

1946



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

მთაბე

ტომი VII, № 3

ქირითადი, ქართული გამოცემა

თბილისი
1946

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

ილია ვეკუა (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. წევრი-კორესპონდენტი). ცილინდრულ ფუნქციათა თეორიისათვის	91
თ. შარუაშვილი. კრიტიკული ძალების განმსაზღვრელი დეტერმინანტის ფესვების შესახებ	99

ფიზიკა

დ. ჩიღვინაძე. Zn—Al—Cu სისტემის წრთობილი შენადნობების ელექტროწინააღმდეგობის ცვლილების შესახებ	109
---	-----

თბოტექნიკა

შ. ჯანჯღაძე. ცხრილებს შორის ნაკადისადმი განივად განლაგებული მილების კონის გამოკვლევა	113
--	-----

ნიადაგმცოდნეობა

ა. სკვორცოვი. ქართლის ვაკის ნიადაგების სტრუქტურის საკითხებისათვის	121
---	-----

ბოტანიკა

ლ. ეასილევესკაია. ფისის ცენტრალური სავალეების წარმოშობა ფიჭვის წიწვში	127
ა. კოლაკოვსკი და შ. სახლკია. ახალი მონაცემები კავკასიის შავი ზღვის სანაპიროს ადვენტური ფლორის შესახებ	133

ზოოლოგია

დ. ბარიტონოვი. Arachnoidea სათაფლიას მღვიმიდან (ქუთაისი)	139
--	-----

ენათმეცნიერება

მაკარ ხუბუა. სპარსულიდან ნასესხები სიტყვების შეყვეცა ქართულში	141
---	-----

ისტორია

სერგი ჯიქია. სოფ. დღივის ლოკალიზებისათვის ჯავახეთში	149
---	-----

ილია ვაჟა

საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. წევრი-კორესპონდენტი

ცილინდრულ ფუნქციათა თეორიისათვის

ამ შრომაში ჩვენ გვინდა მიუთითოთ ერთ ზოგად მეთოდზე ცილინდრულ ფუნქციათა თეორიის შესასწავლად. ეს მეთოდი ეყრდნობა დიფერენციალური განტოლების

$$u_{xx} + u_{yy} + \lambda^2 u = 0 \quad (\lambda \text{ კომპლ. მუდმივია}) \quad (1)$$

ამოხსნების ზოგად კომპლექსურ წარმოდგენას. ფორმულო, რომელიც ამ წარმოდგენას ანხორციელებს, როგორც ქვევით დავინახავთ, შეიცავს ერთი კომპლექსური ცვლადის ორ ნებისმიერ ანალიზურ ფუნქციას. ამ ფორმულიდან, მასში შემავალი ფუნქციების სათანადოდ შერჩევის საშუალებით, მიიღება ცილინდრული ფუნქციების ყველა სახე—ეგრედწოდებული ბესელის პირველი და მეორე გვარის ფუნქციები. გარდა ამისა, ხსენებულ ფორმულიდან გამომდინარეობს ცილინდრული ფუნქციების სხვადასხვა ინტეგრალური წარმოდგენები და გამწვრივებანი, რომლებიც ამ ფუნქციების ძირითად თვისებათა დამტკიცების საშუალებას იძლევიან.

რადგან (1) განტოლების ყოველი რეგულარული ამოხსნა, როგორც ცნობილია, x , y ცვლადების ანალიზური ფუნქციაა, ამიტომ ჩვენ შეგვიძლია ამ ცვლადებს მივცეთ აგრეთვე დამოუკიდებელი კომპლექსური მნიშვნელობანი. თუ შემოვიტანთ კომპლექსურ ცვლადებს $z = \frac{\lambda}{2}(x+iy)$, $\zeta = \frac{\lambda}{2}(x-iy)$, განტოლება (1) მიიღებს სახეს

$$\frac{\partial^2 u}{\partial z \partial \zeta} + u = 0. \quad (2)$$

ცხადია, თუ $u(z, \zeta)$ ამ განტოლების ამოხსნაა, მისივე ამოხსნა იქნება $u(z-t, \zeta-\xi)$, სადაც t და ξ ნებისმიერი პარამეტრებია. ადვილი შესამოწმებელია, რომ (2) განტოლების კერძო ამოხსნაა ფუნქცია $L_0[(z-t)(\zeta-\xi)]$, სადაც

$$L_0(x) = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{x^k}{k! k!}. \quad (3)$$

ვთქვათ, $u(t, \xi)$ ანალიზური ფუნქციაა t და ξ ცვლადების, როცა $t \in T_x$, $\xi \in T_\zeta$, სადაც T_x და T_ζ რაიმე ბრტყელი არეებია. მაშინ გვექნება იგივობა

$$\frac{\partial}{\partial \xi} \left(G \frac{\partial u}{\partial t} \right) + \frac{\partial}{\partial t} \left(G \frac{\partial u}{\partial \xi} \right) = \frac{\partial^2}{\partial \zeta \partial \xi} (Gu) + G \left(\frac{\partial^2 u}{\partial \zeta \partial \xi} + u \right), \quad (4)$$

სადაც $G = L_0[(z-t)(\zeta-\xi)]$. თუ მოვახდენთ ამ იგივობის ორივე მხარის ინტეგრაციას t და ξ ცვლადების მიმართ ζ_0, ζ და ζ_0, ζ საზღვრებში და მივიღებთ



მხედველობაში, რომ $L_0(0) = 1$, ზოგიერთი აშკარა გამოთვლის ჩატარების შემდეგ გვექნება

$$u(x, z) = u(x_0, z_0) L_0[(x-x_0)(z-z_0)] + \int_{z_0}^z \frac{\partial u(t, x_0)}{\partial t} L_0[(z-z_0)(x-t)] dt + \\ + \int_{z_0}^z \frac{\partial u(x_0, \xi)}{\partial \xi} L_0[(x-x_0)(z-\xi)] d\xi + \int_{z_0}^z dt \int_{x_0}^x \left(\frac{\partial^2 u}{\partial t \partial \xi} + u \right) L_0[(x-t)(z-\xi)] d\xi, \quad (5)$$

სადაც $x_0, x \in T_x$, $z_0, z \in T_z$ (x_0, z_0 ფიქსირებული წერტილებია; ჩვენ შეგვიძლია ზოგადობის შეუზღუდავად მივიღოთ $x_0 = z_0 = 0$).

ვთქვათ, $\frac{\partial^2 u}{\partial t \partial \xi} + u = 0$. მაშინ, თუ მივიღებთ $x_0 = z_0 = 0$, ფორმულა (5)

შეიძლება ასე ჩავწეროთ

$$u(x, z) = a_0 L_0(xz) + \int_0^x \Phi(t) L_0[z(x-t)] dt + \int_0^z \Psi(\xi) L_0[x(z-\xi)] d\xi, \quad (6)$$

სადაც $a_0 = u(0, 0)$, $\Phi(x) = \frac{\partial u(x, 0)}{\partial x}$, $\Psi(z) = \frac{\partial u(0, z)}{\partial z}$.

ამრიგად ჩვენ დავამტკიცეთ, რომ (2) განტოლების ყოველი რეგულარული ამოხსნა $u(x, z)$, რომელიც ანალიზური ფუნქციაა x და z ცვლადების, როცა $x \in T_x$, $z \in T_z$ შეიძლება წარმოვადგინოთ (6) სახით, სადაც მუდმივი a_0 და ანალიზური ფუნქციები Φ და Ψ ცალსახად განისაზღვრებიან u ფუნქციის საშუალებით⁽¹⁾.

შეიძლება ახლა ადვილად შევამოწმოთ, რომ (6) ფორმულა a_0 მუდმივის ნებისმიერი მნიშვნელობისა და ყოველი Φ და Ψ ანალიზური ფუნქციებისათვის გვაძლევს (2) განტოლების ამოხსნას; ცხადია, Φ და Ψ ფუნქციებს შეიძლება ჰქონდეთ ინტეგრებადი განსაკუთრებულობანი $x=0$ წერტილზე.

ჩვენ ახლა დავამტკიცებთ უფრო ზოგად დებულებას: (6) ფორმულა გვაძლევს (2) განტოლების ამოხსნებს იმ შემთხვევაშიც, როცა Φ და Ψ ფუნქციებს $x=0$ წერტილზე გააჩნიათ არაინტეგრებადი განსაკუთრებულობანიც, თუ ამ ფორმულაში შემავალი ინტეგრალების ეგრეთწოდებული სასრული ნაწი-

(1) (5)-დან ადვილად მივიღებთ, რომ

$$u = \int_{z_0}^z dt \int_{x_0}^x f(t, \xi) L_0[(x-t)(z-\xi)] d\xi, \quad (*)$$

სადაც $f(t, \xi)$ ანალიზური ფუნქციაა, როცა $t \in T_x$, $\xi \in T_z$, წარმოადგენს კერძო ამოხსნას განტოლების: $\frac{\partial^2 u}{\partial t \partial \xi} + u = f(x, z)$; თუ (*)-ს დაუმატებთ (6) გამოსახულებას, მივიღებთ ამ განტოლების ზოგად ამოხსნას.

ლები არსებობენ ჰადამარის აზრით (ამ ცნების შესახებ იხ. [1], გვ. 184 და შემ.). ამ დებულების დასამტკიცებლად საკმარისია განვიხილოთ შემთხვევა $a_0 = \Psi = 0$.

ვთქვათ, Φ ჰოლომორფული ფუნქციაა რაიმე T არეში, რომლის საზღვარზე ძვეს წერტილი $z=0$. ადვილად შემოწმდება, რომ ინტეგრალი

$$\int_a^z \Phi(t) L_0[\zeta(z-t)] dt \quad (a \in T) \quad (7)$$

წარმოადგენს (2) განტოლების ამოხსნას. განვიხილოთ ახლა ფუნქციები

$$\Phi_1(z) = \int \Phi(z) dz, \quad \Phi_k(z) = \int \Phi_{k-1}(z) dz \quad (k=2, 3, \dots)$$

და დავუშვათ, რომ რაიმე m -სათვის Φ_m ინტეგრებადია $z=0$ წერტილზე. მოვახდინოთ ახლა (T) ინტეგრალის m ჯერ ნაწილობითი ინტეგრაცია და უკუვაგდოთ ინტეგრალის გარეთ მდგომი ის წევრები, რომელნიც (2) განტოლების ამოხსნებს წარმოადგენენ და დამოკიდებულნი არიან a -საგან. ამის შემდეგ, თუ მიღებულ ფორმულაში ჩავსვამთ $a=0$, გვექნება

$$u_0(z, \zeta) \equiv \sum_{k=0}^{m-1} (-1)^k \frac{\zeta^k}{k!} \Phi_{k+1}(z) + (-1)^m \int_0^z \Phi_m(\tau) \frac{\partial^m}{\partial t^m} L_0[\zeta(z-t)] dt. \quad (8)$$

ცხადია, ეს ფორმულა გვაძლევს (2) განტოლების ამოხსნას ნებისმიერ ანალიზურ Φ ფუნქციისათვის, თუ Φ_m ინტეგრებადია წერტილზე $z=0$. მაგრამ (8) გამოსახულება, როგორც ადვილი შესამოწმებელია, წარმოადგენს (7) ინტეგრალის სასრულ ნაწილს ჰადამარის აზრით, როცა $a=0$, რის დამტკიცებაც გვინდოდა.

აღვნიშნოთ ახლა Φ_m ისევე Φ -ით. მაშინ (8) მიიღებს სახეს

$$u_0 = \sum_{k=0}^{m-1} (-1)^k \frac{\zeta^k}{k!} \Phi^{(m-k-1)}(z) + \zeta^m \int_0^z \Phi(t) L_0^{(m)}[\zeta(z-t)] dt. \quad (8a)$$

ანალოგიურად თუ გარდავქმნით (6) ფორმულის მეორე ინტეგრალსაც, საბოლოოდ მივიღებთ ფორმულას

$$u = \sum_{k=0}^{m-1} (-1)^k \frac{\zeta^k}{k!} \Phi^{(m-k-1)}(z) + \zeta^m \int_0^z \Phi(t) L_0^{(m)}[\zeta(z-t)] dt \\ + \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^k \frac{\zeta^k}{k!} \Psi^{(n-k-1)}(\zeta) + \zeta^n \int_0^\zeta \Psi(t) L_0^{(n)}[\zeta(\zeta-t)] dt, \quad (6a)$$

რომელიც მოგვცემს (2) განტოლების ამოხსნას ნებისმიერი ანალიზური ფუნქციებისათვის Φ და Ψ , რომელნიც ინტეგრებადი არიან $z=0$ წერტილზე; აქ m და n ნებისმიერი მთელი რიცხვებია.

ჩავსვით ახლა (8a)-ში $\Phi = \frac{\gamma^{\mu+m-1}}{\Gamma(\mu+m)}$, სადაც μ ნებისმიერი კომპლექსური

რიცხვია, განსხვავებული უარყოფითი მთელი რიცხვისაგან და $\operatorname{Re}(\mu+m) > 0$ გარდა ამისა, ჩვენ მხედველობაში გვქვნიება გარკვეულობისათვის ამ ფუნქციის მთავარი შტო. თუ (8a)-ში $L_0[\zeta(\zeta-t)]$ -ს ნაცვლად ჩავსვამთ მის შესაბამის მწკრივს (იხ. (3)) და მოვახდენთ წვერობრივ ინტეგრაციას, მივიღებთ (2) განტოლების შემდეგ კერძო ამოხსნას:

$$u_\mu = \gamma^\mu L_\mu(\zeta^\zeta), \text{ სადაც } L_\mu(x) = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{x^k}{k! \Gamma(\mu+k+1)}. \quad (9)$$

ცხადია, $L_\mu(x)$ მთელი ფუნქციაა ყოველ μ -სათვის. (9)-დან ადვილად მიიღებინა $L_\mu(x)$ -ს შემდეგი ძირითადი თვისებანი:

$$L_{-m}(x) = (-1)^m x^m L_m(x) \quad (m=0, 1, \dots), \quad (10)$$

$$\frac{d^m}{dx^m} L_\mu(x) = (-1)^m L_{\mu+m}(x) \quad (m=0, 1, \dots), \quad (11)$$

$$\frac{d^m}{dx^m} [x^\mu L_\mu(x)] = x^{\mu-m} L_{\mu-m}(x) \quad (m=0, 1, \dots). \quad (12)$$

ძნელი არაა ახლა იმის შემოწმება, რომ $\gamma^\mu L_\mu(\zeta^\zeta)$ ამოხსნაა (2) განტოლებისა მაშინაც, როცა $\mu = -m$, სადაც m დადებითი მთელი რიცხვია. მართლაც, (10)-ის ძალით $\gamma^{-m} L_{-m}(\zeta^\zeta) = (-1)^m \gamma^m L_m(\zeta^\zeta)$, რაც ამტკიცებს ნათქვამს, რადგან $\zeta^m L_m(\zeta^\zeta)$, ცხადია, (2) განტოლების ამოხსნაა.

იმ ფაქტიდან, რომ $\gamma^\mu L_\mu(\zeta^\zeta)$ ამოხსნაა (2) განტოლებისა, გამომდინარეობს, რომ ფუნქცია $y = L_\mu(x)$ აკმაყოფილებს განტოლებას

$$xy'' + (\mu+1)y' + y = 0. \quad (13)$$

ამ განტოლების მეორე წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნა იქნება $x^{-\mu} L_{-\mu}(x)$, თუ μ მთელი რიცხვი არაა. როცა μ მთელია, მაშინ (13) განტოლების მეორე წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნის მოსაძებნად მოვიქცეთ შემდეგნაირად. განვიხილოთ ჯერ შემთხვევა $\mu=0$. თუ (8a)-ში ჩავსვამთ $m=1$ და $\Phi = \lg \zeta$, გვქვნიება (2) განტოლების კერძო ამოხსნა

$$u_0(\zeta, \zeta) = L_0(\zeta^\zeta) \lg \zeta - \zeta^\zeta \int_0^1 \lg t \cdot L_1[\zeta^\zeta(1-t)] dt.$$

მაგრამ, ცხადია, $u_0(\zeta, \zeta) + u_0(\zeta, \zeta) = L_0^*(\zeta^\zeta)$, სადაც

$$L_0^*(x) = L_0(x) \lg x - 2x \int_0^1 \lg t \cdot L_1[x(1-t)] dt, \quad (14)$$

აგრეთვე იქნება იმავე განტოლების ამოხსნა. აშკარაა, რომ $L_0^*(x)$ (13) განტოლების ამოხსნაა, როცა $\mu=0$, წრფივად დამოუკიდებელი $L_0(x)$ -საგან.

თუ გავაწარმოებთ ახლა (13) განტოლების ორივე მხარეს n ჯერ და შემდეგ μ -ს გაუტოლებთ ნულს, დავინახავთ, რომ $L_0^{*(n)}(x)$ წარმოადგენს მიღებულ

განტოლების ამოხსნას, წრფივად დამოუკიდებელს $L_n(x)$ -საგან. აღვიოთა შე-
მოწმება იმისა, რომ $x^n L_n^{*(n)}(x)$ ამოხსნაა (13) განტოლებისა, როცა $n = \frac{1}{2}n$.
წრფივად დამოუკიდებელი $L_{-n}(x)$ -სგან.

ამრიგად, როცა $\mu = n$ (n მთელია) (13) განტოლების წრფივად დამო-
უკიდებელი ამოხსნებია $L_n(x)$ და $L_n^*(x)$, სადაც
 $L_n^*(x) = (-1)^n L_n^{*(n)}(x)$, როცა $n \geq 0$, და $L_n^*(x) = (-1)^n x^{-n} L_{-n}^*(x)$, როცა $n < 0$.
(14)-დან $L_n^*(x)$ -სათვის ($n \equiv 0$) მივიღებთ შემდეგ წარმოდგენას:

$$L_n^*(x) = L_n(x) \lg x - \sum_{k=1}^n \frac{n!}{(n-k)!k} \frac{L_{n-k}(x)}{x^k} + 2 \int_0^1 t^{n-1} \lg(1-t) L_{n-1}(xt) dt. \quad (15)$$

აქედან აშკარაა, რომ $L_n^*(x)$ ანალიზური ფუნქციაა კომპლექსურ სიბრტყეზე,
რომელიც გაჭრილია ნამდვილი ღერძის გასწვრივ 0-დან $-\infty$ -მდე.

ახლა აღვნიშნოთ $V_\mu(x)$ -ით (13) განტოლების ზოგადი ამოხსნა. ცხადია,
 $V_\mu(x) = AL_\mu(x) + Bx^{-\mu} L_{-\mu}(x)$, როცა $\mu \neq n$ და $V_n(x) = AL_n(x) + BL_n^*(x)$, სადაც
 n მთელია, ხოლო A და B — ნებისმიერი მუდმივები. ძნელი არაა შემოწმება
იმისა, რომ $\zeta^\mu V_\mu(\zeta^\lambda)$ ამოხსნაა (2) განტოლების ყოველი μ -სათვის. მაგრამ, თუ
შემოვიღებთ აღნიშვნებს $\zeta = \frac{\lambda r}{2} e^{i\varphi}$, $\zeta = \frac{\lambda r}{2} e^{-i\varphi}$, გვექნება: $\zeta^\mu V_\mu(\zeta^\lambda) = e^{i\mu\varphi} Z_\mu(\lambda r)$,
სადაც

$$Z_\mu(x) = \left(\frac{x}{2}\right)^\mu V_\mu\left(\frac{x^2}{4}\right). \quad (16)$$

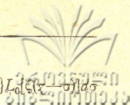
რადგან V_μ აკმაყოფილებს (13) განტოლებას, მივიღებთ, რომ $Z_\mu(x)$ ამოხსნაა
ეგრეთწოდებული ბესელის განტოლებისა

$$x^2 y'' + xy' + (x^2 - \mu^2)y = 0. \quad (17)$$

ამრიგად, (16) ფორმულა ჩვენ გვაძლევს ცილინდრული ფუნქციების ზო-
გად წარმოდგენას; როცა $V_\mu(x) = L_\mu(x)$, ჩვენ მივიღებთ ეგრეთწოდებულ პირ-
ველი გვარის ბესელის ფუნქციებს $J_\mu(x) = \left(\frac{x}{2}\right)^\mu L_\mu\left(\frac{x^2}{4}\right)$, ხოლო როცა $V_n = L_n^*$,
ჩვენ გვექნება მეორე გვარის ბესელის ფუნქციები, რომელთაც ჩვენ აღვნიშნავთ
სიმბოლოთი J_n^* , ე. ი. $J_n^*(x) = \left(\frac{x}{2}\right)^n L_n^*\left(\frac{x^2}{4}\right)$.

ამრიგად, (6) ფორმულიდან ჩვენ მივიღეთ ყველა სახის ცილინდრული
ფუნქცია. ჩვეი შეგვიძლია ამ ფორმულის გამოყენებით დავამტკიცოთ აგრე-
თვე აღნიშნული ფუნქციების მრავალი ძირითადი თვისება. მაგალითისათვის
აქ მოვიყვანთ ეგრეთწოდებულ შეკრების ფორმულის დამტკიცებას; ეს ფორ-
მულა ეკუთვნის Graf-ს [2].

რადგან ფუნქცია $(t-\zeta)^\mu V_\mu[(\zeta-t)(\zeta-\xi)]$ წარმოადგენს (2) განტოლების
ამოხსნას t და ξ პარამეტრების ნებისმიერი მნიშვნელობებისათვის, ამიტომ მი-
სი წარმოდგენა შეიძლება (6) ფორმულით; გვექნება



$$(t-z)^\mu V_\mu[(z-t)(\zeta-\xi)] = t^\mu V_\mu(t\xi)L_0(z\zeta) + \int_0^\xi \frac{\partial}{\partial \sigma} \{(t-\sigma)^\mu V_\mu[\xi(t-\sigma)]\} L_0[\zeta(z-\sigma)] d\sigma + \int_0^\zeta \frac{\partial}{\partial \sigma} \{t^\mu V_\mu[t(\xi-\sigma)]\} L_0[z(\zeta-\sigma)] d\sigma.$$

ქვევით ჩვენ ვივლულისხმებთ, რომ $V_\mu = L_\mu$ ჯერ ვთქვათ, რომ $\text{Re } \mu > 0$. მაშინ, თუ $t=0$ (18)-დან (12)-ს ძალით მივიღებთ

$$L_\mu(X+X_0) = \int_0^1 \sigma^{\mu-1} L_{\mu-1}(X_0\sigma) L_0[X(1-\sigma)] d\sigma, \tag{19}$$

სადაც $X=z\zeta$, $X_0=-z\xi$. კერძოდ, თუ $X_0=0$ გვექნება

$$L_\mu(X) = \frac{1}{\Gamma(\mu)} \int_0^1 \sigma^{\mu-1} L_0[X(1-\sigma)] d\sigma. \tag{20}$$

ფორმულები (19) და (20) სამართლიანნი არიან ნებისმიერი X და X_0 -სათვის, როცა $\text{Re } \mu > 0$.

(11) და (12) ფორმულების ძალით ჩვენ ადვილად მივიღებთ, რომ

$$\frac{\partial}{\partial \sigma} \{(t-\sigma)^\mu L_\mu[\xi(t-\sigma)]\} = \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \frac{t^{\mu-k} L_{\mu-k}(\xi t)}{(k-1)!} \sigma^{k-1}, \tag{21}$$

$$\frac{\partial}{\partial \sigma} \{t^\mu L_\mu[t(\xi-\sigma)]\} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{t^{\mu+k} L_{\mu+k}(\xi t)}{(k-1)!} \sigma^{k-1}. \tag{22}$$

(22)-ს ადვილი აქვს μ , t , ξ და σ -ს ყველა მნიშვნელობისათვის, ხოლო (21)-ს — თუ $|\sigma| < |t|$; კერძოდ, თუ μ არაუარყოფითი მთელი რიცხვია, (21)-იც სამართლიანია t , ξ და σ -ს ყველა მნიშვნელობისათვის. თუ ჩავსვამთ (21) და (22)-ს (18)-ში, სადაც $V_\mu = L_\mu$, და მიღებული მწკრივების წევრობრივ ინტეგრაციას მოვახდენთ, (20)-ს ძალით გვექნება

$$(t-z)^\mu L_\mu[(t-z)(\xi-\zeta)] = t^\mu \sum_{k=-\infty}^{+\infty} (t\zeta)^k L_k(z\zeta) L_{\mu+k}(t\xi). \tag{23}$$

ეს წარმოადგენს L_μ ფუნქციების შეკრების ფორმულას. ის სამართლიანია, როცა $|z\zeta| < |t|$; ζ და ξ -ს კი შეუძლიათ მიიღონ ნებისმიერი მნიშვნელობანი; კერძოდ, თუ μ არაუარყოფითი მთელი რიცხვია, ფორმულა (23) სამართლიანი იქნება z , ζ , t და ξ -ს ყველა მნიშვნელობისათვის.

შემოვიღოთ ახლა აღნიშვნები: $z = \frac{r}{2} e^{-i\varphi}$, $\zeta = \frac{r}{2} e^{i\varphi}$, $t = \frac{\rho}{2} e^{i\psi}$, $\xi = \frac{\rho}{2} e^{-i\psi}$.

სადაც r , ρ , φ და ψ , საზოგადოდ, კომპლექსურ მნიშვნელობებს ღებულობენ.

მაშინ, თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ $L_\nu\left(\frac{x^2}{4}\right) = \left(\frac{x}{2}\right)^{-\nu} J_\nu(x)$,

ფორმულა (23) ჩაიწერება ასე:

$$\left(\frac{\rho - r e^{-i\Phi}}{\rho - r e^{i\Phi}}\right)^{\mu} \frac{1}{2} J_{\mu}(V r^2 - 2 r \rho \cos \Phi + \rho^2) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} J_k(r) J_{\mu+k}(\rho) e^{i k \Phi} \quad (24)$$

სადაც $\Phi = \vartheta - \varphi$. ესაა ბესელის ფუნქციების შეკრების ფორმულა, რომელიც ეკუთვნის Graf-ს [2]. იგი სამართლიანია r, ρ და Φ -ს ნებისმიერ მნიშვნელობათათვის, თუ $|r| < |\rho| |e^{i\Phi}|$. კერძოდ, თუ μ არაუარყოფითი მთელი რიცხვია (24)-ს ადგილი აქვს ნებისმიერ r, ρ, Φ -სათვის.

თუ (23)-ში, კერძოდ, $\zeta = \xi = 1$, გვექნება

$$\left(1 - \frac{\zeta}{t}\right)^{\mu} = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \zeta^k L_k(\zeta) L_{\mu+k}(t). \quad (25)$$

ეს ფორმულა სამართლიანია, როცა μ განსხვავებულია უარყოფითი მთელი რიცხვისაგან და $|\zeta| < |t|$. კერძოდ, თუ μ არაუარყოფითი მთელი რიცხვია, (25) სამართლიანი იქნება ნებისმიერი ζ და t -სათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სტალინის სახელობის
თბილისის სახ. უნივერსიტეტი

(რედაქციაში შემოვიდა 25.1.1946)

ციტირებული ლიტერატურა

1. J. Hadamard. Le problème de Cauchy... Paris, 1932.
2. G. N. Watson. Theory of Bessel functions, Cambridge, 1922.

თ. მარშაშვილი

კრიტიკული ძალების განმსაზღვრელი დეტერმინანტის ფესვების
შესახებ

პროფ. შ. მიქელაძის შრომაში [1] მოცემულია ახალი სასრულო სხვაობიანი ვანტოლებები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან გამოეთვალათ კრიტიკული ძალების მიახლოებითი მნიშვნელობანი, ღეროს ბრტყელი ღუნვის დროს, აღნიშნული შრომის მიხედვით კრიტიკული ძალა $P_{კრ}$. გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$P_{კრ} = k \frac{EI}{l^2},$$

სადაც l ღეროს სიგრძეა, I —ინერციის მომენტი ღეროს რომელიმე კვეთისა ამავე კვეთში მდებარე ნეიტრალური ხაზის მიმართ, E —მასალის დრეკადობის მოდული, ხოლო k — ν . წ. მდგრადობის კოეფიციენტი. დამტკიცებულია, რომ დამაგრების ყველა ძირითად შემთხვევისათვის k წარმოადგენს

$$D_{n-1}(k) = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ c_1 & a_2 & b_2 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & c_{n-2} & a_{n-1} \end{vmatrix} \quad (I)$$

დეტერმინანტის ამა თუ იმ ფესვს. პრაქტიკული მიზნებისათვის ჩვეულებრივ კმაყოფილებიან (1)-ის მხოლოდ უმცირესი დადებითი ფესვის მონახვით. (1) დეტერმინანტის ელემენტების გამოსათვლელი ფორმულები მოცემულია [1] შრომაში. ამ ფორმულების მიხედვით a , b , c ელემენტები დამოკიდებული არიან k -ზე, ინერციის მომენტის მნიშვნელობაზე ძელის დისკრეტულ წერტილებზე და ამ წერტილების რიცხვზე.

ქვემოთ ვგულისხმობთ, რომ ინერციის მომენტი უწყვეტი ფუნქციაა თავისი პირველი ოთხი რიგის წარმოებულთა ღეროს მთელი სიგრძის გასწვრივ. ასეთ შემთხვევაში (1) დეტერმინანტის ყველა სტრიქონის ელემენტები, პირველი-სა და უკანასკნელის გარდა, k -ს წრფივი ფუნქციებია და მათ ერთნაირი გამოსახულება აქვთ დამაგრების ყველა შემთხვევისათვის. პირველი და ბოლო სტრიქონის ელემენტები კი წარმოადგენენ იმავე k -ს პირველ ან მეორე ხარისხის პოლინომებს, იმის მიხედვით, თუ დამაგრების რა სახესთან ვვაქვს საქმე. ამგვარად, (1) დეტერმინანტი წარმოადგენს პოლინომს k -ს მიმართ.



ჩვენ ქვემოთ ვამტკიცებთ, რომ (1) დეტერმინანტის ყველა ელემენტი ნამდვილია და არაუარყოფითი. ამით ჩვენ ვამტკიცებთ დამაგრების ყველა შემთხვევისათვის შესაძლებელია შ. მიქელაძის ხეობით ყველა კრიტიკული ძალის განსაზღვრა. დაიწყეთ უმარტივესი შემთხვევით.

1. დეროს ორივე ბოლო დაყრდნობილია. ამ შემთხვევაში ჩვენთვის საინტერესო დეტერმინანტი, რომელსაც (1) სახე აქვს, $D_{n-1}^{(1)}(k)$ -თი აღვნიშნოთ. $D_{n-1}^{(1)}(k)$ დეტერმინანტის ყოველი ელემენტი წრფივია k -ს მიმართ და განსაზღვრულია ერთ-ერთი ქვემოთ მოყვანილი ფორმულით

$$\begin{aligned} a_{\mu} &= -2\sigma_{\mu} + \frac{10k}{12n^2} \quad (\mu = 1, 2, \dots, n-1), \\ b_{\mu} &= \sigma_{\mu} + \frac{k}{12n^2} \quad (\mu = 2, 3, \dots, n-1), \\ c_{\mu} &= \sigma_{\mu} + \frac{k}{12n^2} \quad (\mu = 1, 2, \dots, n-2), \end{aligned} \quad (2)$$

სადაც $\sigma_{\mu} = \frac{I_{\mu}}{I_n}$, ხოლო n დაყოფით მიღებულ შუალედთა რიცხვს აღნიშნავს.

ცხადია, ყოველი μ -სათვის $\sigma_{\mu} > 0$.

$D_{n-1}^{(1)}(k)$ დეტერმინანტის ნულთან გატოლებით მივიღებთ $n-1$ ხარისხის ალგებრულ განტოლებას. ვიპოვოთ ამ განტოლების ფესვების რიცხვი $(0, \infty)$ შუალედში. ამასთან დაკავშირებით ჩვენ ქვემოთ ვიგულისხმებთ, რომ $k > 0$.

შევადგინოთ

$$f_0, f_1, \dots, f_{n-1} \quad (3)$$

ფუნქციათა მიმდევრობა ისეთნაირად, რომ $f_0 \equiv 1$, ხოლო თითოეული f_{μ} იყოს ის დეტერმინანტი, რომელიც მიიღება გამოსავალ $D_{n-1}^{(1)}(k)$ დეტერმინანტიდან პირველი $n-\mu-1$ სტრიქონის და სვეტის ამოშლით. ცხადია, რომ აქ f_{n-1} ფუნქცია გამოსავალი დეტერმინანტი იქნება, f_{n-2} ფუნქცია იქნება გამოსავალ დეტერმინანტიდან პირველი სვეტისა და სტრიქონის ამოშლით მიღებული დეტერმინანტი და ასე შემდეგ. ამგვარად, თითოეული f_{μ} ფუნქცია μ -ური ხარისხის პოლინომი იქნება. ყოველი შემდეგი პოლინომის ხარისხი ერთი ერთეულით იზრდება წინა პოლინომის ხარისხთან შედარებით. მე-(3) მიმდევრობისათვის სამართლიანია შემდეგი რეკურენტული ფორმულა:

$$f_{\mu}(k) = \left(-2\sigma_{n-\mu} + \frac{10k}{12n^2} \right) f_{\mu-1} - \left(\sigma_{n-\mu} + \frac{k}{12n^2} \right) \left(\sigma_{n-(\mu-1)} + \frac{k}{12n^2} \right) f_{\mu-2}. \quad (4)$$

ახლა ვუჩვენოთ, რომ f_{μ} ($\mu = 0, 1, \dots, n-1$) ფუნქციები ადგენენ შტურმის განზოგადებულ მიმდევრობას⁽¹⁾.

მართლაც, ჩვენ გხედავთ, რომ:

1. f_0 ფუნქცია არ იცვლის ნიშანს.

⁽¹⁾ იხ., მაგალითად, [2], გვ. 135.

2. თუ (3) მიმდევრობის რომელიმე $f_{\mu-1}$ წევრი ისპობა, ამ წევრის წინა და მომდევნო $f_{\mu-2}$ და f_{μ} წევრებს საწინააღმდეგო ნიშნები ექნებათ. მართლაც, რადგან $f_{\mu-1}=0$, ამიტომ (4)-დან

$$f_{\mu} = - \left(\sigma_{n-\mu} + \frac{k}{12n^2} \right) \left(\sigma_{n-(\mu-1)} + \frac{k}{12n^2} \right) f_{\mu-2},$$

საიდანაც ჩანს, რომ $f_{\mu-1}$ -ის ორ მეზობელ f_{μ} და $f_{\mu-2}$ წევრებს ურთიერთ საწინააღმდეგო ნიშნები აქვთ.

3. (3) მიმდევრობის ორი მეზობელი წევრი ერთდროულად არ ისპობა. დაეუშვათ წინააღმდეგი: ვთქვათ, რომ რომელიმე μ -ისათვის $f_{\mu}=f_{\mu-1}=0$. მაშინ (4)-დან მივიღებთ:

$$- \left(\sigma_{n-\mu} + \frac{k}{12n^2} \right) \left(\sigma_{n-(\mu-1)} + \frac{k}{12n^2} \right) f_{\mu-2} = 0.$$

აქედან ჩანს, $f_{\mu-2}=0$. ახლა უკვე ვხედავთ, რადგან $f_{\mu-1}=f_{\mu-2}=0$, ამიტომ $f_{\mu-3}=0$ და ბოლოს მივიღებთ $f_0=0$, რაც შეუძლებელია. მაშ, ჩვენ დავამტკიცეთ, რომ k -ს არც ერთი დადებითი მნიშვნელობისათვის (3) მიმდევრობის ორი მეზობელი ფუნქცია ერთდროულად არ ხდება ნულის ტოლი.

გავიგოთ f_0, f_1, \dots, f_{n-1} ფუნქციების ნიშნები $k=0$ და $k=\infty$ -სათვის. ადვილად შეაძლება დამტკიცდეს, რომ

$$f_{\mu}(0) = (-1)^{\mu} (\mu+1) \sigma_{n-1} \sigma_{n-2} \dots \sigma_{n-\mu}. \quad (5)$$

აქედან ჩანს, f_0, f_1, \dots, f_{n-1} მიმდევრობას $k=0$ -სათვის $n-1$ ნიშნის ცვლა აქვს.

k -ს საკმარისად დიდა მნიშვნელობისათვის f_{μ} პოლინომს ექნება თავისი უფროსი წევრის ნიშანი. ეს წევრი მიიღება f_{μ} დეტერმინანტის ყველა ელემენტში μ -ს შემცველი შესაჯრების ამოშლით. გამოთვლები გვიჩვენებენ, რომ

ამ წევრს აქვს სახე $\left(\frac{k}{12n^2} \right)^{\mu} \Delta_{\mu}$, სადაც

$$\Delta_{\mu} = \begin{vmatrix} 10 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & 10 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 10 \end{vmatrix}.$$

ადვილად შევამჩნევთ, რომ ჩვენთვის საინტერესო დეტერმინანტი აკმაყოფილებს შემდეგ განტოლებას სასრულ სხვაობებში:

$$\Delta_{\mu+1} = 10\Delta_{\mu} - \Delta_{\mu-1} \quad (\Delta_0 = 1, \Delta_{\mu} = 10).$$

ამ განტოლების ამოხსნა გვაძლევს

$$\Delta_{\mu} = \frac{(5 + \sqrt{24})^{\mu+1} - (5 - \sqrt{24})^{\mu+1}}{2\sqrt{24}}, \quad (6)$$



აქედან ყოველ μ -სათვის $\Delta_\mu > 0$ და, მაშასადამე, ყოველი f_μ პოლინომი როსი წევრი დადებითი კოფილა, ანუ $k = \infty$ -სათვის ყოველი $f_\mu > 0$.

რადგან (3) მიმდევრობაში $k=0$ -დან $k=\infty$ -ზე გადასვლისას $n-1$ ნიშნის ცვლა იკარგება, ამიტომ 0 -სა და ∞ -ს შორის მოთავსებულია $D_{n-1}^{(2)}(k) = 0$ განტოლების $n-1$ ფესვი. ხოლო, რადგანაც ამ განტოლების ხარისხი უდრის $n-1$ -ს, ამით დამტკიცდა, რომ მოცემული განტოლების ყველა ფესვი ნამდვილია და დადებითი.

2. დეროს ერთი ბოლო მოჭერილია, მეორე თავისუფალი. ამ შემთხვევაში (1) დეტერმინანტის ყველა ელემენტი, გარდა პირველი სტრიქონის ელემენტებისა, იმავე (2) ფორმულებით არიან განსაზღვრული, რომლებიც პირველ შემთხვევაში გვქონდა, ხოლო a_1, b_2 ელემენტები კი შემდეგი ფორმულებით განისაზღვრება:

$$a_1 = -2\sigma_0\sigma_1 + \left(\frac{13}{6}\sigma_0 + \frac{4}{3}\sigma_1\right)\frac{k}{n^2} - \frac{4}{9}\left(\frac{k}{n^2}\right)^2,$$

$$b_2 = 2\sigma_0\sigma_2 + \left(\frac{1}{12}\sigma_0 - \frac{7}{12}\sigma_2\right)\frac{k}{n^2} - \frac{1}{18}\left(\frac{k}{n^2}\right)^2.$$

ახალი დეტერმინანტი $D_{n-1}^{(2)}(k)$ -ით აღვნიშნოთ, $D_{n-1}^{(2)}(k)$ არის n ხარისხის პოლინომი. შევადგინოთ

$$f_0, f_1, \dots, f_{n-1}, f_n \quad (n \geq 3)^{(1)}$$

ფუნქციათა მიმდევრობა ისე, რომ f_0, f_1, \dots, f_{n-2} ფუნქციები წარმოადგენენ (3) მიმდევრობის f_0, f_1, \dots, f_{n-2} წევრებს, $f_{n-1} = D_{n-1}^{(2)}(k)$ და f_n კი იყოს $D_{n-1}(k)$ დეტერმინანტი, რომლის პირველი სტრიქონის a_1, b_2 ელემენტები განსაზღვრულია შემდეგი ფორმულების მიხედვით:

$$a_1 = -2\sigma_0\sigma_1 + \frac{13}{6}\sigma_0\frac{k}{n^2},$$

$$b_2 = 2\sigma_0\sigma_2 + \frac{1}{12}\sigma_0\frac{k}{n^2},$$

ხოლო ყველა დანარჩენი ელემენტი განსაზღვრულია (2) ფორმულების მიხედვით.

დავამტკიცოთ, რომ მიღებული f_0, f_1, \dots, f_n პოლინომებიც წარმოადგენს შტურმის განზოგადებულ მიმდევრობას.

f_0, f_1, \dots, f_{n-2} ფუნქციები (4) დამოკიდებულებით არიან დაკავშირებული. გარდა ამისა, გვაქვს

$$f_{n-1} = \left(-2\sigma_0\sigma_1 + \frac{13}{6}\sigma_0\frac{k}{n^2}\right)f_{n-2} - \left(\sigma_1 + \frac{k}{12n^2}\right)\left(2\sigma_0\sigma_2 + \frac{1}{12}\sigma_0\frac{k}{n^2}\right)f_{n-3}, \quad (7)$$

⁽¹⁾ ქვემოთ ვგულისხმობთ, რომ $n \geq 3$. ეს საჭიროა ლენის დიფერენციალური განტოლებებისა და შესაბამისი სასაზღვრო პირობების სასრულ სხვაობიან განტოლებებით შეცვლისათვის.

$$f_n = -f_{n-1} - \left[\frac{4}{3} \sigma_1 \frac{k}{n^2} - \frac{4}{9} \left(\frac{k}{n^2} \right)^2 \right] f_{n-2} - \left(\sigma_1 + \frac{k}{12n^2} \right) \left[\frac{7}{12} \sigma_2 \frac{k}{n^2} + \frac{1}{18} \left(\frac{k}{n^2} \right)^2 \right] f_{n-3}. \quad (8)$$

(7)-დან ჩანს, რომ თუ $f_{n-3} = 0$, f_{n-1} და f_{n-2} ფუნქციებს ურთიერთ საწინააღმდეგო ნიშნები აქვთ და, თუ f_{n-1} და f_{n-2} ერთდროულად ნულის ტოლია, f_{n-3} -ც ნულის ტოლი იქნება. მაგრამ, როგორც უკვე დავინახეთ, შეუძლებელია f_{n-3} და f_{n-2} ერთდროულად ნულის ტოლი იყოს. ამიტომ f_{n-1} -ის და f_{n-2} -ის ერთდროულად მოსპობაც შეუძლებელია.

ვთქვით $f_{n-1} = 0$. (7)-დან განვსაზღვროთ f_{n-3} და (8) ტოლობაში შევიტანოთ. მაშინ დავინახავთ, რომ f_{n-1} -ისა და f_n -ის ერთდროულად მოსპობაც შეუძლებელია. ამასთან, f_n -სა და f_{n-2} -ს ურთიერთ საწინააღმდეგო ნიშნები აქვთ.

ამგვარად, f_0, f_1, \dots, f_n ფუნქციები ადგენენ შტურმის განზოგადებულ მიმდევრობას.

ისევე როგორც წინა შემთხვევაში, ადვილად დავრწმუნდებით, რომ f_0, f_1, \dots, f_n მიმდევრობას $k=0$ -სათვის n ნიშნის ცვლა აქვს, ხოლო $k=\infty$ -ისათვის ამ მიმდევრობების ყოველი წევრი დადებითია, აქედან კი ჩანს, რომ $f_n = -D_{n-1}^{(2)}(k) = 0$ განტოლებას n დადებითი ფესვი აქვს და რადგან $D_{n-1}^{(2)}(k)$ არის n ხარისხის პოლინომი, ამიტომ მისი ყველა ფესვი დადებითია.

3. დეროს ერთი ბოლო მოკერილია, მეორე დაყრდნობილი. ამ შემთხვევაში მდგრადობის კოეფიციენტი წარმოადგენს ისეთ $D_{n-1}^{(2)}(k)$ დეტერმინანტის ფესვს, რომლის ყველა ელემენტი, პირველი სტრიქონის ელემენტების გარდა, იგივეა რაც $D_{n-1}^{(2)}(k)$ დეტერმინანტის ელემენტები (ე. ი. ეს ელემენტები გამოითვლებიან (2) ფორმულების მიხედვით), ხოლო პირველი სტრიქონის a_1 და b_2 ელემენტებს კი აქვს სახე:

$$a_1 = -2 \left(1 - \frac{2}{n} \right) \sigma_0 \sigma_1 + \left[\left[8 + 5 \left(1 - \frac{2}{n} \right) \right] \frac{\sigma_0}{6} + \frac{4}{3} \sigma_1 \right] \frac{k}{n^2} - \frac{4}{9} \left(\frac{k}{n^2} \right)^2,$$

$$b_2 = \left(2 - \frac{2}{n} \right) \sigma_0 \sigma_2 + \left[\left(1 - \frac{2}{n} \right) \frac{\sigma_0}{12} - \frac{7}{12} \sigma_2 \right] \frac{k}{n^2} - \frac{1}{18} \left(\frac{k}{n^2} \right)^2.$$

შეინიშნოთ, რომ აქაც $D_{n-1}^{(2)}(k)$ არის n ხარისხის პოლინომი k -ს მიმართ.

ავილოთ f_0, f_1, \dots, f_{n-2} ფუნქციებად (3) მიმდევრობის პირველი $n-1$ ფუნქცია, f_n ფუნქციად მივილოთ $D_{n-1}^{(2)}(k)$, ხოლო f_{n-1} ფუნქცია კი იყოს $D_{n-1}^{(2)}(k)$ დეტერმინანტი, რომლის პირველი სტრიქონის a_1, b_2 ელემენტები განსაზღვრულია შემდეგი ფორმულების მიხედვით:

$$a_1 = -2 \left(1 - \frac{2}{n} \right) \sigma_0 \sigma_1 + \left[8 + 5 \left(1 - \frac{2}{n} \right) \right] \frac{\sigma_0}{6} \frac{k}{n^2},$$

$$b_2 = \left(2 - \frac{2}{n} \right) \sigma_0 \sigma_2 + \left(1 - \frac{2}{n} \right) \frac{\sigma_0}{12} \frac{k}{n^2},$$

ხოლო ყველა დანარჩენი ელემენტები განსაზღვრული არიან (2) ფორმულებით.

(2) შემთხვევაში ჩატარებული მსჯელობის ანალოგიურად ადვილად შეიძლება იმის დამტკიცება, რომ f_0, f_1, \dots, f_n წარმოადგენს შტურმის პირობებში მდებარე მდებარეობას.

გადავიდეთ ნიშნების ცვლის რიცხვის გამოკვლევაზე. გამოთვლები გვიჩვენებენ, რომ ყოველი f_μ ფუნქცია $k=0$ -სათვის დადებითია, ხოლო $k=0$ -სათვის $f_{n-1}(0)=0$ და $f_n(0)=0$. დაეწეროთ გამოსახულება, რომელიც აკავშირებს f_n, f_{n-1}, f_{n-2} და f_{n-3} ფუნქციებს:

$$-f_n = f_{n-1} + \left[\frac{4}{3} \sigma_1 \frac{k}{n^2} - \frac{4}{9} \left(\frac{k}{n^2} \right)^2 \right] f_{n-2} + \left(\sigma_1 + \frac{k}{12n^2} \right) \left[\frac{7}{12} \sigma_2 \frac{k}{n^2} + \frac{1}{18} \left(\frac{k}{n^2} \right)^2 \right] f_{n-3}. \quad (9)$$

ადვილად დაინახავთ, რომ საკმარისად მცირე k -სათვის ამ ტოლობის მარჯვენა მხარის მეორე და მესამე შესაკრების ჯამს ექნება მეორე შესაკრების ნიშანი. თუ f_{n-1} -ს და f_{n-2} -ს ერთნაირი ნიშანი აქვთ, f_n -ს ექნება მათი საწინააღმდეგო ნიშანი. ამგვარად, საკმარისად მცირე $k=h>0$ -სათვის ნიშნის ცვლა გვაქვს ან f_n -სა და f_{n-1} -ს შორის, ან f_{n-1} -სა და f_{n-2} -ს შორის, ე. ი. f_0, f_1, \dots, f_n რიგში $k=h$ -სათვის ერთი ნიშნის ცვლა მაინც გვაქვს. მაგრამ თუ h საკმარისად მცირეა, $f_\mu(h)$ -ს ($\mu=1, 2, \dots, n-2$) იგივე ნიშანი ექნება რაც $f_\mu(0)$ -ს, ე. ი. $(-1)^\mu$ -ის ნიშანი. ამგვარად, საკმარისად მცირე $k>0$ -სათვის f_0, f_1, \dots, f_n ფუნქციათა მიმდევრობას $n-1$ ნიშანთა ცვლა მაინც აქვს. რადგან $k=0$ -სათვის ყოველი f_μ ფუნქცია დადებითია, ($h, 0$) შუალედში $D_{n-1}^{(2)}(k)=0$ განტოლებას $n-1$ ფესვი აქვს; ხოლო, ვინაიდან $D_{n-1}^{(1)}(0)=-f_n(0)=0$, ხსენებული ფესვების გარდა $D_{n-1}^{(1)}(k)$ -ს კიდევ $k=0$ ფესვები აქვს. ამგვარად, $D_{n-1}^{(2)}(k)=0$ განტოლების ყველა ფესვი ნამდვილია და არაუარყოფითი.

4. დე როს ერთი ბოლო მოკერილია, მეორე კი მოძრავი ბოლოა, მაგრამ არ ბრუნავს. k -ს განმსაზღვრელი $D_{n-1}^{(1)}(k)$ დეტერმინანტი პირველ შემთხვევისაგან განსხვავდება $a_1, b_2, a_{n-1}, c_{n-2}$ ელემენტებით, რომლებიც ამ შემთხვევისათვის შემდეგ სახეს იღებენ:

$$a_1 = -2\sigma_0\sigma_1 + \left(\frac{13}{6}\sigma_0 + \frac{4}{3}\sigma_1 \right) \frac{k}{n^2} - \frac{4}{9} \left(\frac{k}{n^2} \right)^2,$$

$$b_2 = 2\sigma_0\sigma_2 + \left(\frac{1}{12}\sigma_0 - \frac{7}{12}\sigma_2 \right) \frac{k}{n^2} - \frac{1}{18} \left(\frac{k}{n^2} \right)^2,$$

$$a_{n-1} = -2\sigma_{n-1} + \left(\frac{13}{6} + \frac{4}{3}\sigma_{n-1} \right) \frac{k}{n^2} - \frac{4}{9} \left(\frac{k}{n^2} \right)^2,$$

$$c_{n-2} = 2\sigma_{n-2} + \left(\frac{1}{12} - \frac{7}{12}\sigma_{n-2} \right) \frac{k}{n^2} - \frac{1}{18} \left(\frac{k}{n^2} \right)^2.$$

$D_{n-1}^{(1)}(k)$ არის $n+1$ ხარისხის პოლინომი.

f_0, f_1, \dots, f_{n+1} ფუნქციები შემდეგნაირად შევარჩიოთ: $f_0 \equiv 1, f_1 = -2\sigma_0 \frac{k}{n^2} + \frac{13}{6} \frac{k}{n^2}, -f_\mu$ ($\mu = 2, 3, \dots, n-1$) იყოს ის დეტერმინანტი, რომელიც $D_{n-1}^{(3)}(k)$ -დან პირველი $n-\mu$ სტრიქონისა და სვეტის ამოშლით. ამას გარდა, $f_{n+1} = D_{n-1}^{(3)}(k)$, ხოლო $-f_n$ ფუნქციად კი მივიღოთ $D_{n-1}(k)$ დეტერმინანტი, რომლის პირველი სტრიქონის a_1 და b_2 ელემენტები განსაზღვრული არიან შემდეგი ფორმულებით:

$$a_1 = -2\sigma_0\sigma_1 + \frac{13}{6}\sigma_0 \frac{k}{n^2}.$$

$$b_2 = 2\sigma_0\sigma_2 + \frac{1}{12}\sigma_0 \frac{k}{n^2}.$$

ხოლო დანარჩენი ელემენტები $D_{n-1}^{(3)}(k)$ დეტერმინანტის შესაბამის ელემენტებს ემთხვევა.

შევამოწმოთ, რომ f_0, f_1, \dots, f_{n+1} მიმდევრობა წარმოადგენს შტურმის განზოგადებულ მიმდევრობას.

ცვლადად ჩავთვალოთ $\frac{k}{n^2}$; $f_1 = 0, f_2 = 0, c_{n-2} = 0$ განტოლებათა ფესვეცა

აღნიშნოთ შესაბამისად: $\frac{k_1}{n^2}, \frac{k_2}{n^2}$ და $\frac{k_{n-1}}{n^2}$ -ით. გამოთვლები გვიჩვენებენ, რომ

$$\frac{k_1}{n^2} = \frac{12}{13}\sigma_{n-1}, \text{ ხოლო } f_2\left(\frac{k_1}{n^2}\right) = -\frac{144}{169}\sigma_{n-1}^2. \text{ ი. } f_1 \text{ და } f_2 \text{ ერთდროულად არ}$$

ხდებიან ნულის ტოლი. ამასთან, რადგან $f_0 \equiv 1$, როდესაც $\frac{k}{n^2}$ -სათვის f_1 მოისპობა, მაშინ f_0 -სა და f_2 -ს ურთიერთსაწინააღმდეგო ნიშნები ექნებათ.

ახლა დავამტკიცოთ, რომ $\frac{k}{n^2}$ -ის არც ერთი მნიშვნელობისათვის f_2 და f_3

ერთდროულად არ ხდებიან ნულის ტოლი და გარდა ამისა, როდესაც $f_2 = 0$, მაშინ f_1 და f_3 ურთიერთსაწინააღმდეგო ნიშნები აქვთ.

განვიხილოთ f_3 ფუნქციის ნიშნის ცვლა $(0, \infty)$ შუალედში. f_3 ფუნქციის განსაზღვრიდან ჩანს, რომ

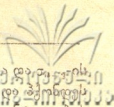
$$f_3 = \left(-2\sigma_{n-2} + \frac{10}{12} \frac{k}{n^2}\right) + \left(\sigma_{n-1} + \frac{k}{12n^2}\right) c_{n-2}. \quad (10)$$

ამასთან დაკავშირებით, წინასწარ შევისწავლოთ f_2 და c_{n-2} ფუნქციების ფესვები. $f_2 = 0$ კვადრატული განტოლების ფესვებისათვის მივიღებთ:

$$\frac{k_2}{n^2} = \frac{3}{16} \left(13 + 8\sigma_{n-1} \pm \sqrt{64\sigma_{n-1}^2 + 80\sigma_{n-1} + 169} \right), \quad (11)$$

ხოლო c_{n-2} -ის ერთადერთი დადებითი ფესვისათვის კი გვექნება:

$$\frac{k_{n-2}}{n^2} = \frac{2}{3} \left(1 - 7\sigma_{n-2} + \sqrt{49\sigma_{n-2}^2 + 50\sigma_{n-2} + 1} \right). \quad (12)$$



როგორც ვხედავთ, (11) და (12) ფესვები იცვლებიან σ_{n-1} -ისა და σ_{n-2} -ის ცვლილების დროს. ვუჩვენოთ, რომ როგორი მნიშვნელობაც არ უნდა მივიღოთ σ_{n-1} -სა და σ_{n-2} -ს, $c_{n-2} = 0$ განტოლების დადებითი ფესვი $f_2 = 0$ განტოლების ორ ფესვს შორის იქნება მოთავსებული.

ადვილად დავრწმუნდებით, რომ $\frac{k_2}{n^2}$ და $\frac{k_{n-2}}{n^2}$ ზრდადი ფუნქციებია. მეორე მხრივ, (11)-დან ჩანს, რომ როდესაც $\sigma_{n-1} \rightarrow 0$, f_2 -ის უმცირესი ფესვი $\frac{k_{21}}{n^2}$ მიისწრაფის 0-საკენ, უდიდესი $\frac{k_{22}}{n^2}$ კი $4\frac{7}{8}$ -საკენ. როდესაც $\sigma_{n-1} \rightarrow \infty$, $\frac{k_{21}}{n^2}$

უსასრულოდ იზრდება, $\frac{k_{21}}{n^2}$ კი მიისწრაფის $1\frac{1}{2}$ -საკენ. ანალოგიურად (12)-დან

ვხედავთ, რომ როდესაც $\sigma_{n-2} \rightarrow 0$, $\frac{k_{n-2}}{n^2}$ მიისწრაფის $1\frac{1}{2}$ -საკენ, ხოლო როდესაც

$\sigma_{n-2} \rightarrow \infty$, $\frac{k_{n-2}}{n^2}$ მიისწრაფის $3\frac{3}{7}$ -საკენ.

ამგვარად, f_2 -ის უმცირესი ფესვი $(0, 1, \frac{1}{2})$ შუალედშია მოთავსებული, უდიდესი კი $(4\frac{7}{8}, \infty)$ შუალედში, ხოლო c_{n-2} -ის დადებითი ფესვი $(1\frac{1}{2},$

$3\frac{3}{7})$ შუალედშია მოთავსებული, ანუ σ_{n-1} -ის და σ_{n-2} -ის ნებისმიერი მნიშვნელობებისათვის c_{n-2} -ის დადებითი ფესვი $f_2(k)$ -ს ფესვებს შორის არის მოთავსებული.

c_{n-2} -ის გამოსახვიდან ჩანს, რომ $k=0$ -სათვის c_{n-2} დადებითია. მეორე მხრივ, როგორც დავინახეთ, c_{n-2} -ის ფესვი f_2 -ის უმცირეს ფესვზე მეტია.

ამიტომ $\frac{k_{21}}{n^2}$ -ისათვისაც c_{n-2} დადებითია. მაგრამ c_{n-2} -ის ფესვი f_2 -ის უდიდეს

ფესვზე ნაკლებია. ამიტომ $\frac{k_{22}}{n^2}$ -ისათვის c_{n-2} უკვე უარყოფითია. ამის საფუ-

ძველზე (10)-დან მივიღებთ: $f_2\left(\frac{k_{21}}{n^2}\right) > 0$ და $f_2\left(\frac{k_{22}}{n^2}\right) < 0$.

ამ მსჯელობიდან ჩანს, რომ იმ წერტილებში, სადაც f_2 იქცევა ნულად: f_1 და f_3 -ს ურთიერთსაწინააღმდეგო ნიშნები აქვთ და f_2 და f_3 ერთდროულად არ ხდებიან ნულის ტოლი. თუ გავიხსენებთ, რომ f_0, f_1, f_2 ფუნქციებისათვის ეს ორი თვისება უკვე შევამოწმეთ და f_2, f_3, \dots, f_{n+1} ფუნქციები ისევე არიან ერთმანეთთან დაკავშირებული, როგორც წინა შემთხვევაში f_1, f_2, \dots, f_n ფუნქციები, მივიღებთ, რომ f_0, f_1, \dots, f_{n+1} არის შტურმის განზოგადებული მიმდევრობა.

მესამე შემთხვევის მსგავსად აქაც შეგვიძლია ვუჩვენოთ, რომ f_0, f_1, \dots, f_{n+1} რიგში საკმარისად მცირე $k > 0$ -სათვის n ნიშანთა ცვლა გვექნება საათის ყოველი ფუნქცია დადებითა.

ამგვარად, $D_{n-1}^{(k)}(k) = f_{n+1}$ დეტერმინანტს ჰქონია n დადებითი ფესვი. გარდა ამისა, ნული არის ამავე დეტერმინანტის ფესვი. რადგან $D_{n-1}^{(k)}(k)$ არის $n+1$ ხარისხის პოლინომი, მას ყველა ფესვი ჰქონია ნამდვილი და არაუარყოფითი;

5. დეროს ორივე ბოლო მოკერილია. ვთქვათ დერო მთავარი სიმეტრიების გარდა სიმეტრიულია შუა წერტილის მიმართაც (ინერციის მომენტია სიმეტრიული), ასეთ შემთხვევაში k მდგრადობის კოეფიციენტის გამოსათვლელად [1]-ში მოცემულია (22) განტოლება.

ისევე, როგორც წინა შემთხვევაში, მტკიცდება, რომ აღნიშნული განტოლების ფესვები ნამდვილია და არაუარყოფითი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახ. თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციაში შემოვიდა 18.2.1946)

ციტირებული ლიტერატურა

1. Ш. Е. Микеладзе. К вопросу продольного изгиба прямолинейных стержней в пределах упругости. Труды Тбилисского Математич. Ин-та, т. XII, 1943.
2. А. К. Сущевич. Основы высшей алгебры, издание второе. М.-Л., 1932.

დ. ჩილვინაძე

Zn-Al-Cu სისტემის წრთობილი შენადნობების
ელექტროწინააღმდეგობის ცვლილების შესახებ

შესავალი

ელექტროწინააღმდეგობის დამოკიდებულება კონცენტრაციაზე დღემდე შესწავლილია მხოლოდ ორკომპონენტიანი შენადნობებისათვის. მრავალკომპონენტიანი შენადნობებისათვის ეს საკითხი შესწავლილი არ არის. დიდი ხანი არ არის რაც Zn-Al-Cu სისტემის შენადნობები კვლევის ობიექტი გახდა. ამ სისტემის თუთიის კუთხის მდგომარეობის დიაგრამა და შენადნობების ზოგიერთი თვისება შესწავლილი აქვთ: ბურგჰარტს [1], გებჰარტს [2] და ლობერგს [3]. მათ მიერ ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ Zn-Al-Cu სისტემის თუთიის კუთხის შენადნობების ფაზური არე დამოკიდებულია ტემპერატურაზე; α , β და ϵ ფაზები ტემპერატურის მიხედვით იცვლიან კომპონენტების პროცენტულ რაოდენობას და ამითაა გამოწვეული მთელი რიგი ფიზიკური სიდიდეების ცვლილებანი.

აღსანიშნავია, რომ Zn-Al-Cu სისტემის თუთიის კუთხის წრთობილი შენადნობების ზოგიერთი ფიზიკური სიდიდის ცვლილება წარმოადგენს ამ სიდიდის იმ ცვლილებათა ჯაშს, რომელსაც ადგილი აქვს Zn-Al და Zn-Cu ბინარული სისტემის სათანადო კონცენტრაციის და შესაბამის ისტორიის შენადნობებში (მაგ. მოცულობის ცვლილება), წრთობილი შენადნობის მოცულობა მცირდება (Al გამოყოფის გამო), აღწევს გარკვეულ მინიმუმს და შემდეგ კი (Cu გამოყოფის გამო) იზრდება საბოლოო მნიშვნელობამდე.

უნდა ვიფიქროთ, რომ სამკომპონენტიანი სისტემის შენადნობების ელექტროწინააღმდეგობის ცვლილებაზე გარკვეულ გავლენას მოახდენენ ორკომპონენტიანი (Zn-Al და Zn-Cu) შენადნობების, სათანადო ფაზების ელექტროწინააღმდეგობის ცვლილებანი.

§ 1. შრომის მიზანი და ცდის აღწერა. წინამდებარე შრომის მიზანია: 1) Zn-Al-Cu სისტემის სამკომპონენტიანი წრთობილი შენადნობების ელექტროწინააღმდეგობის ცვლილების შესწავლა მათი დაბერების და მოშვების დროს. 2) ელექტროწინააღმდეგობის ცვლილებასა და მოცულობის ცვლილებას შორის კავშირის გამორკვევა.

სასურველი შემადგენლობის სითხე მზადდებოდა გრაფიტის ქოთანში და ლიკვიდუსის წერტილის მახლობლად შეიწოვებოდა მინის მილში. გამაგრების მომენტში (დაახლოებით 370—360°C მახლობლად) ვუშვებდი ოთახის ტემპე-



რატურის მქონე წყალში. სწრაფი გაცივების გამო მინის მილი ექსპლუდირდა, ხოლო შენადნობის ლერო წრთობას განიცდიდა. ამგვარად წრთობის შედეგად ლერო უკვე წარმოადგენდა შესწავლის ობიექტს. წრთობის მომენტიდან ერთი მინუტის განმავლობაში ლეროს ერთეული სქემაში და ოთახის ტემპერატურაზე ტომსონის ხიდის საშუალებით ვზომავდი ლეროს ელექტროწინააღმდეგობას; ეტალონად გამოყენებული იყო სუფთა თუთიის მონოკრისტალური ლერო, რომლის სიგრძე ბაზისის სიბრტყის პარალელურია. ეტალონის სიგრძე და განივკვეთი ისეთივე იყო, როგორც ობიექტისა. ეტალონი და ობიექტი მოთავსებული იყო მილან ლუმელში. წრთობილი ობიექტის ელექტროწინააღმდეგობის ცვლილების შესწავლა ოთახის ტემპერატურაზე მისი შემცირების დაწყებამდე გრძელდებოდა, ხოლო შემდეგ, ობიექტსა და ეტალონს ერთდროულად 5—6 მინუტის განმავლობაში ვახურებდი 100°C-დე და ვსწავლობდი ელექტროწინააღმდეგობის ცვლილებას 100°C-ზე. ხანგრძლივად მოშვების დროს. დრო, რომლის განმავლობაშიც ობიექტის ელექტროწინააღმდეგობა ოთახის ტემპერატურაზე მაქსიმუმს აღწევს, დაახლოებით ერთ საათს უდრის. ელექტროწინააღმდეგობის მორიგი გაზომვები ტარდებოდა ყოველი 15 მინუტის შემდეგ. 5—6 საათის მოშვების შემდეგ, 100°C-ზე მორიგ გაზომვების შედეგები ძალიან მცირედ განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან, ამიტომ მორიგ გაზომვათა შორის დროს ვადიდებდი. ამრიგად, ელექტროწინააღმდეგობაზე დაკვირვება გრძელდებოდა 30—40 საათის განმავლობაში.

§ 2. დაკვირვების შედეგები. ზემოაღნიშნული გზით გაზომვები ჩატარებულ იქნა შემდეგი შემადგენლობის ობიექტებზე: ცხრილი 1. ჩატარებული გაზომვებიდან მიღებულია შედეგები:

1. ოთახის ტემპერატურაზე ახლად წრთობილი შენადნობის ელექტროწინააღმდეგობა იზრდება, ერთი საათის განმავლობაში აღწევს მაქსიმუმს და შემდეგ მთელი მოშვების პროცესში მცირდება გარკვეულ მნიშვნელობამდე, რომელიც თუთიის წინააღმდეგობაზე ვაცილებით ნაკლებია (ცხრილი 2).

2. ელექტროწინააღმდეგობა ოთახის ტემპერატურაზე პირველი 15 მინუტის განმავლობაში სწრაფად იზრდება, ხოლო შემდეგ შედარებით ნელა უახლოვდება მაქსიმალურ მნიშვნელობას.

3. ელექტროწინააღმდეგობის შემცირების საწყისი სიჩქარე 100°C-ზე იმდენად დიდია, რომ ცვლილების შენიშვნა შეიძლება ყოველი ერთი მინუტის შემდეგ. ცვლილების სიჩქარე თანდათანობით კლებულობს და დაახლოებით 30 საათის შემდეგ ელექტროწინააღმდეგობა პრაქტიკულად უცვლელია.

4. ყველა შენადნობისათვის ელექტროწინააღმდეგობა ახლადწრთობილ მდგომარეობაში მეტია, ვიდრე სტაბილურ მდგომარეობაში.

ცხრილი 1

შეზღვევის №	შენადნობის შემადგენლობა		
	Zn	Al	Cu
1	96	2	2
2	94	3	3
3	92	4	4
4	88	6	6
5	84	8	8
6	80	10	10
7	89	7	4
8	90	8	2
9	92	6	2
10	94	4	2

ელექტროწინააღმდეგობის ცვლილება ოთახის ტემპერატურაზე დაბერეწინააღმდეგობის ცვლილება და 100°C მოშვების დროს

89% _{Zn} 7% _{Al} 4% _{Cu}		
ტემპერატ.	წრთობის მომენტიდან გასული დრო	R _x / R _N ¹⁾
12	2 ^m	0,710
12	15	0,727
12	25	0,729
12	40	0,726
12	2 ^h 10 ^m	0,720
100	2 20	0,717
100	2 30	0,713
100	2 45	0,707
100	3 00	0,702
100	3 30	0,694
100	4 00	0,689
100	4 30	0,683
100	4 45	0,680
100	5 20	0,675
100	6 20	0,670
100	7 20	0,667
100	8 20	0,662
100	9 00	0,660
100	9 50	0,658
100	15 00	0,651
100	20 00	0,645
100	25 00	0,643

90% _{Zn} 8% _{Al} 2% _{Cu}		
ტემპერატ.	წრთობის მომენტიდან გასული დრო	R _x / R _N
24	3 ^m	0,988
24	5	0,995
24	8	1,007
24	23	1,010
24	30	1,010
100	40	1,010
100	50	0,878
100	1 ^h 00 ^m	0,865
100	1 10	0,853
100	1 20	0,847
100	1 30	0,840
100	1 40	0,835
100	2 10	0,812
100	2 40	0,807
100	3 40	0,790
100	4 40	0,760
100	5 40	0,750
100	6 40	0,741
100	9 40	0,721
100	25 00	0,720
100	30 00	0,720

92% _{Zn} 4% _{Al} 4% _{Cu}		
ტემპერატ.	წრთობის მომენტიდან გასული დრო	R _x / R _N
24	2 ^m	1,065
24	5	1,075
24	8	1,096
24	15	1,098
24	45	1,097
100	50	1,046
100	55	1,039
100	1 ^h 00 ^m	1,032
100	1 10	1,024
100	1 25	1,018
100	1 45	1,006
100	2 05	1,000
100	3 10	0,978
100	4 10	0,971
100	4 40	0,964
100	5 10	0,960
100	6 10	0,950
100	11 10	0,926
100	25 00	0,901
100	30 00	0,900
100	40 00	0,898

§ 3. შედეგების გარჩევა 1) ახლადწრთობილი შენადნობის ელექტროწინააღმდეგობის ზრდა ოთახის ტემპერატურაზე (Al დიდი რაოდენობით შემცველი) ყველა შენადნობისათვის დაიმზირება. ეს მოვლენა არაა დაკავშირებული შენადნობის მოცულობის შემცირებასთან (ე. ი. მესერიდან Al ატომების გამოსვლასთან), როგორც ცნობილია, მოცულობის შემცირება 100°-ზე მოშვებისას რამდენიმე საათს გრძელდება, მაშინ როცა ელექტროწინააღმდეგობის ზრდა ოთახის ტემპერატურაზე ერთ საათში სრულდება.

ელექტროწინააღმდეგობის მსგავსი ცვლილება მიიღება Zn-Al ბინარული შენადნობის წრთობილი β ფაზისათვის 0°-C-ზე და ოთახის ტემპერატურაზე, როცა ბინარულ შენადნობს მცირე (0,05—0,3%) რაოდენობით მიმატებული აქვს Mg [4].

რენტგენოგრაფიული და მეტალოგრაფიული მეთოდების გამოყენებამ ელექტროწინააღმდეგობის ზრდის პროცესში, შენადნობში β-ფაზის დაშლის პროდუქტების არსებობა არ უჩვენა [4]. როგორც ჩანს, ელექტროწინააღმდეგობის ზრდა დაშლის დაწყებამდე მიმდინარეობს და დაკავშირებულია გადაჯერებულ მყარ ხსნარში დაშლის წინ მიმდინარე მოსამზადებელ პროცესთან, რომელსაც

¹⁾ R_x—გამოსაკვლევი ობიექტის ელექტროწინააღმდეგობა.
R_N—ეტალონის ელექტროწინააღმდეგობა.



დიფუზიის საწინააღმდეგო ხასიათი აქვს. ამ მოსაზრების სამართლებრივად გარემოებაც მიგვიჩინებს, რომ ელექტროწინააღმდეგობის ზრდას იწვევს მათელობა დაბერების უნარის მქონე წითობილ მყარ ხსნარებში, რომელიც შემადგენლობა მკვეთრად განსხვავდება β ფაზისაგან.

2) ახლად წითობილი, შენადნობში შემავალი ფაზების მესერი წითობის გამო დეფორმირებულია. წითობილი და მოშვებული შენადნობების მიკროფოტოსურათების განხილვა გვიჩვენებს, რომ მოშვების დროს შენადნობში ჩნდება ფაზები, რომლებიც ძვრივად შესდგებიან ალუმინისაგან ან სპილენძისაგან [2]. ეს ფაზები შენადნობის მოცულობაში განწილებული არიან მარცვლების სახით და წარმოადგენენ კარგ ელექტროგამტარობის სივრცეებს; გარდა ამისა, მოშვების პროცესში შენადნობის ფაზების მესერი თავისუფლდება წითობის შედეგად მიღებულ დაკომულობისაგან და ქარბად გახსნილი უცხო ელემენტების ატომებისაგან. ამიტომ, გასაგებია, რომ წითობილი შენადნობის ელექტროწინააღმდეგობა წონასწორობაში მყოფ შენადნობის ელექტროწინააღმდეგობაზე მეტია.

3) თუთიაში ალუმინის გადაჯერებული მყარი ხსნარები; სტაბილურობა Cu-ის დამატებით იზრდება. Al და Cu-ით ორმაგად გადაჯერებული თუთიის მესერის სტაბილობა Cu-ის მიმართ მეტია, ვიდრე Al-ის მიმართ (პირველ რიგში გამოიყოფა Al და შემდეგ Cu). გარდა ამისა, მცირე (0,3%) რაოდენობით Mg დამატება ვაცილებით მეტად ზრდის სტაბილობას, ვიდრე Cu-ის უფრო დიდი რაოდენობით დამატება. ამის გამო შეიძლება ვიფიქროთ, რომ სტაბილობა დაკავშირებულია ატომურ მოცულობათა სხვაობასთან. ეს სხვაობა Zn და Al შორის ნაკლებია, ვიდრე Cu და Zn შორის, ხოლო თავის მხრზე ეს უკანასკნელი ნაკლებია, ვიდრე Zn და Mg შორის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციაში შემოვიდა 1.10.1945)

ციტირებული ლიტერატურა

1. A. Burkhardt. Zinklegierungen als Austauschwerkstoff. Z. Metallkunde, B. 28, 1936, 299—308.
2. E. Gebhardt. Die Zinkecke des Dreistoffsystems Zink-Aluminum-Kupfer. Z. Metallkunde, B. 32, 1940, 78—86.
3. K. Löberg. Röntgenographische Bestimmung des Lösungsvermögens des Zinks für Aluminium und Kupfer. Z. Metallkunde, B. 32, 1940, 86—90.
4. W. Bugakow. Über den eutektoidischen Zerfall der Zn-Al. Legierungen, Phys. Z. der Sowjetunion, B. 3, 1933, 632—652.

შალვა ჯანაშვილი

ცხრილებს შორის ნაკადისადმი განივად განლაგებული ძილების
კონის გამოკვლევა

1. საკითხის დაყენება. თბური წინააღმდეგობა სისტემისა „აირი-კედელი“, რომელიც ფაქტიურად განსაზღვრავს სითბოგადაცემას, ნაკადისადმი სიგრძივ განლაგებულ მილთა კონისათვის რამდენიმეჯერ უფრო დიდია, ვიდრე განივად განლაგებულ კონისათვის. მილებს კონათა ეს თვისება უდევს საფუძვლად ნაკადისადმი განივად განლაგებულ მილთა კონების ესოდენ ფართოდ გავრცელებას. თბოტექნიკოსები შეუდგნენ ნაკადისადმი სიგრძივ განლაგებული კონების შეცვლას მილთა განივი კონებით. ამ დინების ნიადაგზე მრავალ თბო-აგრეგატებისათვის უკვე შეიქმნა და იხმარება მრავალ მილთა განივად განლაგებული სხვადასხვა კონსტრუქციისა და კომპაქტურობის კონები, რომლებსაც სხვადასხვა ჰიდრო და აეროდინამურ პირობებში უხდებათ მუშაობა.

ორთქლმავლის ეკონომიურობისა და სიმძლავრის გაზრდის პრობლემა პირველ რიგში აყენებს ორთქლის გადახურების ტემპერატურის ზრდის საკითხს, რაც ორთქლმავლის განსაზღვრულ გაბარიტულ პირობებში შედარებით ადვილად შეიძლება იქნას გადაწყვეტილი ორთქლმავლის ქვაბებში ნაკადისადმი განივად განლაგებულ გადამხურებელ მილთა კონის შემოღებით (ნაცვლად სიგრძივ განლაგებული მილებისა, ე.წ. აღმილებიანი გადამხურებლებისა).

ავტორის მიერ ჩატარებულმა გამოკვლევამ [1] აღმოაჩინა, რომ ორთქლმავლებში აღმილებიანი გადამხურებლები თავისუფლად შეიძლება იქნას შეცვლილი ნაკადისადმი განივად განლაგებულ მილთა კონით და ამით სხვა პირობების უცვლელად დატოვების შემთხვევაში საკმარისად შეიძლება გავზარდოთ ორთქლმავლის ეკონომიურობა და სიმძლავრე.

რა ადვილიც არ უნდა ავირჩიოთ, ორთქლმავლის ქვაბში ნაკადისადმი განივად განლაგებულ მილთა კონის მოსათავსებლად, ეს უკანასკნელი აუცილებლად უნდა მოთავსდეს ორ ცხრილს შორის, რაც გამოიწვევს აირების ნაკადის ხელოვნურად ტურბულიზაციას და ამავე დროს კონის მუშაობისათვის შექმნის თავისებურ პირობებს.

ნაწილობრივი შესწავლა ნაკადისადმი განივად მოთავსებული მილისა და მილთა კონისა, რომელთაც ხელოვნურად ტურბულიზებული ნაკადი ხვდება, მოახდინეს: ჭაბჭოთა მეცნიერმა ლ. ეიგენსონმა [2]—ცალკეულ ცილინდრზე და ინგლისელმა მეცნიერმა გრიფიტსმა [3]—ხუთრიგოვან კონაზე. ამ მეცნიერების გამოკვლევები ნათლად ადასტურებენ ხელოვნურად ტურბულიზებული ნაკადის

დადებით გავლენას ცალკეულ მილსა და მილთა კონის თბურ მუშაობაზე; მაგრამ მათი კვლევის შედეგები არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას ჩვენ მიერ დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად, მხოლოდ იმიტომ, რომ ეს შედეგები არ ახსნავენ ჩვენი ამოცანის სპეციფიკურ პირობებს.

განივად განლაგებული კონის თბურ მუშაობაზე ამ სპეციფიკური პირობების გავლენის შესწავლისადმი არის მიძღვნილი ავტორის ეს შრომა.

2. კვლევის მეთოდი და ექსპერიმენტული დანადგარი. ვისარგებლეთ რა აკადემიკოსი მ. კირპიჩოვის მიერ შემუშავებული თეორიით [4] თბურ მოწყობილობათა მოდელირების შესახებ, განივად განლაგებულ მილთა კონა, მოთავსებულ ორ ცხრილს შორის, ჩვენ მიერ გამოკვლეული იქნა მოდელზე, რომლის დროსაც ვისარგებლობდით მოდელირების ლოკალური მეთოდით.

გამოსაცდელი მოდელი შედგება სამი ნაწილისაგან (სურ. 1):

1. კამერა სიგრძივ განლაგებული მილებით, სიგრძით $L_1 = 130$ მმ, რომელიც გამოსახავს კვამლსადენებს გადამხურებელი კამერის წინ,

2. კამერა განივად განლაგებულ მილებით, სიგრძით $L_2 = 141$ მმ, რომელიც გამოსახავს გადამხურებელ კამერას,

3. კამერა სიგრძივ განლაგებული მილებით, სიგრძით $L_3 = 200$ მმ, რომელიც გამოსახავს კვამლსადენებს გადამხურებელი კამერის შემდეგ.

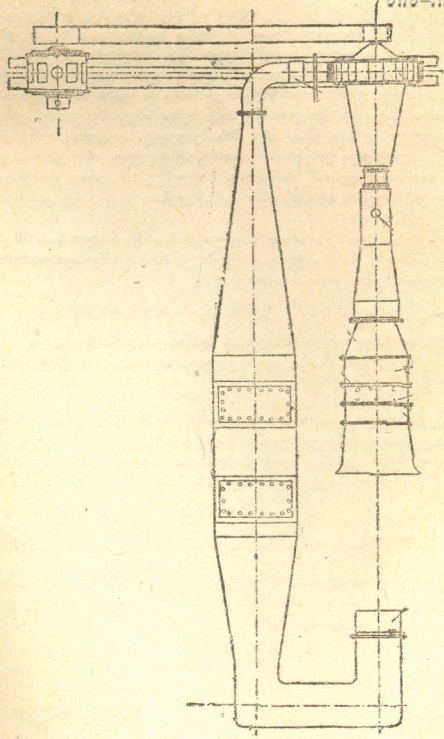
მილების განაწილება გადამხურებელი კამერის ორივე მხრივ მოთავსებულ ცხრილებში მოვახდინეთ ორთქლმავლის ქვაბში კვამლსაწვავი მილების განაწილების საერთო წესის საფუძველზე.

ორთქლის გადამხურებელი კამერა მომარაგებულ იქნა ორი ელგამთბობით (ელექტროკალორიმეტრით), რის გამოც საშუალება მოგვეცა გადახურებულ კამერაში მილები შეგვეცვალა სწორი და სუუთა ზედაპირიანი რკინის ლეროებით $\delta = 8,4$ მმ.

წინა და უკანა კამერები გადამხურებელ კამერასთან შეერთებულია მილტუბების საშუალებით. მოდელი მთლიანად უკანა კამერით უერთდება აეროდინამური მილის შემწოვ ბოლოს კონფუზორის საშუალებით. ჰაერი მოდელის თავისუფალ ბოლოდან შემოიწოვა ვენტილატორის საშუალებით; მოდელში გადამუშავებული ჰაერი, გაივლის რა ვენტილატორს, აეროდინამური მილის მეორე ბოლოდან გამოდის ატმოსფეროში. მოდელსა და ვენტილატორს შორის აეროდინამური მილის ცილინდრულ ნაწილზე ჰაერის ხარჯის ზუსტად განსასაზღვრავად მოთავსებულია პრანდტლის მილი.

სიჩქარის არეს განსაზღვრა ჩვეულებრივ სწარმოებს პრანდტლის მილის საშუალებით; მაგრამ მოდელის თავისებური კონსტრუქცია, ჩვენ შემთხვევაში, არ იძლევა საშუალებას გამოსაცდელი კონის წინ და უკან მოვითავსოთ პრანდტლის მილი ჩვეულებრივი ნისკარტით. ამის გამო, ავტორი იძულებული იყო მოეხდინა პრანდტლის მილის დაშლა მის პრინციპულ საფუძველზე და გაეყო ის ორ მილად—ჯამობური წნევისა და სტატიკური წნევის მილად. მიკრომანომეტრის საშუალებით ამ ორ წნევათა სხვაობით ვანგარიშობდით დინამურ წნევას. ჯამობრივი წნევის ხუთ-ხუთი მილი გამაგრებული არის ვერტიკალურად,

ეროვნული
ბიბლიოთეკა



სურ. 1



1,2 და 2,3 კამერებს შორის (გამოსაკვლევ მილთა კონის წინ და უკან) კამერები წნევის მიღების პარალელურად გადამხურებელი კამერის შესასვლელს და გამოსასვლელ კვეთებთან გამაგრებულია სამ-სამი სტატიკური წნევის მილაკები. ჯამობრივი წნევის მიღების ქვედა ბოლოები დახურულია. ამ მილებს თავიანთი სიგრძის შუა ნაწილში მოთავსებული აქვს ნახვრეტი $\beta=0,4$ მმ და მათ აქვთ სრული შესაძლებლობა გადაადგილდნენ ვერტიკალურ სიბრტყეში. მხოლოდ ამ მოძრაობი ჯამობრივი წნევის გამზომი მილების საშუალებით ჩვენ შესაძლებლობა მოგვეცა შეგვედგინა სიჩქარეთა არეს მთლიანი სურათი როგორც საკვლევი კონის წინ, ისე მის შემდეგაც. როგორც აღმოჩნდა, სიჩქარეები გადამხურებელი კამერისა როგორც შესასვლელ, ისე გამოსასვლელ კვეთებშიაც არ ნაწილდებიან თანაბრად მთელ კვეთზე, რაც უთუოდ აიხსნება კვამლსაწვავი მილების არათანაბარი განაწილებით 1 და 3-მე კამერების ცხრილებში.

3. ცდები კონის ჰიდრაულიკური წინაღობის შესასწავლად. შესასწავლი, ჰიდრაულად დაწყობილი 12-რიგიანი ნაკადისადმი განივთ განლაგებული მილთა კონა ხასიათდება:

$$d=8,4 \cdot 10^{-3} \text{ მეტრი, } S_1=1,5d; S_2=1,25d.$$

კონის ჰიდრაულიკური წინაღობის შესწავლას ვაწარმოებდით მის შესავალ და გამოსავალ კვეთებში სტატიკურ წნევათა სხვაობის განსაზღვრით:

$$\Delta p = p'_1 - p''_1,$$

სადაც p'_1 —შესავალი კვეთის სტატიკური წნევა, წყლის სვეტის სიმაღლეში გამოსახული. p''_1 —გამოსავალი კვეთის სტატიკური წნევა, წყლის სვეტის სიმაღლეში გამოსახული. ჩვენ ცდების შედეგები დამუშავებული იქნა ეილერისა და რეინოლდსის კრიტერიუმთა ფუნქციონალურ დამოკიდებულებებში:

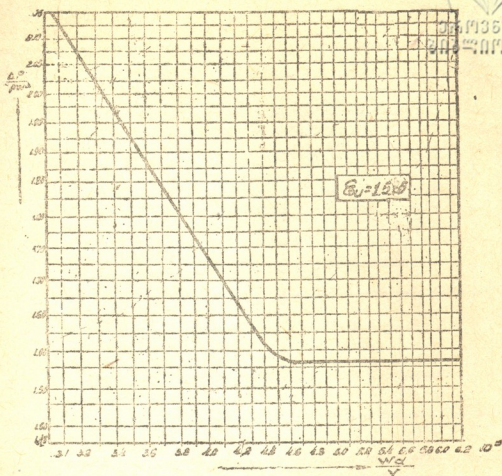
$$Eu = f(Re),$$

და ეს დამოკიდებულებანი აგებულ იქნა ლოგარითმულ ანამარფოზაში გრაფიკის სახით (სურ. 2).

როგორც სურათიდან ჩანს, დაწყებული $Re=4600$, ნაკადის წინააღმდეგობა არ იცვლება მის სიჩქარესთან დამოკიდებით და ამ ავტომოდელური არესთვის ეს წინაღობა ემორჩილება კანონს:

$$Eu = \frac{\Delta p}{\rho w^2} = 1,585,$$

სადაც ρ —ნაკადის სითხის სიმკვრივე $\left[\frac{\text{კგ}}{\text{მ}^3} \right]$, W — ნაკადის სიჩქარე $\left[\frac{\text{მ}}{\text{წმ}} \right]$, Δp —წინაღობა ნაკადისადმი, გამოხატული წყლის სვეტის სიმაღლეში. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ ჰიდრაულიკური წინაღობის განსაზღვრის დროს, ფიზიკური კონსტანტები ნაანგარიშები იყო ნაკადის სითხის საშუალო ტემპერატურის მიხედვით.



სურ. 2

4. ცდები კონის სითბოგადაცემის შესასწავლად. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მოდელის გამოსაკვლევ კამერაში მიღების მაგიერ მოთავსებულია რკინის სუფთა ღეროები. სითბოს გადაცემის გამოკვლევის დროს კონიდან ვიღებთ სათანადო ღეროს და მის მაგიერ ცხრილებში ვათავსებთ ელექტროკალორიმეტრს. ელექტროკალორიმეტრის გახურებას ვაწარმოებთ მუდმივი დენით ელექტროუმფორმერიდან.

კალორიმეტრის კედლის ტემპერატურას ვზომავდით კალორიმეტრის გასწვრივ მის კედელში ერთ ხაზზე ჩამაგრებული სამი თერმოწყვილით. ტემპერატურა კალორიმეტრის გარშემოწერილობაზე გავზომეთ ოთხ წერტილში—კალორიმეტრის შემობრუნებით ყოველ 90° -ით. წერტილების საშუალო არითმეტიკული მიღებული იქნა კალორიმეტრის კედლის საშუალო ტემპერატურად.

კალორიმეტრიდან სითბოგადასვლის კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით

$$\alpha = \frac{Q_k}{F_k \cdot \Delta t_{cp}} \quad (2)$$

1,2 და 2,3 კამერებს შორის (გამოსაკვლევ მილთა კონის წინ და უკან). ჯამობრივი წნევის მიღების პარალელურად გადამხურებელი კამერის შესასვლელ და გამოსასვლელ კვეთებთან გამაგრებულია სამ-სამი სტატიკური წნევის მილბუები. ჯამობრივი წნევის მიღების ქვედა ბოლოები დახურულია. ამ მილებს თავიანთი სიგრძის შუა ნაწილში მოთავსებული აქვს ნახვრეტი $\delta=0,4$ მმ და მათ აქვთ სრული შესაძლებლობა გადაადვილდნენ ვერტიკალურ სიბრტყეში. მხოლოდ ამ მოძრაივი ჯამობრივი წნევის გამოშობი მილების საშუალებით ჩვენ შესაძლებლობა მოგვეცა შეგვედგინა სიჩქარეთა არეს მთლიანი სურათი როგორც საკვლევი კონის წინ, ისე მის უმედევაც. როგორც აღმოჩნდა, სიჩქარეები გადამხურებელი კამერისა როგორც შესასვლელ, ისე გამოსასვლელ კვეთებშიაც არ ნაწილდებიან თანაბრად მთელ კვეთზე, რაც უთუოდ აიხსნება კვამლსაწვავი მილების არათანაბარი განაწილებით 1 და 3-მე კამერების ცხრილებში.

3. ცდები კონის ჰიდრაულიკური წინაღობის შესასწავლად. შესასწავლი, ჰიდრაულად დაწყობილი 12-რიგიანი ნაკადისადმი განივით განლაგებული მილთა კონა ხასიათდება:

$$d=8,4 \cdot 10^{-3} \text{ მეტრი, } S_1=1,5d; S_2=1,25d.$$

კონის ჰიდრაულიკური წინაღობის შესწავლას ვაწარმოებდით მის შესავალ და გამოსავალ კვეთებში სტატიკურ წნევათა სხვაობის განსაზღვრით:

$$\Delta p = p'_1 - p''_1,$$

სადაც p'_1 —შესავალი კვეთის სტატიკური წნევა, წყლის სვეტის სიმაღლეში გამოსახული. p''_1 —გამოსავალი კვეთის სტატიკური წნევა, წყლის სვეტის სიმაღლეში გამოსახული. ჩვენი ცდების შედეგები დამუშავებული იქნა ეილერისა და რეინოლდსის კრიტერიუმთა ფუნქციონალურ დამოკიდებულებებში:

$$Eu = f(Re),$$

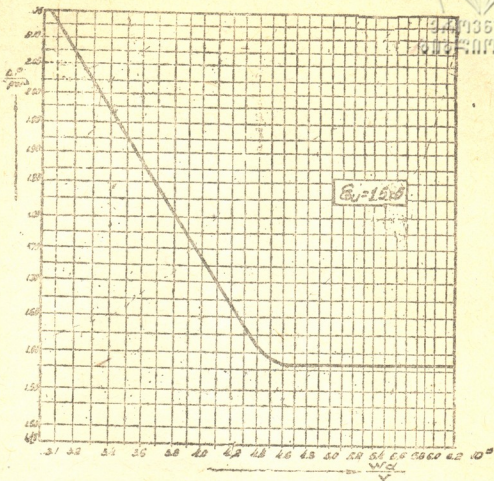
და ეს დამოკიდებულებანი აგებულ იქნა ლოგარითმულ ანამარფოზაში გრაფიკის სახით (სურ. 2).

როგორც სურათიდან ჩანს, დაწყებული $Re=4600$, ნაკადის წინააღმდეგობა არ იცვლება მის სიჩქარესთან დამოკიდებით და ამ ავტომოდელური არესთვის ეს წინაღობა ემორჩილება კანონს:

$$Eu = \frac{\Delta p}{\rho v^2} = 1,585,$$

სადაც ρ —ნაკადის სითხის სიმკვრივე $\left[\frac{\text{კგ}}{\text{მ}^3} \right]$, v — ნაკადის სიჩქარე $\left[\frac{\text{მ}}{\text{წმ}} \right]$,

Δp —წინაღობა ნაკადისადმი, გამოხატული წყლის სვეტის სიმაღლეში. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ ჰიდრაულიკური წინაღობის განსაზღვრის დროს, ფიზიკური კონსტანტები ნაანგარიშები იყო ნაკადის სითხის საშუალო ტემპერატურის მიხედვით.



სურ. 2

4. ცდები კონის სითბოგადაცემის შესასწავლად. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მოდელის გამოსაკვლევ კამერაში მილების მაგიერ მოთავსებულია რკინის სუფთა ღეროები. სითბოს გადაცემის გამოკვლევის დროს კონიდან ვიღებთ სათანადო ღეროს და მის მაგიერ ცხრილებში ვათავსებთ ელექტროკალორიმეტრს. ელექტროკალორიმეტრის გახურებას ვაწარმოებთ მუდმივი დენით ელექტროუმფორმერიდან.

კალორიმეტრის კედლის ტემპერატურას ვზომავდით კალორიმეტრის გასწვრივ მის კედელში ერთ ხაზზე ჩამაგრებული სამი თერმოწყვილით. ტემპერატურა კალორიმეტრის გარშემოწერილობაზე გავზომეთ ოთხ წერტილში—კალორიმეტრის შემობრუნებით ყოველ 90°-ით. წერტილების საშუალო არითმეტიკული მიღებული იქნა კალორიმეტრის კედლის საშუალო ტემპერატურად.

კალორიმეტრიდან სითბოგადასვლის კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით

$$\alpha = \frac{Q_k}{F_k \cdot \Delta t_{cp}} \quad (a),$$



სადაც Q_1 —სითბო, გადაცემული კალორიმეტრიდან ჰაერზე კონვექციის [მ²],
 F_k —კალორიმეტრის სითბოგადამცემი ზედაპირი, ბოლოების გამოკლებით [მ²],
 Δt_{cp} —საშუალო ტემპერატურათა სხვაობა კალორიმეტრის კედლისა და ჰაერის შორის [°C].

ცდების შედეგები დამუშავებულ იქნა მსგავსებათა კრიტერიუმებში მათი ფუნქციონალური დამოკიდებულების სახით:

$$Nu = f(Re), \quad (b),$$

სადაც $Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$; $Re = \frac{Wd}{\nu}$, აქედან

α —სითბოგადასვლის კოეფიციენტი $\left[\frac{\text{კალ}}{\text{მ}^2 \cdot \text{საათ } ^\circ\text{C.}} \right]$,

d —მილის დიამეტრი [მ],

λ —ნაკადის სითხის აბოგამტარებლობა $\left[\frac{\text{კალ}}{\text{მ. საათ } ^\circ\text{C.}} \right]$,

ν —ნაკადის სითხის კინეტიკური სიბლატე $\left[\frac{\text{მ}^2}{\text{წამში}} \right]$.

W —ნაკადის სიჩქარე კონაში $\left[\frac{\text{მ}}{\text{წმ}} \right]$.

გამოსაკვლევი კონის თითოეული ვერტიკალური რიგისათვის დამოკიდებულება (b) გამოისახება შემდეგი ფორმულებით:

$$Nu_{11} = 0,395 Re^{0,573};$$

$$Nu_{22} = 0,395 Re^{0,608};$$

$$Nu_{34} = 0,397 Re^{0,594};$$

$$Nu_{5,6} = 0,382 Re^{0,582};$$

$$Nu_{7,8} = 0,375 Re^{0,582};$$

$$Nu_{9,10} = 0,363 Re^{0,585};$$

$$Nu_{11} = 0,359 Re^{0,580};$$

$$Nu_{12} = 0,338 Re^{0,585};$$

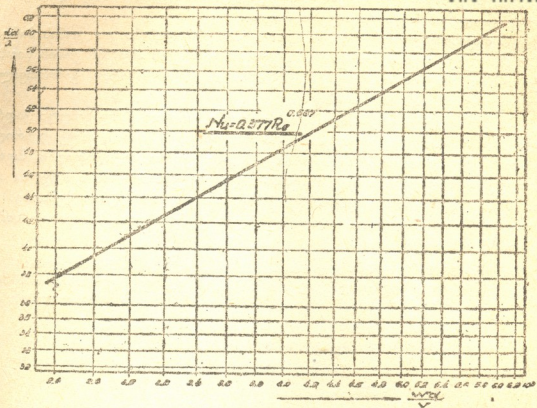
სადაც ნიშნები 1, 2, 3, 4 და ა. შ. ნუსხელტის კრიტერიუმის ქვემოთ წარმოდგენს ვერტიკალურ რიგის ნომერს.

საშუალო სითბოგადასვლა მთლიანი კონისათვის ემორჩილება კანონს (იხ. სურ. 3)

$$Nu = 0,377 Re^{0,587}$$

როგორც ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენეს, სითბოგადასვლა ცალკეული ვერტიკალური რიგებისათვის, 1, 11 და 12 რიგების გამოკლებით, ძლიერ მცირედ განსხვავდებიან ერთიმეორისაგან. მრუდეები დამოკიდებულებისა $Nu = f(Re)$ 1, 11 და 12 რიგებისათვის გადიან შედარებით ქვემოთ, ვიდრე დანარჩენ რიგებისათვის, რაც შეიძლება აიხსნას მხოლოდ ცხრილების არსებობით კონის წინ და უკან.

სითბოგადასვლის კოეფიციენტის შემცირება 1-ლ რიგისათვის, უთუოდ



სურ. 3

იმით აიხსნება, რომ 1-ლი რიგი არ არის მოთავსებული ნაკადის ტურბულიზმზე-ბულ არეში. წინა ცხრილის მოქმედებით გამოწვეული ტურბულიზირების ეფექტი იწყებს გავლენას და მაქსიმალურ გავლენას ახდენს 2, 3, 4 ვერტიკალურ რიგების მუშაობაზე. ამით უნდა აიხსნას ის, რომ მათი მრუდეები გადიან ყველა დანარჩენ მრუდეებს ზემოთ. მე-5 რიგიდან ტურბულიზმის ეფექტი ნაკადისა, კონაში მის გადაადგილებასთან დაკავშირებით, თანდათან ქრება. ის ფაქტი, რომ 11 და 12 რიგების მრუდეები გადიან ყველა მრუდეზე ქვემოთ, სხვა მიზეზების გარდა, აგრეთვე უნდა აიხსნას ცხრილების არსებობითაც კონის წინ და უკან.

დასკვნა

1. როგორც ცალკეული ვერტიკალური რიგებისათვის, აგრეთვე მთელი კონისათვის, სითბოგადასვლის ზრდა, რომელსაც ხდებდა ხელოვნურად ტურბულიზებული ნაკადი, მტკიცდება ავტორის ცდებითაც 12-რიგიან კონაზე.
2. სითბოგადასვლის კოეფიციენტი, ცხრილებს შორის მოთავსებულ 12-რიგიანი კონისათვის ჩვენი ცდების შემთხვევაში, იზრდება 35-45%, იმავე უცხრილო კონის სითბოგადასვლის კოეფიციენტთან შედარებით.



ქართული
საბჭოთაო
აკადემია

3. კონის შემდეგ მოთავსებული ცხრილი ამცირებს სითბოგადაცემის კოეფიციენტს. ეს ცხრილი იმდენად მეტ გავლენას ახდენს, რამდენადაც კონაში მცირე რაოდენობის ვერტიკალური რიგია.

4. თავისუფალი ღრიკოების სიდიდეები ცხრილებისა და კონის პირველ და უკანასკნელ რიგებს შორის მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ კონის სითბოგადაცემაზე, ამიტომ ცალკეული კონებისათვის ისინი საჭიროა გამოითვალოს სპეციალური ცდების საშუალებით.

5. ჰიდრაულიკური წინაღობა ნაკადისადმი განივად განლაგებული ქადრაკული კონისა, რომელიც მოთავსებულია ორ ცხრილს შორის, იმავე უცხრილე-ბო კონის წინაღობასთან შედარებით, 70%/-ზე უფრო მეტად დიდია, მაგრამ აბსოლუტურ სიდიდეებში ეს წინაღობა არ აღემატება 18—20 მ/მ წყლის სვე-ტის სიმაღლისას, რის გადალახვაც ქვაბებისათვის, რომლებიც მუშაობენ ხე-ლოვნური წევით (მაგალითად, ორთქლმავლის ქვაბისათვის), არავითარ სიძნე-ლეს არ წარმოადგენს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ენერგეტიკის სექტორი
თბილისი

ლენინის სახელობის
თბილისის რკინიგზის ტრანსპორტის
ინჟინერთა ინსტიტუტი

(რედაქციაში შემოვიდა 17.12.1945)

ციტირებული ლიტერატურა

1. Ш. Г. Джанджгава. Исследование перегревателя поперечно-омываемого типа применительно к паровозам. Отчет НИС МЭМИИТ, 1939.
2. Л. С. Эйгенсон. Теплоотдача и сопротивление перекрестного потока труб. ЭНИН АН СССР, 1937.
3. Griffiths and Awbery. The Institution of Mechanical Eng. Proceedings, 1933, V, 125.
4. М. В. Киричев и М. А. Михеев. Моделирование тепловых устройств. АН СССР, 1936.

ა. სკოტოვი

ქართლის ვაკის ნიუდაგეგმის სტრუქტურის საკითხებისათვის

ქართლის იმ ბუნებრივ სიმდიდრეთა შორის, რომლებიც ხელს უწყობენ სოფლის მეურნეობის განვითარებას, კერძოდ — სამრეწველო მუხილეობას, არსებითი მნიშვნელობა აქვს ხეხილის მალახვარისხოვანი ჯიშების აღზრდის შემაპირობებელ, ეკრედწოდებულ „საბალო“ ნიადაგების, დიდი მასივების არსებობას.

ქართლის ხეხილის ბაღების მასივები (კერძოდ ვარიანის და ნაწილობრივ ბრეთის საბჭოთა მეურნეობები) განლაგებულია ისეთ ნიადაგებზე, სადაც ხელშემწყობი პირობები მცირდება სრულიად უსტრუქტურო ან დაბალ სტრუქტურის და მკვრივი ქვედა ფენიანი სახნავი ჰორიზონტის არსებობით.

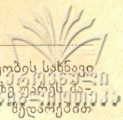
ამ ნიადაგების ასეთი თავისებურება საგრძნობლად აუარესებს ხეხილის ბაღების წყლისა და ჰაერის რეჟიმს და, მაშასადამე, კვების რეჟიმსაც, რაც საგრძნობ დაღს ასვამს ნარგავების განვითარებას.

ქართლის ვაკის ნიადაგების — „ლამის“ უსტრუქტურობა აღნიშნულია მთელი რიგი ავტორების მიერ [6, 7, 5].

ამ ტიპის ნიადაგების არახელსაყრელი ფიზიკური თვისებები შესამჩნევია მათი მორფოლოგიური შესწავლის დროსაც კი, და განსაკუთრებით მკვეთრად გამოისახება ისეთი მაჩვენებლების განსაზღვრის დროს, როგორც არის თითოეული გენეტიური ჰორიზონტების ფორიანობა (ზოგადი და არაკაპილარული) და აგრეთვე შესამჩნევია ნიადაგის სტრუქტურული და აგრეგატული შემადგენლობის შესწავლის დროს.

აღნიშნული ტიპის ნიადაგების ასეთი გამოკვლევის შედეგები ქართლის ვაკის ზოგიერთ სხვა ნიადაგებთან შედარებით, შემოკლებით მოყვანილია 1 ცხრილში: ვარიანის საბჭოთა მეურნეობის სახნავი ნიადაგები — „ლამი“, კასპის რაიონის სოფ. გომის მტკვრის მარჯვენა ნაპირის ტერასა [12-15 მ.], გორის რაიონის სასწავლო მეურნეობა „სკრას“ მტკვრის ნაპირის ვაკე, ქარელის რაიონის საბჭოთა მეურნეობა „ბენისის“ მტკვრის მარცხენა ნაპირის ტერასა.

„ლამი“ ნიადაგების სტრუქტურის დეტალური შესწავლა, მათი წინანდელი მეურნეული გამოყენების გათვალისწინებით, გვიჩვენებს, რომ უსტრუქტურო სახნავ ნიადაგებს შორის გვხვდება კარგად გამოსახული გორბოვანი, წყალგამძლე სტრუქტურის ნიადაგებიც, რომელთაც არ ახასიათებს მკვრივი ქვედაფენი. ეს დიდხნის უხნავი, ურწყავი და დაყამირებული ნაკვეთებია. მე-2 ცხრილში მოყვანილია ამის დამახასიათებელი მონაცემები: აქ ვარიანის საბჭოთა მეურნეობის სარწყავ-სახნავი ნაკვეთის ნიადაგებია შედარებული (ჭრილი 9) მეზობლად მდებარე ყამირებთან (ჭრილი 9). მე-2 ცხრილის მონაცემების



1-თან შედარება გვიჩვენებს, რომ მაშინ როდესაც ვარიანის მეურნეობის სახნავი ნაკვეთების ნიადაგი ყველა გამოკვლეულ ნიადაგებს შორის ყველაზე უარეს მაჩვენებლებს ატარებს, იმავე მეურნეობის ყამირები სხვა ყამირებთან შედარებით პირველ ადგილს იკავებს.

ცხრილი 1

ნიადაგის სტრუქტურული და აგრეგატული შემადგენლობა

№№	ნიმუშის დასახელება	ნიადაგის ჰორიზონტი სტ.	ფორიანობა			სტრუქტურული შემადგენლობა		აგრეგატული შემადგენლობა	
			საერთო	არაკაბილურული	არაკაბილურული 1/10 მმ-ზე მეტი	>1 მმ	<0,25 მმ	>1 მმ	<0,25 მმ
1	ვარიანი	0-10	69,8	11,9	17,4	85,5	5,2	2,8	70,3
2	"	21-31	43,7	4,3	10,2	93,5 *	2,2 *)	25,8 *	39,9 *
3	"	35-45	50,5	10,5	20,8	—	—	—	—
4	გომი	0-10	74,9	33,9	52,2	91,3	1,6	15,5	34,9
5	"	20-30	63,2	25,2	39,6	97,3	0,6	37,7	31,8
6	სკოა	0-10	65,6	20,1	30,6	70,6	11,1	19,3	50,1
7	"	23-33	53,1	10,4	19,6	93,6	0,5	49,4	27,9
8	"	48-58	52,7	11,0	22,7	—	—	—	—
9	ბებნისი	0-20	—	—	—	91,7	2,2	19,8	55,3

ცხრილი 2

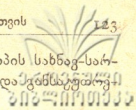
ვარიანის საბჭოთა მეურნეობის ნიადაგების სტრუქტურული და აგრეგატული შემადგენლობა

№	ნიმუშის სახელწოდება	ნიადაგის ჰორიზონტი 1 მ	სტრუქტურული შემადგენლობა		აგრეგატული შემადგენლობა	
			> 1 მმ	<0,25 მმ	> 1 მმ	<0,25 მმ
1	სახნავი ნაკვ. (პრ. ნ)	0-10	85,5	5,2	2,8	70,3
2	"	10-36	93,5	2,2	25,7	40,0
3	"	46-60	95,2	1,6	18,5	31,0
4	ყამირი (ცხრილი 9)	0-13	91,5	3,1	51,0	28,2
5	"	13-40	97,1	0,9	52,4	3,2
6	"	40-60	89,0	2,9	28,0	27,9

ეს შედარება ნებას გვაძლევს გამოვიტანოთ შემდეგი დასკვნა: ლამი ნიადაგების სტრუქტურობა, მათი ბუნებრივი თავისებურება კი არ არის, არამედ მათი მეურნეული გამოყენების შედეგია, როგორც ნიადაგის მოვლის არსებული სისტემიდან გამომდინარე.

მაგრამ, პირველი შეხედვით ბუნებრივი დასკვნა კითხვას ბადებს: თუ ქართლის ცალკეულ რაიონებში ნიადაგის მოვლის სისტემა (დამუშავების ხერხები, მორწყვა და სხვა) ერთმანეთისაგან არ განირჩევა, რით აიხსნება „ლამი“

* ჰორ. 10-36.



ნიადაგების, კულტურის ქვეშ მოქცევისას, ქართლის სხვა ტიპის სახნავ-სარწყავ ნიადაგებთან შედარებით, მათი ფიზიკური თვისებების დაქვემდებარებით სტრუქტურის გაუარესება.

საესებით ბუნებრივია, რომ ამ საკითხის სწორად გადაჭრამ უნდა მოგვეცეს ამ ტიპის ნიადაგების ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესების ხერხების დადგენის საფუძველი.

ამ საკითხის გადაჭრის მიზნით, ნიადაგების ჩვეულებრივი ზოგადი დახასიათების გარდა, ჩვენ მიერ ჩატარებულია მთელი რიგი გამოკვლევები, რომლებიც ქვემოთ მოგვყავს.

იმისათვის, რომ „ლამი“ ნიადაგების კულტურის ქვეშ მოქცევისას სტრუქტურის დაქარგვის პროცესის ხასიათი გამოგვევლინებია, ჩვენ მიერ განსაზღვრული იქნა ვარიანის საბჭოთა მეურნეობის როგორც უსტრუქტურა, ისე სტრუქტურაინი ყამირების ისეთი მაჩვენებლები, რომლებიც გავლენას ახდენენ სტრუქტურაზე [10, 2, 9, 4, 11, 8], მისი ბიოლოგიური აქტივობა (ნიტრიფიკატური უნარი), საერთო ჰუმუსის შემადგენლობა და ნიადაგის კოლოიდების ორგანულ ნივთიერებათა კოლოიდური ფრაქცია (ფხვიერშეკრული) და კარბონატების შემადგენლობა.

მე-3 ცხრილიდან ჩანს, რომ ნიადაგთა ორივე სახესხვაობის მაღალი კარბონატიანობის შემთხვევაში სახნავი ნიადაგის მიკრობიოლოგიური პროცესი ყამირთან შედარებით უფრო მაღალი ინტენსივობით და ორგანულ ნივთიერებათა დაბალი შემადგენლობით განიჩევა, განსაკუთრებით იმ ნივთიერებათა ფრაქციისა, რომელიც უნდა განვიხილოთ როგორც მწეზავი მასალა და, რომელსაც აქვს მექანიკური ელემენტების აგრეგატების შეერთების უნარი, რითაც აგრონომიულად ძვირფასი სტრუქტურა იქმნება (4, 9).

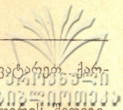
ცხრილი 3

ვარიანის საბჭოთა მეურნეობის სახნავი ნაკვეთის ნიადაგების (ცხრილი 2) და ყამირის (ცხრილი 9) შედარებითი დახასიათება

№	ნიადაგის ჰორიზონტების	ნიადაგის ნიტრიფიკატური უნარი				ჰუმუსი (%-ში ნიადაგის წონასთან)				ფხვიერშეკრული ორგანული ნივთიერება მმ გრ. 100 გრ. ხიადაგზე				კარბონატები (%-ში ნიადაგის წონაზე)			
		9		8		9		8		9		8		9		8	
		პრილი	ჭრილი	პრილი	ჭრილი	პრილი	ჭრილი	პრილი	ჭრილი	პრილი	ჭრილი	პრილი	ჭრილი	პრილი	ჭრილი	პრილი	ჭრილი
1	ჰორიზონტი 1	41,0	95,4	232,2	2,68	2,13	79,1	100,8	54,6	54,5	29,4	29,5	100,3				
2	„	2	11,3	88,4	781,4	2,00	1,74	87,0	—	—	—	25,8	29,6	114,8			

მე-3 ცხრილის მონაცემები საშუალებას გვაძლევენ დავსახოთ „ლამი“ ნიადაგების (კულტურაში მოქცევის შემდეგ) სტრუქტურის გენეზისის სქემა.

ამ გენეზისის პირობები უფრო გასაგები ხდება ნიადაგის სტრუქტურის მეორე, აგრონომიული თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი მაჩვენებლის სტრუქტურ-



რული აგრეგატების სიმტიციის შესწავლით, რომელიც ჩვენ ჩავატარეთ ქართლის ვაკის ნიადაგების სერიაზე.

მე-4 ცხრილში მოყვანილია მექანიკური სიმტიციის განსახლების შედეგები, რომლებიც ჩატარებული იყო ანდრიანოვ-რაკიტინის ხერხით [1].

ცხრილი 4

სტრუქტურული აგრეგატების მექანიკური სიმტიციე დიამ. 3-5 მმ (ანდრიანოვის მეთოდით)

№2	ნიადაგის ნიშნის დასახელება	მექანიკური სიმტიციე
1	გომი, იონჯა 1-ლი წლის ჰორ. 0-15 სმ	37,0
2	ვარიანი, ნაყენი ჰორ. 0-15 სმ	2,7
3	ყამირი	14,9
4	სკრა, ნაყენი ჰორ. 0-13 სმ	25,0
5	ბებნისი, ყამირი ჰორ. 0-20 სმ	66,7

მე-4 ცხრილის მონაცემები მოგვითხრობენ სტრუქტურული აგრეგატების მკვეთრად დაბალ სიმტიციეზე, მართა ვარიანის საბჭოთა მეურნეობის სახნავ ნიადაგებში კი არაა, არამედ სხვა შესწავლილ ნიადაგებთან შედარებით, ყამირებზედაც.

„ლამი“ ნიადაგების სტრუქტურული აგრეგატების ასეთი დაბალი მექანიკური სიმტიციე არის ამ ტიპის ნიადაგების (კულტურაში მოქცევის შემდეგ) ფიზიკური თვისებების მკვეთრად გაუარესების ძირითადი ფაქტორი.

მოყვანილ გამოკვლევათა საფუძველზე შეიძლება დადგინდეს ჩაითვალოს:

1. გორის ვაკის რუხ-ჩალისფერ-ალიუვიალური ნიადაგები („ლამი“), პირველყოფილ მდგომარეობაში მორფოლოგიურად ხასიათდებიან კარგად გამოსახული სტრუქტურით; ამ ნიადაგების სტრუქტურული აგრეგატები განირჩევიან, ქართლის ვაკის სხვა ნიადაგებთან შედარებით, მაღალი წყალგამძლეობით და გაცილებით დაბალი მექანიკური ფორიანობით.

ეს გარემოება, ამ ნიადაგების კულტურის ქვეშ მოქცევის შემდეგ, სტრუქტურის გენეზისის გადამწყვეტია.

2. სასაფლო-სამეურნეო გამოყენება ასეთი ნიადაგებისა, იწვევს ნიადაგის სტრუქტურულ ერთეულებზე მექანიკური ზეგავლენის გაძლიერებას (ხვნა, ფარცხვა და სხვა) და დაბალ მექანიკურ სიმტიციესთან ერთად კულტურაში მოქცეული ნიადაგების სტრუქტურის მკვეთრ დადაბლებას.

3. ნიადაგის დამუშავებით გამოწვეული გაფხვიერება აძლიერებს მიკრობიოლოგიურ პროცესებს, რაც ახდენს ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებათა დაშლას; ამ დროს განსაკუთრებით მკვეთრად მცირდება ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებათა ფხვიერშეკრული ფრაქციის რაოდენობა, რაც თავის მხრივ უზრუნველყოფს სტრუქტურული აგრეგატების წყალგამძლეობას. ნიადაგის მიერ ორგანულ ნივთიერებათა ამ ფრაქციის დაკარგვა, სტრუქტურული აგრეგატების წყალგამძლეობას ამცირებს და ამითვე აძლიერებს სტრუქტურაზე წყლის დამშლელ მოქმედებას.

პირობათა მთელი ეს კომპლექსი, ამ ნიადაგების კულტურაში მნიშვნელოვან უმაღლეს, იწვევს სწრაფ გამტვირთვას და გამტვირთვადობის საზღვარსა და ზონის შექმნას, რომელსაც უფენია მკვრივი ჰორიზონტი.

ამრიგად, „ლამი“ ნიადაგებს თავისებური სტრუქტურისა და მისი სტრუქტურული აგრეგატების დაბალი მექანიკური სიმტკიცის გამო, ნიადაგის ჩვეულებრივი მოვლა-დამუშავება, რომელიც აუცილებელია კულტურული მცენარეების ნორმალური განვითარებისათვის, ნიადაგს ფიზიკურ თვისებებზე (სტრუქტურაზე) უარყოფით გავლენას ახდენს.

ასეთ წინააღმდეგობათა გადაჭრა შესაძლებელია მხოლოდ ამ ნიადაგების სტრუქტურული აგრეგატების დაბალი მექანიკური სიმტკიცის მიზეზების დეტალური შესწავლით და მისი ამ აღმდგენი მეთოდების დამუშავებით.

სწორედ ასეთი ხასიათის გამოკვლევებს ვატარებთ ჩვენ ამჟამად.

ამ ცნობაში გამოქვეყნებული ანალიზების ნაწილი შესრულებულია ლაბორატორიის თანამშრომლების შ. ვარტაზაროვას და ნ. კვარაცხელიას მიერ.

მუშაობის შედეგები

1. ჩატარებულია ქართლის ვაკის ნიადაგების სერიის სტრუქტურის აგრონომიული დახასიათება.

2. ნაჩვენებია, რომ გორის ვაკის რუხ-ჩალისფერ-ალიუვიალური ნიადაგები („ლამი“) ხასიათდებიან სტრუქტურული აგრეგატების დაბალი მექანიკური სიმტკიცით, რაც კულტურის ქვეშ მოქცევის შემდეგ, სტრუქტურის დაკარგვის მთავარი მიზეზია.

3. მოცემულია რუხ-ჩალისფერ-ალიუვიალური ნიადაგების („ლამის“), კულტურაში მოქცევის შემდეგ, სტრუქტურის გენეზისის სქემა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მეზილეობის საცდელი სადგური

სკრა

(რედაქციაში შემოვიდა 7.1. 1946)

ციტირებული ლიტერატურა

1. П. И. Андрианов и М. Ф. Ракитин. Простейшие методы определения механической прочности, водо-прочности и объемного веса почвы. Доклады ВАСХИЛ, № 21—22, 1939.
2. С. Баксман. Гумус. изд. 1937. г.
3. В. Р. Вильямс. Почвоведение, 1940.
4. С. А. Владычевский. Рыхлаосвязанное органическое вещество, как фактор образования структуры почвы. Сборник ВИУАА, 1938.
5. Д. Л. Гедевანიшвили и Г. Е. Ахведиани. Почвы совхозов Самтреста Бебниси, Брети и Вариани (рукопись).
6. С. А. Захаров. О помывании туземного населения Закавказья. Изд. Кавк. Отд. И. Р. Георг. О—ва, т. XXIV, №1, 1916.



7. С. А. Захаров. Почвы Кура—Араксинского бассейна, как объект водной мелиорации. Материалы к общей схеме использования водных ресурсов Кура—Араксинского бассейна В—З. Тифлис, 1936.
 8. А. Ф. Скворцов. Коллоиднохимическая характеристика окультуренности черноземных почв. Сборник ВИУАА, 1938.
 9. А. Ф. Гюлин. Наука о почвенных коллоидах и очередные задачи социалистического земледелия. Сборник ВИУАА, 1938.
 10. И. В. Тюрин. Органическое вещество почв, 1937.
 11. Th. Schloesing. Etudes sur la terre végétale, Annales de chimie et la physique, Paris, 1876.
-

ლ. ვასილევსკაია

ფისის ცენტრალური სავალეების წარმოშობა ფიჭვის წიწვში

ფისის ცენტრალური სავალეების წარმოშობის შესახებ ლიტერატურული მონაცემების უქონლობამ გვაიძულა ჩავეეტარებინა გამოკვლევები, თუ როგორ და წიწვის განვითარების რომელ სტადიაში წარმოიშობიან ისინი.

ამ მიზნით ჩვენ მიერ გამოკვლეული იყო ერთწლიანი და ორწლიანი ღივების წიწვი *P. P. canariensis* Sm., *maritima* L., *Sabiniana* D., *Pinea* L., *silvestris* L., *Coulteri* D. *eldarica* M., *longifolia* R., *Feffreyi* M., *insignis* M. და აგრეთვე ორწლიანი წიწვი ფიჭვის ხნოვანი ხეებიდან.

როგორც ცნობილია, ღივის ეპიკოტილი დაფარულია პირველადი ფოთლებით, რომლებიც სპირალურად არის განწყობილი. წვრილი, ცალკეულად განწყობილი პირველადი წიწვი (გამოკვლეული იყო ოთხთვიანი ღივები, ლეზნებისა და პირველადი წიწვის მქონე), რასაკვირველია, ტიპურ წიწვს არ წარმოადგენს; მიუხედავად ამისა, მას უკვე აქვს საახიმილაციო ქსოვილის ფისის სავალეები სხვადასხვა ოდენობით (უმეტესად ორი) და სახეობათა მიხედვით, სხვადასხვანაირად განლაგებული.

ყველა გამოკვლეული სახეობის ცენტრალური ძარღვი შედგება ერთი გამტარი კონისაგან, რომელიც წიწვის ცენტრში მდებარეობს და შემორკალულია ენდოდერმის უჯრედებით. არც ერთ შემთხვევაში არ მოხერხდა ფისის ცენტრალური სავალეების აღმოჩენა, თუმცა გასინჯული იყო ყოველი სახის არა ნაკლები 15 ღივი. პირველადი წიწვის გარდა, გამოკვლეული იყო აგრეთვე ღივის ლეზნებიც. ლეზნის ცენტრალური ცილინდრი შედგება ენდოდერმით შემორკალული ერთი ან ორი გამტარი კონისაგან.

მეზოფილის ფისის სავალეების რიცხვი და განლაგება დამოკიდებულია სახეობაზე პირველადი წიწვის მსგავსად. ცენტრალური სავალეების სრულიად მსგავსი ფისის სავალეები აღნიშნულია მხოლოდ *P. insignis* D.-ის ლეზნებში.

ანათალებშიც, რომლებშიც გაკეთებულია ამ სახეობის ლეზნის შუა ნაწილიდან, ცენტრალური ცილინდრი წარმოდგენილია ერთი გამტარი კონით. ფისის სავალი მასში ჯერ არ არის, ის ჩნდება რამდენადმე დაბლა, იქ, სადაც გამტარი კონა ქვემოთკენ თანდათან ორად იყოფა და გარდაიქმნება ორ კონად, რომელთა შორისაც მდებარეობს ფისის სავალი⁽¹⁾.

ფისის ეს სავალი (რის გამოკვლევაც შესაძლებელი ვახდა ღივის ღეროს თანმიმდევრობა განივ ანათალებზე) გრძელდება ღივის ჰიპოკოტილში და იქ უერ-

(¹ ფისის სავალი განუყრელია გამტარი კონის პირველად ქსილემასთან და მთელი თავის სიგრძეზე ლეზანში დაკავშირებულია ცენტრალურ ძარღვთან.

ოდება მერქნის ფისის სავალს. თავისი ადგილმდებარეობითა და შემოწყობილი უჯრედების უქონლობით ფისის ეს სავალი სრულიად ემსგავსება წიწვის ფისის ცენტრალურ სავალს.

ფისის ამგვარ სავალებზე ლიტერატურაში მოგვეპოვება Hanes-ის მითითება [11].

Abietinae-ს ღვიის ფესვებში ფისის სავალებია, რომლებიც გვხვდებიან პირველად ქსილემაში და ახასიათებს *Pinus*, *Picea*, *Larix* და სხვა გვართა ფესვებს.

Pinus-ის გვარში ეს სავალები განწყობილია უშუალოდ პროტოქსილემასთან და ზევით მიიმართებიან სხვადასხვა მანძილზე.

სახეობასთან შესაბამისად ისინი შეიძლება გრძელდებოდნენ ლებანში ან თავდებოდნენ ჰიპოკოტილში სხვადასხვა დონეზე.

ამგვარად, ღვიის ფესვის ღერო და ლეზნის პირველადი ფისგამტარი სისტემა ერთმანეთთანაა დაკავშირებული.

ღივების ლეზნის საასიმილაციო ქსოვილის ფისის სავალები, Hanes-ის მონაცემებითა და ჩვენ მიერ მიღებული შედეგების თანახმად—ერთდებიან ჰიპოკოტილის ქერქის ფისის სავალებთან.

როგორც ზემოთ ნათქვამია, პირველად წიწვში არსებობს მხოლოდ საასიმილაციო ქსოვილის ფისის სავალები, რომლებიც ჰიპოკოტილის ქერქთან არიან დაკავშირებული.

როგორც ცნობილია, ფიჭვის ღივებს ერთი, ორი და ზოგჯერ სამი წლის განმავლობაშიც კი გამოაქვთ ხოლმე ცალკეული წიწვები, რომლებიც ღეროზე სპირალურად სხედან; მაშინ როდესაც ტიპური წიწვი კონაში 2-3-5 ერთად მჯდომარე (სახეობასთან დაკავშირებით) წარმოიშობა მომდევნო წლებში.

ზემოთქმულიდან ჩანს, რომ ფიჭვის ღივების ცალკეულ, პირველად წიწვში არ არის ფისის ცენტრალური სავალები.

ერთწლიანი ღივების წიწვიც ზემოაღწერილის მსგავსია—ცალკეული, ერთი გამტარი კონით ცენტრალურ ცილინდრში, ფისის ცენტრალური სავალების გარეშე, რომელთა აღმოჩენაც ვერ მოხერხდა მთელი წიწვის სიგრძეზე.

ორწლიანი ღივების წიწვი (მასიურად) ჯერ კიდევ ცალკეულია და წყვილი წიწვის პროცენტი სრულიად უმნიშვნელოა.

ასეთი წყვილი წიწვების შუა ნაწილიდან გაკეთებულ ანათალში ფისის ცენტრალური სავალები არ არის. მხოლოდ ქვევით, ამავე წიწვის ანათალში ქსილების მასივში, ჩვეულებრივად შესამჩნევია ფისის ცენტრალური სავალები, რომლებიც ჩნდებიან წიწვების ერთმანეთთან დაშორების ადგილას და ქვევით ტოტის მერქნისაკენ მიმართული, მისი ფისის სავალებს უერთდებიან. ამ სავალების პროცენტი, როგორც ჩანს 1 ცხრილიდან, ჯერ კიდევ უმნიშვნელოა.

სამწლიანი ღივების თითქმის ყველა წიწვი უკვე ტიპურია და კონაში სხედან 2—3 ან 5. ფისის ცენტრალური სავალები, ისევე როგორც ხნოვანი ხეების წიწვებში, წიწვის ფუძიდან სხვადასხვა მანძილზე ჩნდებიან. წიწვის ქვემო ნაწილში მათი რიცხვი მრავლდება. წიწვის შუა ნაწილის ანათალში ისინი ჩვეულებრივად ტრანსფუზიურ ქსოვილში იმყოფებიან გამტარი კონების გვერ-

დით ან მათ შუა, რომლებიც უკვე ორია (*Habloxylon* K. გამონაკლისით, რომელიც ხასიათდება ერთი გამტარი კონით). წიწვის ბაზალური ნაწილის ახლოს სავალეები გადაადგილდებიან ქსილემის შიგნით და მასთან ერთად ერთვიან ტოტის მერქანს.

ცხრილი 1

ფისის ცენტრალური სავალეების მქონე წიწვთა პროცენტი

ფიჭვის სახეობა	ოთხთვიანი ლივები	ერთწლიანი ლივები	ორწლიანი ლივები	სამწლიანი ლივები	ორწლიანი წიწვი ხნოვანი ხეებიდან
<i>P. Coulteri</i> D. Don. . .	0	0	12	56	100
<i>P. maritima</i> D.	0	0	10	40	99
<i>P. Sabiniana</i> Dougl. . .	0	0	8	45	96
<i>P. longifolia</i> Roxb. . .	0	0	6	42	96
<i>P. Pinea</i> Lin.	0	0	3	36	96
<i>P. silvestris</i> Lin.	0	0	10	46	96
<i>P. Feffreyi</i> A. Mur. . .	0	0	10	43	90
<i>P. eldarica</i> Medw. . . .	0	0	5	36	88
<i>P. insignis</i> Don.	0	0	3	30	87
<i>P. canariensis</i> Sm. . .	0	0	3	22	87

საასიმილაციო ქსოვილის ფისის სავალეები უკვე აღარ ერთდებიან ქერქის სავალეებთან; — ისინი თავდებიან წიწვის ბაზალურ ნაწილში.

ფისის ცენტრალური სავალეების პროცენტი გაიზარდა წინა წლის წიწვთან შედარებით, მაგრამ ნორმალურხედ ჯერ კიდევ მნიშვნელოვნად დაბალია (ე. ი. ხნოვანი ფიჭვის წიწვები ორ წლიან წიწვზე).

ხნოვანი ფიჭვის წიწვის ფისის ცენტრალური სავალეების აღნაგობა და რიცხვი აღწერილია ჩვენ მიერ წინა შრომებში [2, 3, 4, 5] და ამიტომ აქ აღარ გავიმეორებთ; მხოლოდ აღენიშნავთ, რომ ცენტრალური სავალეების მქონე წიწვების რიცხვი მნიშვნელოვნად იზრდება სამწლიანი ლივების წიწვთან შედარებით, რაც ნაჩვენებია 1 ცხრილში.

ზემოთქმულიდან ჩანს, რომ ფისის ცენტრალური სავალეების წარმოქმნა დაკავშირებულია მეორადი წიწვის ფორმირებასთან 2—5 წიწვიან კონებად, ფისის ცენტრალური სავალეების რიცხვი იზრდება ამ წიწვების ზრდასთან ერთად.

შევეხოთ ახლა იმ საკითხს, თუ როგორ და რომელი ტიპით ხდება ფისის ცენტრალური სავალეების წარმოქმნა.

წიწვები წარმოიქმნებიან დამოკლებულ ყლორტებზე, რომლებიც წიწვთა უბრალო კონებად გვეჩვენება, რადგან ძალიან სუსტად განვითარებული ღერძი აქვთ. დამოკლებულ ყლორტზე, რომელიც ჩნდება დაგრძელებული ყლორტის

ირველივე, სპირალურად განწყობილი მფარავი ფოთლების ილიაში, ჩვენ ვამჩნევთ ქვედა ფოთლებს და წიწვებს. პირველი იფარავენ ყლორტს გამოშრობისაგან მისი განვითარების ადრეულ სტადიაში, ხოლო შემდეგ გარდაიქმნება ვაგინად, რომელიც ჰფარავს წიწვების ფუძეს.

წვერის ყლორტის ზრდას სიმალეზე თან სდევს მფარავი ფოთლების გაცენა და წიწვების გარეთ გამოსვლა ვაგინიდან.

ფისის ცენტრალური სავალების ფორმირება და წარმოქმნა ხდება მთელი განვითარების პროცესში და წიწვის ზრდის დროს; ამით აიხსნება მათი სხვადასხვა განფენა ერთდამივე წიწვში და ავრეთვე მათი რიცხვის ზრდა ფუძისაკენ. იმ მომენტში, როდესაც წიწვები გამოჩნდებიან ვაგინიდან, მათ ფუძესთან ფისის ერთი ან ორი ცენტრალური სავალია (ეს ის სავალებია, რომლებიც გასდევნენ მთელ წიწვის სიგრძეზე და შენიშნულ იქნენ ჩვენ მიერ ფოთლის ზედა ნაწილში), დანარჩენები მნიშვნელოვნად გვიან ჩნდებიან, სახელდობრ მაშინ, როცა წიწვის განვითარება მთავრდება და წიწვი აღწევს თავისი ზრდის საზღვარს, რის გამოც სავალები წიწვის მხოლოდ ქვემო ნაწილში გვხვდება ხოლმე.

როგორც ცნობილია, წიწვის ზრდა სიგრძეზე ხდება ბაზიპეტალურად; წიწვი იზრდება თავის ბაზალური ნაწილით, გაგრძელებული ყლორტის აკროპეტალურ ზრდასთან განსხვავებით, და ამიტომ ფისის ცენტრალური სავალები წარმოქმნილი წიწვის ადრეული განვითარების სტადიაში, მისი ზრდის პროცესში გადაიწევიან წვეროსაკენ. მაშასადამე, რაც უფრო ადრე ჩამოყალიბდება სავალი, მით უფრო ახლო იქნება ის წიწვის წვეროსთან.

საკოველთაოდ ცნობილია ფისის სავალების წარმოქმნის ორი ტიპი: სხიზიგენური ტიპი, როდესაც სავალის ღრუ წარმოიქმნება უჯრედების დაცილების გზით და ლიზიგენური, როდესაც ღრუს წარმოქმნა ხდება უჯრედთა ჯგუფის დაშლით [1, 6]. უფრო გავრცელებულად ითვლება პირველი ტიპი. ასე, მაგ., ივანოვი [6] ფაქრობს, რომ მერქნის ფისის ყველა სავალი წარმოიქმნება მერქნის პარენქიმის ახალგაზრდა უჯრედების გარსის გაწევიით და არა დაშლით.

ბოროდინიც იმ მოსაზრებას გამოსთქვამს, რომ ყველა სავალი წარმოიქმნება უჯრედების დაცილების გზით, მხოლოდ ერთნი ინარჩუნებენ თავიანთ სხიზიგენურ ხასიათს ბოლომდე, მეორენი კი შემდეგში ლიზოგენურად ვითარდებიან.

Hanes-ი [11] იკვლევს რა ფისის სავალებს წიწვიანთა ღვივებში, ფიქრობს, რომ ისინი წარმოიქმნებიან როგორც უჯრედშორისი სივრცე. ღარებში თავისუფალი ადგილების გაჩენის ასახსნელად ავტორი ვარაუდობს, რომ აქ როლს თამაშობს ფისის დაწოლა, რომელიც ავსებს ხოლმე ძალიან ახალგაზრდა სავალებსაც-კი და რომ სეკრეტის დაწოლა უჯრედების გაწევის მიზეზია, რომელიც იწვევს ღრუების წარმოქმნას.

ფისის სავალის ღრუ ჩვეულებრივ გარემოცულია ამომგები უჯრედებით; ესენია თხელკედლიანი პარენქიმული უჯრედები, რომლებსაც უწოდებენ ავრეთვე ეპითელიალურს ან გამოწყობს. როდესაც ფისის სავალის ღრუ გამოვსებულია ფისით, ამომგები უჯრედები დატკეცილია, ხოლო ღრუს განთავისუფლებისას ისინი გამოიბერებიან და ავსებენ მას.

ფიჭვის მერქნის ფისის სავალდებში ამომგებ თხელკედლიან უჯრედებს მოსდევს მკვდარი უჯრედების შრე. ივანოვის [6] განსაზღვრით ეს თხელკედლიანი უჯრედებია, მოკლებული პლამას და გამოვსებული ჰაერით. მკვდარ შრე შედგება ერთი ან ორი წყება ამისთანა უჯრედებისაგან. მკვდარ შრეს ნოჰყეება ეგრედწოდებული თანამგზავრი პარენქიმა; ეს ერთ ან ორ წყებად განლაგებული ცოცხალი უჯრედებია.

წიწვის სასისმილაციო ქსოვილის ფისის სავალდებში, ამომგები უჯრედები შემოვლებულია თხელ ან სქელკედლიანი სკლერენქიმული უჯრედების საცავით. მერქნის ფისის სავალდებს არა აქვთ ასეთი საცავები.

ფისის ცენტრალური სავალდები განირჩევიან სასისმილაციო ქსოვილის სავალდებისაგან იმით, რომ მათში თავისუფალი ადგილები ნაკლებია და სქელკედლიანი უჯრედების შემოწყობაც არა აქვთ. მათი წარმოქმნა სხიზიგენური სავალდების წარმოქმნის ტიპის მსგავსად, ე. ი. უჯრედების ვაწევით, შემდეგნაირად ხდება: გამტარი კონის მერქნიანი ნაწილის მხრიდან ტრანსფუზიური ქსოვილის უჯრედთა შორის წარმოიქმნება უჯრედშორისი სიღრუფე (იქმნება შთაბეჭდილება ფაშარად შეერთებული უჯრედშორისებიანი ქსოვილისა). უჯრედშორისი სივრცე თანდათან დიდდება და მომრგვალო ფორმისა ხდება. სიღრუფეს შემოვლებული უჯრედები იყოფიან რადიალური მიმართულებით, რიცხვით მრავლდებიან და, როდესაც სავალდის ღრუ უკვე მთლიანად გამოსახულია, გარემომცველი უჯრედები მის გარშემო ჯგუფდებიან.

იმისდამიხედვით, თუ ამომგები უჯრედები რამდენად ჩაერთვიან სავალდის ღრუს, უკანასკნელი შეიძლება დაპატარავდეს; მაშინ ფისის ცენტრალური სავალი ძნელად-ღა გაირჩევა მის გარშემო ქსოვილისაგან.

ჩვენ არ ვამტკიცებთ, რომ ღრუს წარმოქმნა ხდება სეკრეტის გამოყოფის გამო, როგორც ამას ვარაუდობს Hanes-ი [11] (მით უმეტეს, რომ ის ამას აყენებს როგორც სამუშაო ჰიპოთეზას).

Tschirch-ის [15] დიდი ხნით გაბატონებული შეხედულების თანახმად, ებითელიარული უჯრედები დაფარულია განსაკუთრებული ლორწოიანი ან რეზინოგენური შრით, რომელშიც ხდება სეკრეტის წარმოქმნა. Frank, Haberlandt, Hannig, Moenikes, Schwabach [9, 10, 12, 13, 14] უარჰყოფენ რეზინოგენური შრის არსებობას და ამტკიცებენ, რომ ებითელიალურ უჯრედთა პროტოპლასტი წარმოშობს სეკრეტს, რომელიც შემდეგში დიფუზიის საშუალებით მოხვედება ფისის სავალდის არხში.

პიგულეცკი და შჩეპკინა [7, 8] უმატებენ, რომ ფისი აღმოჩენილია არა მარტო ფისის სავალდებში, არამედ წიწვების პარენქიმულ ქსოვილებშიაც.

ამის თანახმად, ისინი ერთმანეთისაგან არჩევენ პარენქიმული ქსოვილისა და სავალდების ფისს.

ჩვენ ზემოთ ხაზი გავუსვით იმ გარემოებას, რომ ფისის ცენტრალურ სავალდებს არა აქვთ შემოწყობილი სკლერენქიმური უჯრედები და ეუდამ დაკავშირებულნი არიან გულგულის სხივებსა და წყალგამტარ ქსოვილებთან, როგორცაა გამტარი კონების ქსილემა და ტრანსფუზიური ქსოვილი. ამის საფუძველზე შესაძლებელია ვივარაუდოთ (Hanes-ის მსგავსად), რომ წიწვის აღ-

რეული განვითარების სტადიაში წარმოქმნილი ფისი, პარენქიმულ ან ტრანსპორტირების ფუნქციონირების ხელს უწყობს ფისის ცენტრალური სავალეების მოქმედებას, რომლებიც შემდეგში ფისის წარმოქმნის, დაგროვებისა და გადახადების ადგილად იქცევიან, როგორც ფისის ჩვეულებრივი სავალეები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციაში შემოვიდა 15.1.1946)

ციტირებული ლიტერატურა

1. И. П. Бородин. Курс анатомии растений. М.-Л., 1938.
2. Л. М. Василевская. О наличии центральных смоляных ходов в хвое различных сосен, и характере их коммуникации со смолоносной системой ветки. Тр. Тбил. Бот. Инст., IV, 1938.
3. Л. И. Джапаридзе. Об анатомической связи хвой со смолоносной системой древесины у Pinus. Докл. Акад. Наук СССР. XV, 2, 1937.
4. Л. И. Джапаридзе и Л. М. Василевская. К анатомической характеристике Кавказских сосен. Тр. Тифл. Бот. Инст. I, 1933.
5. Л. И. Джапаридзе и Л. М. Василевская. О наличии смоляных ходов в проводящей жилке сосновой хвой. Тр. Тбил. Бот. Инст. II, 1937.
6. Л. А. Иванов. Биологические основы использования хвойных СССР в терпентинном производстве. М.-Л., 1934.
7. Г. В. Пигулевский. О локализации эфирных масел и смол в хвое. Журн. общей химии. II, 2, 1932.
8. Т. В. Щепкина. Микрхимическое исследование локализации смол и эфирного масла в листьях табака и иглах хвойных. Изв. Главн. Ботанич. сада СССР. 27, 3, 1928.
9. A. Frank. Ueber die Harzbildung in Holz und Rinde der Coniferen. Botan. Archiv, Bd III 1923.
10. G. Haberlandt. Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, 1924.
11. C. S. Hanes. Resin Canals in Seedling Conifers Journal of the Linnean Society XLVII, 1925-27.
12. E. Hannig. Untersuchungen über die Harzbildung in Koniferennadeln Zeitschrift für Botanik Bd. 14 1922.
13. A. Moenikes. Zur Frage der Harzbildung bei den Umbelliferen, Compositen und Araliaceenwurzeln. Bot. archiv, 5, 1922.
14. E. Schwabach. Zur Kenntnis der Harzabscheidungen in Koniferennadeln. Ber. des. Deutsche Bot. Gesell. XVII, 1899.
15. A. Tschirch. Die Chemie und Biologie der pflanzlichen Sekrete. Leipzig, 1908.

ა. კოლაკოვსკი და მ. სახოკია

ახალი მონაცემები კავკასიის შავი ზღვის სანაპიროს ადვენტური
 ფლორის შესახებ

თუმცა კავკასიისა და, კერძოდ, შავი ზღვის სანაპიროს ადვენტური ფლორის შესწავლას სათანადო ყურადღება ექცეოდა და მას მიძღვნილი აქვს ნაშრომების მთელი რიგი, მიუხედავად ამისა მისი სრული შესწავლა ჯერ კიდევ მიღწეული არაა.

ამას მოწმობს ქვემოთ მითითებული უმაჯერესად ადვენტურ მცენარეთა 20 სახეობა; ზოგი მათგანი ახალი არამც თუ კავკასიის ფლორისათვის, არამედ სსრკ ფლორისათვისაც კი. მათ შორის ერთი სახეობა სსრკ ფლორისათვის ახალი გვარის წარმომადგენელია; ეს არის გვარი *Clerodendron* L. ოჯახი *Verbenaceae*-დან.

ამ მცენარეთა მეტი ნაწილი „თვალწინ“ იზრდება—სანაპიროს დიდი და სახლებული ადგილების მახლობლად. იმისდა მიუხედავად, რომ ეს მცენარეები შემოტანილია დიდი ხნის წინათ და ამასთან მრავლად გვხვდება—ფლორისტიკის მიერ აქამდის აღმოჩენილი არ იყო.

მცირე როდია მათ შორის აბეზარი საჩრეველა მცენარეები. ამიტომ საჭიროა მათი გამოცხადება საკარანტინო ობიექტად და მათ მოსასპობად დაუყოვნებლივ ლონისძიებების მიღება.

ზემო ნათქვამიდან გამომდინარეობს კავკასიის შავი ზღვის სანაპიროს ადვენტური ფლორის უფრო გაძლიერებული შესწავლის აუცილებლობა, ვინაიდან სანაპირო ის ფორპოსტია, საიდანაც ადვენტური ელემენტები ევლინებიან ხოლმე ჩვენს კულტურულ მიწებს, როგორც აბეზარი საჩრეველა მცენარეები.

1. *Pollinia imberbis* Nees. სოკა, დენდრარაიუმი, დაჩრდილულ ადგილებზე ლაქების სახით, ზოგან გავრცელებულ ჰემის ფონს. შეგროვ. 25. IX. 1945 წ. ა. კოლაკოვსკის და მ. სახოკიას მიერ.

გავრცელების ხასიათის მიხედვით ამ ადვენტური მარცვლოვანის სოკის რაიონში შემოტანის დრო საკმაოდ შორეული უნდა იყოს, ალბათ, არანაკლები ათი წლისა.

აღნიშნული ახალი ადვილმდებარეობა, სადაც ეს სახეობა იჩენს ტენდენციას ინტენსიური გავრცელებისადმი, კავკასიის შავი ზღვის სანაპიროზე ყველაზე უფრო ჩრდილოეთით მოქცეულ წერტილს წარმოადგენს. აბეზარი საკარანტინო ობიექტის ამ კერის მოსასპობად საჭიროა სასწრაფო ზომების მიღება.

2. *Arthaxon Langsdorfii* (Trin.) Hochst. სოკა, დენდრარაიუმი, გავრცელებულ. შეგროვ. 25. IX. 45 წ. ა. კოლაკოვსკის და მ. სახოკიას მიერ.



დიდი ხნის შემოტანილი ადვენტური მცენარეა, ლოკალიზებული დად კოლხეთში.

მითითებული ახალი ადგილმდებარეობა ყველაზე უფრო ჩრდილოეთში, მისი კავკასიური არეალის ფარგლებში.

3. *Andropogon virginicus* L. სოჭა, დენდრარიუმი, უმთავრესად ქვემო პარკის გაზონებზე. შეგროვ. 25.IX.45 წ. ა. კოლაკოვსკის და მ. სახოკიას მიერ. გარდა ამისა, შემჩნეულია სოჭასა და ადლერს შორის და აგრეთვე „სამხრეთ-კულტურები“-ს საბჭოთა მეურნეობის ტერიტორიაზე (ადლერის მახლობლად).

თავისებური ასოციაციის ედიფიკატორია *Miscanthus*-სა და *Sieglingia decumbens*-თან ერთად, ღია ადგილზე პარკის ნარგავებს შორის, მკაფე თიხნარ ნიადაგებზე pH-ით 4-დან—5-მდე [1].

სსრკ ფლორისათვის მოგვყავს პირველად.

სამშობლო—ჩრდ. ამერიკა (აღმ. ნაწ.), ცენტრ. ამერიკა და აღმ. ინდოეთი. გავრცელების ხასიათის მიხედვით და იმ ფაქტის საფუძველზე, რომ ეს მცენარე მეორადი ასოციაციის, მაგრამ უკვე სავსებით ჩამოყალიბებულის ედიფიკატორია, უნდა ვიფიქროთ, რომ საკმაოდ დიდი ხანია განვლილი მას შემდეგ, რაც ამ ადვენტური მარცვლოვანის შემოტანა მოხდა.

არაა გამორიცხული ის შესაძლებლობა, რომ ეს მცენარე მიღებული იყოს სოჭის სასოფლო-სამეურნეო საცდელი სადგურის მიერ იმ დროს, როდესაც ამ სადგურზე მუშაობა წარმოებდა საკვებ ბალახებზე და იგი კულტურიდან თავისთავად გავრცელდა ბუნებრივ პირობებში. ამჟამად *A. virginicus* უფრო ვრცელდება და უკვე აბეზარ სარეველას წარმოადგენს გაზონებზე.

ჩვენ მიერ გამოვლინებულ ფორმას ვაკუთენებთ *var. glaucopsis* (Ell.) Hitchc.-ს.

4. *Paspalum setaceum* Mchx. სოჭა, დენდრარიუმი, ქვემო პარკის გაზონებზე, საკმაოდ მრავლად. შეგროვ. 25. IX. 45 წ. ა. კოლაკოვსკის და მ. სახოკიას მიერ. აუხაზეთი: სოფ. კოდორის მიდამოები, გულრიზის რ. წმინდადაჯგუფების საკმაოდ დიდი ფრაგმენტი სკოლის ეზოში; შეგროვ. 30. IX. 45 წ. კვარაცხელიას მიერ.

სამშობლო—ჩრდ. ამერიკა (აღმ. ნაწ.), ცენტრ. ამერიკა.

სსრკ ფლორაში გვ. *Paspalum*-ის ახალი, უკვე მეოთხე წარმომადგენელია. *Paspalum scrobiculatum* L.-ის ტიპის აბეზარი ადვენტური სარეველაა, რომელიც იჩენს ინტენსიური გავრცელების ტენდენციას.

მისი არსებობა ურთიერთ დაშორებულ ადგილებში (სოჭა—კოდორი), ამასთან, როგორც ცენოზების ედიფიკატორისა და კომპონენტის ჩვეულებრივად *P. scrobiculatum* და *P. dilatatum*-ის კონდომინანტის სახით, იმას მოწმობს, რომ ეს მცენარე დიდი ხნის შემოტანილია სანაპიროზე.

5. *Paspalum scrobiculatum* L. (*Syn. P. Thunbergi* Knth.) სოჭა, დენდრარიუმი, ქვედა პარკის გაზონებზე. შეგროვ. 25. IX.45. წ. ა. კოლაკოვსკის და მ. სახოკიას მიერ.

ჩვენში უფრო იშვიათი მცენარეა, ვიდრე *P. dilatatum* და ნახული არის შავი ზღვის სანაპიროზე მხოლოდ რამდენიმე ადგილას. გარდა ამისა, ბამბუკის ფესურებთან გზად მოყოლილია ბაქოს ბოტანიკურ ბაღში 1936 წ. (ა. გროსკეიმი).

ეს სახეობა, როგორც ჩანს, უფრო გვიანაა გზად მოყოლილი, ვიდრე *P. dilatatum*, მაგრამ ისევე სწრაფად ვრცელდება, როგორც უკანასკნელი. აქ მითითებული ახალი ადგილმდებარეობა, ყველაზე უფრო ჩრდილოეთითაა კავკასიის შავი ზღვის სანაპიროზე.

6. *Pennisetum villosum* R. Br. სოხუმი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკური ბაღი, გზ-ს პირას მშრალ ადგილზე, შეგროვილია 1939 წელს ა. კოლაკოვსკის მიერ. ეს აბისინური სახეობა, ჩვენს პირობებში, როგორც ჩანს, „გასულია“ კულტურიდან, ე. ი. გავლურებულია. მიუხედავად ამისა, კარგად ვითარდება მშრალსა და ქვიან შემკვრივებულ ადგილებზე. სასურველია გამოიცადოს როგორც საკვები მცენარე.

7. *Phalaris paradoxa* L. სოხუმი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკური ბაღი, გზის პირას, ბოსტნებში. შემჩნეულია 20. VI. 45 წ. ა. კოლაკოვსკის მიერ.

დღემდე ცნობილი იყო აღმ. ამიერ-კავკასიიდან, სადაც, ალბათ, გზად მოყოლილია. თუმცა აბორიგენული გავრცელების რეგიონიდან (ხმელთაშუა ზღვის მხარის აღმ. ნაწ. და წინა აზიის ქვეყნები) ეს მცენარე შესაძლებელია გავრცელებული ყოფილიყო კავკასიამდე ბუნებრივი გზით, ეფემერულ მცენარეულობასთან ერთად.

8. *Polygonum orientale* L. სოხუმი, ბოტანიკური ბაღი, თბრილში *Paspalum digitaria*-ს შალდამში. შეგროვ. 6. X. 45 წ. ა. კოლაკოვსკის მიერ.

აგრეთვე კულტურიდან „გასული“ მცენარეა, მაგრამ კარგად ვითარდება იმ პირობებში, რომელშიაც იზრდება ჩვენში ამავე სექციის *Persicaria*-ს გარეთული წარმომადგენლები. ხოლო ეს მოვლენა სხვა ხასიათისაა—კულტურიდან გასვლა თითქმის იმავე პირობებში, რომელშიაც იგი ვითარდება თავის სამშობლოში სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში.

9. *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. სოხუმი, ბოტანიკური ბაღი. პალმების სანერგეში. შეგროვილია IX.1945 წ. ა. კოლაკოვსკის მიერ.

ოთხი წელია, რაც ამ სახეობის რამდენიმე ეგზემპლარი, პალმების ხშირ შალდამში ერთ და იმავე ადგილას იზრდება. უხვად ყვავილობს, ხოლო ცუდად მსხმოიარობს. გავლურებული მცენარეა. მისი გავლურების ფაქტი ცნობილია ლიტერატურაში შორეული აღმოსავლეთისათვის (ვლადივოსტოკი). მოჰყავთ როგორც სადეკორაციო მცენარე. სამშობლო—იაპონია.

10. *Oxalis stricta* L. დას. საქართველო, ქ. ზუგდიდის მიდამოები. შეგროვ. 25.VI.25 წელს გ. რეკის მიერ.

როგორც სარეველა ცნობილია სსრკ ევროპული ნაწილის ცენტრალური, სამხრეთისა და სამხრეთ-დასავლეთის რაიონებისათვის და აქედან, ალბათ, გზად მოყოლილია კავკასიაში. მაგრამ არაა გამორიცხული შესაძლებლობა, რომ იგი გზად მოყოლილი იყოს უშუალოდ უცხო ქვეყნებიდან.

11. *Oxalis cernua* Thunb. სოხუმი, ბოტანიკური ბაღი, ციტრუსების ვარჯის ქვეშ. შეგროვილია XI.1914 წ.—ვ. მარკოვიჩის მიერ.



მეაგელას სამხრეთ-აფრიკული სადეკორაციო სახეობაა დიდროსი ყვავილებით. ჩვენში გაველურებულია.

12. *Clerodendron foetidum* Bunge. სამეგრელო: სოფ. ჯოლევის მიდამოები 1. VI.1927 წ. (ა. მაყაშვილი). აჭარა: სადგ. ჩაქვის მიდამოები, 8.X.1927 წ. id.—მწვანე კონცხი, 25. X.1931 წ. (პ. იაროშენკო). აფხაზეთი: სოხუმის მიდამოები, ჭაობიან ადგილებზე მდ. გნულუშკას პირას, 1939 წ. (ა. კოლაკოვსკი). სოხუმი, პარკში, რუდერალურ ადგილზე ტროპიკული ინსტიტუტის მახლობლად, XI.1945 წ. (ა. კოლაკოვსკი). გ. კვარაცხელიას მიერ იგი შემჩნეულია აგრეთვე სოფ. კოდორში.

სადეკორაციო ჩინური მცენარეა, რომელიც მოჰყავთ შავი ზღვის სანაპიროზე ბალებსა და პარკებში. აქედან გაველურებულია და ტენიან ადგილებზე იჩენს უფრო ფართოდ გავრცელების ტენდენციას.

13. *Physalis peruviana* L. სოხუმი, ბოტანიკური ბაღი; შეგროვ. 22.X.1934 წ. ვ. იაბროვას მიერ. ამავე არეზე მოჰყავდათ როგორც საქმელი მცენარე, მაგრამ შემდეგში გაველურდა და ამჟამად სპორადულად გვხვდება რუდერალურ ადგილებზე. სამშობლო—სამხრ.ამერიკა.

14. *Specularia falcata* A. DC აზოვ-შავი ზღვის მხარე, სადგ. ადღერის მიდამოები, გზის მახლობლად. შეგროვილია 1926 წ. გ. სახაროვის მიერ. ხმელთაშუა ზღვის მხარის მცენარეა, კავკასიის შავი ზღვის სანაპიროზე გზად მოყოლილი, როგორც ჩანს, სსრკ ევროპული ნაწილის სამხრეთ რაიონებიდან.

15. *Gnaphalium confusum* DC. აფხაზეთი. შემჩნეულა 1937 წ. სადგ. ოჩამჩირეს მიდამოებში ა. კოლაკოვსკის მიერ, ქვეშთან ადგილზე, რკინიგზის ღიანდაგის მახლობლად. ინდოეთის ეს მცენარე პირველად ხსენებულია იმერეთისა და აჭარისათვის (ამიერ-კავკასია) ა. გროსჰეიმის მიერ. ეს ახალი ადგილმდებარეობა მიგვითითებს იმაზე, რომ ამ ადგილებში აღნიშნული მცენარე გზად მოყოლილია ტრანსპორტის საშუალებით.

16. *Ambrosia aptera* DC. აფხაზეთი, სოხუმი, საცდელი სადგური. შეგროვილია 1922 წ. ი. ვორონოვისა და 1924 წ. იქვე—ძევეანოვსკის მიერ.

მოგვეყავს იმ საჭერბარიუმო ნიმუშების მიხედვით, რომელიც დაცულია სსრკ მეცნ. აკად. ლენინგრადის ვ. კომაროვის სახ. ბოტანიკის ინსტიტუტში.

ეს სახეობა ძალიან მახლობელია *A. trifida*-სი, რომელიც ბიჭვინთის კონცხის მიდამოებშია გავრცელებული და პირველისაგან განსხვავდება იმით, რომ ფოთლის ყუნწები ძირში არაა გაფართოებული და ფოთლებს არა აქვთ გრძელი წამწამისებრი ბეწვები, ელიპსისებრი თესლურა წვრილი კბილებიანია.

კავკასიის შავი ზღვის სანაპიროზე ეს მცენარე ჩრდილო ამერიკის ფლორის მესამე—ახალი წარმომადგენელია ამ გვარადან.

იმ შემთხვევაში, თუ ამ სახეობის არსებობა სანაპიროზე ამჟამად დადასტურდა, საჭირო იქნება მისი გამოცხადება საკარანტინო ობიექტად.

17. *Matricaria matricarioides* (Less.) Porter (Syn.: *M. suaveolens* (Pursch) Buchenau). აფხაზეთი, ვაგრის ქედი, საძოვარი აიბლა, მონეხვიანებულ ადგილზე ბინის მახლობლად. შეგროვილია 1941 წ. ა. კოლაკოვსკის და ვ. იაბროვას მიერ.

გზად მოყოლილი მცენარეა, რომელიც კავკასიაში იშვიათად გვხვდება. ჩვენ მიერ მითითებული ახალი ადგილმდებარეობა მოწმობს ამ მცენარის საქონლის მეშვეობით გავრცელების შესაძლებლობას ალპურ სარტყელში.

18. *Artemisia austriaca* Jacq. აფხაზეთი, გაგარის რაიონი, ზღვისპირულ ქვიშაზე, გზასთან სოფ. ერმოლოვკას მახლობლად. შეგროვილია 1941 წ. ა. კოლაკოვსკის მიერ. გარდა ამისა, მის მიერვე შემჩნეულია 1945 წ. რკინიგზის ყრალზე—კავაქლუქის ამაღლებაზე.

როგორც ჩანს, ეს მცენარე არ უნდა იყოს დიდი ხნის გზად მოყოლილი. თავის გავრცელებაში ჯერჯერობით დაკავშირებულია სატრანსპორტო მაგისტრალბთან.

19. *Silybium Marianum* (L) Gaertn. შემჩნეულია უკვე 1939 წ. სადგ. კელასურის მახლობლად ზღვისპირულ ქვიშაზე, ქ. სოხუმის ქუჩებსა და სოხუმის ბოტანიკურ ბაღში. აქამდის ცნობილი იყო მხოლოდ აღმ. ამიერ-კავკასიისა და აზოვ-შავი ზღვის მხრიდან, საიდანაც როგორც ჩანს, გზად მოყოლილია აფხაზეთში სატრანსპორტო მაგისტრალბებით.

20. *Picris strigosa* MB. აფხაზეთი, გაგარის რაიონი, სოფ. ერმოლოვკას მახლობლად გზასთან, ჰქმნის შალდამს. შეგროვილია 15.IX.40 წ. ა. კოლაკოვსკის მიერ.

ეს ადგილმდებარეობა ახალია დას. ამიერ-კავკასიისათვის. აქამდის ცნობილი იყო აღმ. ამიერ-კავკასიისა და ჩრდ. კავკასიაში და ალბათ, აქედან გავრცელდა აფხაზეთში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

თბილისი

ბოტანიკური ბაღი

სოხუმი

(რედაქციაში შემოვიდა 26.1.1946)

ციტირებული ლიტერატურა

1. ა. კოლაკოვსკი. სსრკ სატყეო საზ. კომისარიატის სოჭის დენდრარიუმის ბუნებრივი მცენარეული საფარი. სოხუმი (ხელნაწერი), 1945.

დ. ხარიბონოვი

ARACHNOIDEA სათაფლიას მღვიმიდან (ჭუთაისი)

ფ. ზაიცევა გადმომცა დასამუშავებლად ქუთაისის მახლობლად მდებარე სათაფლიას მღვიმეში შეგროვილი ობობები და ერთი მთიბავი. შეგროვილ მასალაში აღმოჩნდა შემდეგი ფორმები:

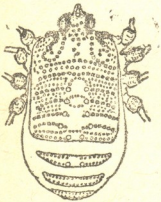
Ordo Opiliones

1. *Nemastoma redikorzevi* n. sp. (ნახ. 1) სათაფლიას მღვიმე. 6.IV.1941, შესასვლელიდან 50—60 მეტრის დაცილებით, 1 ♀.

აღწერა: ♀. ყველაზე უფრო მეტად დამახასიათებელ ნიშანთვისებას წარმოადგენს: თვალის ბორცვის დორზალურ მხარეზე ორი სიმეტრიულად განწყობილი გრძელი ცილინდრული გამონახარდი. სხეულის სიგრძე 2,0 მმ, სიგანე—1,2 მმ, ფეხების სიგრძე I:II:III:IV=3.25:6,25:3,65:5,25 მმ, პალპუსის სიგრძე 1,93 მმ.

სხეული ოვალურია, უკანა ნახევარში გაფართოებული და რამდენიმედ წაწვეტებულია ბოლოზე. ფარი მიხაკისფერია. მუცლის შეზრდილ ტერგიტებზე ღია ფერის შუალედი ზოლია, ხოლო თავმკერდს გვერდებზე თეთრი ლაქები აქვს. ვენტრალური მხარე მიხაკისფერია. სხეულის რბილი ქიტინოვანი ნაწილები

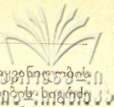
(გვერდები, ბოლო) მოთეთრო-ყვითელია. თავმკერდის ფარის შეზრდილ აბდომინალურ და თავისუფალ ტერგიტების საზღვრებს სუსტად გამოხატული ამოწეული კიდე აქვთ. ტერგიტების ზედაპირი დაფარულია წვრილი ბორცვებით, რომელთა თავზე ოთხი, ხუთი ან სამი შავი მარცვალაა. უფრო მჭიდროდ და სწორად განწყობილი ბორცვების განივი მწკრივები გამოირჩევიან დანარჩენების ფონზე; ასეთი ორი რიგი არის თავმკერდზე და თითო-თითოც მუცლის თითოეულ შეზრდილ ტერგიტზე. მუცლის თავისუფალ ტერგიტებზე ბორცვები (უფრო წვრილი) განწყობილია წინა და უკანა კიდეზე. მუც-



სურ. 1

ლის თითოეულ შეზრდილ ტერგიტზე და პირველ თავისუფალ ტერგიტზეც არსებობს შუალედი, უფრო მსხვილი ბორცვების თითო წყვილი თითოეულზე. ეს ბორცვები 2—3-ჯერ მსხვილია წინათ აღწერილ მარცვლოვან ბორცვებზე.

თვალის ბორცვი საკმაოდ მსხვილია (მისი სიგანე—0,32 მმ); ის მოთავსებულია თავმკერდის წინა კიდეზე. მისი ზედაპირიც დაფარულია მარცვლოვანი ბორცვებით, რომლებიც ზედაპირზე განწყობილია ასე თუ ისე თანაბრად და რგოლისებრად—თითოეული თვალის გარშემო. თითოეული თვალის წინ და თვალის ბორცვზე ჩანს მცირე არე, მჭიდროდ განლაგებული, ძლიერ წვრილი ბორცვაკე-



ბით. თვალის ბორცვის დორზალურ მხარეზე არის ცილინდრული მოყვანილობის და სიმეტრიულად განწყობილი ორი გამონაზარდი; ამ გამონაზარდებს სიგრძე ალწვეს ბორცვის სიმაღლის დაახლოებით ნახევარს ან ბორცვის სიგანის 1/3-ს. თითოეული გამონაზარდის დისტალურ ბოლოს პერიფერიაზე არის რამდენიმე წვრილი ბორცვი.

ფეხები და პალპები ყვითელი ფერისაა (მათი კოჭები და ტაბუხი, ისე როგორც სტერნიტებიც, მიხაკისფერია). პალპუსის ფემორალური ნაწევარი მოლუნულია და შუა ნაწილში ძლიერ შემსხვილებულია შიგნითა მხრით, შემსხვილებული ნაწილი შავი ფერისაა, ცრუ სახსრები არსებობს I:II:III:IV ფეხების ბაზალურ ნაწილში შემდეგი რაოდენობით: 2:6:2:4.

მუცლის სტერნიტებზე, მათ გვერდებზე, არსებობს ბორცვების განივი, არასწორი მწკრივები (ბორცვების რაოდენობა მწკრივში—2—5).

Ordo Araneina

2. *Holocnemus longipes* Spassky სათაფლიას მღვიმე, 6.IV.1941, შესასვლელიდან 20 მეტრის დაცილებით—2♀, 1♂.

ტროგლოფილია. წინათ ნაპოვნი იყო წყალტუბოს მიდამოების მღვიმეებში.

3. *Nesticus borutzkyi* Reimoser. სათაფლიას მღვიმე, 6.IV.1941, შესასვლელიდან 20 მეტრის დაცილებით 1♀; იქვე, შესასვლელიდან 50—60 მეტრის დაცილებით,—1♀ და 1♂.

♂-ის ზომა: თავმკერდის სიგრძე—2,3 მმ, მუცლის სიგრძე—3,4 მმ, I ფეხის სიგრძე—19,9 მმ, III—12,1 მმ. ინდექსები I=8,65; — III=4,83. ეს სახეობა აღწერილ იქნა [♀] რიონის მღვიმეში, რეიმოზერის მიერ; ხოლო შემდეგში აღმოჩენილ იქნა ფ. ზაიცევის მიერ (♂, ♀ *in situ*) „ახალ მღვიმეში“ წყალტუბოს ახლოს [1].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციაში შემოვიდა 8.3.1945)

ციტირებული ლიტერატურა

1. Д. Е. Харитонов. Известия Биологического и. и. института при Молотовском государственном университете. т. XII, в. 2, 1941.

მაპარ ხუზუა

სპარსულიდან ნასესხები სიტყვების შეკვეცა ქართულში⁽¹⁾

სპარსულ სიტყვათა ფუძეები რიგ შემთხვევებში განიცილებიან კუმშვას ქართულ ნიდაგზე, ყოველგვარი ნართაული ელემენტის გარეშე და წდება კვიცილი ფორმები. ეს შეკვეცა შეიძლება ხდებოდეს სპარსულ ფუძეში შემავალ სხვადასხვა ელემენტთა ხარჯზე—ხმოვანთა ხაზით, თანხმოვანთა წილ, მარცვალთა მოწყვეტით ან ამოგდებით, ფუძის გარკვეულ ნაწილთა ჩამოშორებით, და სხვა. თითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში დასადგენია სათანადო მოვლენის ახსნა, ხოლო ზოგადად კი შეინიშნება ისეთი ვითარება, რომლის მიხედვითაც ანგარიშგასაწეგია ქართული ენობრივი კოლორიტის დაცვა.

მაგალითად:

1. سراسر სარასარ ძვირფასი ფარჩეული, ოქროს ძაფებით ამოქარგული [1, 2] = სარასალ-ი (სარასალი ნაქსოვია დიდფასი [3]): მესამესა დღესა დიდვაქარმა რა ატლასის ქახრაკის კარი გახსნა და შის სარასალი და შადი მალის ცის დუქანზედ ქვეყნის ბაზრის ვაქართა გარდმოუქიდა ([4], 576). დისიმილაციის შედეგად მეროე რ—ლ. მერეა მიღებული: ასალი-ი (ცხენის ჩული ძვირფასი ფარჩეულისაგან [5])—სარ მოწყდა; ასალი უცვლელია ჩვენს ენებში.

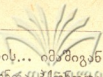
2. داموید დამივანდ სახელწოდება მთისა (ერანში) = ვამანდ: ... მზიდევდეს და მარბენინებდეს და ვამანდისა მთამდინს მიიყვანეს და იქი დამკედეს ([6], 377), შდრ. ([7], 72) ZK 52 همدان و داموید (ჰამი თანბითა დამივანდ-ე ქუბ), შდრ. ... le portait vers le mont Demavend ([8], 73).

... შეგკრას [ფრიდონმა ზააქ] მაგრითა ღვედითა და მიგათრიოს ვამანდისა მთამდინს ([6], 379^ა);

... ესე ზააქ ვამანდისა მთამდინს ულაშქროდ წაიყვანეთ... (ib. 395^ა).

ამ ტერმინის ანალიზისას ყურადღებას იპყრობს ის გარემოება, რომ შნს სხვა პროზაული ცერსითაც მისი გაფორმება ორი სახითაა ძირითადად დადასტურებული: კვეცილი სახით და თითქოს სრული ფორმითაც. შდრ. ... ფრიდონ აღარა მოკლა [ზააქ], აუშვა და მაგრად მხარი შეუკრა. მერმე გაგზავნა ამოვანისა მთამიგან... ([9], 98^ა)... და ამოვანისა მთასა გაუგზავნია სატყვეოდ... (ib. 101). იპოვება მარტოოდენ თავკვეცილი სახითაც: ამოვანდ... ანგელოზმან დაუზახნა [ფრიდონს] თუ, ნუ მოჰკლავ! ჯერე მაგისი დღე არ გა-

⁽¹⁾ განხილულია საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკად. ნ. მარის სახელობის ენის ინსტიტუტის საენათმეცნიერო საუბრებზე 4.11.1945 წ.



თენებულაო. და ამოვანდისა მთაშიგან ერთი ბნელი ორმო არის... იმაშიგან თავდაღმა ჩაიკიდე... [97ა]. მაგრამ დედნის სრული ფუძეც რომ უნდა მქონდეს და ცული ამავე ძეგლს, ჩანს შემდეგი ადგილიდან: ... მერმე ზააქს მთაჲს ჩინსაჲს ასრე ეხმანა: ერთი მსხვილი კაცი მოვიდა, რქიანს ხარსა ზედა იჯდა, ხელთა დიდი ლახტი ქონდა, იმ ხარისა თავის ოდენი. მოვიდა და ზააქს თავს დაჰკრა და კისერზედა დასცა და ქედამდის ტყავი ამ[ო]ქაძრო და ხელნი შეუქრა, დამუვანდის (დამოყვანდის [უ]) მთაშიგან ბნელი საკანი იყო და იმაშიგან თავდაღმა ჩაჰკიდა, რა გაიღვიძა, მოასხმევინა აქიმნი და მერამოლენი... [63ა].

ამ უნიკალი ხელნაწერის ეს ტერმინი მოტანილ აბზაცში იკითხება გარკვევით და მოყვანდის, მაგრამ ცხადია მისი ადრე ფორმა სათანადო ხელნაწერში შედარებით სწორედ მდგარა—დამუვანდ (ან დამოვანდ), რაც შემდეგში წარყვნილა გადაწერის დროს. ამ ფუძესა და ჩვეულებრივ სპარსულ გაბგერებას შორის განსხვავება მხოლოდ მეორე მარცვლის ხმოვანშია, მაგრამ აგრძელი ერანელთა მეტყველებისათვის ისტორიულადაც დადასტურებულია აგრეთვე **ო**, **უ** ხმოვანთა სახითაც. ასეა უშუალოდ სპარსულიდან გადმოღებულ ძეგლებშიც—სპარსული სიტყვები ქართული ასოებით რომ მოუციათ (შდრ. გროზ, არზონ, ხონა, გუმ... [10]).

მაგვარად, ირანული მითოლოგიით განთქმული ეს მთის სახელი ასეა დადასტურებული ჩვენს თარგმანებში: ვამანდ-, ამოვან-, ამოვანდ-. დამუვანდ-ი. პირველი სახე თავკვეცილია (რაც მომხდარა ფუძეში ვ, მ თანხმოვანთა ადგილშენაცვლების შემდეგ), ხოლო რჩენილი ნაწილი დაპკვიდრებულია მთის სახელწოდებად. ეს ფორმა თარგმნის პროცესშივეა გამოიმუშავებული და ქართულ ენობრივ კოლორიტთან უფრო შესაგუებელი აღმოჩენილა. მეორე სახეც თავკვეცილია, მაგრამ ოდენ დ თანხმოვნის ხარჯზე. მესამეც კვეცილია დ ბოლოკიდურის მიმართ. დედნის გაბგერებასთან ყველაზე ახლო მდგარა ფორმა დამოვანდ || დამუვანდ, რასაც ვადაწერთა უვიცობას გამო უტვლია სახე.

3. سارمراه Sarmarah (აღრიცხვა სათითაოდ, 'შეჯამება', წესრიგში მოყვანა). ფპლ. *Sarmarak = მარაგ-ი, რაც თანაბრად ჟღერს ჩვენს ენებში. იქნებ მარაგ- უშუალოდ იმეორებდეს სათანადო ირანულ ფუძეს უცვლილად? მაგრამ რთული (სარმარაგ) ფუძის არსებობა დასტურდება ქართულში შემონახული ტერმინით სარვაგ-ი, რომელსაც დაუტავს საჭრ, შეუტყუმავს მარაგ. ([11], 1050). ამგვარად, მარაგ მიღებულია სარმარაგ ფორმიდან სარ ნაწილის მოწყვეტით. იმავე ფალაურ ფუძეს რა დაკარგვია და მ-გ. შდრ. დამატებით: „მაქვს თუ არა მაქვს, რად ვზრუნავ? ვიშვებდე ღვთისა სასოთა! ბრძენნი არ სდევენ სარვაგთა, ფასთა და მათ უფასოთა... ([4], 478). შდრ. [12], 341).

4. ساء هنگ სიაჰჰანგ შავოსანი, შავმოსილი, შავსშებამებული. = სიანგ: ... სიანგ ხელმწიფეებულთა, მას დღესა მასითა თანა-განმზრახითა ამა საგონებელთა შინა იყენეს ([4], 306), შდრ. ([12], 210¹²) შაბჰანგ...

.. სიანგ ხელმწიფე მისის დიდებულებითა და წარჩინებულებითა და გულის სანდოთა მას მალრანთან მივიდნენ ([4], 307), შდრ. ([12], 210¹⁴)...



... სიანგ ხელმწიფემ ჰკითხა ([4], 307), შდრ. სპარ. 211 მკ. შანგაჰი ფორსიდ... ცხადია, სათანადო სპარსულ ნუსხაში მჯდარა სიანგის ფუძე შეკვეცილია ქართულ ნიადაგზე.

5. شاهانگ შაბანგანი, ღამეს შეხამებული, ღამესავეთ შავი=შაბანგ-ი, შამანგ-ი: ...ერთსა ღამესა ბუთა ხელმწიფე, რომელსაც სახელად შაბანგანი ეწოდა, მრავლისა ღამეებითა, მკვეთელისა და სისხლთა მსმელითა [მალრანთ] თავსა დაესხა, მრავალთა მათთა ჯართაგანსა ძარღენი ამოსწვადნს ([4], 274), შდრ. ([12], 188). شهبانگ اورا که اشاد بوسان شاهانگ შაბი ფადეშაჰე ბუმან ქე ურან შაბანგ გოქთანდი, შდრ. ... ერთსა ღამესა ბუთა ხელმწიფემ, რომელსა შამანგ ეწოდა, მოიგონა მტერობა რომე პირველ ყვავის და მათ შორის ყოფილა და შემოიყარა ჯარი დიდი ყოველნივე, სისხლის მსმელი. უეცრად ღამესა ერთსა ყვავთ გელმწიფეს დაესხენ თავსა და მოწყვიტნეს ([13], 161ბ).

პირველ შემთხვევაში შ არის ჩავარდნილი და ა და ნ ადგილცვლილი, მეორე შემთხვევაში კი შა და იკარგა, ბ-შ.

6. شاهزار დურიშაჰვარ სახელმწიფო მარგალიტი, განთქმული მარგალიტი=დურიშავრ: ... მუტრიბის საკრავსა და სმას უკან სასიბრძნოს არაკის გაგონება მოინდომა [მეფემ]. პირმთავრეთა და შუბლ-ზოგართა თამაშობას უკან სიტკბოსა გონებისა და მეცნიერების მსწავლელთა მოყვანა ბრძანა. მოყვანა გამორჩეულთა ბრძენთა და თეთრწვეროსანთა, რომელთა სარჩელი სიღრმის სიბრძნისა პასუხთა მათთა თვალმარგალიტისა და დურიშავრის მსგავსი სანახავი იყო ([14], 25), შდრ. სპ. ღდნ. ... დურიშაჰვარ ბუდ ([12], 18ა)...

აქაც ფაქტიურად იგივე შა არის ჩავარდნილი (იგულისხმება ვ და შ ადგილცვლილად თუ არა, სულერთია).

7. جهانسوز ჯანსუსუ ჭეყენის მწველი, ჭეყენის დამპყრობი, საკუთარი სახელი=ჯანსუსუ, ჯანსუსუ (ჯანსუსუ, ჯანსუსუ). შდრ. ... ჯანი დევი, ჯანსუსუ ზი დევი, არმან დევი, დალ... დევი მაზანდარელი, ავრაგი დევი, ქანარანგი დევი, ესენი თანა წამოატანა და წამოვიდეს... ([9], 121ა)... მერმე ჯანსუსუ ზი და ნარიმან ერთად შეიყარნეს და შეიბნეს, დიდხანობამდის იბრძოლეს. მოუქნივა ნარიმან ლახტი, თავსა დაჰკრა ჯანსუსუ ზი დევსა და მოკლა (ib.).

8. ماه آفرید მავრადი საკუთარი სახელი (ფრიდონის უმცროსი შვილის ერაჯის ცოლისა)=მავრადი: ... ერთი თვალად ტურფა, მზე ვითა მნათობი, ტანსარო ერაჯისა საყვარელი ცოლი—რომე მას ზედან სიყვარული დიდი ჰქონდა—სახელად მას მავრადი ერქვა და იგი ორსულად იყო... ([6], 413მ), შდრ. ([7], 164) Frd 595. ماه آفرید შდრ. ([8], 165 ა) Il y vit une esclave de beau visage, dont le nom était Mahaférid.

ქართულმა გაბგერებამ შ შეინარჩუნა, რასაც ხელი შეუწყო მომდევნო ორი ხმოვნის ჩავარდნამ, ხოლო ამ ნიადაგზეა კანონზომიერად მიღებული ვ (-ფ).

9. **شاهشاهی** შაჰანშაჰი 'შაჰინშაჰობა', 'შაჰინშაჰური' = შ ა ნ შ ე რ ბ ა შ ა შ ა ნ შ უ რ ი, შ ა ნ შ ი ს ა: შ დ რ. ეს არის ტახტისა და გვირგვინისა... მესაფერე და ამას შეენის სრული შ ა ნ შ ე ო ბ ა და შ ა რ ი ა რ ო ბ ა... ([6], 409)... იღვა ბაზარი თეთრი ძოწეულისა და ტახტი შ ა ნ შ ი ს ა. [ib. 412a].

... ჩემგან გემოიანი წიგნი სახელდებულთა მეომართა, ხვარისა და ჩინისა. ქვეყანასა ზედან მზეებრ მაშენებელთა შ ა ნ შ ი ა ნ თ ა... [ib. 408 b].

... შ ა ნ შ ი ს ა გვირგვინი მოაღებინა და თავსა დაარქვა [ib. 415a].

... მარჯვენასა მხარსა დასვა [ფერიდუნმა] მანუჩარ ტახტსა და შ ა ნ შ უ რ ი გვირგვინი და [ახურა] [ib. 418a].

სპარსულ დედანში საანალიზო ტერმინებს უდრის: **كناز** ქაიანი [შდრ. გასანი და ქაიანური ([15], 301, 303)] და **شاهشاهی** (შაჰანშაჰი) Frd. 679, 680 ([8], 98).

10. **شهر ناز** შაჰრენაზ 'საკუთარი სახელი ქალის; ჯიშმედის დაა' = შ ო რ ე ნ ა: შ დ რ. ... პირმშენიერმა შ ო რ ე ნ ა მ ნუშის გულივით თეთრი ღაწვები დაიხოკა... გიორგიმ შ ო რ ე ნ ა ს თვალი ჰკიდა... ([16], 43). სპარსული ფუძე შეკუმშულა ქართულ ნიადაგზე: ზებირი გზით შემოსულა, რომლის პროცესში პირველი ხმოვანი ჰ-სთან შერწყმით აღუქვამთ ო-დ, ხოლო ზ მოწყდა.

11. **مسند ماسناد** 'ტახტი', 'დიდი ბალიში', 'საყრდენი', 'მოსასვენებელი' =

ს ნ ა ტ-ი: ამა წიგნის გაგვარიანებისათვის ლუკია სახლთა ს ნ ა ტ თ ა მჯდომელნი რიტორნი და სიტყვათა შემკვერებელნი ერთს სიტყვაზედ და ერთ ხმობით დაჯერებულ იყვნენ ([4], 4); შდრ.: ამ წიგნის გვარიანობაზე ინშის სახლის მ ა ს ნ ა თ ზ ე მჯდომელნი პასუხამწყობელნი და სიტყვით მქებელნი დაჯერებულნი და ერთსიტყვიანი იყვნენ ([14], 3ბ)—იხ. სპარსული დედნით **مسند نشینان** მასნად ნეშინან ([12], 5a).

ვახტანგის თარგმანი სიტყვასიტყვით მისდევს დედანს—საეციალური ტერმინებიც უცვლელად გადმოაქვს (მ ა ს ნ ა თ). საბა ანგარიშს უწევს მშობლიური ენის ტრადიციას უცხო სიტყვათა ხმარების მხრივაც და უპირატესობა მიუნიჭებია იმავე სპარსული ფუძის თავვეცილი ფორმისათვის (ს ნ ა ტ), რაც ადრეა შემოსული და ზებირმეტყველების ნორმითაა დამკვიდრებული. სწორედ ამ ურთიერთობის შედეგია მ ა ნ ა წ ი ლ ა კ ის გაუჩინარება სიტყვის თავში.

12. **gāhvārak** (ფჰლ.) 'ტახტი' = გ ა ვ ა ლ ა კ-ი ტახტი საწოლი ქალთა, შემორიკული, რომლის კვეცილი სახეა გ ა ლ ა კ-ი. იხ. ([15], 304). =გალაკ-ი (სადედოფლო სახლი საწოლი: წმ. შუშანიკის ცხოვრებაში [3]), რაც ვა მარცვლის ჩაეარდნითაა მიღებული იმავე ფალური ფუძიდან.

13. **اوز و اوز** ა ო ზ ა ვ ა რ || ა უ ზ ა ვ ე რ 'ავაზასეული, ავაზას თვისებიანი...' = (რაკი ქართულშია ავაზა, ამიტომ ა ო ზ ა ვ ე რ ფორმას უნდა მოეცა) *ავაზავერი ავაზასებრი, ავაზას მსგავსი, (შდრ. მოზვერ—მოავაზავერ-) და აქედან შეკუმშვის შედეგია (იქნებ შეუკუმშავადაც?). ა ზ ა ვ ე რ-ი. შდრ.: ჰყვეს ვაჰარს ორნი ა ზ ა ვ ე რ ნ ი საბარგედ... ([14], 39ბ)... ორნი ა ზ ა ვ ე რ ნ ი ჰყვეს ერთისა ფურისა ნაშობნი... ([4], 78); ... კისკასა ჯიქსა და ტანდიდ პილოს არად

მიიჩნევა [ლომი]. მას არც აზავერი ენახა, არც ხარის ხმა ასმოდის [იბ. 79].

აქაც, მაშასადამე, ვა არის ჩავარდნილი სათანადო ფუძის ქართულ ნი-
ადაგზე შეკუმშვის გამო.

14. كَر زنجير ქამარ-ზანჯირ ქამარჯაქვი, რკინის ქამარი=ქამარზინჯი: შდრ.: გორამშსპიმი ფალავანთან დაინახა, წაპყო ხელი, ჩაუჭირ-
ნა, სტაცა, აზინდა და დასცა, თავსა ქამარზინჯი გარდაცვა, მაგრად შე-
კრა და თრევითა ჯიმშედ ხელმწიფეს წინაშე მოიყვანა ([9], 39ბ).

ცხადია, ქამარზინჯი-ი შედგენილი ტერმინია, რომლის შემადგენელი
სიტყვები (ქამარ და ზანჯირ) ორივე სპარსულია და ცალ-ცალკე იხმარე-
ბა ქართულშიც („ზენჯირი“, „ჯინჯილი“ და სხვ.). ლიტერატურულმა სპარ-
სულმა ასეთი შედგენილი წარმოება თითქოს არ იცის, მაგრამ ხალხურში სა-
ვარაუდოა. ამ ვარაუდით, მაშასადამე, კომპოზიტის მესამე ხმოვანია ი (მომ-
დევნო ხმოვნის გავლენით), ხოლო ი რ მოწყდა.

15. كَنارنگ (ქანარანგ) დემონის სახელწოდება (იხ. ჯანსუზ, ჯან-
ნასუზ)=ქანარგ-ი: ... იქით იმათ აწყვეს რაზმი—მარჯვენასა მხარსა აპრა-
მან დევი, თეთრი დევი იდგეს, მარცხენასა მხარსა არვანგი დევი დადგეს და
ქანარგი დევი შუაზედა... ([9], 126ა).

... რა ქანარგი დევმან შეიგნა ავრანგი დევის სიკვდილი... [იბ. 126ბ].
ფუძე შეკუმშულია ან მარცვლის ხარჯზე (რასაც ხელი შეუწყო ამავე
ელემენტის უკვე არსებობამ ფუძის წინანაწილში).

16. زبَرجد ზაბარჯად, ზებერჯად (ზურმუხტი, ხრიზოლიტი,
ტოპაზი. ამისი ცვლილი სახეა (ზეპირურთიერთობათა ნიადაგზე)

ბეჟმედი-ი (თვალთა მწვანე, რომელსა სპარსნი ზებერჯათს უწმო-
ბენ“ [3]). შდრ.:

მათ მწვანოვანსა ბეჟმედის ხილი გარ ეგო რიგებით,

კლდეთა ზურმუხტის ზოსტერი წელთ შემოერთა დიდებით ([4], 65).

შდრ. სპ. დღნ. 39, كَنار برجد بر هراى سبزمازاشرا საბზანარაზრა სამა-
რჰაჟე ზებერჯადი ბარ ქენარ.

... მასშია, ამა ქილსა რჩეული სპეკალი აქეს-ყე, რომლისა მსგავსი ცათა
მესპეკალესა ვარსკვლავთა სპეკალთაგანი ბეჟმედის ცის ტაბაკთა ზედა
ბრწყინვალეობა მიუტემა... ([4], 552). შდრ. სპ. 396¹⁷ بر طبق زبرجد ბარ თა-
ბაყე ზაბარჯად.

იური მარის აზრით: „ბეჟმედი *بيجادى* bījādē bēzādē || яхонт, следователь-
но, красный, но может быть есть и зеленый сорт“ ([17], 134).

მართალია საბა: ბეჟმედი მწვანეა, სპარსნი ზებერჯათს უწმოებენ.
მაგრამ ამ უკანასკნელის სახელცვლილებათა ბეჟმედი ეტიმოლოგიურადაც: ზე-
ბერჯად ქართულში შემოსულია წიგნური გზით, ხოლო ზეპირურთიერთო-
ბის პროცესშია იგივე სიტყვა ბეჟმედი მონაცემის სახით დამკვიდრებული—
ბეჟმედი ვადმოსულა, მაგრამ თავის ადგილზე მინც დარჩენილ (ბეჟებერ-
ჯად), მეორე ე ჩავარდნილა (ბეზებერჯად), ზბ-ემ (ურთიერთ გავლე-

ნით), რ ჩავარდა, ჯ—დ, ად მოწყდა (ზე ბერ ჯად—ბეზ[ე]ბერჯად—ბეჰმერ-ჯად—ბეჰმეჯად—ბეჰმედად—ბეჰმედ).

17. butak [ფჰლ.), بوطاك (ბუთა, ახ. სპ.) ჩირგვი, ბუჩქი, ნიშანი (სისროკული) = ბუთქი: ... თქუა ქილილამან: გამიგონია, მეგლი შშიერი შძორისთვისა იქით-აქით რბოდა. კურდღელი ნახა ბუთქისა ძირსა იწვა... ([18], 53). შდრ.: ([14], 110), ([12], 73).

ფალაური ბუთაქ შეკვეცილია რომელიღაც ქართული დიალექტის ფარგლებში (ი ხმოვნის დართვისას. შდრ. ზურგ-ი და ახ. სპ. ზოურაჰ ფჰლ. *zurak || zaurak).

18. زمرد (ზუმურდ, ზუმურუდ) ზურმუხტი = ზუმურ-ი... რარიგაცა მარცვალმა... ზუმურის ფერის ხალათისა გასაჯლოშიგან თავი ამოცოს, მაშინ შეიტყონ, ისი ნაყოფიერი არის და მას ხილი მოესხმის ან არა... ([18], 99). შდრ. ([12], 57ა).

19. იკარგება რ: برز ბორზ (=ბოძ-ი [11]; چارخان (ჩარხანა), დიდი ქვაბი 4 განყოფილებით = ჩახანა [19].

20. سوراخ სურახ ძორო, ზერელი = ხორო: ... თვით გაძვრა და წვიდა, და სხვა თავგნიც ყოველნივე თითო ზერელით გაიპარნენ და მასპინძელი თავი მართო დაუტევს ([4], 77). შდრ. ([12], 48).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ნ. მარის სახელობის

ენის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციაში შემოვიდა 27.1.1946)

ციტირებალი ლიტერატურა

1. برهان قاطع სპარსულ-სპარსული განმარტებითი ლექსიკონი.
2. Francis Jonson. Dictionary Persian, Arabic and English, 1852.
3. სულხან-საბა ორბელიანი. ქართული ლექსიკონი, პროფ. ი. ყიფშიძის და პროფ. აკ. შანიძის რედაქციით. ტფილისი, 1928.
4. ქილილა და დამანა. სპარსულისაგან ქართულად ნათარგმანები მეფისა ვახტანგისაგან. ტფილისი, 1886.
5. შაჰნამეს ანუ მეფეთა წიგნის ქართული ვერსიები. იუსტინე აბულაძის რედაქციით. ტფილისი, 1916.
6. აბულყასიმ ფირდოუსი. შაჰნამე—ქართული ვერსიები, ტომი II, ტფილისი, 1934.
7. Le livre des rois par Abou'l Kasim Firdousi, publié, traduit et commenté par M. Jules Mohl. Tome premier, Paris, 1838 (სპარსული ტექსტის გვერდები).
8. იგივე, ფრანგული თარგმანის გვერდები (სპარსული ტექსტის პარალელურად).
9. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ხელნაწერი S 1594.
10. ფარსადან გორგიჯანიძე. ქართულ-არაბულ-სპარსული ლექსიკონი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია, აკად. ნ. მარის სახელობის ენის ინსტიტუტი. გამოსცა გ. ფუთურიძემ, 1941.
11. შაკარ ხუზუა. სპარსული ბაგისმიერები ქართულში. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. IV, № 10, 1943.



ქართული
საქართველოს
საქართველოს

12. كتله و منه يا انور سهيلي Gedruckt in der Druckerei «Maschrequi» Berlin-Wilmersdorf
slenerstrasse 11.
13. ქილილა და დამანა. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ზელნაწერი S 3177.
14. ქილილა და დამანა. ვახტანგისეული თარგმანი (ნაწილი). ზელნაწერი გამოსაცემად დამზადებული აქვს სოლომონ ყუბანეიშვილს.
15. მაკარ ხუბუა. სპარსული უკანაენისმოგებები ქართულში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. VI, № 4, 1945.
16. კონსტანტინე გამსახურდია. დიდოსტატ კონსტანტინეს მარჯვენა 1943.
17. Т. Гонимашвили. К истории одного звука в грузинском. акад. б. შარის სახელობის ენის, ისტორიის და მატერიალური კულტურის ინსტიტუტის მოამბე, II, თბილისი, 1937.
18. აღ. ბარამიძე. ქილილა და დამანას დაფიქსირებული ვერსია (კრიტიკული ტექსტი, გამოსაცემად დამზადებული).
19. მაკარ ხუბუა. სპარსული წარმოშობის სიტყვები მეგრულში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. VI, № 9, 1945.

სმარი ჯიქია

სოფ. დღივის ლოკალიზებისათვის ჯავახეთში

„გურჯისტანის ვილაიეთის დიდი დავთარი“ [1], რომელიც დიდძალსა და მრავალფეროვან მასალას შეიცავს საქართველოს წარსულის სხვადასხვა საკითხის შესასწავლად, საყურადღებო ძეგლია, სხვათა შორის, საქართველოს ისტორიული გეოგრაფიის ზოგიერთი მნიშვნელოვანი მომენტის გარკვევის თვალსაზრისითაც. სამცხე-საიათაბაგოს ტერიტორიაზე მდებარე ზოგი გეოგრაფიული პუნქტი, რომელთა სახელებთანაც დაკავშირებულია საქართველოს ისტორიის დიდი, სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის მქონე ამბები, ჯერჯერობით შესწავლილი არ არის ან ადგილმდებარეობისა, ან კიდევ ტოპონიმიკის თვალსაზრისით.

ამ შემთხვევაში ჩვენი ყურადღების საგანია ზემოხსენებულ „დავთარში“ დაცული ცნობა—საქართველოს ერთ-ერთი ისტორიულად საინტერესო გეოგრაფიული პუნქტის შესახებ. ვგულისხმობთ „დღივს“, რომლის ადგილმდებარეობა ჩვენს სამეცნიერო ლიტერატურაში ზუსტად დადგენილი არ არის.

დღივი რომ საქართველოს ისტორიაში, განსაკუთრებით X—XI საუკუნეებში, პოლიტიკური მოვლენების ცენტრი იყო, იქიდან ჩანს, რომ მარტო „ქართლის ცხოვრების“ ანა დედოფლისეულ ნუსხაში იგი სამჯერ იხსენიება: 1. საქართველოს დამოუკიდებლობის განმტკიცებისათვის მეტრძოლი დიდი ქართველი პატრიოტი-მეფე ბაგრატ III თავის მამასთან—გურგენთან ერთად ემზადებოდა ურჩი ერისთავთ-ერისთავის რატის დასამორჩილებლად. ბაგრატ III-ის მტრებმა დავით კურაპალატს ჩააგონეს, თითქოს ის კურაპალატზე აპირებდა თავდასხმას. დავით კურაპალატმა ბაგრატ II-სა და სხვა მოკავშირეებთან ერთად გადაწყვიტა შეჯახებოდა ბაგრატ III-ს და (დავითი და მისი მოკავშირეები) „მოვიდეს და დადგეს დღივს სპითა დიდითა, რომელთა არა იყო რიცხუი“, ([2], გვ. 175:—, შდრ. [3], გვ. 414). 2. ბაგრატ III-ის კახეთზე გალაშქრებისთან დაკავშირებით დავით კურაპალატზე ნათქვამია, რომ „კურატპალატი იყო მას ჟამსა დღივს, რამეთუ განაგებდა საქმეთა ტაოსა და ქართლისათა“ ([2], გვ. 176:—). 3. ბაგრატ IV-ის დროს „სულა კალმახელი და ყოველნი მესხნი გამოეჭკეს ლიპარიტს, და შეიპყრეს დღივს ლიპარიტ და ძე მისი ივანე“ ([2], გვ. 190:—, შდრ. [3], გვ. 445).

ამრიგად, როგორც ვხედავთ, დღივს ძველ საქართველოში დიდი პოლიტიკურ-სტრატეგიული მნიშვნელობა ჰქონდა და სახელმწიფოებრივი ცხოვრების მნიშვნელოვანი ეპიზოდების ასპარეზი იყო.



მიუხედავად ამისა, ამ წყაროების მონაცემების მიხედვით, თხევებაში, შეიძლება მხოლოდ ვევერაჟა, რომ დღევანდელი მდებარეობდა სა-მცხეთე-საათბაბაგოში, მაგრამ აკად. ივ. ჯავახიშვილმა სომხური წყაროს მოშვე-ლებით გამოარკვია, რომ დღევანდელი ჯავახეთის ტერიტორიაზე იყო. აკად. ივ. ჯავახიშვილს „ქართველი ერის ისტორიის“ II წიგნის იმ თავში, რომელიც მას მიძღვნილი აქვს საქართველოს ისტორიული გეოგრაფიისადმი, მოჰყავს სათანადო ცნობები „მატიანე ქართლისაჲ“-დან და აღნიშნავს, რომ „არა სჩანს, სახელდობრ სად მდებარეობდა «დღივი»... სომეხთა ისტორიკოსის ასოლიკი-საგან მარტო ის ვიცით, რომ ეს «დღივი» ანუ, როგორც იგი უწოდებს «დღი-ვეკა» ჯავახეთში ყოფილა“ ([3], გვ. 323 და [4], გვ. 169—170). იმავე ნაშრო-მის იმ ადგილას, რომელიც საქართველოს გზებს ეხება, განსვენებული მეცნიერი კვლავ უბრუნდება ამ საკითხს და ტაოდან კახეთში მიმავალი გზის დადგენისას ამბობს „რომ, სად იყო ნიშანდობლივ დღივი არა ჩანს, მხოლოდ ასოლიკის სიტ-ყვით იგი ჯავახეთის სოფელი ყოფილა“ ([3], გვ. 340).

ამრიგად, გასარკვევი რჩება დღივის ადგილმდებარეობა თვით ჯავახეთის ფარგლებში.

ვახუშტი ბაგრატიონი, რომლის დროსაც, როგორც ქვემოთ დაენახავთ, დღივი უკვე დაკნინებული იყო, თავის „აღწერა სამეფოსა საქართველოსა“-ში დღივს არ იხსენიებს. სამაგიეროდ საგულისხმო ცნობა მოიპოვება XVI საუკუნის თურქულ ხელნაწერში [5], რომელიც ქართულად უკვე გამოცემულია ზემო მოყვანილი სათაურით [1]. ამ „დავთარში“, ადმინისტრაციულად ჩილდირის სანჯაყსა და ქანარბელის ნაჰიეში (რაიონში) შემავალ სოფელთა შორის, ძვე-ლი ჯავახეთის ტერიტორიაზე, 22-ე სოფლად ნაჩვენებია სოფელი დღივი, რომელიც არაბულ ტრანსკრიფციაში შემდეგი მოხაზულობითაა მოცემული—دغوي ([5], გვ. 271 და [1], გვ. 287 ა). რა თქმა უნდა, ეს ის დღივია, რომლის შე-სახებაც ჩვენ ისტორიოგრაფიული ლიტერატურიდან მოყვანილი გვაქვს სათანადო ცნობები. მაგრამ „დავთარში“ აღწერილ გეოგრაფიულ პუნქტათათვის რუკა დართული არ არის და ამიტომ „დღივის“ ზუსტად ლოკალიზება ამ დაე-თრის უშუალო მონაცემებით მაინც ვერ ხერხდება. ამავე დროს, თანამედროვე სამხედრო და სამოქალაქო საჭიროებათათვის შედგენილ რუკებზეც ზუსტად „დღივის“ სახელის მატარებელი პუნქტი ჯავახეთში ფიქსირებული არ არის.

როგორც აღინიშნა, „დღივი“ ჩვენს „დავთარში“ ჩილდირის სანჯაყსა (ლივანსა) და ქანარბელის ნაჰიეში იხსენიება ([1], გვ. 287). „დავთარის“ შედ-გენის დროს, „გურჯისტანის ვილაიეთის“ მაშინდელი ადმინისტრაციული და-ყოფის მიხედვით, ქანარბელის ნაჰიეში შემავალ სოფელთა შორის, რომელთა ადგილმდებარეობა დღეს ცნობილია, შეიძლება დაეასახელოთ („დავთარში“ წარმოდგენილი ნუმერაციით): 1. ქანარბელი, 2. ხვეთი, 3. დიდი კარწახი, 4. პატარა კარწახი, 5. მრაკვალი, 8. წყაროსთავი, 11. სულდა, 12. ერინჯა, 18. ხოზაპუნი, 23. დათეში, 31. ბუზალი და სხვ. ([1], გვ. 275—289). ყველა ეს გეოგრაფიული პუნქტი მდებარეობს ქალ. ახალქალაქის სამხრეთ-დასავლეთით, ხოლო დღევანდელი ბოგდანოვკის (ხოჯაბეგის) დასავლეთით, ძველი ჯავახეთის ტერიტორიაზე. ასეთ გეოგრაფიულ გარემოცვაში და სოფ. სულდადან დაახლო-

ვებით 5 კილომეტრის მანძილზე (აღმოსავლეთით) მდებარეობს სოფელი, რომელიც ქართულ რუკებზე აღნიშნულია როგორც „ტილიფი“, ქართულ რუკებზე Дилиф-ად, ან Тилф-ად. ექვემოტანლად შეიძლება ეს ტილიფ-Дилиф-Тилф-ად ცნობილი სოფელი სწორედ ის „დღივი“-ა, რომლის მნიშვნელოვან როლზე საქართველოს ისტორიაში ზემოთ უკვე იყო ნათქვამი.

1933 წელს აკად. ნიკ. ბერძენიშვილი და ამ სტრუქტურების დამწერი ერთად ემოგზაურობდით ჯავახეთში. ჩემი მოგზაურობის დღიურში სახელი იმ სოფლისა, რომელშიაც ჩვენ ერთი ღამე დავეყავით, აგრეთვე სამ ვარიანტად მაქვს ჩაწერილი: ტ ი ლ ი ფ ი, ტ ი ლ ი ფ და დ ი ლ ი ფ.

სოფ. ტილიფი რომ ძველი სოფ. დღივია შემდეგი გარემოებიდანაც ჩანს. იმავე დღიურში სოფ. დიდი-კონდურას შესახებ ცნობებში ჩაწერილი მაქვს, რომ „კონდურას ზემოთ არის ნასოფლარა „ვარდისუბანი“. მასასადამე, დღეს დასტურდება კონდურასთან ნასოფლარი ვ ა რ დ ი ს უ ბ ა ნ ი, ხოლო „დღივი“ „გურჯისტანის ვილაიეთის დიდ დავთარში“ ასეთ კონტექსტში იხსენიება: „სოფელი დღივი... სოფ. ვარდისუბანთან“ ([1], გვ. 287 ა). „დავთარში“ სოფ. დღივის მდებარეობის აღნიშვნა სოფ. ვარდისუბანთან, ალბათ, იმით არის გამოწვეული, რომ „დავთარის“ შედგენის დროს, ვარდისუბანი დიდი და ცნობილი სოფელი იყო. „დავთარში“ ქანარბელის რაიონში „დღივი“ რომ 22-ე სოფლად იხსენიება, ვარდისუბანი აღწერილია 20-ე სოფლად 39 კომლით, რომელთაგან ამ სოფლის მებატრონეს 19000 ახჩად ღირებული საბევრო შემოსავალი ჰქონდა ([1], გვ. 296—287). სოფ. დღივი კი ამ დროისათვის უკვე დაქვეითებული ჩანს და მასში მხოლოდ შვიდკომლიანი მოსახლეობა არის ნაჩვენები ([1], გვ. 287).

ამრიგად, ეხლანდელ სოფ. კონდურას ახლო ერთ-ერთ ნასოფლარს შერჩენია „ვარდისუბნის“ სახელი. ამ კონდურასთან დავარდისუბანთან ახლო მდებარეობს სოფ. ტილიფი. უეჭველია, რომ ეს ნასოფლარი ვარდისუბანი „დავთარში“ მოხსენებული სოფ. ვარდისუბანია, ხოლო სოფ. ტ ი ლ ი ფ ი — „დავთარის“ სოფ. დ ღ ი ვ ი.

რაც შეეხება ისტორიული „დ ღ ი ვ ი ს“ დღევანდელ სხვადასხვანაირ ფონეტიკურ სახეცვლილებას („ტილიფი, ტილიფ, დილიფ), ეს სახეებით გასაგები იქნება, თუ ჩვენ მხედველობაში მივიღებთ იმ ისტორიულ-პოლიტიკურ ძვრებს, რომელიც სამცხე-საათაბაგომ და, კერძოდ, ჯავახეთმა განიცადა განსაკუთრებით ოსმალთა შემოსევების დროიდან. XVI საუკუნეში სამცხე-საათაბაგოში ოსმალო-თურქთა გაბატონებისას ბევრი ქართული გეოგრაფიული სახელი გადათარგმნლ იქნა თურქულად, ხოლო უმრავლესობა ამ სახელებისა ფონეტიკურად გადათურქებული. ძალადობის ნიადაგზე ენობრივად გათურქებული ჯავახები ჯავახეთიდან აიყარნენ, ხოლო მათ ადგილას XIX საუკუნის I მეოთხედში გადმოსახლებულ იქნენ არზრუმის ვილაიეთის სომხები. ამის გამო ჯავახეთის ტოპონიმკამ სხვადასხვა ენობრივ კოლექტივში სხვადასხვა ფონეტიკური ცვლილება განიცადა. კერძოდ „დღივის“ ფონეტიკური ტრანსფორმაცია ასე უნდა წარმოვიდგინოთ: თურქული ენა ანლაუტში ზედიზედ ორ თან-



ხმოვანს ვერ ითმენს. ნასესხებ სიტყვებში ორთანხმოვანიანობის თავედან აცრ-
ლების ერთ-ერთი საშუალებაა თანხმოვანთა შორის ვიწრო ხმოვნის გაჩენა: და ასე
„დლივი“-დან უნდა მიგვეღო „დილივი“ (სახელობითის ბოლოკიდური „ი“ ქართული
სიტყვებისა ჩვეულებრივად იკარგება). ცნობილია აგრეთვე, რომ ბოლოკიდური
მეღერი თანხმოვანი თურქულში ყრუვდება (და არა მარტო ხშულები—*kitab >*
kitab, kilid > kilit, რაც ოფიციალურ ორთოგრაფიაშიც კი დაქანონდა, არამედ,
ნაპრალოგენბიც—მაგალითად, სლავური გვარის სახელი *Mušanov > Mušanof*);
ამიტომ „დილივი“ს „დილივი“ უნდა მოეცა. ცნობილი ფონეტიკური ფაქტია
აგრეთვე ოსმალეთის სომხების წარმოთქმაში მეღერების გამკვეთრება და მკვეთ-
რების გამჟღერება: დილივი > ტილივი.

ამრიგად, ქართულ საისტორიო წყაროებში მოხსენებული სოფ. დლივი
ის სოფელია, რომელიც ქართულ რუკებზე „ტილივი“-ად, ხოლო რუსულებ-
ზე Тилич-ად იხსენიება და რომელიც ბოგდანოვიკის რაიონში აღმოსავლეთის
სივრცედის 18°7' და ჩრდილოეთის განედის 41°11'-ზე მდებარეობს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აკად. ნ. მარის სახელობის
ენის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციაში შემოვიდა 24.1.1946)

ციტირებული ლიტერატურა

1. გურჯისტანის ვილაიეთის დიდი დავთარი. გამოსცა ს. ჯიქიამ. წიგნი II—თარგმანი. თბი-
ლისი, 1941.
2. ქართლის ცხოვრება, ანა დედოფლისიყული ნუსხა ს. ყაუხჩიშვილის რედაქციით. თბილისი,
1942.
3. ივ. ჯავახიშვილი. ქართველი ერის ისტორია, II, თბილისი, 1913.
4. ივ. ჯავახიშვილი. ქართველი ერის მოკლე ისტორია, წ. I, ქუთაისი, 1917.
5. *دائرة مفصل ولايت كورجستان*—საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის თურქული ხელნა-
წერი, № 478 (დასაბეჭდად დამზადებული თურქული ტექსტი).

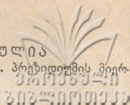
პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე პრაფ. დ. დოლიძე

ხელმოწერილია დასაბეჭდად უკ. ფ. 15.4.1946 ბეჭდვითი ფორმათა რაოდენობა 4.
უგ 01493.

შეკვ. № 137

ტირაჟი 600

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა ა. წერეთლის ქუჩა პნ 7.



დებულება „საქართველოს სსრ მცენიერებათა აკადემიის მოაზრის“ 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 ნაკვეთად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბანის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე. იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში, რომელსაც შეიძლება დაერთოს, ავტორის სურვილის მიხედვით, რეზუმე ინგლისურ, ფრანგულ ან გერმანულ ენაზე; რეზუმე შეიძლება შეცვლილ იქნეს თარგმანით ერთ-ერთ დასახელებულ ენაზე.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს, ხოლო რეზუმეს ჩათვლით—10 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. „მოამბეში“ დასაბეჭდი წერილები უნდა გადაეცეს რედაქციას; იმ ავტორებისათვის, რომლებიც მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრები ან წევრი-კორესპონდენტები არიან, რედაქცია განსაზღვრავს მხოლოდ დაბეჭდვის მორიგეობას. დანარჩენი ავტორების წერილები კი, როგორც წესი, გადაეცემა რედაქციის მიერ სარეცენზიოდ აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან სათანადო დარგის რომელიმე სხვა სპეციალისტს, რის შემდეგ დაბეჭდვის საკითხს გადასწყვეტს სარედაქციო კოლეგია.
7. წერილები თავისი რეზუმებით და ილუსტრაციებით წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. ციტირებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ ციტირებულია წიგნი, სავალდებულოა ჩვენება წიგნის სრული სახელწოდებისა, გამოცემის წლისა და ადგილისა.
9. ციტირებული ლიტერატურის დასახელება ერთვის წერილს ბოლოში სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტისა და რეზუმეს ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, რომელშიც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისათვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და ერთი ცალი „მოაზრის“ ნაკვეთისა, რომელშიც მისი წერილია მოთავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლძევის ქ. 8.