

524  
1941/3



524/3

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

მ ო ა მ გ ე

ტომი II № 5

СООБЩЕНИЯ

23

АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ II № 5

MITTEILUNGEN

DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN DER GEORGISCHEN SSR

BAND II Nr 5

თბილისი 1941 თბილისი  
TBILISSI



შინაარსი—СОДЕРЖАНИЕ—INHALT

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATIK

Arnold Walfisz. Über primäre Ideale . . . . . 383

\*ა. ვალდიში. პრიმარული იდეალების შესახებ . . . . . 387

\*А. З. Вальфисш. О примарных идеалах . . . . . 388

А. Р. Хволес. Об интегральных уравнениях Фредгольма третьего рода . . . . . 389

\*ა. ხვოლესი. ფრედჰოლმის მესამე გვარის განტოლების შესახებ . . . . . 395

Исправление к статье В. Д. Кунрадзе . . . . . 476

ღრეკადობის თეორია—ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ—ELASTIZITÄTSTHEORIE

А. Я. Горгидзе и А. К. Рухадзе. О вторичных эффектах при изгибе кругового цилиндра . . . . . 397

\*ა. გორგიძე და ა. რუხაძე. მეორადი ეფექტების შესახებ წრიული ცილინდრის ღუნვის შემთხვევაში. I . . . . . 404

გეოფიზიკა—ГЕОФИЗИКА—GEOPHYSIK

მ. ნოდია. გურის მანტიური ანომალია და ზოგიერთი მასი თავისებურობანი . . . . 405

\*М. З. Нодиа. Гурийская магнитная аномалия и некоторые ее особенности . . . . 407

\*M. Nodia. Die Gurische magnetische Anomalie und einige ihrer Besonderheiten . . . 408

ქიმია—ХИМИЯ—CHEMIE

ა. კალანდია და ო. ზვიაგიცევი. კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს მიღება და მისი ზოგიერთი თვისება . . . . . 409

\*А. А. Каландия и О. Е. Звягинцев. Получение вольфрамово-калийских бронз и некоторые их свойства . . . . . 415

П. В. Гогоридзе и В. Н. Кульгина. Редкие, благородные и рассеянные элементы в мышьяковых рудах Сванетии и Рачи . . . . . 417

\*პ. გოგორიძე და ვ. კულგინა. იშვიათი, კეთილშობილი და გაზნეული ელემენტები სვანეთის და რაჭის დარიშხანის მადნებში . . . . . 421

გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGIE

И. Какадзе. Заметка о лейкаских и бийосских иноцерамах Грузии . . . . . 423

\*ი. კახაძე. საქართველოს ლიასური და ბაიოსური ინოცერამები . . . . . 427

М. Эристави. К вопросу о наличии клапейского горизонта в Западной Грузии 429

\*მ. ერისთავი. დასავლეთ საქართველოში კლანსურის ჰორიზონტის არსებობის საკიობისათვის . . . . . 431

\*ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ვკუთვნის წინა წერილის რეზუმეს ან თარგმანს

\*Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме или к переводу предстоящей статьи.

\*Die mit einem Stern versehenen Titel betreffen die Zusammenfassung oder Übersetzung des vorangehenden Artikels.



MATHEMATIK

ÜBER PRIMÄRE IDEALE

Von ARNOLD WALFISZ

§ 1.

Für die in diesem Paragraphen enthaltenen Ausführungen über primäre Ideale verweise ich auf [3], 31—35 oder [4], 26—30.

Es liege ein kommutativer Ring  $\mathfrak{o}$  vor. Die Ringelemente werden mit kleinen lateinischen Buchstaben (jedoch nicht mit  $x$ ), die Ringideale mit kleinen gotischen Buchstaben bezeichnet.

Ein Ideal  $\mathfrak{q}$  heisst *primär*, wenn aus

$$ab \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}, a \not\equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$$

folgt, dass es eine natürliche Zahl  $\rho$  gibt so, dass

$$b^\rho \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}.$$

Die primären Ideale  $\mathfrak{q}$  besitzen folgende Eigenschaften.

I. Zu *jeden Primärideal*  $\mathfrak{q}$  gehört ein *Primidealteiler*  $\mathfrak{p}$ , der folgendermassen definiert wird:  $\mathfrak{p}$  ist die Gesamtheit der Elemente  $b$ , von denen eine Potenz  $b^\rho$  in  $\mathfrak{q}$  liegt.

$\mathfrak{p}$  heisst *das zu*  $\mathfrak{q}$  *gehörige Primideal*.

II. Aus  $ab \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$  und  $a \not\equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$  folgt  $b \equiv 0 \pmod{\mathfrak{p}}$ .

III. Wenn  $\mathfrak{p}$  und  $\mathfrak{q}$  Ideale sind und die Eigenschaft haben, dass

1. aus  $ab \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$  und  $a \not\equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$  folgt  $b \equiv 0 \pmod{\mathfrak{p}}$ ,

2.  $\mathfrak{q} \equiv 0 \pmod{\mathfrak{p}}$ ,

3. aus  $b \equiv 0 \pmod{\mathfrak{p}}$  folgt  $b^\rho \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$ ,

so ist  $\mathfrak{q}$  *primär* und  $\mathfrak{p}$  *das zugehörige Primideal*.

IV. Aus  $ab \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$  und  $a \not\equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$  folgt  $b \equiv 0 \pmod{\mathfrak{p}}$ .

V. Besitzt *das zu*  $\mathfrak{q}$  *gehörige Primideal*  $\mathfrak{p}$  *eine endliche Basis*<sup>(1)</sup>, so ist eine Potenz  $\mathfrak{p}^\rho$  durch  $\mathfrak{q}$  teilbar:

$$\mathfrak{p}^\rho \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}. \tag{1}$$

<sup>(1)</sup> In [3] und [4] wird V etwas anders formuliert, und zwar setzt Verf. voraus, dass im Ring  $\mathfrak{o}$  der Teilerkettensatz gilt, und er spricht dann V so aus:

V. Eine Potenz  $\mathfrak{p}^\rho$  ist durch  $\mathfrak{q}$  teilbar:

$$\mathfrak{p}^\rho \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}.$$

3957

Besitzt das zu  $\mathfrak{q}$  gehörige Primideal  $\mathfrak{p}$  eine endliche Basis, so ergeben IV und V

VI. Aus  $ab \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$  und  $a \not\equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$  folgt, dass eine Potenz  $b^\sigma \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$  ist.

Ein Primärideal  $\mathfrak{q}$  mit der Eigenschaft VI heisst *stark primär*, im Gegensatz zu den oben definierten *schwach primären* Idealen oder Primäridealen schlechthin. Besitzt das zu  $\mathfrak{q}$  gehörige  $\mathfrak{p}$  eine endliche Basis, so fallen beide Begriffe zusammen, d. h. das stark primäre Ideal  $\mathfrak{q}$  ist schwach primär und umgekehrt. Lässt man aber solche  $\mathfrak{q}$  zu, für die  $\mathfrak{p}$  eine unendliche Basis hat, so ist das nicht mehr der Fall; zwar ist dann jedes stark primäre Ideal auch schwach primär, aber die Umkehrung braucht nicht zu gelten.

Als Beispiel führt van der Waerden das Primärideal

$$\mathfrak{q} = (x_1, x_2^2, x_3^3, \dots) \quad (2)$$

im Ring  $\mathfrak{v}$  der Polynome von unendlich vielen Unbestimmten  $x_1, x_2, x_3, \dots$  mit Koeffizienten aus einem kommutativen Körper  $K$  (<sup>1</sup> an, zu welchem Primärideal das Primideal

$$\mathfrak{p} = (x_1, x_2, x_3, \dots) \quad (3)$$

gehört.\*

Zur Begründung wird folgendes gesagt:

«Diese beiden Behauptungen (<sup>2</sup> ergeben sich am leichtesten aus Satz III.  $\mathfrak{q}$  besteht aus allen Polynomen, in denen das konstante Glied fehlt und in jedem Glied mindestens ein darin vorkommendes  $x_\nu$  mindestens den Exponenten  $\nu$  hat, während  $\mathfrak{p}$  aus allen Polynomen ohne konstantes Glied besteht. Ist nun  $a \not\equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$  und  $b \equiv 0 \pmod{\mathfrak{p}}$ , so enthält  $b$  ein konstantes Glied  $b_0 \neq 0$  und  $a$  ein Glied, in welchem jedes  $x_\nu$  einen Exponenten  $< \nu$  hat. Wir suchen nun unter diesen Gliedern von  $a$  ein Glied niedrigsten Grades aus; das ergibt, mit der Konstanten  $b_0$  multipliziert, ein in  $ab$  wirklich vorkommendes Glied niedrigsten Grades, in dem wieder jedes  $x_\nu$  einen Exponenten  $< \nu$  hat. Also folgt  $ab \not\equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$ . Damit ist die Voraussetzung 1 von Satz III bewiesen. Ist weiter  $b \equiv 0 \pmod{\mathfrak{p}}$ , so fehlt in  $b$  das konstante Glied; ist  $x_\omega$  die letzte der Unbestimmten  $x_1, x_2, \dots$ , die im Polynom  $b$  wirklich vorkommt (in  $b$  können ja nur end-

---

Nun folgt aus dem Teilerkettensatz, in Verbindung mit dem Auswahlpostulat, dass jedes Ringideal eine endliche Basis hat ([3], 25–26 oder [4], 20–21). Beim Beweise von (1) wird von alledem nur benutzt, dass  $\mathfrak{p}$  eine endliche Basis hat.

(<sup>1</sup> Über den Koeffizientenbereich  $K$  der Polynome macht van der Waerden keine besonderen Annahmen. Aus der w. u. zitierten Stelle geht aber hervor, dass  $K$  keine Nullteiler besitzen darf. Ausserdem muss  $K$  kommutativ sein, da ja  $\mathfrak{v}$  einen kommutativen Ring bilden soll. Da ich kein Interesse habe, einen möglichst allgemeinen Sachverhalt vorauszusetzen, nehme ich  $K$  als kommutativen Körper an.

(<sup>2</sup> Dass (2) primär und (3) das zugehörige Primideal ist.

lich viele  $x_v$  vorkommen), so haben in  $b^{\omega^2}$  alle Glieder mindestens den Grad  $\omega^2$ . In jedem Glied kommt also mindestens ein  $x_v$  in der  $\omega$ -ten Potenz vor; demnach liegt  $b^{\omega^2}$  in  $\mathfrak{q}$ . Da schliesslich  $\mathfrak{q} \equiv 0 \pmod{\mathfrak{p}}$  ist, so sind alle Voraussetzungen von Satz III erfüllt.

Trotzdem ist  $\mathfrak{p}^{\rho} \not\equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}$ , wie gross man  $\rho$  auch nehmen mag, denn  $\mathfrak{p}^{\rho}$  enthält das Element  $x_{\rho+1}^{\rho}$ , welches nicht in  $\mathfrak{q}$  liegt.

Damit ist gezeigt, dass das Ideal (2) primär ist, dass das Primideal (3) zu (2) gehört und dass (1) für kein  $\rho$  gilt. (1) wurde aber nur für Primideale  $\mathfrak{p}$  mit *endlicher Basis* bewiesen. Die Frage, ob das Ideal (2) stark primär ist oder nicht, bleibt daher offen. Ich werde im nächsten Paragraphen zeigen, dass (2) dennoch stark primär ist.

§ 2.

Es mögen im Polynomring  $\mathfrak{o}$  zwei Ideale  $\mathfrak{a}, \mathfrak{b}$  gegeben sein, die den Voraussetzungen von VI nach dem Idealmodul (2) genügen, d. h. es sei

$$ab \equiv 0 \pmod{\mathfrak{a}}, \quad a \not\equiv 0 \pmod{\mathfrak{a}}. \tag{4}$$

Wegen der Inkongruenz (4) gibt es in  $\mathfrak{a}$  ein nicht in  $\mathfrak{q}$  enthaltenes Polynom  $a$ .

Wenn im folgenden von Gliedern eines Polynoms von  $\mathfrak{o}$  gesprochen wird, so sind stets Glieder mit von Null verschiedenen Koeffizienten gemeint.

Die natürliche Zahl  $\tau$  sei so gewählt, dass keine der Unbestimmten

$$x_{\tau+1}, x_{\tau+2}, x_{\tau+3}, \dots \tag{5}$$

in einem Glied von  $a$  vorkommt. Ich sondere aus  $a$  ein nicht in (2) enthaltenes Glied

$$\alpha X_1; \quad \alpha \text{ in } K; \quad X_1 = x_1^{\lambda_1} \dots x_{\tau}^{\lambda_{\tau}}; \quad 0 \leq \lambda_1 < 1, \dots, 0 \leq \lambda_{\tau} < \tau \tag{6}$$

von möglichst niedrigem Grad

$$\lambda = \lambda_1 + \dots + \lambda_{\tau} \tag{7}$$

aus und schreibe

$$a = \alpha X_1 + a_1. \tag{8}$$

Ein beliebiges Polynom  $b$  aus  $\mathfrak{b}$  sei vorgegeben, so dass wegen der Kongruenz (4)

$$ab \equiv 0 \pmod{\mathfrak{a}} \tag{9}$$

ist. Es sei

$$b = b_1 + b_2 + b_3 + b_4, \tag{10}$$

wo die Polynome  $b_1, b_2, b_3, b_4$  wie folgt definiert sind:  $b_1$  besteht aus allen Gliedern von  $b$ , die dem Ideal (2) angehören;  $b_2$  besteht aus allen Gliedern von  $b - b_1$ , in denen mindestens eine der Unbestimmten

$$x_1, x_2, \dots, x_{\tau} \tag{5a}$$

vorkommt;  $b_3$  besteht aus allen Gliedern von  $b-b_1$ , in denen mindestens eine der Unbestimmten (5) und keine der Unbestimmten (5a) vorkommt;  $b_4$  besteht aus dem konstanten Glied von  $b$ , das von selbst nicht in  $\mathfrak{q}$  liegen kann. Es soll gezeigt werden, dass

$$b_3=0, \quad b_4=0 \quad (11)$$

ist, d. h. dass diese beiden Polynome keine Glieder enthalten.

Gesetzt, es sei  $b_3 \neq 0$ . Dann nehme ich ein beliebiges Glied

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta X_2; \beta \text{ in } K; X_2 = x_{\tau+1}^{\lambda_{\tau+1}} \dots x_{\nu}^{\lambda_{\nu}}; \\ 0 \equiv \lambda_{\tau+1} < \tau + 1, \dots, 0 \equiv \lambda_{\nu} < \nu; \lambda_{\tau+1} + \dots + \lambda_{\nu} > 0 \end{array} \right. \quad (12)$$

aus  $b_3$  und schreibe

$$b_3 = \beta X_2 + b_{31}. \quad (13)$$

Aus (8), (10) und (13) folgt

$$ab = \alpha \beta X_1 X_2 + ab_1 + ab_2 + ab_4 + a_1 b_3 + ab_{31} X_1. \quad (14)$$

Führt man auf der rechten Seite von (14) die Multiplikationen aus, so kann sich das Glied  $\alpha \beta X_1 X_2$  nicht wegheben. In der Tat gehört dies Glied, wie aus (6) und (12) ersichtlich ist, nicht dem Ideal (2) an, da jedes  $x_{\nu}$  mit einem Exponenten  $\lambda_{\nu} < \nu$  auftritt. Die Glieder von  $ab_1$  gehören dagegen dem Ideal (2) an. Ferner hat jedes nicht in  $\mathfrak{q}$  enthaltene Glied von  $a$  mindestens den Grad (7) von  $X_1$ , also jedes nicht in  $\mathfrak{q}$  enthaltene Glied von  $ab_2$  einen Grad  $> \lambda$ . In den Gliedern von  $ab_4$  kommt keine der Unbestimmten (5) vor. In den Gliedern von  $a_1 b_3$  ist das Potenzprodukt der Unbestimmten (5a) von  $X_1$  verschieden. Endlich ist in den Gliedern von  $ab_{31} X_1$  das Potenzprodukt der Unbestimmten (5) von  $X_2$  verschieden. Gehört nun ein Polynom dem Ideal (2) an, so muss auch jedes Glied dieses Polynoms in (2) liegen. Also ist  $ab$  nicht in  $\mathfrak{q}$  enthalten, was der Kongruenz (9) widerspricht. Damit ist die erste Gleichung (11) bewiesen.

Gesetzt, es sei  $b_4 = \gamma \neq 0$ ,  $\gamma$  in  $K$ . Dann folgt aus (8), (10) und der ersten Gleichung (11)

$$ab = \alpha \gamma X_1 + \gamma a_1 + ab_1 + ab_2. \quad (15)$$

Führt man auf der rechten Seite von (15) die Multiplikationen aus, so kann sich das Glied  $\alpha \gamma X_1$  nicht wegheben. In den Gliedern von  $\gamma a_1$  ist nämlich das Potenzprodukt der Unbestimmten (5a) von  $X_1$  verschieden. Die Glieder von  $ab_1$  gehören dem Ideal (2) an, während  $\alpha \gamma X_1$  ihm nicht angehört. Endlich hat jedes nicht in  $\mathfrak{q}$  enthaltene Glied von  $ab_2$  einen Grad  $> \lambda$ . Mithin kann  $ab$  wiederum nicht in  $\mathfrak{q}$  liegen, gegen (9).

Setzt man (11) in (10) ein und erinnert sich an die Definition von  $b_1, b_2$ , so bekommt man

$$\begin{aligned} b &= q + c_1 x_1 + \dots + c_\tau x_\tau \quad (q \text{ in } \mathfrak{q}; c_1, \dots, c_\tau \text{ in } \mathfrak{o}) \\ &= q + d, \end{aligned}$$

zur Abkürzung. Bei  $d^{\tau^2}$  haben alle Glieder mindestens den Grad  $\tau^2$  in den Unbestimmten (5a). In jedem Glied kommt also mindestens ein  $x_\nu$  in der  $\nu$ -ten oder einer noch grösseren Potenz vor; demnach liegt  $d^{\tau^2}$  in  $\mathfrak{q}$ , und es ist

$$b^{\tau^2} \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}},$$

$$b^\sigma \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}} \text{ für } \sigma = \tau^2,$$

w. z. b. w.

R. Hölzer [1], 721 (vgl. auch E. Noether [2], 44) gab das folgende einwandfreie Beispiel eines schwachen, aber nicht zugleich starken Primär ideals  $\mathfrak{q}$ :

$$\mathfrak{q} = (x_1^2, x_2^3, \dots, x_{\nu}^{\nu+1}, \dots, x_i x_k, \dots) \quad (i \neq k). \quad (2a)$$

Nach dem Muster der in § 1 zitierten Stelle aus [3], [4] zeigt man, dass (2a) ein primäres Ideal ist, zu dem das Primideal (3) gehört. Setzt man

$$\mathfrak{a} = (x_1, x_3, x_5, \dots), \quad \mathfrak{b} = (x_2, x_4, x_6, \dots), \quad (16)$$

so wird

$$\mathfrak{a}\mathfrak{b} \equiv 0 \pmod{\mathfrak{q}}, \quad (17)$$

aber keine Potenz von  $\mathfrak{a}$  oder  $\mathfrak{b}$  ist durch  $\mathfrak{q}$  teilbar, denn in  $\mathfrak{a}^p$  befindet sich das nicht in  $\mathfrak{q}$  enthaltene Polynom  $x_{2p+1}^2$ , in  $\mathfrak{b}^p$  das nicht in  $\mathfrak{q}$  enthaltene Polynom  $x_{2p}^2$ . (2a) ist mithin kein starkes Primärideal.

Akad. d. Wiss. d. Georgischen SSR  
Mathematisches Institut  
Tbilissi

(Eingegangen am 9. Mai 1941.)

საბჭოთა კავშირი

ბ. ვალაშვილი

პრინციპული იდეალების შესახებ

რეზიუმე

წინამდებარე წერილში მე გამტკიცებ, რომ (2) პოლინომიალური იდეალი არის მძლავრი პრინციპული იდეალი, წინააღმდეგ van der Waerden-ის მტკიცებისა, რომელიც მას მოყვანილი აქვს თავის წიგნში [3], გვ. 35; [4], გვ. 30 (რუსული გამოცემა [3a], გვ. 38).

[3a] წიგნის მკითხველს ვურჩევ (2) იდეალი შესცვალოს R. Hölzer-ის მიერ ([1], გვ. 721) მოცემულ (2a) იდეალით. [3a], გვ. 38-ის ანალოგიურად

ვამტკიცებთ, რომ (2a) პრიმარული იდეალია, რომელსაც შეესაბამება (3) მარტივი იდეალი. თუ  $a$  და  $b$  იდეალებს განვმარტავთ (16)-ის თანახმად, მივიღებთ (17), მაგრამ არც ერთი ხარისხი  $a$  ან  $b$  იდეალისა არ იყოფა (2a) იდეალზე, რადგან  $a^p$  შეიცავს  $x_{2p+1}^p$  მრავალწევრს და  $b^p$  —  $x_{2p}^p$  მრავალწევრს. ამიტომ, (2a) არის მხოლოდ სუსტი პრიმარული იდეალი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
თბილისის მათემატიკური ინსტიტუტი

МАТЕМАТИКА

А. З. ВАЛЬФИШ

О ПРИМАРНЫХ ИДЕАЛАХ

Резюме

В настоящей заметке я доказываю, что полиномиальный идеал (2) является сильным примарным идеалом, вопреки утверждению van der Waerdena в его книге [3], стр. 35; [4], стр. 30 (русское издание [3a], стр. 38).

Читателю книги [3a] рекомендую заменить идеал (2) через идеал (2a), указанный R. Hölzer'ом [1], стр. 721. Как в [3a], стр. 38, показываем, что (2a) — примарный идеал, которому отвечает простой идеал (3). Определив идеалы  $a$  и  $b$  в соответствии с (16), имеем (17), но никакая степень идеала  $a$  или  $b$  не делится на идеал (2a), поскольку в  $a^p$  имеется многочлен  $x_{2p+1}^p$ , а в  $b^p$  — многочлен  $x_{2p}^p$ . Отсюда (2a) — лишь слабый примарный идеал.

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Математический Институт

ZITIERTE LITERATUR—ციტირებული ლიტერატურა—  
ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. R. Hölzer. Zur Theorie der primären Ringe. Mathematische Annalen 96 (1927), 719—735.
2. E. Noether. Abstrakter Aufbau der Idealtheorie in algebraischen Zahl- und Funktionskörpern. Mathematische Annalen 96 (1927), 26—61.
3. B. L. van der Waerden. Moderne Algebra. Zweiter Teil. Berlin, 1931.
- 3a. Б. Л. Ван-Дер-Варден. Современная алгебра. Вторая часть. ОНТИ, 1937.
4. B. L. van der Waerden. Moderne Algebra. Zweiter Teil, Zweite Auflage. Berlin, 1940.





МАТЕМАТИКА

А. Р. ХВОЛЕС

ОБ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЯХ ФРЕДГОЛЬМА ТРЕТЬЕГО РОДА

В 1911 г. Е. Пикар [1] рассмотрел интегральное уравнение вида

$$\varphi(x) + \lambda \int_a^b \frac{K(x, s)}{A(s)} \varphi(s) ds = f(x), \quad (1)$$

которое он называет интегральным уравнением Фредгольма третьего рода.

Пикар допускает, что  $K(x, s)$ ,  $f(x)$  и  $A(x)$  — голоморфные функции в некоторой области, содержащей интервал  $(a, b)$ , относительно комплексных переменных  $x$  и  $s$ , и что  $A(x)$  имеет лишь простые нули  $\alpha_i$  ( $i = 1 \dots k$ ).

Исключим интервалы  $(\alpha_i - \varepsilon_i, \alpha_i + \eta_i)$ ; к оставшемуся интервалу  $L$ , очевидно, применима обычная теория Фредгольма.

Пикар доказал, что предел решения получающегося при этом уравнения Фредгольма, когда  $\varepsilon_i \rightarrow 0$ ,  $\eta_i \rightarrow 0$  и  $\lim \log \frac{\varepsilon_i}{\eta_i} = c_i$ , где  $c_i$  — фиксированная постоянная, есть решение уравнения (1). Интеграл в уравнении (1) Пикар понимает, как

$$\int_a^b = \lim_{\substack{\varepsilon_i \rightarrow 0 \\ \eta_i \rightarrow 0}} \int_L$$

В этой заметке мы даем решение интегрального уравнения (1), отличное от пикаровского, а также доказываем сходимость процесса Пикара при меньших ограничениях для функции  $K(x, s)$ ,  $f(x)$  и  $A(x)$ .

Очевидно, что, без ограничения общности, рассуждение можно вести вместо (1) для уравнения:

$$\varphi(x) + \lambda \int_a^b \frac{K(x, s)}{s} \varphi(s) ds = f(x), \quad a < 0 < b. \quad (2)$$

Ищем решение (2) при следующих допущениях для  $K(x, s)$  и  $f(x)$ :

- а)  $K(x, s)$  имеет частные производные по  $x$  и  $s$ , удовлетворяющие условию Липшица.
  - б)  $f(x)$  имеет производную, удовлетворяющую условию Липшица.
- Несобственные интегралы, которые встречаются ниже, будем понимать

в смысле Пикара, считая  $\varphi(x)$  в классе функций, для которых интегралы имеют смысл.

Имеет место следующая теорема:

Решение интегрального уравнения (2) есть дробнолинейная функция от  $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \log \frac{\varepsilon}{\eta}$  и представляется линейной комбинацией двух функций, каждая из которых есть решение соответствующего ей интегрального уравнения с регулярным ядром.

Перепишем уравнение (2) в следующем виде:

$$\varphi(x) + \lambda \int_a^b H(x, s) \varphi(s) ds = f(x) - \lambda K(x, 0) \int_a^b \frac{\varphi(s)}{s} ds, \quad (3)$$

где

$$H(x, s) = \frac{K(x, s) - K(x, 0)}{s}.$$

Решение уравнения (3) с ядром  $H(x, s)$  можно записать в виде:

$$\begin{aligned} \varphi(x) = & f(x) - \lambda K(x, 0) \int_a^b \frac{\varphi(s)}{s} ds - \lambda \int_a^b R(x, t; \lambda) f(t) dt \\ & + \lambda^2 \int_a^b R(x, t; \lambda) K(t, 0) dt \int_a^b \frac{\varphi(s)}{s} ds \end{aligned}$$

или, вводя обозначения:

$$\begin{aligned} \varphi_1(x) &= f(x) - \lambda \int_a^b R(x, t; \lambda) f(t) dt \\ \varphi_2(x) &= K(x, 0) - \lambda \int_a^b R(x, t; \lambda) K(t, 0) dt, \end{aligned} \quad (*)$$

получим

$$\varphi(x) = \varphi_1(x) - \lambda \varphi_2(x) \int_a^b \frac{\varphi(s)}{s} ds. \quad (4)$$

Обозначая  $\int_a^b \frac{\varphi(s)}{s} ds = C$ , можем написать:

$$\varphi(x) = \varphi_1(x) - \lambda \varphi_2(x) C. \quad (5)$$

Подставив в (4) вместо  $\varphi(x)$  его значение из (5), легко получим, что

$$C = \frac{\int_a^b \frac{\varphi_1(s)}{s} ds}{1 + \lambda \int_a^b \frac{\varphi_2(s)}{s} ds}$$

и решение уравнения (2) принимает вид:

$$\varphi(x) = \varphi_1(x) - \frac{\lambda \varphi_2(x) \int_a^b \frac{\varphi_1(s)}{s} ds}{1 + \lambda \int_a^b \frac{\varphi_2(s)}{s} ds},$$

или,

$$\varphi(x) = \varphi_1(x) - \frac{\lambda A_1 + \lambda \varphi_1(0) \left[ \lg \frac{b}{|a|} + c \right]}{1 + \lambda A_2 + \lambda \varphi_2(0) \left[ \lg \frac{b}{|a|} + c \right]} \varphi_2(x), \quad (**)$$

где  $A_1 = \int_a^b \frac{\varphi_1(x) - \varphi_1(0)}{s} ds$ ,  $A_2 = \int_a^b \frac{\varphi_2(s) - \varphi_2(0)}{s} ds$  и  $c = \lim_{\substack{\varepsilon \rightarrow 0 \\ \eta \rightarrow 0}} \log \frac{\varepsilon}{\eta}$ .

Как нетрудно заметить из выражения (\*),  $\varphi_1(x)$  и  $\varphi_2(x)$  суть решения интегральных уравнений

$$\varphi_1(x) + \lambda \int_a^b H(x, s) \varphi_1(s) ds = f(x) \quad \text{и} \quad \varphi_2(x) + \lambda \int_a^b H(x, s) \varphi_2(s) ds = K(x, 0).$$

Теорема, таким образом, доказана.

Как уже было отмечено, под решением уравнения (2) Пикар понимает предел выражения:

$$f(x) - \lambda \int_l \frac{D(x, s; \lambda, \varepsilon, \eta)}{s D(\lambda, \varepsilon, \eta)} f(s) ds, \quad (6)$$

где  $l$  обозначает интервал  $(a, b)$  без  $(-\varepsilon, \eta)$ , когда  $\varepsilon \rightarrow 0$  и  $\eta \rightarrow 0$  так, что  $\lim \log \frac{\varepsilon}{\eta} = c$ , где  $c$  — фиксированная постоянная.  $D(x, s; \lambda, \varepsilon, \eta)$  и  $D(\lambda, \varepsilon, \eta)$  — ряды Фредгольма для уравнения

$$\varphi(x) + \lambda \int \frac{K(x, s)}{s} \varphi(s) ds = f(x). \quad (2')$$

Мы докажем существование предела (6) при допущениях а) и б).  
Для доказательства рассмотрим  $D(\lambda, \varepsilon, \eta)$  и  $D(x, s; \lambda, \varepsilon, \eta)$ . Имеем:

$$D(\lambda, \varepsilon, \eta) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda^n}{n!} \int_I \dots \int_I \frac{K(s_1 \dots s_n)}{s_1 \dots s_n} ds_1 \dots ds_n, \quad (7)$$

где 
$$K(s_1 \dots s_n) = \begin{vmatrix} K(s_1 s_1), \dots, K(s_1 s_n) \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ K(s_n s_1), \dots, K(s_n s_n) \end{vmatrix}.$$

Преобразуем выражение  $\frac{K(s_1 \dots s_n)}{s_1 \dots s_n}$ ; можем написать

$$\frac{K(s_1 \dots s_n)}{s_1 \dots s_n} = \frac{\begin{vmatrix} K(s_1 s_1) - K(s_1 0), K(s_1 s_2) - K(s_1 0), \dots, K(s_1 s_n) - K(s_1 0) \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ K(s_n s_1) - K(s_n 0), K(s_n s_2) - K(s_n 0), \dots, K(s_n s_n) - K(s_n 0) \end{vmatrix}}{s_1 \dots s_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\begin{vmatrix} K(s_1 s_1), K(s_1 s_2), \dots, K(s_1 s_{i-1}), K(s_1 0), K(s_1 s_{i+1}), \dots, K(s_1 s_n) \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ K(s_n s_1), K(s_n s_2), \dots, K(s_n s_{i-1}), K(s_n 0), K(s_n s_{i+1}), \dots, K(s_n s_n) \end{vmatrix}}{s_1 s_2 \dots s_n}. \quad (8)$$

Введем обозначения

$$H(x, s) = \frac{K(x, s) - K(x, 0)}{s}, \quad H(s_1 \dots s_n) = \begin{vmatrix} H(s_1 s_1), \dots, H(s_1 s_n) \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ H(s_n s_1), \dots, H(s_n s_n) \end{vmatrix},$$

$$H_{i \neq k} \begin{pmatrix} s_1, s_2, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_{k-1}, s_{k+1}, \dots, s_n \\ s_1, s_2, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_{k-1}, s_{k+1}, \dots, s_n \end{pmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} H(s_1 s_1), \dots, H(s_1 s_{i-1}), K(s, 0), H(s_1 s_{i+1}), \dots, H(s, s_{k-1}), H(s_1 s_{k+1}), \dots, H(s_1 s_n) \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ H(s_{i-1} s_1), \dots, H(s_{i-1} s_{i-1}), K(s_{i-1} 0), H(s_{i-1} s_{i+1}), \\ \dots, H(s_{i-1} s_{k-1}), H(s_{i-1} s_{k+1}), \dots, H(s_{i-1} s_n) \\ H(s_{i+1} s_1), \dots, H(s_{i+1} s_{i-1}), K(s_{i+1} 0), H(s_{i+1} s_{i+1}), \\ \dots, H(s_{i+1} s_{k-1}), H(s_{i+1} s_{k+1}), \dots, H(s_{i+1} s_n) \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ H(s_n s_1), \dots, H(s_n s_{i-1}), K(s_n 0), H(s_n s_{i+1}), \dots, H(s_n s_{k-1}), H(s_n s_{k+1}), \dots, H(s_n s_n) \end{vmatrix}.$$

$$H_i \begin{pmatrix} s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n \\ s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} H(s_1 s_1), \dots, H(s_1 s_{i-1}), H(s_1 s_{i+1}), \dots, H(s_1 s_n) \\ \dots \\ H(s_{i-1} s_1), \dots, H(s_{i-1} s_{i-1}), H(s_{i-1} s_{i+1}), \dots, H(s_{i-1} s_n) \\ H(s_{i+1} s_1), \dots, H(s_{i+1} s_{i-1}), H(s_{i+1} s_{i+1}), \dots, H(s_{i+1} s_n) \\ \dots \\ H(s_n s_1), \dots, H(s_n s_{i-1}), H(s_n s_{i+1}), \dots, H(s_n s_n) \end{vmatrix}$$

$$H^*(s_i s_k) = \frac{H(s_i s_k) - H(0, s_k)}{s_i}, \quad H_1(s_i 0) = \frac{K(s_i 0) - K(0, 0)}{s_i}$$

$|K(x, s)| < P, |H^*(x, s)| < P,$  если  $a \leq x \leq b,$   
 $|H(x, s)| < P, |H_1(x, s)| < P,$  если  $a \leq s \leq b,$  где  $P$  — конечная величина.

Тогда выражение (8), после элементарных преобразований, примет вид

$$\begin{aligned} \frac{K(s_1 \dots s_n)}{s_1 \dots s_n} &= H(s_1 \dots s_n) + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{H(s_i s_k)}{s_i} H_{ik} \begin{pmatrix} s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_{k-1}, \dots, s_{k+1}, \dots, s_n \\ s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n \end{pmatrix} \\ &+ \sum_{i=1}^n \frac{K(s_i 0)}{s_i} H_i \begin{pmatrix} s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n \\ s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n \end{pmatrix} = H(s_1 \dots s_n) \\ &+ \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n H^*(s_i s_k) H_{ik} \begin{pmatrix} s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_{k-1}, s_{k+1}, \dots, s_n \\ s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n \end{pmatrix} \quad (9) \\ &+ \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{H(0, s_k)}{s_i} H_{ik} \begin{pmatrix} s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_{k-1}, s_{k+1}, \dots, s_n \\ s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n \end{pmatrix} \\ &+ \sum_{i=1}^n H_1(s_i 0) H_i \begin{pmatrix} s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n \\ s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n \end{pmatrix} + K(0, 0) \sum_{i=1}^n \frac{H_i \begin{pmatrix} s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n \\ s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n \end{pmatrix}}{s_i} \end{aligned}$$

Оценим

$$\left| \int_a^b \dots \int_a^b \frac{K(s_1 \dots s_n)}{s_1 \dots s_n} ds_1 \dots ds_n \right|;$$

подставив вместо  $\frac{K(s_1 \dots s_n)}{s_1 \dots s_n}$  его значение из (9) и применяя к  $H, H_{ik}, H,$  лемму Адамара, получим:

$$\left| \int_a^b \dots \int_a^b \frac{K(s_1 \dots s_n)}{s_1 \dots s_n} ds_1 \dots ds_n \right| < P^n \left[ n^{\frac{n}{2}} (b-a)^n + n(n-1)^{\frac{n-1}{2}} (b-a)^n + n(n-1)^{\frac{n-1}{2}} (b-a)^{n-1} \left| \lg \frac{b}{|a|} + \lg \frac{\varepsilon}{\eta} \right| + n(n-1)^{\frac{n-1}{2}} (b-a)^n + n(n-1)^{\frac{n-1}{2}} \left| \lg \frac{b}{|a|} + \lg \frac{\varepsilon}{\eta} \right| \right] = b_n(\varepsilon, \eta).$$

Считая, что  $\lim_{\substack{\varepsilon \rightarrow 0 \\ \eta \rightarrow 0}} \log \frac{\varepsilon}{\eta}$  есть конечная величина, нетрудно показать,

что ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda^n}{n!} b_n$ , где  $b_n = \lim_{\substack{\varepsilon \rightarrow 0 \\ \eta \rightarrow 0}} b_n(\varepsilon, \eta)$ , мажорантный по отношению к ряду  $D(\lambda) = \lim_{\substack{\varepsilon \rightarrow 0 \\ \eta \rightarrow 0}} D(\lambda, \varepsilon, \eta)$ , сходится при любом  $\lambda$  и, следовательно,  $D(\lambda)$  есть целая функция.

Аналогичным способом можно показать, что  $D(x, s; \lambda) = \lim_{\substack{\varepsilon \rightarrow 0 \\ \eta \rightarrow 0}} D(x, s; \lambda, \varepsilon, \eta)$

есть целая функция  $\lambda$ , и решение уравнения (2) есть предел:

$$\lim_{\substack{\varepsilon \rightarrow 0 \\ \eta \rightarrow 0}} \left\{ f(x) - \lambda \int_e^x \frac{D(x, s; \lambda, \varepsilon, \eta)}{s D(\lambda, \varepsilon, \eta)} f(s) ds \right\}.$$

$$\lim_{\substack{\varepsilon \rightarrow 0 \\ \eta \rightarrow 0}} \log \frac{\varepsilon}{\eta} = c$$

Таким образом, наше предложение доказано.

Мы видим из (\*\*), что решение уравнения (2) есть дробнолинейная функция от  $\lim_{\substack{\varepsilon \rightarrow 0 \\ \eta \rightarrow 0}} \log \frac{\varepsilon}{\eta} = c$ . Возникает вопрос: существуют ли такие решения уравнения (2), которые не зависят от  $c$ .

Оказывается можно найти значения  $\lambda$ , независящие от  $c$ , для которых решение уравнения (2) не зависит от  $c$ . Этот вопрос я рассматриваю в другом месте.

В заключение воспользуюсь возможностью выразить благодарность проф. В. Д. Купрадзе, который указал мне тему этой работы и руководил ее выполнением.

Тбилисский Государственный Университет  
имени Сталина

Кафедра дифференциальных и интегральных уравнений

ა. ხვოლესი

ფრედჰოლმის მესამე გვარის განტოლების შესახებ

რეზუმე

1911 წ. პიკარმა [1] განიხილა ინტეგრალური განტოლება

$$\varphi(x) + \lambda \int_a^b \frac{K(x, s)}{A(s)} \varphi(s) ds = f(x), \quad (1)$$

სადაც  $A(x)$  ფუნქციას  $(a, b)$  შუალედში აქვს მარტივი ნულები, და უწოდა ამ განტოლებას მესამე გვარის ინტეგრალური განტოლება. პიკარმა დაამტკიცა, რომ თუ  $K(x, s)$  და  $f(x)$  ანალიზური ფუნქციებია  $(a, b)$  შუალედის შემცველ რაიმე არეში, მაშინ (1) განტოლებისათვის გამოიყენება ფრედჰოლმის თეორია და ამოხსნა წილარწრფივად დამოკიდებული იქნება მუდმივებისაგა

$\lim_{\substack{\eta_i \rightarrow 0 \\ \xi_i \rightarrow 0}} \log \frac{\xi_i}{\eta_i} = c_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ), სადაც  $n$   $A(x)$ -ის მარტივი ნულების რიცხვია.

$(a, b)$  შუალედში. გამოყენების ინტერესები მოითხოვენ პიკარის შეზღუდვების შემცირებას. წინამდებარე გამოკვლევაში ჩვენ ვღებულობთ პიკარის შედეგებს შემდეგი პირობების მოთხოვნით:

a)  $K(x, s)$  აქვს კერძო წარმოებულნი  $x$  და  $s$ -ით, რომელნიც ლიფშიცის პირობას აკმაყოფილებენ.

b)  $f(x)$  აქვს წარმოებული, რომელიც ლიფშიცის პირობას აკმაყოფილებს. გარდა ამისა, ჩვენ ვამტკიცებთ შემდეგ თეორემას:

(2)-ის ამოხსნა არის ორი ფუნქციის წრფივი კომბინაცია, რომელნიც წარმოადგენენ სათანადოდ ფრედჰოლმის ორი რეგულიარული განტოლების ამოხსნას.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

დიფერენციალურ და ინტეგრალურ განტოლებათა კათედრა

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. E. Picard. Les equations intégrales de troisième espece: Ann. Sc. de l'ec. Norm. Sup. 47 vol., 1911.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

А. Я. ГОРГИДЗЕ и А. К. РУХАДЗЕ

О ВТОРИЧНЫХ ЭФФЕКТАХ ПРИ ИЗГИБЕ КРУГОВОГО ЦИЛИНДРА

Сообщение первое

1. Изучение многих задач техники требует, как известно, знания распределения напряжений в призматических телах. Здесь мы рассмотрим одну из таких задач—изгиб кругового цилиндра. Вопрос изгиба кругового цилиндра хорошо изучен в линейной теории упругости, но почти ничего не известно о вторичных эффектах при изгибе призматических тел, если не считать одну статью П. М. Риза [1]. Более подробно изучен вопрос о вторичных эффектах при кручении (Сет [2], Риз [3, 4], Зволинский [4], Панов [5]). В основу этих исследований положены формулы Мернахана (Murnaghan) [6], в дальнейшем заново выведенные Зволинским и Ризом [7].

В настоящей и последующих заметках мы намерены дать решение задачи изгиба поперечной силой кругового цилиндра с учетом вторичных эффектов. Предлагаемый нами метод позволяет решить задачу и для некоторых не круговых сечений. В одной из последующих статей мы покажем пригодность упомянутого метода для эллиптического цилиндра.

2. Для решений нашей задачи нам понадобятся некоторые формулы нелинейной теории упругости. Приведем их здесь.

Зависимость между компонентами тензора деформации и напряжения для окончательного состояния в координатах  $x, y, z$  имеет вид:

$$e_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \right], \tag{1}$$

$$e_{xy} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) - \frac{1}{2} \left[ \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial y} \right]$$

$$X_x = (\lambda + 2\mu)e_{xx} + \lambda(e_{yy} + e_{zz}) + \frac{3}{2}(\lambda + 2\mu)e_{xx}^2 + \frac{\lambda}{2}(e_{yy}^2 + e_{zz}^2) - (\lambda + 2\mu)(e_{xx}e_{yy} + e_{xx}e_{zz}) - 2\lambda e_{yy}e_{zz} + (3\lambda + 5\mu)(e_{xy}^2 + e_{xz}^2) + 3\lambda e_{yz}^2, \tag{2}$$

$$X_y = 2\mu e_{xy} + (\lambda + 3\mu)(e_{xx}e_{xy} + e_{yy}e_{xy}) + (\lambda - 2\mu)e_{xy}e_{zz} + 5\mu e_{xx}e_{yz},$$



Формулы (1) впервые были указаны Файлоном, а формулы (2) Мернаханом; постоянные, входящие в эти последние, определены по гипотезе Риза—Зволинского.

3. Мы ставим себе целью решить задачу изгиба поперечной силой кругового цилиндрического тела, в предположении, что объемные силы отсутствуют, боковая поверхность свободна от внешних усилий, а усилия, действующие на торцевой поверхности  $\zeta=l$ , эквивалентны одной силе  $W$ , которая приложена к центру тяжести торца и направлена параллельно оси  $Ox$ , причем предполагается, что ось  $O\zeta$  направлена параллельно образующим цилиндра, оси  $Ox$  и  $Oy$  направлены по главным осям сечения.

При указанных условиях вопрос сводится к следующей математической задаче: Требуется найти компоненты напряжения  $X_x, \dots, Y_x$ , удовлетворяющие в области, занятой телом, однородным уравнениям равновесия:

$$\frac{\partial X_x}{\partial x} + \frac{\partial X_y}{\partial y} + \frac{\partial X_z}{\partial \zeta} = 0, \tag{3}$$

условиям совместимости и граничным условиям:

$$X_x \cos(n, x) + X_y \cos(n, y) + X_z \cos(n, \zeta) = 0 \tag{4}$$

на боковой поверхности, где  $\cos(n, x)$ ,  $\cos(n, y)$  и  $\cos(n, \zeta)$ —направляющие косинусы нормали деформированной поверхности.

Как известно, решение поставленной задачи в линейной теории упругости имеет вид (пишем решения в смещениях)

$$u = -\tau \zeta y + v \left\{ \frac{1}{2} \sigma (l - \zeta) (x^2 - y^2) + \frac{1}{2} l \zeta^2 - \frac{1}{6} \zeta^3 \right\},$$

$$v = \tau \zeta x + v \sigma (l - \zeta) x y,$$

$$w = -\nu x \left[ l \zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 - \frac{1}{4} (3 + 2\sigma) R^2 + \frac{1}{4} (x^2 + y^2) \right],$$

где через  $\tau$  обозначена крутка,  $\nu = \frac{W}{IE}$ ,  $I$ —момент инерции сечения относительно оси, проходящей через центр тяжести и параллельной оси  $Oy$ ,  $E$ —модуль Юнга.

Будем предполагать постоянные  $\tau$  и  $\nu$  таковыми, что в разложениях  $u$ ,  $v$  и  $w$  по степеням  $\tau$  и  $\nu$  нельзя (в отличие от линейной теории упругости) отбросить члены порядка  $\tau^2$ ,  $\tau\nu$  и  $\nu^2$ , но можно отбросить члены высшего порядка. В соответствии с этим, решение поставленной нелинейной задачи будем искать в следующем виде:

$$u = -\tau \zeta y + v \left[ \frac{1}{2} \sigma (l - \zeta) (x^2 - y^2) + \frac{1}{2} l \zeta^2 - \frac{1}{6} \zeta^3 \right] + \tau^2 u_1 + \tau \nu u_2 + \nu^2 u_3,$$

$$v = \tau \zeta x + v \sigma (l - \zeta) x y + \tau^2 v_1 + \tau \nu v_2 + \nu^2 v_3, \tag{5}$$

$$w = -\nu x \left[ l\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 - \frac{1}{4} (3+2\sigma) R^2 + \frac{1}{4} (x^2 + y^2) \right] + \tau^2 w_1 + \tau \nu w_2 + \nu^2 w_3,$$

где  $w_1, \dots, w_3$  — искомые функции, выражающие вторичные эффекты деформации.

Если вычислим соответствующие напряжения по формулам (1) и (2), вводя дополнительные напряжения  $X'_x, \dots, Y'_y$ , которые соответствуют членам, содержащим функции  $w_1, \dots, w_3$ , и учтя формулы:

$$\cos(n, x) = \cos \alpha - \nu \left[ \frac{1}{2} \sigma(l - \zeta) + \frac{1}{R^2} \left( \frac{1}{2} l\zeta^2 - \frac{1}{6} \zeta^3 \right) \right] y \cos \beta,$$

$$\cos(n, y) = \cos \beta + \nu \left[ \frac{1}{2} \sigma(l - \zeta) + \frac{1}{R^2} \left( \frac{1}{2} l\zeta^2 - \frac{1}{6} \zeta^3 \right) \right] y \cos \alpha, \quad (6)$$

$$\cos(n, \zeta) = \nu \left[ \frac{1}{2} \sigma(x^2 + y^2) - \left( l\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] \cos \alpha,$$

398

выражающие с точностью  $\tau$  и  $\nu$  направляющие косинусы нормали к деформированной поверхности через направляющие косинусы нормали недеформированной поверхности, то для определения дополнительных напряжений приходим к следующим задачам.

I. Задача определения напряжений  $X'_x, \dots, Y'_y$ . Для искомого напряжений имеем уравнения равновесия:

$$\begin{aligned} \frac{\partial X'_x}{\partial x} + \frac{\partial X'_y}{\partial y} + \frac{\partial X'_z}{\partial \zeta} + \frac{2\lambda - 9\mu}{4} x &= 0, \\ \frac{\partial Y'_x}{\partial x} + \frac{\partial Y'_y}{\partial y} + \frac{\partial Y'_z}{\partial \zeta} + \frac{2\lambda - 9\mu}{4} y &= 0, \\ \frac{\partial Z'_x}{\partial x} + \frac{\partial Z'_y}{\partial y} + \frac{\partial Z'_z}{\partial \zeta} - 2(\lambda + \mu) \zeta &= 0, \end{aligned} \quad (7)$$

граничные условия:

$$\begin{aligned} X'_x \cos \alpha + X'_y \cos \beta + \left[ \frac{1}{4} \lambda x^2 + \frac{1}{4} (\lambda + 5\mu) y^2 - (\lambda + \mu) \zeta^2 \right] \cos \alpha - \frac{5}{4} \mu x y \cos \beta &= 0, \\ Y'_x \cos \alpha + Y'_y \cos \beta + \left[ \frac{1}{4} \lambda y^2 + \frac{1}{4} (\lambda + 5\mu) x^2 - (\lambda + \mu) \zeta^2 \right] \cos \beta - \frac{5}{4} \mu x y \cos \alpha &= 0, \\ Z'_x \cos \alpha + Z'_y \cos \beta - \mu x \zeta \cos \alpha - \mu y \zeta \cos \beta &= 0, \end{aligned} \quad (8)$$





и условия совместимости:

$$\begin{aligned} \Delta X'_x + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T'}{\partial x^2} + \frac{2\lambda-9\mu}{2} \frac{\sigma}{1-\sigma} \frac{2\lambda+13\mu}{2} &= 0, \Delta X'_y + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T'}{\partial x \partial y} = 0, \\ \Delta Y'_y + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T'}{\partial y^2} + \frac{2\lambda-9\mu}{2} \frac{\sigma}{1-\sigma} \frac{2\lambda+13\mu}{2} &= 0, \Delta X'_z + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T'}{\partial x \partial z} = 0, \\ \Delta Z'_z + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T'}{\partial z^2} - 4(\lambda+\mu) \frac{\sigma}{1-\sigma} \frac{2\lambda+13\mu}{2} &= 0, \Delta Y'_z + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T'}{\partial y \partial z} = 0, \end{aligned} \quad (9)$$

где  $T' = X'_x + Y'_y + Z'_z$ .

II. Задача определения напряжений  $X''_x, \dots, Y''_z$ .

Для искомым напряжений имеем уравнения равновесия:

$$\begin{aligned} \frac{\partial X''_x}{\partial x} + \frac{\partial X''_y}{\partial y} + \frac{\partial X''_z}{\partial z} + \frac{1}{8} [2\lambda + 23\mu + 62\mu\sigma + 4\lambda\sigma] xy &= 0, \\ \frac{\partial Y''_x}{\partial x} + \frac{\partial Y''_y}{\partial y} + \frac{\partial Y''_z}{\partial z} + \frac{1}{2} (\lambda + \mu) \zeta^2 + 2\mu(l - \zeta) \zeta - \frac{1}{16} (6\lambda - 5\mu) (3 + 2\sigma) R^2 & \\ + \frac{1}{16} (30\lambda + 5\mu + 30\mu\sigma - 36\lambda\sigma) y^2 + \frac{1}{16} (14\lambda - 41\mu - 70\mu\sigma - 20\lambda\sigma) x^2 &= 0, \\ \frac{\partial Z''_x}{\partial x} + \frac{\partial Z''_y}{\partial y} + \frac{\partial Z''_z}{\partial z} + \lambda y \zeta + \frac{\lambda + 7\mu}{2} (l - \zeta) y - \frac{2\lambda + \mu}{2} \sigma (l - \zeta) y &= 0, \end{aligned} \quad (10)$$

граничные условия:

$$\begin{aligned} X''_x \cos \alpha + X''_y \cos \beta + \left\{ -\lambda(l - \zeta) y \zeta - \lambda y \left[ \frac{1}{2} \sigma (x^2 - y^2) - \left( l \zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] \right. \\ + \frac{1}{8} (3 + 2\sigma) (\lambda + 5\mu) x^2 y + \frac{1}{8} (1 - 2\sigma) (3\lambda + 5\mu) y^3 - \frac{1}{8} (3 + 2\sigma) (3\lambda \\ + 5\mu) R^2 y - \mu y \left[ \frac{1}{2} \sigma (x^2 + y^2) - \left( l \zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] \left. \right\} \cos \alpha + \left\{ \frac{5}{16} \mu (6\sigma + 1) xy^2 \right. \\ \left. - \frac{5}{16} \mu (3 + 2\sigma) x (x^2 - R^2) \right\} \cos \beta = 0, \\ Y''_x \cos \alpha + Y''_y \cos \beta + \left\{ \frac{5}{16} \mu (6\sigma + 1) xy^2 - \frac{5}{16} \mu (3 + 2\sigma) x (x^2 - R^2) \right. \\ + \mu x \left[ \frac{1}{2} \sigma (x^2 + y^2) - \left( l \zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] \left. \right\} \cos \alpha + \left\{ -\lambda(l - \zeta) y \zeta - \lambda y \left[ \frac{1}{2} \sigma (x^2 - y^2) \right. \right. \\ \left. \left. - \left( l \zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] + \left[ \frac{2\sigma + 3}{8} \lambda - \frac{5}{4} \mu (1 + 2\sigma) \right] x^2 y + \frac{3}{8} \lambda (1 - 2\sigma) y^3 \right. \\ \left. - \frac{3}{8} \lambda (3 + 2\sigma) R^2 y \right\} \cos \beta = 0, \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned}
 & Z_x'' \cos \alpha + Z_y'' \cos \beta + \left\{ \mu \sigma x y \zeta + \frac{1}{2} [\lambda + 3\mu - (2\lambda + \mu) \sigma] (l - \zeta) x y \right. \\
 & \left. + \mu x y \left[ \frac{1}{2} \sigma (l - \zeta) + \frac{1}{R^2} \left( \frac{1}{2} l \zeta^2 - \frac{1}{6} \zeta^3 \right) \right] \right\} \cos \alpha + \left\{ \mu y^2 \left[ -\frac{1}{2} \sigma (l - \zeta) \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{1}{R^2} \left( \frac{1}{2} l \zeta^2 - \frac{1}{6} \zeta^3 \right) \right] - \mu \zeta \left[ \frac{1}{2} \sigma (x^2 - y^2) - \left( l \zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] \right\} \\
 & \left. + \frac{1}{2} [(2\lambda - \mu) \sigma - (\lambda + 3\mu)] x^2 (l - \zeta) \right\} \cos \beta = 0,
 \end{aligned}$$

и уравнения совместимости:

$$\begin{aligned}
 \Delta X_x'' + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T''}{\partial x^2} + \frac{3\sigma}{2(1 - \sigma)} (3\lambda + 8\mu\sigma - 2\lambda\sigma) y + \frac{1}{4} (2\lambda + 23\mu + \\
 + 62\mu\sigma + 4\lambda\sigma) y = 0, \\
 \Delta Y_y'' + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T''}{\partial y^2} + \frac{3\sigma}{2(1 - \sigma)} (3\lambda + 8\mu\sigma - 2\lambda\sigma) y + \frac{1}{4} (30\lambda + 5\mu + \\
 + 30\mu\sigma - 36\lambda\sigma) y = 0, \\
 \Delta Z_z'' + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T''}{\partial \zeta^2} + \frac{3\sigma}{2(1 - \sigma)} (3\lambda + 8\mu\sigma - 2\lambda\sigma) y + (\lambda - 7\mu + 2\lambda\sigma + \mu\sigma) y = 0, \\
 \Delta X_y'' + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T''}{\partial x \partial y} + \frac{1}{4} (8\lambda - 9\mu - 4\mu\sigma - 8\lambda\sigma) x = 0, \quad \Delta X_z'' + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T''}{\partial x \partial \zeta} = 0, \\
 \Delta Y_z'' + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T''}{\partial y \partial \zeta} + \frac{1}{2} [(3 + 2\sigma)\lambda - (13 - \sigma)\mu] \zeta + \frac{1}{2} [(11 - \sigma)\mu \\
 + (1 - 2\sigma)\lambda] l = 0,
 \end{aligned} \tag{12}$$

где  $T'' = X_x'' + Y_y'' + Z_z''$ .

### III. Задача определения напряжений $X_x'''$ , ..., $Y_z'''$ .

Для искомым напряжений имеем уравнений равновесия:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial X_x'''}{\partial x} + \frac{\partial X_y'''}{\partial y} + \frac{\partial X_z'''}{\partial \zeta} + \frac{1}{4} (14\lambda + \mu - 12\mu\sigma) x (l - \zeta)^2 - \frac{1}{32} [(3 + 2\sigma) (12\lambda \\
 + 3\mu + 14\mu\sigma) R^2 + 8(2\lambda + 5\mu) l^2] x + \frac{1}{32} (56\lambda + 9\mu + 48\mu\sigma + 28\mu\sigma^2) x^3 \\
 + \frac{1}{32} (24\lambda + 5\mu - 48\mu\sigma - 116\mu\sigma^2) x y^2 = 0,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial Y_x'''}{\partial x} + \frac{\partial Y_y'''}{\partial y} + \frac{\partial Y_z'''}{\partial z} + \frac{1}{4} (\mu + 8\mu\sigma) y(l-\zeta)^2 - \frac{1}{32} [(3+2\sigma)(-4\lambda + \mu \\ & + 22\mu\sigma) R^2 + 8(2\lambda + \mu) l^2] y + \frac{1}{32} (24\lambda + 5\mu + 116\mu\sigma + 100\mu\sigma^2) yx^2 \\ & + \frac{1}{32} (-8\lambda + \mu + 20\mu\sigma - 44\mu\sigma^2) y^3 = 0, \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial Z_x'''}{\partial x} + \frac{\partial Z_y'''}{\partial y} + \frac{\partial Z_z'''}{\partial z} + \frac{1}{2} (2\lambda + 3\mu)(l-\zeta)^3 + \frac{1}{8} [(3+2\sigma)(2\lambda - \mu - \mu\sigma) R^2 \\ & - 4(2\lambda + 3\mu) l^2] (l-\zeta) + \frac{1}{8} (\mu - 17\mu\sigma - 2\mu\sigma^2)(l-\zeta) y^2 - \frac{1}{8} (28\lambda + 21\mu \\ & + 3\mu\sigma + 6\mu\sigma^2) (l-\zeta) x^2 = 0, \end{aligned}$$

граничные условия:

$$\begin{aligned} & X_x''' \cos \alpha + X_y''' \cos \beta + \left\{ \lambda(1+\sigma) (l-\zeta)^2 x^2 - \frac{1}{2} \lambda \sigma (l-\zeta)^2 y^2 + \frac{1}{16} (\lambda + 4\lambda\sigma^2 \right. \\ & + 12\lambda\sigma) x^2 y^2 - (\lambda + \mu) \left( l\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right)^2 + \frac{1}{16} (\lambda + 5\mu) \sigma^2 (x^2 - y^2)^2 \\ & + \frac{1}{2} \lambda \sigma (x^2 - y^2) \left( l\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) + \left[ \frac{3}{4} (x^2 - y^2) + y^2 - \frac{1}{4} (3+2\sigma) R^2 \right] \left[ \frac{1}{4} (3\lambda \right. \\ & + 5\mu) \sigma (x^2 - y^2) - (\lambda + 2\mu) \left( l\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] + \frac{1}{64} (\lambda + \mu) [3(x^2 - y^2) + 4y^2 - (3+2\sigma) R^2]^2 \\ & - \mu \left[ \frac{1}{2} \sigma (x^3 - y^3) + \frac{3}{4} (x^2 - y^2) + y^2 - \frac{1}{4} (3+2\sigma) R^2 \right] \left[ \frac{1}{2} \sigma (x^3 + y^3) \right. \\ & \left. - \left( l\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] \left. \right\} \cos \alpha + \left\{ -\frac{1}{2} \mu xy \left( l\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) + \frac{5}{16} \mu (2\sigma + 1) \sigma (x^2 - y^2) xy \right. \\ & \left. + \frac{1}{8} \mu (10\sigma + 1) xy \left[ \frac{3}{4} (x^2 - y^2) + y^2 - \frac{1}{4} (3+2\sigma) R^2 \right] \right\} \cos \beta = 0, \\ & Y_x''' \cos \alpha + Y_y''' \cos \beta + \left\{ -\frac{1}{2} \mu xy \left( l\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) + \frac{5}{16} \mu (2\sigma + 1) \sigma (x^2 - y^2) xy \right. \\ & + \frac{1}{32} \mu (10\sigma + 1) xy [3(x^2 - y^2) + 4y^2 - (3+2\sigma) R^2] - \frac{1}{2} \mu (2\sigma + 1) xy \left[ \frac{1}{2} \sigma (x^2 \right. \\ & + y^2) - \left. \left( l\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] \left. \right\} \cos \alpha + \left\{ \lambda(1+\sigma) (l-\zeta)^2 x^2 - \frac{1}{2} \lambda \sigma (l-\zeta)^2 y^2 \right. \\ & \left. + \frac{1}{16} (8\lambda + \mu + 6\mu\sigma + 16\mu\sigma^2) x^2 y^2 - \lambda \left( l\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right)^2 + \frac{1}{16} \lambda \sigma^2 (x^2 - y^2)^2 \right. \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{1}{2} \lambda \sigma (x^2 - y^2) \left( k\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) + \frac{1}{4} [3(x^2 - y^2) + 4y^2 - (3 + 2\sigma) R^2] \left[ \frac{3}{4} \lambda \sigma (x^2 - y^2) - \lambda \left( k\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] + \frac{1}{64} \lambda [3(x^2 - y^2) + 4y^2 - (3 + 2\sigma) R^2]^2 \} \cos \beta = 0, \\
 & Z_x''' \cos \alpha + Z_y''' \cos \beta + \left\{ \frac{1}{8} \mu (1 + \sigma) [3(x^2 - y^2) + 4y^2 - (3 + 2\sigma) R^2] (l - \zeta) x - \mu (1 + \sigma) (l - \zeta) \left( k\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) x + \frac{1}{4} \sigma [\lambda + 3\mu - (2\lambda + \mu) \sigma] (x^2 - y^2) (l - \zeta) x + \frac{1}{2} \mu \sigma^2 (x^2 + y^2) (l - \zeta) x - \frac{1}{2} \mu (2\sigma + 1) x y^2 \left[ \frac{1}{2} \sigma (l - \zeta) + \frac{1}{R^2} \left( \frac{1}{2} k\zeta^2 - \frac{1}{6} \zeta^3 \right) \right] - 2\mu (1 + \sigma) (l - \zeta) x \left[ \frac{1}{2} \sigma (x^2 + y^2) - \left( k\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] \right\} \cos \alpha + \left\{ -\mu \sigma (l - \zeta) y \left[ \frac{1}{2} \sigma (x^2 - y^2) - \left( k\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] + \frac{1}{4} (\mu + 6\mu\sigma^2 + 7\mu\sigma) (l - \zeta) x^2 y + \frac{1}{4} \mu [2\sigma (x^2 - y^2) + 3(x^2 - y^2) + 4y^2 - (3 + 2\sigma) R^2] \left[ \frac{1}{2} \sigma (l - \zeta) + \frac{1}{R^2} \left( \frac{1}{2} k\zeta^2 - \frac{1}{6} \zeta^3 \right) \right] y \right\} \cos \beta = 0,
 \end{aligned}$$

и уравнения совместимости:

$$\begin{aligned}
 \Delta X_x''' + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T'''}{\partial x^2} + \frac{\sigma}{8(1 - \sigma)} \{ -4R^2(3 + 2\sigma)(\lambda + 2\mu\sigma) + 4(\lambda - 8\mu - 2\mu\sigma)(l - \zeta)^2 + (76\lambda + 29\mu + 68\mu\sigma + 52\mu\sigma^2) x^2 + (\mu + 20\mu\sigma - 60\mu\sigma^2) y^2 \} - \frac{1}{16} [(3 + 2\sigma)(12\lambda + 3\mu + 14\mu\sigma) R^2 + 8(2\lambda + 5\mu) l^2] + \frac{1}{2} (14\lambda + \mu - 12\mu\sigma)(l - \zeta)^2 + \frac{3}{16} (56\lambda + 9\mu + 48\mu\sigma + 28\mu\sigma^2) x^2 + \frac{1}{16} (24\lambda + 5\mu - 48\mu\sigma - 116\mu\sigma^2) y^2 = 0, \\
 \Delta Y_y''' + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T'''}{\partial y^2} + \frac{\sigma}{8(1 - \sigma)} \{ -4(3 + 2\sigma)(\lambda + 2\mu\sigma) R^2 + 4(\lambda - 8\mu - 2\mu\sigma)(l - \zeta)^2 + (76\lambda + 29\mu + 68\mu\sigma + 52\mu\sigma^2) x^2 + (\mu + 20\mu\sigma - 60\mu\sigma^2) y^2 \} - \frac{1}{16} [(3 + 2\sigma)(-4\lambda + \mu + 22\mu\sigma) R^2 + 8(2\lambda + \mu) l^2] + \frac{1}{2} (\mu + 8\mu\sigma) (l - \zeta)^2 + \frac{1}{16} (24\lambda + 5\mu + 116\mu\sigma + 100\mu\sigma^2) x^2 - \frac{3}{16} (8\lambda - \mu - 20\mu\sigma + 44\mu\sigma^2) y^2 = 0,
 \end{aligned} \tag{15}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta Z_z''' + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T'''}{\partial \zeta^2} + \frac{\sigma}{8(1 - \sigma)} \{ -4R^2(3 + 2\sigma)(\lambda + 2\mu\sigma) + 4(\lambda - 8\mu - 2\mu\sigma)(l - \zeta)^2 + (76\lambda + 29\mu + 68\mu\sigma + 52\mu\sigma^2) x^2 + (\mu + 20\mu\sigma - 60\mu\sigma^2) y^2 \} + (2\lambda + 3\mu) l^2 - 3(2\lambda + 3\mu)(l - \zeta)^2 + \frac{1}{4} (28\lambda + 21\mu + 3\mu\sigma + 6\mu\sigma^2) x^2 - \frac{1}{4} (\mu - 17\mu\sigma - 2\mu\sigma^2) y^2 = 0,
 \end{aligned}$$

$$\Delta X_y''' + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T'''}{\partial x \partial y} + \frac{1}{8} (24\lambda + 5\mu + 34\mu\sigma - 8\mu\sigma^2) xy = 0,$$

$$\Delta X_x''' + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T'''}{\partial x \partial z} - \frac{1}{4} (56\lambda + 23\mu - 21\mu\sigma + 6\mu\sigma^2) x(l-z) = 0,$$

$$\Delta Y_x''' + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T'''}{\partial y \partial z} - \frac{1}{4} (\mu + 33\mu\sigma + 2\mu\sigma^2) y(l-z) = 0,$$

где  $T''' = X_x''' + Y_y''' + Z_z'''$ .

Решение этих задач мы дадим в следующих сообщениях.

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Математический Институт

(Поступило в редакцию 4.5.1941)

დრეკადობის თეორია

ბ. გორგიძე და ა. რუხაძე

მეორადი ეფექტების შესახებ წერილი ცილინდრის  
ღუნვის შემთხვევაში. I

რეზუმე

წინამდებარე წერილში მოცემულია მეორადი ეფექტების ანგარიში წრი-  
ული ცილინდრის განივი ძალით ღუნვის შემთხვევაში. შრომაში ნაჩვენებია, რომ  
ღუნვის ეს ამოცანა დაიყვანება დრეკადობის თეორიის სამ კერძო სახის ამო-  
ცანის ამოხსნაზე. ამ ამოცანების ამოხსნა მოცემული იქნება შემდეგ წერილებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
თბილისის მათემატიკური ინსტიტუტი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. П. М. Рив. Изгиб растянутого призматического стержня. Прикладная математика и механика, т. III, вып. 3, 1939, стр. 33—44.
2. B. R. Seth. Finite strain in elastic problems. Phil. Trans. Roy. Soc. A234, 1935, p. 231.
3. П. М. Рив. Вторичные эффекты при кручении круглого цилиндра. Доклады АН, т. XX, № 4, 1938, стр. 255—257.
4. Н. В. Зволинский и П. М. Рив. Кручение растянутого призматического бруса. Доклады АН, т. XX, № 2—3, 1938, стр. 101.
5. Д. Ю. Панов. О вторичных эффектах при кручении эллиптического цилиндра. Доклады АН, XXII, № 4, 1939, стр. 158—160.
6. F. D. Murnaghan. Finite deformations of elastic solid. Amer. Journ. of Math. LIX, No 2, 1937, p. 235.
7. Н. В. Зволинский и П. М. Рив. О законе Гука для конечных смещений. Известия АН СССР, Отделение технических наук, № 8—9, 1938, стр. 17—20.

ბეოფიზიკა

ა. ნოღია

გურიის მაგნიტური ანომალია და ჯოგირთი მისი თავისებურებანი

1934 წლის ზაფხულში ლანჩხუთისა და მახარაძის რაიონებში გეოფიზიკური ინსტიტუტის მაგნიტომეტრიულმა ექსპედიციამ ჩემი ხელმძღვანელობით ა. შმიდტის ვერტიკალური მაგნიტური სავლეე სასწორის შემწეობით აღმოაჩინა მთელი რიგი მაგნიტური ანომალიები [1]. დედამიწის მაგნეტიზმის  $Z$  ვერტიკალური დაძაბულობის  $\Delta Z$  განხრანი კარსნის მაგნიტური ობსერვატორიის (მცხეთის მახლობლად) მიმართ საკვლეე ფართზე ხშირად აღწევს რამდენიმე ათასს ( $\gamma$ ) გამას ( $\gamma=0,00001$  cgs-ის ერთეულს) როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი ნიშნით.

ამ ანომალიებიდან, მათი შესაბამისი  $\Delta Z$ -ის მნიშვნელოვანი აბსოლუტური სიდიდის მიხედვით, ყურადღებას იპყრობს ანომალიები ნასაკირალში, აცანაში, აკეთში, მამათში და ჩიტისა, ზენდიდის, ტყებლას მთებზე; ამასთან უნდა ვიკონიოთ მხედველობაში, რომ აღნიშნულ ადგილებში  $\Delta Z$ -ის ექსტრემალურ მნიშვნელობათა შორის სხვაობამ 32000 გამამდე მიაღწია. შეიძლება აქ კიდევ სხვა ანომალიების დასახელება, მათი გეოგრაფიული მდებარეობის მიხედვით. აღსანიშნავია, რომ ამ ანომალიებს ხშირად ყოფს ერთმანეთისაგან საკმაოდ ფართო ზოლები, სადაც მაგნიტური ველი შეიძლება ნორმალურად ჩაითვალოს. იქნება ისეთი შთაბეჭდილება, თითქოს ანომალიანი ფართები კუნძულისებურადაა აქ განაწილებული. 1934 წელს, დროის უქონლობის გამო, მე ვერ მოვახერხე შემომეფარგლა ანომალიების ჯგუფი, რომელიც, ჩემი აზრით, შეიძლება გაერთიანებულ იქნას გურიის ანომალიის საერთო სახელწოდებით.

1936 წლის ზაფხულში გეოფიზიკური ინსტიტუტის მაგნიტურმა ექსპედიციამ ჩემი ხელმძღვანელობით გამოიკვლია შავი ზღვის მაგნიტური ქვიშის მაგნიტური ველი. ამ მიზნით ა. შმიდტის ვერტიკალურ სავლეე მაგნიტური სასწორის შემწეობით ქობულეთიდან გრიგოლეთამდე ჩატარებულმა შავი ზღვის სანაპიროს მიკროაგეგმამ დაადასტურა, რომ აღნიშნულ ზოლზე მაგნიტური ველი შეიძლება ჩაითვალოს თითქმის ნორმალურად [2, 3]. აქედან ცხადი იყო, რომ გურიის მაგნიტური ანომალია თავისი დასავლეთი ნაწილით ვერ აღწევდა შავი ზღვის ნაპირებამდე.

1938 წელს ზაფხულში გეოფიზიკური ინსტიტუტის მაგნიტურმა ექსპედიციამ ჩემივე ხელმძღვანელობით ჩაატარა გურიის მაგნიტური ანომალიის დასავლეთ ნაწილის გამოკვლევა [4]. ამ მიზნით აღნიშნულ ფართზე რამდენიმე სხვადასხვა მიმართულებით ჩატარებულ იქნა სამარშრუტო მიკროაგეგმა, რო-



მელიც წარმოებდა ა. შმიდტის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური სავლე მაგნიტური სასწორებით. მთელ რიგ ადგილებში  $\Delta H$  და  $\Delta Z$  განხრათა აბსოლუტურმა სიდიდემ მიაღწია 1500—2000 გამამდე და მეტსაც, რის გამოც აქ შეიძლება გამოყოფილ იქნას ანომალიები ნაქობარისა და ქანტარის მთებზე, სოფელ ქინათსა, ორაგვესა და საკუბრეში და მრავალ სხვა ადგილას. ამასთან ისე, როგორც გურიის ანომალიის აღმოსავლეთ ნაწილში, აქაც ანომალიებს შორის მდებარე ზოლები ხშირად იჩენენ ნორმალური მაგნიტური ველის თვისებებს, და ამრიგად ანომალიები აქაც კუნძულისებურად განაწილებული აღმოჩნდა.

გარდა ამისა, აღსანიშნავია, რომ გურიის ანომალიის ინტენსივობა თანდათან კლებულობს როგორც დასავლეთისაკენ, ზღვის ნაპირებთან მიახლოების მიხედვით, ისე ჩრდილოეთისაკენ, კოლხიდის დაბლობებთან მიახლოების მიხედვით, სადაც, მსგავსად შავი ზღვის ნაპირებისა, მაგნიტური ველი, ჩვენ მიერ ჩატარებულ გამოკვლევათა საფუძველზე, შედარებით ნორმალურია [3, 4].

ამრიგად, გურიის რეგიონალური მაგნიტური ანომალია, ზემონათქვამის მიხედვით, შეიძლება შემოკონტურებულად ჩაითვალოს დასავლეთისა და ჩრდილოეთის მხრით, რისი თქმა არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება ამ ანომალიის აღმოსავლეთი და სამხრეთი საზღვრების შესახებ. როგორც ზემოთაც იყო აღნიშნული, გურიის ანომალიას ახასიათებს ცალკეული ანომალური ცენტრების კუნძულისებური განაწილება, რის გამოც ჩვენ გვაქვს საფუძველი ვიფიქროთ, რომ ეს ანომალია არც აღმოსავლეთით და არც სამხრეთით არ შემოიფარგლება იმ შედარებით ნორმალური მაგნიტური ველის მქონე უბნებით, რომლებსაც ჩვენ 1934 წელს მუშაობის დროს მივაღწიეთ ნაგომრისა და ოზურგეთის მიდამოების ზოგიერთ ნაწილებში [1]. საკითხის ბოლომდე გადაჭრის მიზნით, საჭიროა გურიის რეგიონალური მაგნიტური ანომალიის გამოკვლევა შემდეგშიც გაგრძელდეს სამხრეთისა და აღმოსავლეთის მიმართულებით.

გურიის ანომალია გამოწვეულია იმ ამონახეული ქანების მაგნიტური თვისებებით, რომლებიც აქ უმთავრესად წარმოდგენილია ანდეზიტებისა და ბაზალტების სახით [1]. მოსალოდნელია ეს უკანასკნელნი ღრმად იყვნენ განლაგებული დანალექ ქანების წყებათა შორის; ამ შემთხვევაში მათი აღმოჩენა შედარებით ადვილად შესაძლებელია მხოლოდ მაგნიტომეტრიის შემწევობით. აქედან ცხადია, თუ რამდენად გააადვილებდა და დააზუსტებდა ამ რაიონის გეოლოგიურ შესწავლას მისი წინასწარი მაგნიტომეტრიული გამოკვლევა. ცნობილია, რომ აღნიშნული ამონახეული ქანების მაგნიტური თვისებანი გამოწვეულია იმ გარემოებით, რომ მათ შემადგენლობაში მაგნიტტი საკმაოდ დიდი პროცენტითაა წარმოდგენილი.

ზოგიერთი ავტორი შავი ზღვის მაგნიტური ქვიშის წარმოშობას უკავშირებს ამ ქანების ნგრევის პროცესებს. ამასთან დაკავშირებით შესაძლებლად მიმაჩნია აღნიშნო შემდეგი: მე მქონდა შემთხვევები გურიის ანომალიის ფართზე 1934 წელს წვიმების შემდეგ რკინის მადნის (მაგნიტიტის) ქვიშა, თხელი ფენის სახით დალექილი, მენახა მრავალ ადგილას; ამასთან ეს ქვიშა, ჩემი დაკვირვების მიხედვით, არ განსხვავდება შავი ზღვის ნაპირის მაგნიტური ქვიშისაგან



არც თავისი გარეგნობითა და არც მაგნიტური თვისებებით. 1936 წლის ზაფხულში მძლავრი წვიმების შემდეგ ქობულეთის ჩრდილოეთით მდებარე ფართის მრავალ ადგილას მე შემხვდა მაგნიტური ქვიშის ნალექი ისეთივე სახით, როგორც გურიის ანომალიის ფართზე [3]. ზემოთქმულიდან ჩანს, რომ კარდინალური საკითხი შავი ზღვის მაგნიტური ქვიშის გენეზისის შესახებ საკმაოდ მჭიდროდ დაკავშირებული უნდა იყოს გურიის მაგნიტური ანომალიის საკითხთან. რადგანაც მაგნიტური ქვიშები გვხვდება შავი ზღვის ნაპირების სხვა ადგილებშიც, თითქმის გაგარამდე, ამიტომ საჭიროა გამოკვლეულ იქნას აგრეთვე იმ მდინარეთა აუზის მაგნიტური ველი, რომლებიც შავ ზღვას ერთიან აღნიშნულ სანაპიროებზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 12.4.1941)

ГЕОФИЗИКА

М. З. НОДИА

ГУРИЙСКАЯ МАГНИТНАЯ АНОМАЛИЯ И НЕКОТОРЫЕ  
ЕЕ ОСОБЕННОСТИ

Резюме

Магнитная маршрутная микросъемка весами Шмидта, которая экспедициями Геофизического Института была под моим руководством проведена летом 1934, 1936 и 1938 гг. на некоторых участках Гурии—в Ланчхутском и Махарадзевском районах, дала возможность выявить целый ряд отдельных аномальных центров, могущих быть объединенными под общим названием Гურიиской магнитной аномалии. В результате указанной съемки удалось также оконтурить Гურიискую магнитную аномалию с западной и северной сторон, причем оказалось, что она на западе кончается за несколько километров до берегов Черного моря, а на севере до начала Колхидской низменности; что же касается восточной и южной ее границ, я полагаю, что их не следует приурочивать к тем участкам с более или менее нормальным магнитным полем, до которых пока удалось распространить съемку, так как за этими участками вероятнее всего ожидать существования новых аномальных центров. Для окончательного разрешения вопроса необходимо продолжить исследование Гურიиской магнитной аномалии в восточном и южном направлениях.

Академия Наук Грузинской ССР  
Институт физики и геофизики  
Тбилиси

## DIE GURISCHE MAGNETISCHE ANOMALIE UND EINIGE IHRER BESONDERHEITEN

Von M. NODIA

Zusammenfassung

In den Jahren 1934, 1936 und 1938 wurden durch Expeditionen des Geophysikalischen Instituts, unter meiner Leitung, Marschrouten-Mikroaufnahmen mit der Schmidtschen Waage in einigen Gebieten Guriens (Lanzchuti- und Makharadze-Rayons) ausgeführt. Hierdurch war die Möglichkeit gegeben, eine ganze Reihe einzelner Anomaliezentren festzustellen, die unter dem gemeinsamen Namen der Gurischen magnetischen Anomalie vereinigt werden können. Im Ergebnis der Aufnahme konnten die Grenzen der Gurischen magnetischen Anomalie vom Westen und Norden hergezogen werden. Hierbei stellte es sich heraus, dass die Anomalie im Westen einige Kilometer vor der Schwarzen Meer-Küste aufhört, während sie sich im Norden bis zum Beginn der Kolchisniederung erstreckt. Was aber die Ost- und Südgrenze betrifft, so glaube ich, dass diese nicht an denjenigen Rayons von mehr oder weniger normalen Magnetfeldern anzunehmen sind, bis zu denen die Aufnahme durchgeführt werden konnte; ich halte es vielmehr für wahrscheinlich, dass hinter diesen Gebieten neue Anomaliezentren erwartet werden können. Um dieses Problem definitiv zu lösen, muss die Untersuchung der Gurischen magnetischen Anomalie in östlicher und südlicher Richtung fortgesetzt werden.

Akad. d. Wiss. d. Georgischen SSR  
Institut f. Physik und Geophysik  
Tbilissi

### სიტირებული ლიტერატურა— ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА— ZITIERTE LITERATUR

1. М. З. Н о д и а. Магнитная микросъемка в Ланчхутском и Озургетском районах. Тр. Тб. Геофиз. Инст., т. I, 1936.
2. М. З. Н о д и а. К вопросу о применимости магнитометрического метода разведки к магнитным пескам Черноморского побережья. Сообщ. Груз. Фил. АН ССР. т. I, № 6, 1940.
3. М. З. Н о д и а. Черноморские магнитные пески и магнитная характеристика некоторых участков их распространения (рукопись).
4. М. З. Н о д и а. Магнитная характеристика участков Гулиани-Супса и примыкающих к ним районов (рукопись).



ა. კალანდია და ო. ზვიანიძე

კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს მიღება და მისი ზოგირითი თვისება

ვოლფრამი იძლევა მთელ რიგ მარილებს, რომლებიც ქანგბადის უფრო ნაკლებ რაოდენობას შეიცავენ, ვიდრე ვოლფრამატები, და „ვოლფრამის ბრინჯაოს“ სახელწოდებას ატარებენ, რადგან ზოგიერი მათგანი ფერისა და სხვა თვისებების მიხედვით ბრინჯაოს მოგვაგონებს.

ჩვენს წინა შრომაში [2] მოცემული იყო ნატრიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს მიღების მეთოდი, მისი მიღების პროცესის მექანიზმის ახსნა, ბრინჯაოს ურთიერთში გადასვლა; შესწავლილ იქნა ლღობის ტემპერატურა (დაშლით), ელექტროგამტარობა და სხვა. როგორც აღნიშნულ შრომაშიც ვამბობდით, მიუხედავად მრავალი გამოკვლევისა, რომელნიც ვოლფრამის ბრინჯაოს მიღებისა და მისი თვისებების შესწავლის გარშემო არსებობენ, მთელი რიგი აქტუალური საკითხები ჯერ კიდევ არ არის შესწავლილი. მაგ., გამოსავალი ნივთიერების შერჩევა, მიღების ოპტიმალური პირობები, პროცესის მექანიზმი, აღნაგობა, გამოყენება და მთელი რიგი სხვა საკითხები. ჩვენი წინა გამოკვლევის [2] მიხედვით ნატრიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაო ლითონისებრივე ელექტროგამტარობის არის. ამავდროს ცნობილია, რომ კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაო ქიმიური რეაგენტების მიმართ უფრო მდგრადია, ვიდრე ნატრიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაო; ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რის ისინი გამოსაყენებელი იქნებიან უხსნადი ელექტროდებისა და ქიმიური აპარატურის სხვადასხვა ნაწილების დასამზადებლად. ჩვენ მიზნად დავისახეთ მუშაობის გაგრძელება კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს შესასწავლად, მით უფრო, რომ კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს შესახებ ლიტერატურაში თითქმის არაფერი მოიპოვება.

რამდენიმე ნაშრომი, რომელიც კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს მიღებას ეხება, ამ საკითხზე ვერ იძლევა გარკვეულ პასუხს, მაგ., ლორანმა [3] კალიუმ-ვოლფრამატის წყალბადით აღდგენის საშუალებით მიიღო ინდიგო-ისფერი კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაო. ის მიღებული იქნა ნატრიუმ-ვოლფრამის ( $\text{Na}_2\text{W}_2\text{O}_7$ ) ბრინჯაოს ანალოგიურად; ამიტომ ლორანმა მას  $\text{K}_2\text{W}_3\text{O}_9$  ფორმულა მიაკუთვნა. შემდეგ კი კნორემ [6] დაამტკიცა, რომ მას არა  $\text{K}_2\text{W}_3\text{O}_9$  შემადგენლობა, არამედ  $\text{K}_2\text{W}_4\text{O}_{12}$  შემადგენლობა აქვს.

ველერის [4] ხერხით კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაო მიიღება გრამმოლკული  $\text{K}_2\text{CO}_3$ -ს  $\text{WO}_3$ -თან კალდობით და ნალღობის წყალბადით აღდგენის საშუალებით. ჩვენი გამოკვლევის მიხედვით აღნიშნულ ნივთიერებებიდან, ველერის პროპორციით აღების დროს, კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაო არ მიიღება

ცეტროემა [5]  $K_2W_7O_{24}$ -ს ელექტროლიზით თითქოს  $K_2W_5O_{12}$  ბრინჯაო მიიღო, მაგრამ როგორც უმედვე კნორეს [6] და ჩვენი გამოკვლევის მიხედვით დამტკიცდა, ასეთი ( $K_2W_5O_{12}$ ) შემადგენლობის ბრინჯაო არ არსებობს.

კნორეს [6] გამოკვლევის მიხედვით არსებობს მხოლოდ ერთად-ერთი კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაო, სახელდობრ  $K_2W_4O_{12}$ ; ეს ბრინჯაო კნორემ მიიღო  $K_2O + WO_3$ -ს ნარევიდან, როგორც ელექტროლიზით, ისე წყალბადით აღდგენის საშუალებით.

ბრუნერი [8] იხილავს  $K_3W_5O_{15}$  წითელ-იისფერი,  $K_2W_4O_{12}$  ლურჯ-იისფერი,  $K_2W_4O_{12} + K_2W_5O_{15}$ ,  $K_2W_6O_{18}$  და  $K_2W_8O_{24}$  ლურჯი კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს. უარპყოფს  $K_2W_3O_9$  და  $K_2W_6O_{18}$ -ს არსებობას, ხოლო დანარჩენებს კი თელის ნარევიად.

ევალდ ენგელსმა [7], კნორემ [6] და სხვებმა ძალიან საინტერესო გამოკვლევები ჩატარეს ორმაგი კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს შესასწავლად. ჩვენს მიზანს კი შეადგენს არა ორმაგი ბრინჯაოს შესწავლა, არამედ კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს; ამიტომ მათზე აქ არ შეეჩერდებით.

ამრიგად, ვოლფრამის ბრინჯაო, რომელსაც როგორც თეორიული, ისე გამოყენებითი მხრივ დიდი მნიშვნელობა აქვს, ჯერ კიდევ სათანადოდ შესწავლილი არ არის.

კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს შისალეზად გამოსავალ ნივთიერებად აღებული გექონდა  $K_2CO_3$ -ს  $H_2WO_4$ -თან ნარევი და  $K_2CO_3$ -ს  $WO_3$ -თან ნალლობი. სხვადასხვა სახის კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს მიღებისათვის აღნიშნული ნივთიერებები აღებული იყო შემდეგი შეფარდებით: 1:3, 1:4, 1:5, 1:6 და 1:7 გრამმოლეკულაში. აღნიშნული შეფარდებით აღებული გამოსავალი ნივთიერების აღდგენა სწარმოებდა წყალბადის დენის გატარებით მარსის პლატინის მრგვალ ლუმელში; ტემპერატურა იზომებოდა ლე-შატელეს პირომეტრით.

ზემოაღნიშნულ ხელსაწყოში სხვადასხვა ტემპერატურაზე ( $600^\circ - 900^\circ$ ) წყალბადით აღდგენის საშუალებით ჩატარებული იქნა სხვადასხვა სახის კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს მიღება, როგორც  $K_2CO_3 + 3WO_3$ ,  $K_2CO_3 + 4WO_3$ ,  $K_2CO_3 + 5WO_3$ ,  $K_2CO_3 + 6WO_3$  და  $K_2CO_3 + 7WO_3$ -ს ნალლობიდან, ისე  $K_2CO_3 + 3H_2WO_4$ ,  $K_2CO_3 + 4H_2WO_4$ ,  $K_2CO_3 + 5H_2WO_4$ ,  $K_2CO_3 + 6H_2WO_4$  და  $K_2CO_3 + 7H_2WO_4$ -ის ნარევიდან. გამოირკვა, რომ როგორც აღნიშნული ნალლობიდან, ისე ნარევიდან წყალბადით აღდგენის საშუალებით კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს მიღება  $600^\circ$ -ზე იწყება და  $900^\circ$ -მდე გრძელდება. ამ ტემპერატურის ინტერვალში ზემოაღნიშნული შეფარდებით ცალკეულად აღებული ნალლობიდან ან ნარევიდან მიიღება ერთი და იმავე შემადგენლობის კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოები, რომელნიც ერთი-მეორისაგან მხოლოდ ფერით განსხვავდებიან. ხოლო გამოსავალი ნივთიერებების სხვადასხვა პროპორციით აღების შემთხვევაში ერთსა და იმავე ტემპერატურაზე, კერძოდ კი,  $700^\circ$ -ზე მიიღება სხვადასხვა სახის კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაო. აღსანიშნავია, რომ ხშირად სრულიად ერთნაირ პირობებში, ერთი და იმავე გამოსავალი ნივთიერების ნარევის ან ნალლობის აღდგენის დროს, კალიუმი რეაქციაში მთლიანად არ შედის, რაც დადასტურდა სინჯის ფილტრატზე  $HClO_4$ -ს ქმედებით; ამიტომ

ასეთნი უკუგდებულ იქნენ. კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს შემადგენლობა დადგენილ იქნა ბრუნერის [8] მეთოდის მიხედვით, რის საშუალებითაც გამოირკვა, რომ  $K_2CO_3 + 3WO_3$ -ს ნაღლობიდან ან  $K_2CO_3 + 3H_2WO_4$ -ს ნარევიდან მიიღება წითელი ფერის  $K_2W_3O_9$ ,  $K_2CO_3 + 4WO_3$ -ს ნაღლობიდან ან  $K_2CO_3 + 4H_2WO_4$ -ს ნარევიდან ინდიგო-იისფერი  $K_2W_4O_{12}$ ,  $K_2CO_3 + 5WO_3$ -ს ნაღლობიდან ან  $K_2CO_3 + 5H_2WO_4$ -ს ნარევიდან იისფერი  $K_2W_5O_{15}$ ,  $K_2CO_3 + 6WO_3$ -ს ნაღლობიდან ან  $K_2CO_3 + 6H_2WO_4$ -ს ნარევიდან ლურჯი  $K_2W_6O_{18}$  და  $K_2CO_3 + 7WO_3$ -ს ნაღლობიდან ან  $K_2CO_3 + 7H_2WO_4$ -ს ნარევიდან ცისფერი  $K_2W_7O_{21}$  ბრინჯაო.

ამ ბრინჯაოებიდან  $K_2W_3O_9$ ,  $K_2W_6O_{18}$  და  $K_2W_7O_{21}$  ბრინჯაოს არსებობა ჩვენ მიერ არის დადგენილი. ამასთან ერთად დამტკიცებულ იქნა, რომ როგორც აღნიშნულ ნივთიერებათა ნარევის აღდგენისას, ისე მათი ლღობის დროს აღდგოი აქვს  $CO_2$ -ს გამოყოფას; ამავე დროს ზემოაღნიშნული ანალიზის შედეგებიც გვაძლევენ საშუალებას ვითქვითოთ, რომ რეაქცია შემდეგი სახით მიმდინარეობს:

I.  $K_2CO_3$ -ს და  $nH_2WO_4$  ნარევის აღდგენის შემთხვევაში:

1.  $K_2CO_3 + 3H_2WO_4 + H_2 \rightarrow K_2W_3O_9 + 4H_2O + CO_2$ ,
2.  $K_2CO_3 + 4H_2WO_4 + H_2 \rightarrow K_2W_4O_{12} + 5H_2O + CO_2$ ,
3.  $K_2CO_3 + 5H_2WO_4 + H_2 \rightarrow K_2W_5O_{15} + 6H_2O + CO_2$ ,
4.  $K_2CO_3 + 6H_2WO_4 + H_2 \rightarrow K_2W_6O_{18} + 7H_2O + CO_2$ ,
5.  $K_2CO_3 + 7H_2WO_4 + H_2 \rightarrow K_2W_7O_{21} + 8H_2O + CO_2$ .

თუ აღებულ ნივთიერებათა ნარევის წინასწარ ლღობას ჩავატარებთ და შემდეგ კი ნაღობს წყალბადის ატმოსფეროში მაღალ ტემპერატურაზე აღვადგენთ, მაშინ რეაქცია შემდეგი სახით უნდა მიმდინარეობდეს:

II.  $K_2CO_3$ -ს  $WO_3$ -თან ლღობის დროს:

1.  $K_2CO_3 + 3WO_3 \rightarrow K_2O \cdot 3WO_3 + CO_2$ ,
2.  $K_2CO_3 + 4WO_3 \rightarrow K_2O \cdot 4WO_3 + CO_2$ ,
3.  $K_2CO_3 + 5WO_3 \rightarrow K_2O \cdot 5WO_3 + CO_2$ ,
4.  $K_2CO_3 + 6WO_3 \rightarrow K_2O \cdot 6WO_3 + CO_2$ ,
5.  $K_2CO_3 + 7WO_3 \rightarrow K_2O \cdot 7WO_3 + CO_2$ .

III. ნაღობის პროდუქტებიდან მაღალ ტემპერატურაზე წყალბადით აღდგენის შემთხვევაში კი რეაქცია შემდეგი სახით უნდა მიმდინარეობდეს:

1.  $K_2O \cdot 3WO_3 + H_2 \rightarrow K_2W_3O_9 + H_2O$ ,
2.  $K_2O \cdot 4WO_3 + H_2 \rightarrow K_2W_4O_{12} + H_2O$ ,
3.  $K_2O \cdot 5WO_3 + H_2 \rightarrow K_2W_5O_{15} + H_2O$ ,
4.  $K_2O \cdot 6WO_3 + H_2 \rightarrow K_2W_6O_{18} + H_2O$ ,
5.  $K_2O \cdot 7WO_3 + H_2 \rightarrow K_2W_7O_{21} + H_2O$ .

რაც შეეხება კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს ლღობის ტემპერატურისა და ლღობის მექანიზმის ახსნას, ამის შესახებ ლიტერატურაში ჯერჯერობით არაფერი მოიპოვება. ნატრიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოსათვის კი ჩვენს წინა შრომაში [2] ეს საკითხები გაშუქებული იყო და დადგენილი იქნა, რომ ნატრიუმ-ვოლფრამის ყველა სახის ბრინჯაო გალოობისას განიცდის დაშლას დივოლფრამატად.

და  $WO_3$ -ად. მსგავსად ამისა, ლლობის დროს კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოც განიცდის დაშლას. ლლობის დროს მომხდარი ცვლილებების გამოკვლევის მიზნით ჩვენ ანალიზი ჩავატარეთ ბრუნერის მეთოდით [8]; საანალიზოდ სინჯი ავიღეთ მომწვანო-ბალახისფერი და ყვითელი ნივთიერებიდან. (აღნიშნული ფერების მასის წარებისაგან შესდგება საერთოდ კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს ნალღობი), ცალ-ცალკე ტარდებოდა მათი ანალიზი. ანალიზის შედეგები იხ. 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1

ნივთიერება	სინჯის წონა გრ-ში	განმსახვლერავი ნივთიერების ფორმულა	ანალიზის შედეგად მიღებული წონა გრ-ში	ანალიზის მიხედვით $WO_3$ -ს პროცენტული რაოდენობა
$K_2W_6O_{13}$ -ს ნალღობიდან				
1. მომწვანო-ბალახისფერი მასა . . . . .	0,2	$WO_3$	0,1692	84,60
2. ყვითელი მასა . . . . .	0,2	$WO_3$	0,1984	99,20
$K_2W_6O_{13}$ -ს ნალღობიდან				
1. მომწვანო-ბალახისფერი მასა . . . . .	0,2	$WO_3$	0,1714	85,70
2. ყვითელი მასა . . . . .	0,2	$WO_3$	0,1992	99,60

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ყვითელი მასა წარმოადგენს სუფთა  $WO_3$ -ს. ხოლო მომწვანო-ბალახისფერი მასის შემადგენლობა  $K_2W_6O_{13}$ -სათვის და  $K_2W_6O_{13}$ -სათვის ერთიდაიგივეა; ცხადია, ანალიზურ მოვლენასთან გვექნება საქმე დანარჩენი კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოსათვისაც. კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს ლლობის შედეგად მიღებულ მომწვანო-ბალახისფერ ნივთიერებაში  $WO_3$ -ს პროცენტული შემცველობა (საშუალოდ 85,15%) კარგად ემთხვევა  $K_2W_6O_{13}$ -ში პროცენტულ შემცველობას (85,58%); ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რომ ლლობის დროს კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს  $K_2W_6O_{13}$ -ად გარდაქმნას აქვს ადგილი  $WO_3$ -ს გამოყოფით, გარდა ამისა, ყოველი ლლობის დამთავრებისას იყო შემჩნეული ყვითელი  $WO_3$ -ს გამოყოფა, რომლის სუფთა სახით გამოყოფა, როგორც 1-ლ ცხრილიდან ჩანს, ანალიზითაც დადასტურდა. ზემოაღნიშნულ ანალიზთან ერთად აღებული იქნა ნალღობის მთელი მასა და ერთიმეორისაგან მექანიკურად განცალკევდა მომწვანო-ბალახისფერი და ყვითელი ნივთიერება, და მათი ურთიერთ შეფარდება შედარებული იქნა თითოეული მათგანის  $K_2W_6O_{13}$ -ად გარდაქმნასთან და გამოყოფილ  $WO_3$ -ს პროცენტულ რაოდენობასთან. შედეგები იხ. მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

ნივთიერება	კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს ნალღობის მექანიკურად დანაწილების შედეგები					$K_2W_6O_{13}$ და $K_2W_6O_{13}$ ბრინჯაოს $K_2W_6O_{13}$ -ად გარდაქმნისას თეორიულად გაანგარიშებული პროცენტები	
	ნალღობის მთლიანი მასა	მომწვანო-ბალახისფერი ნივთიერ. წონა გრ-ში	მთვით-რო-ყვითელი ნივთიერ. წონა გრ-ში	მომწვანო-ბალახისფერი ნივთიერ. წონა გრ-ში	მთვით-რო-ყვითელი ნივთიერ. წონა გრ-ში	$K_2W_6O_{13}$	$WO_3$
$K_2W_6O_{13}$	1,7948	1,2538	0,5398	69,86	30,08	70,03	29,97
$K_2W_6O_{13}$	1,9474	0,7380	1,2074	37,90	62,00	36,88	63,12

ეს ცხრილი გარკვევით ადასტურებს კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს  $K_2W_3O_9$ -ად გარდაქმნის პროცესს სათანადო რაოდენობის  $WO_3$ -ის გამოყოფითურთ. ყველა ზემოაღნიშნული დასკვნა იძლევა საშუალებას ვითქვითო, რომ კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს ლლობა (დაშლით) მიმდინარეობს შემდეგი განტოლებების მიხედვით:

1.  $K_2W_3O_9 \rightarrow K_2W_2O_6 + WO_3$ ,
2.  $K_2W_4O_{12} \rightarrow K_2W_2O_6 + 2WO_3$ ,
3.  $K_2W_5O_{15} \rightarrow K_2W_2O_6 + 3WO_3$ ,
4.  $K_2W_6O_{18} \rightarrow K_2W_2O_6 + 4WO_3$ ,
5.  $K_2W_7O_{21} \rightarrow K_2W_2O_6 + 5WO_3$ .

კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს ნაღობის პროდუქტები: მომწვანო-ბალახისფერი და ყვითელი ნივთიერებები შემოწმებულ იქნა აგრეთვე ქიმიური რეაგენტების მიმართ მდგრადობის თვალსაზრისითაც და გამოირკვა, რომ მომწვანო-ბალახისფერი ნივთიერება უხსნადია როგორც ცალკეულად აღებულ მჟავებში, ისე ფლუორწყალბადმჟავისა და აზოტმჟავის ნარევეშიც და, რა თქმა უნდა, წყალშიც; ნაწილობრივ იხსნება მხოლოდ ტუტეებში. მასში შემავალი ვოლფრამის ყველა ატომი არ არის ექვევალენტიანი, რაც მას ამავე დროს ვოლფრამატებისაგან ანსხვავებს, რომლებშიც ვოლფრამის ყველა ატომი ექვევალენტიანია. ყველა ზემოაღნიშნული თვისება დამახასიათებელია ვოლფრამის ბრინჯაოსათვის, და გარკვევით შეიძლება ითქვას, რომ  $K_2W_2O_6$  წარმოადგენს კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს ერთერთ სახეს, რომელიც პირველად არის ჩვენ მიერ მიღებული. რაც შეეხება მეორე პროდუქტს—ყვითელ ნივთიერებას, ესეც არ იხსნება ცალკეულად აღებულ მჟავებში. იხსნება მხოლოდ ფლუორწყალბადმჟავისა და აზოტმჟავის ნარევიში, რაც  $WO_3$ -სთვის არის დამახასიათებელი. ეს უკანასკნელი ფაქტებიც ადასტურებს ზემოაღნიშნული კალიუმ-ვოლფრამის ლლობის პროცესის მექანიზმის სისწორეს.

კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს ლლობის ტემპერატურა, ან უფრო სწორად, ბრინჯაოს დაშლის პროდუქტების ლლობის ტემპერატურა  $K_2W_3O_9$ -სათვის არის  $880^\circ$ ,  $K_2W_4O_{12}$ -სათვის  $890^\circ$ ,  $K_2W_5O_{15}$ -სათვის  $895^\circ$ ,  $K_2W_6O_{18}$ -სათვის  $905^\circ$  და  $K_2W_7O_{21}$ -სათვის  $920^\circ$ .

ყურადღებას იპყრობს ის, რომ კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს დაშლის პროდუქტების ნარევის ლლობის ტემპერატურა იზრდება  $K_2W_3O_9$ -დან  $K_2W_7O_{21}$  ბრინჯაოსაკენ,  $WO_3$ -ის რაოდენობის ზრდასთან ერთად, ჩვენ მიერ წინა შრომაში [2] ნატრიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოსათვის დადგენილის მსგავსად.

ზემოაღნიშნულის გარდა, კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს პროდუქტების ნარევის ლლობის ტემპერატურის ზრდა ყველა სახის კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოსათვის  $830^\circ$ -დან  $840^\circ$ -მდე გვაჩვენებს ტემპერატურის ზრდის სიჩქარის შემცირებას, აღნიშნულ ტემპერატურაზე სინჯი ღუმელიდან ამოღებული და გასინჯული იქნა: შემჩნეული იყო ყვითელი  $WO_3$ -ის გამოყოფა, რომლის ხელშეწყობა ღუმელში მოთავსების დროს  $830^\circ$ -დან  $840^\circ$ -მდე ტემპერატურის ინტერვალში უფრო მოკლე ხნით ჰქონდა ადგილი ტემპერატურის შეჩერებას.



ხოლო ბრინჯაოს დაშლის პროდუქტების ნარევის ლღობის ტემპერატურამდე გახურებისა და მისი ხელახლა გახურების დროს აღნიშნულ მოვლენას ადგილი არ ჰქონია. ამრიგად, კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს დაშლის პროდუქტების ნარევის ლღობის ტემპერატურა ზემოაღნიშნულს ემთხვევა. ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რომ 830°-ზე იწყება კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს დაშლა, რომელიც  $K_2W_2O_6$ -ად და  $WO_3$ -ად სრულ დაშლას 920°-ზე აღწევს, ყველა სახის კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოსათვის. ეს პროცესი მიმდინარეობს ჩვეულებრივ ატმოსფერულ პირობებში, ხოლო წყალბადის ატმოსფეროში აღნიშნულ ტემპერატურამდე გახურების დროს ზემოაღნიშნულის მსგავს დაშლას არა აქვს ადგილი.

რადგან კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაო ლღობის დროს იშლება, ებონიტის მილში ჩატკეპნილი ბრინჯაოს ფხვნილის ელვამტარობა იქნა გაზომილი. გაზომვა ჩატარდა ტომსონ-უიტსტონის ბოგირში 20°-ზე. შედეგები იხ. მე-3 ცხრილში. ცხრილში მოცემულია აგრეთვე კატიონის რადიუსის შეფარდება ანიონის რადიუსთან და ანიონის ვალენტიაზობის  $\rho$ -ლი მაძღრობა.

ცხრილი 3

ბრინჯაო და მისი ფერი	ელწინაღობა $\rho = \frac{nd^2}{4} \cdot \frac{Rx}{1}$ ომ. 20°-ზე	ელვამტარობა $\lambda = \frac{1}{\rho} \cdot 10^{-1}$ ომ <sup>-1</sup> 20°-ზე	კატიონის რადიუსის შეფარდება ანიონის რადიუსთან	ანიონის ვალენტია- ზობის პროცენ- ტული მაძღრობა
წითელი ( $K_2W_3O_6$ ) . . .	113,422	$0,0882 \cdot 10^{-5}$	0,19	95,00
ინდიგო-იისფერი ( $K_2W_4O_{13}$ )	62,605	$0,160 \cdot 10^{-5}$	0,14	96,15
იისფერი ( $K_2W_6O_{18}$ ) . . .	60,516	$0,165 \cdot 10^{-5}$	0,11	96,87
ლურჯი ( $K_2W_6O_{18}$ ) . . .	53,445	$0,187 \cdot 10^{-5}$	0,09	97,37
ცისფერი ( $K_2W_7O_{21}$ ) . . .	53,198	$0,188 \cdot 10^{-5}$	0,08	97,73

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ელვამტარობა იზრდება  $K_2W_3O_6$ -დან  $K_2W_7O_{21}$  ბრინჯაოსაკენ ექვსვალენტიაანი ვოლფრამის რაოდენობის ზრდასთან ერთად, სრულიად ანალოგიურად ზემოაღნიშნული ლღობის ტემპერატურის ზრდის თანმიმდევრობისა.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ,  $K_2CO_3$ -ს და  $WO_3$ -ს ნალღობიდან ან  $K_2CO_3$ -ს და  $H_2WO_4$ -ს ნარევიდან სხვადასხვა კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოსათვის სხვადასხვა რაოდენობით აღებისას ერთსა და იმავე ტემპერატურულ პირობებში წყალბადის ატმოსფეროში გახურებით მიიღება: წითელი, ინდიგო-იისფერი, იისფერი, ლურჯი და ცისფერი ბრინჯაო; კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს მიღებისას შეფერვის გაღრმავების ეს კანონზომიერება თანაემთხვევა ა. ფერსმანის [1] მიერ გამოქვეყნებული შეფერვის გაღრმავების წესს და მიეკუთვნება საკუთარ შეფერვას, ანალოგიურად ნატრიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს ურთიერთში გადასვლისას შეფერვის გაღრმავების კანონზომიერებისა, რომელიც

დამტკიცებულ იქნა ჩვენს წინა შრომაში [2]. ცხრილიდან აგრეთვე ჩანს, რომ იონების პოლიარიზაციის გადიდებასთან, ე. ი. ყველაზე წინ კატიონების რადიუსის ანიონების რადიუსთან შეფარდების შემცირებასთან, ანიონების ვალენტურობის მაძღრობასთან და ელვამატარობის ზრდასთან ერთად ღრმავდება კალიუმ-ვოლფრამის ბრინჯაოს შეფერვა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
თბილისის ქიმიური ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 10.4.1941)

ХИМИЯ

А. А. КАЛАНДИЯ и О. Е. ЗВЯГИНЦЕВ

ПОЛУЧЕНИЕ ВОЛЬФРАМОВО - КАЛИЕВЫХ БРОНЗ  
И НЕКОТОРЫЕ ИХ СВОЙСТВА

Резюме

Вольфрам дает ряд солей, которые содержат меньшее количество кислорода, чем вольфраматы. Эти соединения носят название «вольфрамовых бронз», т. к. некоторые из них по цвету и другим свойствам напоминают бронзу. Получение вольфрамово-калиевых бронз не получило еще полного освещения. В литературе известно немного работ, посвященных этому вопросу; что же касается их свойств, то они кроме кислотоупорности не изучены. Вольфрамово-калиевые бронзы являются весьма кислотоупорными соединениями и поэтому они могут найти применение в качестве кислотоупорных электродов и для других целей. Исходя из этого, мы поставили себе целью получение и изучение свойств этих бронз.

Результатами проведенной работы установлено, что:

1. При сплавлении и последующим восстановлении водородом при 600—900° сплавов:  $K_2CO_3 + 3WO_3$ ,  $K_2CO_3 + 4WO_3$ ,  $K_2CO_3 + 5WO_3$ ,  $K_2CO_3 + 6WO_3$ ,  $K_2CO_3 + 7WO_3$  получаются вольфрамово-калиевые бронзы. Такие же результаты получаются при восстановлении смесей:  $K_2CO_3 + 3H_2WO_4$ ,  $K_2CO_3 + 4H_2WO_4$ ,  $K_2CO_3 + 5H_2WO_4$ ,  $K_2CO_3 + 6H_2WO_4$ ,  $K_2CO_3 + 7H_2WO_4$ . Полученные бронзы имеют состав:  $K_2W_3O_9$ ,  $K_2W_4O_{12}$ ,  $K_2W_5O_{15}$ ,  $K_2W_6O_{18}$ ,  $K_2W_7O_{21}$ . Из этих бронз существование:  $K_2W_3O_9$ ,  $K_2W_4O_{18}$ , и  $K_2W_7O_{21}$  установлено нами.

2. Установлено, что бронзы образуются в пределах 600°—900°; в зависимости от температуры нагрева меняются только цвета бронзы, состав остается без изменения.

3. Даны уравнения химических реакций получения вольфрамово-калиевых бронз.

4. Исследована температура плавления (с разложением) и электропроводность вольфрамово-калиевых бронз. Установлено, что точки плавления (с разложением) и электропроводность этих бронз возрастают последовательно от  $K_2W_3O_9$  к  $K_2W_7O_{21}$  с увеличением содержания  $WO_3$  в них.

5. Замечено, что диссоциация вольфрамово-калиевых бронз начинается от  $830^\circ$  и кончается при  $920^\circ$ , с превращением в  $K_2W_2O_6$  и  $WO_3$ .

6. Предложена схема механизма процесса плавления фольфрамово-калиевых бронз с образованием  $K_2W_2O_6$ , также имеющего свойство бронзы. Даны уравнения химических реакций разложения бронз.

7. Окраска вольфрамово-калиевых бронз углубляется с усилением поляризации ионов, т. е. прежде всего с уменьшением величины  $\rho^1$ , по мере насыщения валентности и с увеличением электропроводности.

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Химический Институт

(Поступило в редакцию 9.4.1941)

#### გეოგრაფიული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Е. Ферсман. Цвета минералов. 1936, стр. 3—119.
2. А. А. Каландия и О. Е. Звягинцев. Получение натрий-вольфрамовых бронз и их свойства. Сообщения Грузинского Филиала Академии Наук СССР, т. I, № 8, 1940, стр. 594—600.
3. A. Laurent. Annales de chimie et de physique. 67, 1838, p. 219.
4. F. Wöhler. Kaliumwolframbronzen. Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von Poggendorff. 2, 1824, S. 350.
5. Zettonow. Kaliumwolframbronzen. Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von Poggendorff. 130, 1867, S. 262.
6. G. v. Knorre. Beiträge zur Kenntnis der Wolframverbindungen. Journal f. praktische Chemie. 27, 1883, S. 49—98.
7. Ewald Engels. Über Wolframbronzen. Zeitschrift für anorganische Chemie. 37, 1903, S. 125—151.
8. Brunner. Beiträge zur Kenntnis der Wolframbronzen. Dissertation. Zürich, 1903, S. 14—66.

<sup>1</sup>  $\rho$  есть отношение радиуса катиона к радиусу аниона.



ХИМИЯ

И. В. ГОГОРИШВИЛИ и В. Н. КУЛЬГИНА

**РЕДКИЕ, БЛАГОРОДНЫЕ И РАССЕЯННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ  
 В МЫШЬЯКОВЫХ РУДАХ СВАНЕТИИ И РАЧИ**

Главный Кавказский хребет известен месторождениями цветных и некоторых редких металлов, но относительно распространения рассеянных элементов почти ничего не известно. То же самое можно сказать о благородных металлах. Во многих местах происходит эксплуатация руд цветных металлов и их переработка, причем определенно теряются эти весьма ценные редкие элементы. Мы начали изучение распространения и методов извлечения редких, благородных и рассеянных элементов в рудах и отходах заводов Грузинской ССР. Объектом исследования мы выбрали мышьяковые руды и отходы Цана (Сванетия) и Урави (Рача). Из Цанского мышьякового месторождения взята средняя проба из накопленных руд и огарков.

Пробы взяты также от пыли, грязи и готовой продукции, из боковых и выходящих наружу труб, а также из камер. Вес каждой пробы составлял от 4 до 6 кг.

Из Лухумского месторождения взята средняя проба со штабелей отсортированной руды. Средняя проба взята и из огарков завода. Проанализированы также штуфы: полиметаллической руды Рача (№ 1), мышьяковой—Лухуми (№ 15) и Кодисдзирская (№ 10).

Рудными минералами Цанского мышьякового месторождения является арсенопирит, а Уравского и Лухумского—реальгар и аурипигмент. Мы проделали несколько химических анализов руд и огарков. Эти анализы показали, что названные руды и огарки, кроме главных элементов, содержат еще и некоторые редкие и благородные элементы в значительном количестве.

Количество рассеянных элементов в рудах и минералах меньше тысячной доли процента. Такая низкая концентрация не дает возможности обнаруживать их даже спектральным анализом. Потому нам приходилось готовить ряд концентратов из руд, огарков и других продуктов, получаемых при обжиге мышьяковых руд.

При приготовлении концентратов встречаются довольно серьезные затруднения, так как существующие методы либо не точные, либо не подходят для разных руд. При изготовлении концентратов приходилось вносить некоторые изменения в существующие методы.

Руды и концентраты изучались на содержание редких и рассеянных элементов качественным химическим и спектральным анализами. Спектраль-

ный анализ проведен в Москве А. К. Русановым, которому выражаем свою благодарность.

Распространение редких и рассеянных элементов в мышьяковых рудах, огарках, полиметаллической руде и концентратах Сванетии и Рачи даются в таблицах 1 и 2.

## Спектральный анализ руд и огарков

Таблица 1

Элементы	№ 6 Арсено- пирит (Сванетия)	№ 7 Реальгар- аурипигмент (Лухуми)	№ 1 Полиметал- лическая руда (Рача)	№ 15 Реальгар- аурипигмент (кусковая руда) (Лухуми)	№ 10 Реальгар- аурипигмент (Кодик- дзир)	Огарок № 8	Огарок № 11
Co	—	есть	есть	—	—	—	—
Ni	есть	есть	—	есть	—	—	есть
Sn	есть	—	есть	—	—	есть	—
Mo	—	—	есть	—	—	—	—
Zn	мало	мало	много	следы	—	есть	—
Fe	оч. много	есть	оч. много	есть	много	оч. много	много
W	—	есть	—	—	—	—	—
Si	оч. много	оч. много	оч. много	оч. много	оч. много	оч. много	оч. много
Al	оч. много	оч. много	оч. много	много	много	оч. много	много
Pb	есть	—	есть	—	—	следы	—
Mg	есть	есть	есть	есть	мало	мало	мало
Mn	есть	есть	есть	мало	следы	есть	мало
Cu	есть	мало	есть	мало	следы	мало	мало
V	—	есть	—	—	—	—	есть
Cr	—	следы	следы	следы	мало	—	есть
Ge	—	—	—	—	—	—	—
As	есть	есть	есть	есть	есть	—	есть
Sb	есть	есть	есть	есть	есть	—	есть
Ga	есть	есть	есть	—	—	—	следы
In	—	—	есть	—	—	—	—
Tl	—	—	—	—	—	—	—
Bi	есть	—	есть	—	—	следы	—
Ti	есть	есть	—	есть	есть	есть	есть
Ag	есть	—	есть	—	—	есть	—
Ca	—	много	—	есть	много	много	много
Na	—	есть	много	—	—	—	есть
Zr	—	—	—	—	—	—	следы
Ba	—	—	—	—	—	следы	есть
K	—	—	—	—	—	есть	есть
Sr	—	—	—	—	—	—	есть

Спектральный анализ концентратов

Таблица 2

Элементы	№ 6 Арсено- пирит	№ 7 Реальгар- аурипиг- мент	№ 1 Полиметал- лическая руда	№ 15 Реальгар- аурипиг- мент; кон- центрат на Ga, In, Tl	Огарок № 8	Огарок № 11; концен- трат на Ga, Ge.	«Черный» мышьяк
Ga	есть	есть	—	есть	—	есть	—
In	есть	—	есть	—	есть	—	есть
Tl	—	есть	—	—	—	—	—
Ge	—	—	—	—	—	—	—

Концентраты на Ga, In, Tl и Ge готовились из тех же руд и огарков. Для их приготовления брали навески по 50 г. После соответствующей обработки навесок кислотами, трехвалентный галлий [2, 3] извлекался из солянокислого раствора эфиром. Индий из слабо солянокислого раствора выделяли кольбаумовским цинком [2, 3]<sup>4</sup>. Германий осаждался прибавлением к слабо аммиачному раствору сернистого аммония и затем необходимым количеством соляной кислоты [4, 3, 2]. Концентраты таллия готовили двумя способами: 1) осаждением [2] KJ и 2) выделением цинком [5]. Для первого метода навеску брали по 100 г, а для второго—по одному килограмму.

Из таблицы 1 и 2 видно, что галлий является довольно распространенным элементом месторождений. Он встречается во всех рудах и концентратах, кроме огарков Цана.

Индий отмечен только в полиметаллической руде (Рача), а также во всех концентратах Сванетии. Ни в рудах, ни в концентратах Урави и Лухуми индия не было найдено.

Нахождение таллия в Лухумском мышьяковом месторождении можно было ожидать согласно литературным данным [6], в которых указывается, что таллий дает минералы—сульфоарсенаты: лорандит [7] TlAsS<sub>2</sub> гутчипсонита (Tl, Ag, Cu, Bb) AsS<sub>3</sub> и др.; лорандит встречается в виде сростков [8] с реальгаром. При обжиге Лухумской и Уравской руды, таллий улетучивается и скопляется в трубах и приемниках готовой продукции; последние на содержание таллия нами пока не исследованы. Ни в концентрате, приготовленном из готовой продукции, ни в пыли, взятой из отводных труб завода, таллия не было обнаружено.

Германий не был отмечен ни в рудах, ни в концентратах.

<sup>4</sup> Проба «черного» мышьяка взята из наружной части труб завода; концентрат приготовлен из 1 кг пробы.

Кроме химических и спектральных анализов названных проб, был проведен пробирный анализ<sup>1)</sup> огарков на содержание золота и серебра. Анализы показали, что огарки содержат золото и серебро.

Результаты изучения распространения редких, благородных и рассеянных элементов в Цанской, Уравской и Лухумской мышьяковых рудах и полиметалле (Рача) указывают на сложность этих руд и наличие в них некоторых рассеянных элементов, в количествах, допускающих промышленное использование. Цанская мышьяковая руда помимо мышьяка содержит золото, серебро, галлий, индий и др.; такое содержание названных элементов, в особенности золота и серебра, ставит вопрос о необходимости комплексного использования этих руд. Нужно выяснить, где скопятся галлий и индий, и в случае, если они где-либо концентрируются—начать их извлечение. Необходимо также произвести детальное опробование Цанского мышьякового месторождения с целью выяснения распространения в них платины и палладия.

Мышьяковые руды Урави и Лухуми имеют также комплексный состав (см. табл. 1 и 2). Особо интересным является наличие в них таллия. В дальнейшем необходимо установить, в каких продуктах (пыль, готовая продукция и др.), получаемых после обжига руды, концентрируется таллий и в зависимости от результатов исследования наладить методику его извлечения.

Анализы штуфа полиметаллической руды (химический, спектральный) показали наличие в них, наряду с другими элементами, олова, серебра, мышьяка, индия, галлия и др. Однако, практическая важность этого месторождения еще не ясна, так как запасы его еще не определены. Кроме того, наш анализ относится не к средней пробе, а к штуфному образцу.

Зацветметразведка в кратчайший срок должна решить вопрос о запасах и приступить к комплексной эксплуатации месторождения.

### Выводы

1. Мышьяковая руда и приготовленные из него концентраты Цанского месторождения содержат галлий и индий.
2. Огарки содержат золото и серебро в количестве, допускающем промышленное использование.
3. Мышьяковая руда Лухуми содержит галлий; в концентратах же, приготовленных из этой руды, содержится таллий и галлий.
4. Полиметаллическая руда (Рача) содержит: олово, серебро, мышьяк, индий, галлий и др. элементы, из коих первые три могут иметь промышленное значение, а остальные—при комплексном использовании руды—могут быть также добыты.

<sup>1)</sup> Пробирный анализ произведен С. К. Жабареным в Институте общей и неорганической химии Академии Наук СССР.

Профессору О. Е. Звягинцеву за ценные указания при выполнении данной темы выражаем свою благодарность.

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Химический Институт

(Поступило в редакцию 3.4.1941)

ჰიშია

პ. გოგორიშვილი და ვ. კულზინა

იშვიათი, კეთილზოგობილი და გაბნეული ელემენტები  
სვანეთის და რაჭის ღარიშხანის მადნებში

რეზუმე

მუშაობა შეეხება სვანეთის და რაჭის ღარიშხანის მადნებში იშვიათი, კეთილზოგობილი და გაბნეული ელემენტების გავრცელების შესწავლას. სათანადო კვლევის ჩატარების საფუძველზე შემდეგი დასკვნებია მიღებული:

1. ცანას ღარიშხანის საბადოს მადანი და მისგან დამზადებული კონცენტრატი შეიცავს გალიუმს და ინდიუმს.
2. ნამწვეები შეიცავენ საწარმოო მნიშვნელობის ოქროს და ვერცხლს.
3. ლუხუმის ღარიშხანის მადანი შეიცავს გალიუმს; მისგან დამზადებული კონცენტრატი შეიცავს ტალიუმს და გალიუმს.
4. პოლიმეტალური მადანი (რაჭა) შეიცავს: კალას, ვერცხლს, ღარიშხანს, ინდიუმს, გალიუმს და სხვ. ელემენტებს, მათ შორის პირველ სამს შეიძლება საწარმოო მნიშვნელობა ჰქონდეს. დანარჩენების მოპოვება შესაძლოა მადნის კომპლექსური დამუშავების დროს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
თბილისის ქიმიური ინსტიტუტი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Минеральные ресурсы ГССР, 1933, стр. 717.
2. И. П. Алимарин и В. Н. Иванов-Эмин. Методы химической концентрации галлия, индия, таллия, германия и рения при определении их в окисных и сульфидных рудах. Ж. прикл. химии, т. IX, 6. 1936, 1126.
3. В. Р. Шеллер и А. Р. Поуэлл. Анализ Минералов и Руд, 1928, стр. 59.
4. M. Frommes. Z. anal. chem. 2, 1934, 207.
5. В. Гиллебранд и Г. Лендель. Практическое руководство по неорганическому анализу. 1935, стр. 413.
6. А. Е. Ферсман. Геохимия, т. IV, 1939, стр. 274.
7. А. С. Уклонский. Минералогия, 1940, стр. 412.
8. Э. Каген и В. О. Уоттон. Минералогия редких металлов, 1933, стр. 146.



И. КАХАДЗЕ

## ЗАМЕТКА О ЛЕЙАССКИХ И БАЙОССКИХ ИНОЦЕРАМАХ ГРУЗИИ

Верхне-лейасская свита глинистых сланцев и песчаников, играющая крупную роль в строении южного склона Кавказского хребта, при общей бедности ископаемой фауны нередко содержит представителей рода *Inoceramus*, в частности, его двух подродов—*Mytiloides* и *Mytiloceramus*, некоторые из которых считаются руководящими ископаемыми для верхнего лейаса.

Описание ряда форм, найденных в этой свите, дано В. Пчелинцевым [4], который на основании этой фауны устанавливает верхне-лейасский возраст соответствующих отложений, что вполне подтверждается находкой акад. А. Джанелидзе в тех же осадках характерной фауны аммонитов [1].

Однако, присутствие аналогичных форм в вышележащей порфиритовой свите байоса все-таки ставит под сомнение возможность безоговорочного распространения на Грузию схемы стратиграфического распространения этих ископаемых в Европе.

С целью выяснения этого вопроса, мною было выполнено сравнительное изучение лейасских и байосских иноцерамов, довольно большая коллекция которых накопилась в Геологическом Институте АН Грузинской ССР.

Образцы происходят из разных районов Грузии, однако места их находок естественно группируются следующим образом: 1) периферия Дзиркульского кристаллического массива, где иноцерамы взяты в красных известняках средне-лейасского и тоарского возраста, в более глубоководной средне- и верхне-лейасской глинисто-мергельистой свите северо-восточной периферии массива и в порфиритовой свите байоса; 2) периферия Джандарского кристаллического массива (Южная Грузия); находки здесь приурочены к сланцеватым слюдисто-глинистым песчаникам лейаса; 3) полоса глинистых сланцев и песчаников верхне-лейасского возраста южного склона Кавказского хребта от Абхазии до Юго-Осетии; 4) Окриба, где иноцерамы найдены в верхах порфиритовой свиты (верхний байос).

Изучение коллекций показало, что в нашей юре встречается довольно богатая фауна двустворчатых, безусловно принадлежащих к роду *Inoceramus*. Правда, характерная для представителей этого рода лигаментная плас-

тинка сохранилась лишь на одном образце, но общие очертания, призматическая структура и, в особенности, орнаментация (скульптурные элементы) раковин не оставляют сомнений в принадлежности этих форм к указанному роду.

Изученные виды группируются в три подрода—*Inoceramus* s. str., *Mytiloceramus* и *Mytiloides* и представлены следующими формами:

- Inoceramus pseudoinconstans* sp. nov.  
*Mytiloceramus* ex gr. *polyplocus* Roem.  
 " *Djanelidzei* sp. nov.  
*Mytiloides* *sahwinensis* sp. nov.  
 " *samebensis* sp. nov.  
 " *dzirulensis* sp. nov.  
 " *dzirulensis* sp. nov. var. *minimus* var. nov.  
 " *tsiplavakensis* sp. nov.  
 " *katskhiensis* sp. nov.  
 " *tshalaensis* sp. nov.  
 " cf. *Falgeri* Esch.  
 " *fuscus* Quenst.  
 " *dubius* Sow.  
 " *amygdaloides* Goldf.  
 " *Quenstedti* Pchel.  
 " *Nunuae* sp. nov.  
 " *cinctus* Goldf., var. n.?  
 " aff. *gryphoides* Schloth.  
 " *gurnaensis* sp. nov.  
 " *imereticus* sp. nov.  
 " sp. ex. gr. *obliquus* Morr. et Lyc.

К сожалению, точный уровень образцов, собранных в красных известняках периферии Дзирульского массива, не известен, поэтому относительно них можно лишь сказать, что возраст вмещающих осадков может колебаться от домера до тоарса включительно. Однако, остальные образцы взяты в слоях, возраст которых достаточно точно установлен на основании других ископаемых (в частности, аммонитов), и благодаря этому некоторые из вышеприведенных видов позволяют в отношении их возраста сделать более определенные выводы. Это в особенности касается следующих трех форм: *Mitiloides tshalaensis* sp. nov., *Myt. amygdaloides* Goldf. и *Myt. Quenstedti* Pchel.

Последняя форма, считающаяся руководящей для верхнего лейаса, представлена в изученной коллекции большим количеством экземпляров, собранных в разных районах Грузии. Они найдены:

1. На периферии Дзирульского массива в верхних горизонтах красных известняков, датирующихся тоарсом.

2. В глинисто-мергелистой свите северо-восточной периферии этого же массива в сел. Гвирговина (долина р. Лопанис-цхали) вместе с *Grammoceras thouarsensis* d'Orb. (тоарс).

3. В тех же отложениях у сел. Джавари. Возраст вмещающих осадков определяется как верхний лейас (тоарс и аален).

4. В ааленских и, возможно, тоарских глинистых сланцах Абхазии [7], в которых взяты исключительные по сохранности экземпляры.

5. В порфиритовой свите окрестностей сел. Самеба (долина р. Дзирулы) вместе с *Stephoceras Freycineti* Bayle (зона с *Emileia Sauzei*, вторая снизу в байосе).

6. В пачке песчаников средних горизонтов порфиритовой свиты окрестностей сел. Цона (Юго-Осетия), где вмещающие эту форму отложения также имеют байосский возраст.

Наряду с этим можно отметить, что В. Пчелинцев описывает эту форму также из верхне-лейасских отложений северного и южного склонов Кавказского хребта.

Приведенные сведения с несомненностью говорят за широкое вертикальное распространение *M. Quenstedti* Pchel.—от тоарса до среднего байоса включительно. Поэтому, несмотря на то, что находки этого вида большей частью приурочены к верхне-лейасским отложениям, он у нас роли руководящего для верхнего лейаса ископаемого играть не может. Отсюда же следует, что причисление к верхнему лейасу тех или других отложений лишь на основании находки в них формы Пчелинцева, что допускается некоторыми авторами, не может считаться убедительным.

Новый вид *Mytiloides tshalaensis* встречен также в тоарских известняках периферий Дзирульского массива, в глинистых сланцах Рачи вместе с характерными для верхнего аалена аммонитами и в среднем байосе (порфиритовая свита) окрестностей сел. Цева (долина р. Дзирулы). Следовательно, и эта форма имеет широкое вертикальное распространение от тоарса до среднего байоса включительно.

Что же касается третьей формы—*Mytiloides amygdaloides* Goldf., она выделена Гольдфусом в нижнем тоарсе Тюрингии [2] и Rollier [5] считает ее руководящей для нижнего тоарса. Однако, представители этого вида в большом количестве отмечены В. Пчелинцевым [4] вообще в верхне-лейасских отложениях северного и южного склонов Кавказского хребта. Его же представители, находящиеся в изученной коллекции, взяты в тоарских осадках периферии Дзирульского массива и в ааленских сланцах Рачи.

Таким образом, можно считать установленным, что *Mytiloides amygdaloides* в Грузии обнаружен в интервале от тоарса до верхних горизонтов аалена включительно и, следовательно, этот вид у нас имеет более широкое, сравнительно с Западной Европой, вертикальное распространение. Учитывая же, что весьма близкие к нему *M. Quenstedti* Pchel. и *M. tshalaen-*

*sis* sp. nov. переходят и в байос, находка вида Goldfuss'a в байосе Грузии не явится чем-либо неожиданным.

На основании изложенного следует заключить, что отмеченные формы в Грузии не ограничены в своем вертикальном распространении пределами верхнего лейаса и поэтому датировка вмещающих их осадков этим отделом, без каких-либо иных оснований, не может считаться приемлемой.

Вместе с тем, весьма вероятно, что будущие находки установят широкие пределы вертикального распространения и для других изученных форм.

Изученный материал позволяет, кроме этого, задержаться и на некоторых других вопросах, касающихся юрских иноцерамов.

Из вышеприведенного списка видно, что к *Inoceramus* s. str. относится лишь одна форма, к *Mytiloceramus*—3 формы, а к *Mytiloides*—преобладающее количество форм—18.

Наличие в лейасских и байосских отложениях Грузии столь богатой формами фауны позволяет заключить, что представление о филогенетическом развитии рода *Inoceramus*, согласно которого все основные подроды меловых иноцерамов произошли от неокомских форм (напр., по Woods, от *In. neocomiensis* и *In. Salomoni*), требует пересмотра.

Следует думать, что иноцерамы, во всяком случае три указанных подрода, поднимаются без перерыва из верхнего лейаса до мела. Из изученных форм 9 являются общеизвестными, 13 же—новыми. Характерно, что почти все новые формы обнаружены в красных известняках периферии Дзирульского массива, то-есть связаны с определенной неритической фацией, и отсутствуют в отложениях других районов. находка этой новой фауны и среди нее представителя подрода *Inoceramus* s. str. позволяет предполагать, что отсутствие или слабое развитие среди известных до сих пор форм звеньев, связывающих лейасские иноцерамы с меловыми, объясняется, по-видимому, неизвестностью для нас многих пока не найденных юрских и меловых форм.

Детальное изучение скульптурных элементов раковин показало, что лейасские и байосские иноцерамы обладают только ярко выраженными концентрическими элементами Heinz'a [3], диагональные же и радиальные элементы, кроме радиальных струек, на них полностью отсутствуют. Вместе с тем можно отметить, что скульптурные элементы изученных форм являются одним из важных диагностических признаков для видового определения, но не имеют значения ни в стратиграфическом, ни в филогенетическом отношении (вопреки настойчивым утверждениям Heinz'a относительно меловых иноцерамов).

Наряду с этим, на некоторых изученных образцах удается констатировать зависимость размеров и скульптуры раковин от характера вмещающих их осадков.

*sis* sp. nov. переходят и в байос, находка вида Goldfuss'a в байосе Грузии не явится чем-либо неожиданным.

На основании изложенного следует заключить, что отмеченные формы в Грузии не ограничены в своем вертикальном распространении пределами верхнего лейаса и поэтому датировка вмещающих их осадков этим отделом, без каких-либо иных оснований, не может считаться приемлемой.

Вместе с тем, весьма вероятно, что будущие находки установят широкие пределы вертикального распространения и для других изученных форм.

Изученный материал позволяет, кроме этого, задержаться и на некоторых других вопросах, касающихся юрских иноцерамов.

Из вышеприведенного списка видно, что к *Inoceramus* s. str. относится лишь одна форма, к *Mytiloceramus*—3 формы, а к *Mytiloides*—преобладающее количество форм—18.

Наличие в лейасских и байосских отложениях Грузии столь богатой формами фауны позволяет заключить, что представление о филогенетическом развитии рода *Inoceramus*, согласно которого все основные подроды меловых иноцерамов произошли от неокомских форм (напр., по Woods, от *In. neocomiensis* и *In. Salomoni*), требует пересмотра.

Следует думать, что иноцерамы, во всяком случае три указанных подрода, поднимаются без перерыва из верхнего лейаса до мела. Из изученных форм 9 являются общеизвестными, 13 же—новыми. Характерно, что почти все новые формы обнаружены в красных известняках периферии Дзирульского массива, то-есть связаны с определенной перитической фацией, и отсутствуют в отложениях других районов. Находка этой новой фауны и среди нее представителя подрода *Inoceramus* s. str. позволяет предполагать, что отсутствие или слабое развитие среди известных до сих пор форм звеньев, связывающих лейасские иноцерамы с меловыми, объясняется, по-видимому, неизвестностью для нас многих пока не найденных юрских и меловых форм.

Детальное изучение скульптурных элементов раковин показало, что лейасские и байосские иноцерамы обладают только ярко выраженными концентрическими элементами Heinz'a [3], диагональные же и радиальные элементы, кроме радиальных струек, на них полностью отсутствуют. Вместе с тем можно отметить, что скульптурные элементы изученных форм являются одним из важных диагностических признаков для видового определения, но не имеют значения ни в стратиграфическом, ни в филогенетическом отношении (вопреки настойчивым утверждениям Heinz'a относительно меловых иноцерамов).

Наряду с этим, на некоторых изученных образцах удается констатировать зависимость размеров и скульптуры раковин от характера вмещающих их осадков.

Одни и те же виды (напр. *Mytiloides amygdaloides* Goldf.) в глинистых отложениях обладают небольшими размерами, тонкой (до 0,2 мм) раковинной (призматический слой) и слабо развитой скульптурой, в карбонатных же достигают крупной величины, толщина призматического слоя доходит до 1,5 мм, а орнаментация выражена резче и часто бывает значительно более сложной.

Таким образом, во избежание неточностей при определении видов, необходимо строго учитывать характер осадков, в котором они обнаружены.

Академия Наук Грузинской ССР

Институт геологии

Тбилиси

(Поступило в редакцию 29.4.1941)

ბიოლოგია

ი. კახაძე

საქართველოს ლიასური და ბაიოსური ინოცერამები

რეზუმე

საქართველოს ლიასურ და ბაიოსურ ნალექებში ინოცერამები საკმაოდ მრავალი სახით არიან წარმოდგენილი. ავტორს განსაზღვრული აქვს 22 ფორმა (იმათში 13 ახალი არის), რომლებიც ინოცერამების სამ ქვეგვარში იყრიან თავს: *Inoceramus* s. str., *Mytiloceramus* და *Mytiloides*-ში.

ზოგი მკვლევარის შეხედულების წინააღმდეგ ავტორს დასაშვებად მიაჩნია, რომ ეს სამი ქვეგვარი უწყვეტლივ გრძელდებოდეს ზედა ლიასურიდან ცარცულამდის.

შესწავლილი ნიმუშების მიხედვით, ლიასური და ბაიოსური ინოცერამების ნიჟარები მოკაზმული არიან მხოლოდ კონცენტრული სკულპტურული ელემენტებით, რომლებსაც სახეთათვის დიაგნოსტიკური მნიშვნელობა აქვთ, ხოლო სტრატეგრაფიულ და ფილოგენეტიურ მნიშვნელობას მოკლებული არიან.

ავტორის დაკვირვებათა მიხედვით ერთსადაიმევე სახის ნიჟარები საკმაოდ განირჩევიან ერთი მეორისგან ნიჟარის სიდიდის, სისქისა და მოკაზმულობის მხრივ იმისდამიხედვით, თუ როგორ ფაციესში არიან ისინი ნაპოვნი—თიხიანქვიშიანში თუ კარბონატულში.

დასასრულ, ავტორი განიხილავს ზოგი ფორმის სტრატეგრაფიულ გავრცელებას და ასაბუთებს, რომ ორი ფორმა—*Mytiloides tshalaensis* sp. nov. და *Mytiloides Quenstedti* Pchel. ჩვენში გავრცელებული არის ტოარსულიდან შუა ბაიოსურამდის და ამრიგად შემცველი ნალექების ზედა ლიასურად დათარიღებისათვის, წინააღმდეგ ზოგი ავტორის შეხედულებისა, ვერ გამოდგება. ასეთივე შეხედულების არის ავტორი მესამე ფორმაზეც—*Mytiloides amygdaloides* Goldf., თუმცა ეს ფორმა სხვა ფაუნით დასაბუთებულ ბაიოსურში ჯერ ნაპოვნი არ არის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გეოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. А. Джанелидзе. Геологические наблюдения в Окрибе и в смежных частях Рачи и Лечкума. Тбилиси, 1940.
  2. A. Goldfuss. Petrefacta Germaniae, t. II, 2 Aufl., Leipzig, 1869.
  3. R. Heinz. Über die bisher wenig beachtete Sculptur der Inoceramen-Schale und ihre stratigraphische Bedeutung. Mittell. Min. Geol. Staatsinst. in Hamburg, N. X. Hamburg. 1928.
  4. В. Пчелинцев. Брюхоногие и пластинчато-жаберные лейаса и нижнего доггера в пределах СССР (Крыма и Кавказа). Монографии по палеонтологии СССР, т. XLVIII, в. 1, Ленинград, 1937.
  5. L. Rollier. Fossiles nouveaux ou peu connus des terrains secondaires, 4 part.—Mém. Soc. Paléont. Suisse, V. 40, Genf, 1914—15.
  6. Г. Чхотуа. Очерк геологического строения бассейна р. Джампал и правобережья рр. Чхалты и Кодора. Фонд. Отд. Груз. Геол. Упр., Тбилиси, 1940.
  7. H. Woods. The Evolution of Inoceramus im the Cretaceous Period. Quat. Journ. o. t. Geol. Soc., V. LXVIII, London, 1912.
-

М. ЭРИСТАВИ

## К ВОПРОСУ О НАЛИЧИИ КЛАНСЕЙСКОГО ГОРИЗОНТА В ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

На Северном Кавказе отложения клансейского горизонта,—нижней зоны альба,—были выделены в долинах рек Ассы и Камбилеевки [9], около Нальчика и Кисловодска [6], в Центральном Дагестане [10] и других местах. Они представлены песчано-глинистой, а иногда мергелистой фацией и достигают большой мощности. Содержат довольно богатую фауну, среди которой имеются виды, характерные для клансейского горизонта Западной Европы: *Acanthoplites Nolani* Seun. *Ac. Bergeroni* Seun. и виды, распространенные на Мангышланском полуострове вместе с типичной западноевропейской клансейской фауной, как то: *Acanthoplites aplanatus* Sinz., *Ac. Anthalai* Kas., *Ac. multispinatus* Anth., *Ac. Abichi* Anth. (часто и в большом количестве экземпляров).

В Западной Грузии отложения клансейского горизонта до последнего времени были сравнительно мало известны. В 1938—39 гг. в окрестностях Кутаиси, Гумбри и Цхалтубо мною [11, 12] был выделен горизонт беловатых на поверхности, глинистых, иногда слегка глауконитовых мергелей, около 4—6 метров мощности, с клансейской фауной [11, 12]. Из этих же отложений И. Рухадзе [7] были описаны *Arvathoplites aplanatus* и новые виды. *Douvilleicerias submammatum* Rouch. in litt., *Douv. planum* Rouch. in litt., *Deshayesites sahorieisis* Rouch. in litt.; *Acanthoplites aplanatus* является характерной для клансейского горизонта формой, что также подтверждает вышеуказанный вывод.

Мергели клансейского горизонта окрестностей Кутаиси очень похожи на подстилающие их породы верхнего апта. Кверху они постепенно и согласно сменяются 20—30-метровой свитой серых мергелистых глин с прослоями рыхлых, глинистых песчаников с *Aucellina caucasica* Buch. Последняя дает некоторое основание отнести данные глины также к клансейскому горизонту; в самом Кутаиси над глинами залегают глауконитовые песчаники с *Leymericella tardefurcata* Leym., которые относятся к низам среднего альба [11, 12], что также позволяет приурочивать свиту серых мергелистых глин окрестностей Кутаиси к клансейскому горизонту.



В 1930—31 гг. Мефферт [3, 4] отметил в Лечхуми и в Восточной Мегрелии на правом берегу Цхевис-цхали пограничный между белыми мергелями апта и серыми мергелистыми глинами слой. Этот слой, названный им «горизонтом Барабаум», представлен плотным, комковатым, глауконитовым известняком светлосерого или розового цвета. Мощность слоя около 1 м. Он переполнен смешанной фауной аптских и альбских форм. Преобладают *Neohoplites minimus* List. и *Rhynchonella* аптского типа. Мефферт предполагает, что горизонт Барабаум соответствует клансейскому. Хотя следует отметить, что для такого заключения пока достаточного материала не имеется, но если оно подтвердится дальнейшими исследованиями, тем самым будет доказано существование клансейского горизонта в Лечхуми и Восточной Мегрелии.

П. Гамкрелидзе отмечает, что в долине р. Чхеримелы слои, расположенные на границе апта и альба, содержат фауну, по которой трудно определить, относятся ли эти слои к апту или к альбу [1]. При просмотре коллекции П. Гамкрелидзе из окрестностей сел. Лаше и Хорагаули, мною были обнаружены *Acanthoplites Milletianus* d'Orb. var. *Peroni* Jacob. и *A. Bigoureti* Seun.,—обе формы характерны для клансейского горизонта юго-восточной Франции. Эти слои во время полевых работ относились к апту.

Аналогичным образом по материалам Н. Канделаки около г. Сурами и сел. Али в верхах свиты белых мергелистых известняков, относимых к апту, были найдены *Acanthoplites Bigoureti* Seun., *Ac. multispinatus* Anth., *Ac. Nolani* Seun.

В Абхазии в окрестностях Гагр С. Мордвилко [5] выделяет слоистые плотные известняки с *Acanthoplites Bergeroni* Seun. и относит их к низам клансейского горизонта; мощность этих известняков от 5 до 10 м. Выше залегает свита мергелистых сланцев с прослоями известняков, которую она относит к альбу. По данным Т. Мордвилко, в нижней части мергелистой свиты встречены *Acanthoplites Bigoureti* Seun., *Tetragonites duvalianus* d'Orb., *Aucellina caucasica* v. Buch. Так как *Acanthoplites Bigoureti* является руководящей формой клансейского горизонта юго-восточной Франции, а *Tetragonites duvalianus* распространен в верхнем апте и нижнем альбе, то возможно, что нижняя часть этой свиты относится к клансейскому горизонту.

Из вышесказанного видно, что клансейский горизонт выделен в окрестностях Кутаиси и Цхалтубо, где он представлен мергелистой фацией, сравнительно небольшой мощности (20—30 м). В окрестностях Гагр в долине р. Чхеримелы и около Сурами имеется указание на присутствие в пограничных между аптом и альбом слоях характерных для клансейского горизонта форм. В Восточной Мегрелии и Лечхуми опять-таки в пограничных слоях найдена смешанная фауна, которая может оказаться эквивалентом клансейской.



Нужно надеяться, что дальнейшие более детальные исследования дадут возможность более твердо установить наличие клансейского горизонта во всей Западной Грузии.

Академия Наук Грузинской ССР  
Институт геологии  
Тбилиси

(Поступило в редакцию 14.4.1941)

გეოლოგია

მ. ბრისტაძე

დასავლეთ საქართველოში კლანსეური ჰორიზონტის  
არსებობის საკითხისათვის

კლანსეური ჰორიზონტი გამოყოფილ იქნა ქუთაისის და წყალტუბოს მიდამოებში [11, 12], სადაც იგი ამ ჰორიზონტისათვის დამახასიათებელ ფაუნას შეიცავს.

პ. ვამერელიძის მასალების მიხედვით მდ. ჩხერიმელის ხეობაში, ნ. კანდელაკის მასალების მიხედვით სურამის მიდამოებში და ტ. მორდელიკოს [5] მიხედვით გაგრის მახლობლად, აპტის და ალბის საზღვარზე მდებარე შრეები შეიცავენ აგრეთვე კლანსეურ ნამარხებს.

ლეჩხუმში და სამეგრელოშიც მეფერთი [3,4] აპტის და ალბის საზღვარზე გამოჰყოფს შრეებს, რომელთა შერეული ფაუნა აპტის და ალბის ფორმებისაგან შედგება. შესაძლებელია ეს შრეებიც კლანსეური ჰორიზონტის შესატყვისი იყვნენ.

კლანსეური ჰორიზონტის გავრცელების საკითხი დასავლეთ საქართველოში საბოლოოდ მომავალმა მუშაობამ უნდა გამოარკვიოს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
გეოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. П. Д. Гамкрелидзе. Геологическое описание части долин р. Дзирулы и Чхери-мелы. საქართველოს გეოლოგიური ინსტიტუტის მოამბე. ტომი I. ნაკ. 2, 1937.
2. ნ. მ. კანდელაკი. უწლევის გეოლოგიური პარტიის ანგარიში. ხელთნაწერი, ინახება გეოლოგიის ინსტიტუტში, 1939.
3. Б. Ф. Мефферт. Геологический очерк Лечхума. Материалы по общей и прикладной геологии, вып. 140, 1930.
4. Б. Ф. Мефферт. Геологические исследования в Мингрелии. Труды Т. Т. Р. У., вып. 64, 1931.

5. Т. Мордвилко. Геология окрестностей Гагр. Путеводитель для экскурсии XVII международного конгресса. Экскурсии по Кавказу. Черноморское побережье. 1937.
6. Т. Мордвилко. К стратиграфии нижнемеловых отложений в Кисловодском районе на Северном Кавказе. Записки Всероссийского Минералогического общества, сер. II, ч. 68, вып. 1, 1939.
7. I. Rouchadze. Les ammonites aptiennes de la Georgie occidentale. საქართველოს გეოლოგიური ინსტიტუტის მოამბე, ტომი I, ნაკ. III, 1933.
8. ი. რუჩაძე. საქართველოს ზოგიერთი ახალი ან ნაკლებ ცნობილი აპტური ცეფალოფორები. საქართველოს გეოლოგიური ინსტიტუტის მოამბე, ტ. III, ნაკვ. 2, 1938.
9. В. П. Ренгартен. Горная Ингушетия. Геологические исследования в долинах рек Ассы и Камбишевка на Северном Кавказе. Труды Т. Т. Р. У., вып. 63, 1931.
10. В. П. Ренгартен. Геологические наблюдения в Кайтого-Табасыранском и Даргинском округах. Материалы по общей и прикладной геологии, вып. 66, 1926.
11. М. С. Эристави. Новые данные по стратиграфии средней части меловых отложений окрестностей Кутаиси. Сообщения Груз. Фил. АН СССР, т. I, № 4, 1940.
12. მ. ერისთავი. ქუთაისის მიდამოების ცარცის შუა ნაილის სტრატиграფია. ზელთნაწერი ინახება სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკაში



ЭНЕРГЕТИКА

А. И. МУСХЕЛИШВИЛИ

К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОСТРОИТЕЛЬСТВА  
 В ГРУЗИНСКОЙ ССР

Бурное развитие народного хозяйства Грузии после установления Советской власти, вызвало резкий рост потребности в электроэнергии. Несмотря на сооружение ряда районных электростанций (ЗАГЭС, РионГЭС, ТкварчельГрЭС и ТбияТЭЦ) и громадное увеличение выработки по сравнению с довоенным уровнем, Грузия в течение ряда лет в маловодные периоды года испытывает значительный дефицит в электроэнергии. Дефицит этот полностью не будет устранен и после пуска в эксплуатацию строящихся в настоящее время электростанций. Поэтому вопрос о приступе к строительству новых электростанций, которые могли бы вступить в работу непосредственно вслед за строящимися, т. е. начиная с 1944—45 гг., является весьма актуальным, в связи с чем необходимо наметить наиболее целесообразное направление развертывания проектно-изыскательских работ и электростроительства на ближайший перспективный период.

Грузинская ССР располагает крупными гидро-энергетическими ресурсами: суммарная среднегодовая теоретическая мощность по основным рекам определяется в размере около 10 млн. квт при годовой выработке порядка 50 млрд. квтч.

Топливные ресурсы Грузии весьма ограничены. Из угольных месторождений промышленное значение имеют лишь Ткварчельское, Ткибульское и Ахалцихское. Первые две находятся в эксплуатации, а третья будет разрабатываться в ближайшие годы. Остальные месторождения, согласно имеющихся материалов на данной стадии изученности, сравнительно невелики и могут иметь лишь местное значение.

Нефтяные месторождения еще недостаточно разведаны. Кроме того, базировать крупное электростроительство на нефтяном топливе—нецелесообразно.

Имеющиеся в Западной Грузии, на Черноморском побережье, торфяные месторождения (районы Поты, Редут-Кале и Кобулета), не могут быть использованы в более или менее крупном масштабе для энергетических целей.

Наличие крупных водно-энергетических ресурсов и ограниченность топливных, предопределяет развитие энергетики Грузии по линии гидроэнергостроительства.

Сжигание имеющегося в ограниченном количестве ценного топлива в топках конденсационных электростанций, как правило, не должно быть допущено: для этой цели должны быть использованы лишь отходы топлива. Такие отходы имеются на Ткварчельских рудниках, где сооружена обогатительная фабрика. Отходы фабрики и сланцы обеспечат работу Ткварчель-ГрЭС.

В связи с расширением Ткибульских рудников, проектируется сооружение обогатительной фабрики, которая будет давать нетранспортабельные отходы, обеспечивающие работу электростанции сравнительно небольшой мощности. Помимо этого в Ткибульском месторождении имеется значительное количество сланцев. Однако Ткибульские сланцы, как и угли, по своему составу могут быть широко использованы в качестве технического и химического сырья. В настоящее время Химическим институтом Академии Наук Грузинской ССР проводятся опыты по получению из смолистых сланцев жидкого топлива; опыты дали хорошие результаты. Потому сжигание сланцев в топках электростанции надо считать нежелательным.

Необходимо далее отметить, что себестоимость энергии на конденсационных станциях значительно выше, чем на гидроэлектростанциях. Одновременно с этим капиталовложения на сооружение тепловых станций небольшой мощности (строительство крупных станций нежелательно) мало отличаются от капиталовложений на гидроэлектростанции [2]. Поэтому сооружение конденсационных тепловых станций является нецелесообразным и с экономической точки зрения.

Несколько иначе стоит вопрос с теплоэлектроцентралями. Себестоимость энергии ТЭЦ приближается к себестоимости энергии ГЭС. Кроме того, расход топлива на выработку энергии, при условии работы ТЭЦ по тепловому режиму, значительно ниже, чем на конденсационных. Однако, в большинстве случаев ТЭЦ расположены менее благоприятно в отношении топлива, так как они сооружаются либо при промышленных предприятиях либо в крупных городах, которые обычно отстоят на более или менее значительном расстоянии от месторождений топлива, ввиду чего транспортировка низкосортного топлива или отходов может быть нерентабельной. Необходимо далее иметь в виду, что теплоснабжение может быть осуществлено при помощи рациональных котельных низкого давления и с высоким коэффициентом полезного действия, получивших значительное распространение за границей. Благодаря тому, что такие котельные располагаются вблизи потребителей, ТЭЦ же работают на большую сеть, у которой имеются значительные тепловые потери, расход топлива на теплоснабжение в обоих слу-

чаях получается одного порядка. Надо также отметить, что ТЭЦ с конденсационными частями дают хорошие показатели лишь при работе в основном по тепловому режиму. В противном случае удельный расход топлива немалым отличается от расхода на конденсационных станциях [1].

В Грузии имеются дополнительные факторы, препятствующие развитию коммунальных теплоэлектроцентралей (для нужд отопления): большинство городов настолько незначительно, что сооружение в них коммунальных ТЭЦ явно нецелесообразно. Мягкий климат и непродолжительность отопительного сезона сравнительно крупных городов—Кутаиси, Батуми, Сухуми, делают сооружение в них коммунальных ТЭЦ также нецелесообразным. Единственным городом, где сооружение коммунальной ТЭЦ в ближайшие годы может быть оправдано, является г. Тбилиси. Однако и здесь отопительный сезон сравнительно непродолжителен, около 4—5 месяцев—с декабря по апрель. Количество крупных зданий, имеющих центральное отопление, которые могут быть непосредственно приключены к теплофикационной сети, также невелико. Поэтому дальнейшее строительство коммунальных ТЭЦ в Тбилиси нецелесообразно: в целях экономии топлива, снабжение города теплом должно осуществляться путем сооружения рациональных центральных котельных низкого давления, электроэнергией же—путем строительства гидроэлектростанций.

Больше перспектив, чем коммунальные, имеют ТЭЦ при промышленных предприятиях со значительной потребностью в тепле для технических целей, так как работа их на тепловом режиме обеспечена в течение круглого года. В зимний период к технической тепловой нагрузке добавляется отопительная (как самого предприятия, так и рабочего поселка), что придает работе ТЭЦ регулирующей сезонные ГЭС характер. По имеющимся на данное время плановым предположениям, в ближайший период намечается строительство и расширение некоторых ТЭЦ при промышленных предприятиях, однако мощность их сравнительно невелика и не может разрешить задачи электроснабжения системы.

Дальнейшее развитие в Грузии тепловых станций должно быть признано нецелесообразным и все внимание необходимо сосредоточить на гидроэлектростроительстве.

Все эксплуатируемые и строящиеся ГЭС Грузинской энергосистемы (ЗАГЭС, РионГЭС, АпГЭС и СухумГЭС), за исключением ХрамГЭС, являются сезонными.

Зарегулирование новых сезонных станций встретит определенные затруднения, ввиду чего необходим дополнительный ввод в работу регулирующих централей. При крупных гидроэнергетических ресурсах Грузии возможность создания регулирующих гидростанций сравнительно ограничена. Поэтому необходимо немедленно приступить к изучению, изысканиям и проектированию регулирующих установок в Грузии.

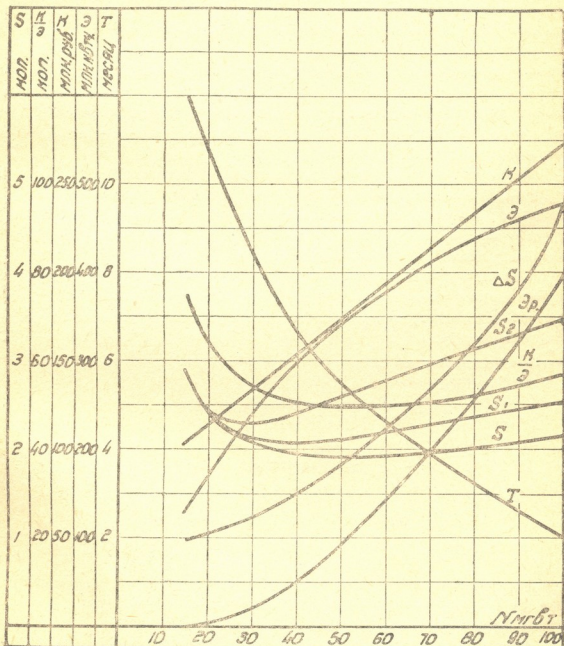
Параллельно с регулируемыми ГЭС надо изучать и строить сезонные. Основным вопросом при сооружении этих гидростанций является выбор расчетного расхода воды. Выбор той или иной обеспеченности расхода резко отражается на установленной мощности ГЭС: переход от семимесячной обеспеченности к трехмесячной дает увеличение мощности обычно в 2—2,5 раза.

Как показывает анализ данных по ряду гидроэлектростанций (по материалам местных проектных организаций и литературы [3]), основные экономические показатели их—капиталовложения на киловаттчас годовой выработки и себестоимость энергии—при изменениях установленной мощности в широких пределах, меняются весьма мало, ввиду чего имеется большой простор для выбора установленной мощности ГЭС. Надо отметить, что указанные выше экономические показатели не отражают качества энергии, между тем как ценность постоянной энергии значительно выше сезонной и последняя не может быть использована без наличия в системе регулирующей. Поэтому энерго-экономические показатели ГЭС должны рассматриваться комплексно, с учетом регулирования. Здесь, при решении вопроса о выборе установленной мощности ГЭС, мы наталкиваемся на дополнительную неопределенность: будущий состав энергосистемы и стоимость регулирующей энергии. Так как, однако, регулирующие станции дублируют сезонную часть мощности незарегулированных ГЭС и себестоимость их энергии, как правило, выше себестоимости энергии последних, то учет работы ГЭС в системе приводит к сдвигу минимума себестоимости энергии в сторону снижения мощности ГЭС.

Поэтому, ввиду наличия в Грузии громадных водно-энергетических ресурсов и ограниченности регулирующих возможностей, целесообразно, на данном этапе развития системы, стремиться к максимальному использованию водотока: более правильно строить сезонные ГЭС на сравнительно большую обеспеченность.

Для примера на рисунке приводятся энергоэкономические характеристики одной из намечаемых гидроэлектростанций на р. Риони мощностью 60 мвт [4]. Как видно из кривых, минимум себестоимости энергии и капиталовложений на квтчас падает примерно на 55 мвт, однако при изменениях мощности от 35 до 80 мвт, т. е. больше чем вдвое, отклонения от минимума не превышают 5%, что находится в пределах точности подсчетов. При учете регулирующей энергии минимум сдвигается: при стоимости регулирующей энергии в 3 коп./квтч—к 40 мвт, и при стоимости 5 коп./квтч—к 30 мвт. Поэтому, по нашему мнению, более целесообразно принять мощность станций порядка 35—40 мвт, вместо намеченных 60 мвт. Размер потребной регулирующей энергии при этом снижается с 50% от выработки ГЭС до 12—17%. Обеспеченность станции возрастает с 4,5 месяцев в году до 6,5—7 месяцев. На основании сказанного мы считаем, что при

выборе установленной мощности сезонных ГЭС без бассейна суточного регулирования на ближайший период, следует ориентироваться в зависимости от режима реки на обеспеченность порядка 4,5—7 месяцев в году, взамен обычно принимаемых проектными организациями 3—4,5 месяцев. Значительное влияние на выбор установленной мощности ГЭС оказывает наличие бассейна суточного регулирования: чем больше емкость бассейна, тем выше может быть принята мощность ГЭС.



Т—обеспеченность, К—капиталовложения, Э—выработка ГЭС, Эр—выработка регулирующей станции, S—себестоимость энергии ГЭС, S<sub>1</sub>—средняя себестоимость при стоимости регулирующей энергии S<sub>p</sub>=3 коп./квт.ч., S<sub>2</sub>—тоже при S<sub>p</sub>=5 коп./квт.ч., ΔS—себестоимость дополнительного квтчаса, к/э—капиталовложения на 1 квтчас.



При выборе объектов строительства ближайшего периода в Грузии, необходимо отказаться от гигантомании: от проектирования станций мощностью в несколько сот мвт с выработкой, исчисляемой миллиардами киловатт-часов, так как постройка такой ГЭС потребует значительных сроков, крупных капиталовложений и больших затрат материалов, благодаря чему будет тормозиться сооружение других электростанций. После же пуска в эксплуатацию, она в течение определенного периода не будет загружена, что вызовет омертвление капитала. Поэтому желательно строить станции сравнительно небольшой мощности—порядка 20—50 мвт с выработкой 100—300 млн. квтч. Основное условие, предъявляемое к первоочередным установкам—возможность их быстрого осуществления, в срок не более 3—4 лет. Поэтому они должны быть просты по схеме, иметь сравнительно небольшой объем работ, давать возможность широкого развертывания фронта работ и располагаться в обжитых районах, вблизи железных и автомобильных дорог.

Ввиду того, что основными центрами потребления являются г. Тбилиси и Кутаисско-Зестафонский район, новые станции, при прочих равных условиях, желательно строить вблизи этих районов. Сооружение крупных станций на мощных реках Абхазской АССР (Кодор, Бзыбь) потребует переброски значительных мощностей на большое расстояние.

Помимо крупных станций, включаемых в энергетическую систему, в Грузии должно быть широко развернуто строительство мелких ГЭС коммунального и сельского типа, в особенности в районах, удаленных от основной сети системы.

Академия Наук Грузинской ССР  
Сектор Энергетики

(Поступило в редакцию 30.3.1941)

საქართველო

ა. მუსხელიშვილი

საქართველოს სს რესპუბლიკაში ელექტრო-მშენებლობის  
განვითარების საკითხისათვის

რეზიუმე

საქართველოს სს რესპუბლიკას აქვს მსხვილი ჰიდრო-ენერგეტიკული რესურსები და შეზღუდული სათბობი. ამიტომ ენერგეტიკის განვითარება უნდა მიმდინარეობდეს ჰიდრო-ელექტროსადგურების აგების გზით.

ვინაიდან უკვე ექსპლოატაციაში და მშენებლობის პროცესში მყოფი ჰიდრო-ელექტრო სადგურების უმეტეს ნაწილს სეზონური რეჟიმი ახასიათებს, ამიტომ აუცილებელია მარგულირებელი ჰიდრო-ელექტროსადგურების დაპროექტებისა და აგების დაწყება.

მარეგულირებელ სადგურებთან ერთად საჭიროა სეზონური ჰიდრო-ელექტროსადგურების აშენება. მარეგულირებელი ენერჯის შეზღუდულობის გამო მიზანშეწონილია უახლოეს პერიოდში დიდი უზრუნველყოფის ჰიდრო-ელექტროსადგურების აგება. ამ სადგურთა უმეტესი ნაწილის ეკონომიური მაჩვენებლები შედარებით მცირედ იცვლებიან უზრუნველყოფის ფართო ფარგლებში შეცვლისას.

ახალი სადგურების აშენება სასურველია ქუთაისისა და თბილისის რაიონებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენერგეტიკის სექტორი  
თბილისი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. С. А. Кукель-Краевский. Теплоэлектроцентраль в энергетическом балансе. ЭНИН АН СССР, 1939 (рукопись).
2. Гидроэнергопроект. Инструкция по определению эффективности гидроэлектростанций. Москва, 1940 (рукопись).
3. Т. Л. Золотарев. Гидроэлектроцентраль в электроэнергетической системе, 1939.
4. М. А. Мостков. К выбору первоочередных объектов гидроэнергостроительства Груз. ССР. Энергетич. сектор Груз. Филиала АН ССР, 1939 (рукопись).

БОТАНИКА

А. А. ЯЦЕНКО-ХМЕЛЕВСКИЙ и Г. В. КАНДЕЛАКИ

ДРЕВЕСНЫЕ УГЛИ ИЗ РАСКОПОК БЕШТАШЕНСКОЙ  
ЦИКЛОПИЧЕСКОЙ КРЕПОСТИ (ЦАЛКА)

(Материалы к познанию истории древесной флоры Закавказья в антропогене)

Сообщение четвертое<sup>1</sup>

В 1939 году экспедицией Отдела охраны памятников культуры Грузии, работавшей на Цалкинском нагорье под руководством проф. Б. А. Куфтина, была изучена, среди других объектов, Бешташенская циклопическая крепость, в настоящее время разрушенная до самого основания ([1], стр. 21). Развалины крепости находятся в окрестностях сел. Бешташени, Цалкинского района ГССР. При раскопках экспедицией были обнаружены остатки древесных углей как в очагах, так и в культурном слое. Нахождение древесных углей на Цалке, ныне совершенно безлесной, где население отапливает свои жилища кизяком, представляло значительный интерес, так как указывало на вероятность существования, в далеком прошлом, в окрестностях поселения древесных насаждений.

Всего экспедицией было добыто три партии углей, переданных нам для анализа. Первые две коробки содержали угли, взятые из наиболее древнего слоя, датируемого проф. Б. А. Куфтиным серединой III тысячелетия до нашей эры и относящегося к энеолиту («культура нижнего слоя зольных холмов и древнейших циклопических крепостей Закавказья», [1], стр. 20). Одна партия углей (коробка № 1) взята непосредственно из хорошо сохранившегося каминоподобного очага, другая (коробка № 2), синхронная первой, просто из культурного слоя.

Третья партия (коробка № 3) получена из более верхнего культурного слоя, стратиграфически резко отличающегося от нижнего и датируемого, по содержащимся в нем предметам, эпохой бронзы—2-ой половиной II тысячелетия до нашей эры. Это, по видимому, также угли из очага, хотя у археологов возникли сомнения, не являются ли эти угли остатками пожара.

Таким образом, в нашем распоряжении имелся материал, отделенный друг от друга почти тысячелетием, что, несомненно, еще более увеличивало

<sup>1</sup> Предыдущее сообщение см. в «Известиях ИЯИМК им. Н. Я. Марра», X, 1941.



его интерес. Все полученные угли были подвергнуты микроскопическому исследованию, для чего из них были приготовлены шлифы по несколько видоизменному нами методу проф. В. О. Клера.

Коробка № 1.

11 крупных отдельных углей—остатков стволов или более или менее крупных ветвей и 10 угольков—остатков мелких веточек диаметром около 1 см.

Микроскопический анализ показывает наличие в углях пяти древесных пород: ольхи (*Alnus (incana (L.) W.?*)), дуба (*Quercus sp.*), бука (*Fagus orientalis Lip.*), сосны (*Pinus hamata D. Sosp.*) и березы (*Betula (Litwinowii A. Dol.?)*), определяемых на наших шлифах следующим строением:

*Alnus (incana (L.) W.?)*. Древесина рассеяннососудистая, просветы сосудов собраны в цепочки, иногда до 8 просветов в одной цепочке. Волокна на поперечном сечении тонкостенные. Лучи однорядные и агрегатные. На радиальном срезе ни разу не удалось установить характер перфораций и число перекладин (несмотря на очень значительное число препаратов); повидимому, перекладины (принимая, что перфорации действительно лестничные) обламываются при шлифовке. Спиральные утолщения не замечены. Поровость косая; поры многочисленные, крупные; окаймления и внутренние отверстия округлые, сближенные или сомкнутые.

Примечание. Определение полученных шлифов оказалось чрезвычайно сложным из-за плохого состояния материала, не позволившего получить достаточно удовлетворительные препараты. Если наличие агрегатных лучей, в сочетании с другими признаками, определенно указывало на принадлежность исследованных углей к сем. *Betulaceae* (в смысле С. А. Agardh'a)<sup>1</sup>, то возникали сомнения относительно их родового определения. Детальное изучение шлифов привело к альтернативе *Betula*—*Alnus*. В зрелой древесине видов *Betula* наряду с однорядными, встречаются также и двух-трехрядные лучи, но в древесине веток многорядные лучи обычно отсутствуют и поэтому этот признак не мог быть принят во внимание. Однако, характер пор на стенках сосудов (их сравнительно крупный размер, округлость внутренних отверстий и некоторые другие признаки) позволили отнести изученные угли к роду *Alnus*. Из 4-х видов ольхи, отмеченных для флоры Кавказа, вероятнее всего нахождение на Цахке *A. incana (L.) W.*, почему мы и даем это видовое название со знаком вопроса.

Все ольховые угли представляют собой остатки веток или небольших стволиков (возрастом в 8—10 лет), с довольно угнетенным ростом. Ширина годовичного кольца редко превышает 1 мм и обычно равна 0,7—0,8 мм.

*Quercus sp.*—Древесина кольцесосудистая, просветы сосудов в осенней части годовичного кольца сгруппированы в узкое однорядное пламя. Волокна тонкостенные. Лучи широкие—многорядные и узкие—однорядные. Тиллы в сосудах отсутствуют. Определить породу до вида (или даже до секции), по имеющемуся материалу, не представляется возможным.

Остатки стволов или крупных веток. Рост угнетенный (ширина кольца 1—1,5 мм).

*Fagus orientalis Lip.*—Древесина рассеяннососудистая, сосуды многочисленные, разбросаны в беспорядке по всему годовичному кольцу, несколько уменьшаясь в размерах и количестве по направлению к поздней границе годовичного слоя; просветы сосудов

<sup>1</sup> Как известно [2], агрегатные лучи, кроме сем. *Betulaceae* встречаются также у некоторых представителей сем. *Fagaceae* (*Castanopsis, Pania*) и сем. *Lauraceae* (*Styracsa*), возможность нахождения которых на Цахке совершенно исключается.

одиночные или в группах, округлые или овальные. Лучи широкие—многорядные и узкие—однорядные со всеми переходами между ними, расширяющиеся при прохождении из одного годичного слоя в другой.

Остатки стволков. Рост довольно хороший, в среднем ширина годичного кольца 1,8—2 мм.

*Betula (Litwinowii) A. Dol.?* Древесина рассеянносудистая, сосуды немногочисленные, собраны в группы или в цепочки по 3—4, иногда больше. Поры на стенках сосудов мелкие. Лучи однорядные, иногда (редко) агрегатные.

Остатки веток или небольших стволов 10—12 лет. Рост сильно угнетенный (ширина годичного кольца 0,6 мм).

*Pinus hamata D. Sosn.* В поздней древесине в каждом годичном кольце многочисленные смоляные ходы. На радиальном срезе лучи составлены из двух видов клеток: в наружных слоях клетки с зубчатыми стенками и окаймленными порами (лучевые трахеиды), во внутренних слоях луча клетки с крупными порами (по одной поре на каждое поле перекреста трахеиды и клетки луча).

Остатки довольно крупных стволов со сравнительно широкими кольцами (средняя ширина кольца 2 мм).

В первой коробке среди углей значительно преобладает ольха (60% всего материала); остальные 4 породы представлены одинаковым числом образцов.

Для всех пород условия роста, повидимому, были довольно неблагоприятны, так как ширина годичных колец в большинстве случаев значительно менее обычной средней ширины кольца каждой породы.

### К о р о б к а № 2

12 более или менее крупных углей, относящихся и к различным породам: ольхе (*Alnus (incana) (L.) W.?*), буку (*Fagus orientalis Lip.*), дубу (*Quercus sp.*), ясеню (*Fraxinus sp.*), пихте (*Abies nordmanniana (Stev.) Spach.*), хмелеграбу? (*Ostrya carpinifolia Scop.?*).

Строение углей из ольхи, бука и дуба подобно описанному выше, остальные три породы определяются под микроскопом по следующим признакам строения древесины:

*Fraxinus sp.*—Древесина кольцесудистая, просветы кольца сосудов округлые или овальные; одиночные или собранные по два, реже больше; собраны в один—два ряда. Переход от крупных сосудов к мелким резкий; мелкие сосуды немногочисленные, одиночные или в цепочках по два, толстостенные, не образующие рисунка. Древесная паренхима терминальная? Лучи двух-трехрядные, короткие. Сосуды лишены спиральных утолщений; тип поровости рассмотреть не представляется возможным.

Ствол с очень угнетенным ростом (ширина годичного кольца в среднем 0,9 мм).

*Abies nordmanniana (Stev.) Spach.* Смоляные ходы отсутствуют. На радиальном срезе лучи составлены из однообразных клеток; поры между клетками лучей и трахеидами мелкие, округлые, по 1—2 поры на каждый перекрест трахеиды и клетки луча. Древесная паренхима отсутствует.



Ствол или толстая ветка. Ширина годовичных колец 1—1,5 мм.

*Ostrya carpinifolia* Scop.? нами определена по углям, находившимся в очень плохой сохранности. Отмечены были следующие признаки строения древесины:

Древесина рассеяносудистая, просветы сосудов разбросаны в беспорядке, в почках по 2—3 и больше, в группах или, реже, одиночные. Просветы волокон тонкие; лучи двух-трекрядные, однородные; поры крупные; сосуды со спиралями. Указанные признаки не позволяют с полной достоверностью определить древесину, но делают вероятным отнесение ее к *Ostrya carpinifolia* Scop.

Повидимому, небольшой ствол с узкими годовичными кольцами.

Состав углей во 2-ой коробке очень близок к составу углей коробки первой. Как и там, здесь решительно преобладает ольха (60% всех углей), остальные породы представлены одинаковым числом образцов; отсутствуют сосна и береза, зато встречены не наблюдавшиеся в первой коробке пихта, ясень и хмелеграб. Сходство в составе пород в обеих партиях углей указывает, что этот состав не является случайным, но действительно отражает особенности топлива, которым пользовались насельники крепости.

### К о р о б к а № 3

10 крупных углей и 35 мелких угольков. Установлено всего три породы: дуб (*Quercus* sp.)—почти половина—45% всех углей, пихта—*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach.—30%, бук (*Fagus orientalis* Lip.)—25% от общего числа углей и угольков.

Строение древесины, по которому были определены образцы, не отличается от описанного выше.

Угли представляют собою остатки стволов, главным образом небольших, и веток. Большинство деревьев отличалось несколько угнетенным ростом, хотя встречаются экземпляры с широкими кольцами. Незначительный диаметр стволов и ветвей, из которых получены исследованные нами угли, говорит против предположения, что это—остатки пожарница, т. е. остатки бревен и других строительных материалов. Скорее всего—это именно остатки топлива.

Местность, окружающая раскопки, в наше время совершенно лишена лесной растительности. Она представляет собой хорошо дренированный участок на лавовых туфах, между двумя сходящимися ущельями рек Геряк-чай и Башкев-су. При соединении обоих каньонов в реку Геряк-чай, последняя образует озеровидное расширение с заболоченными берегами. По наблюдениям Ш. Г. Нахуцришвили, производившего ботаническое обследование Цалки и любезно ознакомившего нас со своими обширными материалами, в настоящее время окрестности сел. Сафар-Хараба покрыты сильно ксерофитизированной луговой растительностью, не сохранившей никаких указаний на возможное существование здесь когда-нибудь леса. В километрах 15 к югу от места раскопок, в каньоне Храма около сел. Розенберг (бывш.

Александрсгильф) встречаются заросли дуба (*Quercus macranthera* F. et M.). Примерно в 30 км к северу, на северных склонах Триалетского хребта, уже начинаются леса. Безлесие интересующей нас местности отмечено еще у Вахушти [3], указывавшего на отсутствие леса в этой части долины реки Храм (Кция) и на употребление местным населением кизяка в качестве топлива<sup>1</sup>. Данные Вахушти относятся к началу XVIII века и, следовательно, истекшие два столетия не внесли каких-либо существенных изменений в растительность района.

Оценивая значение исследованного материала, прежде всего нужно установить, возможно ли пользоваться полученными данными для суждения об облесенности окрестностей поселения и не проще ли предположить, что топливо привозилось из тех лесных насаждений, которые встречаются и поныне в 30—40 км от места раскопок. Нам кажется, однако, что это предположение должно быть отвергнуто. Если и в настоящее время, когда район пересечен хорошей шоссеиной дорогой и имеется, кроме того, сеть относительно сносных сельских дорог, население пользуется таким неудобным (из-за едкости дыма) и трудно изготавливаемым топливом как кизяк, то вполне естественно думать, что почти пять тысячелетий тому назад доставка топлива за три десятка километров могла производиться только в виде исключения. Средства передвижения той эпохи, некоторое представление о которых можно получить по погребальной колеснице, обнаруженной проф. Б. А. Куфтинным в той же Цалке, были, повидимому, чрезвычайно мало приспособлены к длительным перевозкам. При этом нужно учесть, что современные нам лесные насаждения расположены или за водоразделом Триалетского хребта, или по глубоким ущельям, откуда доставка леса могла бы производиться, главным образом, вьюком или вручную.

Следовательно, нужно полагать, что топливо бралось в ту отдаленную эпоху в местах, расположенных в непосредственной близости от крепости, т. е. там, где в настоящее время никаких следов лесной растительности не обнаруживается.

Некоторые признаки исследованных нами углей отчетливо показывают характер этих, ныне исчезнувших, лесных насаждений. Узкие годичные кольца, небольшие диаметры стволов говорят об отсутствии здесь высокобонитетного леса с крупными деревьями, с хорошим ростом, существование которого вообще мало вероятно на таких больших высотах (около 2000 м). Скорее нужно предположить наличие сравнительно небольших зарослей, расположенных по балкам, оврагам и ущельям рек, покрывавших отдельными пятнами Цалкинское нагорье. Одним из последних остатков некогда обильной лесной растительности такой однообразной сейчас местности является «священный дуб» над селением Тапбаш, знакомый всем путешествовавшим по Храму и попавший даже на одноверстную карту. О былой

<sup>1</sup> „არა არს აქ ტყე, არამედ ხიდვეს ერჯვენთან და ხმარობენ უმეტეს წიგისა“ ([3], стр. 42).



лесной растительности Цалки свидетельствует, впрочем, и наличие в составе луговой растительности некоторых лесных высокотравных растений (*Senecio Othonnea* M. B., виды *Heracleum* L.), а также сохранившиеся кое-где заросли березы, дуба, лещины и отдельные экземпляры сосны и других взрослых пород (эти данные относятся, главным образом, к верхнему течению реки Кция-Храм). Возможность существования в климатических условиях Цалки леса подтверждается, кроме того, существованием плодовых садов, принадлежащих колхозу сел. Розенберг.

Состав пород в углях не представляется неожиданным. Дуб, бук, береза, ольха, сосна и сейчас отмечаются кое-где в виде небольших зарослей или отдельных экземпляров. Повидимому, совершенно исчезла на Цалкинском нагорье в настоящее время пихта, довольно обильно представленная в наших образцах. Ясень и хмелеграб (?), встречаемые в одном экземпляре каждый, были редки, и 4 тысячи лет тому назад; не исключена, конечно, возможность их случайного попадания в кострища.

Резкое различие в составе углей из двух различных горизонтов—преобладание ольхи в более древнем, отделенном от нас почти 4-мя тысячелетиями и исчезновение ее через тысячу лет в более молодом слое—представляется нам явлением чисто локального порядка. Конечно, заманчиво связать это различие с изменением климата Цалки, с уменьшением количества осадков и с возрастанием сухости, в результате чего исчезает влаголюбивая ольха, заменяясь более мезофильными породами—дубом, буком и пихтой, уже на наших глазах в свою очередь сменившихся ксерофильной луговой растительностью. Следует признать, однако, что для такого вывода у нас слишком мало материала. Скорее всего изменения в составе топлива жителей Бешташенской циклопической крепости вызваны какими-либо изменениями в гидрографии непосредственных окрестностей поселения. Высыхание какой-либо реки, протекавшей 40 столетий тому назад у нынешнего Бешташена, изменения в характере ее русла, могли повлечь за собой исчезновение приречных ольховых зарослей и принудить население пользоваться лесом из других насаждений, не растущих непосредственно на речных террасах.

Какими же причинами вызвано исчезновение лесной растительности на территории почти всего Цалкинского нагорья? Как и в другом, ранее описанном случае [4], мы склонны приписать это, главным образом, деятельности человека. Многочисленные памятники древности и свидетельства историков рассказывают о густой заселенности Цалки в продолжении многих столетий. Только с XV века нашей эры неоднократные иранские и турецкие нашествия приостановили ее процветание и привели к началу XIX столетия к почти полному обезлюдению этой части Грузии<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Современное армяно-греческое население Цалки—пришлое, поселившееся здесь в 1826—1827 гг.



Интенсивная хозяйственная деятельность многочисленного населения, основным занятием которого было скотоводство, не могло не привести к почти полному истреблению леса на всем нагорье. Не случайно небольшие фрагменты лесной растительности, сохранившиеся на Цалке (главным образом по течению р. Кция), приурочены к местам, недоступным для скота.

В заключение считаем своим приятным долгом выразить благодарность проф. Б. А. Куфтинну, предоставившему нам материал для исследования и давшему указания о его датировке, историкам—акад. С. Н. Джанашиа и проф. Л. М. Меликсетбекову—за ряд необходимых нам исторических справок и ботаникам—проф. Д. И. Сосновскому, проф. В. З. Гулисашвили, А. Г. Долуханову и Ш. Г. Нахуцришвили—за просмотр рукописи и ценные замечания.

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Ботанический Институт и  
Институт истории, языка и материальной культуры  
имени акад. Н. Я. Марра

ბოტანიკა

ა. იაცვინკო-ხმელაძისი და ბ. კანდელაკი

მერქნიან ჯიშთა ნახშირი ბეშთაშენის ციკლოპური ციხე-სიმაგრის  
ბანათხრებში (წალკა)

(მასალები ამიერ-კავკასიის მერქნიან ჯიშთა ისტორიის შეცნობისათვის ანთროპოგენში. IV)

ბეშთაშენის ციკლოპური ციხე-სიმაგრის გათხრების დროს პროფ. ბ. კუფტინის არქეოლოგიური ექსპედიციის მიერ ნაპოვნი იყო ნახშირის მრავალრიცხოვანი ნაშთები იმ მერქნიან ჯიშებისა, რომლებსაც ციხე-სიმაგრის მოსახლეობა ხმარობდა როგორც საწვავ მასალას. ეს ნახშირები მიეკუთვნება ორ ფენას: ენეოლიტურ (3 ათასი წელი ჩვენს ერამდე) და ბრინჯაოს (ჩვენს ერამდე მეორე ათასეული წლის მეორე ნახევარი) ეპოქებს.

მერქნიან ჯიშთა ნახშირის არსებობა ამჟამად თითქმის უტყუო წალკაზე, სადაც მოსახლეობა სათბობად ფუნას (წივას) ხმარობს, დიდი ინტერესს წარმოადგენს, რადგან მიგვიითებებს წარსულში წალკის ტყით შემოსავაზე.

ნახშირის მიკროსკოპიულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა მასში შემდეგი ჯიშების არსებობა: ენეოლიტის ნახშირში—მურყანი (მთელი ნახშირის 60%), მუხა, წიფელი, ფიჭვი, არყი, იფნი, სოკი და უხრაფი (უკანასკნელი 7 ჯიშში თანაბარი ოდენობით); ბრინჯაოს ეპოქის ფენებში—მუხა (45%), სოკი (30%) და წიფელი (25%).

განათხრებში მერქნიან ჯიშთა ნახშირის არსებობა გვიჩვენებს, რომ რამდენიმე ათასი წლის წინათ ბეშთაშენის მიდამოები დაფარული იყო ტყით, რომელიც მოსახლეობისათვის სათბობ მასალის წყაროს წარმოადგენდა. გამოკვლეული ნახშირის ვიწრო წლიური რგოლები მიგვითითებენ ამ ჯიშთა ზრდისათვის არახელსაყრელ პირობებზე და ააშკარავენ მაშინ არსებული ტყის კორომების ხასიათს, უნდა ვიფიქროდ—პატარა ლეშამბოები, სადაც ხეები ვერ აღწევდნენ დიდ ზომას და ჰქონდათ უმნიშვნელო წლიური შემატება.

ტყის მოსპობა, ალბად, უნდა მივაწეროთ ადამიანის სამეურნეო მოღვაწეობას, განსაკუთრებით კი მესაქონლეობის განვითარებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
თბილისის ბოტანიკური ინსტიტუტი და  
აკად. ნ. მარის სახელობის ვენის, ისტორიისა  
და მატერიალური კულტურის ინსტიტუტი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Б. А. Купт и н. К вопросу о ранних стадиях бронзово й культуры на территории Грузии. Сообщ. ИИМК АН СССР, VIII, 1940.
2. Н. E. Dadswell and S. J. Record. Identification of woods with conspicuous rays Tropical Woods, 48, 1936.
3. ვახუშტი. აღწერა სამეფოსა საქართველოსა. სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა. თბილისი, 1941.
4. А. А. Яценко-Хмелевский и Г. В. Кандеяки. Древесные угли из археологических раскопок в Дабла-Гоми. Сообщения Груз. Филиала АН СССР, т. I, № 2, 1940.

ZOOLOGIE

EINE NEUE SCHIZOTETRANYCHUS-ART (TETRANYCHIDAE, ACARI)

Von H. RECK

Im Jahre 1940 wurde von Z. K. Hadzhibejli in mehreren Punkten Adzhariens (Zichis-Dsiri, Tshakva, Kobuleti, Batumi; Juli-August) und in Gagri (Oktober) eine der Gattung *Schizotetranychus* Träg., 1915 [7, 10] angehörende und für die Blätter des Bambusrohrs schädliche Spinnmilbe gefunden. Dieselbe Milbe wurde später auch in Suchumi (November 1940) und Tbilissi (April 1941) von T. J. Zhizhilashvili auf Bambusrohr beobachtet.

Die aufgefundene Form unterscheidet sich von den 5 bisher beschriebenen *Schizotetranychus*-Arten durch folgende Merkmale:

von *Sch. (Tetranychus) schizopus* Zacher, 1913 (Europa, auf *Salix* und *Vaccinium*) durch das Fehlen der Grenzlinie zwischen Propodo- und Hysterosoma, durch die Rückenhautskulptur und die Länge der Rückenhaare [2, 8 II, 12];

von *Sch. (Tetranychus) pratensis* Banks, 1912 (Nord-Amerika, auf *Phleum*, *Trifolium*, *Medicago*) durch die Länge der Rückenhaare, die bei *pratensis* ebenso lang sind wie Tarsus IV [1, 3];

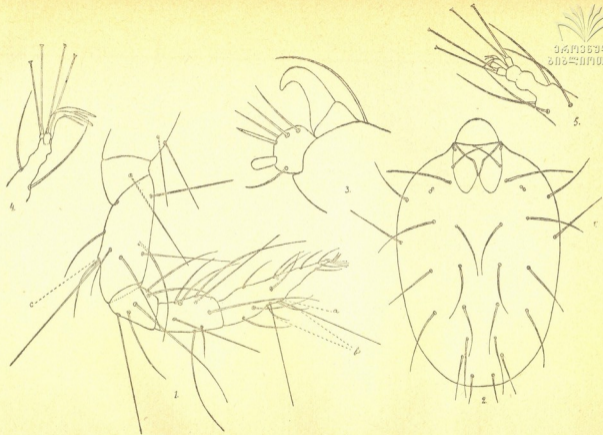
von *Sch. latitarsus* Ewing, 1917 (Nord-Amerika, auf *Bambusa*) durch die Tarsen I, welche bei *latitarsus* sehr breit und beinahe ebensolang wie *Tibia* I sind [3, 4];

von *Sch. fluvialis* McGregor, 1928 (Nord-Amerika, auf *Epicampes rigens*) durch die normale Länge der Palpen [5];

von *Sch. (Epitetranychus) asparagi* Ouds, 1928 (Europa, auf *Asparagus sprengeri*) durch die längeren Rückenhaare [2, 6, 9].

Unsere Form muss deshalb als eine neue Art angesehen werden, für die ich den Namen *Schizotetranychus bambusae*, sp. n. vorschlage.

Diagnose (♀): Körper eiförmig, etwa  $1\frac{1}{2} \times$  so lang wie breit, hinten breit abgerundet. Färbung blassgrün oder rosa-gelblich. Rückenhaare beinahe glatt, lang, länger als Tarsen IV, ungefähr so lang wie Tarsus+*Tibia* I; nach hinten gerichtet, überragen sie die folgende Querreihe der Haare um etwa  $\frac{1}{3}$  ihrer Länge. Hautleisten fein, linienförmig; in der Medianbahn der Hysterosoma verlaufen sie alle quer, seitlich bilden sie eine zickzackförmige Zeichnung; seitlich auf der Propodosoma verlaufen sie beinahe in der Längsrichtung. Medianleisten des Pseudoschildchens sehr fein, schwer sichtbar, erreichen die Gegend zwischen den setae scap. ext.



*Schizotetranychus bambusae*, sp. n.: 1—Bein I von der Seite; 2—Habitus dorsal; 3—Palpende von der Seite; 4—Ende des Tarsus I mit Krallen von der Seite; 5—derselbe dorsal.

Mandibelbasen beinahe oval, vorne abgerundet, ratio 10:7, ungefähr  $3\frac{1}{2} \times$  kürzer als die Körperlänge. Palptibiakralle gross, stark gekrümmt. Palptarsus ebensolang wie breit; das Endkölbchen distalwärts etwas verdickt, ebenso lang wie Palptarsus,  $2-2\frac{1}{2} \times$  so lang wie breit; auf dem Tarsus noch 5 gut sichtbare Borsten, die etwa  $2 \times$  so lang sind wie das Endkölbchen.

Beine ziemlich dicht und lang behaart. Alle Tarsen konisch; von der Seite gesehen, mit einer deutlichen Einkerbung an der Basis des unteren Randes. Tarsus I  $1\frac{1}{2} \times$  länger als Tibia; dorsal mit einem breitrunden Höcker versehen (Fig. 1a); an der Spitze und der Basis des Höckers befinden sich je 2 dünne, durchscheinende, dicht nebeneinander stehende Haare (Sinneshaare?), von denen das eine gerade und beinahe so lang wie Tarsus I, das andere stark gebogen und kurz ist (Fig. 1b); alle übrigen Haare des Tarsus I sind kürzer als der Tarsus. Ein zweiter Höcker, mit nur einem Haarpaar an der Spitze, befindet sich dorsal auf dem Femur I (Fig. 1c). Dorsal auf dem Tarsus II ein kleinerer Höcker, der scheinbar nur mit einem Haarpaar versehen ist.

Dimensionen (die Mittelgrösse von 10 ♀♀ in Micronen). Körper: Länge (vom Kragenrande) 390, grösste Breite 240. Mandibelbasen: Länge 121, Breite 83, Tiefe der Einbuchtung zwischen den beiden Hinterloben 31. Rückenhaare: Länge 90—120; Abstand zwischen den Basen der setae hum. int. und setae dors. int. 60, zwischen den beiden setae dors. int. 80. Tarsus I: Länge 70, Breite 20. Tibia I: Länge 45, Breite 25. Tarsus IV: Länge 68, Breite 17. Länge der Krallen des Tarsus I über 10.

Sollte man endgültig feststellen, dass *Sch. bambusae* sich in Georgien nur von Bambusrohr ernährt, so wäre damit ein überzeugender Beweis für die Einschleppung dieser Milbe gebracht.

Akad. d. Wiss. d. Georgischen SSR  
Zoologisches Institut  
Tbilissi

(Eingegangen am 30. April 1941.)

ზოოლოგია

3. რეკი

ტყიპის ახალი სახეობა SCHIZOTETRANYCHUS TRÄG., 1915 გვარიდან  
(TETRANYCHIDAE)

რეზუმე

ავტორის მიერ აწერილია ახალი სახეობის ტყიპი *Schizotetranychus bambusae*, sp. n. (Tetranychidae, Acari), რომელიც ნაპოვნი იყო ბამბუკზე საქართველოს სსრ სხვადასხვა ადგილებში.

ახალი სახეობის მთავარი განმასხვავებელი ნიშნებია: სხეული კვერცი-სებური ფორმისა, რომლის სიგრძე დაახლოებით  $1\frac{1}{2}$ -ჯერ აღემატება სიგანეს. მისი სიგრძე 390  $\mu$ . ბაცი მწვანე ან მოვარდისფრო ყვითელი ფერისაა. ზურგის ბეწვები შედარებით გრძელია (120  $\mu$ -დე), ხელიცერების ძირი ოვალურია, სიგრძის შეფარდება სიგანესთან უახლოვდება 10:7. ფეხები და საცეცები საშუალოა. თათი I ძირისაკენ შევიწროვებული, თითქმის  $1\frac{1}{2}$ -ჯერ გრძელია წვივზე. ზურგის მხარეზე მიმაგრებული ბორცვაკით (ნახ. 1a), რომლის წვერზე და ძირზე აქვს წყვილ-წყვილი ერთმანეთთან მიახლოებული ბეწვები (ნახ. 1b), საცეცის თათზე 5 გრძელი და გამწვეტებული და ერთი გურზისებურად გამსხვილებული ჯაგრით (ნახ. 3).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ზოოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

ЗООЛОГИЯ

Г. Ф. РЕКК

НОВЫЙ ВИД КЛЕЩА ИЗ РОДА SCHIZOTETRANYCHUS TRÄG., 1915  
(TETRANYCHIDAE)

Резюме

Автором описывается новый вид паутинового клеща, собранного на бамбуках в нескольких точках Аджарской АССР, которому дается наименование *Schizotetranychus bambusae*, sp. n.

Новый вид характеризуется следующими главнейшими признаками:

Тело яйцевидной формы, примерно в полтора раза длиннее своей ширины, длина его 390  $\mu$ . Окраска бледно-зеленая или желтовато-розовая. Волоса на спине относительно длинные (до 120  $\mu$ ). Основания хелицер овальные, отношение их длины к ширине приближается к 10:7. Лапка передних ног в полтора раза длиннее голени; у основания, если смотреть сбоку, сужена; на спинной стороне с округлым бугорком (рис. 1a), на вершине и у основания которого имеются по паре сближенных волос (рис. 1b). Лапка щупика (рис. 3) с пятью заостренными длинными щетинками и хорошо выраженной концевой булавой, которая в два—два с половиной раза длиннее своей ширины.

Академия Наук Грузинской ССР  
Зоологический Институт  
Тбилиси

ZITIERTE LITERATUR—ციტირებული ლიტერატურა—  
ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. N. Banks. New American Mites. Proceed. Entomol. Society, Washington, XIV, 1912.
2. D. C. Geiskes. Beiträge zur Kenntnis der europäischen Spinnmilben, mit besonderer Berücksichtigung der niederländischen Arten. Meddel. Landb. Hoogesch. Wageningen. 42, 1939.
3. E. O. Essig. Insects of Western North America. New York. 1926.
4. H. E. Ewing. New species of economic mites. Journ. Econ. Ent. 10, 1917.
5. E. A. McGregor. Description of two new species of spinning mites. Proc. Ent. Society, Washington: XXX, 1928.
6. A. C. Oudemans. Acarologische Aanteekeningen LXXXIX. Entomol. Ber. Nederl. VII, No 159, 1928.
7. Ders. Acarologische Aanteekeningen CVII. Ebenda. VIII. No 178, 1931.
8. Ders. Acarologische Aanteekeningen. CVIII. Ebenda. VIII. No 179, 1931.
9. Ders. Acarologische Aanteekeningen. CX. Ebenda. VIII, No 181, 1931.
10. J. Trägårdh. Morphologische und systematische Untersuchungen über die Spinnmilben. Zeitschr. f. angew. Entom. II, H. 1, 1915.
11. Fr. Za cher. Untersuchungen über Spinnmilben. Mitt. d. Biolog. Anst. H. 14, 1913.
12. Ders. Neue und wenig bekannte Spinnmilben. Zeitschr. f. angew. Entom. VII H. 1, 1920.

Л. ЦКИПУРИДЗЕ

## ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ХРОНАКСИИ МЫШЦЫ ПРИ УТОМЛЕНИИ НЕПРЯМЫМ РАЗДРАЖЕНИЕМ

Хорошо известен факт, что если утомлять мышцу максимальным раздражением соответствующего двигательного нерва, то в момент, когда мышца уже не реагирует на самое сильное раздражение нерва, непосредственное раздражение мышцы еще дает сокращение (Waller [1]). Этот факт в свое время был использован для доказательства присутствия между нервом и мышцей гипотетического элемента т. н. нервного окончания, которое будто бы утомляется быстрее, чем двигательный нерв и мышца. К такому же заключению пришли Cattell и Stiles [2]. Lapicque [3], изучая это явление хронаксиметрически (на препарате *ischiad.—gastrocn.* жабы), нашел, что к моменту прекращения передачи возбуждения с нерва на мышцу, хронаксия мышцы, которая до начала раздражения была одинакова с хронаксией нерва, возрастала 3—4 раза. Из этого факта Лапик заключил, что причиной прекращения передачи возбуждения является гетерохронизм, возникающий между нервом и мышцей. Этим самым он утомлению приписал кураре-подобное действие.

Однако, надо отметить, что методика, примененная Лапиком, в этом случае не совсем безукоризненна. Он вкалывал электроды в икроножную мышцу, и ясно, что этим путем он определял хронаксию интрамуральных нервов. Поэтому, хронаксия двигательного нерва получалась одинаковой с хронаксией мышцы. После выпадения функции нерва вследствие утомления нервно-мышечного препарата, электродами, вколотыми в мышцу, можно было определить только хронаксию собственно мышцы, что и являлось одной из причин сильного возрастания хронаксии.

Вероятно, вследствие этих методических неполадок, другие исследователи не могли подтвердить данные Лапики. Так, Rushton [4] не смог обнаружить в проксимальной части портняжной мышцы никаких заметных изменений возбудимости после утомления длительным раздражением двигательного нерва. К сожалению, из его работы не видно, наблюдались ли какие-нибудь изменения возбудимости в средней, нервной части мышцы. Очень запутанные изменения реобазы и хронаксии наблюдал Bean [5] при утомлении мышцы. Беритов [6] нашел, что, при утомлении портняжной мышцы



непрямым раздражением, возбудимость сильнее всего понижается в нервной части мышцы, менее в проксимальной и дистальной, безнервных частях мышцы. По наблюдениям Трофимова [7], при пессимальном раздражении двигательного нерва портняжной мышцы, хронаксия сильнее всего возрастает в средней, нервной части, тогда как безнервные части мышцы или не дают никаких изменений, или даже бывает так, что хронаксия укорачивается.

Ввиду недостаточности этих данных, мы решили исследовать изменения возбудимости в различных участках и разных точках портняжной мышцы, как до утомления, во время утомления, так и после отдыха.

Однако, исследование хронаксии портняжной мышцы в 20—30 точках по несколько раз оказалось неудобным вследствие того, что опыт длился очень долго; поэтому мы решили исследовать на разных препаратах или только проксимальную половину портняжной мышцы, или дистальную, которые содержат и безнервную и нервную части, при этом, конечно, не нарушая целостности мышцы.

**Методика.** У лягушки (*R. ridib.*) вырезывалась портняжная мышца вместе с двигательным нервом (*Sartorius-ischiadicus*), на концах мышцы с обеих сторон оставляли кусочки костей для фиксации. Препарат предварительно выдерживали на 0,5 часа в физиологическом растворе. После этого препарат переносили во влажную камеру и помещали на смоченной физиологическим раствором подушке из фильтровальной бумаги. Индифферентный полюс-анод в виде хлорированного серебряного диска находился в одном конце подушки, а катод, хлорированная серебряная проволока с очень тонким кончиком, закреплялась в маленький подвижный штатив и устанавливалась над мышцей.

Хронаксию определяли в нескольких участках мышцы как в безнервном, проксимальном, так и в среднем—нервном. Для каждого участка хронаксия определялась в 3-х отдельных точках. Точки, для которых определяли хронаксию, отмечались маленькими кусочками лигнина, которые заранее смачивались физиологическим раствором. После этого начинали раздражать двигательный нерв максимальными индукционными ударами с частотой около 40—50 в 1 сек. Чтобы при сокращении мышцы маленькие кусочки лигнина, которыми были отмечены точки, не сдвигались с места, мышцу фиксировали на подушку булавками, вставленными через оставшиеся кости. При этом старались мышцу сильно не растягивать. Получалось так, что сокращение мышцей было частично изометрическим, что заметно устраняло опасность передвижения кусочков лигнина. Раздражение длилось до полного истощения видимого сокращения мышцы. К концу раздражения снималась одна из булавок, обычно противоположная той половине, для которой определялась хронаксия (например, если хронаксии определялись в проксимальной половине, то булавку снимали с дистального конца). Так поступали для того, чтобы лучше убедиться, что раздражение нерва не вызывает никакого видимого эффекта на мышце. Однако попадались препараты, которые и после длительного раздражения нерва давали хотя ничтожные, но видимые на глаз фибриллярные сокращения. Такие препараты не принимались во внимание.

Когда мышца абсолютно переставала реагировать даже на более сильное раздражение нерва, тогда, не прекращая раздражения, приступали к повторному определению хронаксии в тех же точках, для которых она была уже установлена. После повторного определения хронаксии, эти точки опять отмечались маленькими кусочками лигнина. Когда для всех точек повторное определение хронаксии заканчивали, тогда прекращали раздражения нерва и, дав мышце 20—30-минутный отдых, третий раз определяли хронак-

сию тех же точек. Этим мы хотели проследить, насколько при восстановлении хронаксий отдельных точек в продолжении опыта вмешивались физические факторы (главным образом высыхание). Но хорошо смоченная физиологическим раствором подпушка из фильтровальной бумаги, и сильное увлажнение камеры, видимо, очень хорошо защищали препарат от высыхания. Это видно было из того, что сильно измененные хронаксии, особенно средней, нервной части мышцы с малой разницей опять восстанавливались до первоначальной величины. Хронаксию определяли конденсаторным хронаксиметром с шунтом Лапика.

### Результаты опытов

Всего было исследовано 14 нервно-мышечных препаратов портняжной мышцы. Из них на 9 препаратах была изучена проксимальная половина мышцы, а на 5 препаратах дистальная половина.

Вырезанная портняжная мышца до раздражения двигательного нерва показывала тройкого рода хронаксии: большой величины—в проксимальном, безнервном участке, средней и малой величины в нервной части мышцы. В нервной части мышцы иногда также попадаются точки с большой хронаксией. После утомления мышцы раздражением двигательного нерва, хронаксии точек проксимальной безнервной части мышцы или остаются без всякого изменения, или повышаются незначительно и редко даже укорачиваются. Так что, в проксимальной части мышцы не наблюдается особенно резкого изменения хронаксий. В средней части мышцы после утомления хронаксии малой величины совсем исчезают. Это происходит как раз в тех точках, хронаксии которых по нашим предположениям соответствуют хронаксии интрамуральных нервов. Хронаксии средней величины в нервной части мышцы показывают увеличение ее в 2—3 раза. Если в средней части мышцы попадались точки с большой хронаксией, то их величина после утомления оставалась без заметного изменения.

После отдыха малые величины хронаксии опять проявлялись, хотя они были увеличены по отношению к норме на 15—20%. Также укорачиваются хронаксии средней величины и почти приближаются к норме. Точки, которые показывали большой величины хронаксию, не проявляют каких-нибудь заметных изменений. Приводится протокол, который показывает распределения хронаксий в разных участках и точках портняжной мышцы и их изменения до утомления, во время утомления и после отдыха.

Протокол № 1. *M. Sartorius*, изолированный вместе с двигательным нервом. Хронаксии определяются в проксимальной половине, в 4-х участках и притом для каждого участка в 3-х точках. Определение хронаксии начинается с проксимального конца мышцы. Двигательный нерв раздражается индукционным током, порог 42 сантиметра, для раздражения берется 36 сант. расст. катушек. Температура во время опыта 16° С.

Из этого протокола видно, что точки с проксимального безнервного участка мышцы проявляют малые и неодинаковые изменения хронаксии. Так, хронаксия первых двух точек немного уменьшается, а для третьей точки увеличивается. Реобазы для всех трех точек более или менее увеличи-

№№ опытов	№№ отл. учас-тков	№№ отл. точек	1				2				3					
			До утомления				Во время утомления (через 12' от начала раздражения)				Через 30' после прекращения раздражения					
			Время	Rh v	Chr σ	Примечание	Время	Rh v	Chr σ	Примечание	Время	Rh v	Chr σ	Примечание		
1		1	11 ч. 15'	0,32	2,2	Проксия. часть мышцы		12 ч.	0,42	1,78	Раздр. нерва индук. током не дает эф- фекта на мышце		1 ч. 2'	0,50	1,80	Кратковрем. раздражение нерва дает силы. сокра- щен. мышцы.
2	1	2	11 ч. 18'	0,34	1,8		1	12 ч. 4'	0,36	1,60		1	1 ч. 5'	0,36	1,40	
3		3	11 ч. 21'	0,42	0,92			12 ч. 7'	0,44	1,20			—	—	—	
4		1	11 ч. 24'	0,38	1,4			12 ч. 10'	0,48	1,98			1 ч. 11'	0,42	1,70	
5	2	2	11 ч. 27'	0,26	0,56		2	12 ч. 13'	0,36	0,94		2	1 ч. 14'	0,38	0,62	
6		3	11 ч. 30'	0,28	0,98			12 ч. 16'	0,26	1,20			1 ч. 17'	0,28	1,10	
7		1	11 ч. 33'	0,22	0,48			12 ч. 19'	0,36	0,42			1 ч. 19'	0,68	0,24	
8	3	2	11 ч. 36'	0,14	0,20		3	12 ч. 22'	0,32	0,84		3	1 ч. 21'	0,16	0,26	
9		3	11 ч. 39'	0,16	0,42			12 ч. 25'	0,44	0,96			1 ч. 23'	0,36	0,54	
10		1	11 ч. 42'	0,28	0,86			12 ч. 28'	0,34	0,90			1 ч. 25'	0,40	0,42	
11	4	2	11 ч. 45'	0,24	0,44		4	12 ч. 30'	0,38	0,82		4	1 ч. 27'	0,28	0,48	
12		3	11 ч. 48'	0,12	0,18			12 ч. 32'	0,30	0,76			1 ч. 28'	0,14	0,20	

ваются. Для первой и третьей точки второго участка, которые также показывали большие хронаксии, наблюдается их небольшое увеличение. Реобазис для первой точки после утомления возрастает, для второй немного снижается. Вторая точка этого участка, которая показывала средней величины хронаксии, дает ее увеличение после утомления почти в два раза. Третий и четвертый участки до утомления показывали большей частью хронаксии средней и малой величины. После утомления, хронаксии малой величины совсем исчезают и вместо них показываются хронаксии почти 4 раза большей величины (вторая точка третьего участка и третья точка четвертого участка). Для точек, которые показывали хронаксии средней величины, после утомления это последнее возрастает в два раза (третья точка третьего участка и вторая точка четвертого участка). Исключение составляет только первая точка третьего участка, которая до утомления показывала хронаксии средней величины, а после утомления дала не увеличение, а некоторое снижение хронаксии. После 30-минутного отдыха хронаксии точек проксимального безнервного участка показывают незначительное изменение сравнительно с нормой. Опять появляются малые хронаксии. Средней величины хронаксии также возвращаются почти к норме.

Таким образом, во время утомления мышцы прямым раздражением, хронаксии точек, которые показывали средней и малой величины хронаксии, почти уравниваются с хронаксией безнервной части мышцы. После включения интрамуральных нервов вследствие утомления, видимо, уже определяется возбудимость более или менее однородной системы. Этой возбудимой системой должны являться собственно мышечные волокна, нервная часть которых показывает наибольшее увеличения хронаксии. Что во время утомления мышцы ее нервная часть дает самые сильные функциональные изменения, видно из исследований Беритова [8, 9] и Комегани [10, 11, 12].

На основании этих данных становится ясным, почему при утомлении мышц прямым раздражением хронаксии сильно возрастают именно в нервной части мышцы, когда в безнервных ее частях она меняется очень незначительно. Видимо, более обильное накопление продуктов обмена в нервных частях способствует сильному понижению возбудимости, и вследствие этого повышению хронаксии.

Из этих фактов следует, что при утомлении мышцы прямым раздражением, прекращение передачи возбуждения с нерва на мышцу обусловлено сильным понижением возбудимости в нервной части мышцы, а не развитием общего гетерохронизма между целым мышечным волокном и двигательным нервом.

На основании вышеизложенных фактов сделаны следующие выводы.

1. Нормальная портняжная мышца в разных своих частях и в разных точках обнаруживает тройного рода хронаксии: большой величины хронаксии в проксимальной безнервной части, средней и малой величины—в нерв-

ной части. Также в некоторых точках нервной части мышцы обнаруживаются хронаксии большой величины.

2. Большой величины хронаксии, видимо, принадлежат безнервным частям мышечных волокон, так как они наблюдаются в проксимальной безнервной части мышцы; малой величины хронаксии, которые обнаруживаются в нервной части мышцы, относятся к интрамуркулярным нервам, а средней величины—нервным областям мышечных волокон.

3. При утомлении мышцы непрямым раздражением двигательного нерва, полностью исчезают малой величины хронаксии и вместо них обнаруживаются хронаксии большой величины. Средней величины хронаксии также возрастают в два раза и больше, а большой величины хронаксии не обнаруживают заметных изменений.

4. После отдыха хронаксии средней величины и малой величины укорачиваются и возвращаются почти к норме.

5. Прекращение передачи возбуждения с нерва на мышцу, при утомлении непрямым раздражением, видимо, обусловлено сильным падением возбудимости в нервной части мышечного волокна, вследствие большого накопления в этих местах продуктов распада энергетических веществ.

Академия Наук Грузинский ССР  
Институт физиологии им. акад. Бериташвили  
Тбилиси

(Поступило в редакцию 9.4.1941)

PHYSIOLOGIE

ÜBER DIE VERÄNDERUNGEN DER MUSKELCHRONAXIE BEI  
INDIREKTER REIZUNG

Von. L. TSKIPURIDZE

Zusammenfassung

Wird der Muskel durch langdauernde Reizung des Motornerven ermüdet, so behält er noch die Kontraktionsfähigkeit bei direktem Reiz bei. Nach Lapique findet das Aufhören der Erregungsübertragung vom Nerven auf die Muskel bei Ermüdung infolge einer Vergrößerung der Muskelchronaxie im Verhältnis zum Nerven statt. Da er aber mit einem Präparat (gastrocn.-ischiadicus) arbeitete, das für solche Versuche untauglich war, so konnten seine Ergebnisse durch andere Forscher nicht bestätigt werden.

Ich habe die Chronaxie bei indirekter Reizung durch Ermüdung am Froschpräparat sartorius-ischiadicus untersucht. Das Präparat wurde in einer feuchten Kammer, auf einem 1 cm dicken Kissen von Filtrierpapier, untergebracht. Die indifferente Elektrode-Anode (eine chlorierte silberne Scheibe) lag am einen Ende des Kissens; die aktive Elektrode-Kathode (ein chlorierter

Silberdraht) lag mit dem zugespitzten Ende auf dem Muskel. Die Chronaxie wurde mittels eines Kondensator-Chronaximeters bestimmt. Die Bestimmung fand in einigen Teilen der proximalen Muskelhälfte statt, und zwar bei jedem Teil in einigen Punkten. Die Chronaxie in den einzelnen Gebieten und Punkten wurde zunächst bis zur Ermüdung festgestellt. Diejenigen Punkte, an denen die Bestimmung der Chronaxie stattfand, wurden durch kleine Ligninstückchen kenntlich gemacht. Dann wurde der Motornerv bis zum vollständigen Aufhören der Kontraktion gereizt; ohne den Reiz zu unterbrechen, wurde sodann die Chronaxie der betreffenden Punkte abermals bestimmt. Hierauf wurde die Reizung unterbrochen, und nach einer Ruhepause von 30 Minuten fand zum dritten Mal die Bestimmung der Chronaxie in den angemarkten Punkten statt.

Bis zur Ermüdung zeigte der Muskel dreierlei Arten von Chronaxie. Eine grosse Chronaxie wurde gewöhnlich beim proximalen nervenlosen Muskelteil erhalten. Diese grossen Chronaxien, in den Grenzen von 1—2  $\sigma$ , gehören anscheinend dem gereizten Muskelsystem des nervenlosen Teils an. Im mittleren Nerventeil des Muskels wurden sehr kleine Chronaxien von 0,18—0,20  $\sigma$  erhalten. Eine ebensolche Chronaxie gibt auch der Motornerv. Daher führe ich solche kleinen Chronaxien auf den intramuskularen Nerv zurück. Beim mittleren Muskelteil wurden auch Chronaxien mittlerer Grösse von 0,40—0,60  $\sigma$  erhalten, die wahrscheinlich auf das erregbare Muskelsystem des Nerventeils zurückzuführen sind (vgl. das Protokoll 1, Spalte 1). Bei Ermüdung des Muskels durch indirekte Reizungen ändern sich die maximalen Chronaxien wenig. Die kleinen Chronaxien verschwinden vollkommen, und an ihrer Stelle werden 3—4 Mal vergrösserte Chronaxien beobachtet. Die mittleren Chronaxien werden auch verstärkt, jedoch nicht so bedeutend, nämlich ein bis zweimal (vgl. Prot. 1, Spalte 2).

Nach einer Ruhepause von 30 Minuten weisen die maximalen Chronaxien immer noch keine merklichen Änderungen auf. Die minimalen Chronaxien treten wieder auf und nähern sich mit kleinen Abweichungen den ursprünglich vor der Ermüdung beobachteten Werten an. Die mittleren Chronaxien werden auch verkürzt und streben gegen die Norm (Prot. 1, Spalte 3).

Nach den Untersuchungen von Beritoff ist bekannt, dass bei Ermüdung des Muskels durch indirekte Reizung, die Erregbarkeit am stärksten im Nerventeil des Muskels sinkt; zugleich liefert dieser Muskelteil nach Ermüdung die stärkste Kontraktur. Das stärkere Sinken der Erregbarkeit und die Kontraktur im Nerventeil des Muskels erklärte Beritoff dadurch, dass eine grosse Menge von Zerfallprodukten energetischer Stoffe, im Verhältnis zum nervenlosen Teil, angehäuft ist. Kometiani, der den Stoffwechsel im Nerventeil und im nervenlosen Teil des Muskels untersuchte, zeigte, dass im Nerventeil der Stoffwechsel intensiver vor sich geht, als im nervenlosen Teil desselben Muskels.

Auf Grund dieser Tatsachen kann man schliessen, dass bei Ermüdung des Muskels durch indirekte Reizung ein grösseres Anwachsen der Chronaxie

im Nerventeil des Muskels infolge einer grösseren Anhäufung der Stoffwechsel-Zerfallprodukte beobachtet wird. Die Stoffwechselprodukte senken so stark die Erregbarkeit in den Nerventeilen der Muskelfasern herab, dass der Nervenimpuls nicht imstande ist die Muskelfaser zu erregen. Hieraus geht hervor, dass das Aufhören der Erregungsübertragung vom Nerven auf die Muskel, bei Ermüdung des Muskels durch indirekte Reizung, im Sinken der Erregbarkeit des Nerventeils der Muskelfaser ihre Ursache hat, nicht aber durch die Entwicklung des allgemeinen Heterochronismus zwischen der ganzen Muskelfaser und dem Nerven bedingt wird.

Staatliche J. Stalin-Universität zu Tbilissi  
 Physiologisches Institut

ფიზიოლოგია

ლ. ცვიფურიძე

არაპირდაპირი გაღიზიანებით დაღლილი კუნთის  
 ქრონაქსიის ცვალებადობა

შესწავლილი იყო თერძის კუნთის ქრონაქსიის ცვალებადობა არაპირდაპირი გაღიზიანებით დაღლის დროს. აღმოჩნდა, რომ არაპირდაპირი გაღიზიანებით დაღლისას კუნთის უნერვო ნაწილის ქრონაქსია შესამჩნევად არ ცვლებადობს, მაშინ როდესაც ნერვული ნაწილის ქრონაქსია ძლიერ იზრდება. ქრონაქსიის ძლიერი ცვალებადობა კუნთის ნერვულ ნაწილში, უნერვო ნაწილთან შედარებით არაპირდაპირი გაღიზიანებით დაღლის შემთხვევაში, შედეგი უნდა იყოს კუნთის ნერვულ ნაწილში ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტების უფრო დიდი რაოდენობით დაგროვებისა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 აკად. ბერიტაშვილის სახელობის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ZITIERTE LITERATUR—  
 ციტირებული ლიტერატურა

1. A. D. Waller. Цитир. по Fulton'y. «Muscular contraction». London, 1926.
2. M. Cattell and P. Stiles. Am. J. Physiol., 69, 645, 1924.
3. L. Lapicque. L'excitabilité en fonction du temps. Paris, 1926.
4. W. A. N. Rushton. J. Physiol., 77, 337, 1933.
5. J. W. Bean. Am. J. Physiol., 107, 275, 1934.
6. J. S. Beritoff. Z. f. Biol., 82, 126, 1924.
7. Л. Г. Трофимов. Физиол. журн. СССР, 26, 231, 1939.
8. J. S. Beritoff. Pfl. Arch., 205, 458, 1924.
9. J. S. Beritoff. Pfl. Arch., 213, 206, 1926.
10. П. А. Коветиани. Пробл. нервн. физиол. и поведения. Сборн., посвящен. проф. И. С. Бериташвили, стр. 341, 1936.
11. П. А. Коветиани. Тр. Физиол. Инст. им И. С. Бериташвили, 3, 295, 1937.
12. П. А. Коветиани. Физиол. журн. СССР, 22, 587, 1937.

გრამატიკული კლას-კატეგორია ბუღუხუშრი ზმნის უღვლილებაში<sup>(1)</sup>

1. ბუღუხუში<sup>(2)</sup> ენა—მისი რიგის სხვა ენათა მსგავსად—დღემდის თითქმის სრულებით არ არის შესწავლილი. მართალია, მას შეეხნენ კავკასიურ ენათა ცნობილი მკვლევრები: რ. ერკერტი ([1], II ნაწ., გვ. 73), ა. დირი ([2], გვ. 298), ნაწილობრივ ჰ. შუხარდტი [3], მაგრამ არც ერთ მათგანს არ წარმოუდგენია საკმარისი ენობრივი მასალა ბუღუხუშრის შესახებ და, რაც მთავარია, მათ შეუძენველი და გაურკვეველი დარჩა რიგი მნიშვნელოვანი მოვლენა ბუღუხუში ენისა.

კერძოდ, თითქმის მთლიანად უყურადღებოდ არის დატოვებული კავკასიურ ენათათვის ისეთი მნიშვნელოვანი მოვლენა, როგორცაა გრამატიკული კლასის კატეგორია. თავი რომ დავანებოთ რ. ერკერტსა და ა. დირს, სულ უკანასკნელი დროის შრომებიც კი გრამატიკული კლასების შესახებ ბუღუხუში იძლევიან კანტი-კუნტ ცნობებს. მაგალითად, ე. დიემეზილი, რომელიც თავის ერთ-ერთ შედარებითი ხასიათის შრომაში სპეციალურად ჩერდება კლას-კატეგორიის საკითხზე კავკასიურ ენებში ([4], გვ. 1—44), ბუღუხუშრის შესახებ ასეთ შენიშვნას იძლევა ([4], გვ. 9): „Pour le jek, le bud., le çin. surtout il es impossible de dresser un tableau sûr. Il semble que... le bud. a: sg. I—II: r, III: b, IV: d; pl.“

ხოლო სულ უკანასკნელ ხანს გამოხულ მიმოხილვაში [5], რომელიც შედეგია ბუღუხუშრზე (და სხვა ენებზეც) სპეციალური მუშაობისა, გრამატიკული კლასების პრობლემა ბუღუხუშრისათვის თითქმის არც არსებობს. მხოლოდ ერთგან გვაქვს ასეთი შენიშვნა ([5], გვ. 167): „რიცხვითი სახელები იხმარებიან კლასის ელემენტებით -d, -r, -b...“<sup>(3)</sup> დამახასიათებელია ყველა მკვლევარისათვის სწორედ ის, რომ კლას-კატეგორიის გამოვლენას ბუღუხუშრში ისინი ჩვეულებრივ ეძებდნენ მარტო რიცხვით სახელში; სხვა მეტყველების ნაწილებს კი სრულებით არ ექცეოდა ყურადღება. კერძოდ, თითქმის არაფერია ნათქვამი გრამა-

(1) წაკითხულია მოხსენებად სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ლიტერატურისა და ენის განყოფილების იანვრის სესიაზე (25. I. 1941). იბეჭდება მოხსენების ერთი ნაწილი.

(2) ზოგადი ცნობები ბუღუხუთა და ბუღუხუშრის შესახებ იხ. ჩვენს „საანგარიშო მოხსენებაში ბუღუხუშრზე მუშაობის შესახებ (1939 წლის მივლინება)“. შდრ. [5], გვ. 163—4.

(3) დამახასიათებელია ამ მხრივ შემდეგი ფაქტი: ა. დირი ერთგან იძლევა ასეთ შენიშვნას: „In dem Beispiel ad დუშმანჯირ ატუჟუჯი er vom-Feinde ist-ge-tötet-wor-den, ist das -r von ჯირ vielleicht Klasselement ([2], გვ. 298, შწ. 1). ნამდვილად დ უშმანჯი-რ მოთხრობითი ბრუნვის ფორმაა და -r ამ ბრუნვის ნიშანი.“



ტიკული კლას-კატეგორიის ასახვის შესახებ ზმნის ფორმებში. რ. შაჟშიანის ზემოხსენებულ მიმოხილვაში, მაგალითად, ზმნის განხილვა საერთოდ ამოიწურება შემდეგით: „Глаголы будугского языка не имеют личных формантов, но в противовес лезгинскому языку некоторые глаголы изменяются в числе, повелительное наклонение имеет особую частицу для образования множественного числа. Определенная группа глаголов, как, напр., ირზარ—смотреть, ჯალუყალი—спать, სარყარ—умереть, во множ. числе повелит. накл. принимает в виде ияфикса гунной звук «ხ»“ ([5], გვ. 169). ამ ამონაწერში სწორია ერთი დებულება, რომ ბუღლუხურ ზმნას არ გააჩნია პირის ფორმა. სრულებით არაა აღნიშნული აქ, რომ ბუღლუხური ზმნა იცვლება კლას-კატეგორიის მიხედვით (მხოლოდობითა და მრავლობით რიცხვში). ზუსტი არაა დებულება, რომ „ზოგი ზმნა იცვლება რიცხვის მიხედვით“ (ე. ი. ბუღლუხურ ზმნაში გვაქვს სპეციალური რიცხვის აფიქსება დამოუკიდებლევ კლასის აფიქსებისაგან), კერძოდ, არაა მართებული ზრძანებითი კლოს მრავლობითი რიცხვის ფორმათა ცალკე გამოყოფა, არაა სწორი -ზ- ინფიქსის გამოყოფა მხოლოდდამხოლოდ მრავლობითის ნიშნად. ქვემოთ ჩვენ დაენახავთ, რომ ბუღლუხურ ზმნაში გვაქვს სულ სხვაგვარი და იმავე დროს საკმაოდ რთული ვითარება.

2. ბუღლუხური ზმნა პირის მიხედვით არ იცვლება; ცხადია, მას არ გააჩნია არც ეს მორფოლოგიური კატეგორია და არც სათანადო ფორმები. ზმნა ფორმებს იცვლის მხოლოდ კლას-კატეგორიის მიხედვით. ბუღლუხურ ზმნაში გამოიყოფა ოთხი გრამატიკული კლასი:

- I კლასი: ადამიანთა—მამრობითი სქესისა;
- II კლასი: ადამიანთა—დედრობითი სქესისა;
- III კლასი: ნიეთთა —ცოცხალ არსებათა და ზოგიერთ საგანთა;
- IV კლასი: ნიეთთა —დანარჩენ საგანთა და მოკლენათა.

ეს კლასები გამოიყოფა როგორც მხოლოდობით, ისე მრავლობით რიცხვში. მართალია, ზოგ შემთხვევაში გვაქვს კლასის ნიშანთა დამთხვევა ფონეტიკურად<sup>1</sup>, მაგრამ ფორმათა ერთობლივი შეპირისპირება უეჭველობით ადასტურებს ამ კლასთა დამოუკიდებელ არსებობას როგორც მხოლოდობითში, ისე მრავლობითში.

ზმნის ფორმაში აღინიშნება მხოლოდ ერთი პირის — სუბიექტის ან პირდაპირი (ნიეთის) ობიექტის კლასი, ე. ი. ზმნის ფორმას შეესიტყვება მხოლოდ ერთი სახელი. თუ რომელი სახელის კლასი უნდა აღინიშნოს ზმნაში, ამისათვის მნიშვნელობა აქვს ფუძისა გებულებას (ზოგჯერ მნიშვნელობას) გარდამავლობის<sup>2</sup> თვალსაზრისით. ამ მხრივ ბუღლუხურში გვაქვს ზმნათა სამი ჯგუფი (როგორც სხვა კავკასიურ ენებშიც):

<sup>1</sup> იხ. აქვე კლას-კატეგორიის ნიშანთა ტაბულა, გვ. 469.

<sup>2</sup> ეს ცნება კავკასიურ ენათა მიმართ თავისებურ გაგებას ჰგულისხმობს, როგორც ეს გარკვეულია აკად. არნ. ჩიქობავას მიერ; იხ. მისი „გრამატიკული კონსტრუქციის პრობლემა კავკასიურ ენებში“ (მოხსენება სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის საქ. ფილიალის I სესიაზე 28. IX. 1939) და [7], გვ. 20, თხზისი 6.

I. გარდაუვალი ზმნები, ე. ი. ისეთი ზმნები, რომელთაც მხოლოდ ერთი სახელი შეეწყობათ. რეალური სუბიექტი ამ ზმნებთან მუდამ გვექნება სახელობით ბრუნვაში...

II. გარდამავალი ზმნები: მათ შეეწყობათ ორი ან სამი სახელი; ამ ზმნებთან რეალური სუბიექტი მუდამ მოთხრობით ბრუნვაშია.

III. განსაკუთრებული ტიპის ზმნები, რომელნიც თითქოს გარდამავალი ზმნის მსგავსი კონსტრუქციისა არიან, ოღონდ რეალური სუბიექტი მათთან მუდამ მიცემით ბრუნვაშია.

კლას-კატეგორიის აღნიშვნის თვალსაზრისით ორი უკანასკნელი ჯგუფის ზმნები ერთგვარ ვითარებას გვიჩვენებენ და ამით ისინი უპირისპირდებიან პირველი ჯგუფის ზმნებს. სახელღობრ, გარდაუვალ ზმნებში გამოიხატება სუბიექტის კლასი, ხოლო გარდამავალ ზმნებსა და მიცემით-სუბიექტიან ზმნებში პირდაპირი (ნივთის) ობიექტისა, ირიბი (პირის) ობიექტი ზმნაში არ აღინიშნება კლასის ნიშნით. კლასის ნიშნებად გვექნება ქვემოთ მოყვანილი ტაბულის ერთ-ერთი ნიშანი სათანადო რიცხვის მიხედვით. ზემოხსენებულის მიხედვით ბუღუბურში ზმნა იძლევა შემდეგ ფორმებსა და უღვლილებას:

A. გარდაუვალი ზმნა.

აწმყო

მხოლოდითი რიცხვი

- 1 პ. I კლ.: ზენ კულჯა ჩა-ღარი—“შენ შინ („სახლს“) მივდივარ”  
 II კლ.: „ „ ჩა-რ-ღარი „ „ „  
 III კლ.:<sup>(1)</sup> „ „ ჩოლორი (—ჩა-ჭ-ღარი)
- 2 პ. I კლ.: ვუნ კულჯა ჩა-ღარი—“შენ შინ („სახლს“) მიდიხარ”  
 II კლ.: „ „ ჩა-რ-ღარი— „ „ „  
 III კლ.: „ „ ჩოლორი —(—ჩა-ჭ-ღარი)
- 3 პ. I კლ.: ად (ჭური) კულჯა ჩა-ღარი—“ის (კაცი) შინ (სახლს) მიდის”  
 II კლ.: ადერ (პეჯ) კულჯა ჩა-რ-ღარი—“ის (ქალი) შინ (სახლს) მიდის”  
 III კლ.: აჯ (ხილ) ჩოლორი—“ის (ცხენი) მიდის”  
 IV კლ.:<sup>(1)</sup> ყაჰ ყოყოლჯი (—\*ყა-ჭ-ყაღჯი)—“ქვა იდო”

მრავლობითი რიცხვი

- 1 პ. I კლ.: ჰინ კულჯა ჩა-ბ-ღარი—“ჩვენ შინ (სახლს) მივდივართ”  
 II კლ.: „ „ ჩა-ბარ-ღარი „ „ „  
 III კლ.: „ „ ჩა-ღარი „ „ „
- 2 პ. I კლ.: ვინ კულჯა ჩა-ბ-ღარი—“თქვენ შინ (სახლს) მიდიხართ”  
 II კლ.: „ „ ჩა-ბარ-ღარი— „ „ „  
 III კლ.: „ „ ჩა-ღარი — „ „ „

<sup>(1)</sup> IV კლ. ფორმის წარმოება ამ ზმნიდან სემანტიკურად არ შეიძლება, რადგანაც „არა ცოცხალ საგნებს წასვლა არ შეუძლიათო“...

- 3 პ. I კლ.: აჯიბ (ჭურბიბერ) კულჯა ჩა-ბ-ლ არ ი—ისინი (კაცები) შინ (სახლს) მიდიან'
- II კლ.: აჯიბერ (პეჯიბებერ) „ ჩა-ბარ-ლ არ ი—ისინი (ქალები) შინ (სახლს) მიდიან'
- III კლ.: აჯერ (ხილღარ) „ ჩა-ლ არ ი—ისინი (ცხენები) შინ (სახლს) მიდიან'
- IV კლ.: ყაფერბერ ყა-ყალჯი—ქვები ეყარა'

**ნამყო**

**მხოლოობითი რიცხვი**

- I კლ.: ეღმი ყუ-ზურჯი—ადამიანი ადგა'
- II კლ.: ჰეჯ ყუ-რ-ზურღი—ქალი ადგა'
- III კლ.: ხორ ყუ-ბ-ზურჯი—ძალი ადგა'

**მრავლობითი რიცხვი**

- I კლ.: ეღმერ ყუ-ბ-ზურჯი—ადამიანები ადგნენ'
- II კლ.: ჰეჯიბებერ ყუ-ბ-ზურჯი || 'ყუ-ბარ-ზურჯი'—ქალები ადგნენ'
- III კლ.: ხორარ ყუ-ზურჯი—ძალები ადგნენ'

ამგვარად, კლას-კატეგორიის ნიშნების გამოხატვა ამ ნიშნებში შემდეგ სურათს იძლევა:

a. I კლასი: ადამიანთა—მამრობითი სქესისა—მხოლოობითში აღნიშნულია ნულით: ჩა-ლ არ ი—'მივდივარ', მრავლობითში კი—ბ — ბა —ნიშნით: ჩა-ბ-ლ არ ი—'მივდივართ'.

b. II კლასი: ადამიანთა—ღედრობითი სქესისა—მხოლოობ. რ. -რ ნიშნით: ჩა-რ-ლ არ ი—'მივდივარ', მრავლობითში—ბარ—ნიშნით: ჩა-ბარ-ლ არ ი—'მივდივართ'. ზოგჯერ მრავლობითში II კლასშიც გვაქვს—ბ—ბა...

c. III კლასი: ნივთთა—ცოცხალ არსებათა და ზოგიერთ საგანთა—მხოლოობითში აღნიშნულია -ჟ ნიშნით, რომელიც დასტურდება ფონეტიკური პროცესებით: ჩა-ჟ-ლ არ ი—ჩოლორი—'მივდივარ' (აჟ—ო, შემდეგ მომდევნო ა-საც იმსგავსებს...), მრავლობითში კი—ნულით: ჩა-ლ არ ი—'მიდიან'. ზოგჯერ III კლასი შეიძლება აღინიშნოს მხოლოობითში -ბ ნიშნით II კლასის მსგავსად: ხორ ყუ-ბ-ზურჯი—'ძალი ადგა'.

d. IV კლასი: ნივთთა—დანარჩენ საგანთა და მოვლენათა,—რომ შესაძლებელი ყოფილიყო ამ შემთხვევაში შესატყვისი ფორმის წარმოება, მოგვეცემდა -დ ნიშანს მხოლოობითში: \*ჩა-დ-ლ არ ი... მრავლობითში კი ისევ ნულს: \*ჩა-ლ არ ი.

**B. გარდამავალი ზმნა:**

(მოცემულია რეალური სუბიექტისა და რეალური ობიექტის 3 პირი; კლას-კატეგორიის ფორმებს ვცვლით ობიექტის მიხედვით).

**აწმყო**

**მხოლოობითი რიცხვი**

- I კლ.: ანგრ (Erg.) აღ (Nom.) სუ-გური—ის (მან) მას (ის) წვაეს<sup>1</sup>
- II კლ.: ანგრ ( „ ) აღგრ ( „ ) სუ-რ-გური—
- III კლ.: ანგრ ( „ ) აღ ( „ ) სუ-ბ-გური—
- IV კლ.: ანგრ ( „ ) აჯ ( „ ) სუ-გური—

**მრავლობითი რიცხვი**

- I კლ.: ანგრ (Erg.) აჯიბ (Nom.) სუ-ბ-გური—ის მათ წვაეს<sup>1</sup>
- II კლ.: ანგრ ( „ ) აჯიბერ ( „ ) სუ-ბარ-გური—
- III კლ.: ანგრ ( „ ) აჯერ ( „ ) სუ-გური—
- IV კლ.: ანგრ ( „ ) აჯერ ( „ ) სუ-გური—

**ნამყო**

**მხოლოობითი რიცხვი**

- I კლ.: ანგრ ედმი კულჯჷ ყაბაჯჷ<sup>1</sup> ყუ-რ-ლუჯი—“მან კაცი სახლის გვერდით დააყენა”
- II კლ.: ანგრ ჰეჯ კულჯჷ ყაბაჯჷ ყუ-რ-ლუჯი—“მან ქალი სახლის გვერდით დააყენა”
- III კლ.: ანგრ ხილჷ კულჯჷ ყაბაჯჷ ყუ-ბ-ლუჯი—“მან ცხენი სახლის გვერდით დააყენა”
- IV კლ.: ანგრ რაზ კულჯჷ ყაბაჯჷ ყუ-დ-ლუჯი—“მან ჯოხი სახლის გვერდით დააყენა (დადო)”

**მრავლობითი რიცხვი**

- I კლ.: ანგრ ედმერ კულჯჷ ყაბაჯჷ ყუ-ბარ-ლუჯი—“მან კაცები სახლის გვერდით დააყენა”
- II კლ.: ანგრ ჰეჯიმბერ კულჯჷ ყაბაჯჷ ყუ-ბარ-ლუჯი
- III კლ.: ანგრ ხილნორ კულჯჷ ყაბაჯჷ ყუ-დ-ლუჯი
- IV კლ.: ანგრ რაზიმბერ კულჯჷ ყაბაჯჷ ყუ-დ-ლუჯი

გარდამავალ ზმნაში, როგორც ჩანს, აღინიშნება არა სუბიექტის კლასი და რიცხვი, არამედ პირდაპირი (ნივთის) ობიექტისა. ირიბი ობიექტი ზმნაში სრულებით არ აღინიშნება. რაც შეეხება თვით კლასის აფიქსებს, პირდაპირ ობიექტს იმგვარივე

<sup>1</sup> ყაბაჯჷ—ყაბალ-ჯჷ.

ნიშნები ახასიათებს ზოგადად, როგორც სუბიექტს. გვაქვს მცირედენი გადახვევა და ნაწილობრივ კლასის ნიშანთა აღრევაც, მაგრამ ეს მოვლენა უნდა აიხსნას იმით, რომ ზოგადი სისტემა ამჟამად აღარ არის დაცული თვდაპირველი მკვიდრი სახით. მოყვანილ ნიმუშებში კლასის ნიშნებად გვაქვს: I კლ.: მხოლობ. რიცხვში: 0 და -რ-; მრავლობითში: -ბ- და -ბარ-; II კლ.: მხოლობითში: -რ-, მრავლობითში: -ბარ-; III კლ.: მხოლობითში: -ბ-, მრავლობითში 0; IV კლ.: მხოლობითში -დ-; მრავლობითში 0 და -დ.

როგორც ჩანს, აქაც გვაქვს სხვადასხვა კლასის ფორმათა დამთხვევა და ნიშანთა გაერთიანება.

ც. მიცემით-სუბიექტიანი ზმნა.

აწმყო

მხოლობითი რიცხვი

- I კლ.: ზაზ (Dat.) დი-რ-ჯირი<sup>1</sup> ზა შიღ—“მე ვხედავ ჩემ ძმას”
- II კლ.: ზაზ ( „ ) დჷრჯირი (-\*დი-ჷ-რ-ჯირი)<sup>1</sup> ზა შიღირ—“მე ვხედავ ჩემ დას”
- III კლ.: ზაზ ( „ ) დჷრჯირი ვო ხიღ—“მე ვხედავ შენ ცხენს”
- IV კლ.: ზაზ ( „ ) დი-თ-ჯირი (-\*დი-ღ-ჯირი) დარ—“მე ვხედავ ხეს”

მრავლობითი რიცხვი

- I კლ.: ანგზ (Dat.) ი-ბერ-ჯირი უგუნდა შიღიმბერ—“ის ხედავს თავის ძმებს”
- II კლ.: ანგზ ( „ ) ი-ბერ-ჯირი უგუნდა შიღრრარ—“ის ხედავს თავის დებს”
- III კლ.: ანგზ ( „ ) ი-რ-ჯირი უგუნდა ხიღღრ—“ის ხედავს თავის ცხენებს”
- IV კლ.: ანგზ ( „ ) ი-რ-ჯირი დარიმბერ—“ის ხედავს ხეებს”...

როგორც ჩანს, მიცემით-სუბიექტიანი ზმნა იმგვარადვე გამოხატავს კლას-კატეგორიას, როგორც სხვა ჩვეულებრივი გარდამავალი ზმნა; კლას-კატეგორიის ნიშნებიც საერთოა...

ამგვარია კლას-კატეგორიის ასახვა ბუღუხური ზმნის ფორმებში. მოყვანილი პარადიგმები ნათლად გვიჩვენებენ, რომ ბუღუხური ზმნა იძლევა ფორმებს ოთხი გრამატიკული კლასის შესაბამისად (როგორც მხოლობითში, ისე მრავლობითშიც). თითოეული კლასისათვის გვაქვს სათანადო მორფოლოგიური ნიშანი, თუმცა შეინიშნება ამ ნიშანთა ნაირსახეობა. კლას-კატეგორიის ნიშანთა მთლიანი სისტემა შეიძლება ასეთი ტაბულით წარმოვიდგინოთ:

<sup>1</sup> -რ, რომელიც I კლასის ფორმაში კლასის ნიშანია, გადაჰყვება სხვა კლასშიც და თითქოს ფუძის კუთვნილებად არის მიჩნეული.

კლას-კატეგორიის ნიშნები ბუღუხურ ზმნაში

კლასები	კლასის ნიშნები	
	მხოლოდითი რ.	მრავლობითი რ.
I. კლასი: ადამიანთა—მამრობითი სქესისა . . . . .	მ(ნული), რ	ბ    ბა, ბარ
II. კლასი: ადამიანთა—დედრობითი სქესისა . . . . .	რ(ლ), ბ, უ	ბ    ბა, ბარ
III. კლასი: ნივთთა—ცოცხალ არსებათა და ზოგიერთ საგანთა . . . . .	ბ, უ,	დ, მ (ნული)
IV. კლასი: ნივთთა—დანარჩენ საგანთა და მოვლენათა . . . . .	დ, უ.	დ, მ (ნული)

კლას-კატეგორიის ნიშანთა ნაირსახეობა, ცხადია, მოითხოვს ახსნას. სახელდობრ, გასარკვევია: რატომ აქვს ერთსა და იმავე კლასს სხვადასხვა ნიშანი და ორ სხვადასხვა კლასს—ერთი? ამასთან საყურადღებოა ისიც, რომ ბუღუხურში წარმოდგენილი კლას-კატეგორიის ნიშნები სხვა კავკასიურ ენებში გამოყენებულია სხვაგვარი ფუნქციით, სხვა კლასის ნიშნებად ([4], გვ. 69; [6], გვ. 100—102). ამ მხრივ ბუღუხური რამდენადმე ემთხვევა წ ა ხ უ რ უ ლ ს ა და რ უ თ უ ლ უ რ ს.

ყველა ეს საკითხი მეტად მნიშვნელოვანია გრამატიკული კლასების ისტორიის გასათვალისწინებლად, საერთოდ, და კავკასიურ ენებში, კერძოდ, მაგრამ აქ მათზე ვერ შეგვირდებით. მათი და ანალოგიური საკითხების გარკვევა შესაძლებელია მხოლოდ სხვა კავკასიურ ენათა მონაცემების შედარებით—ისტორიული ანალიზის საფუძველზე. ამ წერილში ჩვენი ამოცანა შემოიფარგლებოდა მხოლოდ ბუღუხური ზმნის ფორმების ზოგადი ანალიზით მათში კლას-კატეგორიის ასახვისა და კლასის ნიშანთა გარკვევის თვალსაზრისით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
აკად. ნ. მარის სახელობის ენის, ისტორიისა და  
მატერიალური კულტურის ინსტიტუტი  
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 3.4.1941)

ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ

ВЛ. ПАНЧВИДЗЕ

ГРАММАТИЧЕСКИЕ КЛАССЫ В БУДУХСКОМ ГЛАГОЛЕ<sup>1</sup>

Резюме

1. Исследователи будухского языка (R. Erckert, A. Dirr, H. Schuchardt и др.) не уделяли должного внимания категории грамматических классов в будухском языке, в частности, они совершенно не касались вопроса о выражении этой категории в глаголе. Между тем будухский глагол дает разнообразные формы в отношении грамматических классов.

<sup>1</sup> Извлечение из доклада на сессии Отделения Литературы и языка Академии Наук СССР (25. I. 1941 г.).

2. Подобно другим кавказским языкам, грамматические классы в будухском языке выделяются на основе классификации имен существительных. Мы имеем: I класс: человека—мужского рода; II класс: человека—женского рода; III класс: вещей—живых существ и некоторых предметов; IV класс: вещей—остальных предметов и явлений.

3. В будухском языке используются следующие классные аффиксы:

Классы	Показатели классов	
	Единств. число	Множественное число
I кл.: человека—мужского рода . . .	О(нуль), r	b    ba, bar
II кл.: человека—женского рода . . .	r(l), b, w,	b    ba, bar
III кл.: вещей—живых существ и некотор. предметов . . . . .	b, w	d, O (нуль)
IV кл.: вещей—остальных предметов и явлений . . . . .	d, w	d, O (нуль)

4. С точки зрения выражения грамматических классов мы имеем в будухском языке два типа глаголов: а) непереходные глаголы, б) переходные и глаголы с реальным субъектом в дательном падеже.

В непереходных глаголах выражается класс субъекта, в переходных и в глаголах с реальным субъектом в дательном падеже—класс прямого объекта. При этом и субъект, и прямой объект выражаются принципиально одинаковыми классными аффиксами.

Академия Наук Грузинской ССР  
Институт языка, истории и материальной культуры  
им. акад. Н. Я. Марра  
Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. R. Erckert. Die Sprachen des kaukasischen Stammes. Wien, 1895.
2. A. Dirr. Einführung in das Studium der kaukasischen Sprachen. Leipzig, 1928.
3. H. Schuchardt. Ueber den passiven Charakter des Transitivs in den kaukasischen Sprachen. Sitzungsberichte d. Wiener Akademie der Wissenschaften. Phil.-hist. Cl. CXXXII, 1. Wien, 1895.
4. G. Dumézil. Introduction à la grammaire comparée des langues Caucasiennes du Nord. Paris, 1933.
5. Р. Шаумян. Яфетические языки „шахдагской подгруппы“. «Язык и мышление», т. X. Ленинград, 1940.
6. არბ. ჩიქობავა. გრამატიკული კლასების ისტორიისათვის ზუნძურში. ენმეც-ს მოამბე, ტ. I. თბილისი, 1937.
7. სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის საქართველოს ფილიალის სესია 1939 წლის 27—30 სექტემბერი. დღის წესრიგი და მოხსენებათა თეზისები. თბილისი, 1939.

ბ. რობაზა

სიტყვაწარმოების საერთო საფუძვლებისათვის ქართველურსა  
და აფხაზურ-შხიხურ-აღიღურ ენებში

I

ჩლიქ-ი, ჩორქო, ქაჩაჩი

ქართველურ ენებში სიტყვა ჩლიქი წარმოდგენილია შემდეგნაირად: ქართული ჩლიქი, ქაჩაჩი (საბას განმარტებით: „ქაჩაჩი ცხენის, ვირისა და მისთანათა გაუბობელი ჩლიქი“) და ფლოქვი; მეგრული ჩორქო, ქანური ქაჩაჩი; სვანური ფლოქვი || ფოლქვი.

მეგრულ ჩორქო-სა და ქართულ ჩლიქ-ს ჩვენ ვთვლით კომპოზიტებად. ამ სიტყვათა ერთ-ერთი ელემენტი (ფუძე) უნდა იყოს რქა: მეგრულ ჩო-რქო-ში რქო-ს სახით, ხოლო ქართულ ჩლი-ქ-ში ქ-ს სახით.

ასე რომ, ჩორქოსა და ჩლიქს ჩვენ ვშლით ასე: ჩო-რქო, ჩლი-ქ-ი.

ამ სიტყვების პირველი ნაწილის ჩო-სა და ჩლი-ს შესახებ ქვემოთ გვექნება მსჯელობა.

მეგრული ჩორქოსა და ქართული ჩლიქის კომპოზიტობას ადასტურებს ქართულ-ქანური ქაჩაჩი-ი: ამ სიტყვაში იგივე ფუძე რქა ქა-ს სახით (შღრ. მეგრ. ქა 'რქა') წარმოდგენილი უნდა იყოს სიტყვის თავში: ქა-ჩაჩი-ი. სიტყვის მეორე ნაწილი ჩაჩ- მეგრული ჩორქოს ჩო-სა და ქართული ჩლიქის ჩლი- ფუძის ვარიანტი უნდა იყოს.

ამრიგად, მეგრულ ჩორქოში, ქართულ ჩლიქსა და ქართულ-ქანურ ქაჩაჩიში ივარაუდება ერთ ფუძედ რქა—რქო, ქა და ქ-ს სახით, მხოლოდ იმ გარჩევით, რომ მათ განსხვავებული აქვთ შემადგენელ ფუძეთა თანმიმდევრობა: მეგრული რქო ჩო-რქო-სა და ქართული ქ ჩლი-ქ-ში იჭერს მეორე ადგილს, ხოლო ქართულ-ქანური ქა ქა-ჩაჩი-ში პირველ ადგილს.

რქა სიტყვის ფუძედ ქართულში, ქანურსა და მეგრულში არნ. ჩიქობავა იღებს რქალ-ს ([1], 94), —აღ გამოყოფილი აქვს სუფიქს-დეტერმინანტად.

მეგრული ჩორქო-ს რქო ფუძე გვაფიქრებინებს, რომ რქალ სიტყვის მეგრული სახეობაც უნდა ყოფილიყო: რქოლ-.

ქართულ-სვანური ფლოქვიც ასევე შედგენილი სიტყვა უნდა იყოს; ერთ-ერთ ფუძედ იგივე რქა უნდა გვქონდეს ბოლოკიდური ქვი || ქჭ-ს სახით. ქვი-ში ლაბიალური ელემენტი—ვი || ჟ თანხმოვანი შეიძლება იყოს მიღებული ო ხმოვნისაგან (შღრ. მეგრული ჩორქოს რქო ფუძე).



ჩვენთვის საინტერესო სიტყვების (ჩლიქი, ჩორქო, ქაჩაჩი, ფლოქვი) ეტიმოლოგიის გასარკვევად საჭიროდ მიგვაჩნია მოვიყვანოთ ჩლიქის სახელწოდების ეტიმოლოგია სხვა კავკასიური ენებიდან, კერძოდ, საგულსხმბიერო იქნება ადიღური ენების მონაცემები.

ადიღურ ენებში ლაბზუან (კლანქი, ბრქუალი) იშლება ასე: ლ'ან (ფეხი) და ბზუან (რქა), ე. ი. ლა-ბზუან სიტყვა-სიტყვით იქნება: ფეხის რქა, უკეთ ფეხ-რქა.

ადიღურ ენებში კლანქის სახელწოდებას ლა-ბზუან-ს თუ შევადარებთ ფრჩხილის სახელწოდებას—ცაბზუან-ს, აღმოჩნდება, რომ უკანასკნელიც შედგება ორი ფუძისაგან: ცან (ხელი) და ბზან (რქა), ე. ი. ცაბზუან სიტყვა-სიტყვით იქნება: ხელის რქა, ხელ-რქა.

ანალოგიური აგებულება უნდა ჰქონდეს ქართველურ ენებშიც სიტყვებს—ჩლიქს, ჩორქოს, ქაჩაჩს, ე. ი. აქაც უნდა გვქონდეს კომპოზიტი შედგენილობით: ფეხის რქა ან ფეხ-რქა.

ეს მოსაზრება რამდენადმე დასტურდება ჩვენ მიერ გამოყოფილი ერთი წევრით: რქა.

მეგრულ ჩო-ორქო-სა და ქართულ-ქანურ ქა-ჩაჩ-ში რქო და ქა ფუძეების მეორე ნაწილი ჩო და ჩაჩ შეიძლება დაუთქავშიროთ ფეხს, უკეთ ფეხის ქვედა ნაწილს.

მეგრული ჩო-რქო-ს ჩო ფუძე შეიძლება დავიყვანოთ ჩა-მდის: ჩა-რქო. ა-ს ო-ში ვადასვლა უნდა იყოს რეგრესიული ასიმილაციის შედეგი: ჩა-რქო—ჩო-რქო, ამას გარდა შდრ. მეგრული ჩარ-ქალ-ი "უწესო სიარული".

ქართულ-ქანურ ქა-ჩაჩ-ის ჩაჩ ფუძეში უნდა გვქონდეს ჩა-ს რედუბლიკაცია. ასე რომ, ჩო და ჩაჩ ფუძეთა პირველადი სახე უნდა ყოფილიყო ჩა.

ჩა სიტყვა ფეხთან დაკავშირებით ქართველურ ენებში ამჟამად ჩვენ არ გავაჩნია, მაგრამ, ვფიქრობთ, იმავე ენებში მოიპოვება რამდენიმე სიტყვა, სადაც ძირად წარმოდგენილი უნდა იყოს ეგვეე ჩა ფეხის მნიშვნელობით.

1. მეგრულში გვაქვს ზმნა ჩალ-უა "შეფერხება": ხეს უჩალუნს "ხელს უშლის" "აფერხებს". ჩალუა ზმნა საგანგებოდ იხმარება გამოთქმაში „ბურთის ჩალუნს“ „ბურთის აფერხებს“ ე. ი. ბურთს არ უშვებს, ფეხს ჰკრავს.

მეგრული ზმნა ჩალ-უა ისევე უნდა იყოს ნაწარმოები, როგორც მისი სემანტიკური კორელატი ზმნა ქართულში: შეფერხება; ორსავე ზმნაში ფუძედ აღებულია სახელი ფეხი. ქართული აფერხებს ნაწარმოებია ფერხი სახელი-საგან, ხოლო მეგრული ჩალ-უნს ჩალ სახელისაგან, რაც იმავე ფეხის აღმნიშვნელი უნდა ყოფილიყო, ე. ი. ჩა ფუძის სრული სახე ყოფილა ჩალ.

ეგების, მეგრული ჩალუა ზმნის ჩალ ძირის ფონეტიკურ-სემანტიკური შესატყვისი იყოს ქართული აჩერებს ზმნის ჩერ ძირი, ე. ი. ქართული ჩერ ძირი იმავე ფეხის აღმნიშვნელი სახელი შეიძლება ყოფილიყო: აჩერებს, ე. ი. აფერხებს.

აჩერებს ზმნაში რომ ჩერ ძირი ოდესღაც სახელს წარმოადგენდა, ამას ზმნის წარმოება ადასტურებს: ა-ჩერ-ებს-ს ისეა ნაწარმოები, როგორც სხვა ნასახელა-

რი ზმნა: ა-სახლ-ებს, ა-მაგრ-ებ-ს, ა-თავ-ებს; ანდა ვნებითის ფორმაში: ჩერ-დ-ებ ა, მაგრ-დ-ებ ა, თავ-დ-ებ ა (ვნებითობას აწარმოებს დ აფიქსი).

2. მეგრულშივე გვაქვს სიტყვა ჩაფულა 'წულა', გადატანითი მნიშვნელობით კავის ქუსლი. ჩაფულ ა სიტყვა გვხვდება ძველ ქართულშიც. საბას განმარტებით „ჩაფულა ფერვის საცმელია“ (ნ. ლექსიკ.). უფრო ძველს ძეგლებში ყოფილა ეს სიტყვა ნახმარი, როგორც ეს ნაჩვენებია აქვს აკად ივ. ჯავახიშვილს.

„სამეგრელოში, — წერს აკად. ივ. ჯავახიშვილი—სახნავე იარაღის ქვედა-ნაწილის „ქუსლკბილა“-სათვის მიღებული ტერმინი ჩაფულა ფეხსაცმლის აღმნიშვნელი ძველი ქართული სიტყვა არის“ ([2], გვ. 200).

სახელი ჩაფულა უნდა იწლებოდეს ასე: ჩა-ფულ-(ა). პირველი ნაწილი ჩა ფეხთან უნდა იყოს დაკავშირებული, ხოლო მეორე ნაწილი ფულ შეიძლება დავუკავშიროთ ზმნა ფულ-უა-ს 'დაფარვა', 'შენახვა', ე. ი. ჩაფულა სიტყვა-სიტყვით გამოდის: 'ფეხ-შენახვა' 'ფეხის-შენახვა'.

3. ქართულ-ქანური ქა-ჩაჩ-ის ჩაჩ ფუძე შეიძლება დავუკავშიროთ საქართველოში მეტად გავრცელებული სახის სახენელი იარაღის სახელწოდებას—აჩაჩას.

ამ სიტყვაში ა- შეიძლება აფიქსად მივიჩნიოთ (შდრ. აფხაზური ა- პრეფიქსი), ხოლო ჩაჩა ფუძეში შეიძლება ისევე ფეხთან გვქონდეს საქმე, უკეთ ფეხის ქვედა ნაწილთან.

მართლაც, ეს შედარება აქ გაუმართლებელი არ უნდა იყოს, რამდენადაც კავის ქვედა ნაწილს ქართულში ეწოდება ქუსლი, ხოლო მეგრულში—ჩაფულა (წულა). ადვილი შესაძლებელია, აჩაჩა ოდესღაც ერქვა არა მთელს სახენელ იარაღს, არამედ მხოლოდ ქუსლს. შდრ. აკად. ივ. ჯავახიშვილის მოსაზრებას ამ საკითხზე ([2], გვ. 199).

სპეციალისტების აზრით, ქუსლი წარმოადგენს სახენელი იარაღის ძირითად ნაწილს. ამის შესახებ ვკითხულობთ გ. ჩიტაიას ერთ-ერთ გამოკვლევაში: „ცნობილია, თუ რამდენად დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა ქუსლს ხენის პროცესში. არსებითად ეს იყო ძირითადი სამუშაო ნაწილი სახენელი იარაღისა“ ([3], გვ. 180). მართლაც, რომ ქუსლის სახელწოდება შეიძლებოდა გამხდარიყო მთელი სახენელი იარაღის აღმნიშვნელი, დასტურდება გ. ჩიტაიას მიერ მოცემული მასალით: „სახენელი იარაღის ამ ნაწილის აღსანიშნავად (ლაპარაკი აქვს ქუსლზე) ხალხში შემდეგი ტერმინებია შემონახული: სახენელი, გუთანი, ქუსლი, კბილა, ჩაფულა, ფიცარი“ ([3], გვ. 192), ე. ი. სახენელი და გუთანი ყოფილა არა მთელი სახენელი იარაღის სახელწოდება, არამედ მხოლოდ მისი ნაწილისა (ქუსლისა); ნაწილის სახელწოდება გადასულა მთელზე.

4. მეგრული ფორხუ აღნიშნავს „მოკუნტოს“, ცუდად მავალს: ზმნა მიიფარხვალუ 'მიფორხილობს'. ფორხუ უნდა იყოს მიღებული შემდეგნაირად: ფორხ=ფერჯი და უქონლობის სუფიქსი -უ: ფორხ-უ; შდრ. ყრუ—მიღებული ყურ-უ-საგან ([1], გვ. 47).

ფორხუხ მსგავსად უნდა იყოს ნაწარმოები მეგრული ჩანგალი 'უწესო სიარული' მიღებული ჩანგა-საგან. ჩანგა-ში ჩან-ჩალ ფეხი უნდა იყოს, ხოლო -გა უქონლობის აფიქსი (შდრ. მეგრული ტვინ-გა 'უტვინო'). ასე რომ, ჩან-გა იქნება უფეხო, გადატანითი მნიშვნელობით: ცუდი ფეხის მქონე.

ჩალგა (resp. ჩანგა) მეგრულიდან უნდა იყოს სვანურში შესული. სვანური ჩალგა (ბალსქვემ.), ჩარგა ან ჩაგა (ლაშხ.) აღნიშნავს კოჭლს. სვანურში ამ სიტყვას შემოუნახავს უფრო ძირითადი მნიშვნელობა.

5. ქართულ სიტყვა ჩან-ჩალ-ში 'ცუდი სიარული', შესაძლებელია, ფუძედ იყოს აღებული ჩალ 'ფეხი'.

ქართული ჩლიქი კომპოზიტის პირველ ფუძედ უნდა გექონდეს ჩალ (ან ჩელ) შეკუმშული სახით, რამდენადაც ეს ფუძე შეიძლება ყოფილიყო მართული რქა ფუძის მიერ ნათესაობით ბრუნვაში. ი ხმოვანი ჩლ-ი-ქ-ში ნათესაობითის ის ფორმანტის ნაშთი უნდა იყოს. ასე რომ, ჩლიქ-ის პირვანდელი სახე იქნებოდა ჩალ (|| ჩელ)-ის-რქა.

ამნაირად, საკმაოდ დამაჯერებელი ხდება ჩორქო, ჩლიქი და ქაჩაჩი სიტყვებიდან ჩო, ჩაჩ, ჩალ ნაწილის ფუძედ გამოყოფა და სემანტიკურად ფეხთა ან დაკავშირება.

ქართველური ენების ჩალ შეიძლება დაფუკავშიროთ ადიღური ენების ლ'წ-ს 'ფეხი', რომლის ფონეტიკურ-სემანტიკურ შესატყვისობას წარმოადგენს აფხაზური შა 'ფეხი'. დასაშვებია, ადიღური ლ'წ, აფხაზური შა და ქართველური ჩალ (ფეხის მნიშვნელობით) საერთო კუთვნილება იყოს ენათა ამ ჯგუფებისა.

ქართულ-სვანური ფლოქვი || (ფოლქე) კომპოზიტის პირველი ფუძე ფლო || ფოლო შესაძლებელია, როგორც ამას პროფ. ვ. თოფურია ვარაუდობს, ფოლო სიტყვასთან იყოს დაკავშირებული<sup>14</sup>.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
აკად. ნ. მარის სახელობის ენის, ისტორიისა და  
მატერიალური კულტურის ინსტიტუტი  
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 15.4.1941)

<sup>14</sup> იხ. მოხსენება „ენიმიკი“-ს კავკასიურ ენათა განყოფილების სხდომაზე 11.IV.1941 წ.

Г. РОГАВА

К ВОПРОСУ ОБ ОБЩИХ ОСНОВАХ СЛОВОПРОИЗВОДСТВА  
В КАРТВЕЛЬСКИХ И АБХАЗСКО-УБЫХСКО-АДЫГЕЙСКИХ  
ЯЗЫКАХ

Резюме

В картвельских языках имена со значением «копыто»—груз. *ḗliki*, мегр. *ḗogko*, груз.-чанск. *kaḗaḗi* по всей видимости имеют сложную основу, составными частями которой служат: нога+рог или рог+нога.

Грузинск. *ḗliki* составлено из *ḗl(i)* (\**ḗal*) 'нога' и *k* (\**ḗkhal*) 'рог'; мегр. *ḗogko*—*ḗo* (\**ḗa*) 'нога' и *ḗko* (\**ḗkol*) 'рог'; груз.-чанск. *kaḗaḗi* составлено из *ka* (\**ḗkal*) 'рог' и *ḗaḗ* (\**ḗa*-*ḗa*—редупликация основы) 'нога'.

Основа *ḗal* выступает и в других случаях со значением „нога“:

1. Мегр. *ḗal-ua* 'препятствовать' от *ḗal* 'нога' (ср. груз. *ḗereqeba* 'препятствовать', от имени *reḗqi* нога).

2. Мегр. *ḗangali* (\**ḗal-ga*) 'неправильное хождение', сванс. *ḗal-ga* (заимствованное из мегрельского) 'хромой' составлено из *ḗal*- 'нога' и *-ga* суффикс отсутствия, т. е. буквально 'безногий' и т. д.

Картвельская основа *ḗal* 'нога' увязывается с абхазским словом *ḗa* 'нога', которому в адыгейских языках соответствует *l'a*.

Подобный состав сложной основы *ḗliki* (нога-рог) отнюдь не случаен: в адыгейских языках название „когтя“ *l'abz'a* (*l'abz'ana*) составлено из *l'a* 'нога' и *bz'a* 'рог' (ср. адыг. 'abz'a 'ноготь'—'a 'рука' и *bz'a* 'рог').

Академия Наук Грузинской ССР

Институт языка, истории и материальной культуры

имени акад. Н. Я. Марра

Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. არნ. ჩ ი ქ ო ბ ა ვ ა. ჭანურ-მეგრულ-ქართული შედარებითი ლექსიკონი, 1938.
2. ივ. ჯ ა ვ ა ხ ი შ ვ ი ლ ი. საქართველოს ეკონომიური ისტორია, ნაწ. I, 1930.
3. გ. ჩ ი ტ ა ი ა. რატული საზენელის ფარფლიანი ქუსლი. სტალინის სახ. თბილისის სახ. უნივერსიტეტის შრომები, ტ. VIII, 1941.

Исправление к статье В. Д. Купрадзе: *К теории интегральных уравнений с интегралом в смысле главного значения по Коши* («Сообщения», т. II, № 1—2, стр. 24—28).

В упомянутой моей статье всюду следует заменить оператор  $L$  оператором  $\bar{K}$ .

При этом ход доказательства и результаты статьи остаются в силе без всяких изменений.

*В. Купрадзе.*

(Поступило в редакцию 7.6.1941)

პასუხისმგებელი რედაქტორი აკად. ნ. მუსხელიშვილი.

ხელმოწ. დასაბ. 11.6.1941 წ.

УД 23300

შეკვეთის № 363

თაბახთა რაოდენობა 6

ტირაჟი 1000

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა, აკაკი წერეთლის ქ. № 7.



ენერგეტიკა—ЭНЕРГЕТИКА—ENERGETIK

А. И. Мухелишвили. К вопросу развития электростроительства в Грузинской ССР . . . . . 433

\*ა. მუსხელიშვილი. საქართველოს სს რესპუბლიკაში ელექტრო-მშენებლობის განვითარების საკითხისათვის . . . . . 438

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANIK

А. А. Яценко-Хмельевский и Г. В. Канделаки. Древесные угли из раскопок Бешташской циклопической крепости (Шалка). Сообщение четвертое . 441

\*ა. იაცენკო-ხმელევსკი და გ. კანდელაკი. მერქნიან ჯიშთა ნახშირი ბეშთაშის ციკლოპური ციხე-სიმაგრის განთხრებში (ცალკა). IV . . . . . 447

ზოოლოგია—ЗООЛОГИЯ—ZOOLOGIE

H. Reck. Eine neue Schizotetranychus-Art (Tetranychidae, Acari) . . . . . 449

\*ზ რეკი. ტიპის ახალი სახეობა Schizotetranychus Träg, 1915 გვარიდან (Tetranychidae) 451

\*Г. Ф. Реки. Новый вид клеща из рода Schizotetranychus Träg, 1915 (Tetranychidae) 452

ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ—PHYSIOLOGIE

Л. Цкипуридзе. Об изменениях хронаксии мышцы при утомлении непрямым раздражением . . . . . 455

\*L. Tskipuridze. Über die Veränderungen der Muskelchronaxie bei indirecter Reizung 460

\*ლ. ცკიფურიძე. არაპირდაპირი გაღიზიანებით დაღლილი კუნთის ქრონაქსიის ცვალებადობა . . . . . 462

ენათმეცნიერება—ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ—SPRACHWISSENSCHAFT

ვლ. ფანჯვიძე. გრამატიკული კლას-კატეგორია ბუღდუბურხ ზმნის უღვლილებაში . . 463

\*В.л. Панчвидзе. Грамматические классы в будухском глаголе . . . . . 469

გ. როგავა. სიტყვაწარმოების საერთო საფუძვლებისათვის ქართველურსა და აღზანურ-უბიზურ-ადიღურ ენებში. I . . . . . 471

\*Г. Рогава. К вопросу об общих основах словопроявления в картвельских и абхазско-убыхско-адыгейских языках. I . . . . . 475



შპს 3 შპნ.  
ქუჩა 3 რუბ.

5. 6/15/7

დაშტატრებულნი  
საქ. სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდიუმის მიერ  
8.4.1941

დავულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერ მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომელიც შეიცავს მათი გამოკვლევების მთავარ შედეგებს.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა— ცალკე ნაკვეთებად დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თვითუფლი. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ერთერთს შემდეგ ენაზე: ქართულად, რუსულად, გერმანულად, ფრანგულად, ინგლისურად. ყველა წერალებს, გარდა წერილებისა ქართულ ენაზე, აუცილებლად უნდა დაერთოს რეზუმე ქართულ ენაზე. ქართულ წერილებს აუცილებლად უნდა დაერთოს რეზუმე რუსულ ენაზე. წერილებს შეიძლება დაერთოს აგრეთვე რეზუმე რომელიმე ზემოთ-დასახელებულ ენაზე, ავტორის სურვილის მიხედვით.
5. წერილის მოცულობა, რეზუმეს და ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს ნახევარ საეტიორ თაბახს (20 ათასი ბეჭდური ნიშანი). ძირითადი ტექსტისა და რეზუმეს მოცულობის შეფარდებას განსაზღვრავს თვით ავტორი. კერძოდ, რეზუმე შეიძლება შეცვლილი იყოს მთლიანი თარგმანით, თუ კი წერილის და თარგმანის საერთო ზომა არ აღემატება ზემოთაღნიშნულ ნორმას.
6. „მოამბეში“ დასაბეჭდი წერილები უნდა გადაეცეს რედაქციას; იმ ავტორებისათვის, რომლებიც სამეცნიერო აკადემიის ნამდვილი წევრები არიან, რედაქცია განსაზღვრავს მხოლოდ დაბეჭდვის მთარიგობას. დანარჩენი ავტორების წერილები კი, როგორც წესი, გადაეცემა რედაქციის მიერ სარეცენზიოდ აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან სათანადო დარგის რომელიმე სხვა სპეციალისტს, რის შემდეგ დაბეჭდვის საკითხს გადასწყვეტს რედაქციაც.
7. წერილები თავისი რეზუმეით და ილუსტრაციებით წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საესებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით, წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. ციტირებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ ციტირებულია წიგნი, საელაღებულოა ზეგნება წიგნის სრული სახელწოდებისა, გამოცემის წლისა და ადგილისა.
9. ციტირებული ლიტერატურის დასახელება ერთვის წერილს ბოლოში სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაზეგნები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტისა და რეზუმეს ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, რომელშიაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა ერთი კორექტურა გვერდებზე შეკრული მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილ ვადისათვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს წერილი დაბეჭდოს ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი და ერთი ცალი „მოამბის“ ნაკვეთისა, რომელშიაც მისი წერილია მოთავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, მასხარაძის ქ. 14

(1) ეს დებულება, წინანდელისაგან განსხვავებული, შედის ძალაში დაწყებული II ტომის მე-5 ნაკვეთიდან.