოთავსებულია სხეულის უკანა ნახევარში. ორივე სათესლე მდებარეობს მედიალურად, ერთიმეორის უკან და აქვს ნალის ფორმა, რომელთა ბოლოები მიმართულია წინ. პირველი სათესლის ჩაღრმავებაში ძვეს სასქესო ბურსა, სადაც მოთავსებულია სასქესო ხვრელიც. წინა სათესლის სიგრძეა 1,421 მმ და მაქსიმალური სიგანე—1,957 მმ. უკანა სათესლე ზომით 1,133×1,709 მმ, მის ჩაღრმავებაში ძვეს ფესლმიმღები.

ოვალური ფორმის საკვერცხე, ზომით 0,556×0,543 მმ, მოთავსებულია სხეულის მარჯვენა მხარეს სათესლეებს შორის. საყვიორეები შედგება წვრილი ფოლიკულებისაგან, რომლებიც განფენილი არიან მუცლის მისაწოვრის უკანა რკალის დონიდან, ორი ფართო ლენტის სახით მიიმართებიან სხეულის უკანა ბოლომდე და იქვე უერთდებიან ერთმანეთს. საყვიორე რეზერვუარი არ არსებობს.



Euclinostomum skrjabini nov. sp.

საკმარისად განვითარებული საშვილოსნო იწყება თესლმიმღებიდან და მიმართება წინ, მაგრამ ვერ აღწევს მუცლის მისაწოვრის უკანა რკალამდენაწლავის უკანა დივერტიკულებს შორის მოთავსებულია ოვალური ფორმის ექსკრეტორული ბუშტი. კვერცხი მოთეთრო-მოყვითალო ფერისაა, სიგრძე — 0,107 მმ, სიგანე — 0,064 მმ.

დიფერენციალური დიაგნოზი

ლიტერატურული მონაცემების [1] მიხედვით, გვარი *Euclinostomum*-დან ცნობილია მხოლოდ სამი სახეობა: 1) *Euclinostomum heterostomum*, Rudolphi, 1819). 2) *Euclinostomum clarias* (Dubois, 1929 და 3) *Euclinostomum multicaecum* Tubangui et Mailungan, 1935.

ორი უკანასკნელი სახეობა აღწერილია მხოლოდ მეტაცერკარიების მიხედვით და ამიტომ დიფერენციალურ დიაგნოზს ვიძლევიტ *Euclinostomum heterostomum*-თან დაპირისპირებით.

ჩვენი სახეობა *Euclinostomum heterostomum*-ისაგან განსხვავდება შემდეგი ნიშანთვისებებით:

1) *E. heterostomum*-ს ნაწლავის თითოეულ მხარეზე აქვს 9—11 დივერტიკული, რომელთაგან ზოგიერთი ბოლო ნაწილში ტოტიანდება, ჩვენს სახეობას კი ნაწლავის თითოეულ მხარეზე აქვს 16—17 ბრმა დივერტიკული, რომლებიც არ ტოტიანდებიან.

2) *E. heterostomum*-ს სათესლეები აქვს სხვადასხვა ფორმის, წინა სათესლეს აქვს მცირე ჩაღრმავება, უკანა კი კომპაქტურია, აქვს სამკუთხედის ფორმა; ჩვენი სახეობის ორივე სათესლეს კი აქვს ძლიერ დიდი ჩაღრმავება და ფორმით მოგვაგონებს ნალს, რომლის ბოლოები წინ არის მიმართული.

3) *E. heterostomum*-ს ნაწლავის დატოტიანება ეწყება მუცლის მისაწოვრის უკანა მხრის დონიდან, ჩვენს სახეობას კი — მუცლის მისაწოვრის უკანა მხარის ცოტათი წინ.

ყოველივე ზემოთქმული გვაძლევს უფლებას აღწერილი სახეობა ჩავთვალოთ ახალ სახეობად. ჩვენ ვუწოდებთ *Euclinostomum skrjabini*-ს — ჩვენი მასწავლებლის, საბჭოთა ჰელმინთოლოგიური მეცნიერების შემქმნელის, აკადემიკოს კ. სკრიაბინის პატივსაცემად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 27. 10. 1943)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. К. И. Скр я б и н. Тр е м а т о д ы ж и в о т н ы х и ч е л о в е к а, т о м 1. М о с к в а, 1947, с т р . 78—82.

ისტორია

ბ. თაყაიშვილი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი

საინდან და როგორ ბაჩნდა „ქართლის მოქცევის“ ქრონიკაში
სახელწოდება „არიან ქართლი“?

უდროოდ გარდაცვალებული ჩვენი სახელოვანი მეცნიერი აკად. სიმონ ჯანაშია ერთს თავის უმნიშვნელოვანეს გამოკვლევაში ([1], გვ. 633 და შემდეგ.), სხვათა შორის, დაწვრილებით ეხება „ქართლის მოქცევის“ ლიტერატურას და მართებულად აღნიშნავს, რომ ამ ნაწარმოების ერთი ადგილი, შემდეგ გადაკეთებული, მქრალი ტექსტის მიხედვით, რომელსაც მანამდე ყველა მკვლევარი კითხულობდა „არიან ქართლი“, უნდა იკითხებოდეს „არიან ქართლი“.

აგტორის აზრით, ეს შეცდომა მით უფრო საკვირველია და გაუგებარი, რომ თვით „ქართლის მოქცევის“ ქრონიკაში და მის მომდევნო „წმინდა ნინოს ცხოვრებაშიც“ რამდენჯერმე მეორდება სიტყვა „არიან ქართლი“. ამას გარდა, მან ყურადღება მიაქცია იმ გარემოებას, რომ წმ. ნინოს მეტაფორასტში, რომელიც პ. კარბელაშვილის რედაქციით გამოცა საეკლესიო მუზეუმმა (გამომცემელი მას X საუკუნის არსენ დიდის თხზულებად აცხადებს) და აგრეთვე თეიმურაზ ბატონიშვილის ისტორიაში და შემოკლებულ „ნინოს ცხოვრებაშიც“, ყველგან „არიან“ სწერია. ამ ადგილების მიხედვით უქვევლია, რომ პირველ შემთხვევაში გადაწერლის შეცდომაა და აქაც „არიან“ უნდა ამოვიკითხოთ. ჩვენი წინამდებარე წერილისათვის ამას დიდი მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან იმ თხზულებაში, რომლიდანაც ეს სიტყვა აღებული, მართლაც „არიან“ სწერია.

სანამ საკითხის განხილვაზე გადავიდოდეთ, ორიოდ სიტყვა ჩვენი ისტორიისათვის „ქართლის მოქცევის“ ქრონიკის მნიშვნელობის თაობაზე. წინათ ეს ქრონიკა ცნობილი იყო მხოლოდ შატბერდის კრებულის ხელნაწერის მიხედვით (X საუკ.), მაგრამ შემდეგ არქიმანდრიტმა ამბროსი ხელაია მ ქელიშის მონასტრის XVII ს-ის ხელნაწერში აღმოაჩინა ამ ქრონიკის მეორე რედაქცია და თავის მოხსენებაში, რომელიც საისტორიო და საეთნოგრაფიო საზოგადოების სხდომაზე წაიკითხა, დაწვრილებით აღნიშნა თვალსაჩინო განსხვავებანი ამ ორ რედაქციას შორის [2]. შემდეგ მე ამ რედაქციის მთელი ტექსტი გამოვეცი, პარალელურად, შატბერდის რედაქციის ტექსტთან ერთად, ისე როგორც ისინი დედნებშია წარმოდგენილი ([3], გვ. 708—815). ეს საშუალებას აძლევს მკვლევარს ერთმანეთს შეადაროს ყოველი წვრილმანი. საზოგადოდ კი ეს ორი რედაქცია ერთიმეორეს ავსებს: რაც ერთს აკლია, იმას მეორეში ვპოულობთ და ერთის მიხედვით მეორის შემოწმება ხერხდება.

ამ ქრონიკის მნიშვნელობა ჩვენი ისტორიისათვის მეტად დიდია. პირველ ყოვლისა, ეს არის უძველესი ისტორიული ქრონიკა, რომელსაც ჩვენამდე მოღწევიან, X საუკუნის ხელნაწერის სახით. მან შემოგვინახა მეფეთა, ერისთავთა და კათალიკოზთა სიგეები, რომელთაც შემდგომ ისტორიკოსებმა ლეონტი მროველმა და ჯუან შერმა ხორცი შეასხეს—ზოგჯერ სხვა წყაროების მიხედვით და უფრო ხშირად კი ფანტასტიკური, დევ გმირული და ზღაპრული ცნობებით. თუ არ ეს ქრონიკა, შესაძლოა აღნიშნული სიგეები არ შეგვენახოდა; ყოველ შემთხვევაში, სხვა ძველ ქრონიკებში ისინი არ მოიპოვება. ამას გარდა, ეს ქრონიკა ამტკიცებს, რომ, როდესაც არ უნდა იყოს იგი შედგენილი (VII, VIII თუ IX საუკუნეში), მის შედგენამდეც არსებულა ქართულ ენაზე სხვა ქრონიკები, თუ ისტორიული მოთხრობები, რომლებითაც ჩვენი ქრონიკის ავტორს უსარგებლია. ერთ-ორ შემთხვევაში ეს წყაროები მოხსენებული აქვს თვით ავტორს. მაგალითად, მცხეთის სამი ჯვრის შესახებ ის წერს: ასე „სწერია მცირესა მას მოკლედ აღწერილსა“ ([2], გვ. 7 და [3], გვ. 714). მეორე ადგილას, სადაც მოთხრობილია კავკასიაში სპარსთა ხელისუფლების დამყარება და ქართლში მეფობის გაუქმება, წერია: „ესე აღწერილი გამოკრებულად არს“ ([2], 17; [3], 724). მაშასადამე, ყოფილა უფრო ვრცელი მოთხრობა სათანადო მოვლენათა შესახებ, რომლითაც ავტორს, სიწმინდობად, გამოკრებით უსარგებლია და არა სრულად. ხოლო გრივალ დიაკონის მოკლედ აღწერილი „ქართლის მოქცევის“ ქრონიკა მას, ეტყობა, განუფრცოა. ამას გარდა, ქრონიკამ შემოგვინახა სახელები უძველეს წარმართულ ღვთაებათა (კერპებისა), რომელნიც ლეონტი მროველს სიტყვა-სიტყვით აქვს განმეორებული.

რა თქმა უნდა, ქრონიკაში შეცდომებიცა და ანაქრონიზმებიც მოიპოვება. მაგალითად, შუშანიკის წამება მასში ერთი საუკუნით უფრო გვიან არის ნაჩვენები (არა ვახტანგ გორგასლის, არამედ ბაქურ მეფის დროს) და სხვა. მაგრამ ყველაზე უფრო დიდ ნაკლს ვხედავთ ამ ქრონიკის დასაწყისში, სადაც მოთხრობილია ქართლის სახელმწიფოს წარმოშობა ალექსანდრე მაკედონელის დროს. აი ეს ტექსტი:

„პირველ, ოდეს ალექსანდრე მეფემან ნათესავნი იგი ლოთის შვილთანი წარიქცინა და შევადნა იგინი კედარსა მას ქვეყანასა, იხილნა ნათესავნი სასტიკნი ბუნ-თურქნი, მსხდომარენი მდინარესა ზედა მტკუარსა მიხუევით ოთხ ქალაქად და დაბნები მათი: სარკინე ქალაქი, კასპი, ურბნისი და ოძრატს და ციხენი მათნი: ციხს დიდი სარკინისაჲ, უფლის ციხს, კასპისა, ურბნისისა და ოძრატისაჲ. და უკვრდა ალექსანდრეს და ცნა, რამეთუ იებოსელთა ნათესავნი იყვნეს, ყოველსა გორციელსა ჭამდეს, და სამარე მათი არა იყო, მკვდარსა შესჭამდეს. და ვერ ეძლო ბრძოლად მათი მეფესა და წარვიდა.

„მაშინ მოვიდეს ნათესავნი შბრძოლნი, ქალდეველთაგან გამოსხმულნი ჰონნი, და ითხოვეს ბუნ-თურქთა უფლისაგან ქუეყანად ხარკითა და დასხდეს იგინი ზანავს. და ეპყრათ იგი, რომელ ხარკითა აქუნდა, ჰრქვან მას ხერკი.

„და შემდგომად რაოდენისაჲმე ჟამისა მოვიდა ალექსანდრე, მეფე ყოვლისა ქუეყანისაჲ, და დაღწენა სამნი ესე ქალაქნი და ციხენი, და ჰონთა დასცა მახუ-



ლი. ხოლო სარკინესა ქალაქსა ებრძოლა ათერთმეტ თთუე. და დადგა სარკინესა დასავალით კერძო და დასცა ვენაკი და როა გამოიღო ქსნით და დასხნა კაცნი მერუვენი და სტავითა რუისადათა დაპრქჳან ადგილსა მას ნასტავისი.

„და მერმე გამოიღო სარკინე, თუთ დაყარეს და მეოტ იქმნნეს.

„და თანა ჰყვანდა ალექსანდრე მეფესა აზოა, ძმ არიან ქართლისა მეფისაჲ, და მას მიუბოძა მცხეთაჲ საჯდომად და საზღვარი დაუდგა მას ჰერეფი და ეგრის წყალი და სომხითი და მთაჲ ცროლისა, და წარვიდა.

„ხოლო ესე აზოა წარვიდა არიან ქართლად მამისა თჳსისა და წარმოიყვანა რვაჲ სახლი და ათნი სახლნი მამა-ძმუძეთანი და დაჯდა ძუელ მცხეთას, და თანა ჰყვანდეს კერზნი ღმროად გაცი და გაიშ.

„და ესე იყო პირველი მეფე მცხეთას შინა—აზოა, ძმ არიან ქართველთა მეფესაჲ, და მოკულა“¹. ([3], გვ. 708—709).

ცხადია, ამ ლეგენდურ თქმულებაში არავითარი ნამდვილი ისტორიული ცნობა არ მოიპოვება და არც ის ჩანს, თუ რა წყაროებით სარგებლობდა შემდგენელი.

აკად. ივ. ჯავახიშვილის აზრით, ჩვენს ავტორს ხელთ უნდა ჰქონოდა რაღაც აპოკრიფული მოთხრობა ალექსანდრე მაკედონელის ლაშქრობის შესახებ. იგი წერს: „თუმცა მატთანეში აღნიშნული არ არის, მაგრამ ცხადია, რომ მემატთანეს ერთ-ერთ წყაროდ ალექსანდრე მაკედონელის ლაშქრობის აპოკრიფული ისტორიაც უნდა ჰქონოდა. არა ჩანს მხოლოდ, რა წყაროების მიხედვით აქვს მას შედგენილი ქარველ მეფეთა სია“. ([5], გვ. 104).

აღსანიშნავია, რომ, თუმცა ლეონტი მროველი უხვად სარგებლობს, როგორც თვით აღნიშნავს, „ქართლის მოქცევის“ ქრონიკით, მაგრამ ალექსანდრეს კავკასიაში ლაშქრობისა და კერძოდ საქართველოში შემოსვლის შესახებ რომ წერს, ის სარგებლობს ფეკედო-კალისტენის რომანის—„ალექსანდრიანის“ აპოკრიფით. ჩვენი ქრონიკის მიხედვით ქართველები საქართველოში არ ყოფილან ალექსანდრე მაკედონელის ხანაშდემდე, ლეონტი მროველის ცნობით კი საქართველოს სახელმწიფო მანამდეც არსებობდა და მას განაგებდა მამასახლისი სამარა. თვით ლეგენდური „ბუნ-თურქნიც“, სპარსეთის მეფის ქაიხოსროს მიერ ოტებულნი და კასპიის ზღვის გაღმიდან მცხეთაჲს მოსულნი, მცხეთის მამასახლისის სამარას მიუღია, დაუსახლებია ისინი სხვადასხვა ადგილებში და უფრო მეტად კი სარკინეში. სადაც ბუნ-თურქებს სიმაგრე უფუქმნიათ, რადგანაც შიში ჰქონიათ სპარსელებისა ([6], გვ. 25). მაგრამ აქ არ არის ნაჩვენები, თუ ვინ იყვნენ ქალდეველთაგან გამოსხმულნი „ჰონნი“. ამ სიტყვის მაგიერ ლეონტის უწერია „ურანი“ და ჩვენ ამან მოგვცა საბაბი თავის დროზე გამოგვეთქვა მოსაზრება, რომ შემოკლებულად აღნიშნული „ჰონნი“, ქარაგმის გახსნით, „ჰურიანი“ უნდა იყოს [4].

მაგრამ სხვა მკვლევარები² ამ აზრს არ იზიარებენ და გულისხმობენ ნაბუქოდონოსორის დროს იერუსალიმიდან გამოდევნილ ურიებს, რომელნიც ხერკში

¹ ამ ნაწყვეტში მოყვანილი გეოგრაფიული სახელებისა და სხვა ცნობათა ახსნა-განმარტებას კაცი იხოვნის ჩემ მიერ გამოცემულ „ქართლის მოქცევაში“ და აგრეთვე მის რუსულ თარგმანში (4).
² ზ. ინგოროყვას გარდა (იხ. ჟურნ. „მნათობი“, 1939, № 4, გვ. 137).

დაუსახლებიათ. ამას ლეონტი მროველიც აღნიშნავს, მაგრამ თან უმატებს, ისინი წინათ მოსულ ურიებთან დასახლდნენო.

ამას გარდა, დიდი განსხვავებაა აზოს შესახებ ლეონტის მოთხრობისა და ქართლის მოქცევის ცნობათა შორის: ამ უკანასკნელის მიხედვით, აზო იყო „ძე არიან ქართლისა მეფისა“, პირველი მეფე ქართლისა, ალექსანდრეს მიერ დამკვიდრებული, და უნდა ეთიოპროთ, როგორც ს. ჯანაშია მართებულად შენიშნავს, რომ ის გამხდარა მამამთავარი ქართლის მეფეებისა და არა ქართლის ერისა. ლეონტის მიხედვით კი აზო იყო მაყდონელი, ალექსანდრეს ნათესავი, ძე იარედოსისა, რომელიც ალექსანდრემ პატრიკად დაუნიშნა საქართველოს და არა მეფედ ([6], გვ. 27). ამას გარდა, „ქართლის ცხოვრება“-ში აზო გამოყვანილია ქართველთა მტრად და მოძულედ, რომელმაც უწყალოდ ულიტა ისანი, ვიდრემდის პირველმა ეროვნულმა მეფემ, ფარნავაზმა (მამით ქართველმა, სამარა მამასახლისის ძმისწულმა) ეგრისის მეფის ქუჯის დახმარებით არ მოუღო მას ბოლო.

ხოლო რაც შეეხება „არიან“-ს, ეს სახელი, როგორც ცხადად ირკვევა, შემდგენელს ამოუღია აპოკრიფული მოთხრობიდან, რომელსაც ქართულ ტექსტში „ქუბი სავანძური“ ეწოდება, ხოლო ივ. ჯავახიშვილი „განძთა ქვაბს“ უწოდებს. ეს აპოკრიფი წინ მიუძღვის „ქართლის ცხოვრების“ მარიამ დედოფლისეულ რედაქციას და გამოცემულია ჩემ მიერ ამ მატეიანის პირველ დამატებად ([7], გვ. 786—849). მაგრამ მარიამისეულ ხელნაწერში ამ ძეგლს აკლდა 4 ფურცელი: ორი 30-ე ფურცლის შემდეგ და ორიც 39-ე ფურცლისა¹. ახლა ამ ნაკლს ავსებს, როგორც კ. კეკელიძემ აღნიშნა [8], ს. ჯანაშიას სახ. საქ. მუზეუმის „A“ ფონდის ხელნაწერი № 153, რომელიც ჩვენ მიერ არის ჩამოტანილი ყოფ. საეკლესიო მუზეუმში დავით გარეჯის მონასტრიდან. ჩვენ დამზადებული გვაქვს ამ აპოკრიფის მეორე გამოცემა, რომელშიც შეტანილია ის, რაც 1-ლ გამოცემას აკლდა.

აკად. ივ. ჯავახიშვილის გამოკვლევით ([5], გვ. 178) აპოკრიფი წარმოადგენს ასურული თხზულების „განძთა ქვაბის“ ერთ-ერთი რედაქციის თარგმანს². როგორც ქართულ თარგმანში, ისე ასურულ ტექსტში და აგრეთვე ბიზანტიურ ლიტერატურაში ეს თხზულება ეფრემ ასურს მიეწერება, თუმცა ნამდვილად ის გაცილებით უფრო გვიან, VI საუკუნეში უნდა იყოს დაწერილი. მას დიდი გავლენა ჰქონდა საშუალო საუკუნეთა ბიზანტიისა და აღმოსავლეთის ქრონოგრაფებზე, რომელნიც თავიანთ ნაშრომებში უხვად სარგებლობდნენ მით.

რა თქმა უნდა, ჩვენი ქრონიკებისა და მატეიანთა შემდგენლებსაც უნდა ესარგებლათ, და მართლაც უსარგებლიათ, ამ ძეგლით: პირველ ყოვლისა, „ქართლის მოქცევის“ ქრონიკის შემდგენელს და შემდეგ, როგორც კ. კეკელიძემაც აღნიშნა ([8], გვ. 42—43), ლეონტი მროველსა და ჯუანშერს. ჩვენი აზრით, ეს აპოკრიფი ქართულად ნათარგმნი უნდა იყოს არა უგვიანეს IX საუკუნისა.

¹ გამოცემაში [7] ეს ნაკლები ადგილები მოდის 808-ე და 814-ე გვერდებზე.

² ივ. ჯავახიშვილი თავის თხზულებაში იმოწმებს შემდეგ ნაშრომებს: K. Bezold, Die Schatzhöhle და A. Dillmann, Das christliche Adambuch.

„არიან“ სიტყვა ქრონიკის ავტორის სწორედ ამ აპოკრიფიდან ამოუღია. უკანასკნელში წერია: „ხოლო დღეთა თარაჲსთა, უ (90) წელთა ცხოვრებისა მისისათა, გამოჩნდა ბრძანება (1 ყოველსა ადგილსა, სოფელსა, რომელსა ჰრქვან არიანი, რომელი აღაშენა ირაჲს (2, ძემან ებერისამან, და იყო კაცი იგი მდიდარი ფრიად, და მოკუდა, და ესუა მას ძე და შექმნა კერპი ოქროსა და აღმართა საფლავსა ზედა მამისსა თუხისასა“ (ხელნაწერი A 153, გვ. 136⁽¹⁾; [7], გვ. 814).

როგორც ვხედავთ, ტექსტში ნაჩვენებია მხოლოდ „სოფელი“ „არიანი“ და არა „არიან ქართლი“. ექვს გარეშეა, რომ ეს „ქართლი“ მიუმატებია ქრონიკის შემდგენელს იმ მიზნით, რომ გაემართლებინა თავისი ტენდენცია ქართლის სამეფოს წარმოშობის შესახებ. მის ფანტაზიას ეს „სოფელი“ ანუ ქვეყანა გაუხდია მთელ სახელმწიფოდ, რომელსაც ჰყოლია მეფე და ამ მეფის შვილი ყოფილა აზო. ამ სახელმა მისცა ქრონიკის შემდგენელს საბაზი, რომ ქართველები წამოეყვანა საქართველოში ამ „არიან ქართლიდან“. ამის შესახებ ქრონიკაში წერია: „ხოლო ეს აზო წარვიდა არიან ქართლად მამისა თუხისა და წამოიყვანა რვაჲ სახლი და ათნი სახლნი მამა-მძუძეთანი და დაჯდა ძუელ მცხეთას და თანა ჰყვანდეს კერპნი ღმრთად გაცი და გაიძ... და ესე იყო პირველი მეფე მცხეთას შინა აზოჲ, ძმ არიან-ქართველთა მეფისაჲ და მოკუდა“.

ჯერ კიდევ ივ. ჯავახიშვილმა შენიშნა, ტექსტიდან არ ჩანს, „არიან“ (როგორც მაშინ კითხულობდნენ) ქვეყნის სახელია თუ მეფისაო. მართლაც, ეს სახელი ყველა მკვლევარის მიერ მეფის სახელად იყო მიღებული და მათ არანი მიაჩნდათ ქართველთა პირველ მეფედ, თავდაპირველ ქართლის სამეფოში (4. როდესაც სიმონ ჯანაშიამ „არიან“-ის მაგიერ „არიან“ აღადგინა, მან საკმაოდ ბევრი სტრიქონი უძღვნა იმის დამტკიცებას, რომ ეს „არიან“ არის მსაზღვრელი; რომელიც განმარტავს „ქართლს“, ისე როგორც მიღებული იყო და არის (მაგ. „ზემო ქართლი“ ან „ქვემო ქართლი“). ეს აზრი სწორი იქნება, თუკი „არიან“-ს მიუმატებთ „ქართლი“ სიტყვას; დედანში კი, როგორც აღვნიშნეთ, ეს სიტყვა თავისთავად არის სოფლის სახელი და არა კომპოზიციის შემადგენელი მსაზღვრელი.

„ქართლის მოქცევის“ დიდ ღირსებას ივ. ჯავახიშვილიცა და ს. ჯანაშიაც იმაში ხედავდნენ, რომ ქრონიკის შემდგენელი ამართლებს თანამედროვე მეცნიერებაში მიღებულ აზრს, რომლის მიხედვითაც ქართველთა კულტურული ცენტრი ძველისძველად სამხრეთში იყო. ამას ს. ჯანაშია უმატებს: „როგორც არ უნდა გადაწყდეს „არიან“-ის საკითხი, ჩვენ ვფიქრობთ, რომ „ქართლის

(1) ეს „ბრძანება“ გულისხმობს განკარგულებას, რომლის მიხედვითაც თითოეული მიცვალებულის საფლავზე მისი ქანდაკება უნდა დაედგათ. აპოკრიფის სიტყვით: „და კუალად რაჲმს ვინ მოკ(უ)დის მათგანი, აღმართიან ზატი მისი საფლავსა ზედა სასვენებელად მისა. და განეფინა ამბავი ესე ყოველსა ქუეყანასა და აღავსეს კერპებითა, ვითარცა მამანი და დედანი“.

(2) შესაძლოა „ირაჲს“-ის მაგიერ „არაჲს“ ყოფილიყო.

(3) ამ ხელნაწერში შემდეგ მოთხრობილია, თუ როგორ გარყვნა ეშმაკმა მისი შვილი.

(4) ამას ხელს უწყობდა დაბადების წიგნიც (11, 27), სადაც არიანი მამაკაცის სახელად არის ნახმარი.

მოქცევის“ თხრობის არიან-ქართლი წარმოადგენს მოგონებას ჰარი-ქვეყნის, როგორც ქართველთა უძველესი საცხოვრისის შესახებ“. „რეალურად“—განაგრძობს ავტორი—„იქ შესაძლებელია იგულისხმებოდეს როგორც მიტანი, ისე ურარტუც, ვანის ტბის მიდამოები, რადგანაც, როგორც ვნახეთ, ჰარი-ქვეყანა შეიცავდა ერთსაც და მეორესაც“ ([1], გვ. 671).

ეს აზრი უკვე საეჭვო ხდება, რადგანაც გამოირკვა, რომ სიტყვა „ქართლი“ ქრონიკის შემდგენელს თვითნებობით, ტენ ენციკურად მიუმატებია „არიან“-ისთვის. სიტყვის (სიტყვების თუ ფრაზების) ასეთი მიმატება ძველი ტექსტიდან ამოღებული ადგილებისათვის არაა იშვიათი ჩვენს საშუალო საუკუნეთა მწერლობაში. კერძოდ, ამ მეთოდს ხშირად მიმართავს ვახტანგ VI-ის სწავლულ კაცთა კომისიაც, რომელიც თხზავს მთელ ფრაზებს, რათა გაამართლოს თავისი ტენდენციები.

ყველა ზემოთქმული, ჩვენი აზრით, ცხადყოფს, რომ „არიან-ქართლი“ არ წერებულა „ქუაბი საგანძურის“ აპოკრიფში, არამედ იქ იკითხებოდა მხოლოდ სოფლის სახელი „არიანი“, რომელსაც „ქართლის მოქცევის“ შემდგენელმა თვითნებობით, ტენდენციურად მიუმატა სიტყვა „ქართლი“ და თავის მიერ შეთხზული „არიან ქართლი“ დასახა სამეფოდ, რომლის მეფის შვილი ვითომც იყო აზო, ალექსანდრე მაკედონელის მიერ მცხეთაში მეფედ დადგენილი. აზო „წარვიდა არიან ქართლად, მამისა თვისისა“, იქიდან „წარმოიყვანა რეაჲ სახლი და ათნი სახლნი მიამძეძქეთანი“ და დაასახლა მცხეთას. ამათგან წარმოიშენენ მცხეთის სამეფოს ქართველები, ხოლო აზო იყო პირველი მეფე ქართლისა და, უნდა ვიუიქროთ, მამამთავარი ქართლის შემდეგი მეფეებისაო. ასეთია უცნაური ფანტასტიკური ლეგენდა, ქართლის მოქცევის შემდგენლის მიერ შეთხზული.

უთუოდ მისაღებია ივ. ჯავახიშვილის გაფრთხილება, რომ მკვლევარი „ქართლის მოქცევის“ მატიანის ცნობებს დიდის სიფრთხილით უნდა მოეპყრას და მხოლოდ თითოეული ცნობის ღირსება-ნაკლოვანებათა აწონ-დაწონის შემდეგ ისარგებლოს მათით ([5], გვ. 107).

აქ საჭიროა კიდევ აღვნიშნოთ, რომ „ქუაბი საგანძური“-ს შესწავლა აყენებს საკითხს „ნებრ ოთის წიგნის“ არსებობის შესახებ. მაგრამ ამ საკითხს ჩვენ ხსენებული აპოკრიფის ახალ გამოცემაში განვიხილავთ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

(რედაქციას მოუვიდა 14. 1. 1949)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ს. ჯანაშია. უძველესი ეროვნული ცნობა ქართველთა პირველსაცხოვრისის შესახებ მახლობელი აღმოსავლეთის ისტორიის სინათლეზე. ენ.მკის მოამბე, V—VI, 1940.
2. არქიმანდრიტი ამბროსი (ხელაია) ქულისაჲ ვარიანტი ქართლის მოქცევის, ძველი საქართველო, 1, 1909. გვ 1—29.
3. Е. Такайшвили. Описание рукописей общества распространения грамотности среди грузинского населения, Т. II. 1906—1912.

4. ე. თაყაიშვილი. სამი ისტორიული ხოლოცა. 1890; Источники грузинских летописей: Сборник материалов для описания местностей и племен кавказа, вып. 28 (1900).
5. ი. ჯავახიშვილი. ძველი ქართული საისტორიო მწერლობა. წაგნი I. 1945.
6. ქართლის ცხოვრება, მ. ბოსეს გამოცემა.
7. ქართლის ცხოვრება, მარიამ დედოფლისეული ვარიანტი. ე. თაყაიშვილის რედაქტორობით გამოცემული. 1906.
8. კ. კეკელიძე. ლეონტი მროველის ლიტერატურული წყაროები, ტფილისის უნივერსიტეტის მოამბე, ტ. III.

საბეოლოგია

ი. ბძილიშვილი

ქალაქ თბილისის მატერიალური კულტურის ძეგლთა
„ქართული აზურის“ დათარღიეზის ცდა⁽¹⁾

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ნ. ბერძენიშვილმა 15.9.1948)

თბილისში და მის მახლობელ მიდამოებში გავრცელებული მესამეული ნალექების ფაციესის სავისებურების გამო, აქ მშენებლობისათვის ვარგისი, დადებითი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მქონე ქანები არ მოიპოვება. აქაური ქანებიდან—სხვადასხვაგვარი ქვიშაქვებიდან—შეუძლებელია გამოითალოს ნაგებობის კედლების მოსაპირკეთებლად ვარგისი, წესიერი ფორმის კვადრები, და რადგანაც ამასთანავე ეს ქანი ადვილად იფიტება, მას იშვიათად ხმარობენ როგორც ნატეხ ქვას ყორე-წყობაში ან აგურთან ერთად⁽²⁾. ამავე მიზეზით უნდა აიხსნას ისიც, რომ თბილისში ამა თუ იმ სახის მიწისზედა ნაგებობისათვის საშენად ვარგისი ქვები უმთავრესად საქართველოს სხვადასხვა კუთაბიდანაა შემოტანილი. მაგრამ იგივე არ ითქმის აგურზე. როგორც ცნობილია, თბილისში საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული დელუვიური ლიოსისებრი თინარები, რომლებიც აგურის დასამზადებლად შედარებით კარგ ნედლეულს წარმოადგენენ და ამიტომაცაა, რომ აგურის შენობები თბილისში საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული. მაგრამ თუ ამასთანავე გავითვალისწინებთ, რომ თბილისში, როგორც უძველეს ქალაქში, არის სხვადასხვა დროის აგურის ნაგებობანი (თუმცა ახალი დროისა მეტია, ვიდრე ძველი), მაშინ შეიძლება ითქვას, რომ ასეთი დასახლებული პუნქტი საკმაო მასალას მოგვცემს აგურის სამშენებლო მასალად გამოყენების ხანგრძლივი ისტორიისათვის.

აკად. ივ. ჯავახიშვილი, რომელმაც ძველი ქართული წერილობითი წყაროების საფუძველზე პირველმა გააშუქა ქართველი ერის მატერიალური კულტურის საკითხები, აგურის შესახებ წერს: „აგური (იგულისხმება ტერმინი. ი. გ.) ქართულში შედარებით გვიან შემოდის, X ს-ზე ადრინდელ ძეგლებში ის არ შეგვხვდება. შესაძლებელია, იმ დროსაც იყო ეს ტერმინი, მაგრამ ჯერ აღმოჩენილი არაა. XI ს-ში ის ჩვეულებრივი სიტყვაა; უნდა ვიფიქროთ, რომ ის X ს-ში იქნებოდა, იქნებ IX ს-შიც, მაგრამ უფრო ადრე არა. იქ ყველგან აღიზია“ [1].

(¹ ამ თემაზე ავტორი მუშაობდა 1946—1947 წლებში.

(² თბილისის მიდამოებში გავრცელებულ ქვის ჯიშებს უმთავრესად ხმარობენ მშენებლო ბაში, როგორც ნატეხ ქვას ნაგებობათა საძირკვლისათვის.

ცნობილი №

№	ნაგებობა და მისი მისამართი	რაიონი	ნაგებობის აშენების თა- რილი	აგურის ზომა (სანტიმეტრებით)
1	ერთსართულიანი საცხოვრებელი სახლი, სასწავლო ქ., № 6	სტალინის სახ.	XIX ს.	19×19×3
2	ორსართულიანი საცხოვრებელი სახლი, ჩალაუბნის ქ., № 5	კიროვის სახ.	XIX „	19,5×19,5×3,5
3	ორსართულიანი საცხოვრებელი სახლი, საზოგადოების ქ., № 4	„ „	XIX „	19,5×19,5×3,5
4	სამსართულიანი საცხოვრებელი სახლი, რიყის ქ., № 97	„ „	XIX „	20×20×4
5	დარეჯან დედოფლის ჩრდილო კედელი	„ „	XVIII „	20×20×3,5
6	დარეჯან დედოფლის კარის ბაზილიკა	„ „	XVIII „	20,5×20,5×3,5
7	ორსართულიანი საცხოვრებელი სახლი, აზიზბეკოვის ქ., № 3	„ „	XIX „	20,5×20,5×3,5
8	ორსართულიანი საცხოვრებელი სახლი, კალინინის ქ., № 66	სტალინის სახ.	XIX „	21×21×3,5
9	ორსართულიანი საცხოვრებელი სახლი, აკოფიანის ქ., № 3	კიროვის სახ.	XIX „	21×21×3,5
10	ბერძენების ეკლესია „ლურჯი მონასტერი“ (ზოგიერთი რესტავრირებული კედელი), საჯაიას ქ., № 25	„ „	XIX „	21×21×3,5
11	ორსართულიანი სახლი, ერეკლე მეორის მოედანი, № 10	კიროვის სახ.	XIX „	21×21×4
12	„ჯვარის მანის“ შეილის ქ., № 8	„ „	—	21,5×21,5×4
13	ერთსართულიანი საცხოვრებელი სახლი, ობოლადის ქ., № 5	ბერიას სახ.	XIX „	21×21×4
14	ძველი სამრეკლო ფეთხანის ეკლესია, ქვემო-გომის ქ., № 16	კიროვის სახ.	—	22×22×3,5
15	ძველი ხიდი მდ. ვერხზე საბჭოთა კავშირის გმირთა მოედანთან	ორჯონიკიძის სახ.	XVII „	22×22×3,5
16	„ჯიგრაშენის“ ეკლესია, აღმოსავლეთი კედელი, ლესელიძის ქ., № 17	კიროვის სახ.	XVII „	22×22×3,5
17	„ანჩისხატის“ ეკლესიის ძველი სამრეკლო, შავთელის ქ., № 6	„ „	1675 წ.	22×22×3,5
18	„ნარიყალას“ გალავნის კედლების უგვიანესი წყობა	„ „	—	22×22×3,5
19	სიონის ტაძრის ძველი სამრეკლო, სიონის ქ., № 24	„ „	—	22×22×3,5
20	ძველი ნაგებობის ნაშთები ერეკლე მეორის მოედანზე, № 3 (როსტომ მეფის სასახლის ანსამბლი)	„ „	XVII ს.	23×23×4
21	ძველი კედლის ნაშთები სიონის ტაძრის ეზოში (როსტომ მეფის ქარვასლის ნაშთები)	„ „	XVII „	23×23×4
22	ორსართულიანი სახლის ქვედა სართული, მილიციის ქ., № 2	„ „	—	23×23×4
23	„ნარიყალას“ გალავნის წყობის ზოგიერთი უბანი	„ „	XVII „ უძველესი	23×23×4
24	„ჯვარის მანის“ ეკლესიის გვირდით მდგარი ძველი ნაგებობის კედლის ნაშთები	„ „	„	23×23×4
25	„ჯიგრაშენის“ ეკლესიის ჩრდილო კედლის ქვედა წყობა	„ „	„	24×24×5

№№	ნაგებობა და მისი მისამართი	რაიონი	ნაგებობის აშენების თარიღი	აგურის ზომა (სანტიმეტრებით)
27	„ლუჯი მონასტრის“ მახლობლად ძველი საკრწიკის კედლები	ორჯონიკიძის სახ.	XVII ს. უძველესი	24 × 24 × 5
28	„ათეშგას“ ნანგრევები ქვემო-გომის ქ., № 8	კიროვის სახ.	„	24,5 × 24,5 × 5
29	„ანჩისხატის“ ეკლესიის ძველი სამრევლოს ქვედა წყობა (ზოგიერთი აგური)	„	„	24,5 × 24,5 × 5
30	„მეტეხის“ ეკლესიის ჩრდილო კედლის საძირკვლის გასამაგრებლად ამოყვანილი კედელი	„	„	25 × 25 × 5
31	„ლუჯი მონასტრის“ ჩრდილო კედლის წყობა	ორჯონიკიძის სახ.	„	30 × 30 × 6
32	„ლუჯი მონასტრის“ სამხრეთ-დასავლეთით აღმოჩენილი აკლდამა	„	„	30 × 30 × 6
33	„ნარიყალას“ გალავნის ქვედა წყობა (ზოგიერთი აგური)	კიროვის სახ.	„	30 × 30 × 6
34	„ანჩისხატის“ ეკლესიის სამხრეთ კედლ. ს ქვედა წყობა (ზოგიერთი აგური)	„	„	30 × 30 × 6
35	ერთსართულიანი საცხოვრებელი სახლი (ლავკარუნდის აგუობა), ობოლადის ქ., № 5	ბერიას სახ.	XIX ს.	32 × 32 × 7

მაშასადამე, წარსულში, XI საუკუნიდან მინც, ნაგებობათა წყობისათვის განკუთვნილი ფორმის გამომწვარ თიხას ჩვეულებრივ აგურს უწოდებდნენ. ამჟამად კი საქართველოში გავრცელებულ სხვადასხვა ზომის ბრტყელსა და კვადრატულ აგურს „ქართულ აგურს“ ეძახიან. ამ ძველებურ აგურს საქართველოში „ქართული აგური“ XIX საუკუნის პირველ ნახევარში უნდა შერქმეოდა, როდესაც რუსებმა ხმარებაში შემოიტანეს ჩვეულებრივი მოგრძო აგური, რომელსაც აქვე „რუსული აგური“ ეწოდა. ამ უკანასკნელმა კი, როგორც ცნობილია, ისე ფართოდ მოიქიდა ფეხი საქართველოს მშენებლობაში, რომ იმავე XIX საუკუნის მიწურულში მთლიანად განდევნა ხმარებიდან „ქართული აგური“ როგორც თბილისში, ისე საქართველოს სხვა ქალაქებში.

„ქართულ აგურს“ ახასიათებს მოხმარების მთელი რიგი თავისებურება, რომელთა გაშუქება შემდეგ, ამ საკითხისადმი საგანგებოდ მიძღვნილ ნაშრომებში გვაქვს განზრახული. პირველ რიგში კი, ვფიქრობთ, ინტერესს მოკლებული არ უნდა იყოს სხვადასხვა ზომის „ქართული აგურის“ დათარიღების ცდა.

ზემოთ 1 ცხრილში ჩამოთვლილია თბილისის სხვადასხვა ღროის საეკლესიო და საერო ნაგებობანი და ნაჩვენებია მათი კედლების წყობაში ჩვენ მიერ გაზომილი „ქართული აგურების“ ზომები.

ამ მასალებიდან ჩანს, რომ თბილისში, ისევე როგორც საქართველოს სხვა დასახლებულ პუნქტებში, „ქართული აგური“ ყოველთვის ბრტყელი და კვადრატული ფორმისა ყოფილა. მაგრამ ამავე დროს ისიცა ჩანს, რომ თუ დროთა განმავლობაში აგურის ფორმა არ იცვლებოდა, სამაგიეროდ იცვლებოდა მისი ზომები.

ახლა უკვე აღარ იწვევს ეჭვს დაკვირვება, რომ სხვადასხვა ქვეყანაში და კერძოდ საქართველოში წინათ აგურები დიდი ზომისა იყო და შემდეგ კი თანდათან მცირდებოდა [2, 3]. მაგრამ ახლა საინტერესოა საკითხი: შეიძლება თუ არა საქართველოს ზოგ რაიონში მაინც სხვადასხვა სიდიდის მიხედვით აგურების დათარიღება?

თბილისში უძველესი აგურით ნაშენი ბევრი ნაგებობა ჯერ კიდევ შეუსწავლელი და დაუთარიღებელია. ეს ართულებს დასმული საკითხის საბოლოოდ გადაწყვეტას. აქ შესაძლებელი ხდება აგურების დათარიღება მხოლოდ XVII—XIX საუკუნეების ფარგლებში, თუმცა თბილისში უფრო ძველი აგურებიც ხშირად გვხვდება. მაგალითად, XVII საუკუნის თბილისის ძეგლებში, სადაც უმთავრესად გამოყენებულია 22×22 სმ ან 23×23 სმ ზომის აგურები, ისევე, როგორც მოგვიანო პერიოდის ნაგებობებში, ხშირად გვხვდება უფრო დიდი აგურებიც. ეს ბუნებრივია, რადგანაც გარკვეულ ეტაპზე ამშენებლები ხმარობდნენ ხოლმე ძველ ნაგებობათა დანგრევის შემდეგ იმ დროისათვის უკვე მოძველებულ აგურებსაც. მაგრამ აღსანიშნავია, რომ ეს ძველი აგურები უმთავრესად ნაგებობათა ქვედა ფენებში გვხვდება და არასოდეს არაა გამოყენებული ნაგებობის ზედა ნაწილებში. ამის თვალსაჩინო მაგალითია ანჩისხატის ძველი სამრეკლო (1675 წ.). ეს ნაგებობა მთლიანად 22×22 სმ აგურითაა ნაშენი, ხოლო ძველი, $24,5 \times 24,5$ სმ ზომის აგური ქვედა ფენაში გვხვდება. რომ ეს დიდი აგურები მაროლაც ძველია, ამას ადასტურებს მთლიანად ამავე ზომის აგურით ნაშენი, გაურკვეველი დანიშნულების ერთი ნაგებობა ძველი ქალაქის ტერიტორიაზე (ქვემო-გომის ქ. № 8), რომელსაც „ათემგას“ ეძახიან და რომელიც უძველესად XVII საუკუნეზე უფრო ადრინდელია.

მაგრამ თბილისში გვაქვს ისეთი შემთხვევებიც, როდესაც ერთსა და იმავე დროს გამოუწვევთ ორი სხვადასხვა ზომის აგური. მაგალითად, მთაწმინდაში, ობოლადის ქუჩაზე (№ 5), დგას XIX საუკუნის პირველ ნახევარში აგებული ერთსართულიანი შენობა. მის კედელში ვხედავთ 21×21 სმ და აგრეთვე 32×32 სმ ზომის აგურებს. მაგრამ ირკვევა, რომ მთლიანად შენობა აგებულია XIX საუკუნის პირველი ნახევრისათვის დამახასიათებელი 21×21 სმ ზომის აგურით, ხოლო დიდი აგური (32×32 სმ) გამოყენებულია შენობის მეტად თავისებური ლავგარდნისათვის. ისეთ მოვლენას, ე. ი. დიდი ზომის აგურის დამზადებას, უთუოდ ძველადაც ექნებოდა ხოლმე ადგილი. მაგალითად, XVI საუკუნეში, როდესაც სავარაუდოა „ლურჯი მონასტრის“ პირველი რესტავრაცია, იქ საამისოდ დიდი აგურები (30×30 სმ) გამოუყენებიათ. ეს კი უსათუოდ იმით იყო გამოწვეული, რომ ქვის სქელი პერანგის (0,3 მ) აღდგენა დიდი აგურებით უფრო ადვილია, ვიდრე იმ პერიოდში საყოველთაოდ გავრცელებული პატარა აგურებით (24×24 სმ ან 23×23 სმ). ამითვე უნდა აიხსნას იმავე დიდი აგურების გამოყენება „ლურჯი მონასტრის“ კედლებთან ჩადგმული აგურით ნაშენი და ფილაქნებით გადახურული სამარხებისათვის.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, თბილისის მასალები საშუალებას გვაძლევს დავათარიღოთ აგური მხოლოდ ბოლო სამი საუკუნის მანძილზე და (XVII, XVIII და XIX სს.) უფრო ძველი დროის აგურების დასათარიღებლად კი ჩვენ ვსარ-

გებლობთ მე-2 ცხრილში თავმოყრილი ცნობებით აღმოსავლეთ საქართველოს სხვადასხვა ძეგლის შესახებ.

ცხრილი 2

№№	ნაგებობა	ამზომი	ნაგებობის აშენების თარიღი	აგურის ზომა (სმ)
1	„გატეხილი ხიდი“ მდ. ხრამზე (საქართველოსა და აზერბაიჯანის საბჭოთა რესპუბლიკათა სახელგარო)	ი. გძელიშვილი	XVI ს.	22 × 22 × 4
2	სოფ. ძალინა (გორთან), ფალავანდიშვილების ციხე	რ. შმერლინგი ¹	XVI—XVIII	22 × 22 × 3,5
3	სოფ. გრემი (თელავთან), მთავარ ანგელოზთა—მიქელისა და გაბრიელის გუმბათიანი ეკლესია	გ. ჩუბინაშვილი [4]	XVI	22 × 22 × 4
4	სოფ. ქვემო ქალა (კასპთან), ამილახვარიანი ეკლესია, სამრეკლო, ციხის კოშკები და აბანო	პ. ზაქარაია	XVI—XVII	22 × 22 × (4—5)
5	სოფ. თხინვალი (თბილისთან), ერთნაეიანი ეკლესია	პ. ზაქარაია	XVI—XVII	25 × 25 × 4
6	სოფ. სამწვერისი (ქარელთან), პატარა მავხოლევში	ზ. მისურაძე	XVI	24,5 × 24,5 × 7
7	სოფ. ნინოწმინდა (საგარეჯოსთან), სამრეკლო	გ. ჩუბინაშვილი [4]	XVI	24 × 24 × 4
8	სოფ. ყინწვისი (ქარელთან), გუმბათიანი ეკლესია	რ. შმერლინგი	XII—XIII მიჯნა	25 × 25 × 4,5
9	სოფ. თიღვა (სამხრეთ ოქეთი, ზნაურის რაიონი), მთავარი ეკლესია	ლ. რჩეულიშვილი	XII ს.	24 × 24 × 5
10	სოფ. აგროცთა (კოჯორთან), გუმბათიანი ეკლესია	რ. შმერლინგი	XII	25 × 25 × (4—6)
11	სოფ. ტიმოთესუბანი (ბორჯომთან), გუმბათიანი ეკლესია	პ. ზაქარაია	XII	25,5 × 25,5 × 6

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენ მიერ განხილული აგურები დამზადებულია თინარებისაგან, რომელთაც ერთი და იგივე ფიზიკური და მექანიკური თვისებები ახასიათებთ და რომელნიც ჰაერზე და ცეცხლში ერთნაირად იკუმშებიან. ამიტომ ჩვენი მსჯელობისას შეიძლება აგურის შეკუმშვა არც მივიღოთ მხედველობაში.

ამრიგად, თუ ზემომოტანილი მასალით ვისარგებლებთ, შეგვიძლია შევადგინოთ შემდეგი ცხრილი დროთა განმავლობაში აგურის ზომათა ცვლისა:

დროის ინტერვალი (საუკუნეებში)	აგურის ზომა (სანტიმეტრებით)
XIX—XVIII	19 × 19 × 3—21 × 21 × 3,5
XVIII—XVI	22 × 22 × 3,5—23 × 23 × 4
XVI—XI	24 × 24 × 4—25 × 25 × 6

¹ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საქართველოს ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომლებს: რ. შმერლინგს, ზ. მისურაძეს, ლ. რჩეულიშვილს და აკად. ჯანაშიას სახელობის სახელმწიფო მუზეუმის ისტორიის განყოფილების მეცნიერ თანამშრომელს პ. ზაქარაიას უღრმეს მადლობას ვუძღვნი ჩემთვის საჭირო ცნობების მოწოდებისათვის.

ასეთი კანონზომიერების დადგენა, რასაკვირველია, მხოლოდ პირველი მიახლოებაა დასმული საკითხის გადაჭრასთან. უდავოა, რომ „ქართული აგურის“ დათარიღება მოითხოვს უფრო მეტ ფაქტობრივ მასალას და თან ამავე საკითხთან დაკავშირებული სხვა სპეციალური საკითხების კვლევას (მრუდ-თარგოვანი აგური, თაღები, წყობის თავისებურება, დღლაბები და სხვა).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ივ. ჯავახიშვილის სახელობის ისტორიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.9.1948)

დაწმენილი ლიტერატურა

1. ივ. ჯავახიშვილი ი. მ საღები ქართველი ერის მატერიალური კულტურის ისტორიისათვის. თბილისი, 1946, გვ. 2აბ.
2. М. Бенуа. История архитектуры в избранных отрывках. Москва, 1935.
3. В. С. Швецов. Древние строительные материалы из раскопок на месте мавзолея В. И. Ленина. Труды Института строительных материалов минерального происхождения и стекла (б. Институт Силикатов), Москва, 1930, стр. 32.
4. Г. Н. Чубинашвили. Иранское влияние в архитектуре Грузии, III международный конгресс по иранскому искусству и археологии. Ленинград, 1939.

მეცხრე ტომის შინაარსი

ფილოსოფია

ლ. გოკიელი. სიმრავლეთა თეორიის პარადოქსების საკითხისათვის 3

მათემატიკა

თინა მარუაშვილი. სასრულსხვაობიანი მეთოდით აგებული კრიტიკული ძალების მიახლოებით წინშენელობათა მიმდევრობის კრებადობის შესახებ	83
დ. ხარაზოვი. პარამეტრზე პოლინომიალურად დამოკიდებული გულისწრფივი ინტეგრალური განტოლების თეორიისათვის	91
თინა მარუაშვილი. სასრულსხვაობიანი მეთოდით გამოთვლილი შეკუმშული ლეროს კრიტიკული ძალის ცდომილების შეფასება	145
ნ. ვეკუა. სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა ერთი განზოგადებული სისტემის შესახებ	153
გ. მარმარაშვილი. ორი ცვლადის ფუნქციის შეჯამებადობა ჩეზაროს მეთოდით	273
ვ. ქელიძე. რიცხვითი ორმაგი მიმდევრობების წრფივი გარდაქმნა	335
გ. მარმარაშვილი. ფრობენიუსის თეორემა ორმაგი ინტეგრალისათვის	395
ვ. ქელიძე. ორმაგი მწკრივების შეჯამებადობა აბელის განზოგადებული მეთოდით	461
ვ. ქელიძე ორი ცვლადის ფუნქციის ორმაგი ტრანსფორმაციის შესახებ	525
ლეო მალნარაძე. პირდაპირი და შებრუნებული ზღვრული თეორემები ორმაგი ინტეგრალური გარდაქმნებისათვის	531
ე. წითლანაძე. ერთი კლასის არაწრფივ ოპერატორთა შესახებ 1_p სივრცეში ($p > 1$)	537

დრეკადობის თეორია

ვ. კუპრაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი). დრეკადობის თეორიის პირველი ძირითადი დინამიკური სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა	99
ა. გორგიძე. სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი გაჭიმული პრიზმატული ძელის გრება	161
ა. გორგიძე. სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი გაჭიმული პრიზმატული ძელის ღუნვა წყვილძალით	543

ფიზიკა

ბ. პოლიევქტოვი-ნიკოლაძე. $1/2$ -სპინიანი თავისუფალი ნაწილაკებისათვის რელატიური განტოლების გამოყვანის შესახებ	11
დ. ჩიღვინაძე. თუთიის მონოკრისტალების ორიენტირებული ზრდის შესახებ	19
ვ. მამასახლისოვი და ი. კავერკინი. შინაგანი კონვერსია M გარსზე, გამოწვეული ატომგულის მაგნიტური გამოსხივებით	467
ო. მღებრიანი. ცივად დამუშავების დროს მეტალებში პლასტიკური დეფორმაციის შეჭრის სიღრმის შესახებ	551

გეოფიზიკა

მ. ნოდია. ლოკალური ანომალიანი მაგნიტური ველის ერთ-ერთ უბანზე წარმოებულ მაგნიტურ გაზომვათა შედეგები	403
ვ. აბაკელია. ახალი მონაცემები თბილისის გრავიტაციული ველის შესახებ	475

მეტეოროლოგია

ი. ქურდიანი. სპირტის ფსიქრომეტრის თეორია	107
ი. ქურდიანი. ავგუსტის ფსიქრომეტრიული ფორმულის შემწეობით ჰაერის სინოტივის განსაზღვრის ცდომილების შესახებ	559

ქიმია

ა. გახოკიძე. კეტონების კონდენსაცია ორგანულ მჟავათა ეთერებთან	27
ა. გახოკიძე და ა. გუნცაძე. საქარინის მჟავას მაგნიუმ-ორგანული სინთეზი d-ქსილოზიდან	115
ვ. კაკაბაძე. ამიაკის დაჟანგვა MnO_2 -ზე	207
ვ. კოკოჩაშვილი. წყალბადისა და ბრომის თვითაალების ზღვარი	413
ვ. კოკოჩაშვილი. სხვადასხვა ფაქტორის გავლენა წყალბადისა და ბრომის თვითაალების ზღვარზე	477
ა. გახოკიძე. გალაქტოზიდი-2-გლუკოზის სინთეზი	565

აბრეჟივები

ა. მენაღარიშვილი და ვ. ლეჟავა. მიკროელემენტების ეფექტიანობის საკითხისათვის სხვადასხვა კულტურაზე	417
---	-----

ბიოქიმია

მ. ზაალიშვილი და ელ. კლენი. ჰისტამინის მიკროკოლორიმეტრიული განსაზღვრის საკითხისათვის	167
--	-----

3. კომეთიანი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და კლეინი ელენე. ჟანგვითი პროცესების ინტენსივობის შესახებ თავის ტენის სხვადასხვა ნაწილში 215

3. კომეთიანი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და კლეინი ელენე. აცეტილქოლინის, ადრენალინისა და ჰისტამინის განაწილება და მათი ფერმენტული დაშლის სიდიდე თავის ტენის სხვადასხვა ნაწილში 277

კლიმატოლოგია

მ. კორძაძია საქართველოში საშუალო თვიურ ტემპერატურათა რყევისა და ნორმიდან უკიდურესი უარყოფითი გადახრების გამომწვევი სინოპტიკური პირობების საკითხისათვის 33

ი. ქურდიანი. ჰაერის შეფარდებითი სინოტივის შესაძლებელი მინიმუმის საკითხისათვის 425

ბეოლოგია

ლ. გაბუნია. გურიის აზოვის ჰორიზონტის შესახებ 41

ნ. სხირტლაძე. ქუთაისის რაიონის ზოგიერთი ბაზალტური ქანის შესახებ 223

ნ. ბენდუქიძე. შენიშენები რაჭა-ოსეთის ზედა იურული მარჯნების შესახებ 285

ი. ბუაჩიძე. საქართველოში არტეზიული აუზების გავრცელების შესახებ 485

პეტროგრაფია

გ. ძოწენიძე. თბილისის მიდამოების ლავების პეტროგრაფიისათვის . 173

ნ. სხირტლაძე. ესექსიტის ინტრუზივები ქუთაისის რაიონში 343

გ. სმირონოვი. ამიერკავკასიის გრანიტოიდების მუქი სილიკატების შესახებ 493

ტექნიკა

ო. ონიაშვილი. თხელკედლიანი ცილინდრული გარსის ტიპის გადახურვის მდგრადობაზე შემოწმების საკითხისათვის 45

ლ. აბელიშვილი. ელექტრული რკინიგზების ენერგომომარაგების სისტემის ელემენტების გათვლა საშუალო დატვირთვის ეპიურების მეთოდით 53

ი. გძელიშვილი. მიკროგეოლოგიის გავლენა ნაგებობათა სეისმომდგრადობაზე (ჩრდილო ფერგანში 1946 წლის 3 ნოემბერს მომხდარი მიწისძვრის მონაცემების მიხედვით) 179

ა. საფარიანი. ხიმინჯთა წინააღმდეგობის ანგარიშის საკითხისათვის 231

ბ. ლორთქიფანიძე. მუდმივი დენის ელექტრული რკინიგზების რელსებში დენის განაწილება ოთხი წვეის ქვესადგურის და მათ შორის მყოფ ნებისმიერი რაოდენობის დატვირთვის შემთხვევაში 239

ა. ფილინი. სამსახსროვან თაღში წნევის წირისა და გამბჯენის ანალიზური მონახვა 291

ო. ონიაშვილი. დამრეცი ცილინდრული გარსის რხევის საკითხისათვის 429

ო. მჭედლიშვილი-პეტროსიანი და ხ. გოგიჩევა. აბანოს დოლომიტისაგან წყალმდგრადი კლინკერის მიღების საკითხი 495

კ. ზავრიევი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნამდვილი წევრი). თავისუფლების ხარისხის უსასრულორიცხვანი ძელების თავისუფალი რხევა 571

ვ. შაიშვილაშვილი. თხელი ფრიად დამრეცი სფერული გარსის თეორიის ზოგიერთი საკითხი 579

ო. ონიაშვილი. დამრეცი გარსების დინამიკური ანგარიშისათვის 587

ენეკბეტიკა

ბ. ლორთქიფანიძე. რელსებს ან მიწისქვეშა ნაგებობასა და მიწას შორის გამტარებლობის გაზომვის ახალი მეთოდი 299

ბოტანიკა

ა. ლ. კობერიძე. საძირედ გამოსაყენებელი ვაზის კალმების დაფესვიანება ზრდის ნივთიერებათა ზეგავლენით 121

მ. ქრელაშვილი და თ. კეზელი. ზოგიერთი ბიოქიმიური ცვლილების შესახებ ქლოროზიანი მცენარის ფოთლებში 185

ლევან ჯაფარიძე და ეთერ მონიავა. ორსახლიან მცენარეთა ტრანსპირაციის თავისებურებანი 303

ა. ლ. კობერიძე. თუთის კალმების დაფესვიანება ჰეტეროაუქსინის ზეგავლენით 307

ა. ლ. კობერიძე. ზოგიერთი სუბტროპიკული მერქნიანი მცენარის კალმების დაფესვიანება ზრდის ნივთიერებთა გამოყენებით 351

ლევან ჯაფარიძე და ნუგზარ ყანჩაველი. ფიტონციდობის ცვლილებები ედაფიკური ქლოროზის დროს 437

მელიტა ექვთიმიშვილი. კახეთის ძელქვა 503

ვ. პაპავა. მრავალძარღვას ახალი სახეობა კავკასიიდან 595

გ. მათვეივი და თ. კეზელი. *C ვიტამინის შემცველობა Phaseolus vulgaris (L) Savi-ს* ქართულ ფორმებში 599

ა. დოლუხანოვი. ორი ნეკერჩხალი, კავკასიისათვის ახალი 603

სელემცია

ვ. სიხარულიძე. დიკის პოპულაციის შემადგენელ ხორბლის სახეობათა შედარებითი ღირებულება 127

ლ. დეკაპრელევიჩი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ხორბლის სახეობა „ტურგიდუმი“ საქართველოში	191
---	-----

მემცენარეობა

აღ. ჯაფარიძე. აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ სარწყავ პირობებში სიდერატის მოქმედების ხანგრძლიობა მარცვლეულ კულტურათა მოსავლიანობაზე	61
---	----

ნიადაგმცოდნეობა

ს. ცინცაძე. ჰუმინურ ნივთიერებათა ხსნადი ფორმების გაყოფის მეთოდისათვის	243
ო. ცუცუნაშვილი. მორწყვის გავლენა სანაწვერალო სიმინდის ფესვთა სისტემის განვითარებაზე	357
ნ. კვარაცხელია. წითელმიწების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების ცვალებადობა ეროზიის ზეგავლენით	441

ენტომოლოგია

დ. ლოზოვოი. ახალგაზრდა ფიჭვნარის ქერქიჭამიები ატენის ხეობაში	69
დ. ლოზოვოი. თელის მავნებლები თბილისის ბოტანიკურ ბაღში	253
დ. ლოზოვოი. ექვსკბილა ქერქიჭამიას გენერაციის რაოდენობის შესახებ ციმბირისა და ამიერკავკასიის პირობებში კლიმატურ თვისებასთან დაკავშირებით	313
დ. ლოზოვოი. ხეების ფესვის ყელის მიწაში ჩალრმავება, როგორც ერთ-ერთი მიზეზი მათი დაზიანებისა მწერების მიერ	363

ზოოლოგია

ფ. ზაიცევი. (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნამდვილი წევრი). ახალი ლარვა გყარიდან <i>Deronectes Sharp. (Coleoptera, Dytiscidae)</i>	75
დ. ხარიტონოვი. <i>Brachythele</i> -ს ახალი სახეობა საქართველოდან <i>Brachythele zaitzevi, n. sp.</i>	135
ა. ბალაბუევი. დაკვირვებები ნეკერჩხლის მენალმე მხერხავის (<i>Phyllotoma flavicollis Guss.</i>) მხტომ საკნებზე	261
დავით კობახიძე. მცენარეული კომპონენტებისა და მწერების ცალკეული ჯგუფების ზოგიერთი თანაფარდობის შესახებ ცხრაწყაროს სუბალპურისა და ალპური ზონების ბიოცენოზებში	317
ა. სადოვსკი. მთის მდინარეებში ზოობენტოსის რაოდენობითი სინჯების ასაღები ახალი ხელსაწყო—ბენთომეტრი	367

ჰ. რეკი. გვარი <i>Schizotetranychus</i> (<i>Tetranychidae</i> , <i>Açari</i>) საქართველოს მასალების მიხედვით	371
ჰ. რეკი. გვარის <i>Schizotetranychus</i> (<i>Träg.</i>) სახეობათა აღწერა საქართველოდან	449
რ. სავენკო. <i>Aphaniptera</i> -ს ორი ახალი სახეობა საქართველოდან დავით კობახიძე. მასალები აკრიდოფაუნის თვისობრივი და რაოდენობრივი შედგენილობის შესწავლისათვის სამგორის სისტემის სტეპებში	607
ი.რ. ბათიაშვილი. ლაბორატორიული ცდების მეთოდისათვის	613

პარაზიტოლოგია

ნ. ჯაფარიძე. ტიპების <i>Dermacentor marginatus</i> Sulz. და <i>Hyalomma anatolicum</i> Koch. ლარვებისა და ნიმფების აღწერა	141
ი. კირშენბლატი. ახალი ამოცანები საქართველოს მღრღნელებში გავრცელებულ ლენტისებრი ქიების ლარვალური სტადიების შესახებ	269
ბ. ყურაშვილი. ფრინველების ახალი ტრემატოდა— <i>Euclinostomum skrjabini</i> nov. sp.	617

ბანვითარების მმქანება

ა.ლ. მაჩაბელი. სმენის ბუშტულის ჰომოპლასტიკური გადანერგვა მცირე აზიის ტრიტონის (<i>Triton vittatus</i>) ჩანასახთა უკანა კიდურის არეში	199
--	-----

ენათმეცნიერება

გ. ახვლედიანი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნამდვილი წევრი). უცნაური დელემენტი ოსურ დან, დან-ში	79
გ. ახვლედიანი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნამდვილი წევრი). გრძელი ზმოვანი -tt- < * = xt-ს წინ ძველ ისლანდურში	457
კონსტანტინე წერეთელი. თანზმოვანთა პალატალიზაციის შემთხვევები ურმიის არამეულ დიალექტში	511

ისტორია

შოთა მესხია. ქარგლობის ინსტიტუტის საკითხისათვის გვიანფოლდალური ხანის ქართულ ამქარში	379
ე. თაყაიშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნამდვილი წევრი). საიდან და როგორ გაჩნდა „ქართლის მოქცევის“ ქრონიკაში სახელწოდება „არიან ქართლი“?	621

არქეოლოგია

ი. გძელიშვილი. ნოქალაქევის ციხე-ქალაქის მშენებლობის გეოლოგიური პირობებისა და ტექნიკის ზოგიერთი საკითხი	323
--	-----

ირ. ციციშვილი. ძველ საქართველოში ხმარებულ სიგრძის საზომთა შესახებ	329
ირ. ციციშვილი. მცხეთის ანტიკური კრამიტის შესწავლისათვის . .	517
ი. გძელიშვილი. ქალაქ თბილისის მატერიალური კულტურის ძეგლთა „ქართული აგურის“ დათარიღების ცდა	629

ხელოვნების ისტორია

ნიკო ჩუბინაშვილი. ხუროთმოძღვრების ძეგლი ნასოფლარ სირგოს ადგილზე	387
---	-----

ა ბ ტ ო რ თ ბ ს ა ძ ი მ ბ ე ლ ი

- აბაკელია ვ. 475.
 ახელიშვილი ღ. 53.
 ასვლედიანი გ. 79, 453.
- ბათიაშვილი ირ. 613.
 ბალახუევი ა. 261.
 ბენდუქიძე ნ. 285.
 ბუაჩიძე ი. 485.
- გაბუნია ღ. 41.
 განოკიძე ა. 27, 115, 565.
 გოგიჩევა ხ. 495.
 გოკიელი ღ. 3.
 გორგოძე ა. 161, 543.
 გუნცაძე ა. 115.
 გუგულიშვილი ი. 179, 323, 629.
- დოლოხანოვი ა. 603.
 დეკაპრელევიჩი ღ. 191.
- ექვთიმიშვილი შელიტა 503.
- ჰეპუ ნ. 153.
- ზაალიშვილი შ. 167.
 ზავრიევი კ. 571.
 ზაიცევი ფ. 75.
- თაფაიშვილი ვ. 621.
- ჭავჭავაძე ი. 467.
 ჭავჭავაძე ვ. 207.
 ჭიჭელი თ. 185, 599.
 ჭვარაცხელია ნ. 441.
 კირსენლატი ი. 269.
 კლუიჩი ელენე 167, 215, 277.
 კობახიძე დავით 317, 607.
- კობერიძე აღ. 121, 307, 351.
 კოკოჩაშვილი ვ. 413, 477.
 კუპრაძე ვ. 99.
- ლუკაშა ვ. 417.
 ლორთქიფანიძე ბ. 239, 299.
 ლოზოვოვი დ. 69, 253, 313, 363.
- მათევევი გ. 599.
 მამასახლისოვი ვ. 467.
 მარმარაშვილი გ. 273, 395.
 მარუაშვილი თინა 83, 145.
 მაღნარაძე დეო 531.
 მაჩაბელი აღ. 199.
 მენღარიშვილი ა. 417.
 მესხია შოთა 379.
 მონიავა ეთერი 303.
 მღებრიანი ა. 551.
 მჭედლიშვილი-პეტროსიანი ო. 495.
- ნოდია შ. 403.
- ონიაშვილი ო. 45, 429, 587.
- პაპავა ვ. 595.
 პოლიევქტოვი-ნიკოლაძე ნ. 11.
- რევი ჰ. 371, 449, 505.
- სადოვსკი ა. 367.
 სავენკო რ. 505.
 საფარიანი ა. 231.
 სისარულიძე შ. 127.
 სმირნოვი გ. 493.
 სხირტლაძე ნ. 223, 343.
- ფილინი ა. 291.

ქომეთიანი პ. 215, 277.
ქურდიანი ი. 107, 425, 559.

ყანჩაველი ნუგზარ 437.
ყურაშვილი ბ. 617.

შაიშველაშვილი ვ. 579.

ჩილვინაძე დ. 19.
ჩუბინაშვილი ნიკო 387.

ცინცაძე ს. 243.
ციციშვილი ირ. 329, 517.
ცუცუნაშვილი ო. 357.

პოწენიძე გ. 173.

წერეთელი კონსტანტინე 511.
წითლანაძე ვ. 537.

ჭელიძე ვ. 335, 461, 525.
ჭრელაშვილი შ. 185.

ხარაზოვი დ. 91.
ხარიტონოვი დ. 135.

ჯაფარიძე აღ. 61.
ჯაფარიძე ლევან 303, 437.
ჯაფარიძე ნ. 141.

პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე პროფ. დ. დოლიძე

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა, აკ წიგნების ქ. № 7
Типография Академии Наук Грузинской ССР, ул. А. Церетели, 7

ხელმოწერილია უკ. ფორმა 9.3.49

Подписано к печати 9.3.49

ანაწილის ზომა 7×11

Размер набора 7×71

შეკვ. № 78 Зак.

საბეჭდო ფორმათა რაოდ. 7,5

Печатных листов 7,5

საავტორო ფორმათა რაოდ. 9,5 ფორმა

Авторских листов 9,5

უკ 01527 VЭ

ტირაჟი 1500 Тираж

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

დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა— ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ზემო 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 საესებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დანატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში ერთგვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ დრჩილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის 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 მთავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლიძის ქ., 8.

პარაზიტოლოგია

ბ. ყურაშვილი. ფრინველების ახალი ტრემატოდა—*Euelinostomum skrjabini* nov. sp. 617

ისტორია

ე. თაყაიშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნამდვილი წევრი). საიდან და როგორ გაჩნდა „ქართლის მოჭევეის“ კრონიკაში სახელწოდება „არიან ქართლი“? 621

არქეოლოგია

ი. გძელიშვილი. ქალაქ თბილისის მატერიალური კულტურის ძეგლთა „ქართული აგურის“ დათარიღების ცდა 629

დავუტყუება „საბარტოველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრება“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა— ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 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 განსაზღვრულად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საესკებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული; საჭიროა აღინიშნოს ეურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, საგალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში ერთგვარად სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღინიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შემსრულებელია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, კავშირის ქ., 8.