



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა ე ბ ე



СООБЩЕНИЯ
АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР



BULLETIN
OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR



XXXIV

1964

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

9397



ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ კ ო ლ ე გ ი ა

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. ბოჭორიშვილი, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის
მოადგილე), ლ. დავითაშვილი, რ. დვალი (მთავარი რედაქტორი),
ნ. კეცხოველი, ვ. მახალდიანი, ნ. მუსხელიშვილი, რ. შადური
(მთ. რედაქტორის მოადგილე), გ. ციციშვილი, ზ. წერეთელი,
ა. წულუკიძე, ა. ჯანელიძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андроникашвили, А. Т. Бочоришвили, И. М. Гигинейшвили
(заместитель главного редактора), Л. Ш. Давиташвили, Р. Р. Двали
(главный редактор), А. И. Джanelidze, Н. Н. Кецховели,
В. В. Махалдиани, Н. И. Мусхелишвили, Г. В. Церетели,
Г. В. Цицишвили, А. П. Цулукидзе, Р. С. Шадури
(заместитель главного редактора)



МАТЕМАТИКА

П. К. ЗЕРАГИЯ

РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО
 УРАВНЕНИЯ МЕТОДОМ ВЕРХНИХ И НИЖНИХ
 ФУНКЦИЙ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 15.9.1963)

1. Рассмотрим нелинейное интегро-дифференциальное уравнение вида

$$y'(x) = F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, y(t), y'(t)) dt \right]. \quad (1)$$

Поставим следующую задачу:

Найти функцию $y(x)$, непрерывную и имеющую непрерывные производные первого и второго порядка в промежутке $[a, b]$, удовлетворяющую в этом промежутке уравнению (1) и начальным условиям

$$y(a) = y_0, \quad y'(a) = y'_0, \quad (2)$$

где a, b, y_0, y'_0 —заданные числа.

Доказательство существования единственного решения уравнения (1) при постоянном верхнем пределе интеграла и для достаточно малого $|\lambda|(b-a)$ с помощью принципа сжатых отображений было дано в работе [1].

В настоящей статье при определенных условиях относительно функций F и K с помощью функциональных неравенств мы строим последовательности верхних и нижних функций, равномерно сходящиеся к искомому решению уравнения (1) в любом конечном промежутке $[a, b]$.

Ниже будем считать, что правая часть уравнения (1) удовлетворяет следующим условиям.

1°. Функция $F(x, u)$ непрерывна и ограничена вместе с производной F_u и удовлетворяет условию $\lambda F_u > 0$ в области $D = \{a \leq x \leq b, -\infty < u < \infty\}$.

2°. Функция $K(x, t, y, y')$ непрерывна и ограничена вместе с производными K_y и $K_{y'}$, удовлетворяющими условиям $K_y > 0, K_{y'} \geq 0$ в области

$$B = \{a \leq t \leq x \leq b, -\infty < y, y' < \infty\}.$$

2. При вышеуказанных условиях имеют место следующие предложения.

Теорема 1. Если функция $\zeta(x)$ непрерывна и имеет непрерывные производные первого и второго порядка в промежутке $[a, b]$, удовлетворяет начальным условиям (2) и неравенству

$$\zeta''(x) > F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, \zeta(t), \zeta'(t)) dt \right], \quad (a \leq x \leq b), \quad (3)$$

то

$$\zeta(x) > y(x) \quad \text{при } x \in (a, b), \quad (4)$$

где $y(x)$ — непрерывная функция, имеющая непрерывные производные первого и второго порядка в промежутке $[a, b]$, удовлетворяющая уравнению (1) и начальным условиям (2).

Доказательство. Из (1) и (3) получим $\zeta''(a) > y''(a)$. В силу непрерывности производных $\zeta''(x)$ и $y''(x)$ неравенство $\zeta''(x) > y''(x)$ имеет место в некоторой окрестности $[a, a + \varepsilon]$ точки $x = a$, где $\varepsilon > 0$. Теперь покажем, что неравенство $\zeta''(x) > y''(x)$ имеет место для всех $x \in [a, b]$.

Допустим противное: пусть $\bar{x} > a$ — первая из точек промежутка $[a, b]$, где $\zeta''(\bar{x}) = y''(\bar{x})$ и, следовательно, $\zeta''(x) > y''(x)$ при $a \leq x < \bar{x}$. Тогда в силу (2) имеем также $\zeta'(x) > y'(x)$ и $\zeta(x) > y(x)$ при $x \in (a, \bar{x})$.

Из (1) и (3) на основании формулы конечных приращений получим

$$\begin{aligned} \zeta''(y) - y''(x) &> F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, \zeta(t), \zeta'(t)) dt \right] - \\ &- F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, y(t), y'(t)) dt \right] = \\ &= \lambda F_u^* \int_a^x [K(x, t, \zeta(t), \zeta'(t)) - K(x, t, y(t), y'(t))] dt = \\ &= \lambda F_u^* \int_a^x \{K_y^* [\zeta(t) - y(t)] + K_{y'}^* [\zeta'(t) - y'(t)]\} dt, \end{aligned} \quad (5)$$

где F_u^* , K_y^* и $K_{y'}^*$ обозначают соответственно средние значения производных F_u , K_y и $K_{y'}$.

Из неравенства (5) при $x = \bar{x}$ получим

$$\begin{aligned} \zeta''(\bar{x}) - y''(\bar{x}) &> \lambda (F_u^*)_x \int_a^x \{ (K_y^*)_x [\zeta(t) - y(t)] + \\ &+ (K_y^*)_x [\zeta'(t) - y'(t)] \} dt > 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Последнее неравенство противоречит нашему допущению. Поэтому имеем неравенство $\zeta''(x) > y''(x)$ для всех $x \in [a, b]$ и, следовательно, $\zeta'(x) > y'(x)$ и $\zeta(x) > y(x)$ при $x \in (a, b)$.

Аналогично доказывается

Теорема 2. Если функция $v(x)$ непрерывна и имеет непрерывные производные первого и второго порядка в промежутке $[a, b]$, удовлетворяет начальным условиям (2) и неравенству

$$v''(x) < F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, v(t), v'(t)) dt \right], \quad (a \equiv x \equiv b), \quad (7)$$

то

$$v(x) < y(x) \quad \text{при} \quad x \in (a, b).$$

Функции $\zeta(x)$ и $v(x)$, удовлетворяющие неравенствам (3) и (7) и начальным условиям (2), будем называть соответственно *верхней* и *нижней* функциями для решения уравнения (1).

3. Легко видеть, что для верхней и нижней функций всегда имеет место неравенство $\zeta(x) > v(x)$ при $x \in (a, b)$.

Покажем сперва, что множества верхних и нижних функций не являются пустыми множествами. Для этого допустим, что

$$\sup |K(x, t, y, y')| = M \quad \text{при} \quad (x, t, y, y') \in B. \quad (9)$$

Тогда нетрудно показать, что верхней функцией будет, например, функция

$$\omega(x) = y_0 + y'_0(x - a) + \int_a^x (x - \xi) F[\xi, \lambda(M + 1)(\xi - a)] d\xi. \quad (10)$$

В самом деле, из (10) следует, что $\omega(a) = y_0$ и $\omega'(a) = y'_0$. С другой стороны, в силу формулы конечных приращений получим

$$\begin{aligned} \omega''(x) - F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, \omega(t), \omega'(t)) dt \right] = \\ = F \left[x, \lambda \int_a^x (M + 1) dt \right] - F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, \omega(t), \omega'(t)) dt \right] = \end{aligned}$$

$$= \lambda F_a^* \int_a^x [M + 1 - K(x, t, \omega(t), \omega'(t))] dt > 0.$$

Таким образом, $\omega(x)$ является верхней функцией. Аналогично строится нижняя функция.

4. Построим теперь последовательности верхних и нижних функций $\{\zeta_n(x)\}$ и $\{v_n(x)\}$, равномерно сходящиеся к искомому решению уравнения (1). Для этого применим метод последовательных приближений.

Допустим, что найдены произвольные верхняя и нижняя функции $\zeta_0(x)$ и $v_0(x)$. На основании вышесказанного такие функции всегда можно подобрать.

Тогда имеем

$$\zeta_0''(x) > F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, \zeta_0(t), \zeta_0'(t)) dt \right], \quad (11)$$

$$v_0''(x) < F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, v_0(t), v_0'(t)) dt \right] \quad (12)$$

и

$$\zeta_0(x) > y(x) > v_0(x) \quad \text{при } x \in (a, b). \quad (13)$$

Рассмотрим теперь функции $\zeta_1(x)$ и $v_1(x)$:

$$\zeta_1(x) = y_0 + y_0'(x-a) + \int_a^x (x-\xi) F \left[\xi, \lambda \int_a^\xi K(\xi, t, \zeta_0(t), \zeta_0'(t)) dt \right] d\xi, \quad (14)$$

$$v_1(x) = y_0 + y_0'(x-a) + \int_a^x (x-\xi) F \left[\xi, \lambda \int_a^\xi K(\xi, t, v_0(t), v_0'(t)) dt \right] d\xi, \quad (15)$$

$$(a \leq x \leq b).$$

Из (14) следует, что

$$\zeta_1(a) = y_0, \quad \zeta_1'(a) = y_0' \quad (16)$$

и

$$\zeta_1''(x) = F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, \zeta_0(t), \zeta_0'(t)) dt \right]. \quad (17)$$

Из (11) и (17) имеем

$$\zeta_0''(x) - \zeta_1''(x) > 0 \quad \text{при } x \in [a, b]. \quad (18)$$

Но так как

$$\zeta_0(a) - \zeta_1(a) = 0 \quad \text{и} \quad \zeta_0'(a) - \zeta_1'(a) = 0,$$

в силу (18) получим

$$\zeta_0(x) > \zeta_1'(x) \quad \text{и} \quad \zeta_0(x) > \zeta_1(x), \quad x \in (a, b). \quad (19)$$

Далее, в силу (17) и (19) на основании формулы конечных приращений

$$\begin{aligned} & \zeta_1''(x) - F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, \zeta_1(t), \zeta_1'(t)) dt \right] = \\ & = F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, \zeta_0(t), \zeta_0'(t)) dt \right] - F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, \zeta_1(t), \zeta_1'(t)) dt \right] = \\ & = \lambda F_u^* \int_a^x \{K_y^* [\zeta_0(t) - \zeta_1(t)] + K_y'^* [\zeta_0'(t) - \zeta_1'(t)]\} dt > 0. \quad (20) \end{aligned}$$

Из (16), (19) и (20) следует, что $\zeta_1(x)$ есть верхняя функция и $\zeta_0(x) > \zeta_1(x)$.

Аналогично устанавливается, что $v_1(x)$ есть нижняя функция и $v_0(x) < v_1(x)$ при $x \in (a, b)$.

Продолжая этот процесс и пользуясь методом полной математической индукции, мы строим последовательности верхних и нижних функций $\{\zeta_n(x)\}$ и $\{v_n(x)\}$, удовлетворяющих неравенствам

$$\zeta_0(x) > \zeta_1(x) > \dots > \zeta_n(x) > \dots > y(x), \quad (21)$$

$$v_0(x) < v_1(x) < \dots < v_n(x) < \dots < y(x), \quad (22)$$

$$x \in (a, b)$$

где

$$\begin{aligned} & \zeta_n(x) = y_0 + y_0'(x-a) + \\ & + \int_a^x (x-\xi) F \left[\xi, \lambda \int_a^\xi K(\xi, t, \zeta_{n-1}(t), \zeta_{n-1}'(t)) dt \right] d\xi, \quad (23) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & v_n(x) = y_0 + y_0'(x-a) + \\ & + \int_a^x (x-\xi) F \left[\xi, \lambda \int_a^\xi K(\xi, t, v_{n-1}(t), v_{n-1}'(t)) dt \right] d\xi, \quad (24) \end{aligned}$$

$$n = 1, 2, \dots, \quad a \leq x \leq b.$$

Кроме того, в силу вышесказанного для любой пары верхних и нижних функций $\zeta(x)$ и $v(x)$ всегда имеют место неравенства $\zeta(x) > v(x)$ и $\zeta'(x) > v'(x)$ при $v \in (a, b)$.

Таким образом, мы построим монотонно убывающую последовательность верхних функций и монотонно возрастающую нижних функций.



Но так как для любого n имеем $v_n(x) < \omega(x)$ при $x \in (a, b)$, последовательность $\{v_n(x)\}$ сходится. Аналогично убеждаемся в сходимости последовательностей $\{\zeta_n(x)\}$, $\{\zeta'_n(x)\}$ и $\{v'_n(x)\}$.

5. Покажем, что последовательности $\{\zeta_n(x)\}$, $\{v_n(x)\}$, $\{\zeta'_n(x)\}$ и $\{v'_n(x)\}$ при $n \rightarrow \infty$ равномерно сходятся в промежутке $[a, b]$.

Для этого введем следующие обозначения. Пусть δ_0 —наибольшее из чисел

$$\sup [\zeta_0(x) - v_0(x)] \quad \text{и} \quad \sup [\zeta'_0(x) - v'_0(x)] \quad \text{при} \quad a \leq x \leq b,$$

N —наибольшее из чисел

$$\sup K_y \quad \text{и} \quad \sup K_y' \quad \text{в области } B_0,$$

где

$$B_0 = \{a \leq t \leq x \leq b, \quad v_0(x) \leq y(x) \leq \zeta_0(x), \quad v'_0(x) \leq y'(x) \leq \zeta'_0(x)\},$$

$$\text{в области } D. \quad \sup \lambda F_u(x, u) = P$$

Тогда из (14) и (15) получим

$$\begin{aligned} \zeta_1(x) - v_1(x) &= \int_a^x (x - \xi) \lambda F_u^*(\xi) d\xi \int_a^\xi \{K_y^* [\zeta_0(t) - v_0(t)] + \\ &+ K_y^* [\zeta'_0(t) - v'_0(t)]\} dt < 2 \delta_0 P N \frac{(x-a)^3}{3!}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \zeta'_1(x) - v'_1(x) &= \int_a^x \lambda F_u^*(\xi) d\xi \int_a^\xi \{K_y^* [\zeta_0(t) - v_0(t)] + \\ &+ K_y^* [\zeta'_0(t) - v'_0(t)]\} dt < 2 \delta_0 P N \frac{(x-a)^2}{2!}. \end{aligned}$$

Аналогично из (23) и (24) при $n=2$ получим

$$\begin{aligned} \zeta_2(x) - v_2(x) &= \int_a^x (x - \xi) \lambda F_u^*(\xi) d\xi \int_a^\xi \{K_y^* [\zeta_1(t) - v_1(t)] + \\ &+ K_y^* [\zeta'_1(t) - v'_1(t)]\} dt < 2 \delta_0 P^2 N^2 \frac{(x-a)^5}{5!} \left(\frac{x-a}{6} + 1 \right), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \zeta'_2(x) - v'_2(x) &= \int_a^x \lambda F_u^*(\xi) d\xi \int_a^\xi \{K_y^* [\zeta_1(t) - v_1(t)] + \\ &+ K_y^* [\zeta'_1(t) - v'_1(t)]\} dt < 2 \delta_0 P^2 N^2 \frac{(x-a)^4}{4!} \left(\frac{x-a}{5} + 1 \right). \end{aligned}$$

Полагая, что

$$\frac{b-a}{5} + 1 = L,$$

будем иметь

$$\zeta_2(x) - v_2(x) < 2 \delta_0 L P^2 N^2 \frac{(x-a)^5}{5!}, \quad (25)$$

$$\zeta'_2(x) - v'_2(x) < 2 \delta_0 L P^2 N^2 \frac{(x-a)^4}{4!}. \quad (26)$$

Методом полной математической индукции получим

$$\zeta_n(x) - v_n(x) < \frac{2 \delta_0}{L \sqrt{LPN}} \frac{[\sqrt{LPN} (x-a)]^{2n+1}}{(2n+1)!}, \quad (27)$$

$$\zeta'_n(x) - v'_n(x) < \frac{2 \delta_0}{L} \frac{[\sqrt{LPN} (x-a)]^{2n}}{(2n)!}. \quad (28)$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

Из этих неравенств, в свою очередь, следует, что $\zeta_n(x) - v_n(x) \rightarrow 0$ и $\zeta'_n(x) - v'_n(x) \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$ равномерно в промежутке $[a, b]$.

Таким образом, $\zeta_n(x) \rightarrow \bar{y}(x)$, $v_n(x) \rightarrow \bar{y}(x)$, $\zeta'_n(x) \rightarrow w(x)$ и $v'_n(x) \rightarrow w(x)$ при $n \rightarrow \infty$ равномерно в промежутке $[a, b]$.

Но так как все верхние и нижние функции являются непрерывными функциями в промежутке $[a, b]$, предельная функция $\bar{y}(x)$ также является непрерывной функцией в том же промежутке. Аналогично, непрерывной функцией будет также $w(x)$, $x \in [a, b]$.

Переходя к пределу в (23) и равенстве

$$\zeta'_n(x) = y'_0 + \int_a^x F \left[\xi, \lambda \int_a^{\xi} K(\xi, t, \zeta_{n-1}(t), \zeta_{n-1}(t)) dt \right] d\xi,$$

получим

$$\bar{y}(x) = y_0 + y'_0(x-a) + \int_a^x (x-\xi) F \left[\xi, \lambda \int_a^{\xi} K(\xi, t, \bar{y}(t), w(t)) dt \right] d\xi,$$

$$w(x) = y'_0 + \int_a^x F \left[\xi, \lambda \int_a^{\xi} K(\xi, t, \bar{y}(t), w(t)) dt \right] d\xi.$$

Отсюда вытекает, что

$$w(x) = \bar{y}'(x)$$

и

$$\bar{y}''(x) = F \left[x, \lambda \int_a^x K(x, t, \bar{y}(t), \bar{y}'(t)) dt \right].$$

Так как функция $\bar{y}(x)$ удовлетворяет начальным условиям $\bar{y}(a) = y_0$, $\bar{y}'(a) = y_0'$, то она является искомым решением уравнения (1).

6. Наконец, покажем, что полученное решение уравнения (1), удовлетворяющее начальным условиям (2), единственно. В самом деле, допустим, что существуют два решения: $\bar{y}_1(x)$ и $\bar{y}_2(x)$. Обозначим через δ наибольшее из чисел

$$\sup |\bar{y}_1(x) - \bar{y}_2(x)| \quad \text{и} \quad \sup |\bar{y}'_1(x) - \bar{y}'_2(x)|$$

в промежутке $[a, b]$.

Тогда совершенно аналогично предыдущему получим

$$|\bar{y}_1(x) - \bar{y}_2(x)| < \frac{2\delta}{LVLPN} \frac{[VLPN(x-a)]^{2m+1}}{(2m+1)!}, \quad (m=1, 2, \dots) \quad (29)$$

Из неравенства (29), переходя к пределу при $m \rightarrow \infty$, получим

$$|\bar{y}_1(x) - \bar{y}_2(x)| \equiv 0 \quad \text{при} \quad a \equiv x \equiv b.$$

Итак,

$$\bar{y}_1(x) \equiv \bar{y}_2(x) \quad \text{при} \quad a \equiv x \equiv b.$$

Таким образом, мы доказали существование единственного решения уравнения (1), удовлетворяющего начальным условиям (2) в любом конечном промежутке $[a, b]$.

Тбилисский государственный
 университет

(Поступило в редакцию 15.9.1963)

მათემატიკა

პ. ზერაგია

არაწრფივი ინტეგრირ-დიფერენციალური განტოლებების
 ამოხსნა ზედა და ქვედა ფუნქციების

მეთოდით

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომაში შესწავლილია არაწრფივი ინტეგრირ-დიფერენციალური განტოლება (1). ეს განტოლება ადრე განხილული იყო (იხ. [1]) იმ შემთხვევაში, როცა ინტეგრალის ზედა საზღვარი მუდმივია. კუმშვითი გადასახვის პრინციპის გამოყენებით დამტკიცებული იყო, რომ საკმარისად მცირე $|\lambda|(b-a)$ სიდიდისათვის ამ განტოლებას აქვს ერთადერთი ამოხსნა, რომელიც აკმაყოფილებს (2) საწყის პირობებს.

ამ სტატიაში, F და K ფუნქციებისაგან გარკვეული პირობების მოთხოვნით, ნებისმიერ სასრულ $[a, b]$ შუალედში, დამტკიცებულია არსებობა ერთადერთი ამოხსნისა, რომელიც აკმაყოფილებს (2) საწყის პირობებს. ამისათვის სათანადო უტოლობების გამოყენებით აგებულია მონოტონურად კლებადი ზედა ფუნქციებისა და მონოტონურად ზრდადი ქვედა ფუნქციების მიმდევრობანი, რომლებიც თანაბრად კრებადია $[a, b]$ შუალედში საერთო ზღვრულ ფუნქციისაკენ. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს (1) განტოლების ამოხსნას, რომელიც აკმაყოფილებს (2) საწყის პირობებს.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. О. Женихэн. О существовании и единственности решений интегро-дифференциальных уравнений. ДАН СССР, т. LXXXVI, № 2, 1952.



МАТЕМАТИКА

Д. В. ИОНЕСКУ

ОДНО ОБОБЩЕНИЕ КВАДРАТУРНЫХ ФОРМУЛ СИМПСОНА,
 НЬЮТОНА И МИЛНА

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 10.11.1963)

Рассмотрим квадратурные формулы вида

$$\int_{x_0}^{x_n} f(x) dx = A_0[f(x_0) + f(x_n)] + A_1[f(x_1) + f(x_{n-1})] + \dots + A_{p-1}[f(x_{p-1}) + f(x_{n-p+1})] + A_p[f(x_p) + f(x_{p+1}) + \dots + f(x_{n-p})] + R \quad (1)$$

и

$$\int_{x_0}^{x_n} f(x) dx = A'_1[f(x_1) + f(x_{n-1})] + A'_2[f(x_2) + f(x_{n-2})] + \dots + A'_p[f(x_p) + f(x_{n-p})] + A'_{p+1}[f(x_{p+1}) + f(x_{p+2}) + \dots + f(x_{n-p-1})] + R' \quad (2)$$

где узлы $x_0 = a, x_1, \dots, x_n = b$ образуют арифметическую прогрессию с разностью, равной h ; A_p и A'_p — коэффициенты, которые определяются таким образом, чтобы погрешность от отбрасывания остаточных членов R и R' этих формул имела относительно h порядок ≥ 1 .

Если только формулы (1), (2) существуют, то они будут новыми, обобщающими широко известные формулы. Так, формула (1) при $n=2p$ и $n=2p+1$ приводит к формулам Котеса [1], а из формулы (2) при $n=2p+2$ и $n=2p+3$ получаются формулы Ж. Ф. Стеффенсена [1].

В настоящей заметке рассматриваются формулы (1), (2) для $p=0$ и $p=1$. Для других значений p формулы (1), (2) будут изучены в специальной работе. Здесь же даются выражения остаточных членов R и R' в интегральной форме и некоторые оценки их в предположении непрерывности $f^{(2p+2)}(x)$ на отрезке $[x_0, x_n]$.

Получены следующие результаты:

1. Квадратурную формулу (1), имеющую точность h , можно записать в виде

$$\int_{x_0}^{x_n} f(x) dx = \frac{b-a}{n+1} [f(x_0) + f(x_1) + \dots + f(x_n)] + R_n \quad (n \geq 1), \quad (3)$$

где

$$R_n = \int_{x_0}^{x_n} \varphi(x) f''(x) dx, \quad (4)$$

а функция $\varphi(x)$ совпадает на отрезках $[x_0, x_1]$, $[x_1, x_2]$, ..., $[x_{n-1}, x_n]$ соответственно с многочленами второй степени $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(x)$, ..., $\varphi_n(x)$, являющимися решениями дифференциальных уравнений

$$\varphi''(x) = 1, \quad \varphi_2''(x) = 1, \dots, \varphi_n''(x) = 1 \quad (5)$$

с граничными условиями

$$\begin{aligned} \varphi_1(x_0) &= 0, & \varphi_1'(x_0) &= -\frac{nh}{n+1}, \\ \varphi_k(x_k) &= \varphi_{k+1}(x_k), & \varphi_k'(x_k) - \varphi_{k+1}'(x_k) &= \frac{nh}{n+1}, \quad (k=1, 2, \dots, n-1), \\ \varphi_n(x_n) &= 0, & \varphi_n'(x_n) &= \frac{nh}{n+1}. \end{aligned}$$

Показывается, что

$$\begin{aligned} \varphi_p(x) &= \frac{(x - x_{p-1})^2}{2} - \frac{n-p+1}{n+1} h(x - x_{p-1}) - \\ &- (p-1) \frac{n-p+1}{n+1} \frac{h^2}{2}, \quad (p=1, 2, \dots, n), \end{aligned}$$

и доказывается, что $\varphi(x) < 0$ в промежутке (x_0, x_n) . Отсюда получается

$$R_n = -\frac{(b-a)^3}{12n} f''(\xi),$$

где $\xi \in (x_0, x_n)$. Следовательно,

$$|R_n| \leq k_n M_2, \quad M_2 = \sup_{[x_0, x_n]} |f''(x)|, \quad k_n = \frac{(b-a)^3}{12n}.$$

Формула (3) обобщает формулу трапеции, вытекающую из нее при $n=1$. Величина k_n , фигурирующая в оценке $|R_n|$, обратно пропорциональна n .

2. Формула (2) с порядком точности h имеет вид

$$\int_{x_0}^{x_n} f(x) dx = \frac{b-a}{n-1} [f(x_1) + f(x_2) + \dots + f(x_{n-1})] + R'_n \quad (n \geq 2). \quad (6)$$

Остаточный член R'_n может быть представлен в виде (4), где $\varphi(x)$ совпадает на отрезках $[x_0, x_1]$, $[x_1, x_2]$, ..., $[x_{n-1}, x_n]$ соответственно с многочленами второй степени $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(x)$, ..., $\varphi_n(x)$, являющимися решениями дифференциальных уравнений (5) с граничными условиями

$$\begin{aligned} \varphi_1(x_0) &= 0, & \varphi'_1(x_0) &= 0, \\ \varphi_k(x_k) &= \varphi_{k+1}(x_k), & \varphi'_k(x_k) - \varphi'_{k+1}(x_k) &= \frac{nh}{n-1}, \quad (k=1, 2, \dots, n-1), \\ \varphi_n(x_n) &= 0, & \varphi'_n(x_n) &= 0. \end{aligned}$$

Показывается, что

$$\varphi_p(x) = \frac{(x-x_{p-1})^2}{2} - \frac{(p-1)h}{n-1}(x-x_{p-1}) + (p-1)\frac{n-p+1}{n-1}\frac{h^2}{2} \quad (p=1, 2, \dots, n),$$

и доказывается, что $\varphi(x) > 0$ в промежутке (x_0, x_n) .

Отсюда вытекает, что

$$R'_n = \frac{(b-a)^3}{12n} f''(\xi),$$

где $\xi \in (x_0, x_n)$, и что

$$|R'_n| \leq k'_n M_2, \quad k'_n = \frac{(b-a)^3}{12n}.$$

Формула (6) обобщает вторую формулу трапеции, получающуюся из нее при $n=2$. Величина k'_n оценки $|R'_n|$ обратно пропорциональна n .

3. Формула вида (1) с погрешностью порядка h^2 такова:

$$\begin{aligned} \int_{x_0}^{x_n} f(x) dx &= \frac{b-a}{2(n+1)} [f(x_0) + f(x_n)] + \\ &+ \frac{n(b-a)}{n^2-1} [f(x_1) + f(x_2) + \dots + f(x_{n-1})] + R_n \quad (n \geq 2). \end{aligned} \quad (7)$$

Показывается, что остаточный член R_n может быть представлен в виде

$$R_n = \int_{x_0}^{x_n} \varphi(x) f^{(4)}(x) dx, \quad (8)$$

где функция $\varphi(x)$ совпадает на отрезках $[x_0, x_1]$, $[x_1, x_2]$, ..., $[x_{n-1}, x_n]$ с многочленами четвертой степени $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(x)$, ..., $\varphi_n(x)$, являющимися решениями дифференциальных уравнений

$$\varphi_1^{(4)}(x) = 1, \quad \varphi_2^{(4)}(x) = 1, \dots, \quad \varphi_n^{(4)}(x) = 1 \quad (9)$$

с граничными условиями

$$\begin{aligned} \varphi_1^{(\lambda)}(x_0) &= 0 \quad (\lambda = 0, 1, 2), & \varphi_1'''(x_0) &= -\frac{nh}{2(n+1)}, \\ \varphi_k^{(\lambda)}(x_k) &= \varphi_{k+1}^{(\lambda)}(x_k) \quad (\lambda = 0, 1, 2), & \varphi_k'''(x_k) - \varphi_{k+1}'''(x_k) &= \frac{n^2 h}{n^2 - 1}, \\ \varphi_n^{(\lambda)}(x_n) &= 0 \quad (\lambda = 0, 1, 2), & \varphi_n''(x_n) &= \frac{nh}{2(n+1)}, \end{aligned}$$

где, например, $\varphi_k^{(0)}(x_k)$ означает значение самой функции $\varphi_k(x)$ в точке $x=x_k$.

Доказывается, что

$$\begin{aligned} \varphi_p(x) = & \frac{(x-x_{p-1})^4}{4!} - \frac{n^3-n^2+2(p-1)}{2(n^2-1)} \frac{h(x-x_{p-1})^3}{3!} + \\ & + (p-1) \frac{n-p+1}{n^2-1} \frac{h^2}{2} \frac{(x-x_{p-1})^2}{2!} - (p-1) \frac{(n-p+1)(n-2p+2)}{2(n^2-1)} \times \\ & \times \frac{h^3}{3!} (x-x_{p-1}) - (p-1)^2 \frac{(n-p+1)^2}{n^2-1} \frac{h^4}{4!} \quad (p=1, 2, \dots, n). \end{aligned}$$

Доказывается также, что функция $\varphi(x)$ симметрична относительно центра промежутка $[x_0, x_n]$, обозначаемого ниже через x' , и отрицательна в промежутке (x_0, x_n) . Для доказательства показывается, что уравнение $\varphi_p''(x)=0$ имеет действительные корни x'_{p-1}, x''_{p-1} , определенные соотношениями

$$x'_{p-1} = x_{p-1} + \frac{p-1}{n-1} h, \quad x''_{p-1} = x_{p-1} + \frac{n-(p-1)}{n+1} h,$$

расположенные в промежутке (x_{p-1}, x_p) . Это показывает, что $\varphi'(x) < 0$ в промежутке (x_0, x') и, следовательно,

$$R_n = -\frac{4}{n^2} \frac{(b-a)^5}{2880} f^{(4)}(\xi),$$

где $\xi \in (x_0, x_n)$. Значит,

$$|R_n| \leq k_n M_4, \quad M_4 = \sup_{[x_0, x_n]} |f^{(4)}(x)|, \quad k_n = \frac{4}{n^2} \frac{(b-a)^5}{2880}. \quad (10)$$

Формула (7) обобщает квадратурные формулы Ньютона и Симпсона, получающиеся из нее при $n=2$ и $n=3$. Величина k_n , фигурирующая в оценке (10), обратно пропорциональна n^2 .

4. Формулой вида (2), имеющей степень точности h^2 , является

$$\begin{aligned} \int_{x_0}^{x_n} f(x) dx = & \frac{(3n-4)(b-a)}{2(n-1)(n-2)} [f(x_1) + f(x_{n-1})] + \\ & + \frac{(n^2-6n+6)(b-a)}{(n-1)(n-2)(n-3)} [f(x_2) + f(x_3) + \dots + f(x_{n-2})] + R'_n \quad (n \geq 4). \quad (11) \end{aligned}$$

Показывается, что остаточный член R'_n может быть представлен в виде (8), где $\varphi(x)$ совпадает на отрезках $[x_0, x_1], [x_1, x_2], \dots, [x_{n-1}, x_n]$ соответственно с многочленами четвертой степени $\varphi_1(x), \varphi_2(x), \dots, \varphi_n(x)$, являющимися решениями дифференциальных уравнений (9) с граничными условиями

$$\begin{aligned} \varphi_1(x_0) = 0, & \quad \varphi'_1(x_0) = 0, & \quad \varphi''_1(x_0) = 0, \\ \varphi_1(x_1) = \varphi_2(x_1), & \quad \varphi'_1(x_1) = \varphi'_2(x_1), & \quad \varphi''_1(x_1) = \varphi''_2(x_1), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_k(x_k) &= \varphi_{k+1}(x_k), & \varphi'_k(x_k) &= \varphi'_{k+1}(x_k), & \varphi''_k(x_k) &= \varphi''_{k+1}(x_k), & (k=2, 3, \dots, n-2), \\ \varphi_{n-1}(x_{n-1}) &= \varphi_n(x_{n-1}), & \varphi'_{n-1}(x_{n-1}) &= \varphi'_n(x_{n-1}), & \varphi''_{n-1}(x_{n-1}) &= \varphi''_n(x_{n-1}), \\ \varphi_n(x_n) &= 0, & \varphi'_n(x_n) &= 0, & \varphi''_n(x_n) &= 0, \end{aligned}$$

$$\varphi'''_1(x_0) = 0,$$

$$\varphi'''_1(x_1) - \varphi'''_2(x_1) = \frac{n(3n-4)h}{2(n-1)(n-2)},$$

$$\varphi'''_k(x_k) - \varphi'''_{k+1}(x_k) = \frac{n(n^2-6n+6)h}{(n-1)(n-2)(n-3)}, \quad (k=2, 3, \dots, n-2),$$

$$\varphi'''_{n-1}(x_{n-1}) - \varphi'''_n(x_{n-1}) = \frac{n(3n-4)h}{2(n-1)(n-2)},$$

$$\varphi'''_n(x_n) = 0.$$

Доказывается, что

$$\varphi_1(x) = \frac{(x-x_0)^4}{4!}, \quad \varphi_n(x) = \frac{(x-x_n)^4}{4!},$$

$$\begin{aligned} \varphi_p(x) &= \frac{(x-x_{p-1})^4}{4!} - \frac{U_p(n)}{2(n-1)(n-2)(n-3)} h \frac{(x-x_{p-1})^3}{3!} + \\ &+ \frac{V_p(n)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{h^2}{2!} \frac{(x-x_{p-1})^2}{2!} + \\ &+ \frac{W_p(n)}{2(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{h^3}{3!} (x-x_{p-1}) + \frac{Z_p(n)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{h^4}{4!}, \end{aligned}$$

где

$$U_p(n) = n^3 - n^2 - 10(p-1)n + 12(p-1),$$

$$V_p(n) = n^3 - [5(p-1) + 1]n^2 + [5(p-1)(p-2) + 11(p-1)]n - 6(p-1)^2,$$

$$\begin{aligned} W_p(n) &= [5(p-1) - 3]n^3 - [15(p-1)(p-2) + 15(p-1) - 3]n^2 + \\ &+ [10(p-1)(p-2)(p-3) + 48(p-1)(p-2) + 22(p-1)]n - \\ &- [12(p-1)(p-2)(p-3) + 36(p-1)(p-2) + 12(p-1)], \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_p(n) &= [5(p-1)(p-2) - (p-1) + 2]n^3 - [10(p-1)(p-2)(p-3) + \\ &+ 30(p-1)(p-2) + 4(p-1) + 2]n^2 + [5(p-1)(p-2)(p-3)(p-4) + \\ &+ 42(p-1)(p-2)(p-3) + 65(p-1)(p-2) + 11(p-1)]n - \\ &- [6(p-1)(p-2)(p-3)(p-4) + 36(p-1)(p-2)(p-3) + \\ &+ 42(p-1)(p-2) + 6(p-1)]. \end{aligned}$$

5. Функция $\varphi(x)$, фигурирующая в выражении (8) остаточного члена формулы (11), положительна в промежутке (x_0, x_n) . Чтобы доказать это, достаточно заметить, что на отрезке $[x_0, x']$, где $x' = \frac{x_0 + x_n}{2}$, вер-

ны следующие утверждения:

1°. Каково бы ни было число n , имеем $\varphi''(x_1) = 0,5 h^2$. Кроме того, при $n = 4, 5, 6$ выполняется неравенство

$$\varphi''(x_2) = \frac{V_3(n)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{h^2}{2!} < 0,$$

в то время как $\varphi''(x_2) > 0$ для $n \geq 7$. В общем случае

$$\varphi''(x_{p-1}) = \frac{V_p(n)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{h^2}{2}$$

и у многочлена $V_p(x)$ все корни действительные, так как

$$V_p(-\infty) < 0, \quad V_p(1, 2) = 0, 288 > 0,$$

$$V_p(2p-1) = -(p-1)(p-2)(2p+1) < 0, \quad V_p(+\infty) > 0.$$

Далее, для всякого p будем иметь $V_p(n) > 0$ при $n > n'_p$ и $V_p(n) < 0$ при $n < n'_p$, где n'_p — наибольший корень уравнения $V_p(x) = 0$.

2°. Обозначим через x_{p-1} и $\varphi''(x_{p-1})$ координаты произвольной точки L_{p-1} параболы

$$y = \frac{1}{2(n-1)(n-2)(n-3)} \left[(5n-6)(x-x')^2 - \frac{n^2-2n^2}{4} h^2 \right],$$

вершина и точка L_1 которой при фиксированном n расположены соответственно под и над осью Ox .

Тогда, если существует такое $x_{p'-1}$, что $\varphi''(x_{p'-1}) \geq 0$, то при любом x_p из промежутка $[x_1, x_{p'-1}]$ имеет место неравенство $\varphi''(x_p) > 0$. Если же для некоторого $x_{p'}$ имеем $\varphi''(x_{p'}) \leq 0$, то $\varphi''(x_p) < 0$ при любом x_p из промежутка $[x_{p'}, x']$.

3°. Заметим, что при $n \geq 7$ производная $\varphi'_2(x) > 0$ на отрезке $[x_1, x_2]$; поэтому найдется такое число ξ , обращающее в нуль функцию $\varphi'''_2(x)$, что для него

$$\varphi'''_2(\xi) = \frac{n(3n-4)(n^2-8n+2)}{8(n-1)^2(n-2)^2} h^3 > 0.$$

4°. При $n \geq 11$ производная $\varphi'_3(x)$ положительна на отрезке $[x_2, x_3]$. Это следует из того факта, что мы можем написать

$$\begin{aligned} \varphi'_3(x) &= \frac{(x-x_2)^3}{3!} + \frac{3U_3(n)}{2(n-1)(n-2)(n-3)} h \frac{h^2 - (x-x_2)^2}{3!} + \\ &+ \frac{V_3(n)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{h^2}{2!} (x-x_2) + \frac{T_3(n)}{2(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{h^3}{3!}, \end{aligned}$$

где $T_3(n) = W_3(n) - 3U_3(n)$. Доказывается, что при $n \geq 11$ многочлены $U_2(n)$, $V_3(n)$, $T_3(n)$ положительны.

5°. Если при каком-нибудь значении индекса p справедливо неравенство $\varphi''_p(x_p) > 0$, то $\varphi'_p(x) > 0$ на отрезке $[x_{p-1}, x_p]$.

Это следует из соотношения

$$\varphi_p(x) = \frac{(x - x_{p-1})^3}{3!} + \frac{U_p(n)}{2(n-1)(n-2)(n-3)} h \frac{h^2 - (x - x_{p-1})^2}{3!} +$$

$$+ \frac{V_p(n)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{h^2}{2!} (x - x_{p-1}) + \frac{T_p(n)}{2(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{h^3}{3!}, \quad (12)$$

где

$$T_p(n) = W_p(n) - 3 U_p(n).$$

Пусть

$$I_p(n) = T_p(n) - (5p - 11) V_{p+1}(n), \quad J_p(n) = U_p(n) - V_{p+1}(n).$$

Вычисляя, убеждаемся, что $I_p(x)$ и $J_p(x)$ являются многочленами второй степени, причем $I_p(x)$ обращается в нуль в точках

$$\xi'_p = 1, 2, \quad \eta'_p = \frac{3p^2 - 5p^2 - 12p + 8}{3(p^2 - 2p - 2)},$$

а $J_p(x)$ имеет корни

$$\xi''_p = 1, 2, \quad \eta''_p = \frac{p^2 + 2p - 2}{p}.$$

Кроме того, принимая

$$V_p(n) = V_{p+1}(n) + K_p(n),$$

находим, что $K_p(n)$ также является многочленом второй степени с корнями $\xi''_p = 1, 2$ и $\eta''_p = 2p - 1$. Оказывается, что

$$V_{p+1}(1, 2) = 0,288 > 0$$

и

$$V_{p+1}(\eta'_p + 1) = - \frac{p-1}{8(p^2 - 2p - 2)^3} [3(p-3)^8 + 90(p-3)^7 + 893(p-3)^6 +$$

$$+ 4120(p-3)^5 + 9589(p-3)^4 + 10722(p-3)^3 +$$

$$+ 4775(p-3)^2 + 876(p-3) + 56] < 0,$$

а $\eta'_p > \eta''_p$, $V_{p+1}(\eta''_p) < 0$.

Из предыдущего следует, что для тех значений n , при которых $\varphi''_p(x_p) > 0$ или $V_{p+1}(n) > 0$, многочлены $U_p(n)$, $V_p(n)$, $T_p(n)$ положительны, а из уравнения (12) вытекает неравенство $\varphi'_p(x) > 0$, справедливое на отрезке $[x_{p-1}, x_p]$.

6°. Обозначим через $[x_{p-1}, x_{p'}]$ промежуток, в котором выполняются неравенства

$$\varphi''_p(x_{p-1}) \geq 0 \quad \text{и} \quad \varphi''_p(x_{p'}) < 0,$$

а через ξ — пересечение параболы $y = \varphi''_p(x)$ с осью Ox .

Производная $\varphi'(x)$ всегда положительна в промежутке $(x_0, x_{p-1}]$, так что функция возрастает в этом промежутке. При этом она продолжает возрастать на отрезке $[x_{p-1}, \xi]$, оставаясь положительной на нем, и убывает на отрезке $[\xi, x']$ до тех пор, пока в точке x' не обратится в нуль.



Следовательно, функция $\varphi(x)$ положительна в промежутке $(x_0, x']$, т. е. она положительна в промежутке (x_0, x_n) .

6. Показывается, что

$$\int_{x_0}^{x_n} \varphi(x) dx = \frac{n^2(5n-6)}{720} h^5 = \frac{4(5n-6)}{n^3} \frac{(b-a)^5}{2880}.$$

Отсюда

$$R'_n = \frac{4(5n-6)}{n^3} \frac{(b-a)^5}{2880} f^{(4)}(\xi),$$

где $\xi \in (x_0, x_n)$. Таким образом, справедлива оценка

$$|R'_n| \leq k'_n M_4, \quad M_4 = \sup_{[x_0, x_n]} |f^{(4)}(x)|, \quad (13)$$

где

$$k'_n = \frac{4(5n-6)}{n^3} \frac{(b-a)^5}{2880}.$$

Формула (11) обобщает квадратурную формулу Милна, получающуюся из нее при $n=4$. Величина k'_n , фигурирующая в формуле (13), пропорциональна $\frac{4(5n-6)}{n^3}$. В случае формулы Милна, $k'_4 = 0,875 \frac{(b-a)^5}{2880}$.

Академия наук
 Румынской Народной Республики
 Клужский вычислительный
 институт

(Поступило в редакцию 10.11.1963)

მათემატიკა

დ. იონესკუ

სიმფსონის, ნიუტონისა და მილნის კვადრატურული ფორმულების
 ერთი განხილვა

რეზიუმე

ამ შრომაში გამოყვანილია კვადრატურული ფორმულები (3), (6), (7) და (11), რომლებიდანაც გამოდინარეობენ სიმფსონის, ნიუტონისა და მილნის კვადრატურული ფორმულები.

დასრულებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ш. Е. Микеладзе. Численные методы математического анализа. М., 1953, 316, 322.



Э. А. НАДАРАЯ

ОЦЕНКА КОМПОНЕНТА СВЕРТКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 14.12.1963)

Пусть $X = Y + Z$ есть сумма независимых случайных величин Y и Z , причем плотность вероятности Z нормальная с математическим ожиданием нуль и с известной дисперсией σ^2 , а Y имеет плотность $g(y)$, которая неизвестна. Тогда плотность $f(x)$ величины X равна

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left[-\frac{(x-y)^2}{2\sigma^2}\right] g(y) dy.$$

Пусть x_1, x_2, \dots, x_n — выборка из независимых наблюдений случайной величины X . На основании этой выборки и приближения $f(x)$ [1, 2] оценим $g(y)$.

С этой целью воспользуемся теоремой Руни [3]:

Теорема. Пусть $f_1(x)$ есть преобразование Гаусса функции $f_2(x)$:

$$f_1(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left[-\frac{(x-y)^2}{2\sigma^2}\right] f_2(y) dy. \quad (1)$$

Если $f_2(x)$ непрерывна и

$$\exp\left[-\frac{(x-y)^2}{4\sigma^2}\right] f_2(y) \in L(-\infty, \infty),$$

то

$$\lim_{t \rightarrow 1-} \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k f_1^{(2k)}(x) \frac{(\sigma^2 t)^k}{2^k k!} = f_2(x).$$

Из этой теоремы следуют следующие леммы.

Лемма 1. Если $f_2(x)$ имеет интегрируемую и непрерывную производную m -го порядка, то

$$\lim_{t \rightarrow 1-} \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k f_1^{(2k+m)}(x) \frac{(\sigma^2 t)^k}{2^k k!} = f_2^{(m)}(x).$$

Лемма 2. Пусть $\{t_n\}$, $0 < t_n < 1$, — такая последовательность, что $\lim_{n \rightarrow \infty} t_n = 1$ и $t_n^n (1-t_n)^{-1} \rightarrow 0$ и $f_2(x)$ удовлетворяет условиям теоремы, тогда

$$g_n(x) = \sum_{k=0}^n (-1)^k f_1^{(2k)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} \rightarrow f_2(x) \text{ при } n \rightarrow \infty.$$

Доказательство. Имеем

$$g_n(x) = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k f_1^{(2k)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} - \sum_{k=n+1}^{\infty} (-1)^k f_1^{(2k)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!}. \quad (2)$$

В силу теоремы первая сумма стремится к $f_2(x)$. Благодаря неравенству ([4], 10.18.(19))

$$|H_m(x)| < C 2^{m/2} \sqrt{m!} e^{x^2/2};$$

из формулы (1) получим неравенство

$$|f_1^{(2k)}(x)| < C \sqrt{2k!} / \sigma^{2k}. \quad (3)$$

Из неравенства (3) легко вытекает, что вторая сумма в выражении (2) сходится к нулю.

Оценка $g(x)$. В качестве оценки $g(x)$ примем статистику

$$\bar{g}_n(x) = \sum_{k=0}^n (-1)^k \bar{f}_n^{(2k)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!}, \quad (4)$$

где

$$\bar{f}_n^{(2k)} = \frac{1}{(2h_1)^{2k}} \sum_{j=0}^{2k} (-1)^j \binom{2k}{j} f_n[x + (k-j)2h_1],$$

причем

$$f_n(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)^{(1)}.$$

Обозначим

$$E f_n(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x-y) \frac{1}{h} K\left(\frac{y}{h}\right) dy = f_1(x).$$

Найдем асимптотическое выражение математического ожидания $\bar{g}_n(x)$:

$$E \bar{g}_n(x) = \sum (-1)^k E \bar{f}_n^{(2k)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!}, \quad (5)$$

причем

$$E \bar{f}_n^{(2k)}(x) = \frac{1}{(2h_1)^{2k}} \sum_{j=0}^{2k} (-1)^j \binom{2k}{j} f_1[x + (k-j)2h_1].$$

⁽¹⁾ $K(x)$ есть плотность распределения, удовлетворяющая некоторым условиям работы [2], а h и h_1 стремятся к нулю при возрастании n .

Так как $f_1(x)$ имеет производную любого порядка, то методом математической индукции нетрудно показать, что

$$E \bar{f}_n^{(2k)}(x) = \frac{1}{(2h_1)^{2k}} \int_{x-h_1}^{x+h_1} dt_1 \int_{t_1-h_1}^{t_1+h_1} dt_2 \dots \int_{t_{2k-1}-h_1}^{t_{2k-1}+h_1} f_1^{(2k)}(t_{2k}) dt_{2k}. \quad (6)$$

Из формулы (6) находим

$$E \bar{f}_n^{(2k)}(x) = f_1^{(2k)}(x) + k \frac{h_1^2}{3} f_1^{(2k+2)}(\zeta_k), \quad (7)$$

где

$$|x - \zeta_k| \leq 2kh_1.$$

Принимая во внимание формулу (7), перепишем выражение (5) следующим образом:

$$E \bar{g}_n(x) = \sum_{k=0}^n (-1)^k f^{(2k)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} + \sum_1 + \sum_2, \quad (8)$$

где

$$\sum_1 = \sum_{k=0}^n (-1)^k \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} [f_1^{(2k)}(x) - f^{(2k)}(x)], \quad (9)$$

$$\sum_2 = \frac{h_1^2}{3} \sum_{k=0}^n (-1)^k f_1^{(2k+2)}(\zeta_k) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} k. \quad (10)$$

Теперь предположим, что $K(x)$ симметрична относительно нуля и интеграл

$$\int_{-\infty}^{\infty} |x|^3 K(x) dx < \infty.$$

Согласно этим предположениям получим

$$\begin{aligned} \sum_1 &= \frac{h^2}{2} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 K(x) dx \sum_{k=0}^n (-1)^k f^{(2k+2)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} + \\ &+ \frac{h^2}{6} \sum_{k=0}^n (-1)^k \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} \int_{-\infty}^{\infty} y^3 f^{(2k+3)}(x + \theta hy) K(y) dy. \end{aligned}$$

Нетрудно видеть, что

$$\sum_{k=0}^n (-1)^k \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} \int_{-\infty}^{\infty} y^3 f^{(2k+3)}(x + \theta hy) K(y) dy = O\left(\frac{1}{(1-t_n)^3}\right).$$

Поэтому

$$\sum_1 = \frac{h^2}{2} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 K(x) dx \sum_{k=0}^n (-1)^k f^{(2k+2)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} + O\left(\frac{h^3}{(1-t_n)^3}\right). \quad (11)$$

При некоторых преобразованиях суммы \sum_2 получим

$$\begin{aligned} \sum_2 &= -\frac{\sigma^2 t_n h_1^2}{6} \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^k f^{(2k+4)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} + \\ &+ \frac{h_1^2 h^2}{6} \sum_{k=0}^n (-1)^k \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} k \int_{-\infty}^{\infty} y^2 f^{(2k+4)}(\tau_k(y)) K(x) dy + \\ &+ \frac{h_1^2}{3} \sum_{k=0}^n (-1)^k (\tau_k - x) f_1^{(2k+3)}(\tau_k(x)) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} = \\ &= -\frac{\sigma^2 t_n h_1^2}{6} \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^k f^{(2k+4)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} + A_1 + A_2. \end{aligned} \quad (12)$$

Легко можно показать, что

$$A_1 = O\left(\frac{h_1^2 h^2}{(1-t_n)^4}\right), \quad (13)$$

$$A_2 = O\left(\frac{h_1^3}{(1-t_n)^5}\right). \quad (14)$$

Комбинируя (8), (11), (12), (13) и (14), получаем

$$\begin{aligned} E \bar{g}_n(x) &= \sum_{k=0}^n (-1)^k f^{(2k)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} + \frac{h^2}{2} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 K(x) dx \times \\ &\times \sum_{k=0}^n (-1)^k f^{(2k+2)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} - \frac{h_1^2 \sigma^2 t_n}{6} \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^k f^{(2k+4)}(x) \frac{(\sigma^2 t_n)^k}{2^k k!} + \\ &+ O\left(\frac{h^3}{(1-t_n)^2}\right) + O\left(\frac{h_1^2 h^2}{(1-t_n)^4}\right) + O\left(\frac{h_1^3}{(1-t_n)^5}\right). \end{aligned} \quad (15)$$

Теперь предположим, что $g(x)$ имеет непрерывную и ограниченную производную второго порядка и $h=h_1$, кроме того, h и t_n подобраны так, что $h(1-t_n)^{-2} \rightarrow 0$. Тогда из (15)

$$E \bar{g}_n(x) \sim g(x) + \frac{1}{2} (1-t_n) g''(x) \sigma^2.$$

Таким образом, мы получили асимптотическое разложение $E \bar{g}_n(x)$. Заметим, что предположения, наложенные на $g(x)$ и $K(x)$, не нужны для корректности оценки $\bar{g}_n(x)$, т. е. для $E \bar{g}_n(x) \rightarrow g(x)$. Достаточно лишь потребовать, чтобы

$$1) h_1^2 (1-t_n)^{-3} \rightarrow 0, \quad 2) h(1-t_n)^{-1} \rightarrow 0, \quad 3) \int_{-\infty}^{\infty} x^2 K(x) dx < \infty.$$

Теперь рассмотрим дисперсию $\bar{g}_n(x)$: $D \bar{g}_n(x) = E[\bar{g}_n(x)]^2 - [E \bar{g}_n(x)]^2$. Нетрудно видеть, что

$$\begin{aligned} E[\bar{g}_n(x)]^2 &= \sum_{k=0}^n \sum_{r=0}^n (-1)^{k+r} \frac{(\sigma^2 t_n)^{k+r}}{2^{k+r} k! r!} \frac{1}{(4h_1^2)^{k+r}} \sum_{i=0}^{2k} \sum_{s=0}^{2r} (-1)^{i+s} \binom{2k}{i} \binom{2r}{s} \times \\ &\times \frac{1}{nh^2} \int_{-\infty}^{\infty} K\left(\frac{x + (k-i)2h_1 - y}{h}\right) K\left(\frac{x + (r-s)2h_1 - y}{h}\right) f(y) dy + \\ &+ [E\bar{g}_n(x)]^2 \left(1 - \frac{1}{n}\right) = \Sigma + [E\bar{g}_n(x)]^2 \left(1 - \frac{1}{n}\right). \end{aligned}$$

Тогда $D\bar{g}_n(x)$ примет вид

$$D\bar{g}_n(x) = \Sigma - \frac{1}{n} [E\bar{g}_n(x)]^2.$$

Оценим теперь Σ :

$$|\Sigma| < A \frac{1}{nh} \left\{ \sum_{k=0}^n \left(\frac{\sigma^2 t_n}{2h_1^2} \right) \frac{1}{k!} \right\}^2 < A \frac{1}{nh} e^{\frac{\sigma^2 t_n}{h_1^2}},$$

так как

$$\int_{-\infty}^{\infty} K\left(\frac{x + (k-j)2h_1 - y}{h}\right) K\left(\frac{x + (r-s)2h_1 - y}{h}\right) f(y) dy < Ah.$$

Таким образом,

$$D\bar{g}_n(x) = O\left(\frac{1}{nh} e^{\frac{\sigma^2}{h_1^2}}\right).$$

Сформулируем следующую теорему.

Теорема 1. Пусть $\int_{-\infty}^{\infty} x^2 K(x) dx$. Если при возрастании n

выполняются условия

$$1) \quad h(1 - t_n)^{-1} \rightarrow 0,$$

$$2) \quad h_1^2(1 - t_n)^{-3} \rightarrow 0,$$

$$3) \quad \frac{1}{nh} e^{\sigma^2/h_1^2} \rightarrow 0,$$

то $\bar{g}_n(x)$ является состоятельной оценкой плотности вероятности $g(x)$.

Условия 1, 2 и 3 выполняются, например, если

$$h = \frac{1}{(\log n)^\gamma}, \quad h_1 = \frac{a}{(\log n)^{1/2}}$$

и

$$t_n = 1 - \frac{1}{(\log n)^\alpha}$$

при

$$a > \sigma, \quad 0 < \alpha < \gamma, \quad \gamma > 0, \quad 0 < \alpha < \frac{1}{3}.$$

Справедлива

Теорема 2. Пусть характеристическая функция $\psi(t)$, соответствующая $K(x)$, абсолютно интегрируема. Если плотность распределения $g(x)$ равномерно непрерывна, ограничена и, кроме того, выполняются условия

1)

$$h(1 - t_n)^{-1} \rightarrow 0,$$

2)

$$h_1^2(1 - t_n)^{-3} \rightarrow 0,$$

3)

$$\frac{1}{nh^2} e^{\sigma^2/h_1^2} \rightarrow 0,$$

то для любого $\varepsilon > 0$

$$P \left\{ \sup_{-\infty < x < \infty} |\bar{g}_n(x) - g(x)| > \varepsilon \right\} \rightarrow 0$$

при возрастании n .

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

Тбилиси

(Поступило в редакцию 14.12.1963)

მათემატიკა

მ. ნაღარაძე

კომპოზიციის კომპონენტის შეფასება

რ ე ხ ი უ მ ე

შრომში აგებულია სტატისტიკა კომპოზიციის კომპონენტის შესაფასებლად. შესწავლილია ამ სტატისტიკის რიგი თვისებები, ასიმპტოტურად გადაუდგილებადი და ძალდებული. დამტკიცებულია ამასთანავე თეორემა ამ სტატისტიკის თანაბრად ჩაუნაცვლებადობის შესახებ.

ქვემოთხეული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. E. Parzen. On estimation of a probability density function and mode. *Annals Math. Statist.*, 33, 3, 1962.
2. Э. А. Надарая. Об оценке плотностей распределения случайных величин. *Сообщения АН ГССР*, XXXII:2, 1963.
3. P. Rooney. On the inversion of the Gauss transformation. *Canadian Journal of Math.*, IX, 3, 1957.
4. Erdélyi. *Higher transcendental functions*, vol. 2. New-York, 1953.

А. ПУЛЬТР

О ТЕОРИИ ГОМОЛОГИЙ ЧАСТИЧНО УПОРЯДОЧЕННЫХ МНОЖЕСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 15.12.1962)

В данной заметке приведены некоторые результаты работы [1] в терминологии частично упорядоченных множеств (в дальнейшем ч. у. множества) и доказаны некоторые свойства теории гомологий, определенной на категории пар ч. у. множеств.

§ 1.

Теорема. Существует изофунктор категории дискретных пространств (и всех их непрерывных отображений) на категорию множеств с рефлексивным транзитивным отношением (и всех их монотонных отображений), такой, что при нем образом категории дискретных T_0 -пространств (конечных дискретных пространств, конечных дискретных T_0 -пространств) является категория ч. у. множеств (конечных множеств с рефлексивным транзитивным отношением (в дальнейшем РТО), конечных ч. у. множеств).

Доказательство. Пусть (X, Cl) , где Cl —оператор замыкания, — дискретное пространство. На множестве X введем отношение $<$ по правилу $x < y \Leftrightarrow x \in Cl(y)$. Отношение $<$, очевидно, рефлексивно и транзитивно. Если отображение $(X, Cl_1) \rightarrow (Y, Cl_2)$ непрерывно, то оно монотонно, как отображение $(X, <_1) \rightarrow (Y, <_2)$ (см. [1], § 1). С другой стороны, если $(X, <)$ —множество с РТО, то правило $Cl(x) = \{y \mid y < x\}$ определяет оператор замыкания в множестве X и превращает его в дискретное пространство. Монотонное отображение $(X, <_1) \rightarrow (Y, <_2)$ является при этом построении топологий непрерывным отображением соответствующих пространств. Легко видеть, что композиции описанных функторов в обоих направлениях являются тождественными функторами соответствующих категорий. Остальное легко проверяется.

Следствие. Теорию гомологий, определенную на категории пар дискретных пространств (пар конечных дискретных пространств, пар дискретных T_0 -пространств, пар конечных дискретных T_0 -пространств), можно перенести на категорию пар множеств с РТО (пар конечных множеств с РТО, пар ч. у. множеств, пар конечных ч. у. множеств).



По образцу определения из [1], определим теорию гомологий на категории пар множеств с РТО следующим образом. Пусть $(X, <)$ —множество с РТО. Элементарной n -цепью назовем неубывающую последовательность (x_0, \dots, x_n) элементов из X . Пусть G —абелева группа. Обозначим через $C_n(X; G)$ множество формальных комбинаций конечных семейств элементарных n -цепей с коэффициентами из G с очевидным образом определенным сложением. Определим еще $C_n(\otimes) = 0$, $C_k(X; G) = 0$ для $k < 0$ (или $C_{-1}(X; G) = G$, $C_k(X; G) = 0$ для $X \neq \otimes$, $k < -1$). Определим, далее, операторы $d_n: C_n(X) \rightarrow C_{n-1}(X)$ по формуле

$$d_n(g(x_0, \dots, x_n)) = \sum_{i=0}^n (-1)^i g(x_0, \dots, \widehat{x_i}, \dots, x_n),$$

$d_n = 0$ для $n \leq 0$ (или, еще, d_0 определим формулой $d_0(g(x_0)) = g$).

Если X, Y —множества с РТО, $f: X \rightarrow Y$ —монотонное отображение, определим гомоморфизмы $f_n: C_n(X; G) \rightarrow C_n(Y; G)$ формулой $f_n(g(x_0, \dots, x_n)) = g(f(x_0), \dots, f(x_n))$ (или, еще, $f_{-1}(g) = g$).

Если (X, A) —пара множеств с РТО, определим

$$C_n(X, A; G) = C_n(X; G) / C_n(A; G).$$

Определим, теперь, оператор $d: C_n(X; A) \rightarrow C_{n-1}(X, A)$ формулой $\bar{d}_n([\alpha]) = [d_n(\alpha)]$; подобным образом определим гомоморфизмы \bar{f}_n для монотонного отображения $f: (X, A) \rightarrow (Y, B)$.

Система $\{C_n(X, A; G), \bar{d}_n\}$ является цепным комплексом в смысле [2]; если $f: (X, A) \rightarrow (Y, B)$ монотонно, то система $\{\bar{f}_n\}$ является отображением соответствующих комплексов. Группы гомологий комплекса $\{C_n(X, A; G), \bar{d}_n\}$ назовем группами гомологий пары (X, A) с коэффициентами в G , если считаем $C_{-1}(X; G) = 0$, и приведенными группами гомологий, если считаем $C_{-1}(X; G) = G$. (в замечании 2.7 в [1] следует читать $C_{-1}(X; G)$ вместо $C_{-1}(X, A; G)$ и d_0 вместо \bar{d}_{-1}), а гомоморфизмы групп гомологий, индуцированные семейством $\{f_n\}$, назовем гомоморфизмами, индуцированными отображением f .

Будем пользоваться обозначениями $H_n(X, A; G)$ (или $H_n(X, A)$, если недоразумение невозможно), f_{*n} и $\partial(n, X, A)$ для групп гомологий, индуцированных гомоморфизмов и граничных гомоморфизмов, $Z_n(X, A)$, $B_n(X, A)$ для групп циклов и границ соответственно. Для простоты будем далее обозначать приведенные группы гомологий через $H^n(X, A)$, хотя они при положительных n не отличаются от $H_n(X, A)$.

В введенной теории гомологий, если мы в дальнейшем ограничимся только категорией пар ч. у. множеств, имеют место следующие утверждения:

- 1) Для тождественного f все f_{*n} также тождественны.
- 2) $(gf)_{*n} = g_{*n} f_{*n}$.
- 3) Если $f : (X, A) \rightarrow (Y, B)$ монотонно, то

$$\partial(n, Y, B) \cdot f_{*n} = g_{*n-1} \cdot \partial(n, X, A),$$

где g — отображение A в B , определенное отображением f .

- 4) Для любой пары (X, A) последовательность

$$\dots \rightarrow H_n(A) \xrightarrow{i_*} H_n(X) \xrightarrow{j_*} H_n(X, A) \xrightarrow{\partial} H_{n-1}(A) \rightarrow \dots,$$

где $i : A \rightarrow X$, $j : X \rightarrow (X, A)$ — вложения, является точной.

- 5) Если $f, g : (X, A) \rightarrow (Y, B)$ — монотонные отображения, такие, что f мажорирует g , то $f_* = g_*$.

- 6) Пусть U — такое подмножество A , что

$$\{x \mid \exists y \in X, \exists u \in U, x < y, u < y\} \subset A, f : (X - U, A - U) \rightarrow (X, A)$$

является вложением. Тогда f_{*n} — изоморфизмы.

- 7) Если X состоит из одного элемента, то

$$H_n(X; G) = 0 \text{ для } n > 0, H_0(X; G) \approx G.$$

8) Обозначим через $\mathfrak{B}(X)$ множество всех конечных, строго возрастающих последовательностей элементов из X , упорядоченное вложением. Обозначим через α_x отображение $\mathfrak{B}(X) \rightarrow X$, определенное формулой $\alpha_x(x_0, \dots, x_n) = x_n$. Очевидно, α_x монотонно. Если (X, A) — пара ч. у. множеств, то определим $\mathfrak{B}(X, A) = (\mathfrak{B}(X), \mathfrak{B}(A))$. Это определение, на самом деле, корректно. Естественным образом определим отображение: $\alpha_{(X, A)}$. Если $f : X \rightarrow Y$, определим $\mathfrak{B}(f) : \mathfrak{B}(X) \rightarrow \mathfrak{B}(Y)$ правилом $\mathfrak{B}(f)(x_0, \dots, x_n)$ есть максимальная простая подпоследовательность последовательности $(f(x_0), \dots, f(x_n))$. Естественным образом можно доопределить $\mathfrak{B}(f)$ для $f : (X, A) \rightarrow (Y, B)$. Тогда для всякого n семейство $\{\alpha_{(X, A)}\}_{*n}$ является естественным изоморфизмом между функторами $H_n \circ \mathfrak{B}$ и H_n . Кроме того, диаграмма типа

$$\begin{array}{ccc} H_n(\mathfrak{B}(X, A)) & \xrightarrow{(\alpha_{(X, A)})_{*n}} & H_n(X, A) \\ \downarrow \partial(\mathfrak{B}(X, A), n) & & \downarrow \partial(X, A, n) \\ H_{n-1}(\mathfrak{B}(A)) & \xrightarrow{(\alpha_A)_{*n}} & H_{n-1}(A) \end{array}$$

всегда коммутативна.

Утверждения 1) — 4), 6), 7) отвечают соответствующим аксиомам из [2], утверждение 8) — свойству B'' из [1]. Утверждение 5) в общем случае вытекает из аксиомы гомотопии, а в случае конечных множеств X, Y с ней эквивалентно. Значит, имеет место теорема единственности

теории гомологий, определенной на категории конечных ч. у. множеств и удовлетворяющей требованиям 1) — 8) (см. [1], §§ 5, 6).

§ 2.

Лемма. Пусть $n > 0$, $\alpha \in Z_n(X; G)$, $\alpha = \sum a_i(x_{0i}, \dots, x_{ni})$. Если существует $y \in X$, такой, что для всяких i, j , $x_{ij} < y$ (соответственно $y < x_{ij}$), то α гомологичен нулю.

Доказательство. Обозначим через R множество всех элементов, встречающихся в записи α . Пусть $\varphi: R \rightarrow X$ — вложение, $\psi: R \rightarrow X$ определено формулой $\psi(x) = y$. Тогда в силу 5), § 1, $\alpha = \varphi_n(\alpha)$ гомологичен $\psi_n(\alpha) = \sum a_i(y, \dots, y)$, которое гомологично нулю в $Z_n(\psi)$ и тем более в $Z_n(X)$.

Следствие. Направленное множество имеет нулевые гомологические группы положительной размерности.

Теорема. Пусть A, B — дизъюнктные ч. у. множества, а $X = A \cup B$ задается с частичным упорядочением, определенным следующим образом: $a < b$ тогда и только тогда, когда или $a, b \in A$, $a < b$ в A , или $a, b \in B$, $a < b$ в B . Тогда

$$H_n(X) \approx H_n(A) + H_n(B).$$

Доказательство вполне аналогично доказательству теоремы о гомологических группах дизъюнктного объединения топологических пространств [2].

В дальнейшем ограничимся только случаем целочисленных коэффициентов.

Теорема. Пусть A, B — дизъюнктные ч. у. множества, а $X = A \cup B$ берется с частичным упорядочением, определенным следующим образом: $a < b$ тогда и только тогда, когда или $a, b \in A$, $a < b$ в A , или $a \in A$, $b \in B$, или $a, b \in B$, $a < b$ в B . Тогда

$$H'_n(X) \approx \sum_{k+l=n-1} H'_k(A) \otimes H'_l(B) + \sum_{k+l=n-2} \text{Tor}(H_k(A), H'_l(B)).$$

Доказательство. Обозначим $M_k = C_{k-1}(A)$, $N_k = C_{k-1}(B)$. Тогда $M = \sum M_k$, $N = \sum N_k$ — положительно градуированные модули. Имея в виду определение частичной упорядоченности в X , находим, что $\alpha = 1 \cdot (x_0, \dots, x_n) \in C_n(X)$ удовлетворяет одному из следующих условий:

- 1) $x_i \in A$ для всех i ,
- 2) $x_i \in A$ для $i \leq k$, $x_i \in B$ для $i > k$ ($0 \leq k < n$),
- 3) $x_i \in B$ для всех i .

В первом случае определим $\varphi(\alpha) = 1 \cdot (x_0, \dots, x_n) \otimes 1$, во втором $\varphi(\alpha) = 1 \cdot (x_0, \dots, x_k) \otimes 1 \cdot (x_{k+1}, \dots, x_n)$, в третьем $\varphi(\alpha) = 1 \otimes 1 \cdot (x_0, \dots, x_n)$. Кроме того, определим $\varphi(1) = 1 \otimes 1$.

Таким образом определенное отображение φ отображает $C_{k-1}(X)$ изоморфно на $\sum_{i+j=k} M_i \otimes N_j = (M \otimes N)_k$. Если мы обозначим $L_k = C_{k-1}(X)$,

φ отображает изоморфно L_k на $(M \otimes N)_k$. Обозначим: d, d', d'' — дифференциальные операторы в L, M, N соответственно, \bar{d} — полный дифференциальный оператор в $M \otimes N$ относительно операторов d', d'' . Легко доказать, что $\varphi d = \bar{d} \varphi$; следовательно,

$$\begin{aligned} H_n(X) &= H_{n+1}(L) \approx H_{n+1}(M \otimes N) \approx \sum_{p+q=n+1} H_p(M) \otimes H_q(N) \dot{+} \\ &\dot{+} \sum_{p+q=n} \text{Tor}(H_p(M), H_q(N)) = \sum_{p+q=n+1} H_{p-1}(A) \otimes H_{q-1}(B) \dot{+} \\ &\dot{+} \sum_{p+q=n} \text{Tor}(H_{p-1}(A), H_{q-1}(B)) = \sum_{k+l=n-1} H_k(A) \otimes H_l(B) \dot{+} \\ &\dot{+} \sum_{k+l=n-2} \text{Tor}(H_k(A), H_l(B)). \end{aligned}$$

Замечание. Последняя теорема, даже в случае конечных ч. у. множеств, не вытекает из утверждений 1) — 7), § 1. Существует такая теория гомологий, удовлетворяющая требованиям 1) — 7) (но, конечно, не удовлетворяющая требованию 8)), что для нее последняя теорема не имеет места.

Карлов университет
Прага, Чехословакия

(Поступило в редакцию 15.12.1962)

გამომცემი

ბ. კულტაძე

ნაწილობრივ დასაბუთებულ სიმრავლეთა ჰომოლოგიის
თეორიის შესახებ

რეზიუმე

ნაწილობრივ დასაბუთებულ სიმრავლეთა წყვილების კატეგორიაზე აგებულია გარკვეული ჰომოლოგიის თეორია და დამტკიცებულია მისი ზოგი თვისება; სახელდობრ, დამტკიცებულია ეილენბერგ-სტინროდის აქსიომების ანალოგები, სხვადასხვანაირად დასაბუთებული ნაერთის ჰომოლოგიის ჯგუფების გამოსახვა შესაქრებთა ჰომოლოგიის ჯგუფებით და სხვა.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. Pultr. On the Homology Theory of Discrete Spaces. CMUC (Commentationes Mathematicae Universitatis Carolinae), 3, 3, 1962, 23—43.
2. S. Eilenberg and N. Steenrod. Foundations of Algebraic Topology. Princeton University Press, 1952.
3. H. Cartan and S. Eilenberg. Homological Algebra. Princeton University Press, 1956.



МАТЕМАТИКА

А. Э. ДРАЧИНСКИЙ

ОБ ОДНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ РИМАНА —
 ПРИВАЛОВА ДЛЯ КРУГА

(Представлено академиком Н. П. Векуа 9. 6. 1963)

§ 1. Пусть E^+ обозначает единичный круг $|z| < 1$, Γ — окружность $|z| = 1$, а E^- — область, дополняющую $E^+ + \Gamma$ до полной плоскости. Пусть, далее, на Γ задана функция $G(t)$, определенная формулой

$$G(t) = \frac{\prod_{i=1}^m (t - a_i)^{\lambda_i}}{\prod_{j=1}^n (t - b_j)^{\mu_j}} \prod_{k=1}^l \ln^{\nu_k} (t - c_k) G_1(t), \quad (1)$$

где λ_i, μ_j, ν_k — произвольные комплексные числа, причем

$$\begin{aligned} 0 < \operatorname{Re} \lambda_i < 1, \quad i = 1, \dots, m, \\ 0 < \operatorname{Re} \mu_j < 1, \quad j = 1, \dots, n, \end{aligned} \quad (2)$$

функция $G_1(t)$ отлична от нуля всюду на Γ и принадлежит классу⁽¹⁾ $D(\Gamma; d_1, \dots, d_h)$, $a_1, \dots, a_m, b_1, \dots, b_n, c_1, \dots, c_l, d_1, \dots, d_h$ — некоторые точки окружности Γ , а $(t - a_i)^{\lambda_i}, (t - b_j)^{-\mu_j}, \ln^{\nu_k} (t - c_k)$ — граничные значения из E^+ каких-либо ветвей функций $(z - a_i)^{\lambda_i}, (z - b_j)^{-\mu_j}, \ln^{\nu_k} (z - c_k)$ соответственно.

Ясно, что всегда можно подобрать комплексные числа $\sigma_s (s = 1, \dots, h)$ так, чтобы

$$\frac{G_1(d_s - 0)}{G_1(d_s + 0)} = e^{2\pi i \sigma_s}, \quad s = 1, \dots, h, \quad (3)$$

причем по произволу можно удовлетворить одному из двух неравенств

$$-1 < \operatorname{Re} \sigma_s < 0, \quad (4)$$

$$0 < \operatorname{Re} \sigma_s < 1. \quad (5)$$

Введем обозначения:

$$\alpha_i = \operatorname{Re} \lambda_i, \quad \beta_j = \operatorname{Re} \mu_j, \quad \gamma_s = |\operatorname{Re} \sigma_s|. \quad (6)$$

Пусть $\Phi(z)$ обозначает функцию, аналитическую на разрезанной вдоль Γ плоскости, за исключением, быть может, бесконечно удаленной

⁽¹⁾ В настоящей работе обозначения и термины заимствованы из работы Б. В. Хведелидзе [1].

точки. Если $\Phi^-(t) \in L_p(\Gamma; \rho)$ ($\Phi^+(t) \in L_p(\Gamma; \rho)$), то будем говорить, что $\Phi(\chi)$ принадлежит классу $L_p(\Gamma^-; \rho)$ ($L_p(\Gamma^+; \rho)$). Если одновременно $\Phi^-(t) \in L_p(\Gamma; \rho)$ и $\Phi^+(t) \in L_p(\Gamma; \rho)$, то скажем, что $\Phi(\chi)$ принадлежит классу $L_p(\Gamma; \rho)$.

Рассмотрим теперь разрывную граничную задачу Римана — Привалова в следующей постановке:

Найти функцию $\Phi(\chi)$, принадлежащую классу

$$L \left(\Gamma^-; \prod_{s=1}^{h_1} |t - d_s|^{-\gamma_s}, \prod_{s=h_1+1}^h |t - d_s|^{\gamma_s^{(p-1)}} \right)$$

и представляемую интегралом типа Коши с линией скачков Γ и некоторой главной частью на бесконечности, если ее угловые граничные значения почти всюду на Γ удовлетворяют условию

$$\Phi^+(t) = G(t)\Phi^-(t) + g(t), \quad (7)$$

где $G(t)$ и $g(t)$ — заданные на Γ функции, причем $G(t)$ определена формулой (1), а

$$g(t) \in L_p \left(\Gamma; \prod_{i=1}^m |t - a_i|^{-\alpha_i} \prod_{s=1}^{h_1} |t - d_s|^{-\gamma_s} \prod_{s=h_1+1}^h |t - d_s|^{\gamma_s^{(p-1)}} \times \right. \\ \left. \times \prod_{j=1}^n |t - b_j|^{\beta_j^{(p-1)}} \right).$$

где $p = 1 + \varepsilon$, ε — произвольно малое положительное число.

При этом предполагается, что в точках $d_s (s = 1, \dots, h_1)$ выполняется неравенство (5), а в точках $d_s (s = h_1 + 1, \dots, h)$ — неравенство (4), $h_1 < h$.

Таким образом, в окрестностях точек $d_s (s = h_1 + 1, \dots, h)$ $\Phi^-(t)$ может быть несуммируемой функцией вида $\Phi^-(t) = |t - d_s|^{-\gamma_s} \varphi(t)$, где $\varphi(t)$ — суммируемая функция.

На основании результатов работ [1], [2] доказывается, что задача (7) всегда разрешима в классе

$$L \left(\Gamma^-; \prod_{s=1}^{h_1} |t - d_s|^{-\gamma_s}, \prod_{s=h_1+1}^h |t - d_s|^{\gamma_s^{(p-1)}} \right)$$

и все ее решения в указанном классе представляются формулой

$$\Phi(\chi) = \frac{X(\chi)}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{g(t) dt}{X^+(t)(t - \chi)} + X(\chi)P(\chi), \quad (8)$$

где

$$X(\zeta) = \begin{cases} \frac{\prod_{i=1}^m (\zeta - a_i)^{\lambda_i} \prod_{k=1}^l \ln^{\nu_k} (\zeta - c_k)}{\prod_{j=1}^n (\zeta - b_j)^{\mu_j}} \prod_{s=1}^h (\zeta - d_s)^{\sigma_s} e^{H(\zeta)} & \text{при } \zeta \in E^+, \\ \zeta^{-\kappa} \prod_{s=1}^h \left(\frac{\zeta - d_s}{\zeta} \right)^{\sigma_s} e^{H(\zeta)} & \text{при } \zeta \in E^-, \end{cases}$$

$$H(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\ln \left[t^{-\kappa} \prod_{s=1}^h t^{-\sigma_s} G_1(t) \right]}{t - \zeta} dt,$$

$$\kappa = \frac{1}{2\pi i} \left[\ln \prod_{s=1}^h t^{-\sigma_s} G_1(t) \right]_{\Gamma}, \quad (*)$$

$P(\zeta)$ — произвольная целая функция.

Число κ , определяемое формулой (*), назовем индексом функции $G(t)$.

Из формулы (8) следует, что решения рассматриваемой задачи обладают следующими свойствами:

$$\begin{aligned}
 \Phi^+(t) \in L_p \left(\Gamma - \delta; \prod_{i=1}^m |t - a_i|^{-\alpha_i} \prod_{s=1}^{h_1} |t - d_s|^{-\gamma_s} \times \right. \\
 \left. \times \prod_{s=h_1+1}^h |t - d_s|^{\gamma_s(p-1)} \prod_{j=1}^n |t - b_j|^{\beta_j(p-1)} \right), \\
 \Phi^+(t) \in L_{p_1}(\delta),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi^-(t) \in L_p \left(\Gamma - \delta; \prod_{i=1}^m |t - a_i|^{\alpha_i(p-1)} \prod_{s=1}^{h_1} |t - d_s|^{-\gamma_s} \times \right. \\
 \left. \times \prod_{s=h_1+1}^h |t - d_s|^{\gamma_s(p-1)} \prod_{j=1}^n |t - b_j|^{\beta_j(p-1)} \right), \\
 \Phi^-(t) \in L_{p_1}(\delta),
 \end{aligned}$$

где δ обозначает объединение окрестностей точек c_k ($k=1, \dots, l$), а p_1 — произвольное положительное число, удовлетворяющее условию $0 < p_1 < p$.

В силу формулы (8), все решения однородной задачи

$$\Phi^+(t) = G(t)\Phi^-(t) \quad (7a)$$

даются формулой

$$\Phi(\zeta) = X(\zeta)P(\zeta).$$

Из последней формулы выводим, что любое решение задачи (7), принадлежащее классу

$$L\left(\Gamma^-; \prod_{s=1}^{h_1} |t - d_s|^{-\gamma_s}; \prod_{s=h_1+1}^h |t - d_s|^{\gamma_s(p-1)}\right),$$

является кусочно-голоморфной функцией и принадлежит классу $L_p(\Gamma)$,

где $p < \frac{1}{\alpha_0}$ и

$$\alpha_0 = \max(\beta_1, \dots, \beta_n, \gamma_{h_1+1}, \dots, \gamma_h).$$

§ 2. Рассмотрим теперь следующую разрывную граничную задачу Римана — Гильберта:

Найти функцию $\Phi(\zeta) = u + iv$, представимую в E^+ интегралом Коши, по граничному условию

$$\operatorname{Re}[(a + ib)\Phi^+] \equiv au - bv = c \quad \text{почти всюду на } \Gamma, \quad (9)$$

где a, b, c — заданные на Γ действительные функции, принадлежащие классу $D(\Gamma; d_1, \dots, d_h)$, причем $a^2(t) + b^2(t) \neq 0$ всюду на Γ , а $c(t) \in L_p(\Gamma)$.

Под областью E^+ мы, как и выше, подразумеваем единичный круг $|\zeta| < 1$.

Принимая во внимание результаты, полученные в § 1, и повторяя с незначительными изменениями рассуждения, приведенные в работе [1] (§ 2, гл. II), доказываем следующее утверждение:

$$\text{Если } \frac{1}{2\pi i} \left[\ln \prod_{s=1}^h \frac{t^{-\sigma_s}(b + ia)}{b - ia} \right]_{\Gamma} > 0, \text{ то задача Римана — Гильберта (9)}$$

всегда разрешима в классе функций, представимых в E^+ интегралами Коши, и все ее решения представляются формулой

$$\begin{aligned} \Omega(\zeta) = & \frac{X(\zeta)}{2\pi i} \left[\int_{\Gamma} \frac{c(t)dt}{(a + ib)X^+(t)(t - \zeta)} + \zeta^{\alpha} \int_{\Gamma} \frac{t^{-\alpha} c(t) dt}{(a + ib)X^+(t)(t - \zeta)} \right] - \\ & - \frac{\zeta^{\alpha} X(\zeta)}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{t^{-\alpha} c(t)}{(a + ib)X^+(t)} \frac{dt}{t} + Q_{\alpha}(\zeta) X(\zeta), \end{aligned} \quad (10)$$

где

$$\begin{aligned} X(\zeta) &= \begin{cases} \nu e^{h(\zeta)} & \text{при } \zeta \in E^+, \\ \nu e^{h(\zeta)} & \text{при } \zeta \in E^-, \end{cases} \\ h(\zeta) &= \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\ln [t^{-\alpha} (b + ia)(b - ia)^{-1}]}{t - \zeta} dt, \end{aligned}$$

причем постоянная γ подобрана так, что

$$X\left(\frac{1}{\bar{z}}\right) = z^\kappa X(z),$$

а $Q_\kappa(z)$ обозначает произвольный полином степени κ , коэффициенты C_k которого удовлетворяют условиям

$$C_k = \bar{C}_{\kappa-k}, \quad k=0, 1, \dots, \kappa.$$

Если $\kappa < 0$, то задача (9) имеет решение тогда и только тогда, когда выполнены условия

$$\int_{\Gamma} \frac{t^k c(t) dt}{(a+ib)X^+(t)} = 0, \quad k=0, 1, \dots, -\kappa-2.$$

Если эти условия выполнены, то задача (9) имеет единственное решение, представимое формулой (10), в которой $Q_\kappa(z) \equiv 0$.

Из формулы (10) непосредственно получаем следующие следствия:

Всякое решение однородной разрывной задачи

$$\operatorname{Re}[(a+ib)\Phi^+(z)] = 0 \quad (9_0)$$

непрерывно продолжимо вплоть до границы Γ . Если $\kappa \geq 0$, то задача (9₀) имеет $\kappa + 1$ линейно независимых решений (над полем действительных чисел). Если $\kappa < 0$, то задача (9₀) не имеет решений, отличных от тривиального.

Грузинский политехнический институт им. В. И. Ленина

(Поступило в редакцию 9. 6. 1963)

გამომცემი

ა. ღარიბაიძე

რიმან — პრივალოვის ერთი სასაზღვრო ამოცანის
შესახებ წრის შემთხვევაში

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომაში განხილულია რიმან — პრივალოვის (7) და რიმან — ჰილბერტის (9) სასაზღვრო ამოცანები. ნახვენებია, რომ ამ ამოცანებთან დაკავშირებით [1] შრომაში დადგენილი შედეგები შეიძლება საგრძნობლად განზოგადდეს, ფუნქციათა იმ კლასების გაფართოების ხარჯზე, რომელთაც აღნიშნულ ამოცანებში საძიებელი ფუნქციის სასაზღვრო მნიშვნელობები უნდა ეკუთვნოდეს.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Б. В. Хведелидзе. Линейные разрывные граничные задачи теории функций, сингулярные интегральные уравнения и некоторые их приложения. Труды Тбилисского мат. ин-та АН ГССР, т. XXIII, 1956.
2. И. И. Привалов. Граничные свойства аналитических функций, 2-ое изд. М., 1950.



где t — произвольная точка контура $L = L_0 + L_1 + L_2$, а C_j ($j=0, 1, 2$) — некоторые вещественные постоянные, подлежащие определению.

Помножим обе части уравнения (1) на $(2\pi i(t-\chi))^{-1} dt$ и проинтегрируем его по контуру L , считая обход последнего в положительном направлении относительно области S . В результате получим

$$\frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\varphi(t) + i\bar{\varphi}'(t)}{t-\chi} dt = \begin{cases} pr \left((-1)^j \frac{r}{\chi + (-1)^{j+1}a} - C_j \right) \text{ внутри } L_j (j=1,2), \\ pr \left(\frac{r}{\chi-a} - \frac{r}{\chi+a} - C_0 \right) \text{ внутри } L_0. \end{cases} \quad (2)$$

Введем в рассмотрение функции

$$\alpha_k = \frac{a_k}{a_k + (\chi - a)}, \beta_k = \frac{b_k}{b_k + \chi}, \vartheta_k = \frac{a_k}{a_k - (\chi + a)}, a_k = r\mu'_k, b_k = r\mu_k, \quad (3)$$

где μ'_k и μ_k — цепные дроби, определяемые из следующих формул:

$$\begin{aligned} \mu'_{3k-2} &= \frac{2\varepsilon}{1 - 2\varepsilon\mu_{2k-1}}, \mu'_{3k-1} = \frac{2\varepsilon}{1 + 2\varepsilon\mu_{2k-1}}, \mu'_{3k} = \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon\mu'_k}, \\ \mu_{2k-1} &= \frac{2\varepsilon}{1 - 2\varepsilon\mu'_k}, \mu_{2k} = -\mu_{2k-1}, \varepsilon = \frac{r}{2a}, \mu'_1 = \mu_1 = \frac{1 - \sqrt{1 - 16\varepsilon^3}}{4\varepsilon}. \end{aligned} \quad (4)$$

$(k = 1, 2, \dots;)$

Очевидно, функции α_k , β_k и ϑ_k регулярны соответственно вне L_1 , L_0 и L_2 .

Введем далее обозначения

$$\begin{aligned} \xi_k^{-1} &= -\mu'_k \cdot \mu'_{3k}, \xi_{2k-1}^{-1} = -\mu_{2k-1} \cdot \mu'_{3k-2}, \xi_{2k}^{-1} = -\mu_{2k} \cdot \mu'_{3k-1}, \\ \xi_k''^{-1} &= -\mu'_k \cdot \mu_{2k-1}. \end{aligned} \quad (5)$$

Функцию $\varphi(\chi)$ будем искать в виде

$$\begin{aligned} \varphi(\chi) &= pr \sum_{k=1}^2 \sum_{m=1}^s \left\{ A_{km} (\alpha_k^m + \vartheta_k^m) + A_{3k, m} (\alpha_{3k}^m + \vartheta_{3k}^m) + \right. \\ &\quad \left. + B_{2k-1, m} (\beta_{2k-1}^m + \beta_{2k}^m) \right\}, \end{aligned} \quad (6)$$

где A_{km} и B_{km} — вещественные коэффициенты, подлежащие определению, а s — некоторые фиксированные числа, зависящие от индекса k .

Заменим в уравнениях (2) функцию $\varphi(\chi)$ ее выражением (6) и вычислим интегралы, стоящие в левой части уравнений (2). Будем иметь

$$- \sum_{k=1}^2 \sum_{m=1}^s \left\{ A_{km} (1 + \xi_k''^{-m}) + A_{3k, m} (1 + \xi_{3k}^{-m}) + \right.$$

$$\begin{aligned}
 & + B_{2k-1, m} \left(\xi_{2k-1}^{-m} + \xi_{2k}^{-m} \right) + \left(-\xi_k \right)^m \left(\sum_{k_1=m}^s C_{k_1}^m A_{k_1, k_1} \right) \beta_k^m - \\
 & - F_{2k-1, m} \beta_{2k-1}^m - F_{2k, m} \beta_{2k}^m - f'_{3k, m} \left(\beta_{6k-1}^m + \beta_{6k}^m \right) + \\
 & + \left(\left(-\xi'_k \right)^m \sum_{k_1=m}^s C_{k_1}^m A_{3k, k_1} - F'_{km} \right) \alpha_k^m - F'_{3k, m} \alpha_{3k}^m - f'_{3k, m} \alpha_{9k}^m \Big\} + (7) \\
 & + \sum_{m=1}^s \left(f_{3m} \alpha_4^m + f_{4m} \alpha_5^m \right) - \frac{r}{\zeta - a} \sum_{k=1}^2 \left(\mu'_k g'_{k1} + \mu'_{3k} g'_{3k, 1} - \right. \\
 & \left. - \mu'_{3k-2} f_{2k-1, 1} - \mu'_{3k-1} f_{2k, 1} \right) = \frac{r}{\zeta - a} - C_2
 \end{aligned}$$

внутри L_2 ,

$$\begin{aligned}
 & - \sum_{k=1}^2 \sum_{m=1}^s \left\{ 2 \left(B_{2k-1, m} + A_{km} \xi_k^{-m} \right) + \right. \\
 & + \left. \left(\left(\xi - \xi''_k \right)^m \sum_{k_1=m}^s C_{k_1}^m B_{2k-1, k_1} - F''_{km} \right) \left(\alpha_k^m + \vartheta_k^m \right) - \right. \\
 & \left. - F''_{3k, m} \left(\alpha_{3k}^m + \vartheta_{3k}^m \right) - f'_{3k, m} \left(\alpha_{9k}^m + \vartheta_{9k}^m \right) \right\} + \sum_{m=1}^s \left(f_{3m} \left(\alpha_4^m + \vartheta_4^m \right) + \right. \\
 & + f_{4m} \left(\alpha_5^m + \vartheta_5^m \right) - \left. \left(\frac{r}{\zeta - a} - \frac{r}{\zeta + a} \right) \sum_{k=1}^s \left(\mu'_k g'_{k1} + \mu'_{3k} g'_{3k, 1} - \right. \right. \\
 & \left. \left. - \mu'_{3k-2} f_{2k-1, 1} - \mu'_{3k-1} f_{2k, 1} \right) = \frac{r}{\zeta - a} - \frac{r}{\zeta + a} - C_0
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

внутри L_0 .

Здесь введены обозначения

$$\begin{aligned}
 F_{2k-1, m} &= f''_{km} + g_{2k-1, m} + u_{2k-1} (m-1) B_{2k-1, m-1}, \quad F_{2k, m} = \\
 &= f''_{km} + g_{2k, m} + u_{2k} (m-1) B_{2k-1, m-1}, \quad F'_{km} = f_{km} + g'_{km} + \\
 &+ u'_k (m-1) A_{k, m-1}, \quad F'_{3k, m} = f'_{km} + g'_{3k, m} + u'_{3k} (m-1) A_{3k, m-1}, \\
 g'_{km} &= \mu_k^{-2} \sum_{k_1=m}^s k_1 A_{k, k_1} \left(1 - \xi_k^{m-k_1-2} \right), \quad g_{km} = \mu_k^{-2} \sum_{k_1=m}^s k_1 B_{k, k_1} \times
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

$$\times \left(1 - \xi_k^{m-k_1-2}\right), \quad f'_{km} = (-1)^m \sum_{k_1=m}^s C_{k_1}^m A_{k, k_1} \xi_k^{-k_1},$$

$$f_{km} = (-1)^m \sum_{k_1=m}^s C_{k_1}^m B_{k, k_1} \xi_k^{-k_1}, \quad B_{2k, m} = B_{2k-1, m}.$$

Величины f''_{km} и g''_{km} получены из f'_{km} и g'_{km} путем замены в них параметра ξ'_k на ξ''_k , а $F'_{jk, m}$ из $F'_{jk, m}$ заменой в последних величин $g'_{jk, m}$ и u'_{jk} на $g''_{jk, m}$ и u''_{jk} ($j=1, 3$).

Далее имеем

$$u_{2k-1} = \frac{\mu_{6k-5} - \mu_{2k-1}}{\mu_{2k-1} \cdot \mu_{6k-5}}, \quad u_{2k} = \frac{\mu_{6k-3} + \mu_{2k-1}}{\mu_{2k-1} \cdot \mu_{6k-3}}, \quad u'_k = \frac{\mu'_{9k} - \mu'_k}{\mu'^2_k \cdot \mu'_{9k}},$$

$$u''_k = \frac{\mu'_{3k-2} - \mu'_k}{\mu'^2_k \cdot \mu'_{3k-2}}. \quad (10)$$

Введем в функциональные уравнения (7) и (8) разложения

$$\beta_{2k-1}^m = \lambda_{2k-1}^m \sum_{k_1=m}^{\infty} C_{-m}^{k_1-m} \nu_{2k-1}^{k_1-m} \beta_{1, 1}^{k_1}, \quad \beta_{2k}^m = \lambda_{2k}^m \sum_{k_1=m}^{\infty} C_{-m}^{k_1-m} \nu_{2k-1}^{k_1-m} \beta_{2, 2}^{k_1},$$

$$\alpha_{3k}^m = \lambda_{3k}^m \sum_{k_1=m}^{\infty} C_{-m}^{k_1-m} \nu_{3k}^{k_1-m} \alpha_{2, 2}^{k_1} \quad (k=1, 2, 3, 6), \quad (11)$$

$$\alpha_4^m = \lambda_4^m \sum_{k_1=m}^{\infty} C_{-m}^{k_1-m} \nu_4^{k_1-m} \alpha_{1, 1}^{k_1}, \quad \alpha_5^m = \lambda_5^m \sum_{k_1=m}^{\infty} C_{-m}^{k_1-m} \nu_5^{k_1-m} \alpha_{2, 2}^{k_1},$$

в которых введены обозначения

$$\lambda_{2k-1} = \frac{\mu_{2k-1}}{\mu_1}, \quad \lambda_{3k} = \frac{\mu'_{3k}}{\mu'_2}, \quad \lambda'_4 = \frac{\mu'_4}{\mu'_1}, \quad \lambda'_5 = \frac{\mu'_5}{\mu'_2},$$

$$\nu_{2k-1} = 1 - \lambda_{2k-1}, \quad \nu'_{3k} = 1 - \lambda'_{3k}, \quad \nu'_4 = 1 - \lambda'_4, \quad \nu'_5 = 1 - \lambda'_5. \quad (12)$$

Приравняем затем в уравнении (7) выражения при одинаковых α_k^m и β_k^m , а в уравнении (8)—выражения при одинаковых двучленах $\alpha_k^m + \beta_k^m$ ($k=1, 2$). Положив далее, что

$$A_{km} = \sum_{j=0}^{\infty} A_{km}^{(j)}, \quad A_{3k, m} = \sum_{j=0}^{\infty} A_{3k, m}^{(j)}, \quad B_{2k-1, m} = \sum_{j=0}^{\infty} B_{2k-1, m}^{(j)}$$

$$(k=1, 2), \quad (13)$$

получим для искомых коэффициентов рекуррентные формулы

$$\sum_{k=m}^S (a_{km} A_{1k}^{(j)} - b_{km} B_{1k}^{(j)}) = (-\xi_1)^{-m} \sum_{k=1}^m C_{-k}^{m-k} (F_{3k}^{(j-1)} \lambda_{33}^{k/3} \nu_{33}^{m-k} + f_{3k}^{(j-1)} \lambda_{55}^{k/5} \nu_{55}^{m-k} + f_{6k}^{(j-2)} \lambda_{11}^{k/6} \nu_{11}^{m-k}), \sum_{k=m}^S (a_{km} B_{1k}^{(j)} - b_{km} A_{1k}^{(j)}) = (14)$$

$$= (-\xi_1)^{-m} \sum_{k=1}^m C_{-k}^{m-k} f_{3k}^{(j-1)} \lambda_{44}^{k/4} \nu_{44}^{m-k},$$

$$\sum_{k=m}^S C_{k/2}^m A_{2k}^{(j)} = (-\xi_2)^{-m} (F_{2m}^{(j)} + \sum_{k=1}^m C_{-k}^{m-k} (F_{4k}^{(j-1)} \lambda_{33}^{k/3} \nu_{33}^{m-k} + f_{3k}^{(j-1)} \lambda_{55}^{k/5} \nu_{55}^{m-k} + f_{6k}^{(j-2)} \lambda_{11}^{k/6} \nu_{11}^{m-k})), \sum_{k=m}^S C_{k/3}^m A_{3k}^{(j)} = (15)$$

$$= (-\xi_1)^{-m} (F_{1m}^{(j)} + \sum_{k=1}^m C_{-k}^{m-k} f_{3k}^{(j-1)} \lambda_{44}^{k/4} \nu_{44}^{m-k}),$$

$$\sum_{k=m}^S C_{k/6}^m A_{6k}^{(j)} = (-\xi_2)^{-m} (F_{2m}^{(j)} + \sum_{k=1}^m C_{-k}^{m-k} (F_{3k}^{(j)} \lambda_{33}^{k/3} \nu_{33}^{m-k} + F_{6k}^{(j-1)} \lambda_{66}^{k/6} \nu_{66}^{m-k} + f_{3k}^{(j-1)} \lambda_{99}^{k/9} \nu_{99}^{m-k} + f_{6k}^{(j-2)} \lambda_{18}^{k/18} \nu_{18}^{m-k} + f_{4k}^{(j-1)} \lambda_{55}^{k/5} \nu_{55}^{m-k})), (16)$$

$$\sum_{k=m}^S C_{k/3}^m B_{3k}^{(j)} = (-\xi_2)^{-m} (F_{2m}^{(j)} + \sum_{k=1}^m C_{-k}^{m-k} (F_{3k}^{(j)} \lambda_{33}^{k/3} \nu_{33}^{m-k} + F_{6k}^{(j-1)} \lambda_{66}^{k/6} \nu_{66}^{m-k} + f_{3k}^{(j-1)} \lambda_{99}^{k/9} \nu_{99}^{m-k} + f_{6k}^{(j-2)} \lambda_{18}^{k/18} \nu_{18}^{m-k} + f_{4k}^{(j-1)} \lambda_{55}^{k/5} \nu_{55}^{m-k})),$$

в которых введены обозначения

$$a_{km} = C_{k/2}^m (1 - \xi_1^{-k-m}), \quad b_{km} = (-1)^{m+1} k (\xi_1^{-m+1} - \xi_1^{-k-1}). \quad (17)$$

Из выражений (17) вытекает, что $a_{k1} = b_{k1}$, поэтому сумма левых частей равенств (14) при $m=1$ равна нулю. Легко показать, что при $m=1$

сумма правых частей действительно равна нулю; при этом для любого j оба равенства (14) являются эквивалентными и могут быть записаны в виде

$$\mu_1^{-1} \sum_{k=1}^s a_{k1} (A_{1k}^{(j)} - B_{1k}^{(j)}) = -\mu_4^1 f_{31}^{(j-1)}. \quad (18)$$

Таким образом, для определения коэффициентов $A_{11}^{(j)}$ и $B_{11}^{(j)}$ ($j = 0, 1, \dots$) имеется лишь одно уравнение (18).

При $j = 0$ правые части формул (14) равны нулю. Так как $a_{mm} = -b_{mm}^2 \neq 0$ при $m \neq 1$, то $A_{1m}^{(0)} = B_{1m}^{(0)} = 0$ ($m = s, s-1, \dots, 2$), а формула (18) при $m=1$ имеет вид

$$A_{11}^{(0)} - B_{11}^{(0)} = 0. \quad (19)$$

В силу рекуррентности формул (15) и (16) все коэффициенты, вычисляемые по ним при $j=0$, будут линейно зависеть от $A_{11}^{(0)}$ или от $B_{11}^{(0)}$. Выразим их, например, через $A_{11}^{(0)}$.

Положив, что в формуле (14) $j=1$, определим коэффициенты $A_{1m}^{(1)}$ и $B_{1m}^{(1)}$ (1), которые при $m > 1$ также зависят от $A_{11}^{(0)}$. Далее, будем считать в формуле (18) коэффициент $A_{11}^{(1)}$ неопределенным и обратимся к формулам (15). Очевидно, что коэффициенты $A_{2m}^{(1)}$ и $A_{3m}^{(2)}$ при $m > 2$ будут линейно зависеть только от $A_{11}^{(0)}$, а при $m=1, 2$ и от $A_{11}^{(1)}$. Правые же части формул (16) будут линейными комбинациями обоих коэффициентов $A_{11}^{(0)}$ и $A_{11}^{(1)}$. Это позволяет положить любую из них равной нулю и выразить, например, $A_{11}^{(1)}$ через $A_{11}^{(0)}$. В рассматриваемой задаче полезно приравнять нулю правую часть последнего равенства (16) при $m=2$.

Аналогичным образом из условия

$$F_{22}^{(j)} + \sum_{k=1}^2 C_{-k}^{2-k} \left(F_{3k}^{(j)} \lambda_{33}^{k-1} \nu_{33}^{2-k} + F_{6k}^{(j-1)} \lambda_{66}^{k-1} \nu_{66}^{2-k} + f_{3k}^{(j-1)} \lambda_{99}^{k-1} \nu_{99}^{2-k} + f_{6k}^{(j-2)} \lambda_{18}^{k-1} \nu_{18}^{2-k} + f_{4k}^{(j-1)} \lambda_{55}^{k-1} \nu_{55}^{2-k} \right) = 0 \quad (20)$$

определяем коэффициенты $A_{11}^{(j)}$ ($j=2, 3, \dots$).

Вернемся к функциональному уравнению (7) и приравняем в нем нулю выражение при $r/(\chi - a)$. Будем иметь

$$\sum_{k=1}^2 (\mu'_{k1} g'_{k1} + \mu'_{3k} g'_{3k,1} - \mu'_{3k-2} f_{2k-1,1} - \mu'_{3k-1} f_{2k,1}) = -1. \quad (21)$$

Последняя формула может быть получена и из уравнения (8), если сопоставить в обоих его частях выражения при двучлене $\frac{r}{\chi - a} - \frac{r}{\chi + a}$.

(1) Очевидно, правые части формулы (14) при $j \neq 0$ отличны от нуля.

Эта формула используется для отыскания неопределенного коэффициента $A_{11}^{(0)}$.

Очевидно, постоянные $-C_2$ и $-C_0$ равны соответствующим свободным членам левых частей уравнений (7) и (8).

Предположив, что точка ζ в уравнениях (2) лежит внутри L_1 , и проделав аналогичные выкладки, приходим к формулам, тождественно совпадающим с формулами (14) ÷ (16) и (21), причем $C_1 = C_2$.

В таблице приведены коэффициенты $A'_{km} = A_{km} / A_{11}^{(0)}$ и $B'_{km} = B_{km} / A_{11}^{(0)}$, вычисленные при $\epsilon = 0,225$ для случая, когда в выражениях (13) удерживаются лишь первые два приближения ($j=0,1$). Остальные приближения ($j=2, 3, \dots$) оказывают незначительное влияние на величины искомых коэффициентов, и ими можно пренебречь даже в наиболее неблагоприятных случаях, когда границы достаточно близки друг к другу.

m	A'_{1m}	B'_{1m}	A'_{2m}
1	$7,02889 \cdot 10^{-1}$	$7,43097 \cdot 10^{-1}$	$-9,39918 \cdot 10^{-1}$
2	$5,35814 \cdot 10^{-2}$	$3,82582 \cdot 10^{-2}$	$2,39285 \cdot 10^{-1}$
3	$9,02488 \cdot 10^{-3}$	$3,45404 \cdot 10^{-3}$	$-1,64969 \cdot 10^{-2}$
4	$1,17712 \cdot 10^{-3}$	$2,20447 \cdot 10^{-4}$	$1,69196 \cdot 10^{-6}$
5	$1,39468 \cdot 10^{-4}$	$1,34103 \cdot 10^{-6}$	$-1,32819 \cdot 10^{-4}$
6	$8,54406 \cdot 10^{-6}$	$2,32482 \cdot 10^{-7}$	$8,22815 \cdot 10^{-6}$
7	$2,11723 \cdot 10^{-6}$	$4,61146 \cdot 10^{-8}$	$-3,35655 \cdot 10^{-7}$

m	A'_{3m}	A'_{6m}	B'_{3m}
1	$5,15122 \cdot 10^{-1}$	$-1,13515 \cdot 10^{-1}$	$-1,25982 \cdot 10^{-1}$
2	$-6,42390 \cdot 10^{-2}$	$6,05389 \cdot 10^{-2}$	$6,09458 \cdot 10^{-2}$
3	$-1,33073 \cdot 10^{-3}$	$-1,36707 \cdot 10^{-8}$	$1,47097 \cdot 10^{-2}$
4	$-6,07789 \cdot 10^{-6}$	$1,39972 \cdot 10^{-6}$	$-5,56490 \cdot 10^{-6}$
5	$-2,09113 \cdot 10^{-6}$	$3,47342 \cdot 10^{-7}$	$8,08066 \cdot 10^{-6}$

На основании таблицы и формулы (21) находим, что $A_{11}^{(0)} = 0,78658$.

Отметим, что точность решения зависит еще от степеней s , которые в данном случае выбраны заведомо большими по сравнению со степенями, обусловленными требуемой точностью.

На фигуре дана эпюра σ_0 в точках окружности L_0 . На ней в скобках указаны величины σ_0 , вычисленные с помощью трех приближений ($j=0, 1, 2$). Сопоставление соответствующих числовых данных подтверждает, что уже третье приближение ($j=2$) не вносит сколько-нибудь существенных поправок в величины σ_0 , вычисленные с помощью первых двух приближений.

(Поступило в редакцию 22.2.1963)

ი. ნაროდეცი

დაძაბულობანი უსასრულო ფირფიტაში, რომელიც
შესუსტებულია სამი წრიული ხვრელით

რეზიუმე

შრომში გარკვეული ფუნქციების საშუალებით შესწავლილია დაძაბულობის ველი უსასრულო ფირფიტაში, რაც შესუსტებულია სამი წრიული ხვრელით. აღნიშნული ფუნქციები საშუალებას იძლევიან ამოცანა დავეყვანოთ რეკურენტულ ფორმულებზე, საიდანაც განისაზღვრება უცნობი კოეფიციენტები. ანალოგიური ფუნქციების შემოღებით შეიძლება მივიღოთ ამოხსნები წრეწირებით შემოსაზღვრული (სასრული ან უსასრულო) არეებისათვის ნებისმიერი დატვირთვის შემთხვევაში.

დასოფხიზული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости, 1954.



ФИЗИКА

Э. Л. АНДРОНИКАШВИЛИ (академик АН ГССР), Б. Г. БУДА,
 Д. С. ДЕВНОЗАШВИЛИ, Г. И. КИКНАДЗЕ, Э. С. КИЦМАРИШВИЛИ,
 Л. С. ТОПЧЯН, В. М. ЧАНТУРИЯ

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ПЕТЛЯ ИРТ-2000

Большинство работ, в которых изучается воздействие излучений на кристаллическую решетку, до последних лет проводилось при комнатных и повышенных температурах. Однако, начиная с 1955 г., в литературе стали все чаще появляться результаты исследований, проведенных при низких температурах. На ряде реакторов США, Англии, Франции и Бельгии установлены криоскопические каналы, которые дают возможность проводить облучение при температурах 80°K и ниже. Криогенные установки, работающие в США на реакторе Брукхевенской национальной лаборатории [1], в Англии на реакторе ВЕРО [2], во Франции на реакторе EL-2 [3], в Бельгии на реакторе ВР-1 [1], принципиально выполнены одинаково. Охлаждение образцов в них происходит непрерывно поступающим в канал реактора жидким азотом, который после испарения выбрасывается в атмосферу. Это наиболее простой, но вместе с тем и ненадежный тип криогенных установок, используемых в реакторах, в связи с тем, что в них не исключается опасность взрыва под действием облучения. Так, например, в литературе описывается взрыв дюара, заполненного жидким азотом, который имел место в Оук-Ридже [5] после трехдневного облучения, а также взрыв аналогичной установки на реакторе в Гренобльском атомном центре во Франции [6]. Произошел взрыв и во время пуска гелиевого криостата в Оук-Ридже после выведения реактора на мощность.

Точная природа взрыва неизвестна, но полагают, что во время облучения происходит резкое увеличение количества озона, образуются азиды металлов, кислородно-азотные соединения и соединения озона с присутствующими в облучаемом объеме в виде примесей органическими материалами, которые в общей сложности создают условия для возникновения взрыва. Масс-спектрометрический анализ газа, испаренного из дюара с жидким техническим азотом (примесь кислорода — 1%) после одного месяца облучения в реакторе ВЕРО в Харуэлле, показал, что в нем содержится: 87% азота, 12% кислорода, 0,6% аргона, 0,1% окиси азота и больше чем 0,01% других газов. В связи с вышеиз-

ложенным представляется опасным использование внутри реакторного пространства установок, заполненных жидким техническим азотом.

Для обеспечения безопасной работы в США был разработан низкотемпературный контур [7], в котором в качестве хладагента применялся химически чистый азот, циркулирующий в замкнутой петле. Охлаждение циркулирующего в контуре химически чистого азота происходило в змеевике центробежного насоса, погруженного в дюар. Дюар заполнялся жидким техническим азотом, кипящим при нормальном давлении. Благодаря избыточному давлению в системе температура кипения циркулирующего азота повышалась на 5—10°C. Расход жидкого технического азота при проведении облучения в канале исследовательского реактора малой мощности составлял 16 л/ч.

Во Франции был сконструирован аналогичный контур, в котором также использовался в качестве хладагента химически чистый азот. Внутренняя полость криостата, погруженного в вертикальный канал реактора, была собрана из двух секций. Верхняя секция, представляющая собой гофрированный дюар, заполнялась технически жидким азотом и располагалась на расстоянии одного метра от активной зоны реактора. Нижняя же секция, где размещался образец, заполнялась под давлением газообразным азотом высокой чистоты. Прилежащие к гофрированной поверхности верхней секции слои газообразного азота охлаждались и опускались на дно криостата. Таким образом, циркуляция азота осуществлялась его конвекцией. В результате такой конвекции происходило охлаждение образцов. Расход жидкого технического азота при потоках тепловых нейтронов 10^{13} н/см² сек, быстрых нейтронов $2,5 \cdot 10^{12}$ н/см² сек. и гамма-лучей $5 \cdot 10^7$ р/г составлял приблизительно 80 л/день. Гамма-поток в этом реакторе на порядок больше, чем в тех реакторах, которыми пользовались Томпсон и др. (тепловыделение в $Al \sim 10 \text{ mW}/2$ [3]) и Бортелс [4], поэтому расход жидкого азота увеличился в 2,5—3 раза.

На ядерном реакторе Оук-Риджской национальной лаборатории оборудованы два канала для облучения образцов при низких температурах. В одном из них достигнута температура 10—15°K при потоке быстрых нейтронов $6,25 \cdot 10^{11}$ н/см² сек. и тепловыделении $4,7 \text{ mW}/2$ от гамма-нагрева в камере, где размещался образец. В этой системе использовался гелиевый рефрижератор, мощность которого составляла 100 ватт при 20°K.

Еще одна установка, смонтированная в одном из четырехдюймовых каналов того же реактора, позволяет проводить облучение образцов лишь при температурах жидкого азота. В ней в качестве хладагента используется газообразный гелий, который прокачивается через бак жидким азотом и, обдувая образец, охлаждает его до температу-

ры 85°K . Для поддержания этой температуры при потоках быстрых нейтронов $1 \cdot 10^{11}$ н/см² сек. расход жидкого азота достигал 60 л/день.

Аналогичная петля была сконструирована и в Институте физики АН Грузинской ССР (общий вид см. на рис. 1). Конструируя такую петлю, мы исходили из необходимости создавать внутри реактора низкие температуры с помощью разных хладагентов (жидкий азот, жидкий неон, жидкий водород), избегая ситуаций, которые могли бы привести к возникновению взрыва в реакторном пространстве. Представлялось целесообразным построить криостатический канал такого типа, который разрешил бы плавно изменять температуры облучаемых материалов в широком интервале.

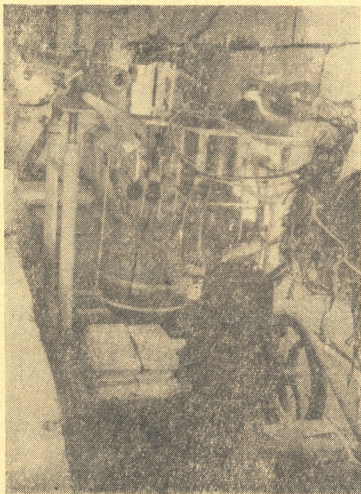


Рис. 1

По этим причинам нами была выбрана такая система, в которой газообразный гелий, циркулирующий по замкнутому контуру, предварительно охлаждался в холодильнике, заполненном жидким азотом, и,

обдывая образец, снимал тепловой нагрев, вызванный реакторным облучением.

Основным недостатком установок, в которых используется газообразный хладагент, является трудность поддержания стабильной температуры облучения меняющейся из-за колебаний мощности реактора.

Однако оснащая эти установки приспособлениями, позволяющими с большой точностью и плавно регулировать поток гелия через охлаждаемое пространство, можно добиться стабильной температуры. С другой стороны, выбор системы с газообразным хладагентом позволяет проводить облучение в широком интервале температур, что невозможно при использовании жидких хладагентов. Кроме этого, при использовании жидкого хладагента нет возможности проведения плавного сжига образцов с нужной скоростью, являющегося обязательным условием в большинстве экспериментов.

Принципиальная схема нашей петли приводится на рис. 2. Газообразный гелий циркулирует по замкнутому контуру двух компрессорных установок, работающих поочередно. Охлаждаясь в змеевике холодильника до температуры жидкого азота, гелий поступает в полость криостата и охлаждает образец. Далее гелий попадает в теплообменник, где по принципу противотока охлаждает теплый гелий, поступающий из компрессорной установки.

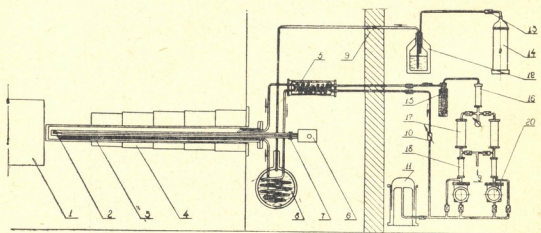


Рис. 2. 1—активная зона, 2—образец, 3—криостат, 4—шибер горизонтального канала № 9, 5—теплообменник, 6—разгрузочное устройство, 7—разъем, 8—холодильник, 9—биологическая защита, 10—расходомер, 11—газгольдер, 12—дюр с жидким воздухом, 13—редуктор, 14—баллон со сжатым воздухом, 15—адсорбер, 16—влагоуловитель, 17—маслоуловитель, 18—маслоотделитель, 19—к откачке, 20—компрессор

Основные узлы контура — криостат, холодильник, теплообменник, разгрузочное устройство и вакуумная установка—монтируются на под-

катном шасси, расположенном внутри биологической защиты и перемещающемся по рельсам с помощью электропривода с дистанционным управлением. Это устройство позволяет вводить криостат в горизонтальный канал ($\varnothing 100$ мм) реактора и подводить образцы непосредственно к активной зоне. Поток быстрых нейтронов при этом в точке, где находится образец, достигает $5 \cdot 10^{11}$ н/см² сек. при мощности реактора 1000 квт.

Криостат изготовлен целиком из алюминия. Внешний диаметр его 80 мм, длина 295 см. Если измерения физических величин проводятся непосредственно во время облучения, то образец вместе с подводящими проводами монтируется на штанге и вставляется во внутреннюю полость криостата, рабочий диаметр которого составляет 24 мм. К концу этой полости, где размещается образец, подходит трубка, по которой под давлением поступает гелий из холодильника. Попадая в полость криостата, гелий обдувает образец и охлаждает его.

В качестве холодильника был использован 15-литровый металлический дюар. Такой дюар был разобран и на дно его уложен змеевик из медных трубок.

Сочленение теплообменника с холодильником, холодильника с криостатом и криостата с теплообменником производилось способом,

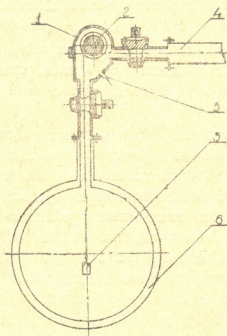


Рис. 3

позволяющим быстро демонтировать отдельные узлы в случае неполадок, например, при появлении течи в вакуумной системе.

катном шасси, расположенном внутри биологической защиты и передвигающемся по рельсам с помощью электропривода с дистанционным управлением. Это устройство позволяет вводить криостат в горизонтальный канал ($\varnothing 100$ мм) реактора и подводить образцы непосредственно к активной зоне. Поток быстрых нейтронов при этом в точке, где находится образец, достигает $5 \cdot 10^{11}$ н/см² сек. при мощности реактора 1000 квт.

Криостат изготовлен целиком из алюминия. Внешний диаметр его 80 мм, длина 295 см. Если измерения физических величин проводятся непосредственно во время облучения, то образец вместе с подводными проводами монтируется на штанге и вставляется во внутреннюю полость криостата, рабочий диаметр которого составляет 24 мм. К концу этой полости, где размещается образец, подходит трубка, по которой под давлением поступает гелий из холодильника. Попадая в полость криостата, гелий обдувает образец и охлаждает его.

В качестве холодильника был использован 15-литровый металлический дюар. Такой дюар был разобран и на дно его уложен змеевик из медных трубок.

Сочленение теплообменника с холодильником, холодильника с криостатом и криостата с теплообменником производилось способом,

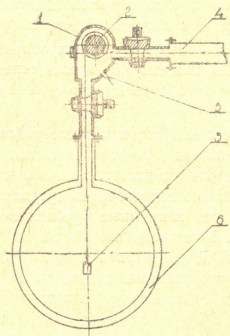


Рис. 3

позволяющим быстро демонтировать отдельные узлы в случае неполадок, например, при появлении течи в вакуумной системе.

Многие измерения, проводимые на облученных образцах при низких температурах, можно продолжать вне холодной петли с помощью разгрузочного устройства, позволяющего сохранить температуру, при которой проводилось облучение образца.

Разгрузочное устройство (рис. 3) представляет собой камеру (1), внутри которой укреплен вращающийся барабан (2). К образцу (3), вставляемому в полость криостата (4), прикрепляется тонкая металлическая нить, которая, наматываясь на барабан, вытягивает образец. В это время через специальный отвод (5) разгрузочное устройство подсоединяется к всасывающей линии петли, благодаря чему в процессе вытягивания образца по нему начинает циркулировать холодный гелий.

Когда же образец выведен в камеру (1), барабан раскручивается в обратную сторону и облученное тело сбрасывается в дюар (6), который подвешен к разгрузочному устройству. После этого дюар можно отсоединить от разгрузочного устройства и вынести за пределы биологической защиты для продолжения эксперимента вне облучения.

В общую систему петли включен газгольдер, способствующий стабильной циркуляции хладагента.

Для того чтобы в криостатную часть петли не попал загрязненный гелий, что крайне нежелательно, была собрана специальная очистительная система, состоящая из блоков маслоотделителя, влагоуловителя и адсорбера, погруженного в сосуд дюара с жидким азотом.

Поддержание низкой температуры при облучении образцов обеспечивалось подачей через каждые 3,5—4 часа жидкого азота под давлением по специальному трубопроводу холодильника из 15-литровых дюаров.

Последовательность запуска и процесс работы петли следующие: образец с прикрепленной к нему тонкой металлической нитью, намотанной на барабан, вводился на штанге в полость криостата. Штанга извлекалась, и вся система подвергалась предварительной откачке. Параллельно откачивались вакуумные «рубашки» криостата, холодильника, теплообменника и подводных линий. Вакуумная установка позволяла поддерживать во время работы петли давление в этих «рубашках» 10^{-5} мм рт. ст., что обеспечивало хорошую теплоизоляцию циркулирующего холодного гелия. При создании в циркуляционной части контура давления 10^{-2} мм рт. ст. открывался доступ гелия из газгольдера, и одновременно с этим в холодильник подавался жидкий азот. Включался компрессор и при получении на образце желаемой температуры установка вводилась в горизонтальный канал реактора при мощности аппарата 10 квт. После этого реактор выводился на желаемую мощность.

В связи с тем, что отвод тепла, выделяемого на внешнем кожухе криостата под действием реакторного облучения, осуществляется лишь прокачиваемым воздухом через систему спецвентиляции реактора, нагрев алюминиевой трубы кожуха представлялся опасным. Так как предел ползучести алюминия при 100°C составляет 2,7 кг/мм², а при 200°C уменьшается до 0,7 кг/мм², наличие внутри кожуха высокого вакуума могло привести к сжатию криостата под действием атмосферного давления.

С целью определения максимальных тепловых нагрузок на кожухе криостата в канал реактора был помещен имитатор, в корпус которого были заделаны термопары. Имитатор облучался в канале реактора при мощности 1400 квт в течение 10 часов. Измерения показали, что внешний кожух криостата в течение 2—2,5 часов нагревается до 50°C и дальнейшее облучение не вызывает повышения температуры. Теплотем, производимый внутренней спецвентиляцией, оказывается достаточным для того, чтобы температура внешнего кожуха не поднялась выше указанной величины.

При циркуляции гелия в замкнутой петле со скоростью прокачки $4 \div 6$ м³/час расход жидкого азота составлял не более 4—5 л/час. Перепад давлений между нагнетательной и всасывающей ветвями компрессора составлял 0,3—0,5 атм. Минимальная температура равнялась $(85 \pm 1)^\circ\text{K}$, причем она достигалась за 5—7 минут.

В проведенных экспериментах продолжительность непрерывной работы петли доводилась до 20 часов, однако в случае необходимости время работы установки можно увеличить и до нескольких суток.

Конструкция установки позволила осуществить измерения зависимости от дозы электросопротивления, модуля упругости и внутреннего трения непосредственно под действием реакторного облучения на образцы, находящиеся при указанной температуре.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физики

(Поступило в редакцию 14.12.1965)

ზიგობა

მ. ანდრონიკაშვილი, ბ. ბუღა, დ. დიხვოზაშვილი, გ. კიკნაძე,
 მ. კიშვარიშვილი, ლ. თოფჩიანი, ვ. ზანტუბია

დაბალტემპერატურული მარყუჟი ИРТ - 2000

რეზიუმე

მოცემულ შრომაში აღწერილია დაბალტემპერატურულ ჰორიზონტალურ-რი მარყუჟი, რომელიც კონსტრუირებულია და გაშვებულია რეაქტორზე

ИРТ - 2000. მარყუჯის კონსტრუირების დროს ჩვენ გამოვდიოდით რეაქტორის შიგნით სხვადასხვა გამაციებელი ნივთიერებების (თხევადი აზოტი, თხევადი ნეონი, თხევადი წყალბადი) დახმარებით დაბალი ტემპერატურის შექმნის საჭიროებიდან. მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ისეთი ტიპის კრიოსტატული არხის აშენება, რომელიც გასასხივებელი მასალების ტემპერატურის მდორედ შეცვლის საშუალებას მოგვცემდა ფართო ინტერვალში. ამ მიზეზების გამო ჩვენ მიერ არჩეული იყო ისეთი სისტემა, რომელშიც ჩაკეტილ კონტურში ცირკულირებული გაზისებური ჰელიუმი ცივდებოდა თხევადი აზოტით სავსე მაცივარში, ხოლო შემდეგ ნიმუშთან შეხებით შთანთქავდა იმ სითბოს, რომელიც რეაქტორული გასხივებით იყო გამოწვეული.

ჩაკეტილ მარყუჯში ჰელიუმის ცირკულირების დროს (გადენების საჩქარო $4 \div 6$ მ³/საათში) თხევადი აზოტის ხარჯი საათში $4 - 5$ ლ უდრიდა. კომპრესორის გამწნებ და შემწოვ არხებს შორის წნევის სხვაობა შეადგენდა $0,3 - 0,5$ ატმ. ნიმუშის მინიმალური ტემპერატურა, რომელიც მიიღებოდა $5 - 7$ წუთში, აღწევდა $(85 \pm 1)^\circ\text{K}$. დანადგარის კონსტრუქციამ საშუალება მოგვცა განვახორციელოთ ელწინააღმდეგობის, დრეკადობის მოდულისა და შინაგანი ხახუნის დონისაგან დამოკიდებულების გაზომვა, ნიმუშის უაულოდ რეაქტორში აღნიშნულ ტემპერატურაზე დასხივების დროს.

დადოწმიბოული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. W. Mc Reynolds, W. Augustyniak, Marylin Mc Keown and D. B. Rosenblatt. Neutron Irradiation Effects in Cu and Al at 85°K . Phys. Rev., 98, № 2, 1955, 418.
2. M. W. Thompson and D. W. Jefferson-Loveday. A cryostat for reactor irradiations in liquid nitrogen. Journ. Sci. Instr., 35, № 11, 1958, 397.
3. P. Lucasson. Irradiation a basse temperature de Metaux de transition dans une pill atomique. Annales de Physique, 4, № 3 - 4, 1959, 435.
4. G. Bortels. Cryostat for reactor irradiation in liquid nitrogen. Journ. Sci. Instr., 36, № 2, 1959, 511.
5. R. R. Coltman, I. H. Blewitt and I. S. Noggle. Techniques and equipment utilized in low-temperature reactor irradiations. Rev. Sci. Instr., 28, № 5, 1957, 375.
6. L. Bochirol, J. Doulat and L. Weill. Cryostat for reactor irradiation at low temperature. Cryogenics, 1, № 1, 1960.
7. C. C. Sartain and H. P. Yockey. Cryostat for reactor irradiation. Rev. Sci. Instr., 29, № 2, 1958, 118.

Г. Я. РАМИШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СИЛЫ ТРЕНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ОТ СБЛИЖЕНИЯ ТРУЩИХСЯ ТЕЛ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианашвили 10.10.1963)

Для оценки величины силы трения и коэффициента трения до сегодняшнего дня фактор сближения не использовался. Поэтому не существует общераспространенных теорий (формул), устанавливающих зависимость силы трения и коэффициента трения от сближения.

Однако ключ к пониманию физической природы трения лежит именно в изучении характера изменений силы трения в зависимости от изменения сближения.

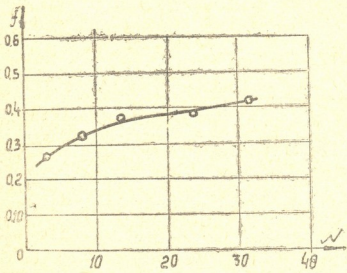
Для изучения зависимости силы трения от сближения нами разработан новый метод. Описание прибора, на котором были проведены эксперименты, и принцип его действия изложены в работе [1].

Испытываемые образцы, как правило, подвергались последовательной промывке в растворителях: бензине перегнанном, мыльном растворе (состав мыльного раствора: спирт-ректификат — 100 г, жидкое мыло — 100 г, аммиак — 50 г, щавелевая кислота — 2 г, дистиллированная вода — до 1 л), дистиллированной воде, спирте-ректификате, смеси спирта с бензолом (1:3).

Таким образом, поверхности были полностью очищены от жира, но, как известно, оставались загрязненными окислами и поглощенными газовыми пленками. Одна серия экспериментов проходила в обычных условиях, вторая же — при смазке. Для скольжения со смазкой при-

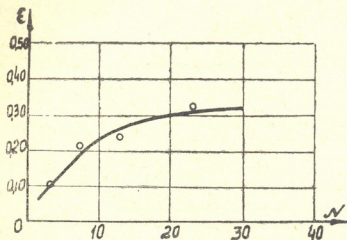
менялся 5%-ный раствор олеата натрия.

Образцы для опыта со смазкой очищались перед смазкой способом тлеющего разряда. Для выявления значения роли очистки трущихся поверхностей были поставлены опыты для сухого скольжения в условиях очистки образцов тлеющим разрядом. Моментально после очистки тлеющим разрядом производили весьма тонкие испытания. Удалось получить коэффициент трения скольжения больше едини-



Фиг. 1. Пары трения: сталь У 10 (IV класс чистоты) — олово (гладкое)

пы $f=1,30$. Те же пары при смазке при той же нагрузке дали коэффициент трения $f=0,06$. Когда тщательно очищенные образцы вступают в



Фиг. 2. Пары трения: сталь У 10 (IV класс чистоты) — олово (гладкое)

(гладкий нижний образец) по твердому (верхняя шероховатая сталь У 10). В этом типе скольжения мелкие частицы мягкого металла прикрепляются твердой стальной поверхностью, а выступы шероховатых твердых стальных поверхностей внедряются в мягкую поверхность, и трение тем самым увеличивается.

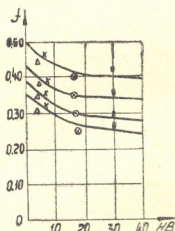
В зависимости от глубины внедрения $h_{\text{вн}}$ и радиуса R кривизны вершины выступов меняется сила трения и, следовательно, коэффициент трения. Следует отметить, что до последнего времени наиболее распространенным является представление о том, что коэффициент трения не зависит от нагрузки. Это представление не соответствует действительности, коэффициент трения при увеличении нагрузки возрастает или убывает или же остается неизменным [2].

Зависимость коэффициента трения от нагрузки, полученная в нашем эксперименте, показана на фиг. 1, а зависимость относительного сближения от нагрузки — на фиг. 2. Возрастание коэффициента трения при возрастании нагрузки отмечено и в работе [3].

Коэффициент трения зависит и от твердости материала. Зависимость коэффициента трения от твердости при одинаковой нагрузке изображена на фиг. 3. При возрастании твердости материала коэффициент трения падает. Аналогичные результаты были получены в работе [4].

На основе ряда исследований [5] можно утверждать, что удельная сила трения τ , т. е. сила трения, отнесенная к единице площади трения, близка к сопротивлению на сдвиге $\tau_{\text{ср}}$ более мягко-слабого элемента фрикционной пары в поверхностных слоях, в которых развивается этот сдвиг при трении.

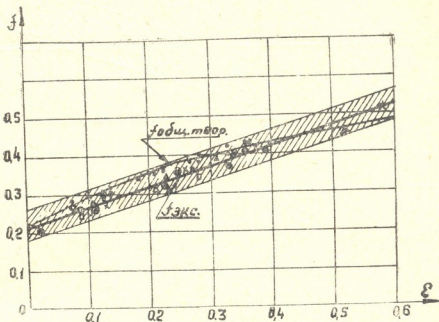
скольжение благодаря взаимодействию поверхностей, даже при весьма малых скоростях скольжения происходит разрыв поверхностной пленки и устанавливается действительный контакт между поверхностями. В этих случаях контактирующие точки находятся под действием сил между атомами. Преодоление этих сил обуславливает возрастание силы трения при скольжении. Путем эксперимента исследовано скольжение мягкого металла



Фиг. 3. △—олово, ×—свинец, ○—золото, □—алюминий

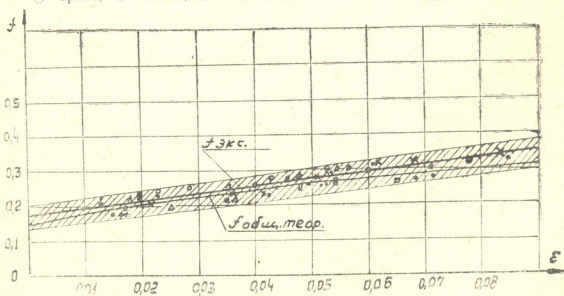
Эрнстом и Мергентом [6, 7] для определения коэффициента трения была предложена формула $f = \frac{\tau_{\text{ср}}}{HB}$, где f — коэффициент трения; $\tau_{\text{ср}}$ — сопротивление на сдвиге (на срезе); HB — твердость по Бринеллю.

Считая, что сопротивление сдвига или сопротивление среза $\tau_{\text{ср}}$ не зависит от нагрузки N , коэффициент трения характеризуем одним параметром — HB -твердостью.



Фиг. 4. Сталь У 10 (IV класс чистоты) — верхний образец, нижние образцы (гладкие):

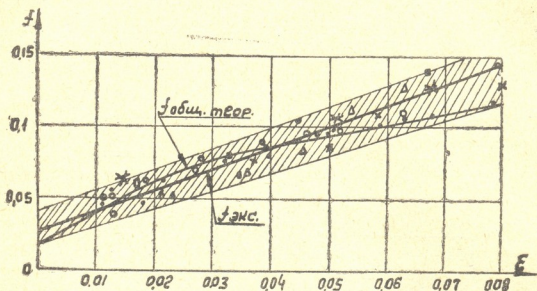
○ — армо, ⊙ — золото, □ — медь, △ — олово, х — свинец, ■ — алюминий



Фиг. 5. Сталь У 10 (VI класс чистоты) — верхний образец, нижние образцы (гладкие):

○ — армо, ⊙ — золото, □ — медь, △ — олово, х — свинец, ■ — алюминий, * — латунь, ● — сталь

Это предположение по физической сущности не соответствует действительности. Коэффициент трения падает не всегда. Наоборот, как подтвердилось и нашим экспериментом, коэффициент трения возрастает при увеличении нагрузки, т. е. при возрастании сближения.



Фиг. 6. Сталь У 10 (VI класс чистоты)—верхний образец, нижние образцы (гладкие):
 ○—армко, □—медь, △—олово, ■—алюминий, *—лагуль, ○—сталь, ×—свинец

Таким образом, старое представление о независимости коэффициента трения от нагрузки и от других параметров неверно. Сила трения и, следовательно, коэффициент трения зависят от нагрузки постольку, поскольку нагрузка участвует в формировании величины сближения трущихся тел. Когда величина сближения под действием нормальной нагрузки меняться не может, тогда коэффициент трения от нагрузки не зависит и остается неизменным.

При одинаковом сближении коэффициент трения одинаков для всех материалов. При одинаковой нагрузке коэффициент трения меньше для материала с большей твердостью.

Анализ проведенных опытов показал, что сближение убывает с увеличением радиуса R кривизны вершины выступов, т. е. при возрастании (гладкости) класса чистоты. Но закономерность изменения коэффициента трения в зависимости от изменения сближения сохраняется.

На фиг. 4 и 5 показаны изменения коэффициента трения в зависимости от изменения сближения (для IV и VI класса чистоты). В случае VI класса чистоты внедрение поверхностей испытуемого материала относительно мало.

Найденные закономерности наблюдаются и при смазке с тем условием, что при увеличении нагрузки наблюдается выдавливание смазки. При увеличении сближения коэффициент трения возрастает, а при одинаковом сближении остается постоянным (фиг. 6). При смазке сближение возрастает, так как смазка облегчает деформацию [8].

В присутствии активных и неактивных смазок коэффициент трения с увеличением нагрузки увеличивается, притом неактивная смазка из

трущихся поверхностей моментально выдавливается и процесс приближается к сухому трению (табл. 1).

Таблица 1

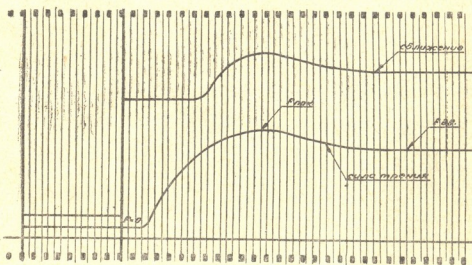
Значение коэффициента кинетического трения для пары сталь У 10 (VI класс чистоты)—олово (гладкое)

Нагрузка, кг	Активная смазка (5%-ный раствор олеата натрия)	Неактивная смазка (бензол)
6,5	0,065	0,19
11,8	0,072	0,21
24	0,088	0,27
35	0,11	0,28
45	0,13	0,30

Что касается активной смазки, здесь смазочные свойства довольно велики и выдавливание смазки гораздо меньше [9].

В процессе исследования было замечено, что при скольжении сближение приблизительно в 1,15—1,30 раза больше, чем при статическом контакте. При проведении опытов на осциллограмме четко фиксируются моменты начала и конца изменения сближения и записывается время t (вертикальные линии), за которое происходит это изменение (фиг. 7).

Зная скорость v движения подвижного образца, определяем расстояние x , которое пройдет образец за это время $x = vt$. Найденное расстояние равно контактному предварительному смещению. Указанный метод определения предварительного смещения весьма прост и дает истинное значение величины предварительного смещения.



Фиг. 7

Скачки в пределах той нагрузки, которая нами была выбрана, наблюдались редко. Кривое изменение силы трения с началом движения плавно возрастает и плавно убывает. Вместе с тем, в наших опытах установлено, что сила трения покоя в основном равна силе трения скольжения. Но при установившемся режиме сила трения скольжения меньше силы трения покоя (фиг. 7). Причина этого явления в том, что сближение возрастает в начале скольжения вследствие притирки трущихся поверхностей и оттеснения материала. Этой же причиной объясняется то, что при установившемся процессе сила трения достигает предельной величины при сравнительно малых нагрузках.

Согласно работе [10], сила трения $F = \tau A_r$, где τ — удельная сила трения; A_r — фактическая площадь прикосновения. Так как A_r является функцией сближения ($A_r = \frac{A_c b a^v}{h_{\max}^v}$, где A_c — контурная площадь; h_{\max} —

максимальная высота выступов; a — сближение; b и v — константы), то и сила трения будет функцией сближения. Найденный нами способ определения сближения дает возможность определить силу трения не через фактическую площадь, а прямо через сближение. Изменение коэффициента трения в зависимости от изменения сближения при пластическом контакте можно представить следующей эмпирической формулой:

$f = \alpha \frac{h_{\text{кин}}}{R} + \beta$, где α и β — коэффициенты; $h_{\text{кин}}$ — глубина внедрения при движении; R — радиус внедрения неровностей.

Значение коэффициентов α и β приведено в табл. 2.

На фиг. 4, 5 и 6 нанесены кривые, рассчитанные по формуле, предложенной профессором Н. В. Крагельским и Н. М. Михиним. Данная формула имеет следующий вид:

$f = 0,55 v(v-1) k \sqrt{\frac{h_{\text{кин}}}{R}} + f_{\text{ад}}$, где v — показатель кривой опорной поверхности; K — коэффициент, зависящий от v ; при $v=2$ $K=0,4$; при $v=3$ $K=0,115$; $h_{\text{кин}}$ — глубина внедрения при движении; R — радиус внедрения неровности; $f_{\text{ад}}$ — адгезионный коэффициент трения.

Расчетные кривые удовлетворительно совпадают с экспериментальными результатами, что ярко свидетельствует о принципиальной правильности предположения, на основании которого коэффициент трения

Таблица 3

Значение коэффициента кинетического трения и сближения (при разной нагрузке в условиях сухого трения) для трущихся пары медь (верхний образец шероховатый VI класс чистоты) — медь (нижний образец гладкий)

Нагрузка N , кг	Сила трения F , кг	Кинетический коэффициент трения $f_{\text{кин}}$	Относительное сближение при скольжении ε
13	4,22	0,33	0,13
23	8,28	0,36	0,23
40	18,85	0,47	0,38
56	31,36	0,56	0,51

дельные частицы образцов отделились от одного места и в результате дальнейшего скольжения внедрились в другие зоны контакта.

Выводы

1. Сила трения и коэффициент трения есть одна и та же функция сближения для всех пар. Остальные параметры (нагрузка, фактическая

Таблица 2

Виды обработки и условия трения	α	β
Сухое трение		
IV класс чистоты	0,72	0,212
VI класс чистоты	0,90	0,236
Трение со смазкой		
VI класс чистоты	0,05	1,03

и, следовательно, сила трения являются функцией сближения.

При скольжении одинаковых металлов происходит аналогичное явление (табл. 3).

Сближение и сила трения и, следовательно, коэффициент трения при одинаковых металлах получают большее значение, чем при разноименных парах.

В случае одинаковых металлов наблюдались значительные нарушения поверхности. От-

площадь, твердость и др.) участвуют через сближение. Зависимость коэффициента трения от сближения при движении в случае пластического контакта с достаточной приближенностью может быть выражена эмпирической формулой $f = \alpha \frac{h_{\text{кин}}}{R} + \beta$.

2. Старое представление о независимости коэффициента трения от нагрузки и других свойств неверно. Сближение, которое определяет величину и характер силы трения и, следовательно, коэффициента трения, обусловлено деформацией последовательно вступающих в контакт выступов (внедрение). Величина сближения зависит от геометрии поверхности и жесткости контактируемых материалов.

3. Чистота поверхностей имеет особенно важное значение. До тех пор пока не будут удалены все случайные бугорки и загрязнения, ничего определенного получить нельзя. Довольно надежный результат исследования закономерности формирования сил трения дает очистка глеющим электрическим разрядом. Однако наиболее эффективное исследование может быть осуществлено при помощи методов весьма малых скоростей относительного перемещения. На опыте хорошо подтвердилось, что коэффициент трения сильно зависит от структуры поверхности трения. Насколько чиста поверхность, настолько больше коэффициент трения.

4. Коэффициент трения понижается с повышением твердости. Но отсюда не следует, что предложенная ранее формула $f = \frac{\tau_{\text{ср}}}{HB}$ соответствует действительности. Эта формула по физической сущности неверна, так как она не содержит тех параметров, которые обуславливают величину коэффициента трения.

5. Сила трения и коэффициент трения зависят от нагрузки, поскольку нагрузка способна увеличить сближение трущихся тел. Если нагрузка не сказывается (не влияет) на изменении сближения, то сила трения и, следовательно, коэффициент трения не зависят от нагрузки. При одинаковой нагрузке коэффициент трения меньше для материала с большей твердостью.

6. Сила трения при установившемся процессе меньше, чем сила трения при начальном сдвиге (сила трения покоя), причиной которого является возрастание сближения в начале скольжения вследствие приирки и оттеснения (расплющивания) материала. Этой же причиной объясняется то, что при установившемся процессе сила трения достигает предельной величины при сравнительно малых нагрузках.

7. Поверхностно-активная среда оказывает сильное смазочное действие. Активная смазка сильно понижает коэффициент трения, неактивная смазка в основном не влияет на коэффициент трения и сближение, так как она при возрастании нагрузки выдавливается.

8. Прямые опыты по проверке зависимости силы трения и, следовательно, коэффициента трения от сближения приводятся нами впервые. Результаты проведенных опытов позволяют заключить, что наиболее важным параметром определения силы трения является сближение. Предложенный нами график зависимости коэффициента трения от

сближения представляет собой практический путь учета коэффициента трения.

9. При помощи разработанного метода оценки внешнего трения с помощью параметра сближения раскрыты основные закономерности формирования силы трения и контактирование твердых тел при скольжении. Общие результаты, полученные при помощи разработанного метода исследования, позволяют успешно решить ряд практических задач. Так, например, они применяются для расчета жесткости фрикционных передач, для определения предварительного смещения твердых тел.

Тбилисский государственный
университет

(Поступило в редакцию 10.10.1963)

შიზიკა

ბ. რამიშვილი

მოხახუნე მჰარი სხეულები დაახლოების გავლენა ხახუნის ძალასა და ხახუნის კოეფიციენტზე

რ ე ბ ი უ მ ე

შრომში დადგენილია, რომ ხახუნის ძალა და ხახუნის კოეფიციენტი არის დაახლოების ერთი და იგივე ფუნქცია ყველა მოხახუნე წყვილისათვის. ხახუნის ძალაზე მოქმედი დანარჩენი პარამეტრები, როგორცაა: დატვირთვა, სიმაგრე, სიჩქარე და სხვა, მონაწილეობენ დაახლოების მეშვეობით. ძველი წარმოდგენები ხახუნის კოეფიციენტის მუდმივობის შესახებ არ არის სწორი. ხახუნის კოეფიციენტისა და დაახლოების წარმოდგენილი გრაფიკები და ემპირიული ფორმულა წარმოადგენს ხახუნის კოეფიციენტის გაანგარიშების პრაქტიკულ გზას, რაც საკმაოდ კარგ დამთხვევას იძლევა თეორიულ გაანგარიშებასთან. ხახუნის მოვლენის კვლევის ჩვენ მიერ წარმოდგენილი მეთოდით მიღებული საერთო შედეგები საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ ფრეკციული გადაცემის სიხისტი, მყარი სხეულების წინასწარი კონტაქტური შერევა და სხვა მრავალი საკითხი, რომელიც მეტად საინტერესოა როგორც პრაქტიკული, ისე თეორიული თვალსაზრისით.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Я. Рамишвили. К вопросу о зависимости силы трения от сближения (фактической площади касания) поверхностей трущихся твердых тел. Сообщения АН ГССР, т. XXX, № 2, 1963.
2. И. В. Крагельский. О трении несмазанных поверхностей. Всесоюзная конференция по трению и износу в машинах, т. I. Изд. АН СССР, М., 1939.
3. K. V. Schoofter a. D. Tabor Proc. phys. soc. S. B. P., 9, 1952, 393.
4. М. М. Хрущев, А. П. Семенов, Р. М. Матвеевский и др. Исследование трения антифрикционных бронз и латуней. Сб. „Трение и износ в машинах“, т. XVII. Изд. АН СССР, М., 1962.
5. Г. И. Епифанов, А. Т. Санжаровский. Исследование истинной площади трения. Сб. „Трение и износ в машинах“, т. XV. Изд. АН СССР, М., 1962.
6. Ernst a. Merchant. Chip formation, friction and high quality machined surfaces. Surface Treatment of Metals. Soc. of Metals, 1941.
7. M. E. Merchant. The mechanism of static friction. Journal of applied physics, v. 11, № 3, 1940.
8. В. И. Лихтман, Е. Д. Шукин, П. А. Ребиндер. Физико-химическая механика металлов. Изд. АН СССР, М., 1962.
9. С. Я. Вейлер, В. И. Лихтман. Действие смазок при обработке металлов давлением. Изд. АН СССР, М., 1960.
10. Н. Б. Демкин. Фактическая площадь касания твердых поверхностей. Изд. АН СССР, М., 1962.



ХИМИЯ

К. А. АБАШИДZE

О КИНЕТИКЕ РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ ДВУХВАЛЕНТНОГО ИОНА МАРГАНЦА ПОД ДЕЙСТВИЕМ КОБАЛЬТО-МЕДНОГО СМЕШАННОГО КАТАЛИЗАТОРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Эривани 31.10.1962)

Кобальтовые соли, как отдельно взятые, так и комбинированные с солями меди, железа и никеля, являются катализаторами в некоторых реакциях, имеющих теоретическое и практическое значение [1, 2].

Одна из таких реакций — окисление двухвалентного марганца персульфатом аммония. Кинетика этой реакции в присутствии нитрата серебра в качестве катализатора изучена несколькими авторами [3, 4, 5, 6].

Однако в литературе нет сведений о кинетике реакции в случае применения кобальто-медного смешанного катализатора.

Для характеристики кинетики этой реакции в настоящей работе изучена скорость реакции как функция начальной концентрации одного из реагирующих веществ — персульфата аммония, температуры и концентрации катализатора.

Результаты исследования остальных вопросов, касающихся кинетики данной реакции, опубликованы.

Экспериментальная часть

Выбор смеси CoSO_4 и CuSO_4 в качестве катализатора диктуется тем обстоятельством, что розовая окраска иона Co мешает точному определению эквивалентной точки при титровании семивалентного марганца, образованного в результате реакции. Поэтому изготовлялся раствор CoSO_4 и CuSO_4 в таком соотношении, в котором розовый цвет полностью маскировался. Определенное количество этого раствора прибавлялось к реакционной смеси.

Окончательный объем реакционной смеси для опытов был равен 120 мл.

Термостатирование производилось термостатом ТС-15.

Определение количества семивалентного марганца, образовавшегося в результате реакции, производилось посредством 0,01 N раствора тиосульфата натрия.

Окисление двухвалентного марганца в кислой среде в присутствии кобальто-медного катализатора представляет собой гомогенный процесс.

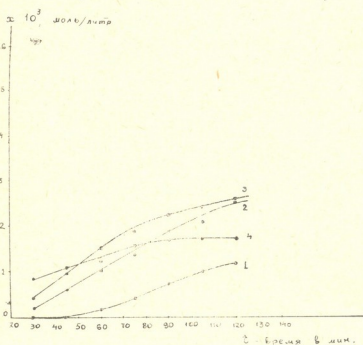
Влияние начальной концентрации $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$

С целью изучения влияния начальной концентрации персульфата аммония на скорость каталитической реакции окисления двухвалентного марганца проводились опыты для разных концентраций последнего в условиях постоянства прочих факторов:

$$t = 40^\circ\text{C}, C_{\text{MnSO}_4} = 0,0159 \text{ M}, C_{\text{CoSO}_4} = 0,004 \text{ M},$$

$$C_{\text{CuSO}_4} = 0,02 \text{ M}, C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,78 \text{ M}, C_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 1,53 \text{ M}.$$

На черт. 1 кривым 1, 2, 3, 4 соответствуют следующие начальные кон-



Черт. 1

центрации персульфата аммония; 0,0229 M, 0,0459 M, 0,0917 M, 0,1833 M.

Как показывает рассмотрение кинетических кривых 1, 2, 3, с ростом начальной концентрации персульфата аммония увеличивается и скорость реакции. А кривая 4, соответствующая самой большой концентрации персульфата аммония, приблизительно через 45 мин. после начала реакции отклоняется и стано-

вится параллельной оси абсцисс, т. е. образование семивалентного марганца практически прекращается. Это, по нашим наблюдениям, объясняется тем, что в условиях данной реакционной смеси персульфат аммония разлагается очень энергично (в чем можно убедиться по большому количеству выделяющихся пузырьков газа), а это мешает нормальному течению основной реакции.

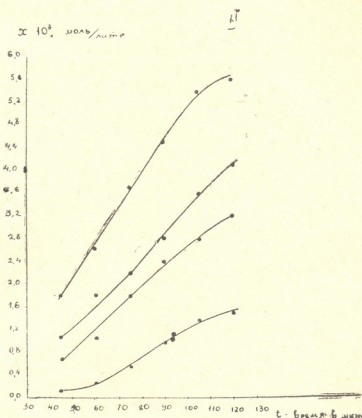
Влияние концентрации катализатора

Для изучения влияния концентрации катализатора на скорость реакции проводились опыты в следующих условиях:

$$t = 40^{\circ}\text{C}, \quad C_{\text{MnSO}_4} = 0,0319 \text{ M}, \quad C_{(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8} = 0,0917 \text{ M}$$

$$C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,78 \text{ M}, \quad C_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 1,53 \text{ M}.$$

На основании данных опыта построены графики, приведенные на черт. 2.



Черт. 2

Кривые 1, 2, 3 и 4 соответствуют концентрациям катализатора, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

№ кривой	Концентрации $\text{COSO}_4 \cdot 10^{-3} \text{ м/Л}$	Концентрация $\text{CuSO}_4 \cdot 10^{-3} \text{ м/Л}$
1	2	7
2	3	13
3	4	20
4	6	27

Из черт. 2 видно, что с увеличением концентрации катализатора в реакционной смеси постепенно увеличивается образованное количество семивалентного марганца.

Влияние температуры

Обычно влияние температуры на каталитические реакции в растворах подчиняется классическому правилу Вант-Гоффа, согласно которому с повышением температуры на 10° скорость реакции возрастает в 2—4 раза.

Изучение температурного влияния на реакцию каталитического окисления двухвалентного марганца показывает, что эта реакция подчиняется правилу Вант-Гоффа.

Так как одно из реагирующих веществ—персульфат аммония—очень неустойчиво и в условиях нашей реакционной смеси уже при 50° сильно разлагается, то с целью точного определения энергии активации мы ограничивались в выборе широких температурных интервалов. Для изучения влияния температуры скорость этой реакции определялась при 35° , 40° , 45° и 50°C .

Опыты протекали при следующих условиях:

$$C_{\text{MnSO}_4} = 0,0319 \text{ M}, \quad C_{(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8} = 0,0917 \text{ M}, \quad C_{\text{CoSO}_4} = 0,006 \text{ M}, \\ C_{\text{CuSO}_4} = 0,027 \text{ M}, \quad C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,78 \text{ M}, \quad C_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 1,53 \text{ M}.$$

Результаты опыта занесены в таблицу 2.

Таблица 2

Температура в $^\circ\text{C}$	Количество тиосульфата 0,01 N, израсходованное на 10 мл реакционной смеси		
	Время в мин.		
	30	45	60
35	0,18	0,32	0,68
40	0,62	1,12	1,6
45	1,78	2,76	3,14
50	2,1	2,64	3,04

Как видно из таблицы, при 50° , несмотря на повышение температуры, рост скорости не выявляется (кроме 30 мин. отсчетов), настолько уменьшается скорость реакции из-за распада персульфата.

Среднее значение энергии активации, вычисленное для первых двух интервалов, равно 22 ккал/моль.

Вычисление энергии активации производилось по формуле Аррениуса:

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{E(T_2 - T_1)}{R T_1 T_2} \quad \text{I}$$

А среднее значение температурного коэффициента, получаемое по нижеприведенной формуле, равно 3.

$$\log \frac{K_2}{K_1} = \frac{\log \gamma (T_2 - T_1)}{10} \quad I$$

Выводы

1. Изучено влияние начальной концентрации одного из реагирующих веществ — персульфата аммония — на скорость реакции каталитического окисления двухвалентного марганца.
2. Исследовано влияние концентрации смешанного кобальто-медного катализатора на скорость данной реакции.
3. Определены энергия активации и температурный коэффициент этой реакции.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило в редакцию 31.10.1962)

ჰიშიბი

ქ. აბაშიძე

კობალტ-სპილენძის შერეული კატალიზატორის გავლენით მანგანუმის იონის დაჟანგვის რეაქციის კინეტიკისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

გამოკვლეულია ორვალენტოვანი მანგანუმის კატალიზური ჟანგვის რეაქციის სიჩქარეზე ამონიუმის პერსულფატის საწყისი კონცენტრაციის გავლენა. როგორც ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენეს, ამონიუმის პერსულფატის საწყისი კონცენტრაციის მატებასთან ერთად იზრდება რეაქციის სიჩქარე, ხოლო, თუ ამონიუმის პერსულფატის საწყისი კონცენტრაცია გარკვეულ მნიშვნელობას აღემატება, სარეაქციო ნარევის მოცემულ პირობებში იგი მეტად ენერგეტიულად იშლება; ეს კი ხელს უშლის ძირითადი რეაქციის ნორმალურ მიმდინარეობას.

შესწავლილია კობალტ-სპილენძის შერეული კატალიზატორის კონცენტრაციის გავლენა მოცემული რეაქციის სიჩქარეზე. ტემპერატურის გავლენის შესწავლის მიზნით ამ რეაქციის სიჩქარე განვსაზღვრეთ 35°, 40°, 45° და 50°C-ზე. ცდათა მონაცემების დაზმარებით გამოანგარიშებული აქტივაციის ენერგია ტოლია 22 კილოგრამ კალორიისა.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Кузнецов, Л. М. Буданова. Определение марганца персульфатным методом при употреблении кобальтового катализатора. ЖАХ т. 8, № 1, 1953.
2. Л. А. Николаев. Современные проблемы гомогенного катализа, ЖФХ, т. 31, № 6, 1957.
5. „მომბე“, XXXIV: 1, 1964

3. Y. K. Gupta and S. Ghosh. Oxidation of Mn^{2+} by persulphate in sulphuric acid medium. J. Indian Chem. Soc., 35, № 17, 1958.
4. Y. K. Gupta and S. Ghosh. The silver catalised oxidation of manganous ion by perculphate. J. Jnorg. and Nucl. chem., 9, № 2, 1959.
5. A. O. Dekker, H. A. Uevy and D. Yost. Reduction of Peroxysulfate by manganous Jon and by Hydrazine with silver Jon as Catalyst. J. Amer. chem. Soc., 59, 1937.
6. Е. И. Денисов. Об определении марганца в высокомарганцевых сплавах серебряно-персульфатным методом. Зав. лаб., т. 7, № 6, 1938.
7. Н. В. Удовенко и Е. В. Смах. Применение тиосульфата вместо мышьяковистой соли при определении марганца персульфатным методом. Зав. лаб., т. 9, № 4, 1940.



ХИМИЯ

В. И. КОБИАШВИЛИ

ВАНАДИЙ В НЕКОТОРЫХ ПРИРОДНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Эристави 8.4.1963)

Ванадий—один из распространенных и наиболее рассеянных элементов. Весовой кларк ванадия в земной коре, по А. Е. Ферсману, равен 0,02% [1].

Собственно ванадиевые минералы редки. Наиболее важными промышленными минералами ванадия являются патронит V_2S_5 , ванадинит $3Pb_3(VO_4)_2 \cdot PbCl_2$, карнотит $K_2O \cdot 2UO_3 \cdot V_2O_5 \cdot 3H_2O$, тюямунит $CaO \cdot 2UO_3 \cdot V_2O_5 \cdot 4H_2O$ и др.

Всего, по А. Е. Ферсману, насчитывается до 50 минеральных видов ванадия. Из них с трехвалентным ионом ванадия роскоэлит, лавровит, александрит, титаномagnetит и др. и с пятивалентным ионом ванадия, в виде комплекса $[VO_4]^{-3}$, фольбортит, тангейт, деклуазит, ванадинит и др.

Ионы трехвалентного ванадия наибольшей устойчивостью обладают в глубинных зонах земной коры, где они дисперсно захватываются ионами Fe^{+++} и Al^{+++} в основных магмах. Трехвалентный ванадий рассеян в минералах, наиболее распространен в силикатах, даже в гипергенной зоне. Ионы пятивалентного ванадия более характерны для гипергенной зоны в виде кислотного аниона $[VO_4]^{-3}$ и $[VS_4]^{-3}$.

При поверхностном гипергенном окислении ванадий переходит в подвижной анион $[VO_4]^{-3}$ и задерживается преимущественно ионами Fe^{+++} и Al^{+++} в латеритных остатках и в железных рудах.

В восстановленной трехвалентной форме ванадий находится в бурых углях, нефтях, асфальтах, битумах и морских глинистых илах. Ванадий—частый спутник титана в титаносодержащих железных рудах, богатых титаном пегматитах и титановых рудах. Ванадий может подвергаться выносу из содержащих его пород циркуляционными поверхностными водами. Миграция ванадия малоизучена. Гипергенную миграцию ванадия изучали А. Е. Ферсман [2], С. С. Смирнов [3]. По А. Е. Ферсману [4], ванадий — один из замечательных элементов в поверхностных процессах: «Нужно думать, что в этом элементе мы

имеем один из важнейших катализаторов природных процессов и поэтому его исследование представляет значительный интерес».

В. И. Вернадский [4], изучая распространение элементов в земной коре, установил, что ванадий широко распространен в рассеянном состоянии во многих изверженных и осадочных породах. В своих исследованиях он обратил внимание на глубокую взаимосвязь между химическим составом живых организмов и химией земной коры и на непрерывный обмен веществ между средой и организмами. Существует мнение о возможной роли биохимических процессов в осаждении ванадия.

Ванадий является одним из тех микроэлементов, которые за последнее время приобрели большое значение в развитии сельского хозяйства и в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Удобрение почв ванадийсодержащими удобрениями повышает содержание азота в почве; ванадий влияет на рост растений. В связи с этим изучение распространения ванадия в природных образованиях—в горных породах и почвах представляет большой теоретический и практический интерес.

А. П. Виноградов [5] отмечает, что основной средой, из которой в почву поступает большинство элементов, являются почвообразующие породы.

Распространение ванадия в горных породах и почвах на территории Грузинской ССР до сих пор никем не изучалось.

Для определения малых количеств ванадия в минеральных образованиях наиболее чувствительными, удобными и специфичными при подборе соответствующих реактивов являются колориметрические методы. Из колориметрических методов определения ванадия наибольшее применение в аналитической химии имеют пероксидный и фосфорно-вольфраматный. Нами был выбран пероксидный метод, как наиболее удобный и простой.

Колориметрический пероксидный метод основан на образовании окрашенного в красно-бурый цвет пероксиванадата при взаимодействии ванадатов с перекисью водорода в кислой среде. Перед исследованием ванадия в горных породах и почвах Грузии нами проводились опыты по уточнению пероксидного метода.

Результаты поставленных нами опытов по изучению влияния кислотности раствора, концентрации перекиси водорода и примесей на окрашивание пероксиванадата вполне соответствуют наблюдениям Е. Б. Сендэля [6] и др. Пероксидный и фосфорно-вольфраматный методы приводятся в литературе рядом авторов [7, 8, 9, 10].

При сопоставлении полученных нами результатов определения ванадия во многих образцах горных пород и почв пероксидным и фос-

форно-вольфраматными методами относительная ошибка определения колебалась от 0 до $\pm 8,82\%$.

Для определения ванадия в Европейской части СССР А. П. Виноградовым был применен фосфорно-вольфраматный метод. По А. П. Виноградову, ванадий очень однообразно распределен в осадочных породах и почвах Европейской части СССР [5]. В карбонатных породах он редок и обнаружен в виде ничтожных следов. В почвах Русской равнины его количество в среднем около $1,0 \cdot 10^{-2}\%$, за исключением почв тундры и красноземов. В почвах тундры ванадия больше, чем в почвах других зон, в особенности в верхних горизонтах, — от $7 \cdot 10^{-3}$ до $1,6 \cdot 10^{-2}\%$. В черноземах содержится ванадия от $8,1 \cdot 10^{-3}$ до $1,7 \cdot 10^{-2}\%$; в подзолистых почвах — от $5 \cdot 10^{-3}$ до $1,1 \cdot 10^{-2}\%$. Во всех почвах мира, на основе около 300 данных, ванадия в среднем около $9 \cdot 10^{-3}\%$.

В почвах Франции, по исследованиям Г. Бертранда, ванадия от $3 \cdot 10^{-4}$ до $6,8 \cdot 10^{-3}\%$.

О содержании ванадия в различных породах магматического и осадочного происхождения говорится в работах Иоста и Мутвейна.

Исследованиями Мутвейна и Ван-Тонгерена над различными элементами в породах южной Финской Лапландии показано, что основным габброидным породам характерно повышенное содержание ванадия, в то время как в кислых или ультраосновных породах количество ванадия незначительно.

В гранитах и гранито-гнейсах содержание V_2O_5 варьирует от нескольких тысячных процента V_2O_5 до $0,01\%$.

Содержание V_2O_5 в отдельных пробах основных, глубинных и излившихся пород составляет $0,01\%$.

Наши исследования по распространению ванадия в горных породах и почвах Грузии показали, что распространение ванадия в горных породах Грузии ниже его среднего распространения в земной коре, согласно А. Е. Ферсману, но приближается к среднему распространению ($0,010\%$) ванадия в горных породах некоторых зарубежных стран. В магматических горных породах содержание ванадия вообще несколько выше, чем в осадочных горных породах и сульфидных рудах. В осадочных горных породах ванадий в большинстве случаев либо отсутствует, либо находится в виде следов. То же самое наблюдается в сульфидных рудах.

В поверхностном слое зональных почв Грузии содержание ванадия в виде V_2O_5 варьирует в пределах от $7 \cdot 10^{-3}$ до $1,8 \cdot 10^{-2}\%$.

Таким образом, ванадий определялся нами колориметрическим методом в слабоазотнокислой среде с перекисью водорода в виде пероксиванадата.

Результаты, полученные нами пероксидным методом, были сходны с результатами, полученными фосфорно-вольфраматным методом.

Сравнительно высокое содержание ванадия наблюдалось нами в красноземных и красноземно-глинистых почвах, по всей вероятности, благодаря сорбционным свойствам этих почв. Красноземно-глинистые почвы с илистой фракцией и органо-минеральными коллоидами также характеризуются сравнительно повышенным содержанием ванадия.

Нами произведены определения ванадия в почвах из 33 пунктов Грузии. В результате этих определений получено в большинстве случаев от $7 \cdot 10^{-3}$ до $1,8 \cdot 10^{-2}$ % V_2O_5 . Процентное содержание ванадия в почвах подвергается постоянному изменению благодаря природным процессам, но среднее его распространение остается неизменным.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт

(Поступило в редакцию 26.4.1963)

ქიმიკა

ბ. კობნაშვილი

ვანადიუმი ზოგიერთ ბუნებრივ წარმონაქმნებში

რ ე ზ ი უ მ ე

ჩვენმა გამოკვლევებმა საქართველოს ქანებსა და ნიადაგებში ვანადიუმის გავრცელების შესახებ გვიჩვენა, რომ მისი შემცველობა საქართველოს ქანებში უფრო დაბალია, ვიდრე ა. ფერსმანის მიერ გამოკვეყნებული მისი საშუალო შემცველობა დედამიწის ქერქში. იგი უახლოვდება ზოგიერთი ქვეყნის ქანებში შემცველობის ციფრს — 0,010 %-ს. მაგმურ ქანებში ვანადიუმის შემცველობა საერთოდ რამდენადმე უფრო მაღალია, ვიდრე დანალექ ქანებსა და სულფიდურ მადნებში. დანალექ ქანებში მეტ შემთხვევაში ვანადიუმი სულ არ შედის ან მოიპოვება კვალის სახით. იგივეა შემჩნეული სულფიდურ მადნებშიც.

საქართველოს ზონალური ნიადაგების ზედაპირულ ფენაში ვანადიუმის შემცველობა V_2O_5 -ის სახით მერყეობს $7 \cdot 10^{-3}$ ‰-დან $1,8 \cdot 10^{-2}$ ‰-მდე ფარგლებში. ჩვენ მიერ ვანადიუმი განსაზღვრული იყო კოლორიმეტრული მეთოდით სუსტ აზოტმჟავა არეში წყალბადის ზეჟანგთან — პეროქსივანადატის სახით.

პეროქსიდის მეთოდით მიღებული მონაცემები სავსებით ეთანხმება ფოსფორ-ვოლფრამატის მეთოდს.

ვანადიუმის შედარებით მაღალი შემცველობა ჩვენ მიერ შემჩნეულია წითელმიწა და წითელმიწა-თიხოვან ნიადაგებში, რაც ალბათ გამოწვეულია მათი სორბციული თვისების გამო. შლამისა და ორგანულ-მინერალური კოლოიდების შემცველი წითელმიწა-თიხოვანი ნიადაგები ხასიათდებიან აგრეთვე ვანადიუმის შედარებით მაღალი შემცველობით.

ვანადიუმი ჩვენ მიერ განსაზღვრულია საქართველოს ტერიტორიის 33 ბუნქტის ნიადაგებში. ამ განსაზღვრების შედეგად მეტ შემთხვევაში V_2O_5 შემცველობა მერყეობს $7 \cdot 10^{-3}$ — $1,8 \cdot 10^{-2}$ %-ის ფარგლებში.

ნიადაგებში მიმდინარე სხვადასხვა პროცესები მასში ვანადიუმის შემცველობას ცვალებადს ხდიან.

მიუხედავად ამისა, მისი საშუალო შემცველობა ნიადაგებში მაინც უცვლელი რჩება.

დავოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Е. Ферсман. Геохимия, IV, Госхимиздат, Л., 1939, 115 — 120.
2. А. Е. Ферсман. Геохимия, II, Госхимиздат, Л., 1934, 324.
3. С. С. Смирнов. Зона окисления сульфидных месторождений. Изд. АН СССР, 1951, 246.
4. В. И. Вернадский. Очерки геохимии, ОНТИ Георггелнефтеиздат, 1934, 26.
5. А. П. Виноградов. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. Изд. АН СССР, М., 1950, 26 — 52.
6. Е. Б. Сендэль. Ванадий. Колориметрическое определение следов металлов. Госхимиздат, М. — Л., 1949, 160.
7. Ю. Н. Книпович. Колориметрические методы определения ванадия. Анализ минерального сырья. Госхимиздат, Л., 1959, 787.
8. А. К. Бабко и А. Т. Пилипенко. Определение ванадия в виде комплекса с перекисью водорода. Колориметрический анализ. Госхимиздат, М. — Л., 1951, 234.
9. М. Н. Березова. Колориметрическое определение ванадия в пыли воздуха. Гигиена и санитария, 7, 1951, 30.
10. Е. В. Копченова и Э. Н. Дейчман. Определение малых количеств различных элементов в железных рудах. Труды ВИМСА, в. 77, 1935, 11.

ХИМИЯ

Е. П. ХЕЧИНАШВИЛИ и Х. И. АРЕШИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)
МОНОЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ
САЦХЕНИССКОЙ НЕФТИ

В предыдущей работе нами [1] было показано, что бензино-лигроиновые фракции нефти Сацхенисского месторождения (Грузинской ССР) из скважины № 4 содержат от 22,8 до 37,6% ароматических углеводородов. Определению строения ароматических углеводородов бензино-лигроиновых фракций сацхенисской нефти посвящено данное исследование. Интерес к установлению индивидуальной природы ароматических углеводородов сацхенисской нефти усиливается тем, что она по содержанию фракции с температурой кипения 24—250°C занимает одно из первых мест среди нефтей Советского Союза.

Фракция с температурой кипения 122—150°C сацхенисской нефти содержит 35,7% ароматических углеводородов. Судя по температуре кипения фракции, из ароматических углеводородов в ней должны присутствовать этилбензол и ксилолы, весьма ценные исходные углеводороды для получения синтетического каучука и синтетического волокна. Сацхенисская нефть является хорошей сырьевой базой для получения вышеуказанных углеводородов.

Ароматические углеводороды, входящие в состав различных нефтей, были предметом исследования ряда авторов [2—6].

Экспериментальная часть

Сацхенисская нефть из скважины № 4 (с глубины 1400 м) перегонялась. Были собраны следующие фракции: 60—95, 95—122, 122—150, 150—200°C.

С целью выделения ароматических углеводородов каждая фракция обрабатывалась серной кислотой с удельным весом 1,84. Полнота деароматизации проверялась формолитовой реакцией по А. М. Настюкову [7].

Сульфокислоты отделялись от деароматизированных фракций и с целью регенерации ароматических углеводородов разлагались по Н. М. Кижнеру [8]. Гидролиз проводился повторно до прекращения выделения ароматических углеводородов.

Регенерированные ароматические углеводороды промывались вначале дистиллированной водой, затем 10%-ным раствором соды и снова дистиллированной водой с нейтральной реакцией. После высушивания

над хлористым кальцием перегонялись над металлическим натрием на колонке с эффективностью 40 теоретических тарелок. Определялись физические показатели.

Ароматические углеводороды, выделенные из фракции 60—95° С, перегонялись; была собрана узкая фракция с температурой кипения 80—81° С; d_4^{20} 0,8780; n_D^{20} 1,4996. Для идентификации бензола узкая фракция с температурой кипения 80—81°С подвергалась нитрованию.

Полученное нитросоединение после двукратной перекристаллизации из этилового спирта плавилось при 88,5—89°С. Динитробензол, полученный нитрованием бензола, плавился при 88,5—89° С.

Смесь обоих препаратов плавилась при той же температуре.

Ароматические углеводороды, выделенные из фракции 95—122°С, перегонялись; была собрана узкая фракция с температурой кипения 109—110°С; d_4^{20} 0,8661; n_D^{20} 1,4960. Фракция окислялась перманганатом калия по Ф. Ульману [9]. В результате окисления и последующей обработки была выделена бензойная кислота, которая после двукратной перекристаллизации плавилась при 120—121°С. Смесь синтетической бензойной кислоты с температурой плавления 121°С и нашей кислоты депрессии не дала.

С целью идентификации ароматических углеводородов, выделенных из фракции 122—150°С, углеводородная смесь с температурой кипения 135—144°С; d_4^{20} 0,8656; n_D^{20} 1,4976; окислялась по Ф. Ульману [9]. Для отделения образовавшихся кислот пользовались методом Гауш-Добрянского. Из продуктов окисления была выделена бензойная кислота, которая после двукратной перекристаллизации плавилась при 121,5°С. Смесь синтетической бензойной кислоты с температурой плавления 120°С и нашей кислоты плавилась при той же температуре.

Из двуосновных кислот в большом количестве была получена изофталевая кислота, что указывает на присутствие в сацхенинской нефти *m*-ксилола в преобладающем количестве.

Это наблюдение полностью соответствует данным других авторов, исследовавших количественное распределение ксилолов в нефтях.

Изофталевая и терефталевая кислоты подвергались этерификации метиловым спиртом. Диметиловый эфир изофталевой кислоты после двукратной перекристаллизации из этилового спирта плавился при 70—71°С, а диметиловый эфир терефталевой кислоты—при 138—139°С. Ортофталевая кислота при сплавлении с резорцином дала флуоресценцию, щелочный раствор которого дал яркую флуоресценцию.

Ароматические углеводороды из фракции 150—200°С в количестве 170 мл перегонялись на колонке с эффективностью 40 теоретических тарелок. Результаты перегонки приведены к нормальным условиям.

При давлении 50 мм рт. ст. получено 15 фракций, для которых определены физические показатели (табл.).

Таблица
 Физические свойства ароматических углеводородов, выделенных из фракции
 150—200°C саухенисской нефти

№ пп	Температура кипения* фракции при 760 мм, °С	Выделенные ароматические углеводороды, мя	n_D^{20}	d_4^{20}
1	138—140	17	1,4980	0,8636
2	140—145	9	1,5025	0,8679
3	145—165	7	1,4985	0,8636
4	165—169	9,2	1,5031	0,8713
5	169—169,5	8,8	1,5050	0,8728
6	169,5—170	13	1,5058	0,8752
7	179—171	7	1,5022	0,8707
8	171—181	14	1,5055	0,8748
9	181—184	8	1,5063	0,8770
10	184—188	14,2	1,5050	0,8765
11	188—189	9	1,4990	0,8651
12	189—192	8,6	1,5050	0,8751
13	192—198	8	1,5010	0,8701
14	198—204	9,7	1,5052	0,8837
15	204—230	11,7	1,5132	0,8920

Установление химическим путем индивидуальной природы вышеуказанных ароматических углеводородов, за исключением фракций № 1 и 2, является довольно сложной задачей, поэтому ароматические углеводороды, выделенные из фракции 150—200°C, анализировались с помощью спектров комбинационного рассеяния на спектрографе ИСП-51.

Индивидуальные ароматические углеводороды были обнаружены следующими характерными частотами $\Delta\nu$ (см.⁻¹):

o-ксилол: 257, 582, 735, 1052, 1223, 1384, 1583, 1609;

m-ксилол: 517, 538, 726, 1000, 1251, 1379, 1592, 1613;

p-ксилол: 459, 645, 810, 829, 1205, 1379, 1618;

n-пропилбензол: 490, 622, 746, 803, 818, 1003, 1156, 1203, 1606;

изо-пропилбензол: 461, 742, 1002, 1029;

1-метил-3-этилбензол: 223, 509, 530, 721, 1002, 1242, 1252, 1612;

1, 3, 5-триметилбензол: 517, 578, 999, 1301, 1379;

псевдокумол: 320, 438, 555, 718, 746, 925, 1246, 1383, 1620;

1, 2, 3-триметилбензол: 485, 537, 658, 1095;

1, 3-диэтилбензол: 513, 717, 1000, 1242;

1, 2-диметил-3-этилбензол: 482, 529, 651, 1063, 1107, 1248, 1385;

1, 3-диметил-2-этилбензол: 479, 533, 648, 1061, 1095, 1250;

1, 2-диметил-3-этилбензол: 550, 705, 742, 904, 1245;

1, 3-диметил-4-этилбензол: 553, 730, 927, 1240, 1250, 1388, 1459;

1, 2, 3, 4-тетраметилбензол: 641, 916, 1252, 1373, 1606;

нафталин: 519, 770, 1383.

Полученные результаты графически изображены на рисунке.

В первой фракции обнаружено 80% *m*-ксилола и 20% *p*-ксилола. Во фракции с температурой кипения 140—145°C 55% *m*-ксилола, 10% *n*-ксилола и 35% *o*-ксилола. Количественное распределение ксилолов, установленное на спектрографе ИСП-51, находится в соответствии с данными, полученными методом их окислений. В третьей фракции 3% изо-пропилбензола, 5% мезитилена, 20% *n*-пропилбензола, 70% 1-метил-3-этилбензола.

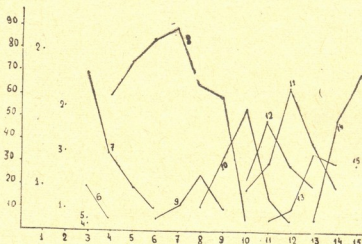


Рис.: 1—*n*-ксилол, 2—*m*-ксилол, 3—*o*-ксилол, 4—изо-пропилбензол, 5—1, 3, 5-триметилбензол, 6—*n*-пропилбензол, 7—1-метил-3-этилбензол, 8—1, 2, 4-триметилбензол (псевдокумол), 9—1, 2, 3-триметилбензол, 10—1, 3-диэтилбензол, 11—1, 2-диметил-3-этилбензол, 12—1, 3-диметил-4-этилбензол, 13—1, 2-диметил-4-этилбензол, 14—1, 2, 3, 4-тетраметилбензол, 15—нафталин

n-Пропилбензол в четвертой фракции составляет 5%. 1-метил-3-этилбензола в той же фракции 35%, в пятой фракции 20%, а в шестой его содержание падает до 10%.

В четвертой фракции имеется 60% 1, 2, 4-триметилбензола (псевдокумол); количество его постепенно увеличивается, в седьмой фракции достигает максимума (90%), а затем до десятой фракции его количество постепенно уменьшается.

В шестой фракции 4% 1, 2, 3-триметилбензола, его количество увеличивается до восьмой фракции, а затем уменьшается; в седьмой фракции его содержание составляет 10%, в восьмой — 25%, а в десятой — 10%. В восьмой фракции обнаружен 1, 3-диэтилбензол, количество которого постепенно увеличивается, достигает максимума в десятой фракции, а затем уменьшается (в восьмой фракции — 10%, в девятой—30%, в десятой—55%, в одиннадцатой — 15%, а в двенадцатой—5%).

В десятой фракции идентифицированы 1, 2-диметил-3-этилбензол и 1,3-диметил-2-этилбензол, количество которых тоже возрастает, достигает максимума в двенадцатой фракции, а затем постепенно уменьшается до четырнадцатой фракции.

В десятой фракции обнаружено 22% 1, 3-диметил-4-этилбензола, содержание его в одиннадцатой фракции достигает 50%, в двенадцатой составляет 30%, а в тринадцатой—20%.

В одиннадцатой фракции 1, 2-диметил-4-этилбензол составляет 5%, в двенадцатой—10%, в тринадцатой — 35%, а в четырнадцатой — 30%. В тринадцатой фракции 1, 2, 3, 4-тетраметилбензола 5%, в четырнадцатой фракции — 50%, а в пятнадцатой — 70%.

В пятнадцатой фракции имеется 30% нафталина.

Выводы

1. Из сацхенисской нефти выделены и идентифицированы следующие моноциклические ароматические углеводороды: бензол, толуол *o*-ксилол, *m*-ксилол, *p*-ксилол, *n*-пропилбензол, изо-пропилбензол, 1-метил-3-этилбензол, 1, 3, 5-триметилбензол, 1, 2, 4-триметилбензол, 1, 2, 3-триметилбензол, 1, 3-диметил-2-этилбензол, 1, 2-диметил-4-этилбензол, 1, 3-диметил-3-этилбензол, 1, 3-диэтилбензол, 1, 2, 3, 4-тетраметилбензол и нафталин. Присутствие указанных ароматических углеводородов сацхенисской нефти доказано спектроскопическим методом.

2. Бензол был идентифицирован также в виде динитробензола, а толуол, *m*-ксилол, *o*-ксилол, и *p*-ксилол—в виде кислот и эфиров.

Академия наук Грузинской ССР
Институт химии им. П. Г. Меликишвили

(Поступило в редакцию 20.9.1963)

3080A

მ. ხინინაშვილი და ჰა. არაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტები)

საცხენისის ნავთობის მონოციკლური არომატული ნახშირწყალბადები

რეზიუმე

არომატული ნახშირწყალბადების შესწავლის მიზნით საცხენისის ნავთობი გამოიხადა, შეგროვდა ფრაქციები დულ. ტემპერატურით 60—95°; 95—122°; 122—150°; 150—200°C. აღნიშნულ ფრაქციებიდან არომატული ნახშირწყალბადები გამოყოფილ იქნა 1,84 ხვედრითი წონის გოგირდის მქავეთ. მიღებული არომატული ნახშირწყალბადები სათანადო გარეცხვისა და გაშრობის შემდეგ გამოიხადა 40 თერძული თეფშის მქონე სარექტიფიკაციო სვეტში და განესაზღვრა ფიზიკური მაჩვენებლები.

60—95°-იანი ფრაქციიდან გამოყოფილი არომატული ნახშირწყალბადების გამოხდისას შეგროვდა ბენზოლის შესაბამისი ფრაქცია დულ. ტემპერატურით —80—81°C; d_4^{20} 0,8780; n_D^{20} 1,4996. ბენზოლის იდენტიფიცირების მიზნით ჩატარდა აღნიშნულ ფრაქციის ნიტრირება, მიღებული დინიტრობენზოლი გალღვა 88,5—89°C.

95—122°-იან ფრაქციიდან გამოყოფილი არომატული ნახშირწყალბადების გამოხდის დროს შეგროვდა ტოლუოლის შესაბამისი ფრაქცია დულ. ტემპერატურით 109—110°C; d_4^{20} 0,8661; n_D^{20} 1,4960, რომელიც დაიქანგა კალიუმის პერმანგანატით ულმინის მიხედვით. ქანგვის შედეგად მიღებული ბენზოის მჟავა გალღვა 120—121°C-ზე.

122—150°-იან ფრაქციიდან გამოყოფილი არომატული ნახშირწყალბადების იდენტიფიკაციის მიზნით ნახშირწყალბადების ნარევი, დულ. ტემპერატურით 135—144°C; d_4^{20} 0,8656; n_D^{20} 1,4976; დაიქანგა. ქანგვის პროდუქტიდან გამოიყო ბენზოის მჟავა, რაც გალღვა 121,5°C-ზე, იზოფტალის მჟავის დიმეთილის-ეთერი გალღვა 70—71°C-ზე; ტერეფტალის მჟავის დიმეთილის ეთერი კი 138—139°C-ზე, ორთოფტალის მჟავამ რეზორცინთან შელობი-სას მოგვცა ფლუორესცენი.

150—200°-იან ფრაქციიდან გამოყოფილი არომატული ნახშირწყალბადების გამოხდისას მიღებულია 15 ფრაქცია, რომელთაც განესაზღვრათ ფიზიკური მაჩვენებლები. აღნიშნულ ფრაქციებში შემავალი არომატული ნახშირწყალბადები შესწავლილია კომბინაციური გაფანტვის მეთოდით სპექტროგრაფზე ИСП — 51.

გამოკვლევის შედეგად აღმოჩენილია შემდეგი არომატული ნახშირწყალბადები ო-ქსილოლი, მ-ქსილოლი, პ-ქსილოლი, ნ-პრობილბენზოლი, იზობროპილბენზოლი, 1-მეთილ-3-ეთილბენზოლი, 1, 3, 5-სამიმეთილბენზოლი, 1, 2, 4-სამიმეთილბენზოლი, 1, 2, 3-სამიმეთილბენზოლი, 1, 3-დიმეთილ 2-ეთილ ბენზოლი, 1,2-დიმეთილ-3-ეთილბენზოლი. 1,2-დიმეთილ-4-ეთილბენზოლი, 1,3-დი-ეთილბენზოლი, 1, 3-ორიმეთილ-4-ეთილბენზოლი, 1, 2, 3, 4-ათხიმეთილბენზოლი და ნაფტალინი.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Х. И. Арешидзе и Е. П. Хечинашвили. Количественное определение пяти- и шестичленных цикланов сацхенинской нефти. Сообщ. АН ГССР, 28, 4, 1962.
2. Н. Д. Зелинский и Ю. К. Юрьев. О химической природе уральской нефти. Сб. трудов, II, М. Изд. АН СССР, 1955, 492.
3. Н. И. Шуйкин, С. С. Новиков и Т. И. Нарышкина. О природе шестичленных углеводородов высших фракций майкопского бензина. Изв. АН СССР, ОХН, 115, 1951.
4. А. В. Топчиев, И. А. Мусаев, М. В. Шишкина и Г. Д. Гальперн. Индивидуальные ароматические углеводороды бензиновой фракции нефти из красноцветной толщи Небит-дага. ДАН СССР, 91, 1953, 869, т. 91.
5. Б. А. Казанский, А. Ф. Платэ, Е. А. Михайлова и др. Определение индивидуального углеводородного состава бензинов комбинированным методом. Изв. АН СССР, ОХН, 1954, 266.
6. Б. А. Казанский, Г. С. Ландсберг, А. Ф. Платэ и др. Определение индивидуального углеводородного состава бензинов комбинированным методом. Изв. АН СССР, ОХН, 1954, 456.
7. А. М. Настюков. Действие формалина на нефть и ее погони. ЖРХО, 36, 1904, 88.
8. Н. М. Кижнер и Г. Г. Вендельштейн. О гидролитическом разложении сульфокислот изомерных ксилолов в связи с вопросом об очистке технического ксилола. ЖРХО, 1925, 1797, т. 57.
9. F. Ullman и J. Uzbachian. Über die Anwendung von Permanganaten als Oxydationsmittel. Ber., 36, 1903, 1797.



ХИМИЯ

Е. М. НАНОБАШВИЛИ и И. Г. БАХТАДЗЕ

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
 ЖЕЛАТИНЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИОНИЗИРУЮЩЕГО
 ИЗЛУЧЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландия 1.7.1963)

Выяснение влияния ионизирующей радиации на высокомолекулярные соединения, в частности на белки, имеет большое научное и практическое значение.

Чувствительность высокополимеров к действию излучения определяется их характерной особенностью—заметным изменением физико-механических свойств при весьма малых степенях химических превращений.

В предыдущей работе [1] нами изучалось изменение физико-химических и вязкостных свойств растворов желатины при действии ультрафиолетовых лучей. В данной же работе исследовано изменение структурно-механических свойств желатины под действием рентгеновского и γ -излучения. Источниками излучения служили РУП-400 и Co^{60} активностью ~6 кюри.

Таблица 1

Рациональным методом, характеризующим структуру системы, является определение прочности предельного напряжения на сдвиг R_m при малых скоростях деформации. Величина эта характеризует механическую прочность структуры. Определение предельного напряжения на сдвиг производилось на приборе Вейлера—Рейбиндера [2].

Изменение предельного напряжения сдвига 1%-ного и 1,5%-ного растворов желатины при облучении рентгеновскими и γ -лучами

1%-ный раствор желатины, $\tau_{упр}=24$ час. $t_p=20^\circ C$		1,5%-ный раствор желатины, $\tau_{упр}=16$ час. 20 мин. $t_p=20^\circ C$	
Количество поглощенной энергии, эв/мл $\cdot 10^{18}$	R_m , дн/см ²	Количество поглощенной энергии, эв/мл $\cdot 10^{18}$	R_m , дн/см ²
0	200,00	0	196,20
0,41	282,48	0,26	196,19
1,23	350,00	0,74	387,72
1,64	585,47	1,39	509,70
2,05	734,99	1,43	527,00
2,46	830,81	4,80	1288,35

Известно, что физико-механические свойства растворов желатинны определяются конфигурацией ее молекул, но зависят также от температуры и концентрации желатинны в растворах. Структурообразование же в дисперсных системах зависит не только от концентрации и температуры, но и от времени с момента приготовления раствора [3]. Нами исследовалось действие излучения на растворы желатинны различной концентрации при различных температурах. Опыты проводились на растворах желатинны с концентрацией от 1 до 5%, при температуре $\sim 20-30^\circ\text{C}$.

Результаты, полученные при облучении 1—1,5%-ных растворов желатинны рентгеновскими и γ -лучами, показали, что излучение вызывает значительное увеличение прочности структуры. Как видно из данных табл. 1 и рис. 1, поглощению относительно небольшого количества энергии

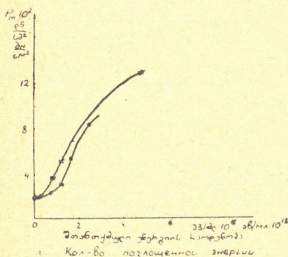


Рис. 1. Изменение предельного напряжения сдвига при действии ионизирующего излучения:

— изменение P_m в 1%-ном растворе желатинны при действии рентгеновских лучей;

х— изменение P_m в 1,5%-ном растворе желатинны при действии γ -лучей

гели $\sim 1,3 \cdot 10^{18}$ эв/мл соответствует изменение прочности структуры в 1%-ном растворе от 200 до 350 дн/см², предельное же напряжение сдвига в 1,5%-ном растворе желатинны от 200 до 500 дн/см².

Изменение предельного напряжения сдвига наблюдалось при действии γ -лучей и на 3—4—5%-ные растворы желатинны. Причем, как это видно из рис. 2, предельное напряжение сдвига возрастает тем больше, чем больше концентрация раствора и поглощенная энергия.

Поэтому можно было предполагать, что ионизирующее излучение при определенных условиях может инициировать структурообразование и в самопроизвольно неструктурирующихся системах.

Действительно, согласно данным, приведенным в табл. 2, при облучении 2,3—2,6%-ные растворы желатинны значительно упрочняются в процессе облучения и тем больше, чем больше поглощенная энергия, тогда как в необлученной системе при прочих равных условиях структурообразование вовсе не наблюдается. Так, например, для раствора 2,6%-ной желатинны P_m изменяется от 16,70 до 355,12 дн/см². Это обстоятель-

ство позволяет применить излучение с целью направленного изменения структурно-вязкостных свойств и в других подобных системах.

Особенно следует отметить влияние температуры на изменение структурно-вязкостных свойств растворов желатины при облучении. При поглощении одного и того же количества энергии предельные напряжения сдвигов 2,3—2,6%-ных растворов желатины значительно отличаются друг от друга при изменении температуры в 3—4°. Так например, как видно из табл. 2, при поглощении энергии, равной 2,34 эв/мл, R_m для 2,6%-ного раствора желатины при $t=23,5^\circ\text{C}$ составляет 127,68; а при $t=26,5^\circ\text{C}$ равняется 78,00 дн/см².

Влияние температуры сказывается на изменении предельного напряжения сдвига исследуемых образцов и после облучения. Незначительное повышение температуры облученных образцов, имеющих достаточно прочную структуру, вызывает значительное уменьшение предельного напряжения сдвига вплоть

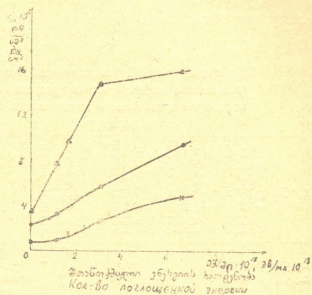


Рис. 2. Изменение предельного напряжения сдвига растворов желатины различной концентрации:

- 3%-ный раствор желатины;
- 4%-ный раствор желатины;
- ▲—5%-ный раствор желатины

Таблица 2
Действие γ -лучей на растворы желатины различной концентрации при различных температурах

Количество поглощенной энергии, эв/мл · 10 ¹⁸	t=23,5°C		Количество поглощенной энергии, эв/мл · 10 ¹⁸	t=26,5°C	
	R _m 2,3%-ного раствора желатины, дн/см ²	R _m 2,6%-ного раствора желатины, дн/см ²		R _m 2,3%-ного раствора желатины, дн/см ²	R _m 2,6%-ного раствора желатины, дн/см ²
0	16,70	16,70	0	16,70	16,70
0,78	18,56	18,66	1,56	70,07	74,74
2,34	70,07	127,68	2,34	63,00	78,00
3,38	161,16	235,12	4,41	121,00	193,43
6,11	345,68	372,98	6,50	230,00	240,00

до полного разрушения структуры системы. Об этом говорят данные, приведенные в табл. 3.

вает увеличение взаимодействия между участками цепей, приводящее к застудневанию.

Причина застудневания состоит в возникновении связей между молекулами высокомолекулярного вещества, которые в растворе представ-

Таблица 3

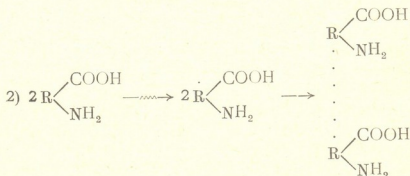
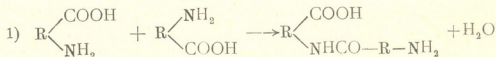
Действие γ -лучей на растворы желатины (изменение предельного напряжения сдвига растворов желатины в зависимости от температуры)

$t, ^\circ\text{C}$	R_m 1,8%-ного раствора желатины, дн/см ²	R_m 2,3%-ного раствора желатины, дн/см ²	R_m 2,5%-ного раствора желатины, дн/см ²	R_m 2,6%-ного раствора желатины, дн/см ²	Примечания
23,5	345,22		670,31		Количество поглощенной энергии равно $6,54 \cdot 10^{18}$ эв/мл
24,5	270,06		538,76		
23,5		70,07		127,68	Количество поглощенной энергии равно $2,34 \cdot 10^{18}$ эв/мл
26,5		63,00		78,00	
28,0		—		35,00	

ляли собой кинетические отдельности. Эти связи в облученных растворах могут образовываться за счет сильно взаимодействующих друг с другом полярных групп макромолекул, за счет взаимодействия ионизированных ионогенных групп, несущих электрический заряд различного знака и, наконец, за счет образования между макромолекулами хи-

мических связей. Связи образуются не только по концам кинетических отдельностей, но и между любыми участками гибких макромолекул, если на них имеются группы, могущие вступать друг с другом в то или иное взаимодействие.

В случае желатины можно предположить следующее:



что приводит к образованию более длинных цепей с боковыми ответвлениями.

В ы в о д ы

1. Исследовано изменение структурно-механических свойств желатины под действием рентгеновского и γ -излучения.
2. Установлено, что прочность структуры находится в прямой зависимости от количества поглощенной энергии и концентрации и в обратной зависимости от температуры раствора.
3. Установлено, что радиационное воздействие является одним из факторов, могущих направленно изменять структурно-вязкостные свойства некоторых высокомолекулярных соединений.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт прикладной химии и
 электрохимии
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 1.7.1963)

ჰიგია

მ. ნანობაშვილი და ი. ბახტაძე

ჟელატინის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების
 შეცვლა მაიონიზირებელი გამოსხივების
 მოქმედებისას

რ ე ზ ი უ მ ე

მაღალმოლეკულური ნაერთები დიდ გამოყენებას პოულობენ სახალხო მეურნეობის ყველა დარგში და ამდენად მათი თვისებების წინასწარ განსაზღვრული მიმართულებით შეცვლა აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს.

ამ მიზნით შრომაში შესწავლილია მაღალი ენერგიის გამოსხივების მოქმედებისას ჟელატინის ხსნარების სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების შეცვლა.

მიღებული შედეგებით დადგენილია, რომ რენტგენული და γ -გამოსხივების მეორე რაოდენობის შთანთქმისას ხდება ჟელატინის ხსნარებში სტრუქტურის წარმოქმნა და ეს მით უფრო ადვილად ხდება, რაც უფრო მეტია ხსნარის კონცენტრაცია და შთანთქმული ენერგია. ასე, მაგალითად, $1,3-10^{18}$ ევ/მლ ენერგიის შთანთქმისას 1% და 1,5% ჟელატინის ხსნარების გადაჭვრის ზღვრული ძაბვა იზრდება 1,5-2,5-ჯერ, ხოლო $\sim 3-5 \cdot 10^{18}$ ევ/მლ შთანთქმისას გადაჭვრის ზღვრული ძაბვა აღწევს $830-1280$ დნ/სმ² შესაბამისად. ტემპერატურა სტრუქტურის წარმოქმნაზე და ზრდაზე საწინააღმდეგო მიმართულებით მოქმედებს. ტემპერატურის $1-3^{\circ}$ გაზრდა იწვევს გასხივებულ ნიმუშებში გადაჭვრის ზღვრული ძაბვის მკვეთრ შემცირებას და ზოგიერთი შემთხვევაში სტრუქტურის მთლიან დარღვევას.

ამგვარად, ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ რადიაციული ზემოქმედებით შესაძლებელია ზოგიერთი მაღალმოლეკულურ ნაერთთა სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების წინასწარ განსაზღვრული მიმართულებით შეცვლა.

დავითაშვილი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. E. M. ნანობაშვილი, ი. გ. ბახტაძე. Действие ультрафиолетовых лучей на высокомолекулярные соединения. Труды Института прикладной химии и электрохимии, 19, 1962.
2. С. Е. Вейлер, П. А. Ребиндер. Исследования упруго-пластических свойств и тиксотропии дисперсных систем (суспензий, эмульсий и коллоидных растворов). ДАН СССР, 49, 1945.
3. С. С. Воюцкий. Растворы высокомолекулярных соединений. Госхимиздат, 1958.



ქიმიური ტექნოლოგია

ნ. ბეჰაური, თ. ჯაშიაშვილი, რ. ბაჭრინდაშვილი
 და ნ. კვაჭავაძე

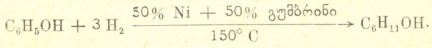
ფენოლის ჰიდრირება ორთქლის ფაზაში
 ახალი კატალიზატორების
 თანაობისას

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. ერისთავმა 9.11.1963)

პოლიმერულ მასალებზე ზრდად მოთხოვნილებასთან დაკავშირებით ქიმიკოსების წინაშე დასმულია საკითხი, რათა გამოიხატოს იქნეს უფრო გამართიებული და ეკონომიურად ხელსაყრელი გზები მონომერების სინთეზისა.

მონომერ კაბროლაქტამის სინთეზის ერთ-ერთ ძირითად საფეხურს წარმოადგენს ციკლოჰექსანოლის მიღება ფენოლური სქემით. როგორც საბჭოთა, ისე უცხოელი მეკლევრების მიერ შესწავლილია ფენოლის ჰიდრირების რეაქცია სხვადასხვა პირობებში Ni-ის კატალიზატორების თანაობისას [1, 2, 3, 4].

ჩვენს წინა შრომაში [5] დადგენილ იქნა, რომ ფენოლის ჰიდრირება ციკლოჰექსანოლში შესაძლებელია ბუნებრივი ალუმოსილიკატის თანაობისას ატმოსფერული წნევის დროს შემდეგი რეაქციით:



მიღებული შედეგები საშუალებას გვაძლევს წარმოებაში ამჟამად ხმარებული კატალიზატორის (Ni, Al₂O₃ ან G₂O₃ და გრაფიტი) ერთ-ერთი ძვირად ღირებული კომპონენტი შეეცვალოს ბუნებრივი ალუმოსილიკატით, რომლის მარაგი საკმაოდ მოიპოვება ჩვენს რესპუბლიკაში. წინა შრომაში [5] გამოყენებულ იქნა ასეთი შემადგენლობის კატალიზატორი:

50% Ni—50% გუმბრინი.

შემდგომში ჩვენი მუშაობის მიზანს შეადგენდა შეგვესწავლა ფენოლის ჰიდრირება ციკლოჰექსანოლში კატალიზატორ Ni/გუმბრინის თანაობისას, ნიკელის პროცენტული რაოდენობის თანდათანობითი შემცირებით.

ექსპერიმენტული ნაწილი

ცდისათვის გამოვიყენეთ კოქსოქიმიური წარმოების ფენოლი. გასუფთავების მიზნით გამოვხადეთ 200 მმ ნარჩენი წნევის ქვეშ და მივიღეთ ღია ფერის გამჭვირვალე კრისტალური მასა ლღობის ტემპერატურით 41° (P=760 მმ), რაც ეთანხმება ლიტერატურულ მონაცემებს [6].

კატალიზატორების დასამზადებლად გამოიყენეთ 20%-იანი მარილ-მჟავით გააქტივებული გუმბრინი. ნიკელის დაფენა გააქტივებულ გუმბრინზე მოეხდინეთ წყალში ხსნადი ძმარმჟავა ნიკელის მარილით $Ni(CH_3COO)_2$.

კვლევისათვის დამზადებულ იქნა შემდეგი შემადგენლობის კატალიზატორები:

1. 40% ლითონური ნიკელი+60% გუმბრინი;
2. 30% ლითონური ნიკელი+70% გუმბრინი;
3. 20% ლითონური ნიკელი+80% გუმბრინი.

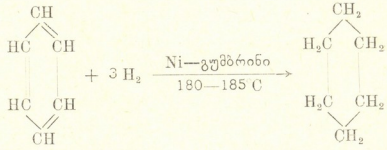
განვსაზღვრეთ კატალიზატორების pH, რომელიც 20% Ni—80% გუმბრინის შემთხვევაში უდრიდა—7,6; 30% Ni—70% გუმბრინი—7,9; ხოლო 40% Ni - 60% გუმბრინი—8.

მიღებული კატალიზატორები დავწნებთ ხელის წნეხზე ცილინდრული აბების სახით (ზომები 5×4 მმ), რის შემდეგაც მოვახდინეთ ნიკელის მარილის აღდგენა ლითონურ ნიკელამდე. აღდგენა ვაწარმოებთ კატალიზურ ლუმელში, ელექტროლიზური წყალბადის არეში, ტემპერატურის თანდათანობითი აწევით.

კატალიზატორების აღდგენა ვაწარმოებთ საფეხურებრივად:

- 100° C-ზე 3 საათს,
- 200° C-ზე 5 საათს,
- 250° C-ზე 5 საათს,
- 300° C-ზე 5 საათს,
- 350° C-ზე 7 საათს.

კატალიზატორების მაპიდრირებელი აქტივობა შემოწმებულ იქნა 10—12 მლ ბენზოლის გატარებით 0,5 მოცულობითი სიჩქარით 180°C—185°C-ზე.



შემოწმების დროს კატალიზატორები ამჟღავნებდნენ მაღალ აქტივობას. აქტივობის შემოწმების შემდეგ ფენოლის ჰიდრირება ვაწარმოებთ აღნიშნული კატალიზატორების თანაობისას. ჰიდრირებისათვის გამოიყენეთ ელექტროლიზური წყალბადი. ჰიდრირება მიმდინარეობდა კატალიზურ ლუმელში ორთქლის ფაზაში.

დანადგარი ავაწყეთ შემდეგი სქემის მიხედვით (ნახ. 1).

ცდა 1. პირველად ცდა ჩატარდა 40% ლითონური ნიკელის შემცველ კატალიზატორზე. ცდის მსვლელობისას გამოვლინდა, რომ ტემპერატურა 150°C, რომლის დროსაც ვაწარმოეთ ფენოლის ჰიდრირება 50%-ის შემცველ კატალიზატორზე, 40%—Ni-ის შემცველი კატალიზატორისათვის საკმარისი არ იყო.

აღნიშნულ ტემპერატურაზე (150°C-ზე) ჰიდრირების რეაქციამ არაღამაქამყოფილებელი შედეგი მოგვცა. მიღებული კატალიზატი შეიცავდა ფენოლს. კატალიზატის გარდატეხის მაჩვენებელი $n_{11}^{20} = 1,5120$. ამის შესაბამისად მოვახდინეთ ტემპერატურის თანდათანობით აწვევა 220°-მდე. აღმოჩნდა,

რომ 40% Ni-ის შემცველი კატალიზატორის თანაობისას ჰიდრირების ოპტიმალური ტემპერატურაა 180°C. აღნიშნულ ტემპერატურაზე ადვილი ჰქონდა ფენოლის მაქსიმალურ ჰიდრირებას. გარდაქმნის ხარისხმა მიაღწია 80%-ს. მივიღეთ კატალიზატი გარდატეხი მაჩვენებლით $n_{11}^{20} = 1,4718$.

ცდა 2. ფენოლის ჰიდრირება ვაწარმოეთ 30% ლითონური ნიკელის შემცველი კატალიზატორის თანაობისას. წინა ექსპერიმენტის (ცდა 1) შესაბამისად, ჰიდრირება ჩავატარეთ 180°C-ზე. აღნიშნულ ტემპერატურაზე მიღებულ იქნა ციკლოჰექსანოლის მცირე გამოსავალი თხევადი კატალიზატის გარდატეხის მაჩვენებელი $n_{11}^{20} = 1,5220$.

ამის შესაბამისად ვაწარმოეთ ტემპერატურის თანდათანობით გაზრდა, რის შედეგადაც მივიღეთ კატალიზატები შემდეგი გარდატეხის მაჩვენებლებით:

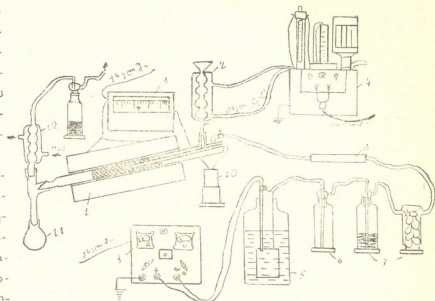
190° C-ზე $n_{11}^{20} = 1,5130$,

195° C-ზე $n_{11}^{20} = 1,4920$,

205° C-ზე $n_{11}^{20} = 1,4848$,

208° C-ზე $n_{11}^{20} = 1,4760$.

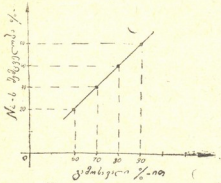
მაქსიმალური გარდაქმნა 70% მიღებულ იქნა 214° C-ზე $n_{11}^{20} = 1,4720$.



ნახ. 1. 1—ღუმელი, 2—ფენოლის გამაციხელებელი, 3—დენის გამმართველი, 4—თერმოსტატი (ცხელი წყალისათვის), 5—ელექტროლიზორი, 6—წყალბადის ბუფერი, 7—მზონათქმელები, 8—ცეცხლწამკვეთი, 9—თერმორეგულატორი, 10—დიფარის ჭურჭელი, 11—კატალიზატის მიმღები, 12—მაცივარი



ცდა 3. ამ ცდის დროს გამოვიყენეთ 20% ლითონური ნიკელის შემცველი კატალიზატორი. ამ შემთხვევაში ცდის ჩატარება დაიწყო 180°C -ზე მაქსიმალური გარდაქმნის ხარისხს მივალწიეთ 220°C -ზე, კატალიზატის გარდატეხის მიჩვენებელი $n_{\text{წ}} = 1.4880$, ხოლო გარდაქმნის ხარისხი კი 60%-ს.



ნახ. 2

ზემოთ აღნიშნული ცდების ჩატარებისას შემჩნეულია, რომ ფენოლის ჰიდრირება ციკლოპექსანოლში კარგად მიმდინარეობს ორთქლის ფაზაში. თხიად ფაზაში პროცესის ჩატარებისას კატალიზატორები კარგავენ აქტივობას და საჭიროებენ შემდგომ გააქტივებას.

ნახ. 2-ზე მოგვეყვას მრუდი, რომელიც ახასიათებს ციკლოპექსანოლის გამოსავლის ცვლილებას ზემოაღნიშნულ კატალიზატორებში Ni-ის პროცენტული რაოდენობის თანდათანობით შემცირებისას⁽¹⁾.

დასკვნები

1. ჩვენ მიერ გამოყენებულ კატალიზატორებში ნიკელის პროცენტული რაოდენობის შემცირება იწვევს ფენოლის გარდაქმნის ხარისხის შემცირებას.

2. კატალიზატორებში ნიკელის პროცენტული რაოდენობის შემცირება მოითხოვს პროცესის ჩატარებას უფრო მაღალ ტემპერატურაზე.

3. დადგენილ იქნა ფენოლის ციკლოპექსანოლში ჰიდრირების (ზემოაღნიშნული კატალიზატორების თანაობისას) ოპტიმალური ტემპერატურები:

- ა) 40% ლითონური Ni და 60% გუმბრინი— 180° ;
- ბ) 30% ლითონური Ni და 70% გუმბრინი— 214° ;
- გ) 20% ლითონური Ni და 80% გუმბრინი— 220° .

ლენინის სახელობის
საქართველოს პოლიტექნიკური
ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 9.11.1963)

⁽¹⁾ მრუდის შესადგენად აღებული პირველი მონაცემი 50% და გამოსავალი 90% აღებულია [5] შრომიდან.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Н. Г. БЕКАУРИ, Т. К. ДЖАШИАШВИЛИ, Р. Т. ГАПРИНДАШВИЛИ
 и Н. И. КВАЧАДЗЕ

ГИДРИРОВАНИЕ ФЕНОЛА В ПРИСУТСТВИИ НОВЫХ
 КАТАЛИЗАТОРОВ

Резюме

В предлагаемой работе приводятся результаты гидрирования фенола в присутствии разнопроцентного состава металлического никеля, нанесенного на алюмосиликаты.

Исследования проведены в паровой фазе при атмосферном давлении.

В применяемых нами катализаторах уменьшение процентного содержания никеля вызывает уменьшение степени превращения фенола.

Уменьшение процентного содержания никеля в катализаторах требует проведения реакции при более высокой температуре.

Установлены оптимальные температуры гидрирования фенола в циклогексанол (в присутствии вышеуказанных катализаторов):

- а) 40% металлического никеля, 60% гумрина—180°С;
- в) 30% металлического никеля, 70% гумрина—214°С;
- б) 20% металлического никеля, 80% гумрина—220°С.

დავითშვილი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Шуйкин, Х. М. Миначев и А. М. Феофанова. Гидрирующая и дегидрирующая способность никелевых катализаторов на различных носителях. Изв. АН СССР, ОХН, № 1 (96), 1953.
2. А. Г. Лейбуш и др. Влияния термической обработки никелевого катализатора на процесс конверсии метана. Химическая промышленность, № 2 (16), 1961.
3. Н. И. Шуйкин, Е. А. Тимофеева. Исследование превращений индивидуальных углеводов в контакте с активированной трощковской глиной. Изв. АН СССР, ОХН, № 4 (678), 1953.
4. Н. И. Шуйкин, Х. М. Миначев и И. Д. Рожденственская. Гидро- и дегидрогенизация углеводов в контакте с низкопроцентными никелевыми катализаторами. ДАН СССР, серия „Химия“, 72, 911, 1950.
5. Б. ბექაური, რ. გაფრინდაშვილი და ნ. კვაჭაძე. ფენოლის ჰიდრირება ბუნებრივი ალუმოსილიკატის თანაობისას. ტექნიკური ინფორმაცია, № 23, თბილისი, 1963.
6. Справочник химика, т. II, Госхимиздат, 1959.



ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Т. Н. ХОПЕРИЯ и Ф. КОМАСУРИДZE

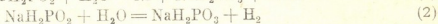
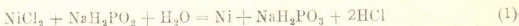
К ВОПРОСУ ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 15.1.1963)

В современной технике химическое никелирование находит все возрастающее применение в различных областях промышленности для покрытия металлических и неметаллических поверхностей [1—6].

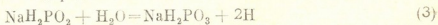
Сущность процесса химического никелирования заключается в образовании осадка никеля на поверхности изделия путем химического восстановления ионов никеля ионами гипофосфита. Химическое никелирование характеризуется следующими основными преимуществами перед гальваническим никелированием: 1) получается равномерное отложение никеля на поверхности деталей сложной геометрии, имеющих внутренние полости и сопрягаемые резьбы; 2) процесс производится без применения специального электротехнического оборудования постоянного тока, измерительных приборов и шиновой подводки; 3) отсутствуют пригар и утолщения на углах и острых краях детали; 4) достигается высокая износоустойчивость и коррозионная стойкость покрытия.

Бреннер и Ридделл [7], разработавшие химическое никелирование металлов, отмечали, что схема реакции может быть представлена в виде:



Покрытие, полученное методом химического никелирования, содержит от 5 до 15% фосфора, причем с увеличением кислотности раствора содержание фосфора повышается. Непосредственно из ванны получается аморфный осадок. При термообработке происходит преобразование аморфного осадка в кристаллический.

К. М. Горбунова и А. А. Никифорова [1] на основе исследования механизма реакции приходят к заключению, что первая стадия процесса—каталитическое разложение гипофосфита водой с выделением атомарного водорода:



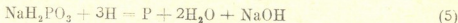
Второй стадией процесса является взаимодействие атомарного водорода с ионами никеля:



В представлении авторов, фосфор в покрытие включается в результате воздействия атомарного водорода на ионы H_2PO_2^- или HPO_3^{2-} [8].

А. А. Сутягина, К. М. Горбунова и другие указывают [9], что реакционно-способным в отношении восстановления ионов никеля является водород гипофосфита из связи Р—ОН.

В нашем представлении, реакцию образования фосфора можно представить уравнением



Данная реакция ясно показывает отрицательное влияние повышения рН раствора на количество выделившегося фосфора, что согласуется с результатами экспериментов. Снижение количества выделившегося фосфора с повышением рН раствора, по нашему мнению, можно объяснить, также тем, что с повышением рН раствора, как показали Миньер и Бреннер [1], растворимость фосфитов (источников фосфора) падает.

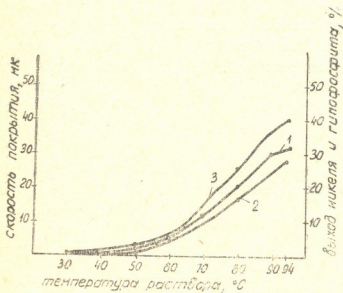


Рис 1. Зависимость скорости никелирования, выхода никеля и гипофосфита от температуры раствора. Состав раствора (г/л): сернистый никель—23; гипофосфит натрия—16; уксуснокислый натрий—10; рН = 5 ÷ 4, T = 92°, t = 1 час.

Проводя работы по химическому никелированию, мы исследовали кислые и щелочные растворы.

В качестве образцов для химического никелирования были использованы стальные пластинки холодного проката марки 10КП. Образцы подвергались такой же обработке, как перед гальваническим никелированием.

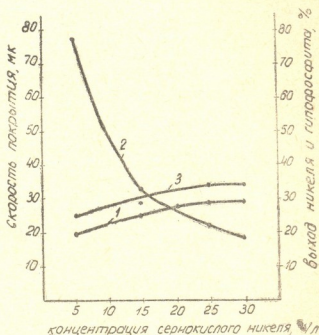
Кислый раствор содержал: сернистый никель, гипофосфит натрия, и уксуснокислый натрий. Соотношение покрываемой поверхности к объему раствора составляло 0,5 дм²/л.

В одном и том же растворе, несмотря на его корректирование основными компонентами (сернистый никель и гипофосфит натрия), скорость осаждения никеля падала.

Перед корректированием раствор охлаждался до 50°C. Корректирование проводилось из расчета, что на восстановление 1 г никеля расхо-

дуется 5 г гипофосфита натрия. При корректировании раствора, когда произведение растворимости фосфитов никеля—продукта реакции— достигало критического значения, они выпадали в осадок в виде соли переменного состава, снижая качество покрытия. Так, после первого корректирования на стенках сосуда выделился порошкообразный никель, а после второго, третьего и четвертого корректирования вместе с никелем в растворе выделился белый осадок фосфитов никеля.

Рис 2. Зависимость скорости никелирования, выхода никеля и гипофосфита от концентрации сернокислого никеля. Состав раствора (г/л): гипофосфит натрия — 16; уксуснокислый натрий — 10; рН = 5 ÷ 4, T = 92°C, $\tau = 1$ час.



В дальнейшем работа проводилась без корректирования и фильтрации раствора с однократным использованием. Были установлены зависимости скорости покрытия и выхода никеля и гипофосфита от температуры раствора, концентрации составных частей, рН раствора и продолжительности опыта, а также выявлен оптимальный режим покрытия (рис. 1—6).

На рисунках 1—6 кривые под номерами 1 и 2 обозначают соответственно скорость никелирования и количество восстановленного никеля в процентах от количества никеля в исходном растворе. Кривая 3 обозначает количество израсходованного гипофосфита натрия в процентах от его количества в исходном растворе. Указанные количества никеля и гипофосфита в процентах называем выходом никеля и гипофосфита.

Выход никеля определяли весовым методом по привесу покрываемого образца. Для определения выхода гипофосфита после никелирования проводили анализ раствора на содержание гипофосфита цериметрическим методом [5].

На процесс химического никелирования своеобразное влияние оказывают органические кислоты и их соли. Они применяются как для

поддержания рН в оптимальных пределах, так и для специфического воздействия на процесс, так как влияют на скорость восстановления никеля и на качество покрытия.

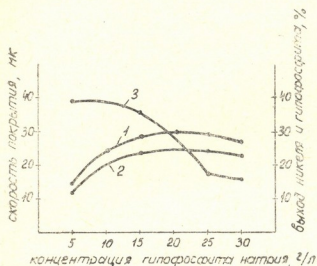


Рис 3. Зависимость скорости никелирования, выхода никеля и гипофосфита от концентрации гипофосфита натрия. Состав раствора (г/л): сернистый никель—23; уксуснокислый натрий—10; рН = 5 ÷ 4, $T=92^{\circ}\text{C}$, $\tau=1$ час.

Нами было изучено влияние концентрации уксуснокислого натрия на скорость никелирования и стабильность рН раствора.

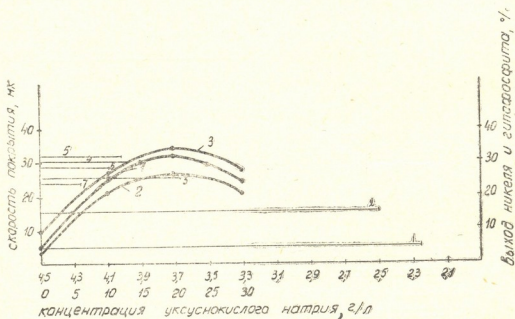


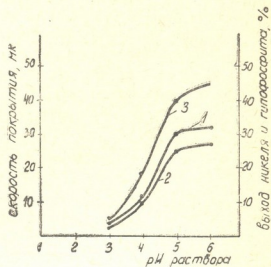
Рис. 4. Зависимость скорости никелирования, выхода никеля и гипофосфита от концентрации уксуснокислого натрия. Состав раствора (г/л): сернистый никель—23; гипофосфит натрия—16; $T=92^{\circ}$, $\tau=1$ час.

По результатам проведенных исследований построен график (рис. 4). На абсциссе отложена концентрация уксуснокислого натрия в г/л и рН раствора, на ординате—скорость образования покрытия в мк/час.

Кривая линия (1) изображает зависимость скорости образования покрытия от изменения концентрации уксуснокислого натрия. Длина го-

горизонтальных линий (параллельных оси абсцисс) показывает величину изменения рН раствора за время опыта, длившегося 1 час.

Рис. 5. Зависимость скорости никелирования, выхода никеля и гипофосфита от рН раствора. Состав раствора (г/л): сернокислый никель — 23; гипофосфит натрия — 16; уксуснокислый натрий — 10; $T = 92^\circ$, $\tau = 1$ час.



Расстояние от абсциссы до горизонтальной линии показывает скорость образования покрытия. Номера горизонтальных линий соответствуют определенным концентрациям органических добавок (1—0 г/л, 2—5 г/л, 3—10 г/л, 4—15 г/л, 5—20 г/л, 6—25 г/л, 7—30 г/л).

Из рисунка 4. видно, что при отсутствии уксуснокислого натрия или при его содержании в малых количествах стабильность рН раствора низкая, что обуславливает небольшую скорость покрытия. Увеличение концентрации уксуснокислого натрия до определенного предела приводит к одновременному увеличению стабильности рН раствора и скорости покрытия. Дальнейшее увеличение концентрации уксуснокислого натрия приводит к понижению скорости покрытия, несмотря на повышение стабильности рН раствора. Такой же закономерности подчиняется и ряд других опробованных нами добавок. При этом выявлено, что в кислых растворах химического никелирования в случае применения в качестве органических добавок одноосновных или двухосновных насыщенных карбоновых кислот с увеличением числа метиленовых групп— CH_2 —в молекуле кислоты скорость покрытия снижается.

При изучении зависимости скорости никелирования от кислотности раствора (рис. 5) при рН=6 наблюдалось выделение осадка гидрооксида никеля сразу же после нагревания раствора. При дальнейшем проведении опыта осадок полностью растворился.

При рН=7 также наблюдалось выделение осадка с той разницей, что при дальнейшем протекании опыта осадок не растворялся. Помимо того, на стенках ванны выделился порошкообразный никель.

На основании полученных данных установлено, что наиболее оптимальный состав раствора и режим работы при использовании серно-

кислого никеля, гипофосфита натрия и уксуснокислого натрия следующий: сернистый никель—23 г/л, гипофосфит натрия — 16 г/л, уксуснокислый натрий—10 г/л, $T=92 \div 94^\circ\text{C}$, $\text{pH}=4,5 \div 5,5$. При данном режиме получились полублестящие никелевые покрытия с хорошим сцеплением с основой.

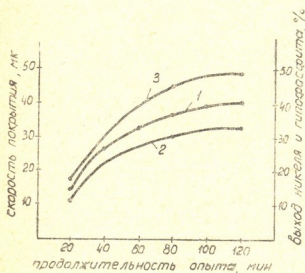


Рис. 6. Зависимость скорости никелирования, выхода никеля и гипофосфита от продолжительности опыта. Состав раствора (г/л): сернистый никель — 23; гипофосфит натрия — 16; уксуснокислый натрий — 10; $\text{pH}=5 \div 4$, $T=92^\circ$.

С целью повышения поверхностной твердости и облегчения пайки никелировались детали из алюминиевого сплава АМЦ.

Из-за наличия на алюминиевом сплаве оксидной пленки необходимо производить тщательную подготовку поверхности перед покрытием. В нашей работе использовались как механический (пескоструйная обработка), так и химические способы снятия оксидной пленки.

Были применены следующие химические способы подготовки: 1) травление в 3% горячем растворе каустика с последующим осветлением в растворе азотной кислоты; 2) осаждение никеля контактным способом с последующим снятием.

Контактное никелирование производилось в растворе состава: хлористый никель—400 г/л, плавиковая кислота—200 г/л; борная кислота—40 г/л; продолжительность обработки — $3 \div 5$ мин.

Осажденный никель снимался в азотной кислоте уд. веса 1,4 в течение нескольких секунд.

Химическое никелирование производилось в щелочном растворе состава: хлористый никель—25 г/л, гипофосфит кальция—10 г/л, хлористый аммоний—50 г/л, лимоннокислый натрий—70 г/л, pH раствора доводился гидроокисью аммония до $8 \div 9$, температура поддерживалась в интервале $83 \div 88^\circ\text{C}$.

После никелирования детали подвергались термообработке при $240 \div 250^\circ\text{C}$ с выдержкой $60 \div 70$ мин. Термообработка повышала прочность сцепления никеля с алюминиевым сплавом.

Химическое никелирование алюминиевых сплавов с последующей термообработкой увеличило износостойкость изделий и облегчило пайку.

Как известно, детали из меди и ее сплавов никелируются только после кратковременного контактирования с такими электроотрицательными металлами, как никель, железо и алюминий. В этом случае образующаяся местная гальваническая пара обуславливает возникновение мономолекулярного слоя никеля за счет внутреннего электролиза. Возникший слой контактного никеля обеспечивает дальнейшее развитие процесса до получения покрытия заданной толщины, так как никель является катализатором реакции восстановления его гипофосфитом. На основе законов внутреннего электролиза можно было заключить, что в соответствии с законом рассеивания никель должен распределяться неравномерно по поверхности изделия из меди и ее сплавов, не покрывая углубления. После этого более высокое перенапряжение металла при выделении на инородном катоде могло привести к преимущественному отложению никеля на образующихся первоначальных контактных участках. Этому способствует и то, что никель является катализатором реакции. Однако и при покрытии меди и латуни получается равномерная толщина покрытия по всей поверхности изделия. Данное явление можно объяснить тем, что образующийся на поверхности никель выполняет роль анода местной гальванической пары медь—никель. Это обуславливает дальнейшее отложение никеля на положительном электроде — непокрытом участке изделия из меди и ее сплава.

Микротвердость слоя химического никеля, определенная нами на приборе ПМТ-3, равнялась 480 кг/мм². Термическая обработка при температуре 400°C и выдержке в течение одного часа повышала микротвердость до 880 кг/мм². Это позволяет применить химическое никелевое покрытие в качестве износостойкого покрытия взамен хромового.

Компоненты раствора химического никелирования определяются по методике, описанной в нашей работе [9]. Однако при цериметрическом титровании гипофосфита натрия был использован индикатор феррон вместо индигокармина [5]. Преимущество этого индикатора—более точный переход окраски в точке эквивалентности (из красного цвета в бледно-голубой). Индикатор готовят по следующему рецепту: 1,485 г. о-фенентролина растворяют в 100 мм воды, содержащей 0,695 г. FeSO₄·7H₂O. Так получается 0,025M раствора.

Выводы

1. Установлен оптимальный состав раствора и режим никелирования при однократном использовании раствора с плотностью загрузки, равной 0,5 дм²/л. Состав раствора (г/л): никель сернокислый—23; гипо-

фосфит натрия—16; уксуснокислый натрий—10. Режим процесса: $T=92\pm 1^\circ\text{C}$; $\text{pH}=5$.

2. При увеличении концентрации органической добавки после определенного предела, несмотря на повышение стабильности pH раствора, скорость химического никелирования снижается.

3. В кислых растворах химического никелирования в случае применения одноосновных или двухосновных насыщенных карбоновых кислот с увеличением числа метиленовых групп в молекуле кислоты скорость никелирования уменьшается.

Тбилисский научно-исследовательский

электротехнический институт

(Поступило в редакцию 15.1.1963)

შემაჯავრობი

თ. ხოპერია და ჯ. ჰომასურიძე

მეტალის ქიმიური მონიკელების საკითხისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

ორგანული დანამატების კონცენტრაციის გაზრდით განსაზღვრული საფეხურის შემდეგ, მიუხედავად ხსნარის pH -ის მდგრადობის გადიდებისა, ქიმიური მონიკელების სიჩქარე ეცემა.

ქიმიური მონიკელების მთავრებში, ერთფუძიანი ან ორფუძიანი ნაჯერი კარბონის მთავრების გამოყენების შემთხვევაში, მეთილენის ჯგუფის რიცხვის გადიდებასთან ერთად მთავრის მოლეკულაში, მონიკელების სიჩქარე ეცემა.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. М. Горбунова, А. А. Никифорова. Физико-химические основы процесса химического никелирования. Изд. АН СССР, 1960.
2. G. Gutzeit. An outline of the chemistry involved in the process of catalytic nickel deposition from aqueous solution. *Plating*, 46, № 10, 1959.
3. П. П. Беляев, М. М. Зильберфарб, М. П. Гатеровская. Никелирование без наложения тока. Сб. „Металлические покрытия в химическом машиностроении“, вып. II, М., 1951.
4. Т. Н. Хоперия. Химическое никелирование неметаллических поверхностей. *Приборостроение*, № 9, Машгиз, 1961.
5. Т. Н. Хоперия. Химическое никелирование неметаллических материалов. Ленинградский дом научно-технической пропаганды, вып. 3, Л., 1963.
6. С. А. Вишенков, Е. В. Каспарова. Повышение надежности и долговечности деталей машин химическим никелированием. Машгиз, 1963.
7. A. Brenner, G. Riddell. Deposition of nickel and cobalt by chemical reduction. *Res. Nat. U. S. Bur. Stand.*, 37, 31, 1946.
8. А. А. Сулягина, К. М. Горбунова, М. П. Глазунов. К вопросу о механизме реакции химического никелирования. *ДАН СССР*, т. 147, № 5, 1962.
9. Т. Н. Хоперия. Химическое никелирование. *Приборостроение*, № 12, Машгиз, 1961.



ПЕТРОГРАФИЯ

Э. И. КАХАДZE

**ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ МЕТАМОРФИЗМ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД
 МЕДНО-СУЛЬФИДНЫХ РУД ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ**

(Представлено академиком Г. С. Дзоендизе 5.6.1963)

Изучением гидротермально измененных пород, связанных с медно-сульфидными оруденениями колчеданного типа юго-восточной Грузии, специально никто не занимался. В настоящей статье на основании полученных нами данных постараемся осветить некоторые закономерности процесса гидротермального метаморфизма, имеющего большое значение в понимании условий формирования этих оруденений. Гидротермальное изменение вмещающих пород медно-сульфидных руд является однотипным ввиду однородности их химико-минералогического состава на всех изучаемых месторождениях. Интенсивность метаморфизма пород в различных местах рудных участков различна, что, помимо, связано с наличием локальных трещинных структур, играющих роль каналов для растворов, с глубиной и конкретными геологическими условиями залегания пород. В гидротермальном метаморфизме вмещающих пород можно выделить процессы окварцевания, серицитизации, хлоритизации, карбонатизации и оруденения. Особенно значительным и интенсивным является процесс окварцевания, в результате чего вмещающие породы часто превращены в породы типа вторичных кварцитов.

Ввиду однотипности гидротермального изменения рудовмещающих вулканогенных пород ниже приводится сводное описание характерных процессов их гидротермального метаморфизма.

Окварцевание является наиболее характерным процессом изменения рудовмещающих пород. Он развивается совместно с процессом серицитизации и настолько видоизменяет рудовмещающие породы, что установить первичный их характер в большинстве случаев бывает невозможно. Вмещающие породы независимо от их первоначального минерального состава почти полностью замещены гидротермальным кварцем, и лишь местами в них наблюдаются реликты первичных минералов и первоначальной структуры породы. Весьма характерной является связь между степенью окварцевания и глубиной залегания пород. Степень окварцевания пород с глубиной уменьшается, и примерно на глубине 200 м породы представлены в основном пелитовыми туфами.

Кварц образует преимущественно аллотриоморфные, мелкозернистые агрегаты и находится в тесном сростании с серицитом и тонко-

дисперсной глинистой массой. В ряде случаев серицитовые чешуйки заполняют межзерновые пространства мелкозернистого агрегата кварца. Тесная пространственная связь мелкозернистого кварца с серицитом позволяет прийти к выводу о том, что они выделялись близко друг от друга и одновременно, однако отложение серицита, видимо, происходило с небольшим опозданием. Это предположение подтверждается часто наблюдаемыми картинами разъедания кварца серицитом.

Мелкозернистый кварц в основном образуется путем замещения породообразующих минералов. На это указывает наличие в окварцованной массе породы реликтов первичных породообразующих минералов, в которых, несмотря на их замещение кварцем, различаются реликты полисинтетически сдвоиникованных плаггиоклазов. Местами в центре таких реликтов отмечаются изометрические, мелкие выделения фисташково-зеленого эпидота (по оптическим константам $N_g - N_p = 0,51$; $2V_{N_p} = 66^\circ$ и цвету этот эпидот относится к пистоциту).

Следует отметить также, что, несмотря на общую высокую степень окварцевания пород, местами в породе наблюдаются менее окварцованные участки, в которых и удается различить реликты первичных минералов. В окварцованных породах часто отмечаются весьма крупные (до 3 мм) фенокристаллы эффузивного кварца с прямым погасением, обрамленные тонкой каемкой вторичного мелкозернистого кварца. Иногда наблюдается также пересечение эффузивного кварца тонкими прожилками вторичного кварца.

Окварцованные породы часто пересекаются различно ориентированными прожилками крупно- и среднезернистого кварца с выделениями сульфидов. Этот кварц, безусловно, более поздней генерации и, видимо, связан непосредственно с процессом сульфидной минерализации.

Таким образом, мелкозернистый кварц—наиболее ранний минерал гидротермального процесса. Мы выделяем его как кварц первой генерации.

Серицитизация, как и окварцевание,—один из главных процессов гидротермального метаморфизма рудовмещающих пород. Серицитизация проявляется совместно с окварцеванием и отдельно от него, давая начало образованию кварц-серицитовых измененных пород типа вторичных кварцитов. На всех изученных месторождениях процесс серицитизации интенсивнее проявлен в лежащем боку рудных тел, что вполне соответствует выводам Н. Н. Курек, согласно которому, «серицитизация часто интенсивнее развивается в лежащем боку рудных залежей, особенно в случаях отложений руд под труднопроницаемой кровлей» [1]. Такая картина отчетливо наблюдается на Мадиевском месторождении. Следует подчеркнуть, что степень серицитизации возрастает с глубиной по мере уменьшения силификации пород и

достигает своего максимума на глубине 180—200 м, где степень окварцевания пород доходит до своего минимума.

Серицит развивается как по плагиоклазу, так и по основной массе пород, где нередко тесно сростается с хлоритом. В измененных породах часто встречаются полностью замещенные тонкочешуйчатым агрегатом серицита порфирукристы, первичный характер которых не определяется. Особенно интенсивная серицитизация отмечается на Цителсопельском рудопроявлении, где участками наблюдаются типичные серицитолиты. Размеры чешуи серицита в большинстве случаев не превышают 0,02 мм. В тех случаях, когда серицит развивается по плагиоклазу, он имеет сравнительно более крупночешуйчатое строение.

Коррозия кварца серицитом, по-видимому, происходила в результате повышения степени щелочности растворов, так как под воздействием щелочных растворов происходит растворение кварца. Аналогичные случаи в литературе описаны рядом исследователей [2, 3]. Учитывая это, а также тот факт, что серицит образуется в нейтральном или слабощелочной среде, можно предположить, что основная масса серицита отлагалась после процесса окварцевания в результате привноса растворами K_2O гидролитического разложения плагиоклазов. Как уже отмечалось, в ряде случаев серицит интенсивно разъедает кварц, проникая в массу кварца по межзерновым пространствам.

Хлоритизация является сравнительно менее распространенным процессом. Хлорит тесно ассоциирует с серицитом. Хлоритизации в основном подвергаются плагиоклазы и темноцветные породообразующие минералы, реликты которых часто наблюдаются в измененных породах. Хлорит развивается вдоль трещинок, образуя прожилкообразные выделения в основной массе породы и заполняя миндалины. Хлориты гидротермально измененных пород бесцветные, местами бледно-зеленые, образуют скрытокристаллические агрегаты и характеризуются весьма низкими цветами интерференции. Степень хлоритизации, как и серицитизации, с глубиной отчетливо увеличивается.

Карбонатизация — наименее распространенный процесс изменения пород. Она характерна лишь медно-сульфидным залежам Цителсопельского рудопроявления. Здесь мелкозернистые агрегаты карбоната образуют псевдоморфозы по плагиоклазу, что дает основание для выделения процесса карбонатизации. Кроме карбоната, развивающегося по плагиоклазу как один из продуктов его разложения, на месторождении наблюдаются многочисленные прожилки карбоната, секущие все рудные минералы. Данный карбонат является наиболее поздним минералом; нами он описывается как жильный минерал. Таким образом, на Цителсопельском рудопроявлении следует различать ранний

карбонат, участвующий в сложно-гидротермально измененных породах и поздний карбонат, связанный с концом сульфидного процесса.

Генетически ранний карбонат, по-видимому, связан с процессом деанортитизации плагиоклазов рудовмещающих пород. Однако отсутствие процесса карбонатизации на всех медно-сульфидных оруденениях района, кроме Цителсепельского, ставит это предположение под сомнение.

Наконец, следует отметить, что в гидротермально-метасоматически измененных породах местами наблюдаются реликты первичной структуры материнских пород.

Описанные процессы гидротермального метаморфизма в пределах рудных участков выражены особенно хорошо и в совокупности образуют значительные по своей площади участки, сложенные гидротермально измененными породами типа вторичных кварцитов.

В ряде случаев в удалении от рудных участков, как указывают и другие исследователи [4], наблюдается сравнительно слабое изменение пород верхнемеловой эффузивно-вулканогенной толщи, выраженное серицитизацией, окварцеванием, хлоритизацией, эпидотизацией и пиритизацией, имеющее много общего с типичным процессом пропилитизации.

На основании имеющихся у нас данных в породах типа вторичных кварцитов юго-восточной Грузии выделяются следующие минеральные фации: монокварцитовая, кварц-серицитовая, кварц-серицит-хлоритовая, кварц-серицит-карбонатная. При этом монокварцитовая фация характерна для высоких горизонтов месторождений, и именно к ней приурочены наиболее обогащенные рудные участки.

Для установления некоторых закономерностей изменения химического состава вмещающих пород при их гидротермальном метаморфизме на диаграммах (рис. 1, 2) приводятся данные о привносе и выносе окислов главных петрогенных элементов.

В настоящее время для пересчета результатов химических анализов измененных пород существуют различные методы. Нами применяется метод Наконника с учетом пористости пород. Но в нашем случае при небольшой разности в объемных весах сравниваемых пород вполне допустимо применение метода прямого сравнения.

На изучаемых месторождениях нет совершенно свежих пород, поэтому для сравнения в качестве исходной породы мы берем наименее измененную породу.

На основании данных химических анализов намечаются следующие закономерности в отношении выноса и привноса отдельных окислов:

1. SiO_2 во всех образцах привносится в больших количествах и достигает своего максимума в монакварцитах.

Рис. 1. Вариационная диаграмма химического состава измененных пород Маднеульского медно-сульфидного месторождения

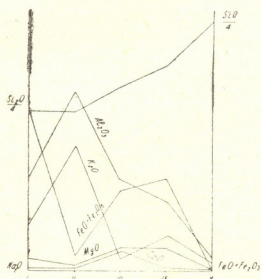
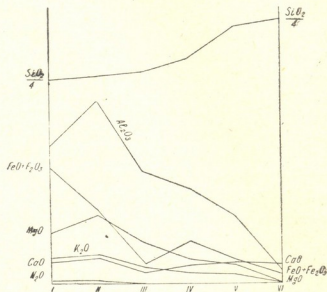


Рис. 2. Вариационная диаграмма химического состава измененных пород Цителсопельского месторождения

2. Выясняется, что независимо от состава пород в процессе гидротермального изменения наблюдается резкий вынос Al_2O_3 , только в двух случаях (рис. 1, образец № 2 и рис. 2, образец № 2) в кварц-серицитовых породах отмечается его привнос.

3. Заметно выносятся также Fe_2O_3 , FeO и CaO . Лишь некоторая часть этих окислов остается на месте, где они фиксируются в хлоритах, а во вторичных породах Цителсопельского рудопроявления MgO , CaO , и, видимо, FeO участвуют в сложении карбонатов и гипса.

4. Во всех образцах K_2O преобладает над Na_2O . При этом Na_2O выносятся во всех случаях. Что же касается K_2O , то в породах кварц-серицитовой фации он интенсивно привносится.

Сопоставление данных о привносе и выносе окислов с данными микроскопического изучения измененных пород приводит к выводу, что возникновение новых минеральных парагенезисов в измененных породах связано не только с интенсивным привносом вещества (SiO_2 и K_2O) в процессе гидротермальной минерализации, но и в значительной степени с перегруппировкой вещества в результате химического разложения породообразующих первичных минералов. Наши выводы в этом отношении хорошо согласуются с данными более ранних исследований [4], по которым, для пород типа вторичных кварцитов, связанных с медно-сульфидными месторождениями колчеданного типа юго-восточной Грузии характерен значительный привнос SiO_2 и выноса CaO , Al_2O_3 и некоторых других окислов.

Изложенные фактические данные определенно говорят о тесной генетической связи между гидротермально измененными породами и медно-сульфидным оруденением. Эта связь подтверждается также их пространственной близостью (за пределами участков, сложенных вторичными кварцитами, медно-сульфидное оруденение отсутствует), приуроченностью рудной и безрудной минерализации к одним и тем же структурным элементам, в удалении от которых степень гидротермального метаморфизма пород резко падает.

В свете имеющихся данных гидротермальное изменение вмещающих пород, в частности образование вторичных кварцитов, предшествовало процессу рудоотложения. Это подтверждается пересечением вторичных кварцитов кварц-сульфидными прожилками (где поздний кварц резко отличается от кварца основной массы), наличием широко распространенных брекчиевых текстур, в которых обломки вторичных кварцитов цементирует рудная масса, а также тем, что в ряде случаев интенсивно окварцованные зоны нарушения являются безрудными.

Все изложенное выше позволило нам в отличие от других авторов выделить раннюю, безрудную стадию минерализации в процессе формирования медно-сульфидных руд юго-восточной Грузии.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

(Поступило в редакцию 5.5.1963)

მ. კახაძე

სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს სპილენძ-სულფიდური
 მადნების შემცველი ქანების ჰიდროთერმული
 მეთამორფიზმი
 რეზიუმე

სპილენძ-სულფიდური მადნების შემცველი წყების ქანების ჰიდროთერმული შეცვლა გამოხატულია შემდეგი პროცესებით: გაკვარცხებით, სერიციტიზაციით, ქლორიტიზაციით, კარბონატიზაციით და გამადნებით. განსაკუთრებით დიდ როლს თამაშობს გაკვარცხების პროცესი, რის შედეგადაც შემცველი ქანები ხშირად გარდაქმნილი არიან მეორადი კვარციტების ტიპის ქანებად. ჩვენს ხელთ არსებული მონაცემების მიხედვით, მეორადი კვარციტების ტიპის ქანებში გამოიყოფა შემდეგი მინერალური ფაციესები: 1. მონოკვარციტები, 2. კვარც-სერიციტული ქანები, 3. კვარც-სერიციტ-ქლორიტული ქანები, 4. კვარც-სერიციტ-კარბონატული ქანები.

ქიმიური ანალიზების საფუძველზე ისახება ზოგიერთი კანონზომიერება ჰიდროთერმული მინერალიზაციის პროცესში ქანგეულების გატან-შემოტანაში.

1. SiO_2 ყველა შემთხვევაში შემოიტანება.

2. ირკვევა, რომ Al_2O_3 საკმაოდ დიდი რაოდენობით გაიტანება და მხოლოდ ორ შემთხვევაში კვარც-სერიციტულ ქანებში აღინიშნება მისი მოტანა.

3. მკაფიოდ ისახება შეცვლილ მეორად ქანებში K_2O -ს სიჭარბე Na_2O -თან შედარებით.

მტკიცდება, რომ ქანების ჰიდროთერმული შეცვლა მჭიდროდ არის დაკავშირებული სპილენძ-სულფიდურ მინერალიზაციასთან დროსა და სივრცეში და წინ უსწრებს მადნულ მინერალიზაციას, ამის საფუძველზე სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს სპილენძ-სულფიდური მადნების ფორმირების პროცესში შესაძლებელია გამოიყოს ადრინდელი უმადნო სტადია, რომელიც აქამდე გეოლოგთა უმრავლესობის მიერ არ აღინიშნებოდა.

დასოფიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Курек. Серичитизация. Сб. „Измененные околорудные породы и их поисковое значение“. Госгеолтехиздат, 1954.
2. А. Д. Генкин. О разьединении кварца в сульфидных рудах. Зап. Всесоюзн. мин. о-ва, сер. 2, ч. 83, № 4, 1954.
3. Т. В. Иваницкий, Е. К. Везиришвили. Минералогия и геохимия полиметаллического оруденения Мерисского рудного поля (Аджария). Труды Геологич. ин-та АН ГССР, минер.-петр. серия, т. V, 1961.
4. Т. В. Иваницкий. Гидротермальный метаморфизм пород, вмещающих свинцово-цинковые и полиметаллические месторождения Грузии. Геология рудных месторождений, № 6, 1959.



ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Н. М. КУКАВАДЗЕ

ОБ ЭВОЛЮЦИИ НЕКОТОРЫХ ФОРМ РОДА *CARDIUM*
В АКЧАГЫЛЬСКОМ ВЕКЕ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 4.3.1963)

Акчагылской фауне посвящено немало палеонтологических исследований, но многое еще остается невыясненным как в истории акчагылского бассейна, так и в эволюции населявших его организмов. В частности, почти не изучена фауна того участка акчагылского моря, который занимал территорию Восточной Грузии. Настоящая заметка посвящена некоторым акчагылским кардиям южной Кахети.

Акчагылские представители рода *Cardium* морфологически весьма изменчивы. Намечаются две группы видов *Cardium*. К одной из них относятся виды с раковинами, которые по своим признакам мало отличаются от типичных форм подрода *Cerastoderma*; ко второй группе—своеобразные формы, характеризующиеся тонкостенностью створок, крыловидным расширением их краев, очень слабым развитием замка и ребристости. Эту группу В. П. Колесников [1] выделил в самостоятельный подрод *Avicardium*.

В акчагыле Восточной Грузии особенно широко представлена первая из указанных групп, состоящая в большинстве случаев из форм с раковиной округлых очертаний, с более или менее толстостенными створками и со сложно построенными ребрами. Одним из наиболее распространенных акчагылских видов этой группы кардий является *Cardium dombra* Audrus. Он встречается на всей площади распространения акчагылских пластов. *Cardium (Cerastoderma) dombra*—одна из наиболее примитивных форм акчагылских кардий, на что указывает свойственное этому виду нормальное развитие замка. Появился он, по-видимому, в раннеакчагылское время, а впоследствии дал начало многим другим формам. *Cardium dombra* детально описан Н. И. Андрусовым [2] и другими исследователями. Поэтому вряд ли целесообразно вновь приводить описание этого вида. Но имеются весьма примечательные отличия. Наши экземпляры на заднем крае имеют характерную сифональную выемку. Последняя у типичных представителей вида, как известно, отсутствует.

Cardium dombra встречается в акчагылских отложениях Каспийской области. В массовом количестве он обнаружен нами в Восточной

Грузии, в частности в разрезе Чатма-Байда и Ахтахтапа. Раковины распространены главным образом в песчано-глинистых породах акчагыла.

В нашей коллекции представлена также разновидность *Cardium dombra* var. *magna*, выделенная К. А. Ализаде [3] из акчагыльских каридид Азербайджана. По очертаниям раковины он близко стоит к *Cardium dombra*, но отличается от последнего строением ребер, более расширенными межреберными бороздками и более грубой чешуйчатостью.

Экземпляры этой разновидности из нашей коллекции отличаются меньшими размерами, а также явственной вогнутостью края заднего поля. Эта вогнутость соответствует сифональной выемке.

К группе *Cardium dombra* из акчагыльских каридид относится также вид *Cardium siphonophorum* Andrus. Раковины этого вида характеризуются сравнительно крупной величиной, равностворчатостью, значительной выпуклостью, оттянутым задненижним углом, округлыми очертаниями. Наиболее характерным признаком этой формы является наличие на заднем крае раковины большой сифональной выемки, а также хорошо выраженного зияния.

Раковины этого вида встречаются в песчано-глинистых породах акчагыла. Следует заметить, что в совместном захоронении попадаются ра-



Таблица. 1—*Cardium dombra* Andrus. Левая створка, вид сбоку. Акчагыл. Восточная Грузия, Чатма-Байда. Натуральная величина; 2—*Cardium dombra* var. *magna* Alz. Левая створка, вид сбоку. Акчагыл. Восточная Грузия, Чатма-Байда. $\times 3$; 3—*Cardium siphonophorum* Andrus. Левая створка, вид сбоку. Акчагыл. Восточная Грузия, местность Чатма-Байда. $\times 3$; 4—*Cardium siphonophorum* Andrus. Раковина с сомкнутыми створками, вид сбоку. Акчагыл. Восточная Грузия, Чатма-Байда. $\times 3$.

ковины различного индивидуального возраста. Раковины захоронены преимущественно с сомкнутыми створками.

Как показывает изучение рассмотренных форм, в группе акчагыльского *Cardium dombra* намечается постепенное увеличение вогнутости края заднего поля, или так называемой сифональной выемки. Эта вогнутость на некоторых экземплярах *Cardium dombra* слабо выражена, на других же—гораздо явственней.

Как нам кажется, в дальнейшем развитии и усилении этого признака привело к образованию своеобразной формы *Cardium siphonophorum*, относящейся также к группе *Cardium dombra*.

У *Cardium dombra var. magna* Alz. сифональная выемка также явственна, у *Cardium siphonophorum* она достигает весьма значительного развития. Заднее узкое поле раковины этого вида несет два валика, соответствующих двойной выемке заднего края створок. Эта особенность у *Cardium siphonophorum* сочетается с зиянием створок, указывающим на более мощное развитие сифонов.

Нет сомнения, что развитие сифональной выемки у представителей группы *Cardium dombra* связано с соответствующими изменениями их образа жизни. Как известно, одним из характерных признаков кардий является присутствие двух коротких сифонов. Приток и вывод воды вместе с пищевыми частичками осуществляется как раз через эти сифоны, выступающие над грунтом. Надо полагать, что акчагыльские виды группы *Cardium dombra*, имевшие мантийную линию без синуса и соответственно короткие сифоны, зарывались в грунт относительно неглубоко. Однако уже у некоторых видов намечалось впадение явственного развитие сифональных выемок, свидетельствующих, быть может, о наличии у них относительно мощных и длинных сифонов. У других видов этой группы уже резко выражена сифональная выемка, что вызывает увеличение зияния, а это, в свою очередь, указывает на еще большее их отклонение от образа жизни, свойственного представителям подрода *Cerastoderma*, в сторону более глубокого зарывания в осадок.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии

(Поступило в редакцию 4.3.1963)

პალეობიოლოგია

ბ. კუპავაძე

გვარ *CARDIUM*-ის ზოგინერთი ფორმის ევოლუციის შესახებ
ალჩაბილურ საუკუნეში

რეზიუმე

სტატიაში აღწერილია აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე (სამხრეთ კახეთი) ალჩაბილურ ნალექებში გავრცელებული კარდიდების ზოგინერთი წარმომადგენელი.

ყველაზე გავრცელებულ სახეს წარმოადგენს *Cardium dombra* Andrus, რომელიც დასაბამს აძლევს სხვა ფორმებს.

აღწერილია ამ ფორმის სიფონალური ჩაღრმავება, რომელიც დაკავშირებულია მათი ცხოვრების პირობების შესაბამის ცვლილებებთან.

სიფონალური ჩაღრმავების გაძლიერების შედეგად წარმოიშვა ამავე ჯგუფის თავისებური ფორმები.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Колесников. Акчагыльские и апшеронские моллюски. Палеонтология СССР, т. 10, ч. 3, в. 2. Изд. АН СССР, 1950.
2. Н. И. Андрусов. Материалы к познанию прикаспийского неогена. Акчагыльские пласты. Труды Геологического Комитета, 1902.
3. К. А. Ализаде Акчагыльский ярус Азербайджана. Изд. АН АзССР, 1954.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Г. В. КИЗИРИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В КОМБИНИРОВАННЫХ
КОНСТРУКЦИЯХ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОЙ
ПОЛЗУЧЕСТИ БЕТОНА

(Представлено академиком К. С. Завриевым 20.5.1963)

Экспериментами установлено, что, начиная с определенного уровня напряжений, зависимость между деформациями ползучести бетона и напряжениями приобретает нелинейный характер: рост деформаций ползучести опережает рост напряжений. Поэтому представляет интерес изучение влияния этого фактора в комбинированных сечениях и конструкциях.

Особое значение нелинейная зависимость между деформациями ползучести и напряжениями приобретает при определении усилий в комбинированных конструкциях, отдельные части которых при определении усилий с учетом только упругих деформаций оказываются перегруженными. В таких случаях, если конструкция однородна, учет деформаций ползучести бетона при линейной зависимости между деформациями ползучести и напряжениями не изменяет картину распределения усилий между отдельными ее частями. Учитывая при расчете конструкций более интенсивное нарастание деформаций ползучести бетона по сравнению с ростом напряжений, получаем уменьшение максимальных напряжений—перераспределение усилий от наиболее нагруженных элементов конструкции к менее нагруженным.

Для иллюстрации сказанного рассмотрим арочную плотину. В настоящее время для определения усилий в бетонных арочных плотинах применяют так называемый метод арок-консольей (см. рис. 1).

Если при расчете плотины методом арок-консольей перемещения в основной системе определять с учетом нелинейных деформаций ползучести, получим более равномерное распределение расчетных напряжений, чем при упругом расчете, что позволит более рационально запроектировать плотину.

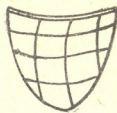


Рис. 1

Ниже дается решение задачи об определении усилий в комбинированных конструкциях с учетом нелинейной ползучести бетона на основе теории старения.

Определение усилий в центрально-нагруженной комбинированной призме

Имеем призму, составленную из двух различных бетонов, центрально-нагруженную силой N (рис. 2).

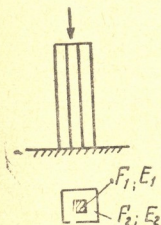


Рис. 2

Определим напряжения с учетом деформаций ползучести обоих бетонов.

Уравнение равновесия

$$\sigma_1(t) \cdot F_1 + \sigma_2(t) \cdot F_2 = N. \quad (1)$$

Уравнение совместности деформаций

$$\begin{aligned} \frac{1}{E_1(t)} \frac{d\sigma_1(t)}{dt} + \frac{1}{E_{10}} f_1[\sigma_1(t)] \frac{d\varphi_{t1}}{dt} = \\ = \frac{1}{E_2(t)} \frac{d\sigma_2(t)}{dt} + \frac{1}{E_{20}} f_2[\sigma_2(t)] \frac{d\varphi_{t2}}{dt} \end{aligned} \quad (2)$$

Из (1)

$$\frac{d\sigma_2(t)}{dt} = - \frac{1}{\mu} \frac{d\sigma_1(t)}{dt} \quad (3), \text{ где } \mu = \frac{F_2}{F_1}. \quad (4)$$

Подставляя в (2) и принимая

$$\begin{aligned} E_1(t) &= E_{10} (1 + \delta_{10} \varphi_{t1}), \\ E_2(t) &= E_{20} (1 + \delta_{20} \varphi_{t2}), \\ n &= \frac{E_{20}}{E_{10}}, \end{aligned} \quad (5)$$

получим

$$\frac{d\sigma_1(t)}{\frac{k}{n} f_2[\sigma_1(t)] - f_1[\sigma_1(t)]} = \frac{n\mu (1 + \delta_1 \varphi_{t1}) (1 + \delta_2 \varphi_{t2})}{n\mu (1 + \delta_2 \varphi_{t2}) + (1 + \delta_1 \varphi_{t1})^2} d\varphi_{t1}. \quad (6)$$

Здесь $k = \frac{\varphi_{t2}}{\varphi_{t1}}$.

Интегрируем (6):

$$\int \frac{d\sigma_1(t)}{\frac{k}{n} f_2[\sigma_1(t)] - f_1[\sigma_1(t)]} = \int_0^{\varphi_t} \frac{n\mu (1 + \delta_1 \varphi_{t1}) (1 + \delta_2 \varphi_{t2})}{n\mu (1 + \delta_2 \varphi_{t2}) + (1 + \delta_1 \varphi_{t1})^2} d\varphi_{t1}. \quad (7)$$

Рассмотрим

$$J_1 = \int \frac{d\sigma_1(t)}{\frac{k}{n} F_2[\sigma_1(t)] - f_1[\sigma_1(t)]}. \quad (8)$$

Принимаем

$$\begin{aligned} f_1[\sigma_1(t)] &= \gamma_1 \sigma_1 + \gamma_1 \sigma_1^2, \\ f_2[\sigma_2(t)] &= \gamma_4 \sigma_2 + \gamma_2 \sigma_2^2. \end{aligned} \quad (9)$$

Используя (1), $f_2[\sigma_2(t)]$ определяем как функцию $\sigma_1(t)$.
Тогда

$$\begin{aligned} J_1 &= \int \frac{\frac{k}{n} F_2[\sigma_1(t)] - f_1[\sigma_1(t)]}{A + 2B\sigma_1(t) + c\sigma_1^2(t)} d\sigma_1(t) = \\ &= \frac{1}{2\sqrt{B^2 - Ac}} \ln \frac{c\sigma_1(t) + B - \sqrt{B^2 - Ac}}{c\sigma_1(t) + B + \sqrt{B^2 - Ac}}. \end{aligned}$$

Здесь

$$\begin{aligned} B^2 - Ac &= \frac{\gamma_1 \gamma_2 k}{n} \frac{N^2}{F_2^2} + \frac{k}{n} \left[\frac{\gamma_2 \gamma_3}{\mu} + \gamma_1 \gamma_4 \right] \frac{N}{F_2} + \frac{1}{4} \left[\frac{k \gamma_4}{n \mu} + \gamma_3 \right]^2, \\ c &= \frac{\gamma_2}{\mu^2} \frac{k}{n} - \gamma_1, \quad B = -\frac{k}{2n\mu} \left[\gamma_4 + 2\gamma_2 \frac{N}{F_2} \right] - \frac{\gamma_3}{2}. \end{aligned} \quad (11)$$

Если принять, что модули упругости постоянны, т. е. $\delta_1 = \delta_2 = 0$, из (7) после интегрирования получим

$$\begin{aligned} \ln \frac{c\sigma_1(t) + B - \sqrt{B^2 - Ac}}{c\sigma_1(t) + B + \sqrt{B^2 - Ac}} &= \ln \frac{c\sigma_0 + B - \sqrt{B^2 - Ac}}{c\sigma_0 + B + \sqrt{B^2 - Ac}} + \\ &+ \frac{2n\mu}{1 + n\mu} \sqrt{B^2 - Ac} \cdot \varphi_m. \end{aligned} \quad (12)$$

Если $\gamma_2 = \gamma_4 = 0$; $\gamma_3 = 1$, $\gamma_1 = \beta$, имеем случай железобетонного сечения. Тогда формула (12) переходит в формулу, приведенную в работе [1].

Пример.

Имеем (рис. 2)

$$F_2 = 100 \text{ см}^2, \quad F_1 = 300 \text{ см}^2, \quad \beta = \frac{F_2}{F_1} = 0,333.$$

Принимаем

$$\gamma_3 = 1, \quad \gamma_1 = 0,001, \quad \gamma_4 = 1, \quad \gamma_2 = 0,01, \quad n = 1.$$

Первоначальные напряжения

$$\sigma_2 = 200 \text{ кг/см}^2, \quad \sigma_1 = 50 \text{ кг/см}^2,$$

тогда

$$N = 35000 \text{ кг}, \quad \frac{N}{F_2} = 350 \text{ кг/см}^2.$$

Из (12) при $\varphi_{m1} = 1$ и $K = 1$ получаем $\sigma = 82 \text{ кг/см}^2$.

Из сравнения первоначальных напряжений и напряжений после окончания ползучести видно, что вследствие ползучести бетона происхо-

дит значительное перераспределение усилий от более напряженных частей конструкции к менее напряженным частям.

Определение усилий в изгибаемых элементах

а) Определение перемещений

Определение перемещений и усилий от той части деформаций ползучести, которые линейно зависят от напряжений, не представляет трудности. Например: имеем неразрезную балку с упруго-податливой опорой. Характеристика податливости опоры— c (рис. 3).

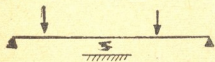


Рис. 3

Тогда средняя опорная реакция в упругой стадии работы балки

$$X = \frac{\Delta_{1p}}{\delta_{11} + c}. \quad (13)$$

Если балка бетонная, перемещения от линейной части ползучести в основной системе будут определяться умножением упругих деформаций на коэффициент ползучести $(1 + \varphi)$. Тогда

$$X = \frac{\Delta_{1p}(1 + \varphi)}{\delta_{11}(1 + \varphi) + c} = \frac{\Delta_{1p}}{\delta_{11} + \frac{c}{1 + \varphi}}. \quad (14)$$

Если упругая опора также обладает ползучестью, но с другой характеристикой ползучести, то

$$X = \frac{\Delta_{1p}}{\delta_{11} + c \frac{1 + \varphi_1}{1 + \varphi}}. \quad (15)$$

Из (15) видно, что для определения усилий с учетом линейной деформации ползучести необходимо скорректировать только коэффициент податливости опоры. Если все опоры жесткие ($c=0$), изменения опорных реакций не происходит. Вышеизложенное справедливо для n -раз статически неопределимых конструкций.

Перейдем к определению перемещений в изгибаемых элементах только от той части деформаций ползучести, которая нелинейно зависит от напряжений, из уравнения

$$E \frac{d\varepsilon(t)}{d\varphi} = \frac{d\sigma}{d\varphi} + f(\sigma). \quad (16)$$

Исходя из экспериментально обоснованной гипотезы плоских сечений для деформаций ползучести, имеем

$$\varepsilon = ky, \quad (17)$$

где k —кривизна при изгибе, y —расстояние рассматриваемого слоя от нейтральной оси.



Подставляя в (16) и интегрируя, получим

$$yEk = \sigma + f(\sigma)\varphi. \quad (18)$$

Принимая для $f(\sigma) = \gamma_1 \sigma^2$, будем иметь

$$yEk = \gamma_1 \sigma^2. \quad (19)$$

Условие равновесия дает уравнение

$$\int \sigma y dF = M. \quad (20)$$

Подставляя из (19) значение σ , будем иметь

$$\sqrt{\frac{Ek}{\gamma_1 \varphi}} \int_F y^{3/2} dF = M. \quad (21)$$

Для прямоугольного сечения

$$Ek = \frac{50 \gamma_1 \varphi M^2}{b^2 h^5} \quad (22)$$

или

$$\begin{aligned} E^* J^* k &= M^2, \\ E^* J^* y'' &= M^2, \end{aligned} \quad (23)$$

где

$$\begin{aligned} J^* &= \frac{b^2 h^5}{50}, \\ E^* &= \frac{E}{\gamma_1 \varphi}. \end{aligned} \quad (24)$$

Как видно из (23), кривизна при изгибе от нелинейной ползучести пропорциональна M^2 .

Пример. Определим прогиб в балке на двух опорах (рис. 4).

Имеем

$$E^* J^* y'' = \frac{b^2}{4} x^2.$$

Откуда

$$E^* J^* y = \frac{b^2 x^4}{256}.$$

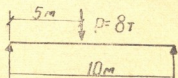


Рис. 4

При $b = 12$ см, $h = 100$ см, $F = 200000$ кг/см², $\varphi = 1$ и $\gamma = 0,01$ получаем $y_{max} = 0,435$ см.

В дальнейшем понадобятся величины перемещений в случае, когда действующие напряжения являются функциями времени. В частности, исследуем случай, когда действующее усилие изменяется во времени по релаксационному закону.

$$\sigma = \sigma_m \frac{1 - e^{-\varphi t}}{1 - e^{-\varphi m}}. \quad (24)$$

Подставляя в (19) и используя уравнения равновесия, получим

$$E^{**} J_k^* = M^2, \quad (25)$$

где

$$E^{**} = \frac{E}{\gamma_1 \varphi^*}, \quad (26)$$

$$\varphi^* = \frac{\varphi_m + 2e^{-\varphi_m} - \frac{1}{2} e^{-2\varphi_m} - 1,5}{(1 - e^{-\varphi_m})^2}.$$

б) Приближенная методика определения усилий

Сущность предлагаемой методики покажем на простейшем примере.

Рассмотрим систему из перекрестных балок, нагруженную в середине пересечения балок силой $P=20$ т. Сечения балок одни и те же— 100×12 см (рис. 5).

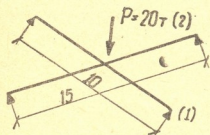


Рис. 5

Определим усилия с учетом только упругих деформаций. Нагрузка распределится пропорционально жесткости балок. Первая балка (пролетом 10 м) воспримет силу 15,4 т, вторая балка—4,6 т. Если теперь определить перемещения в каждой из балок с учетом нелинейных деформаций ползучести, увидим, что перемещения их не равны, т. е. распределение сил, найденных с учетом только упругих деформаций, должно нарушиться. Обозначим

через X изменение сил, действующих на каждую балку. Допустим, что от этой силы первая балка разгружается, а вторая нагружается. Тогда уравнение совместности деформаций примет вид

$$15,4\delta_1(1+\varphi) - X\delta_1(1+\varphi^*) + (15,4-X)^2\delta_1^{**}\varphi^{**} = 4,6\delta_2(1+\varphi) + X\delta_2(1+\varphi^*) + (4,6+X)^2\delta_2^{**}\varphi^{**}. \quad (27)$$

Здесь δ_1 — упругое перемещение от единичной силы в первой балке, δ_2 — то же во второй балке.

Согласно упругому расчету $15,4\delta_1 = 4,6\delta_2$, поэтому (27) примет вид

$$-X\delta_1(1+\delta^*) + (15,4-X)^2\delta_1^*\varphi^* = X\delta_2(1+\varphi^*) + (4,6+X)^2\delta_2^*\varphi^*. \quad (28)$$

Здесь

$\delta_1\varphi^*, \delta_2\varphi^*$ — перемещения в середине первой (соответственно второй) балки от силы $X=1$ только от линейной части ползучести,

$\delta_1^*\varphi^*, \delta_2^*\varphi^*$ — перемещения в середине первой (соответственно второй) балки от силы $X=1$ только от нелинейной части ползучести.

Для вычисления этих перемещений необходимо знать закон изменения силы X во времени. Дело в том, что величина X является функцией

времени. В начале загрузки, пока деформации ползучести еще не проявились, величина $X=0$, в дальнейшем по мере проявления и развития деформаций ползучести X появляется, увеличивается и достигает величины X_m .

Решение вопроса может быть получено двумя путями:

1) Если разбить промежуток деформирования t и соответственно φ_t на отдельные небольшие части, в пределах которых можно считать X постоянным, тогда перемещения определяются по вышеприведенным формулам.

Для решения примера делим $\varphi=1$ на пять равных частей — задачу решаем в пять этапов. Для каждого этапа принимаем, что $X=\text{const}$. Получаем полное изменение усилия $X=0,9$ т.

2) Если подобрать для X простую функцию, которая с достаточной точностью будет отражать его изменение во времени. В работе [2] для неразрезных железобетонных балок показано, что релаксационный закон довольно хорошо отражает изменение опорной реакции во времени. Для первого приближения примем и в этом случае при вычислении линейных перемещений для X этот же закон:

$$X(t) = X_m \frac{1 - e^{-\varphi t}}{1 - e^{-\varphi m}}$$

Тогда для определения φ^* будем иметь формулу [2]

$$\varphi^* = \frac{\varphi + e^{-\varphi} - 1}{1 - e^{-\varphi}}$$

При $\varphi=1$ получаем $\varphi^*=0,58$.

Величины δ_1^* и δ_2^* умножаются на квадрат суммы двух сил разной природы: постоянной и переменной во времени. Эти величины оцениваем в двух предположениях: когда скорость изменения бесконечно большая, т. е. $X=\text{const}$, и когда скорость изменения X бесконечно малая, т. е. перемещение от ползучести бетона равно нулю.

В первом случае при подставлении соответствующих величин перемещения определяются из формулы $E^*J^*\delta^* = \frac{p^2l^4}{256}$ и будут равны $\delta_1^*=0,0068$ и $\delta_2^*=0,0345$. Тогда из уравнения (28) получим $X=0,75$ т.

Во втором случае уравнение (27) принимает вид

$$-X\delta_1(1+\varphi^*) + 15,4\delta_1^* = X\delta_2(1+\varphi^*) + 4,6\delta_2^*,$$

откуда после подстановки соответствующих величин $X=1,2$ т.

Таким образом, для X получим возможные пределы изменения:

$$0,7\text{ т} < X < 1,2\text{ т}.$$

Вычисленная ранее величина $X=0,90$ т лежит в этих пределах.

Вышеизложенная методика позволяет определить усилия в многократно статически неопределимых комбинированных системах с учетом нелинейных деформаций ползучести.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной механики и
 сейсмостойкости сооружений

(Поступило в редакцию 20.5.1963)

საშენიანო მექანიკა

ბ. კიზირია

კომბინირებულ კონსტრუქციებში ძალების განსაზღვრა
 ბიტონის არაწრფივი ცოცვადობის მხედველობაში მიღებით

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში განხილულია ცოცვადობის დეფორმაციების გავლენა კომბინირებულ კონსტრუქციებში, როდესაც დამოკიდებულება ძაბვებსა და ცოცვადობის დეფორმაციებს შორის არაწრფივია.

ცენტრალურად დატვირთული, სიმეტრიული კომბინირებული კვეთის შემთხვევისათვის მოცემულია საანგარიშო ფორმულა ძაბვების ცვლილების სიდიდის განსაზღვრისათვის. დამუშავებულია გაღუნულ ელემენტებში ძალვათა გადანაწილების განსაზღვრის მიახლოებითი მეთოდი.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Н. Улицкий, Чжан Чжун-яо, А. Б. Голышев. Расчет железобетонных конструкций с учетом длительных процессов. Госстройиздат УССР, Киев, 1960.
2. М. Б. Гибшман, Г. В. Кизирия. Ползучесть, усадка и местные напряжения в железобетонных предварительно напряженных конструкциях мостов. Авто-транსиздат. Москва, 1959.



ЭНЕРГЕТИКА

Д. Д. КОКОШВИЛИ

К ВОПРОСУ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
 СЕЛЕПРОУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 30.12.1962)

Выбор типа противоселевых сооружений при защите дорог от селевых потоков обуславливается как характером селевых потоков, так и местом пересечения русла.

На Закавказской железной дороге, а также автомобильных дорогах республик Закавказья наиболее часто пересечение трассой селеносных русел осуществлено в зоне отложений (конусов) выносов. Рекомендованные при проектировании новых дорог пересечения и обходы селевого бассейна [1] не всегда могут быть осуществлены в условиях эксплуатации дорог, вследствие чего вопросы защиты дорог от селевых потоков решаются в соответствии с местными условиями.

Гидротехнические сооружения, применяемые в селевых руслах, в зависимости от назначения и способа их выполнения можно классифицировать согласно приводимой в таблице 1 схеме.

Не касаясь анализа работы всех этих сооружений, достаточно освещенных в специальной литературе [1, 2, 3, 4], остановимся на наиболее оптимальных и в то же время наименее изученных селепропускных сооружениях—селепроводах.

Селепроводы, или селеспуски, — сооружения, предназначенные для пропуска селевых потоков над полотном дороги и сброса выносов за его пределами.

Впервые в России селепроводы были построены на Сурамском перевальном участке Закавказской железной дороги в 1898—1900 гг.

Более чем 60-летний опыт эксплуатации этих сооружений на Закавказской железной дороге показал, что, несмотря на некоторые недостатки, в целом они работают удовлетворительно.

После 1955 г. на Закавказской железной дороге было построено более десятка железобетонных селепроводов рамного типа по проектам Кавгипротранса. Селепроводы Кавгипротранса отличаются прямоугольным сечением лотка и уклоном, равным 0,15, который в отличие от каменноарочных селепроводов обеспечивает беспрепятственный пропуск селевых потоков. Несмотря на некоторые преимущества селепроводов типа Кавги-

Таблица 1

Тип сооружения	Название сооружения	Назначение сооружения	Метод выполнения конструкции и материал
Селепропускные	Мосты	Пропуск селевых потоков под охраняемым объектом	Сборные или монолитные, железобетонные
	Трубы ⁽¹⁾ , лотки		
	Селеспуски	Пропуск селевых потоков над охраняемым объектом	Сборно-монолитные или монолитные, железобетонные

протранса, они также имеют ряд недостатков: длительный срок постройки, связанный с применением монолитного железобетона, большой расход бетона и металла и значительную общую строительную стоимость.

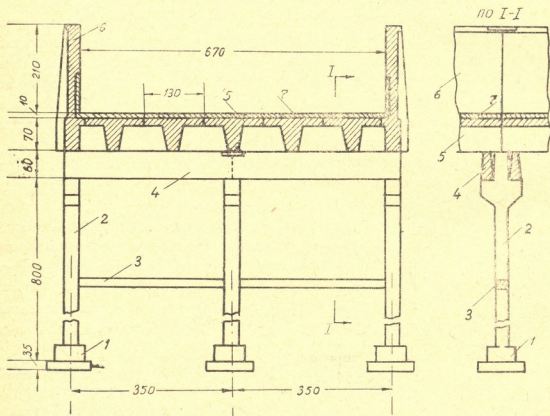


Рис. 1. Продольный и поперечный разрезы селеспуска из сборного железобетона:

1—фундамент, 2—стойка, 3—распорка, 4—насадка, 5—несущие тавровые балки, 6—бортовая балка лотка, 7—облицовка дна лотка

Сложность строительства селепроводов, вызываемая необходимостью возведения сооружения без ущерба движению транспорта, значительная

⁽¹⁾ Могут применяться в исключительных случаях под автомобильные дороги, при условии нестеснения русла, при минимальной длине и достаточной высоте над высшим селевым горизонтом [5, 6].

трудоемкость работ и зависимость от климатических условий диктуют необходимость применения сборных конструкций.

До настоящего времени сборные железобетонные конструкции в строительстве селеспроводов не получили распространения.

Нами предложена балочная конструкция сборного селеспуска (рис. 1). Применение несущих тавровых балок с широкой полкой поверху позволяет сократить строительную высоту лотка, применять защитную донную облицовку дна лотка небольшой толщины и назначать любую ширину лотка без введения дополнительных сборных элементов.

Расчеты показали, что сборный селеспуск обходится на 20—25% дешевле монолитного (типа Кавгипротранса), при сокращении срока строительства почти в 5 раз.

В зависимости от принятой конструкции при постоянном уклоне лотка ($i=0,15$) сборные селеспроводы нами классифицированы по форме поперечного сечения лотка и расчетному расходу, данные о которых приведены в таблице 2.

На Закавказской железной дороге и шоссеиных дорогах Грузии и Армении весьма часто встречаются малые селевые бассейны с площадью 0,1—0,5 км², на которых расход селя не превышает 10—15 м³/сек.

Сборные конструкции селеспроводов типа А, Б, В на этих руслах нецелесообразно применять по технико-экономическим соображениям. На указанных руслах использование облегченных селеспроводов типа Г (таблица 2) дадут значительный экономический эффект.

В этой связи нами предложена конструкция селеспуска типа цилиндрической оболочки кругового очертания с кольцевыми и продольными ребрами. Ниже приводится приближенный метод расчета этой оболочки по стадии разрушения.

Используя метод расчета железобетонных оболочек [7], рассматриваем оболочку кругового очертания с радиусом внутренней поверхности r_0 (срединной r), толщиной δ , центральным углом 2α и пролетом $2l$, свое одно опи-

рающуюся по концам, находящуюся под действием равномерно-распределенной вдоль пролета вертикальной нагрузкой интенсивностью

$$q_1 = \pi r q_0 + P_1, \quad (1)$$

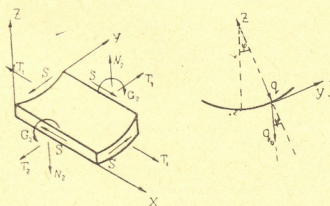


Рис. 2. Положительные направления внутренних усилий

где q_0 — вес приведенной расчетной оболочки, приходящейся на единицу площади;

P_1 — вес селевой массы, приходящейся на единицу длины лотка.

При расчете пренебрегаем крутящими моментами H , изгибающими моментами G_1 , перерезывающими усилиями N_1 и рассматриваем оболочку как балку, свободно лежащую на двух опорах [7].

Таблица 2

Форма поперечного сечения лотка сеплепровода	Расход, м ³ /сек	Классификация сооружения	Площадь поперечного сечения лотка, м ²	Размеры	
				высота лотка, м	ширина лотка, м
Прямоугольная	от 110 до 80	А	22—16	2,10	12,0
	от 80 до 50	Б	16—10	2,10	9,0
	от 50 до 15	В	10—2	2,10	6,0
Кругового очертания	от 15 до 5	Г	3—2	$r=1,5$	$r=1,4$

Нормальные усилия T_1 , действующие по опасному поперечному сечению, определяются по элементарной формуле.

Внутренние же усилия S_1 , N_2 , T_2 и момент G_2 могут быть определены по дифференциальным уравнениям равновесия:

$$r \frac{\partial T_1}{\partial x} - \frac{\partial S}{\partial \varphi} = 0; \quad (2)$$

$$\frac{\partial T_2}{\partial \varphi} - r \frac{\partial S}{\partial x} - N_2 + r q_y k = 0; \quad (3)$$

$$\frac{\partial N_2}{\partial \varphi} + T_2 + r q_z k = 0; \quad (4)$$

$$-\frac{\partial G_2}{\partial \varphi} + r N_2 = 0; \quad (5)$$

где kq_y и kq_z — проекции на оси y и z нагрузки, действующей на единицу площади поверхности оболочки.

Положение нейтральной оси (β) находится из условия равновесия сил N_a и D .

$$D = 2 \left(\frac{\pi}{2} - \beta \right) r \delta \sigma_a; \quad (6)$$

$$N_a = 2 \varepsilon r \delta \sigma' \gamma = \mu \pi r \delta \sigma_T; \quad (7)$$

где σ_3 — предел прочности сжатого бетона при изгибе;
 σ_T — предела текучести растянутой арматуры;
 F_a — площадь арматуры;
 σ'_T — приведенный предел текучести зоны продольно растянутой арматуры;
 100 μ — процент армирования.

$$\beta = \frac{\pi}{2} \left(1 - \mu \frac{\sigma_T}{\sigma_{II}} \right) \text{ или } \chi_0 = r \cos \beta. \quad (8)$$

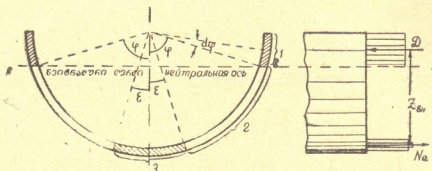


Рис. 3. Зоны, возникающие в момент разрушения в опасном поперечном сечении: 1 — сжатая, 2 — с трещиной, 3 — растянутая

В опасном поперечном сечении (посередине пролета) балки момент внутренних сил при плече внутренней пары $\chi_{\text{вн}} = r \left(\frac{\sin \varepsilon}{\varepsilon} - 2 \frac{1 - \sin \beta}{\pi - 2\beta} \right)$ будет равен

$$M_{\text{вн}} = (\pi - 2\beta) r^2 \delta \sigma_{II} \left(\frac{\sin \varepsilon}{\varepsilon} - 2 \frac{1 - \sin \beta}{\pi - 2\beta} \right). \quad (9)$$

Изгибающий момент в сечении (x) от конца балки равен $M_x = \frac{q_1}{2} x(2l - x)$, а с учетом коэффициента запаса (k) для разрушающего момента в сечении (x) будем иметь

$$M_p = \frac{q_1 k}{2} x(2l - x). \quad (10)$$

В момент разрушения в опасном поперечном сечении в нижней части оболочки возникает растянутая зона, непосредственно прилегающая к текущей продольной арматуре, в средней части до нейтральной оси — зона с трещиной, а выше нейтральной оси — зона сжатого бетона.

Использував равенства (9) и (10) и заметив, что в зоне сжатого бетона

$$T_1 = -\delta \sigma_{II}, \quad (11)$$

получим

$$T_1 = - \frac{1}{r^2 (\pi - 2\beta) \left(\frac{\sin \varepsilon}{\varepsilon} - 2 \frac{1 - \sin \beta}{\pi - 2\beta} \right)} \cdot \frac{q_1 k}{2} x(2l - x).$$

Обозначив

$$\frac{1}{(\pi - 2\beta) \left(\frac{\sin \varepsilon}{\varepsilon} - 2 \frac{1 - \sin \beta}{\pi - 2\beta} \right)} = A,$$

будем иметь

$$T_1 = - \frac{q_1 k}{2r^2} x(2l - x) \cdot A. \quad (12)$$

Пользуясь выражениями (2) и (12), получаем

$$S = - q_1 \frac{kA}{r} (l - x) \varphi + \varphi(x).$$

Произвольную функцию $f(x)$ определяем при условии $\varphi = \frac{\pi}{2}$ и $S = 0$, тогда

$$S = q_1 k A \frac{l - x}{r} \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right). \quad (13)$$

Дифференцируя (3) по φ и пользуясь (13) и (2), получаем

$$\frac{\partial^2 N_2}{\partial \varphi^2} + N_2 = q_1 k A \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right) - 2r q_0 \sin \varphi.$$

После интегрирования определяются постоянные интегрирования $C_1(x)$, $C_2(x)$, $\Phi(x)$ при условии $\varphi = \frac{\pi}{2}$ и $N_2 = T_2 = G_2 = 0$.

Окончательно расчетные формулы внутренних усилий для зоны сжатого бетона примут вид

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= - \frac{q_1 k A}{2} \frac{x(2l - x)}{r^2}; \quad S = q_1 k A \frac{l - x}{r} \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right); \\ N_2 &= - \left(r q_0 k \frac{\pi}{2} + r q k + q_1 k A \right) \cos \varphi + q_1 k A \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right) + r q_0 k \varphi \cos \varphi; \\ T_2 &= - \left(r q_0 k \frac{\pi}{2} + r q k + q_1 k A \right) \sin \varphi + r q_0 k \varphi \sin \varphi + r q k + q_1 k A; \\ G_2 &= - r \left(r q_0 k \frac{\pi}{2} + r q k + q_1 k A \right) \sin \varphi + r^2 q_0 k (\cos \varphi + \varphi \sin \varphi) + \\ &\quad + r q_1 \frac{k A \varphi}{2} (\pi - \varphi) + r^2 q k + r q_1 k A \left(1 - \frac{\pi^2}{8} \right). \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Усилия в зоне с трещиной ($\varepsilon < \varphi < \beta$) определяются в той же последовательности и будут равны

$$\begin{aligned}
 T_1' &= 0; & S' &= q_1 k A \frac{l-x}{r} \left(\frac{\pi}{2} - \beta \right); \\
 N_2' &= -q_1 k A \cos \beta \cdot \sin \varphi + \left[- \left(r q_0 k \frac{\pi}{2} + r q k + q_1 k A \right) + \right. \\
 &\quad \left. + q_1 k A \sin \beta \right] \cos \varphi + q_1 k A \left(\frac{\pi}{2} - \beta \right) + r q_0 k \varphi \cos \varphi; \\
 T_2' &= q_1 k A \cos \beta \cdot \cos \varphi + \left[- \left(r q_0 k \frac{\pi}{2} + r q k + q_1 k A \right) + \right. \\
 &\quad \left. + q_1 k A \sin \beta \right] \sin \varphi + r q k + r q_0 k \varphi \sin \varphi; \\
 G_2' &= r q_1 k A \cos \beta \cdot \cos \varphi + r \left[- \left(r q_0 k \frac{\pi}{2} + r q k + q_1 k A \right) + \right. \\
 &\quad \left. + q_1 k A \sin \beta \right] \sin \varphi + r q_1 k A \varphi \left(\frac{\pi}{2} - \beta \right) + r^2 q_0 k (\cos \varphi + \varphi \sin \varphi) + \\
 &\quad + r q_1 k A \left(\frac{\beta^2}{2} - \frac{\pi^2}{8} \right) + r^2 q k.
 \end{aligned} \tag{15}$$

Для зоны растянутой арматуры ($0 < \varphi < \varepsilon$) получим

$$\begin{aligned}
 T_2'' &= \frac{q_1 k B}{2r^2} x(2l-x); & S'' &= \frac{q_1 k B}{r} (l-x) \varphi; \\
 N_2'' &= (-q_1 k A \cos \beta - q_1 k B \cos \varepsilon) \sin \varphi + \left[- \left(r q_0 k \frac{\pi}{2} + r q k + \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. + q_1 k A \right) + q_1 k A \sin \beta + q_1 k B \sin \varepsilon \right] \cos \varphi + r q_0 k \varphi \cos \varphi; \\
 T_2'' &= (q_1 k A \cos \beta + q_1 k B \cos \varepsilon) \cos \varphi + \left[- \left(r q_0 k \frac{\pi}{2} + r q k + \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. + q_1 k A \right) + q_1 k A \sin \beta + q_1 k B \sin \varepsilon \right] \sin \varphi - q_1 k B + r q k + r q_0 k \varphi \sin \varphi; \\
 G_2'' &= r(q_1 k A \cos \beta + q_1 k B \cos \varepsilon) \cos \varphi + r \left[- \left(r q_0 k \frac{\pi}{2} + r q k + \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. + q_1 k A \right) + q_1 k A \sin \beta + q_1 k B \sin \varepsilon \right] \sin \varphi + r^2 q_0 k (\cos \varphi + \varphi \sin \varphi) + \\
 &\quad + r^2 q k + r q_1 k \frac{B}{4} [2\varepsilon^2 - \varepsilon(\pi + 2\beta) - 4 + 2\varphi^2];
 \end{aligned} \tag{16}$$

где

$$B = \frac{i}{2\varepsilon \left(\frac{\sin \varepsilon}{\varepsilon} - 2 \frac{1 - \sin \beta}{\pi - 2\beta} \right)}.$$

Очевидно, что полученные значения внутренних усилий и моментов справедливы только для опасного сечения, т. е. сечения посередине пролета. Положительные свойства оболочек дают тем лучший результат, чем больше отношение $l:r$, но оно должно быть не менее 2-х. При расчетном пролете 10 м и радиуса лотка $r_0=1,5$ м в нашем примере получены: толщина лотка 10 см и отношение $l:r=2,0$.

ინჟინერობა

დ. კოკოშვილი

ღმარცხოვანი ნაკადების გამტარ ნაგებობათა
 რაციონალური კონსტრუქციების შერჩევის საკითხისათვის
 რ ე ხ ი უ მ ე

წერილში მოყვანილია ასაწყობი რკინაბეტონის კოჭოვანი ღვარცოფგამტარის კონსტრუქციები და მათი კლასიფიკაცია ღარის განივი კვეთის ფორმისა და საანგარიშო ხარჯის მიხედვით. მოცემულია წრიული ცილინდრული ტიპის გარსის ღვარცოფგამტარის მიახლოებითი გაანგარიშების მეთოდი და მოყვანილია მიღებული შიგა ძალების გაანგარიშების ფორმულები შეკუმშული, ბზარებისა და გაჭიმული ზონებისათვის, საშიშ განივ კვეთში — მალის შუაში. დასაბუთებულია წრიული მოხაზულობის ღვარცოფგამტარების ფართოდ გამოყენების შესაძლებლობა, მათი დამზადების ტექნოლოგიის სიმარტივისა და მასალის ნაკლები ხარჯვის გამო.

დავრწმუნებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. М. Флейшман. Селевые потоки и проектирование дорог в районе их распространения. Трансжелдориздат, М., 1955.
2. П. С. Непорожний. Защита гидроэлектростанций от селевых потоков. Госэнергоиздат, 1947.
3. Н. Я. Дюрнбаум. Защита населенных мест от селевых потоков. М.—Л., 1949.
4. Д. Д. Кокшвили. Селепропускные сооружения на Кироваканской дистанции пути и недостатки их работы. Трансжелдориздат, М., 1962.
5. Решения VII Всесоюзной конференции по защите железных дорог от селевых потоков. Трансжелдориздат, М., 1962.
6. Решения VIII Всесоюзной конференции по селевым потокам в г. Баку, 1962.
7. Л. С. Гильман. Труды Ленинградского института инженеров промышленного строительства, вып. 5, 1938.



МЕТАЛЛУРГИЯ

В. Г. РЦХИЛАДЗЕ, Г. Н. ЗВИАДАДЗЕ

СУБЛИМАЦИЯ МЫШЬЯКА ИЗ АРСЕНОПИРИТОВОЙ РУДЫ
 ЦАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И КОНДЕНСАЦИЯ ЕГО ПАРОВ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 14.12.1963)

Металлический мышьяк технической чистоты применяется в производстве специальных сплавов. За последнее время значительное внимание уделяется мышьяксодержащим коррозионно-устойчивым сплавам. В связи с этим организация стабильного производства металлического мышьяка приобретает важное значение.

Для получения мышьяка в металлическом виде особо важны арсенопиритные руды, нагревом которых достигается разложение $FeAsS$ и возгонка мышьяка.

Цанское месторождение принадлежит к арсенопиритным рудам с незначительным содержанием реальгара и аурипигмента и представлено кварцевоарсенопиритными жилами в пределах сланцев.

Получение металлического мышьяка нагревом руды и конденсацией возогнанных паров проще, чем общепринятый процесс углетермического восстановления мышьяковистого ангидрида. Преимущества первого метода заключаются в следующем:

1. Возможно одностадийное получение мышьяка прямо из руды, без расхода других реагентов и предварительного производства трехоксида мышьяка.
2. Упрощаются условия конденсации, так как единственным продуктом разложения является пар мышьяка в отличие от восстановительного процесса, где он конденсируется из газопаровой смеси с окислами углерода.
3. Создаются лучшие санитарные условия работы по сравнению с восстановительным процессом, где имеется большой поток сильно ядовитого мышьяковистого ангидрида.

Имеются сведения общего характера [1, 2] о получении в некоторых странах металлического мышьяка нагревом арсенопиритной руды. Однако данные по исследованию возгонки мышьяка из арсенопиритной руды до настоящего времени отсутствуют.

Целью настоящей работы было установить возможность получения технического мышьяка из арсенопиритной руды Цанского место-

рождения и определить оптимальные условия возгонки мышьяка и конденсации его паров.

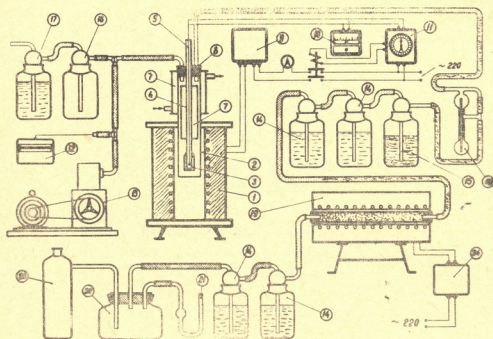


Рис. 1. Схема установки для отгонки мышьяка из арсениспиритной руды: 1 — печь, 2 — реторта, 3 — тигель, 4 — конденсатор, 5 — термопара, 6 — чехол для термопары, 7 — холодильник, 8 — резиновая пробка, 9 — трансформатор, 10 — милливольтметр, 11 — потенциометр, 12 — вакуумметр, 13 — форвакуумный насос, 14 — дрессель с пирогаллолом, 15 — дрессель с хлористым кальцием, 16 — ловушка, 17 — водяной затвор, 18 — печь для очистки азота, 20 — буферный сосуд, 21 — манометр, 22 — манометр, 23 — маностат, 24 — трансформатор

Опыты проводились на установке, схема которой показана на рис. 1. Источником нагрева служила вертикальная разъемная печь с равномерным спадом температуры у концов, имеющая зону практически постоянной температуры. Реторой служили заваренные с одного конца грубы из нержавеющей стали. В качестве конденсатора в верхней части реторты вставлялся согнутый железный лист. Охлаждение зоны конденсации осуществлялось внешним холодильником. Верхний конец реторты закрывался пробкой, в которую была вставлена трубка из нержавеющей стали, нижним заваренным концом достигающая зоны нагрева руды. Трубка служила чехлом для термопары и для подвешивания кварцевого стакана с навеской. Эксперимент проводился в следующей последовательности: в реторту, помещенную в предварительно нагретую до нужной температуры печь, вносился кварцевый стакан с навеской руды, которая выдерживалась при определенной температуре в поточной струе газообразного азота или в атмосфере воздуха; после соответствующей выдержки реторта извлекалась из печи и быстро ох-



лаждалась; конденсатор с мышьяком и стакан с остатком взвешивались, а конденсат и остаток затем подвергались химическому анализу.

Сравнительные опыты, проведенные в струе азота и в атмосфере воздуха, показали одинаковую степень улетучивания мышьяка. Вместе с тем было установлено, что в потоке азота конденсат получался худшего качества, чем в закрытой реторте в атмосфере воздуха. Хотя в начальный период нагрева в атмосфере воздуха происходит некоторое выгорание серы и мышьяка, однако количественно эта часть незначительна для баланса и к тому же продукты окисления и взаимодействия мышьяка с сернистым газом конденсируются при значительно более низких температурах, чем пары мышьяка.

Качество конденсата металлического мышьяка имеет решающее значение для дальнейших операций снятия продукции с конденсатора и его хранения. В частности, аморфный порошкообразный продукт на воздухе быстро окисляется и распыляется, что приводит к загрязнению металлического мышьяка и ухудшению санитарных условий труда.

Учитывая эти особенности, в дальнейшем эксперименты проводили в закрытом аппарате без динамического потока воздуха.

Первая серия опытов проведена на практически мономинеральной руде. Согласно данным анализа содержание серы в руде было достаточно только для связывания $FeAsS$.

Руда была измельчена и разделена по фракциям с крупностью зерен—0,25 мм,—0,5 мм+0,25 мм,—1 мм+0,5 мм,—2,0 мм+1 мм, 2,5 мм, 5 мм, 25 мм. Перед опытами руда высушивалась до постоянного веса.

Результаты опытов при различных температурах графически изображены на рис. 2.

Как видно, процесс интенсивно протекает выше $700^{\circ}C$. При этом преобладающая часть убыли веса навески является следствием испарения мышьяка. С возрастанием температуры выше $900^{\circ}C$ показатели процесса резко ухудшаются из-за спекания частиц навески. С увеличением длительности нагрева руды наблюдается повышение степени улетучивания мышьяка, однако высокая степень его испарения достигается при температуре выше $775^{\circ}C$ уже на первых минутах.

Степень улетучивания серы не изменяется со временем нагрева и почти не зависит от температуры. Это свидетельствует о том, что удаление серы происходит в начальный период нагрева руды за счет кислорода воздуха в объеме закрытой реторты. Однако не вся выгорающая сера покидает зону нагрева и реторту в виде газообразного продукта окисления (сернистого ангидрида), так как в более холодных частях конденсатора отдельно от основной массы кристаллического конденсата обнаруживался аморфный желто-коричневый налет, который,

по данным анализа, являлся смесью мышьяковистого ангидрида и серных соединений мышьяка. Последние, по-видимому, образовывались в результате вторичных реакций сернистого ангидрида с арсенопиритом и продуктом его разложения — сернистым железом. Согласно данным работы [3], при взаимодействии сернистого газа с арсенопиритом и сульфидом железа образуется сера и сульфид мышьяка по реакциям

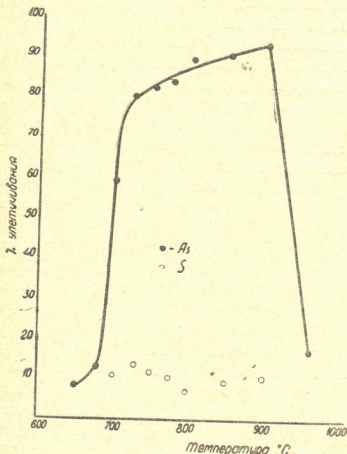
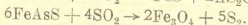
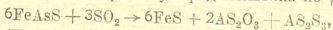


Рис. 2. Зависимость улетучивания мышьяка и серы от длительности нагрева руды при различных температурах. Крупность зерен — 1—0,5 мм. Испарение As при 1—700°, 2—725°, 3—775°, 4—800°, 5—900°, ×—700°, ●—725°, ▲—775°, □—800°, ○—900°.

Следующая серия опытов была проведена с целью выявления роли измельчения материала на улетучивание мышьяка. Результаты опытов приводятся на рис. 3. Для более измельченной руды процесс улетучивания мышьяка во времени развивается быстрее. Но при длительном нагреве полнота удаления мышьяка из крупнокусковой руды практически такая же, как и из более измельченной.

Содержание мышьяка в кварцево-арсенопиритных жилах Цанского месторождения колеблется в широких пределах.

В результате усреднения руды происходит заметное разубоживание содержания мышьяка. Причем анализы различных проб усреднен-

ной руды показали, что с уменьшением содержания мышьяка снижается и содержание серы. Следует, однако, отметить, что в усредненных пробах определяется некоторый избыток серы сверх необходимого для его связывания в арсенопирит. Это свидетельствует о наличии в руде

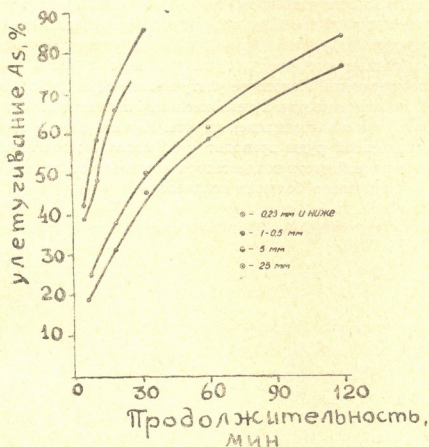


Рис. 3. Улетучивание мышьяка при различном измельчении руды (температура нагрева 725°): 1 — 0,25 мм и ниже, 2 — 1 + 0,5 мм, 3 — 5 мм, 4 — 25 мм

пирита, что подтверждается минералогическими исследованиями. Содержание же пирита незначительно, и обеднение руды происходит главным образом за счет окисных минералов (кварца, алюмосиликатов).

В табл. 1 приводятся результаты опытов с рудой.

Процесс улетучивания мышьяка из усредненной руды, как и в случае богатой руды, интенсивно протекает выше 700°C. Однако заметное улетучивание мышьяка из усредненной руды наблюдается и при более низких температурах. Возрастание температуры выше 725°C сравнительно мало сказывается на возгонке мышьяка.

При расчете улетучивания серы по методу, использованному для богатой руды (т. е. при вычислении отношения разности между убылью

веса и количеством улетученного мышьяка к исходному содержанию серы), получены чрезмерно высокие значения (табл. 1, графа 4), которые не согласуются с данными химического определения серы в остатках. Это обусловлено тем, что разубоживание руды происходит преимущественно за счет водных минералов, которые теряют воду при температуре нагрева руды. Следовательно, достоверными нужно считать данные, которые получены на основе анализов остатков на содержание серы. Они показывают, что улетучивание серы не возрастает с повышением температуры. Некоторое улетучивание серы из усредненной руды может происходить как путем окисления кислородом воздуха в объеме реторты, так и диссоциацией пирита. Как и в случае богатой руды, нагрев усредненной руды приводит к образованию желто-коричневого налета на холодной части конденсатора (отдельно от конденсата металла), но в значительно больших количествах.

Таблица 1.
Зависимость улетучивания мышьяка и серы из усредненной руды от температуры

Температура, °С	Улетучивание As, %	Улетучивание серы, %	
		по анализам остатка	по убыли веса
650	26,0	18,7	37,8
675	33,0	17,9	46,9
700	46,5	14,4	49,4
725	77,7	22,4	61,2
750	89,5	21,8	69,0
775	90,2	18,5	95,4
800	93,0	17,7	62,5
850	96,4	22,5	69,7

Путем нагрева арсенипиритной руды усредненного состава (при аналогичных для богатой руды температурах) удается практически полностью отогнать из нее мышьяк.

Разложение арсенипирита происходит с образованием элементарного мышьяка в парообразном состоянии, что вызывает необходимость конденсации паров.

Как отмечалось, в струе азота, несмотря на отсутствие окислительной среды, конденсат мышьяка получается неудовлетворительного качества. В закрытом аппарате конденсат более локализован, однако в зоне интенсивного водяного охлаждения значительная часть его (30% от общего веса конденсата) выделялась в порошкообразном состоянии. Основная часть конденсата, которая образовалась в пределах печи, имела крупнокристаллическое строение.

В целях установления условий оптимальной конденсации паров мышьяка и увеличения выхода крупнокристаллической фракции кон-

денсата была проведена серия экспериментов на специальной установке, обеспечивающей большую зону равномерного спада температуры и позволяющей измерять температуры в зоне конденсации.

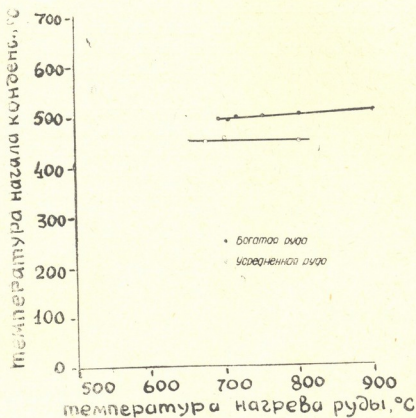


Рис. 4. Зависимость температуры начала конденсации паров мышьяка от температуры нагрева руды: 1 — богатая руда, 2 — усредненная руда

На рис. 4 графически изображены результаты определения температур начала конденсации паров мышьяка в зависимости от температуры нагрева богатой и усредненной руд.

С возрастанием температуры нагрева руды повышается температура начала конденсации паров мышьяка, при этом возрастание температуры нагрева в пределах 200°C повышает температуру конденсации мышьяка всего лишь на 40°C. Это свидетельствует о том, что в закрытом аппарате (в условиях отвода паров мышьяка и их конденсации в более холодной части реторты) концентрация паров мышьяка в объеме реторты изменяется незначительно.

Температура начала конденсации паров мышьяка, отогнанного из усредненной руды, несколько ниже, чем в случае опытов нагрева богатой руды.

Постепенное охлаждение паров и их конденсация в условиях высоких температур обеспечили получение крупнокристаллических осад-

ков, содержащих пластины крупных размеров. Крупные кристаллы в общей массе конденсата составили не менее 90%.

Характерно, что в условиях высокотемпературной и практически изотермической конденсации в кварцевых цилиндрических ампулах, где их диаметр в зоне конденсации был в два раза меньше диаметра в зоне нагрева, получены компактные осадки цилиндрической формы практически со 100%-ной конденсацией всей массы отогнанного из руды мышьяка.

В заключение следует отметить, что арсенопиритная руда Цанского месторождения, помимо основных компонентов: мышьяка, серы, железа,—содержит ряд примесных элементов: селен, висмут, золото, серебро и др. Соответствующими анализами установлено, что при нагреве руды селен практически не возгоняется, висмут улетучивается полностью, а благородные металлы концентрируются в остатках.

В табл. 2 приведены усредненные данные химического анализа конденсатов металлического мышьяка.

Содержание примесей в конденсатах мышьяка Таблица 2

Элементы	S	Se	Bi	Sb	Cu
Содержание, %	0,51	следы	0,18	0,012	$1 \cdot 10^{-4}$

Анализами в конденсатах определены также следы железа и других тяжелых металлов.

Грузинский металлургический институт
(Поступило в редакцию 14.12.1963)

მეტალურგია

3. რეზიუმე, ბ. ზნიადაძე

დარიშხანის სუბლიმაცია ცანის არსენოპირიტული მადნისაგან
და მისი ორთქლის კონდენსაცია

რეზიუმე

სტატიაში შესწავლილია ცანის არსენოპირიტული მადნის თერმული დაშლისას დარიშხანის აორთქლებისა და ორთქლის კონდენსირების პროცესები. დადგენილია, რომ თერმული დაშლის მეთოდით მიიღება ტექნიკურად სუფთა ლითონური დარიშხანი.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. C. Schnabel; H. Louis. Handbook of Metallurgy vol II. N.-Y., 1898.
2. Цветная металлургия центральной и восточной Германии. Под редакцией В. А. Фролова. Металлургияиздат. 1947.
3. А. Н. Волъский, Г. Ф. Тапкина. Сборник научных трудов. Миннветметзолото, № 14, 1946.

К. И. ШАХОВА и П. Б. БУДБЕРГ

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ МЕЖАТОМНОЙ СВЯЗИ
 В СПЛАВАХ СИСТЕМЫ ТИТАН-НИОБИЙ-
 ХРОМ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 20.1.1963)

Прочность межатомной связи кристаллической решетки металлов и сплавов можно характеризовать различными величинами: теплотой сублимации, плавления, растворения, упругими постоянными, среднеквадратичным смещением атомов в узлах решетки и др. [1].

В работе [2] установлена связь между модулями нормальной упругости (E) и сдвига (G) чистых металлов и металлических соединений, с одной стороны, и характеристической температурой Θ в $^{\circ}K$, с другой. В работе [3] показано, что зависимость между упругими свойствами и характеристической температурой также распространяется на однофазные сплавы с коэффициентом Пуассона (μ) в пределах $0,25 \div 0,45$.

В настоящей работе по значениям упругих констант проведена оценка сил межатомной связи в однофазных сплавах тройной системы титан-ниобий-хром.

Определение упругих констант сплавов E и G проведено радиотехническим методом на установке типа «Эластомат», по-

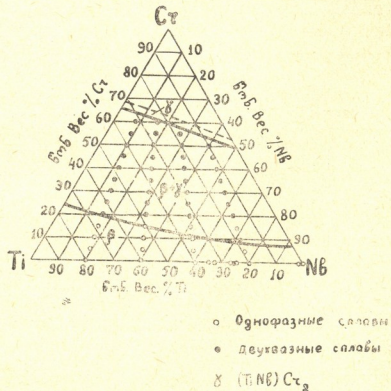


Рис. 1. Изотермическое сечение диаграммы системы титан-ниобий-хром при 1000°

звolyающей получать упругие характеристики с точностью 1—1,5%. В качестве образцов использовались выплавленные в дуговой печи и отлитые в вакууме цилиндрические палочки длиной 80—100 мм, диаметром 6—8 мм.

Таблица 1 Диаграмма состояния системы титан-ниобий-хром при температуре 1000—600° исследована авторами настоящей работы [4]. Установлено, что соединения $TiCr_2$ и $NbCr_2$ в изученном интервале температур образуют непрерывный ряд твердых растворов с кристаллической решеткой типа C_{15} (γ -фазу). Изотермический разрез системы при 1000° представлен на рис. 1.

№ разреза	Состав	Упругие постоянные		
		вес в % <i>Cr</i>	<i>E</i> кг/мм ²	<i>G</i> кг/мм ²
I разрез: <i>Ti</i> : <i>Nb</i> =4:1	5	7877	2890	0,361
	10	8100	2997	0,311
	15	8740	3100	0,321
	20	9340	4129	0,358
	30	12018	4881	0,255
	40	13607	5383	0,264
	50	16533	6258	0,321
II разрез: <i>Ti</i> : <i>Nb</i> =3:2	5	8050	3100	0,354
	10	8540	3240	0,256
	15	10691	3940	0,256
	20	11968	4475	0,337
	30	12106	4551	0,33
	40	14088	5383	0,327
	50	17020	5908	0,321
III разрез: <i>Ti</i> : <i>Nb</i> =2:3	5	10100	—	—
	10	11200	—	—
	20	11952	—	—
	30	13030	—	—
IV разрез: <i>Ti</i> : <i>Nb</i> =1:4	5	10095	—	—
	10	11835	—	—
	20	12127	—	—
	30	14503	—	—
	35	14720	—	—

В сплавах всех разрезов с содержанием хрома 50%, в которых γ -фаза становится преобладающей (рис. 1) модуль нормальной упругости *E* достигает значений 16—21·10³ кг/мм². Отсюда следует, что модуль нормальной упругости твердых растворов металлических соединений значительно выше, чем твердых растворов чистых компонентов β -фазы. Полученные значения упругих постоянных сплавов позволили рассчитать значения характеристических температур (Θ) и среднеквадратичных смещений

Исследование упругих постоянных сплавов проводилось после закалки с 1000° по разрезам с соотношением титана к ниобию, равным 4:1, 3:2, 2:3, 1:4. Полученные результаты приведены в табл. 1. Из таблицы следует, что при переходе из однофазной области β -сплавов в двухфазную область $\beta+\gamma$ происходит значительное возрастание упругих констант *E* и *G*.

атомов от положения равновесия в кристаллической решетке для твердых растворов металлов и металлических соединений при

$$^{\circ}\text{K} \text{ и } 293^{\circ}\text{K} \text{ -- } (\sqrt{\bar{u}_0^2}, \sqrt{\bar{u}_{293}^2}).$$

Характеристическая температура рассчитывалась по соотношениям, приведенным в работах [1] и [3].

$$\Theta = \frac{1,6818 \cdot 10^3 \sqrt{E}}{A^{1/3} d^{1/6}}, \quad (1)$$

E —модуль нормальной упругости в $\text{кг/см}^2 \cdot 10^6$;

A —средний атомный вес;

d —плотность в г/см^3 .

$$\Theta = \frac{h}{k} \left(\frac{3 N_A}{4 \pi A} \right)^{1/3} \cdot d^{1/3} C^{1/3}, \quad (2)$$

h —постоянная Планка— $6,62377 \cdot 10^{-27}$ (эрг.сек);

k —постоянная Больцмана— $1,380257 \cdot 10^{-16}$ (эрг.град);

N_A —число Авогадро;

A —средний атомный вес;

d —плотность;

C —средняя скорость распространения колебаний.

$$\frac{3}{G^3} = \frac{1}{C_e^3} + \frac{2}{C_s^3},$$

$$C_e = \sqrt{\frac{E}{d}} \quad C_s = \sqrt{\frac{G}{d}}.$$

Значения среднеквадратичных смещений атомов определялись по соотношению Дебая—Веллера, которое имеет следующий вид:

$$\bar{u}^2 = \frac{6 h^3 \left\{ \frac{D \left(\frac{\Theta}{T} \right)}{\Theta} + \frac{1}{4} \right\}}{m_a k \Theta \frac{8}{3} \pi^2} = \frac{4 \cdot 30 \cdot 10^{-14} \left\{ \frac{D \left(\frac{\Theta}{T} \right)}{\Theta} + \frac{1}{4} \right\}}{A \cdot \Theta}, \quad (3)$$

где

h —постоянная Планка;

m_a —масса атома водорода— $1,6724 \cdot 10^{-24}$ г;

k —постоянная Больцмана;

Θ —характеристическая температура в $^{\circ}\text{K}$;

A —средний атомный вес.

Значения функции $\frac{D \left(\frac{\Theta}{T} \right)}{\Theta}$ брались по таблице, приведенной в

Величины Θ в зависимости от состава сплавов, рассчитанные по формулам (1) и (2), практически полностью совпали и представлены в табл. 2. В этой же таблице приведены значения $\sqrt{\bar{u}_0^2}$ и $\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$ для однофазных сплавов системы, определенные по формуле (3).

По данным таблицы 2 построены кривые зависимости $\sqrt{\bar{u}_0^2}$ и $\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$ от состава сплавов (рис. 2). Из рис. 2а следует, что по мере возрастания содержания хрома в β -твердом растворе наблюдается снижение как $\sqrt{\bar{u}_0^2}$, так и $\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$, что характеризует влияние хрома на увеличение сил межатомной связи в твердом растворе. По мере приближения к границе

Значения Θ , $\sqrt{\bar{u}_0^2}$, $\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$ для β -твердых растворов системы титан-ниобий-хром по разрезам

Таблица 2

Состав		Θ °К	$\sqrt{\bar{u}_0^2}$ в Å	$\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$ в Å
№ разреза	вес в % Cr			
I разрез: $Ti:Nb=4:1$	5	295	0,0802	0,1681
	10	305	0,0789	0,1600
	15	316	0,0766	0,1570
	20	327	0,0764	0,1531
II разрез: $Ti:Nb=3:2$	5	276	0,0789	0,1627
	10	289	0,0762	0,1543
	15	327	0,0719	0,1439
III разрез: $Ti:Nb=2:3$	5	277	0,0728	0,1508
	10	290	0,07162	0,1441
IV разрез: $Ti:Nb=1:4$	5	278	0,06870	0,1411

раствора значения $\sqrt{\bar{u}_0^2}$ и $\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$ достигают минимальной величины.

Влияние ниобия на прочность межатомной связи представлено на рис. 2б, из которого следует, что ниобий значительно слабее влияет на силы межатомного взаимодействия, чем хром. Особенно наглядно проявляется роль хрома в увеличении прочности межатомной связи с повышением температуры, что следует из более интенсивного снижения величины $\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$ в зависимости от состава по сравнению с изменением $\sqrt{\bar{u}_0^2}$.

Представляло интерес оценить прочность связи твердых растворов металлических соединений $TiCr_2$ и $NbCr_2$ γ -фазы. Это удалось сделать лишь при экстраполяции значений упругих констант на составы сплавов, отвечающие однофазным γ -твердым растворам. Экстраполяция была необходима ввиду большой хрупкости твердых растворов соединений и невозможности изготовления из них качественных образцов.

Рассчитанные значения Θ , $\sqrt{\bar{u}_0^2}$ и $\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$ для однофазных сплавов разреза $TiCr_2 - NbCr_2$ в зависимости от состава представлены в табл. 3.

Из табл. 3 следует, что увеличение содержания ниобия в γ -твердом растворе приводит к увеличению характеристической температуры и снижению значений $\sqrt{\bar{u}_0^2}$ и $\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$, т. е. к возрастанию сил связи в решетке γ -фазы по мере увеличения содержания в ней ниобия.

В сплавах разреза $TiCr_2 - TbCr_2$ нельзя оценить влияние хрома на изменение сил межатомной связи, т. к. его содержание во всех исследованных сплавах практически постоянно.

Из рассмотренных закономерностей

изменения Θ , $\sqrt{\bar{u}_0^2}$ и $\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$ для твердых растворов металлов и соединений β - и γ -фаз системы титан-ниобий-хром (табл. 2 и 3) следует, что прочность связи в твердом растворе металлов ниже, чем соединений.

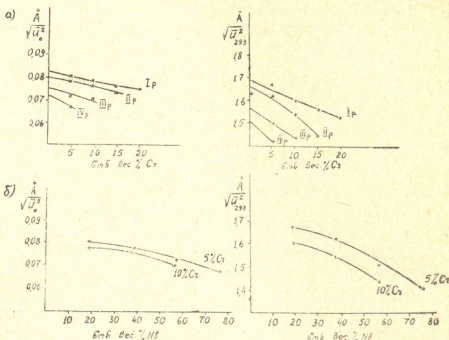


Рис. 2. Изменение $\sqrt{\bar{u}_0^2}$ и $\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$ в зависимости от состава β -твердых растворов системы титан-ниобий-хром

Таблица 3

Значения Θ , $\sqrt{\bar{u}_0^2}$, $\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$ сплавов разреза $TiCr_2 - NbCr_2$ (γ -фазы)

Состав атома в %			Θ , °К	$\sqrt{\bar{u}_0^2}$ в Å	$\sqrt{\bar{u}_{293}^2}$ в Å
Cr	Ti	Nb			
66	27,2	6,8	457	0,06731	0,1300
66	20,4	13,7	443	0,06387	0,1225
66	13,4	20,4	445	0,06197	0,1192
66	6,8	27,2	461	0,05882	0,1118

Ослабление сил связи в твердых растворах металлов с повышением температуры также более значительно, чем в твердых растворах металли-

ческих соединений, что вытекает из сравнения отношений $\sqrt{u_{293}^2} : \sqrt{u_0^2}$, которые равны 2,02—2,04 для β -фазы и 1,88—1,93 для γ -фазы.

Институт металлургии
им. А. А. Байкова
Москва

(Поступило в редакцию 20.1.1963)

მეტალურგია

ქ. შახოვა და პ. ბუდბერგი

ტიტან-ნიობიუმ-ქრომის სისტემის შენადნობებში
ატომფორმის კავშირის სიმტკიცის შემსაზღვრებელი

რეზიუმე

ლითონებისა და შენადნობების კრისტალური მესერის ატომფორმის კავშირის სიმტკიცე შეიძლება დახასიათდეს სხვადასხვა სიდიდებით: სუბლიმაციის, დნობის, ხსნადობის სიბოთი, დრეკადობის მუდმივებით, მესერის კვანძებში ატომების საშუალო კვადრატული გადასაცვლებებით და სხვა.

ამ შრომაში დრეკადი კონსტანტების მნიშვნელობათა მიხედვით ჩატარებულია ატომფორმის კავშირის სიმტკიცის შეფასება ტიტან-ნიობიუმ-ქრომის სისტემის ერთფაზიან შენადნობებში.

შენადნობების დრეკადი კონსტანტების— E და G —განსაზღვრა ჩატარებულია „ელასტომატის“ ტიპის დანადგარზე რადიოტექნიკური მეთოდით, რაც საშუალებას იძლევა დრეკადი მახასიათებლების მატების $1 \div 1,5\%$ სიზუსტით. ნიმუშებზე გამოიყენებოდა რკალურ ღუმელში გამოდნობილი და ვაკუუმში ჩამოსხმული $80 \div 100$ მმ სიგრძის და $6 \div 8$ მმ დიამეტრის ცილინდრული ღეროები.

ტიტან-ნიობიუმ-ქრომის სისტემის ლითონური მყარი ხსნარების და შენაერთების β და γ ფაზებისათვის Θ , $\sqrt{u_0^2}$ და $\sqrt{u_{293}^2}$ ცვლილებათა კანონზომიერების განხილვიდან (ცხრილი 2 და 3) გამომდინარეობს, რომ ლითონის მყარ ხსნარში კავშირის სიმტკიცე უფრო დაბალია, ვიდრე შენაერთში.

ლითონების მყარ ხსნარში კავშირის ძალების დასუსტება ტემპერატურის გაზრდისას ასევე უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე ლითონური შენაერთების მყარ ხსნარებში, რაც გამომდინარეობს $\sqrt{u_{293}^2} : \sqrt{u_0^2}$ ფარდობების შედარებიდან, რომლებიც ტოლია 2,02—2,04 β -ფაზისათვის და 1,88—1,93 γ -ფაზისათვის.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Н. Францевич. Вопросы порошковой металлургии и прочности материалов, вып. III, 1956, 14.
2. W. Köster. Z. f. Metallkunde, B. 39, 1948, 145.
3. В. Г. Лившиц. Физические свойства металлов. Металлургиздат, 1960.
4. К. И. Шахова, П. Б. Будберг. К диаграмме состояния системы титан-ниобий-хром. Известия АН СССР, ОТН, т. 6, 1962, 137.



ბოტანიკა

ბ. ზამთარაძე

გვარ *SIBBALDIA* L-ს სახეობათა გეოგრაფია და ბიომეკოლოგიური თავისებურებანი სამხრეთ კავკასიაში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ნ. კეზხოველმა 7.6.1963)

გვარ *Sibaldia* L-ს კავკასიის წარმომადგენლები მიეკუთვნება *Eusibaldia*-ს სექციას, რომლისათვის დამახასიათებელია ხუთი მტვრიანა, ყვეთელი ფერის ყვავილები და სამთითა მთლიანი ფოთლები [1]. *Sibaldia*-ს სახეობებიდან ამ სექციაში გაერთიანებულია: *S. procumbens* L. *S. parviflora* Willd., *S. cuneata* Hornem და *S. semiglabra* C. A. M. მათი არეალი ძალიან ფართოა. მაგ.: *S. procumbens* გავრცელებულია ევროპის, აზიისა და ამერიკის არტიკულ და ალპურ ოლქებში. *S. semiglabra*—კავკასიისა და აზიაში, სუბალპურ და ალპურ მდელოებზე, კლდეებსა, ნაზავებსა და ნაშალბებზე; *S. parviflora*, რამდენადმე ფართო დიაპაზონისაა და უმეტესად აზიაში, კავკასიისა და სპარსეთში, ალპურ და სუბალპური ზონის საძოვრებსა და კლდოვან ფერდობებზეა წარმოდგენილი [2].

თავისებურია *Sibaldia*-ს სახეობათა გავრცელება სამხრეთ კავკასიაში. აქ წარმოდგენილია: *S. semiglabra* C. A. M. *S. parviflora* Willd და *S. ambigua* Lur, რომელიც პროფ. ს. იუზეპუჩის მიერ გამოყოფილია როგორც ახალი სახეობა ჩვენ მიერ საქართველოს სამხრეთ მთიანეთზე 1947—1957 წლებში შეგროვილი მასალებიდან.

Sibaldia-ს სახეობების გავრცელება სამხრეთ კავკასიაში ვერტიკალურ-სარტყლობრივი ხასიათისაა, მაგრამ ერთგვარ ანომალიასაც აქვს ადგილი, განსაკუთრებით ხალების მცენარეულობისა და ზოგიერთი სხვა კომპონენტის გავრცელების მხრივ. ეს არა მარტო სპეციფიკური ბუნებრივი პირობებითაა გამოწვეული—კლიმატის ინვერსიული თვისებებით (როგორც *S. semiglabra*-სა და *S. ambigua*-ს გეოგრაფიისა და ბიოეკოლოგიური თავისებურებების შესწავლისას ჩანს), არამედ ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენითაც [3]. ამიტომაც, რომ ინვერსიული მოვლენები სახეობათა ზონალურ გავრცელებაში ხშირად ართულებს ბუნებრივი პირობებისა და მცენარეულობის ვერტიკალური პროფილის დადგენას.

მიუხედავად დიდი დიაპაზონისა *Sibaldia*-ს ცალკეული სახეობები მაღალი მთის სარტყლებში ერთნაირი სიხშირით არ არის წარმოდგენილი. მაგ.: *S. parviflora* პოლიმორფული, ფართო ვერტიკალური გავრცელების მცენარეა. იგი სამხრეთ კავკასიონის დასავლეთ ნაწილში ზღვის დონიდან 600—800 მეტრზე გვხვდება, აღმოსავლეთში მისი ქვედა საზღვარი 1000—

1200 მეტრამდე ჩამოდის. ყველაზე მეტი სიხშირით სუბალპებში იზრდება, ყველაზე მცირედ სუბნივალურში, ეს კი პირდაპირ კავშირშია ვერტიკალური ზონების მიხედვით კლიმატური პირობების ცვალებადობასთან.

S. parviflora-ს მიერ დაკავებული სივრცე და ფორმაციათა როლი დიდია მცენარეული ლანდშაფტების შექმნაში, *S. semiglabra* და *S. ambigua*-ს არსებობა კი სამხრეთ კავკასიონზე ლოკალური ადგილსამყოფელის პირობებთანაა დაკავშირებული და ხშირად მიკროკლიმატური, მიკროედაფიური პირო-



სურ. 1

ბებიითაა განსაზღვრული. სწორედ ამ პირობათა ერთობლიობამ განსაზღვრა *Sibbaldia*-ს ზემოაღნიშნულ სიცოცხლისუნარიან სახეობათა (*S. semiglabra*, *S. ambigua*) თანამედროვე ბედი, იმდენად, რამდენადაც აღნიშნულ სახეობათა სიცოცხლის განმსაზღვრელი ფაქტორები (ზედა ალპურ და სუბნივალურ სარტყელში) აშკარა ცვლილებათა პროცესშია. მუდმივი თოვლის საფარის გაქრობა, ნალექების შემცირება და ცვალებადი ტენიანი პირობები ხელს უწყობენ მათი

არეალის შემცირებას და კვდომის პროცესში მყოფ სახეობებზე წარმოგვი-
დგებიან სამხრეთ კავკასიონზე.

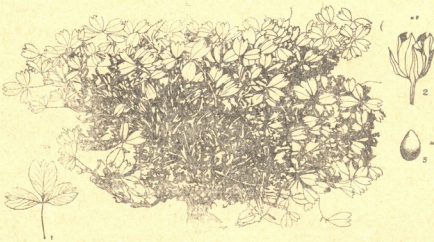
როგორც აღვნიშნეთ, *Sibbaldia*-ს გავრცელება, მისი ბიოეკოლოგიური
თავისებურებანი, მისი ისტორია მჭიდროდ არის დაკავშირებული სამხრეთ
კავკასიონის გეოლოგიურ, გეომორფოლოგიურ და კლიმატურ პირობებთან,
მის წარსულ და ახლანდელ მდგომარეობასთან. ეს ნათლად ჩანს ცალკეული
სახეობების განხილვითაც.

1. *Sibbaldia parviflora* Willd (სურ. 1) ყველაზე მეტად გავრცელებუ-
ლია სამხრეთ კავკასიის მთიანეთზე. მცენარე თავისი სასიცოცხლო უნარით
თითქმის უნივერსალური ბუნებისაა, მინიმალური მოთხოვნებით გარემო
წრისადმი თავისი ზრდა-განვითარებისათვის, მაგრამ თანამედროვე ფართო
გავრცელება მეორეულ ფაქტორებსაც უნდა მიეწეროს, რომელნიც იცავენ მას
კონკურენტ მცენარეთა შემტევი მოქმედებისაგან, იზრდება ყველანაირი ტიპის
რელიეფზე, ნახევარში, ნაშაღებზე, მეწყრულ ჩადაბლებებში, დენუდაციურ ქვა-
ლორდიან და კლდე-ადგილებში, ნაოჭა ფერდობებზე, რომლებსაც მდინარეთა
გადარეცხვითი მოქმედების ენერგიული გადამშუშავება განუტღობს [4], აგრეთვე
მდელო-საძოვრებზე, როგორც თხელ, ისე ღრმა ნიადაგებზე, გარდა ჭაობებისა.

S. parviflora ქსერო-მეზოფიტია, ტენისადმი ცვალებადი დამოკიდებუ-
ლების მცენარეა. კარგად იტანს 2—3 თვემდე გახანგრძლივებულ გვალვებს.
ვეგეტაციის პერიოდში ფენოფაზების განმეორებით ხასიათდება. ვეგეტაცია
ძლიერია გაზაფხულზე (ყვავილობა და თესლიანობა ამ დროს სრულყოფილია),
ნელდება ზაფხულში და ახლდება შემოდგომის პირას. ვეგეტაცია განსხვავე-
ბულია სარტყლების მიხედვითაც. მთის შუა სარტყელში შენელებულია, შემცი-
რებულია ვეგეტაციური გამოწვეული. სუბალპურ სარტყელში ძლიერი ვეგეტაციით,
სრული ყვავილობით, თესლიანობით და ცენტრალური ტოტების მალალი
ზრდით ხასიათდება. ალპებში უთოვლო ადგილებში შენიშნულია მოყინვა.
ამით უნდა აიხსნას *S. parviflora*-ს შემცირება ზედა ალპურ და სუბნივალურ
სარტყელში, სადაც სავეგეტაციო პერიოდი ძლიერ მოკლეა და ფენოფაზები
შემჭიდროებულ ვადებში მიმდინარეობს. ასე რომ ვერტიკალური სიმაღლე-
ების მიხედვით მკაფიოდ ჩანს *S. parviflora*-ს მორფოლოგიური ცვლილებებიც.

2. *Sibbaldia semiglabra* C. A. M. (სურ. 2). გავრცელებით *Sibbaldia*-ს
სახეობებს შორის მეორე ადგილი უჭირავს სამხრეთ კავკასიონზე. იზრდება
ალპურ და სუბნივალურ სარტყელში, გლაციალური წარმოშობის განსხვავე-
ბული რელიეფის ადგილებში, უმეტესად ჩრდილო ექსპოზიციის ფერდობებზე,
სადაც დიდხანს ძვეს თოვლის ლაქები მცენარეთა ვეგეტაციის თითქმის მთელ
პერიოდში. მაგ: აჭარა-იმერეთის ქედი (ბახმაროს მთები, საყორნია, დიდი ფა-
ფარა), სამსარისა (მთები სამსარი, აბული, ყარაყუხეი), თრიალეთის ქედი
(მთები საყველო, ცხრაწყარო, კადიანი). აქ განსხვავებულ ეკოლოგიურ პირო-
ბებში კარებისა და ცირკების ძველ ტერიტორიებზე ყველგან გავრცელებულია
S. semiglabra-ს ასოციაციები, თვით *S. semiglabra* თოვლის საფარის ხან-
გრძლივობის გამო ძალზე შემოკლებული (1—2 თვე) ვეგეტაციით ხასიათდება.

S. semiglabra ძირითადად ნიადაგის ზედაპირზე გამოეწილი გრუნტის წყლებით იკვებება. ზოგჯერ წყალი პირდაპირ მდნობარე თოვლის ლაქებიდან მოედინება და უხვად რწყავს მის გარშემო გავრცელებულ *S. semiglabra*-ს დაჯგუფებებს. *S. semiglabra*-ს დასახლება დიდი მასივებით გვხვდება აგრეთვე მეწყრული წარმოშობის ვრცელ პლატოებზე 2500—2700 მეტრზე ზღვის დონიდან, ეს კი მისი გავრცელების ქვედა ზღვრად უნდა იქნეს მიჩნეული. ასეა, მაგალითად, კოდიანას მთებზე და თრიალეთის ქედის სხვა მხარეებში, სადაც ქეზური ადგილების წარმოშობისას შეიძლება განჩნდეს *S. semiglabra*-ს ახალი კერები. ისინი *S. semiglabra*-ს მეორეული ადგილსამყოფელებია, აქ მისი არსებობა ძირითადად დაკავშირებულია თოვლის წყლით კვებასთან. აქვე შემჩნეულია მუდმივი მწვანეობის თვისებაც.



სურ. 2

ასეთ შემთხვევებს ადგილი აქვს ე. წ. გაყინვარების ზონაში 2700—2800 მეტრზე ზღვის დონიდან, სადაც გადიოდა მუდმივი თოვლის ზღვარი სამხრეთ კავკასიონზე [4, 5], და დღეს აქ *S. semiglabra*-ს ფრაგმენტის სახით არსებობა შეიძლება იმაზე მეტყველებდეს, რომ წარსულში, მუდმივი ყინვარებისა და თოვლის არსებობის პირობებში, მას გაბატონებული მდგომარეობა ეჭირა.

S. semiglabra-ს ცალკეული ეგზემპლარები, რომლებიც ჯერ კიდევ შემორჩენილია ცხრაწყაროს, საყველოს, კოდიანასა და სამსარის ქედის ჩრდილო ექსპოზიციის ქვედა კალთებზე, იმდენად დაკნინებულია მათი არსებობისათვის აუცილებელი კლიმატური პირობების ხშირი რყევადობის გამო, რომ მცირედ ყვავილობენ და ნაყოფმსხმოიარობენ. ეს უკანასკნელი გეოლოგიური ეპოქისათვის დამახასიათებელი მოვლენით—თოვლის საბურველის სიმცირით, მისი ნაკლები ხანგრძლიობით უნდა იყოს გამოწვეული სამხრეთ კავკასიონზე.

3. *Sibbaldia ambigua* Lur (სურ. 3) რიგი სისტემატიკური და მორფოლოგიური ნიშნებით *Eusibbaldia*-ს სექციაში შემავალი სახეობების მსგავსია და ერთგვარ გენეტიკურ რგოლს უნდა წარმოადგენდეს *S. semiglabra*-სა და *S. parviflora*-ს შორის. გარდა ჰაბიტუსისა, მათგან უფრო მცირე ზომით, ასევე მცირე ზომის ფოთლებითა და ყვავილებით, ჯამის ფოთოლაკებისა და თესლის ფორმითა და მოყვანილობით გამოირჩევა (სურ. 3).

S. ambigua თოვლიწილთაგან გარემოს შეგუებული მცენარეა. მისი სავგეტაციო პერიოდი ერთიდან სამ თვემდე გრძელდება. ზოგჯერ კი, როცა ზამთარში ნალექების დიდი სიუხვეა და თოვლი მთლიანად გადნობას ვერ ასწრებს, *S. ambigua* სასიცოცხლო ფორმას იკვლის, მიწის ზედაპირზე მდებარე განახლების კვირტები მიძინებულ მდგომარეობაში რჩება და იგი ფესურებით განაგრძობს არსებობას. ეს არის ვეგეტაციის იძულებითი შეწყვეტა.

S. ambigua-ს გავრცელების არეალია აჭარა-იმერეთის ქედი (მთები საყორნია, დიდი და პატარა ფაფარა, ხინო), თრიალეთის ქედი (საყველო, ცხრაწყარო, კოდიანის მთები), სამსარის ქედი (სამსარი, ყარაყუხეი, აბული) და სხვ. მისი გავრცელების საზღვარი მოქცეულია 2600—300 მეტრს შორის.

ეკოლოგიური სხვაობა *S. ambigua*-სა და *S. semiglabra*-ს შორის შედარებით დიდია. ბიოლოგიურად კი ისინი ერთმანეთთან უფრო ახლო დგანან, ვიდრე *S. parviflora*-თან. ამ უკანასკნელს ახასიათებს ვრცელი არეალი, თითქმის განუსაზღვრელი ეკოლოგიური შესაძლებლობა, ვიდრე *S. semiglabra*-ს, რომელიც უფრო ჩრდილო ფერდობების ტენიანი ნიადაგების მცენარეა. *S. ambigua*-ს არეალი უფრო ვიწროა, მჭიდროდ შემოსაზღვრული თავისი გარემო პირობებით, ლოკალური ადგილ-სამყოფელით და ხალხების ტიპის ცნობებით, რომლებიც წარმოდგენილია *Sibbaldietum*-ით, *Alchimilletum*-ით და *Taraxacetum*-ით. მათი სტრუქტურა შედარებით მარტივია, ერთ-ან ორიარუსიანი, მცირე სიმაღლით (3—5 სმ) და აშკარად ატარებს გლაციალური პირობების ზემოქმედების კვალს.

როგორც ცნობილია, ორეოფიტიზაციის პროცესი შეუღლებულია თვით მცენარის ბუჩქების ძირეულ ცვლილებებთან ცხოვრების ახალ, მაღალი მთის პირობებთან კავშირში [6], რაც მკაფიოდ ჩანს *Sibbaldia*-ს სახეობების მორფოლოგიური ნიშნების ანალიზიდან. მაგ: *S. ambigua*-ს ოდნავ შესამჩნევი,



სურ. 3

წამწამისებრი თხელი შებუსვა ან *S. semiglabra*-ს ძლიერ თხელი ფოთლები, მოკლე წამწამისებრი ბუსუსებით კიდევებზე, კლიმატური პირობების ხშირი რყევადობით უნდა აეხსნათ. მათ აღვილსამყოფელზე თოვლის დიდხანს დგომა კი შებუსვის შემცირების ან გაქრობის მიზეზი უნდა იყოს.

თუ დღეს ადამიანის ზემოქმედება *S. parviflora*-ს გავრცელებას უწყობს ხელს, იგივე პირობები *S. semiglabra*-ისა და *S. ambigua*-ს არეალის შემცირებას იწვევენ.

ცალკეულ მათაა სისტემების მცენარეულობის მსგავსება, როგორც იგი მკაფიოდ ჩანს *Sibbaldia*-ს გავრცელების მაგალითზე, დაკავშირებულია არა მარტო დასახელებასთან გაყინვარების წინა თუ შემდგომ პერიოდებში, არამედ ტოპოეკოლოგიური პირობების კონფერენციასთან, რომლებმაც წინათ არსებული ფიტოცენოზების ევოლუციის პროცესში ურთიერთმსგავსი სახეობებისა თუ ფიტოცენოზების ჩასახვა და განვითარება გამოიწვიეს პალალეულურად სხვა გეოგრაფიულ პუნქტებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 7.6.1963)

БОТАНИКА

Г. К. ЗАМТАРАДЗЕ

ГЕОГРАФИЯ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА СИБАЛЬДИИ НА ЮЖНОМ КAVKAZE

Резюме

Представители рода *Sibbaldia* в горах Южного Кавказа строго приурочены к вертикально-поясному расчленению. Из произрастающих здесь трех видов донного рода—*S. parviflora* Willd., *S. semiglabra* C. A. M. и *S. ambigua* Lur.—последний описан С. В. Юзепчуком по материалам наших сборов в 1947—1957 гг.

Наиболее широко распространена *S. parviflora* (рис. 1), характеризующаяся большой экологической амплитудой и малой требовательностью к внешним условиям. Она произрастает, начиная от среднегорного до субнивального пояса включительно, где повсеместному рассеению данного вида способствует нарушение естественного травостоя, связанное с вторичными факторами (выпас скота, разрушение дерна и др.).

Следующее место по широте ареала занимает *S. semiglabra* (рис. 2), распространенная главным образом в альпийском и субнивальном поясах. Растение это обнаруживает преимущественную приуроченность к северной экспозиции, особенно к долгоснежным местообитаниям в понижениях мезорельефа. Например, нижний предел распространения *S. semiglabra* на Аджаро-Имеретинском, Самсарском и Триалетском хребтах ограничен высотами 2500—2700 м н. у. м., где раньше проходила линия вечных снегов.

S. ambigua Tur (რის. 3) по своему систематическому положению занимает промежуточное место между двумя предыдущими видами, относящимися к секции *Eusibaldia*. Она отличается своим общим габитусом: малым ростом, меньшими размерами листьев, цветков, формой плодов и др. Она также приспособлена к снежно-ледниковым условиям произрастания и встречается на Аджаро-Имеретинском, Триалетском и Самсарском хребтах в пределах от 2600 до 3300 м н. у. м.

Изменчивость видов сиббальдии на Южном Кавказе следует рассматривать в исторической перспективе как процесс постепенной ореофитизации, связанный с приспособлением к высокогорным условиям существования. Таким приспособлением обусловлена, например, изменчивость целого ряда морфологических признаков, которая обнаруживается у видов этого рода, обладающих различным характером вертикального распространения.

დასრულებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Флора СССР, т. X. Изд. АН СССР, М., 1941.
2. О. А. Муравьева. Род *Sibbaldia* и его виды. Флора и систематика высших растений, в. 2, серия 1, 1926.
3. ბ. კეცხევი. საქართველოს მცენარეული საფარი. თბილისი, 1959.
4. Л. И. Маруашвили. Следы древнего оледенения в грузинской части Малого Кавказа. Природа, № 7—8, 1938.
5. А. А. Федоров. Околоснежная растительность горы Арагац (Алагез) в Армении. Совет. бот., VIII, 4, 1945.
6. С. С. Харкевич. Роль четвертичного епейрогенеза в формировании высокогорной флоры Большого Кавказа. Ботанический журнал, т. 39, №, 1954.



მეტეოროლოგია

ბ. ჩიქოვანი და მ. ლორია

მერქნიან მცენარეებზე 1961 — 1962 წლების გვალვის გავლენის
 შესახებ თბილისის მიდამოებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. გულისაშვილმა 12.12.1963)

მერქნიან მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე უარყოფითად მოქმედებს გვა-
 ლვიანი წლები, როდესაც წლიური ნალექების ჯამი ნაკლებია საშუალო მრავალწლიური ნალექების რაოდენობაზე [1, 2]. რაც უფრო დიდია ეს დანაკლისი, მით უფრო ძლიერია უარყოფითი გავლენა, მეტადრე თუ ნალექების სიმცირეს სავეგეტაციო პერიოდში აქვს ადგილი [2].

ძლიერი გვალვა იმავე წელსვე აზიანებს მცენარეთა ფოთლებს და ნორჩ ტოტებს. ამცირებს შემატებებს, ახმოზს ბალახოვან და ახალგაზრდა მერქნიან მცენარეებს, ხოლო ხნიერ მერქნიან მცენარეებზე ძირითადად მომდევნო წელს მოქმედებს [1, 2, 5], რაც გამოიხატება ყვავილობისა და ნაყოფმსმობიარობის შემცირებით, ტოტების შეხმობით, წვერხმელობითა და ზოგჯერ მთლიანი გახმობით [2, 5].

საქართველოს მეტეოროლოგიური მონაცემების [3, 4] შესწავლამ დაგვარწმუნა, რომ თბილისის ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორიის არსებობის მთელ მანძილზე (1844 წლიდან) 1962 წელი ყველაზე ნაკლებნალექიანი (240,4 მმ) იყო. ნალექების სიმცირით მან „აჯობა“, მანამდე „სახელგანთქმულ“ 1856 წელს, როდესაც თბილისში მოვიდა 287 მმ ნალექი [4].

ცხრილის სახით მოგვყავს საშუალო მრავალწლიური და 1962 წლის ნალექების განაწილება თვეების მიხედვით თბილისის ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორიის მონაცემებით (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

ნალექების განაწილება თვეების მიხედვით მმ-ით

ნალექები მმ-ით	თ ვ ე ე ბ ი												წლიური
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
საშუალო მრავალწლიური	14	21	28	57	88	74	51	35	43	39	38	22	510
1962 წელს	4,8	17,6	15,5	41,1	16,7	19,7	33,1	10,4	9,8	9,5	40,5	21,8	240,4

ამრიგად, 1962 წელს თბილისში მოვიდა საშუალო მრავალწლიურთან შედარებით 52,8%-ით ნაკლები ნალექი. უფრო დიდი იყო დანაკლისი სავეგეტაციო პერიოდში, კერძოდ: თბილისში მან შეადგინა (მოსალოდნელთან შედარებით) 57,9%, კოჯორში — 53,5%, საგარეჯოში — 50,0% და მცხეთაში — 35,5%.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ 1962 წელს წინ უძღოდა გვალვიანი 1961 წელი, როდესაც თბილისში მოვიდა 353,2 მმ ნალექი, კოჯორში 661,7 მმ ნაცვლად მოსალოდნელი 745 მმ-ისა, საგარეჯოში 532,3 მმ ნაცვლად 744 მმ-ისა და მცხეთაში 458,1 მმ ნაცვლად 568 მმ-ისა.

არც ტემპერატურული რეჟიმის მიხედვით იყო სახარბიელო 1962 წელი. ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი ივნისში 38,9°C აღწევდა, აგვისტოში კი 37°C, რაც 0,7 — 2°C-ით აღემატება თბილისისათვის მრავალწლიური დაკვირვებებით მიღებულ საშუალო მონაცემებს. ქვემოთ ცხრილში (იხ. ცხრილი 2) ნაჩვენებია ჰაერის საშუალო ტემპერატურის სიდიდეები თვეების მიხედვით 1962 წელს. აქვე მოგვყავს ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურის საშუალო მრავალწლიური მონაცემები და ამ მონაცემებიდან მოსალოდნელი განხრების სიდიდეები თვეების მიხედვით [3].

საშუალო თვიური ტემპერატურები და მოსალოდნელი განხრები t°C-ით ცხრილი 2

ჰაერის საშუალო t°C	თ ვ ე ე ბ ი												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
საშუალო მრავალწლიური 1962 წელს მოსალოდნელი განხრები	0,5	2,3	6,8	11,8	17,1	21,0	24,2	24,1	19,4	13,8	7,4	2,8	12,6
განხრები 1962 წელს	±1,4	±1,6	±1,4	±1,2	±1,2	±1,0	±0,8	±0,9	±1,3	±1,2	±1,5	±1,4	±1,2
განხრები 1962 წელს	3,3	2,5	2,1	0,2	1,9	1,6	2,4	1,1	1,0	0,2	2,0	4,5	1,9

ამრიგად, 1962 წელმა თბილისში ჰაერის საშუალო მრავალწლიური ტემპერატურითაც (14,5°C) საუკუნეებრივი რეკორდი დაამყარა და ბათუმისა და სოხუმის მრავალწლიურ მონაცემებსაც გაუსწრო.

თუ ზემოთქმულს იმსაც დაუმატებთ, რომ 1962 წელი გამოჩალისს წარმოადგენდა აბსოლუტური და შეფარდებითი ტენიანობებისა, უღრუბლო დღეებისა და სხვა მონაცემების მხრივაც, დარწმუნებით შეიძლება ითქვას, რომ იგი ყველაზე გვალვიანი წელი იყო თბილისისა და მისი მიდამოებისათვის უკანასკნელი 119 წლის მანძილზე.

უშეველია, ასეთი გვალვა გარკვეულ გავლენას მოახდენდა მერქნიან მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე, ამიტომ მისი შესწავლა მნიშვნელოვანია თბილისისა და მისი მიდამოების გამწვანება-გატყვევისათვის ასორტიმენტის შერჩევის საქმეში.

საკითხი ისწავლებოდა თბილისში (ხუდადოვის ტყე, ორთაჭალის სატყეო, ჰელეთის მთა, ბოტანიკური ბაღი, ლისი, დიდომი, შინდისი და სხვა), აგრეთვე უჯარმის მიდამოებში, კოჯორში, მცხეთაში, მანგლისში, წყნეთში და სხვაგან. დაკვირვებები მიმდინარეობდა 1962 წლის გაზაფხულიდან 1963 წლის შემოდგომამდე, ურწყავ პირობებში.

კვლევას ვაწარმოებდით შემდეგი მეთოდით: ტყეებში თუ ხელოვნურ ნარგავებში ვაკვირდებოდით მცენარეთა დაზიანებებს (ხმობა, ტოტების შესმობა, წვერხმელობა, ფოთლების შესმობა, შემატებების შემციობა, ყვავილობა და ნაყოფმსხმოიარობა და ა. შ.), ვაკვირდებოდით ამ დაზიანების მიზეზებს. თუ მიზეზი გვალვა იყო, მაშინ დაზიანების სიდიდის მიხედვით ვსჯელობდით აღებულ მცენარეზე გვალვის გავლენის ხარისხზე. ამასთან ერთად ყურადღებას ვაქცევდით ნიადაგობრივ პირობებს, ექსპოზიციას, ხნოვანებას, სხვადასხვა დაავადებებით დაზიანებასა და სხვა.

ლიტერატურული მონაცემებით [1, 2, 5], ძლიერი დაზიანება 1963 წელს იყო მოსალოდნელი, მაგრამ აღმოჩნდა, რომ მერქნიან მცენარეთა დაზიანებას ძირითადად გვალვიან წლებშივე ჰქონდა ადგილი და არა გვალვის მომდევნო წელს, რაც იმით აიხსნება, რომ გვალვიან წლებს მოჰყვა უჩვეულოდ უხვნაღეჭიანი 1963 წელი. თბილისის ჰ/მ ობსერვატორიის მონაცემებით, 1963 წლის მარტო სავეგეტაციო პერიოდში (აპრილიდან-ნოემბრამდე) მოვიდა 634,2 მმ ნალექი, რაც 63,5%-ით აღემატება მოსალოდნელ საშუალო მრავალწლიურს. აქვე უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ მოსული ნალექები არაინტენსიური და ხანგრძლივი ხასიათისა იყო. მთელ სავეგეტაციო პერიოდში ნალექიანი იყო 94 დღე, ე. ი. მთელი კალენდარული დღეების 44,0%.

აღმოჩნდა, რომ სხვადასხვა ჯიშის მერქნიანმა მცენარეებმა სხვადასხვანაირად გადაიტანეს აღნიშნული გვალვა, ზოგი თითქმის დაუზიანებლად გადაურჩა მას, ზოგს დაეწყო წვერხმელობა და ტოტების შესმობა, ზოგი კი მთლიანად გახმა. დაზიანების ხარისხისა და მიხედვით შესწავლილი ჯიშები შეიძლება დავყოთ სამ ჯგუფად:

I ჯგუფს მივაკუთვნებ მერქნიან მცენარეთა ის ჯიშები, რომლებმაც როგორც ბუნებრივ პირობებში, ისე ურწყავ ნარგავებში კარგად გადაიტანეს აღნიშნული გვალვა. მხოლოდ უმნიშვნელო რაოდენობით აღინიშნა ცალკეულ ინდივიდთა გახმობა, 3—5% შეახმათ ნორჩი ტოტების უმნიშვნელო ნაწილი, 1963 წელს უმრავლესობა ყვაოდა და ნაყოფმსხმოიარობდა საშუალოდ და ჰქონდათ ძლიერ კარგი შემატება სიმაღლეში. მათ გვალვიან წლებში არ დაუკარგავთ დეკორაციულობა. ასეთებია: *Pinus eldarica* Medw., *Cupressus sempervirens* L., *Biota orientalis* Endl., *Pinus Pallasiana* Lam. (ზღვის დონიდან 900 მ მაღლა), *Juniperus rufescens* Link., *J. oblonga* M. B., *J. foetidissima* Willd., *J. isophylos* C. Koch., *J. polycarpus* C. Koch., *Ephedra procera* F. et M., *Spartium iunceum* L., *Quercus iberica* Stev., *Pistacia mutica* F. et M., *P. vera* L., *Acer ibericum* M. B., *A. campestre* L., *Cercis siliquastrum* L., *Fraxinus ornus* L., *Ficus carica* L., *Celtis glabrata* Stev., *Pyrus salicifolia* Pall., *P. georgica* Kuthat., *Tilia tomentosa* Moench.,

(კოჯორი), *Ziziphus jujuba* Mill., *Cotinus coggygria* Scop., *Laburnum anagyroides* Medic., *Elaeagnus angustifolia* L., *Jasminum fruticans* L., *Rhamnus Pallasii* F. et M., *Atrophaxis caucasica* N. Paul., *Cotonoaster razemiflora* C. Koch., *Lonicera iberica* M. B., *Prunus spinosa* L., *Berberis vulgaris* L., *Colutea orientalis* Mill., *Cerasus incana* (Pall.) Spach. და სხვა.

II ჯგუფში გაერთიანებულია მერქნიან მცენარეთა ის ჯიშები, რომლებიც აღნიშნული გვალვის გავლენით საშუალოდ დაზიანდნენ, კერძოდ: ვახშა ამ მცენარეების 10—20% როგორც ტყეში, ისე ნარგავებში, საგრძნობლად შეახმათ ტოტები და დაეწყოთ წვერხმელობა მცენარეების თითქმის 30—50%, გადარჩენილი ეგზემპლარების უმრავლესობა 1963 წელს სუსტად ყვაოდა და ნაყოფმსხმოიარობდა. გვალვის წელს უმრავლესობამ დაკარგა დეკორატიულობა, ასეთებია: *Fraxinus excelsior* L. *Celtis caucasica* Willd., *Sophora japonica* L., *Amygdalus communis* L. (ახალგაზრდა ნარგავები 3—10 წლისა თითქმის სრულებით არ დაზიანებულა), *Robinia pseudoacacia* L., *Juglans regia* L., *Gleditschia triacanthos* L., *Tilia caucasica* Rupr., *Ulmus suberosa* Moench., *Zelcova carpinifolia* Dipp., *Carpinus orientalis* L., *C. caucasica* A. Grossh., *Fagus orientalis* Lipsku., *Populus tremula* L., *Acer laetum* C. A. M., *Morus alba* L., *Pyrus caucasica* A. Fed., *Maclura pumifera* Schneid., *Ailantus glandulosa* Desf., *Spirea crenata* L., *Paliurus spinachristi* Mill., *Cornus mas* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *C. orientalis* Pall., *Rosa canina* L., *Cerasus mahaleb* Mill., *Rhus coriaria* L., *Rubus* sp., *Rhamnus catartica* L. და სხვა.

III ჯგუფში გაერთიანებულია მერქნიან მცენარეთა ის ჯიშები, რომლებიც ძლიერ დაზიანდნენ აღნიშნული გვალვით, კერძოდ: ვახშა მცენარეების 40—60%, გადარჩენილ ინდივიდებს დაეწყო წვერხმელობა და შეახმა გვერდითი ტოტების ნაწილი, 1963 წელს უმრავლესობა სუსტად ყვაოდა და ნაყოფმსხმოიარობდა. ასეთებია: *Ulmus foliaceae* Gilib., *Koelreuteria paniculata* Laxm. (ვახშა ძირითადად 30—40 წლიანი ნარგავები ხუდადოვის ტყეში და სხვაგან), *Pinus Sosnowskyi* Nacai. (ქვედა ზონაში ზ/დ 900—1000 მ-მდე), *Armeniaca vulgaris* Lam. (თელეთის მთა) და სხვა.

აღნიშნული წლების გავლენის შესწავლამ მერქნიან მცენარეთა მიმდინარე შემატებებზე სიმაღლეში შემდეგი სურათი მოგვცა: მცენარეთა ჯიშების იმ ინდივიდებს, რომლებიც კარგად გადაურჩნენ გვალვას, 1962 წელს რამდენადმე ნაკლები შემატება ჰქონდათ, ვიდრე 1961 წელს, ხოლო 1963 წელს 1,5—3,0-ჯერ მეტი, ვიდრე 1962 წელს. მერქნიან მცენარეთა იმ ინდივიდებმა კი, რომლებიც გვალვისაგან დასუსტდნენ და დაზიანდნენ, 1962 წელს რამდენადმე ნაკლები შემატება მოგვეცეს, ვიდრე 1961 წელს, ხოლო 1963 წელს 1,5—3,0-ჯერ ნაკლები, ვიდრე 1962 წელს. მოგვეყვას დამახასიათებელი მონაცემები (იხ. ცხრილი 3).

ცხრილი 3

მიმდინარე შემატებები სიმაღლეში სმ-ით

ჯ. ი. შ. ი.	ადგილმდებარეობა	სიმაღლე ზღვის დონიდან	ხნოვანება	მიმდინარე შემატებ- ბები სიმაღლეში სმ-ით		
				1961 წ.	1962 წ.	1963 წ.
გვალვისაგან დაუზიანებელი ჯიშებისათვის						
<i>Pinus eldarica</i>	თელეთის მთა	400—650	5—15	13,1	12,7	31,0
<i>Pinus Pallasiana</i>	თელეთის მთა	700—900	7—15	19,8	16,3	23,2
<i>Quercus iberica</i>	თელეთის მთა	700—750	10—15	10,4	9,6	33,5
<i>Quercus iberica</i>	თელეთის მთა	800—850	40—60	7,2	4,7	9,7
<i>Celtis caucasica</i>	თელეთის მთა	400—600	5—10	12,5	11,0	49,0
<i>Celtis caucasica</i>	ხუდადოვის ტყე	450—550	40—60	8,4	2,8	9,2
<i>Tilia tomentosa</i>	კოჯორი	1200	50—60	12,5	10,2	17,8
<i>Cotinus coggygria</i>	სოღანლელი	500	8—10	21,3	14,5	86,0
გვალვისაგან დაზიანებული ჯიშებისათვის						
<i>Pinus Sosnowski</i>	თელეთის მთა	650—800	10—15	19,3	12,0	5,2
<i>Fraxinus excelsior</i>	ხუდადოვის ტყე	550	20—30	10,5	3,2	2,5
<i>Carpinus orientalis</i>	უჯარმა	800	15—20	17,0	15,5	4,5
<i>Fagus orientalis</i>	უჯარმა	800—850	40—50	20,3	14,2	7,6
<i>Tilia caucasica</i>	მცხეთა	450—600	50—70	21,2	16,7	10,5
<i>Cerasus mahaleb</i>	ბოტანიკური ბაღი	550	20—30	13,2	8,3	6,0
<i>Spiraea crenata</i>	ბოტანიკური ბაღი	550	10—15	11,3	8,6	4,7

ყვავილობასა და ნაყოფმსხმოიარობაზე აღნიშნული წლების გავლენა შემდეგით გამოიხატა: ადრე გაზაფხულზე მოყვავილე სახეობები (*Spiraea crenata* L., *Quercus iberica* Stev., *Celtis caucasica* Willd., და სხვა) 1963 წელს ყვოდნენ და ნაყოფმსხმოიარობდნენ სუსტად, ხოლო გვიან მოყვავილენი (*Paliurus spina-christi* Mill., *Spartium iunceum* L., *Atrophaxis caucasica* H. Paul., *Sophora japonica* L., და სხვა) ყვოდნენ უხვად და ხანგრძლივად და უხვადვე ნაყოფმსხმოიარობდნენ. ზოგი მათგანი (ძეძვი, სოფორა) სექტემბრის შუა რიცხვებამდე კი ყვოდა, რაც აიხსნება 1963 წელს უხვნალექიანი სვეტეცაციო პერიოდით.

თბილისის სატყეო ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 12.12.1963)

ЛЕСОВОДСТВО

Т. Г. ЧИКОВАНИ и М. Л. ЛОРИЯ

О ВЛИЯНИИ ЗАСУХ 1961—1962 гг. НА ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫЕ ПОРОДЫ В ОКРЕСТНОСТЯХ г. ТБИЛИСИ

Резюме

В течение последних 119 лет для окрестностей Тбилиси засушливым был 1962 г. В этом году в Тбилиси выпало 240,4 мм осадков, что составляет 47,2% среднемноголетнего количества осадков.

1961 г. тоже был засушливым. В течение этого года в Тбилиси выпало 353,2 мм осадков, т. е. 69,8% среднееголетнего количества осадков. А в 1963 г. отмечалось обильное выпадение осадков. Только в продолжение вегетационного периода (от апреля до ноября) выпало 634,4 мм вместо полагаемых 3,87 мм.

Отмеченные засушливые годы имели определенное влияние на рост и развитие древесно-кустарниковых растений, которые были изучены в 1962 — 1963 гг.

По степени повреждения изученные виды можно разделить на три группы:

I. Характер повреждения: слабое повреждение — незначительная часть растений засохла. Остальные растения не потеряли декоративности в 1963 г. цвели, плодоносили удовлетворительно.

II. Среднее повреждение: 10 — 20% растений засохла, у 30 — 50% засохла верхина. Они потеряли декоративность и в 1963 г. цвели и плодоносили слабо.

III. Сильное повреждение: 40 — 60% растений засохла, у большей части оставшихся экземпляров засохла верхина, в 1963 г. они цвели и плодоносили очень слабо.

Не поврежденные засухой экземпляры в 1962 г. имели прирост по высоте в несколько раз меньше, чем в 1961 г., а в 1963 г. в 1,5 — 3 раза больше, чем в 1962 г.

Поврежденные засухой экземпляры в 1962 г. имели прирост по высоте в несколько раз меньше, чем в 1961 г., а в 1963 г. в 1,5 — 3 раза меньше, чем в 1962 г.

Раннецветущие породы цвели и плодоносили слабо, а позднелетующие цвели и плодоносили обильно.

დავითიანი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ვ. გულისაშვილი ი. ზოგადი მეტეოროლოგია. თბილისი, 1957.
2. ვ. გულისაშვილი ი. მცენარეთა ეკოლოგია. თბილისი, 1960.
3. მ. კორძაძია. საქართველოს ჰავა. თბილისი, 1961.
4. Метеорологические данные, Кавказ, том II, вып. 6, М. — Л., 1940.
5. Н. Нестеров. Очерки по лесоведению. М., 1960.



3. ზვრიტიშვილი

ჰლოროვოსის ბამოქსინება ბუზის (*RHAGOLETIS CERASI* L.)

წინააღმდეგ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანჩაველმა 20.1.1963)

საქართველოში ალუბლის ბუზი ძლიერ აზიანებს ბალსა და ალუბალს. განსაკუთრებით ზიანდებიან ბლის საგვიანო ჯიშები: ყვითელი დროვანა, ავქალური საგვიანო, კახური შავი, კახური წითელი, აგრეთვე ალუბალი და გარეული ბალი.

1962 წელს ჩვენ მიერ კრწანისის მებოსტნეობის საბჭოთა მეურნეობაში ჩატარებულმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ ყვითელი დროვანა და კახური წითელი დაზიანებული იყო საშუალოდ 94,6%-ით; ლენინგორის რაიონის ს. იკოთში ყვითელი დროვანას ნაყოფების დაზიანება უდრიდა 84,7%-ს, კახური შავის — 92,4%-ს, ხოლო ქართული ალუბლისა — 83,8%-ს.

ალუბლის ბუზს ერთწლიანი გენერაცია ახასიათებს. ზოგიერთი მკვლევარის მონაცემების მიხედვით, პირობებთან დაკავშირებით ამ მავნებელს ორწლიანი გენერაცია აქვს [1, 4, 6]. მავნებელი ზამთრობს ჭუპრის ფაზაში 1—3 (ზოგჯერ 5—10) სმ სიღრმეზე ნიადაგში. ბუზის გამოფრენა საქართველოში იწყება მაისის მეორე დეკადიდან და თვენახევარს გრძელდება. ახლად გამოფრენილი ბუზი სქესობრივი პროდუქციის მოცემისათვის დამატებით კვებას აწარმოებს, რაც 10—14 დღეს გრძელდება. ეს პერიოდი ემთხვევა ბლის ნაყოფის მომწიფების დაწყებას. ცდებითა და დაკვირვებებით დამტკიცებულია, რომ მავნებელი კვერცხებს დებს მაშინ, როცა ნაყოფი რბილი ხდება და მისი მუქ-მწვანე შეფერილობა იცვლება.

მავნებელი კვერცხებს დებს ნაყოფებში ყუნწთან ახლოს, ერთ ნაყოფში ვითარდება ერთი, იშვიათად ერთზე მეტი მატლი. ჩვენ მიერ ერთ ნაყოფში შემჩნეული იყო სამი განვითარებული მატლის რამდენიმე შემთხვევა, მატლი იკვებება ნაყოფის რბილობით, იქვე გამოყოფს ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტებსა და ექსკრემენტებს, რის გამოც ნაყოფი თანდათან ლპება. ნაყოფში მატლის განვითარება 14—21 დღეს გრძელდება. ნაყოფიდან გამოსული მატლი ჩადის, ნიადაგში და ცრუპარკში იჭუპრებს.

ალუბლის ბუზის წინააღმდეგ ბრძოლის ქიმიური ღონისძიებებიდან ჩვენში რეკომენდებულია ბლისა და ალუბლის ნარგავების შეფრქვევა დღტ-ს 5,5%-იანი ფხვნილით და დღტ-ს 30%-იანი სველებადი ფხვნილისაგან დამზადებული 0,7%-იანი სუსპენზიის შესხურება. პირველი წამლობა ტარდება ბუზის გამოფრენიდან მე-10 დღეს, ხოლო მეორე — 10 დღის შემდეგ პირველი წამლობიდან. დასაჭუპრებლად გამოსული მატლების წინააღმდეგ პროფ. ლ. კალანდაძე და ა. ბაღდავაძე ურჩევენ ჰექსაქლორანის ფხვნილის შეტანას 80—100 გ/კ/ა ნიადაგში ვარჯის ქვეშ ნაყოფებიდან მატლების გამოსვლის დაწყების პერიოდიდან [1].

ბოლო დროს სოფლის მეურნეობის მავნებლების წინააღმდეგ დიდი წარმატებით გამოიყენება ფოსფორორგანული კონტაქტური და სისტემური შხამქიმიკატები. საზღვარგარეთ ალუბლის ბუხის წინააღმდეგ იყენებენ ჰეტა-სისტოქსს (მეთილისტოქსი) ფოსფამიდონს [2] და სხვ., რომლებიც ნაყოფების დაზიანებას ამცირებენ 1—5%-მდე.

საქართველოში ალუბლის ბუხის წინააღმდეგ ფოსფორორგანული პრეპარატები არ ყოფილა გამოცდილი. 1963 წელს ჩვენ მიერ მავნებლის იმაგოს წინააღმდეგ გამოცდილი იყო ქლოროფოსის ბუნებრივ პირობებში ლენინგორის რაიონში 28—30° ტემპერატურის პირობებში. ეტალონად აღებული იყო დღტ.

ქლოროფოსის ეფექტურობისა და ინსექტიციდური მოქმედების ხანგრძლივობის დასადგენად მისი ხსნარის 0,1—0,2 და 0,3%-იანი კონცენტრაციებით შესხურდა ბლისა და ალუბლის ნარგავები (დიდი კონცენტრაციები საგრძნობ ფიტოტოქსინურ მოქმედებას ახდენენ). მოვახდინეთ დამუშავებული მცენარის ტოტების იზოლაცია და მოვათავსეთ შიგ ალუბლის ბუხი I, II, III, IV, V, VI, VII და VIII დღეს. აღმოჩნდა, რომ 0,3%-იანი ქლოროფოსის ხსნარი ინსექტიციდურ ტოქსიკურობას კარგავს მე-7 დღეს, ხოლო 0,1 და 0,2%-იანი — შესაბამისად მე-5 და მე-6 დღეს.

ცხრილი 1

ქლოროფოსისა და დღტ-ს გავლენა ალუბლის ბუხის მატლებით გამოწვეული ბლის ნაყოფების დაზიანებაზე

№-ის რიცხვი	პ რ ე პ ა რ ა ტ ი	კონცენტრაცია პრეპარატის მიხედვით (%-ით)	კონცენტრაცია მოქმედი საწყისი მბ. / 10^6 -ით	თ ა რ ი ღ ი				ბლის ნაყოფების დაზიანება (%-ით)	შენიშვნა
				1-ლი შესხურება	მე-2 შესხურება	მე-3 შესხურება	აღრიცხვა		
1	ქლოროფოსი	0,3	0,15	23/V	29/V	—	15/VI	13,02	
2		0,3	0,15	23/V	29/V	5/VI	15/VI	8,34	
3	დღტ-ს 30%-იანი სველებადი ფხვნილის სუსპენზია	0,7	0,21	24/V	3/VI	—	15/VI	26,76	
4	საკონტროლო	—	—	—	—	—	15/VI	84,68	ბერი-დან აღებული იქნა არ ყოფილა

მავნებლის გამოფრენიდან მე-6 დღეს, 23 მაისს, ქლოროფოსის 0,3%-იანი ხსნარით და დღტ-ს 30%-იანი სველებადი ფხვნილის 0,7%-იანი სუსპენზიით შესხურდა ყვითელი დროგანას სამ-სამი მცენარე (15—20 წლიან ბლის ნარგავებზე 12—15 ლ ხარჯვის ნორმით). მეორე წამლობა იმავე კონცენტრაციებით ჩატარდა: ქლოროფოსის მე-7 დღეს, 29 მაისს, დღტ-ით 10 დღის შემდეგ—3 ივნისს; ერთ ვარიანტში მესამე წამლობა ქლოროფოსით ჩატარდა 5 ივნისს. შედეგები მოგვყავს ცხრილში.

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, ქლოროფოსის 0,3%-იანი ხსნარით ბლის სამეგრე შეწამლვა კარგ შედეგს იძლევა. დღტ-ს 30%-იანი სველებადი ფხვნილის 0,7%-იანი სუსპენზია ეფექტურობით რამდენადმე ჩამორჩება ქლოროფოსს. ქლოროფოსი გამოიკავდა მავნებლის მატლების წინააღმდეგ ლაბორატო-

ოიულ პირობებში. ნაყოფიდან დასაქუპრებლად გამოსულ მატლებს ვათავსებ-
დით პეტრის თასებზე, 10 წამის ექსპოზიციით ვასველებდით ქლოროფოსის
ხსნარის 0,1—0,2 და 0,4%-იანი კონცენტრაციებით, შემდეგ გადაგვკონდა
სუფთა ქუჩკლებში, ხოლო ერთი დღის შემდეგ — ნიადაგში და იქ ვტოვებ-
დით ღია ცის ქვეშ. შედეგები მოცემულია ცხრილში.

ცხრილი 2

ქლოროფოსის ხსნარის მოქმედება ალუბლის ბუხის მატლებზე

№ — №	პოეპარატი	დაიჭებრა ნ სააუის განწკლებში (% -ით)	სიკვილიანობა		შენიშენა
			24 საათის შემდეგ (% -ით)	9 თვის შემდეგ (% -ით)	
1	ქლოროფოსი 0,1 %	70,0	50,0	100	
2	" 0,2 %	65,2	56,8	100	
3	" 0,4 %	57,5	61,3	100	
4	საკონტროლო (წყლით დასველებით)	96,7	6,6	—	

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, მიუხედავად ქლოროფოსის მოქმედები-
სა, მატლების უდიდესი რაოდენობა მაინც იჭუპრებს, მაგრამ როგორც ჩანს
ადგილი აქვს პრეპარატის მეტატოქსიკურ მოქმედებას, რის შედეგადაც მიღე-
ბულია ქუპრების 100%-იანი სიკვილიანობა.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდების შედეგები იმაზე მიუთითებს, რომ ქლო-
როფოსი დღტ-სთან შედარებით ალუბლის ბუხის წინააღმდეგ მეტი ეფექტუ-
რობით ხასიათდება.

ამავე დროს, როგორც ცნობილია, ქლოროფოსი ნაკლებ საშიშია ადამიან-
ისა და საერთოდ, თბილისისხლიანებისათვის. დღტ-ს კუმულაციის თვისებები
ახასიათებს, იმ დროს როცა ქლოროფოსს ასეთი თვისებები არა აქვს. ამიტომ
არსებობს ტენდენცია დღტ-ს შეცვლისა ისეთი პრეპარატებით, რომლებიც
ნაკლებ ტოქსიკური იქნება ადამიანისა და თბილისისხლიან ცხოველებისათვის
და ამავე დროს დიდი ეფექტურობით ხასიათდებიან. სწორედ ამ უპირატე-
სობის გამო საჭიროდ მიგვაჩნია ქლოროფოსი გამოიცადოს აღნიშნული მავ-
ნებლის წინააღმდეგ ფართო საწარმოო პირობებში.

საქართველოს სსრ მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი
(რედაქციას მოუვიდა 20.1.1963)

ЭНТОМОЛОГИЯ

В. А. ГВРИТИШВИЛИ
ХЛОРОФОС ПРОТИВ ВИШНЕВОЙ МУХИ
(RHAGOLETIS CERASI L.)

Резюме

В Грузии вишневая муха распространена повсюду, где только произ-
растают вишня и черешня. Она сильно повреждает (80—96%) поздние

сорта черешни, как то: желтую дрогану, кахетинскую черную, кахетинскую красную, — а также вишню.

Вредитель перезимовывает в фазе куколки; вылет мухи начинается со второй декады мая и продолжается полтора месяца; яйцекладка начинается через десять дней после вылета, а выход личинок из плодов с 5 — 10 июня.

Обработка насаждений черешни 0,3% раствором хлорофоса значительно уменьшает повреждение плодов. При двукратном опрыскивании (первое — на 5-й день после вылета мух, второе — на 7-й день после первого опрыскивания) повреждение снижается до 13,02% против 84,68% в контроле. При трехкратном же опрыскивании повреждение снижалось до 8,34%, в то время как в тех же условиях двукратным опрыскиванием 0,7% суспензией 30% смачиваемого порошка ДДТ (второе опрыскивание — через 10 дней после первого) повреждение плодов снизилось до 26,76%.

При опрыскивании черешни 0,1; 0,2 и 0,3% растворами хлорофоса инсектицидное действие препарата сохраняется в соответствии с концентрацией 5,6 и 7 дней: 0,4% концентрация является фитотоксичной.

В лабораторных условиях было отмечено метатоксическое действие хлорофоса на личинок вишневой мухи. После опрыскивания 0,1; 0,2 и 0,4% концентрациями препарата окуклившиеся личинки погибли в течение 9 месяцев.

Наилучший срок для химической борьбы против имаго вредителя — период с вылета до яйцекладки. Для Восточной Грузии этот период продолжается с 10 — 15 мая до 20 — 25 мая, а для Западной Грузии — с 1 — 5 мая до 10 — 15 мая.

Ввиду гораздо большей эффективности хлорофоса против вишневой мухи и его меньшей опасности для человека и животных по сравнению с ДДТ считаем нужным заменить ДДТ хлорофосом.

დაამუშავებელი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ლ. კალანდ აძე, ა. ბაღდაძე ალუბლის ბუხის (*Rhagoletis cerasi* L.) გილოცის თავისებურებების და მისი საწინააღმდეგო ბრძოლის ღონისძიებათა შესწავლის შედეგები საქართველოში. საქართველოს მეცნიერეთა დაცვის ინსტიტუტის შრომები, № XII, თბილისი, 1957.
2. Бр ю э л, Бернар, Лаунский. Новые опыты против вишневой мухи (*Rhagoletis cerasi* L.). Реферативный журнал „Биология“. Академия наук СССР, № 2, 1960.
3. В. И. Вашков, Е. В. Шнайдер. Хлорофос. Медгиз, 1962.
4. М. Н. Кандыбина. Материалы по биологии вишневой мухи (*Rhagoletis cerasi* L.) в условиях Ленинградской области. Сборник работ Института прикладной зоологии и фитопатологии, выпуск 5. Ленинград, 1958.
5. С. А. Карумидзе. Основы химической защиты растений. Москва, 1960.
- И. З. Лившиц, Н. И. Петрушова и М. Ф. Евгеньев. Вишневая муха (*Rhagoletis cerasi* L.) и меры борьбы с ней. Крымиздат, Симферополь, 1954.



П А Р А З И Т О Л О Г И Я

Г. И. ДЖАВЕЛИДЗЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЦИКЛА РАЗВИТИЯ
OPISTHIOGLYPHE RANAE (FRÖHLICH)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Каландадзе 12.1.1963)

Паразитологических работ, охватывающих паразитофауну и гельминтофауну амфибий и, в частности, некоторых видов лягушек [1,2,3,4,5,6,7], немало.

Однако мнения авторов этих работ о биологическом цикле развития *Opisthioglyphe ranae* (Fröhlich, 1791), о первом и втором промежуточном хозяине, а также о продолжительности жизни марты в дефинитивном хозяине расходятся. Отечественная же литература совсем не располагает материалом полного биологического цикла развития *Opisthioglyphe ranae*.

O. ranae имеет широкое географическое распространение. Этот гельминт отмечен у многих видов амфибий, но в большом количестве встречается у озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) и зеленой лягушки (*Rana esculenta* L.), реже у других видов рода *Rana*.

Изучая малакофауну Грузии, мы проследили биологический цикл развития некоторых гельминтов домашних и диких животных. В настоящей работе публикуются материалы по циклу развития *Opisthioglyphe ranae*.

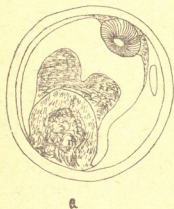
М а т е р и а л и м е т о д и к а и с с л е д о в а н и я

Во время изучения личиночных стадий трематод в пресноводных моллюсках Западной Грузии в нашем распоряжении было довольно большое количество моллюсков вида *Galba palustris* (Müll., 1774), добытых в Ланчхутском и Махарадзевском районах. При этом моллюски, собранные весной—в апреле 1960 г.—были заражены стилетным церкарием. Церкарии были локализованы в печени моллюска. Печень вся была набита ими, а в некоторых случаях наблюдалось почти полное изменение структуры печени.

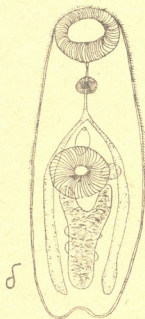
Было вскрыто 890 экземпляров *Galba palustris*, которые были заражены на 80—90% личиночными стадиями стилетного церкария, развивающегося в спороцистах. Было прослежено инвазирование лабораторно выращенных моллюсков вида *Physa acuta* (Draparnaud, 1805) найденными нами церкариями.

С апреля по август 1960 г. были проведены опыты по заражению животных. Метацирками, полученными в лабораторных условиях от *Physa acuta*, были вскормлены следующие лабораторно выращенные животные: кролик, цыпленок и лягушка *Rana ridibunda* Pall. Взрослая форма, которая оказалась *Opisthioglyphe ranae* (Fröheich 1791), была получена только у лягушки.

Описание метацирков. Метацирков *O. ranae* заключен в прозрачную цисту. Только что инцистированные метацирков имеют округлую форму, размер их мельче, промеры достигают 0,17 мм. Через несколько дней становятся крупными, на 5—10-й день диаметр их достигает 0,29—0,32 мм, метацирков очень подвижный и в нем резко выделяется большой черный мочевой пузырь (рис. 1а).



а



б

Рис. 1. а—метацирков *O. ranae* в цисте;
 б—метацирков, извлеченный из цисты

У только что инцистированных метацирков внутри цисты рядом с метацирковом стилет отбрасывается после проникновения церкария в тело дополнительного хозяина.

Длина тела, извлеченного из цисты метацирков, варьирует от 0,6 до 0,7 мм, а максимальная ширина, которая совпадает в области брюшной присоски, равняется 0,3 мм.

Кутикула метацирков усажена очень мелкими шипиками, которые постепенно уменьшаются и сходят на нет к заднему концу тела. Субтерминальная ротовая присоска почти такой же величины, как брюшная, диаметр обеих присосок достигает 0,13 мм. Брюшная присоска расположена в середине тела. Предглотка длинная, за ней следует глотка, длинный пищевод, разветвляющийся вблизи переднего края брюшной присоски на два кишечных ствола, слепые концы которых достигают заднего конца тела. У зрелых метацирков наблюдаются также зачатки половых желез: яичника, парных семенников и бурсы (рис. 1б).

Церкарии *O. ranae* проникают в покровы передней части тела моллюска *Physa acuta*. В процессе проникновения церкарий прикрепляется к поверхности тела моллюска, затем, укрепившись ротовой присоской,



становится перпендикулярно и начинает с помощью стилета прорезывать кожу, через несколько минут теряет хвост, проникает в образовавшийся прорез и там же инцистируется (их особенно много в мантии). *Physa acuta* не выносит сильного заражения и гибнет через 15—20 дней после заражения.

Метацеркарии становятся зрелыми через 5—10 дней после инвазирования в дополнительном хозяине и способны заражать лягушек.

Результаты проведенных опытов. В настоящей работе приводятся результаты проведенных опытов по заражению 15 неинвазированных цыплят, двух кроликов и свыше ста озерных лягушек путем вскармливания метацеркариями, полученными от лабораторно выращенных *Physa acuta*.

25 апреля 1960 г. мы заразили 15 неинвазированных цыплят и двух кроликов. Вскрытие цыплят производилось через каждые 5 дней, а кроликов—через каждые 10 дней. Результаты были отрицательными.

Вторая серия опытов была начата 16 августа 1960 г. На этот раз было заражено 105 озерных лягушек (*Rana ridibunda* Pall.) молодой стадии. Лягушки находились в аквариумах. Весной, летом и осенью температура воды колебалась от 25 до 34°. Зимой лягушки впадали в спячку. Питались они водорослями, находящимися в аквариумах, а также мясом стерильных лягушек.

Вскрытия экспериментально зараженных лягушек производились в первое время через каждые 2 дня, а затем через каждые 5 дней.

В результате многочисленных вскрытий искусственно зараженных лягушек нам удалось установить, что развитие *O. ranae* в лягушках имеет длительный характер. Половые железы—парные семенники и яичник, закладывание которых началось еще на стадии метацеркариев в дополнительном хозяине, начинают увеличиваться в объеме через 20—25 дней после заражения лягушек. К этому же времени закладываются фолликулы

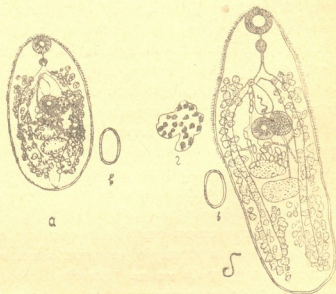


Рис. 2. а—*O. ranae*, половозрелая молодая форма (в 92-дневном возрасте);
б—*O. ranae* в 8-месячном возрасте
в—яйцо *O. ranae*;
г—желточник

желточников, а несколько позже возникает и матка. Первые яйца были обнаружены 15 ноября 1960 г., т. е. через 92 дня после заражения. К этому сроку в матке имелись первые (рис. 2а) 3—4 яйца, а выделение яиц в испражнениях осуществлялось через 5 месяцев после заражения лягушек метациркуляриями и продолжалось дальше.

В восьмимесячном возрасте *O. ranae* (рис. 2б) характеризуется завершением роста и имеет типичную величину, но, к сожалению, мы не смогли установить срок прекращения яйцекладки, так как наши экспериментальные наблюдения прекратились на восьмимесячном возрасте гельминта.

Описание вида (по взрослой форме)

Вид *Opisthioglyphe ranae* (Fröhlich, 1791) описан многими учеными.

Наши экземпляры, которые являются вполне взрослыми, в основном сходны с экземплярами, описанными Травососом и Штромом из киргизских экземпляров (по Штроду). Из мелких отличий следует отметить расхождение промеров всего тела и органов целиком, кроме яйца у молодых форм из нашего материала (в 92-дневном возрасте). Этим особенностям данных молодых экземпляров нельзя придавать какое-либо таксономическое значение, так как общая форма, расположение и строение органов тела гельминта, промеры яиц вполне совпадают с типичными формами, известными в литературе. Поэтому мы в таблице даем измерение двух взрослых экземпляров: молодого в возрасте 92 дней и крупного в восьмимесячном возрасте, так как мы убедились, что литературные данные описания относятся к старшим возрастам, т. е. вполне взрослых форм *O. ranae*. (табл. 1).

В условиях естественного заражения лягушки Махарадзевского и Ланчхутского районов наряду с другими гельминтами в преобладающем большинстве содержат *O. ranae*. Причем часто, особенно весной (в апреле—мае 1961 г.), кроме взрослых форм, мы находили в них и молодые, не имеющие даже желточников, экземпляры. Это объясняется тем, что в природе имеют место повторные инвазии лягушек метациркуляриями *O. ranae*, а старшие формы продолжают паразитировать до устарения и гибели.

Спороциста (рис. 3в) имеет мешковидно-удлиненную форму с бледно-оранжевой окраской, длина 0,945—1,9 мм и ширина 0,047 мм. Церкарии в спороцисте находятся в большом количестве. Созревание церкариев неодновременное: вместе с зрелыми церкариями в спороцисте находятся и незрелые и зародышевые шарики.

Церкарий *O. ranae* вооружен стилетом. Тело его имеет овальную форму. Длина тела церкария варьирует от 0,36 до 0,4 мм при ширине 0,18—0,21 мм, а длина хвоста достигает 0,4 мм при ширине у основания 0,06 мм. Кутикула церкария покрыта в передней части тела мелкими



Таблица 1
Измерение *Opisthoglyphe ranae* по данным авторов (все измерения даны в мм)

Признаки	По Тра- вассосу	По Штрому	По Джавелидзе	
			в 92-днев- ном воз- расте	в 8-месяч- ном воз- расте
Длина тела	2,8	1,23—1,76	1,0	1,55
Ширина тела	1,0	0,47—0,64	0,32	0,467
Ротовая присоска	0,14	0,132:0,165—0,178:0,183	0,112	0,148
Брюшная присоска	0,14	0,147:0,147—0,176:0,161	0,112	0,13
Расстояние брюшной присоски от переднего конца тела	—	0,42—0,62	0,370—0,39	0,52
Циррусный мешок	—	0,176:0,087—0,24:0,12	0,120:0,057	0,21—0,12
Глотка	0,06	0,076:0,1—0,08:0,11	0,048:0,057	0,068:0,077
Предглотка	—	0,022—0,06	0,015	0,06
Яичник	0,09	0,117:0,132—0,22:0,132— 0,161:0,161	0,09	0,12
Передний семенник	0,17 : 0,09	0,132:0,161—0,191:0,28	0,09:0,11	0,111:0,178
Задний семенник	0,17 : 0,1	0,132:0,176—0,2:0,25	0,10,12	0,129:0,187
Размеры яйца	0,048:0,027	0,039—0,043:0,025—0,03 0,046:0,028	0,043:0,026	0,043:0,026

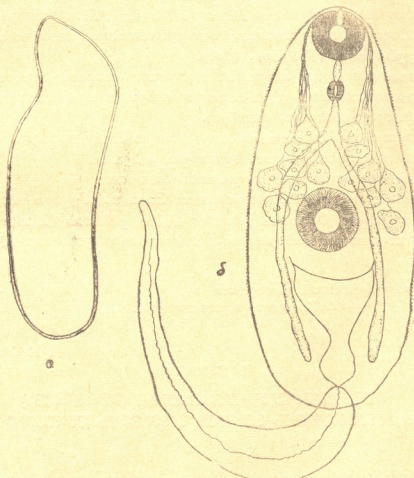


Рис. 3. а—спорциста *O. ranae*; б—церкарий *O. ranae*

შიპიკამი. Через кутикулу просвечивают шарообразные крупные цистогенные одноклеточные железы. Ротовая присоска субтерминальная, округлой формы. Такой же формы брюшная присоска расположена вблизи границы задней половины тела. Диаметр ротовой присоски достигает 0,079 мм, а брюшной 0,08 мм. Предглотка в два раза короче пищевода. Глотка овальная, ее размер 0,024×0,02 мм. Пищевод разветвляется на два кишечных ствола впереди брюшной присоски, а кишечные стволы достигают заднего конца тела. Желез проникновения семь пар, расположены они группами в передней части тела латерально от заднего края брюшной присоски. Их протоки открываются в области стилета. Стилет иглообразный, длиной 0,028 мм. Мочевой пузырь крупный V-образной формы (рис. 3б).

Церкарии покидают промежуточного хозяина при дневном свете и плавают в верхних слоях воды. Они сразу набрасываются на *Physa acuta*, проникают в него и превращаются в метацеркариев.

Выводы

В кишечнике лягушки (*Rana ridibunda* Pall.), которая выращена нами в лабораторных условиях, экспериментально получена трематода *Opisthioglyphe ranae* (Fröhlich, 1791).

O. ranae в озерных лягушках достигает половой зрелости и начинает образовывать яйца в 92-дневном возрасте при температуре среды 15—34°C (август, сентябрь, октябрь).

Выделение яиц *O. ranae* в окружающую среду происходит на пятый месяц инвазии (заражения) метацеркарием лягушек.

O. ranae заканчивает рост на восьмом месяце.

В природе, в естественных условиях Западной Грузии первым промежуточным хозяином *O. ranae* является *Galba palustris* (Müller), а дополнительным хозяином в лабораторных и природных условиях—*Physa acuta* (Drap.)

Тбилисский государственный университет

(Поступило в редакцию 12.1.1961)

პარაზიტოლოგია

ბ. ჯაშვიდიძე

OPISTHIOGLYPHE RANAE (FRÖHLICH.)

პანსოტიტარების ციკლის შესწავლის შედეგები

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად ლაბორატორიულ პირობებში გამოზრდილ ტბის ბუყყის *Rana ridibunda* (Pallas) ნაწლავში ჩვენ ვნახეთ ტრემატოდა *Opist-*



hioglyphe ranae (Fröhlich, 1791). *O. ranae*-ს სქესობრივი მომწიფება ტბის ბაყაყის ნაწლავში და კვერცხის წარმოქმნა საშვილოსნოში იწყება 92-ე დღეზე (აგვისტო, სექტემბერი, ოქტომბერი;—ტემპერატურა 25—34°C).

კვერცხის გამოყოფა გარემოში ინვაზიიდან მე-5 თვეზე ხდება. *O. ranae* ზრდადასრულებული ხდება მე-8 თვეზე.

დასავლეთ საქართველოში, ბუნებრივ პირობებში *O. ranae*-ს შუალედ მასპინძლად ითვლება *Galba palustris* (Müller), ხოლო დამატებით მასპინძლად — *Physa acuta* (Drap.).

დაგოვებულ ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. Н. Дубинина. Экологическое исследование паразитофауны озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) дельты Волги. Паразитологический сборник, т. XII. М.—Л., 1950.
2. В. И. Жадин. Трематоды амфибий и *Unionid* окрестностей г. Муром. Работы Окск. биол. станции, 1921.
3. Д. Ф. Синицин. Материалы по естественной истории трематод. Дистомы рыб и лягушек окрестностей Варшавы. Варшава, 1905.
4. Ж. К. Штром. К фауне трематод диких животных Киргизии. Паразит. сборник VIII. Изд-во АН СССР, 1940.
5. E. Brumpt. Recherches biologiques diverses concernant le cycle evolutif du trematode opisthioglyphe ranae (Plagiorchiidae). Ann. Parasitol. Raris, 20, 5—6, 1946.
6. J. S. Rankin. An ecological study of parasites of some North Carolina salamanders. Ecol. Monogr. Durham, N. C. 7, 1937.
7. Ch. Joyeux et J. G. Baer. Le d'evoloppement d'Opisthioglyphe ranae (Fröhlich), Trematode Plagiorchide Comptes Rendus Acad. Sci., Tome 246: 655—657. Paris, 1958.



П А Р А З И Т О Л О Г И Я

К. Р. ГУРЧИАНИ

К ИЗУЧЕНИЮ ДИКТИОКАУЛЕЗА БУЙВОЛОВ В УСЛОВИЯХ
ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Каландадзе 10.12.1963)

Легочные нематодозы являются одними из наиболее распространенных и патогенных гельминтозов, которые причиняют огромный экономический ущерб животноводству.

По диктиокаулезу буйволов в СССР имеется очень мало работ. А. Н. Каденаций [1] в 1957 г. впервые в СССР указал на буйвола как на нового хозяина для *Dictyocaulus viviparus* (Bloch, 1782) Railliet et Henry, 1907 и установил, что у крупного рогатого скота (к которому он причисляет буйволов) экстенсивность и интенсивность диктиокаулезной инвазии составляют соответственно 0,5—25% и 15—18283 экземпляров.

А. К. Мамедов [2] в Азербайджане обследовал легкие 880 убойных буйволов, в основном в возрасте от 2 до 5 лет и старше. Из них зараженными оказались 15 (1,7%), а при гельминтокопрологическом исследовании по методу Бермана из 130 исследованных буйволят инвазированными *D. viviparus* оказались 59 (45,3%). Этим исчерпываются литературные данные по диктиокаулезу буйволов.

Изучение диктиокаулеза буйволов в Грузии было начато нами в 1961 г. Впервые возбудитель диктиокаулеза буйволов *D. viviparus* был зарегистрирован в 1962 г. на территории Дманисского района. При исследовании молодняка прошлого года рождения гельминтоляровскопическим методом Бермана в марте 1962 г. в Анаклийском совхозе были обнаружены личинки *Dictyocaulus filaria* (Rud., 1809) Raill. et Henry, 1907.

При анализе отчетов статистических данных ветеринарного управления Министерства заготовок и производства сельскохозяйственных продуктов ГССР мы убедились, что ветеринарные специалисты никакого внимания не уделяют диктиокаулезу буйволов и ни разу его не регистрировали на территории Грузии. Эпизоотология этого опасного гельминтоза не изучена, что, безусловно, не позволяет проводить пра-

бильное и научно обоснованное планирование и применение противогельминтозных мероприятий по борьбе с диктиокаулезом буйволов.

При существующем положении диктиокаулез может распространиться среди буйволов еще шире и наше животноводство понесет еще большие потери. Это побудило нас начать изучение сезонной и возрастной динамики течения диктиокаулезной инвазии, с тем чтобы способствовать разработке научно обоснованного планирования для проведения эффективных противодиктиокаулезных мероприятий.

В геоморфологическом отношении территория Грузинской ССР весьма разнообразна, что обуславливает многообразие климата, растительности, почв и других природных условий.

Следует отметить, что в Грузии, в ее низменных районах условия для распространения диктиокаулеза буйволов вполне благоприятны.

Материал по диктиокаулезу буйволов нам удалось собрать в Колхидской, Квемо-Картлийской, Шида-Кახетинской низменностях и на Гаре-Кახетинском (Картло-Кახетинском) плоскогорье.

Основную работу по изучению сезонной и возрастной динамики течения диктиокаулезной инвазии мы провели в Анаклийском молочно-буйволоводческом совхозе Зугдидского района, который расположен в Колхидской низменности, на самом берегу Черного моря, в устье р. Ингури. Низменность эта представляет собой область опускания между западной частью Главного Кавказского хребта и горными цепями западной части Малого Кавказа, заполненную наносами Риони, Цхенисикали, Ингури и других рек, текущих с гор и впадающих в Черное море.

Часть низменности, имея весьма небольшие отметки над уровнем моря, в пределах 5—10 м, представлена сплошными массивами болот и выделяется из системы Колхидской низменности как низменно-болотистая подзона.

В непосредственной близости от берега моря находятся торфяно-болотные почвы. В значительной своей части это участки низинного травяного болота с торфами в их центральной части [3].

В ботаническом отношении большая часть Колхидской низменности представлена лесной областью колхидского типа. Исключение составляет западная часть низменности с типичной болотной растительностью и болотным лесом.

Наиболее низкие места в прибрежной части представлены открытыми болотами, среди которых выделяются сфагновые и низинные болота без сфагнума; в последних основными являются осоки, тростник, ситники, хвощи, касатик и др. [4].

В климатическом отношении низменность Западной Грузии охватывается зоной субтропического влажного климата. Относительная

влажность составляет 70—80%. Средняя годовая температура в этой зоне 13,5—14,5°, годовая сумма осадков 1500—2000 мм. Средняя температура самых теплых месяцев 22—23°. Зима мягкая со средней температурой 4—6°. Резкие понижения температуры наблюдаются лишь в отдельные годы. Бывают же годы, когда минимальная температура ниже нуля не спускается. Средне-суточная температура ниже —5° в зимние месяцы наблюдается один раз в 10 лет. Среднесуточная температура выше 15° имеет место с первой декады мая до конца октября. Наибольшее количество осадков приходится на осень и зиму, а минимум—на весну и часть лета. Минимум осадков выпадает в мае (50—55 мм), а максимум—в сентябре [5].

В Анаклийском молочно-буйволоводческом совхозе существует стойлово-пастбищная система содержания скота. На территории этого совхоза скот содержится как в зимний, так и в летний период.

В качестве летних пастбищ используются поля среди болот, негодные для пашни. Эти поля отгораживаются и животные здесь находятся месяцами. Часть травы в этих загонах поедается или затаптывается, часть выгорает, дополнительное же кормление не производится. Для водопоя животных используют болотную воду и стоячие лужи после дождей. Все это приводит к тому, что животные за летний период вместо привеса теряют в весе, а некоторые даже истощаются. Неблагоустроены и зимние помещения. Они примитивного типа и построены на заболоченной местности. Зимой буйволов кормят недоброкачественным сеном, как неприхотливых к качеству корма, вследствие чего ослабленный за лето организм еще больше истощается зимой и становится неустойчивым ко всем заболеваниям, в том числе и к инвазионным.

Нормально проводится лишь выращивание молодняка текущего года рождения (до 8-месячного возраста он содержится изолированно от взрослого поголовья и корм для него подбирается специально).

В этом совхозе имеются все условия для усиленного распространения диктиокаулезной инвазии: мягкий климат, большое количество осадков, высокая относительная влажность, затененные участки, на которых личинки диктиокаулов не подвергаются солнечному воздействию и высушиванию.

Огромное значение также имеет недостаточный уход и кормление животных. Известно, что оптимальная температура для нормального развития личинок *D. viviparus* до инвазионной стадии равна 14—21°, а верхние и нижние температурные границы равны соответственно 30 и 10° [6]. И. В. Орлов [7] указывает, что заражение телят диктиокаулезом происходит главным образом не при поедании травы на пастбищах, а при питье воды из луж, образующихся во время дождей на пастбищах, в стойлах и других местах.

Р. С. Шульц и С. Н. Боев [8], рассматривая значение кормления животных в оздоровлении их от диктиокаулезной инвазии, отмечают, что нормальное питание и кормление являются той основной базой, на которой только и могут строиться все прочие оздоровительные мероприятия. Полноценное питание и кормление являются постоянно действующими факторами оздоровления от гельминтозов, значение которых остается в силе при всех условиях.

В Анаклийском молочно-буйволоводческом совхозе в течение одного года (с марта 1962 г. по февраль 1963 г.) нами было проведено лярвоскопическое исследование методом Бермана 1434 голов разных возрастных групп буйволов.

Животные были разделены на три возрастные группы. В первой группе мы объединили буйволят текущего года рождения, во второй—рождения прошлого года («годовиков»), а в третьей—буйволов в возрасте старше 2 лет. Мы обследовали 160 голов из первой группы, 873 головы из второй, 401 голову из третьей. Анализируя данные, полученные при обследовании лярвоскопическим методом Бермана, мы установили, что диктокаулез буйволов здесь широко распространен и что экстенсивность инвазии в некоторые месяцы достигает 36—43%.

По возрастным группам мы получили следующую картину.

Таблица
 Сезонная и повозрастная динамика диктиокаулеза буйволов в низменной зоне
 (Анаклийский молочно-буйволоводческий совхоз) (1962—1963 гг.)

Месяц обследования	Буйволята текущего года рождения			Молодняк прошлого года рождения			Буйволы старше 2 лет		
	исследовано	заражено	% заражения	исследовано	заражено	% заражения	исследовано	заражено	% заражения
Март	—	—	—	58	2	3,4	31	3	9,6
Апрель	—	—	—	45	3	6,6	45	3	6,6
Май	—	—	—	60	4	6,6	32	—	—
Июнь	—	—	—	60	4	6,6	—	—	—
Июль	—	—	—	60	5	8,3	30	—	—
Август	—	—	—	83	8	9,6	22	—	—
Сентябрь	—	—	—	60	22	36,6	32	2	6,2
Октябрь	—	—	—	88	28	31,8	—	—	—
Ноябрь	—	—	—	90	18	20	—	1	2,04
Декабрь	56	—	—	89	25	28	49	3	5,8
Январь	45	—	—	90	24	26,6	53	3	5,6
Февраль	59	2	3,4	90	39	43,3	56	4	7,1
Всего	160	2	0,6	873	182	20,8	401	19	4,7



В группе буйволов старше 2 лет был проведен 401 гельминто-лярвоскопический анализ (табл.).

Как видно из таблицы, экстенсивность диктиокаулезной инвазии в этой возрастной группе достигает своего максимума весной (пик в марте—9,6%), после чего кривая идет вниз. В летние месяцы животные освобождаются от диктиокаулов. Личинки диктиокаулов не обнаруживались нами с мая по август. В сентябре личинки были обнаружены вновь. В нашем случае из 32 обследованных буйволов зараженными оказались два (6,2%). К ноябрю зараженность снижается, после чего происходит постепенное нарастание инвазированности.

Обследование «годовиков» (отел буйволов происходит в конце августа—сентябре) производилось с марта 1962 г. по февраль 1963 г. Таким образом, гельминтолярвоскопическим обследованиям подверглись буйволы в возрасте от 6 до 17 месяцев. Всего за год было проведено 873 гельминтолярвоскопических анализа (табл.).

При анализе этих данных видно, что экстенсивность инвазии диктиокаулеза в буйволах характеризуется двумя вершинами. Первый пик экстенсивности инвазии приходится на сентябрь-октябрь (36,6—31,8%), а второй пик на февраль (43,3%). Мы считаем, что заражение животных диктиокаулами произошло в мае-июне, когда природные условия особенно благоприятны для развития личинок до инвазионной стадии, но хорошая упитанность животных и высокая резистентность организма задержали нормальное развитие личинок диктиокаулов до половозрелой стадии. К концу лета, как указывалось выше, животные ослабли и появились благоприятные условия для развития диктиокаулов.

К февралю буйволята уже были в полуторагодовалом возрасте. В этом возрасте такой высокий процент зараженности следует считать ненормальным. Причина, на наш взгляд, заключается в том, что животные в конце осени и зимой сильно истощились, к тому же осенью были благоприятные природные условия для развития личинок диктиокаулов (большое количество осадков, теплые дни). Ослабленный организм потерял резистентность, не смог освободиться от паразитов, и инвазия нашла благоприятные условия для широкого распространения и развития.

Обследование группы буйволят текущего года рождения мы начали в декабре 1962 г. на буйволятах 3—4-месячного возраста. Исследования производились в течение 3 месяцев, с декабря по февраль. Всего было обследовано 160 голов. Надо отметить, что проследить дальше за течением развития диктиокаулезной инвазии в этой возрастной группе мы не смогли по независящим от нас причинам.

Данные гельминтолярвоскопических обследований приведены в таблице.

Первый случай обнаружения личинок диктиокаулов мы констатировали у буйволят 5—6-месячного возраста в феврале 1963 г., когда из 59 обследованных животных зараженными оказались две головы (3,4%).

Одновременно с гельминтоляровскопическими исследованиями в Анаклийском совхозе проводили вскрытие легких убойных буйволов, поступивших из семи районов Восточной Грузии: Сагареджойского, Болнисского, Самгорского, Дманисского, Кварельского, Лагодехского, Боржомского—на Тбилисский мясокомбинат, методом полных гельминтологических вскрытий органов, предложенным академиком К. И. Скрябиным.

Всего в период 1961—1963 гг. нами вскрыто 32 буйвола. Из 32 голов в возрасте до 1 года нами были вскрыты две головы из Самгорского и Лагодехского районов, но они оказались незараженными. От 1 года до 2 лет нами было вскрыто 10 голов из четырех районов Грузии: Болнисского, Дманисского, Самгорского и Лагодехского. Из четырех вскрытых в сентябре буйволов этого возраста из Лагодехского района зараженным диктиокаулами оказался один экземпляр, а из трех буйволов Дманисского района, вскрытых в августе, зараженными диктиокаулами оказались два.

В возрасте старше 2 лет в вышеперечисленных семи районах нами вскрыто 19 буйволов, и все они оказались свободными от диктиокаулов.

Для резкого снижения заболевания буйволов диктиокаулезом следует проводить следующие профилактические мероприятия: а) изолированное выращивание буйволят текущего года рождения; б) улучшение кормления и ухода; в) профилактическую обработку буйволят водным раствором йода в конце июля и начале августа.

Наши данные по изучению сезонной и возрастной динамики диктиокаулезной инвазии буйволов в условиях Анаклийского молочно-буйволоводческого совхоза и материалы вскрытия буйволов в семи районах Восточной Грузии позволяют сделать следующие выводы.

1. Диктиокаулез буйволов распространен как в Западной, так и в Восточной Грузии.

2. В Западной Грузии (Анаклийский молочно-буйволоводческий совхоз) условия для развития и распространения диктиокаулезной инвазии вполне благоприятны.

3. Диктиокаулез буйволов распространен и в Восточной Грузии, но в меньшей степени. Наиболее высокий процент диктиокаулезной инвазии отмечен для Дманисского района.

4. Источником загрязнения внешней среды личинками диктиокаулов является в основном молодняк («годовики») буйволов и крупного рогатого скота.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт зоологии

(Поступило в редакцию 10.12.1963)

პარაზიტოლოგია

ა. ბურჩიანი

კამეჩების დიქტიოკაულოზის უმსწავლისათვის
 საპარტიზელოს პირობებში

რეზიუმე

შრომში განხილულია კამეჩების დიქტიოკაულოზის გავრცელების, აგრეთვე მისი სეზონური და ასაკობრივი დინამიკის საკითხები.

მასალები შეგროვილ იქნა 1961 — 1963 წლებში საქართველოს 8 რაიონში.

კამეჩების დიქტიოკაულოზის აღმძვრელი *Dictyocaulus viviparus* (Bloch. 1782) Railliet et Henry, 1907, საქართველოს პირობებში პირველად ჩვენ მიერ იქნა რეგისტრირებული 1962 წელს. დადგენილ იქნა, რომ დიქტიოკაულოზი კამეჩებში ფართოდაა გავრცელებული. განსაკუთრებით კარგი ხელშემწყობი ბუნებრივი პირობები დიქტიოკაულოზის განვითარებისათვის არსებობს დასავლეთ საქართველოში (ანაკლიის მერძევე-მეკამეჩეობის საბჭოთა მეურნეობა), სადაც ამ ინვაზიის ექსტენსივობა ზოგიერთ თვეში 43,3% - აღწევს.

წლის სეზონების მიხედვით დადგენილია, რომ ყველაზე უფრო მაღალი დაინვაზირების პროცენტი აღინიშნება გაზაფხულზე (თებერვალი, მარტი) და შემოდგომაზე (სექტემბერ-ოქტომბერი). დიქტიოკაულას ლარვების პირველი გამოყოფა შემჩნეულია 5—6 თვის ზაქებში.

დაინვაზირების ყველაზე მაღალი პროცენტი ასაკების მიხედვით დადგენილია ერთწლიანებში, ხოლო ორი წლის ასაკის ზევით დიქტიოკაულოზის ინვაზია კამეჩებში კლებულობს.

დიქტიოკაულოზის გავრცელების ძირითად წყაროს წარმოადგენს კამეჩებისა და მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის ერთწლიანი მოზარდი.

ჩატარებული მუშაობის შედეგად სტატიაში მითითებულია კამეჩების დიქტიოკაულოზის საწინააღმდეგო ზოგიერთ პროფილაქტიკურ ღონისძიებაზე.



ФИЗИОЛОГИЯ

И. В. АНДУЛАДЗЕ

О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ РАЗГРАНИЧЕНИИ СИММЕТРИЧНЫХ
ПУНКТОВ ЗВУКОВОГО АНАЛИЗАТОРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 12.11.1963)

Вопрос изучения парной и раздельной работы головного мозга как один из очередных вопросов физиологии больших полушарий был выдвинут И. П. Павловым в 1923 г., но эта проблема до последнего времени в физиологической науке не являлась предметом специального экспериментального изучения.

В настоящее время проблема парной и раздельной деятельности больших полушарий разрабатывается многими авторами (К. С. Абуладзе [1], Я. П. Складов, [2], Д. М. Гедеванишвили, Г. Л. Велхвадзе [3], В. М. Мосидзе [4], Э. Ш. Айрапетянц [5] и др.).

В наших опытах изучалась функция обеих симметричных корковых слуховых областей мозга путем образования у собак дифференцировки между применяемыми сигналами, подаваемыми изолированно с каждой звуковоспринимающей поверхности.

Методика

В опытах была использована методика изолированного звукового раздражения и способ К. С. Абуладзе выведения симметричных отделов задней трети языка. Эксперименты проводились над четырьмя подопытными собаками (Каштанка, Черная, Пушок, Быстрая).

У Каштанки были выработаны пищевые условные рефлексы на звук с каждого уха одновременно. После выработки рефлекса к левому сигналу был прибавлен дополнительный звуковой раздражитель.

В дальнейшем на Каштанке и Черной были выработаны электрооборонительные рефлексы. У Пушка были образованы пищевые условные рефлексы на одновременное применение двухстороннего изолированного звукового раздражения. Регистрировалась реакция левой околушной железы после попеременного применения одного из компонентов на 3-м месте в стереотипе, не сопровождавшегося безусловным

подкреплением. У Быстрой с левой звуковоспринимающей поверхности были выработаны односторонние кислотные рефлексы на почве безусловного раздражения левого участка языка, а с правой—двухсторонние пищевые. Регистрировалась реакция обеих околоушных желез.

Результаты опытов и обсуждение

На Каштанке после того как были выработаны пищевые условные рефлексы на звуковые раздражения, подаваемые в каждое ухо в отдельности, применялся дополнительный раздражитель с одной стороны (левой) (табл. 1). Как видно из опыта, такая проба вызывает увеличение условного рефлекса из железы, лежащей на ипсилатеральной стороне.

Таблица 1

Суммирование одностороннего условного изолированного раздражения с левой звуковоспринимающей поверхности 12/III—1955 г. и 15/III—1955 г.
Собака Каштанка

Время	Количество сочетаний	Отставание, сек.	Условный раздражитель		Безусловный раздражитель	Латентный период, сек.	Латентный период, сек.	Мясосухарный порошок	
			левая околоушная железа	правая околоушная железа				левая околоушная железа	правая околоушная железа
11.20	33	30	Звонок	Звонок	Пища	10		3—530	13—700
11.25	34	30	Звонок	Звонок	Пища	5	7	25—420	10—525
11.30	35	30	Звонок	Звонок	Пища	3	3	29—376	13—602
11.35	36	30	Звонок	Звонок	Пища	10	5	8—346	21—437
11.40	37	30	Звонок	Звонок	Пища	3	4	5—300	10—361
11.20	308	30	Звонок	Звонок	Пища	5	5	12—439	5—487
11.25	30	30	Звонок	Звонок	Пища	7	3	42—414	21—422
11.30	40	30	Звонок	Звонок	Пища	5	5	16—422	14—568
11.35	41	30	Звонок	Звонок	Пища	15	2	26—400	15—245
11.40	42	30	Звонок	Звонок	Пища	7	7	23—444	10—415

Суммарная величина условного рефлекса от раздражителя к раздражителю 12/III—1955 г. Всего левой железой получилось 70 делений, а из правой железой—67 делений по шкале. Прибавка дополнительного раздражителя слева вызвала увеличение условного рефлекса преимущественно слева. Из левой железой всего 121 делений, а из правой 65 делений по шкале.

У Пушка условные рефлексы были выработаны таким же образом, как и у предыдущей собаки.

После упрочнения условных рефлексов производилось попеременное выключение одного из применяемых сигналов, всегда на 3-м месте.

Оставшийся изолированный раздражитель не подкреплялся безусловным раздражением (табл. 2). Опытами выяснилось, что в данном условном рефлексе ведущая роль принадлежит слуховой корковой области, соответствующей регистрируемой железе.

Таблица 2

Попеременное выключение разносторонних звуковых изолированных раздражений
Собака П у ш о к

Время	Количество сочетаний	Отставание, сек.	Условный раздражитель		Безусловный раздражитель	Латентный период, сек.	Левая околушная железа
11.35	172	15	Тон	Звонок	Порошок	5	10—775
11.42	173	30	Тон	Звонок	Порошок	5	22—500
11.49		30	Тон	Звонок	Не подкреплялся	7	25—28
11.56	174	30	Тон	Звонок	Порошок	8	34—555
11.03	175	30	Тон	Звонок	Порошок	7	26—530
11.15	176	30	Тон	Звонок	Порошок	3	28—565
11.22	177	30	Тон	Звонок	Порошок	6	33—544
11.29		30	—	—	Не подкреплялся	5	16—12
11.36	178	30	Тон	Звонок	Порошок	7	15—555
11.43	* 179	50	Тон	Звонок	Порошок	4	48—660

Выключение звонка с правой стороны не привело к уменьшению условного рефлекса из левой железы, в то время как выключение левого тона привело к резкому падению слюноотделения из левой железы.

У третьей собаки—Быстрой были выработаны левосторонние (односторонние) кислотные рефлексы по методике К. С. Абуладзе. Кроме односторонних, как мы отметили, у нее были выработаны и двухсторонние пищевые условные рефлексы на тот же условный сигнал, подаваемый изолированно в противоположное ухо. При действии сигнала, применяемого с левой стороны, получалось преимущественно левостороннее слюноотделение. При действии того же сигнала с противоположной стороны получался двухсторонний условный рефлекс. При суммировании кислотных сигналов с левой стороны рефлекс уменьшался только с левой железы, а при усилении безусловного подкрепления получалось его увеличение. Уменьшение кислотных односторонних условных рефлексов зависело от развития торможения. Что касается увеличения условного одностороннего рефлекса при усилении безусловного раздражителя, то оно было связано с повышением возбудимости подкоркового вкусового центра.

Полученные данные свидетельствуют о способности дифференцировать симметрично подаваемые сигналы (см. табл. 3 и 4).

Аналогичные данные были получены на Каштанке и Черной, так как было достигнуто четкое дифференцирование симметричных услов-

ных сигналов, выработанных на базе двух разных безусловных рефлексов (электрооборонительного и пищевого).

Таблица 3

Суммирование тона со звонком левой стороны привело к уменьшению левостороннего условного рефлекса
Собака Быстрая

Время	Количество сочетаний	Отставление, сек.	Условный раздражитель		Безусловный раздражитель	Латентный период, сек.	Латентный период, сек.	Раздражение левого участка языка	
			левый	правый				левая около ушной железа	правая около ушной железа
12.00	1239	30	Тон, звонок		3,5% уксусная кислота	10	10	31—500	0—38
12.05	1240	30				17	—	19—525	0—10
12.10	1241	30				12	—	4—466	0—13
12.15	1242	30				7	10	1—466	0—10
12.20	1243	30				4	8	16—422	3—12
11.40	1244	30	Тон, звонок		3,5% уксусная кислота	10	10	10—600	7—33
11.45	1245	30				17	—	3—463	0—10
11.50	1246	30				12	—	4—483	0—13
11.55	1247	30				7	10	3—440	2—10
12.00	1248	30				4	8	34—450	6—12
12.15	1249	30		Звонок	Порошок (еда)	15	15	2—565	2—603
12.20	1250	30				10	10	13—592	3—514
12.25	1251	30				5	10	17—635	3—677
12.30	1252	30				5	15	19—600	2—400
12.35	1253	30				10	15	7—543	15—65

Таблица 4

Усиление безусловного раздражителя привело к увеличению преимущественно левостороннего кислотного условного рефлекса
Собака Быстрая

13.00	1273	30	Тон, звонок	—	15% уксусная кислота	5	15	25—575	5—120	
13.05	1274	30					5	—	23—530	0—40
13.10	1275	30					5	—	22—488	0—13
13.15	1276	30					5	—	26—464	0—11
13.20	1277	30					5	—	60—430	0—11
11.00	1278	30	Тон, звонок		15% уксусная кислота	3	7	25—570	6—48	
11.05	1279	30					5	17	22—475	2—22
11.10	1280	30					5	18	50—450	2—8
11.15	1281	30					5	15	40—420	1—3
11.20	1282	30					4	12	44—400	0—2

Все вышеприведенные опыты показали, что при определенных условиях опыта можно произвести функциональные разграничения кор-

ковых симметричных пунктов звукового анализатора, что и подтверждает функциональную асимметрию в деятельности парных центров головного мозга.

Выводы

1. При суммировании условных раздражителей, применяемых изолированно с левой звуковоспринимающей поверхности, пищевой условный рефлекс уменьшается преимущественно из железы, соответствующей стороне суммирования.

2. Деятельность симметричных участков звукового анализатора дифференцируется: а) при сочетании с едой мясосухарного порошка комплексного звукового раздражителя, состоящего из двух компонентов, каждый из которых действует изолированно на звуковоспринимающую поверхность обеих сторон, в более сильную условную связь компонент вступает со слюной железой своей стороны; б) является вполне возможной выработка односторонних (кислотных) и двухсторонних (пищевых) условных рефлексов на один и тот же условный раздражитель, применяемый с разных сторон на почве разнородных безусловных подкреплений; в) при суммировании условных сигналов одной стороны кислотный условный рефлекс уменьшается преимущественно на стороне суммирования, при усилении безусловного подкрепления увеличиваются преимущественно односторонние условные рефлексы без заметного изменения двухсторонних пищевых.

3. Вполне возможна выработка пищевого условного рефлекса на действие изолированного условного раздражителя, подаваемого с одной стороны, и выработка электрооборонительного условного рефлекса на действие того же звука, но подаваемого из симметричного отдела звуковоспринимающей поверхности.

Тбилисский медицинский институт

(Поступило в редакцию 2.12 1963)

ფიზიოლოგია

ი. ანდლუაძე

ბგერითი ანალიზატორის სიმეტრიული ნაწილების
ფუნქციური განცალკევების შესახებ

რეზიუმე

ცდები ჩატარდა ოთხ ძალზე კვებითი და დაცვითი პირობითი რეფს ლექსების მეთოდის გამოყენებით. ცხოველებს კ. აბულაძის წესით გარეთ ყბის ქვეშ გამოყვანილი და კანთან შეხორცებული ჰქონდათ ენის უკანა მესამედის სიმეტრიული ნაწილები. ჩვენ ცდებში ვიყენებდით ცალკეულ ყურებ-

იზოლირებულ ბგერით გალიზიანებას, რომელსაც ვაწარმოებდით ცალ-ცალკე, ან ორივე ყურიდან ერთდროულად.

ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები (ისევე, როგორც სხვა ავტორებისა) ამტკიცებენ, რომ ცდის გარკვეულ პირობებში შესაძლებელია სმენის ქერქული სიმეტრიული ნაწილების მოქმედების განცალკევება, რაც ერთხელ კიდევ ადასტურებს თავის ტვინის წყვილი სიმეტრიული ცენტრების ფუნქციური ასიმეტრიის შესაძლებლობას.

დასოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. С. Абуладзе. К вопросу о функции парных органов. Медгиз, 1961.
2. Я. П. Скляр. О парности больших полушарий головного мозга. ЖВНД, т. II, в. 2, 1952, 191—197.
3. Д. М. Гедеванишвили, Г. Л. Вепхვადзе. О парной и раздельной работе больших полушарий головного мозга. Тбилиси, 1956.
4. В. М. Мосидзе. О парной и раздельной деятельности больших полушарий головного мозга. Автореферат, Тбилиси, 1962.
5. Э. Ш. Айрапетянц. Высшая нервная деятельность и рецепторы внутренних органов. М.—Л., 1952.



მეცნიერებათა აკადემიის მიხედვით

ლ. ბაჩიშვილი

**ჰიპოთეზისა და სპეციფიკაციის სტრუქტურული და ფორმირირი
 პისტოქიმიური თავისებურება თავიანთი სინესტროლის
 ინეცტიათა პირობებში**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვლ. ჟღენტმა 8.12.1963)

სასქესო ჰორმონთა როლი დისჰორმონული სიმსივნეების წარმოშობა-განვითარებაში შეიძლება დადგენილად ჩაითვალოს. სასქესო ჰორმონებს წამყვან როლს აკუთვნებენ ზოგიერთი ლოკალიზაციის სიმსივნის წარმოშობაში. ამიტომ სასქესო გამართლებულია გამოყოფა ე. წ. „დისჰორმონული სიმსივნეების“ ჯგუფისა, რომელიც აერთიანებს სარძეო ჯირკვლის, საშვილოსნოს, წინამდებარე ჯირკვლის, საკვერცხეებისა და ზოგიერთი სხვა ორგანოს სიმსივნეებს.

რამდენადაც სარძეო ჯირკვლის სიმსივნეების წარმოშობა-განვითარებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰორმონული ბალანსის დარღვევას, კერძოდ სასქესო ჰორმონების ცვლის მოშლას, ფრიად საინტერესოდ უნდა იქნეს მიჩნეული ესტროგენების არაფიზიოლოგიური დიდი დოზის გავლენის შესწავლა საკვერცხეებში და ჰიპოფიზში განვითარებულ მორფო-ფუნქციურ ძვრებზე. ბუნებრივია, რომ ხსენებული საკითხის საფუძვლიანი შესწავლა მოითხოვს ჰიპოფიზსა და საკვერცხეებში მიმდინარე ცვლილებების კვლევის ნატიფი მეთოდებით შესწავლას ექსპერიმენტის პირობებში. სწორედ ამიტომ წინამდებარე შრომის მიზანს წარმოადგენს შესწავლილ იქნეს ის სტრუქტურული და პისტოქიმიური ცვლილებები, რომელიც ვითარდება ერთი მხრივ საკვერცხეებში, ხოლო მეორე მხრივ ჰიპოფიზში ესტროგენული ჰორმონის ხანგრძლივი ინექციების პირობებში.

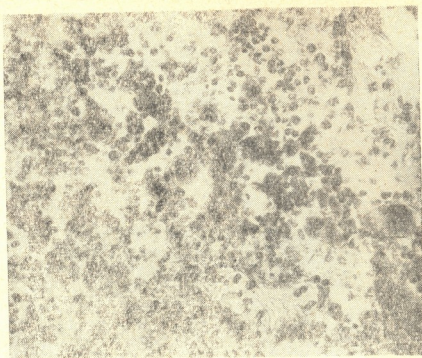
გამოკვლევები ჩატარებულია კიბოს მაღალი „ა“ ხაზის 100 დაუწყვილებელ თეთრ თავზე, რომელთაც 10 თვის განმავლობაში კვირაში სამჯერ უკეთდებოდათ სინესტროლის 0.1% ხსნარის ინექციები 0,05 მგ რაოდენობით, გახსნილი ატმის ზეთში. ექსპერიმენტის დამთავრების შემდეგ ცხოველებს ვკლავდით დეკაპიტაციით, მსუბუქი ნარკოზის ქვეშ (ეთერი). გამოსაკვლევ მასალას ვიღებდით სარძეო ჯირკვლებიდან, საკვერცხეებიდან, ჰიპოფიზიდან (იხ. [1]).

მასალა ფიქსირდებოდა შაბდადის მიერ მოწოდებულ ნეიტრალურ საფიქსაციო ნარევეში, ბუენის საფიქსაციო და სულემის მაძარ ხსნარში. ნაჭრები ყალიბდებოდა პარაფინში. ანათლები იღებოდა ჰემატოქსილინითა და ეოზინით, პიკროფუქსინით, აზანით. რიბონუკლეოპროტეიდების (რნპ) გამო-

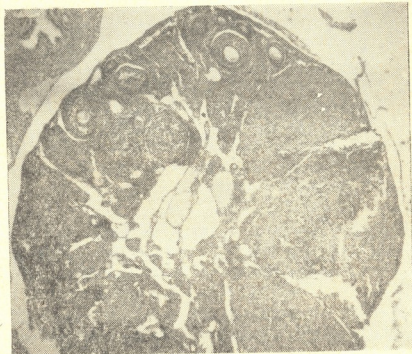
სავლინებლად გამოყენებული იყო შეღებვა აზურ II ეოზინით (pH — 6,8) და შაბადაშის მიერ მოწოდებული რძე აღმოსაჩენი პისტოქიმიური მეთოდით წყალბადიონთა სხვადასხვაგვარი კონცენტრაციის, ანუ pH-ის სხვადასხვაგვარი მაჩვენებლის პირობებში (pH — 2,4; 2,6; 3,0; 3,6; 4,0; 4,6; 5,0; 5,6). საკონტროლო ანათლეები მუშავდებოდა კრისტალური რბონუკლეაზის ხსნარით. დეზოქსირიბონუკლეობროტიდების გამოსავლინებლად გამოვიყენეთ ფელგენის მეთოდი. გლიკოგენი და ნეიტრალური მუკოპოლისაქარიდები გამოვლინებულ იქნა შაბადაშის მეთოდით. გლიკოგენის ჭეშმარიტი არსებობის დასადგენად ზოგიერთი სერიული ანათალი შეღებვის წინ თავსდებოდა ფერმენტ დიასტაზას ხსნარში. გლუკოპროტიდები გამოვლინებულ იქნა მაკ-მანუს-ხოჩისის მეთოდით. უჯრედთა რაოდენობის განსაზღვრისათვის ვითვლიდით უჯრედთა რაოდენობას 10 მხედველობის არეში, რის შედეგადაც გამოგვეყვდა საშუალო მონაცემები.

ჩატარებულ გამოკვლევათა საფუძველზე დადგენილია, რომ სინესტროლას ინექციის პირველი ორი თვის განმავლობაში ადენოჰიპოფიზში და საკვერცხეებში სტრუქტურული ცვლილებები არ აღინიშნება. ინექციის მესამე თვეზე (ასაკი 5 თვე), როდესაც სარძეო ჯირკვლის კიბოს განვითარებას წინ უსწრებს გარკვეული ხასიათის სტრუქტურული ცვლილებები — ადენომების, ცისტების, ჰიპერპლასტიური კვანძების სახით, ადენოჰიპოფიზში ვნახულობთ ბაზოფილურ უჯრედთა რაცხობრივ მომატებას (სურ. 1), ხოლო საკვერცხეების მაკრომორფოლოგიური შესწავლით გამოვლინდა განვითარების ყველა ფაზაში მყოფი ფოლიკულები; აღსანიშნავია მზარდი, საშუალო სიმწიფის, მწიფე ფოლიკულების რიცხობრივი მომატება, შესაძლებელია ითქვას, რომ ესტროგენების ხანმოკლე ინექციის პირობებში ჰიპოფიზი პასუხობს ჰონადოტროპული ჰორმონის სტიმულაციით, ხოლო, როგორც ცნობილია, ჰიპოფიზის ფუნქციის გაძლიერებასთან ერთად აღინიშნება ჰორმონის ჭარბი რაოდენობით გამოყოფა, რამაც არ შეიძლება არ იმოქმედოს შიდა სეკრეციის ჯირკვლებს, კერძოდ საკვერცხეების ფუნქციასა და მის სტრუქტურაზე. ჩვენს შემთხვევებში სინესტროლის ინექციის აღნიშნულ ვადებში საკვერცხეებში ფოლიკულების სწრაფი მომწიფება უნდა მივაწეროთ ჰიპოფიზის ჰონადოტროპული ჰორმონის ჭარბი რაოდენობით მოქმედებას.

ხანგრძლივი ინექციების პირობებში ადენოჰიპოფიზში ვნახულობთ მთავარ უჯრედთა მკვეთრ ჰიპერპლასტიას, ეოზინოფილურ და ბაზოფილურ უჯრედთა მიერ მარცვლოვანობის დაკარგვას და, რაც მთავარია, ბაზოფილების რაცხობრივ შემცირებას. აღნიშნულ პერიოდში საკვერცხეებში აღინიშნება ატროფიული ცვლილებები, გამოხატული ფოლიკულების შემცირებით, ატროფიულ სხეულთა გაჩენით. ატროფიულ ცვლილებებთან ერთად ვითარდება განვითარების ყველა ფაზაში მყოფი ფოლიკულების გამოძვნი ეპითელიური უჯრედებისა და კვერცხუჯრედის დისტროფიული ცვლილებები. საფიქრებელია, რომ ფოლიკულებში კვერცხუჯრედის ნეკროზი აპირობებს ფოლიკულების ატროფიას. დისტროფიულ-ნეკროზული ცვლილებები აღინიშნა ინტერსტიციულ სხეულშიც (იხ. სურ. 2).



სურ. 1. სინესტროლის ინექციის პირველი თვე ჰიპოფიზი წარმოდგენილია მთავარი, ეოზინოფილური და ბაზოფილური უჯრედებით. შეღებილია აზანით ჰეიდენჰეინის მეთოდით. გად. აპა-ჯეო



სურ. 2. სიფესტოლის ინექციის მეორე თვე საყვარცხე წარმოდგენილია მხოლოდ, სამკალა სიფიფის ფალიკულებით, ინტენსიური სფულით. შედ. ჰენატოქალიზით და ეოზინით. გ-დ. აპა-ჯეო

ყოველივე ზემოაღნიშნული მიუთითებს, რომ ხანგრძლივი ინექციების პირობებში ადგილი აქვს ჰიპოფიზის სტიმულაციის შეფერხებას,



რაც გამოიხატა ბაზოფილური უჯრედების მკვეთრი შემცირებით, საკვერცხის ფოლიკულური აპარატის ცხოველმოქმედების დათრგუნვით. თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ ბაზოფილებს სადღეისოდ მიაწერენ ჰონადოტროპული ჰორმონის გამომუშავების უნარს, მაშასადამე, ესტროგენების სეკრეციის სტიმულატორები ამ შემთხვევაში აუცილებელი აღარ ხდებიან. აქედან გამომდინარე გასაგები ხდება ბაზოფილების გაქრობა სინესტროლის ხანგრძლივი ინექციების პირობებში.

პისტოქიმიური გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ჰიპოფიზის უჯრედოვან ელემენტებში რნპ რაოდენობა მომატებულია სარძეო ჯირკვლის კიბოს შემთხვევებში ნორმულ და კიბოსწინარე პერიოდთან შედარებით (სინესტროლის ხანმოკლე ინექცია). ინექციის ხანდაზმულობასთან დაკავშირებით კლებულობს რნპ რაოდენობა. ნუკლეინის მკავეების შემცირება ორგანოს ასაკობრივ განვითარებასთან დაკავშირებით ნახულ იქნა ვ. პუ ზ ი კ ი ს [2], გ. ი ვ ა ნ ო ვ ა ს [3], ლ. ლ ე ვ ი ნ ს ო ნ ი ს ა და მ. პ ა ვ ლ ო ვ ა ს [4] მიერ.

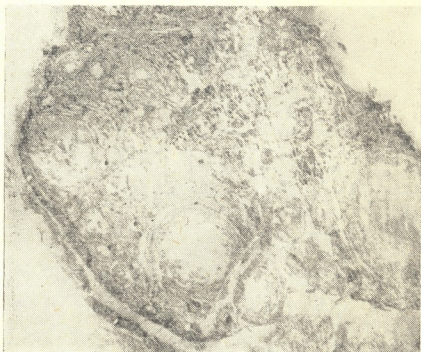
რიბონუკლეოპროტეიდების გამოვლინებისას ბაზოფილით ხასიათდება ციტოპლაზმა, ბირთვები და ბირთვის ქრომატინი. პრეპარატის რიბონუკლეაზით დამუშავება არსებითად სპობს ციტოპლაზმისა და ბირთვების ბაზოფილობას, მაშინ როდესაც ბირთვის ქრომატინი უმნიშვნელოდ სუსტდება. აღნიშნული იმის სასარგებლოდ მიუთითებს, რომ ციტოპლაზმის და ბირთვების ბაზოფილობა ძირითადად განპირობებულია რნპ არსებობით.

რნპ-ის გამოვლინება წყალბადიონთა სხვადასხვაგვარ მაჩვენებლებზე საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ რნპ-ის არა მარტო რაოდენობრივ ცვლილებებზე, არამედ მათ ფუნქციურ ძვრებზეც. დაბალი მნიშვნელობის pH-ზე (pH — 2,8) მიტოქონდრიების რნპ გამოვლინება ადსტურებს ა. შ ა ბ ა დ ა შ ი ს [5] მტკიცებას მიტოქონდრიების ამ ტროფიკულ-ენზიმური ორგანოიდების განსაკუთრებული აქტიური ფუნქციის შესახებ უჯრედის ცხოველმოქმედებაში. pH-ის შედარებით მაღალ მაჩვენებელზე ვლინდება ბირთვების რნპ, ხოლო უფრო მოგვიანებით ერგასტოპლაზმის რნპ. მიტოქონდრიების დაბალ pH-ზე გამოვლინება ერთხელ კიდევ მიუთითებს მიტოქონდრიების მეტ ფუნქციურ აქტივობაზე ბირთვებისა და ერგასტოპლაზმის რნპ შედარებით.

დნპ ჰიპოფიზის უჯრედოვან ელემენტებში ვლინდება წვრილი მარცვლების სახით, განაწილებული კარიოპლაზმაში თანაბარზომიერად. სარძეო ჯირკვლის კიბოს შემთხვევებში (მთავარ, ეოზინოფილურ და ბაზოფილურ უჯრედთა ბირთვებში) აღინიშნა დნპ რაოდენობის მომატება. დნპ-ბი განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით ვლინდება მიტოზის მდგომარეობაში მყოფ მთავარ უჯრედთა ბირთვებში. ინექციის ხანდაზმულობასთან დაკავშირებით უმნიშვნელოდ მცირდება კარიოპლაზმაში ფელგენ დადებითი მარცვლების რაოდენობა.

გლუკოპროტეიდები ჩვენს მასალაზე დადგენილია ბაზოფილურ უჯრედთა ციტოპლაზმაში. აღსანიშნავია, რომ განსაკუთრებით ინტენსიურ ქოლოსფრად იღებება ის ბაზოფილები, რომლებიც კაპილარების გასწვრივია განლაგებულნი. ზოგიერთ შემთხვევაში გლუკოპროტეიდების არსებობა დადგენილია აგრეთვე ეოზინოფილურ უჯრედთა ციტოპლაზმაში.

საკვერცხეებში რნპ შესწავლამ გვიჩვენა, რომ სარძეო ჯირკვლის კიბოს შემთხვევებში ციტოპლაზმური ბაზოფილიის ინტენსივობა მატულობს სინესტროლის ხანმოკლე ინექციებთან შედარებით. იზოელექტრული წერტილი ზემოგანხილულ ყველა შემთხვევაში უცვლელია (პრიმორდიალურ, მზარდ, მწიფე ფოლიკულების გამომდენ უჯრედებში მიტოქონდრიები ვლინდება pH—2,8-ზე, ბირთვაკი pH—3,6-ზე, ერგასტოპლაზმის რნპ pH—4,0-ზე. ინტერსტიციულ უჯრედებში მიტოქონდრიები ვლინდება pH—3,6-ზე; ბირთვაკი pH—4,6-ზე; ერგასტოპლაზმის რნპ pH—5,0-ზე). ექსპერიმენტის ხანდაზმულობასთან დაკავშირებით რნპ ბაზოფილობა რამდენადმე მცირდება.



სურ. 3. სინესტროლის ინექციის შედეგად თვე. ინტერსტიციის უჯრედთა ციტოპლაზმაში, უჯრედებს შუა სუბსტანციებში აღინიშნება გლიკოგენის დაგროვება. შეღებილია გლიკოგენზე მამბადაშის მეთოდით

pH-ის სხვადასხვა მაჩვენებელზე რნპ-ის გამოვლინებამ გვიჩვენა, რომ ინტერსტიციულ უჯრედებში ინექციის ხანდაზმულობასთან დაკავშირებით ადგილი აქვს იზოელექტრული წერტილის გადახრას მქავიანობის მზარისკენ pH—3,6-დან pH—2,6-მდე მიტოქონდრიების რნპ-თვის, pH—4,6-დან pH—3,6-მდე ბირთვაკისთვის, ხოლო pH—5,0-დან pH—4,0-მდე ერგასტოპლაზმის რნპ. როგორც ა. შაბადაშის მიერ დადგენილია, სხვადასხვა მნიშვნელობის pH-ზე რნპ გამოვლინება არის ფიზიკურ-ქიმიური და მ. შ. მეტაბოლიზმური მდგომარეობის ინდიკატორი-მაჩვენებელი, უჯრედის მომავალი ბედის პროგნოზის მაუწყებელი, ამდენად იგი დახმარებას გაგვიწევს ქსოვილოვანი ელემენტების უნატიფესი ცვლილებების გამოვლინებაში. ჩვენს მასალაზე უჯრედოვან ელემენტებში იზოელექტრული წერტილის დაქვეითებამ

ცხადყო რწმ დისკომპლექსაციის მკვეთრი გაძლიერება, რაც შეუქცევად ცვლილებათა კატეგორიას უნდა მივაკუთვნოთ.

დწმ საკვერცხეების უჯრედოვან ელემენტებში მატულობს სარძეო ჯირკვლის კიბოს შემთხვევებში, რაზეც მიუთითებს კარიოპლასმაში ფელგენ დადებითი მარცვლების რაოდენობის მომატება; განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით ვლინდება დწმ საშუალო სიმწიფის და მწიფე ფოლიკულების ბირთვებში. სინესტროლის ინექციის ხანდაზმულობასთან დაკავშირებით ფელგენ დადებითი მარცვლების რაოდენობა, აგრეთვე ფელგენის რეაქციის ინტენსიობა კლებულობს.

გლიოკოგენის არსებობა ჩვენს მასალაზე დადგენილია მხოლოდ ინტერსტიციულ უჯრედებში, უჯრედებს შუა სუბსტანციებში (იხ. სურ. 3). ყურადღებას იპყრობს ინტენსტიციულ უჯრედშია სუბსტანციისა და კვერცხუჯრედის გამჭვირვალე გარსის პოლისაქარიდული რეაქცია, რომელიც ფერმენტ ლიპაზასა ვავლენით არ სუსტდება. გლიოკოგენისა და შიკ-დადებითი ნივთიერებების გაჩენა იქ, სადაც ისინი ჩვეულებრივ ცოტაა, ან სულ არ არის, მიუთითებს ქსოვილის ღრმა დაზიანებაზე. ამასთან დაკავშირებით მიიჩნევენ, რომ გლიოკოგენის რაოდენობის მომატება შესაძლებელია დაკავშირებული იყოს ე. წ. სტრუქტურული გლიოკოგენის განთავისუფლებასთან, რომლებიც შეიძლება არსებობდეს „კომპლექსის“ მდგომარეობაში რიბონუკლეოპროტეიდებთან და ჰისტოქიმიურად არ ვლინდებოდეს [6].

ვფიქრობთ, რომ ჩვენს მასალაზე საკვერცხეების ინტენსტიციულ უჯრედებში, უჯრედებს შუა სუბსტანციებში გლიოკოგენისა და პოლისაქარიდული რეაქციის თანდათანობით მომატება მაჩვენებელია ქსოვილის დესტრუქციისა და შესაძლებელია გამოწვეული იყოს დაჟანგვითი პროცესების მოშლით.

დასკვნები

1. კიბოს მაღალი „ა“ ხაზის თავებში სინესტროლის ხანგრძლივი ინექციები იწვევს მთავარი უჯრედების ჰიპერპლასიას, ბაზოფილური უჯრედების გაქრობას და ეოზინოფილურ უჯრედთა დეგრანულაციას.

2. სინესტროლის ხანმოკლე ინექციების პირობებში ჰიპოფიზის უჯრედოვან ელემენტებში ადგილი აქვს რწმ, დწმ და გლუკოპროტეიდების რაოდენობის მომატებას, მაშინ როდესაც სინესტროლის ხანგრძლივი ინექციები განაპირობებს რწმ-ის, დწმ-ის რაოდენობის შემცირებას. გლუკოპროტეიდები აღნიშნულ პერიოდში არ ვლინდება ბაზოფილური უჯრედების გაქრობის გამო.

3. სინესტროლის ხანმოკლე ინექციები საკვერცხეებში იწვევს გარკვეული ხასიათის სტრუქტურულ ძვრებს, რაც საკვერცხეების ფუნქციის გააქტივებაზე მიუთითებს. მისი ხანგრძლივი ინექციები განაპირობებს ამავე ორგანოში ატროფიული და დისტროფიული ცვლილებების განვითარებას.

4. სინესტროლის ხანმოკლე ინექციებს თან ახლავს საკვერცხეებში რწმ და დწმ მომატება და, პირუკუ, მათი რაოდენობის დაკლება სინესტროლის ინექციის ვადების ზრდის შესაბამისად; აღნიშნულისაგან განსხვავებით, სი-

ნესტროლის ინექციების შესაბამისად თანდათანობით მატულობს საკვერცხეებში გლიკოგენის დაგროვება და რეაქციის ინტენსივობა ნეიტრალურ მუკოპოლისაზარიდებზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. ნათიშვილის სახელობის

ექსპერიმენტული მორფოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 8.12.1963)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Л. Ф. ГАЧЧИЛАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ СТРУКТУРНЫЕ И ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИПОФИЗА И ЯИЧНИКОВ У МЫШЕЙ ПРИ ВВЕДЕНИИ СИНЭСТРОЛА

Резюме

Целью работы является изучение структурных и гистохимических изменений, развивающихся в гипофизе и яичнике при введениях синэстрола. Опыты произведены на 100 неспарившихся белых мышах высоко-раковой линии „А“. Животным три раза в неделю в межлопаточную область вводили по 0,65 мг 0,1%-ного раствора синэстрола, разведенного в персиковом масле. Инъекции делались животным, начиная с двух до двенадцатимесячного возраста. Животные забивались ежемесячно. После окончания опытов брался материал из гипофиза, яичников и молочных желез, которые фиксировались в нейтральной фиксирующей смеси Шабдаша, в насыщенном растворе сулемы с формалином (9:1) и в жидкости Буна. Срезы окрашивались гематоксилином и эозином, пикрофуксиним, азаном по Гейденгайну. РНП выявлялись по Шабдашу на различных значениях рН и окраской азур II эозином при рН=6,8. Ставились контрольные реакции с рибонуклеазой. ДНП выявлялись по Фельгену. Гликоген и нейтральные мукополисахариды выявлялись по Шабдашу с предварительной обработкой некоторых серийных срезов диастазой. Глюкопротеиды выявлялись по методу Мак-Мануса — Хочкисса.

Результаты исследований показали, что длительные инъекции синэстрола вызывают гиперплазию главных клеток гипофиза. Базофилы исчезают, эозинофилы подвергаются дегрануляции.

В клеточных элементах гипофиза при кратковременных инъекциях синэстрола увеличивается количество РНП, ДНП и глюकोпротеидов, тогда как в условиях длительных инъекций отмечается уменьшение количества РНП, ДНП. Глюкопротеиды в данный период не выявляются из-за исчезновения базофильных клеток гипофиза.

Кратковременные инъекции синэстрола вызывают в яичниках определенные структурные изменения, которые указывают на активацию функции яичников, в то время как длительные инъекции обуславливают развитие атрофических и дистрофических изменений в названном органе.

В клеточных элементах яичников при кратковременных инъекциях синэстрола отмечается постепенное нарастание содержания РНП, ДНП и гликогена. Параллельно же длительности инъекции синэстрола отмечается уменьшение количества РНП, ДНП в клеточных элементах яичников, тогда как количество гликогена увеличивается и полисахаридная реакция в интерстициальных клетках становится интенсивнее.

დასოფხიველი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ლ. გ ა ნ ე ზ ი ლ ა ძ ე. სარბევე ჯირკვლის სტრუქტურული და ზოგიერთი ჰისტოქიმიური თავისებურება ექსპერიმენტული კიბოს დროს. „საბჭოთა მედიცინა“, № 4, 1963.
2. В. И. Пузик. К оценке гистохимических реакций в процессе возрастного развития органов. Материалы IV научн. конф. по вопросам возрастной морф., физиол. и биох., 1959, 258 — 259.
3. Г. Н. Иванова. Возрастные изменения количества нуклеиновых кислот в скелетной и сердечной мышцах кролика. Ученые записки ЛГУ, 32, 1954.
4. Л. Б. Левинсон, М. Н. Павлова. Рибонуклеиновая кислота соединительной ткани млекопитающих. ДАН СССР, 3, 6, 9, 1949, 437 — 440.
5. А. Л. Шабаташ. Гистохимия гликогена нормальной нервной системы, 1949.
6. А. Л. Шабаташ. Значение цитохимического изучения нуклеопротеидов для характеристики функционального состояния клеток и тканей. Тез. докл. VI Всесоюзного съезда анатомов, гистологов и эмбриологов, Харьков, 1958, 98—104.



კლინიკური მდიცინა

დ. კაბანაძე

ბარბანნი სუნთქვის ფუნქცია თირეოტიკოსიკოზის დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. ქავთარაძემ 14.12.1963)

გარეგანი სუნთქვის აპარატის ფუნქციური მდგომარეობა მკიდრო კავშირშია ორგანიზმის სხვა სისტემებთან. ამიტომ გარეგანი სუნთქვის ფუნქციის შესწავლას გარკვეული დახმარების გაწევა შეუძლია ზოგიერთ ორგანოს სისტემების დაავადებათა დიაგნოსტიკაში და რაციონალური თერაპიის ჩატარებაში. განსაკუთრებით მკვეთრად ვლინდება კავშირი გარეგანი სუნთქვის აპარატსა და გულ-სისხლმილთა სისტემას შორის, ის დაავადებები, რომლებიც მიმდინარეობენ გულ-სისხლმილთა ნაკლოვანების ნიშნებით, გარეგანი სუნთქვის ფუნქციის ცვლილებებით ხასიათდებიან.

როგორც ცნობილია, თირეოტიკოსიკოზი განსაკუთრებით აზიანებს გულის კუნთს, რაც ხშირად მიზეზია გულ-სისხლმილთა სისტემის მხრივ განვითარებული სხვადასხვა სახის ცვლილებებისა.

ბლამგარტიის, ფრიდბერგის [1], ჰენდრიუსის [2], ტ. ჟღენტიის [3], შნიცერის [4] და სხვათა მონაცემებით, თირეოტიკოსიკოზის დროს აღინიშნება გულის კუნთის დისტროფიული ხასიათის ცვლილებები, რომლებიც მით უფრო მკაფიოდია გამოხატული, რაც უფრო მძიმეა დაავადების მიმდინარეობა. ა. დემბოს [5] და სხვა ავტორების მიხედვით, თირეოტიკოსიკოზის დროს განვითარებული გულის უკმარობა მარცხენა ტიპისაა, ე. ი. მიმდინარეობს როგორც მარცხენა პარკუჭის უკმარობა; მარცხენა პარკუჭის უკმარობის გამო სისხლის მიმოქცევის მცირე წრეში ვითარდება შეგუბება, რომელიც საგრძნობლად აზიანებს გარეგანი სუნთქვის ფუნქციას.

ამრიგად, თირეოტიკოსიკოზის დროს გარეგანი სუნთქვის ფუნქციური მაჩვენებლების შესწავლა წარმოდგენას იძლევა არა მხოლოდ გარეგანი სუნთქვის ფუნქციაზე, არამედ გულ-სისხლმილთა სისტემის მდგომარეობაზეც და, რაც მთავარია, კვლევის აღნიშნული მეთოდი საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ გულ-სისხლმილთა სისტემის ფარული უკმარობა [3, 5].

თირეოტიკოსიკოზის დროს გარეგანი სუნთქვის ფუნქცია საკმაოდ შესწავლილი [5, 6, 7, 8, 9, 10], მაგრამ ჯერ კიდევ არ არის ერთნაირი ყველას მიერ აღიარებული აზრი თირეოტიკოსიკოზის დროს გარეგანი სუნთქვის ფუნქციის ზოგიერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებლების შესახებ. მაგალითად, ბარბანოვის, ციგერტიის [11, 12], დემბოს [5] მიერ აღნიშნულია, რომ თირეოტიკოსიკოზიან ავადმყოფებს მშვიდ მდგომარეობაში აღნიშნებათ სუნ-

თქვის გახშირება, წუთიერი მოცულობის მომატება. ლე ვ ე ნ შ ტ ე ი ნ ი [13] და ც ი გ ე რ ტ ი [11] მიუთითებენ თირეოტოქსიკოზიან ავადმყოფებში სუნთქვის სიღრმის საგრძნობ დაქვეითებაზე და მას თირეოტოქსიკოზის დამახასიათებელ სიმპტომადაც კი თვლიან. ა. ლ ე მ ბ ო [5] არ იზიარებს ამ აზრს, რადგან ის თირეოტოქსიკოზიან ავადმყოფებში სუნთქვის სიღრმის ნორმალურ მაჩვენებლებს ღებულობდა.

აზრთა სხვაობა არსებობს აგრეთვე თირეოტოქსიკოზის დროს ვენტილაციისა და ქანგბადის შთანთქმის ხარისხის მაჩვენებლის შესახებ [5, 9, 10, 14]. პირველი მიუთითებს თირეოტოქსიკოზის დროს ვენტრალაციისა და ქანგბადის შთანთქმის ხარისხის მომატებას, დანარჩენები კი აღნიშნავენ ვენტილაციის გაძლიერებას, მაგრამ ქანგბადის მოხმარების დაქვეითებას.

აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ ამ საკითხზე მომუშავე ავტორთა უმრავლესობა თირეოტოქსიკოზით დაავადებულებში გარეგანი სუნთქვის ფუნქციის შესწავლის დროს მხედველობაში არ ღებულობდა დაავადების კლინიკური მიმდინარეობის სტადიებს, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენდა სხვადასხვა ავტორთა მიერ მიღებული შედეგების შეფასებაზე.

ამ მიმართულებით ჩატარებული მუშაობის მნიშვნელოვან ხარვეზად უნდა ჩაითვალოს ისიც, რომ გარეგანი სუნთქვის ფუნქციის ცალკეული კომპონენტების შესწავლა სხვადასხვა ავტორების მიერ სხვადასხვა სისტემის აპარატზე წარმოებდა.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ლიტერატურაში არსებული მონაცემები გარეგანი სუნთქვის ფუნქციური მდგომარეობის შესახებ თირეოტოქსიკოზის დროს არ შეიძლება სრულყოფილად ჩაითვალოს.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ მიზნად დავისახეთ საკუთარ მასალაზე შეგვესწავლა გარეგანი სუნთქვის ფუნქციის ძირითადი მაჩვენებლები თირეოტოქსიკოზის სხვადასხვა კლინიკური მიმდინარეობის დროს (მსუბუქი, საშუალო, მძიმე) ახალ და შედარებით სრულყოფილ სამამულო კონსტრუქციის აპარატზე.

ჩვენი მასალა მოიცავს სხვადასხვა სიმძიმის თირეოტოქსიკოზით დაავადებულ 70 ავადმყოფს მათ შორის ქალია 65, მამაკაცი — 5.

ასაკის მიხედვით ავადმყოფები ასე ნაწილდებოდნენ: 17-30 წლის — 15, 31-40 წლის — 24, 41-50 წლის — 18, 51-64 წლის — 10, 65 წელსზევით — 3. დაავადების 0-1 წლამდე ხანგრძლივობას 38 ავადმყოფი აღნიშნავდა, 1-3 წლამდე — 22, 3-5 წლამდე — 6, 5 წელს ზევით — 4 ავადმყოფი.

მსუბუქი ფორმის თირეოტოქსიკოზი 30 ავადმყოფს აღნიშნებოდა, საშუალო სიმძიმის — 20-ს და მძიმე — 20-ს.

დაკვირვებაზე აყვანილ ავადმყოფთა შესწავლა წარმოებდა წინასწარ შემუშავებული გეგმის მიხედვით: სტაციონარში და განყოფილებაში შემოსვლის პირველი დღეების (3 — 5) განმავლობაში ავადმყოფები იმყოფებოდნენ კლინიკური გამოკვლევის პროცესში, რომლის დროს გარდა სავალდებულო გა-

მოკვლევებისა (ლაბორატორიული, რენტგენოლოგიური და სხვა) უტარდებოდათ სპეციალური გამოკვლევებით.

ფარისებრი ჭირკვლის ფუნქციის გამოკვლევა ხდებოდა რადიონდიკაციის მეთოდით J 131-ის გამოყენებით, გამოკვლევა ხდებოდა კონტაქტური წესით იზოტოპის მიცემიდან 2, 4, 24 და 48 საათის შემდეგ.

გარეგანი სუნთქვის ფუნქციის მაჩვენებლების გამოკვლევა წარმოებდა სამამულო აპარატით CT-1-ით ძირითადი ცვლის პირობებში. გამოკვლევამდე 2—3 დღის განმავლობაში ავადმყოფები ეჩვეოდნენ გამოკვლევის პროცედურას. გამოკვლევა ტარდებოდა იზოლირებულ, ხმაურისაგან მაქსიმალურად დაცულ ოთახში. სპიროვარამის ჩაწერა და მიღებული ცალკეული მაჩვენებლების გაანალიზება ხდებოდა საერთოდ მიღებული წესის მიხედვით [5]. ამ წესით იკვლეოდა სუნთქვის სიხშირე, სუნთქვის სიღრმე, წუთიერი მოცულობა, ყანგბადის შთანთქმის უნარი, ყანგბადის ათვისების კოეფიციენტი, ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა, დამატებითი და სარეზერვო ჰაერი, მაქსიმალური ვენტილაცია და ძირითადი ცვლა.

ჩატარებული გამოკვლევებით მიღებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე გამოირკვა, რომ სხვადასხვა სიმძიმის თირეოტოქსიკოზის დროს აღგილი აქვს გარეგანი სუნთქვის აპარატის ფუნქციის მეტ-ნაკლებად გამოხატულ ცვლილებებს.

თირეოტოქსიკოზით დაავადებულ ავადმყოფთა ზოგადი სპიროვარადიული გამოკვლევით გამოვლინებულა გარეგანი სუნთქვის ფუნქციის ცალკეული მაჩვენებლების ცვლილებები (იხ. ცხრილი). თირეოტოქსიკოზით დაავადებულებში სუნთქვის სიხშირისა და სუნთქვის სიღრმის მხრივ მნიშვნელოვანი ცვლილებები არ აღინიშნებოდა, სუნთქვის წუთიერი მოცულობა კი თითქმის ყველა ავადმყოფს საჭირო სიდიდესთან შედარებით მომატებული აქვს. მსუბუქი ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს სუნთქვის წუთიერი მოცულობა საშუალოდ 18%-თაა მომატებული ($\pm\sigma$ —1, 3), საშუალო სიმძიმის თირეოტოქსიკოზის დროს 33%-ით ($\pm\sigma$ 17,4), ხოლო მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს სუნთქვის წუთიერი მოცულობის მომატება 29%-ს უდრის ($\pm\sigma$ 14,4).

განსაკუთრებით მკვეთრად ვლინდება თირეოტოქსიკოზით დაავადებულებში ცვლილებები ყანგბადის შთანთქმის უნარის მხრივ. აღნიშნული მაჩვენებელი კანონზომიერად იცვლება დაავადების სიმძიმესთან დაკავშირებით. თუ მსუბუქი ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს ყანგბადის შთანთქმის უნარი საჭიროსთან შედარებით საშუალოდ 32%-ს უდრის ($\pm\sigma$ 10,1), საშუალო ფორმის დროს იგი 62%-ია ($\pm\sigma$ 18), ხოლო მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს აღნიშნული მაჩვენებელი 84%-მდე აღწევს ($\pm\sigma$ 6,27).

ასეთივე ხასიათის ცვლილებები აღინიშნება ყანგბადის ათვისების კოეფიციენტის მხრივაც. იგი მომატებულია, საშუალო სიდიდესთან შედარებით, როგორც მსუბუქი (\bar{x} 14,2; $\pm\sigma$ 610), ისე საშუალო (\bar{x} —23,5; $\pm\sigma$ 16) და მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს (\bar{x} —48; $\pm\sigma$ —22).

ცხრილი 1

გარეგანი სტრუქტურის ფუნქციონირების სხვადასხვა სტადიის თორეოლოგიკონას ფროს

დაკვირვების მიმდინარეობა	დაკვირვებათა რიცხვი	სტრუქტურის სიმაღლე	სტრუქტურის სიღრმე	სტრუქტურის წვეთო-ცულობა	საჭირო	% საჭიროსთან	ფანჯრების შიგნით-ქვის უნარი	საჭირო	% საჭიროსთან	ფანჯრების პოლი-გამაგების კოეფიციენტი	% საშუალოსთან	ფილატების საი-ცოცხლო ტიპადობა	საჭირო	% საჭიროსთან	ფანჯრების პერი-ფერი	საჭირო	ფილატების მანტი-მ.ღერი ფუნქცი-ონა	საჭირო	% საჭიროსთან	ძირითადი ცუბა % -ით
მსუბუქი 30	x	18,77	350	5,57	4,71	118,43	254,33	190,90	132,39	45,77	114,20	2,01	3,10	64,80	1,32	0,68	30,73	53,92	67,35	+ 30,30
	±σ	3,97	62,04	0,49	0,38	9,35	25,69	14,52	10,13	4,00	10,07	0,45	0,79	12,89	0,34	0,25	8,55	4,14	14,53	8,33
	±m	0,72	11,33	0,09	0,07	1,71	4,69	2,65	1,85	0,73	1,84	0,08	0,14	2,35	0,07	0,05	1,54	0,75	2,65	1,52
საშუალო 20	x	20,3	335,6	6,02	4,5	133,15	294	181,4	162,44	49,24	123,65	1,82	2,94	61,78	1,05	0,67	34,42	51,30	66,67	+ 55,05
	±σ	3,13	39,16	0,97	0,45	17,43	36,33	17,44	18,09	5,90	16,29	0,41	0,94	12,06	0,33	0,19	9,15	5,18	15,95	8,11
	±m	0,7	8,75	0,21	0,10	3,90	8,14	3,90	4,04	1,32	6,43	0,1	0,21	2,70	0,1	0,04	2,05	1,16	3,57	1,74
მძიმე 20	x	18,8	372	5,92	4,59	128,9	342	184,6	184,3	59,1	148,8	1,88	2,99	62,22	1,19	0,66	38,3	52,3	72,1	- 84,6
	±σ	4,39	130,73	0,96	0,66	14,44	58,63	26,94	17,82	7,55	22,37	0,62	0,45	14,58	0,24	0,25	11,24	7,92	17,32	15,45
	±m	0,95	29,23	0,21	0,15	3,23	13,11	6,02	3,98	1,69	5,00	0,14	0,32	3,26	0,09	0,05	2,51	1,77	3,87	3,00

შეგვარდა



განსაკუთრებით თვალნათლივ ვლინდება ცვლილებები ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობის მხრივ. აღნიშნული მაჩვენებელი ყველა სახის თირეოტოქსიკოზის დროს დაქვეითებულია.

მსუბუქი ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა საჭიროსთან შედარებით საშუალოდ 64,8% უდრის ($\pm \sigma$ 12, 8), საშუალო ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს 61,8%-ს ($\pm \sigma$ 12), მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს კი 62,2%-ს ($\pm \sigma$ 14). როგორც აღნიშნულიდან ჩანს, ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობის ცვლილებები განსაკუთრებით დაქვეითებულია საშუალო ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს.

შედარებით მცირედაა გამოხატული ცვლილებები დამატებითი ჰაერის მხრივ, მაგრამ მაინც უნდა აღინიშნოს, რომ იგი ავადმყოფთა უმრავლესობას ნორმის მინიმუმთან შედარებით მაინც დაქვეითებული აქვს. საშუალოდ მსუბუქი ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს იგი უდრის 1,3 ლ-ს ($\pm \sigma$ 0,34), საშუალო ფორმის დროს 1,0 ლ-ს ($\pm \sigma$ 0,33), ხოლო მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს 1,2 ლ-ს ($\pm \sigma$ 0,2).

რაც შეეხება სარეზერვო ჰაერს, იგი თირეოტოქსიკოზის ყველა ფორმის დროს საგრძნობლად დაქვეითებულია. მსუბუქი ფორმის დროს სარეზერვო ჰაერი საშუალოდ 0,68 ლ-ს უდრის ($\pm \sigma$ 0,25), საშუალო ფორმისას 0,67 ლ-ს ($\pm \sigma$ 0,2), ხოლო მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს 0,66 ლ-ს ($\pm \sigma$ 0,25).

მკვეთრი დაქვეითება აღინიშნება ფილტვების მაქსიმალური ვენტილაციის მხრივაც. იგი მსუბუქი თირეოტოქსიკოზის დროს უდრის 67,3%-ს ($\pm \sigma$ 14,5), საშუალო ფორმის დროს 66,6%-ს ($\pm \sigma$ 15,9), ხოლო მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს 72%-ს ($\pm \sigma$ 17,3).

აღინიშნება პარალელურად ძირითადი ცვლის მონაცემებსა და დაავადების სიმძიმეს შორის, თუ მსუბუქი ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს ძირითადი ცვლა +30%-ს არ აღემატება ($\pm \sigma$ 68), საშუალო ფორმის დროს იგი 55%-ია ($\pm \sigma$ 8,1), ხოლო მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს +84,6%-ს აღწევს ($\pm \sigma$ 13).

ამრიგად, როგორც ზემოაღნიშნულიდან ვლინდება, თირეოტოქსიკოზის დროს ადგილი აქვს გარეგანი სუნთქვის ფუნქციის თითქმის ყველა მაჩვენებლის გამოხატულ ცვლილებებს და, რაც მთავარია, ეს ცვლილებები მით უფრო მკვეთრია, რაც უფრო მძიმედ მიმდინარეობს დაავადება. განსაკუთრებით თვალსაჩინოა ცვლილებები სუნთქვის წუთიერი მოცულობის, ეანგზადის შთანთქმის უნარის, ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობის, სარეზერვო ჰაერის, ფილტვების მაქსიმალური ვენტილაციის და ძირითადი ცვლის მხრივ.

უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთი მაჩვენებელი, როგორც არის ეანგზადის შთანთქმის უნარი, ფილტვების მაქსიმალური ვენტილაცია და ძირითადი ცვლა, იმდენად დამახასიათებელ ცვლილებებს განიცდის, რომ იგი შესაძლებელია გამოვიყენოთ თირეოტოქსიკოზის სიმძიმის ხარისხის დასადგენად და ჩატარებული მკურნალობის ეფექტურობის შესაფასებლად.

რესპუბლიკის ცენტრალური
 კლინიკური საავადმყოფო
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.12.1963)

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Д. М. КАПАНАДЗЕ

ФУНКЦИЯ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ПРИ ТИРЕОТОКСИКОЗЕ

Резюме

В целях выявления состояния функции внешнего дыхания при тиреотоксикозе проведены наблюдения над 70 больными, у которых бронхоспирографическим методом определялись величины отдельных показателей внешнего дыхания.

Результаты исследования (обработанные методом вариационной статистики) показали, что в условиях тиреотоксикоза резко меняется функция внешнего дыхания, являющаяся следствием изменения величины отдельных ее показателей. Например, при легкой форме тиреотоксикоза частота дыхания в среднем равняется $\bar{X} = 18,77$; глубина дыхания $\bar{X} = 350 \text{ см}^3$; минутный объем дыхания $\bar{X} = 5,57 \text{ л}$; поглощение кислорода $\bar{X} = 254,33 \text{ см}^3$; коэффициент использования кислорода $\bar{X} = 45,77 \text{ см}^3$; жизненная емкость легких $\bar{X} = 2,01 \text{ л}$; дополнительный воздух $\bar{X} = 1,32 \text{ л}$; резервный воздух $\bar{X} = 0,68 \text{ л}$; максимальная вентиляция легких $\bar{X} = 36,73 \text{ л}$; основной обмен $\bar{X} = + 30,30\%$.

При тиреотоксикозе средней тяжести частота дыхания $\bar{X} = 20,3$; глубина дыхания $\bar{X} = 335,5 \text{ л}$; минутный объем $\bar{X} = 6,02 \text{ л}$; поглощение кислорода $\bar{X} = 294 \text{ см}^3$; коэффициент использования кислорода $49,24 \text{ см}^3$; жизненная емкость $\bar{X} = 1,82 \text{ л}$; дополнительный воздух $\bar{X} = 1,05 \text{ л}$; резервный воздух $\bar{X} = 0,67 \text{ л}$; максимальная вентиляция легких $\bar{X} = 34,42 \text{ л}$; основной обмен $\bar{X} = + 55,05\%$.

При тяжелой форме тиреотоксикоза частота дыхания $\bar{X} = 18,8$; глубина дыхания $\bar{X} = 372 \text{ см}^3$; минутный объем дыхания $5,92 \text{ л}$; поглощение кислорода 372 см^3 ; коэффициент использования кислорода $\bar{X} = 39,1$; жизненная емкость легких $\bar{X} = 1,88 \text{ л}$; дополнительный воздух $\bar{X} = 1,19 \text{ л}$; резервный воздух $\bar{X} = 0,66 \text{ л}$; максимальная вентиляция легких $\bar{X} = 38,8 \text{ л}$; основной обмен $\bar{X} = + 84,6\%$.

Результаты исследования показали, что степень нарушения функции внешнего дыхания находится в прямой зависимости от тяжести заболевания.

დასოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. H. Blumgart. The heart and the thyroid. *Circulation*, 6, 2, 1953, 222 — 237.
2. E. C. Andrus. The thyroid and the circulation. *Circulation*, 7, 1953, 437 — 444.
3. Т. Н. Жгенти. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы при тиреотоксикозах. Автореферат, Тбилиси, 1955.
4. И. С. Шницер. Изменения сердца при базедовой болезни. *Клинич. медиц.*, II, 1956, 3 — 12.
5. А. Г. Дембо. Недостаточность функции внешнего дыхания. *Медгиз*, 1957.
6. Л. Л. Либерман. Спирографическое исследование больных с нарушениями функции щитовидной железы. *Пробл. эндокринолог. и гормонотерапии*, 6, 6, 1960, 43 — 47.
7. А. А. Дубровский. Внешнее дыхание у больных с различными степенями тиреотоксикоза и базедофикации щитовидной железы. *Вестн. хир.*, 88, 1, 1962, 40 — 45.
8. О. В. Ильич. Изменения дыхания у больных тиреотоксикозом различной тяжести. Тезисы докл. Всесоюзн. конф. эндокринолог. М., 1962, 182 — 184.
9. V. Wrobel, L. D. Puppel. *J. Lab. a. clin. med.*, v. 36, 1950, 975.
10. A. T. Brice, F. W. Weymouth. *Proc. Soc. Exper. biol. a. Med.*, v. 46, 1941, 596.
11. В. Г. Баранов. Болезни эндокринной системы и обмена веществ. Л., 1955.
12. H. I. Zigert. *München med. Wschr.*, Bd. 98, 1956, 79.
13. O. Loewenstein. *München med. Wschr.*, Bd. 83, 1941, 928.
14. I. C. U. S. Syner. *Armed Forces N. J.*, v. 5, 1954, 493.



კლინიკური მაღივიცნა

ჰ. ნატრიაშვილი

კრიპტორქიზმის ეტიოლოგია, პათოგენეზი და კლინიკა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 31.10.1963)

რიგი ავტორი კრიპტორქიზმის ეტიოლოგიაში განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებს მექანიკურ დაბრკოლებებს.

მ. ს მ ი რ ნ ო ვ მ ა [1] 54 ნაოპერაციევი ავ-ფის გამოკვლევის საფუძველზე დაადგინა, რომ, თუ სქესობრივი მომწიფების შემდეგ სათესლე ჯირკვალის თავისით არ ეშვება პარკში, მაშინ მისი შეკავება უმრავლეს შემთხვევაში გაპირობებულია მდგრადი ადგილობრივი დაბრკოლებით. რომელთა მოცილება მხოლოდ ოპერაციული გზით შეიძლება.

ბრაუნმა აღწერა ბარიერის არსებობა საზარდულის გარეთა რგოლთან, იმ ადგილას, სადაც საზარდულის სადა კანი უერთდება სათესლე პარკის დანაოჭებულ კანს. ავტორის აზრით, ეს ბარიერი წარმოადგენს სკარპას ფასციის არანორმალურ მიმავრებას ბოქვენის ძვალთან. ყოველივე ამის გამო საზარდულის რკალის ნაცვლად, რომელსაც ნორმალურად უნდა ჰქონდეს საზარდულიდან პარკისაკენ გადასასვლელი, ღია ქვედა ბოლო ამოვსებულია ფიბროზული ქსოვილით, რომელიც იწვევს სათესლე ჯირკვლის ბლოკირებას და ხელს უშლის მის ჩამოსვლას საზარდულიდან სათესლე პარკში [2].

ამ მოსაზრებას იზიარებს ს კ ო რ ე რ ი [2]. მან კლინიკურ მასალაზე დაადგინა ფიბროზული ბარიერის არსებობა საზარდულის გარეთა ხერხელთან. აქედან გამომდინარე ავტორი თვლის, რომ სათესლე ჯირკვლის ჩამოუსვლელი ბის მიზეზი უნდა ვეძებოთ არა სათესლე ჯირკვლის რაიმე ნაკლოვანებებში, ან ბაგირაკის არასაკმარის სიგრძეში, არამედ ადგილობრივ დაბრკოლებებში.

გატარებული 160 ავადმყოფიდან ინგინალური კრიპტორქიზმით დაავადებული იყო 147, რომელთაგან 94 ავადმყოფს (64%) დაუდგინდა მექანიკური დაბრკოლებების არსებობა, რაც გამოწვეული იყო საზარდულის გარეთა რგოლთან ფიბროზული ხარისხების არსებობით, რომლებიც წარმოშობდნენ ბადისებურ ძვიდეს და ბლოკირებას უქმნიდნენ სათესლე ჯირკვალს, რის გამოც მისი ჩამოსვლა სათესლე პარკში არ ხდებოდა. შემთხვევათა უმრავლესობაში ჩვენი მასალის მიხედვით ასეთ დაბრკოლებებს ვხვდებით საზარდულის გარეთა რგოლთან იქ, სადაც საზარდულის სადა კანი უერთდება სათესლე პარკის დანაოჭებულ კანს.

სკორერი ასეთი ავადმყოფის ოპერაციის დროს კვეთავდა კანს, კანქვეშა ცხიმს და საზარდულის არხის გარეთა რგოლს, შემდეგ თითოთ ან კორცანგით აწარმოებდა ამ ფიბროზული დაბრკოლებების გათიშვას, რისთვისაც მას სჭირდებოდა დიდი ძალის ხმარება.

ჩვენ შესწორება შეეიტანეთ სკორერის მეთოდისაში: კანისა და კანქვეშა ცხიმის გაკეცვის შემდეგ ვაწარმოებდით საზარდულის არხის გახსნას შუა მესამედიდან გარეთა რგოლამდე, შემდეგ საზარდულის არხის მხრიდან თითოთ ან იშვიათად კორცანგით ხდებოდა ამ მექანიკური დაბრკოლების მთლიანობის დარღვევა, რის დროსაც ვხვდებოდით დიდ წინააღმდეგობას. ყოველივე ამის შემდეგ ვხსნიდით საზარდულის არხის გარეთა რგოლს. ამ უქანასკნელს ვხსნიდით დაბრკოლების დარღვევის შემდეგ, და არა მანამდე, იმ მიზნით, რომ უფრო ზუსტად დაერწმუნებულიყავით მექანიკური დაბრკოლების არსებობაში, რომელიც შეიძლებოდა დაგვეზიანებინა საზარდულის არხის გარეთა რგოლის გახსნისას.

უნდა აღინიშნოს ის ფაქტი, რომ სათესლე ჯირკვალი თითქმის ყველა 94 შემთხვევაში მდებარეობდა საზარდულის არხის გარეთა რგოლთან, სათესლე ჯირკვალი იყო ნორმალური სიდიდის, ან აღინიშნებოდა უმნიშვნელო ცვლილებები.

ყოველივე ზემოაღნიშნული საფუძველს გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ კრიბტორქიზმის ინგვინალური ფორმის ერთ-ერთ უხშირეს ხელშემწყობ მიზეზს უნდა წარმოადგენდეს ის მექანიკური დაბრკოლება, რომელიც არსებობს საზარდულის არხის გარეთა რგოლთან შემაერთესოვილოვანი-ფიბროზული ძვიდის სახით და რომელიც, ჩვენი აზრით, უნდა წარმოადგენდეს სკარპას ფასციის არანორმალურ მიმაგრებას ბოქვენის ძვალზე.

რაც შეეხება სათესლე ჯირკვლის შეკავებას მუცლის ღრუში, იგი, ჩვენი აზრით, შეიძლება ჩაითვალოს განვითარების ემბრიონულ მანკად.

კრიბტორქიზმის კლინიკა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული სათესლე ჯირკვლის შეკავების ადგილზე და ხანგრძლივობაზე.

სუბიექტური მონაცემებიდან ყურადღებას იპყრობს ჩივილები ტკივილის შესახებ. ტკივილი შეიგრძნობა კრიბტორქიზმის მხოლოდ ინგვინალური ფორმების დროს. ხოლო აბდომინალური ფორმების დროს ტკივილის შეგრძნება სრულიად არ აღინიშნება. ტკივილის შეგრძნება ავადმყოფებს ძირითადად შეკავების ადგილას აქვთ. ტკივილს აქვს შეტევითი ან ყრუ ხასიათი.

ტკივილის ინტენსივობა მატულობს ფიზიკური დატვირთვის (სირბილი, სიარული, ვარჯიში და სხვა), ან მუცლის პრესის დაჭიმვის (ხველა, სიცილი, ჭინთვა და სხვა) დროს.

გატარებული 160 ავადმყოფიდან ტკივილი, როგორც კრიბტორქიზმის ერთ-ერთი დამახასიათებელი სიმპტომი, აღენიშნებოდა 78 ავადმყოფს, 48,7%). ყურადსაღებია ის ფაქტი, რომ იმ პირებს, რომელთაც სათესლე ჯირკვალი მოთავსებული ჰქონდათ საზარდულის არხის გარეთა რგოლთან და ამასთანავე აღენიშნებოდათ „ბლოკის“ სიმპტომის არსებობა როგორც კლინიკურად, ისე ოპერაციის დროსაც, უმრავლეს შემთხვევაში ტკივილი მუდამ თან-

სდევდათ, გამონაკლისს წარმოადგენს მხოლოდ 14 ავადმყოფი, რომლებსაც ჰქონდათ „ბლოკის“ სიმპტომი დადებითი, ტკივილები კი არ აღინიშნებოდა, 7 შემთხვევაში ტკივილი აღინიშნებოდა კრიპტორქიზმის იმ ინგენალური ფორმების დროს, როდესაც სათესლე ჯირკვალი საზარდულის არხის შეგნითა რგოლთან მდებარეობდა. რაც შეეხება კრიპტორქიზმის აბდომინალურ ფორმებს, ჩვენი მასალის მიხედვით ტკივილს ადგილი არ ჰქონია. გამონაკლისს წარმოადგენდა მარჯვენამხრივი აბდომინალური კრიპტორქიზმის მხოლოდ ერთი შემთხვევა, რომლის დროსაც აღინიშნებოდა გრძელი სათესლე ბაგირაკის არსებობა, რის გამოც სათესლე ჯირკვალი თავისუფლად მოძრაობდა მუცლის ღრუში და იწვევდა შეტევითი ხასიათის ტკივილს მუცლის მარჯვენა ქვემო მესამედში. ჩვენი აზრით, აღნიშნულ ტკივილს იწვევდა მუცლის ღრუში თავისუფლად მოძრაი სათესლე ჯირკვლის არასრული, მაგრამ ხშირი შემობრუნება.

წარმოდგენილ შემთხვევებში ტკივილს ჰქონდა სხვადასხვა ინტენსივობის ხასიათი. ზოგიერთ შემთხვევაში ტკივილი იყო პერიოდული და შეტევითი ხასიათის, განსაკუთრებით მუცლის პრესის დაჭიმვისა და ფიზიკური დატვირთვის დროს. რაც შემთხვევებში კი ტკივილი იყო მუდმივი და ყრუ ხასიათის. ავადმყოფები უჩიოდნენ შეკავებული სათესლე ჯირკვლის არეში სიმძიმის შეგრძნებას.

კრიპტორქიზმის სიმპტომოკომპლექსში ტკივილის მნიშვნელობის შესახებ ერთიანი აზრი არ არსებობს. ნ. ბ. ლ. მ. ე. ნ. ტ. ა. ლ. ი. [3], მ. ს. კ. ვ. ო. გ. ი. [4] და სხვები თვლიან, რომ ტკივილი წარმოადგენს კრიპტორქიზმის გართულების გამომხატველ ნიშანს. მათი აზრით, კრიპტორქიზმის გაურთულებელი ფორმები მიმდინარეობენ სუბიექტური შეგრძნებების გარეშე.

ავტორთა მეორე ჯგუფის: ი. ბ. რ. ს. კ. ი. ნ. ს. [5], ვ. ფ. უ. ქ. ს. ს. [6] და სხვების აზრით კი ტკივილს შეიძლება ადგილი ჰქონდეს კრიპტორქიზმის გაურთულებელი ფორმების დროსაც.

ჩვენი აზრით, ტკივილი არ უნდა წარმოადგენდეს კრიპტორქიზმის გართულების გამომხატველ ნიშანს. უნდა ვიფიქროთ, რომ ტკივილის წარმოშობა შეკავებულ სათესლე ჯირკვალში შეიძლება გამოიწვიოს გარემომცველი ქსოვრების ზეწოლამ. სათესლე ჯირკვალი კი, როგორც ცნობილია, განსაკუთრებულ მგრძობიარობას იჩენს ზეწოლისადმი მასში ბარორეცეპტორების არსებობის გამო.

კრიპტორქიზმს ზოგჯერ თან სდევს ჰორმონალური მოშლილობის ნიშნები, რომლებიც ყველაზე ხშირად გვხვდება სათესლე ჯირკვლის მუცლის ღრუში ორმხრივი შეკავების შემთხვევებში, იშვიათად ორმხრივი ინგენალური კრიპტორქიზმის დროს, ხოლო რაც შეეხება სათესლე ჯირკვლის, როგორც მუცლის ღრუში, ისე საზარდულის არხში ცალმხრივი შეკავების შემთხვევებში ენდოკრინული მოშლილობის ნიშნები იმდენად იშვიათია, რომ მათ რაიმე პრაქტიკული მნიშვნელობა არა აქვთ.

კრიპტორქიზმის დროს არსებული ჰორმონალური მოშლილობანი თავისი კლინიკური მიმდინარეობით შემდეგით გამოიხატება: გენიტალური სიმსუქ-

ნე, ნაკლები თმინობა და თმის ქალური ტიპი ბოქვენზე, გინეკომასტია, მაღალი ხმა, სასქესო ასოს არასაკმარისი განვითარება და სხვა. ასეთი მოშლილობანი უმრავლეს შემთხვევაში განიცდიან უკუგანვითარებას ოპერაციული და ჰორმონალური მკურნალობის შემდეგ, ხოლო რაც შეეხება ფემინიზაციის უფრო მკაფიოდ გამოხატულ ნიშნებს (ფართო მენჯი, გარეთა სასქესო ორგანოების განუვითარებლობა, ინფანტილიზმი, ევსუხოიდიზმი), ასეთნი კრიბტორქიზმის დროს ძალზე იშვიათად გვხვდებიან და ყოველწინარ მკურნალობას სუსტად ან სრულად არ ექვემდებარებიან.

სათესლე ჯირკვლის ცალმხრივი შეკავების შემთხვევებში ნორმალურად მდებარე მეორე ჯირკვალი სავეებით აკმაყოფილებს ორგანიზმის მოთხოვნილებას ჰორმონებით და ამიტომ ცალმხრივი კრიბტორქიზმით დაავადებულ ავადმყოფთა დიდი უმრავლესობის ფიზიკური და ფსიქიკური განვითარება არ განსხვავდება ნორმალურისაგან, თუმცა ვ. ფუქს ი [6] და სხვები მიუთითებენ ორგანიზმის ფსიქიკურ მოშლილობაზე კრიბტორქიზმის როგორც ცალმხრივი, ისე ორმხრივი შეკავების შემთხვევებში.

1947—1961 წწ. გატარებული 350 ავადმყოფიდან კლინიკურად გამოხატული ჰორმონალური მოშლილობა აღენიშნებოდა მხოლოდ 6 ავადმყოფს. ექვსსავე შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა სათესლე ჯირკვლის ორმხრივ შეკავებას, 5 შემთხვევაში სახარდულის არხში და ერთ შემთხვევაში მუცლის ღრუში. ინგვინალური კრიბტორქიზმით დაავადებული 5 ავადმყოფიდან 3-ს ჰორმონალური მოშლილობა გამოხატული ჰქონდა გენიტალური სიმსუქნით. მეოთხე ავადმყოფს გენიტალურ სიმსუქნესთან ერთად აღენიშნებოდა ნაწილობრივი გინეკომასტიაც. მე-5 ავადმყოფს კი ორმხრივ ინგვინალურ კრიბტორქიზმთან ერთად ჰქონდათ ჰიპოფიზის ჰიპოფუნქციაც, რაც კლინიკურად გამოიხატებოდა კრეტინიზმით.

ორმხრივი აბდომინალური კრიბტორქიზმით დაავადებულ მე-6 ავადმყოფს, ჰორმონალური მოშლილობის ნიშნები კლინიკურად უფრო მკაფიოდ ჰქონდა გამოხატული, კერძოდ, აღენიშნებოდა გარეთა სასქესო ორგანოების სუსტი განვითარება, მაღალი ქალური ხმა და საერთოდ ავადმყოფი თავის წლოვანებასთან შედარებით გაცილებით ნაკლებად გამოიყურებოდა.

ექვსსავე ავადმყოფს ჩაუტარდა ჰორმონალური მკურნალობა დამაკმაყოფილებელი შედეგებით.

ამრიგად, წარმოდგენილი მასალის ანალიზის საფუძველზე შეიძლება მივიდეთ იმ დასკვნამდე, რომ ჰორმონალური მოშლილობას არ უნდა ჰქონდეს რაიმე არსებითი მნიშვნელობა კრიბტორქიზმის კლინიკასა, სიმპტომატოლოგიასა და დიაგნოსტიკაში, რაც დასტურდება ჰორმონალური მოშლილობათა სიმცირეში ჩვენ მიერ განხილულ მასალაზე. კრიბტორქიზმით დაავადებული 350 ავადმყოფიდან ჰორმონალური მოშლილობა აღენიშნებოდა მხოლოდ 6 ავადმყოფს, რაც შეადგენს მთელი შემთხვევების მხოლოდ 1,74%-ს.

რაც შეეხება კრიბტორქიზმის დიაგნოსტიკას, იგი არ წარმოადგენს დიდ სიძნელეს, ჩვეულებრივად თვითონ ავადმყოფები ან მათი მშობლები აღნიშნავენ დაავადების შესახებ. ჩვენ სუბიექტური ჩივილების მოსმენის შემდეგ

ვაწარმოებდით ობიექტურ გამოკვლევას. ავადმყოფებს ვსინჯავდით თბილ ოთახში, როგორც წოლით, ისე დგომით მდებარეობაში. დაავადების შემთხვევებში სათესლე პარკში არ ისინჯება ერთი ან ორივე ჯირკვალი. ამასთანავე ინგვინალური კრიპტორქიზმის დროს სათესლე ჯირკვალი შეიგრძნობა საზარდულის არხში ან გარეთა რგოლთან მრგვალი ელასტიკური სიმსივნური წარმონაქმნის სახით. თვით სათესლე პარკი კი უმრავლეს შემთხვევებში მეტნაკლებად არის განუვითარებელი, რაც განსაკუთრებით მკაფიოდ არის გამოხატული სათესლე ჯირკვლის ორმხრივი შეკავების დროს. ზოგიერთ შემთხვევაში სათესლე პარკი იმდენად არის განუვითარებელი, რომ ოპერაციის დროს ჩამოტანილი სათესლე ჯირკვლის მოთაქება მასში ძალზე რთულდება. როდესაც კრიპტორქიზმს თან სდევს საზარდულის თიაქარი, მაშინ სათესლე ჯირკვლის გასინჯვა გაძნელებულია, რადგანაც მას ფარავს თიაქრის შიგთავსი.

სათესლე ჯირკვლის გასინჯვა არ ხერხდება აგრეთვე ინგვინალური კრიპტორქიზმის იმ ზოგიერთ შემთხვევაშიაც, რომელთა დროსაც სათესლე ჯირკვალი ძალზე ატროფიულია და მჭიდროდაა გახვეული ცხიმოვან ქსოვილში. იმ შემთხვევებში კი, როდესაც სათესლე ჯირკვალი შეკავებულია საზარდულის არხის შიგნითა რგოლთან, მისი პალპატორული შეგრძნება ხან ხერხდება და ხან არა.

საკუთარი კლინიკური მასალის განხილვისას კრიპტორქიზმის დიაგნოსტიკაში ჩვენ განსაკუთრებულ ყურადღებას ვაქცევდით ე. წ. „ბლოკის“ სიმპტომს. ეს სიმპტომი, როგორც ამას სახელწოდება გვიჩვენებს, წარმოადგენს მექანიკურ დაბრკოლებას, რომელიც ხელს უშლის ნორმალურად განვითარებულ სათესლე ჯირკვლის პარკში ჩამოსვლას. იგი დამახასიათებელია მხოლოდ კრიპტორქიზმის ინგვინალური ფორმებისათვის.

სკოტერმა [2] როგორც კლინიკურად, ისე ანატომიურად 11 ახალშობილზე დაადგინა საზარდულის არხის გარეთა რგოლთან მექანიკური დაბრკოლების არსებობა ფიბროზული შემაერთქსოვილოვანი ძვიდის სახით. ავადმყოფებს სათესლე ჯირკვალი დაბადებიდანვე მოთავსებული ჰქონდათ საზარდულის არხის გარეთა რგოლთან, რომელიც ზომითა და კონსისტენციით უახლოვდებოდა ნორმას და სათესლე ჯირკვალი დროთა განმავლობაში არ იცვლიდა თავის მდებარეობას, ხელით მისი ჩამოტანა სათესლე პარკში არ ხერხდებოდა.

მასალის ანალიზის საფუძველზე, გარდა ზემოაღნიშნული სიმპტომებისა, ჩვენ მიერ კლინიკურად დადგენილ იქნა შემდეგი დამატებითი სიმპტომების არსებობა:

1. სათესლე ჯირკვლის ხელით პარკში ჩამოტანის ცდის დროს შეიგრძნობოდა მექანიკური დაბრკოლება, რაც არ აძლევდა ჯირკვალს სათესლე პარკში ჩასვლის საშუალებას.
2. სათესლე ჯირკვლის პარკში ჩამოტანის ცდა იწვევდა ძლიერ ტკივილებს.
3. სათესლე ჯირკვლის უჯან, საზარდულის არხში შებრუნება ხერხდებოდა, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ საზარდულის არხი და მისი გარეთა რგო-

ლი ნორმალურადაა განვითარებული, სათესლე ჯირკვალი და მისი ბავირაკი არ არის შეზღუდული ირგვლივ მდებარე ქსოვილებთან.

სკორერის მიერ აღწერილ და ჩვენ მიერ დამატებით დადგენილ კლინიკურ სიმპტომოკომპლექსს „ბლოკის“ სიმპტომი ვუწოდეთ.

ამრიგად გამოირკვა, რომ იგენალური კრიბტორქიზმით დაავადებული 147 ავადმყოფიდან 94 (64%) შემთხვევაში აღინიშნებოდა „ბლოკის“ სიმპტომის არსებობა.

აღნიშნულ სიმპტომს დადებითად ვთვლიდით იმ შემთხვევებში, როდესაც სათესლე ჯირკვალი ბავშვის დაბადებიდანვე ისინჯებოდა ბოქვენის ძვალთან (საზარდულის არხის გარეთა რგოლთან) და წლების მანძილზე, ბავშვის ზრდის მიუხედავად, არ იცვლიდა თავის ადგილმდებარეობას. ამასთანავე სათესლე ჯირკვალი, როგორც წესი, იყო ნორმალური ზომისა და კონსისტენციის, ან უხასლოდებოდა ნორმას. სათესლე ჯირკვლის პარკში ჩამოტანის ყოველი ცდა უშედეგოდ მთავრდებოდა. ხსენებული მანიპულაცია ძლიერ ტკივილს იწვევდა.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე დავრწმუნდით, რომ ზემოაღნიშნულ სიმპტომს კრიბტორქიზმის დროს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ოპერაციის ასაკის დადგენისათვის. თუ „ბლოკის“ სიმპტომი დადებითია, მაშინ ოპერაცია უნდა ჩატარდეს ნაადრევ ასაკში, რადგან არავითარი იმედი არ უნდა ვეჭონით იმისა, რომ როდესმე მოხდება სათესლე ჯირკვლის სპონტანური დაშვება პარკში.

ნამდვილი კრიბტორქიზმი ხშირად შეიძლება შეგვეშალოს ე. წ. ცრუ კრიბტორქიზმში (მცოცავი ჯირკვალი), რომლის მიზეზსაც წარმოადგენს სათესლე ჯირკვლის ამწევი კუნთის (კრემასტერი) სპაზმი, რის გამოც სათესლე ჯირკვალი აწეულია მაღლა და საზარდულის არხის გარეთა რგოლთან მდებარეობს.

ნამდვილი და ცრუ კრიბტორქიზმის სადიფერენციაციოდ ავადმყოფები ისინჯებოდა როგორც ჯდომით, ისე წოლით მდებარეობაში, თბილ ოთახში. კრემასტერის სპაზმის სითბოს დახმარებით მოხსნის შემდეგ, სათესლე ჯირკვალი თავისით ჩამოდიოდა სათესლე პარკში ან თავისუფლად ხდებოდა მისი ჩამოტანა ხელით. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ ცრუ კრიბტორქიზმი უფრო ხშირად გვხვდება მხოლოდ მცირეწლოვან ბავშვებში.

კრიბტორქიზმის დიაგნოზის დადგენისას მხედველობაში ვიღებდით სათესლე ჯირკვლის განვითარების სხვადასხვა ანომალიებს, როგორცაა: მონორქიზმი (ერთი სათესლე ჯირკვლის არარსებობა), ანორქიზმი (ორივე სათესლე ჯირკვლის სრული არარსებობა), ტრიორქიზმი (სამი სათესლე ჯირკვალი), სათესლე ჯირკვლის ექტოპია, რომლის დროსაც სათესლე ჯირკვალი არ გამოდის თავისი ნორმალური გზით, ე. ი. არ გაივლის საზარდულის არხს და სათესლე პარკის გარეთ მდებარეობს სხვადასხვა მიდგომში. იგი უმეტესად თავსდება საზარდულისა და ბარძაყის არეში კანქვეშ, შორისის მიდამოში და სხვა.

სათესლე ჯირკვლის მდებარეობის ზემოაღნიშნულ ანომალიებს ჩვენ მიერ წარმოდგენილ მასალაზე არც ერთ შემთხვევაში არ შევხვედრივართ.

ვარდა ზემოაღწერილი ანომალიებისა, არსებობს აგრეთვე სათესლე ჯირკვლის ისეთი იშვიათი ანომალია, რომლის დროსაც ორივე სათესლე ჯირკვალი მდებარეობს ცალ მხარეს (მუცლის ღრუში, საზარდულის არხში ან სათესლე პარხში), რაც შეიძლება ზოგჯერ გახდეს დიაგნოსტიკური შეცდომის მიზეზი.

ჩვენს მასალაზე სათესლე ჯირკვლების ასეთ ანომალიას შევხვდით მხოლოდ ერთ შემთხვევაში, როდესაც ორივე სათესლე ჯირკვალი მოთავსებული იყო საზარდულის არხში მარჯვენა მხარეს.

სათესლე ჯირკვლების ასეთი ანომალია, მართალია, ძალზე იშვიათია, მაგრამ იგი ყოველთვის უნდა გვახსოვდეს კრიპტორქიზმის დიაგნოსტიკის დროს.

დასკვნები

1. კრიპტორქიზმის ინგვინალური ფორმის ერთ-ერთ უხშირეს მიზეზს წარმოადგენს მექანიკური დაბრკოლება შემეერთქსოვილოვან-ფიბროზული ძვიდის სახით (64%). რაც შეეხება კრიპტორქიზმის გამომწვევ სხვა ეტიოპათოგენურ ფაქტორებს, მათი ზვედრითი წონა შედარებით ნაკლებია.

2. ინგვინალური კრიპტორქიზმის დიაგნოსტიკაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს „ბლოკის“ სიმპტომს.

3. „ბლოკის“ სიმპტომის არსებობა წარმოადგენს ოპერაციული მკურნალობის აუცილებელ ჩვენებას.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Д. С. НАТРИАШВИЛИ

ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ И КЛИНИКА КРИПТОРХИЗМА

Резюме

Наиболее частой причиной ингинального крипторхизма является механическое препятствие у наружного пахового кольца в виде соединительнотканной фиброзной перегородки, которая должна представлять собой фасцию Сварпа с ненормальным прикреплением к лобковой кости. Эти анатомические преграды обуславливают клиническое проявление симптома «блока», имеющего место на нашем материале в 64 случаях.

Самым главным и существенным показанием к операции при паховом крипторхизме является наличие симптома «блока».

Гормональные нарушения и остальные причины не представляют собой решающего фактора в этиологии, патогенезе и клинике пахового крипторхизма.

Задержку яичка в брюшной полости можно считать пороком эмбрионального развития.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Н. Смирнов. О местных причинах задержки яичка (по материалам клинических наблюдений). Урология. 1, 1958, 17—21.
2. C. G. Scorer. A treatment of undescended testicle in infancy. Arch. Dis. Child., 32, 166, 1957, 520—522.
3. Н. Л. Блументаль. К вопросу о патологии задержанных яичек. Русская клиника, т. 3, № 14, 1925, 951—963.
4. М. А. Скворцов. К вопросу о причинах опускания яичек. Сборник, посвящ. памяти Федынского, М., 1927, 187—191.
5. Я. М. Брускин. К вопросу об операции низведения яичка в мошонку при крипторхизме. Урология. 1, 1923, 25—30.
6. В. Т. Фукс. К обоснованию оперативного лечения крипторхизма. Операция по методу Омбредана. Хирургия, № 2, 1937, 142—154.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

О. С. МАРКАРОВА

ФУНКЦИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И ЯИЧНИКОВ
У БОЛЬНЫХ КЛИМАКТЕРИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 14.12.1963)

Функциональное состояние щитовидной железы, как известно, зависит до некоторой степени от физиологического состояния женской половой сферы: изменяется в связи с нормальным менструальным циклом [1], беременностью [2] и имеет определенное значение в этиологии расстройств менструальной функции [3].

Функциональная активность щитовидной железы изменяется также в связи с климактерическим периодом [4].

Особый интерес представляет функциональное состояние щитовидной железы при патологически протекающем климаксе, так как при нем, так же как при гипертиреозах, наблюдаются «приливы», потливость, головные боли, раздражительность, бессонница и другие сходные симптомы, нередко приводящие к неправильной диагностике и лечению.

М. А. Арсеньева и В. П. Лекишвили [5], изучая поглощение радиоактивного йода щитовидной железой у 111 больных с климактерическим неврозом нашли у 20 из них низкие показатели поглощения, типичные для гипотиреоза, у шести же поглощение превышало верхние границы нормы.

Е. М. Вихляева [4], сравнивая функцию щитовидной железы у женщин с климактерическим синдромом и без него, нашла, что повышенная функция наблюдалась в обеих группах в равном числе случаев, Н. В. Свечникова [6] из 150 больных климактерическим синдромом у 78 обнаружила пониженное поглощение радиоактивного йода щитовидной железой, у 21—повышенное, а у 51 включение йода было нормальным. Автор считает, что функция щитовидной железы играет определенную роль в возникновении климактерического синдрома.

Изучением роли измененной функции щитовидной железы при осложнениях климактерическим синдромом занимались и другие авторы, получившие разноречивые результаты [7].

Что касается гормональной функции яичников при климаксе, то она не всегда укладывается в классическую схему Б. Цондека [8], который впервые разграничил климактерический период женщины с точки

зрения гормональных изменений на три фазы: полифолликулиновую, олигофолликулиновую, полипролановую. Часто границы между фазами стираются и в схеме не учитывается тяжесть климактерических расстройств [9].

Поскольку климакс—явление физиологическое, при котором происходит адаптационная функциональная перестройка организма женщины, необходимо учитывать также состояние других эндокринных желез, таких, как кора надпочечника, щитовидная железа, изменение функций которых вносит своеобразие в течение климактерического периода.

В. Г. Баранов [5] указывает, что в генезе климакса, менопаузы и климактерического невроза гормональный фактор не является определяющим. Это подтверждается исследованиями автора, который нашел, что уровень гонадотропинов, а также эстрогенов у женщин с климактерическим синдромом и без него колеблется в одинаковых пределах как в периоды возрастного нарушения цикла, так и при менопаузе.

О том, что экскреция эстрогенов продолжается долгое время после наступления менопаузы, имеются многочисленные наблюдения отечественных и иностранных авторов [10].

Как известно, о функции яичников, об их эстрогенной активности можно судить косвенно, наблюдая циклические изменения влагиалищного эпителия. Г. Папаникалау и Е. Шорр [11] описали шесть типов вагинальных мазков в менопаузе. Они отличаются друг от друга различным соотношением эпителиальных клеток и количеством лейкоцитов.

Ю. В. Дрейзин [12], исследуя цитологическую картину влагиалищного мазка при климаксе, установил, что функция яичников, по данным мазков, не прекращается даже в возрасте 60—70 лет и что явления климактерического синдрома могут наступать и при очень большом количестве эстрогенов в организме.

Целью наших исследований было выяснение функционального состояния щитовидной железы и яичников у женщины при климактерическом синдроме в зависимости от возраста, характера расстройств менструальной функции, тяжести течения климактерического синдрома, а также состояния функции щитовидной железы в зависимости от ее увеличения.

Было обследовано 67 женщин с явлениями климактерического синдрома в возрасте от 33 до 55 лет.

Функция яичников изучалась с помощью следующих диагностических тестов: цитологии влагиалищных мазков, измерения базальной температуры, определения феномена «зрачка» и «папоротника», а при необходимости и путем диагностического выскабливания полости матки.

Различали шесть степеней эстрогенной насыщенности организма: 1) выраженное эстрогенное влияние, 2) легкая степень, 3) умеренная, 4) значительная недостаточность эстрогенов, 5) выраженные и 6) резко выраженные регрессивные сдвиги.

Функцию щитовидной железы определяли радиоактивным йодом I-131, который давался в количестве 1—2 микрокури в 40%-ном растворе глюкозы, натошак. Включение йода в железу определялось на аппарате Б-2, в процентах от введенной дозы, в течение 6 часов, через каждые 30 минут и через 24 часа. За норму поглощения I-131 через 2 часа принимали 5—8%, а через 24 часа 10—30%.

Основной обмен определялся по количеству поглощенного кислорода на аппарате «Эвграф». За норму принимали отклонения в пределах $\pm 15\%$.

Холестерин крови определялся по методу Смирновой и Энгельгардта, за норму принимали 140—200, 0 мг%.

Результаты всех исследований при наличии количественных различий и полученных данных подверглись статистическому анализу.

Больные в возрасте от 33 до 55 лет были разделены на три группы: от 33 до 40 лет (19 женщин), от 41 года до 50 лет (38), от 51 года до 55 лет (10).

Климактерическое изменение менструальной функции было у 39 женщин, менопауза различной продолжительности — у 28. Средний возраст начала проявлений климактерического синдрома у наших больных—40, 1 года (32—49). Средний возраст наступления менопаузы — 44,8 года (29—54). Ранее наступление менопаузы (до 40 лет) было у шести женщин. Позднее наступление менопаузы (после 50 лет) у четырех женщин.

По интенсивности проявления симптомов климактерического синдрома, а также в зависимости от общего состояния больных и состояния их трудоспособности выделены две группы: 1) с тяжелым климактерическим синдромом—33 женщины и 2) с климактерическим синдромом средней тяжести—34 женщины.

Из общего числа (67) больных повышенная функция щитовидной железы по поглощению I-131 была у девяти. Среднеарифметическая 24-часового поглощения у них 40% (31—53,3). Пониженная функция была у семи женщин, среднеарифметическая 24-часового поглощения у них 6,92% (2,2—9,8%). Нормальная функция была у 51 больной, среднеарифметическая 24-часового поглощения у них 20,36% (10—30%).

Увеличение щитовидной железы I и II степени было у 15 женщин в возрасте 33—50 лет. Исключив две группы больных с явно измененной функцией щитовидной железы, мы изучили ее состояние в зависимости

от степени увеличения. При сравнении статистически обработанных данных поглощения I-131 (1, 2, 4, 6 и 24-часового) выяснилось, что поглощение йода щитовидной железой, увеличенной (I и II степени) и неувеличенной, не различается значительно и находится в пределах средней нормы.

При изучении функции щитовидной железы в зависимости от возраста больных, не исключая случаев с явно измененной функцией в сторону ее повышения или понижения, установлено, что в возрасте 41—50 лет поглощение I-131 щитовидной железой несколько более высокое. В этой группе больных повышенная функция щитовидной железы встречалась чаще (у 5 из 9).

Таблица 1
Сравнение кривых поглощения I-131 щитовидной железой, основной обмен и холестерина крови в зависимости от возраста больных климактерическим синдромом

Время включения I-131 в % от введенной дозы	В о з р а с т		
	33—40 лет	41—50 лет	51—55 лет
2 часа	6,65	8,16	7,1
4 часа	10,51	14,27	10,8
6 часов	12,3	16,3	12,3
24 часа	18,76	23,03	20,24
Основной обмен в %	105,3	114	117,3
Холестерин крови в мг %	162,8	155,8	174,3

Основной обмен соответствовал показателям поглощения радиоактивного йода в возрасте 33—40 и 41—50 лет, в возрасте же 51—55 лет составлял 117%. Повышение можно поставить в связь с тем, что в этом возрасте у больных наблюдались проявления сердечно-сосудистых нарушений, которые, как известно, влияют на поглощение кислорода и основной обмен.

Холестерин крови оставался в пределах нормальных колебаний.

Эстрогенная насыщенность организма, прослеженная по цитологической картине вагинальных мазков, в зависимости от возраста позволила установить следующее: в возрасте 33—40 лет случаи с относительной сохранностью эстрогенов (выраженное влияние эстрогенов, легкая и умеренная недостаточность эстрогенов) встречались почти у всех больных (у 18 из 19). В возрасте 41—50 лет случаи с относительной сохранностью эстрогенной насыщенности (25) явно преобладали над случаями с эстрогенной недостаточностью (13). В возрасте 51—55 лет относительная сохранность эстрогенной насыщенности была установлена только у двух больных, значительная недостаточность эстрогенов и резко выраженные регрессивные сдвиги — у восьми.

Таким образом, эстрогенная активность яичников снижалась с возрастом в основном в возрасте 51—55 лет, у больных в менопаузе различной продолжительности.

При распределении больных в зависимости от нарушений менструальной функции типа «гипер- и гипоменструального синдрома», а также в менопаузе значительной разницы в поглощении I-131 щитовидной железой больных установить не удалось. Основной обмен и холестерин крови существенно не различались и находились в пределах нормальных колебаний.

Таблица 2

Сравнение кривых поглощения I-131 щитовидной железой и основного обмена больных климактерическим синдромом в зависимости от различного характера расстройств менструальной функции

Время включения I-131 в % от введенной дозы	Гиперменструальный синдром	Гипоменструальный синдром	Менопауза
2 часа	7,2	8,06	7,86
4 часа	12,19	13,03	12,85
6 часов	14,2	14,55	14,85
24 часа	21,4	21,5	21,3
Основной обмен в %	115	110,8	113

Эстрогенная насыщенность организма больных с различными типами расстройств менструального цикла была почти одинаковой и сохранялась. Что касается больных в менопаузе, то у них преобладала резко выраженная недостаточность (у 19 из 28) эстрогенов, которая падала с увеличением длительности менопаузы.

При распределении больных по степени тяжести течения климактерического синдрома установлено, что включение радиоактивного йода щитовидной железой больных с тяжело протекающим климаксом (для каждого 1, 2, 4, 6 и 24-часового исследования) было вдвое выше, чем у больных с климактерическим синдромом средней тяжести.

Таблица 3

Сравнение кривых поглощения I-131 щитовидной железой, основного обмена и холестерина крови больных в зависимости от тяжести течения климактерического синдрома

Климактерический синдром	Поглощение I-131 в %					Основной обмен в %	Холестерин в мг%
	1 час	2 часа	4 часа	6 часов	24 часа		
Тяжелый	5,9	9,8	16,7	19,6	28,7	115,7	152,4
Средней тяжести	3,3	5,5	8,4	9,5	14,6	107,2	163,4

Основной обмен соответствовал данным поглощения радиоактивного йода щитовидной железой через 24 часа.

При анализе цитологической картины вагинальных мазков у женщин в зависимости от тяжести течения климактерического синдрома существенной разницы установить не удалось. Тяжесть течения климакса не зависела от эстрогенной насыщенности организма.

Выводы

1. При климактерическом синдроме одинаково часто могут встречаться случаи с повышенной и пониженной функцией щитовидной железы.

2. Некоторое повышение поглощения радиоактивного йода щитовидной железой установлено у больных в возрасте 41—50 лет.

3. Значительная разница установлена в функциональном состоянии щитовидной железы в зависимости от тяжести течения климактерического синдрома.

4. Эстрогенная активность яичников не влияет на степень тяжести климактерического синдрома, она снижается с возрастом и резко падает с увеличением длительности менопаузы.

5. Установлено, что дисфункция щитовидной железы, которая проявляется у больных с тяжелым течением климактерического синдрома, ухудшает и осложняет его течение.

6. Дисфункция эта, по-видимому, не связана непосредственно с понижением функции яичников, так как одинаково часто встречается как при достаточном эстрогенном влиянии, так и при резко выраженной недостаточности эстрогенов, может проявиться в любом возрасте и при различном характере расстройств менструальной функции.

Научно-исследовательский институт
акушерства и гинекологии

(Поступило в редакцию 14.12.1963)

კლინიკური მკვლელობა

ო. მარკაროვა

საკმერცხეებისა და ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციის
კლიმაქტერული სინდრომის დროს

რეზიუმე

ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციონალური მდგომარეობა ხასიათდება თავისებური მერყეობით, რაც დამოკიდებულია ქალის სასქესო სფეროს ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე: იგი იცვლება ნორმალური მენსტრუალური ციკლისა და ორსულობის დროს. მას მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია მენსტრუალური ციკლის მოშლის ეთიოლოგიაში.

ვინაიდან კლიმაქტერული სინდრომის განვითარებისას და ჰიპერთიროიზების დროს ადგილი აქვს ერთი და იგივე სიმპტომების გამოვლინებას („ალები“, ზედმეტი ოფლიანობა, თავის ტკივილი და სხვა), დიდ ინტერესს წარმოადგენს ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციის გამოკვლევა, რაც უზრუნველყოფს სწორ დიაგნოსტიკასა და მკურნალობის ჩატარებას.

ჩვენი გამოკვლევების მიზანს შეადგენდა გაგვეჩვია ფარისებრი ჯირკვლისა და საკვერცხეების ფუნქციის მდგომარეობა კლიმაქტერული სინდრომის დროს, დაკავშირებით დაავადების სიმძიმესთან, ჯირკვლის გადიდებასთან, ასაკთან და მენსტრუალური ციკლის მოშლის ხასიათთან.

გამოკვლეული იყო 67 ქალი 33-დან 55 წლამდე ასაკისა. ყველა შემთხვევაში ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციის ვსწავლობდით რადიოაქტიული იოდით, ძირითადი ცელს და სისხლში ქოლესტერინის განსაზღვრით. საკვერცხეების ფუნქციის მდგომარეობის დასადგენად წარმოებდა საშოს ნაცხების ციტოლოგიური შესწავლა, „გვიმრის“ და „გუგის“ ფენომენისა და ბაზალური ტემპერატურის განსაზღვრა.

ჩატარებული გამოკვლევების შედეგები დამუშავებული იყო ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდის გამოყენებით.

გამოკვლევებით მიღებული მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია გაგვეთხრო დასკვნები, რომ კლიმაქტერული სინდრომით დაავადებულ ქალთა შორის თანაბარი რაოდენობით აღინიშნება ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციის აწევა და დაქვეითება (67-დან, შესაბამისად 9 და 7). ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქცია უფრო სშირად მომატებულია 41—50 წლის ასაკის ავადმყოფებში. კლიმაქსის მიმე ფორმის დროს ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქცია აღმოჩნდა ორჯერ მაღალი, ვიდრე საშუალო სიმძიმით მიმდინარეობისას.

რაც შეეხება ორგანიზმის ესტროგენებით დატვირთვას, ის არ განიცდის ცვლილებას კლიმაქსის სიმძიმის გავლენით, არამედ კლებულობს ამენორეის ხანგრძლივობასთან და ასაკთან დაკავშირებით.

ფარისებრი ჯირკვლის დისფუნქცია ჰიპერეთიოზის მოვლენებით, ართულებს მდგომარეობას და საგრძნობლად ამძიმებს სინდრომის მიმდინარეობას.

დამოუკიდებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. В. Иконен и С. К. Кунина. Изменение функции щитовидной железы под влиянием менструации. Акушерство и женские болезни, 41, 3, 1930.
2. Л. И. Лобановская и др. К вопросу о функциональном состоянии щитовидной железы при беременности. В кн.: „Зобная болезнь“. Киев, 1956.
3. С. К. Лесной. Женская половая сфера при гипертиреозах и базедовой болезни взрослых. Проблемы эндокринологии, 5, в. 1, № 1, 1940.
4. Е. М. Вихляева. Некоторые вопросы физиологии и патологии климактерия у женщин. Автореферат, М., 1963.
5. Г. Баранов. Климактерий и климактерический невроз. Труды I съезда акушеров и гинекологов РСФСР, Л., 1961.
6. Н. В. Свечникова. Функция щитовидной железы и ее роль в патологических проявлениях климакса. В кн.: „Вопросы геронтологии и гериатрии“, Л., 1962.

7. М. В. Фейгин и Н. И. Абдулаева. К вопросу о тиреотоксикозах при климактерическом неврозе. В кн.: „Годичная научная сессия Всесоюзного института экспериментальной эндокринологии“, М., 1961.
8. Б. Цондек. Гормоны яичника и передней доли гипофиза. Сельхозиздат, 1938.
9. Е. И. Кватер. Гормональная диагностика и терапия в акушерстве и гинекологии. Медгиз, М., 1960.
10. S. M. McBride. Estrogen excretion levels in the normal post menopausal Woman. J. Clin. Endocrinol., 17, 12, 1957.
11. G. Paranicolau u E. Shorr. Menopausa and amenorea. Amer. J. Obstetr., 1936, 31.
12. Ю. В. Дрейзин. Цитологическая картина влагалищных выделений у женщины и различные фазы климактерического периода. Научные известия, 16, Казахский медицинский институт, 1960.



ბ. გივინიძის მიერ

ოდ ელემენტის შემცველი მართი ზმნური ფუძის აზიზულობისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. აბულაძემ 9.12.1963)

უწოდა ზმნა ძველ ქართულში ორი ძირითადი მნიშვნელობით გვხვდება: ერთია — „დარქმევა (სახელისა)“, მეორე — „მოხმობა“, „დაძახება“.

სამეცნიერო ლიტერატურაში აღნიშნულია, რომ წოდ ფუძეში გამოიყოფა -ოდ ელემენტი. არნ. ჩიქობავა ძირად წს გამოყოფს ქართული წოდ- ფუძის ჭანურ ჭანდ- და მეგრულ ჭან- ფუძეებთან შედარების საფუძველზე [1], ივ. ქავთარაძე კი ემყარება უწოდა ზმნის შეპირისპირებას ქართულ უწესს და მეგრულ უწუ ზმნებთან [2]. ორსავე ავტორთან -ოდ მიჩნეულია ფუძის საწარმოებელ აფიქსად.

ძირად წს გამოყოფის სასარგებლოდ მეტყველებს კიდევ ერთი ამავე მნიშვნელობის მქონე წს შემცველი ზმნური ფუძის არსებობა. ეს ფუძე დადასტურებულია მიიწანა, მიუწანებთან ფორმებში, რომლებიც იხმარება მიხაღნა, მოუწოდა ზმნათა პარალელურად მეფეთა წიგნების ომკისეულ რედაქციამ¹:

ომკი: და მიიწანა მან ყოველნი ძენი მეფეთანი იერუს.: და მიხაღნა ყოველნი იგი ძენი მეფისანი ბაქ.: და მოუწოდა აბესალომ ყოველთა ძეთა მეფისა

II მეფ. 12,23

ომკი:... და დაუწყუდიეს ზროხაჲ და ცხოვარი და დიდძალი კრავები და მიუწანებთან ყოველნი ძენი მეფისანი... ბაქ.: და დაკლა ზვარაკთა და კრავთა და ცხოვართა სიმრავლე და თანა-მიიწოდა ყოველნი ძენი მეფისანი...

III მეფ. 1,25

ამრიგად, გვაქვს წ ძირის შემცველი ერთისა და იმავე (ან მახლობელი) მნიშვნელობის სამი ზმნური ფუძე წ-ეს, წ-ან, წ-ოდ. -ეს, -ან და -ოდ კომპონენტთა მიმართება არაა დადგენილი. ვფიქრობთ, -ოდ, ფუნქციის მხრივ, -ეს და -ან ელემენტთა ეკვივალენტური არ უნდა იყოს.

უაღრესად საყურადღებოა ის გარემოება, რომ ძველი აღთქმის ზოგ წიგნში უწოდა დადასტურებულია ნომინატიური კონსტრუქციით:

და უწოდა ან გელ ოზი ღმრთისაჲ აგარს ზეციით... შეს. 21, 17.

უწოდა მას ან გელ ოზი უფლისაჲ ზეციით და ჰრქუა... შეს. 22, 11.

და უწოდა ან გელ ოზი უფლისაჲ ზეციით მეორედ აბრაჰამს... შეს. 22, 15.

უწოდა ღმერთი მოსეს და ეტყოდა... ლევიტელთაჲ 1,1.

¹ მიწანება, წანა ფორმები შენიშნული აქვს ნ. მარს. იგი მათ უკავშირებს სვანურ ოი-წნ-ავ-ი-ს, რაც, მისი აზრით, „მიწვევას“, „დაპატიუებას“ ნიშნავს [3].



უწოდა აქ როგორც კონსტრუქციით, ისე დაბოლოებით (-ოდ-ა) სრულდებოდა ანალოგონია ზმნებისა ესჯოდა, ევლტოდა, უხაროდა. მაგრამ ეს უკანასკნელი ხომ ნამყო უსრულის ფორმებს წარმოადგენენ? ეს ფაქტი აღძრავს საკითხს: ხომ არაა უწოდა-ც ნამყო უსრული? ხომ არ შეიძლება უწოდა-ში -ოდ გამოცემით ნამყო უსრულის აფიქსად შემდეგი შეფარდების საფუძველზე:

ევლტოდა: უხაროდა = ესჯოდა: უწოდა.

უწოდა-ს ნამყო უსრულად მიჩნევა ვერ დააბრკოლებს ის ფაქტი, რომ იგი, ჩვეულებრივ, ერგატიული კონსტრუქციითაა წარმოდგენილი. ერგატიული კონსტრუქცია შეიძლება გვექნდეს გარდამავალი ზმნის ნამყო უსრულთან, თუ ეს ნამყო უსრული მარტივი ფუძიდანაა ნაწარმოები ანუ ე. წ. არქაული ნამყო უსრულია ([4], გვ. 64—65).

-ოდ ელემენტის რაობის გარკვევისათვის გასაღებს იძლევა კავშირებითი კილოს, კერძოდ I კავშირებითის, წარმოების წესი ძველ ქართულში. როგორც ცნობილია, კავშირებითი I ემყარება ნამყო უსრულის ფუძეს. თუ ნამყო უსრული დ-ონითაა ნაწარმოები, კავშირებითი კილო ამ დ-ონზე ე ხმოვნის დართვით იწარმოება (კლვი-დ-ა—კლვი-დ-ე-ს, ეგლოვ-დ-ა—ეგლოვ-დ-ე-ს და ა. შ.), ხოლო თუ ნამყო უსრული -ოდ აფიქსითაა ნაწარმოები, კავშირებითის ნიშნად მასზე დართული o გვექნება. უფრო მარტივად რომ ვთქვათ, კავშირებითი კილოს o მორფემის დისტრიბუცია ასეთია: იგი გვხვდება მხოლოდ და მხოლოდ უშუალოდ -ოდ მორფემის შემდეგ.

I კავშირებითის -ოდ-ი დაბოლოებით წარმოება კარგადაა ცნობილი სამეცნიერო ლიტერატურაში ([5], გვ. 137; 4, 6). ამგვარი ფუნქციით -ოდ-ი ანი ფორმები უძველეს ქართულ ძეგლებში დასტურდება [6]. ცნობილია აგრეთვე, რომ -ოდ-ი დაბოლოებიან კავშირებითთან საზიარო ფორმის მქონე ე. წ. „უწყვეტლის ხოლმეობითი“ შედარებით გვიანდელი მონაცემია [7,8]. მოვიტანთ რამდენიმე მაგალითს -ოდ-ი ფორმანტით ნაწარმოები I კავშირებითის საილუსტრაციოდ:

რბოდე კეთილად, რაათა არა გრულუფ-ოდ-ი-ს

ილარ. პალ. ცხ. (სინა № 11)—326r

მე ვგრე გყო შენ, ზ პირუტყო, რაათა არღარა ჰხლდებოდა

ილარ. პალ. ცხ. (სინა № 11), 324v

წყურილითა მოგაყმო შენ და შრომით რუდუნებისათა მოგდრიკო შენ და სიცხითა განგავმო შენ, რაათა არაწმიდებათა ამითთს გელმოღის შენ...

ილარ. პალ. ცხ. (სინა № 11), 324v

გლოცვიდენ ღათუ და გეტყოღან: მოედ ჩუენ თანა და მეზიარე სისხლსა და ვარწყით კაცი მართალი სიცრუვით...

იგავთა (A—51)—1,11

გვედრები, უფალო, იტყოღის მონაჲ შენი წინაშე შენსა და ნუ განპრისხნები... შეს. 44,18.

და იყოს დან გუელ გზასა ზედა... და უკბენდეს ტერფთა ცხენთასა და დაეცეს მკედარი მართლუქენ და მაცხოვარებასა უფლისასა მიელოღის.

შეს. 49,17—18.

და შეგვეწოდის შენ ღმერთი ჩემი და გაკურობოს შენ კურობევითა ზე-
ცისადათა ზეგარდამო... შეს. 49,25.

... არა იცნობებოდა იფობაჲ ქუეყანასა ზედა სიყმილისაგან ყოვლისა
ამის შემდგომად... შეს. 41,31 (A—179).

-ოდ-ო-თ ნაწარმოები კავშირებითი კილოს ფორმები შეიძლება დრო-კი-
ლოთა მე-2 ჯგუფის ფუძესაც ემყარებოდეს:

და აღდგომილი ვიდოდი და არა მოგვუღეთ ჩუენცა და შენ და დედა-
წული ჩუენი. შეს. 43,8 (A—179).

... რაათა რაჟამს მოვიდეს ცხოვარი სუმაღ წყლისა... მიჰხედოდიან
ცხოვართა მათ კუერთებესა მას. შეს. 30,38 (A—51, H—1207).

ხალოდი მათ და არა მიგავგონ შენ.

იერემია 7,27 (A—455).

რაათა ვითარცა მოვიდოდიან ცხოვარნი სუმაღ... დაისახლიან ცხო-
ვარნი კუერთხთებრ. შეს. 30,38 (A—179).

თუ გაგიფიქრებინებთ იმ გარემოებას, რომ კავშირებითი კილოს გაგე-
ბას ი აფიქსი მხოლოდ ნამყო უსრულის -ოდ ფორმანტზე დართვისას იძლევა
და რომ მარტივ ფუძეზე ი-ს დართვით ნაწარმოები II ხოლმეობითი კავშირე-
ბითის მნიშვნელობით არ გვხვდება, უწოდა ზმნის აგებულების საკითხი ახლე-
ბურად დაისმის. საქმე ისაა, რომ წოდ ფუძიდან კავშირებითი კილო ხში-
რად იწარმოება ი აფიქსით. მაგალითები:

1. ჰრქუა ღმერთმან აბრაჰამს: ჰე ესერა სარა გიშვეს შენ იწ და უწოდი
სახელი მისი ისაკ. შეს. 17, 19

ბერძნ. *ახლქსეც* (მყოფადი)

2. უკუეთუ გიწოდის შენ ფარაო და გრქუას: რაჲ არს საქმწ თქუენი,
თქუთ... შეს. 46, 33—44.

ბერძნ. *ახლქსე* (აორ. I-ის კავშირებითი)

სომხ. *კიჯხეც* (კავშ. II)

3. აჰა-ესერა მიდგომილ ხარ შენ და შეე იწ და უწოდი სახელი მისი
ისმაელ... შეს. 16, 11.

ბერძნ. *ახლქსეც* (მყოფადი)

სომხ. *კაჯხეცხუ* (კავშ. II)

4. და ჰრქუა უფალმან მოსეს: მე წარვიდე წინაშე შენსა დიდებითა ჩე-
მითა და უწოდი¹ სახელითა უფლისადათა წინაშე შენსა. გამოსლევითაჲ, 33,19.

სომხ. *კიჯხეც* (კავშ. II, I პირი, მხ. რ.)

5. და მოუწოდი იესეს და ძეთა მისთა... და გაუწყო შენ რაჲ-იგი ჯერ-
-არს შენდა ყოფად... I მეფ. 16, 3 (ოშკის ბიბლია).

ბაქარის გამოცემა: მოუწოდო

ბერძნ. *ახლქსეც* (მყოფადი)

სომხ. *კიჯხეცხუ* (კავშ. II)

6. და იყო მას დღესა შინა, მოუწოდი მონასა ჩემსა ელიაკიმს, ძესა
ქელკიანისასა. ესაია 20, 20 (ოშკი).

(¹ უწოდი აქ პირველი პირის ფორმაა (= ვუწოდი).

- ბაქარისეული რედაქცია: უწოდო
 ბერძნ. *αχλίστα* (მყოფადი, I პირი) „მოვუწოდებ“
 სომხ. *կոչեցի* (კავშ. II, I პირი) „მოვუწოდო“
7. და იხილონ ნათესავთა სიმართლენ შენი და მეფეთა დიდებთა შენი და გიწოდის შენ სახელი ახალი, რომელი უფალმან სახელ-სდევას მას. ესაი 62,2 (ბაქ. გამოცემა).
- ბერძნ. *αχλίσται* (მყოფადი, III პირი, მხ. რ.) „გიწოდებს“
 სომხ. *կոչեսցի* (კავშ. II ვნ. გვარისა) „გიწოდოს“
- 8... ეგვბთით უწოდი ძესა ჩემსა. მათე 2, 15 C
 D რედაქცია: უწოდო (=ვუწოდო)
 სომხ. *կოչეցი* (კავშ. II, I პირი)
 ბერძნული აორისტიის ფორმას (*ἀχλίστα*) იძლევა.
9. აჰა ქალწული მიუდგეს და შვეს ძმ და უწოდიან სახელი მისი ენმა-ნულე. მათე 1, 23.
 ბერძნ. *αχλίστασσι* (მყოფადი, III პ., მრ. რ.) „უწოდებენ“
 სომხ. *կოչեսցին* (კავშ. II, III პ., მრ. რ.) „უწოდონ“
10. ... შვეს ძმ და უწოდიან სახელი მისი იესუ... მათე 1, 21 CD.
 ბერძნ. *αχλίστασς* (მყოფადი, II პ., მხ. რ.) „უწოდებ“
 სომხ. *կოչესցას* (კავშ. II, II პ., მხ. რ.) „უწოდო“
11. ცოლმან შენმან ელისაბედ გიშვეს შენ ძმ და უწოდი მას სახელი იოვანე. ლუკა 1, 13 C.
 DE რედაქციაშიც უწოდი დასტურდება.
 ბერძნ. *αχλίστασς*
 სომხ. *կოչესցას*
12. სული წმიდაა მოვიდეს შენ ზედა და ძალი მადლისაა გუარგიდეს შენ, რამეთუ რომელ-იგი შობად არს, წმიდა არს და ძე ღმრთის იწოდის. ლუკა 1, 35 C.
 DE: ეწოდის
 ბერძნ. *αληψήσεται* (მყოფადი ვნ. გვარისა, III, პ., მხ. რ.) „იწოდება“
 სომხ. *կოչესցի* (კავშ. II, ვნ. გვარისა, III პ., მხ. რ.) „იწოდოს“
13. და აჰა მიუდგე და შვე ძე და უწოდი სახელი მისი იესუ. ლუკა 1 31 C.
 DE: უწოდი (აქაც!)
 ბერძნ. *αχλίστασς* [მყოფ. II პ., მხ. რ.)
 სომხ. *կოչესցას* (კავშ. II, II პ. მხ. რ.)
14. რამეთუ თქუენი არს აღთქუმა და შვილთა თქუენთა და ყოველთა შოგრიელთაა, რომელთა მოუწოდის უფალმან ღმერთმან ჩუენმან. ს. მ. 2, 39 C.
 F რედაქციაშიც მოუწოდის გვაქვს.
 ბერძნ. *πρωταχλίστηται* (მყოფადი მედიო-პას., III პ., მხ. რ.)
 სომხ. *კოչესცე* (კავშ. II, III პ., მხ. რ.)
15. და ითხოვდეს მადლსა მას მისთვის, რაათა მოუწოდის მას იერუსალმდ, და უმზირდეს გზასა ზედა მოკლევად მას. ს. მ. 25, 3 C

1. რედაქცია: მოუწოდოს

ბერძნ. *μειναιμι* (მყოფადი მედიო-პას., III პ., მხ. რ.) „მოუზმობს“
სომხ. *կչիւց* (კავშ. II, III პ., მხ. რ.) „მოუწოდოს“.

უწოდა ზმნის კავშირებითის ფორმათა წარმოების ეს თავისებურება შე-
უნიშნავი არ დარჩენია ა. შანიძეს, რომელიც ამის გამო წერს: „საგანგებოდ
უნდა შევჩერდე „(მო)წოდება“ ზმნაზე, რომელიც II სერიის მწკრივებში ჩვეუ-
ლებრივ ისე იუღლვის, როგორც ვთქვათ „(შე)ცოდება“ ზმნა... მაგრამ ფუძი-
სეული -ოდ-ის გამო ისეთსავე თავისებურებას იჩენს, როგორც -ოდ სავრცო-
ბიანი ზმნები, მაგრამ იჩენს II კავშირებითში (ანუ II მყოფადში), როგორც
ამას სინტაქსური კავშირი აჩენს“... [9].

ამრიგად, ა. შანიძეს უწოდის, უწოდის, უწოდის ფორმათა კავშირები-
თის ფუნქციით გამოვლენა ახსნილი აქვს ანალოგიით -ოდ სავრცობიან ზმნებ-
თან, ე. ი., მისი აზრით, წოდ ფუძეზე ი-ს დართვამ გამოიწვია მსგავსება ვი-
დოდი, მხადოდი ტიპის ზმნებთან, რომლებშიაც -ოდ ნამყო უსრულის აფიქ-
სია. აქ რომ ანალოგიასთან გვეჭრდეს საქმე, ნაკლებ საფიქრებელია. რატომ
იჩინა ანალოგიამ თავი შინცაღამინიც წოდ ფუძესთან და არა ამგვარივე აგე-
ბულების (-ოდ ელემენტის შემცველ) სხვა ფუძეებთან, როგორიცაა, მაგალი-
თად, ცოდ- (შეცოდება), კოდ- (კოდ-ვა) და სხვები? მოვიტანთ მაგალითებს,
სადაც შესცოდა ზმნის კავშირებითის ფორმები, ნაწარმოები ო აფიქსით,
ამავე ზმნის ი-ნით ნაწარმოებ ხოლმეობითის ფორმათა გვერდითაა ნახმარი
ერთსა და იმავე ფრაზაში. ი-ნთან ფორმებს არა თუ არა აქვთ კავშირებითის
გაგება, პირიქით: მკვეთრად უპირისპირდებიან კავშირებითის ო-ნთან ფორმებს:
უკუეთუ კაცმან კაცსა შესცოდის ღმრთისაგან ითხოვნ შენდობასა,
ხოლო უკუეთუ ღმერთსა შესცოდოს, ვისგან ითხოვს მოტყეებაა
ცოდებათა თვსათა. მამათა სწავლანი—119, 29—31.

ერთის მხრივ ხოლმეობითის ფორმები — შესცოდის, ითხოვნ, მეორე
მხრივ—კავშირებითისა—შესცოდოს, ითხოვს ნათელყოფენ, რომ ამგვარი შე-
პირისპირება სტილისტური ხერხია. წინადადება ასე უნდა გავიგოთ: „თუ
კაცი კაცს სცოდავს (ჩვეულებრივ), ღმრთისაგან თხოულობს (ჩვეულებრივ) შენ-
დობას, ხოლო თუ ღმერთს შესცოდავს, ვისგან-ღა ითხოვს მიტყეებას თავისი
ცოდებისას?“

კიდევ ერთი მაგალითი:

კაცმან უკუეთუ ცოდოს და ...სტყუვოს ნაცილად... ანუ თუ პოვა წარ-
წყმედული და ტყუვა მისთვის და ფუცა ნაცილად, ერთისა ამათგანისთვის, რო-
მელი ყვის კაცმან და ცოდის ამათ შინა... მისცეს მას თავადი იგი და მე-
ხუთშ იგი შესძინოს მას ზედა. ლევიტელთა 6,2—5.

ხოლმეობითის ფორმები: ყვის, ცოდის.

კავშირებითის ფორმები: ცოდოს, შესძინოს.

ამგვარადვე არაა მოსალოდნელი ანალოგია უწოდი-სთან.

დაეუშვათ, უწოდა მართლაც ნამყო უსრულია, მაგრამ ამოსავალი მის-
თვის არის არა წ-, არამედ წეს ან წან ფუძე. ამგვარი ვარაუდი გამორიცხუ-
ლია შემდეგი მიზეზების გამო:



1. -ოდ აფიქსი ნამყო უსრულისა დაერთვის, ჩვეულებრივ, ი-ნით დაბოლოებულ აწმყოს ფორმას, თანხმოვანზე დაბოლოებულ აწმყოსთან კი იშვიათი გამონაკლისის გარდა (ტირს—ტიროდა) არ გვხვდება.

2. გიწებს ზმნის ნამყო უსრულის ფორმები დ-ონითაა ნაწარმოები და ფუძის -ეს ელემენტი მათში უცვლელადაა წარმოდგენილი. მაგ.: და კაცად ღმრთისა გიწესდა და გკითხა უკუეთუ ეწამებია წარსლვად... კიმ. I, 69, 15.

3. წან-ისაგან წოდ-ის მიღება გამოირიცხულია: ნ ამგვარ შემთხვევებში არ იკარგვის. ამის დამადასტურებელია ფორმები: იცნოდა, მოგეჯახნოდა და სხვა.

ხომ არაა უწოდა მიღებული უწოდდა-საგან? ამგვარ ვარაუდს მხარს უჭერს აწმყოს ფორმების—უწოდხ, გიწოდ არსებობა. მაგრამ ამ დაშვებას ეწინააღმდეგება შემდეგი:

1. კავშირებითი კილო უწოდა ზმნისაგან რიგ შემთხვევაში იწარმოება ი აფიქსით. ეს შეუძლებელი იქნებოდა ნამყო უსრულის სუფიქსი რომ წ-დ ყოფილიყო: როგორც ვიცით დ-ონიან ნამყო უსრულს კავშირებითი ე მო-ულის. უწოდხ ზმნის I კავშირებითია უწოდ-დ-ე-ს. ასეთი ფორმა ფაქტობრივ დასტურდება:

და განუწოდდეს ლოსთ და იტყოდეს მისა მიმართ...

შეს. 19,5 (A—51, H—1207, A—179, A—455).

2. დაცულია თვით უწოდდა. მას არ განუცდია რაიმე ცვლილება: მიწად და ნაცრად უწოდდა თავსა თვსა. მამათა სწავლანი 170, 11. ვფიქრობთ, (ვ)უწოდი, უწოდი, უწოდის, უწოდიან კავშირებითის ფორმებია, ნაწარმოები *უწოდე, *უწოდა ნამყო უსრულიდან, რომელიც თავის მხრივ ამოსავლად *უწ-ი-ს ხოლმეობით—აწმყოს ფორმას გულისხმობს.

მეგრული უწუს-ს მიხედვით აღდგება ნამყო ძირითადის ფორმა *უ-წვ-ა, რომლის ხოლმეობითი იქნებოდა *უ-წ-ი-ს/*უ-წვ-ი-ს.

-ოდ ნამყო უსრულის ფორმანტია. სხვაგვარად უწოდი, უწოდის, უწოდ-იან ფორმათა კავშირებითობა გაუგებარია. -ოდ აფიქსის ძირთან შეხორცება აღრევეა მომხდარი მისი შესცოდა, დაკოდა და მსგავს ზმნებთან გათანაბრების შედეგად. მას შემდეგ, რაც უწოდა ნამყო ძირითადად იქნა მიჩნეული, მისგან ხელახლა აწარმოეს აწმყო. ეს აწმყო ზოგჯერ -ებ სუფიქსითაა ვართულებული (უწოდ-ებ-ს), ზოგჯერ კი მხოლოდ სუბიექტური პირის სუფიქსით ვანსხვავდება ნამყო ძირითადისაგან (უწოდ-ს). მასდარი ნაწარმოებია უწოდებს ფორმისაგან (წოდებ-ა). ამ რიგის მოვლენები პარალელს პოუბენ ქართული ენის ისტორიაში. ასეთივე ხასიათისაა ელის ზმნის ევოლუცია: (ელის—ელოდა—ლოდინი)→(ელოდება—ელოდებოდა); შდრ. აგრეთვე იციხ-იცოდა-ცოდნა, სადაც -ოდ მასდარში იჩენს თავს. ეს ფაქტები შემჩნეული და მართებულად კვალიფიცირებული აქვს გ. დიეტერსს ([5], გვ. 134—135).

როგორღა მოხდა ის, რომ უწოდა გვაქვს როგორც ერთიანი, ისე ნომინატიური კონსტრუქციით? საქმე ისაა, რომ უწოდა სახელის დარქმევის მნიშვნელობით ამოსავალია მოხმობის მნიშვნელობით ხმარებულ



უწოდა-სთვის. აქედან გამომდინარე, ერგატიული კონსტრუქციაც ამ ზმნასთან უფრო არქაული ვითარების მაუწყებელია, ნომინატიური კონსტრუქცია უწოდა-სთან დრო-კილოთა ბირველი ჯგუფის ჩამოყალიბების დროინდელ ფაქტს წარმოადგენს. მან ფეხი ვერ მოიკიდა ამ ზმნასთან და გადმონაშთის სახითაა შემორჩენილი რამდენსამე შემთხვევაში. კონსტრუქცია უწოდა მან მას მიღებულია კონსტრუქციისაგან უწოდა მან მას ის სახელობითბრუნვიანი ობიექტის ჩაყარდნის შედეგად, რაც განაპირობა მნიშვნელობის ცვლამ: დაარქვა→მოუხმო.

უწოდა დრო-კილოთა II ჯგუფის ფორმაა (ე. წ. არქაული ნამყო უსრული). ამ ზმნას II ჯგუფის სხვა ნაკვებებიც უნდა ჰქონოდა. ეს ნაკვებები ჩვენ ასე წარმოგვიდგენია:

ნამყო ძირითადი: *უ-წვ-ა (შდრ. მეგრ. უწუ)

ხოლმეობითი: *უ-წვ-ი-ს

ნამყო ძირითადის კავშირებითი: *უ-წვ-ა-ს

არქაული ნამყო უსრული: უწ-ოდ-ა

ნ. უსრულის კავშირებითი: უ-წ-ოდ-ი-ს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

კ. კეკელიძის სახელობის

ხელნაწერთა ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 9.12.1963)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Б. К. ГИГИНЕЙШВИЛИ

К СТРУКТУРЕ ОДНОГО ГЛАГОЛЬНОГО КОРНЯ С ЭЛЕМЕНТОМ -od

Резюме

В древнегрузинском языке глагол *uḥoda* засвидетельствован в двух основных значениях: „назвал“, „нарек“ и „позвал“, „призвал“.

В научной литературе высказано мнение, согласно которому считается возможным расчленение основы *ḥod* на две части: на корневой элемент (*ḥ*) и на элемент *-od*, функция которого не установлена.

Установление функции элемента *-od* в глаголе *uḥoda* становится возможным на основе правила образования сослагательного наклонения в древнегрузинском языке. Формы сослагательного наклонения одного типа образуются от основы прошедшего несовершенного времени путем прибавления морфемы (*i*) к суффиксу прошедшего несовершенного *-od*. Если взглянуть с этой точки зрения на формы *uḥodi*, *uḥodis*, *uḥodian*, часто встречающиеся в функции сослагательного наклонения, *-od* можно определить как аффикс прошедшего несовершенного. Следовательно, форму *uḥoda* надо считать прошедшим несовершенным. Употребление *uḥoda* в функции прошедшего совершенного—вторичное явление, связанное с метаанализом основы.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. არნ. ჩიქობავა. ჰანურ-შეგრულ-ქართული შედარებითი ლექსიკონი, თბილისი, 1938, გვ. 406.
2. ი. ქავთარაძე. ხმნის ძირითადი კატეგორიების ისტორიისათვის ძველ ქართულში. თბილისი, 1954, გვ. 288.
3. Н. Я. Марр. Заметки по текстам Св. Писания в древних переводах армян и грузин, XV, II, СПб, 1913, 169.
4. არნ. ჩიქობავა. ერგატიული კონსტრუქციის პრობლემა იბერიულ-კავკასიურ ენებში, I, ნომინატიური და ერგატიული კონსტრუქციის ურთიერთობა ძველი ქართული სალიტერატურო ენის მონაცემთა მიხედვით, თბილისი, 1948.
5. G. Deeters. Das kharthwelische Verbum. Leipzig, 1930.
6. ა. შანიძე. ხანშეტი მრავალთავი, თსუ მოამბე, VIII, თბილისი, 1927, გვ. 118.
7. ა. შანიძე. ძველი ქართული ენა: ა. შანიძე, აღ. ბარამიძე, ილ. აბულაძე, „ძველი ქართული ენა და ლიტერატურა“, თბილისი, 1948, გვ. 304—305.
8. ა. შანიძე. გიორგი მთაწმიდლის ენა: ცხოვრებაჲ იოვანესი და ეფთჳმესი, გამოსაცემად მოამზადა ივ. ჯავახიშვილმა, თბილისი, 1946.
9. ა. შანიძე. მწყკრეთა მოძღვრებისათვის, I, საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. VI, № 10, თბილისი, 1945, გვ. 843.



ენათმეცნიერება

ზ. ჯაფარიძე

მახვილის გადაწვის ერთი შემთხვევა ხუნძურში
 (ხუნძურის დიალექტის მასალაზე)

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა არნ. ჩიქოვამ 6.8.1963)

სალიტერატურო ხუნძურში (რომელიც ძირითადად ხუნძურ დიალექტს ემყარება) მახვილის ადგილის მიხედვით ყურადღებას იქცევს სახელთა -ულ და -დულ სუფიქსებით ნაწარმოები მრავლობითი რიცხვის ფორმები:—რიგ სახელს მახვილი სუფიქსისეულ ხმოვანზე აქვს, რიგს კი—ფუძისეულზე.

შეინიშნება კანონზომიერება: მახვილი სუფიქსისეულ ხმოვანზე, თუ მის წინ მხოლოდ ერთი თანხმოვანი გვაქვს, და სუფიქსის წინა მარცვალზეა, თუ სუფიქსისეული ხმოვნის წინ თანხმოვანთა თავშეყრა გვაქვს.

ამრიგად, დასტურდება ორი შემთხვევა:

...V+C+ულ და ...V+C+C+ულ

მახვილის ადგილის თვალსაზრისით მეორე შემთხვევას უთანაბრდება ისეთი შემთხვევებიც, როცა ულ-ის წინ ორზე მეტი თანხმოვანი გვაქვს. მნიშვნელობა არა აქვს იმას, თუ რა გზითაა მიღებული თანხმოვანთა თავშეყრა: ფუძისეული ხმოვნის რედუქციით, თუ ბოლოთანხმოვიანი ფუძეზე თანხმოვნით დაწყებული სუფიქსის დართვით.

- შდრ. შალა—ჭულულ, „ქაკი ცხენები“ მაგრამ: ბელ—ბულულ „ბარები“
 გამა—გუმულ „გემები“ ეღულ—ეღულ „ქუსლები“
 შორ—ჭურულ „მდინარეები“ ცერ—ცერულ „მელიები“
 ქთო—ქთულ „კატები“ მეჭერ—მეჭერულ „მთები“
 ღღო—ღღულ „ყვავები“ ხანჯარ—ხანჯარულ „ხანჯლები“...

-ულ და-დულ სუფიქსებიანი მრავლობითის ფორმები უმეტესად მეორე რიგის მაგალითებს წარმოადგენს. სწორედ ამ რიგისაა ისეთი გავრცელებული ფორმები, როგორიცაა: მიხარ—მუხარულ „საგორავი, სატყეპნი (ბანისა)“, შინ—ჭუნდულ „ყური“, ღეჟ—ღეჟდულ „მკლავი“, ქერენ—ქერემულ „მკერდი“, მეგეჟ—მეგეჟულ „წვერი“, შაეყერ—შაეყერულ „ყელი“, ჯგეჟ—ჯგეჟდულ „ორბი“, ხაეჩ—ხაეჩდულ „შუბი, ხიმტი“, შაეკ—შაეკდულ „ქნთი“, მყესი“, ყეხ—ყეხდულ „ცხვრის ტყავი“, ბეკ—ბეკდულ „ლილი“, გელ—გულდულ „საწყაო ჯამი“, ლენ—ლუნდულ „ორთითი“, ქველ—ქულდულ „სადავე“, ქვენ—ქუნდულ „ძელი“, ლელ—ლულდულ—სელი“, ქოქრ—ქქდულ „ბუძე“, ლარ—ლარდულ „რქა“, გვანდ—გუნდულ „ორმო“, ქათან—ქთნულ „დოლბანი“, კატარ—კატარულ „ქორორი“, მაქარ—მეჭერულ „თოფი“, შაქარ—ჭეჭერულ „დემი“



ულ“, კაბარჩა—ჯურჩულ „ქურქი“, „თამაჩა—თუნჩულ „დამბაჩა“, ლაჩენ—ლურჩულ „შეგარდენი“, კაზანჯ—ჯუზჯულ „ტყვე, მსახური“ და სხვ.¹.

ასეთი თანამედროვე მდგომარეობა. რაც შეეხება მახვილის ისტორიულ ადგილს, ბუნებრივია ვივარაუდოთ, რომ მახვილი

- 1) ან იმათეთვე სხვადასხვა ადგილას იყო ამ ორი რიგის ფორმებში
- 2) ან ერთ-ერთი რიგის ფორმებში მოხდა მახვილის გადაწვევა.

ამ ორი შესაძლებლობიდან ერთ-ერთისათვის უპირატესობის მიცემაში გადაწყვეტ როლს თამაშობს შემდეგი გარემოება:

-ულ და -დულ სუფიქსებით ნაწარმოები მრავლობითი რიცხვის ფორმები ფუძეშიც უ ხმოვანს გვევლენენ მაშინ, როდესაც მხოლობითის ფორმებში მის ადგილზე სხვა ხმოვნებს ვხედავთ. ეჭვს არ იწვევს აქ მომხდარი ფუძისეული ხმოვნების სრული რეგრესული ასიმილაცია სუფიქსისეულ ხმოვანთან, მაგრამ, როგორც ცნობილია, ხუნძურში—ასიმილატორად მახვილიანი ხმოვანი გვევლინება ([1], გვ. 227).

ყოველივე ეს გვევარაუდებინებს, რომ -ულ და -დულ სუფიქსიან მრავლობითის ფორმებში მახვილის თავდაპირველ ადგილს სუფიქსისეული ხმოვანი წარმოადგენდა. შემდეგში იქ, სადაც ამ ხმოვანს (უ-ს) წინ თანხმოვანთა თავშეყრა უძღოდა, მომხდარა მახვილის წინ გადმოწვევა²:

$$V+C+C+ულ \leftarrow V+C+C+ულ$$

როდესაც ვამბობთ, ხუნძურში ასიმილატორად მახვილიანი ხმოვანი გვაქვსო, ჩვენ ვიმეორებთ სპეციალისტთა უმეტესობის მიერ გაზიარებულ დებულებას. მაგრამ ზოგი მკვლევარი სხვაგვარ აზრზე დგას და ამტკიცებს, რომ ხუნძურში ხმოვანთა ასიმილაციისას მახვილს მნიშვნელობა არა აქვს და ასიმილატორად შეიძლება გვევლინებოდეს როგორც მახვილიანი ისე უმახვილო ხმოვანი (შესაბამისად—როგორც უმახვილო, ისე მახვილიანი ხმოვანი შეიძლება იყოს ასიმილირებულიც) ([3], გვ. 93—96).

ცხადია, თუ ეს მეორე დებულება სინამდვილეს ასახავს, მაშინ ჩვენ მსჯელობაში მახვილის გადაწვევის შესახებ ასიმილაციის ფაქტორი არგუმენტად არ გამოგვადგება.

¹ ხუნძურის დიალექტის ზოგ თქმაში იშვიათი გამოწვევებიც დაიძებნება. მაგ.: შოუნკლულ || შოანკლ || შოანკლ ალ „ჩლიქები“. გამოწვევის ქმნის აგრეთვე სიტყვა ებელ „დვდა“ მრ. რ.—ულბულ, სადაც პირველი ხმოვანი ასიმილირებულია, ხოლო რედუქციის შედეგად მიღებული უჩვეულო კომპლექსი ბლ გადასმის გზით შეცვლილია ბუნებრივი ლბ კომპლექსით.

² სპეციალურ ლიტერატურაში ადრეც იყო გამოთქმული მოსაზრება, რომ მრავლობითი რიცხვის იმ ფორმებში, რომლებშიც მახვილი პირველი მარცხლის შეცვლილ ხმოვანს მოუდის, ადგილი ჰქონდა მახვილის წინ გადმოწვევას, რაც ასიმილაციის პროცესის შემდეგ მოხდა (ხუნძურულ—ხუნძურულ—ხანძურულ). ამასთანავე მითითებული იყო ხმოვანის ამოღებაზეც, როგორც მახვილის გადანაცვლების მაჩვენებელ საბუთზე. ([2] გვ. 33). ვუმატებთ მხოლოდ იმას, რომ როგორც ხვეთ იყო აღნიშნული, ამგვარი გადაწვევა მომხდარა ისეთ ფორმებშიც, რომლებშიც ხმოვანი არ ამოღებულა, და რომ ამ გადაწვევას ბოზიციური ახსნა ეძებნება.

განვიხილოთ ის მაგალითები, რომლებიც სპეციალურ ლიტერატურაში მოტანილია იმის საბუთად, რომ ასიმულირებული შეიძლება მახვილიანი ხმოვანიც იყოს.

ფორმები, რომლებშიც მახვილი შეცვლილ ხმოვანს მოუდის და რომლებიც ამის საფუძველზე მახვილიანი ხმოვნის ასიმილაციის მაგალითებად მიიჩნევა, რამდენიმე ჯგუფს ქმნის¹.

განვიხილოთ ცალკ-ცალკე.

მრავლობითის -ულ და -ლულ სუფიქსებით ნაწარმოები ფორმები

V+C+C+ულ ტიპისა. ეს ფორმები ვერ გამოდგება იმის საბუთად, რომ მახვილიანი ხმოვანი შეიძლება ასიმულირებულ იქნეს, რადგან, როგორც ზევითაც იყო აღნიშნული, აქ გამორიცხული არაა მახვილის გადმოწევა ასიმილაციის პროცესის მოხდენის შემდეგ. მახვილიანი ხმოვნის ასიმილაციას აქ ვერ ვივარაუდებთ, სანამ ვერ ვნახავთ ამგვარი პროცესის მაგალითებს სხვა სიტყვებში.

მოჩვენებითია ფუძისეული მახვილიანი ხმოვნის ასიმილაცია -აზი-ზე დაბოლოვებულ მრავლობითის ფორმებში -ელ სუფიქსით ნაწარმოებ სახელებთან² (რ ა ჩ ე ლ—რ ა ჩ ა ლ ა ბ ი „ქამრები“, ტ ა ლ' ე ლ—ტ ა ლ' ა ლ ა ბ ი „თავსახურები“, ტ ა ვ ა ტ ე ლ—ტ ა ვ ა ტ ა ლ ა ბ ი „ბზარები“ და ა. შ.). ამ სახელებისათვის ელ ა ლ მარცვლების „მონაცვლეობა“ ჩვეულებრივი მოვლენაა ფორმათწარმოებისას. ელ-ის ადგილზე ალ-ს ვხედავთ ისეთ შემთხვევაშიც, როცა მას -აზი ან სხვა, ა ხმოვნის შემცველი აფიქსი არ მოსდევს. ცხადია შეცდომა იქნებოდა გვეფიქრა, რომ -ა ლ ამ სიტყვებში მიღებულია -ელ-იდან ე-ს ასიმილაციით აფიქსისეულ ა-სთან (შდრ. ფორმები: ყო ტ ე ლ—„ნაჭერი“ ყო ტ ა ლ ი ლ „ნაჭრის“, ტ ა ვ ა ტ ე ლ „ბზარი“ ტ ა ვ ა ტ ა ლ ი ლ „ბზარის“ და ა. შ.).

ვერ ვივარაუდებთ მახვილიანი ხმოვნის ასიმილაციას ვერც ისეთ მაგალითებში, როგორიცაა სონ—ს ა ნ ა ლ „წელიწადები“, ხო ბ —ხ ა ბ ა ლ „საფლავები“ და ა. შ. აქ ვერ დავემყარებთ მხოლოდითი რიცხვის ფორმის გახმოვანებას, რადგან ისტორიულად იგი, როგორც მონათესავე წინებთან შედარება გვიჩვენებს, მეორეულია³.

რიგი სიტყვა მხოლ. რიცხვის სახელობით ბრუნვაში გვლენს ე ხმოვანს, ხოლო მის ადგილზე მრავლობითის ფორმაში ა-ს, რომელიც შეიძლება მრავლობითის -ა ლ სუფიქსის გავლენით მიღებული გვეჩვენოს (ჩ ე დ-ჩ ა დ ა ლ „პურები“ და მისთ.) ამგვარ სიტყვებშიც მხოლოდითი რიცხვის სახელობითი ბრუნვის ფორმა ვერ ჩაითვლება ამოსავლად. ფუძის ძველ გახმოვანებას სწორედ ა ხმოვნით გვიჩვენებს ამ სიტყვების ირიბი ბრუნვები (ჩ ა დ ი ლ „პურის“ და მისთ).

¹ ქვემოთ განხილული მაგალითები ამოღებულია ი. სულეიმანოვის მითითებული წერილიდან. მათი აქ მოცემული განდასება ჩვენია.

² გვულისხმობთ ამ სუფიქსის დღევანდელ სახეს. თუ რა წარმომავლობისაა იგი და რა მიმართებაშია მასთან მონაცვლე -ა ლ-თან, რომელზედაც საუბარი ქვემოთაა, ეს ცალკე განხილვის საგანია.

³ ამის შესახებ იხილე [4, გვ. 225].

ასეთია ის ტიპობრივი შემთხვევები¹, რომლებშიც, ერთი შეხედვით, მახვილიანი ხმოვნის უმახვილოს მიერ დამსგავსებასთან გვაქვს საქმე, მაგრამ, როგორც ზევით იყო აღნიშნული, ისინი სხვაგვარ ახსნას პოულობენ.

დაფუმატებთ, რომ, თუ ასიმილაციისათვის მახვილს მნიშვნელობა არა აქვს, აუხსნელი რჩება, რატომ არ ხდება ასიმილაცია მრავალ სიტყვაში, სადაც უმახვილო ხმოვანი მახვილიანს მოსდევს.

ყოველივე ეს საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ: სწორი ჩანს დებულება, რომ ხუნძურში ასიმილატორი მახვილიანი ხმოვანია. უმახვილო ხმოვანს მახვილიანი არ დაუმსგავსებია.

აქედან კი გამომდინარეობს: კანონიერია ვიფიქროთ, რომ -ულ და -დულ სუფიქსებით ნაწარმოებ მრავლობითი რიცხვის ფორმებში, სადაც სუფიქსისებულ ხმოვნის წინ თანხმოვანთა თავშეყრა გვაქვს, ხოლო მახვილი კი ამ თავშეყრის წინა ხმოვანზე მოდის, მომხდარა მახვილის წინ გადაწევა:

$$\check{V}+C+C+ულ \leftarrow V+C+C+ულ$$

ფუძისებულ ხმოვნის ასიმილაცია მახვილის გადაწევამდე მომხდარა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 6.8.1963)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

З. Н. ДЖАПАРИДЗЕ

ОБ ОДНОМ СЛУЧАЕ ПЕРЕНОСА УДАРЕНИЯ В АВАРСКОМ ЯЗЫКЕ

(НА МАТЕРИАЛЕ ХУНЗАХСКОГО ДИАЛЕКТА)

Резюме

В статье рассмотрен вопрос о месте ударения в формах множественного числа существительных на -ul и -dul в зависимости от звукового окружения. Наблюдаются случаи: V+C+ul (типа kutul «кошки») и $\check{V}+C+C+ul$ (типа lúčnul «соколы», bukdul «пуговицы»).

Выводится заключение, что первоначально ударение во всех подобных формах падало на суффиксальный гласный. Впоследствии имел место перенос ударения вперед, если подударному гласному предшествовало стечение согласных².

¹ ცალკე დგას სიტყვა ვებნ-უმბუმულ „მამები“. პირველ და მეორე მარცვალთა უ ხმოვანი, როგორც ჩანს, ვერც აქ ახსნება მესამე მარცვლის უ-ს გავლენით. ფუძე უმუმ სწორედ ამ განხოვანებით გვხვდება -ალ სუფიქსის წინაც: უ მ უ მ ალ „მამები“. ჩანს, უ მ უ მ წარმოადგენს უ მ ფუძის რედუბლიკაციას. ამ სახით ეს ფუძე შემონახული ჩანს ყარახულში: შდრ. პარალელური ფორმები: ი მ ე ნ || უ მ ე ნ „მამა“ (მაგალითი ამოღებულია შ. მიქაილოვის წიგნიდან [5 გვ. 153]).

² В специальной литературе и раньше высказывалось мнение о том, что в формах множественного числа с ударением на измененном гласном первого слога имел место

$\acute{V}+C+C(+C)+ul \leftarrow V+C+C(+C)+\acute{u}l$

Основным доводом для такого решения вопроса служит то, что гласный основы ассимилирован суффиксальным гласным, а в аварском языке в процессе ассимиляции гласных уподобляющим является подударный гласный ([I], стр. 227).

Последнее положение в специальной литературе оспаривается. В качестве примеров уподобления подударных гласных неподударным приводится ряд форм, где подударный гласный изменен ([3], стр. 93—96). В статье рассмотрены эти примеры. Выясняется, что они не могут служить иллюстрациями ассимиляции подударных гласных. Так, в формах типа *račǎlabi* (мн. ч. слова *račǎl* „пояс“), *qotǎlabi* (мн. ч. слова *qotǎl* „отрезок“, „кусок“) гласный *a* слога, предшествующего суффиксу *-abi*, не может объясниться ассимиляцией *e* суффиксальному *a* (ср. форму род. п. ед. ч. *qotǎlii...*, где вопрос об ассимиляции отпадает). В ряде форм ассимиляция гласных основы является лишь кажущейся, так как форма им. п. ед. ч. изменена и не отражает исходной огласовки (примеры типа *son—sǎnal* „годы“, *xob—xǎbal* „могилы“) ([4], стр. 225). Такой же кажущейся является ассимиляция в словах типа *čed—čǎdal* (ср. формы косвенных падежей таких слов, сохранившие огласовку основы гласным *a*: *čadil*, *čadie*).

Анализ этих типичных случаев, а также отдельных слов подтверждает правильность положения об активной роли подударных гласных в процессе ассимиляции, с одной стороны, и правомерность нашего предположения о переносе ударения в формах мн. ч. на *-ul* и *-dul*, с другой стороны.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ანბ. ჩიქობავა. საანგარიშო მოხსენება ხუნძური (ავარული) ენის კარულ კილოზე მუშაობისა... ენიკის მრამბე IV, 1939.
2. ანბ. ჩიქობავა, ილ. ცერცვაძე. ხუნძური ენა. თბილისი, 1962.
3. Я. Г. Сулейманов. О явлении обратного сингармонизма в аварском языке. Вопросы языкознания, М., № 2, 1960.
4. Т. Е. Гудава. К изменению лабиализованных согласных в аварском и андийском языках. Иберийско-кавказское языкознание, т. VIII. Тбилиси, 1956.
5. Ш. И. Микаилов. Очерки аварской диалектологии. М.—Л., 1959.

перенос ударения вперед после того, как процесс ассимиляции был завершен (*xəiŋzǎul←xəiŋzǎl←xəanžǎl*). При этом отмечалось, что и редукция гласного указывает на перенос ударения ([2], стр. 33). Добавим лишь, что такой перенос происходил и без утери гласного (например, когда стечение согласных получено присоединением суффикса, начинающегося с согласного, к основе на согласный) и что он определен позиционными условиями.

15. „მომბე“, XXXIV: 1, 1964



ეთნოგრაფია

3. ფიზიოლოგიური

ჰვა „ხვითოს“ ქართულ ხალხურ მკურნალობაში გამოყენების
 საკითხის შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩიტაიამ 28.7.1963)

გამოქვეყნებულ ქართულ ხალხურ სამკურნალო წიგნებსა და კარაბადინებში დაცულია საყურადღებო ცნობები ამა თუ იმ ქვის ნაფხვენის ან ნალესის სამკურნალო მიზნით გამოყენების შესახებ [1, 2]. ამ სახის ზოგიერთ ქვას ხალხი ხვითოს უწოდებს, მას არაჩვეულებრივ თვისებებს მიაწერს და უებარ წამლად თვლის ზოგიერთ დაავადების განსაკურნებლად. „იადიგარ დაუღში“ აღნიშნულია, რომ „...ხვითოს წყლით ინა დააღბონ და ხელზედა დაიდვან, და ისე ხვითოს წყალი კიდეცა სვან, მწოვედ კარგად უზამს“ [1], ამ ხასიათის სამკურნალო ქვების შესახებ ანალოგიურ ცნობებს ვპოულობთ სხვა სამკურნალო წიგნებსა და კარაბადინებში [2].

ამ საკითხზე საინტერესო მასალებია დაცული საქართველოს ეთნოგრაფიულ სინამდვილეში: ბესარიონ ნიქარაძის ცნობით, XIX-ს. დამდეგამდე სვანი სახალხო ექიმები იარაზე მოსაფრქვევად ხმარობდნენ ფხვნილს, რომლის შედგენილობაში შედიოდა ერთნაირი თეთრი ქვის ნაფხვენი [3].

ცნობებს საქართველოში ზოგიერთი ქვის სამკურნალო მიზნით გამოყენების შესახებ ვხვდებით აგრეთვე უცხო მკვლევართა ნაშრომებში [4].

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ დაგვინტერესა საკითხმა, თუ რა ქიმიური შედგენილობისაა ქვა ხვითოები და ნამდვილად ჰქონდა თუ არა მათ ისეთი სამკურნალო თვისებები, როგორცაა ხალხი მიაწერს.

საკითხის ამგვარად დაყენება, ერთი მხრივ, გამოწვეული იყო იმით, რომ სადღეისოდ გამოცემულ ქართულ ხალხურ წიგნებსა და კარაბადინებში დაცულ რეცეპტებში, როგორც ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ, შედის ამა თუ იმ სამკურნალო ქვის ნაფხვენი ან ნალესი, როგორც ერთ-ერთი მოქმედი ნივთიერება [1, 2]; მეორე მხრივ, ჩვენ მიერ ზემოთ დამოწმებული ზოგიერთი უცხო ავტორი, მაგ., მისიონერი ა. ლამბერტი ჯერ კიდევ XVII ს. პირველ ნახევარში ექვის თვალთ უცქერის მათ სამკურნალო ღირებულებას [4]. აღნიშნული საკითხის გარკვევა კი ქართული ხალხური მედიცინის ისტორიის თვალსაზრისით მეტად საინტერესოა.

ჩვენ შევეცადეთ შეგვესწავლა აკადემიკოს ს. ჯანაშიას სახელობის საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ეთნოგრაფიის განყოფილებაში დაცული სამკურნალო ქვები ხვითოები (იხ. კოლექცია № 17—27/1—7), აღნიშნული კოლექცია შექმნილია სამეგრელოში ბ. გაბუჩიასაგან 1929 წ. პროფ. ვ. ჩიტაიასა და ვ. ბარდაველიძის მიერ. მათვე ეკუთვნის მასალის პირველადი პუბლიკაცია (ექსპოზიციის სახით) საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ერთ-ერთ გამოფენაზე 1934—1954 წწ.

იმავე მკვლევართა თანაარსი ცნობების მიხედვით, აღნიშნული ქვეები — ხვითოების ნაღესი განკუთვნილი ყოფილა ადამიანთა, აგრეთვე ცხოველთა სამკურნალოდ.

კოლექცია № 17—29/1—7 მრავალმხრივ იქცევს ყურადღებას. კერძოდ აღსანიშნავია თითოეული მათგანის საკუთარი სახელები. მაგალითად, ნიმუში № 1 — 3 — კუს ხვითო, № 4 — 6 — კამეჩის ხვითო, № 7 — ბაყაყის ხვითო. გარდა აღნიშნულისა, საინვენტარო წიგნში წარმოდგენილი ცნობის მიხედვით ნიმუში № 1 მოიხსენება — დიდი მამალი კუ ხვითო, ნიმუში № 2 — დიდი დედალი კუ ხვითო.

ეთნოგრაფიული მონაცემების მიხედვით საინტერესო ისაა, რომ ქვეები ხვითოები ცხოველთა სახელს ატარებს. ზოგიერთი მათგანი სქესხაც მიუთითებს. იმავე მასალების მიხედვით ქვა ხვითოებს მკურნალობის გარდა სხვა თვისებებსაც მიაწერენ [5].

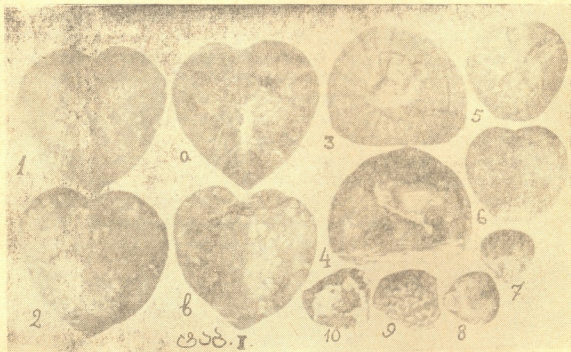
აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ხვითოების სახელწოდებასა და მათ დანიშნულებასთან დაკავშირებით ლიტერატურაში ვხვდებით ზოგიერთ სხვა ცნობასაც. მაგალითად, საბას განმარტებით, „ხუთო — ქვა გესლთ მკურნალი“ [6]. გ. თედორაძის მიხედვით: „ხვითო არის რალაც ბურთულა, ირმის რქის ძირში, გარედან ყვითელია, შიგნიდან თეთრი. ამ ხვითოს ლესავენ წყალში და ისე ასმევენ ავადმყოფს“ [7].

ამგვარად, ეთნოგრაფიული და ლიტერატურული მონაცემების საფუძველზე იქმნება ისეთი შთაბეჭდილება, თითქოს სამკურნალო მიზნით გამოყენებული ქვეები — ხვითოები უნდა წარმოადგენდეს ცოცხალი ორგანიზმის ნაწილს, ანდა გაქვავებულ (კაჟად ქცეულ) რომელიმე ცხოველს. ამგვარ შთაბეჭდილებას ტოვებს განსაკუთრებით ქვა — ხვითო № 1 და № 2, რომლებიც პატარა კუს გაკაყებულ ჭავჭავანას უფრო ჰგავს (ტაბ. I, 1, 2, 3, 4). ჩვენი თხოვნით, 1961 წ. საკითხის მეცნიერულად გარკვევის მიზნით საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის დირექციის მიერ მოწვეული იქნა სპეციალისტები: პეტროგრაფი — შ. ხუჭუა და პალეონტოლოგი ნ. ბენდუქიძე, რომელთაც დაადგინეს, რომ ეთნოგრაფიის განყოფილების კოლექციაში დაცული ოთხი ქვა ხვითო განეკუთვნება ზედაცარტულ პერიოდს და წარმოშობილია ცოცხალი ორგანიზმების — ზღვის ზღარბებისა და მხართეხიანთა გაკაყების (გაქვავების) შედეგად. მეხუთე ქვა მარჯანია და იგი განეკუთვნება პალეოზოურ-მეზოზოურ ერას. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ ქვა ხვითოს ხალხური განსაზღვრება „კუ“ მართალია, ზუსტად ვერ ედრება თანამედროვე მის პალეონტოლოგიურ განსაზღვრას (ზღვის ზღარბი), მაგრამ აქ საყურადღებო მაინც ისაა, რომ ხალხი მასში ხედავს გარკვეული ცხოველის გაქვავებულ სახეს.

ნიმუში 1. „დიდი დედალი კუ — ხვითო №2 — პალეონტოლოგიური განსაზღვრით წარმოადგენს ზღვის ზღარბს — *Micraster species* (ეპოქა — ზედაცარტული). ქვა ხვითო წაბლის ფერისაა, გარეგნობით გულს მოვავაგონებს (ტაბ. I, 1, 2, a, b). ოდენობით ქათმის საშუალო კვრცხის ტოლია. მისი წინა ნაწილი უკანასთან შედარებით უფრო ვიწროა და სქელი, მთე-

ლი მისი ქვედა ზედაპირი სადა, გადალესილია. მასზე აღინიშნება მრგვალი ფორმის მოთეთრო ფერის ამოვსებული ფორები.

ხვითოს ზურგისმხრივი მიდამო დაღარულია ხუთი სხივისებური არშიით (ამბულაკრები), რის გამოც ზედაპირზე ორნამენტის მსგავსად გამოსახულია ხუთსხივიანი ვარსკვლავი. თითოეული ამბულაკრის სიგრძე საშუალოდ 27—28 მმ-ს არ აღემატება. ხვითოს სიგრძე 53 მმ-ია, სიგანე — 55 მმ, სისქე — 17 — 34 მმ. გარშემოწერილობა 178 მმ-ს უდრის, ხოლო წონა 121 გრამს არ აღემატება. პეტროგრაფიულად ნიმუშის სტრუქტურა კრიბოკოკრისტალურია, ალაგ-ალაგ სფეროლიტური.



ტაბ. I.

ქანი შედგება წვრილმარცვლოვანი კვარცისა და ქალცედონისაგან, რომელთაც ქანის მოცულობის დაახლოებით 97% უკავიათ. ქალცედონის რადიალურ-სხივური აგრეგატები წარმოქმნიან მცირე სფეროლიტებს. ქანის ცალკეული უბნები გაქუჩყიანებულია ჰემატიტით და თიხოვანი (?) ნივთიერებით. უფრო იშვიათად გვხვდება კარბონატის უმცირესი გამონაყოფები. ნიმუში — კაჟია. ხვითოს ქიმიურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ იგი შეიცავს SiO_2 —98,32%-ს, Mn_2O_3 —0,64%-ს, Fe_2O_3 —0,35%-ს, ხოლო სპექტრალური ლაბორატორიის მონაცემების მიხედვით, იგი შეიცავს დიდი რაოდენობით Si, Al ~ 0,1%, Mg—0,1%, Ca ~ 0,3%, Fe—0,01%, Mn ~ 0,0018%, Ti—0,01—0,03%, K—0,1%, Na—0,03—0,1%.

რენტგენოლოგიურად ნიმუში წარმოადგენს კვარცს SiO_2 ⁽¹⁾.

(1) პალინტოლოგიური აღწერის დროს კონსულტაცია გავიწიო საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ცაგარელმა, ხოლო შემოდინიშნული ანალიზები აწარმოვეს კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტის სათანადო ლაბორატორიებმა.

მასასადამე, ლაბორატორიული მონაცემებით ქვა ხვითო № 2, პეტროგრაფიულად და რენტგენოლოგიურად წარმოადგენს კვარცს — კაეს, ხოლო აღნიშნული ნიმუშის ქიმიურმა და სპექტრალურმა შესწავლამ ცხადყო, რომ იგი, გარდა სილიციუმისა, შეიცავს: კალციუმს, მაგნიუმს, რკინას, ალუმინს, ტიტანს, კალიუმსა და ნატრიუმს.

ანალიზების შედეგად ჩვენ წინაშე დაისვა კითხვა: ვადადიან თუ არა წყალში ზემოთ დასახელებული ქიმიური ელემენტები ქვა — ხვითოს ლესვით?

საკითხის დასადგენად საჭირო იყო იმავე ქვა ხვითოს ნალესის ანალიზი. ამგვარად ანალიზისათვის მასალის მომზადების დროს ნაწილობრივ გვეთვალისწინეთ ხვითოებიდან წამლის მომზადების ის წესი, რომელსაც ხალხი იყენებდა. ამისათვის ავიღეთ მინანქრიანი ჯამი, მასში ჩავასხით ერთი ლიტრი სუფთა წყალი. შემდეგ ერთი საათის განმავლობაში ვაწარმოეთ ქვა ხვითოს გალესვა სათანადოდ გარეცხილ ფილთაქვაზე, როგორც ეს წესად ჰქონდა ხალხს. ნალესი, რომელიც ჩადიოდა ჯამში, ერთი საათის შემდეგ გადავიტანეთ ლიტრიან ბოთლში და ანალიზამდე შევინახეთ მაცივარში.

ბოთლში ნაწილაკები 15—20 წუთის შემდეგ იღეებოდა და წყალი ისევ გამჭვირვალე ხდებოდა. ნალესს რაიმე სუნი არ ჰქონდა. მწარე გემოსი იყო. ქიმიური ანალიზი გაკეთდა ლენინის სახელობის საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ლაბორატორიაში (ანალიტიკოსი — ნელი და ბაბიშვილი).

ანალიზით წყალში აღმოჩნდა — კათიონები: ნატრიუმი, კალიუმი, კალციუმი და მაგნიუმი; ანიონები: ქლორი, სულფატი, კარბონატი და სილიციუმის კვალი (იხ. ცხრილი 1, 2).

ცხრილი 1

კათიონები	ლიტრში		
	გრ.	მგრ. მკვ.	მგრ. %
Na ⁺	0,0892	3,88	51,19
K ⁺	0,0180	2,90	38,26
Ca ⁺⁺	0,0098	0,80	10,55
Mg ⁺⁺			
ჯამი	0,1570	7,58	100,00

ცხრილი 2

ანიონები	ლიტრში		
	მგრ.	მგრ. ეკვ.	მგრ. %
Cl ⁻	0,0276	0,78	10,29
SO ₄ ⁼⁼	0,0481	1,00	13,19
HCO ₃ ⁻	0,3398	5,80	79,52
SiO ₂	კვალი	—	—
ჯამი	0,4295	7,58	100,00

ბალნეოლოგიური ფორმულა: $M_{0,15} \frac{HCO_3 \cdot 77SO_4 \cdot 13}{(Na^+ + K^+) 51Ca^{++} 38} pH 7,4.$

ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე აღნიშნული გამონატუტის მარილკვანი შედგენილობა (% ეკვივ.) შემდეგი მაჩვენებლებით ხასიათდება: NaCl—10,29; Na₂SO₄—13,19; NaHCO₃—27,71; Mg (HCO₃)₂ — 10,56; Ca (HCO₃)₂—38,25. ამგვარად, თუ სპექტრალურმა შესწავლამ ცხადყო, რომ ქვა ხვითო № 2 შეიცავს ცხრამდე ქიმიურ ელემენტს, ნალექის ქიმიურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ლესვის დროს ქვა ხვითოსაგან წყალში ვადადის ოთხი კათიონი (ნატრიუმი, კალიუმი, კალციუმი და მაგნიუმი) და ერთი ანიონი (სილიციუმი). გარდა



აღნიშნულისა, ანიონებიდან ქვე ხვითოს ნალესში აღმოჩნდა: პილროკარბონატი, ქლორი და სულფატი.

კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტისა და პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინერო გეოლოგიის კათედრის ლაბორატორიის მონაცემების შედარების შედეგად გადაწყვიტეთ დანარჩენი ოთხი ქვე ხვითოს მხოლოდ ნალესის მომზადება და მისი ქიმიური შესწავლა, მით უმეტეს, რომ ხალხი პრაქტიკულ ცხოვრებაში ხმარობდა არა მშრალ ხვითოს, არამედ მის ნალესს. მეორე მხრივ, ქვე ხვითოს პეტროგრაფიული, რენტგენოლოგიური, ქიმიური და სპექტრალური ანალიზი მოითხოვს სამუზეუმო ექსპონატის დამტკიცება-დამახინჯებას (იხ. ტაბ. I, a, b.) და ზოგ შემთხვევაში მის სრულ განადგურებას (თუკი ნიმუში პატარაა მაგ., „კამეჩის ხვითო“, ტაბ. 1. 7,8), მაგრამ აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ ჩვენ მიერ შესწავლილი ოთხი ნიმუშის ქიმიური ანალიზი თითქმის ერთნაირია. ამიტომ ჩვენ ქვემოთ დავკმაყოფილდით დანარჩენი ორი ხვითოს პალეონტოლოგიური განსახვდრით, მათი ზოგადი აღწერილობით, ნალესის ქიმიური ანალიზით და ამ მონაცემების მიხედვით ვმსჯელობთ მათი დანიშნულების შესახებ.

ნიმუში № 2. „დიდი მამალი კუ ხვითო“ №17—29/1 ზღვის ზღარბი — Cardiotaxis Species (ეპოქა — ზედაცარცული). ქვე ხვითო თავისი გარდობით პატარა კუს ჯაგმანს მოგვაგონებს (ტაბ. I. 3, 4). მას ერთი კიდე სამკუთხედისმაგვარად ჩამოტეხილი აქვს. ქვე ხვითოს ცენტრალური ნაწილი შესახედობითა და ფერით კაეს წააგავს, ხოლო პერიფერიული ნაწილი (ჯაგმანი), რომელიც ქერქისმაგვარად ეკვრის მას, ღია ყვავისფერია. ქვე ხვითოს ქერქი ზოგან დაზიანებულია უსწორმასწოროდ, მაგრამ მის საღად დარჩენილ საღა ზედაპირს ამშვენებს სხივისებური ამბულაკრული და ინტერამბულაკრული ფირფიტების რიგები. ქერქით დაფარული ქვე ხვითოს ქვედა ზედაპირი ამგვარ ორნამენტს მოკლებულია. იგი მეტნაკლებ სისქეზე ლესვის გამო გათხელებულია. ქერქის საშ. სისქე 0,2 — 0,3 მმ-ია.

ქვე ხვითოს ნარჩენი სიგრძე 40 მმ-ს უდრის, სიგანე — 47 მმ არ აღემატება, ხოლო სიმაღლე 35 მმ-ს აღწევს. გარშემოწერილობა ფუძესთან 350 მმ-ს არ აღემატება, ხოლო წონა 100,1 გრ. უდრის. ქვე ხვითოს ქიმიური ანალიზი № 2 ქვე ხვითოს ანალიზისაგან არაფრით განსხვავდება (ცხრილები 3. 4).

ცხრილი 3

ცხრილი 4

კატიონები	ლიტრში		
	მგრ.	მგრ. ეკვ.	მგრ. ეკვ. %
Na'+K'	43,5	1,88	29,84
Ca"	64	3,19	50,64
Mg"	15	1,23	19,52
ჯამი	122,5	6,30	100,00

ანიონები	ლიტრში		
	მგრ.	მგრ. ეკვ.	მგრ. ეკვ. %
Cl'	14	0,40	6,34
SO ₄ "	43	0,90	14,29
CO ₃ "	სუსტი კვ.	—	—
HCO ₃ '	305	500	79,37
SiO ₂	37	—	—
ჯამი	39,9	6,30	100,00

ბალნეოლოგიური ფორმულა $M_{0.16} Ca^{51}Na^{30}Mg^{19} pH > 8,4$

გამონატუტის ანალიზიდან გამომდინარე მარილოვანი შედგენილობა (% ეკვივ.) ამდაგვარია: $NaCl - 6,34$; $Na_2SO_4 - 14,29$; $NaHCO_3 - 11,91$; $Mg(HCO_3)_2 - 19,53$; $Ca(HCO_3)_2 - 47,93$.

5 ი მ ლ უ ი 3. ბაყაყის ქვა ხვითო(1 — მარჯანი — Chaetidae (პალეოზოოტარ-მეზოზოოტური ერა), დაახლოებით სამკუთხოვანი მოყვანილობისა (ტაბ. I. 9, 10). იგი რუხი მოყვითალო ფერისაა. ზურგის მხარე (პირობითად) ხორკლოვანია და ბაყაყის ზურგს მოგვაგონებს, ხოლო მოპირდაპირე მხარე ლესვის გამო სადაა. სიგრძე 26 მმ-ია, სიგანე — 15 — 25 მმ. გარშემოწერილობა 80 მმ-ს არ აღემატება. იწონის 8,6 გრამს.

ქვა ხვითოს ქიმიური ანალიზი წინათ აღწერილ ორი ქვა-ხვითოს ქიმიურ-ი ანალიზისაგან არ განსხვავდება (იხ. ცხრილები 5, 6).

ცხრილი 5				ცხრილი 6			
კათიონები	ლიტრში			ანიონები	ლიტრში		
	მგრ.	მგრ. ეკვ.	მგრ. ეკვ. %		მგრ.	მგრ. ეკვ.	მგრ. ეკვ. %
$Na^{+}+K^{+}$	70	2,91	37,30	Cl^{-}	28	0,79	10,12
Ca^{++}	70	3,49	44,75	SO_4^{--}	48,5	1,01	12,95
Mg^{++}	17	1,40	17,95	HCO_3^{-}	366	6,00	76,93
				SiO_2	37	—	—
ჯამი	157	7,80	100,00	ჯამი	916	7,80	100,00

ბალნეოლოგიური ფორმულა $M_{0.16} Ca^{45}Na^{37}Mg^{18} pH 7,1$

გამონატუტის მარილოვანი შედგენილობა (% — ეკვივ.): $NaCl - 10,12$; $Na_2SO_4 - 12,95$; $NaHCO_3 - 14,23$; $Mg(HCO_3)_2 - 17,95$; $Ca(HCO_3)_2 - 44,75$.
მაშასადამე, როგორც პირველი ნიმუშის ქვა ხვითოს, ისე დანარჩენი ორი ქვა ხვითოს ნალესის ქიმიური ანალიზი ძირითადად ერთნაირი შედეგნილობისაა.

ამგვარად, ჩვენ მიერ შესწავლილი ქვა-ხვითოების ნალესი თავისი ქიმიური შედგენილობით შეიძლება პირობითად შევადაროთ სუსტი მინერალიზაციის პიდროკარბონატსულვატკალციუმთან წყაროს წყლებს 18, 9, 19).

იბადება კითხვა: რომელი დაავადების წინააღმდეგ იძლეოდა სამკურნალო ეფექტს ქვა ხვითოების ნალესი?

საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ეთნოგრაფიის განყოფილების საინვენტარო დავთარში მოცემული ცნობის მიხედვით, ქვა ხვითოს ნალესი, ხალხის შეხედულებით, საზოგადოდ ყველა ავადმყოფობას უხდება, მაგრამ განსაკუთრებით ქრონიკულ ყაბზობას, საყმაწვილო სენს და რევმატიზმს, ექიმ.

(1 ბაყაყის ქვა ხვითოს მაგიურ მოქმედებასაც მიაწერენ. მაგ. საინვენტარო წიგნის მიხედვით „მეგრელები მას სარკებე დებენ, ზედ შავტარიან დანას დაადებენ და ხვითო იტრიადებს იქით, საითაც ეტყვი“.



გ. თედორაძის ცნობით, ხევსურთა სახალხო ექიმები ხვითოს ნალესს ხმარობდნენ „სისხასის“ (დიზენტერიის) და „ყაბზობის“ სამკურნალოდ [7].

არქანჯელო ლამბერტის ცნობით, სამეგრელოში სამკურნალო ქვის ნალესი იხმარებოდა შეკრულობის დროს, როგორც გამხსნელი საშუალება (საფალარათო). მისივე ცნობით, ქვის ნალესს ხმარობდნენ აგრეთვე გულის დაავადებების დროს [4].

ზემოთ მოყვანილი ცნობები ქვა ხვითოს ქიმიურ ანალიზთან ერთად შესაძლებლობას იძლევა ვიფიქროთ, რომ ხვითოების ნალესს ძველად საქართველოში ავადმყოფის მკურნალობის საქმეში დაახლოებით იმავე შედეგების მოტანა შეეძლო, რასაც გვაძლევს დღეს სუსტი მინერალიზაციის ჰიდროკარბონატულფლუვიდობრივი წყაროს წყლები [8]. სახელობრ, იგი ხმარებაში უნდა ყოფილიყო ყაბზობით მიმდინარე ქრონიკული კოლიტების დროს და ხოლმეცისტიტების შემთხვევაში, როგორც ამოსარეცხი საშუალება.

თუ ჩვენი ვარაუდი სწორია, მაშინ ქვა-ხვითოს ნალესის ფარმაკოლოგიური სიფარითვე უფრო იზრდება, საბას განმარტება „ხუთო — ქვა გესლთ მკურნალი“ [6], ჩვენი აზრით, უნდა გულისხმობდეს მოწამლული ადამიანის კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის ამორეცხვას ქვა ხვითოს ნალესით.

ამგვარად, ქვა ხვითოს როგორც პეტროგრაფიული, ისე, ქიმიური, სექტრალური, რენტგენოლოგიური შესწავლა, აგრეთვე ნალესის ქიმიური ანალიზი ხაშუალებას იძლევა ვივარაუდოთ, რომ ხვითოების ნალესს გარკვეული სამკურნალო თვისებები ჰქონდა.

აკად. ს. ჯანაშიას სახელობის საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმი

(რედაქციას მოუვიდა 28.7.1963)

ЭТНОГРАФИЯ

П. М. ПИРПИЛАШВИЛИ

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ „КВА-ХВИТО“ („ВОЛШЕБНОГО КАМНЯ“) В ГРУЗИНСКОЙ НАРОДНОЙ МЕДИЦИНЕ

Резюме

В последнее время внимание исследователей, интересующихся вопросами грузинской народной медицины, привлекает лечебный камень „ква-хвито“, его использование в терапевтических целях. Мы изучили одну группу „ква-хвито“ из коллекции этнографического отделения Государственного музея Грузии (коллекция № 17—29/1—7), привезенную из Мегрелии в 1929 году.

В результате палеонтологического изучения указанной коллекции выяснилось, что четыре образца „ква-хвито“ относятся к верхнемеловому периоду и произошли от окаменения живых организмов — морских ежей и плеченогих, а пятый представляет собой коралл и принадлежит к палеозой-мезозойской эре.

Один образец первой группы („большая самка ква-хвито“ № 2 — *Microaster Species* (табл. I, 1, 2, а, в) по палеонтологическому, петрографическому и рентгенологическому определению представляет собой кремнь; его химический состав следующий: SiO_2 — 98,32 %, Mn_2O_3 — 0,64 %, Fe_2O_3 — 0,38 %.

По данным спектральной лаборатории, он содержит в большом количестве Si, Al ~ 0,1 %, Mg — 0,1 %, Ca > 0,3 %, Fe — 0,01 %, Mn ~ 0,0018 %, Ti — 0,01 — 0,03 %, K — 0,1 % и Na — 0,03 — 0,1 %.

Вместе с тем доказано, что переход этих химических элементов в „проходящую через ква-хвито“ воду (путем его соскабливания или стирания) вполне возможен и на этой почве получается раствор, солевой состав которого в результате химического анализа следующий: NaCl — 10,29; Na_2SO_4 — 13,19; NaHCO_3 — 27,71; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ — 10,56; $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ — 38,25.

Так как все изученные нами соскобы имеют одинаковый химический состав, при исследовании остальных четырех образцов (табл. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) мы удовлетворились общим палеонтологическим описанием „ква-хвито“ и химическим анализом их водных растворов. Следует отметить, что химический анализ почти всех растворов (табл. 1 — 10) характеризуется одними и теми же показателями.

В соответствии с представленным химическим анализом раствор „ква-хвито“ условно приравнен к гидрокарбонатной сульфат-кальциевой воде слабой минерализации. Можно заключить, что в деле лечения больных в древней Грузии указанный раствор мог давать приблизительно такие же результаты, какие в наше время дает гидрокарбонатная сульфат-кальциевая вода слабой минерализации.

На основе тех же данных устанавливаем, что использование „ква-хвито“ с лечебной целью имело под собой определенную почву. Этим и следует объяснить факты его применения в народной медицине.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. დავით ბატონიშვილი ი. იადიგარ დაუდი. ლ. კოტეტიშვილის რედ., თბილისი, 1938, გვ. 572, 573, 283, 524.
2. ქანანელი. უსურო კარაბადინი. ლ. კოტეტიშვილის რედ., თბილისი, 1940, გვ. 80, 175, 262, 211.
3. ბესარიონ ნიქარაძე. ისტორიულ-ეთნოგრაფიული წერილები, 1, თბილისი, 1952, გვ. 171.
4. არქანჯელო ლამბერტი ი. სამეგრელოს აღწერა. თარგმანი იტალიურიდან აღ. ქეთნის მიერ. თბილისი, 1938, გვ. 98, 101, 105.
5. ნ. რეხვიანიშვილი ი. „მზიერი“ (გიუნე). საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის მოამბე, XXIV — В 1963.
6. სულხან-საბა ორბელიანი ი. სიტყვის კონა, ს. იორდანიშვილის რედ., თბილისი, 1949, გვ. 270.
7. გ. თედორაძე. ხევსურეთი, წ. II, თბილისი, 1939, გვ. 56.
8. მ. ნოდია. ფიზიოთერაპია და კურორტოლოგია. თბილისი, 1959, გვ. 245, 253, 254.
9. С. С. Чихелидзе. Минеральные воды. Природные ресурсы Грузинской ССР, т. III. М., 1961, 40 — 57.
10. Курорты СССР. Под ред. С. В. Курашова, Л. Г. Гольдфайля, Г. Н. Поспеловой. М., 1962, 323 — 352.



ИСТОРИЯ ИСКУССТВ

Т. С. ШЕВЯКОВА

ДАТА РОСПИСИ ПЕРВОГО СЛОЯ ХРАМА ТЕЛОВАНИ

(Представлено академиком Ш. Я. Амирацашвили 28.11.1962)

В окрестностях с. Мухрани, на месте покинутого с. Теловани стоит храм св. Креста (Джварпатисани), увенчанный куполом триконх с прямоугольным зап. рукавом, отнесенный исследованием В. Г. Цинцадзе к VIII—X вв. ([1], 89).

В церкви сохранились сильно поврежденные фрагменты живописи двух эпох. Штукатурка первого слоя имеется только в алтаре и виме, включая триумфальную арку и пилястры, поддерживающие ее.

Эта штукатурка очень отчетливо выделяется, т. к. вся иссечена глубокими выбоинами для нанесения штукатурки второго слоя. Последняя покрывает фрагментарно стены всего храма, включая алтарь.

Таким образом, становится ясным, что первоначальная роспись была только в алтаре, а во второй период был расписан весь храм.

Обе росписи относятся к очень раннему времени, и вторая позволяет отодвинуть первую к периоду живописи, нам почти неизвестному. На обоих слоях штукатурки имеются графитты, относящиеся к X в. и к рубежу X—XI вв. Палеографию их определяет Т. В. Барнавели. Следовательно, второй слой живописи не может быть позже этих дат, а живопись первого слоя следует отодвинуть к еще более раннему периоду, т. е., по всей вероятности, ко времени постройки храма. На основании стилистического анализа эту живопись следует отнести скорее к IX в., нежели к VIII в.¹

К ранней живописи относится сохранившийся фрагментарно горизонтальный фриз с изображением апостолов, подходящих к оплечному Христу в медальоне (рис. 1), помещенному над единственным окном алтаря, на уровне среднего регистра. Верхний край фриза, закрытый штукатуркой второго слоя, находится на уровне несколько ниже пяти

¹ В моей статье „К вопросу о возникновении и характере фресковых росписей в Грузии VIII и X вв.“ фрагмент живописи алтаря Теловани ошибочно отнесен к X в., т. е. ко времени второго слоя. Дальнейшая работа выявила, что штукатурка второго слоя в алтаре (X вв.) непосредственно переходит в штукатурку средней части храма, где она однослойная ([9], 264).

алтарной конхи. Последняя вся покрыта штукатуркой второго слоя, за исключением опавшего участка, где видна лишенная красок штукатурка первого слоя с насечками.

Ниже живописного фриза нет следов красочной поверхности. Обрамление, ограничивающее регистр апостолов снизу, дано хорошо сохранившийся красно-коричневой краской с черными широкими обводками; выше него хорошо виден голубовато-серый фон, а под обрамлением штукатурка не окрашена. Лишь в левой части алтарной абсиды прослеживается обведенный красно-коричневой рамой прямоугольник, приблизительно 50 см высоты и 35 ширины, со следами красно-коричневой краски на белильном фоне внутри. Можно предположить, что это — изображение процветшего креста в прямоугольном обрамлении. Симметрично на правой стороне видны следы красно-коричневой краски.

Возможно, что это были единственные изображения нижнего регистра.

Не следует забывать, что в Армазской (Ксанского ущелья) церкви 864 г. в нижней части алтарной преграды изображены два вытянутых четырехконечных креста в прямоугольных обрамлениях, в то время как на антабменте преграды изображены всего лишь три оплечных воина.

Изображение Христа в Теловани представляет собой очень архаичский тип со сравнительно длинной и широкой бородой, при полном отсутствии шеи, с мощной шевелюрой, спускающейся плотными прядями на сутулые плечи; черты лица почти не прослеживаются (рис. 1). Этот тип очень напоминает Христа «второго пришествия» южного фасада Никорцминды 1010—14 гг. (рис. 5) — изображения, чрезвычайно архаизирующего для своего времени¹).

Христос из Теловани заключен в круг, одновременно изображающий и нимб, но без следов перекрестий. Тон его светлый, сероватый. Он обрамлен красно-коричневой полосой с черным широким контуром по наружному краю, скорее всего, это не ободок медальона, а плат нерукотворного образа, т. к. контур его не параллелен внутреннему кругу и внизу он заканчивается развилками, напоминающими начало расходящихся складок.

О стиле изображений апостолов (рис. 1) можно лучше всего судить по первой справа от Христа фигуре, хотя лицо не сохранилось. Силуэт дан сплошной прямоугольной внизу массой, с сутулыми плечами, без шеи. Нижняя часть фигуры и ступни ног даны в профиль, а плечи и голова — в фас. Протянутая к Христу кисть руки как бы вырастает

¹ Н. Аладашвили связывает стиль этого и ряда других рельефов Никорцминды с IX-X вв., считая их также очень архаизирующими ([5], 107).

из плеча. Охваченная складкой одежды, она непропорционально увеличена, т. к. экспрессивно подчеркнута ее смысловое значение.



1 — фрагмент росписи Теловани IX в.; 2 — рельеф Ашота Куропалата нач IX в.; 3 — рельеф на вершине из Петобани нач X в.

Эта роспись, как и ряд грузинских рельефов IX в., иллюстрирует определенный этап в развитии грузинского церковного искусства, когда

вырабатываются условные отвлеченные формы, призванные остро и лаконично выражать известные идеи или действия. Человеческий образ становится предельно символическим, живописные или пластические задачи художника не интересуют, его цель как можно яснее и острее выразить действие экспрессивным жестом, в котором участвуют прежде всего руки. Поэтому последние бывают иногда безмерно увеличены в размерах, чтобы подчеркнуть значимость события.

Ярким примером может служить рельеф из Опизы начала IX в. с изображением Ашота Куропалата, подносящего модель церкви Христу. У последнего протянутая рука огромна, очень экспрессивен жест рук Давида Багратида, выражающий почитание (рис. 2). Несколько в менее яркой форме эти черты присущи рельефу с изображением ктиторов на вершинах окна из Петобани начала X в. (рис. 3). Очень характерен также ряд рельефов фасадов церкви Никорцминда 1010—14 гг. У Христа «второго пришествия» (рис. 5) южного фасада жест правой руки удивительно похож на жест руки Христа плиты Ашота Куропалата, а положение руки пророка Ильи восточного фасада (рис. 4) очень похоже на жест апостола росписи Теловани (рис. 1). В основном то же содержание вложено в изображение Христа чеканной иконы Преображения из Зарзмы 886 г. Также выделена и увеличена его благословляющая рука, но общий стиль более утонченный, выработанный и декоративный, нежели в указанных рельефах и стенописи. Характерной чертой стиля всех этих произведений является полный отход от живописных и реалистических эллинистических традиций; здесь на первое место выдвигается религиозная символика — передача идеи новыми лаконичными условными средствами.

Фрагмент росписи Теловани — явление в монументальной живописи Грузии уникальное. Это единственный пример живописи IX в. этого направления. Другие стенописные изображения IX в. принадлежат иному направлению. В них наряду с новыми чертами еще сильны традиции эллинизма (Армази 864 г. ([3], 27) Акура, 855 г. [4], 121, 122).

Направление живописи Теловани в отдельных чертах можно обнаружить и в живописи X в. Например, в изображении Иоанна Предтечи деисусной композиции алтаря церкви Ипхи Верхней Сванетии очень увеличены руки, протянутые в моленной позе. Однако общий стиль этой росписи в целом уже сильно изменился, нет уже той лаконичности в общем построении и в разработке складок. Художника интересуют новые декоративные задачи. Пропорции фигур удлиняются (рис. 6).

В Византии, где эллинистические традиции были очень сильны, такие ярко выраженные произведения экспрессивно отвлеченного стиля не встречаются, но отдельные черты этого стиля проявились именно в IX в.



4



5



6



7



8



9



10



11



12

4 — пророк Илья из сцены преображения, рельеф восточного фасада Никорцинды 1010 — 14 г.; 5 — Христос, сцены „второго пришествия“, рельеф южного фасада Никорцинды 1010 — 14 г.; 6 — Иоани Предтеча деисуса алтаря росписи Ипхи Верхней Сванетии, конец X в.; 7 — богоматерь из мозаической композиции 886—912 гг. клоюета портика Софии Константинопольской; 8 — апостол Лука вознесения из росписи капеллы № 6 Гереме в Каппадокии X в.; 9 — Христос рельеф портика церкви st. Genis-des Fontaines во Франции 1020 — 21 г.; 10 — Христос резной деревянной двери церкви st. Margia mi Kapitol в Кельне 1065 г.; 11 и 12 — Христос и ангел благовещения — детали разных капителей церкви св. Петра в Шовиньи XII в. (Франция)

К таким памятникам можно отнести апостолов купольной мозаичной сцены вознесения св. Софии Солунской 842—880/5 гг. Очень экспрессивны жесты их увеличенных рук, выражающих душевные переживания. Увеличены также руки, протянутые в моленной позе, у Богоматери (рис. 7) и у императора Льва VI и благословляющая рука Христа в мозаике люнета над главной дверью портика 886—912 гг. св. Софии Константинопольской. Зато в Малой Азии в росписях X в. Каппадокии, где были в эту пору сильны местные народные тенденции, черты этого стиля проступают ярко и отчетливо. Особенно хорошо это видно на примере росписи X в. капеллы №6 в Гереме, где дан апостол с указующей рукой, которому художник к сложенной кисти руки пририсовал огромный шестой указующий палец (рис. 8).

В христианском искусстве Запада, на соответствующей стадии развития культуры феодальной формации, этот стиль несколько позже получил широкое развитие в искусстве каролингской эпохи и в романском искусстве, где он в отдельных памятниках доживает до XII в. Он проявился в монументальной живописи, в миниатюрах рукописей и особенно в скульптуре.

Примерами могут служить рельефы: каменного навершия портала церкви St Genis des Fontaines во Франции 1020—21 гг. (рис. 9) и благословляющий Христос деревянной резной двери церкви St Maria im Kapitol в Кельне 1065 г. (рис. 10) ([7], 32, 164).

В отдельных случаях та же сущность понимания изображения повторяется и в XII в., как например, в рельефах капителей церкви св. Петра в Шовиньи в провинции Пуату во Франции (рис. 11—12) ([8], 20, 22).

Дату (IX в.) фрагмента росписи Теловани подтверждает, как видно из содержания статьи, ряд положений: 1) стиль росписи аналогичен главным образом произведениям искусства IX в.; 2) наличие второго слоя росписи, относящейся к концу X в. или к рубежу X—XI вв., отодвигает первую роспись к предшествующему времени, видимо к IX в.; 3) тот факт, что архитектуру В. Г. Цинцадзе относит к VIII—IX вв., заставляет думать, что роспись относится ко времени постройки храма¹; 4) дату обеих росписей подтверждают граффити, относящиеся к X в. на первом слое и к рубежу X и XI вв. — на втором.

Помимо всех этих данных, дату IX в. подтверждает и объем росписи, а также место, где она помещается. Рассматриваемый фрагмент — это часть фриза в глубине абсиды на уровне среднего регистра. В нижнем регистре фигур, по всей вероятности, не было, а было, возможно, только два процветших креста в прямоугольных обрамлениях. Было ли какое-нибудь изображение в алтарной конхе, неизвестно. Может быть и

¹ В. Цинцадзе также считает, что первый слой штукатурки современен архитектуре храма ([1], 87).

не было, поскольку Христос уже есть во фризе среднего регистра. Наличие двух изображений Христа друг над другом маловероятно, а пример помещения богоматери в конхе в столь раннюю пору в Грузии неизвестен.

В Цромском храме мозаика VII в. с изображением Христа, «дающего закон», занимает лишь алтарную конху. В малом Джварском храме VI в. была в конхе мозаика, от которой сохранился лишь нижний ряд кубиков ([2], 122, 123).

Позже, в пору арабского ига, развитие искусства принимает формы очень самобытные. Как раз в VIII и IX вв. есть храмы с отдельными стенописными изображениями в различных местах, но в которых конхи не содержат сюжетной живописи. Так, например, в храме Канчаэти VIII в. мною обнаружены отдельные мотивы и виде крылатых колец («тронов») только в куполе. В Армази Ксанском 864 г. живопись, и притом очень скупая, была только на алтарной преграде: три оплечных юноши на антаблементах и два креста в прямоугольных обрамлениях внизу по бокам царских врат. В базилике 855 г. Давида Гареджийского близ с. Акура в Кахети внутри храма не обнаружено следов росписи раннего времени, а отдельные изображения—оплечный Христос и четыре ангела сохранились снаружи на восточном фасаде. В храме с. Накиари Верхней Сванетии X в. к раннему времени относится внутри лишь орнаментально графическая живопись на алтарной преграде, а снаружи—сцена Сошествия св. Духа на восточном фасаде и простейший геометрический узор на лопатках того же восточного фасада.

Все эти примеры показывают, что в период арабского владычества новые самобытные формы живописи складываются в различных центрах Грузии. Период формирования относится к такой ранней стадии, когда выработанной схемы и канонов еще нет. Отдельные живописные изображения занимают не определенные, но существенные по значимости места. Однако во всех упомянутых в данной статье храмах VIII—IX вв. в алтарной конхе сюжетная живопись не обнаружена.

Позже, с начала X в., живописные композиции опять украшают конху, как например, в Эрцойском Сиопе, или всю абсиду, например, в церкви Несгуна Верхней Сванетии. Одновременно уже появляются росписи во всем храме, как например, в Сюпи Парском первой половины X в. и в ряде Сванских церквей второй половины X в. (Ипхи, Ац, Жибиани).

В итоге все данные дружно говорят о том, что рассмотренный фрагмент росписи Теловани относится к IX в.

Музей искусств Грузии

(Поступило в редакцию 28.11.1962)

ტ. შვიპაძე

თელოვანის ტაძრის პირველი ფენის მოხატულობის თარიღი

რეზიუმე

მუხრანის მიდამოებში ნასოფლარ თელოვანის ადგილზე დგას გუმბათიანი ეკლესია „ჯვარბატონისანი“, რომელიც ვ. ცინცაძე VIII—IX სს. მიაკუთვნებს. ეკლესიაში შერჩენილია ორი ეპოქის მხატვრობის ფრაგმენტები. პირველი ფენის შეღესილობა, რომელიც დაკეჭნილია მეორე ფენის შეღესილობის დასადებად, შერჩენილია მხოლოდ საკუთხეველსა და ბემაში. მხატვრობის მეორე ფენას შეიძლება თვალი მივაღვენოთ მთელ ტაძარში. ადრეულ მხატვრობას ეკუთვნის ფრიზის ფრაგმენტი მოციქულთა გამოსახულებებით, რომელიც მიმართულნი არიან მედალიონში მკერდამდე წარმოდგენილი ქრისტეს გამოსახულებისაკან. ქრისტეს გამოსახულება წარმოადგენს მეტად არქაულ ტიპს შედარებით გრძელი და ფართო წვერით, სრულიად უკისროდ, მოღვედილ მხრებზე დაშვებული თმის ძლიერი ტევრებით. მოციქულების მოხატულობათა სტილზე ყველაზე უკეთ შეიძლება ვიმსჯელოთ ქრისტეს პირველი მდგომარეობის პირველი მოციქულის ფიგურის მიხედვით.

თელოვანის ტაძრის მოხატულობის ფრაგმენტი, რომელიც, როგორც ჩანს, IX საუკუნეს ეკუთვნის, უნიკალურ მოვლენას წარმოადგენს ქართულ მონუმენტალურ მხატვრობაში. IX ს-ის კედლის მხატვრობის სხვა ნაწარმოებები სხვა მიმართულებას ეკუთვნის, მათში, ახალ ნიშანებთან ერთად, ჯერ კიდევ ძლიერია ელიზნის ტრადიციები (აკურა — 855 წ. არმაზი — 864 წ.).

თელოვანის ტაძრის პირველი ფენის მოხატულობის თარიღს — IX საუკუნეს — ადასტურებს რიგი მონაცემი: 1) მოხატულობის სტილი ანალოგიას პოვებს უმთავრესად IX ს. ნაწარმოებებში, 2) მხატვრობის მეორე ფენის არსებობა, რომელიც X ს. დამლევს ან X — XI სს. მიჯნას ეკუთვნის, პირველი ფენის მხატვრობას უფრო ადრეული ხანისკენ სწევს, 3) ის ფაქტი, რომ ტაძრის არქიტექტურას ვ. ცინცაძე VIII — IX სს მიაკუთვნებს, უფლებას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ მოხატულობა ტაძრის აგების ხანას ეკუთვნის, 4) ორივე ფენის მოხატულობის თარიღის დამადასტურებელი ამონაკაწრი წარწერები, რომელთაგან პირველ ფენაზე არსებული გრაფიტი X საუკუნეს მიეკუთვნება, მეორეზე კი — X — XI სს მიჯნას.

დამოუყვებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Г. Цинцадзе. Джварпатисани в сел. Теловани (памятник VIII — IX вв.), 5, Тбилиси, 1959.
2. Ш. Я. Амираншвили. История грузинского искусства. Москва, 1950.
3. Г. Н. Чубинашвили. Архитектурные памятники VIII и IX вв. в Ксанском ущелии. Ars Georganica, I, Тбилиси, 1924.
4. Г. Н. Чубинашвили. Архитектура Кахетии. Тбилиси, 1959.
5. Н. А. Аладашвили. Рельефы Никорцинда, Тбилиси, 1957.
6. G. de Jerphanion. Les églises rupestres de Cappadoce. Paris, 1925.
7. R. Hamann. Geschichte der Kunst. 2. Berlin, 1957.
8. Poiton Roman. Paris, 1957.
9. Т. С. Шевякова. К вопросу о возникновении и характере фресковых росписей в Грузии VIII — IX вв. Вестник отделения общественных наук, 1. Изд. АН ГССР, 1962.



არქეოლოგია

მთ. ლორთქიფანიძე

ს. ნიჩბისში აღმოჩენილი რომაული (იტალიკური) ბრინჯაოს სურბები

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა შ. ამირანაშვილმა 27.5.1963)

აქედ. ს. ჯანაშიას სახელობის საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმში დაცულია ბრინჯაოს ორი სურა, რომლებიც 1936 წ. ს. ნიჩბისში (მცხეთის რაიონი) ყოფილა აღმოჩენილი¹.

ორივე სურა საერთო ივრით ერთმანეთის მსგავსია: მუცელგამობერილი მაღალი ტანი შეუმჩნევლად გადადის ვიწრო და დაბალ, მაგრამ საკმაოდ მოხდენილ ყელში, რომელიც პირისაკენ თანდათანობით ფართოვდება. ორივე ჭურჭლის პირი მრგვალი მოყვანილობისაა, ფართოა და ოდნავ გადაშლილი. პირის კიდე შესქელებულია და შემკულია გვირგვინით (იგი თითქოს ცალკეა დამზადებული და მერმე მირჩილული). ეს უკანასკნელი წარმოდგენს სამი წყებისაგან შემდგარ სალტეს, რომლის ნაპირებს „მარგალიტების“ რიგი, ხოლო შუაში მომრგვალებულ კონტურებიანი ოვები გასდევს. მხრებიდან მოყოლებული, ორივე სურა თანდათანობით ფართოვდება და ზომიერადაა გამობერილი, ხოლო შემდეგ კვლავ ვიწროვდება. სურები ჩამოსხმულია და შემდეგ საბოლოოდ ჩარხზე დამუშავებული და გაპრიალებული. ჭურჭლის ძირი გარედან ზუსტად კონცენტრული, მრგვალი, მაგრამ სხვადასხვა განივკვეთის რელიეფური წრეებითაა დაფარული. ძირზე შუაში პატარა ამოჩგრეტილი ბურცობია, რომელიც ჭურჭლის ჩარხზე მისამაგრებლად გამოიყენებოდა. ძირის ამგვარი დამუშავება და სურების პატინა (მუქი ყავისფერისა) დამახასიათებელია ძველი ქართლის ტერიტორიაზე (მცხეთა, ბორი, კლდეეთი) აღმოჩენილი ბრინჯაოს ჭურჭლებისათვის (სურები, პატერები, ჩამჩა), რომლებიც, ჩვენი აზრით, იტალიკური სახელოსნოების ნაწარმს განეკუთვნებიან ([1], იქვე ლიტ.).

¹ იხ. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ფეოდალურამდელი ხანის მატერიალური კულტურის განყოფილების ფონდი №№ 9 — 58; 1 — 2. სურებთან ერთად ნაპოვნია აგრეთვე მინისა და ვეოცბლის ოგალებო, ვერცბლის აბზინდა, რომლის ერთ მხარეს არწივის თავის სქემატური გამოსახულებაა და ვერცბლისვე ფირფიტის ნალებები (იხ. №№ 9 — 58; 3 — 6), აგრეთვე ავგუსტუსის დენარები (8 ც.) და 1 გოტარხის დრაქმა (მონეტები ინახება მუზეუმის ნუმიზმატიკის კაბინეტში, №№ 9124 — 1932). ეს ნივთები, როგორც ჩანს, საძაოხის ინვენტარს წარმოადგენდნენ. მუზეუმში დაცული ცნობით ისინი ნაპოვნია „კოლმეურნე გლეხის ხუტაშვილის მიერ 1936 წ. ს. ნიჩბისას განაპიოად, ქვის ქანის ზეშოთ, დაახლოებით 1 არშინის სიღრმეზე ზედაპირიდან“ (იხ. შოთა რუსთაველის მუზეუმის საინვენტარო დაჯთარი № 1, გვ. 1 — 3).

ნიჩბისში აღმოჩენილი სურების ფორმაც ზედმიწევნით ზუსტ მსგავსებას იჩენს იტალიკურ ბრინჯაოს ჭურჭლებთან.

ნიჩბისში აღმოჩენილი ორივე სურა თავის ფორმით საეხებით ანალოგიურია სამხრეთიტალიკური წარმოების საუკეთესო ნიმუშებისა, რომლებიც პომპეუსა და ბოსკორეალეშია აღმოჩენილი (I2, 3I, გვ. 353. № 104, სურ. 90) (1). ტანის მოყვანილობით ისინი ემსგავსებიან აგრეთვე ძვ. წ. I — ახ. წ. I სს. ფართოდ გავრცელებულ იტალიკურ ბრინჯაოს ორყურა სურებს (ამფორებს) (შეად. [3], გვ. 366, სურ. 104; [4], გვ. 184 — 185, სურ. 10).

ორივე სურას მაღალი რელიეფური ორნამენტით შემკული საკმაოდ ფართო ყური აქვს, რომელიც ცალკეა დამზადებული და მერმეა ჭურჭლის ტანზე მიჩრილული. ყურის შიდა ზედაპირი სადაა, ოღნავ ამობურცული. ყურის კიდეები „მარგალიტების“ რიგითაა შემკული.

ყურის ზედა ნაწილი, რომელიც სურის პირს ედგმის, წარმოადგენს მცენარის გაშლილ სტილიზებულ სამ ფოთოლს, რომლებიც აქეთ-იქით ჩახვეულია, ხოლო შუაში ცერვივით ზეაშვერილი. გვერდითი ფოთლები კი გადადის გრძელნიკარტიანი ფრინველის თავებში, რომლებიც მჭიდროდ ეკვრიან პირის გვირგვინს (ტაბ. II, 3). ყურის ზედა ნაწილის ამგვარი შემკულობა ჩვეულებრივია იტალიკური პროლექციის ბრინჯაოს იმ მრგვალპირიანი სურებისათვის (2, რომლებიც ძირითადად ძვ. წ. I ს. დასასრულითა და ახ. წ. I ს. თარიღდებიან (3) ([4], გვ. 160, ტაბ. XL, 1 — 1a); [5]).

ორივე ჭურჭლის ყური ბოლოვდება მაღალ რელიეფში შესრულებული გორგონას თავის გამოსახულებით. გორგონას სახე ორივე ჭურჭელზე ოვალური მოყვანილობისაა. ერთგვარი განსხვავება თმის ვარცხნილობაში შეიმჩნევა: პირველ სურაზე (4) (ტაბ. I, 1) თმები შედარებით უფრო მსხვილი და ხვეული გრავილებითაა გადმოცემული, ხოლო მეორეზე (5) (ტაბ. II, 1) — უფრო წვრილი და გრძელი რელიეფური ხაზებით. გორგონას თმებში შერეული გველის (6

(1) სრულიად ანალოგიური ფორმის სურა, როგორც ჩანს, პომპეუმში აღმოჩენილი, ინახება სახელმწიფო ერმიტაჟის ანტიკურ განყოფილებაში (საინვ. № B 405).

(2) შეად. ([3], გვ. 344, № 69, სურ. 82, 86; გვ. 345, № 71, სურ. 85; გვ. 347, № 78, სურ. 87; გვ. 348, № 82 — 83, სურ. 84 და სხვ.)

(3) უფრო გვიან კი, უკვე ახ. წ. I ს. მეორე ნახევარში, ყურის ეს ნაწილი სრულიად ნატურალიზებულია და მართლაც ცერს წააგავს ([4], გვ. 160, და შემდ., ტაბ. XLIII, 2 — 3). ამგვარი მოყვანილობისაა ს. ბოში აღმოჩენილი ბრინჯაოს მრგვალპირიანი იტალიკური სურის ყურის ზედა ნაწილიც (სურა ინახება სახელმწიფო ერმიტაჟის კავკასიურ განყოფილებაში — საინვ. № K3 5589). ყური დაბალ რელიეფში შესრულებული გორგონას გამოსახულებით ბოლოვდება, ხოლო შუა ნაწილი შემკულია რელიეფური მცენარეული ორნამენტით — წაწვეტილებულფოთლებიანი გვირგვინით, რომელიც ფლანტიუმების ხანისათვის (ახ. წ. I ს. მეორე ნახევარი) არის დამახასიათებელი.

(4) პირველი სურის (ტაბ. I₂) სიმაღლე ყურიანად 36,6 სმ., უყუროდ — 33,4 სმ., პირის დიამეტრი 8 სმ., მუცლისა — 15,4 სმ., ძირი კი — 8,5 სმ.

(5) ამ სურის (ტაბ. II₂) სიმაღლე ყურიანად 32,2 სმ., უყუროდ — 32,7 სმ., პირის დიამეტრი — 8 სმ., მუცლისა — 15 სმ., ძირისა კი — 8,5 სმ.

(6) გადმოცემის თანახმად, გორგონას თმებში ჰყავდა გველები, რომლებიც მას მტრის მოახლოებას სისინით ამცნობდნენ. იხ. მაგ., მითი პერსეუსის მიერ ნედუხას მოკვლის შესახებ [6].

თავები ორივეგან ნიკას ქვემოთაა განასკული. კეფაზე გამოსახულა ფრთე-ბი, რომელთა მეოხებით გორგონა, ზღვის პირმშო, ჰაერშიც სწრაფად დაქროდა [6]. ფართოდ გახელილი დიდი თვალები მკვეთრადაა შემოფარგლული; ღრმა გუგა თავის დროზე, როგორც ჩანს, ინკრუსტირებული ყოფილა (შემორჩენილია მხოლოდ ფოსიები), მით თითქოს ხაზი ესმოდა გორგონას საშინელ თვისებას: იგი ხომ ერთი შეხედვითაც კი აქვავებდა ადამიანს! [6]. გორგონას სახეზე ღრმა და ძლიერი ტკივილის განცდაა აღბეჭდილი, რაც მკვეთრადაა გადმოცემული შეკუმხნული შუბლითა და წარბებით. ამრიგად, ჩვენს სურებზე გამოსახული გორგონა განეკუთვნება ე. წ. „პათეტიკურ“ ტიპს [7], რომლის ადრეული ვარიანტები ელინისტურ აღმოსავლეთში (პტოლემიოსების ეგვიპტე, როდოსი) იქმნება [7, 9]. შემდეგ კი, ადრე იმპერიის ხანაში, ეს ტიპი ფართოდაა გავრცელებული „რომაულ“, განსაკუთრებით კი, სამხრეთ იტალიურ ხელოვნებაში. ნიჩბურ სურებზე გამოსახული გორგონას ანალოგიურ გამოსახულებას ვხედავთ ე. წ. კამპანა რელიეფებზეც², მაგ. კირხერის მუზეუმში (Museo Kircheriano) დაცულ ფილაზე და პომპეუმში აღმოჩენილ კერამიკულ ფრაგმენტებზე [11]. ზოგიერთი მეცნიერის აზრით, ზემოდასახელებულ ძეგლებზე გამოსახული გორგონას ტიპი ერთი საერთო წყაროდან — სამხრეთ-იტალიური ხელოვნებიდან მომდინარეობს [11], მართლაც, „პათეტიკური“ ტიპის გორგონას გამოსახულება საკმაოდ ხშირია იტალიურ წარმოების ბრინჯაოს ჭურჭლებზე (მათ შორის, პატერებზეც კი [12]). ამასთან მაღალ რელიეფში შესრულებული გორგონას სახე ადრეული ტიპის იმ სურებისთვისაა დამახასიათებელი, რომლებიც ძვ. წ. I ს. დასასრულითა და ახ. წ. I ს. პირველი ნახევრით თარიღდებიან (შეად. [3], გვ. 344 — 345, № 69, სურ. 86; №№ 72 — 73; [4], გვ. 160).

ს. ნინბისში აღმოჩენილი სურები ერთმანეთისაგან ყურის შუა ნაწილის შემკულობით განსხვავდებიან. პირველი სურის ყურის შუა ნაწილი ორ რიგად განლაგებულ რელიეფური გამოსახულებებითაა შემკული: ზემოთკენ ზურგშექცეული მამაკაცის ფიგურა (ტაბ. I, 1). უწვერული სახე პროფილითაა მოცემული, შუაზე გაყოფილი თმა კი მხრებამდე სწვდება. იგი წელზემოდ ტიტველია, წელს ქვემოთ კი ძალზე მოკლე (მუხლებამდე არც კი სწვდება) კაბითაა შემოსილი, თუმც უფრო ისეთი შთაბეჭდილებაა, რომ შემოკრული აქვს ქაოვილი, რომელიც მარცხნივაა განასკული. ზეაყრობილ მარცხენა ხელში უკავია ჯამი, რომელშიც გირჩი დევს. ძირსდაშვებულ მარცხენა ხელში კი უკანა ფეხებზე შემდგარი ძალი ჰყავს.

ნიჩბური სურის ყურზე მოცემული მამაკაცის რელიეფური გამოსახულება ძალზე მოგვაგონებს რომაულ სკულპტურულ რელიეფებზე მსხვერპლ-

(¹) გორგონას გამოსახულების ავთორიტული დანიშნულების შესახებ (იხ. [7, 8]).

(²) კამპანა — რელიეფებს უწოდებენ კერამიკულ არქიტექტურულ რელიეფებს, რომლებიც რომა და მის მიდამოებშია ნაპოვნი და პირველად პიეტრო კამპანას მიერაა შეგროვებული და გამოცემული. აღნიშნულ არქიტექტურულ რელიეფებს ჩვეულებრივ ავგუსტუსის ხანით ათარიღებენ. ამასთან მათ დაძვადების დასაწყისს უფრო ადრე ხანას აკუთვნებენ, ხოლო დასასრულს ახ. წ. II ს. დასაწყისამდე.

მეწიროვის სცენებს, სადაც ზეარაკის დამკველნი ჩვეულებრივ ზურგმჯექიეული არიან გამოსახული და ზეაწეულ ერთ ხელში რაიმე საგანი უკავიათ. ხოლო მეორეში — სამსხვერპლო ცხოველ. ჩვენი ჭურჭლის ყურზე გამოხატული მამაკაცის სამოსელიც (მოკლე კაბა თუ წინსაფარი) ძალიან ჰგავს რომელ კულტის მსახურთა ჩაცმულობას¹. ამასთან ცნობილია, რომ მოკლე კაბა ავგუსტუსის ხანისათვისაა დამახასიათებელი (მაგ. *Arca Pacis* — „მშვიდობის თაღის“ ფრიზი), ხოლო უფრო გვიან (მაგ. ტრაიანესა და ადრიანეს რელიეფებზე) ისინი გრძელი წინსაფრით — ე. წ. ლიპუსით არიან შემოსილი [13].

ჩვენი უკვე აღვნიშნეთ, რომ ნიჩბური სურის ყურზე გამოსახული მამაკაცი მარჯვენა ხელით ძალს მიათრევს. საინტერესოა, რომ ძალს მსხვერპლად სწირავდნენ ხოლმე ძველ იტალიკურ ღვთაებას რობიგოს, აგრეთვე ლარებს — სახლისა და საოჯახო კერიის მფარველ ღმერთებს; ძალის მსხვერპლად შეწირვა წესად ჰქონდათ აგრეთვე მწყემსებისა და საქონლის ჯოგის მფარველი ღმერთის — ლუპერკის სახელზე გამართული დღესასწაულების (ე. წ. ლუპერკალიების) დროს [14].

ამრიგად, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ნიჩბური სურის ყურზე გამოსახულია ე. წ. *Scena sacrificis* მის ქვემოთ კი გამოსახულია პანტერა ზეაწეული თათით², რაც აგრეთვე ძალზე ხშირია იტალიკური წრის ბრინჯაოს ჭურჭლებზე ([3], გვ. 363, № 121, სურ. 102 — 103; [4], გვ. 162, 164).

ნიჩბისში აღმოჩენილი მეორე სურის ყურის შუა ნაწილი რელიეფური მცენარეული ორნამენტით — ვერცხლით ინკრუსტირებული სპირალისებური ყვავილწულითაა შემკული. ყურის სრულიად მსგავს შემკულობას (ქვედა ნაწილში „პათეტიკური“ ტიპის გორგონას გამოსახულებით დამშვენებულს) ვხედავთ პომპეუმში აღმოჩენილ ბრინჯაოს მრგვალიპირიან სურებზე, რომელთაც ახ. წ. I ს. პირველი ნახევრით ათარიღებენ³. მათთან შედარებით ნიჩბური სურა უფრო დახვეწილი ფორმისაა. ჩვენი სურის ყურზე გამოსახული სპირალისებური ყვავილწული იმეორებს იტალიკურ ქალაქების (პომპეუმის, ჰერკულანუმის) არქიტექტურულ მორთულობასა და კედლის მხატვრობაში ავგუსტუსის ხანისათვის ფართოდ გავრცელებულ მცენარეულ ორნამენტს (იხ. [17]).

ნიჩბისში აღმოჩენილი პირველი სურის ყელზე ცხოველთა ნადირობის გრავირებული გამოსახულებაა (ტაბ. I, 3). ანალოგიური გამოსახულება ბრინ-

¹ ასეთ წინსაფარს ატაობდნენ, მაგ. ვიქტიმარიულები. მაგრამ ისინი ჩვეულებრივ ნაჯახით ხელში არიან გამოსახული.

² უნდა აღინიშნოს, რომ ორივე გამოსახულება რაღაც ფრაგმენტულობისა და დაუსრულებლის შთაბეჭდილებას ტოვებს და თითქოს რაღაც საერთო კომპოზიციიდანაა ანოვლებული. ასეთ ხერხს რომელიც ოსტატები ხშირად ნიშარტავდნენ. იხ. მაგ. ნორმანდიაში აღმოჩენილი შეანიშნავი ვერცხლის სურები. მათი ტანი შემკულია მითოლოგიური სცენებით, რომლებიც თემატურად ადრებერძნული ეპოსიდან მომდინარეობენ და კლასიკური ხანის საბოძნეთისა და ელინისტური პერგამის მოხუშენტური სკულპტურული ძეგლების შემცირებულ პირობებს წარმოადგენენ [15].

³ გ. გ. კაოლის აზრით, აღნიშნული სურები უნდა დათარიღდნენ „არა უადრეს ავგუსტუსის შემდგომი ხანის დასწყისისა“ [16].







ჯაოს სურებზე თითქოს ცნობილი არაა, მაგრამ იგი საკმაოდ ხშირადაა სხვა ტიპის იტალიკურ ბრინჯაოს ჭურჭლებზე, მაგ. სარწყულზე (შეად. [18]). მეორე სურის ყელი „კიმატიონის“ ნაკვეთი ორნამენტთაა შემკული (ტაბ. II, 1), რაც აგრეთვე ხშირად გვხვდება ადრეულ იტალიკურ მრგვალობრიან სურებზე [3], გვ. 354; [4], გვ. 164 და შემდ. გვ. 169, ტაბ. XL, 3; XLI, 4).

ამრიგად, ჭურჭლის დახვეწილი ფორმები, ყურის შემკულობა (რთული რელიეფური გამოსახულებანი თუ სპირალისებური ყვავილწნული შუა ნაწილში და „პათეტიკური“ ტიპის გორგონას მძალა რელიეფში შესრულებული გამოსახულება), გრავირებული თუ კვეთილი ორნამენტი ყელზე (ნადირობის სცენა, ე. წ. „კიმატიონი“) უფლებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ს. ნიჩბისში აღმოჩენილი ბრინჯაოს სურები იტალიკური წარმოების საუკეთესო ნიმუშებს განეკუთვნებიან და უნდა დათარიღდნენ ავგუსტუსის ხანით (ყოველ შემთხვევაში არა უგვიანეს ახ. წ. I ს. პირველი მეოთხედისა)⁽¹⁾.

ს. ნიჩბისში, რომელიც ანტიკური ხანის იბერიის დედაქალაქსა და დიდ სავაჭრო ცენტრს — მცხეთას 12 კმ-ითაა დაშორებული, იტალიკური ჭურჭლების აღმოჩენა სრულიადაც არ უნდა იყოს შემთხვევითი, ვინაიდან იტალიკური იმპორტი ძველი ქართლის სულ სხვადასხვა რაიონებში იჩენს თავს. ნიჩბისში აღმოჩენილი ჭურჭლების ანალოგიურ ტიპს უნდა მიეკუთვნოს ს. ახალდაბაში (ყოფ. ახმეტას რაიონში) ნაპოვნი ბრინჯაოს სურის ზედა ნაწილი⁽²⁾. სამწუხაროდ, ამ ოდესღაც შესანიშნავი ჭურჭლის მხოლოდ ყელ-პირია შემორჩენილი. პირის შესქელებული კიდეები ოვების რელიეფური ორნამენტითაა შემკული (პირის ის ნაწილი კი, რომელსაც ყური ედგმოდა, სადაა). ყელის ძლიერ ფრაგმენტირებულ ქვედა ნაწილზე „მარგალიტებისაგან“ შემდგარ სარტყელში ლესბიური კიმატიონის⁽³⁾ გამოსახულება.

იტალიკური ბრინჯაოს ჭურჭლები (სხვადასხვა ფორმის სურები, პატერები, ჩამჩა, სამეღნე) ძველი ქართლის სხვადასხვა პუნქტებშია (მცხეთა, ბო-

(¹ სურებთან ერთად აღმოჩენილი მონეტები (ავგუსტუსის დენარები და გოტარხეს დრაქმა) ამ შემთხვევაში დათარიღებისას საიმედო საყრდენად ვერ გამოდგებოდნენ, რადგან ცნობილია, რომ ისინი ჩვენში (განსაკუთრებით სამთავროს სამართავანზე) გვხვდებიან, აგრეთვე უფრო გვიანდელ (ახ. წ. II და III სს.) სამარხებშიც.

(² ეს ფრაგმენტები შემთხვევითაა აღმოჩენილი 1948 წ. (ინახება საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმში (საინვ. № 31 — 57: 4 — 5). სამარხში სხვა ნივთებთან ერთად ნაპოვნია ძვ. წ. I ს. — ახ. წ. I ს. ორი კამეა, რომელთაგან ერთი ოქროს მუდალიონს ამკობდა; აგრეთვე ოროდ I (ძვ. წ. 57 — 37 წწ.) მონეტა (იხ. [19]).

(³ კიმატიონის ეს ფორმა წარმოდგენილია უკვე ძვ. წ. IV ს. პირველი ნახევრის როგორც მონუმენტურ ძეგლებზე (ათენას ტაძარი თეგეაში — არკადიაში), ასევე ბრინჯაოს ჭურჭლებზე (მაგ. ძვ. წ. IV ს. პირველი ნახევრის ბერძნულ ჰიდრიაზე, რომელიც ამისოშია ნაპოვნი) ([20]). შემდგომ, უკვე ელინისტური ტრადიციების გავლენით, იგი ძალზე პოპულარულია იტალიკური ქალაქების არქიტექტურულსა და მხატვრულ მორთულობაში ([21]).

რი, კლდეთი⁽¹⁾. ატოცი), აგრეთვე ნაპოვნი (იხ. [1], იქვე ლიტ.), რაც ძველ ქართლში იტალიკური ბრინჯაოს ჭურჭლების იმპორტის უცილობელი მოწმობაა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 აკად. ი. ჯავახიშვილის სახელობის
 ისტორიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 27.5.1963)

АРХЕОЛОГИЯ

О. Д. ЛОРДКИПАНИДЗЕ

РИМСКИЕ (ИТАЛИЙСКИЕ) БРОНЗОВЫЕ СОСУДЫ, НАЙДЕННЫЕ В с. НИЧБИСИ

Резюме

Работа посвящена изучению и публикации двух бронзовых кувшинов, найденных в 1936 г. в случайно обнаруженном погребении в с. Ничбиси (в 12 км к юго-западу от г. Михета, столицы Иберии античной эпохи) и хранящихся в Тбилиси в Государственном музее Грузии (инв. № 9 — 58: 1 — 2) (табл. I-II).

Сосуды отлиты, а затем окончательно обработаны на станке, о чем свидетельствуют рельефные концентрические кружки разной толщины с наружной стороны на круглом донышке обоих сосудов, а посередине — маленькая дырочка для прикрепления сосуда к станку. Патина обоих кувшинов темно-коричневого цвета, характерная для южноиталийских изделий.

Изящная форма сосудов с плавными переходами от одной части к другой, утолщенные края круглого венчика, украшенные овами и «жемчужником», устройство верхней части ручки и ее украшение в целом (сложные рельефные изображения или растительный орнамент в виде спиралевидных гирлянд в средней части, исполненное в высоком рельефе изображение головы Горгоны «патетического» типа в нижней части), грави-

⁽¹⁾ კლდეთში ბრინჯაოს პატერა და ენობოის ფორმის სურა ნაპოვნი ([22]). პატერა, ჩვენი აზრით, უთუოდ იტალიკურია სურა კი თავისი „კეთილშობილი“ პატინით (ცისფერი, ერთგვარად, მთელვარე) და განსაკუთრებით ყუთის დამუშავებითა და შემკვლავით, არსებითად განსხვავდება ანალოგიური იტალიკური ჭურჭლებისაგან იგი უთუოდ საგანგებო შესწავლას მოითხოვს. აქ აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ პატინით იგი ელინისტური ხანის ეტრუსკულ ბრინჯაოს ჭურჭლებს წააგავს. ყურის ქვედა ნაწილში გამოქანდაკებული ლომის პროტომის გამოსახულება კი ანალოგიებს კლასიკური და ადრეელინისტური ხანის ძეგლებში პოულობს.

როვანნიი или резной орнамент на горлышках (спены охоты животных на одном сосуде и «киматии» на другом) дают основание заключить, что бронзовые сосуды, найденные в с. Ничбиси, принадлежат к лучшим образцам италийского производства. Изготовлены они, по всей вероятности, в период, близкий ко времени Августа, во всяком случае, не позднее первой четверти I в. н. э.

დასოფმეგული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. О. Д. Лордкипანიძე. Ремесленное производство и торговля в Мухета в I — III вв. н. э. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 65, 1957, გვ. 147 და შემდ.
2. C. Ceci. Piccoli bronzi del Museo Nazionale di Napoli. ტაბ. II, № 30, 1870.
3. Th. Schreiber. Die alexandrische Torevtik. Abhandlungen der philologisch-historischen Classe der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften 14, 1894.
4. A. Radnóti. Die römischen Bronzegefäße von Pannonien, Dissertationes Pannonicae, ser. II, Budapest, 1938.
5. L. Kraskovska. Hroby z doby rimskej w zohore. Slovenska Archeológia, 1951, № VII — 1, გვ. 120 და შემდ., გვ. 139, სურ. 47 და 51.
6. Н. А. Кун. Легенды и мифы древней Греции. М., 1955, 103 — 104.
7. A. Furtwängler. Gorgones und Gorgo, in W. H. Roscher. Ausführliches Lexikon der griechischen und römischen Mythologie. I, Leipzig, 1880 — 1890, გვ. 1724 და შემდ.
8. T. P. Howe. The origin and funktion of the Gorgon head. The American Journal of Archaeology, № 58, 1954, გვ. 209 და შემდ.
9. A. Giuliano. Gorgone. Enciclopedia dell' arte antica classica e orientale, III, Roma, 1960, გვ. 985.
10. H. Rohden und H. Winnefeld. Architektonische römische Tonreliefs des Kaiserzeit, B. IV, 1 — 2, Berlin und Stuttgart, 1911, გვ. 185 და შემდ., ტაბ. XL, 1.
11. E. Pernice. Gefäße und Geräte aus Bronze. — Die hellinistische kunst in Pompey, herausgegeben von Fr. Winter, B. IV, Berlin und Leipzig, 1925, გვ. 18 — 19, სურ. 29.
12. К. И. Жуглев. Две находки за икономическата сила на рабовладельската класа в Римска, Тракия и Мизия. Годишник на народния Археологически Музеи Пловдив. София, 1950, II, В. 192 და შემდ., სურ. 1.
13. G. Rodenwaldt. Römische reliefs. Vorstufen zur Spätantike. Jahrbuch der Deutschen Archäologischen Instituts, B. 55, 1940, გვ. 40 — 41.
14. I. Toutain. Sacrificium, Ch. Daremberg et E. Saglio. Dictionnaire des antiquités grecques et romaines, fasc. 41, Paris, 1908, გვ. 974.
15. K. Lenmann-Hartleben. Two roman silver jugs. The American Journal of Archaeology, 1938, vol. XLII, № 1, გვ. 82 — 105, ტაბ. XIV, A — B.
16. G. Ekholm. Einige klassischen Einfuhrwaren in Scandinavien. Acta Archeologica, Kobenhaven, 1943, vol. XIV, fasc. 1 — 3, გვ. 113.
17. Th. Kraus. Die Ranken der Ara Pacis (Ein Beitrag zur Etwicklungs-Geschichte der augusteischen Ornamentik). Berlin, 1953.
18. Fr. Sprater. Das römische Eisenberg, Spejer, 1952, გვ. 40, სურ. 31.

19. მარგ. ლორთქიფანიძე. საქართველოს ტერიტორიაზე მოპოვებული გლიპტიკური ძეგლების კატალოგი, საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის გემები, III, თბილისი, 1961, 14 — 17.
20. Th. Wiegand. Eros und Psyche auf einem Bronzrelief aus Amisos, Anatolian Studies presented to W. M. Ramsey, Manchester, 1923, გვ. 706, ტაბ. XIII, 1.
21. H. G. Beyen. Die Pompejanische Wanddekoration von zweiten bis zum vierten Stil, Haag, 1938, გვ. 331, სურ. 187.
22. გ. ლომთათიძე. კლდეების სამარცხანი, თბილისი, 1957, 122 — 131, სურ. 22—25.

მ თ. რ ე დ ა კ ტ ო რ ი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
აკადემიკოსი რ. დ ვ ა ლ ი

Г л. р е д а к т о р — академик Академии наук Грузинской ССР
Р. Р. Д в а л и

ხელმოწერილია დასაბუქდად 30.3.1964; შეკვ. № 417; ანაწყოზის ზომა 7×11;
ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვოსაგამომც. ფურცლების რაოდენობა 19;
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 16; უე 02657; ტირაჟი 1400.

Подписано к печати 30.3.1964; зак. № 417; размер набора 7×11; размер
бумаги 70×108; количество уч.-изд. листов 19; количество печатных
листов 16; УЭ 02657; тираж 1400

შიხსება — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENTS

მათემატიკა — МАТЕМАТИКА — MATHEMATICS

П. К. Зерагия. Решение нелинейного интегро-дифференциального уравнения методом верхних и нижних функций	3
*პ. ზერაგია. არაწრფივი ინტეგრალ-დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა ზედა და ქვედა ფუნქციების მეთოდით	10
Д. В. Ионеску. Одно обобщение квадратурных формул Симпсона, Ньютона и Милна	11
*დ. იონესკუ. სიმფსონის, ნიუტონისა და მილნის კვადრატული ფორმულების ერთი განზოგადება	18
Э. А. Надарая. Оценка компонента свертки	19
*ე. ნადარაია. კომპონენტის კომპონენტის შეფასება	24
А. Пультр. О теории гомотопий частично упорядоченных множеств	25
*ა. პულტრი. ნაწილობრივ დალაგებულ სიმრავლეთა ჰომოლოგიის თეორიის შესახებ	29
А. Э. Драчинский. Об одной граничной задаче Римана—Привалова для круга	31
*ა. დრაჩინსკი. რიმან—პრივალოვის ერთი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ წრის შემთხვევაში	35

დრეკადობის თეორია — ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ —

THEORY OF ELASTICITY

М. З. Народецкий. О напряжениях в бесконечной пластинке, ослабленной тремя круговыми отверстиями	37
*მ. ნაროდეცკი. დაძაბულობანი უსასრულო ფირფიტაში, რომელიც შესუსტებულია სამი წრიული ხვრელით	44

ფიზიკა — ФИЗИКА — PHYSICS

Э. Л. Андроникашвили (академик Академии наук ГССР), Б. Г. Буда, Д. С. Девнозашвили, Г. И. Кикнадзе, Э. С. Кицмаришвили, Л. С. Топчян, В. М. Чантурия. Низкотемпературная петля ИРТ-2000	45
*ე. ანდრონიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. ბუდა, დ. დევნოზაშვილი, გ. კიკნაძე, ე. კიწმარიშვილი, ლ. თოფჩიანი, ე. ტანტურია. დაბალტემპერატურული მარყუქი იРТ-2000	51
Г. Я. Рамишвили. Исследование зависимости силы трения и коэффициента трения от сближения трущихся тел	53
*გ. რამიშვილი. მონახუნე მყარი სხეულების დახლოების გავლენა ხახუნის ძალასა და ხახუნის კოეფიციენტზე	60

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური გვეთვნის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.

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

* A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article.



К. А. А б а ш и д з е. О кинетике реакции окисления двухвалентного иона марганца под действием кобальто-медного смешанного катализатора	61
*ქ. ა ბ ა შ ი ძ ე. კობალტ-საბინდის შერეული კატალიზატორის გავლენით მანგანუმის იონის დაჟანგვის რეაქციის კინეტიკისათვის	65
В. И. К о б и а ш в и л ი. Ванадий в некоторых природных образованиях	67
*ბ. კობიაშვილი. ვანადიუმი ზოგიერთ ბუნებრივ წარმონაქმნებში	70
Е. П. Х е ч и н а ш в и л и и Х. И. А р е ш и д з е (член-корреспондент АН ГССР). Моноциклические ароматические углеводороды сахненской нефти	73
*ე. ხეჩინაშვილი და ქრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). საცენისის ნავთობის მონოციკლური არომატული ნახშირწყალბადები	77
Е. М. Н а н о б а ш в и л и и И. Г. Б а х т ა დ з е. Изменение структурно-механических свойств желатинаты под действием ионизирующего излучения	79
*ე. ნანობაშვილი და ი. ბახტაძე. ელატინის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების შეცვლა მაიონიზირებელი გამოსხივების მოქმედებისას	83

ქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—
CHEMICAL TECHNOLOGY

ბ. ბეჭაური, თ. ჯაშიაშვილი, რ. გაფრინდაშვილი და ნ. კვაჭაძე. ფენოლის ჰიდრირება ორთქლის ფაზაში ახალი კატალიზატორების თანაობისას	85
*ნ. გ. ბეკაური, Т. К. Дж а ш и а ш в и л и, Р. Т. Г а п р и н д а ш в и л ი и Н. И. К в а ч ა დ з е. Гидрирование фенола в присутствии новых катализаторов	89

ელმტროქიმიის—ЭЛЕКТРОХИМИЯ—ELECTROCHEMISTRY

Т. Н. Х о п е р и я и Т. Ж. Х о м а с у რ ი დ з ე. К вопросу химического никелирования металлов	91
*თ. ხოპერია და თ. ხომასურიძე. მეტალების ქიმიური მონიკელების საკითხისათვის	98

პეტროგრაფია—ПЕТРОГРАФИЯ—PETROGRAPHY

Э. И. К а х а д з е. Гидротермальный метаморфизм вмещающих пород медно-сульфидных руд юго-восточной Грузии	99
*ე. კახაძე. სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს სპილენძ-სულფიდური მადნების შემცველი ქანების ჰიდროთერმული მეტამორფიზმი	105

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY

Н. М. К у к а в а д з е. Об эволюции некоторых форм рода <i>Cardium</i> в Акчагыльском веке	107
*ნ. კუკავაძე. გვარ <i>Cardium</i> -ის ზოგიერთი ფორმის ევოლუციის შესახებ აღწერილობითი საუკუნეში	109

სამშენებლო მექანიკა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—
STRUCTURAL MECHANICS

Г. В. К и з и р и я. Определение усилий в комбинированных конструкциях с учетом нелинейной полужести бетона	111
*ბ. კიზირია. კომბინირებულ კონსტრუქციებში ძალების განსაზღვრა ბეტონის არაწრფივი ცოცვადობის მხედველობაში მიღებით	118



Д. Д. Кокшвили. К вопросу выбора рациональных конструкций селепро-
пускных сооружений 119

*დ. კოკოშვილი. ღვარცოფული ნაკადების გამტარ ნაგებობათა რაციონალური
კონსტრუქციების შერჩევის საკითხისათვის 126

მეტალურგია — МЕТАЛЛУРГИЯ — METALLURGY

В. Г. Рцхиладзе, Г. Н. Звиаდაдзе. Сублимация мышьяка из арсенипи-
ритовой руды Пянского месторождения и конденсация его паров 127

*გ. რცხილაძე, გ. ზვიადაძე. დარიშხანის სუბლიმაცია ცანის არსენოპირი-
ტული მადნისაგან და მისი ორთქლის კონდენსაცია 134

К. И. Шахова и П. Б. Будберг. Оценка прочности межатомной связи в
сплавах системы титан-ниобий-хром 135

*კ. შახოვა და პ. ბუდბერგი. ტიტან-ნიობიუმ-ქრომის სისტემის შენადნობებში
ატომორისი კავშირის სიმტკიცის შეფასება 140

ბოტანიკა — БОТАНИКА — BOTANY

გ. ხამთარაძე. გვარ *Sibbaldia* L.-ს სახეობათა გეოგრაფია და ბიოეკოლოგიური
თვისებებზე სამხრეთ კავკასიონზე 141

*Г. К. Замтарадзе. География и биоэкологические особенности предста-
вителей рода сиббальдии на Южном Кавказе 146

მეხეველობა — ЛЕСОВОДСТВО — FORESTRY

ტ. ჩიქოვანი და მ. ლორია. მერქნიან მცენარეებზე 1961—1962 წლების გვალვის
გავლენის შესახებ თბილისის მიდამოებში 149

*Т. Г. Чиковани и М. Л. Лория. О влиянии засух 1961—1962 гг. на дре-
весно-кустарниковые породы в окрестностях г. Тбилиси 153

ენტომოლოგია — ЭНТОМОЛОГИЯ — ENTOMOLOGY

გ. გვრიტიშვილი. ქლოროფის გამოყენება ბუხის (*Rhagoletis cerasi* L.) წი-
ნალმდე 155

*В. А. Гврйтишвили. Хлорофос против вишневой мухи (*Rhagoletis ce-
rasi* L.) 157

პარაზიტოლოგია — ПАРАЗИТОЛОГИЯ — PARASITOLOGY

Г. И. Джавелидзе. Результаты изучения цикла развития *Opisthioglyphe
ranae* (Fröhlich) 159

*გ. ჯაველიძე. *Opisthioglyphe ranae* (Fröhlich.) განვითარების ციკლის შესწავ-
ლის შედეგები 164

К. Р. Гурчиани. К изучению диктиокаулеза буйволов в условиях Грузии 167

*კ. გურჩიანი. კამეჩების დიქტიოკალუზის შესწავლისათვის საქართველოს პირ-
ებში 173

ფიზიოლოგია — ФИЗИОЛОГИЯ — PHYSIOLOGY

Н. В. Андгуладзе. О функциональном разграничении симметричных пунк-
тов звукового анализатора 175

*ნ. ანდღულაძე. ბგერითი ანალიზატორის სიმეტრიული ნაწილების ფუნქციური
განცალკევების შესახებ 179



ლ. გაჩეჩილაძე. ჰიპოფიზისა და საკვერცხეების სტრუქტურული და ზოგიერთი ჰისტოქიმიური თავისებურება თავგებში სინესტროლის ინექციათა პირობებში	181
*Л. Ф. Гачечиладзе. Некоторые структурные и гистохимические изменения гипофиза и яичников у мышей при введении синэстрола	187

კლინიკური მედიცინა — КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА —
CLINICAL MEDICINE

დ. კაბანაძე. გარეაინ სუნთქვის ფუნქცია თირეოტოქსიკოზის დროს	189
*Д. М. Капанадзе. Функция внешнего дыхания при тиреотоксикозе	194
ჯ. ნატრიაშვილი. კრიპტორქიზმის ეტიოლოგია, პათოგენეზი და კლინიკა	197
*Д. С. Натриашвили. Этиология, патогенез и клиника крипторхизма	203
О. С. Маркарова. Функция щитовидной железы и яичников у больных климактерическим синдромом	205
*ო. მარქაროვა. საკვერცხეებისა და ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქცია კლიმაქტერული სინდრომის დროს	210

ენათმეცნიერება — ЯЗЫКОЗНАНИЕ — LINGUISTICS

✓ ბ. გიგინეიშვილი. ოდ ელემენტის შემცველი ერთი ზნნური ფუძის აგებულებისათვის	213
*Б. К. Гигинейшвили. К структуре одного глагольного корня с элементом -od	219
ზ. ჯაფარიძე. მახელის გადაწვევის ერთი შემთხვევა ზუნძურში	221
*З. Н. Джапаридзе. Об одном случае переноса удараения в аварском языке	224

ეთნოგრაფია — ЭТНОГРАФИЯ — ETHNOGRAPHY

პ. ფირფილაშვილი. „ქვა ხეთოს“ ქართულ ხალხურ მკურნალობაში გამოყენების საკითხის შესწავლისათვის	227
*П. М. Пирпилашвили. К вопросу применения „Ква-Хвито“ („Волшебного камня“) в грузинской народной медицине	233

ხელოვნების ისტორია — ИСТОРИЯ ИСКУССТВ — HISTORY OF ARTS

Т. С. Шевякова. Дата росписи первого слоя храма Теловани	235
*ტ. შევიაკოვა. თელოვანის ტაძრის პირველი ფენის მონატულობის თარიღი	242

არქეოლოგია — АРХЕОЛОГИЯ — ARCHAEOLOGY

ოთ. ლორთქიფანიძე. ს. ნიჩბისში აღმოჩენილი რომაული (იტალიკური) ბრინჯაოს სურები	243
*О. Д. Лордкипанидзе. Римские (Италийские) бронзовые сосуды, найденные в с. Ницбиси	248

УТВЕРЖДЕНО
Президиумом Академии Наук
Грузинской ССР
28.3.1963

ПОЛОЖЕНИЕ О «СООБЩЕНИЯХ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР»

1. В «Сообщениях Академии Наук Грузинской ССР» публикуются статьи научных работников Академии Наук Грузинской ССР и других ученых, содержащие сжатое изложение основных результатов их исследований.

2. «Сообщениями» руководит редакционная коллегия, избираемая общим собранием Академии Наук Грузинской ССР.

3. «Сообщения» выходят ежемесячно отдельными выпусками приблизительно в объеме 16 печатных листов каждый. Выпуски каждого квартала (три выпуска) составляют один том.

4. Статьи должны быть представлены на двух языках: на грузинском и русском. На одном из них, по желанию автора,—полный текст, а на другом языке—краткое изложение основного текста.

5. Объем статьи, включая иллюстрации, не должен превышать 20.000 типографских знаков (8 страниц журнала). Разделение статьи на отдельные части для опубликования в разных выпусках «Сообщений» не допускается.

6. Статьи действительных членов и членов-корреспондентов Академии Наук Грузинской ССР сдаются непосредственно в редакцию «Сообщений» для опубликования, а статьи других авторов публикуются только по представлению действительных членов или членов-корреспондентов Академии. Статьи, поступившие без представления, направляются редакцией одному из действительных членов или членов-корреспондентов Академии на рассмотрение, с тем чтобы в случае положительной оценки статья была представлена для опубликования.

7. Статьи (а также соответствующие иллюстрации и чертежи) должны быть представлены автором в одном экземпляре, в совершенно готовом для печатания виде. Формулы должны быть четко вписаны в текст от руки. Текстовые части из иллюстраций должны быть выполнены на обоих языках. Никакие исправления и добавления после принятия к печати не допускаются.

8. Данные о цитированной литературе должны быть по возможности полными: необходимо указать полное заглавие статьи, название журнала, в котором опубликована статья, номер серии, тома, выпуска, год издания; если имеется ссылка на книгу, то необходимо указать полное наименование книги, место и год издания.

9. Цитируемая литература должна приводиться в конце статьи в виде списка. При ссылке на литературу в тексте статьи или в подстрочных примечаниях следует указывать номер по списку, заключая его в квадратные скобки.

10. В конце текста статьи автор на соответствующем языке должен указать название и местонахождение того научного учреждения, где выполнена работа.

Статья датируется днем поступления ее в редакцию.

11. Автору представляется одна корректура в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автор получает бесплатно 10 оттисков своей статьи.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: ТБИЛИСИ, ул. ДЗЕРЖИНСКОГО, 8.

Телефон 3-03-52

Условия подписки: на 1 год—12 руб., на 6 месяцев—6 руб.



და ბ ა მ კ ი ც ე მ ა უ ლ ი ა
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 28.3.1963.

„საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“

დ ბ უ ლ ე ბ ა

1. „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ იბეჭდება აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.

2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.

3. „მოამბე“ გამოდის თვეში ერთხელ, ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 16 ბეჭდური თაბახი. ყოველი კვარტალის ნაკვეთები (სამი ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.

4. „მოამბეში“ დასაბეჭდად წერილები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ენაზე: ქართულად და რუსულად. ერთ-ერთ მათგანზე, ავტორის სურვილისამებრ, —სრული ძირითადი ტექსტი ხოლო მეორეზე—ძირითადი ტექსტის შენოკლებული გადმოცემა.

5. წერილის მოცულობა (ორივე ტექსტისა), ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 20.000 სასტამბო ნიშანს (ჟურნალის 8 გვერდს); არ შეიძლება წერილის დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.

6. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორების წერილები იბეჭდება აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარდგინებით. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად, რათა მან, დადებითად შეფასების შემთხვევაში, წარმოადგინოს იგი დასაბეჭდად.

7. წერილები (ავტოგრაფი სათანადო ილუსტრაციები და ნახაზები) ავტორმა უნდა წარმოადგინოს თითო ცალად, დასაბეჭდად საცესებით მომზადებული. ფორმულები ხელით უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტში მკაფიოდ. ილუსტრაციებზე ტექსტობრივი წარწერები ორივე ენაზე უნდა იყოს შესრულებული. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში შესწორებებისა და დამატებების შეტანა აღარ შეიძლება.

8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები შეძლებისდაგვარად სრული უნდა იყოს: საჭიროა აღინიშნოს წერილის სრული სათაური, სახელწოდება ჟურნალისა, რომელშიც დაბეჭდილია წერილი, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის ადგილისა და წელის მითითება.

9. დამოწმებული ლიტერატურის სია წერილს ერთვის ბოლოში. ლიტერატურის მითითებულად ტექსტში თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ჩაჩვენები უნდა იქნეს შესაბამისი ნომერი სიის მიხედვით.

10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა შესაბამის ენაზე უნდა აღინიშნოს იმ დაწესებულების სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი.

წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.

11. ავტორს ეძლევა გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად არა უმეტეს ორი დღისა). თუ კორექტურა დადგენილი ვადისათვის არ იქნა წარმოდგენილი, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 10 ანონაბეჭდი.

კ ე ლ ა მ კ ი ც ი ს შ ი ს ა შ ა რ თ ი: თბილისი, ძმარქინსკის ძ., 8

ტელეფონი 3-03-52

ხელმოწერის პირობები: 1 წლით—12 მან., 6 თვით—6 მან.