

524 / 3
1955

5/11



524/3 I

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა გ ბ ე

გომი XVI, № 8

ბიბლიოთეკის, ჟურნალის გამომცემი

1955

შ ი ნ ბ ა რ ს ი

მათემატიკა

1. შ. ბაშელეიშვილი. ორთოტროპული დრეკადი ტანის სტატიკის პირველი ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა მრავალაღმართული არეებისათვის 577

დრეკადობის თეორია

2. ს. ტერსენოვი. თხელი დამრეცი გარსების რხევის საკუთრივ მნიშვნელობათა და საკუთრივ ფუნქციათა ასიმპტოტური ყოფაქცევის შესახებ 583

გეოფიზიკა

3. მ. ნოდია. ზოგიერთი შენიშვნა დედამიწის მაგნიტური ველის საუკუნეებრივი ვარიაციის რეგიონალური და ლოკალური ანომალიების შესახებ 591

ასტრონომია

4. რ. ძიგვაშვილი. ვარსკვლავთა გალაქტიკური ორბიტებისა და ვარსკვლავთა მოძრაობის ზოგიერთი კანონზომიერების საკითხისათვის 599

ქიმია

5. რ. ლალიძე და ნ. ლოლაძე. უწყლო ქლორიანი ალუმინის თანაობით ტეტრა-მეთილბუტიინდიოლის დიაცეტატით ბენზოლის ალკილირების შესახებ 607

ქიმიური ტექნოლოგია

6. რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი) და მ. გძელიშვილი. ამონიუმის პერმანგანატის მიღება ფერომანგანუმის ანოდური გახსნით 615

ბიოლოგია

7. ნ. ხიმშიაშვილი. რაჭისა და სამხრეთ ოსეთის კალციური ნალექების შესახებ 621

ტექნიკა

8. ა. დაუშვილი. მთის კლდოვან ყაშირებში რკინიგზის გვირაბების მსხვილი რკინა-ბეტონის ბლოკებიანი სამაგრიით აგების სამუშაოთა კომპლექსური მექანიზაცია . . . 627

ენტომოლოგია

9. გ. გეგენაევა. დდტ-იანი ზეთის ემულსიების დამზადების გამარტივებული მეთოდები 633

მასპარიმენტული მედიცინა

10. ც. აბაკელია და მ. გაჩეჩილაძე. საჭმლის მოწელების შედეგად განვითარებული ლეიკოციტოზის საკითხისათვის 645

ისტორია

11. ა. ბარამიძე. წინა აზიაში კიმერიელთა გამოჩენის დათარიღების საკითხისათვის 647



მათემატიკა

ა. ბაშლინიშვილი

ორთოტროპული დრეკადი ტანის სტატიკის პირველი ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა მრავლადგომული არეებისათვის

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ვ. ჯუბარაძემ 11.3.1955)

ორთოტროპული დრეკადი ტანის სტატიკის ძირითადი სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნა ბრტყელი მარტივადმული არეებისათვის პოტენციალთა მეთოდის და ინტეგრალურ განტოლებათა თეორიის გამოყენებით შესრულებულ იქნა უკანასკნელ ხანებში [1]. დასახელებულ შრომაში განხილულია ის შემთხვევა, როცა ბრტყელი დრეკადი არე შემოსაზღვრულია ლიაპუნოვის შეკრული წირით, ამასთან განსახილველი არე შეიძლება იყოს როგორც სასრული, ასევე უსასრულო. წინამდებარე სტატიაში, ვეყრდნობით რა [1]-ში მიღებულ შედეგებს, ჩვენ განვიხილავთ შემთხვევას, როდესაც ბრტყელი დრეკადი არე შემოსაზღვრულია რამდენიმე შეკრული წირით; ამასთან გარკვეულობისათვის განვიხილავთ მხოლოდ პირველ სასაზღვრო ამოცანას როგორც შიგა, ასევე გარე არეში. ჩვენს მსჯელობაში გამოვიყენებთ აგრეთვე ზოგიერთ ხერხს, რაც [2] და [3] შრომებშია მითითებული.

1°. ვიგულისხმობთ, რომ ბრტყელ დრეკად არეს დაკავებული აქვს xy სიბრტყის სასრული G არე, რომელიც შემოსაზღვრულია S წირით. S წირი წარმოდგენს $(m+1)$ შეკრულ S_1, S_2, \dots, S_{m+1} წირთა ერთობლიობას, რომლებიც არ ეხებიან და არ კვეთენ ერთმანეთს. S_{m+1} იყოს G არის გარე საზღვარი, რომელიც თავის შიგნით შეიცავს ყველა შიგა საზღვარს S_1, S_2, \dots, S_m . აღვნიშნოთ G_k -თი არე, რომელიც G -ს გარეთაა და შემოსაზღვრულია S_k წირით ($k=1, 2, \dots, m+1$); მათგან G_{m+1} იქნება უსასრულო. S წირზე ნორმალის დადებით მიმართულებად მივიღოთ მიმართულება G -ს გარედან შიგნით. ვიგულისხმობთ, რომ ყოველ S_k წირს ($k=1, 2, \dots, m+1$) აქვს უწყვეტი სიმრუდე.

ორთოტროპული დრეკადი ტანის სტატიკის დიფერენციალური განტოლებები გადაადგილების მდგენელებში გადავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\left. \begin{aligned} \Delta_1^* \bar{u} &\equiv A_{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} + G \frac{\partial^2 u_1}{\partial y^2} + (\alpha + \beta) \frac{\partial^2 u_2}{\partial x \partial y} = 0, \\ \Delta_2^* \bar{u} &\equiv (\gamma + \delta) \frac{\partial^2 u_1}{\partial x \partial y} + G \frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2} + A_{22} \frac{\partial^2 u_2}{\partial y^2} = 0, \end{aligned} \right\} \quad (1.1)$$

სადაც $\bar{u}(u_1, u_2)$ გადაადგილების ვექტორია, ხოლო A_{11}, G, A_{22} სრულიად გარკვეული მუდმივებია, რომლებიც ახასიათებენ დრეკადი ტანის ფიზიკურ



თვისებებს, α , β , γ და δ შეზღუდული არიან პირობით: $\alpha + \beta = \gamma + \delta = A_{12} + G$, სადაც A_{12} აგრეთვე დრეკადი ტანის ფიზიკური თვისების დამახასიათებელი მუდმივია. გავამრავლოთ (1.1)-ის პირველი განტოლება u_1 -ზე, ხოლო მეორე— u_2 -ზე, მოვახდინოთ ზოგიერთი მარტივი გარდაქმნა და შემდეგ ავიღოთ ინტეგრალი G არეზე; გავითვალისწინოთ ოსტროგრადსკის ცნობილი ფორმულა, მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} \iint_G u_1 \Delta_1^* \bar{u} d\sigma &= \int_S u_1 P_1 \bar{u} ds - \iint_G \left[A_{11} \left(\frac{\partial u_1}{\partial x} \right)^2 + G \left(\frac{\partial u_1}{\partial y} \right)^2 + \alpha \frac{\partial u_1}{\partial x} \frac{\partial u_2}{\partial y} \right. \\ &\quad \left. + \beta \frac{\partial u_1}{\partial y} \frac{\partial u_2}{\partial x} \right] d\sigma, \\ \iint_G u_2 \Delta_2^* \bar{u} d\sigma &= \int_S u_2 P_2 \bar{u} ds - \iint_G \left[G \left(\frac{\partial u_2}{\partial x} \right)^2 + A_{22} \left(\frac{\partial u_2}{\partial y} \right)^2 + \gamma \frac{\partial u_1}{\partial y} \frac{\partial u_2}{\partial x} \right. \\ &\quad \left. + \delta \frac{\partial u_1}{\partial x} \frac{\partial u_2}{\partial y} \right] d\sigma, \end{aligned} \right\} (1.2)$$

სადაც

$$\left. \begin{aligned} P_1 \bar{u} &= \left(A_{11} \frac{\partial u_1}{\partial x} + \alpha \frac{\partial u_2}{\partial y} \right) \cos nx + \left(G \frac{\partial u_1}{\partial y} + \beta \frac{\partial u_2}{\partial x} \right) \cos ny, \\ P_2 \bar{u} &= \left(G \frac{\partial u_2}{\partial x} + \gamma \frac{\partial u_1}{\partial y} \right) \cos nx + \left(\delta \frac{\partial u_1}{\partial x} + A_{22} \frac{\partial u_2}{\partial y} \right) \cos ny. \end{aligned} \right\} (1.3)$$

(1.2) ფორმულა გადავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\iint_G \bar{u} \Delta^* \bar{u} d\sigma = \int_S \bar{u} P \bar{u} ds - \iint_G E(\bar{u}) d\sigma, \quad (1.4)$$

სადაც $E(\bar{u})$ შემდეგი სახისაა (გარდაქმნების შემდეგ):

$$\begin{aligned} E(\bar{u}) &= \left(\sqrt{A_{11}} \frac{\partial u_1}{\partial x} + \frac{\alpha + \delta}{2 \sqrt{A_{11}}} \frac{\partial u_2}{\partial x} \right)^2 + \left(\sqrt{G} \frac{\partial u_1}{\partial y} + \frac{\gamma + \beta}{2 \sqrt{G}} \frac{\partial u_2}{\partial y} \right)^2 \\ &\quad + \left[A_{22} - \frac{(\alpha + \delta)^2}{4 A_{11}} \right] \left(\frac{\partial u_2}{\partial y} \right)^2 + \left[G - \frac{(\gamma + \beta)^2}{4 G} \right] \left(\frac{\partial u_2}{\partial x} \right)^2. \end{aligned} \quad (1.5)$$

რადგან უკანასკნელ ფორმულაში α , δ , γ და β სიმეტრიულად შედიან, ამიტომ შეგვიძლია დავუშვათ, რომ $\alpha = \delta$ და $\beta = \gamma$, მაშინ

$$\begin{aligned} E(\bar{u}) &= \left(\sqrt{A_{11}} \frac{\partial u_1}{\partial x} + \frac{\alpha}{\sqrt{A_{11}}} \frac{\partial u_2}{\partial y} \right)^2 + \left(\sqrt{G} \frac{\partial u_1}{\partial y} + \frac{\beta}{\sqrt{G}} \frac{\partial u_2}{\partial x} \right)^2 \\ &\quad + \left(A_{22} - \frac{\alpha^2}{A_{11}} \right) \left(\frac{\partial u_2}{\partial y} \right)^2 + \left(G - \frac{\beta^2}{G} \right) \left(\frac{\partial u_2}{\partial x} \right)^2. \end{aligned} \quad (1.6)$$



ჩვენ შემდეგისათვის ვივალისხმებით, რომ (1.4) ფორმულაში $\alpha = \beta$ და $\gamma = \beta$, ე. ი. $E(\bar{u})$ განსაზღვრულია (1.6) ფორმულით; გარდა ამისა, α და β ისეთი იყოს, რომ შესრულდეს უტოლობები:

$$\alpha^2 \equiv A_{11}A_{22}, \quad \beta^2 \equiv G^2. \quad (1.7)$$

თუ ახლა დაუშვებთ, რომ \bar{u} არის ამოხსნა (1.1) განტოლებებისა, მაშინ (1.4)-დან გვექნება:

$$\iint_G E(\bar{u}) \, d\sigma = \int_S \bar{u} P u \, ds. \quad (1.8)$$

$P\bar{u}$ ვექტორს, რომლის მდგენელები განსაზღვრულია (1.3) ფორმულებით (მათში უნდა ვივალისხმოთ $\beta = \alpha$, $\gamma = \beta$), ვუწოდოთ დრეკადობის თეორიის ზოგადი ოპერატორი; ნისგან კერძო შემთხვევებში მიიღება სხვადასხვა, ჩვენთვის გამოსადეგი, ოპერატორი; მაგალითად, თუ $\alpha = A_{12}$, $\beta = G$, მაშინ $P\bar{u} \equiv T\bar{u}$, სადაც $T\bar{u}$ არის ძაბვის ოპერატორი. შემდეგისათვის არსებითი მნიშვნელობა ექნება იმ კერძო შემთხვევას, როცა

$$\alpha = \frac{A_{11}(A_{12} + G)(a^2 + b^2)}{G + A_{11}(a^2 + b^2)} \quad \text{და} \quad \beta = \frac{G(A_{12} + G)}{G + A_{11}(a^2 + b^2)};$$

ამ შემთხვევაში $\alpha + \beta = A_{12} + G$ და გარდა ამისა შესრულებულია (1.7) უტოლობები. მუდმივთა ამ კერძო მნიშვნელობებისათვის განსაზღვრულ ვექტორს ვუწოდებთ ფსევდოძაბვის ვექტორს, რომელსაც $N\bar{u}$ -თი აღვნიშნავთ.

2°. ამოცანა, რომელსაც აქ ამოვხსნით, დაისმის შემდეგნაირად:

მოინახოს G არეში (ან G -ს გარე არეში) ორჯერ უწყვეტად წარმოებული \bar{u} ვექტორი, რომელიც ამოხსნა იქნება (1.1) განტოლებათა სისტემისა და რომელიც საზღვარზე აკმაყოფილებს შემდეგ სასაზღვრო პირობას:

$$\bar{u}_{i,a} = \bar{f}, \quad (2.1)$$

სადაც \bar{f} საზღვრის წერტილების მოცემული უწყვეტი ფუნქციაა, i და a ნიშნაკები გვიჩვენებენ ზღვრულ მნიშვნელობებს შესაბამის შიგნიდან ან გარედან.

სანამ ამოხსნის არსებობას დავამტკიცებდეთ, მანამ დავამტკიცოთ ამოხსნის ერთადერთობა, ე. ი. დაუშვათ, რომ ამოხსნა არსებობს, და დავამტკიცოთ, რომ იგი ერთადერთია.

ჯერ განვიხილოთ შიგა ამოცანა. ვთქვათ, საზღვარზე $\bar{u}_i = 0$, მაშინ, (1.8) ფორმულის თანახმად,

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} = \frac{\partial u_2}{\partial y} = \frac{\partial u_1}{\partial y} = \frac{\partial u_1}{\partial x} = 0,$$

ე. ი. $\bar{u} = \text{const}$, მაგრამ, რადგან საზღვარზე $\bar{u} = 0$, ამიტომ $\bar{u} = 0$ მთელ G არეში. ვთქვათ ახლა $\bar{u}_a = 0$ და მოვითხოვოთ, რომ $\bar{u} = 0$ უსასრულობაში, მა-



შინ იმავე (1.8) ფორმულის თანახმად (ახლა ვიყენებთ გარე არეში) შივილებში, რომ $\bar{u} = 0$ მთელ გარე არეში.

ვთქვათ ახლა, რომ $N_a \bar{u} = 0$, მაშინ (1.8) ფორმულის გამოყენებით [(1.8) ფორმულას ადგილი აქვს კერძოდ იმ შემთხვევაშიც, როცა $P\bar{u}$ -ს ნაცვლად ავიღებთ $N\bar{u}$], მივიღებთ, რომ $\bar{u} = \text{const } G$ -ში. დასასრულ ვთქვათ, რომ $N_a \bar{u} = 0$, მაშინ $\bar{u} = \bar{A}_k$, G_k არეში, სადაც \bar{A}_k მუდმივი ვექტორია; თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ $\bar{u} = 0$ უსასრულობაში, მაშინ მივიღებთ, რომ $\bar{A}_{m+1} = 0$.

3°. შემოვიყვანოთ შემდეგი პოტენციალი (იხ. [1]):

$$\bar{w}(p) = \frac{a^2 + b^2}{4\pi A_{22} G} \int_S [N_Q \Gamma_0(p, Q)]^* \bar{\mu}(Q) ds_Q, \quad (3.1)$$

სადაც $[N_Q \Gamma_0(p, Q)]^*$ მატრიცის წევრები განსაზღვრული არიან (6.3') (იხ. [1], გვ. 412—413) ფორმულებით, $\bar{\mu}$ უცნობი უწყვეტი ვექტორია საზღვარზე.

ადვილად დამტკიცდება, რომ $\bar{w}(p)$ პოტენციალს აქვს შემდეგი თვისებები:

$$\left. \begin{aligned} \bar{w}_i(Q_0) &= \bar{w}(Q_0) + \bar{\mu}(Q_0), \\ \bar{w}_s(Q_0) &= \bar{w}(Q_0) - \bar{\mu}(Q_0), \\ N_s \bar{w}(Q_0) &= N_s \bar{w}(Q_0). \end{aligned} \right\} \quad (3.2)$$

4°. ვეძებთ ჩვენ მიერ ჩამოყალიბებული შიგა სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა შემდეგი სახით:

$$\bar{w}(p) = \frac{a^2 + b^2}{4\pi A_{22} G} \int_S (N_Q \Gamma_0)^* \bar{\mu} ds + \int_S A(p, Q) \bar{\mu} ds, \quad (4.1)$$

სადაც $A(p, Q)$ ჯერჯერობით ნებისმიერი უწყვეტი მატრიცია, რომელიც ამოხსნა (1.1) განტოლებებისა.

(3.2) ფორმულებისა და სასაზღვრო პირობის გათვალისწინებით მივიღებთ:

$$\bar{\mu}(Q_0) + \frac{a^2 + b^2}{4\pi A_{22} G} \int_S (N_Q \Gamma_0)^* \bar{\mu} ds + \int_S A(Q_0, Q) \bar{\mu} ds = \bar{f}(Q_0). \quad (4.2)$$

შევარჩიოთ ახლა $A(Q_0, Q)$ მატრიცი შემდეგი სახით (იხ. [2], გვ. 177):

$$A(Q_0, Q) = \begin{cases} p_j(Q), & Q_0, Q \in S_j, j = 1, 2, \dots, m, \\ 0 & \text{სხვა შემთხვევებში,} \end{cases} \quad (4.3)$$

$p_j(Q)$ უწყვეტი მატრიცია, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას:

$$\text{Det} \left\| \int_{S_j} p_j(Q) ds \right\| \neq 0. \quad (4.4)$$



კერძოდ შეგვიძლია ავიღოთ

$$p_j(Q) = \begin{vmatrix} I, & 0 \\ 0, & I \end{vmatrix}. \quad (4.5)$$

დავამტკიცოთ, რომ (4.2) ინტეგრალურ განტოლებას აქვს ერთადერთი ამოხსნა; ამისათვის საკმარისია ვაჩვენოთ, რომ (4.2)-ის შესაბამ ერთგვაროვან ინტეგრალურ განტოლებას მხოლოდ ნულოვანი ამოხსნა აქვს. დავუშვათ წინააღმდეგი: ვთქვათ, $\bar{\mu}$ არის არატრივიალური ამოხსნა (4.2) განტოლებისა (ნიშნაკი 0 ერთგვაროვან განტოლებას აღნიშნავს), შევადგინოთ (4.1) პოტენციალი; ცხადია, რომ $\bar{w}_i(Q_0) = 0$, მაშინ $\bar{w}(p) = 0$, $p \in G$ და $N_s \bar{w}(Q_0) = 0$; მაგრამ, რადგან $N_s \bar{w} = N_s \bar{w}$, ამიტომ $N_s \bar{w}(Q_0) = 0$ და ერთადერთობის თეორემის თანახმად $\bar{w}(p) = 2 \bar{A}_k (p \in G_k)$, სადაც \bar{A}_k მუდმივი ვექტორია, $\bar{A}_{m+1} = 0$. მაშასადამე, $\bar{w}_k(Q_0) = 2 \bar{A}_k (k = 1, 2, \dots, m)$; მეორე მხრივ, $\bar{w}_i - \bar{w}_m = 2 \bar{\mu}(Q_0)$; ამიტომ $\bar{\mu}(Q_0) = -\bar{A}_k$, $Q_0 \in S_k$. შევიტანოთ ეს უკანასკნელი (4.2)-ში, მაშინ მივიღებთ:

$$\bar{A}_k \int_{S_j} p_j(Q) ds = 0;$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ $\bar{A}_k (k = 1, 2, \dots, m)$ ნულია.

ამრიგად, დაშვებამ, რომ (4.2) განტოლებას ნულისაგან განსხვავებული ამოხსნა აქვს, მიგვიყვანა წინააღმდეგობამდე. მაშასადამე, ერთგვაროვან განტოლებას აქვს მხოლოდ ნულოვანი ამოხსნა და არაერთგვაროვანი (4.2) ინტეგრალური განტოლება ამოხსნადია ნებისმიერი უწყვეტი $\bar{f}(Q)$ ვექტორისათვის. შიგა ამოცანის ამოხსნა დამთავრებულია.

გადავიღეთ გარე ამოცანის ამოხსნაზე. ვეძებთ გარე ამოცანის ამოხსნა შემდეგი სახით:

$$\bar{w}(p) = \frac{a^2 + b^2}{4 \pi A_{22} G} \int_S [N_Q \Gamma_0(p, Q)]^* \bar{\mu} ds + \int_S A(p, Q) \bar{\mu}(Q) ds, \quad (4.6)$$

სადაც $A(p, Q)$ ჯერჯერობით ნებისმიერი უწყვეტი მატრიცია, რომელიც ამოხსნაა (1.1) განტოლებებისა.

(3.2) ფორმულებისა და სასახლვრო პირობის გათვალისწინებით გვექნება:

$$-\bar{\mu}(Q_0) + \frac{a^2 + b^2}{4 \pi A_{22} G} \int_S [N_Q \Gamma_0(Q_0, Q)]^* \bar{\mu} ds + \int_S A(Q_0, Q) \bar{\mu} ds = \bar{f}(Q_0). \quad (4.7)$$

შევარჩიოთ ახლა $A(Q_0, Q)$ მატრიცი შემდეგი სახით:

$$A(Q_0, Q) = \begin{cases} p(Q), & Q_0, Q \in S, \\ 0 & \text{სხვა შემთხვევებში,} \end{cases} \quad (4.8)$$

$p(Q)$ უწყვეტი მატრიცია, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას:

$$\text{Det} \left\| \int_S p(Q) ds \right\| \neq 0. \quad (4.9)$$

დავამტკიცოთ, რომ (4.7) არაერთგვაროვან განტოლებას აქვს ერთადერთი ამოხსნა; ვთქვათ, რომ (4.7^o) განტოლებას აქვს არატრივიალური ამოხსნა, რომელიც აღვნიშნოთ $\bar{\mu}$ -თი. შევადგინოთ (4.6) პოტენციალი; აღვიღალად შევამჩნევთ, რომ $\bar{w}_\alpha(Q_0) = 0$; მაშინ $\bar{w}(p) = 0$, $p \in G_k$ ($k=1, 2, \dots, m+1$) და აგრეთვე $N_\alpha \bar{w}(Q_0) = 0$; მაგრამ, რადგანაც $N_\alpha \bar{w} = N_\alpha \bar{w}$, ამიტომ $N_\alpha \bar{w} = 0$, აქედან კი $\bar{w}(p) = 2\bar{A}$ და $\bar{w}_\alpha(Q_0) = 2\bar{A}$; მეორე მხრივ, $\bar{w}_\alpha - \bar{w}_\alpha = 2\bar{\mu}$ და გვექნება $\bar{\mu} = \bar{A}$; ეს უკანასკნელი შევიტანოთ (4.7^o)-ში; მივიღებთ

$$\bar{A} \cdot \int_S p(Q) ds = 0.$$

აქედან, (4.9)-ის ძალით, $\bar{A} = 0$.

ამრიგად, (4.7^o) განტოლებას ჰქონია მხოლოდ ნულოვანი ამოხსნა და, მაშასადამე, არაერთგვაროვან ინტეგრალურ განტოლებას აქვს ერთადერთი ამოხსნა. ამრიგად ნაჩვენებია, რომ გარე ამოცანა ყოველთვის ამოხსნადია და ამოხსნა წარმოიდგინები (4.6) სახით.

ი. გოგებაშვილის სახელობის

თელავის სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 11.3.1955)

დაგოგებაშვილი ლიტერატურა

1. ვ. კუპრაძე და მ. ბაშელეიშვილი. ანიზოტროპული ტანის დრეკადობის თეორიის ახალი ინტეგრალური განტოლებები და მათი გამოყენება სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნაში. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. XV, № 6 და 7, 1954.
2. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1947.
3. Д. И. Шерман. Пространственная статическая задача теории упругости с заданными смещениями на границе. Прикл. математика и механика, т. VII, вып. 5, 1943.

ს. ტარსანოვი

თხელი ღრმავიტი გარსების რხევის საქუთრივ მნიშვნელობათა და საქუთრივ ფუნქციათა ასიმპტოტური ყოფაქცევის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეჯუამ 28.1.1955)

ამ სტატიასი გამოგვეყავს კარლემანის მეთოდით [2, 3] ასიმპტოტური ფორმულები თხელი დამრეცი გარსების სტაციონარული რხევების განტოლებათა სისტემის საყუთრივ მნიშვნელობათა და საყუთრივ ფუნქციებისათვის.

თუ D შუა ზედაპირზე საკოორდინატო სისტემად ავიღებთ იზომეტრულ ბადეს, მაშინ განტოლებათა სისტემას ექნება სახე:

$$\begin{aligned}
 & b\Delta u^1 + c \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial u^1}{\partial x} + \frac{\partial u^2}{\partial y} \right) + \\
 & + H_1 \left(u^1, u^2, \frac{\partial u^1}{\partial x}, \frac{\partial u^2}{\partial x}, \frac{\partial u^1}{\partial y}, \frac{\partial u^2}{\partial y}, u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \lambda A u^1 = 0, \\
 & b\Delta u^2 + c \frac{\partial}{\partial u} \left(\frac{\partial u^1}{\partial x} + \frac{\partial u^2}{\partial y} \right) + \\
 & + H_2 \left(u^1, u^2, \frac{\partial u^1}{\partial x}, \frac{\partial u^2}{\partial x}, \frac{\partial u^1}{\partial y}, \frac{\partial u^2}{\partial y}, u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \lambda A u^2 = 0, \quad (I) \\
 & - \frac{h^2(b+c)}{3A^2} \left[\Delta^2 u + \lambda \frac{A}{b+c} \Delta u - \lambda \frac{3A^2}{h^2(b+c)} u \right] + \\
 & + \frac{1}{A^2} H_3 \left(u^1, u^2, \frac{\partial u^1}{\partial x}, \frac{\partial u^2}{\partial x}, \frac{\partial u^1}{\partial y}, \frac{\partial u^2}{\partial y}, u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, \Delta u, \frac{\partial \Delta u}{\partial x}, \frac{\partial \Delta u}{\partial y} \right) = 0,
 \end{aligned}$$

სადაც A პირველი კვადრატული ფორმის კოეფიციენტი, ე. ი.

$$ds^2 = A(dx^2 + dy^2), \quad \Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2},$$

u^1, u^2 გადაადგილების ვექტორის ამპლიტუდის მხები მდგენელის კონტრავარიანტული კომპონენტებია, u — ნორმალური კომპონენტი, H_i — წრფივი ფუნქცია თავისი არგუმენტებია, $b = \frac{E}{1+\sigma}$, $c = \frac{E}{1-\sigma}$, E — იუნგის მოდული, σ — პუასონის კოეფიციენტი, λ — პარამეტრი, $2h$ — გარსის სისქე.

შეენიშნოთ, რომ ამ განტოლებებში გათვალისწინებულია ინერციის ძალების მომენტებიც.

გადავწეროთ (1) განტოლებათა სისტემა ვექტორული სახით

$$\lambda U = 0,$$

სადაც λ მატრიცული ოპერაციაა, $U = (u^1, u^2, u)$.

შემოვიღოთ აღნიშვნები

$$\begin{aligned} \Phi[U; V] = & \iint_D A \{ c(\nabla_1 u^1 + \nabla_2 u^2 - \pi_1^1 u - \pi_2^2 u)(\nabla^1 v^1 + \nabla_2 v^2 - \pi_1^1 v - \pi_2^2 v) + \\ & + b(\nabla_1 u^1 - \nabla_2 u^2 - \pi_1^1 u + \pi_2^2 u)(\nabla_1 v^1 - \nabla_2 v^2 - \pi_1^1 v + \pi_2^2 v) + \\ & + b(\nabla_1 u^2 + \nabla_2 u^1 - 2\pi_1^2 u)(\nabla_1 v^2 + \nabla_2 v^1 - 2\pi_1^2 v) + c \frac{h^2}{3} \nabla_a \nabla^2 u \cdot \nabla_a \nabla^2 v + \\ & + b \frac{h^2}{3} (\nabla_1 \nabla^1 u - \nabla_2 \nabla^2 u)(\nabla_1 \nabla^1 v - \nabla_2 \nabla^2 v) + b \frac{h^2}{3} (\nabla_1 \nabla^2 u + \nabla_2 \nabla^1 u) \cdot \\ & \cdot (\nabla_1 \nabla^2 v + \nabla_2 \nabla^1 v) \} dx dy, \end{aligned}$$

$$F[U; V] = \iint_D A \{ Au^1 v^1 + Au^2 v^2 + uv + \frac{h^2}{3A} \nabla_1 u \cdot \nabla_1 v + \frac{h^2}{3} \nabla_2 u \cdot \nabla_2 v \} dx dy.$$

∇_a კოვარიანტული გაწარმოების ნიშანია, ∇^a — კონტრავარიანტულისა, $\pi_{\alpha\beta}^{\gamma} = \frac{1}{A} \pi_{\alpha\beta}$, $\pi_{\alpha\beta}$ მეორე კვადრატული ფორმის კოეფიციენტებია. როცა $V = U$, ამ ფორმებს აღვნიშნავთ შესაბამისად

$$\Phi[U] \text{ და } F[u].$$

აღვილი საჩვენებელია, რომ (1) განტოლებანი წარმოადგენენ

$$\Phi[U] - \lambda F[U]$$

ფუნქციონალის ეილერის განტოლებებს.

შემდგომ ვიგულისხმებთ, რომ D შემოსაზღვრული არეა, ხოლო მისი საზღვარი L — ერთობლიობა უბან-უბან გლუვი წირებისა (უკუქცევის წერტილების გარეშე), რომელთაც უბან-უბან უწყვეტი სიმრუდე აქვთ.

აღვილი აქვს ფორმულებს

$$\Phi[U; V] - \lambda F[U; V] + \iint_D A^{\lambda} U \cdot V dx dy = \iint_D A N^{\lambda}[U; V] ds, \quad (2)$$

$$\iint_D A \{ \lambda V \cdot U - \lambda U \cdot V \} dx dy = \int_L A \{ N^{\lambda}[V; U] - N^{\lambda}[U; V] \} ds. \quad (3)$$

N^{λ} აღნიშნავს გარკვეულ ოპერატორს, რომელსაც არ ამოვწერთ.

აღენიშნოთ $U_n = (u_n^1, u_n^2, u_n^3)$, საკუთრივი ფუნქციები, ხოლო λ_n -ით—საკუთრივი მნიშვნელობანი (1) სისტემისა სასაზღვრო პირობებით⁽¹⁾.

$$u^{\alpha} = 0, \quad u = \frac{\partial u}{\partial \nu} = 0 \quad L\text{-ზე}, \quad (4)$$

ამასთან ვგულისხმობთ, რომ $F[U_n] = 1$.

1. [4, 5] ნაშრომებიდან გამომდინარეობს, რომ არსებობს (4) სასაზღვრო პირობების შესაბამისი გრინის მატრიცი (1) სისტემისათვის. აღენიშნოთ იგი $G(p, q; \lambda)$ -თი, $G(p, q; 0)$ აღენიშნოთ $G(p, q)$ -თი.

შემდგომ $A^{(k)}$ -თი აღენიშნავთ მატრიცის k -ურ სვეტს, A_{ij} -თი—მის ელემენტებს.

ვთქვათ, $T(p, q)$ ელემენტალურ ამოხსნათა მატრიცია (1) სისტემისა, როცა $\lambda = 0$, ხოლო $\gamma(p, q) = T(p, q) - G(p, q)$.

თუ გამოვიყენებთ (2), (3) ფორმულებს, შეიძლება, ისევე როგორც ნაშრომში [6], ვაჩვენოთ, რომ, როცა $0 \equiv r_{pq} \equiv r_0$, გვექნება

$$\gamma_{ii}(q, q) = O(\delta_q^{-1-\varepsilon}), \quad i = 1, 2, \quad \gamma_{33}(q, q) = O(\delta_q^{-\varepsilon}),$$

$$\lim_{p \rightarrow q} \left\{ \frac{\partial^2 \gamma_{33}(p, q)}{\partial x \partial \xi} + \frac{\partial^2 \gamma_{33}(p, q)}{\partial y \partial \eta} \right\} = O(\delta_q^{-1-\varepsilon}),$$

სადაც r_{pq} მანძილია p და q წერტილებს შორის, δ_q — მანძილი q წერტილიდან L -მდე, $\varepsilon > 0$ —მცირე რიცხვი.

2. განვიხილოთ ახლა $G(p, q; \lambda)$ მატრიცი, როცა $\lambda = -\mu^2$ და წარმოვადგინოთ ასე

$$G(p, q; -\mu^2) = \Gamma(p, q; -\mu^2) - \Upsilon(p, q; -\mu^2)$$

მატრიცი $\Gamma(p, q; -\mu^2)$ შევარჩიოთ შემდეგნაირად:

$$\Gamma(p, q; -\mu^2) = \Theta \left(\frac{r_{pq}}{R} \right) \Psi(p, q; -\mu^2).$$

$\Theta(r) = 1$, როცა $\eta \equiv \frac{1}{2}$, $\Theta(\eta) = 0$, როცა $\eta \equiv 1$, და მონოტონურია, როცა $\eta \in [0, \infty]$.

$$\Psi(p, q; -\eta^2) = T(p, q; -\mu^2) - \Pi(p, q; -\mu^2),$$

$$T_{11}(p, q; -\mu^2) = \frac{1}{2\pi\mu^2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} K_0 \left(\frac{\mu r_{pq} \sqrt{A(q)}}{Vb+c} \right) + \frac{1}{2\pi\mu^2} \frac{\partial^2}{\partial y^2} K_0 \left(\frac{\mu r_{pq} \sqrt{A(q)}}{Vb} \right),$$

⁽¹⁾ საკუთრივ მნიშვნელობათა და ფუნქციათა არსებობა შეიძლება დავამტკიცოთ [7] ნაშრომის მიხედვით.



$$T_{22}(p, q; -\mu^2) = \frac{1}{2\pi\mu^2} \frac{\partial^2}{\partial y^2} K_0 \left(\frac{\mu r_{pq} \sqrt{A(q)}}{\sqrt{b+c}} \right) + \\ + \frac{1}{2\pi\mu^2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} K_0 \left(\frac{\mu r_{pq} \sqrt{A(q)}}{\sqrt{b}} \right),$$

$$T_{12}(p, q; -\mu^2) = T_{21}(p, q; -\mu^2) = \\ = \frac{1}{2\pi\mu^2} \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \left[K_0 \left(\frac{\mu r_{pq} \sqrt{A(q)}}{\sqrt{b+c}} \right) - K_0 \left(\frac{\mu r_{pq} \sqrt{A(q)}}{\sqrt{b}} \right) \right]$$

$$T_{13}(p, q; -\mu^2) = T_{31}(p, q; -\mu^2) = T_{23}(p, q; -\mu^2) = T_{32}(p, q; -\mu^2) \equiv 0,$$

$$T_{33}(p, q; -\mu^2) = \frac{3}{h^2(b+c)} \left\{ R(p, q; -\mu^2) - \right. \\ - \frac{3\mu^4 A(q)}{2\pi h^2(b+c)(\alpha_1 - \alpha_2)} \iint_D \left[\frac{1}{\alpha_2} K_0(\sqrt{\alpha_1} r_{pq'} \sqrt{A(q')}) - \right. \\ \left. - \frac{1}{\alpha_1} K_0(\sqrt{\alpha_2} r_{pq'} \sqrt{A(q')}) \right] R(q', q; -\mu^2) d\xi' d\eta' \left. \right\},$$

$$R(p, q; -\mu^2) = \frac{1}{4\pi i \nu} \left[K_0(\sqrt{\nu} e^{-i\frac{\pi}{4}} \sqrt{A(q)} r_{pq}) - K_0(\sqrt{\nu} e^{i\frac{\pi}{4}} \sqrt{A(q)} r_{pq}) \right],$$

$$\alpha_1 = \frac{\mu^2}{2(b+c)} + \sqrt{\frac{\mu^4}{4(b+c)^2} - \frac{3\mu^2}{h^2(b+c)}},$$

$$\alpha_2 = \frac{\mu^2}{2(b+c)} - \sqrt{\frac{\mu^4}{4(b+c)^2} - \frac{3\mu^2}{h^2(b+c)}}$$

$$\nu = \mu \sqrt{\frac{3}{h^2(b+c)}},$$

$K_n(y)$ წარმოსახვითი არგუმენტის ბესელის ფუნქციაა მეორე გვარისა.

$$\Pi(p, q; -\mu^2) = \iint_D T(p, q'; -\mu^2) H(q', q; -\mu^2) d\xi' d\eta',$$

$$H_{ij}(p, q; -\mu^2) = H_i(T^{(j)}).$$

როგორც განსაზღვრიდან ჩანს, $\Gamma(p, q; -\mu^2)$ ნულის ტოლია C_R წრის გარეთ, რომლის რადიუსია R და ცენტრი q წერტილში. მაგრამ D არის ყოველი წერტილისათვის შეიძლება ისეთი R ავიღოთ, რომ C_R მოთავსდეს D არის შიგნით. R -ის ასეთი შერჩევასა $\gamma(p, q; -\mu^2)$ მატრიცი დააკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

ა) k -ური სვეტი $\gamma^{(k)}$ აკმაყოფილებს (4) სასაზღვრო პირობებს,

$$\begin{aligned} \text{ბ) } I_{p^{\mu^2}}^{-1} \gamma^{(k)}(p, q; -\mu^2) &= I_{p^{\mu^2}}^{-1} \Gamma^{(k)}(p, q; -\mu^2), & C_R - \text{ში, } (5) \\ I_{p^{\mu^2}}^{-1} \gamma^{(k)}(p, q; -\mu^2) &= 0 & D - C_R - \text{ში.} \end{aligned}$$

(2) და (3) ფორმულების დახმარებით შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ

$$\begin{aligned} & - \iint_{C_R} A(p) \Gamma^{(k)}(p, q; -\mu^2) I_{p^{\mu^2}}^{-1} \Gamma^{(k)}(p, q; -\mu^2) dx dy \cong A_k \gamma_{kk}(q, q; -\mu^2) \cong \\ & \cong \min \left\{ \Phi[U] + 2 \iint_D A(p) U(p) I_{p^{\mu^2}}^{-1} \Gamma^{(k)}(p, q; -\mu^2) dx dy \right\} - \\ & - \iint_{C_R} A(p) \Gamma^{(k)}(p, q; -\mu^2) I_{p^{\mu^2}}^{-1} \Gamma^{(k)}(p, q; -\mu^2) dx dy, \end{aligned} \quad (6)$$

ამასთან $A_1 = A_2 = A(q)$, $A_3 \cong 1$.

თუ შემოვიღებთ აღნიშვნებს

$$\begin{aligned} \gamma^*(p, q; -\mu^2) &= \left(\frac{\partial^2}{\partial x \partial \xi} + \frac{\partial^2}{\partial y \partial \eta} \right) \gamma^{(3)}(p, q; -\mu^2) = (\gamma_1^*, \gamma_2^*, \gamma_3^*), \\ \Gamma^*(p, q; -\mu^2) &= \left(\frac{\partial^2}{\partial x \partial \xi} + \frac{\partial^2}{\partial y \partial \eta} \right) \Gamma^{(3)}(p, q; -\mu^2) = (\Gamma_1^*, \Gamma_2^*, \Gamma_3^*), \end{aligned}$$

მაშინ (6)-ის ანალოგიურად გვექნება:

$$\begin{aligned} & - \iint_{C_R} A(p) \Gamma^*(p, q; -\mu^2) I_{p^{\mu^2}}^{-1} \Gamma^*(p, q; -\mu^2) dx dy \cong \gamma_3^*(q, q; -\mu^2) \cong \\ & \cong \min \left\{ \Phi[U] + 2 \iint_D A(p) U(p) I_{p^{\mu^2}}^{-1} \Gamma^*(p, q; -\mu^2) dx dy \right\} - \\ & - \iint_{C_R} A(p) \Gamma^*(p, q; -\mu^2) I_{p^{\mu^2}}^{-1} \Gamma^*(p, q; -\mu^2) dx dy \end{aligned} \quad (7)$$

გამოვიყენებთ რა ასიმპტოტურ შეფასებებს $K_n(y)$ -სათვის და მისი წარმოებულებისათვის, (6), (7) თანათარღობების საფუძველზე შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ, როცა $0 < \mu^0 \cong \mu \cong \infty$, $0 \cong r_{pq} \cong r_0$

$$\gamma_{kk}(q, q; -\mu^2) = O(1) \quad k = 1, 2, 3), \quad \gamma_3^*(q, q; \mu^2) = O(1)$$

3. შემოვიყენოთ აღნიშვნები

$$K_{ij}(p, q; \lambda) = A(p) G_{ij}(p, q; \lambda), \quad i, j = 1, 2$$

$$K_{i3}(p, q; \lambda) = A(p) \sqrt{A(q)} G_{i3}(p, q; \lambda), \quad i = 1, 2$$

$$K_{31}(p, q; \lambda) = \sqrt{A(p)} G_{31}(p, q; \lambda), \quad i = 1, 2$$

$$K_{33}(p, q; \lambda) = \sqrt{A(q)} \sqrt{A(p)} G_{33}(p, q; \lambda)$$

$$v'_n = Au'_n, \quad v_n = \sqrt{A} u_n.$$

ადვილად შეიძლება ვუჩვენოთ, რომ, თუ U_n აკმაყოფილებს (1) სისტემას, მაშინ $V_n = (v'_n, v''_n, v)$ დააკმაყოფილებს განტოლებას

$$V_n(p) = \lambda_n \iint_D \left\{ K(p, q) V_n(q) + \frac{h^2}{3} \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{K^{(3)}(p, q)}{\sqrt{A(q)}} \right) \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{V_n(q)}{\sqrt{A(q)}} \right) + \right. \\ \left. + \frac{h^2}{3} \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{K^{(3)}(p, q)}{\sqrt{A(q)}} \right) \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{V_n(q)}{\sqrt{A(q)}} \right) \right\} d\xi d\eta,$$

და ადგილი აქვს გაშლის ფორმულას

$$K(p, q; \lambda) - K(p, q) = \lambda \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda_k (\lambda_k - \lambda)} V_k(p) V_k(q).$$

შევნიშნოთ, რომ $K(p, q; \lambda)$ მატრიცი სიმეტრიულია.

შემდეგ, თუ ჩავატარებთ ისეთსავე მსჯელობას, როგორც ნაშრომებში [2, 3], მივიღებთ ასიმპტოტურ ფორმულებს⁽¹⁾:

$$\sum_{\lambda_k \leq \lambda} (u_k^1(q))^2 \sim \frac{2b+c}{8\pi b(b+c)A(q)} \lambda,$$

$$\sum_{\lambda_k \leq \lambda} (u_k^2(q))^2 \sim \frac{2b+c}{8\pi b(b+c)A(q)},$$

$$\sum_{\lambda_k \leq \lambda} (u_k(q))^2 \sim \frac{\sqrt{3}}{4\pi h \sqrt{b+c}} \lambda^{\frac{1}{2}},$$

$$\lambda_n \sim \frac{8\pi b(b+c)}{(5b+2c)\tau} n,$$

სადაც $\tau = \iint_D A(q) d\xi d\eta$ ფართობია D არისა.

როცა რხევის განტოლებებში არ გავითვალისწინებთ ინერციის ძალის მომენტებს, მაშინ საკუთრივ მნიშვნელობათათვის მიიღება შემდეგი ასიმპტოტური ფორმულა:

$$\lambda_n^* \sim \frac{4\pi b(b+c)}{(2b+c)\tau} n.$$

⁽¹⁾ $f \sim g$ აღნიშნავს, რომ მათი შეფარდება ერთსაყენ მიისწრაფვის.

ზოგიერთი შემთხვევა დედამიწის მაგნიტური ველის საშუაუნეებრივი ვარიაციის კომპონენტის და ლოკალური ანომალიების შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ვ. კუპრაძემ 26.10.1954)

ცნობილია, რომ დედამიწის მაგნიტური ველის საუკუნეებრივი ვარიაცია სისრულითა და სიზუსტით შეიძლება შესწავლილ იქნეს მხოლოდ დედამიწის სფეროს იმ წერტილებში, სადაც მუდმივი მაგნიტური ობსერვატორიებია. მაგრამ დედამიწის ზურგზე მაგნიტურ ობსერვატორიათა რიცხვის უკიდურესმა შეზღუდულობამ (მათი რიცხვი ამჟამად 70-ს არ აღემატება) დიდი ხანია აიძულა მეცნიერები ჩვენს პლანეტაზე საუკუნეებრივი ვარიაციის განაწილების შესწავლის მიზნით მიემართათ ეგრეთ წოდებული დასაყრდენი პუნქტებისათვის და ამით უარი ეთქვათ საუკუნეებრივი ვარიაციის შესწავლისას ობსერვატორიულ სისრულესა და სიზუსტეზე.

აქ არ შევიჩრდებით იმ ნაკლის განხილვაზე, რომელიც თან ახლავს მაგნიტურ განსაზღვრებს მსოფლიო დასაყრდენ პუნქტებზე, ვინაიდან ყოველივე ეს რამდენადმე გაშუქებულია ჩვენს შრომაში [1].

ამ ნაკლის მიუხედავად, როგორც ცნობილია, აბსოლუტურ განსაზღვრებს დასაყრდენ პუნქტებზე საკმაო სიზუსტე ახასიათებს იმისათვის, რომ მეტად თუ ნაკლებად ხანგრძლივი დროის—3.5, 10 და მეტი წლის—განმავლობაში დაგროვებული საუკუნეებრივი ვარიაციები იქნეს გამომჟღავნებული და გამოკვლეული ამა თუ იმ ზომით.

მართლაც, უკანასკნელი 20—30 წლის განმავლობაში ამგვარ მონაცემთა საფუძველზე სხვადასხვა ეპოქისათვის აგებულ იქნა იზოპორების რუკები როგორც მთელი დედამიწისათვის, ისე მისი ცალკეული ნაწილებისათვის.

ცნობილია, რომ დედამიწის სფეროს იზოპორების რუკაზე გამოიყოფა რამდენიმე ცენტრი, ანუ ეგრეთ წოდებული ფოკუსი ამა თუ იმ გეომაგნიტური ელემენტის აღმატებული საუკუნეებრივი ვარიაციისა როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი ნიშნით.

დედამიწის ზედაპირის მთელ მისაწვდომ ნაწილზე საუკუნეებრივი ვარიაციის ამ ფოკუსებისა და სეისმოაქტიური არეების მეტად თუ ნაკლებად მახლობელი ტერიტორიული პეზობლობის საფუძველზე ზოგიერთი საბჭოთა და უცხოელი მეცნიერი იმ დასკვნამდე მიდის, რომ ეს ორივე მოვლენა გამოწვეულია ერთი და იმავე ტექტონიკური პროცესებით, რომელნიც დედამიწის ქერქის სათანადო უბნებში მიმდინარეობენ [2,3,4,5]. ამასთან, რასაკვირ-

ველია, არის ისეთი შემთხვევებიც, როცა ზემოხსენებულ ფოკუსებსა და არეებს შორის არავითარ ტერიტორიულ მეზობლობას არა აქვს ადგილი.

შესაძლებელია ეს ხდებოდეს როგორც მაგნიტურ, ისე სეისმურ მონაცემთა არასაკმაო სისრულისა და სიზუსტის ზეგავლენით.

მეორე მხრივ, ვინაიდან ჩვენთვის უცნობია ის პროცესები, რომლებიც წარმოადგენენ როგორც დედამიწის მაგნიტური ველის საუკუნეებრივი ვარიაციის, ისე სეისმური მოვლენების მიზეზს, არაა გამორიცხული შესაძლებლობა, რომ უფრო მახლობელი ტერიტორიული მეზობლობა არც კია საჭირო განსახილველი მაგნიტური და სეისმური მოვლენების ურთიერთკავშირისათვის.

გარდა ამისა, ზოგიერთი მეცნიერი, როგორც, მაგალითად, ომერი, როტე, გამოდის რა საუკუნეებრივი ვარიაციის იმ ზემოაღნიშნული ფოკუსების არსებობიდან, რომლებსაც შეიძლება ეწოდოს დედამიწის მაგნიტური ველის საუკუნეებრივი ვარიაციის მსოფლიო ანომალიები, ფიქრობს, რომ არსებობენ აგრეთვე საუკუნეებრივი ვარიაციის რეგიონალური და ლოკალური ანომალიები, რომლებიც გამოწვეულია დედამიწის ქერქის სათანადო უბნების სეისმური მოქმედებით [4,6,7,8].

სავსებით ნათელია, რომ საუკუნეებრივი ვარიაციის რეგიონალური ანომალიები და მით უმეტეს ლოკალური ანომალიები არ შეიძლება გამოიმკვანებულყო დასაყრდენი პუნქტების მსოფლიო ქსელის შეიწყობით, ვინაიდან ეს პუნქტები ჩვეულებრივ 250—500 კილომეტრითაა ერთიმეორისაგან დაშორებული. ამის გამო, როგორც მოსალოდნელი იყო, ზემოთ მოხსენებული ავტორები მიუთითებენ (უმთავრესად იაპონელი და ფრანგი მეცნიერები) იმ გამოკვლევებზე, რომლებშიც გამოყენებულია ზოგადი მაგნეტური აგეგმვის აბსოლუტური პუნქტები და აგრეთვე მაგნიტური მიკროაგეგმვის პუნქტები, ე. ი. ისეთი პუნქტები, რომლებიც ვაკილებით უფრო ახლოს მდებარეობენ ერთმანეთთან, ვიდრე დასაყრდენი პუნქტები [6,7,8,9,10,11].

მაგრამ ციტირებული შრომების დაწვრილებით გაცნობის შემდეგ ძნელი არაა დავრწმუნდეთ იმაში, რომ მათ ერთ ნაწილს, რომელიც მიკროაგეგმვებზეა დაფუძნებული, არავითარი დამოკიდებულება არა აქვს საუკუნეებრივი ვარიაციის შესწავლასთან, მეორე ნაწილი კი, რომელიც ძველ აბსოლუტურ პუნქტებს იყენებს, აგებულია არასაკმაოდ საიმედო მონაცემებზე.

ამგვარად, ჯერ კიდევ არ მოგვეპოვება ისეთი შრომები, რომლებსაც შეეძლოთ საკმაო მეცნიერული სიმკაცრით დაადასტურონ დედამიწის მაგნიტური ველის საუკუნეებრივი ვარიაციის არამცთუ ლოკალური, არამედ რეგიონალური ანომალიების არსებობაც კი.

ზემოთ გამოთქმულ მტკიცებათა დასასაბუთებლად მიემართოთ ციტირებული შრომების განხილვას, რომლებიც, როგორც ზემოთ გაკვრით იყო აღნიშნული, შეიძლება ორ კატეგორიად გაიყოს; ამათგან ერთი ძირითადად იყენებს მაგნიტური მიკროაგეგმვის მონაცემებს, მეორე კი უმთავრესად საერთო მაგნიტური აგეგმვის მონაცემებს. ამასთან, ძნელი არაა იმის დანახვა, რომ ჩვენ შეგვიძლია დავკმაყოფილდეთ მხოლოდ ორი შრომის განხილვით,

რომელთაგან ერთი ტიპობრივია პირველი კატეგორიის შრომებისათვის, მეორე კი მეორე კატეგორიის შრომებისათვის.

დავიწყოთ კატოს ერთ-ერთი შრომით, რომელშიც გამოყენებულია მაგნიტური მიკროაგეგმვის მონაცემები [10]. კატოს ეს შრომა იმდენად ტიპობრივია პირველი კატეგორიის შრომებისათვის, რომ სათანადო გამოკვლევებსა და სამიმომხილველო სტატიებში დაწვრილებითაა მოცემული მისი შინაარსი ორი რუკის თანდართვით, რომლებიც მაგნიტური ველის ცვლილების ილუსტრაციას იძლევა [7,3,6,5].

ამ შრომაში, ისე როგორც სხვა ანალოგიურებში, კატო სხვადასხვა მნიშვნელოვან უაქტთან ერთად იძლევა იმ ტოპოგრაფიულ ცვლილებათა დაწვრილებით აღწერას, რომლებიც 1938 წლის 28 მაისს კუნძულ ხოკაიდოზე მომხდარი მიწისძვრის ეპიცენტრალურმა არემ განიცადა. ამ მიწისძვრის ეპიცენტრალურმა არემ მოიცვა რამდენიმე კილომეტრის სიგანის მქონე ტბის, კუტიაროს, სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაპირი 8—10 კილომეტრის მანძილზე, მისი სამხრეთი და აღმოსავლეთი ნაპირების გასწვრივ შესაბამისად.

ამ მიწისძვრის ეპიცენტრალურ არეში ჩატარებული გაზომვების შედეგად ტბის აღმოსავლეთ ნაპირზე, რომელიც მიწისძვრის შემდეგ მაღლა აწეული აღმოჩნდა, გამოაშკარავდა ვერტიკალური მდგენელის დადებითი მაგნიტური ანომალია, 1200 გამამდე, ხოლო ტბის სამხრეთ ნაპირზე, რომელიც დაწეული აღმოჩნდა, გამოაშკარავდა უარყოფითი ანომალია—700 გამამდე, ამასთან დადებითი ანომალიის ღერძი დაემთხვა ზონას ნაპრალებისა და ნახლექებისას, რომელთა დაწეული ჩრდილო ნაწილს გამოყოფდნენ დაბლა დაწეული სამხრეთ ნაწილისაგან.

ავტორის მიერ ერთი წლის შემდეგ განმეორებულმა აგეგმვამ უჩვენა, რომ ანომალია შესუსტებულიყო 100 გამით, ვინაიდან აბსოლუტური სიდიდეები შემცირდა როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი ანომალიებისათვის. თვითონ ავტორი ამას იმით ხსნის, რომ ეპიცენტრალური არე, მისი მტკიცების თანახმად, ნაწილობრივ თავის საწყის მდებარეობას დაუბრუნდა.

არაა საჭირო ვარწმუნოთ ვინმე იმაში, რომ მაგნიტური ველის იმ ცვლილებებს, რომლებიც ზემოთა აღწერილი, არავითარი დამოკიდებულება არა აქვს მაგნიტური ველის საუკუნეებრივ ვარიაციასთან.

მართლაც, ძნელი არაა იმის დანახვა, რომ მაგნიტური ველის ეს ცვლილებები შეიძლება წარმომდგარიყო სხვადასხვა მოკულომის მქონე ლოდებისა და ბელტების იმ გადაადგილებით დედამიწის ქერქის ყველაზე ზედაპირულ შრეში, რომლებიც ციტირებულ შრომაშია აღწერილი. ამასთანავე საჭიროა მხედველობაში გვქონდეს, რომ სულ უმნიშვნელო დამაგნიტების შემთხვევაშიაც კი ამ ლოდებსა და ბელტებს, მიწისძვრით გამოწვეული მათი გადაადგილების გამო, შეეძლოთ მაგნიტური ველის სათანადო ცვლილებათა გამოწვევა. გარდა ამისა, დედამიწის ქერქის შესაბამის ადგილებში ამავე გადაადგილებათა ზეგავლენით შეიძლება წარმოქმნილიყო წნევისა და ტემპერატურის პირობათა ცვლილებანი, რაც, როგორც ცნობილია, დაკავშირებულია

მთის ქანების მაგნიტური თვისებების სათანადო ცვლილებებთან და თვით ამით მაგნიტური ველის შესაბამის ცვლილებებთან [12, 13, 14, 15].

თვითონ კატოკი ფიქრობს, რომ განხილული მიწისძვრის მიზეზი იყო მაგმის შეღწევა დედამიწის ქერქში, ამასთან, მისი გამოანგარიშებით, მაგმის ზედაპირი მხოლოდ 0,5 კილომეტრითაა დაშორებული დედამიწის ზედაპირიდან [11].

ამრიგად, ჩვენ ვხედავთ, რომ მაგნიტური ველის განხილული ცვლილებები გამოწვეულია დედამიწის ქერქის ყველაზე უფრო ზედაპირული დისლოკაციებით, რომლებიც მისაწვდომია უშუალო მიმოხილვისათვის.

მეორე მხრივ, თუ საუკუნეებრივი ვარიაციის მიზეზებს დედამიწის ქერქში მიმდინარე რომელიღაც პროცესებს დაეუკავშირებთ, მაშინ შესაბამისი მისი შრეები უმკველად ისეთ სიღრმეებს უნდა მივაკუთვნოთ, რომლებიც სრულიად მიუწვდომელია უშუალო დაკვირვებებისათვის და რომლებიც, თანახმად ზოგიერთი ავტორისა, რამდენიმე ათეულ და ასეულ კილომეტრს აღწევენ [16].

სანამ მეორე კატეგორიის შრომებზე გადავიდოდეთ, უნდა აღვნიშნოთ, რომ ციტირებულ შრომებში კატოს მიერ ასე დაწვრილებით აღწერილი მაგნიტური ველის ცვლილებები უფრო ზედმიწევნით გამოკვლევას საჭიროებს. ვინაიდან უნდა ვიფიქროთ, რომ ისინი ზოგიერთ პირობებში შეიძლება მიწისძვრების მაგნიტურ „წინასწარმაუწყებლებად“ გამოიმდგარა.

ამასთან დაკავშირებით კატოს ციტირებული შრომა არ შეიძლება საესებით დასრულებულად ჩაითვალოს. მართლაც, ავტორს შრომაში არ მოყავს აგეგმვის მონაცემები 1938 წლის 29 მაისის მიწისძვრამდე, ვინაიდან ასეთი აგეგმვა არავის უწარმოებია, რის გამოც შეუძლებელია ვიქონიოთ მსჯელობა 29 მაისის მიწისძვრით გამოწვეულ მაგნიტური ველის ცვლილებებს სიდიდეზე.

მართალია, თვით კატო ტბა კუტიაროს ნაპირზე მაგნიტური ანომალიის წარმოქმნას არასაკმარის დასაბუთებულად მიაჩნის 1938 წლის 29 მაისის მიწისძვრას, მაგრამ უფრო ბუნებრივი იქნებოდა გვეფიქრა, რომ აქ ანომალია არსებობდა ამ მიწისძვრამდეც და მან ამ უკანასკნელის შედეგად მხოლოდ ერთგვარი დეფორმაცია განიცადა. კიდევ უფრო მეტი, ყველა საფუძველი გვაქვს დაუშვავთ, რომ მსგავს მიწისძვრებს არაერთხელ ჰქონდა იქ ადგილი წინათაც, რაც, როგორც ჩანს, თითოეულ ცალკეულ შემთხვევაში მაგნიტური ველის სათანადო ცვლილებებს იწვევდა.

ახლა გადავიდეთ მეორე კატეგორიის შრომათა განხილვაზე, რომელთა შორის როტეს შრომა უმკველად ტიპობრივია [6, 7, 8].

ყველაზე უფრო სრულად როტე თავის შრომას იძლევა იმ გამოცემაში, რომლითაც ჩვენ ვსარგებლობთ [8].

ამ შრომაში როტე, სარგებლობს რა 1896 და 1924 წლების ეპოქათა მაგნიტური ქსელით, პარიზის აუზის რეგიონალური მაგნიტური ანომალიის რაიონში არსებული რამდენიმე ცენტრიდან განსაკუთრებით გამოყოფს დედამიწის მაგნიტური ველის ვერტიკალური მდგენელის საუკუნეებრივი ვარიაციის ორ ცენტრს, პარი-სიურ-ერ-სა და გუდანში, შესაბამისად, ამასთან პირველ



მათგანში აღნიშნული პერიოდის განმავლობაში ვერტიკალური მდგენელი 350 გამით შემცირდა, მეორეში კი 900 გამით, შეადგინა რა 550 გამა სხვაობა 30 კილომეტრის მანძილზე ამ პუნქტებს შორის.

შრომაში მოცემულია აბსოლუტური მაგნიტური გაზომვების ცდომილებათა ზღვრების დახასიათება სხვადასხვა ავტორის აზრთა მიხედვით.

ანგოს თანახმად, I დახრილობა შეიძლება გაზომილიყო დახრილობის ბუსოლის შემწეობით 5 მინუტის რიგის სიზუსტით, ჰორიზონტალური H მდგენელი კი 50 გამის სიზუსტით. ამ მონაცემების დროს ვერტიკალური Z მდგენელისათვის მიიღება სიზუსტე $\Delta Z = 250$ გამას, რაშიც ადვილად დავრწმუნდებით ფორმულით

$$dZ = dH \cdot \operatorname{tg} I + H(1 + \operatorname{tg}^2 I) dI, \quad (1)$$

რომელიც $Z = H \operatorname{tg} I$ (2) გამოსახულების გადიფერენცების გზითაა მიღებული. თუ ფორმულა (1)-ში ჩავსვამთ მნიშვნელობებს: $\operatorname{tg} I \approx 2$ (დაახლ. 65 გრადუსისათვის);

$$dH = 5 \cdot 10^{-4}; \quad 1 + \operatorname{tg}^2 I = 5;$$

$$H = 20000 \text{ გამას, } I' = 3 \cdot 10^{-4} \text{ რადიანს.}$$

მეორე ავტორი, მათიასი, ფიქრობს, რომ სიზუსტე H და I -თვის არ აღემატება 20 გამასა და 3 მინუტს შესაბამისად, რაც ფორმულა (1)-ით სარგებლობის დროს დაახლოებით 130 გამას იძლევა Z -სათვის.

მაგრამ საჭიროა აღინიშნოს, რომ, როგორც კარგადაა ცნობილი, მუროს ტიპის საველე მაგნიტური ხელსაწყოებისათვის ზემოთ მოყვანილი 5 მინუტისა და 50 გამის ტოლი სიზუსტეები I -სა და H -ის აბსოლუტურ განსაზღვრათა დროს დამახასიათებელია.

ამის გამო, თუ ΔZ -ის სიზუსტედ ± 250 გამას მივიჩნევთ, მაშინ ზემოაღნიშნული 550 გამის ტოლი სხვაობა ხსენებული ორი პუნქტის საუკუნეებრივ ვარიაციათა შორის თითქმის თავსდება Z -ის განსაზღვრის სიზუსტის ფარგლებში, ე. ი. ± 250 გამის საზღვრებში.

ციტირებული შრომის იმავე გვერდზე, ცოტა ქვემოთ, ნათქვამია, რომ პარი-სიურ-ერ-ის პუნქტებში დაკვირვებებს აწარმოებდა მეორე დამკვირვებელი სულ სხვა ხელსაწყოს შემწეობით, ვიდრე ამას ჰქონდა ადგილი გუდანის პუნქტებში. ამიტომ დაკვირვებიდან მიღებული გადახრა შეიძლება წარმოშობილიყო ინსტრუმენტალური სხვაობებიდან, რაც მაშინ შეიძლება შეუმჩნეველი დარჩენილიყო, როგორც, მაგალითად, დახრილობის ისრის შესწორება. ექვს გარეშეა, რომ 550 გამის ტოლი სხვაობის რომელიღაც ნაწილი შეიძლება ამ არტულ მეორეხარისხოვანი შენიშვნით აიხსნას.

ამ თვალსაზრისით კიდევ უფრო მნიშვნელოვანია იმავე გვერდზე მოთავსებული ებლეს შენიშვნა, რომელიც ლაპარაკობს, რომ ანომალიების გარეთ წარმოებული გაზომვები ძლიერ კარგ თანხმობაში აღმოჩნდა ერთმანეთთან იმ არეებისათვის, რომლებიც ამა თუ იმ დამკვირვებლის მიერ იყო აგეგმილი.



ჩვენ ვფიქრობთ, რომ ეს შენიშვნა მიუთითებს ანომალიის მაგნიტური ველის ჰორიზონტალური და შეიძლება ვერტიკალური გრადიენტების არსებობაზე ყველა აქედან გამომდინარე არახელსაყრელი შედეგებით დასაყრდენ პუნქტებზე წარმოებული ცოტად თუ ბევრად ზუსტი განსაზღვრებისათვის.

ჩვენს ამავე აზრს ადასტურებს 93 გვერდზე მოცემული შენიშვნა იმის შესახებ, რომ მურო, წააწყდა რა სიძნელებს 1904 წლის ეპოქაზე დაკვირვების მიყვანასთან დაკავშირებით, ცდილობდა სხვადასხვა პუნქტში დამზერილი სხვაობების ახსნა-განმარტება გამოსაკვლევი ტერიტორიის ზედაპირის გეოლოგიაში ეპოვნა.

ჰორიზონტალური გრადიენტის არსებობის სასარგებლოდ ლაპარაკობს მაგნიტური პროფილი პარიზის აუზის გარდღეარდმო, რომლის სიგრძე დაახლოებით 45 კილომეტრია და რომელიც ააგო როტემ 1930 და 1935 წლებში ჩატარებული გაზომვების საფუძველზე. 1930 წლის შესაბამის მრუდზე აშკარადაა გამოხატული ის რყევები Z-ის მნიშვნელობებში, რომლებსაც არ ექნებოდა ადგილი Z-ის ნიშანცვლადი გრადიენტის არარსებობის შემთხვევაში პროფილის გასწვრივ.

გაკვრით უნდა აღვნიშნოთ აგრეთვე, რომ, როგორც ცნობილია, მარტო ერთი გარდღეარდმო პროფილით საორიენტიროდაც კი არ შეიძლება დახასიათდეს ვრცელი ანომალია, როგორსაც წარმოადგენს ანომალია პარიზის აუზში. შემოთქმულიდან პარიზის აუზის ანომალიის შესახებ ჩანს, რომ ციტირებულ შრომებში მოყვანილ გაზომვათა მონაცემებს არავითარ შემთხვევაში არ შეუძლია დაადასტუროს დედამიწის მაგნიტური ველის საუკუნეებრივი ვარიაციის რაიმე ანომალიის არსებობა პარი-სიურ-ერ-სა და გუდანში, აგრეთვე ამ აუზის არც სხვა რომელიმე პუნქტში.

ამგვარად, შევაჯამებთ რა ყოველივე შემოთქმულს, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ დღესდღეობით მეცნიერებას დედამიწის მაგნიტიზმის შესახებ არ მოეპოვება ისეთი გამოკვლევები, რომლებსაც საკმაო მეცნიერული სიმკაცრით შეეძლოს დაადასტუროს არამცთუ ლოკალური, არამედ რეგიონალური ანომალიის არსებობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გეოფიზიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 26.10. 1954)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. З. Нодиа. К вопросу исследования микротерриториального распределения вековой вариации магнитного поля земли. Сообщ. АН Грузинской ССР, т. XIV, № 8, 1953.
2. Н. Н. Трубятчинский. Магнитное поле Земли и его вариации. IV гл. книги: Н. В. Розе, Н. Н. Трубятчинский, Б. М. Яновский. Земной магнетизм и магнитная разведка. ГТТИ. Ленинград-Москва, 1934.



3. А. И. Оль. Вековой ход магнитного поля и сейсмичность Земли. Природа, № 12, 1949.
4. S. C. Omer. Seismic areas and secular magnetic variations. Bull. of the seismol. soc. of America. vol. 36, № 1, 21—29, 1946.
5. М. И. Лапина. Геомагнетизм и сейсмические явления. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 5, 1953
6. I. P. Rothé. Céomagnétisme et géologie. Problèmes de géomagnétisme. Editions de la Revue d'Optique théorique et instrumentale. Paris. 1950.
7. I. P. Rothé. Tremblements de terre et anomalies magnétiques. Geofisica pura et applicata. vol. XII, Fasc. 3-4, 1948.
8. I. P. Rothé. L'anomalie du bassin de Paris. Annales de l'institut de physique du globe de l'université de Paris et du bureau central de magnetisme terrestre. Tome XV, Paris. 1937. 87—95.
9. Y. Kato. Seismic and volcanic activities and changes in the earth's magnetic field. Japanese Journal of astronomy and geophysics. Vol XII, № 2, Tokyo, 1935, 237—243.
10. Y. Kato. Investigation of the changes in the earth's magnetic field accompanying earthquakes or volcanic eruptions. On the strong earthquake of may 29 th 1938, wich occurred near Kuttuyaro lake, Hokkaidó.
11. Y. Kato. Investigation of the changes in the earth's magnetic field accompanying earthquakes or volcanic eruptions. On the strong earthquake of nov. 5 th. 1938, wich occurred in the sea bottom near Iwaki Fukusima prefecture. The Science Reports of the Tohoku imperial univerasity. First series. vol. XXIX, № 3, 1940.
12. М. А. Грабовский. Изменение магнитных свойств магнета под действием механических напряжений. Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., № 2, 1949.
13. Д. А. Фингер. Влияние переменных нагрузок сжатия на магнитные свойства магнетита. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 5, 1951.
14. А. Г. Калашников и С. П. Каница. Магнитная восприимчивость горных пород при упругих напряжениях. ДАН СССР, LXXXVI, № 3, 1952.
15. Г. Н. Петрова, Н. И. Юхновец. Изменение магнитных свойств горных пород в зоне разлома. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 2, 1953.
16. В. М. Яновский. Земной магнетизм. Москва, 1953.

რ. ძიგვაშვილი

ვარსკვლავთა გალაქტიკური ორბიტებისა და ვარსკვლავთა მოძრაობის ზოგიერთი კანონზომიერების საკითხისათვის

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ე. ხარაძემ 19.10.1954)

ვარსკვლავთა გალაქტიკური ორბიტების შესწავლას უმთავრესად ორი ამოცანის გადაწყვეტა აქვს მხედველობაში: გალაქტიკური პოტენციალის ანალიზური გამოსახულების პოვნა და მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებათა ამოხსნა ვარსკვლავთ მოძრაობის ტრაექტორიებისა და მოძრაობის თვისებების შესწავლასთან ერთად.

იმისათვის, რომ პოტენციალის ანალიზური გამოსახულება მივიღოთ, საჭიროა ვარსკვლავთ სიმკვრივის განაწილების კანონის ცოდნა, ე. ი. საჭიროა ვიცოდეთ მასების განაწილება გალაქტიკაში. მაგრამ, რადგანაც საკმარისად ზუსტი წარმოდგენა უკანასკნელის შესახებ ჯერ კიდევ არ მოგვეპოვება, ამიტომ გრავიტაციული პოტენციალის საკმარისად ზუსტი გამოსახულების განსაზღვრა, თუ მასების განაწილების კანონიდან გამოვალთ, ჯერჯერობით შეუძლებელია.

საბუთოა ასტრონომების გამოკვლევების მეოხებით უკანასკნელ დროს დადგენილ იქნა, რომ გალაქტიკას რთული აგებულება აქვს და იგი სხვადასხვა ქვესისტემისაგან, ანუ მდგენელისაგან შედგება [1].

სხვადასხვა მდგენელი სხვადასხვა სტრუქტურული და კინემატიკური მახასიათებლებით ხასიათდება. თუ ცალკეულ მდგენელთა პოტენციალები მიღებულია ამ მდგენელებში მასების განაწილების საფუძველზე, მაშინ საერთო გალაქტიკური პოტენციალი ამ პოტენციალთა ჯამის ტოლი იქნება. მაგრამ ცალკეულ ქვესისტემათა აგებულების კანონზომიერებანი ჯერჯერობით აგრეთვე უცნობია, ამიტომ გალაქტიკური პოტენციალის მიღების ეს გზა არ შეიძლება ნაყოფიერად ჩაითვალოს და თითქმის განუხორციელებელიცაა.

მეთოდურად ახალი კონცეფციის საფუძველზე მიუდგა საკითხის გადაწყვეტას სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი პ. პარენაგო, რომელმაც, ნაცვლად გეომეტრიული მოდელისა, საფუძველად მიიჩნია ვარსკვლავთ სისტემის კინემატიკური მახასიათებლები. ამისთანავე პ. პარენაგოს შრომები გამოორჩევა სხვებისაგან იმ უპირატესობით, რომ მათში გამოყენებულია ფაქტობრივი დაკვირვებითი მონაცემები, წინააღმდეგ იმ მსჯელობითი მოსაზრებებისა, რომლებიც დაუდო საფუძველად თავის გამოკვლევებს ზოგიერთმა ავტორმა. ისარგებლა რა მის მიერვე მიღებული გრავიტაციული პოტენციალის გამოსახულებით, პ. პარენაგომ შეისწავლა ვარსკვლავთ მოძრაობის ხასიათი

(მზის მახლობლობაში) და მოგვცა გალაქტიკური ორბიტების მეთოდი [2], [3].

დავეყრდნით რა პ. პარენაგოს მიერ მიღებულ გალაქტიკის გრავიტაციული პოტენციალის გამოსახულებას [3]:

$$\Phi = \frac{\Phi_0}{1 + \alpha R^2} \quad (1)$$

და ვისარგებლეთ რა მისი ფორმულით

$$V^2 R = \frac{2\Phi_0 (\xi_2 - \xi_0)(\xi_0 - \xi_1)}{\xi_0 (1 + \xi_1)(1 + \xi_2)}, \quad (2)$$

$$V^2_{\theta} = \frac{2\Phi_0 \xi_1 \xi_2}{\xi_0 (1 + \xi_1)(1 + \xi_2)}, \quad (3)$$

$$P_a = 2 \cdot 18 (1 + \xi_1) \sqrt{1 + \xi_1} E \left(90^\circ \cdot \text{arc sin} \sqrt{\frac{\xi_2 - \xi_1}{1 + \xi_2}} \right) \text{ მილ. წ.}, \quad (4)$$

ავაგეთ დიაგრამები კოორდინატთა ღერძებით V_R და V_{θ} — სხვადასხვა მანძილისათვის გალაქტიკის ცენტრიდან, სახელდობრ $R_0 = 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12$ კილოპარსეკს. ფორმულებში (1), (2), (3) და (4) Φ_0 არის გალაქტიკის გრავიტაციული პოტენციალი, Φ_0 — პოტენციალის მნიშვნელობა გალაქტიკის ცენტრში, α — გარკვეული მუდმივი, R — მანძილი გალაქტიკის ცენტრიდან მოცემულ ვარსკვლავამდე, V_{R1} , V_{θ} — ვარსკვლავის სიჩქარის კომპონენტები R და θ მიმართულებებით, P_a — გალაქტიკის ცენტრის ირგვლივ ვარსკვლავის გარემოქცევის ანომალისტური პერიოდი, R_1, R_2 — ვარსკვლავის აპოგალაქტიკური და პერიგალაქტიკური მანძილები, ξ_0, ξ_1 და ξ_2 — ით კი აღნიშნულია შემდეგი სიდიდეები: $\xi_0 = \alpha R_0^2$, $\xi_1 = \alpha R_1^2$ და $\xi_2 = \alpha R_2^2$.

დიაგრამებზე გავავლეთ ტოლმნიშვნელობებიანი მრუდები R_1, R_2 და P_a — სათვის. ასეთი დიაგრამები შესაძლებლობას იძლევა განვსაზღვროთ ვარსკვლავის R_1, R_2 და P_a, R_0 -ის სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის, V_R და V_{θ} -ის მიხედვით.

მაშასადამე, შეგვიძლია ეპოვოთ ვარსკვლავთ შესაძლო მოძრაობების გალაქტიკური ზოლი, რომელიც იცვლება საწყისი პირობების შეცვლასთან დაკავშირებით და გარკვეულ კანონზომიერებას ასახავს ვარსკვლავთ მოძრაობაში.

დამატებით სხვადასხვა ქვესისტემისათვის განვსაზღვრეთ ცენტროიდთა სიჩქარეები და სიჩქარეთა დისპერსიები (სხვადასხვა მანძილზე). ამ მონაცემების მიხედვით დიაგრამებზე ავაგეთ V_R და V_{θ} სიჩქარეთა განაწილების ელიფსები — ბრტყელი, შუალა და სფერული ქვესისტემებისათვის. ამ ელიფსების ცენტრები შეესაბამება შესაბამის ქვესისტემათა ცენტროიდების სიჩქარებს, ხოლო ღერძები წარმოადგენს სიჩქარეთა დისპერსიებს R და θ მიმართულებებით.



დიაგრამები გვაძლევს ზოგად წარმოდგენას სხვადასხვა ქვესისტემის (გალაქტიკის სხვადასხვა მდგენელის) ვარსკვლავთა მოძრაობის შესახებ სხვადასხვა მანძილისათვის გალაქტიკის ცენტრიდან. ამ დიაგრამათა საშუალებით განსაზღვრული იყო შესაძლო მოძრაობის გალაქტიკური ზოლი ($R_{2max} - R_{1min}$) ბრტყელი, შუალა და სფერული ქვესისტემებისათვის, ე. ი. ზოლის არე, რომლიდანაც მოცემული ქვესისტემის არც ერთ ვარსკვლავს არ შეუძლია გამოვიდეს მთელი თავისი მოძრაობის პროცესში (აქ მხედველობაში ვვაქვს მოცემული ქვესისტემის ვარსკვლავთ 68%/₀, რომლებიც სიჩქარეთა დიაგრამებზე მოთავსებულია აღნიშნული ელიფსების შიგნით).

ამგვარ დიაგრამათა ანალიზის საფუძველზე შევადგინეთ ცხრილები, რომლებიც ახასიათებს სხვადასხვა პარამეტრის ცვლილებებს მანძილთა ცვალებადობასთან დაკავშირებით.

ცხრილი 1

| R ₀ | ბრტყელი ქვესისტემა (ვარსკვლავთ რაოდენობის 68%/ ₀) | | შუალა ქვესისტემა (ვარსკვლავთ რაოდენობის 68%/ ₀) | | სფერული ქვესისტემა (ვარსკვლავთ რაოდენობის 68%/ ₀) | |
|----------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|
| | $R_{2max} - R_{1min}$ | \bar{P}_a | $R_{2max} - R_{1min}$ | \bar{P}_a | $R_{2max} - R_{1min}$ | \bar{P}_a |
| 2 | 0,90 | 45 | 1,16 | 44 | 2,80 | 44 |
| 3 | 1,07 | 54 | 1,66 | 52 | 3,75 | 50 |
| 4 | 1,32 | 67 | 2,00 | 63 | 4,70 | 56 |
| 5 | 1,70 | 90 | 2,15 | 82 | 5,35 | 69 |
| 6 | 2,20 | 114 | 2,50 | 103 | 6,34 | 78 |
| 7,2 | 3,00 | 160 | 3,50 | 143 | 7,55 | 95 |
| 9 | 4,70 | 255 | 6,10 | 240 | 9,60 | 126 |
| 10 | 6,00 | 315 | 8,30 | 295 | 11,14 | 148 |
| 11 | 7,40 | 408 | 10,70 | 410 | 12,76 | 180 |
| 12 | 9,00 | 510 | 14,20 | 600 | 14,46 | 215 |

ერთი ასეთი ცხრილი მოყვანილია აქვე (ცხრილი 1). მასში მოცემულია $R_{2max} - R_{1min}$ და გარემოქცევის საშუალო ანომალისტური პერიოდის \bar{P}_a მნიშვნელობები. R_0 და $R_{2max} - R_{1min}$ გამოხატულია კილოპარსეკებით, ხოლო \bar{P}_a —მილიონი წლებით. ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ საშუალო ანომალისტური პერიოდის მნიშვნელობები გალაქტიკის ცენტრალურ ნაწილში თითქმის ტოლია ყველა ქვესისტემისათვის. დაახლოებით 3 კილოპარსეკიდან საშუალო ანომალისტური პერიოდი იწყებს ზრდას ყველა ქვესისტემისათვის. ამასთან სფერული ქვესისტემის საშუალო ანომალისტური პერიოდი უფრო ნელა იზრდება, ვიდრე ბრტყელი და შუალა ქვესისტემების პერიოდები. შუალა და ბრტყელი ქვესისტემების საშუალო ანომალისტური პერიოდები 12 კილოპარსეკზე დაახლოებით 2,5-ჯერ მეტია, ვიდრე სფერული ქვესისტემის პერიოდი.

ეს გარემოება შესაძლებლობას გვაძლევს შემდეგი დასკვნა გამოვიყვანოთ: ანომალისტური პერიოდის ხანგრძლივობა ორი ფაქტორით განისაზღვრება: სიჩქარის V_a -კომპონენტის სიდიდით და კუთხით ვარსკვლავის აპო- და პე-



რიგალაქტიკურ მდებარეობათა შორის. რაც უფრო მეტია ვარსკვლავის სიჩქარე, მით ნაკლებია ანომალისტური პერიოდი და პირუკუ—რაც უფრო მეტია კუთხე ვარსკვლავის აპო- და პერიგალაქტიკურ მდებარეობათა შორის, მით უფრო მეტია ანომალისტური პერიოდი.

სფერული ქვესისტემის ვარსკვლავები გალაქტიკის პერიფერიულ ნაწილში უფრო ნელა მოძრაობენ, ვიდრე ბრტყელი ქვესისტემის ვარსკვლავები. თუ კუთხე ვარსკვლავთა აპო- და პერიგალაქტიკურ მდებარეობათა შორის ორივე ქვესისტემისათვის ერთი და იგივეა, მაშინ სფერული ქვესისტემის ანომალისტური პერიოდი უფრო მეტი უნდა იყოს, ვიდრე ბრტყელი ქვესისტემის პერიოდი. მაგრამ სინამდვილეში ჩვენ საწინააღმდეგო მოვლენა გვაქვს. ამიტომ შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ სფერული ქვესისტემის ვარსკვლავებისათვის კუთხე აპო- და პერიგალაქტიკურ მდებარეობათა შორის საშუალოდ უფრო მცირეა, ვიდრე ბრტყელი და შუალა ქვესისტემებისათვის. ეს იმას ნიშნავს, რომ აფსიდათა ხაზის ბრუნვის კუთხური სიჩქარე სფერული ქვესისტემის ვარსკვლავებისათვის უფრო სწრაფად იზრდება (R_0 -ის ზრდასთან დაკავშირებით) და 12 კილოპარსეკის მანძილზე დაახლოებით 2—3-ჯერ მეტია, ვიდრე აფსიდათა ხაზის კუთხური სიჩქარე ბრტყელი და შუალა ქვესისტემების ვარსკვლავებისათვის.

დიაგრამებმა და მიღებულმა ცხრილებმა (რომლებიც აქ არ არის მოყვანილი) მოგვცა შესაძლებლობა დაგვეკვნა, რომ მზის მახლობლობაში მყოფი სფერული ქვესისტემის ვარსკვლავთ ნაწილი აღწევს გალაქტიკის ცენტრალურ ნაწილამდე, იმ დროს, როცა 5 კილოპარსეკარდიუსიანი წრის შიგნით მოთავსებული ამ ქვესისტემის არც ერთ ვარსკვლავს (ლაპარაკია ამ ქვესისტემის ვარსკვლავთ რაოდენობის 68%/ზე) არ შეუძლია მიაღწიოს მზის მახლობლობამდე ისე, რომ ამ ქვესისტემის ელიფსის შიგნით მოხვდეს.

ბრტყელი და შუალა ქვესისტემების ვარსკვლავებისათვის ადგილი აქვს ასეთსავე მოვლენას, მხოლოდ ამ შემთხვევაში ეს ტენდენცია გამოხატულია უფრო სუსტად. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ გალაქტიკის ცენტრალურ ნაწილში მყოფი ვარსკვლავებიდან მხოლოდ ის ვარსკვლავები მიაღწევენ მზის მახლობლობამდე, რომელთა სიჩქარეები გამოდიან სიჩქარეთა დისპერსიის ფარგლებს გარეთ, ე. ი. ამ ადგილებისათვის აგებულ სიჩქარეთა დიაგრამებზე ისინი მოცემული ქვესისტემის ელიფსის გარეთ იმყოფებიან, ხოლო მზის მახლობლობაში მყოფი ვარსკვლავები, რომელთა სიჩქარეები სიჩქარეთა ელიფსების შიგნითაა, გალაქტიკის ცენტრალურ ნაწილამდე მიღწევის შემთხვევაში ვერ მოხვდებიან ელიფსების შიგნით, რომლებიც ამ ადგილებისათვისაა აგებული.

იმისათვის, რომ წარმოვიდგინოთ იმ ვარსკვლავების მოძრაობის სურათი, რომლებიც სიჩქარეთა ელიფსების გარეთაა მოთავსებული, ავაგეთ დამატებითი ელიფსები სხვადასხვა მანძილისათვის და სხვადასხვა ქვესისტემისათვის. ამგვარად აგებული ელიფსები უჩვენებს, თუ როგორაა განაწილებული ვარსკვლავები დიაგრამებზე სიჩქარეთა მიხედვით.

ცნობილია, რომ სიჩქარეთა განაწილების კანონს აქვს სახე:

$$f(u) du = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-hu^2}, \quad (5)$$

სადაც u სიჩქარის კომპონენტი, ხოლო h —სიჩქარეთა დისპერსიის შებრუნებული სიდიდე. $f(u) du$ გვაძლევს ვარსკვლავების რიცხვს, რომელთა u -კომპონენტი მოთავსებულია ინტერვალის $u, u+du$ შიგნით.

ფუნქცია $f(u)$ ნორმირებულია, ე. ი.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(u) du = 1. \quad (6)$$

u -ს ყოველ კონკრეტულ მნიშვნელობას $f(u)$ -ს გარკვეული მნიშვნელობა შეესაბამება. როცა $u \rightarrow \infty$, მაშინ $f(u)$ მიისწრაფის ნულისაკენ, ამასთან ნულისაკენ მისწრაფებას ისეთი ხასიათი აქვს, რომ პრაქტიკულად ის ნულის ტოლი ხდება u -ს სასრულო მნიშვნელობებისათვის.

ვინაიდან ყოველ ქვესისტემაში, თანახმად (5) კანონისა, სხვადასხვა სიჩქარის მქონე ვარსკვლავები სხვადასხვა ალბათობით გვხვდება, ამიტომ გალაქტიკის რომელიმე გარკვეულ მოცულობაში მყოფი ვარსკვლავები მთელ სივრცეს დაიკავენ. ამასთან სივრცის სხვადასხვა ნაწილი დაიკავეული იქნება სხვადასხვა ალბათობით.

ჩვენთვის რომ ცნობილი ყოფილიყო ვარსკვლავთ განაწილება სიჩქარეთა დიაგრამებზე, მაშინ ძნელი არ იქნებოდა განგვესაზღვრა, გალაქტიკის გარკვეულ მოცულობაში მყოფი ვარსკვლავების რა ნაწილს შეუძლია მოხვდეს სივრცის ამა თუ იმ ნაწილში.

თუ (5)-ში ინტეგრაციის საზღვრებად ავიღებთ სასრულო სიდიდეებს $\pm u$, მაშინ იგი ასეთ სახეს მიიღებს:

$$\frac{h}{u} \int_{-u}^{+u} e^{-hu^2} du = a, \quad (7)$$

სადაც a ნულსა და ერთს შორის მოთავსებული სიდიდეა და უჩვენებს, თუ ვარსკვლავთ რაოდენობის რა პროცენტისათვის იქნება მოთავსებული u -ს მნიშვნელობა $\pm u$ შორის.

ინტეგრალი (7) შეგვიძლია ასე გადავწეროთ:

$$\frac{hu}{\pi} \int_0^{\frac{hu}{\pi}} e^{-t^2} dt = a \quad (8)$$

ინტეგრალი (8) ტაბულირებულია hu -ს მიხედვით. ცხრილიდან a -ს მიხედვით ვიპოვით hu -ს და საბოლოო ანგარიშით u -ს.

მაშასადამე, a -ს მნიშვნელობებისათვის ($a=0,80; 0,90; 0,99$) განსაზღვრული იქნება შესაბამისი ინტერვალი, რომელშიც მოთავსდება სიჩქარეთა V_R და V_{∞} კომპონენტები.

ამ დამატებითი ელიფსების ანალიზის მეოხებით შეგვიძლია გამოვიყვანოთ შემდეგი დასკვნები: $R_0=2$ კილოპარსეკის მახლობლობაში მყოფი ბრტყელი ქვესისტემის ვარსკვლავების 99% რჩება ზოლში, რომლის საზღვრებია $R_1=1,6$ და $R_2=3,2$. ბრტყელი ქვესისტემის ვარსკვლავებს, რომლებიც 3 კილოპარსეკის მანძილზე იმყოფებიან, შეუძლიათ იმოძრაონ ზოლში $2,5 < R < 4,5$.

5 კილოპარსეკის მანძილზე მყოფი ვარსკვლავების მხოლოდ 3—4%-ს შეუძლია მიაღწიოს მზის მახლობლობამდე. ყოველივე ეს ნიშნავს, რომ ბრტყელი ქვესისტემის ვარსკვლავებისათვის შესაძლო მოძრაობის გალაქტიკურა ზოლი ძლიერ ვიწროა. აქედან გამომდინარეობს, რომ გალაქტიკის პერიფერიებში მყოფი ბრტყელი ქვესისტემის ვარსკვლავები არ შეიძლება ზოსული იყოს გალაქტიკის ცენტრალური ნაწილიდან. ამავე დროს ვარსკვლავებს, რომელნიც გალაქტიკის პერიფერიულ ნაწილებში იმყოფებიან, არ შეუძლიათ შეიჭრან გალაქტიკის ცენტრალურ ნაწილში.

უნდა ვიფიქროთ, რომ ბრტყელი ქვესისტემის ვარსკვლავთ სივრცულ განაწილებაში საკმარისად ხანგრძლივი დროის განმავლობაში არ შეიძლება მომხდარიყო რაიმე არსებითი ცვლილებები და ბრტყელი ქვესისტემის ვარსკვლავები წარმოქმნილია გალაქტიკური სივრცის იმავე ნაწილებში, რომლებიც ნათ ამჟამად უკავიათ, ე. ი. პერიფერიულ ნაწილებში გალაქტიკის სიბრტყის გასწვრივ.

ასეთსავე მსჯელობას მივყავართ იმ დასკვნამდე, რომ შუალა ქვესისტემის ვარსკვლავებიც აგრეთვე წარმოქმნილია გალაქტიკური სივრცის იმავე ნაწილებში და დაახლოებით ისეთივე სივრცული სიმკვრივით, როგორც მათ აწეამად ახასიათებს.

რაც შეეხება სფერული ქვესისტემის ვარსკვლავებს, აქ სრულიად საწინააღმდეგო მოვლენა გვაქვს. მზის მახლობლობაში მყოფი სფერული ქვესისტემის ვარსკვლავებიდან ბევრი გალაქტიკის ცენტრალური ნაწილებიდან არის მოსული.

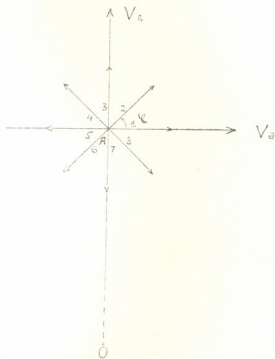
ვარსკვლავთ განაწილების რეალური სურათის მიხედვით უნდა ვიფიქროთ, რომ სფერული ქვესისტემის ვარსკვლავები გალაქტიკის ცენტრალურ ნაწილებშია წარმოქმნილი. პერიფერიებში მყოფ ვარსკვლავთა უმრავლესობა მოსულია გალაქტიკის ცენტრალური ნაწილის სივრციდან, ხოლო ამ ქვესისტემის ვარსკვლავთ უმნიშვნელო ნაწილი წარმოქმნილია გალაქტიკის პერიფერიულ ნაწილებში.

გარდა ამ საკითხისა შევისწავლეთ აგრეთვე გროვიდან დისიპაციის გამო ამოსროლილი ვარსკვლავების ფარდობითი ორბიტები. დაშვებულია, რომ გროვა მოძრაობს წრიული სიჩქარით. განხილულია ორი შემთხვევა.

- 1) გროვიდან ვარსკვლავების ამოსროლის სიჩქარე ტოლია 5 კმ/სეკ-ისა;
- 2) ამოსროლის სიჩქარე 1 კმ/სეკ-ის ტოლია.

იგულისხმება, რომ გროვა მზის მახლობლობაში იმყოფება. მთხვევისათვის გამოთვლილია ფარდობითი ორბიტები 8 სხვადასხვა მიმართულებით ამოსროლილი ვარსკვლავებისათვის.

ეს მიმართულებები ერთმანეთისაგან განსხვავდება 45° კუთხით (ნახ. 1). ვარსკვლავთ ფარდობითი ორბიტების გამოთვლის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: დროის დისკრეტული მნიშვნელობებისათვის გამოთვლილია გროვიდან ამოსროლილი ვარსკვლავების მდებარეობები გალაქტიკური სისტემის მიმართ (პ. პარენაგოს შეთოდით). დროის ამავე მომენტებისათვის გამოთვლილია თვით გროვის მდებარეობები ამავე სისტემის მიმართ. ვარსკვლავისა და გროვის გალაქტიკურ მდებარეობათა სხვაობა გვაძლევს ვარსკვლავის მდებარეობებს მოძრავი სისტემის მიმართ.



ნახ. 1. O — აღნიშნავს გალაქტიკის ცენტრს, A — გროვის მდებარეობას, ხოლო A — წერტილიდან გამოსული ისრები უჩვენებს გროვიდან ამოსროლილი ვარსკვლავების მიმართულებებს

გამოთვლილ ფარდობით ორბიტებს აქვს ნახ. 2-ზე წარნოდგენილი სახე.

ნახ. 2-ზე გამოსახულია

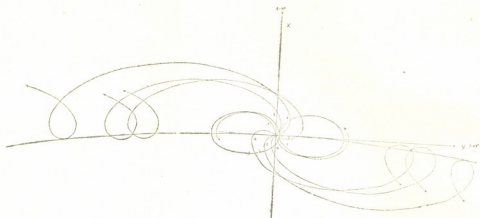
გროვიდან 5 კმ/სეკ-ის სიჩქარით ამოსროლილი ვარსკვლავების ფარდობითი ორბიტები. მეორე შემთხვევაში, როცა კრიტიკული სიჩქარე $\cdot 1$ კმ/სეკ-ის ტოლია, მიიღება მრუდები, რომელთა ფორმა არ განსხვავდება პირველ შემთხვევაა წაკუთვნილ მრუდთა ფორმისაგან.

ფარდობითი ორბიტების შესწავლა გვარწმუნებს, რომ ვარსკვლავთ ამოსროლის მომენტიდან საკმარისად დიდი ხნის განმავლობაში შეგვიძლია წარმოვადგინოთ ისინი თითქმის წრიული ორბიტების სახით.

ერთისა და იმავე სიჩქარითა და ერთ გარკვეულ მომენტში სხვადასხვა მიმართულებით ამოსროლილი ვარსკვლავები დროის ყველა ფიქსირებული მომენტისათვის განლაგდება ჩაკეტილ მრუდზე, რომელიც უახლოვდება ელიფსს და რომლის ექსცენტრისიტეტი და დიდი ნახევარი ლერძი იზრდება დროის განმავლობაში. ამ ფიგურის ლერძები გროვის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით ბრუნავს.



სიჩქარეთა დიფერენციალური არის შესწავლისას ვალაქტიკაში—გროვის მახლობლად—საჭიროა მხედველობაში იქნეს მიღებული დამახინჯება, რომელიც ამ არეში შეაქვს გროვიდან ამოსროლილ ვარსკვლავებს.



ნახ. 2

იმის გამო, რომ პ. პარენაგოს მიერ მიღებული გრავიტაციული პოტენციალის გამოსახულება საკმარისად კარგად ასახავს ამჟამად ცნობილ მონაცემებს ვალაქტიკის დინამიკის შესახებ, ჩვენი დასკვნები ვარსკვლავთ მოძრაობის კანონზომიერებისა და სასიათის შესახებ, პრობლემის თანამედროვე მდგომარეობის მიხედვით, სინამდვილისადმი საკმაოდ დამაკმაყოფილებელ მიახლოებას წარმოადგენს.

ვარსკვლავთ სისტემების დინამიკის პრობლემები იღდენად სწრაფად და წარმატებით მუშავდება, განსაკუთრებით საბჭოთა ასტრონომების შრომებში, რომ არსებობს საფუძველი ვივარაუდოთ, რომ უახლოეს მომავალში შეიქმნება რეალური შესაძლებლობა იმ საკითხების უფრო ზუსტად გადაწყვეტისათვის, რომლებიც დაკავშირებულია ვალაქტიკური ორბიტების გამოთვლასთან პოტენციალის უფრო ზუსტი გამოსახულების საფუძველზე, უფრო ზუსტად გამოთვლილ პარამეტრებთან დაკავშირებით.

საჭართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია

(რედაქციას მოუვიდა 14.10.1954)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Б. В. Кукаркин. Исследование строения и развития звездных систем на основе изучения переменных звезд. М.—Л., 1949.
2. П. П. Паренаго. О гравитационном потенциале Галактики. I. Астрон. журн. 27, № 6, 1950.
3. П. П. Паренаго. О гравитационном потенциале Галактики. II. Астрон. журн. 29, № 3, 1952.

რ. ლალიძე და ნ. ლოლაძე

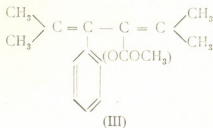
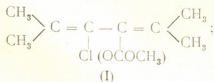
უწყლო ქლორინანი ალუმინიუმის თანარობით ტეტრაამთილ-
ბუტინდიოლის დიაცეტატით ბენზოლის ალკილირების შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 12.10.1954)

სისტემატური გამოკვლევების შედეგად, რომლებსაც ჩვენ ვატარებდით უწყლო $AlCl_3$ -ის თანარობით მრავალატომიანი სპირტების რთული ეთერების არომატულ ნახშირწყალბადებთან კონდენსაციითა რეაქციების შესასწავლად, დადგენილი იყო უაღრესად საინტერესო ფაქტი, რომლის არსი შემდეგში მდგომარეობს: ბენზოლის ალკილირებისას γ -აცეტილენური გლიკოლების მმარჩევა ეთერებით არომატული კეტონებისა და უჯერი ალიფატურ-არომატული ეთერების მიღებასთან ერთად ადგილი აქვს პოლიციკლური ნახშირწყალბადების წარმოქმნასაც, რომელთათვის, როგორც ჩანს, დამახასიათებელია მათი რგოლებია თავისებური ბიციკლური აგებულება [1, 2, 3].

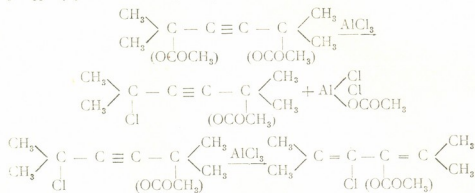
აღნიშნულ გამოკვლევათა გავრცელებას სხვა γ -აცეტილენური გლიკოლების მიმართ იმ დასკვნამდე მივყავართ, რომ ჩვენ მიერ შემჩნეული რეაქცია ზოგად ხასიათს უნდა ატარებდეს. წინამდებარე შრომა მიძღვნილია ტეტრაამთილბუტინდიოლის დიაცეტატის ბენზოლთან კონდენსაციის შედეგად მიღებული პროდუქტების შესწავლისადმი. რეაქციის ჩასატარებლად მორეაგირე ნივთიერებებს, ტეტრაამთილბუტინდიოლის დიაცეტატს, ბენზოლს და უწყლო $AlCl_3$ -ს 1:1:2 მოლარული თანაფარდობებით ვღებულობდით.

რეაქციის ხანგრძლივობა აღნიშნულ პირობებში 7—8 საათს არ აღემატებოდა. კონდენსატიდან გამოყოფილ იქნა სამი პროდუქტი: ქლორეთერი (I), $C_{14}H_{16}$ შედგენილობის კრისტალური ნივთიერება, ლღ. ტ. $83-84^\circ$ (II) (40—45%-მდე გამოსავლით კონდენსატის მიმართ) და სავარაუდო შუალედი უჯერი ალიფატურ-არომატული ეთერი (III).



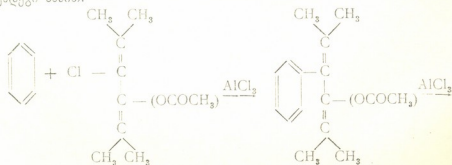


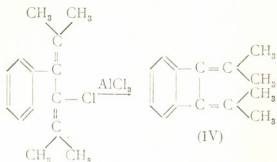
უწყლო AlCl_3 -ის ტეტრამეთილბუტინდიოლის დიაცეტატთან ურთიერთქმედების წინასწარმა შესწავლამ დაგვანახვა, რომ ამ შემთხვევაში, 1,4-ბუტინდიოლისაგან განსხვავებით, დიაცეტატის ერთი აცილის ჯგუფის ქლორით ჩანაცვლებასთან ერთად ადგილი აქვს აცეტილენ-დიენურ გადაჯგუფებას და ზემოდანახელებული ქლოროეთერის 2,5-დიმეთილ-3-ქლორ-4-აცეტოქსიპქსადიენი—2,4-ის (I) წარმოქმნას.



ამრიგად, დამტკიცებულად შეიძლება ჩაითვალოს, რომ რეაქციის პირველ სტადიას, რომელიც წინ უსწრებს ტეტრამეთილბუტინდიოლის დიაცეტატის კონდენსაციას ბენზოლთან, (I) ქლოროეთერის წარმოქმნა წარმოადგენს. რაც შეეხება უჯერ ალიფატურ-არომატულ ეთერს (II), იგი თუმც საკმაოდ სუფთა სახით არ ყოფილა გამოყოფილი, მაგრამ ელემენტურად მხედველობაში იმ გარემოებას, რომ 1,1'-ეთინილენბისციკლოპენტანოლის კონდენსაციით ბენზოლთან ანალოგიურ პირობებში წარმოიქმნება აგრეთვე შუალედი უჯერი ეთერი 1-აცეტოქსი-2-ფენილ-1,2-დიციკლოპენტილიდენეთანი [3] და შესაბამისი ფრაქციის შესაპვნის შედეგები, ისევე, როგორც ელემენტური ანალიზის მონაცემები, საკმაოდ ახლოს უბასუხებენ $\text{C}_{16}\text{H}_{26}\text{O}_2$ -ს, ჩვენ ვვარაუდობთ, რომ ფრაქცია დულ. ტემპერატურით $109^\circ 2-3$ მმ წნევაზე ძირითადად შედგება (III) ეთერისაგან.

ზენოგანხილულის საფუძველზე $82,6-83,3^\circ$ ლღობის ტემპერატურის მქონე $\text{C}_{14}\text{H}_{16}$ ნახშირწყალბადის წარმოქმნის მექანიზმი წარმოდგენილი გვაქვს შემდეგი სახით:



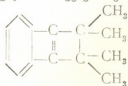


გასაგებია, რომ იმ შემთხვევაში, როდესაც Cl-ს და CH_3COO -ს ჯგუფები მეზობლად იმყოფებიან, ვიცინალური ეფექტი გაცილებით უფრო მცირე იქნება, ვიდრე $\text{C} - \text{C} =$ კავშირისათვის. ამის გამო მეთავერი ნაშთების,



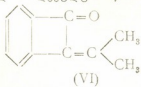
ქლორით თანამიმდევრულად ჩანაცვლებისა და ბენზოლის საფეხურებრივად ალკილირების წყალობით, ციკლის ჩაქეცვა ადვილად წარმოებს.

$\text{C}_{14}\text{H}_{16}$ —ნახშირწყალბადის ქიმიური ქცევის შესწავლის გზით მიღებული შედეგები მნიშვნელოვანწილად განამტკიცებენ ამ შეხედულებებს. მიუხედავად ამისა, უნდა აღინიშნოს, რომ საკმაოდ მკაფიოდ გამომკვლავნებული ინერტული ხასიათი და უარყოფითი რეაქციები ორმაგ კავშირებზე გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ დასახელებული ნახშირწყალბადისათვის უფრო შესაფერისია (V) სტრუქტურა, შეუღლებული ორმაგკავშირებიანი სისტემით მოლეკულაში



$\text{C}_{14}\text{H}_{16}$ —ნახშირწყალბადი ლ. ტ. 82,6—83,3° კარგად იხსნება ეთერში, ბენზოლსა და ქლოროფორმში, გაცილებით უფრო მწილად მეთანოლსა და ეთანოლში. იგი არ აუფერულებს ბრომიან წყალს და არ რეაგირებს პერმანგანატის სუსტ ტუტთან ხსნართან.

ჩვეულებრივ პირობებში ოთახის ტემპერატურაზე პლატინის კატალიზატორით არ ჰიდრირდება. პიკრინის მგავასთან არავითარ პირობებში არ იძლევა პიკრატს. მისი შედარებით ადვილ პირობებში დაჯანგვით ყინულოვან მმარმგავაში ქრომის ანჰიდრიდით წარმოიქმნება აცეტონი და ნეიტრალური ხასიათის კრისტალური ნივთიერება, ლ. ტ. 173—174°, რომელიც ელემენტური შედგენილობითა და მოლეკულური წონით უპასუხებს (VI) კეტონს.





მაგრამ ქიმიური გამოკვლევის შედეგები საეცებით უარყოფს ამგვარ დაშვებას. იმავე მოსაზრებით უარყოფილ უნდა იქნეს აგრეთვე ჩვენი ნახშირწყალბადის იზომერული ალკილწარმოებული ნაფტალინებისა და კერძოდ ტეტრამეთილნაფტალინის წარმოქმნის შესაძლებლობა.

ექსპერიმენტული ნაწილი

რეაქციის გამოსავალი პროდუქტი—ტეტრამეთილბუტინდიოლი ჩვენ მიერ სინთეზებული იყო ა. ფავორსკის წესით, ა. ბაბაიანის მიერ აღწერილ პირობებში. ეთილის სპირტიდან ვადაკრისტალეზული გლიკოლი ლღვებოდა 94—96°. ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით ტეტრამეთილბუტინდიოლის ლ. ტემპერატურა მერყეობს 94—97°.

დიაცეტატს ვამზადებდით გლიკოლისა და ძმარმჟავა ანჰიდრიდის გამოანგარიშებულ რაოდენობათა დუღილით ცოტაოდენ ძმარმჟავანატრიუმთან ერთად. ფრაქციონირებით მიღებული იყო პროდუქტი, რომლის უდიდესი ნაწილი 74—76°-ის ფარგლებში იდინებოდა 2 მმ წნევაზე; d_4^{20} 0,9970. სინთეზებული დიაცეტატის აცეტილირების ხარისხს ვამოწმებდით ამ უკანასკნელის შესაბენით 0,5 N-ის კალიუმის ტუტის სპირტხსნარით.

ნივთიერების წონაკი 0,1440 გ შესაბენაზე დაიხარჯა 2,417 მლ. 0,5 N-ის სპირტხსნარი; თეორიულად საჭიროა 2,54 მლ.

უწყლო $AlCl_3$ -ის ტეტრამეთილბუტინდიოლის დიაცეტატთან ურთიერთქმედების მექანიზმის შესწავლის მიზნით მის განსაზღვრულ რაოდენობას ვათავსებდით სამყელა მრგვალიძირიან კულაში, რომელიც აღჭურვილი იყო უკუმაცივრით, და წვეთ-წვეთობით ვუმატებდით ტეტრამეთილბუტინდიოლის დიაცეტატს.

მორეაგირე ნივთიერებებს ვღებულვობდით მოლარული ფარდობით. იმის გამო, რომ რეაქცია არაჩვეულებრივად აზვირთებულად მიმდინარეობდა, კულას დროგამოშვებით ცივი წყლით ვაცივებდით. რეაქციის დამთავრების შემდეგ ზეთისებურ ფენს ვაწბობდით ეთერით, ეთერამონაწბობს ვაწრობდით გაუწყლოებული ნატრიუმის სულფატზე და ეთერს ვაცილებდით გამოხდით. ნაშთის მრავალჯერადი გამოხდით მიღებულ იქნა ფრაქცია დ. ტ. 64—66° 2,5—3 მმ წნევაზე;

ფრაქცია დ. ტ. 64—66°-ი 2,5—3 მმ წნევაზე შეიცავს ქლორს და აღებული დიაცეტატისაგან განსხვავებით არ იძლევა თვისებითს რეაქციას აცეტილენურ სამმაგ კავშირზე. მყისიერად აუფერულებს ბრომიან წყალს და პერმანგანატის სუსტ ტუტიან ხსნარს. ქლორის ოდენობრივი განსაზღვრა შემდეგ სურათს იძლევა:

ნაპოენია %:Cl—17,79

$C_{10}H_{16}O_2Cl$ —გამოთვლილია %:Cl—17,32.

არსებობს საფუძველი ვიფიქროთ, რომ სარეაქციო ნარევის ყინულიანი წყლით ვაცივებით და უწყლო $AlCl_3$ -ის ძალიან მცირე ოდენობების ფრთხილად დამატებით 1—1,5 საათის განმავლობაში 2,5—დიმეთილ—3—ქლორ—



4—აცეტოქსიპექსაღიენ—2,4-თან ერთად მიიღება 2,5 — დიმეტილ — 2 — ქლორ—5—აცეტოქსიპექსინ—3-ის გარკვეული რაოდენობაც.

ფრაქციის 64—66°-ი 2,5—3 მმ წნევაზე ქრომის ანჰიდრიდით ყინულოვან ძმარმეავაში დაქანგვის პროდუქტებიდან ჩვენ შევძელით აცეტონისა და მეთუნმეავას გამოყოფა და მათი იდენტიფიცირება. პირველი მათგანი იდენტიფიცირებულ იქნა იოდოფორმის რეაქციით, ხოლო მეორე—სუფთა მეთუნმეავას ნიმუშთან შერეული სინჯის ლობის ტემპერატურის განსაზღვრით.

| | მოლი მ. | ფარდობა |
|---------------------------------|---------|---------|
| ტეტრამეთილბუტინდიოლის დიაცეტატი | 50 გ. | 0,221 1 |
| ბენზოლი | 150 გ. | ~2 10 |
| უწყლო $AlCl_3$ | 60 გ. | 0,45 2 |

კულას ვაცივებით ყინულიანი წყლით, ბენზოლისა და უწყლო $AlCl_3$ -ის ნარევის ენერგიულად ვურევდით სარეველით და 30—40 წუთის განმავლობაში წვეთ-წვეთობით ვუმატებდით ტეტრამეთილბუტინდიოლის დიაცეტატს. ამის შემდეგ ნარევის ძალიან ფრთხილად ვათბობდით თანდათანობით 1,5—2 საათის განმავლობაში 70—75°-მდე. ვათბობასთან ერთად იწყებოდა ქლორწყალბადის გამოყოფა, რაც გრძელდებოდა რეაქციის მსვლელობის მთელ მანძილზე.

მაქსიმალური ტემპერატურა პროცესის ბოლოს 82—85°-ს არ აღემატებოდა. 7 საათის შემდეგ რეაქციას ვწყვეტდით, კულას ვაცივებით ოთახის ტემპერატურამდე და წარმოქმნილ კომპლექსს ვშლიდით შემეფავებული წყლით. ზეთისებურ ფენას ვაწბობდით ეთერით. ეთერის ამონაწობს ვაშრობდით გაუწყლებულ ნატრიუმის სულფატზე, გამხსნელს ვაცილებდით გამოხდით და ნაშთს ვაფრაქციონირებდით. სულ ამ გზით მიღებული იყო 55 გრამამდე კონდენსატი.

I—ფრაქცია დ. ტ. 47—49° 4 მმ წნევაზე 12,2 გ ~ 22%

II—ფრაქცია დ. ტ. 70—90° 4 მმ წნევაზე 6,3 გ ~ 11%

III—ფრაქცია დ. ტ. 122—150° 4 მმ წნევაზე 16,5 გ ~ 30%

მესამე ფრაქციის გამოსავალი ცალკეული ცდების დროს 40—45% აღწევდა. დიდი ნაწილი ამ ფრაქციისა დაკრისტალდა. საჭიროა ხაზი გაგვას იმ გარემოებას, რომ რეაქციის წარმატებით ჩასატარებლად ზემოაღწერილი პირობების გარდა ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს უმაღლესი ხარისხის სისუფთავის უწყლო $AlCl_3$ -ის გამოყენება. იმისდა მიხედვით, თუ როგორ უწყლო $AlCl_3$ -ს ვიყენებდით, რიგ შემთხვევაში თითქმის ვერ ვახერხებდით რეაქციის კრისტალური პროდუქტის მიღებას, უწყლო $AlCl_3$ -ის იმავე ნიმუშების გამოყენება კი სხვა ობიექტებისათვის სრულიად დამაკმაყოფილებელ შედეგებს იძლეოდა.

ზემოაღნიშნული ფართო ფრაქციების მრავალჯერადი გამოხდით მიღებულ იქნა: 1-ლი ფრაქცია დ. ტ. 64—65° 2—3 მმ წნევაზე. იგი ქლოროეთერ (I)-ის იდენტური აღმოჩნდა. მე-2 ფრაქცია, დ. ტ. 109° 2 მმ წნევაზე. № 1,5255—ამ ფრაქციიდან გამოხდის საშუალებით (მათ შორის მალალეფეპტურ სვეტში) ინდივიდუალური ნივთიერების გამოყოფის არაერთგზისი-



ცდა უშედეგო აღმოჩნდა. იგი ენერგიულად აუფერულებს ბრომიან წყალს და პერნანგანატის სუსტ ტუტთან წყალს. არ იძლევა დადებით რეაქციას აცეტილენურ სამმაგ კავშირზე. მარილმეცავა ჰიდროქსილამინთან და სემიკარბაზიდთან სრულებით არ რეაგირებს. მოლეკულური წონა ნაპოვნია (კრიოსკოპიული გზით) 227-235. თუმცა დასახელებული ფრაქციის შესაპვნაზე იხარჯება ცოტა უფრო ნაკლები რაოდენობა 0,5 N-ის KOH-ის სპირტხსნარისა, ვიდრე თეორიულადაა საჭირო, თვით ფაქტი მისი შესაპვნისა არავითარ ექვს არ იწვევს. მისი დაქანგვის პროდუქტებში იდენტიფიცირებულია ბენზოის მეცავა, რომელიც გამოყოფილი იყო სუბლიმაციის სახით. ამ უკანასკნელის ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრამ სუფთა ბენზოის მეცავს ნიმუშთან დეპრესია არ მოგვცა. დაქანგვის პროდუქტებში იოდოფორმის რეაქციის შემწეობით შევძელით აგრეთვე აცეტონის აღმოჩენა. ელემენტური ანალიზის მონაცემები საკმაოდ ახლოს უპასუხებს $C_{16}H_{20}O_2$ -ს. აღნიშნული ფაქტების საფუძველზე ჩვენ მიგვაჩნია, რომ ფრაქცია დ. ტ. 109°-ი 2 მმ წნევაზე ძირითადად შედგება უჯერი არომატულ-ალიფატური ეთერისაგან (III), რომელსაც უმნიშვნელო რაოდენობით შერეული აქვს $C_{14}H_{16}$ ნახშირწყალბადი.

რეაქციის კრისტალური პროდუქტის ლ. ტ. 82,6—83,3° (ორჯერ გადაკრისტალებული ეთილის სპირტიდან) მოლეკულური წონა ნაპოვნია (კრიოსკოპიული გზით) 189,7; 189,5; მოლეკულური წონა, გამოთვლილი $C_{14}H_{16}$ -თვის—184.

ელემენტური ანალიზი

ნაპოვნია %:C 91,63; 91,74; H 8,57; 8,87

$C_{14}H_{16}$ —გამოთვლილია %:C 91,3; H 8,7

82,6—83,3° ლ. ტემპერატურის მქონე კრისტალური ნივთიერების დაქანგვა ქრომის ანჰიდრიდით

დაახლოებით 1,5 გ ნივთიერებას (ლ. ტემპერატურა 82,6—83,3°) ვხსნიდით 20—25 მლ ყინულოვან მმარმეცავში და 1—1,5 საათის განმავლობაში მცირე რაოდენობით ვუმატებდით 3 გრამამდე CrO_3 -ს. რეაქციის ბოლოს ნარევეს დაახლოებით 10 წუთის განმავლობაში ვაცხელებდით 100°-მდე წყლის აბაზანაზე. რეაქციის დამთავრების შემდეგ ნარევეს ვაზავებდით ცივი წყლით და ამ დროს გამოყოფილ დაქანგვის მყარი პროდუქტს სითხისაგან გაფილტვრით ვაცილებდით. ფილტრატდან ვხდიდით 20—25 მლ წყალს. 5 მლ გამონახადს ვათავსებდით სინჯარაში, ვუმატებდით რამდენიმე წვეთ იოდის მძღარ ხსნარს იოდკალიუმში და მასვე წვეთ-წვეთობით ვასხამდით 10%-ან NaOH-ის ხსნარს იოდით გამოწვეული შეფერადების გაქრობამდე. შეფერადების გაქრობასთან ერთდროულად შესამჩნევი ხდებოდა დამახასიათებელი „რძისებური სიმღვრივის“ წარმოქმნა და საგრძნობი რაოდენობით იოდოფორმის გამოყოფა დანალექის სახით. დაქანგვის მყარი პროდუქტი თავდაპირველად წარმოადგენდა მორუხო-თეთრი ფერის წვევად მასას, რომელიც საფუძვლიანი გარეცხვის შემდეგ მსხვრევადი ხდებოდა. ამ უკანასკნელის ორჯერადი გადაკრისტალებით ეთილის სპირტიდან გამოყოფილ იქნა თეთრი კრისტალური ნივთიერება (ლ. ტ. 173—174°).

173—174° ლ. ტემპერატურის მქონე კრისტალური ნივთიერებისათვის. ნაპოვნია მოლეკულური წონა (კრიოსკოპიული გზით) 161,62, გამოთვლილი $C_{11}H_{10}O$ -ს მიხედვით—158.

ელემენტური ანალიზი

ნაპოვნია %: C 83,15 H 6,47

$C_{11}H_{10}O$ —გამოთვლილია %: C 83,54; H 6,32

173—174° ლ. მქონე კრისტალური ნივთიერების დაქანგვა ქრომის ანჰიდრიდით

173—174° ლ. ტ. მქონე კრისტალური ნივთიერების მცირე რაოდენობის დაქანგვით ზემოაღწერილ პირობებში 3,5—4 საათის განმავლობაში შევქელით აცეტონის იდენტიფიცირება და ნეიტრალური ხასიათის კრისტალური პროდუქტის გამოყოფა, რომელიც ლღევა 203—204°-ის ფარგლებში. როგორც წინა ცდის დროს, ისე ამ შემთხვევაშიც გამოყენებული იყო აცეტონის მიმართ წინასწარ შემოწმებული ქიმიურად სუფთა რეაქტივები.

$C_{14}H_{16}$ —ნახშირწყალბადის დაქანგვა ქრომის ანჰიდრიდით მკაცრ პირობებში

1 გ ნივთიერება შეთბობისას გავხსენით 25 მლ ყინულოვან ძმარმეავაში და დავემატეთ 5—8 გ CrO_3 . დაქანგვა გრძელდებოდა ხსნარის პერიოდულად შეთბობისას სამი საათის განმავლობაში. ამის შემდეგ ნარევი განზავდა წყლით და მრავალჯერ ამოიწხო ეთერით. ეთერის ამონაწობი ირეცხებოდა წყლით, შრებოდა გაუწყლოებული ნატრიუმის სულფატზე და ორთქლდებოდა წყლის აბაზანაზე ეთერისა და ამოწობილი ძმარმეავას სრულ დაცილებამდე. ამ გზით მიღებულ ნაშთში კარბონმეაყვები ვერ აღმოვაჩინეთ. ნაშთი ხელმეორედ დავეანგეთ და დავამუშავეთ ზემოაღწერილ პირობებში. დაქანგვის პროდუქტებში ფლუორესცენის რეაქციის შემწეობით იდენტიფიცირებულია ო-ფტალის მეაყე. სუბლიმაციის საშუალებით გამოყოფილ იქნა აგრეთვე მეაყე, რომელიც სუფთა მეაუნმეავას შერეულ სინჯთან იძლევა ლობის ტემპერატურის მცირე დეპრესიას 96—98°-მდე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის

ქიმიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 2.10.1954)

დამიწმობული ლიტერატურა

1. P. M. Лагидзе. Реакции конденсации в присутствии хлористого алюминия ароматических углеводородов с уксуснохлоридными эфирами предельных многоатомных спиртов и γ -ацетиленовых гликолей. Докторская диссертация, Москва, 1952.
2. P. M. Лагидзе и А. Д. Петров. Об алкилировании бензола дианетатом 1,4-бутдиола в присутствии $AlCl_3$. ДАН СССР, т. 83, 1952, стр. 235.
3. P. M. Лагидзе и А. И. Двалишвили. Об алкилировании бензола дианетатом 1,1'-этинилденбисциклопентанола в присутствии $AlCl_3$. Сообщения АН ГССР, т. XVI, № 3, 1955.
4. С. В. Лебедев. Жизнь и труды. Ленинград, 1938, стр. 90—105.

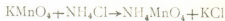


ქიმიური ტექნოლოგია

რ. აბლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი) და
მ. ზქელიშვილი

ამონიუმის პერმანგანატის მიღება ფერომანგანუმის ანოლური
ბაზსნით

ცნობილია ამონიუმის პერმანგანატის მიღების ქიმიური წესი, რაც მდგომარეობს კალიუმის ან ვერცხლის პერმანგანატის მოქმედებაში ამონიუმის ქლორიდზე.



ამონიუმის პერმანგანატი ჩვენ მიერ მიღებული იყო ამონიუმის სულფატის ხსნარებში ფერომანგანუმის ანოლური გახსნით.

ამონიუმის პერმანგანატი მიიღებოდა 37% დენის გამოსავალით 100 გ/ლ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ის შემცველი ხსნარებიდან, ანოლზე დენის სიმკვრივის დროს 1000-დან 2000 ამპერამდე კვადრატულ მეტრზე.

ფერომანგანუმის ანოლური გახსნის პროცესი საგრძნობლად უმჯობესდება ამონიუმის სულფატის შემცველ ელექტროლიტზე განსაზღვრული რაოდენობით, ფოსფორმეფას—პერმანგანატის კარგი სტაბილიზატორის—დამატებით.

კათოდად ვიყენებდით უჟანგავი ფოლადის ფირფიტებს. დენის სიმკვრივის ვცვლიდით 1200-დან 2000 ამპ.-მდე/მ². ცდების შედეგად (ცხრ. 1) ჩვენ მიერ მიღებულ იქნა მანგანუმის მჟავა 14,9-დან 26,0%-მდე დენით გამოსავლით.

ჩატარებულ ცდებში გათვალისწინებული არ იყო ელექტროლიტის გაციება და პროცესის დროს ელექტროლიტი 40°-მდე თბებოდა.

შემდეგი ცდები ჩაატარეთ აგრეთვე ფოსფორმეფა ამონიუმის ხსნარებში ფერომანგანუმის ანოლური გახსნის პროცესზე სხვადასხვა ფაქტორის გავლენის დასადგენად. ცდები ტარდებოდა 200 მლ სამუშაო მოცულობის მინის აბაზანაში (ნ. ფოტოსურათი 1). 10 სმ სიმაღლისა და 25 მმ დიამეტრის ფერომანგანუმის ანოდი თავსდებოდა თითბრის მილისაგან დამზადებულ კლაკნილა კათოდს შორის. ელექტროლიტის დაბალი ტემპერატურის შესანარჩუნებლად კლაკნილა კათოდის შიგნით ვატარებდით ცივ წყალს.

ჩვენ მიერ გამოყენებული ანოდები გამოვადნეთ მაღალი სიხშირის ღუმელში და ცილინდრული ფორმის ღეროებად ჩამოვასხით სპეციალურ ყალიბებში. ანოდები შეიცავდნენ 77,18% Mn, 14,46% Fe, 1,18% Si, 0,35% P და 6,47% C.

ელექტროლიტად გამოყენებული გვექონდა ორ- და სამჩანაცვლებული ფოსფორმეფა ამონიუმის მარილების წყალხსნარები. ელექტროლიტის ოპტი-



ანოდი—ნაზშირბადიანი ფერომანგანუმი.

კათოდი—ჟეანგავი ფოლადი.

დენის სიმკვრივე კათოდზე—1000 ა/მ².

ელექტროლიტი—ფოსფორის მჟავა, 200 მლ რაოდენობით, წონაჯუთრი 1,715.

მანძილი ანოდსა და კათოდს შორის 1 სმ.

| №№ რიგზე | დენის ძალა ამპერებით | ძაბვა მომკე- რებზე ვოლტ- ტებით | მიღებული HMnO ₄ გრამო- ბით | დენის სიმკვრი- ვე ანოდზე ა/დმ ² | ელექტროლიზის ხანგრძლივობა საათობით | ელექტროლი- ტის ტემპერა- ტურა °C | HMnO ₄ დენით გამოსავალი % | ელექტრონერგის ხარჯი HMnO ₄ მს/გ |
|----------|-------------------------|--------------------------------------|---|---|--|---------------------------------------|---|--|
| 1 | 1,4 | 5,1 | 1,1653 | 20 | 7 | 20 | 26,07 | 30,0 |
| 2 | 1,4 | 5,2 | 2,0653 | 20 | 16 | 20 | 16 | 50,0 |
| 3 | 2,0 | 4,6 | 0,2528 | 12 | 1 | 36 | 14,9 | 47,9 |
| 4 | 2,0 | 4,6 | 0,2530 | 18 | 1 | 34 | 21,3 | 33,0 |

შენიშვნა: ელექტროლიზის შემდეგ ანოდი მქრტალია.

მალური პირობების დასადგენად ჩატარებული ცდების შედეგები მოგვყავს 2 და 3 ცხრილში. ამ ცდების დროს შესწავლილია როგორც ორჩანაცვლებული, ისე სამჩანაცვლებული ფოსფორმჟავა ამონიუმის კონცენტრაციის გავლენა.

უნდა შევნიშნოთ, რომ ფოსფორმჟავა მარილების წყალხსნარებში მანგანუმის ან ფერომანგანუმის ანოდური გახსნისას ელექტროლიტის კონცენტრაციის ან დენის სიმკვრივის მიხედვით მიიღება ხსნარები, რომლებიც შეიცავენ სხვადასხვა ვალენტოვნებაში (3, 4, 6 და 7) დაქანულ მანგანუმს.

(HN₄)₂HPO₄ კონცენტრაციის გავლენას 50—100 გ/ლ ფარგლებში ვიკვლევდით. დენის სიმკვრივე ამ ცდების დროს მიახლოებით იყო 15—16 ა/დმ².

როცა ელექტროლიტი 50 გ/ლ ორჩანაცვლებულ ფოსფორმჟავა ამონიუმს შეიცავდა, ფერომანგანუმის გახსნის პროცესი ძირითადად ოთხვალენტიანი მანგანუმის წარმოქმნით მიმდინარეობდა. ხსნარში ვლუბულობდით ეანგეულეებისა და ჰიდროქანგების დიდი რაოდენობით შემცველ ლექს.

საუკეთესო შედეგები (ამონიუმის პერმანგანატისათვის დენით გამოსავალი 37,85—36,28% და ელექტრონერგის ხარჯი 17—18 კვ საათი კილოგრამზე) მივიღეთ მაშინ, როდესაც (NH₄)₂HPO₄-ის კონცენტრაცია ელექტროლიტში 100-დან 300 გ/ლ-მდე იყო.

400 გ/ლ ხსნარების ელექტროლიზის დროს პერმანგანატისათვის დენით გამოსავალი მცირდებოდა 27%-მდე, ხოლო ელექტრონერგის ხარჯი შეადგენდა 21,8 კვ საათს კილოგრამზე. ამ შემთხვევაში პროდუქტის გამოსავალი 82%-ს არ აღემატებოდა.

მოყვანილი შედეგებიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ორჩანაცვლებული ფოსფორმჟავა ამონიუმის კონცენტრაციის გადიდება 100-იდან 300 გ/ლ-მდე არ იწვევს ფერომანგანუმის ანოდური გახსნის პროცესში მნიშვნელოვან



ელექტროლიზის კონცენტრაციის გავლენა ფერომანგანუმის ანოდური გახსნის პროცესზე ანოდი—ნახშირბადიანი ფერომანგანუმი.

კათოდი—თითბრის კლაკნილა, დენის სიმკვრივე კათოდზე 8 ა/დმ².

ელექტროლიტი— $(NH_4)_2HPO_4$ -ის წყალხსნარი, დენის ძალა 4 ა.

ელექტროლიზის ტემპერატურა—18°C.

ანოდსა და კათოდს შორის მანძილი—1 სმ.

ელექტროლიზის ხანგრძლივობა—10 საათი.

| №№ რიგზე | ძაბვა აბაზანის მომკერებზე ვოლტებით | ელექტროლიტის კონცენტრაცია მლ $(NH_4)_2HPO_4$ | დენის სიმკვრივე ანოდზე ა/დმ ² | ელექტროლიტის მოცულობა ცდის დასაწყისში მლ | მიღებული $(NH_4)_2HPO_4$ რაოდენობა გრამებით | რკინის რაოდენობა ელექტროლიტში გრამებით | მანგანუმის რაოდენობა ელემენტში გრამებით | რკინის რაოდენობა ელემენტში გრამებით | დენით გამოსავალი %-ობით | პროდუქტის გამოსავალი %-ობით | ელექტროფორების ხარჯი კვს/გრ NH_4, Mn, O_2 -ზე |
|----------|------------------------------------|--|--|--|---|--|---|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---|
| 1 | 7 | 50 | 15,3 | 170 | | | | | | | |
| 2 | 6 | 100 | 15,0 | 200 | 12,4940 | 0,857 | | | 37,85 | | 22 |
| 3 | 200 | 16,0 | 200 | 12,3000 | 0,525 | 0,315 | 0,189 | | 36,75 | 80 | 18 |
| 4 | 4,4 | 30,0 | 14,0 | 200 | 11,6449 | 0,909 | 0,315 | 0,195 | 35,28 | 80 | 17 |
| 5 | 4,3 | 400 | 15,5 | 200 | 8,9214 | 0,713 | 0,320 | 0,167 | 27,00 | 82 | 21,8 |

შ ე ნ ი შ ე ნ ა

ცდა 1.
ელექტროლიზის დასაწყისში შეიმჩნეოდა პერმანგანატის წარმოქმნა. შემდეგ ანოდი დაიფარა ჰიდროქსიდის სქელი ფენით და პერმანგანატის წარმოქმნა შეწყდა

ცხრილი 3

ელექტროლიტის კონცენტრაციის გავლენა ფერომანგანუმის ანოდური გახსნის პროცესზე ანოდი—ნახშირბადიანი ფერომანგანუმი.

კათოდი—თითბრის კლაკნილა.

ელექტროლიტი—წყალხსნარი $(NH_4)_2PO_4$ -ის, 200 მლ რაოდენობით.

ანოდსა და კათოდს შორის მანძილი 1 სმ.

დენის ძალა—4,5 ა.

ელექტროლიზის ხანგრძლივობა—2 ს.

| №№ რიგზე | $(NH_4)_2PO_4$ კონცენტრაცია | ძაბვა აბაზანის მომკერებზე ვოლტებით | დენის სიმკვრივე ანოდზე ა/დმ ² | დენის სიმკვრივე კათოდზე ა/დმ ² | NH_4, Mn, O_2 მიღებული რაოდენობა გრამებით | ელექტროლიტის ტემპერატურა °C | გახსნილი ანოდის წონა გრამებით | დენით გამოსავალი %-ობით | პროდუქტის გამოსავალი %-ობით | ელექტროფორების ხარჯი კვს/გრ NH_4, Mn, O_2 |
|----------|-----------------------------|------------------------------------|--|---|---|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---|
| 1 | 50 | 11,5 | 20 | 9,0 | 1,8225 | 21 | 1,94 | 27,66 | 47,0 | 56,8 |
| 2 | 80 | 9,0 | 21 | 7,5 | 1,3430 | 22 | 2,03 | 20,38 | 33,6 | 60,0 |
| 3 | 100 | 7,7 | 21 | 7,5 | 0,8880 | 22 | 1,95 | 12,45 | 18,2 | 73,9 |
| 4 | 120 | 7,3 | 22 | 9,0 | 0,9325 | 24 | 2,01 | 14,22 | 24,7 | 73,0 |

შ ე ნ ი შ ე ნ ა

ფერომანგანუმის ანოდები ამ ცდებში დაიფარა ჰიდროქსიდის სქელი ფენით.



ცვლილებებს. ამ კონცენტრაციის ფარგლებში ლექში გადასული მანგანუმისა და რკინის რაოდენობა თითქმის არ იცვლება. რკინის საგრძნობი ნაწილი ელექტროლიტში რჩება.

საესებით სხვა სურათია სამჩანაცვლებული ფოსფორმეცავა ამონიუმის გამოყენებისას. ამ შემთხვევაში კონცენტრაციის გავლენას ვიკვლევდით 50—120

ცხრილი 4

დენის სიმკვრივის გავლენა ფერომანგანუმის ანოდური გახსნის პროცესზე
 ანოდი—ნახშირბადიანი ფერომანგანუმი 200 მლ რაოდენობით
 ელექტროლიტი— 300 გ/ლ (NH₄)₂HPO₄.
 კათოდი— თითბრის მიღები.
 ანოდსა და კათოდს შორის მანძილი—1 სმ.
 ელექტროლიტის ზანგრძლივობა 5 საათი.

| №№ რიგზე | დენის ძალა ამპერებით | ძაბვა აბახანის მომენტებზე ვოლტებით | ელექტროლიტის შემდეგ ელექტროლიტის რაოდენობა მლ | გახსნილი ანოდის რაოდენობა გრამებით | დენის სიმკვრივე ანოდზე ა/დმ ² | ელექტროლიტის ტემპერატურა °C | ელექტროლიტის ზანგრძლივობა საათობით | დენის სიმკვრივე კათოდზე ა/დმ ² | მიღებული რაოდენობა გრამებით | დენით გამოსავალი %-ობით | რკინის რაოდენობა ელექტროლიტში გრამობით | პროდუქტის გამოსავალი %-ობით | ელექტროენერგიის ხარჯი კვს/გრ. Ni, MnO ₂ |
|----------|----------------------|------------------------------------|---|------------------------------------|--|-----------------------------|------------------------------------|---|-----------------------------|-------------------------|--|-----------------------------|--|
| 1 | 1 | 3,1 | 200 | 0,55 | 3,7 | 17,0 | 5 | 7,0 | 7,777 | 21,2 | 0,178 | 70,0 | 20,0 |
| 2 | 1 | 3,4 | 200 | 0,70 | 6,6 | 17,0 | 5 | 7,4 | 0,812 | 22,2 | 0,145 | 60,0 | 20,0 |
| 3 | 4 | 4,3 | 200 | 4,75 | 11,0 | 10,5 | 5 | 7,0 | 5,384 | 36,8 | 0,412 | — | 16,0 |
| 4 | 4 | 4,8 | 195 | 2,60 | 14,0 | 17,0 | 5 | 7,0 | 5,299 | 36,2 | 0,511 | 100,0 | 18,0 |
| 5 | 4 | 5,1 | 185 | 2,90 | 22,5 | 17,5 | 5 | 7,4 | 5,396 | 36,8 | 0,510 | 93,0 | 19,0 |
| 6 | 4 | 6,0 | 185 | 3,00 | 31,0 | 19,0 | 5 | 6,0 | 5,525 | 37,7 | 0,520 | 92,0 | 20,0 |
| 7 | 9 | 5,8 | 175 | 3,65 | 33,5 | 30,0 | 2 | 16,6 | 5,997 | 45,53 | 0,596 | 82,3 | 17,4 |
| 8 | 9 | 7,0 | 170 | 3,85 | 60,0 | 27,0 | 2 | 10,0 | 6,0454 | 45,90 | 0,5885 | 81,7 | 20,8 |
| 9 | 9 | 9,5 | 175 | 3,70 | 85,0 | 32,0 | 2 | 17,0 | 6,4348 | 48,85 | 0,664 | 88,0 | 26,5 |
| 10 | 9 | 9,6 | 175 | 3,90 | 90,0 | 30,0 | 2 | 17,0 | 6,3189 | 47,97 | 0,5667 | 85,4 | 27,3 |
| 11 | 4 | 7,0 | 185 | 3,65 | 90,6 | 21,0 | 5 | 7,0 | 7,830 | 53,4 | 0,5000 | 100,0 | 18,0 |

შენიშვნა: შემავალი წყლის ტემპერატურა—14 ყველა ცდის დროს მიღებული იყო ლექის მცირე რაოდენობა. ანოდები გახსნისას ელვარებას არ კარგავდნენ. 9 და 10 ცდებში კონტრაქტები ხურდებოდა.

გ/ლ ფარგლებში (ცხრილი 3). საგულისხმოა, რომ ელექტროლიტის კონცენტრაციის გადიდებისთან ერთად დენით გამოსავალი ძალზე დაეცა (28%-იდან 14,22%-მდე), ხოლო ელექტროენერგიის კუთრი ხარჯი ამ მარილის წყალხსნარების ცუდი ელექტროგამტარებლობის გამო საგრძნობლად გაიზარდა. ხსნარში ვლდებულობით დიდი რაოდენობის ლექს, ფერომანგანუმის ანოდები მეტალების ეანგეულებით და ჰიდროქანგებით იფარებოდა და პროდუქტის გამოსავალი¹ დაბალი იყო.

¹ პროდუქტის გამოსავლად ჩვენ ვგულისხმობთ ანოდურად გახსნილი მანგანუმის იმ ნაწილს, რომელიც პერმანგანატად გარდაიქმნა.

ფერომანგანუმის ანოდური გახსნის პროცესზე დენის სიმკვრივის გავლენა ჩვენ მიერ შესწავლილი იყო აგრეთვე 300 გ/ლ კონცენტრაციის მქონე ორჩანაცვლებული ფოსფორმჟავა ამონიუმის შემცველ ხსნარებზეც. ამ ცდებში ფერომანგანუმის ანოდები ელექტროლიზის მთელ ხანძილზე ინარჩუნებდნენ ელვარებას და ხანარი მცირე რაოდენობით შეიცავდა ლექა. რკინა თითქმის მთლიანად გადიოდა ხსნარში.

ცდების შედეგები 4 ცხრილშია წარმოდგენილი. 5-საათიანი ცდებისას ამონიუმის პერმანგანატის მიმართ ხსნარი ნაჯერი ხდებოდა და მისგან კრისტალები გამოიყოფოდა.

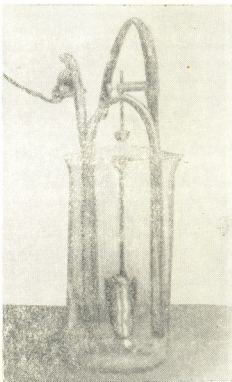
ორჩანაცვლებული ფოსფორმჟავა ამონიუმის შემცველი ნაჯერი ხსნარი შეიცავს 300 გ/ლ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ -ის შემთხვევაში მხოლოდ 26 გ/ლ ამონიუმის პერმანგანატს, მაშინ როდესაც 400 გ/ლ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ -ის შემთხვევაში ნაჯერ ხსნარში 20 გ/ლ NH_4MnO_4 -ია.

მე-4 ცხრილის მონაცემებიდან გამომდინარეობს, რომ დენის სიმკვრივის გადიდებასთან ერთად დიდდება დენით გამოსავალი. თუ 3,7-დან 6,6 ა/დმ² დენის სიმკვრივის დროს დენით გამოსავალი მხოლოდ 21-22%-ს აღწევდა, 11 ა/დმ² დენის სიმკვრივის დროს იგი 36,8%-ს შეადგენდა, ხოლო 90 ა/დმ² დენის სიმკვრივის დროს 53,4%-ს აღწევდა.

ერთ კილოგრამ ამონიუმის პერმანგანატზე ელექტროენერჯის ხარჯი 17-20 კვ. საათის ფარგლებში იყო. გამონაყლის შეადგენენ 9 და 10 ცდები (ცხრ. 4), სადაც ცუდი კონტაქტის გამო აბაზანის მომჭერებზე ძაბვამ იმატა, რასთანაც დაკავშირებულია ელექტროენერჯის ხარჯის ზრდა. საუკეთესო პროდუქტის გამოსავალი 82-100% გვქონდა მაშინ, როცა დენის სიმკვრივე 14 და მეტს ა/დმ² შეადგენდა.

უნდა შევნიშნოთ, რომ, რადგან მოცემულ ცდებში, დენის მაღალი სიმკვრივის გამოყენების დროს, შესაძლებლობა არ გვქონდა ელექტროლიზის ტემპერატურა ნორმალურამდე დაგვეყვანა გამაციებელი ფართის სიმცირის გამო, აბაზანაში ხსნარი 2 საათის ელექტროლიზის შენდევ საგრძნობლად მცირდებოდა (მოცულობით 20-დან 30 მლ-მდე).

ამონიუმის პერმანგანატისათვის დენით გამოსავალზე ტემპერატურის გავლენის დასადგენად ცდებს ვატარებდით 40-50°C. ამ ცდების შედეგები მოყვანილია 5 ცხრილში.



სურ. 1



დენით გამოსავალი ამონიუმის პერმანგანატისათვის 40—50 C-ზე შედარებით დენით გამოსავალთან 18°-ზე შემცირდა დაახლოებით 2,5-ჯერ (16%-მდე). ელექტროენერგიის ხარჯი მაღალ ტემპერატურაზე რამდენადმე ნაკლებია (15,88 კვსაათი კვ NH₄MnO₄-ზე), ვიდრე 18° (17 კვსაათი კვ-ზე).

ამონიუმის პერმანგანატის კრისტალების დაგროვების მიზნით ჩავატარეთ ხანგრძლივი ცდები. ვაწარმოვეთ მიღებული კრისტალების ხელმეორედ გადაკრისტალების შემდეგ მიღებული პროდუქტის ანალიზი.

ერთჯერად გადაკრისტალებული ამონიუმის პერმანგანატის შემადგენლობაში იყო 98,6%_ა, ხოლო ორჯერ გადაკრისტალებულში 99,8%_ა NH₄MnO₄. საჯულისხმოა, რომ ამონიუმის პერმანგანატის კრისტალები ადვილად ფეთქდება.

ცხრილი 5

ელექტროლიტის ტემპერატურის გავლენა ფერომანგანუმის ანოდური გახსნის პროცესზე ანოდი—ნახშირბადიანი ფერომანგანუმი.

კათოდი—თითბრის კლანკლა, დენის სიმკვრივე კათოდზე 8 ა/დმ²

ელექტროლიტი — (NH₄)₂HPO₄ ხსნარი 300 გ/ლ. ელექტროლიტის რაოდენობა—250 მლ დენის ძალა—4 ა. ელექტროლიზის ხანგრძლივობა 2 საათი.

ანოდსა და კათოდს შორის მანძილი 1 სმ.

| მან რიგზე | ელექტროლიტის ტემპერატურა ოც | ძაბვა აბახანის მოამკურებზე ვოლტებით | დენის სიმკვრივე ანოდზე ა/დმ ² | მიღებული ამონიუმის პერმანგანატის რაოდენობა გრამობით | რკინის რაოდენობა ელექტროლიტში გრამობით | დენით გამოსავალი ო/ა-ობით | ელექტროლიზის შემდეგ ელექტროლიტის რაოდენობა (მლლიტრი) | ელექტროენერგიის ხარჯი კვს/კმ NH ₄ MnO ₄ | შენიშვნა |
|-----------|-----------------------------|-------------------------------------|--|---|--|---------------------------|--|---|--|
| 1 | 18 | 4,4 | 14,5 | 11,6449 | 0,909 | 35,28 | 245 | 17 | ელექტროლიზის ხანგრძლივობა 10 საათია. ანოდი ჟანგულის თხელი ფენით დაიფარა. |
| 2 | 40 | 3,55 | 15,3 | 0,9597 | 0,2462 | 16,20 | 210 | 30 | |
| 3 | 50 | 3,5 | 15,0 | 0,9366 | 0,2462 | 16,00 | 210 | 39 | |

დასკვნები

ჩატარებულია ცდები და შერჩეულია ოპტიმალური პირობები ამონიუმის პერმანგანატის მიღებისა მანგანუმის ანოდური გახსნით ორჩანაცვლებული ფოსფორმევა ამონიუმის წყალხსნარებში.

აი ეს პირობები:

ცდის დროს ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 25°C. ელექტროლიტი—ორჩანაცვლებული ფოსფორმევა ამონიუმი 300—400 გ/ლ.

ანოდსა და კათოდს შორის მანძილი—1—2 სმ.

დენის სიმკვრივე ანოდზე—11—90 ა/დმ².

ამ პირობების დაცვისას ელექტროლიზის მაჩვენებლებია:

დენით გამოსავალი—36—40%_ა.

პროდუქტის გამოსავალი—80—95%_ა.

1 კვ ამონიუმის პერმანგანატზე ელექტროენერგიის ხარჯი—17—24 კვს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10.11.1954)

რაჭისა და სამხრეთ ოსეთის კალოვიური ნალექების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ლ. დავითაშვილმა 5.5.1954)

კალოვიური ნალექები საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული რაჭისა და სამხრეთ ოსეთის ფარგლებში, სადაც რიონის ხეობიდან ისინი თითქმის უწყვეტი ზოლის სახით გადადიან ყვირილისა და ლიახვის სათავეებში. გარდა ამისა, დასავლეთ საქართველოს ფარგლებში ისინი აფხაზეთში გვხვდებიან.

ტრანსგრესიული კალოვიური ჩვეულებრივ ბაზალური კონგლომერატი იწყება, კუთხური უთანხმოებით აძევს უფრო ძველ ნალექებს და თითქმის ყველგან თიხოვან-ქვიშიანი ფაციესით არის წარმოდგენილი. მკვლევართა უმეტესობა ამ ნალექებიდან ქვედა კალოვიურის დამახასიათებელ ფორმებს ასახელებს, ხოლო ზედა კალოვიურის არსებობა მეტწილად სტრატиграფიული ხასიათის მოსაზრებებით მტკიცდება.

ჩვენ მიერ კალოვიური ნალექებიდან შეგროვებული ნამარხი ფაუნის შესწავლამ მათი დანაწილების საშუალება მოგვცა. ქვედა (*Macrocephalites macrocephalus*-ის ზონა) და ზედა კალოვიური (*Reineckeia anceps*-ის ზონა) მრავალ ისეთ ქრილში გამოიყოფა, სადაც ამ ზონათა არსებობა ან სულ არ ყოფილა დადგენილი, ან არ იყო პალეონტოლოგიურად დასაბუთებული.

გარდა ამისა, ცალკეულ შემთხვევებში ხერხდება იმ შრეების კალოვიური ასაკის დადგენა, რომელნიც ზოგჯერ სხვაგვარად თარიღდებოდნენ.

კალოვიური ნალექების შესწავლის ისტორიას დაწვრილებით იხილავს ი. კახაძე [4], რომელიც კრიტიკულად აჯამებს ყველა წინა გამოკვლევის შედეგებს. ამიტომ ამ წერილში კალოვიური ნალექების სხვადასხვა ქრილის განხილვისას ჩვენ მხოლოდ გზადაგზა შევხებით ზოგიერთ ძირითად შრომას.

რიონის ხეობაში პირველად ა. ჯანელიძემ [2] დაადგინა ქვედა კალოვიურის არსებობა მის მიერ სოფ. წესის მიდამოებში დაგროვებული მდიდარი ფაუნის საფუძველზე. აქ წყების ზედა ნაწილი ნამარხების მიხედვით ოქსფორდულად თარიღდება და, რადგანაც გადასვლა ქვედა კალოვიური და ოქსფორდული ფაუნის შემცველ შრეებს შორის სრულიად თანდათანია და დაღეჭვის შეწყვეტის არაერთარ კვალს არ ატარებს, ავტორის აზრით, წესში ზედაკალოვიურიც უნდა იყოს წარმოდგენილი.

აქ ქვედაკალოვიურ რუხ თიხებსა და ქვიშაქვებს, რომლებშიც ჩვენ ნაპოვნი გვაქვს *Macrocephalites macrocephalus* (Schloth.) Waag., *M. tumidus* Rein. და *Perisphinctes pseudopatina* Par. et Bon., განლაგებულია ნაცრისფე-

რი ქვიშიანი თიხები, რომლებიც შეიცავს *Hecticoceras lunuloides* Kil.-ს, ზედაკალოვიურის სახელმძღვანელო ნამარხს, ისეთ ფორმებთან ერთად, რომლებიც გვხვდება როგორც ქვედა-, ისე ზედაკალოვიურში (*Platistomaceras Jacobi* Corr., *Phylloceras disputabile* Zitt., *Pholadomya Wittlingeri* Waag. და *Phol. subexaltata* Kas.). ამგვარად, ზედაკალოვიურის არსებობა წესის კრილში პალეონტოლოგიურადაც დასაბუთდა.

წესის მიდამოებიდან კალოვიური ნალექების გამოსავლები ზოლად მიუყვება რიონის მარცხენა ნაპირის ფერდობებს აღმოსავლეთისაკენ. ყველგან, სადაც კალოვიურის კონტაქტი ქვეშდებარე წყებებთან ნორმალურია, იგი ბაზალური კონგლომერატით იწყება, რომელსაც მოსდევნებენ მეტწილად ნაცრისფერი ქვიშიანი, ზოგჯერ ფიქლებრივი თიხები და თიხიანი ქვიშაქვები მკვირვი კირქვიანი ქვიშაქვების შუაშრებებით. ზევითგან წყება თანდათან მდიდრდება ქვიშიანი და კირქვიანი მასალით, ასე რომ წყების ზედა ნაწილში ქვიშაქვები სჭარბობენ თიხებს.

წყების სიძლიერე აღმოსავლეთისაკენ თანდათან მატულობს და სოფ. ქორთის მიდამოებში, სადაც წყების ფუძე ეროზიის მიერ არაა გაშვივლებული, მისი ხილული სიძლიერე 270 მეტრს აღემატება.

მიუხედავად იმისა, რომ წინა მკვლევრები წესის აღმოსავლეთით რამდენიმე ადგილიდან ასახელებდნენ წყების კალოვიური ასაკის მაჩვენებელ მათ მიერ ნაპოვნ ცალკეულ ნამარხებს, წყების ქვედა ნაწილის ასაკი დაზუსტებას მოითხოვდა.

მდ. ბარულას ხეობაში პორფირიტულ წყებას ტრანსგრესიულად აძევს მსხვილ- და საშუალომარცვლოვანი ქვიშაქვები, რომლებიც კონგლომერატის შრით იწყება და მრავლად შეიცავს *Astarte barulense* Khim.-ს. მათ მოსდევნებენ მცენარეების ნაშთების შემცველი ფიქლებრივი თიხიანი ქვიშაქვები და გამოფიტვისას წვრილად შლადი ნაცრისფერი თიხები ქვიშაქვების შუაშრებებით. ი. კუხნეცოვმა [5] ეს შრეები ბათურად დაათარიდა, ხოლო გვარ *Astartes*-ის ზემოხსენებულ წარმომადგენლებს ნტკნარი წყლის ორსაგდულიანებად თვლიდა და, ბ. ჩერნიშევსკის განსაზღვრის თანახმად, მათ იურულ გვარს *Ferganocoha*-ს აკუთვნებდა. ასტარტიდები კი ნორმული მარილიანობის ზღვის ტბოვლებში არიან და მათი სიმრავლე განსაკუთრებით თხელი ზღვის სანაპირო ზოლისთვისაა დამახასიათებელი.

მდ. ბარულას ფერდობები მხოლოდ ზემოჩამოთვლილი ნალექებითაა შედგენილი. აქ ნაყარში ჩვენ ვიპოვეთ *Macrocephalites caucasicus* Djan. და *M. colchicus* Djan., ასე რომ მათი შემცველი შრეების კალოვიური ასაკი ექვს არ იწვევს.

ამ დასკვნას ის ფაქტიც ადასტურებს, რომ სოფ. კიბრევისა და შარდომეთის უახლოეს მიდამოებში ანალოგიურ ნაცრისფერ თიხებში ჩვენ დავაგროვეთ ძირითადად ქვედაკალოვიურის დამახასიათებელი ფორმები: *Macrocephalites caucasicus* Djan., *M. macrocephalus* (Schloth.) Waag. var. *madagascariensis* Lem., *Kepplerites* of., *goweri* Sow., *Perisphinctes* (*Choffatia*) *ballinensis* Neum., *Per. sp. ex gr. curvicosta* Opp.



ჩამოთვლილი ფორმებიდან მხოლოდ პირველი გვხვდება ქვედაკალოვიურის გარდა ზედაკალოვიურშიც.

ამავე წყებიდან სოფ. სევის მიდამოებში ჯერ კიდევ ა. ჯანელიძეს ([1], გვ. 130) ჰქონდა ნაპოვნი კალოვიური *Macrocephalites macrocephalus* (Schloth.) Waag. var. *compressus* Quenst. და *M. rotundus* Quenst.

აქვე, სოფ. ჭიბრევიდან სოფ. სევისაკენ მიმავალი გზის მიერ ხევის გადაკვეთის ადგილას, ნაცრისფერ ქვიშიან თიხებში, რომელნიც მკვრივ რუხ კონკრეციებსა და რუხი ქვიშაქვის შუაშრეებს შეიცავენ (სიმაღავე 100—120 მ), ჩვენ ვიპოვეთ ქვედაკალოვიურის სახელმძღვანელო ნამარხი. *Macrocephalites lamellosus* Sow. ზევით მოპყვებიან ფაუნით მდიდარი რუხი საშუალო მარცვლოვანი ქვიშაქვები. ამ ფაუნიდან დავასახელებთ მხოლოდ ყველაზე უფრო დამახასიათებელ ფორმებს: *Aequiptecten subinaequicostatus* Kas., *Phylloceras subobtusum* Kud., *Phyll. pseudoviator* Djan., *Hecticoceras punctatum* St. პირველი ორი ფორმა დასავლეთ ევროპაში კალოვიურის საზღვრებს არ სცილდება, *Hecticoceras punctatum* St. *Reineckeia anceps*-ის ზონის არსებობაზე მიგვიბოძებს, ხოლო *Phylloceras pseudoviator* Djan. როგორც ზედაკალოვიურში, ისე ოქსფორდულში გვხვდება.

ზევით მოწყობილი შრეებიდან უკვე ოქსფორდულის დამახასიათებელი ფორმები გვაქვს განსაზღვრული, ასე რომ აქაც ქვედაკალოვიური ფაუნით დამახასიათებელ შრეებსა და ოქსფორდულს შორის პალეონტოლოგიურად მტკიცდება ზედაკალოვიურის არსებობა.

იგივე სურათი მერაღდება სოფ. ჯოისუბნის რაიონშიც. აქ რუხ საშუალოდა მსხვილმარცვლოვან, ზოგჯერ კირქვიან ქვიშაქვებში (ფუძე არ ჩანს, ხილული სიმაღავე 40—50 მ), რომელთაც თავზე აძევს რიფული კირქვები, ჩვენ ნაპოვნი გვაქვს *Ceromya calloviensis* Kas., *Lytoceras Adelae* d'orb., *Phylloceras pseudoviator* Djan., *Hecticoceras metomphalum* Bon. და *H. Zieteni* Tsyt. მათგან პირველი საერთოდ კალოვიურისათვის არის დამახასიათებელი, შემდეგი ორი კალოვიურსა და ოქსფორდულში გვხვდება, ხოლო *Hecticoceras metomphalum* Bon. და *H. Zieteni* Tsyt. ზედაკალოვიურის სახელმძღვანელო ნამარხებია.

სოფელ ქრისტესისა და ხირზონისის მიდამოებში კალოვიურის არსებობა ზედაიურული ნალექების ფუძეში ისეთი ფორმების არსებობით დასტურდება, როგორცაა *Phylloceras subobtusum* Kud., *Phyll. disputabile* Zitt. და *Pholadomya subexaltata* Kas., მაგრამ კალოვიურის ზონებად დანაწილება აქ არ მოხერხდა.

სოფ. ქართის მიდამოებში ზედაიურული ნალექების ფუძეში არის მომწვანო-ნაცრისფერი ფიქლებრივი თიხების წყება, რომელსაც უკანასკნელ ხანამდე სხედასხვა ავტორი სხედასხვაგვარად ათარილებს. ასე, ი. კუნეცკოვი [5] გამოყოფს ამ წყებას „მწვანე ფიქლების წყების“ სახელწოდებით. მისი აზრით ეს წყება მთელ ბაიოსურს, ბათურსა და კალოვიურის ნაწილს მოიცავს. ა. ჯანელიძეს ([1], გვ. 35) აქედან მოჰყავს *Macrocephalites macrocephalus* Waag. და *Cadocaras modiolare* d'orb. და ამ შრეებს ქვედაკალოვიურად ათარილებს. ასეთივე აზრისაა ი. კახაძეც [4, გვ. 134].

ჩვენი მასალა ადასტურებს ა. ჯანელიძის მოსაზრებას. მომწვანო-ნაც-რისფერ თიხებში, ქვიშაქვის შუაშრეებით, ჩვენ შევავგროვეთ *Macrocephalites subcompressus* Waag., *M. caucasicus* Djan., *M. macrocephalus* (Schloth.), Waag. და *M. cf. transiens* Waag., რომელნიც აშკარად წყების ქვედაკალოვიურ ასაკზე მიგვითითებენ.

ქვიშანი თიხები ზევით თანდათან გადადიან ნამარხებით მდიდარ რუხ კირქვიან ქვიშაქვებში—ცნობილ „ქორთის შრეებში“. ამ შრეებიდან შეგროვებული მდიდარი ნამარხი ფაუნის შესწავლამ ა. ჯანელიძეს [3] საშუალება მისცა პალეონტოლოგიურად გამოეყო ოქსფორდული სართულის ზონები და დაეშვა ზედაკალოვიურის არსებობის შესაძლებლობა. უფრო გვიან ვ. პჩელინ-ცეკვა [6,7] ამავე შრეებიდან აღწერა ორსაგდულიანები, რომელთაგანაც უმრავლესობა კალოვიური აღმოჩნდა, თუმცა ოქსფორდული ფორმებიც არის.

ჩვენ ამ წყებიდან აღწერილი გვაქვს ამონიტებისა და ორსაგდულიანების მდიდარი ფაუნა, რომელიც საკუთრივ ოქსფორდულისა და კალოვიური და ოქსფორდული სართულისათვის საერთო ფორმების გარდა საკუთრივ კალოვიურ ფორმებს შეიცავს: *Phylloceras Kudernatschi* Hauer, *Phyll. Hatzeigi* Loczi, *Phyll. subobtusum* Kud., *Phyll. viator* d'orb., *Aequipecten fibroso-dichotomus* Kas., *Aequip. subinaequicostatus* Kas., *Lima subrinididula* Schl., *Limatula subhelvetica* Kas., მაგრამ ამ ფაუნის საფუძველზე არ შეიძლება გადაწყვეტა მთელი კალოვიურია აქ წარმოდგენილი, თუ მხოლოდ *Reineckeia anceps*-ის ზონა. უკანასკნელი დაშვების სასარგებლოდ, გარდა რაჰის სხვა ქრილებთან ანალოგიისა, ლაპარაკობს აღნიშნული შრეების ფუძეში ნაპოვნი ზედაკალოვიურის დამახასიათებელი ფორმა *Cosmoceras* cf. *Proniae* Teiss.

სოფ. ქორთის აღმოსავლეთით კალოვიურის ორივე ქვესართული გამოყოფილი იყო ი. კახაძის მიერ ([4], გვ. 154—164), რომელმაც სოფ. ეაშკვაში თიხებისა და ქვიშაქვების წყების ქვედა ჰორიზონტებიდან კალოვიურ ფორმებთან და კერძოდ ქვედაკალოვიურ *Perisphinctes pseudopatina* Par. et Bon-თან ერთად იპოვა ფორმები, რომელნიც ქვედა ოქსფორდის არსებობაზე მიგვითითებენ (*Aequipecten fibrosus* Sow., *Aequip. subfibrosus* d'orb., *Astarte multiformis* Roem. შემდეგ ამავე ავტორს მოჰყავს ქვედაკალოვიურისა და ოქსფორდულის სახელმძღვანელო ფორმები სოფ. წონის მიდამოებისა და რიბისის სინკლინის სხვადასხვა ადგილის ანალოგიური ნალექებიდან. ი. კახაძის აზრით, აქ ნალექების უწყვეტ წყებაში ზედაკალოვიურიც უნდა იყოს წარმოდგენილი. ამაზე მიგვითითებს სოფ. ეაშკვაში ნაპოვნი ზედაკალოვიურის სახელმძღვანელო ფორმა *Aequipecten subinaequicostatus* Kas. ამ ქვესართულის სახელმძღვანელო ფორმებს ი. კახაძე რიგ სხვა ადგილებიდანაც ასახელებს. ასე შევალთად, ჩილორის წყლისა და ჩორდულას ხეობაში ნაპოვნია *Aequipecten subinaequicostatus* Kas., *Phylloceras transiens* Pomp., *Phyll. cf. ovale* Pomp., ხოლო სოფ. თედელეთში *Phylloceras antecedens* Pomp.

სოფ. ცხმორში სხვა კალოვიურ ნამარხებთან ერთად ჩვენ ნაპოვნი გვაქვს ზედაკალოვიური ამონიტი *Platystomaceras cuenoty* Corr.

ყველა ზემოთ მოყვანილი ფაქტობრივი მონაცემის საფუძველზე კალოვიურის ორივე ქვესართულის არსებობა ამ რაიონისათვისაც საკმაოდ დასაბუთებულად უნდა ჩაითვალოს.

ამგვარად, რაქისა და სამხრეთ ოსეთის კალოვიურ ნალექებში ყველგან, სადაც საკმარის რაოდენობით გვხვდება ფაუნა, გამოიყოფა კალოვიურის ორივე ზონა—*Macrocephalites macrocephalus*-ის და *Reineckeia anceps*-ის ზონა. კერძოდ, ამ ზონების გამოყოფა მოხერხდა წესში, ბარულას ხეობაში და სოფ. სევის, ჯოისუბნის, ხირხონისის, ქორთისა და ცხმორის მიდამოებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 პალეობიოლოგიის სექტორი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.5.1954)

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Джanelidze. Геологические наблюдения в Окрибе и смежных частях Рачи и Лечхума. Тбилиси, 1940.
2. A. I. Djanelidze. Les ammonites jurassiques de Tsessi, Bull. de l'inst. Géol. de Géorgie, vol. I, fasc. I, Tiflis, 1933.
3. A. I. Djanelidze. La faune jurassique de Kortha et son âge. Bull. de l'inst. géol. de géorgie, vol. I, fasc. I, Tiflis, 1933.
4. И. Р. Кахадзе. Грузия в юрское время. Труды Геологического института АН Грузинской ССР, Серия геол., т. III (VIII), Тбилиси, 1947.
5. И. Г. Кузнецов. Геологическое строение части Зап. Грузии в пределах Рачи, Лечхума и Имеретии. Междунар. геол. конгр., XVII сессия, Экск. по Кавказу, Грузинская ССР, Западн. часть, Л.—М., 1937.
6. В. Ф. Пчелинцев. Материалы по изучению верхнеюрских отложений Кавказа. Труды ГРУ, вып. 91, Ленинград, 1931.
7. В. Ф. Пчелинцев. Некоторые данные о фауне мезозоя Западной Грузии. Труды ВГРО, вып. 252, Ленинград, 1934.

ა. ღაუშვილი

მთის კლდოვან ყამირებში რკინიგზის გვირაბების მსხვილი რკინა-ბეტონის ბლოკებისანი სამაგრიტ აბების სამუშაოთა კომპლექსური მშენიშადინა

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ზაფრეევამ 21.5.1955)

სსრ კავშირის მინისტრთა საბჭოსა და სკკპ ცენტრალური კომიტეტის დადგენილებაში „ასაკრეფი რკინა-ბეტონის კონსტრუქციებისა და სამშენებლო დეტალების წარმოების განვითარების შესახებ“ და მშენებლობის მუშაკთა საკავშირო თათბირის გადაწყვეტილებებში ხახგასმითაა აღნიშნული ასაკრეფი რკინა-ბეტონის კონსტრუქციების გამოყენების უდიდესი მნიშვნელობა.

ასაკრეფი რკინა-ბეტონის კონსტრუქციების უპირატესობა მონოლითურთან შედარებით განსაკუთრებით ცხადად გამოვლინდება საგვირაბო საქმეში, სადაც სამუშაო ფრონტის შეზღუდულობის გამო მშენებლობის დაჩქარება და მიწის ქვეშ აგებული მონოლითური სამაგრის მალალი ხარისხის მიღწევა უაღრესად ძნელი გადასაწყვეტი პრობლემაა.

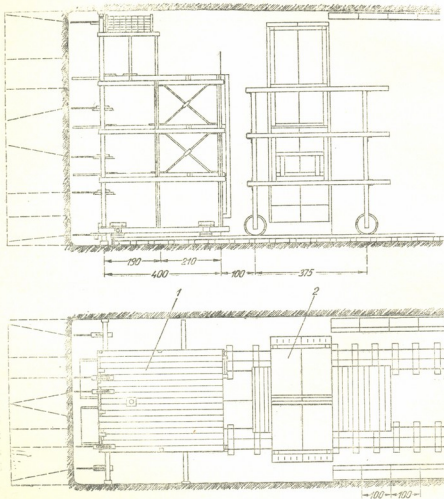
მსხვილი რკინა-ბეტონის ბლოკებით გვირაბების მშენებლობაში სერიოზულ ნაბიჯს წარმოადგენს რკინიგზის ერთ-ერთი გვირაბის მშენებლობა ფარის ხერხით (წრიული მოხაზულობის სამაგრით). ამასთან წრიული მოხაზულობის სამაგრის გამოყენება რკინიგზის გვირაბებში არარაციონალურია თალოვანი მოხაზულობის სამაგრთან შედარებით და იწვევს სამუშაოთა და მასალათა მოცულობის საგრძნობ გაზრდას. გარდა ამისა, მხედველობაშია მისაღები, რომ მთის პირობებში უმრავლეს შემთხვევაში რკინიგზის გვირაბების გაყვანა ხდება მდგრად ყამირებში, სადაც ფარის გამოყენება არახელსაყრელია, ამიტომ მსხვილი რკინა-ბეტონის ბლოკებით თალოვანი გადახურვითა და სწორხაზოვანი კედლებით გვირაბების მშენებლობის მეთოდზე გადასვლა უაღრესად სასურველია.

მსხვილი რკინა-ბეტონის ბლოკების გამოყენებით (ფარის მეთოდით) რკინიგზის გვირაბების გაყვანის, თუჯის ტუბინების გამოყენებით მეტროპოლიტენის გვირაბების მშენებლობისა და მთის ხერხებით ადგილზე მონოლითური სამაგრით აგებული გვირაბების გაყვანის პროცესების შესწავლის საფუძველზე ავტორის მიერ დამუშავებულია მსხვილი რკინა-ბეტონის ბლოკების გამოყენებით (სწორკედლებიანი და თალოვანი გადახურვით) მაგარ ყამირებში გვირაბების აგების ახალი მეთოდი [1].

გვირაბის გარეთ დამზადებული მსხვილი რკინა-ბეტონის ბლოკებით გვირაბის აგება მოსახერხებელია მაშინ, როცა ყამირის დამუშავება გვირაბის

მთელ განივკვეთზე ხდება ერთდროულად, გამონამუშევრის შემავიწროებელი ხის დროებითი სამაგრის გარეშე.

ყამირებში (რომლის სიმაგრის კოეფიციენტი პროფ. პროტოდიაკონოვის მიხედვით $f_{sp} \approx 4$), სადაც რეკომენდირებულია ზემოთ აღნიშნული მეთოდი, გვირაბის მთელ განივკვეთზე ყამირის ერთდროული დამუშავება ხორციელდება მუდმივი სამაგრის აგების მიახლოებით სანგრევიდან 4—6 მეტ-

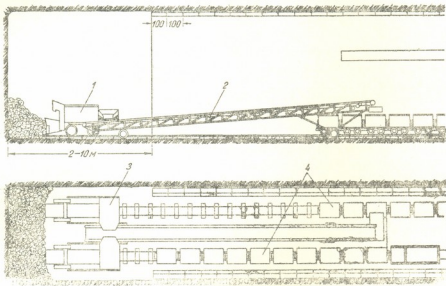


ნახ. 1. სამუშაოთა კომპლექსური მექანიზაციის პირველი ფაზა—სანგრევის გაბურღვა და მუდმივი სამაგრის აგება: 1—საბურღი ჩარჩო, 2—ბლოკ-ამწყობი

რის მანძილზე და გამონამუშევრის სამაგრის გარეშე დატოვებული დროის 8—12 საათამდე შემცირებით. ეს მიღწეულია სანგრევის გაბურღვით საბურღი ჩარჩოზე განლაგებული ერთდროულად მომუშავე დიდი რაოდენობის პერტო-

რატორებით, სამაგრის აგებით ავტორის კონსტრუქციის სპეციალური ბლოკ-ამწყობის საშუალებით და ყველა დანარჩენი სამუშაოს მექანიზაციით.

გვირაბის აგების დროს წარმოების პროცესების სწორად წარმართვის საფუძველს წარმოადგენს სამუშაოთა კომპლექსური მექანიზაცია, სამუშაოთა ისეთი ორგანიზაცია, როცა ყველა მანქანისა და მექანიზმის ეფექტური მუშაობა მკიდროდ იქნება დაკავშირებული წარმოების საერთო პროცესთან. მუ-



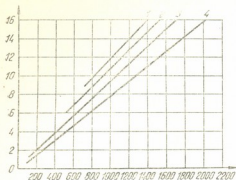
ნახ. 2. სამუშაოთა კომპლექსური მექანიზაციის მეორე ფაზა—ყამირის დატვირთვა და გამოტანა: 1—ყამირის მტვირთავი მანქანა, 2—ტრანპორტიორი, 3—გადამტვირთავი, 4—ვაგონებები

შაობა ორგანიზებულია კარგად, თუ მიღწეულია შრომის რაციონალური ორგანიზაცია ყველა ისეთი ფაქტორის რეგლამენტირებული რეჟიმის საფუძველზე გეგმიანი ათვისებით, რომელთაც შეუძლიათ გავლენა მოახდინონ საგვირაბო სამუშაოების წარმადობასა და სიჩქარეზე.

საგვირაბო სამუშაოების რეკომენდირებული ორგანიზაცია უზრუნველყოფს შრომის დანაწილებასა და წარმოების პროცესების შეთავსებას დროში, ყველა მოქმედი მანქანის ეფექტურ დატვირთვას, სამუშაო ძალის რაციონალური განლაგების დროს მექანიზმების ინტენსიურ გამოყენებას, საგვირაბო სამუშაოების მაქსიმალურ წარმადობას.

გვირაბის ასაგები ყველა სამუშაო სრულდება ორ ფაზაში. პირველ ფაზაში (ნახ. 1) წარმოებს ყამირის დამუშავება და სანგრევიდან 4—6 მეტრის დაშორებით მუდმივი სამაგრის აგება. მეორე ფაზაში (ნახ. 2) წარმოებს ყამირის დატვირთვა და გამოზიდვა.

გვირახის მითვლ განივკვეთზე ყამირის ერთდროულად დამუშავება უზრუნველყოფს ჰიდროტექნიკური გვირახების მშენებლობის პრაქტიკაში გავრცელებული საბურღი ჩარჩოების გამოყენებას. საბურღი ჩარჩო შესაძლებელს ხდის ბურღვა ვაჭარმოთ ერთდროულად გვირახის მითვლ განივკვეთზე. ერთდროულადვე შეუძლიათ იმუშაონ საბურღი ჩარჩოს ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ სვეტებზე განლაგებულ მძიმე სვეტებიანი პერფორატორების დიდ რიცხვს, რითაც მიღწეულ იქნება ბურღვის სიჩქარის გაზრდა. ბურღვის სიჩქარე იზრდება აგრეთვე გაბურღვის წინ საბურღი მანქანების მოწყობის, მათი დაშლის, გადამაგრებისა და სანგრევიდან სანგრევიმ გადატანისათვის საჭირო დროის დანაკარგის ლიკვიდაციით. სამთო მრეწველობაში საბურღი ჩარჩოს გამოყენებით ბურღვის სიჩქარე



ნახ. 3. გვირახის აგების ღირებულება გაყვანის სხვადასხვა ზერხისა და სიგრძის მიხედვით; 1—ფარის ზერხი, 2—ერექტორის ზერხი, 3—მთის ზერხი და 4—რეკომენდირებული ზერხი; ვერტიკალურ ხაზზე—ღირებულება მილიონ მანეთობით, ჰორიზონტალურ ხაზზე—გვირახის სიგრძე მეტრობით

ხელით ბურღვასთან შედარებით 5—6-ჯერ გაიზარდა.

საბურღი ჩარჩოს გამოყენებით მცირდება მბურღავთა რაოდენობა. ეს იმიტომ, რომ იქნება შესაძლებლობა ერთი მბურღავი მოემსახუროს რამდენიმე საბურღ მანქანას. საბურღი ჩარჩოდან გამომდინარე მბურღვის კონტურის შემოწმების სიადვილის გამო დიდად მცირდება მეტნაღების სიდიდე, ამასთან, საბურღი ჩარჩო საგრანობლად აადვილებს მბურღავთა შრომას.

სანგრევის გაბურღვასთან ერთად სანგრევიდან 4—6 მეტრის მანძილზე ბლოკამწყობის საშუალებით წარმოებს გვირახის მუდმივი სამაგრის აწყობა. ბლოკამწყობი წარმოადგენს ჩარჩოსა (მზიდავი კონსტრუქცია, რომელზედაც დამაგრებულია ბლოკები) და ურიკის (რომლის საშუალებითაც ხდება ბლოკამწყობის ლიანდაგზე გადაადგილება) კომბინაციას.

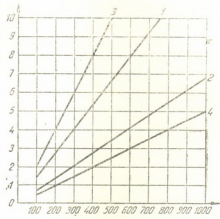
ბლოკამწყობის დატვირთვა ბლოკებით წარმოებს გვირახის გარეთ ბლოკების შესანახ საწყობში. ასეთი სახით ხდება გვირახში ბლოკამწყობის მიწოდება. სამაგრის აწყობა ხდება ბლოკამწყობზე განლაგებული ჰორიზონტალური და ვერტიკალური დომკრატების საშუალებით. ბლოკების მცირეოდენი გადაბრის შემთხვევაში მათი მდგომარეობა შეიძლება გასწორდეს ქუროს საშუალებით. თალის კლიტის ჩაკეტვა ხდება სწრაფადმკვრადი ცემენტით ბლოკამწყობის ბაქნებიდან. ამავე ბაქნებიდან წარმოებს სამაგრს უკან ცემენტის ხსნარის ჰირხვნა.

მცირე სიგრძის გვირახის გაყვანის შემთხვევაში რაციონალურია საბურღი ჩარჩოსა და ბლოკამწყობის გაერთიანებული აგრეგატის გამოყენება, რითაც კიდევ უფრო მცირდება გვირახის გაუმაგრებელი უბნის სიგრძე.



ყველა სამუშაო ბლოკების ასაწყობად და თალის ჩასაკეტად წარმოებს სანგრევის გაბურღვის დროს.

საბურღ ჩარჩოსა და ბლოკამწყობს შორის მიმოსვლის გასაადვილებლად მათი იარუსები ერთ დონეზე იწყობება. საბურღი ჩარჩოსა და ბლოკამწყობის კონსტრუქციები უზრუნველყოფენ მათ ქვეშ ხალხის ვატარებას, აგრეთვე სატვირთი მანქანების, ტრანსპორტიორისა და სხვა მექანიზმების ვატარებას.



ნახ. 4. გვირაბის ასაგებად საჭირო დრო გაყვანის სხვადასხვა ზერხისა და სიგრძის მიხედვით: 1—ფარის ზერხი, 2—ერექტორის ზერხი, 3—მთის ზერხი, 4—რეკომენდირებული ზერხი; ვერტიკალურ ხაზზე—დრო თვეებით, ჰორიზონტალურ ხაზზე—გვირაბის სიგრძე მეტრობით

გვირაბის მთელ განივკვეთზე ყამირის ერთდროული დამუშავება იძლევა სანგრევეში ორი ვიწროლიანდაგიანი ზხისა და ტრანსპორტიორის განლაგების საშუალებას. ეს ღონისძიება უზრუნველყოფს სანგრევეში ვიწრო ლიანდაგებზე განლაგებული დიდი წარმადობის მტვირთავი მანქანების განუწყვეტელ მუშაობას. სატვირთი მანქანები ტრანსპორტიორზე ტვირთავენ ყამირს, ხოლო ტრანსპორტიორი ყამირს ტვირთავს ვაგონებში. ტრანსპორტიორის ცალ მხარეზე მოთავსებული ყველა ვაგონის დატვირთვის შემდეგ შემადგენლობა მიდის ყამირისაგან განსატვირთველად, ხოლო მის დაბრუნებამდე იტვირთება მეორე შემადგენლობის ვაგონები. ამრიგად თავიდან არის აცილებული ცარიელი ვაგონების, სატვირთი მანქანებისა და ტრანსპორტიორის მოცდენა.

აღწერილ სამუშაოთა კომპლექსური მექანიზაციის დროს გრძივი მეტრი გვირაბის ასაგებად ყველა საჭირო პროცესი სრულდება 6 საათის განმავლობაში.

მთის პირობებში კლდოვან ყამირებში რკინიგზის გვირაბების მსხვილი რკინა-ბეტონის ბლოკებიანი სამაგრი აგების სამუშაოთა აღწერილი კომპლექსური მექანიზაცია უზრუნველყოფს გვირაბის გაყვანის ზერხის ყველა ძირითადი ფაქტორის გაუმჯობესებას:

1. მიღწეულია გვირაბის გაყვანისათვის საჭირო ყველა სამუშაოს მაქსიმალური მექანიზაცია;
2. წრიული მოხაზულობის სამაგრიდან ნაგებობათა მიახლოების გაბარიტის, მთის წნევის მიმართულებისა და ხასიათის მიხედვით ყველაზე უკეთესი მოხაზულობის სამაგრზე გადასვლა და ბლოკების დამზადება ქარხნული წესით უზრუნველყოფს ძირითადი სამუშაოების ფიზიკური მოცულობის საგრძნობლად შემცირებას. მცირდება აგრეთვე მასალებისა და სასამსახურო პროცესების ნოცულობა. ყველაფერი ეს გვირაბების სამშენებლო ღირებულებას

16%-ით ამცირებს მთის ხერხებთან შედარებით და 30%-ზე მეტად—ფარის ხერხთან შედარებით (ნახ. 3);

3. საბურღი ჩარჩოზე განლაგებული დიდი რაოდენობის პერფორატორებით სანგრევის ერთდროული გაბურღვა გვირაბის მთელ განივკვეთზე დიდად ამცირებს სანგრევის დამუშავების დროს. ზემოთ აღნიშნული ბლოკამწყოებით ბლოკების მოტანა დანიშნულების ადგილზე, მათი აწყობა, კლიტების ჩაკეტვა სწრაფადმკვრადი ცემენტითა და სამაგრს უკან ცემენტის ხსნარის კირხვნა სიჩქარის გაზრდასთან ერთად ამარტივებს ამ ოპერაციების შესრულებას. ყველაფერი ეს გვირაბის აგების სიჩქარეს თვეში 200 გრძივ მეტრამდე ზრდის, რაც გვირაბის აგების სარეკორდო სიჩქარეს აღემატება (ნახ. 4).

4. მიღწეულია მიწისქვეშა სამუშაოებისათვის საპირო მუშახელის საგრძნობი შემცირება;

5. დიდდება ნაგებობის ხარისხი, იქმნება მტკიცე, ხანგრძლივი და წყალგაუმტარი სამაგრი. აგებულ სამაგრს უნარი აქვს აკრფისთანავე მიიღოს მთის წნევა.

ლენინის სახელობის თბილისის
 რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვია 21.5.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. П. Даушвили. Индустриальные методы строительства горных железнодорожных тоннелей в скальных породах. Автореферат кандидатской диссертации. 1954.

ენტომოლოგია

ბ. ზაზანაძე

დღტ-იანი ზეთის ემულსიების ღამფაღების გამარტივებული
მეთოდები

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ლ. ყანჩაველმა 22.2.1955)

უკანასკნელ წლებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების, განსაკუთრებით ხეხილის ნარგავების, მანებლების წინააღმდეგ ბრძოლაში ცენტრალური ადგილი დაიკავა დღტ-ს პრეპარატებმა. რეკომენდებულია მათი გამოყენების მრავალი მეთოდი და წესი, მაგრამ პრაქტიკაში ყველაზე მეტად გავრცელებულია ნიუფის მიერ [1] დამუშავებული რეცეპტურითა და ტექნიკით დამზადებული დღტ-იანი ზეთის ემულსიები. ამ ემულსიებში ემულგატორად შედის ცელულოზ-ქალაღის მრეწველობის ნარჩენებიდან მიღებული სულფიტ-სპირტის დურდოს კონცენტრატები, რომლებიც დიდი ხანია იქცევენ მკვლევართა ყურადღებას თავისი სიიაფისა და იმ უარყოფითი (წყალსაცავების დანაგვიანება, წყლის გახსნილი ფანგადისაგან გაღარიბება და სხვ.) შედეგების გამო, რასაც იწვევს ცელულოზ-ქალაღის მრეწველობის ნარჩენების (სულფიტის თუთქების) მდინარეებში გაშვება. ამ საკითხს მნიშვნელობა აქვს საქართველოსთვისაც, რადგან ჩვენი რესპუბლიკის ტერიტორიაზე იმყოფება დიდი წარმადობის მქონე ინგურის ცელულოზ-ქალაღის კომბინატი, რომლის ნარჩენები მდინარე ინგურში იღვრება.

ამიტომ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტმა ჯერ კიდევ 1950 წელს დაიწყო ამ კომბინატის ნარჩენების, კერძოდ სულფიტის თუთქების, შესწავლა. დადგენილ იქნა, რომ ინგურის ცელულოზ-ქალაღის კომბინატის ნარჩენები—სულფიტის თუთქები—თავისი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით არსებითად არ განსხვავდება სხვა კომბინატების ანალოგიური პროდუქტებისაგან და თავისუფლად შეიძლება მათი გამოყენება მრეწველობის სხვადასხვა დარგში, მათ შორის მცენარეთა ქიმიური დაცვის საშუალებათა დასამზადებლად. ამასთან დადგენილ იქნა, რომ მკდარია გავრცელებული აზრი, თითქოს სულფიტ-ცელულოზის ექსტრაქტს (სულფიტ-სპირტის დურდოს კონცენტრატს) მხოლოდ სტაბილიზატორის თვისებები აქვს და მათზე ემულსიების დამზადება შეუძლებელია კოლოიდურ წისქვილებში გაუტარებლად.

სულფიტის თუთქების სიმაგრის სათანადოდ შერჩევასა შესაძლებელი გახდა ნავთობის ზეთის ემულსიის კონცენტრატების დამზადება უბრალო ელექტროამრეგ აპარატში ემულგატორისა (მშრალ ნაშთზე გადაანგარიშებით) და ზეთის 1:20 შეფარდებით აღებისას [2], იმ დროს, როცა ყველაზე მეტად გავრცელებული ემულგატორის—საპნის და ზეთის შეფარდებულ პრაქტიკაში მიღებულია 1:10.



ამ მონაცემების საფუძველზე ავტორისა და პროფ. ს. ქარუმიძის მიერ რეკომენდებულ და წარმოებაში დანერგილ იქნა ნავთობის ზეთის ემულსიის კონცენტრატების სულფიტ-სპირტის დურდოზე დამზადება [4] და იგი ამჟამად ფართოდაა გამოყენებული ხეხილისა და ციტრუსების მავნე ფარიანების წინააღმდეგ.

ავტორის შემდგომი მუშაობით გამორკვეულ იქნა, რომ სულფიტ-სპირტის დურდოს კონცენტრატებზე დამზადებული ნავთობის ზეთის ემულსიის კონცენტრატი უფრო მდგრადია იმ შემთხვევაში, თუ ის აპკის (ზედაპირის გაშავება) სახით უცებ გამოყოფს ე. წ. „დაცვით შრეს“. უკანასკნელი ხელს უშლის წყლის აორთქლებას და ამგვარად ფაზათა გაყოფის ზედაპირზე იწვევს ემულგატორის მოლეკულების ორიენტირების შენარჩუნებას.

ისეთი ემულსიის კონცენტრატის დამზადება, რომელსაც უნარი აქვს უცებ გამოყოფს ე. წ. „დაცვითი შრე“, შესაძლებელი ხდება ზეთის მცირე რაოდენობათა დამატებით, პროცესის შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე ჩატარებით და სარეველას ბრუნვათა რაოდენობის მულტიფიკაციის შენარჩუნებით. ეს მომენტები კარგად ხსნიან ემულსიის კონცენტრატების მაღალი ტემპერატურისადმი გამძლეობას, მაგრამ აუხსნელი რჩებოდა დაბალი ტემპერატურისადმი მდგრადობა. ჩატარებული დაკვირვებებით აღმოჩნდა, რომ სულფიტ-სპირტის დურდოს კონცენტრატის ხსნარი გაყინვის შემდეგ ნორმალურ (ოთახის) ტემპერატურაზე გადატანისას თანაბრად ღლვება და პირველადს მდგომარეობას უბრუნდება. პარალელურად იმავე პირობებში აღებული საპნის ხსნარი წარმოქმნის ფიფქებს, რომლებიც იხსნება მხოლოდ ადუღებამდე გაცხელების შემდეგ. ამიტომ უნდა ვივარაუდოთ, რომ სულფიტ-სპირტის დურდოს კონცენტრატზე დამზადებული ნავთობის ზეთის ემულსიის კონცენტრატების დაბალ ტემპერატურაზე შენახვისას ადგილი არა აქვს ფაზათა გაყოფის ზედაპირზე ემულგატორის მოლეკულათა ორიენტაციის დარღვევას, რის გამოც ისინი მდგრადი არიან. საპონ-ზეთის ემულსიის კონცენტრატში კი საპნის ფიფქებად გამოყოფის გამო ემულსია უნდა დიშალოს, რასაც ადგილი აქვს პრაქტიკაშიც.

ამასთანავე დადგინდა იქნა, რომ მდგრადი არიან მხოლოდ კონცენტრატები და არა განზავებული ემულსიები. ამიტომ მოსაზრება იმის შესახებ, რომ სულფიტ-სპირტის დურდოს კონცენტრატზე დამზადებული ემულსიები უფრო ნაკლებეფექტური უნდა იყოს, ვიდრე საპონ-ზეთის ემულსიები, არასწორად უნდა ჩაითვალოს, რასაც ადასტურებს კალიფორნიის ფარიანას წინააღმდეგ ჩვენ მიერ აღრევი მიღებული მაღალი ეფექტიც. გარდა ამისა, გამორკვეულ იქნა, რომ განზავებული ემულსიის დაშლისას ადგილი აქვს ქანგბადის შთანთქმას, რასაც არ შეუძლია არ გამოიწვიოს პრეპარატის ტოქსიკურობის გაზრდა; აქედან გამომდინარე, საესებით ნორმალურად უნდა ჩაითვალოს ციტრუსოვანთა ყვითელი ფარიანას სიკვდილიანობის უფრო მაღალი (93,2) პროცენტი, საპონ-ზეთის ემულსიებთან შედარებით (70,0⁰/₆); მიღებული ჩვენ მიერ წარმოებრივი ცდების პირობებში.

აღნიშნული დებულებების დადგენის შემდეგ ინტერესს წარმოადგენდა დღე-იანი ზეთის ემულსიის კოლოიდურ წისქვილებში გაუტარებლად დამზადების შესაძლებლობის გამოკვლევა. ამ მიზნით ჩატარებული მუშაობის პირველ ეტაპზე დღე-ს ვხსნიდით რეცეპტის [1] მიხედვით საჭირო ზეთის მთელ რაოდენობაში, ზემოთ მოყვანილი ყველა პირობის დაცვით. ამ შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა ფაზათა შებრუნებას ან დამზადებული კონცენტრატი რამდენიმე საათის განმავლობაში იშლებოდა. ამიტომ უნდა დავკმაყოფილებულიყავით დღე-იანი ზეთის ემულსიების დამზადების არსებული საშუალებით, მაგრამ მას რიგი ნაკლოვანებები აქვს: კერძოდ, მათ დამზადებენ რთული აპარატურის (კოლოიდური წისქვილების) გამოყენებით ცენტრალიზებულად და გადააქვთ (ხის ან ლითონის კასრებით) დიდ მანძილზე ტრანსპორტირებისათვის უხერხული ფორმის—პასტის სახით. ვარდა ამისა, კალიფორნიის ფარიანათი დაზიანებულ ხეხილის ნარგავებში ზაფხულის პერიოდში (მოხეტიალეების გამოჩეკისას) საჭიროა ზეთის 1% ემულსიის შესხურება [3].

ზეთის ასეთი კონცენტრაციის მისაღებად დღე-იანი ემულსიიდან, ე. ი. მღრღნელი და მწუწნი (კალიფორნიის ფარიანა) მავნებლების წინააღმდეგ ბრძოლის ერთდროულად ჩასატარებლად ალებულ უნდა იქნეს მაღალი და ნაწილობრივ ზედმეტი კონცენტრაციებიც, ვინაიდან ნიუიფის რეცეპტით დამზადებული დღე-იანი ზეთის ემულსიის კონცენტრატი შეიცავს 40% ზეთს და 20% დღე-ს. ამის მიხედვით ისეთი საშუალო ნაზავის დასამზადებლად, რომელიც შეიცავს 1% ზეთს, ალებულ უნდა იქნეს 2,5% (პრეპარატის მიხედვით) კონცენტრაცია. უკანასკნელში დღე იქნება 0,5%, მაგრამ მღრღნელი მავნებლების წინააღმდეგ ჩვეულებრივ საკმარისია 0,1—0,15%. ე. ი. დღე-ს ხარჯვა გაიზრდება 3—5 ჯერ, რაც თვალსაჩინო გავლენას მოახდენს მეხილეობის პროდუქციის თვითღირებულებაზე.

ასეთი თვალსაზრისიდან გამომდინარე, დღე-იანი ზეთის ემულსიის დამზადების რაციონალური რეცეპტურისა და ტექნიკის დამუშავება არ უნდა ჩაითვალოს დღის წესრიგიდან მოხსნილად და იგი უნდა გაგრძელდეს. ამ მიზნით ზეთის ემულსიების დამზადების არსებული რიგი მეთოდების [5] უშედეგოდ აპრობირების შემდეგ ჩვენ შევჩერდით წესზე, რომელსაც პირობით ვუწოდებთ „წილადური ემულგირების ხერხს“. იგი შემდეგში მდგომარეობს: რეცეპტის მიხედვით საჭირო ზეთის რაოდენობა გაიყოფა ორ ნაწილად. ზეთის ერთი ნაწილით მზადდება ნავთობის ზეთის ემულსიის კონცენტრატი წინათ რეკომენდებული წესით [2]. მეორე ნაწილში ვაცხელებით იხსნება დღე და გაუცივებლად, ჩართული ამრევის პირობებში, მცირე რაოდენობებით ემატება დამზადებულ კონცენტრატს. ამ შემთხვევაში ნავთობის ზეთის ემულსიის კონცენტრატის დასამზადებლად იხარჯება ზეთის 50% და იგი წარმოადგენს პირდაპირი ტიპის ემულსია ზ/წ-ს. თუ დღე-ს შემცველი ცხელი ზეთის მიმატებისას წარმოიქმნება შებრუნებული ტიპის ემულსია წ/ზ, იგი უმნიშვნელო რაოდენობით იქნება პირდაპირი ტიპის ემულსიასთან შედარებით და წონასწორობა გადაინაცვლებს უკანასკნელის წარმოქმნისაკენ. ასეთი სურათი განმეორდება დღე-ს შემცველი ზეთის მცირე რაოდენობით ყოველი დამატები-

სას და საბოლოო ანგარიშში მიიღება ნორმალური დღტ-იანი ზეთის ემულსიის კონცენტრატი.

აღნიშნულმა ხერხმა დადებითი შედეგი გამოიღო და ცდების ჩატარებისას მიღებულ იქნა პასტის მაგვარი კონცენტრატი, რომელიც კარგად ერეოდა წყალში რძის მაგვარი ემულსიის წარმოქმნით. ზეთის შემცველობის ვარიანტებით შესაძლებელი გახდა ისეთი კონცენტრატების დამზადებაც, რომლებიც შეიცავდნენ 30%-მდე დღტ-ს. კონცენტრატებზე დაკვირვება გრძელდებოდა ექვსი თვის განმავლობაში და არ ყოფილა შემჩნეული დაშლის რაიმე ნიშნები ან წყალთან შერევადობის გაუარესება.

ამიტომ წარმოება შეიძლება ვურჩიოთ დღტ-იანი ემულსიების დამზადების შემდეგი წესი: გადაიანგარიშება (რეცეპტის მიხედვით, იხ. ქვემოთ) ზეთის, სულფიტ-სპირტის დურდოს კონცენტრატის, დღტ-სა და წყლის საჭირო რაოდენობა. ზეთი გაიყოფა ორ ნაწილად და ერთ-ერთ მათგანში გაცხელებით (90°C-მდე) გაიხსნება დღტ. სულფიტ-სპირტის დურდოს კონცენტრირებული (ხვ. წონა 1,280—1,285) ხანარი ჩაისხნება ელექტროამრევე აპარატში და მცირე რაოდენობებით ჩართული ამრევის პირობებში დაემატება ჯერ სუფთა ზეთი, შემდეგ კი ზეთის მეორე ნაწილი (გაუციებლად) მასში გახსნილი დღტ-თი. ამის შემდეგ, ასევე მცირე რაოდენობებით, ჩართული ამრევის პირობებში დაემატება სულფიტ-სპირტის დურდოს კონცენტრატის გახსნის შემდეგ დარჩენილი წყალი. მზა კონცენტრატი ინახება და ტრანსპორტირდება ხის ან ლითონის კასრებში ყველა იმ წესის დაცვით, რაც საერთოდ მიღებულია სასოფლო-სამეურნეო მზამების შენახვისა და გადაზიდვისათვის.

ლაბორატორიის პირობებში სასურველია ლაბორატორიული ელექტროამრევი აპარატის გამოყენება, მაგრამ მისი უქონლობის შემთხვევაში საკმარისია მინის წყირით ენერგული არევა (ქიმიურ ჭიქაში), როგორც ეს მიღებულია საპონ-ზეთის ემულსიების დამზადებისას.

ადგილობრივი პირობების მიხედვით შესაძლებელია კონცენტრატში ზეთისა და დღტ-ს შემცველობის ვარიანტი, მაგრამ, ჩვენი აზრით, საქართველოს პირობებში ადრე გაზაფხულის პერიოდისათვის მიზანშეწონილია შემდეგი შედგენილობა:

| | |
|---|--------|
| დღტ | 4,0%; |
| თითისტრის ზეთი | 80,0%; |
| სულფიტ-სპირტის დურდო (მშრალ ნაშთზე გადაანგარიშებით) | 7,5%; |
| წყალი | 8,5%. |

ასეთი კონცენტრატის 5% კონცენტრაციის ალბისას სამუშაო ნაზავში იქნება 4% თითისტრის ზეთი და 0,2% დღტ, ე. ი. იგი საკმარისი იქნება კალიფორნიის ფარიანას მოზამთრე მატლების წინააღმდეგ ბრძოლისათვის. იმავდროულად დღტ, გარდა იმისა, რომ გაზრდის ზეთის ტოქსიკურობას [3], შენარჩუნებული იქნება მცენარის ზედაპირზე (განსაკუთრებით, თუ მხედველობაში ღივილებთ ამ პერიოდის მეტეოროლოგიურ პირობებს) იმდენ ხანს, რომ ეფექტური იქნება იმ შავნებელთა კომპლექსის წინააღმდეგ, რომლებიც ხეხილის ნარგავებს აზიანებენ კვირტის გახსნიდან ყვავილობამდის, ამით კი შე-



საძლებელი გახდება გამოირიცხოს ამ პერიოდისათვის გათვალისწინებული დღღ-იანი ემულსიებით ცალკე წამლობა.

კალიფორნიის ფარიანათი დაზიანებულ ხეხილის ნარგავებში გვიან გაზაფხულისა და ზაფხულის პერიოდისათვის შეიძლება ვურჩიოთ შემდეგი შედგენილობა:

| | |
|--|--------|
| დღღ | 10,0%; |
| ტრანსფორმატორის ზეთი | 66,6%; |
| სულფიტ-სპირტის დურდო (მშრალ ნაშთზე გადაანგარიშებით) | 7,5%; |
| წყალი | 15,9%. |

ასეთი კონცენტრატის 1,5% სამუშაო ნაზავში იქნება 1% ზეთი და 0,15% დღღ, რაც საკმარისია მღრღნელი მავნებლებისა და კალიფორნიის ფარიანას მოხეტიალეების წინააღმდეგ ერთდროულად ბრძოლისათვის. იმ შემთხვევაში კი, როცა აუცილებელია დღღ-იანი ზეთის ემულსიების გამოყენება, მაგრამ ადგილი არა აქვს კალიფორნიის ფარიანას მოხეტიალეების გამოჩეკას, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს 1% სამუშაო ნაზავი. მასში იქნება 0,1% დღღ, რაც საკმარისია ხეხილის ნარგავების მღრღნელი მავნებლების მიერ დაზიანებისაგან დასაცავად.

იმ ბაღებში გამოსაყენებლად, რომლებიც არ არის დაზიანებული კალიფორნიის ფარიანათი, აგრეთვე ყველა იმ შემთხვევაში, როცა გამოიყენება ნიუიფის რეცეპტით დამზადებული დღღ-იანი ზეთის ემულსიები, შეიძლება ვურჩიოთ:

| | |
|--|--------|
| დღღ | 20,0%; |
| თითისტრის ზეთი | 60,0%; |
| სულფიტ-სპირტის დურდო (მშრალ ნაშთზე გადაანგარიშებით) | 7,5%; |
| წყალი | 12,5%. |

გარდა ამისა, ისეთი კულტურებისათვის, რომლებიც განსაკუთრებით მგრძობიარენი არიან ნავთობის ზეთის ემულსიებისადმი, შეიძლება დამზადდეს შემდეგი შედგენილობის კონცენტრატი:

| | |
|--|--------|
| დღღ | 30,0%; |
| ვაზელინის ზეთი | 50,0%; |
| სულფიტ-სპირტის დურდო (მშრალ ნაშთზე გადაანგარიშებით) | 7,5%; |
| წყალი | 12,5%. |

ასეთი კონცენტრატის 0,5% სამუშაო ნაზავი შეიცავს 0,25% ვაზელინის ზეთს და 0,15 დღღ-ს, ე. ი. შედარებით უვნებელია მცენარისათვის და საკმარისია მავნებლების წინააღმდეგ ბრძოლისათვის.

როგორც მოყვანილი მასალიდან ჩანს, „წილადური ემულგირების ხერხით“ შეიძლება დამზადდეს, მავნებლის წინააღმდეგ ბრძოლის სხვადასხვა პირობებთან დაკავშირებით, შესაფერისი შედგენილობის დღღ-იანი ზეთის ემულსიები, რაც არ შეიძლება განხორციელდეს კოლოიდური წისქვილების გამოყენე-



ბით. გარდა ამისა, ასეთი კონცენტრატების დამზადების ტექნიკა მარტივია და იგი თავისუფლად შეიძლება განხორციელდეს რაიონული ცენტრების ადგილობრივი მრეწველობის საწარმოებში, აგრეთვე სოფლმომარაგების სარაიონთაშორისო განყოფილებებში.

იმ შემთხვევაში, როცა „წილადური ემულგირების ხერხის“ გამოყენება ტექნიკურად მოუხერხებელია, დღტ-იანი ზეთის ემულსიების დამზადება შეიძლება შესასხურებელ აპარატებში გატარებით. ამ მიზნით გადაიანგარიშება (რეცეპტის მახედვით, იხ. ქვემოთ) დღტ-ს, ზეთის, სულფიტ-სპირტის დურდოს კონცენტრატისა და წყლის საჭირო რაოდენობა. ცალკე დამზადდება სულფიტ-სპირტის დურდოს კონცენტრირებული ხსნარი (წყლის მთელი საჭირო რაოდენობის დახარჯვით) და დღტ-ს ხსნარი (გაცხელებით) ზეთში. ეს ხსნარები მუდმივი რევით გაცხელდება 90—100°C-მდე, აირევა და გატარდება შესასხურებელ აპარატ OPII-ში 2—3-ჯერ 5 ატმოსფერო წნევის ქვეშ. მიიღება სქელი პასტისებრი მექანიკური ნაზავი, რომელიც ადვილად ერევა წყალთან და წარმოქმნის მდგრად ემულგო-სუსპენზიას.

მიღებული კონცენტრატები „წილადური ემულგირების ხერხით“ დამზადებულთან შედარებით არასტაბილურია და რაც შეიძლება ადრე უნდა დაიხარჯოს, არა უგვიანეს ერთი კვირისა. მათი შენახვის მიზნით კონცენტრატები ზემოდან იფარება 1.280—1.285 ხვედრითი წონის მქონე სულფიტ-სპირტის დურდოს ხსნარის 0,5—1 სმ სისქის შრით. ამ შემთხვევაშიც კონცენტრატის ქვემო ფენაში გამოიყოფა სულფიტ-სპირტის დურდოს ხსნარის შრე, მაგრამ კონცენტრატი არევისას (ხმარების წინ) ადვილად უბრუნდება პირველადს მდგომარეობას. წინააღმდეგ შემთხვევაში ნაზავი ცხელდება 90—100°C-მდე და ხელახლა ტარდება შესასხურებლად აპარატ OPII-ში.

დღტ-იანი ზეთის ემულსიების კონცენტრატების შესასხურებელ აპარატ OPII-ში გატარებით დამზადება შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს მხოლოდ საკარმიდამო და სხვა წვრილ მეურნეობებში, მტს-სა და საბჭოთა მეურნეობებში კი მიზანშეწონილია უფრო ძლიერი აპარატურის—OIII, OIII, OKC და სხვათა გამოყენება. ამ შემთხვევაში იმავე წესით მიიღება უფრო სტაბილური კონცენტრატი, მაგრამ ისიც მცირე დროის განმავლობაში უნდა დაიხარჯოს.

ზეთისა და დღტ-ს შემცველობა შესასხურებელ აპარატებში გატარებისას შეიძლება ვარირებულ იქნეს, მაგრამ, ჩვენი აზრით, მიზანშეწონილია შემდეგი შედგენილობა:

1. კალიფორნიის ფარიანათი დაზიანებულ ხეხილის ნარგავებში გვიანი გაზაფხულისა და ზაფხულის პერიოდისათვის გამოსაყენებლად.

| | |
|--|------------------------------------|
| დღტ | 10,0 ⁰ / ₀ ; |
| ტრანსფორმატორის ზეთი | 60,0 ⁰ / ₀ ; |
| სულფიტ-სპირტის დურდო (მშრალ ნაშთზე გადაანგარიშებით) | 7,5 ⁰ / ₀ ; |
| წყალი | 22,5 ⁰ / ₀ ; |



2. სხვა მიზნებისათვის:

| | |
|---|-------|
| დღღ | 20,0% |
| თითისტრის ზეთი | 50,0% |
| სულფიტ-სპირტის დღღღღ მშრალ ნაშთზე გადაანგარიშებით | 7,5% |
| წყალი | 22,5% |

უკანასკნელი წესის უპირატესობა კოლოიდურ წისკვილებში გატარებასთან შედარებით მდგომარეობს მის სიმარტივეში, რის შედეგადაც თავიდან აცილებული იქნება შორეული გადაზიდვები და ამ გზით შემცირდება სატრანსპორტო ხარჯები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 22.2.1955)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. С. Ф. Безуглий. Концентрированные минерально-масляные эмульсии ДДТ и гексахлорана. Сборник орг. синт. инсектициды и гербициды, Москва, 1952.
2. გ. გეგენაევა. ინგურის ცელულოზ-ქალაღის კომბინატის ნარჩენების—სულფიტის თეთის—შესწავლისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 11, 1954.
3. ს. ქარუმიძე, ტ. ნოვიკვაია, გ. გეგენაევა. ხეხილის ბაღებში ზოგიერთი კომბინირებული ნაზავის გამოყენებისათვის. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მცენარეთა დაცვის ინსტ. შრომები, ტ. 7, 1950.
4. ს. ქარუმიძე, გ. გეგენაევა. სულფიტ-სპირტის დღღღღ კონცენტრატების გამოყენება ნავთობის ზეთის ემულსიების დასამზადებლად. საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. XVI, № 1, 1955.
5. В. Клейтов. Эмульсии, их теория и технические применения. Изд. Ин., лит., Москва, 1950.

მაკაბინინტული მდიცინა

ც. აბაქელია და მ. ბაჩიჩილაძე

საქმლის მონელეების შედეგად განვითარებული ლეიკოციტოზის
საქმისნათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ერისთავმა 13.10.1954)

საქმლის მონელეების შედეგად განვითარებული ლეიკოციტოზის საკითხი ძირითადად დამუშავებულია რუს მკვლევართა მიერ.

მე-19 საუკუნის დამლევინდან დაწყებული რ. ბუგაევსკი [1], ვ. ტიხონოვი [10], ნ. სირენსკი [9] და სხვები აღწერდნენ საკვების მიღების შედეგად განვითარებულ ლეიკოციტოზს, რასაც წინ უძღოდა ლეიკოპენიის ხანმოკლე ფაზა.

რიგი წლების მანძილზე საქმლის მონელეების შედეგად განვითარებულ ლეიკოციტური რეაქციის მექანიზმს განიხილავდნენ „ლეიკოვიდალის“, ანუ ეგრეთ წოდებული „ვიდალის ქემოკლასური კრიზისი“ თეორიასთან დაკავშირებით. 1920 წელს ფრანგმა მეცნიერებმა ფ. ვიდალმა, პ. აბრამიმ და ნ. იანკოვესკომ [3] აღწერეს ღვიძლის დაავადებათა ფუნქციური დიაგნოსტიკის ახალი მეთოდი, რომლის მიხედვითაც 200 გრამი რძის მიღება ჯანმრთელ ადამიანებში იწვევდა ლეიკოციტოზს, ხოლო ღვიძლით დაავადებულ პირებში კი ლეიკოპენიას. ეს მოვლენა, ავტორთა აზრით, ღვიძლის ფუნქციური მოშლილობით იყო გამოწვეული, რის შედეგადაც დაუშლელი ცილები გადადიოდა სისხლში და იწვევდა ანაფილაქსური შოკის მსგავს მოვლენებს—ლეიკოპენიას და სისხლის წნევის უმნიშვნელო დაცემას.

ამ თეორიის ნეკარი და ობიექტური კრიტიკა მოცემულ იქნა რუს მკვლევართა რიგ შრომებში (ნ. ივანენკო-ჩოპოვსკი [6], ვ. შავერინი [12]), რომელთა მიხედვით რძის მიღების შედეგად განვითარებული ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებები რეფლექსური ხასიათისაა და დაკავშირებულია კუჭის ლორწოვან გარსთან. ა. გუბერგრიცი [13], რომელმაც ეს საკითხი დეტალურად შეისწავლა, ამტკიცებდა, რომ ლეიკოციტური რეაქცია რძის მიღების შემდეგ დამოკიდებულია ვეგეტატიური ნერვული სისტემის მდგომარეობაზე და შეიძლება გამოიხატოს როგორც ლეიკოციტოზის, ისე ლეიკოპენიის სახით.

საქმლის მონელეების შედეგად განვითარებული ლეიკოციტური რეაქციის რეფლექსური ხასიათი საბოლოოდ დადასტურდა საბჭოთა მკვლევრების მონდევნო შრომებში. მაგალითად, პირობითრეფლექსური ლეიკოციტური რეაქცია საკვების დანახვასა და საკვების მიღების დროზე მიღებულ იქნა გ. ბელენკის [2], ს. კისელიოვას [7] და სხვების მიერ. ამ შრომებმა კიდევ

ერთხელ დაადასტურა სისხლის შედგენილობაზე კუჭის ინტერორეცეპტორების რეფლექსური გავლენის არსებობა.

უკანასკნელ წლებში შესრულებულ რიგ შრომებში შესწავლილ იქნა კუჭის ნექანორეცეპტორების გაღიზიანების გავლენა სისხლის ფორმიანი ელემენტების ცვლილებებზე (ა. იაროშევსკი [13], ე. კანი [11], გ. გზირიშვილი და ე. კილურაძე [4], გ. ოდიშვილი და ც. აბაკელია [8]). ჰაერით გავსებული რეზინის ბალონის საშუალებით კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანება იწვევდა პერიფერიულ სისხლში ჯერ ლეიკოციტების რაოდენობის შემცირებას, შემდეგ კი გამოხატულ ლეიკოციტოზს.

ა. იაროშევსკიმ [13] გამოთქვა აზრი, რომ საჭმლის მონელების შედეგად მიღებული ლეიკოციტოზი თავისი წარმოქმნითა და ხასიათით კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანების შედეგად განვითარებული ლეიკოციტოზის მსგავსია. ცხოველებსა და ჯანმრთელ ადამიანებზე ჩატარებულმა დაკვირვებამ უჩვენა ავტორს, რომ როგორც კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანების, ისე საჭმლის მონელების შემდეგ განვითარებული ლეიკოციტური რეაქციები მსგავსად მიმდინარეობს. ორივე შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა ჯერ ლეიკოციტების რაოდენობის შემცირებას, შემდეგ კი მკვეთრ ლეიკოციტოზს. ეს უკანასკნელი ზოგჯერ ორ ტალღად ვითარდებოდა. კუჭის ლორწოვანის წინასწარმა კოკინიზაციამ გამოიწვია საჭმლის მონელების შემდეგ განვითარებული ლეიკოციტოზის პირველი ტალღის მოსპობა, რამაც ავტორი იმ მოსაზრებამდე მიიყვანა, რომ ზემოხსენებული ლეიკოციტური რეაქცია რეფლექსურ ხასიათს თავისი განვითარების მხოლოდ პირველ ნაწილში ატარებს, ლეიკოციტოზის შემდგომი ტალღა კი განპირობებულია რთული ნერვულ-ჰემორული მექანიზმებით.

დავინტერესდით რა საჭმლის მონელების შედეგად განვითარებული ლეიკოციტოზის რეფლექსური მექანიზმის გამოკვლევით, მიზნად დავისახეთ ერთსა და იმავე ავადმყოფებზე პარალელურად შეგვესწავლა საჭმლის მონელებისა და კუჭის რეცეპტორების მექანიკური გაღიზიანების შედეგად განვითარებული ლეიკოციტური რეაქციები. ვეყრდნობოდით რა იმ ავტორთა მონაცემებს, რომელთა მიხედვით შორსწასული ანაციდური გასტრიტების დროს საჭმლის მონელების შედეგად ლეიკოციტოზი არ ვითარდებოდა (ე. გელშტეინი [5]), ჩვენ გადაწყვიტეთ ზემოაღნიშნული საკითხი შეგვესწავლა ისეთ ავადმყოფებზე, რომელთაც სისხლის პათოლოგიურ ცვლილებებთან ერთად აღენიშნებოდათ ქრონიკული ანაციდური გასტრიტის ნიშნები.

ვაკვირდებოდით 16 ავადმყოფს; 11 ჰქონდა ადისონ-ბირმერის დაავადება, 5—ქლორანემია; მათ შორის იყო 14 ქალი, 2 მამაკაცი, 16-დან 71 წლის ასაკამდე. საკონტროლო გამოკვლევები ჩატარდა 2 ჯანმრთელ ადამიანზე.

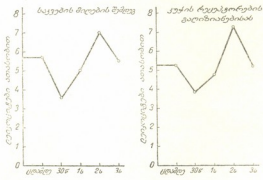
დილით, უზმოზე, ავადმყოფებს ვუკვლევდით ლეიკოციტების რაოდენობას პერიფერიულ სისხლში, რის შემდეგ მათ ეძლეოდათ საკვები. სისხლის განმეორებით გამოკვლევას ვაწარმოებდით საკვების მიღებიდან 30 წუთის, 1, 2 და 3 საათის შემდეგ. კუჭის ნექანორეცეპტორების გაღიზიანება ხდებოდა ბიკოკურტინის მიერ მოწოდებული კუჭის ზონდის საშუალებით. ზონდის ბოლოზე

მიმაგრებული რეზინის ბალონი კუჭში მოხვედრის შემდეგ იბერებოდა 250 სმ³ ჰაერით. კუჭის რეცეპტორების გაღიზიანება წარმოებდა 1 საათის განმავლობაში. ლეიკოციტების რაოდენობა პერიფერიულ სისხლში ისაზღვრებოდა ზონდაჟის დაწყებამდე და ბალონის გაბერვიდან 30 წუთის, 1, 2 და 3 საათის შემდეგ. ლეიკოციტების რაოდენობრივ ცვლილებებთან ერთად ყველა შემთხვევაში შეისწავლებოდა ლეიკოციტების ხარისხობრივი ცვლილებებიც. ასევე წარმოებდა დაკვირვება ორ ჯანმრთელ ადამიანზე. სულ ჩატარებულია 55 დაკვირვება, გაკეთებულია პერიფერიული სისხლის 270 ანალიზი.

ჯანმრთელ ადამიანებზე ჩატარებულმა დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ როგორც საქმლის მონელების, ისე კუჭის რეცეპტორების გაღიზიანების შედეგად განვითარებული ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებები ორ ფაზად მიმდინარეობდა, საკვების მიღებიდან ან კუჭის რეცეპტორების გაღიზიანებიდან 30 წუთის გასვლის შემდეგ ადგილი ჰქონდა ლეიკოციტების რაოდენობის შემცირებას, დაკვირვების 1—2 საათისათვის მათი რაოდენობა შესამჩნევად მატულობდა, 3 საათისათვის კი გამოსავალ წერტილს უახლოვდებოდა. მაგალითად: 23/4—53 წ. დონორ მ-ზე ჩატარებულმა დაკვირვებებმა ასეთი შედეგი მოგვცა: ლეიკოციტების რაოდენობა დაკვირვების დაწყებამდე 5,700-ს უდრიდა, საკვების მიღებიდან 30 წუთის შემდეგ ლეიკოციტების რაოდენობა 3,600-მდე დავიდა, დაკვირვების მეორე საათისათვის მათმა რაოდენობამ იმატა—7,000-მდე ავიდა, ხოლო მესამე საათისათვის გამოსავალ წერტილს დაუახლოვდა. 10/5—53 წ. იმავე დონორზე ჩატარებულმა დაკვირვებამ კუჭის რეცეპტორებზე გაღიზიანების შემდეგ ასეთი შედეგი მოგვცა: დაკვირვების დაწყებამდე ლეიკოციტების რაოდენობა 5,400-ს უდრიდა, კუჭის რეცეპტორების გაღიზიანებიდან 30 წუთის შემდეგ ლეიკოციტების რაოდენობა 3,900-მდე დავიდა, დაკვირვების მე-2 საათისათვის 7,300-მდე ავიდა და 3 საათისათვის დაუახლოვდა გამოსავალ წერტილს.

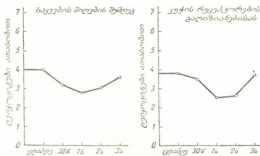
ლეიკოციტური ფორმულის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ყველა შემთხვევაში ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებები ძირითადად ნეიტროფილური ელემენტების ხარჯზე მიმდინარეობდა (იხ. სურ. 1).

სულ სხვა შედეგი მივიღეთ ავადმყოფებზე ჩატარებულ დაკვირვებებში. 16-დან 12 ავადმყოფს (9—ადისონ-ბირმერის დაავადებით, 3—ქლორანენით) ლეიკოციტების რაოდენობრივი მატება როგორც საკვების მიღების, ისე კუჭის რეცეპტორების გაღიზიანების შემდეგ სრულიად არ აღენიშნებოდა. პირ-



ნახ. 1. ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებები (დონორი მ—ი)

იქით, დაკვირვების მთელ მანძილზე ადგილი ჰქონდა ლეიკოციტების რაოდენობის შემცირებას და შემდეგ მათ თანდათანობით მატებას გამოსავალ დონემდე დაკვირვების დასასრულს. მაგალითად, ავადმყოფ ჯ-ზე (ადისონ-ბირმერის დაავადება) ჩატარებულმა დაკვირვებამ $4/3-53$ წ. ასეთი სურათი მოგვცა: ლეიკოციტების რაოდენობა დაკვირვების დაწყებამდე 4,000-ს უდრიდა, საკვების მიღებიდან 30 წუთის შემდეგ მათი რაოდენობა 3,200-მდე დავიდა, დაკვირვების დაწყებიდან 1—2 საათისათვის ლეიკოციტების რაოდენობა 3.000—2.800-ის ფარგლებში მერყეობდა, 3 საათისათვის ლეიკოციტებმა დაიწყეს მომატება, მაგრამ გამოსავალ წერტილს მაინც ვერ მიუახლოვდნენ. $12/3-53$ წ. იმავე ავადმყოფზე ჩატარებულმა დაკვირვებამ კუჭის რეცეპტორების გაღიზიანების შემდეგ ასეთი სურათი მოგვცა: დაკვირვების დაწყებამდე ლეიკოციტების რაოდენობა 3,800-ს უდრიდა, კუჭის რეცეპტორების გაღიზიანებიდან 30 წუთის შემდეგ მათი რაოდენობა ოდნავ შემცირდა (3,500), ხოლო დაკვირვების დაწყებიდან 1—2 საათისათვის 2,500—2,600-ის ფარგლებში მერყეობდა. დაკვირვების დასასრულს ლეიკოციტების რაოდენობა გამოსავალ წერტილს მიუახლოვდა (იხ. სურ. 2). ლეიკოციტური ფორმულის განხილვისას შემჩნეული იყო შემდეგი ფაქტი: მიუხედავად იმისა, რომ ლეიკოციტების საე-



ნახ. 2. ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებები (ავადმყოფი ჯ-ი, დიაგნოზი: ადისონ-ბირმერის დაავადება)

რილი ლეიკოციტური რეაქციები როგორც საკმლის მონელების, ისე კუჭის რეცეპტორების გაღიზიანების შემდეგ ატარებენ არა მარტო ვადანაწილებით ხასიათს, არამედ ძელის ტენის უშუალო გაღიზიანების შედეგადაც ვითარდება.

მოგვიანებით განვითარებული ლეიკოციტოზი საკვების მიღების შემდეგ (დაკვირვების მე-3 საათი) მიღებული იყო ჩვენ მიერ 2 ავადმყოფზე (ადისონ-ბირმერის დაავადება). კუჭის მექანორეცეპტორების გაღიზიანებამ იმავე ავადმყოფებში ლეიკოციტების რაოდენობრივი მატება არ გამოიწვია. ეს ფაქტი ადასტურებს, რომ საკმლის მონელების შემდეგ განვითარებული ლეიკოციტური რეაქციის მხოლოდ პირველი ნაწილი ატარებს რეფლექსურ ხასიათს, ხოლო ლეიკოციტების შემდგომი ცვლილებები რთული ნეირო-ჰუმორული ზეგავლენის შედეგია.

რთო რაოდენობა დაკვირვების მთელ მანძილზე მცირდებოდა, ნეიტროფილების აბსოლუტური რიცხვი არათუ მცირდებოდა, ზოგიერთ შემთხვევაში მატულობდა კიდევ ძირითადად ახალგაზრდა და ჩხირბირთვიანი ნეიტროფილების ხარჯზე. ლეიკოციტური ფორმულის მარცხნივ ძერა განსაკუთრებით მკვეთრად იყო გამოხატული კუჭის რეცეპტორების გაღიზიანების შემდეგ. ეს ფაქტი იმაზე მიგვიბრუნებს, რომ ზემოაღწე-



ქლორანემით დაავადებული ორი დანარჩენი ავადმყოფის შემთხვევაში ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებები როგორც საკვების მიღების, ისე კუჭის რეცეპტორების მექანიკური გაღიზიანების შემდეგ ისეთივე ხასიათის იყო, როგორც ჯანმრთელ ადამიანებში. უნდა აღინიშნოს, რომ სხვებთან შედარებით ამ ორ ავადმყოფს გასტრიტის მოვლენები უფრო მსუბუქად ჰქონდა გამოხატული.

ამრიგად, საქმლის მონელებისა და კუჭის რეცეპტორების გაღიზიანების შემდეგ მიღებული ლეიკოციტური რეაქციების შედარება გვიჩვენებს მათ საგრძნობ მსგავსებას, რაც კიდევ ერთხელ ადასტურებს ამ ორი სხვადასხვა წესით გამოწვეული ლეიკოციტური რეაქციის საერთო რეფლექსურ ბუნებას.

ყოველივე ზემოთქმულის საფუძველზე შეიძლება გამოვიყვანოთ შემდეგი დასკვნები:

1. საქმლის მონელებისა და კუჭის რეცეპტორების მექანიკური გაღიზიანების შემდეგ მიღებული ლეიკოციტური რეაქციები საგრძნობლად ჰგავს ერთმანეთს, რაც ადასტურებს ამ ორი, სხვადასხვა წესით მიღებული რეაქციის საერთო რეფლექსურ ბუნებას;

2. კუჭის რეცეპტორების მექანიკური გაღიზიანების შემდეგ მიღებული ლეიკოციტური რეაქციისაგან განსხვავებით, საქმლის მონელების შემდეგ მიღებული ლეიკოციტური რეაქცია გაცილებით უფრო რთული ბუნებისაა; რეფლექსურ ხასიათს იგი თავისი განვითარების მხოლოდ პირველ ნაწილში ატარებს, ხოლო ლეიკოციტების შემდგომი ცვლილებები ნეირო-ჰუმორული ზეგავლენის შედეგად ვითარდება;

3. სისხლწარმოშობილი ორგანოების დაავადების დროს (ადისონ-ბირმერის დაავადება, ქლორანემია), რომელთაც თან ერთვის ქრონიკული ანაციდური გასტრიტის მოვლენები, ლეიკოციტური რეაქცია საქმლის მონელებისა და კუჭის რეცეპტორების მექანიკური გაღიზიანების შემდეგ გაუკუღმართებულ ხასიათს ატარებს. ნაცვლად ლეიკოციტების მომატებისა ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ლეიკოციტების რაოდენობის შემცირებას, რაც დაკვირვების დასასრულს გამოსავალ წერტილს უახლოვდება;

4. ლეიკოციტური ფორმულის მარცხნივ ძვრა, რაც ვითარდება საქმლის მონელებისა და კუჭის რეცეპტორების მექანიკური გაღიზიანების შემდეგ, ზემოხსენებულ ლეიკოციტურ რეაქციებში ძვლის ტვინის უშუალო მონაწილეობის ფაქტზე მიუთითებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
კლინიკური და ექსპერიმენტული ჭირურგისა და
ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუხიდა 13.10.1954)

დამრეზიებული ლიტერატურა

2. Г. С. Беленький. Об условном пищевом лейкоцитозе. В кн.: «Нервно-гуморальные регуляции деятельности пищеварительного аппарата». 1949, М., стр. 265—280.
3. А. Я. Губергриц. Вегетативная регуляция белой крови. Киев, 1941.
4. გ. გაჩეჩილაძე და ე. კილაძე. კუჭის ინტერორეცეპტორების გაღიზიანების გავლენა სისხლის სურათზე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 8, 1954, გვ. 543—549.
5. Э. М. Гельштейн. О пищеварительной лейкоцитарной реакции. Русская клиника № 1, 1924, стр. 27—47.
6. Н. Н. Иващенко-Чоповский. К вопросу о гемоклазических кризах Видаль. «Врачебное дело», № 8—9, 1924, стр. 409—412.
7. С. К. Киселева. Условно-рефлекторные лейкоцитарные реакции периферической крови. «Клиническая медицина», № 9, 1951, стр. 43—45.
8. გ. გაჩეჩილაძე და ც. აბაკელია. კუჭის მოტორული ფუნქცია და ლეიკოციტოზი საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XIV, № 9, 1953, გვ. 553—560.
9. Н. Н. Сыренский. Лейкоцитоз при пищеварении. С.-П., 1908, стр. 135.
10. В. А. Тихонов. К вопросу о пищеварительном лейкоцитозе и его клиническом значении. СПб, 1902, стр. 1—68.
11. В. Н. Черниговский, А. Я. Ярошевский. Вопросы нервной регуляции системы крови. Медгиз, 1951.
12. В. М. Шаверин. Некоторые экспериментальные предпосылки к исследованию функциональной способности печени. Труды VIII Всесоюзного съезда терапевтов. 1925, стр. 212.
13. А. Я. Ярошевский. Материалы к интероцепции костного мозга и интероцептивным влияниям на состав крови. Ленинград, 1948.

ისტორია

ა. ბარამიძე

წინა აზიარეგიონული კომპლექსის ზამთრის დათარიღების საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ნ. ბერძენიშვილმა 15.2.1955)

I ათასწლეულში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე სამხრეთ რუსეთისა და ჩრდილოეთ კავკასიის ველებში სახლობდა სხვადასხვა ეთნიკური წარმოშობის ხალხი, რომელთაც ძველი ბერძენი და რომაელი მწერლები საერთო კრებითი სახელწოდებით კიმერიელებს, სკვითებსა და სარმატებს ეძახდნენ.

უძველესი ხანებიდან ხსენებული ტომები თანდათან სამხრეთისაკენ მოიწვედნენ და ფართოდ იწყებდნენ გავრცელებას ამიერკავკასიისა და წინა აზიის ტერიტორიებზე. განსაკუთრებით გაძლიერდა მომთაბარე ტომთა მოძალბა სამხრეთისაკენ ურარტუს სახელმწიფოს დასუსტების დროისათვის.

VIII საუკუნის უკანასკნელი მეოთხედის ასურეთის მეფეთა ლურსმული წარწერები ხშირად იხსენიებენ გომირას ხალხს, რომლებიც ანტიკური ხანის მწერლობაში მოხსენებულ კიმერიელებს შეესაბამებიან. გომირას ქვეყანა მდებარეობდა ურარტუს სახელმწიფოს ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში, კერძოდ აღმოსავლეთ კაპადოკიაში.

ძველდროსავლურ (ასურულ) ლურსმულ წარწერათა წაკითხვამდე კიმერიელთა ისტორიის ამა თუ იმ მხარეს მართოდენ ანტიკური მწერლების ცნობათა საშუალებით სწავლობდნენ. ამ მხრივ ფრიად საგულისხმოა ჰეროდოტეს (V ს.) „ისტორიაში“ შემონახული ზოგიერთი სპორადული ცნობა კიმერიელთა შესახებ.

ჰეროდოტეს გადმოცემით, კიმერიელთა ადგილსამყოფელს, ე. ი. მათ უძველეს პირველსაცხოვრისს, შავი ზღვის ჩრდილოეთ სანაპიროს ველები წარმოადგენდა. ამასთან, როგორც ჩანს, კიმერიელებს ეკავათ ქერჩის ნახევარკუნძულიც. მართლაც, თუ თვალს გადავაგვლებთ ამ ტერიტორიების I ათასწლეულის ეთნოგრაფიულ რუკას, დავინახავთ, რომ კიმერიელთა სახელწოდებამ მნიშვნელოვანი გამოხატულება პოვა შავი ზღვისპირეთის უძველეს ტაორონიკაში. მაგალითად, ჰეროდოტე და სტრაბონი იხსენიებენ რიგ გეოგრაფიულ პუნქტებს, ყველას ბოსფორის მხარეში, რომლებიც დაკავშირებულია კიმერიელთა სახელთან. სწორედ ამ საფუძველზე ჰეროდოტე დაბეჯითებით ამტკიცებდა მათ ოდინდელ ისტორიულობას ბოსფორში. არსებობდაო, — წერს იგი, — კიმერიელთა კედელი, კიმერიელთა გადასასვლელი, კიმერიის თემი და კიმერიული ბოსფორი [1] (თანადროული ქერჩის სრუტე). ხოლო კიმერიისა და კიმერიდის ბოსფორის ორივე ნაპირზე იხსენიებს აგრეთვე გეოგრაფი სტრაბონი.



კიმერიელები ერთი რომელიმე კონკრეტულად აღებული ხალხის სახელს არ წარმოადგენს. ეს სახელწოდება, როგორც ჩანს, ჩრდილოეთ შავი ზღვისპირეთის უძველესი მოსახლეობის ზოგად, კრებით სახელად იგულისხმება.

მომთაბარე სკვითთა მოძალების გამო კიმერიელთა ერთი ნაწილი, როგორც გვაუწყებს ჰეროდოტე, მცირე აზიაში გადასახლებულა, ნაწილი დასავლეთისაკენ დაძრულა და მდინარე თირასზე (დნესტრი) გადასვლის შემდეგ თრაკიაში დასახლებულა, ხოლო მოსახლეობის გარკვეული ნაწილი ყირიმის ნახევარკუნძულის მთიან მხარეში ჩარჩენილა, სადაც ყირიმის უძველესი მოსახლეობის—ტაურების—სახელწოდებით განაგრძობდნენ არსებობას [2]. ჰემმარიტი უნდა იყოს ის მოსაზრება, რომ კიმერიელთა ოდინდელი არსებობის ნაკვალევს ამ ტერიტორიაზე მოწმობს ყირიმის თანადროული სახელწოდებაც.

ჰეროდოტეზე შედარებით ადრეულ და ამასთან დოკუმენტურად უტყუარ ცნობებს კიმერიელთა ისტორიის შესახებ შეიცავენ ასურული ლურსმული წარწერები. კუიუნჯიკის არქივის ლურსმულ ფირფიტათა შორის, რომელიც აღმოჩენილ იქნა ასურეთის უკანასკნელი დიდი მეფის ასურბანიფალის (668—633 წ.) სასახლის ნანგრევებში, ნინეიაში, დაკულია უამრავი წერილი, რომელიც აუწყებდა ასურეთის მესვეურთ მეზობელ ქვეყანათა მდგომარეობას.

მაგრამ სათანადო სამეცნიერო ლიტერატურაში არ არსებობს აზრთა ერთიანობა კუიუნჯიკის არქივის ლურსმულ ფირფიტათა დათარიღების საკითხში.

წინა აზიაში კიმერიელთა გამოჩენის თარიღის დადგენა ერთ-ერთ ძალზე რთულ პრობლემათაგანს წარმოადგენს თანადროულ ასირიოლოგიურ ლიტერატურაში. ამ საკითხში ორი ერთიმეორისაგან განსხვავებული მოსაზრება არსებობს. ასირიოლოგი ა. ოლმსტედი და მისი მიმდევრები კუიუნჯიკის არქივის ლურსმულ ფირფიტებს კიმერიელ-ურარტელთა ომიანობის შეახებ ათარიღებენ 710—709 წლებით ჩვენს წელთაღრიცხვამდე [3]. რაც შეეხება საბჭოთა ორიენტალისტებს, კერძოდ ბ. პიოტროვსკის [4], ი. დიაკონოვსა [5] და გ. მელიქიშვილს [6]. ისინი კუიუნჯიკის არქივის ლურსმული ფირფიტების უმრავლესობას, ჩვენი აზრით სავსებით სამართლიანად, 714 წლის წინა ხანებით ათარიღებენ, ე. ი. ასურეთის მეფის სარგონ II (722—705 წ.) ურარტუში ცნობილ ლაშქრობამდე.

საკითხი ეხება კუიუნჯიკის სამეფო არქივში დაცულ ცნობებს კიმერიელ-ურარტელთა ურთიერთობის შესახებ. ამ ფრიად საინტერესო და მეტად რთულ საკითხს კარგა ხნის ისტორია აქვს.

1912 წელს ცნობილმა ასირიოლოგმა ფ. ტიურო-დანტენმა გამოთქვა მოსაზრება იმის შესახებ, რომ კუიუნჯიკის არქივის ზოგიერთი ლურსმული ფირფიტა, რომელიც შეიცავს კიმერიელებისა და ურარტელების ომიანობის ამბებს, დათარიღებულ უნდა იქნეს ასურეთის მეფის სარგონ II-ის (722—705 წ.) 714 წლის ურარტუში ლაშქრობის წინა დროით [7]. მისი მოსაზრება იმდენად დამაჯერებელი აღმოჩნდა, რომ უკვე 1913 წელს ინგლისელი მეცნიერი ტ. პინჩენი რ. ჰარპერის მიერ გამოცემულ ლურსმულ აეტოგრა-

ფეხში კიდევ ორ ფირფიტას წააწყდა, რომელთა დათარიღება 714 წლის წინა ხანით ექვს არ იწვევს [8].

ამრიგად, გაირკვა, რომ კუიუნჯიკის არქივის ზოგიერთი ლურსმული ფირფიტა კიმერიელ-ურარტელთა ურთიერთობის შესახებ დათარიღებულ უნდა იქნეს სარგონ II-ის ურარტუში ლაშქრობის წინა დროით.

მაგრამ 1923 წელს გამოცემულ იქნა ა. ოლმსტედის „History of Assyria“ (ასურეთის ისტორია), რომელშიაც კუიუნჯიკის არქივის ლურსმულ ფირფიტათა დათარიღების საკითხს ცალკე თავი აქვს მიძღვნილი. იმთავითვე ცხადი უნდა ყოფილიყო, რომ ამ თავში ა. ოლმსტედი კრიტიკულად განიხილავდა ამ საკითხის ირგვლივ არსებულ მასალას და მის საფუძველზე შესაბამის დასკვნებს გააკეთებდა. მაგრამ მან შეგნებულად გვერდი აუარა ფ. ტიურო-დანჯენისა და ტ. პინჩესის მიერ გამოთქმულ უეჭველ დებულებებს და შეეცადა კუიუნჯიკის სამეფო არქივის ყველა ლურსმული ფირფიტის 710—709 წლებით დათარიღებას.

ა. ოლმსტედს (მას გამოუჩნდნენ მიმდევრები ლ. უოტერმენისა და რ. პეფიფერის სახით) წერილთა ასეთი დათარიღების საფუძველად ორი მოსაზრება მოჰყავს. ასურეთის მზვერავთა შემეჯამებელი ხასიათის ცნობები, რომლებშიც მოთხრობილია მათწყებლის მისვლა კალხუში უფლისწულ სინაქერიბთან, აძლევს უფლებას ა. ოლმსტედს დაასკვნას, რომ კუიუნჯიკის არქივის ლურსმული ფირფიტები ურარტუს შესახებ მიეკუთვნება სარგონის სასახლის დურ-შარუქინის აშენების (713 წ.) შემდგომ ხანას, ე. ი. ამ ცნობებში საუბარია ურარტუს მეფის არგიშთი II-ის (714—685 წ.) დროის ვითარებაზე. საქმე ის არის, რომ სარგონის სასახლის დურ-შარუქინის აშენების შემდეგ ასურეთის მეფის ძველი რეზიდენცია კალხუ რჩება უფლისწულ სინაქერიბის საცხოვრებელ ადგილად [5]. აქედან ა. ოლმსტედი ფიქრობს, რომ, რადგან სინაქერიბი კალხუში იმყოფებოდა და იქიდან გზავნიდა წერილებს, ცხადია, სარგონი თავის ახალ რეზიდენციაში — დურ-შარუქინში — იმყოფებოდა.

სინაქერიბი, მართალია, კალხუდან სწერდა წერილებს ასურეთის მეფეს, მაგრამ არა 710—709 წლებში, არამედ შედარებით უფრო ადრე, კერძოდ 717 წელს.

როგორც ასურეთის მეფეთა ეპონიმების (მოხელეთა) სიებიდან ჩანს, სარგონ II ამ დროისათვის ურმიის ტბის რაიონში იყო სალაშქროდ წასული. ასე, მაგალითად, ეპონიმთა 719 წლის სიებში აღნიშნულია სარგონის ლაშქრობა ზიქირთუში, 716 წელს ქარალაში, 715 წელს — მიდიაში და სხვა, ხოლო 720, 718 და 717 წლებში — სარგონი მცირე აზიაში იყო სალაშქროდ წასული [9].

ამრიგად, ა. ოლმსტედი, თავისი წინასწარ აღებული თვალსაზრისით გატაცებული, გვერდს უვლის ეპონიმ-მოხელეთა სიებში არეკლილ ცნობებს სარგონის ლაშქრობის შესახებ ურმიის ტბის რაიონსა და მცირე აზიაში, ე. ი. საბრძოლო მოქმედების რაიონში. მაგრამ ასურეთის ეპონიმ-მოხელეთა სია კიდევ უფრო ნიშანდობლივ ცნობებს შეიცავს ჩვენი საკითხის ირგვლივ; კერ-



ძოდ, ა. უნგანდის სტატიაში „Eponimen“ სხვათა შორის მოცემულია ასურული მეფეთა ეპონიმების სია, სადაც 717 წლის ქვეშ აღნიშნულია: „...uššu ša(...) [11 dūr-1 šārru](?)—ūkin (?)kar-ru“, რაც ქართულად ნიშნავს: „[დურ-შარუ] (?) ქინის (?) საფუძველი ჩაყრილია“ [10]. მაშასადამე, ფრიად მოსალოდნელია, რომ სარგონი ამ დროს ხსენებულ ქალაქში ყოფილიყო და სინაქერიბიც მას დურ-შარუქინში გაუგზავნიდა წერილებს. ამიტომ ა. ოლმსტედის ვარაუდი სწორი არ არის, იგი თავის შეხედულებებში ტენდენციურია.

ა. ოლმსტედს კუიუნჯიკის სამეფო არქივის ფირფიტების დათარიღების მეორე საფუძვლად ის მოსაზრება აქვს აღებული, რომ დაზვერვითი შინაარსის საინფორმაციო წერილებში, კერძოდ უფახირ-ბელის კორესპონდენციაში [11], მოთხრობილია ურარტუს მეფის არგისთის (არგისთი II) მდევრის მასთან მისვლის ამბავი. ეს გარემოება, რა თქმა უნდა, სავსებით უქვეყნს ხდის, რომ უფახირ-ბელის კორესპონდენცია 714 წლის შემდეგ ხანით უნდა იქნეს დათარიღებული. მაგრამ ა. ოლმსტედსა და მის მიმდევრებს სათანადო ყურადღება არ მიუქცევიათ ამავე უფახირ-ბელის სხვა წერილისათვის [12], რომელშიაც სავსებით აშკარად და თავისუფლად იკითხება ურარტუს მეფის ურსას (რუსა I) სახელწოდება. ამ უკანასკნელის საკუთარი სახელი ურსა (რუსა) სრულიად არ ტოვებს ეჭვს, რომ ამ პიროვნების სახით ჩვენ საქმე გვაქვს ურარტუს მეფე რუსა I-თან. მაშასადამე, ხსენებული წერილის დათარიღება 710—709 წლებით, რა თქმა უნდა, სავსებით მცდარია, რადგან ურარტუს მეფე რუსა I 714 წელს გარდაიცვალა.

ამრიგად, ა. ოლმსტედის მეორე მოსაზრებაც ნაწილობრივ არ მართლდება, თუმცა ჩვენ ქვემოთ დავინახავთ, რომ არამხოლოდ ნაწილობრივ, მისი არგუმენტაცია არსებითად მცდარია.

მაგრამ მანც რომელი წლებით შეიძლება დავათარიღოთ კუიუნჯიკის არქივის ლურსმული ფირფიტების უმრავლესობა? საბჭოთა ორიენტალისტები ბ. პიოტროვსკი, ი. დიაკონოვი და გ. მელიქიშვილი ამ წერილებს სრულიად სამართლიანად 714 წლის უწინარესი ხანით ათარიღებენ [4,5,6]. ამ თვალსაზრისს ჩვენც სავსებით ვიზიარებთ და ზოგიერთი ახალი არგუმენტის მოყვანით მის დასაბუთებას შევეცდებით. ამ მხრივ ჩვენს ყურადღებას იქცევს კუიუნჯიკის არქივში დაცული ერთი ლურსმული ფირფიტა, რომლის ფილოლოგიური და ისტორიული ანალიზი ჩვენ სრულ საფუძველს გვაძლევს ვამტკიცოთ, რომ იგი 714 წლის წინა ხანების ამბებს შეიცავს.

ლ. უოტერმენის წიგნის № 112 [13] დოკუმენტში მოთხრობილია კიმერიელთა ბელადის მანას ქვეყნიდან გამოსვლისა და ურარტუში შესვლის შესახებ. შემდეგ ტექსტი, სამწუხაროდ, დაზიანებულია, მაგრამ თავისუფლად იკითხება „მისი იშთარდური“ (šu mištar-duri). ბუნებრივად იბადება კითხვა—რას უნდა ნიშნავდეს სიტყვა „მისი იშთარდური“? თავისთავად იგი, რა თქმა უნდა, არაფრის მთქმელია, მაგრამ თუ დაზიანებულ ნაწილში ასურულ „... šu mištar-duri“-ს მივუმატებთ არსებით სახელს „abu“-ს—„მამას“, რომლის გენტივი (ნათესაობითი) იქნება „abi“, მაშინ მივღებთ შემდეგ წინადადებას: „abi-šu mištar-duri“,—რაც ქართულ ენაზე ნიშნავს: „მისი მამის“

იშთარ-დურის“. აქედან ლოგიკურად გამომდინარეობს მეორე კითხვა—ვის არის ეს იშთარ-დური და ვისი მამა ის? წარწერაში იხსენიება მუსასირის მეფე ურზანა, რომლის თანამედროვე მეფედ ურარტუში რუსა I იყო და რომლის მამას ნამდვილად სარდური, ხოლო ასურულ წარწერებში იშთარ-დური ეწოდება. ამიტომ საფიქრებელია, რომ წარწერაში მოთხრობილია ურარტუს მეფის რუსა I შესახებ. ამდენად, წარწერის დათარიღება 710—709 წლებით არ შეიძლება. ჩვენ მას 714 წლის წინა ხანას მივაკუთვნებთ.

კუიუნჯიკის არქივის ლურსმულ ფირფიტათა 714 წლის უწინარესი დროით დათარიღების სასარგებლოდ, ჩვენი აზრით, ზემოთ ხსენებული მუსასირის მეფე ურზანაც გამოდგებოდა. ეს უკანასკნელი მრავალჯგუფ იხსენიება ფირფიტებში როგორც წერილთა ავტორი და ზოგჯერ როგორც წერილში მოქმედი პირი. ასურეთის მეფე სარგონ II, მოგვითხრობს რა თავის მატთანებში მუსასირის ქვეყნის გაძარცვის ამბავს, მის ტყვეთა შორის არსად ურზანას არ იხსენიებს [14]. პირუჯუ, მატთანებიდან ირკვევა, რომ ურზანამ თავს მთებში გახიზვნით უშველა [15]. ამ ფაქტის შემდეგ, ე. ი. მუსასირის გაძარცვის შემდეგ, ურზანა წარწერებში არსად არ იხსენიება. ჩანს, იგი სამუდამოდ დაკარგულა ასურეთის მეფის თვალთახედვიდან. ეს გარემოება კი თავისთავად გვიკარნახებს დავასკვნათ, რომ ურზანას სახელწოდებით ცნობილი მრავალი წარწერა უნდა დათარიღდეს სარგონის ურარტუში ლაშქრობის უწინარესი დროით, კერძოდ, ჩვენ 714 წლის წინა ხანებთან უნდა გვკონდეს საქმე.

ამრიგად, ჩვენს ხელთ არსებული მასალებიდან ჩანს, რომ ა. ოლმსტედი და მისი მიმდევრები კუიუნჯიკის სამეფო არქივის ლურსმულ ფირფიტათა დათარიღების საკითხში ცალმხრივ და წინასწარ აღებულ თვალსაზრისს იცავენ. რა თქმა უნდა, ურარტუს შესახებ კუიუნჯიკის არქივის წერილების საგრძნობი ნაწილი 714 წლის უწინარესი დროით უნდა დათარიღდეს, კერძოდ იმ ხანით, როდესაც ასურეთის მეფე სარგონ II ყურადღებით ადევნებდა თვალყურს წინა აზიის ქვეყანათა მდგომარეობას და გამალებით ემზადებოდა ურარტუსთან საბრძოლველად. ასეთ თარიღად კი ჩვენ დაახლოებით 718—715 წლები მიგვაჩნია.

ამასთან, კუიუნჯიკის არქივის წერილები, რომლებიც მოგვითხრობენ ურარტუს სახელმწიფოს შესახებ, დროის დიდ მონაკვეთს მოიცავენ და იძლევიან ცნობებს ურარტუს სამეფოს იმ ხანაზე, როდესაც აქ მეფობდნენ ჯერ რუსა I, ხოლო შემდეგ მისი შვილი და ნემეკვიდრე არგიშთი II. რა თქმა უნდა, მართალი არ იქნებოდა იმის მტკიცება, თითქოს კუიუნჯიკის არქივის წერილებში არ არის საუბარი 714 წლის შემდგომი ხანების შესახებ, მაგრამ ეს ცნობები ფრიად მცირეა იმათთან შედარებით, რომლებიც ასახავენ 714 წლის წინა პერიოდს.

დაზვერვის საქმეს სარგონის დროის ასურეთში, გარკვეულ პერიოდში მიანიც, როგორც ჩანს, უფლისწული სინაქერიბი განაგებდა. როგორც ასურეთის მზვერავეთა ცნობებიდან დასტურდება, დაახლოებით VIII საუკუნის უკანასკნელ მეოთხედში (718—715 წ.) ურარტუს სახელმწიფოს მოუხდა მისი მიწა-წყლის ჩრდილო-დასავლეთ რაიონში [16] კიმერიელთა ძლიერი შემოტე-



ვის მოგერიება. უფლისწული სინაქერიბი სარგონის სახელზე გაგზავნილ შემაჯამებელი ხასიათის წერილში შემდეგს იუწყებოდა: „მეფეს, ჩემს ბატონს, შენი მონა სინაქერიბი. სალამი მეფეს, ჩემს ბატონს. ასურეთი კარგადაა, ტაძრები კარგადაა, მეფის ყველა სიმაგრე კარგადაა, გული მეფისა, ჩემი ბატონის, დაე იყოს ფრიად კარგად.“

უქველები მწერდნენ შემდეგს: ურარტუს ქვეყნის მეფე როგორც კი წავიდა გამირის ქვეყნისაკენ, მაშინვე მისი მხედრობა მთლიანად განადგურებულ იქნა. თვით იგი (და) მისი ოლქის მმართველები თავიანთი მხედრებითურთ შევიდნენ...2 ოლქის მმართველი...ასეთია ცნობა უქველთაგან.

ნაბულიუ, ქალაქ ხალცუს ოლქის მმართველი, მწერდა შემდეგს: მე ვწერდი ციხე-სიმაგრეთა გარნიზონებს, რომლებიც საზღვარზე მდებარეობენ, ურარტუს მეფის შესახებ, ურარტუს ქვეყნის მეფე როგორც კი წავიდა გამირის ქვეყნისაკენ, მაშინვე მისი მხედრობა მთლიანად განადგურდა. მისი 3 დიდებული ლაშქრითურთ განადგურებულ იქნა. თვით იგი გაიქცა და მივიდა თავის ქვეყანაში. მის ბანაკში ისინი (ე. ი. კიმერიელები. ა. ბ.) ჯერ არ მისულან, ასეთია ცნობა ნაბულიუსი“ [17].

სინაქერიბის ამ შემაჯამებელ წერილში, სამწუხაროდ, აღნიშნული არ არის ურარტუს მეფის სახელი. ზოგიერთი მკვლევარი ამ წერილს, ისევე როგორც სხვა დანარჩენ წერილებს, ათარილებს ურარტუში არგისთი II-ის მეფობის დროით. მაგრამ ამ მკვლევართა (ა. ოლმსტედის, ლ. უოტერმენისა და რ. პფეიფერის) ამგვარ მოსაზრებას ჩვენ ვერ გავიზიარებთ.

სინაქერიბის ეს წერილი 714 წლის წინა ხანას რომ განეკუთვნება, ეს შეიძლება დამტკიცდეს ერთი ფრიად საგულისხმო გარემოებით, რომელსაც პირველად ყურადღება მიაქცია ფ. ტიურო-დანეენმა [18]. უფლისწულ სინაქერიბის შემაჯამებელი წერილის (№ 197) ბოლოს შემდეგ ვკითხულობთ: „წერილი, რომელიც მოიტანა თაბალის ქვეყნიდან ნაბულიუმ, ახათ-აბიშას სახლის უფროსმა, მე გავუგზავნე მეფეს, ჩემს ბატონს“ [17]. წერილში მოხსენებული ახათ-აბიშა სარგონ II ქალიშვილია, რომელიც ნიათხოვეს თაბალის მეფე ამბარისს. ეს უკანასკნელი, როგორც სარგონის წარწერებიდან ჩანს [19], სამხედრო კავშირში იმყოფებოდა სარგონის ყველაზე საშიშ მტერთან—ურარტუს მეფე რუსა I-თან. ამის გამო სარგონი ურარტუზე გამარჯვების შემდეგ ლაშქრობს თაბალის წინააღმდეგ და 713 წელს ამბარისსა და მის ოჯახობას ტყედ წაიყვანს ასურეთში. მაშასადამე, თუ ამბარისის დატყვევება 713 წელს მოხდარა, მაშინ ახათ-აბიშას სახლის უფროსის წერილი სინაქერიბისადმი უფრო ადრე იქნებოდა გაგზავნილი, ე. ი. სარგონის 714 წლის ურარტუში ლაშქრობამდე. ამრიგად, ეს წერილი 714 წლის უწინარეს ხანას ეკუთვნის. ცხადია, რომ მასში საუბარია რუსა I-ის დამარცხებაზე კიმერიელებთან ომში.

კუიუნჯიკის სამეფო არქივის ლურსმულ ფირფიტათა შორის დაცულია სინაქერიბის სხვა წერილიც, რომელიც მას მიუღია ცნობილ მზვერავ ასურისუაგან. წერილში შემდეგი წერია: „სახელმწიფო მაუწყებლის მოადგილე მოვიდა ჩემი ყოფნის დროს და მითხრა მე: ურზანა მწერდა ამას; ურარტელთა (მეფე)



როცა წავიდა კიმერიელთა ქვეყნის წინააღმდეგ, თავისი ლაშქრითურთ იქნა განადგურებული. ქალაქ უასის ოლქის მმართველი მოკლულ იქნა“ [18].

ამ საინტერესო წერილში, ისევე როგორც № 197-ში, საკითხი ეხება ურარტუს მეფისა და მისი მხედრობის დამარცხებას კიმერიელებთან ბრძოლაში. ისმის კითხვა: რომელ ურარტულ მეფესთან უნდა გვქონდეს საქმე? სამწუხაროდ, წყარო ამ კითხვაზე არ იძლევა პირდაპირ პასუხს. მაგრამ ურზანას სახელთან დაკავშირებით ჩვენ ზემოთ დავასკვნით, რომ იგი 714 წლის შემდეგ წყაროებში არ იხსენიება. ამიტომ ამ წერილშიც ურარტუს მეფე რუსა I-ის დამარცხებასთან გვაქვს საქმე.

ჩვენ მოგვეპოვება კიდევ ერთი ასურული წყარო, რომელიც მოგვითხრობს ურარტუს მეფისა და მისი ლაშქრის დამარცხებას კიმერიელებთან ომში. სამწუხაროდ, წერილი ცუდად არის დაცული და ძალზე ძნელი ხდება ტექსტის დაწვრილებით გარჩევა [20].

ამრიგად, ჩვენს ხელთ არსებული მასალებიდან აშკარად ჩანს, რომ ურარტუსათვის მარცხით დასრულებულა კიმერიელებთან ბრძოლა. ურარტელებს, როგორც ირკვევა, დიდი ზარალი განუცდიათ (მხედრობის მთლიანად განადგურება, დიდებულების დაღუპვა და სხვა), რამაც გამოიწვია ურარტუს სამხედრო არისტოკრატის აჯანყება ცენტრალური ხელისუფლების წინააღმდეგ. კუიუნჯიკის არქივის ერთ-ერთი წერილი, გარდა ზემოაღნიშნულისა, მოგვითხრობს ამ ომში ურარტული ოლქების 9 მმართველის სიკვდილის ამბავსაც. წერილის ბოლოს ისიც აღნიშნულია, რომ ურარტუს მეფემ დამარცხების შემდეგ თავს მთებში გაქცევით უშველა [21].

ურარტულ-კიმერიელთა ეს საშინელი ბრძოლა, რომლის შესახებ ცნობები მარტოოდენ ასურეთის მხვერავების უწყებათა წყალობით არის მოღწეული ჩვენ დრომდე, გვაძლევს საშუალებას წარმოდგენა შევიქმნათ ურარტუს სახელმწიფოს VIII საუკუნის მეორე ნახევრის, კერძოდ რუსა I-ის დროის პოლიტიკურ ვითარებაზე. ამ ომში ურარტუს სახელმწიფოს დამარცხებამ მეტნაკლებად განსაზღვრა აგრეთვე მისი საშინელი, თითქმის განადგურებამდე მიღწეული დამარცხება 714 წელს, რომლის შესახებ დაწვრილებით მოგვითხრობს ასურეთის მეფე სარგონ II ღვთაება ასურისადმი პოეტურ ფორმებში მიძღვნილ თავის რელიციაში [22].

ამრიგად, არსებული პირველწყაროების ობიექტური შესწავლა საკამათოს არ უნდა ხდიდეს იმ საკითხს, რომ კიმერიელთა ტომების წინა აზიაში შემოჭრა და მათი ბრძოლა ურარტელებთან VIII საუკუნის უკანასკნელ მეოთხედში, კერძოდ 718—715 წლებში, არის სავარაუდებელი. ჩვენი ზემოთ გამოთქმული მოსაზრება პირდაპირ საწინააღმდეგოა ა. ოლმსტედისა და მის მიმდევართა ტენდენციური და წინასწარ აღებული თვალსაზრისისა და დამადასტურებელია საბჭოთა ორიენტალისტიკაში გამოთქმული მოსაზრებებისა კიმერიელთა წინა აზიაში შემოჭრის შესახებ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის
ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

დამიწმობული ლიტერატურა

1. Геродот. История в девяти книгах. Перевод с греческого Ф. Г. Мищенко, IV, 1: Москва, 1888.
2. С. А. Жебелев. Северное Причерноморье. М.—Л., 1953.
3. A. Olmstead. History of Assyria. New York, 1923.
4. Б. Б. Пиотровский. История и культура Урарту. Ереван, 1944.
5. И. М. Дьяконов. Ассиро-вавилонские источники по истории Урарту. Вестник древней истории, № 2, 1951.
6. Г. А. Меликишвили. Наир-Урарту. Тбилиси, 1954, стр. 279—280.
7. F. Thureau-Dangin. Une relation de la huitième campagne de Sargon II. Paris, 1912, стр. XIV—XV.
8. T. G. Pinches. Sargons eighth campaign, Journal of the Royal Asiatic Society, т. XLV, 1913, стр. 606, 612.
9. E. Ungler. Sargon II. von Assyrien, der Sohn Tiglatpileasers III. Publicationen der Kaiserlich Osmanischen Museen, v. IX, 1933, стр. 28.
10. A. Ungnad. «Eponimen», Reallexicon Ser Assyriologie, B. II, Berlin und Leipzig, 1938, стр. 433.
11. И. М. Дьяконов. Ассиро-вавилонские источники по истор. Урарту, № 50 (34), Вестник древней истории № 1, 1951, стр. 351.
12. И. М. Дьяконов. АВНИУ, № 50 (19), ВДИ, № 2, 1951, стр. 345—346.
13. И. М. Дьяконов. АВНИУ, № 50 (8), ВДИ, № 2, 1951, стр. 339.
14. И. М. Дьяконов. АВНИУ, № 54, ВДИ, № 3, 1951, стр. 209.
15. И. М. Дьяконов. АВНИУ, № 54, ВДИ, № 3, 1951, стр. 210.
16. Я. А. Манандян. О некоторых проблемах истории древней Армении и Закавказья. Ереван, 1944, стр. 45.
17. И. М. Дьяконов. АВНИУ № 50 (10), Вестник древней истории, № 2, 1951, стр. 340.
18. F. Thureau-Dangin. Une relation de la huitième campagne de Sargon II, Paris 1912, стр. XV.
19. H. Winckler. Die Keilschrifttexte Sargons, B. I. Leipzig, 1889, стр. 102.
20. И. М. Дьяконов. АВНИУ, № 50 (11), Вестник древней истории, № 2, 1951, стр. 341.
21. И. М. Дьяконов. АВНИУ, № 50 (1), Вестник древней истории, № 2, 1951, стр. 336—337.
22. И. М. Дьяконов. Ассиро-вавилонские источники по истории Урарту, № 40. Вестник древней истории, № 2, 1951, стр. 321—334.



1



2



3



4



5

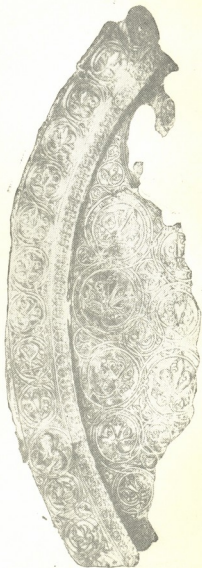


6

կտր. 1



1



2

მთ. რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

ზელმოწერილია დასაბეჭდად 19.7.1955; შეკვ. № 1058; ანაწყობის ზომა 7×11 ;
ქალაქის ზომა 70×108 ; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 6;
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 5; უე 05906; ტირაჟი 800.



დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მრამზის“ შესახებ

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

აკადემიის მისამართი: თბილისი, კიკელიძის ქ., 8

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XVI, № 8, 1955

Основное, грузинское издание