

1966 .



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა ე ბ ე

\*

524

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

\*

44

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

\*

XLII:1

აკრილი 1966 АПРЕЛЬ



საქართველოს სსრ  
ეცნიერებათა აკადემიის

ბოგეე



СООБЩЕНИЯ  
АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР



BULLETIN  
OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR



XLII

1966

თბილისი \* TBILISI \* TBILISI





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, გ. 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. Кецохели,  
В. В. Махалдиани, Н. И. Мусхелишвили, Г. В. Церетели,  
Г. В. Цицишвили, А. П. Цулукидзе, Р. С. Шадური  
(заместитель главного редактора)

О. Д. ГАБИСОНИЯ

ОБ АБСОЛЮТНОЙ СХОДИМОСТИ ДВОЙНЫХ РЯДОВ  
 И ИНТЕГРАЛОВ ФУРЬЕ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 5.4.1965)

С. Н. Бернштейн [1] доказал, что если  $f(x)$  — непрерывная периодическая функция периода  $2\pi$ , то из сходимости одного из рядов

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{E_n(f)}{\sqrt{n}}, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\omega(f; 1/n)}{\sqrt{n}},$$

где  $E_n(f)$  — величина наилучшего приближения функции  $f(x)$  тригонометрическими полиномами степени  $\leq n$ , а  $\omega(f; 1/n)$  — модуль непрерывности  $f(x)$ , следует абсолютная сходимость ряда Фурье функции  $f(x)$ .

Позднее Сас [2] и С. Б. Стечкин [3] эту теорему перенесли на функции класса  $h_2$ .

Вопросом абсолютной сходимости двойных рядов Фурье впервые занялся В. Г. Челидзе [4,5].

Ниже доказываются теоремы, которые являются переносом упомянутых результатов С. Б. Стечкина и Саса на двойные ряды и которые несколько усиливают теоремы В. Г. Челидзе, касающиеся абсолютной сходимости двойных рядов Фурье.

Пусть  $E_{m,n}(f)$  означает наилучшее приближение в среднем функции  $f(x, y)$  тригонометрическими полиномами степени  $\leq m$  по  $x$  и степени  $\leq n$  по  $y$ , а  $E_{m,\infty}(f)$  — частное наилучшее приближение  $f(x, y)$  в среднем тригонометрическими полиномами степени  $\leq m$  по  $x$  с коэффициентами, зависящими от  $y$  и принадлежащими к  $L_2$ .

Аналогично определяется величина  $E_{\infty,n}(f)$  относительно  $y$ .

**Теорема 1.** Пусть  $f(x, y) \in L_2$  — периодическая функция периода  $2\pi$  относительно каждой из переменных  $x$  и  $y$ ; кроме того, сходятся ряды

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{F_{m,\infty}^2(f) + E_{\infty,n}^2(f) - E_{m,n}^2(f)}{mn} \right\}^{1/2}, \quad \sum_{m=1}^{\infty} \frac{E_{m,\infty}(f)}{\sqrt{m}},$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{E_{\infty,n}(f)}{\sqrt{n}}. \quad (1)$$

Тогда двойной ряд Фурье функции  $f(x, y)$  абсолютно сходится.



Доказательство. Пусть  $S_{m, n}(f; x, y)$  означает частную сумму степени  $m$  по  $x$  и степени  $n$  по  $y$  ряда Фурье функции  $f(x, y)$ , а  $a_{m, n}(f)$ ,  $b_{m, n}(f)$ ,  $c_{m, n}(f)$  и  $d_{m, n}(f)$  — коэффициенты Фурье этой же функции. Тогда в силу равенства Парсеваля

$$\begin{aligned} \frac{1}{\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} [f(x, y) - S_{m, n}(f; x, y)]^2 dx dy &= \sum_{k_1=m+1}^{\infty} \sum_{k_2=0}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}^2(f) + \\ &+ \sum_{k_1=0}^{\infty} \sum_{k_2=n+1}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}^2(f) - \sum_{k_1=m+1}^{\infty} \sum_{k_2=n+1}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}^2(f), \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} \rho_{k_1, k_2}^2(f) &= a_{k_1, k_2}^2(f) + b_{k_1, k_2}^2(f) + c_{k_1, k_2}^2(f) + d_{k_1, k_2}^2(f). \\ &(k_1, k_2 = 0, 1, 2 \dots). \end{aligned}$$

Так же как для функции от одной переменной, можно показать, что для функции из класса  $L_2$  полиномами наилучшего приближения будут частные суммы Фурье этой функции, т. е.

$$E_{m, n}^2(f) = \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} [f(x, y) - S_{m, n}(f; x, y)]^2 dx dy, \quad (3)$$

$$E_{m, \infty}^2(f) = \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} [f(x, y) - S_{m, \infty}(f; x, y)]^2 dx dy, \times$$

$$\times E_{\infty, n}^2(f) = \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} [f(x, y) - S_{\infty, n}(f; x, y)]^2 dx dy, \quad (4)$$

где  $S_{m, \infty}(f; x, y)$  означает частную сумму степени  $m$  по  $x$  ряда Фурье функции  $f(x, y)$ . Аналогично определяется  $S_{\infty, n}(f; x, y)$  относительно  $y$ .

В силу формулы (4) и равенства Парсеваля можем написать

$$\begin{aligned} \frac{1}{\pi^2} E_{m, \infty}^2(f) \sum_{k_1=m+1}^{\infty} \sum_{k_2=0}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}^2(f), \quad \frac{1}{\pi^2} E_{\infty, n}^2(f) &= \\ &= \sum_{k_1=0}^{\infty} \sum_{k_2=n+1}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}^2(f). \end{aligned} \quad (5)$$

Учитывая формулы (3) и (5), из равенства (2) получаем

$$\sum_{k_1=m+1}^{\infty} \sum_{k_2=n+1}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}^2(f) = \frac{1}{\pi^2} \{E_{m, \infty}^2(f) + E_{\infty, n}^2(f) - E_{m, n}^2(f)\}. \quad (6)$$

Для доказательства абсолютной сходимости ряда Фурье функции  $f(x, y)$  достаточно показать сходимость ряда

$$\begin{aligned} \sum_{k_1=0}^{\infty} \sum_{k_2=0}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}(f) &= \sum_{k_1=0}^1 \sum_{k_2=0}^1 \rho_{k_1, k_2}(f) + \sum_{k_1=2}^{\infty} \sum_{k_2=0}^1 \rho_{k_1, k_2}(f) + \\ &\sum_{k_1=0}^1 \sum_{k_2=2}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}(f) + \sum_{k_1=2}^{\infty} \sum_{k_2=2}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}(f). \end{aligned} \quad (7)$$

Нетрудно проверить, что

$$\begin{aligned} \sum_{k_1=2}^{\infty} \sum_{k_2=2}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}(f) &= \sum_{k_1=2}^{\infty} \sum_{k_2=2}^{\infty} \sum_{m=1}^{k_1-1} \sum_{n=1}^{k_2-1} \frac{\rho_{k_1, k_2}(f)}{(k_1-1)(k_2-1)} = \\ &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{k_1=m+1}^{\infty} \sum_{k_2=n+1}^{\infty} \frac{\rho_{k_1, k_2}(f)}{(k_1-1)(k_2-1)} < \\ &< \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \sum_{k_1=m+1}^{\infty} \sum_{k_2=n+1}^{\infty} \frac{1}{(k_1-1)^2 (k_2-1)^2} \sum_{k_1=m+1}^{\infty} \sum_{k_2=n+1}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}(f) \right\}^{1/2} < \\ &< O(1) \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{mn}} \left\{ \sum_{k_1=m+1}^{\infty} \sum_{k_2=n+1}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}(f) \right\}^{1/2}. \end{aligned}$$

Отсюда, учитывая формулу (6), по условию теоремы получаем

$$\begin{aligned} \sum_{k_1=2}^{\infty} \sum_{k_2=2}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}(f) &= \\ &= O(1) \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{E_{m, \infty}^2(f) + E_{\infty, n}^2(f) - E_{m, n}^2(f)}{mn} \right\}^{1/2} < +\infty \end{aligned} \quad (8)$$

Аналогично рассуждая и принимая во внимание выражение (5), можем написать

$$\sum_{k_1=2}^{\infty} \sum_{k_2=0}^1 \rho_{k_1, k_2}(f) = \sum_{k_1=2}^{\infty} \sum_{k_2=0}^{\infty} \sum_{m=1}^{k_1-1} \frac{\rho_{k_1, k_2}(f)}{k_1-1} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{k_1=0}^1 \sum_{k_1=m+1}^{\infty} \frac{\rho_{k_1, k_2}(f)}{k_1-1} <$$



$$< O(1) \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{m}} \left\{ \sum_{k_1=m+1}^{\infty} \sum_{k_2=0}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}(f) \right\}^{1/2} = O(1) \sum_{m=1}^{\infty} \frac{E_{m, \infty}(f)}{\sqrt{m}} < +\infty, \quad (9)$$

$$\sum_{k_1=0}^1 \sum_{k_2=2}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}(f) = O(1) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{E_{\infty, n}(f)}{\sqrt{n}} < +\infty. \quad (10)$$

Из формул (8), (9) и (10) следует сходимость ряда (7).

Теорема доказана.

Обозначим

$$\omega^{(2)}(f; \delta_1, \delta_2) = \sup_{\substack{0 \leq t \leq \delta_1 \\ 0 \leq \tau \leq \delta_2}} +$$

$$+ \left\{ \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} [f(x+t, y+\tau) - f(x-t, y+\tau) - f(x+t, y-\tau) + f(x-t, y-\tau)]^2 dx dy \right\}^{1/2}, \quad (11)$$

$$\omega^{(2)}(f; \delta_1, 0) = \sup_{0 \leq t \leq \delta_1} \left\{ \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} [f(x+t, y) - f(x-t, y)]^2 dx dy \right\}^{1/2}, \quad (12)$$

$$\omega^{(2)}(f; 0, \delta_2) = \sup_{0 \leq \tau \leq \delta_2} \left\{ \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} [f(x, y+\tau) - f(x, y-\tau)]^2 dx dy \right\}^{1/2}. \quad (13)$$

Теорема 2. Пусть  $f(x, y) \in L_2$  — периодическая функция периода  $2\pi$  относительно каждой из переменных  $x$  и  $y$ ; кроме того, сходятся ряды

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\omega^{(2)}\left(f; \frac{1}{m}, \frac{1}{n}\right)}{\sqrt{mn}}, \quad \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\omega^{(2)}\left(f; \frac{1}{m}, 0\right)}{\sqrt{m}}, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\omega^{(2)}\left(f; 0, \frac{1}{n}\right)}{\sqrt{n}}. \quad (14)$$

Тогда двойной ряд Фурье функции  $f(x, y)$  абсолютно сходится.

Доказательство. Легко заметить, что для функции

$$f(x+h_1, y+h_2) - f(x-h_1, y+h_2) - f(x+h_1, y-h_2) + f(x-h_1, y-h_2)$$

ряд Фурье имеет вид

$$4 \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} [d_{m, n}(f) \cos mx \cos ny - b_{m, n}(f) \cos mx \sin ny - c_{m, n}(f) \sin mx + \\ + \cos ny + \theta_{m, n}(f) \sin mx \sin ny] \sin mh_1 \sin nb_2.$$



Поэтому в силу равенства Парсеваля можем написать

$$\frac{1}{\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} [f(x+h_1, y+h_2) - f(x-h_1, y+h_2) - f(x+h_1, y-h_2) + f(x-h_1, y-h_2)]^2 dx dy = 16 \sum_{k_1=1}^{\infty} \sum_{k_2=1}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}^2(f) \sin^2 k_1 h_1 \sin^2 k_2 h_2.$$

Отсюда после интегрирования по  $h_1$  и  $h_2$ , учитывая неравенство [6]

$$\int_0^{\pi/m} \sin^2 kh dh > \frac{\pi}{4m} \quad (k > m),$$

получаем

$$\int_0^{\pi/m} \int_0^{\pi/n} \left\{ \frac{1}{\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} [f(x+h_1, y+h_2) - f(x+h_1, y-h_2) - f(x-h_1, y+h_2) + f(x-h_1, y-h_2)]^2 dx dy \right\} > \frac{\pi^2}{mn} \sum_{k_1=m}^{\infty} \sum_{k_2=n}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}^2(f).$$

Следовательно,

$$\sum_{k_1=m}^{\infty} \sum_{k_2=n}^{\infty} \rho_{k_1, k_2}^2(f) < \left[ \omega^{(2)}\left(f; \frac{\pi}{m}, \frac{\pi}{n}\right) \right]^2 = O(1) \left[ \omega^{(2)}\left(f; \frac{1}{m}, \frac{1}{n}\right) \right]^2. \quad (15)$$

Из выражений (6) и (15) следует

$$0 < E_{m, \infty}^2(f) + E_{\infty, n}^2(f) - E_{m, n}^2(f) < O(1) \omega^{(2)}\left(f; \frac{1}{m}, \frac{1}{n}\right). \quad (16)$$

Кроме того, так же как для функции от одной переменной, можно установить

$$E_{m, \infty}(f) < O(1) \omega_1^{(2)}\left(f; \frac{1}{m}, 0\right), \quad E_{\infty, n}(f) < O(1) \omega_2^{(2)}\left(f; 0, \frac{1}{n}\right). \quad (17)$$

Из неравенств (16), (17) и из сходимости рядов (14) следует сходимость рядов (1). Поэтому по теореме 1 ряд Фурье функции  $f(x, y)$  абсолютно сходится.

Теорема доказана.

Следствие. Если  $f(x, y)$  — непрерывная периодическая функция периода  $2\pi$  по каждой переменной и выполняются условия

$$\begin{aligned} |f(x+h_1, y) - f(x-h_1, y)| &< k_1(y) h_1^2, \\ |f(x, y+h_2) - f(x, y-h_2)| &< k_2(x) h_2^2, \end{aligned}$$



$$|f(x + h_1, y + h_2) - f(x - h_1, y + h_2) - f(x + h_1, y - h_2) + f(x - h_1, y - h_2)| \leq kh_1^2 h_2^2,$$

где  $k_1(y)$  и  $k_2(x)$  — ограниченные функции, а  $\alpha$  и  $\beta$  — действительные числа  $> \frac{1}{2}$ , то двойной ряд Фурье функции  $f(x, y)$  абсолютно сходится.

Это предложение другим методом ранее было установлено В. Г. Челидзе [4].

Теорему 2 можно распространить и на непериодические функции  $f(x)$ , определенные по всей плоскости.

Обозначим через  $\bar{\omega}^{(2)}(f; \delta_1, \delta_2)$ ,  $\bar{\omega}_1^{(2)}(f; \delta_1, 0)$  и  $\bar{\omega}_2^{(2)}(f; 0, \delta_2)$  величины, соответственно определенные формулами вида (11), (12) и (13), в которых интегралы распространены на всю плоскость.

Выражение

$$I = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} c_{\nu_1, \nu_2}(f) e^{i(\nu_1 x + \nu_2 y)} d\nu_1 d\nu_2,$$

где

$$c_{\nu_1, \nu_2}(f) = \frac{1}{4\pi_2} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t, \tau) e^{-i(\nu_1 t + \nu_2 \tau)} dt d\tau,$$

называется двойным интегралом Фурье функции  $f(x, y)$ .

Теорема 3. Если  $f(x, y) \in L_2(\infty, +\infty; -\infty, +\infty)$  и сходятся интегралы

$$\int_1^{+\infty} \int_1^{+\infty} \frac{\bar{\omega}^{(2)}\left(f; \frac{1}{t}, \frac{1}{\tau}\right)}{\sqrt{t\tau}} dt d\tau, \quad \int_1^{\infty} \frac{\bar{\omega}_1^{(2)}\left(f; \frac{1}{t}, 0\right)}{\sqrt{t}} dt,$$

$$\int_1^{+\infty} \frac{\bar{\omega}_2^{(2)}\left(f; 0, \frac{1}{\tau}\right)}{\sqrt{\tau}} d\tau,$$

то двойной интеграл Фурье функции  $f(x, y)$  сходится абсолютно, т. е.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} |c_{\nu_1, \nu_2}(f)| d\nu_1 d\nu_2 < +\infty.$$

Методы доказательства теоремы 2 и 3 несколько отличаются друг от друга.

Сухумский государственный педагогический институт

им. А. М. Горького

(Поступило в редакцию 4.5.1965)

მათემატიკა

მ. ბაბისონია

ფურიეს ორმაზი მჭკრივებისა და ინტეგრალების  
აბსოლუტურად კრებადობის შესახებ

რ ე ზ ი უ ნ ე

ამ შრომაში სტეჩკინისა და სასის თეორემები მარტივი ფურიეს მჭკრივების აბსოლუტურად კრებადობის შესახებ გადატანილია ორჯერად ფურიეს მჭკრივებზე. აქ მიღებული შედეგები აძლიერებს წინათ დამტკიცებულ და ამავე საკითხისადმი მიძღვნილ თეორემებს [4, 5].

გარდა ამისა, მოყვანილია თეორემა ორმაგი ფურიეს ინტეგრალის აბსოლუტურად კრებადობის შესახებ, რომლის ანალოგი ერთი ცვლადის ფუნქციის შემთხვევისათვის ცნობილი არ იყო.

დათვრებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. Н. Бернштейн. Об абсолютной сходимости тригонометрических рядов. Собр. сочинений, т. II, М., 1954, 166—169.
2. O. Szász. On the absolute convergence of trigonometric series. Ann. Math., 47, 1946, 213—220.
3. С. Б. Стечкин. Об абсолютной сходимости ортогональных рядов. Матем. сб. т. 29 (71), № 1, 1951, 225—231.
4. В. Г. Челидзе. Об абсолютной сходимости двойных рядов Фурье. ДАН СССР, т. LIV, № 2, 1946, 117—120.
5. В. Г. Челидзе. Об абсолютной сходимости ортогональных двойных рядов. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе, XXVII, 1961, 183—194.
6. Н. К. Бари. Тригонометрические ряды. М., 1961.

А. С. ГРЕК

ПРАВИЛЬНЫЕ МНОГОГРАННИКИ НА ПОВЕРХНОСТЯХ  
С ЭЙЛЕРОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ  $\chi = -4$ 

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 15.3.1965)

Естественное определение локально правильного многогранника локального типа  $(\mu, m)$ , нанесенного на поверхность, дано в статье В. А. Ефремовича [1]. Там же показано, что на замкнутой поверхности отрицательной характеристики существует конечное число локально правильных, тем более, вполне<sup>1</sup> правильных многогранников. Из работы [2] следует, что на поверхности с  $\chi = \alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 = -1$  вполне правильных многогранников нет. На поверхностях с  $\chi = -2$  вполне правильные многогранники существуют [3]: на ориентируемой поверхности (кренделе) их 10, на неориентируемой поверхности их 4. Вполне правильные многогранники есть и на поверхности с  $\chi = -3$ , например вполне правильный трехгранник локального типа  $(6,6)$ .

В настоящей работе дано перечисление всех вполне правильных многогранников на поверхностях с  $\chi = -4$ , ориентируемой (тройной тор) и неориентируемой. Из работы Лу Цзянь-кэ [4] следует, что правильные многогранники на поверхностях с отрицательной характеристикой нельзя реализовать полиэдрально без самопересечений в эвклидовом пространстве  $E^n$  ни при каком  $n$ .

В работе В. А. Ефремовича [1] показано, что на замкнутых поверхностях  $\chi = -4$  возможны локальные типы

I.  $(3,7), (3,8), (3,9), (3,10), (3,12), (3,14), (3,18), (3,30), (4,5), (4,6), (4,8), (4,12), (4,20), (5,6), (5,10), (6,9), (7,14), (5,5), (6,6), (8,8), (12,12)$  и двойственные им типы

II.  $(7,3), (8,3), (9,3), (10,3), (12,3), (14,3), (18,3), (30,3), (5,4), (6,4), (8,4), (12,4), (20,4), (6,5), (10,5), (9,6), (14,7)$ .

Достаточно рассмотреть многогранники локальных типов I. При нахождении правильных многогранников использовались результаты и методы предыдущей работы автора ([3], леммы 1,2), поэтому доказательства в этой работе не приводятся. Оказалось, что вполне правильные многогранники на  $\chi = -4$  имеют локальные типы

<sup>1</sup> По терминологии той же статьи.



(7,14), (12,12), (8,8), (3,7), (3,8), (3,10), (4,8), (4,6), (4,5) (и двойственные им). Остальные локальные типы их не имеют. Многогранники будем задавать попарным отождествлением ребер  $\alpha_2$   $m$ -угольников или короче с помощью определяющего слова [2].

Локальные типы (7,14), (12,12) дают вполне правильные ориентируемые одногранники, получающиеся при отождествлении с помощью соответствия 1 рода противоположных ребер  $m$ -угольника. Других одногранников, как известно [3], не существует.

Для всех остальных локальных типов число двумерных граней  $\alpha_2 > 2$ .

Локальный тип (8,8) ( $\alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 = 2 - 8 + 2$ )

Многогранники этого локального типа можно получить при попарном отождествлении ребер двух восьмиугольников, причем вершины отождествляются по 8 (рис. 1). Их оказалось 2 и оба ориентируемые.

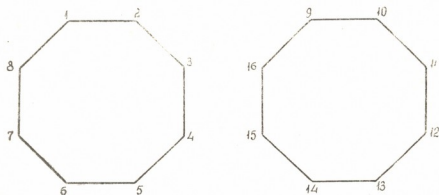


Рис. 1

(8,8)<sub>1</sub>:

$$a_1 = 1, 2 = 9, 10,$$

$$a_2 = 2, 3 = 12, 13,$$

$$a_3 = 3, 4 = 15, 16,$$

$$a_4 = 4, 5 = 10, 11,$$

$$a_5 = 5, 6 = 13, 14,$$

$$a_6 = 6, 7 = 16, 9,$$

$$a_7 = 7, 8 = 11, 12,$$

$$a_8 = 8, 1 = 14, 15.$$

С помощью определяющих слов он задается:

$$a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7 a_8; \quad a_1 a_4 a_7 a_2 a_5 a_8 a_3 a_6.$$

Многогранник (8,8)<sub>2</sub> задается аналогично:

$$a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7 a_8; \quad a_1 a_8 a_7 a_6 a_5 a_4 a_3 a_2.$$

Все остальные многогранники перечислены с помощью определяющих слов.

Локальный тип (3,7) ( $\alpha - \alpha_1 + \alpha_2 = 56 - 84 + 24$ )

Имеем один ориентируемый многогранник этого локального типа, который получается при попарном отождествлении ребер 24 семиугольников и задается с помощью 24 определяющих слов:

$$a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7; \quad a_1 a_8 a_9 a_{10} a_{11} a_{12} a_{13}; \quad a_2 a_{14} a_{15} a_{16} a_{17} a_{18} a_{18}^{-1};$$

$$a_3 a_{19} a_{20} a_{21} a_{22} a_{23} a_{23}^{-1}; \quad a_4 a_{24} a_{25} a_{26} a_{27} a_{28} a_{28}^{-1}; \quad a_5 a_{29} a_{30} a_{31} a_{32} a_{33} a_{24}^{-1};$$

$$a_6 a_{34} a_{35} a_{36} a_{37} a_{38} a_{29}^{-1}; \quad a_7 a_{13}^{-1} a_{39} a_{40} a_{41} a_{42} a_{34}^{-1}; \quad a_9 a_{43} a_{44} a_{45} a_{46} a_{47} a_{18};$$





$$\begin{aligned}
 & a_{15} a_{48} a_{49} a_{50} a_{51} a_{52} a_{23}; \quad a_{20} a_{53} a_{54} a_{55} a_{44}^{-1} a_{56} a_{28}; \quad a_{25} a_{57} a_{58} a_{59} a_{49}^{-1} a_{60} a_{33}; \\
 & a_{30} a_{61} a_{62} a_{63} a_{54}^{-1} a_{64} a_{38}; \quad a_{35} a_{65} a_{46}^{-1} a_{66} a_{58}^{-1} a_{67} a_{42}; \quad a_{39} a_{68} a_{51}^{-1} a_{69} a_{62}^{-1} a_{70} a_{12}; \\
 & a_{10} a_{71} a_{72} a_{73} a_{27} a_{56}^{-1} a_{43}^{-1}; \quad a_{16} a_{74} a_{75} a_{76} a_{32} a_{60}^{-1} a_{48}^{-1}; \quad a_{21} a_{77} a_{78} a_{79} a_{37} a_{64}^{-1} a_{53}^{-1}; \\
 & a_{26} a_{73}^{-1} a_{80} a_{81} a_{41} a_{67}^{-1} a_{37}^{-1}; \quad a_{31} a_{76} a_{82} a_{71}^{-1} a_{11} a_{70}^{-1} a_{61}^{-1}; \quad a_{36} a_{79}^{-1} a_{83} a_{74}^{-1} a_{17} a_{47}^{-1} a_{65}^{-1}; \\
 & a_{40} a_{81}^{-1} a_{84} a_{77}^{-1} a_{22} a_{52}^{-1} a_{68}^{-1}; \quad a_{45} a_{66} a_{59} a_{50} a_{69} a_{63} a_{55}; \quad a_{72} a_{80} a_{84} a_{78} a_{83} a_{75} a_{82}.
 \end{aligned}$$

Локальный тип (3,8) ( $\alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 = 32 - 48 + 12$ )

Единственный вполне правильный многогранник этого локального типа получается при попарном отождествлении ребер 12 восьмиугольников. Зададим его с помощью определяющих слов:

$$\begin{aligned}
 & a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7 a_8; \quad a_1 a_9 a_{10} a_{11} a_{12} a_{13} a_{14} a_{15}; \quad a_2 a_{16} a_{17} a_{18} a_{19} a_{20} a_{21} a_9^{-1}; \\
 & a_3 a_{22} a_{23} a_{24} a_{25} a_{26} a_{27} a_{16}^{-1}; \quad a_4 a_{28} a_{29} a_{30} a_{31} a_{11}^{-1} a_{32} a_{22}^{-1}; \\
 & a_5 a_{33} a_{34} a_{35} a_{36} a_{18}^{-1} a_{37} a_{28}^{-1}; \\
 & a_6 a_{38} a_{39} a_{13}^{-1} a_{40} a_{24}^{-1} a_{41} a_{33}^{-1}; \quad a_7 a_{42} a_{43} a_{20}^{-1} a_{44} a_{30}^{-1} a_{45} a_{38}^{-1}; \\
 & a_8 a_{15}^{-1} a_{46} a_{26}^{-1} a_{47} a_{35}^{-1} a_{48} a_{42}^{-1}; \\
 & a_{10} a_{32} a_{23} a_{41} a_{34} a_{48} a_{43} a_{21}; \quad a_{17} a_{37} a_{29} a_{45} a_{39} a_{14} a_{46} a_{27}; \\
 & a_{12} a_{40} a_{25} a_{47} a_{36} a_{19} a_{44} a_{31}.
 \end{aligned}$$

Локальный тип (3,10) ( $\alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 = 20 - 30 + 6$ )

Имеем 2 вполне правильных неориентируемых многогранника этого локального типа, которые получаются при попарном отождествлении ребер 6 десятиугольников и задаются:

(3,10)<sub>1</sub>:

$$\begin{aligned}
 & a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7 a_8 a_9 a_{10}; \quad a_1 a_{11} a_{12} a_{13} a_{14} a_6 a_{15} a_{16} a_{17} a_{18}; \\
 & a_2 a_{19} a_{20} a_{21} a_{15}^{-1} a_7 a_{22} a_{23} a_{24} a_{11}^{-1}; \quad a_3 a_{25} a_{17} a_{26} a_{22}^{-1} a_8 a_{27} a_{13} a_{28} a_{19}^{-1}; \\
 & a_4 a_{29} a_{24} a_{12} a_{27}^{-1} a_9 a_{30} a_{21} a_{16} a_{25}^{-1}; \quad a_5 a_{14}^{-1} a_{28} a_{20} a_{30}^{-1} a_{10} a_{18}^{-1} a_{26} a_{23} a_{29}^{-1}.
 \end{aligned}$$

(3,10)<sub>2</sub>:

$$\begin{aligned}
 & a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7 a_8 a_9 a_{10}; \quad a_1 a_{11} a_{12} a_{13} a_{14} a_6 a_{15} a_{16} a_{11} a_{18}; \\
 & a_2 a_{19} a_{20} a_{21} a_{15}^{-1} a_7 a_{22} a_{23} a_{24} a_{11}^{-1}; \quad a_3 a_{25} a_{13} a_{26} a_{22}^{-1} a_8 a_{27} a_{17} a_{28} a_{19}^{-1}; \\
 & a_4 a_{29} a_{21} a_{16} a_{27}^{-1} a_9 a_{30} a_{24} a_{12} a_{25}^{-1}; \quad a_5 a_{14}^{-1} a_{26} a_{23} a_{30}^{-1} a_{10} a_{18}^{-1} a_{28} a_{20} a_{29}^{-1}.
 \end{aligned}$$



Локальный тип (4,5) ( $\alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 = 20 - 40 + 16$ )

Имеем один вполне правильный неориентируемый многогранник этого локального типа, получающийся из 16 пятиугольников при попарном отождествлении ребер. С помощью определяющих слов он задается:

$$\begin{aligned} a_1 a_2 a_3 a_4 a_5; & a_1 a_6 a_7 a_8 a_9; a_2 a_{10} a_{11} a_{12} a_{13}; a_6 a_{14} a_{15} a_{16} a_{13}; \\ a_3 a_{17} a_{18} a_{19} a_{20}; & a_4 a_{21} a_{22} a_{23} a_{24}; a_5 a_{25} a_{26} a_{27} a_{28}; a_{10} a_{29} a_{30} a_{31} a_{20}; \\ a_{17} a_{16} a_{32} a_{33} a_{24}; & a_{21} a_{31} a_{34}; a_{14} a_{28}; a_{25} a_{33} a_{35} a_{29} a_9; a_7 a_{36} a_{37} a_{19} a_{34}; \\ a_{11} a_{37} a_{38} a_{23} a_{35}; & a_{18} a_{38} a_{39} a_{27} a_{15}; a_{22} a_{39} a_{40} a_8 a_{30}; a_{26} a_{40} a_{36} a_{12} a_{32}. \end{aligned}$$

Локальный тип (4,6) ( $\alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 = 12 - 24 + 8$ )

Этот локальный тип имеет один ориентируемый вполне правильный многогранник, получающийся из 8 шестиугольников при попарном отождествлении ребер и задается с помощью определяющих слов:

$$\begin{aligned} a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6; & a_1 a_7 a_8 a_4 a_9 a_{10}; a_2 a_{11} a_{12} a_5 a_{13} a_{14}; a_7 a_{15} a_{12} a_9 a_{16} a_{14}; \\ a_3 a_{17} a_{18} a_6 a_{19} a_{20}; & a_{11} a_{21} a_{18} a_{13} a_{22} a_{20}; a_{17} a_{23} a_{10} a_{19} a_{24} a_8; a_{15} a_{21} a_{23} a_{16} a_{22} a_{24}. \end{aligned}$$

Локальный тип (4,8) ( $\alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 = 8 - 16 + 4$ )

В этом случае имеем 2 вполне правильных ориентируемых многогранника, получающихся при попарном отождествлении ребер 4 восьмиугольников. Заддим их с помощью определяющих слов:

(4,8)<sub>1</sub>:

$$\begin{aligned} a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7 a_8; & a_1 a_9 a_3 a_{10} a_5 a_{11} a_7 a_{12}; \\ a_2 a_{13} a_4 a_{14} a_6 a_{15} a_8 a_{16}; & a_9 a_{13} a_{10} a_{14} a_{11} a_{15} a_{12} a_{16}. \end{aligned}$$

(4,8)<sub>2</sub>:

$$\begin{aligned} a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7 a_8; & a_1 a_9 a_7 a_{10} a_5 a_{11} a_3 a_{12}; \\ a_2 a_{13} a_8 a_{14} a_6 a_{15} a_4 a_{16}; & a_9 a_{15} a_{12} a_{14} a_{11} a_{13} a_{10} a_{16}. \end{aligned}$$

Локальный тип (4,12) ( $\alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 = 6 - 12 + 2$ )

Ориентируемый двугранник этого локального типа получается при попарном отождествлении ребер 2 двенадцатиугольников и задается с помощью определяющих слов:

$$\begin{aligned} a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7 a_8 a_9 a_{10} a_{11} a_{12}; \\ a_1 a_8 a_3 a_{10} a_5 a_{12} a_7 a_2 a_9 a_4 a_{11} a_6. \end{aligned}$$

Итак, на поверхностях с  $\chi = -4$  имеем:

1) в ориентируемом случае (на тройном торе) 17 многогранников: по одному многограннику локальных типов (3,7), (3,8), (4,6), (4,12), (7,14), (12,12) и по 2 многогранника локальных типов (4,8), (8,8) и двойствен-

ные им (многогранники локальных типов (12,12) и (8,8) сами себе двойственны);

2) в неориентируемом случае 6 многогранников: один локального типа (4,5) и 2 локального типа (3,10) и двойственные им.

Ивановский химико-технологический  
институт

(Поступило в редакцию 15.3.1965)

მათემატიკა

ბ. ზრეპი

წმინდარი მრავალწახნაბები ზედაპირებისა, რომელთა  
ოილერის მახასიათებელი  $\chi = -4$

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში მოცემულია სრული სია სავსებით წესიერი მრავალწახნაბებისა, რომლებიც არსებობენ (ორიენტირებად ან არაორიენტირებად) ზედაპირებზე, რომელთა ოილერის მახასიათებელია  $-4$ .

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Ефремович. Правильные многогранники. ДАН СССР, 57, 1947, 223—226.
2. А. С. Грек. Правильные многогранники на замкнутой поверхности с эйлеровой характеристикой  $\chi = -1$ . Труды Тбилисского матем. ин-та, т. XXVII, 1960.
3. А. С. Грек. Правильные многогранники простейших гиперболических типов. Уч. записки ИГПИ, т. XXXIV, 1963, 27—30.
4. Лу Цзянь-кэ. Правильные разбиения замкнутых поверхностей. „Шусюэ тунбао“ № 1, 1954, 39—44.

Ю. Л. РОДИН

ПРОСТРАНСТВА КВАЗИАНАЛИТИЧЕСКИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛОВ  
 НА ОТКРЫТЫХ РИМАНОВЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 13.5.1965)

Квазианалитическими функциями на римановой поверхности мы называем решения уравнения

$$\omega_{\bar{z}} = q\bar{\omega}_z, \quad |q| \equiv q_0 < 1, \quad (1)$$

где  $q$  — измеримая на  $R$  функция, которые осуществляют квазиконформное отображение поверхности со второй парой характеристик.

Квазианалитические функции и дифференциалы на замкнутых римановых поверхностях изучались Л. Берсом [1], И. И. Данилюком [2], В. Г. Михальчуком [3, 4] и автором [5].

В настоящей работе мы развиваем метод работы [5] для некоторых классов открытых римановых поверхностей. При этом мы используем теорию гармонических дифференциалов на открытых римановых поверхностях Л. Альфорса и Л. Сарно [6].

$q$ -квазианалитическим дифференциалом назовем, следуя В. Г. Михальчуку, замкнутый дифференциал  $\tau = \pi d\bar{z} + \alpha dz$ , удовлетворяющий условию

$$\alpha = q\bar{\pi}. \quad (2)$$

Очевидно, дифференциал любой квазианалитической функции есть квазианалитический дифференциал. Обратно, интеграл  $q$ -квазианалитического дифференциала удовлетворяет уравнению (1).

Очевидна

Теорема 1. Пусть  $u$  — решение класса  $C^2$  уравнения

$$\begin{aligned} \Delta u &= u_{z\bar{z}} + cu_z + \bar{c}u_{\bar{z}} = 0, \\ c &= \frac{q\bar{z}(1-q)}{(1-\bar{q})(1-|q|^2)}, \quad q \in C^1. \end{aligned} \quad (3)$$

Тогда

$$\omega = \frac{2 \cdot i}{1-\bar{q}} u_{\bar{z}} dz - \frac{2iq}{1-q} u_z d\bar{z} \quad (4)$$

—  $q$ -квазианалитический дифференциал, причем

$$du = Jm\omega. \quad (5)$$



Повторяя для замкнутых дифференциалов рассуждения, приведенные в работе [7] (гл. X) для гармонического случая, получаем следующий результат.

**Теорема 2.** Пусть  $R$  — поверхность с нулевой границей,  $R \in O_G$ , и  $\omega$  — замкнутый дифференциал с конечным интегралом Дирихле<sup>(1)</sup> и конечным числом полюсов. Тогда сумма вычетов  $\omega$  на  $R$  равна нулю.

На произведении пространства  $\Gamma_c$  замкнутых дифференциалов класса  $L_2$  и его подпространства  $\Gamma_q$ , образованного  $q$ -квазианалитическими дифференциалами, зададим билинейную форму

$$(\omega, \tau) = \iint_R [(1-q)\bar{\pi}\varphi + (1-\bar{q})\pi\psi] dT, \quad (6)$$

где

$$\begin{aligned} \omega &= \varphi d\zeta + \psi d\bar{\zeta} \in \Gamma_c, \\ \tau &= \pi d\zeta + \bar{\pi} d\bar{\zeta} \in \Gamma_q. \end{aligned} \quad (7)$$

Пусть поверхность  $R$  обладает таким исчерпанием  $\subset R_n \subset R_{n+1} \subset \dots \subset R$  конечными поверхностями  $R_n$ ,  $\partial R_n = \Gamma_n$ , что  $\Gamma_n$  есть совокупность конечного числа замкнутых жордановых аналитических кривых, каждая из которых разбивает  $R$ .

Если экстремальная длина  $\lambda(\Gamma)$  [7] класса  $\{\Gamma_n\}$  равна нулю, то говорят [8], что  $R$  — поверхность класса  $O''(2)$ .

**Теорема 3.** Пусть  $R \in O''$ ,  $\omega \in \Gamma_c$ ,  $\tau \in \Gamma_q$ ,  $du = \int \tau$ . Тогда найдется такое исчерпание поверхности  $R$ ,  $R_n \rightarrow R$ , для которого

$$(\omega, \tau) = \lim_{n \rightarrow \infty} - \sum_{\mu=1}^{\rho_n} \left\{ \int_{K_{2\mu-1}} \omega \int_{K_{2\mu}} du - \int_{K_{2\mu}} \omega \int_{K_{2\mu-1}} du \right\}. \quad (8)$$

Здесь  $\Gamma_n$ ,  $K_1, \dots, K_{\rho_n}$  — гомологический базис поверхности  $R_n$ .

В силу соотношения (4) для  $\tau \in \Gamma_q \cap C^1$

$$\begin{aligned} (\omega, \tau) &= \lim_{n \rightarrow \infty} 2i \iint_{R_n} (-u_{\bar{\zeta}}\varphi + u_{\zeta}\psi) dT = \lim_{n \rightarrow \infty} - \int_{\partial K_n} u (\varphi d\zeta + \psi d\bar{\zeta}) = - \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{\mu=1}^{\rho_n} \left\{ \int_{K_{2\mu-1}} \omega \int_{K_{2\mu}} du - \int_{K_{2\mu}} \omega \int_{K_{2\mu-1}} du \right\} - \lim_{n \rightarrow \infty} \int_{\Gamma_n} u\omega. \end{aligned} \quad (9)$$

<sup>(1)</sup> Окрестности полюсов при вычислении интеграла Дирихле выбрасываются.

<sup>(2)</sup> Если в этом определении откажемся от того, чтобы каждая компонента  $\Gamma_n$  была разбивающей, то придем к классу  $O''$ .



Здесь  $\overset{\wedge}{R}_n$  — поверхность, полученная из  $R_n$  проведением разрезов вдоль циклов  $K_1, \dots, K_{2\rho_n}$ . Последнее слагаемое (9) равно нулю. Это устанавливается тем же способом, что и в работе [9], — аналогичный факт для гармонических дифференциалов (и другого класса кривых  $\Gamma_n$ ).

В силу того что  $\Gamma_q \cap C^1$  плотно в  $\Gamma_q$  и  $(\omega, \tau)$  — ограниченный линейный функционал [2], отсюда следует утверждение теоремы для произвольного  $q$  и  $\tau \in \Gamma_q$ .

Используя теорему 3, легко получить для  $\tau \in \Gamma_q$  соотношение

$$\iint_R (1 - q\bar{q}) \pi \bar{\pi} dT = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{\mu=1}^{\rho_n} \left\{ \operatorname{Re} \int_{K_{2\mu-1}} \tau J m \int \tau - \operatorname{Re} \int_{K_{2\mu}} \tau \cdot J m \int \tau \right\}. \quad (10)$$

Отсюда вытекает

**Теорема 4 (Лиувилля).**  *$q$ -квазианалитический дифференциал на поверхности  $R \in O'$ , все периоды которого чисто мнимы (действительны), равен нулю.  $q$ -квазианалитический дифференциал, все периоды которого вдоль  $K_{2\mu-1}$  ( $K_{2\mu}$ ) ( $\mu = 1, 2, \dots$ ) равны нулю, равен нулю.*

**Теорема 5.** *Пусть  $\alpha(\zeta)$  — гармоническая функция, имеющая, вообще говоря, полюса и периоды на  $R$ . Тогда найдется решение уравнения (3), имеющее на  $R$  представление*

$$u(\zeta) = \alpha(\zeta) + \iint_R v(\zeta, t, \zeta_0) \psi(t, \zeta_0) dT. \quad (11)$$

Здесь  $v(\zeta, t, \zeta_0)$  — действительная часть нормированного абелева интеграла III рода.

Используя известные свойства ньютоновского потенциала, можно получить для  $\psi(t, \zeta_0)$  уравнение Фредгольма

$$\psi(\zeta, \zeta_0) = \iint_R \mathfrak{M}_\zeta v(\zeta, t, \zeta_0) \psi(t, \zeta_0) dT + \mathfrak{M}_\zeta \alpha(\zeta). \quad (12)$$

Пусть  $\varphi(\zeta, \zeta_0)$  — некоторое решение однородного уравнения (12). Тогда функция

$$v(\zeta, \zeta_0) = \iint_R v(\zeta, t, \zeta_0) \varphi(t, \zeta_0) dT \quad (13)$$

удовлетворяет уравнению (3).

По теореме 1 этой функции сопоставляется  $q$ -квазианалитический дифференциал (4) с возможным полюсом I порядка в точке  $\zeta = \zeta_0$ . Вычет этого дифференциала равен нулю в силу теоремы о вычетах. Исполь-



зую представление (4), легко показать, что в этом случае функция  $v(\xi, \xi_0)$  регулярна в точке  $\xi_0$  и по теореме Лиувилля  $v \equiv \text{const}$ . Отсюда следует, что  $\varphi(\xi, t_0) \equiv 0$  и уравнение (12) разрешимо при любой правой части.

С компактным 1 циклом  $K$ , негомологичным нулю, связывается линейный функционал на  $\Gamma_c$ .

$$L_K[\omega] = \int_K \omega, \quad \omega \in \Gamma_c. \quad (14)$$

Справедлива

Теорема 6. Для любого компактного 1 цикла  $K$  существует единственный дифференциал  $\tau_K \in \Gamma_q$ ,  $R \in O'$ , такой, что

$$L_K[\omega] = (\omega, \tau_K). \quad (15)$$

Предположим сначала, что  $q \in C^1$ . Пусть  $\Gamma_K \cap \Gamma_c$  есть пространство нулей функционала (14). Возьмем ортогональное дополнение этого пространства  $(\Gamma_K)^\perp = \Gamma_q$ . Оно не пусто. В самом деле, если  $\omega \in \Gamma_K$ , то период  $\omega$  вдоль  $K$  равен нулю. Тогда в силу формулы (8), для того чтобы  $\tau_0 \in (\Gamma_K)^\perp$  достаточно, чтобы  $du = Jm \tau_0$  имел единственный отличный от нуля период вдоль контура  $K^*$ , сопряженного  $K$ . В силу теоремы 5 такие дифференциалы существуют. Пусть  $\tau_0 \in (\Gamma_K)^\perp$ . Положим

$$\tau = L_K[\omega] \tau_0 - L_K[\tau_0] \omega, \quad (16)$$

где  $\omega$  — произвольный элемент  $\Gamma_c$ . Очевидно,  $\tau \in \Gamma_K$ . Умножая справа на  $\tau_0$ , получаем

$$(\tau, \tau_0) = 0 = L_K[\omega] (\tau_0, \tau_0) - L_K[\tau_0] (\omega, \tau_0). \quad (17)$$

Заметим, что если  $\tau_0 = \pi_0 d\xi + x_0 d\bar{\xi}$ , то

$$(\tau_0, \tau_0) = \iint_R (1 - q\bar{q}) \pi_0 \bar{\pi}_0 dI > 0. \quad (18)$$

Отсюда

$$L_K[\omega] = \frac{L_K[\tau_0]}{(\tau_0, \tau_0)} (\omega, \tau_0) \quad (19)$$

и

$$\tau_K = \frac{L_K[\tau_0]}{(\tau_0, \tau_0)} \tau_0. \quad (20)$$

Число  $L_K[\tau_0]$  действительно, так как период  $\tau_0$  вдоль  $K$  равен нулю. Отсюда следует, что  $\tau_K \in \Gamma_q$ .

Чтобы показать, что теорема справедлива при любом измеримом  $q$ , возьмем последовательность  $q_n \rightarrow q$ ,  $q_n \in C^1$ . Тогда возникнет последовательность дифференциалов  $\tau_K^{(n)}$ , причем

$$(\omega, \tau_K^{(n)}) = \iint_R \omega \wedge * Jm \tau_K^{(n)} = \int_K \omega. \quad (21)$$

Отсюда следует слабая сходимость последовательности  $Jm \tau_K^{(n)}$  в пространстве  $\Gamma_c$ , метризованном с помощью скалярного произведения

$$(z, \beta) = \iint_R \alpha \wedge * \beta. \quad (22)$$

В силу формулы (4) отсюда следует слабая сходимость последовательности  $\tau_K^{(n)}$ .

Легко проверить, что если  $du_n = Jm \tau^{(n)}$ ,  $\tau^{(n)} \in \Gamma q_n$ , то

$$u_{n\bar{x}} = \frac{q_n \bar{q}_{n\bar{x}}}{1 - |q_n|^2} u - \frac{q_{n\bar{x}}}{1 - |q_n|^2} \bar{x}. \quad (23)$$

Применяя результаты [10] (гл. III, § 12), получаем, что из слабой сходимости  $\tau^{(n)}$  следует сильная и равномерная сходимость. Строятся дифференциалы  $\tau_\mu = \tau_{K\mu}$  ( $\mu = 1, 2, \dots$ ). Легко доказывается

**Теорема 7.** Дифференциалы  $\tau_\mu$  ( $\mu = 1, 2, \dots$ ) составляют базис пространства  $\Gamma_q$ .

Заметим, что система дифференциалов из  $\Gamma_c$ , биоортогональная к  $\tau_\mu$  ( $\mu = 1, 2, \dots$ ), составляет базис одномерной группы когомологий на  $R$ .

Одесский институт инженеров  
морского флота

(Поступило в редакцию 13.5.1965)

მათემატიკა

ი. როდონი

კვაზიანალიზური დიფერენციალთა სივრცეები  
რიმანის ლია ზედაპირებზე

რეზიუმე

შრომაში შესწავლილია კვაზიანალიზური დიფერენციალების თვისებები რიმანის ზედაპირებზე. კვაზიანალიზური დიფერენციალი ეწოდება ჩაკტილ დიფერენციალს  $\tau = \pi d\bar{z} + \alpha d\bar{z}$ , რომელიც დამატებით შემდეგ პირობას აკმაყოფილებს  $\alpha = q\bar{\pi}$ .

## სამეცნიერო ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. L. Bers. Partial differential equations and pseudo analytic functions on Riemann Surfaces. Ann. of Math. Study, XXX, 1953.
2. И. И. Данилюк. Квазигармонические и квазианалитические функции на римановых поверхностях. УМН, II, 5(71), 1956.
3. В. Г. Михальчук. Интеграл типа Коши и теорема Римана—Рока для квазианалитических функций. Совр. иссл. по т. ф. к. п. ФМ, 1960.
4. В. Г. Михальчук. Обобщение теоремы Римана—Рока на квазианалитические функции. Уч. зап. ПГУ, т. 16, вып. 3, 1958.
5. Ю. Л. Родин. К алгебраической теории квазианалитических функций. Уч. зап. ПГУ, т. 103, 1963.
6. L. Aulfors, L. Sario. Riemann Surfaces. Princeton, 1960.
7. Р. Неванlinna. Униформизация. ИЛ, 1956.
8. Y. Kusunoki. On Riemann's period relations on open Riemann Surfaces. Mem. of the Coll. of Sci. of Kyoto, S A30, 1956.
9. A. Marden. The bilinear relations on open Riemann Surfaces. Trans. Amer. Math. Soc., 111 № 2, 1964, 225—233.
10. И. И. Векуа. Обобщенные аналитические функции. ФМ, 1959.

Р. В. АСАТИАНИ

## ПСЕВДОСТАБИЛЬНЫЕ ГРУППЫ АВТОМОРФИЗМОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 12.5.1965)

В настоящей статье, которая является продолжением работы [1], рассматриваются квазистабильная, псевдостабильная и слабостабильная группы автоморфизмов группы  $G$  и изучаются отношения между ними для некоторых классов групповых пар. Приведем определение каждой из них.

Групповая пара  $(G, \Gamma)$  называется квазистабильной, если имеется локальная система стабильных подпар  $(G_\alpha, \Gamma_\alpha)$  таких, что в каждой  $G_\alpha$  имеется нормальная система из  $\Gamma_\alpha$ -допустимых подгрупп, в факторах которой  $\Gamma_\alpha$  действует тождественно.

Групповая пара  $(G, \Gamma)$  называется псевдостабильной, если в каждом  $\Gamma$ -композиционном факторе группы  $G$   $\Gamma$  действует тождественно. Понятно, что групповая пара  $(G, \Gamma)$  тогда и только тогда будет псевдостабильной, когда  $\Gamma = \alpha_G(\Gamma)$ .

Групповая пара  $(G, \Gamma)$  называется слабостабильной, если в  $G$  найдется хотя бы одна нормальная система из  $\Gamma$ -допустимых подгрупп, в каждом факторе которой  $\Gamma$  действует тождественно.

В работе [2] показано, что всякая квазистабильная пара является псевдостабильной. Из определения следует, что всякая псевдостабильная пара является также слабостабильной парой. Естественно возникает вопрос: в каких случаях можно говорить об обратных включениях, например, для каких классов групповых пар из псевдостабильности пары  $(G, \Gamma)$  следует ее квазистабильность. Этому вопросу, в частности, посвящена настоящая статья. Примеры показывают, что слабая стабильность, псевдостабильность и квазистабильность существенно различны.

Наиболее законченные результаты получаются для следующих классов групп: радикальных групп (в смысле Б. И. Плоткина [3]) и  $W_1$ -группы, определение которой приведено ниже.

Группа  $G$  называется абсолютно простой, если она не обладает ни одной нормальной системой. Как известно, из простоты не следует ее абсолютная простота.





Группа  $G$  называется  $W_1$ -группой, если она обладает возрастающим нормальным рядом, все факторы которого локально нильпотентные или абсолютно простые.

Напомним, что группа  $G$  называется вполне приводимой, если она является прямым произведением (любого множества) простых неабелевых групп. Мы будем рассматривать случаи, когда все множители абсолютно простые, и будем называть такую группу абсолютно приводимой.

*Лемма 1. Пусть  $G$  — абсолютно приводимая группа, являющаяся прямым произведением конечного числа абсолютно простых групп, тогда всякая ее нормальная система является конечным инвариантным рядом.*

*Доказательство.* Пусть  $G = \prod_{i=1}^n A_i$ , где все  $A_i$  абсолютно

простые и

$$E = H_0 \subset \dots \subset H_n \subset H_{n+1} \subset \dots \subset H_\tau = G \quad (1)$$

— произвольная нормальная система группы  $G$ . Применим метод математической индукции. Пусть  $n = 1$ , тогда  $G = G_1 = A_1$  и единственный нормальный ряд будет  $E \subset A_1 = G_1$ . Допустим, что лемма доказана для случая  $n - 1$  сомножителей, и докажем справедливость утверждения

для случая  $n$  сомножителей:  $G = \prod_{i=1}^n A_i$ . Каждому прямому множителю

$A_i$  соответствует скачок системы (1)  $H_{\delta_{i-1}}, H_{\delta_i}$  такой, что  $A_i \subset H_{\delta_{i-1}}$  и  $A_i \not\subset H_{\delta_i}$ . Следовательно, мы можем упорядочить прямые множители группы  $G$  соответственно упорядоченности скачков в системе (1). Не уменьшая общности, мы можем предположить, что  $A_n$  является прямым множителем, соответствующим скачку  $H_{\delta_{n-1}}, H_{\delta_n}$ , где  $\delta^n = \max_{1 \leq i \leq n} \{\delta_i\}$ . В

силу выбора  $A_n$  подгруппа  $H_{\delta_n}$  содержит все множители  $A_n (i = 1, 2, \dots, n)$ , и поэтому  $H_{\delta_n} = G$ . Подгруппа  $H_{\delta_{n-1}}$ , как нормальный делитель абсолютно приводимой группы  $G$ , содержит не более чем  $n - 1$  сомножителей группы  $G$ , и поэтому для нее справедлива лемма. Таким образом, система (1) содержит лишь конечное число подгрупп и, следовательно, является инвариантным рядом

$$E = H_{\delta_0} \subset H_{\delta_1} \subset \dots \subset H_{\delta_{n-1}} \subset H_{\delta_n} = G.$$

При помощи очевидного предложения — пусть в произвольной группе  $G$  дана локальная система подгрупп  $[A_\alpha]$  и подгруппа  $H$  такая, что пересечение  $H \cap A_\alpha$  является нормальным делителем в  $A_\alpha$  для всех  $\alpha$ , тогда  $H$  — нормальный делитель в  $G$  — легко доказывается

Лемма 2. *Всякая нормальная система  $[H_\alpha]$  произвольной абсолютно приводимой группы  $G = \prod_{\alpha \in I} A_\alpha$  является инвариантной системой.*

Теорема 1. *Пусть  $(G, \Gamma)$  — групповая пара, где  $G$  — произвольная абсолютно приводимая группа и  $\Gamma$  — ее слабостабильная группа автоморфизмов, тогда  $\Gamma$  действует как единичная группа.*

Доказательство. Пусть

$$E = H_0 \subset \dots \subset H_\alpha \subset H_{\alpha+1} \subset \dots \subset H_\mu = G$$

— нормальная система группы  $G$  из  $\Gamma$ -допустимых подгрупп, во всех факторах которой  $\Gamma$  действует тождественно. По лемме 2, эта система является инвариантной системой. Следовательно, все члены системы —  $\Gamma$ -допустимые нормальные делители в  $G$ . Возьмем произвольный абсолютный простой множитель  $A_\alpha$  и соответствующий ему скачок  $H_{\alpha-1}, H_\alpha$ . Введем обозначения  $H_{\alpha-1} = B$  и  $B \times A_\alpha = \mathbb{G}$ . Так как в факторе  $\mathbb{G}/B$   $\Gamma$  действует тождественно и  $B$  —  $\Gamma$ -допустимая группа, то  $\mathbb{G}$  является  $\Gamma$ -допустимой. Если  $a \in A_\alpha$  и  $\sigma \in \Gamma$ , то  $a\sigma = a \cdot b, b \in B$ . С другой стороны, в абсолютно приводимой группе без центра выполняется либо  $A_\alpha \sigma = A_\alpha$ , либо  $A_\alpha \sigma \subset B$ . Последнее невозможно ввиду  $a\sigma = a \cdot b$ . Следовательно,  $A_\alpha \sigma = A_\alpha, b = e$  и при любом  $a \in A_\alpha$  будет  $a\sigma = a$ , так что на все элементы из  $A_\alpha$   $\sigma$  действует тождественно. Это справедливо для любого простого множителя группы  $G$  и поэтому  $\Gamma$  действует в  $G$  как единица.

Далее, вместе с радикальными группами будем рассматривать и полупростые группы. Группа  $G$  называется  $R$ -полупростой [3], если ее верхний радикал совпадает с единицей. Можно доказать, что  $G$  тогда и только тогда является полупростой, когда ее локально нильпотентный радикал  $R(G)$  равен единице. Всякая группа является расширением радикальной группы при помощи полупростой.

Пусть  $G$  — произвольная группа. Через  $A_1(G)$  будем обозначать подгруппу, порожденную всеми абсолютно приводимыми нормальными делителями группы  $G$ .  $A_1(G)$  будем называть абсолютно приводимым полупростым радикалом группы  $G$ . Это определение является аналогом определения вполне приводимого полупростого радикала  $A(G)$  группы  $G$  [3].

Назовем группу  $G$   $F$ -полупростой, если централизатор ее вполне приводимого радикала равен единице. В работе [3] показано, что  $F$ -полупростая группа является также  $R$ -полупростой.

Назовем группу  $G$  абсолютно полупростой, если централизатор абсолютно приводимого полупростого радикала равен единице. Имеет место

Лемма 3. *Всякая абсолютно полупростая группа  $G$  является  $F$ -полупростой группой, причем вполне приводимый полупростой*



той радикал совпадает с абсолютно приводимым полупростым радикалом.

Лемма 4. *Всякая  $R$ -полупростая  $W_1$ -группа  $G$  является абсолютно полупростой группой.*

Доказательство. По определению  $W_1$ -группы, в  $G$  имеется возрастающий нормальный ряд

$$E = H_0 \subset H_1 \subset \dots \subset H_r = G \quad (2)$$

с локально нильпотентными или абсолютно простыми факторами. По теореме 2.2 работы [3], всякая  $R$ -полупростая  $W_1$ -группа является и  $F$ -полупростой. Пусть  $A(G)$ —ее вполне приводимый полупростой радикал. Так как  $A(G)$ —вполне приводимая группа, то в ней имеется возрастающий нормальный ряд

$$E = A_0 \subset A_1 \subset (A_1 \times A_2) \subset \dots \subset (A_1 \times \dots \times A_n) \subset \dots \subset A(G) \quad (3)$$

с простыми факторами  $A_i$ . Из теоремы 2.4 работы [3] следует, что каждый простой фактор ряда (3) изоморфен некоторым простым фактором ряда (2). Но все простые факторы ряда (2) являются абсолютно простыми. Отсюда заключаем, что все  $A_i$  — абсолютно простые группы. Следовательно,  $A(G)$ —абсолютно приводимая группа и совпадает  $CA_1(G)$ . Поэтому  $Z(A_1(G)) = E$  и  $G$ —абсолютно полупростая группа.

Всякая  $W_1$ -группа  $G$  является расширением радикальной группы с помощью абсолютно полупростой группы. Действительно, если  $\tilde{R}(G)$ —верхний радикал группы  $G$ , то фактор-группа  $G/\tilde{R}(G)$  абсолютно полупроста.

Приведенные выше леммы 3 и 4 утверждают, что класс  $W_1$ -групп содержится в классе  $W$ -групп, и поэтому результаты, полученные для  $W$ -групп, справедливы также и для  $W_1$ -групп. В частности, справедлива теорема 2.4 работы [3]:

Группа  $G$  тогда и только тогда является  $W_1$ -группой, когда выполняется одно из следующих эквивалентных требований:

1. Группа  $G$  обладает возрастающим нормальным рядом с локально нильпотентными или абсолютно приводимыми факторами.
2. Группа  $G$  обладает возрастающим инвариантным рядом с локально нильпотентными или абсолютно приводимыми факторами.

Теорема 2. *Пусть  $(G, \Gamma)$ —групповая пара,  $G$ —абсолютно полупростая группа и  $\Gamma$ —слабостабильная группа ее автоморфизмов, тогда  $\Gamma$  действует в  $G$  как единица.*

Из абсолютной полупростоты группы  $G$  следует, что ее абсолютно приводимый полупростой радикал  $A_1(G) \neq E$ . Подгруппа  $A_1(G)$  является вполне характеристической и, по теореме 1,  $\Gamma$  действует в ней как единица. Отсюда легко получается, что  $\Gamma$  действует как единица во всей группе  $G$ .

**Теорема 3.** Пусть  $(G, \Gamma)$  — локально ограниченная<sup>1)</sup> пара,  $G$  является радикальной группой и  $\Gamma$  с конечным числом образующих, тогда  $\alpha_G(\Gamma) = \beta_G(\Gamma)$ .

**Доказательство.** Так как  $G$  — радикальная группа, то в ней имеется возрастающий характеристический ряд

$$E = H_0 \subset H_1 \subset \dots \subset H_n \subset H_{n+1} \subset \dots \subset H_\tau = G$$

с локально нильпотентными факторами. Введем обозначение  $H_{n+1}/H_n = \mathbb{G}_n$  и рассмотрим индуцированную пару  $(\mathbb{G}_n, \Gamma)$ . Эта пара также будет локально ограниченной. Следовательно, существует локальная система подпар  $(\mathbb{G}_n^{(i)}, \Gamma)$  с конечным числом образующих, где все  $\mathbb{G}_n^{(i)}$  также с конечным числом образующих и являются нильпотентными группами. Верхний центральный ряд группы  $\mathbb{G}_n^{(i)}$  будет характеристическим рядом, все факторы которого — абелевы группы с конечным числом образующих. По теореме 2 работы [1],  $\alpha_{\mathbb{G}_n}(\Gamma) = \beta_{\mathbb{G}_n}(\Gamma)$ , но  $\alpha_G(\Gamma) \cong \prod_n \alpha_{\mathbb{G}_n}(\Gamma) = \beta_G(\Gamma)$ , т. е.  $\alpha_G(\Gamma) \cong \beta_G(\Gamma)$ . Обратное включение следует из статьи [2]. Таким образом,  $\alpha_G(\Gamma) = \beta_G(\Gamma)$ . Объединяя теоремы 2 и 3, получаем следующую теорему.

**Теорема 4.** Пусть  $(G, \Gamma)$  — локально ограниченная пара, где  $G$  является расширением радикальной группы при помощи абсолютно полупростой группы и  $\Gamma$  с конечным числом образующих, тогда  $\alpha_G(\Gamma) = \beta_G(\Gamma)$ .

Из этой теоремы и теоремы 2 непосредственно получаются следующие следствия:

Пусть  $(G, \Gamma)$  — локально ограниченная пара,  $G$  —  $W_1$ -группа и  $\Gamma$ -группа автоморфизмов с конечным числом образующих. Тогда

- а)  $\alpha_G(\Gamma) = \beta_G(\Gamma)$ ,
- б) из псевдостабильности этой пары следует ее квазистабильность.

Академия наук Грузинской ССР  
 Тбилисский математический институт  
 им. А. М. Размадзе

(Поступило в редакцию 12.5.1965)

<sup>1)</sup> Групповая пара  $(G, \Gamma)$  называется локально ограниченной, если из конечности числа образующих любой подпары  $(H, \Sigma)$  следует конечность образующих подгруппы  $H$ .

რ. ასათიანი

## ავტომორფიზმთა ფსევდოსტაბილური ჯგუფები

რეზიუმე

$G$  ჯგუფის ავტომორფიზმთა ჯგუფს  $\Gamma$ -ს ეწოდება ავტომორფიზმთა კვანძობილური ჯგუფი, თუ  $G$ -სა და  $\Gamma$  ჯგუფებს გააჩნიათ ქვეჯგუფთა ლოკალური სისტემები  $\{G_x\}$  და  $\{\Gamma_x\}$ , ისეთები, რომ ყოველ  $G_x$  ქვეჯგუფში არსებობს  $\Gamma_x$  დასაშვებ ქვეჯგუფთა ნორმალური სისტემა, რომლის ფაქტორებზე  $\Gamma_x$  მოქმედებს იგივეურად.

$\Gamma$  ჯგუფს ეწოდება ავტომორფიზმთა ფსევდოსტაბილური ჯგუფი, თუ  $G$  ჯგუფის ყოველ  $\Gamma$  კომპოზიციურ ფაქტორზე  $\Gamma$  მოქმედებს იგივეურად.

შრომაში [2], ნაჩვენებია, რომ ავტომორფიზმთა კვანძობილური ჯგუფი იმავე დროს არის ფსევდოსტაბილური. მოყვანილი მაგალითები ცხადყოფენ, რომ პირიქით დამოკიდებულებას საზოგადოთ არ აქვს ადგილი. შრომაში განხილულია ჯგუფთა ერთი სპეციალური კლასი  $W_1$ , რომლისთვისაც სასრულო-შემქმნელიან ავტომორფიზმთა  $\Gamma$  ჯგუფისათვის.  $\Gamma$  ჯგუფის ფსევდოსტაბილურობისაგან გამომდინარეობს მისი კვანძობილურობა. ბარალელურად ნაპოვნია ჯგუფთა უფრო ფართო კლასი (იხ. [1]), რომელთათვისაც ადგილი აქვს ტოლობას:  $\alpha_G(\Gamma) = \beta_G(\Gamma)$ .

## დასოფხევაული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. P. B. Asatiani. Об одной характеристической подгруппе. Сообщения АН ГССР, XLI:1, 1966.
2. Б. И. Плоткин. Радикалы, связанные с представлениями групп. ДАН СССР, т. 122, № 1, 1962, 52—55.
3. Б. И. Плоткин. Радикальные и полупростые группы. Труды Московского матем. о-ва, т. 6, 1957, 233—336.
4. П. А. Гольберг. Бесконечные полупростые группы. Мат. сб., т. 17, 1945, 131—142.
5. P. Hall. The Erattini subgroups of finitely generated groups. Proc. London math. Soc., XI, 42, 1962, 328—352.



Д. Г. ЦИПУРИШВИЛИ

СТАТИСТИКО-ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ  
ПОПУЛЯЦИИ ОБЩЕСТВЕННОЙ ПОЛЕВКИ (*MICROTUS  
SOCIALIS* PALL.) НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 25.11.1965)

В данной работе представлен расчет динамики популяции общественной полевки, проведенный на вычислительной машине БЭСМ-2 посредством статистико-вероятностной модели, предложенной нами [1].

В указанной модели, ввиду очень большого числа влияющих на динамику популяции факторов и их сложной взаимосвязи, в целях упрощения задачи делается ряд допущений и ограничений.

Принимая во внимание, что в природных условиях всегда наблюдается комплексное действие факторов, мы делим сочетание факторов на три группы, называем каждую из этих групп ( $j=1, 2, 3$ ), в которой может развиваться вид, состоянием и задаем функцию распределения этих состояний  $F(j)$ .

Результирующее действие сочетания факторов каждой группы отражается на коэффициенте размножения  $\gamma$ , который дает представление о колебаниях интенсивности размножения и средней продолжительности жизни  $\tau$ , оценивающей колебания смертности.

Как показывают данные наблюдений, общественная полевка в течение двухмесячного интервала заметным образом реагирует на изменения внешних условий, что отражается на ее биологических показателях.

Поэтому, моделируя годовой цикл развития общественной полевки, разбиваем его на шесть равных частей, рассматривая каждый двухмесячный интервал  $t_e$  ( $l=1, 2, \dots, 6$ ) независимо, и характеризуем его тремя различными состояниями ( $j_e = j = 1, 2, 3$ ) с функцией распределения  $F_e(j) = F(j)$ .

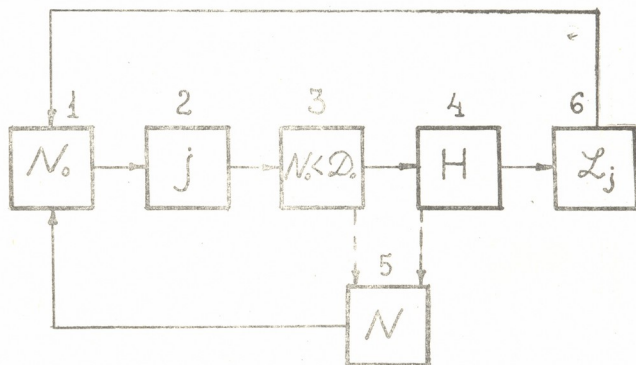
В предлагаемой модели коэффициент размножения  $\gamma$  зависит от состояния  $j$ , а также меняется при переходе от одного двухмесячного интервала  $t_e$  к другому, отражая сезонные изменения внешней среды:  $\gamma(j, l) = \gamma_{jl}$ . Средняя продолжительность жизни  $\tau$  считается только функцией состояния  $\tau(j) = \tau_j$  и оценивает независимые от плотности населения разнообразные факторы смерти, включая и хищников, так как усиленное действие хищников при росте численности населения не рассматривается.



Что касается эпизоотии  $H$  как фактора, увеличивающего смертность с повышением плотности населения, то даются три интервала плотности  $D_k$  ( $k = 1, 2, 3$ ), при которых возможно возникновение эпизоотии  $H$ , и соответствующие этим плотностям вероятности начала эпизоотии, которые также являются функциями состояний  $P(H/j, l, D_k) = P(H/j, D_k)$ .

Результатом действия эпизоотии  $H$  является минимальное значение численности населения  $L$ , которое достигается в течение двухмесячного интервала  $t_e$  и зависит только от состояния  $j$  в данном интервале  $L(j, l) = L_{j, \dot{j}}$

1. Блок-схема расчета. Предлагаемая модель представлена в виде блок-схемы на рис. 1.



1—Число особей, принимающих участие в размножении ( $N_0$ —плотность в начале двухмесячного интервала  $t_e$ ).

2—Розыгрыш состояния  $j$ , в котором будет находиться вид в течение двухмесячного интервала  $t_e$ , согласно функции распределения  $F(j)$ .

3—Проверка числа особей, участвующих в размножении, относительно критической плотности  $D_0$ . (Если  $N_0 < D_0$ , эпизоотия не возникает; в случае  $N_0 > D_0$  возможна вспышка эпизоотии).

4—Розыгрыш эпизоотии, когда число полевков больше критической плотности  $D_0$ . (Определяется, какому интервалу плотности  $D_k$  принадлежит начальное число  $N_0$  ( $N_0 \in D_k$ ,  $k=1, 2, 3$ ), и по условной вероятности, соответствующей этому интервалу и состоянию  $P(H/j, D_k)$ , разыгрывается начало эпизоотии  $H$ ).

5—Расчет числа особей в конце интервала  $t_e$ , когда  $N_0 < D_0$ . (Выбираются коэффициент размножения  $\gamma_{je}$  и средняя продолжительность жизни  $\tau_j$ . Подсчитывается число полевков в конце интервала без учета смертности,  $N_0 + N_0 \cdot \gamma_{je} = N_0(1 + \gamma_{je})$ , затем разыгрывается на смертность согласно формуле

$$\pi_j(t_e) = 1 - e^{-\frac{t_e}{\tau_j}}$$

где  $\pi_j(t_e)$ —вероятность смерти).

6—Сокращение числа полевков к концу интервала  $t_e$  до значения  $L_j$  в случае эпизоотии  $H$ .

Если эпизоотия не происходит при критической плотности, число полевок в конце интервала определяется согласно пункту 5 рис. 1.

В данном интервале  $t_e$  количество полевок определяется только один раз, затем разыгрывается состояние следующего двухмесячного интервала и за начальное значение берется число полевок, полученное в предыдущем интервале.

Можно получить картину динамики популяции общественной полевки не только за один год, но за любые  $n$  лет, воспроизведя вышеописанный расчет численности 6  $n$  раз.

Расчет динамики популяции общественной полевки на вычислительной машине БЭСМ-2 ведется по приведенной на рис. 1 блок-схеме со следующими значениями коэффициентов:

1. Начальное число полевок  $N_0 = 20$  экз/га.
2. Функция распределения состояний  $j$  (рис. 2).
3. Коэффициенты размножения:

$$j_{jl} = \begin{array}{l} j = 1, 2, 3; \quad l = 1, \dots, 6 \\ \left| \begin{array}{cccccc} 0,9 & 3,2 & 2,65 & 0,85 & 2,3 & 1,24 \\ 0,24 & 2,0 & 1,6 & 0,21 & 1,3 & 1,61 \\ 0,09 & 1,1 & 0,8 & 0,08 & 0,6 & 0,18 \end{array} \right| \end{array}$$

4. Средняя продолжительность жизни:

$$j = 1, 2, 3 \quad \left| \begin{array}{l} \tau_j = 8 \text{ месяцев} \\ 6 \text{ " } \\ 4 \text{ " } \end{array} \right|$$

5. Минимальное значение числа полевок после массовой гибели:

$$j = 1, 2, 3 \quad \left| \begin{array}{l} L_j = 10 \text{ экз/га} \\ 8 \text{ " } \\ 6 \text{ " } \end{array} \right|$$

6. Интервалы критической плотности:

$$D_k \quad (k = 0, 1, 2, 3)$$

$$D_0 = (n < 4000)$$

$$D_1 = (4000 \leq n < 7000)$$

$$D_2 = (7000 \leq n < 10000)$$

$$D_3 = (n \geq 10000)$$

7. Условные вероятности начала эпизоотии:

$$j = 1, 2, 3, \quad k = 0, 1, 2, 3 \quad \left| \begin{array}{cccc} P(H/j, D_k) = & 0 & 0,1 & 0,4 & 1 \\ & 0 & 0,25 & 0,45 & 1 \\ & 0 & 0,2 & 0,5 & 1 \end{array} \right|$$



Прежде чем привести результаты проведенного расчета, проанализируем вышеперечисленные коэффициенты.

г. Как уже отмечалось в работе [1], коэффициент размножения определяется следующим образом:  $\gamma = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3$ , где  $\alpha_1$  — коэффициент, зависящий от соотношения полов,  $\alpha_2$  — среднее число эмбрионов на беременную самку,  $\alpha_3$  — коэффициент, определяющий процент самок, участвующих в размножении.

Соотношение полов — величина переменная. В природных условиях в популяции очень ясно выражено уменьшение процента самок в старших

возрастных группах, что объясняется их большой смертностью, вследствие большой подвижности. Но по многим численным данным, соотношение полов в общем близко к 1:1 [2]. В данном расчете мы берем именно такое соотношение полов в течение всего года при всяких жизненных условиях. Итак,  $\alpha_1 = 1/2$ .

Среднее число эмбрионов и процент самок, участвующих

в размножении, отражают в себе все изменения, происходящие в жизненных условиях данного вида. „Низкая инерционность“ общественной полевки дает возможность учитывать изменения как через каждый двухмесячный интервал, так и по состояниям. Двухмесячные интервалы отражают сезонные изменения, а состояния дают представление о сочетании факторов в этих интервалах.

Различаем три состояния в каждом двухмесячном интервале. Полагаем, что значения коэффициентов в состояниях  $j=1$  и  $j=3$  абсолютно симметричны относительно значения коэффициентов в состоянии  $j=2$ . Поэтому кривая, отражающая изменение данного коэффициента в течение года, при всех трех состояниях имеет один и тот же вид (рис. 3 и 4).

В нашем случае все три состояния считаются равновероятными, так как нет достаточного статистического материала для обоснования другого положения.

2. Вторым параметром, суммирующим действие природных условий, является средняя продолжительность жизни. Через этот показатель оценивается смертность полевки по всему году. Приведенные нами значения средней продолжительности жизни хорошо известны в литературе [3].

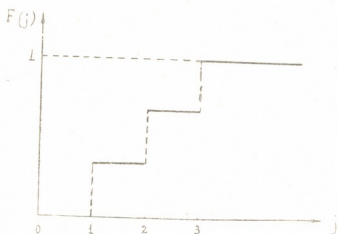


Рис. 2

3. Можно спорить относительно значений, выбранных в качестве нижних, минимальных, пределов численности. Нельзя утверждать о точности этих значений во всех случаях спада численности. Но дело в том, что конкретные значения минимального количества полевков меняются в пределах, слабо влияющих на среднюю картину динамики популяции общественной полевки. Поэтому значения нижних пределов численности не играют принципиальной роли, пока они соответствуют реальности.

Следовательно, необходимо установить пределы изменения минимального числа полевков после сокращения численности.

4. Эпизоотии, благодаря своей сложной природе, мало изучены. В предлагаемой модели эпизоотия почти механически считается функцией плотности населения и отчасти природных условий—состояний. Как значения плотностей, которые предлагаются в виде критических, так и условные вероятности начала эпизоотии непостоянны. Пределы изменений этих значений разные в различных конкретных случаях, установить точную границу невозможно. Приведенные нами критические плотности численности и условные вероятности начала эпизоотии находятся в реальных пределах, не раз отмеченных в рассматриваемой зоне Шибеки.

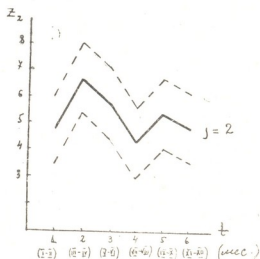


Рис. 3

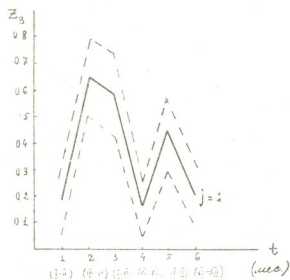


Рис. 4

5. Выбор начального числа полевков совершенно произволен. Но так как счет ведется после пика численности, то начальное число полевков находится в пределах минимальных значений численности, наблюдаемых после пиков.

Несколько слов относительно счета. Количество полевков определяется раз в двухмесячном интервале. Погрешности, которые, безусловно, имеются при таком счете, отчасти сглаживаются тем обстоятельством, что общественная полевка уже за 60 дней в среднем становится половозрелой и всех новорожденных на следующий этап счета можно считать способными к размножению. Влияние природных условий на половозрелость не принимается во внимание. При



таким рассмотрением учитывать возрастную структуру не приходится. А что касается различия между количеством эмбрионов у самок разных возрастных групп, то оно учтено во время усреднения этого коэффициента.

Хочется отметить неоднозначную зависимость модели от коэффициентов расчета. Уточнение коэффициентов не только не повредит модели, но, кроме того, даст ей возможность близко к реальности воспроизвести среднюю картину динамики популяции общественной полевки.

Все значения вышеперечисленных коэффициентов взяты из многолетних наблюдений за общественной полевкой в степях Шираки.

II. Результаты расчета. С помощью вычислительной машины, согласно вышеприведенной блок-схеме, проведен расчет численности общественной полевки за 1467 лет и получена следующая теоретическая картина динамики популяции общественной полевки.

За 1467 лет имеется 361 пик, что дает среднюю периодичность пиков в четыре года. На протяжении всего интервала времени нет ни одного случая, чтобы пики наблюдались подряд два года. Самый короткий интервал между пиками двухгодичный, к тому же случай этот очень редкий. В основном пики отстоят друг от друга на три и четыре года, затем число пиков, находящихся на расстоянии пяти, шести и более лет, резко падает.

Общую картину распределения 361 пика по интервалам между пиками дает табл. 1.

Таблица 1

Интервал между пиками (в годах)	2	3	4	5	6	7	8
Количество пиков	16	102	135	70	29	7	2
Частота пиков	0,044	0,28	0,38	0,192	0,08	0,019	0,005

Назовем пик, отстоящий от предыдущего на два года, двухгодичным, на три года—трехгодичным и т. д. Табл. 1 ясно показывает, что в основном наблюдаются трех-, четырех- и пятигодичные пики, частоту семи-восьмигодичных пиков практически можно считать равной нулю.

Такой же результат распределения пиков по частотам можно было бы получить и аналитическим путем, исследуя на максимумы функцию  $P(N, \nu)$  [1], дающую вероятность наступления эпизоотии в  $\nu$ -м году ( $\nu$  принимает значения 1, 2, 3, 4, 5, ...). Однако, ввиду сложности функции  $P(N, \nu)$ , задача эта практически неосуществима. Поэтому необходимо использование вычислительной машины.

Что касается высоты пиков, то все пики разной высоты, однако ярко бросаются в глаза большие и малые волны численности.

В табл. 2 приведены плотности в момент пиков и соответствующее этим плотностям количество пиков.

Таблица 2

Плотность (экз/га)	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
Количество пиков	98	50	47	26	24	15	101
			221			140	

Если плотности в пределах 4000—8000 экз/га считать малой волной численности, а выше 8000 экз/га—большой, то получится, что из 361 пика 221 пик по своей высоте принадлежит малой волне и 140 пиков—большой. Таким образом, средний интервал между большими волнами составляет 10,4 года.

Если произвести разбиение на большие и малые волны численности, принимая за большую волну плотность выше 10000 экз/га, то средний интервал в этом случае составит 14,5 года.

Как при первом, так и при втором разбиении интервал времени между большими волнами 10—15 лет совпадает с литературными данными относительно больших волн численности общественных полевок в Закавказье [4—6].

Для иллюстрации приводятся теоретические кривые динамик популяции общественной пулевки за промежутки по 20 лет [рис. 5, а, б], отражающие все особенности динамик популяции общественной полевки (цикличность, большие и малые волны, нестабильность интервалов времени между пиками, разность высот пиков, несимметричность понижений и подъемов между пиками) [7].

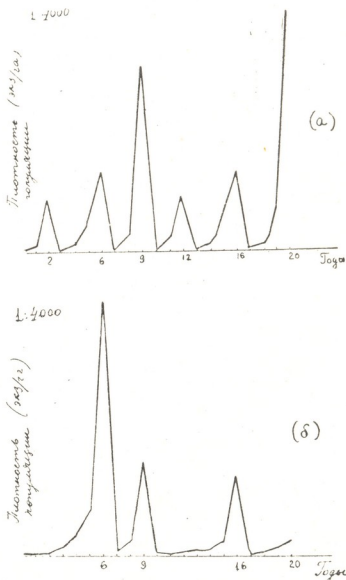


Рис. 5





Цикличность и несимметричность понижений и подъемов между пиками получаются автоматически, так как мы ограничиваем верхний предел численности, обрезая искусственно цепь за двухмесячный интервал времени при плотности полевков, превышающей 10000 экз/га.

Что касается других особенностей, то их дает сама модель, и результаты, приведенные в табл. 1 и 2, совпадают с данными реальных наблюдений, широко известными из литературы. Это расстояние между большими волнами численности, четырехгодичная периодичность с ее неустойчивостью, которая не раз отмечалась исследователями, и т. д. [5, 7, 8].

Поскольку высчитанная по данной модели теоретическая кривая отражает основные характерные черты реальной динамики популяции общественной полевки, нам представляется целесообразным использовать предложенную модель и для уточнения прогноза численности данного вида. К настоящему времени проделан детальный анализ как самой модели, так и полученных результатов, и рассмотрены некоторые вопросы прогноза численности общественной полевки, что подробно будет изложено в следующей работе.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики  
Тбилиси

(Поступило в редакцию 11.12.1965)

კიბერნეტიკა

დ. ციფურშივილი

სახოგადოებრივი მემინდვრის (*MICROTUS SOCIALIS PALL.*)  
პოპულაციის დინამიკის სტატისტიკურ-ალბათური  
მოდელირება ბამომთვლელ მანქანაზე

რეზიუმე

შრომაში მოცემულია გამოთვლელ მანქანა БЭСМ—2-ზე სტატისტიკურ-ალბათური მოდელის თანახმად წარმოებული საზოგადოებრივი მემინდვრის პოპულაციის დინამიკის სურათი.

მიღებული თეორიული შედეგები, რომლებიც ასახავენ საზოგადოებრივი მემინდვრის პოპულაციის დინამიკის ძირითად თავისებურებებს, კარგ თანხმობაში იმყოფებიან ლიტერატურიდან ფართოდ ცნობილი რეალური დაკვირვებების მონაცემებთან.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Г. Цкипуришвили. Статистико-вероятностная модель динамики популяции общественной полевки (*Microtus socialis* Pall.). Сообщения АН ГССР, XII:2, 1966.
2. Н. В. Башенина. Экология обыкновенной полевки. Изд. МГУ, 1962.
3. Н. П. Наумов. Очерки сравнительной экологии мышевидных грызунов. Изд. АН СССР, М., 1948.
4. А. А. Силантьев. Вредная деятельность зайцев, водяных крыс и мышей. СПб, 1898.
5. В. К. Ковдышев. К вопросу о массовых размножениях полевков (*M. arvalis* Pall. и *M. socialis* Pall.) в Азербайджане. Труды Азерб. микробиол. ин-та, т. V, вып. I, 1935.
6. Б. С. Виноградов. Материалы по динамике фауны мышевидных грызунов СССР. Л., 1934.
7. Д. Лэк. Численность животных и ее регуляция в природе. ИЛ, М., 1957.
8. И. Я. Поляков. Теоретическая сущность учения о периодичности массовых размножений полевков и мышей. Журнал общей биол., т. 10, вып. 3, 1949.

Н. В. БОКУЧАВА, Т. Г. ГАЧЧИЛАДЗЕ

## О ПРОЦЕССЕ ПЕРЕХОДА ПОРЯДОК—БЕСПОРЯДОК В БИНАРНЫХ СПЛАВАХ

(Представлено академиком В. И. Мамасахлисовым 3.4.1965)

Существующие феноменологические теории, описывающие преобразование порядок — беспорядок, по природе их основных предположений можно разбить на два класса: „атомные„ и „химические“. Однако справедливость предположений этих теорий трудно проверить, так как значения вычисляемых параметров слабо зависят от детального механизма процесса упорядочения, т. е. от кинетики процесса.

В данной работе рассматривается новый метод описания процесса перехода порядок — беспорядок. Метод основан на вычислении спектральных параметров распределения вероятностей различных конфигураций атомов. Эти параметры непосредственно связаны с так называемыми многочастичными функциями распределения [1], в „уравнения эволюции“ которых кинетические параметры движения атомов входят в виде коэффициентов.

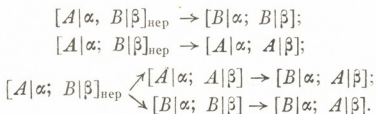
Следовательно, используемый новый метод описания распространения порядка позволяет непосредственно установить связь феноменологической теории с кинетикой процесса.

При рассмотрении перехода порядок — беспорядок ограничимся простейшим случаем бинарного сплава  $AB$ , в котором содержится одинаковое количество  $\frac{N}{L}$  атомов обоих сортов  $A$  и  $B$ , распределенных соответственно по узлам  $\alpha$  и  $\beta$  двух эквивалентных подрешеток. Такой случай действительно имеет место, например в  $\beta$ -латуни  $Cu Zn$ , обладающей решеткой объемноцентрированного куба, в полностью упорядоченном состоянии все атомы  $A$  занимают узлы одной простой подрешетки, а атомы  $B$  — другой. Эти две простые подрешетки взаимно проникают друг в друга, так что каждый  $\alpha$ -узел окружен  $z$   $\beta$ -узлами ( $z$  — число ближайших соседей), а каждый  $\beta$ -узел — таким же количеством  $\alpha$ -узлов.

При абсолютном нуле  $\alpha$ -узлы заняты атомами сорта  $A$ , а  $\beta$ -узлы — атомами сорта  $B$ . Следовательно, при  $T=0$  пары ближайших соседей представляют собой пары типа  $[AB]$ , которые мы будем называть правиль-



ными „нераспавшимися“ парами. При повышении температуры правильные пары распадаются, образуя неправильные и правильные „распавшиеся“ согласно следующим схемам:



Таким образом, при некоторой температуре  $T$ , отличной от абсолютного нуля, бинарный сплав можно представить себе состоящим из правильных пар  $[AB]$ , как „распавшихся“, так и „нераспавшихся“, и неправильных пар  $[AA]$  и  $[BB]$ .

В рассматриваемом нами случае спектральные параметры соответствуют долям правильных „нераспавшихся“ пар в первых зонах Бете.

Предположим, что центральный атом  $A$  занимает правильное положение. Тогда, как и в теории Бете, относительная вероятность  $P_r(n)$  пребывания  $n$  атомов  $A$  в неправильных положениях внутри границы равна произведению априорной вероятности  $n$  атомов в неправильных положениях на множитель Больцмана. Первый множитель определяется числом способов размещения неправильных атомов внутри первой зоны Бете.

Если предположить, что внутри границы имеется  $i$  правильных „нераспавшихся“ пар, то этот множитель оказывается равным биномиальному коэффициенту  $\binom{\zeta-i}{n}$ , где  $\zeta$ —число ближайших соседей, а второй

множитель —  $\varepsilon^n \chi^n$  [2] ( $\varepsilon = \exp(-v/kT)$ ,  $v = \frac{v_{AA} + v_{BB}}{2} + v_{AB}$ ,  $\chi = \exp\left(-\frac{u}{kT}\right)$ , где  $v_{ij}$  — энергия взаимодействия пар ближайших соседей  $i$  и  $j$ ).

Далее, если обозначить долю первых зон Бете, содержащих  $i$  правильных „нераспавшихся“ пар с центральными  $\alpha$ -узлами, занятыми  $A$  атомами, через  $\rho_i$ , то средняя относительная вероятность пребывания  $n$  атомов  $A$  в неправильных положениях внутри границы будет равна

$$\overline{P_r(n)} = \sum_{i=0}^{\zeta} \rho_i \binom{\zeta-i}{n} \varepsilon^n \chi^n. \quad (1)$$

В случае, когда в центре находится неправильный атом  $B$ , аналогичные рассуждения приводят к следующему выражению для средней относительной вероятности пребывания  $n$  неправильных атомов  $A$  внутри границы:

$$\overline{P_w(n)} = \sum_{i=0}^{\tilde{\zeta}} \rho_i \binom{\tilde{\zeta}-i}{n} x^n \varepsilon^{z-n-i}. \quad (2)$$

Таким образом, для общей относительной вероятности того, что атом внутренней части занимает правильное положение, имеем

$$r_i = \sum_{n=0}^{\tilde{\zeta}} \overline{P_r(n)} = \sum_{i=0}^{\tilde{\zeta}} \rho_i (1 + \varepsilon x)^{z-i} \quad (3)$$

а общая относительная вероятность того, что этот атом занимает неправильное положение, равна

$$w_i = \sum_{n=0}^{\tilde{\zeta}} \overline{P_w(n)} = \sum_{i=0}^{\tilde{\zeta}} \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i}. \quad (4)$$

Нормированная вероятность того, что центральный атом в  $\alpha$ -узле занимает правильное положение, равна

$$r_\alpha = \frac{r_i}{r_i + w_i}, \quad (5)$$

а вероятность того, что он занимает неправильное положение—

$$W_\alpha = \frac{w_i}{r_i + w_i}. \quad (6)$$

Средняя относительная вероятность того, что атом границы занимает неправильное положение, равна среднему числу неправильных атомов внутри границы, деленному на  $\tilde{\zeta}$ . Средняя относительная вероятность пребывания  $n$  неправильных атомов внутри границы равна  $\overline{P_r(n)} + \overline{P_w(n)}$ , откуда

$$\langle n \rangle = \frac{\sum_{n=0}^{\tilde{\zeta}} \sum_{i=0}^{\tilde{\zeta}} n \rho_i \binom{\tilde{\zeta}-i}{n} \varepsilon^n x^n (1 + \varepsilon^{z-2n-i})}{\sum_{n=0}^{\tilde{\zeta}} \sum_{i=0}^{\tilde{\zeta}} \rho_i \binom{\tilde{\zeta}-i}{n} \varepsilon^n x^n (1 + \varepsilon^{z-2n-i})}. \quad (7)$$

Введем функции

$$G_r(y) = \sum_{n=0}^{\tilde{\zeta}} y^n \overline{P_r(n)} = \sum_{i=0}^{\tilde{\zeta}} \rho_i (1 + \varepsilon xy)^{z-i}, \quad (7')$$

$$G_w(y) = \sum_{n=0}^{\tilde{\zeta}} y^n \overline{P_w(n)} = \sum_{i=0}^{\tilde{\zeta}} \rho_i (\varepsilon + xy)^{z-i}, \quad (7'')$$

тогда

$$W_\beta = \frac{1}{\tilde{\zeta}} \langle n \rangle = \frac{1}{\tilde{\zeta}} \frac{1}{r_i + w_i} \left( \left. \frac{\partial G_r}{\partial y} \right|_{y \rightarrow 1} + \left. \frac{\partial G_w}{\partial y} \right|_{y \rightarrow 1} \right) =$$



$$= \frac{1}{r_i + w_i} \left\{ \frac{\varepsilon x}{1 + \varepsilon x} r_i + \frac{x}{\varepsilon + x} w_i - \frac{1}{\gamma} \frac{\varepsilon x}{1 + \varepsilon x} \sum_{i=0}^{\gamma} i \rho_i (1 + \varepsilon x)^{z-i} - \right. \\ \left. - \frac{1}{\gamma} \frac{x}{\varepsilon + x} \sum_{i=0}^{\gamma} i \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i} \right\}. \quad (8)$$

Условие совместимости Бете [2]

$$W_\alpha = W_\beta$$

дает следующее соотношение между  $\varepsilon$ ,  $x$  и параметрами  $\rho_i$ :

$$w_i = \frac{\varepsilon x}{1 + \varepsilon x} r_i + \frac{x}{\varepsilon + x} w_i - \frac{1}{\gamma} \frac{\varepsilon x}{1 + \varepsilon x} \sum_{i=0}^{\gamma} i \rho_i (1 + \varepsilon x)^{z-i} - \\ - \frac{1}{\gamma} \frac{x}{\varepsilon + x} \sum_{i=0}^{\gamma} i \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i}. \quad (9)$$

При  $T > T_c$  все параметры  $\rho_i = 0$  ( $i = 1, 2, \dots, \gamma$ ), а  $\rho_0 = 1$  и

$$r_\alpha = r_\beta = W_\alpha = W_\beta = \frac{1}{2}.$$

Из последнего соотношения получаем

$$\sum_{i=0}^{\gamma} \rho_i (1 + \varepsilon x)^{z-i} = \sum_{i=0}^{\gamma} \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i},$$

т. е., когда  $T \rightarrow T_c$ ,  $x \rightarrow 1$ , что соответствует смыслу величины  $U$ . Подставляя в выражение (9) значения  $w_i$  и  $r_i$  из (3) и (4), получаем

$$\sum_{i=0}^{\gamma} \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i} = \frac{\varepsilon x}{1 + \varepsilon x} \sum_{i=0}^{\gamma} \rho_i (1 + \varepsilon x)^{z-i} + \frac{x}{\varepsilon + x} \sum_{i=0}^{\gamma} \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i} - \\ - \frac{1}{\gamma} \frac{\varepsilon x}{1 + \varepsilon x} \sum_{i=0}^{\gamma} i \rho_i (1 + \varepsilon x)^{z-i} - \frac{1}{\gamma} \frac{x}{\varepsilon + x} \sum_{i=0}^{\gamma} i \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i}. \quad (10)$$

При  $T \sim T_c$  приближенно можно положить  $\rho_r = \dots = \rho_z = 0$ . Поэтому формула (10) принимает вид

$$\rho_0 (\varepsilon + x)^z + \rho_1 (\varepsilon + x)^{z-1} = \frac{\varepsilon x}{1 + \varepsilon x} [\rho_0 (1 + \varepsilon x)^z + \rho_1 (1 + \varepsilon x)^{z-1}] + \\ + \frac{x}{\varepsilon + x} [\rho_0 (\varepsilon + x)^z + \rho_1 (\varepsilon + x)^{z-1}] - \frac{1}{\gamma} \frac{\varepsilon x}{1 + \varepsilon x} \rho_1 (1 + \varepsilon x)^{z-1} - \\ - \frac{1}{\gamma} \frac{x}{\varepsilon + x} \rho_1 (\varepsilon + x)^{z-1}.$$

Из этого соотношения получаем

$$x = \frac{(\rho_0 + \rho_1)^{z-1}}{(1 + \varepsilon x)^{z-1}} \frac{\left[ \rho_0 + \rho_1 \frac{1}{(\varepsilon + x)} \right]}{\left[ \rho_0 + \rho_1 \frac{(\varepsilon + x)^{z-1}}{(1 + \varepsilon x)^z} - \frac{1}{\chi \varepsilon} \rho_1 \frac{(\varepsilon + x)^{z-2}}{(1 + \varepsilon x)^z} - \frac{1}{\chi} \rho_1 \frac{1}{(1 + \varepsilon x)^z} \right]}. \quad (11)$$

Из уравнения (11) можно определить  $\varepsilon$ . Вводя обозначение

$$f^{-1}(x, \varepsilon, \chi, \rho_0, \rho_1) = \frac{\left[ \rho_0 + \rho_1 \frac{1}{\varepsilon + x} \right]^{1/(z-1)}}{\left[ \rho_0 + \rho_1 \frac{(\varepsilon + x)^{z-1}}{(1 + \varepsilon x)^z} - \frac{1}{\chi \varepsilon} \rho_1 \frac{(\varepsilon + x)^{z-2}}{(1 + \varepsilon x)^z} - \frac{1}{\chi} \rho_1 \frac{1}{(1 + \varepsilon x)^z} \right]^{1/(z-1)}}, \quad (12)$$

получаем

$$\varepsilon = \frac{f x^{1/(z-1)} - x}{1 - f x^{1/(z-1)+1}}.$$

Отсюда

$$-\frac{v}{kT_c} = \log \frac{\left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)_{x=1} + \frac{1}{\chi - 1} f(x=1) - 1}{-\left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)_{x=1} - \left( \frac{1}{\chi - 1} + 1 \right) f(x=1)}.$$

Так как при  $T = T_c$   $f(x=1) = 1$ , а  $\left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)_{x=1} = 0$ ,

то имеем

$$\frac{v}{kT_c} = \log \frac{\chi}{\chi - 2},$$

что в точности совпадает с результатом Бете.

Установим связь между параметрами  $\rho_i$  и параметрами ближнего и дальнего порядков. Число пар  $[AB]$  внутри первой границы Бете равно  $(\chi - n)$  для случая, когда центр занят правильным атомом, и равно  $n$  для случая неправильного атома. Тогда в среднем доля пар  $[AB]$  равна

$$\bar{q} = \frac{1}{\chi} \frac{\sum_{n=0}^{\chi} (\chi - n) \overline{P_z(n)} + \sum_{n=0}^{\chi} n \overline{P_w(n)}}{r_i + w_i} = \frac{r_i}{r_i + w_i} - \frac{1}{\chi(r_i + w_i)} \left( \frac{\partial G_z}{\partial y} \right)_{y=1} + \frac{1}{\chi(r_i + w_i)} \left( \frac{\partial G_w}{\partial y} \right)_{y \leftarrow 1}. \quad (13)$$

Подставляя значения  $r_i$ ,  $w_i$  и производных из формул (3), (4), (7') и (7''), получаем





$$\bar{q} = \frac{1}{\sum_{i=0}^{\bar{\gamma}} \rho_i [(1 + \varepsilon x)^{z-i} + (\varepsilon + x)^{z-i}]} \left[ \frac{1}{1 + \varepsilon x} \sum_{i=0}^{\bar{\gamma}} \rho_i (1 + \varepsilon x)^{z-i} + \frac{x}{\varepsilon + x} \sum_{i=0}^{\bar{\gamma}} \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i} + \frac{\varepsilon x}{\zeta(1 + \varepsilon x)} \sum_{i=0}^{\bar{\gamma}} i \rho_i (1 + \varepsilon x)^{z-i} - \frac{x}{\zeta(\varepsilon + x)} \sum_{i=0}^{\bar{\gamma}} i \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i} \right]. \quad (14)$$

Исходя из определения ближнего порядка

$$\sigma = 2\bar{q} - 1, \quad (15)$$

получаем

$$\sigma = \frac{1}{\sum_{i=0}^{\bar{\gamma}} \rho_i [(1 + \varepsilon x)^{z-i} + (\varepsilon + x)^{z-i}]} \left[ \frac{1 - \varepsilon x}{1 + \varepsilon x} \sum_{i=0}^{\bar{\gamma}} \rho_i (1 + \varepsilon x)^{z-i} + \frac{x - \varepsilon}{x + \varepsilon} \sum_{i=0}^{\bar{\gamma}} \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i} + \frac{2\varepsilon x}{\zeta(1 + \varepsilon x)} \sum_{i=0}^{\bar{\gamma}} i \rho_i (1 + \varepsilon x)^{z-i} - \frac{2x}{\zeta(\varepsilon + x)} \sum_{i=0}^{\bar{\gamma}} i \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i} \right]. \quad (16)$$

Теперь воспользуемся определением дальнего порядка

$$s = 2r_a - I_2 = \frac{r_i - w_i}{r_i + w_i}. \quad (17)$$

Подставляя значения  $r_i$  и  $w_i$ , получаем

$$s = \frac{\sum_{i=0}^{\bar{\gamma}} \rho_i [(1 + \varepsilon x)^{z-i} - (\varepsilon + x)^{z-i}]}{\sum_{i=0}^{\bar{\gamma}} \rho_i [(1 + \varepsilon x)^{z-i} + (\varepsilon + x)^{z-i}]} \quad (18)$$

Так как вблизи точки Кюри мы можем приближенно считать отличными от нуля только  $\rho_0$  и  $\rho_1$ , то из формул (16) и (18) эти параметры мы можем выразить в виде функций дальнего и ближнего порядков.

С той же степенью точности, с какой мы приняли  $\rho_2 = \dots = \rho_z = 0$ , можно положить

$$\rho_0 \approx 1 - \Delta, \quad \rho_1 \approx \Delta, \quad (19)$$

где  $\Delta > 0$  — малая величина.

Тогда из формулы (16) получаем

$$\Delta = \frac{f_1(\varepsilon, x, \zeta)}{\varphi_1(\varepsilon, x, \zeta)}, \quad (20)$$

где

$$f_1(\varepsilon, x, \zeta) = \sigma[(1 + \varepsilon x)^z + (\varepsilon + x)^z] - \frac{1 - \varepsilon x}{1 + \varepsilon x} (1 + \varepsilon x)^z - \frac{x - \varepsilon}{x + \varepsilon} (x + \varepsilon)^z,$$

$$\begin{aligned} \varphi_1(\varepsilon, x, \zeta) = \sigma & \left[ \left( 1 - \frac{1}{1 + \varepsilon x} \right) (1 + \varepsilon x)^z + \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon + x} \right) (x + \varepsilon)^z - \right. \\ & - \left( 1 - \frac{1}{1 + \varepsilon x} \right) (1 - \varepsilon x)(1 + \varepsilon x)^{z-1} + \frac{2\varepsilon x}{\zeta} (1 + \varepsilon x)^{z-2} - \\ & \left. - \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon + x} \right) (x - \varepsilon)(x + \varepsilon)^{z-1} - \frac{2x}{\zeta} (\varepsilon + x)^{z-2}, \right. \end{aligned}$$

а из (18)—

$$\Delta = \frac{(s-1)(1 + \varepsilon x)^z + (s+1)(\varepsilon + x)^z}{(s-1) \left( 1 - \frac{1}{1 + \varepsilon x} \right) (1 + \varepsilon x)^z + (s+1) \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon + x} \right) (\varepsilon + x)^z}. \quad (21)$$

Поэтому зависимость  $\rho_0$  от  $\sigma$  и  $s$

$$\rho_0(\sigma) = \frac{\varphi_1 - f_1}{\varphi_1}, \quad (22)$$

$$\rho_0(s) = \frac{(1-s)(1 + \varepsilon x)^{z-1} - (s+1)(\varepsilon + x)^{z-2}}{(s-1) \left( 1 - \frac{1}{1 + \varepsilon x} \right) (1 + \varepsilon x)^z + (s+1) \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon + x} \right) (\varepsilon + x)^z}, \quad (23)$$

а зависимость  $\rho_1$  определяется формулами (20) и (21).

Так как мы получили зависимость  $\sigma$  от параметров  $\rho_0$  и  $\rho_1$ , то можно вычислить конфигурационную теплоемкость как функцию от  $\rho_0$  и  $\rho_1$  и их производных по температуре:

$$\begin{aligned} C_v = \frac{vQ}{2} \frac{d}{dT} & \left\{ \frac{1}{\sum_{i=0}^{\tilde{\zeta}} \rho_i [(1 + \varepsilon x)^{z-i} + (\varepsilon + x)^{z-i}]} \left[ \frac{1 - \varepsilon x}{1 + \varepsilon x} \sum_{i=0}^{\tilde{\zeta}} \times \right. \right. \\ & \times (\rho_i (1 + \varepsilon x)^{z-i} + \frac{x - \varepsilon}{x + \varepsilon} \sum_{i=0}^{\tilde{\zeta}} \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i} + \\ & \left. \left. + \frac{2\varepsilon x}{\zeta(1 + \varepsilon x)} \sum_{i=0}^{\tilde{\zeta}} i \rho_i (1 + \varepsilon x)^{z-i} - \frac{2x}{\zeta(\varepsilon + x)} \sum_{i=0}^{\tilde{\zeta}} i \rho_i (\varepsilon + x)^{z-i} \right] \right\}, \quad (24) \end{aligned}$$

где  $Q$  — полное число пар.

Тбилисский государственный университет

(Поступило в редакцию 3.4.1965)

6. ბოკუჩავა, თ. გაჩეჩილაძე

მოწესრიგების პროცესის შესახებ ბინარულ შენადნობებში

რეზიუმე

შრომაში განხილულია მოწესრიგების პროცესი ბინარული შენადნობებისათვის. გამოყენებულია ახალი მეთოდი, რაც საშუალებას იძლევა დავამყაროთ კავშირი ფენომენოლოგიურ თეორიასა და პროცესის კინეტიკას შორის.

ბეტეს პირველი გარსებისათვის, რომლებიც შეიცავენ  $i$  სწორ დაუშლელ წყვილებს, შემოყვანილია პარამეტრი  $\rho_i$ .

კიურის წერტილის მახლობლობაში დაშვებულია, რომ ყველა  $\rho_i = 0$ , გარდა  $\rho_0$  და  $\rho_1$ -ისა.

დადგენილია კავშირი  $\rho_0$  და  $\rho_1$  პარამეტრებისა შორი წესრიგის პარამეტრებთან და გამოთვლილია კრიტიკული ტემპერატურის მნიშვნელობა  $T_c$ .

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

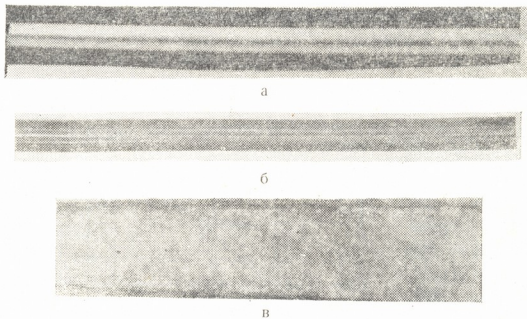
1. H. Bath e. Proc. Roy. Soc., A 150, 1935, 552.
2. Т. М у т о и Ю. Та к а г и. Теория явлений упорядочения в сплавах. ИЛ, 1959.

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик Академии наук Грузинской ССР),  
Г. Г. СУРМАВА, И. Л. СВЕТЛОВ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФУЗИИ В МИКРОПРОВОЛОКАХ МЕДИ

Изучение диффузионной подвижности в микрообъектах представляет большой интерес как с теоретической, так и с практической точки зрения. Нами была исследована диффузия цинка в медных микропроводах, полученных по методу А. В. Улитовского<sup>(1)</sup>.

Микропроволока в стеклянной изоляции получается вытягиванием из расплавленного металла в размягченном стекле. Процесс получения микропровода в сплошной стеклянной оболочке основан, во-первых,



Фиг. 1. Микропроволока меди, полученная по методу Улитовского: а—в сплошной-стеклянной изоляции,  $\times 200$ ; б—со стравленной изоляцией,  $\times 200$ ; в—структура этой проволоки по косому срезу (травление в 8 М  $\text{HNO}_3$ ),  $\times 800$

на пластической способности стекла в большом температурном интервале, что дает возможность из широкой стеклянной трубки получать стеклян-

<sup>(1)</sup> Микропроводами в стеклянной изоляции по методу Улитовского [1] были получены в Институте металлургии им. А. А. Байкова и любезно предоставлены нам для исследования.

ный капилляр, и, во-вторых, на свойствах жидкого металла заполнять капилляр и быстро кристаллизоваться, принимая при этом соответствующую внутреннюю форму капилляра.

Полученная таким образом проволока обладает ровной, гладкой поверхностью и почти постоянным поперечным сечением по всей длине.

Первые опыты по получению жидких легкоплавких металлов в стеклянной изоляции были проведены Тейлором, а затем проверены и подтверждены Ф. А. Маковским [2].

Характерной особенностью указанных проволок является то, что они обладают повышенной прочностью с явно выраженным масштабным фактором [3]. Так, прочность 5 мк медной проволоки, согласно работе [4], составляет 120 кг/мм<sup>2</sup>, т. е. в 4 раза превосходит прочность обычной монокристаллической меди. Что касается структуры микропроволок, то здесь определенной точки зрения пока нет. В основном наблюдается

поликристаллическая структура, хотя были найдены участки с бикристаллом и монокристаллическим строением [5]. Очевидно, это следует объяснить тем, что при формировании микропроволок меди в них возникают большие термические напряжения.

Вероятно, это будет иметь определенное значение при изучении структурно-чувствительных процессов и, в частности, диффузии.

Изучение диффузионной подвижности цинка в микропроводах Улитовского проводилось по методике, разработанной нами для нитевидных кристаллов [6]. Суть этой методики коротко заключается в следующем. В статическом вакууме помещается микрообразец меди и медно-цинковый сплав (латунь). При изотермическом отжиге цинк диффундирует из ла-

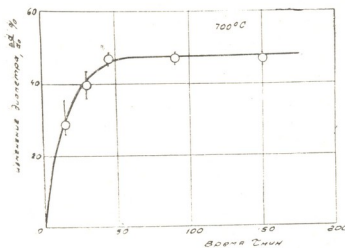
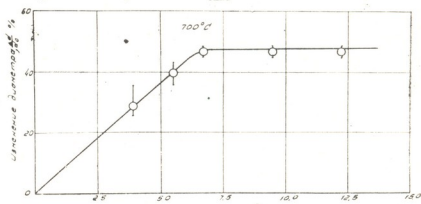


Рис. 2. Изменение диаметра тонких микропроволок меди ( $d_0 \approx 6$  мк) в зависимости от времени при температуре 700°C



Фиг. 3. Изменение диаметра тонких микропроволок меди ( $d_0 \approx 6$  мк) в зависимости от корня из времени при температуре 700°C

тунь). При изотермическом отжиге цинк диффундирует из ла-

туни в образец (проволочку), благодаря чему в последнем происходит изменение геометрических размеров.

Следовательно, изучая кинетику изменения диаметра, можно определить коэффициент диффузии в микропроводах. Путем решения соответствующего уравнения диффузии была получена формула для вычисления коэффициента диффузии:

$$D = 0,1 \cdot d_0^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

где

$d_0$  — исходный диаметр микропровода;

$\operatorname{tg} \alpha$  — тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс, построенной в координатах

$\lg \left( 1 - 2 \frac{\Delta d}{d_0} \right) \div \tau \left( \frac{\Delta d}{d_0} \right)$  — относительный прирост диаметра микропровода во времени  $\tau$ ).

Опыты проводились на проволоках диаметром 6 и 20 мк при температурах 600, 650, 700°C. При каждой температуре испытывалось по 10—15 образцов. Результаты испытаний усреднялись. Перед диффузионным отжигом проводился предварительный отжиг, после чего стеклянная изоляция микроволокон растворялась в плавиковой кислоте по специально подобранному режиму. На фиг. 1 представлены фотографии указанной проволоки.

Согласно методике, в выбранном интервале температур определялся относительный прирост диаметра проволоки во времени. Результаты указанных измерений для тонких микроволокон приведены в таблице (точность измерения диаметра проволоки составляет 0,1 мк).

Изменение диаметра тонкой микропровода меди ( $d_0 \approx 6$  мк) во времени в интервале температур 600—700°C

Измеряемая величина	Температура отжига, °C			Время отжига, мин
	600	650	700	
Относительный прирост диаметра, $\frac{\Delta d}{d_0}$ %	15,7	20,5	28,7	15
	22,3	31,0	39,6	30
	27,0	36,0	46,5	45
	27,0	36,0	46,5	90
	27,0	30,0	46,5	150

На фиг. 2 представлен график зависимости  $\frac{\Delta d}{d_0} \div \tau$  при температуре 700°C по данным таблицы. Как следует из графика, при всех температурах наблюдается параболическая зависимость по крайней мере в течение 45—55 минут, после чего наступает насыщение. Линейная зависи-





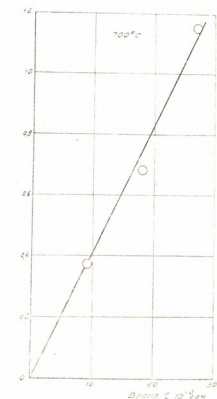
мость, полученная после перестройки указанных графиков в координатах  $\frac{\Delta d}{d_0} \div \sqrt{\tau}$ , свидетельствует о диффузионном характере миграции атомов цинка в тонких микропроводах меди (фиг. 3). Зависимость аналогичного характера

наблюдается и для толстых микропроводов ( $d_0 \sim 20$  мк).

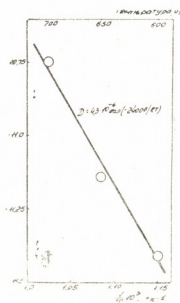
После построения рабочих графиков в координатах  $\lg \left( 1 - 2 \frac{\Delta d}{d_0} \right) \div \tau$

были определены коэффициенты диффузии в микропроводах меди и рассчитаны энергии активации. На фиг. 4 представлена линейная зависимость для тонких микропроводов при температуре  $700^\circ\text{C}$

и 3 в координатах  $\lg \left( 1 - 2 \frac{\Delta d}{d_0} \right) \div \tau$ ,



Фиг. 4. Зависимость  $\lg \left( 1 - 2 \frac{\Delta d}{d_0} \right) = f(\tau)$  для тонких микропроводов меди ( $d_0 \sim 6$  мк) при температуре  $700^\circ\text{C}$



Фиг. 5. Температурная зависимость коэффициента диффузии цинка в тонких микропроводах меди ( $d_0 \sim 6$  мк)

а на фиг. 5 — температурная зависимость коэффициента диффузии цинка также в тонких микропроводах меди. Функциональная зависимость

$D = f \left( \frac{1}{T} \right)$  в микропроводах Улитовского, как показывает фиг. 5,

хорошо согласуется с уравнением Арениуса

$$D = D_0 \exp(-Q/RT).$$

Обработка полученных данных по методу наименьших квадратов приводит к следующей зависимости коэффициента диффузии  $D$  от температуры: для тонких микропроводов меди

$$D = 4,3 \cdot 10^{-6} \exp(-24000/RT),$$

для толстых микропроводов меди

$$D = 1,9 \cdot 10^{-5} \exp(-26000/RT).$$

Таким образом, в полученных уравнениях диффузии энергии активации составляют примерно половину энергии активации в обычном макроскопическом монокристалле меди ( $\sim 45000$  кал/моль [7, 8]). Очевидно, это следует объяснить тем, что термические напряжения, возникающие при формировании микропроводов в стеклянной изоляции, увеличивают пути короткой циркуляции и, следовательно, уменьшают активационный барьер для диффузии атомов цинка.

Грузинский институт  
металлургии

(Поступило в редакцию 28.7.1965)

ფიზიკა

ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),  
ბ. სურგულაძე, ი. სვეტიცხოვე

დიფუზიის შესახებ სპილენძის მიკრომაგნიტებში

რ ე ზ ი უ მ ე

შესწავლის ობიექტს წარმოადგენენ ულიტოვსკის მეთოდით მიღებული სპილენძის მიკრომაგნიტები მინის მთლიან იზოლაციაში. ცდები წარმოებდა 5 და 20 მიკრონი დიამეტრის მაგნიტებზე თითბერის ორთქლში  $600-700^{\circ}$  ტემპერატურებზე. მიღებულია დიფუზიის განტოლება, სადაც აქტივაციის ენერგია ( $24-26$  კკალ/მოლი) შეადგენს დაახლოებით ნახევარს, აქტივაციის ენერგიისას სპილენძის ჩვეულებრივ მაკროსკოპულ მონოკრისტალებში ( $45$  კკალ/მოლი). ეს გარემოება ალბათ უნდა აიხსნას იმით, რომ მიკრომაგნიტის ფორმირების დროს აღძრული თერმული ძაბვები ადიდებენ „მოკლე ცირკულაციის გზებს“ და შესაბამისად ამცირებენ აქტივაციის ბარიერს თუთიის ატომების დიფუზიისათვის სპილენძის მიკრომაგნიტებში.

#### დაამოწმებულნი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Улитовский. Тонкая проволока в сплошной стеклянной изоляции и возможности ее применения. Приборы и техника эксперимента, 3, 1957, 11.
2. Ф. А. Маковский. Получение тонкой металлургической проволоки. Журнал технической физики, 10, 2, 1940, 342.
3. P. G. Shlica. Growth and Perfection of Crystals. New York, 1958, 214.
4. Э. М. Надгорный и А. В. Степанов. Испытание нитевидных кристаллов на растяжение и изгиб. Физика твердого тела, 3, 4, 1961, 1068.
5. Э. М. Надгорный и Б. И. Смирнов. К вопросу о структуре микропровода меди. Физика твердого тела, 2, 12, 1960, 3048.
6. Б. С. Бокштейн, А. А. Жуховицкий, Г. Г. Сурмава. Методика и установка для изучения диффузий в нитевидных кристаллах. Заводская лаборатория, 4, 1966.
7. J. Hino, C. Tomizuka, C. Wert. Internal Friction and Diffusion in 31% alpha Brass. Acta Metall., 5, 1, 1957, 41.
8. D. H. Killpatrick, R. W. Balluffi. Diffusion Rates in Face-Centered Cubic Copper-Zinc Alloys During Torsional Deformation. Acta Metall., 11, 5, 1963, 439.
4. „მაგნიტ“, XLII:1, 1966.

Г. М. ДОЛИДЗЕ, Ю. А. КОЛБАНОВСКИЙ, Л. С. ПОЛАК

## КИНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбЦИИ ВОДОРОДА НА $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 25.1.1966)

Ранее была изучена кинетика термической [1] и радиационной [2, 3] хемосорбции<sup>(1)</sup> и десорбции водорода на поверхности  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Было показано, что кинетика радиационной хемосорбции описывается уравнением

$$W = - \frac{dn}{dt} = KJ \sqrt{\frac{\alpha}{n}} S \alpha (1 - \Theta), \quad (1)$$

где  $W$ —скорость хемосорбции,  $n$ —число молекул в газовой фазе,  $K$ —константа скорости адсорбции,  $J$ —мощность дозы излучения,  $S$ —поверхность адсорбента,  $\alpha$ —число потенциально возможных адсорбционных центров на единице поверхности,  $\Theta$ —доля занятых адсорбционных центров.

При исследовании кинетики термической хемосорбции показано [1], что кинетика адсорбции может быть описана как уравнением Рогинского—Зельдовича для неоднородной поверхности, так и уравнением (1)<sup>(2)</sup>.

С. В. Стародубцев с сотрудниками [4, 5] обнаружили  $\gamma$ -адсорбционный эффект. Этим термином называют адсорбцию на предварительно облученной поверхности твердых тел. Во время дальнейшего исследования процесса радиационной хемосорбции были выяснены некоторые его особенности.

Целью нашего сообщения является изложение некоторых экспериментальных данных, характеризующих эти особенности. Мы попытаемся также сформулировать возможные объяснения результатов эксперимента.

Образцы готовились и облучались методом, аналогичным описанному в работах [1—3]. При исследовании  $\gamma$ -адсорбционного эффекта образец  $\text{Al}_2\text{O}_3$  отделялся от водорода стеклянной перегородкой. В требуемый момент перегородка разбивалась, после чего производились измерения  $P = f(t)$  (рис. 1, а). В опытах по исследованию радиационной хемо-

(<sup>1</sup> Термином „радиационная хемосорбция“ назовем процесс хемосорбции в поле излучения.

(<sup>2</sup> В кинетическое уравнение для термического процесса не входит мощность дозы  $J$ .



сорбции при низкой температуре термодарная лампа термостатировалась при температуре 20°C, а образец  $\text{Al}_2\text{O}_3$  помещался в сосуд Дьюара с жидким азотом (рис. 1, б). Начальное давление во всех опытах составляло 0,1–0,6 мм рт. ст. Изменение давления регистрировалось самописцем ЭПН-09 с точностью 2–3%.

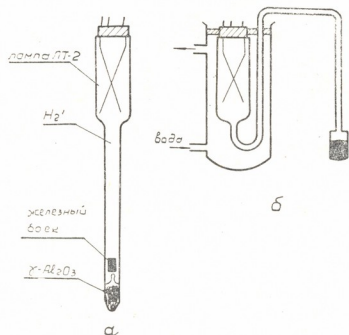


Рис. 1. Установка для облучения

предельное количество адсорбируемого газа отличается на 10%. Это позволяет оценить по порядку величины среднее значение времени жизни долгоживущих центров адсорбции при комнатной температуре. Воспользовавшись для этих целей

уравнением  $-\frac{dn}{dt} = \lambda n$  или

$-\frac{dn}{dt} = \lambda n^2$  и экспериментальными данными, приведенными на рис. 2 (кривые 1 и 2), мы нашли, что оно составляет  $\sim 10^6$  секунд независимо от выбранного для расчета уравнения.

Заметим, что при комнатной температуре в процессе радиационной хемосорбции достаточно в 4 раза меньше дозы, чтобы адсорбировать втрое большее количество газа, чем при  $\gamma$ -адсорбционном эффекте. Таким образом,  $\gamma$ -адсорбционный эффект дает небольшой вклад в радиационную хемосорбцию водорода на поверхности  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ , а радиационная хемосорбция

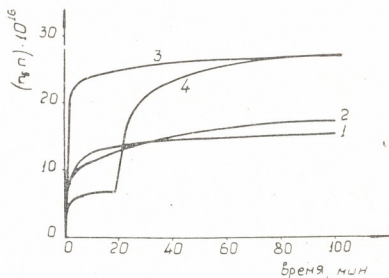


Рис. 2. Кинетические кривые для  $\gamma$ -адсорбционного эффекта

Заметим, что при комнатной температуре в процессе радиационной хемосорбции достаточно в 4 раза меньше дозы, чтобы адсорбировать втрое большее количество газа, чем при  $\gamma$ -адсорбционном эффекте. Таким образом,  $\gamma$ -адсорбционный эффект дает небольшой вклад в радиационную хемосорбцию водорода на поверхности  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ , а радиационная хемосорбция

мсорбция происходит в основном на короткоживущих центрах, генерируемых излучением.

Мы попытались провести низкотемпературную стабилизацию центров адсорбции, сохраняя облученный образец при температуре  $-196^{\circ}\text{C}$  до начала адсорбции. В этом случае количество водорода, адсорбированного на  $1\text{ г Al}_2\text{O}_3$ , увеличивалось примерно вдвое (рис. 2, кривая 3) по сравнению с образцом, облученным при комнатной температуре (рис. 2, кривые 1 и 2).

$\gamma$ -адсорбционный эффект при облучении образца при температуре  $-196^{\circ}\text{C}$  имеет место и в случае напуска водорода при той же температуре. В этом случае адсорбируется небольшое количество водорода (рис. 2, кривая 4—начальный участок).

При последующем размораживании адсорбируется такое же количество водорода, как и при размораживании непосредственно в момент напуска газа (кривая 3).

В обоих случаях (кривые 3 и 4) на  $1\text{ г Al}_2\text{O}_3$  при одинаковой дозе облучения адсорбируется одинаковое количество водорода, тогда как начальное количество водорода отличается примерно вдвое. Это значит, что при  $\gamma$ -адсорбционном эффекте на  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , облученном при  $-196^{\circ}\text{C}$ , количество адсорбированного водорода не зависит от давления.

$\gamma$ -адсорбционный эффект проявляется также, если в какой-то момент прекратить радиационную хемосорбцию при  $-196^{\circ}\text{C}$  и разморозить систему. На рис. 3 приведены типичные кривые  $\gamma$ -адсорбционного эффекта, полученные после того, как источник излучения был выключен и низкотемпературная при  $-196^{\circ}\text{C}$  радиационная

хемосорбция прекратилась<sup>(1)</sup>. Первоначальный рост давления объясняется

<sup>(1)</sup> В этом эксперименте, когда облучение прекращалось, проводились циклы размораживания и замораживания. После выключения пучка процесс адсорбции при  $-196^{\circ}\text{C}$  не наблюдался.

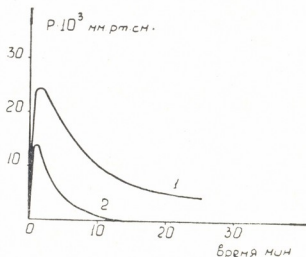


Рис. 3. Кинетические кривые адсорбции после прекращения облучения и размораживания образцов

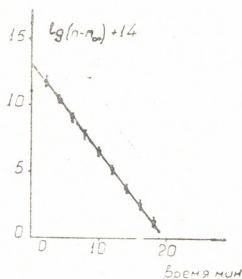


Рис. 4. Обработка кинетической кривой 1 рис. 3 по уравнению (3)





разогревом системы и десорбцией физически адсорбированного водорода. Последующее снижение давления целиком связано с  $\gamma$ -адсорбционным эффектом. Величина  $\gamma$ -адсорбционного эффекта и его кинетика практически не зависят от давления газа и определяются предысторией образца, т. е. дозы, полученной образцом при температуре  $-196^\circ\text{C}$ , и количеством адсорбированного газа в промежуточных циклах „размораживание—замораживание“.

Если при размораживании созданные излучением активные центры исчезают преимущественно в результате хемосорбции, то количество адсорбированного газа определяется только числом адсорбционных центров, равным в этом случае количеству хемосорбированного водорода.

Если скорость необратимой адсорбции не зависит от давления, то она зависит только от одной переменной величины—от числа центров адсорбции, т. е.

$$-\frac{dn}{dt} = \lambda(n - n_\infty), \quad (2)$$

где  $n$ —текущее число молекул газа,  $n - n_\infty$ —текущее число адсорбционных центров. При  $t=0$   $n=n_0$ , при  $t \rightarrow \infty$   $n = n_\infty$ .

После интегрирования и подстановки пределов имеем

$$\ln(n_0 - n_\infty) - \ln(n - n_\infty) = \lambda t. \quad (3)$$

На рис. 4 представлена обработка кинетической кривой (рис. 3, кривая 1) по уравнению (3). Совпадение теоретических и экспериментальных данных показывает, что оно вполне удовлетворительно описывает эксперимент. Оценка среднего времени жизни дает

$$\frac{1}{\lambda} = 7 \text{ минут.}$$

По нашему мнению, нулевой порядок скорости адсорбции по давлению связан с тем, что лимитирующей стадией является переход одного типа адсорбированных частиц в другой, как это было рассмотрено Стоуном [6], отмечавшим, что при таком механизме скорость реакции практически не должна зависеть от давления.

Сравнивая  $\gamma$ -адсорбционный эффект в перерывах радиационной хемосорбции при  $-196^\circ\text{C}$ , мы нашли, что его величина последовательно уменьшается, а затем он уже вообще не наблюдается. По-видимому, это происходит вследствие заполнения всех активных центров, на которых возможен  $\gamma$ -адсорбционный эффект. В то же время радиационная хемосорбция продолжается и после прекращения  $\gamma$ -адсорбционного эффекта. Заметим, что радиационная хемосорбция происходит и при температуре  $-196^\circ\text{C}$ . Кроме того, при  $-196^\circ\text{C}$  накапливаются также такие центры, которые проявляют себя лишь при повышении температуры. Рассматривая эти данные, можно заключить следующее:



1. При облучении создаются адсорбционные центры с существенно различными временами жизни.

2. Адсорбционные центры, генерируемые излучением, имеют существенно различную активность.

Эти выводы указывают на неоднородность поверхности окиси алюминия в процессе радиационной хемосорбции. Между тем, использованное при описании кинетики адсорбции при 20°C уравнение (1) справедливо только для однородной поверхности и нужно объяснить, как его можно применять для процесса на заведомо неоднородной поверхности.

Пусть на квадратном сантиметре неоднородной поверхности имеем  $m$  сортов активных центров, так что  $\sum_{i=1}^m \alpha_i = \alpha$ , где  $\alpha_i$  — число центров  $i$ -го сорта (группы).

Разделение на группы сделаем так, чтобы каждая группа центров соответствовала константе скорости хемосорбции  $K_i \pm \Delta K_i$ , причем  $0 < \Delta K_i \ll K_i$ . Это требование имеет смысл, если  $1 \ll m \cong \alpha$ . Каждому сорту центров адсорбции  $\alpha_i$  будет соответствовать степень заполнения  $i$ -го сорта  $\Theta_i$ , причем  $0 \cong \Theta_i \cong 1$ . Тогда скорость реакции на неоднородной поверхности можно записать в виде, аналогичном уравнению (1):

$$W = - \frac{dn}{dt} = JS \sqrt{n} \sum_{i=1}^m K_i \alpha_i (1 - \Theta_i) \quad (4)$$

или

$$W = JS \sqrt{n} \sum_{i=1}^m K_i \alpha_i \left( 1 - \frac{\sum_i K_i \alpha_i \Theta_i}{\sum_i K_i \alpha_i} \right),$$

где выражение

$$\frac{\sum_i K_i \alpha_i \Theta_i}{\sum_i K_i \alpha_i} = \bar{\Theta} \quad (5)$$

есть среднее значение степени заполнения, и поскольку

$$\bar{K} = \frac{\sum_i K_i \alpha_i}{\sum_i \alpha_i} = \frac{\sum_i K_i \alpha_i}{\alpha}, \quad (6)$$

то

$$W = \bar{K} J \sqrt{n} S \alpha (1 - \bar{\Theta}). \quad (7)$$



Уравнения (1) и (7) различаются тем, что уравнение (1) содержит истинное, а (7) среднее значение  $\Theta$ . Эти значения близки в том случае, если во время облучения более активных центров адсорбции больше, чем менее активных центров. Это условие не будет выполняться при  $\sigma, \delta < \Theta$ .

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физики  
Тбилиси

Академия наук СССР  
Институт нефтехимического  
синтеза им. А. В. Топчиева

(Поступило в редакцию 25.1.1966)

ფიზიკა

ბ. დოლიძე, ი. კობანოვსკი, ლ. პოლაკი

### ბამა-ბამოსხივების მოქმედებით წყალბადის აღსორბციის კინეტიკური გამოკვლევა

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა წყალბადის აღსორბციის კინეტიკა, წინასწარ გასხივე-ბულ  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  როგორც ოთახის ტემპერატურაზე, ისე თხევადი აზოტის ტემპერატურაზე და შედარებულ იქნა წყალბადის აღსორბციის კინეტიკასთან, როდესაც აღსორბცია მიმდინარეობდა უშუალოდ გამოსხივების ველში.

ნაჩვენებია, რომ გასხივებისას წარმოიქმნება განსხვავებული აქტივობისა და განსხვავებული სიციცხლის ხანგრძლივობის აღსორბციული ცენტრები.

გამოთვლების შედეგად ნაჩვენებია, რომ კინეტიკური განტოლება (1), რომელიც სამართლიანია ერთგვაროვანი ზედაპირისათვის, გამოდგება აგრეთვე არაერთგვაროვანი ზედაპირისათვისაც, რადგანაც ძირითადი წვლილი რადიაციულ აღსორბციაში შეაქვთ მცირე სიციცხლის ხანგრძლივობის ცენტრებს, რომლებსაც შედარებით დიდი აქტივობა აქვთ.

#### დასოფთავალი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. М. Долидзе, Ю. А. Колбановский, Л. С. Полак. Хемосорбция водорода на  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ . Кинетика и катализ, 6, 1965, 897.
2. Ю. А. Колбановский, Ю. В. Пепеляев. Кинетика адсорбции водорода на  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  при гамма-облучении. Кинетика и катализ, 6, 1965, 237.
3. Г. М. Долидзе, Ю. А. Колбановский, Ю. В. Пепеляев, Л. С. Полак, Т. В. Цецхладзе. Кинетика радиационной хемосорбции и радиационного изотопного обмена водорода на поверхности окислов алюминия и кремния. Доклад на XX международном конгрессе ЮПАК, В. 117, М., 1965.
4. С. В. Стародубцев, Ш. А. Абляев, С. Е. Ерматов. Изменение адсорбционных свойств силикагеля под действием  $\gamma$ -облучения. ДАН СССР, 129, 1959, 72.
5. Ш. А. Абляев, С. В. Стародубцев. Радиационные эффекты на поверхностях гелей. Изд. „Наука“, Ташкент, 1964.
6. Ф. Стоун. Электронный фактор в хемосорбции и катализе. В сб.: „Химия твердого состояния“. ИЛ, М., 1961, 487.

О. В. ЛОМАЯ

## К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ И КОЭФФИЦИЕНТА ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианашвили 25.6.1965)

Высота пограничного слоя атмосферы  $H_n$  и коэффициент турбулентности  $K$  являются одними из основных характеристик пограничного слоя атмосферы. Эти величины важно знать при изучении различных процессов, связанных с атмосферной турбулентностью.

Коэффициент турбулентности  $K$  можно определить по данным структурных наблюдений (регистраций весьма малоинерционными приборами изменений метеорологических элементов во времени). Однако для оперативной работы в большом объеме структурные наблюдения неприменимы ввиду сложности необходимой аппаратуры и громоздкости обработки получаемых данных. Поэтому оперативные методы определения характеристик турбулентности атмосферы основываются на применении к нему полумпирических теорий турбулентности, которые позволяют определить эти характеристики из наблюдений над распределением средних величин метеорологических элементов с помощью обычных метеорологических приборов.

Вопросу определения характеристик турбулентности по аэрологическим данным посвятили свои работы многие исследователи. Разработаны методы определения  $K$  по профилю ветра [1—4], по данным температурно-ветрового зондирования [5,6].

Д. Л. Лайхтман установил связь среднего для пограничного слоя коэффициента турбулентности с высотой пограничного слоя  $H_n$  [5]:

$$K = 0,19 \omega_z H_n^2, \quad (1)$$

где  $\omega_z = \omega \sin \varphi$ ,  $\omega$  — угловая скорость вращения земли,  $\varphi$  — широта места. Зная высоту пограничного слоя, по равенству (1) легко можно определить  $K$ .

Высоту пограничного слоя можно определить из опытных данных по затуханию амплитуды суточных колебаний метеорологических элементов с высотой. Та высота, начиная с которой суточный прирост метеорологических элементов остается постоянным, и является высотой пог-



раничного слоя. Однако ввиду влияния ряда аperiodических процессов, имеющих место в атмосфере, определить  $H_n$  в каждом конкретном случае затруднительно. Описанным путем можно определить среднюю за много дней высоту пограничного слоя и затем средний за эти дни коэффициент турбулентности по формуле (1).

Для определения высоты пограничного слоя за отдельный день или в определенный час можно использовать формулу, вытекающую из уравнения 36.2 работы [5]:

$$H = \sqrt{\frac{0,24 V_g^2 \bar{T}(1 - \bar{\delta})}{\gamma_a - \bar{\gamma}}}, \quad (2)$$

где  $V_g$  — скорость геострофического ветра,  $\bar{T} = \frac{T_0 + T_n}{2}$ ,  $\bar{\gamma} = \frac{T_0 - T_n}{H}$  и  $\bar{\delta}$  — осредненные для всего пограничного слоя значения абсолютной температуры, градиента температуры и диссипации энергии турбулентности в тепло. Последняя равна работе сил трения турбулентных вихрей. До настоящего времени неизвестны выражения, позволяющие непосредственно определить диссипацию энергии турбулентности в теплоту.

Из физических соображений ясно, что диссипация происходит в основном за счет вихрей мелких масштабов. Средний размер вихрей растет с высотой и с уменьшением устойчивости состояния атмосферы. Следовательно, диссипация будет играть большую роль при устойчивом состоянии и вблизи поверхности земли, чем при неустойчивом или близком к равновесному состояниям и вдали от поверхности земли, когда преобладают вихри крупных масштабов. В последних случаях диссипацией, очевидно, можно пренебречь и положить  $\bar{\delta} = 0$ .

В работе [7] фактор диссипации определен на основании экспериментальных данных о зависимости  $\frac{C(\zeta)}{V_g}$  от  $\varepsilon$ , где  $C(\zeta)$  — скорость ветра,  $V_g$  — скорость геострофического ветра,  $\varepsilon$  — параметр устойчивости (см. табл. 1, взятую из этой же работы).

Таблица 1

$\varepsilon$	-0,20	-0,05	0,10
$\bar{\delta}$	0	0	0,6

$\varepsilon = -0,20$  — неустойчивое состояние,  $\varepsilon = -0,05$  — состояние, близкое к равновесному,  $\varepsilon = 0,10$  — устойчивое состояние.

Так как в данной работе проводились расчеты  $H_n$  для 15 часов летних месяцев, когда в пограничном слое устанавливаются в основном близкие к адиабатическому градиенты температуры, т. е. близкие к равновесному состоянию, автор считает возможным принять  $\bar{\delta} = 0$ .

Формула (2) получена из совместного рассмотрения уравнения баланса энергии турбулентности и уравнений движения для стационарного однородного по горизонтали движения при следующих принятых допущениях: плотность воздуха постоянна во всем слое; скорость геострофического ветра неизменна по высоте; за высоту пограничного слоя принята высота, на которой производная модуля скорости ветра первый раз обращается в нуль.

Ввиду того что при выводе формулы (2) приняты некоторые допущения, которые не всегда имеют место в атмосфере и особенно в горной местности, представляет интерес сравнение значений  $H_n$ , вычисленных по формуле и полученных непосредственно из экспериментальных данных.

В данной работе средняя высота пограничного слоя для Тбилиси определялась по затуханию суточных колебаний температуры с высотой и по профилю ветра.

Были использованы ежедневные данные температурно-ветрового зондирования атмосферы за теплый период (апрель-октябрь) 1960—1961 гг.

За характеристику суточных колебаний принималась разность температур, полученных по ночному (03 часа) и дневному (15 часов) выпускам радиозондов, что представляется возможным, так как в 03 часа температура близка к минимальной, а в 15 часов — к максимальной [8, 9].

С помощью данных температурного зондирования и приземных карт погоды устанавливались и исключались из рассмотрения дни, когда вблизи пункта зондирования находился атмосферный фронт, причем фронтальная поверхность располагалась в пределах пограничного слоя, [т. е. в рассматриваемом слое атмосферы имели место существенно нестационарные процессы.

Далее определялись разности температур для различных высот (земля, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3500 м). Определялись средние разности температур за два года и строились их вертикальные профили. С этой целью обработано всего 840 зондовых подъемов за 420 дней.

Описанным выше путем получено, что уменьшение амплитуды суточного хода температуры происходило до высоты 1500—1600 м над поверхностью земли в 1960 г. и до 1900—2000 м в 1961 г. Следовательно, средняя высота теплового пограничного слоя в 1960 г. была на 300—400 м меньше, чем в 1961 г. Средняя за 1960—1961 гг. высота теплового пограничного слоя равна 1700—1800 м (рис. 1).

Как было указано выше, за тот же период определена средняя высота динамического пограничного слоя по профилю ветра. Определялись средние за указанный период значения модуля скорости ветра на поверхности земли и на уровнях 500, 1000, 1500, 2500, 3500 и 4500 м над поверхностью земли и строился средний профиль модуля скорости ветра.





Высота пограничного слоя определялась по перелому в профиле ветра. Оказалось, что средняя высота динамического пограничного слоя лежит в тех же пределах, что и высота теплового пограничного слоя ( $\sim 1700$ ).

Одновременно за те же дни вычислены  $H_n$  по формуле (2) (для каждого дня в отдельности) по данным 15-часового подъема радиозондов.

За скорость географического ветра  $V_g$  принималась, по рекомендации М. П. Чуриновой, средняя скорость ветра на уровнях 1,0; 1,5 и 2,0 км:

$$V_g = \frac{V_{1,0} + V_{1,5} + V_{2,0}}{3}$$

Как отмечает ряд авторов [10, 11], среднее значение скорости ветра на трех уровнях должно быть весьма близким к  $V_g$ .

Определение  $H_n$  производилось, по рекомендации Д. Л. Лайхтмана, графически.

Строились графики

$$H(\chi) = \sqrt{\frac{0,24 V_g^2 T}{\gamma_a - \gamma}}$$

как функции ( $\chi$ ). Пересечение полученной кривой с биссектрисой давало искомое значение  $H_n$ .

Указанным путем были определены значения  $H_n$  для каждого дня для Тбилиси всего за 345 дней 1960 — 1961 гг. Далее были определены средние значения  $H_n$  отдельно за 1960 и 1961 гг. и сравнены с соответствующими значениями, полученными непосредственно из экспериментальных данных. Подстановкой в формулу (1) получены значения  $K$ . Результаты сравнения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Годы	$H_1$ м	$H_2$ м	$K_1$ м <sup>2</sup> /сек	$K_2$ м <sup>2</sup> /сек
1960 г.	1500—1600	1600	21—24	24
1961 г.	1900—2000	1900	34—37	34
1960—1961 гг.	1700—1800	1750	27—30	28,5

$H_1$  — средняя высота пограничного слоя, определенная по профилю суточного хода температуры,  $K_1$  — коэффициент турбулентности, определенный по формуле (1), соответствующий значению  $H_1$ ,  $H_2$  — средняя высота пограничного слоя, вычисленная по формуле (2),  $K_2$  — коэффициент турбулентности, соответствующий значению  $H_2$ .



Так как в основном интенсивность турбулентности, а следовательно, и высота пограничного слоя зависят от вертикального градиента тем-

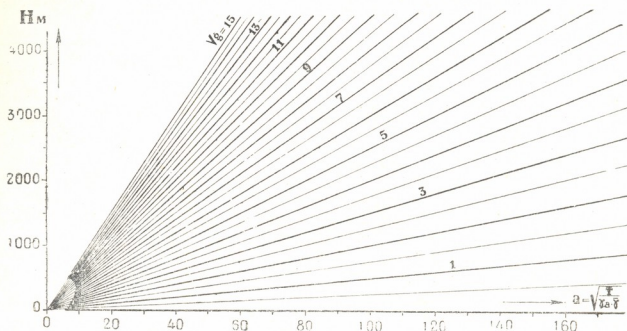


Рис. 2

пературы и скорости геострофического ветра, то подсчитаны отдельно средние за 1960 и 1961 гг. скорости геострофического ветра и средние для нижнего слоя тропосферы (мощностью 2500 м) градиенты температуры.

Средняя скорость геострофического ветра равна 6 м/сек как в 1960, так и в 1961 г. Средние градиенты температуры различны: в 1960 г. — 0,71 °/100 м, а в 1961 г. — 0,80 °/100 м. Очевидно, большая средняя высота пограничного слоя в 1961 г. обусловлена большими значениями градиентов температуры по сравнению с 1960 г.

Выяснение причины, вызвавшей полученное различие в градиентах температуры в 1960 и 1961 гг., требует специального исследования.

В заключение следует еще раз отметить, что получено хорошее согласие значений высоты пограничного слоя и среднего коэффициента турбулентности, рассчитанных

по формулам Лайхтмана (1) и (2) с определенными по эмпири-

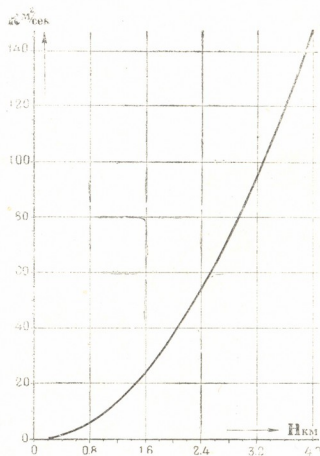


Рис. 3

$\frac{T}{\gamma}$	270°	275°	280°	285°	290°	295°	300°	305°	310°
0,97	164,8	165,8	167,3	168,8	170,3	171,8	173,2	174,6	176,1
0,95	95,0	95,8	96,8	97,7	98,5	99,4	100,2	100,9	101,8
0,93	73,4	74,0	74,8	75,4	76,1	76,7	77,4	78,0	78,6
0,91	62,0	62,6	63,2	63,6	64,3	64,8	65,4	65,8	66,5
0,89	54,8	55,3	55,8	56,3	56,8	57,3	57,8	58,2	58,7
0,87	49,5	50,0	50,5	50,9	51,3	51,8	52,2	52,7	53,2
0,85	45,6	46,0	46,4	46,8	47,2	47,6	48,0	48,4	48,8
0,83	42,4	42,8	43,2	43,6	44,0	44,3	44,7	45,1	45,6
0,81	40,0	40,2	40,6	40,9	41,3	41,6	42,0	42,4	42,8
0,79	37,7	38,0	38,4	38,7	39,1	39,4	39,7	40,1	40,4
0,77	35,9	36,2	36,5	36,8	37,2	37,5	37,8	38,1	38,4
0,75	34,3	34,6	34,9	35,2	35,5	35,8	36,1	36,4	36,7
0,73	32,9	33,2	33,5	33,8	34,1	34,4	34,6	34,9	35,2
0,71	31,6	32,0	32,2	32,5	32,8	33,1	33,3	33,6	33,9
0,69	30,5	30,8	31,1	31,4	31,6	31,9	32,2	32,4	32,7
0,67	29,5	29,8	30,1	30,3	30,6	30,9	31,1	31,4	31,6
0,65	28,6	28,9	29,1	29,4	29,6	29,9	30,2	30,4	30,6
0,63	27,8	28,0	28,3	28,5	28,8	29,0	29,3	29,5	29,8
0,61	27,0	27,3	27,5	27,8	28,8	28,2	28,5	28,7	29,0
0,59	26,3	26,5	26,8	27,0	27,3	27,5	27,7	28,0	28,2
0,57	25,7	25,9	26,1	26,4	26,6	26,8	27,1	27,3	27,5
0,55	25,0	25,3	25,5	25,7	26,0	26,2	26,4	26,6	26,9
0,53	24,5	24,7	24,9	25,2	25,4	25,6	25,8	26,0	26,3
0,51	24,0	24,2	24,4	24,6	24,9	25,1	25,3	25,5	25,7
0,49	23,5	23,7	23,9	24,1	24,3	24,5	24,8	25,0	25,2
0,47	23,0	23,2	23,4	23,6	23,8	24,0	24,3	24,5	24,7
0,45	22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6	23,8	24,0	24,2
0,43	22,2	22,4	22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,7	23,8
0,41	21,7	21,9	22,1	22,3	22,6	22,7	22,9	23,1	23,3
0,39	21,4	21,6	21,8	21,9	22,2	22,3	22,5	22,7	22,9
0,37	21,0	21,2	21,4	21,6	21,8	22,0	22,2	22,4	22,6
0,35	20,7	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7	21,8	22,0	22,2
0,33	20,4	20,6	20,8	21,0	21,1	21,3	21,5	21,7	21,8
0,31	20,0	20,2	20,4	20,6	20,8	20,9	21,1	21,3	21,5
0,29	19,8	20,0	20,2	20,3	20,5	20,7	20,9	21,0	21,2
0,27	19,5	19,7	19,9	20,0	20,2	20,4	20,6	20,7	20,9
0,25	19,2	19,4	19,6	19,8	19,9	20,1	20,3	20,4	20,6
0,23	19,0	19,1	19,3	19,5	19,6	19,8	20,0	20,1	20,3
0,21	18,7	18,9	19,1	19,3	19,4	19,6	19,8	19,9	20,1
0,19	18,5	18,7	18,8	19,0	19,7	19,3	19,5	19,7	19,8
0,17	18,2	18,4	18,6	18,7	18,9	19,0	19,2	19,4	19,5
0,15	18,0	18,2	18,3	18,5	18,7	18,8	19,0	19,1	19,3
0,13	17,8	18,0	18,2	18,3	18,5	18,6	18,8	19,0	19,1
0,11	17,6	17,8	17,9	18,1	18,3	18,4	18,6	18,7	18,9
0,09	17,4	17,6	17,7	17,9	18,0	18,2	18,3	18,5	18,6
0,07	17,2	17,4	17,6	17,7	17,8	18,0	18,1	18,3	18,4
0,05	17,1	17,2	17,4	17,5	17,7	17,9	18,0	18,1	18,3
0,03	16,9	17,0	17,2	17,3	17,4	17,7	17,8	17,9	18,1
0,01	16,7	16,8	17,0	17,1	17,3	17,4	17,6	17,7	17,9

ческим данным. Следовательно, формулы (1) и (2) могут быть предложены для определения указанных выше величин в горной местности.

Построенные нами графики (рис. 2 и 4) и табл. 3 облегчают расчет высоты  $H_n$  и коэффициента  $\bar{k}$  по указанным формулам. На рис. 2 нанесено семейство изолиний  $V_g$  от 0,5 до 15 м/сек. По оси абсцисс отложены значения величины  $a = \sqrt{\frac{\bar{T}}{\gamma_a - \bar{\gamma}}}$ , по оси ординат — соответствующие значения  $H$ .

Определив из табл. 3 по данным  $\bar{T}$  и  $\bar{\gamma}$  значение  $a$ , из графика (рис. 2) для соответствующего значения  $V_g$  можно легко найти  $H$ .

Рис. 3 дает возможность определить коэффициент турбулентности  $\bar{k}$  по известной высоте пограничного слоя  $H_n$ .

Нахождение  $H_n$  и  $\bar{k}$  описанным путем осуществляется значительно быстрее, чем путем непосредственных расчетов по формулам. Предлагаемые графики и таблица могут быть с пользой применены в оперативной и исследовательской работе.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт геофизики

(Поступило в редакцию 25.5.1965)

გეოფიზიკა

ო. ლოპაია

ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენისა და ტურბულენტობის  
 კოეფიციენტის განსაზღვრის შესახებ მთავორიან  
 აღგილას

რეზიუმე

ატმოსფეროს ტურბულენტობასთან დაკავშირებული პროცესების შესწავლის დროს აუცილებელია ატმოსფეროს ტურბულენტობის კოეფიციენტის დადგენა. შრომაში ექსპერიმენტული მასალების საშუალებით მოყვანილია ლაიხტმანის ერთ-ერთ ფორმულის (სასაზღვრო ფენის სიმაღლისა და ტურბულენტობის კოეფიციენტის გამოთვლა) მთავორიან აღგილში გამოყენების შემოწმების შედეგები.

მიღებულია კარგი თანხმობა ფორმულით გამოთვლილი და ექსპერიმენტული მასალებით მიღებული სიდიდეებისა.

შრომაში, აგრეთვე, მოყვანილია ცხრილი და გრაფიკები, რომლებიც საგრძნობლად ამარტივებენ აღნიშნული სიდიდეების გამოთვლის პროცესს.

## დასმონების ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Л. Лайхтман и А. Ф. Чудновский. Физика приземного слоя атмосферы. ГИТТЛ, 1949.
2. Л. Т. Матвеев. К вопросу распределения скорости ветра в пограничном слое атмосферы и определения параметров турбулентного обмена. «Метеорология и гидрология», № 3, 1949.
3. М. И. Рузин. Определение коэффициента турбулентности в пограничном слое атмосферы. Труды ЛГМИ, вып. 15, 1962.
4. А. В. Ткаченко. К вопросу об определении турбулентности в пограничном слое атмосферы. Труды ГГО, вып. 60, 1956.
5. Д. Л. Лайхтман. Физика пограничного слоя атмосферы. Гидрометеиздат, Л., 1961.
6. М. П. Чуринова. Опыт вычисления коэффициента турбулентности по температурно-ветровому зондированию. Труды ГГО, вып. 63, 1956.
7. Г. Х. Цейтин и Л. П. Орленко. Стационарное распределение ветра, температуры и турбулентного обмена в пограничном слое атмосферы при различных состояниях устойчивости. Труды ГГО, вып. 94, 1960.
8. М. С. Шелковников. Температурный режим на равнине Северного Кавказа и в ущелье Азау. Труды ГВФ, Редиздат аэрофлота, М., 1962.
9. А. Х. Хргиан. Физика атмосферы. ГИФМЛ, М., 1958.
10. П. А. Воронцов. Аэрологические исследования пограничного слоя атмосферы. Гидрометеиздат, 1960.
11. М. П. Чуринова. Некоторые данные о коэффициенте турбулентности в свободной атмосфере. Труды ГГО, вып. 28 (90), 1951.

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Т. Г. АНДРОНИКА-  
ШВИЛИ, Т. А. ЧУМБУРИДЗЕ, З. И. КОРИДЗЕ

## ВЛИЯНИЕ КАТИОНОВ СТРОНЦИЯ НА ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕОЛИТА ТИПА X

Молекулярные сита цеолитовой природы находят широкое применение для разделения и анализа смеси низкокипящих и углеводородных газов. Разработаны методы хроматографического анализа различных газовых смесей главным образом на образцах цеолитов типа А и X в натриевой и кальциевой формах [1—4]. Вместе с тем, известно, что, наряду с типом цеолита, большое влияние на характер хроматографического процесса, а именно на значение величин удерживаемых объемов индивидуальных компонентов, последовательность вымывания отдельных соединений из колонки, а также на степень (чистоту) разделения, оказывает и природа катиона, входящего в состав цеолита [5—9]. В одних случаях уже сравнительно небольшое замещение одного катиона другим приводит к появлению специфических хроматографических свойств [5], а в других — увеличение степени замещения катионов вызывает постепенное наращивание селективных особенностей сорбента, которые ярко выявляются при значительном содержании замещенного катиона [7, 8].

Ранее на примере разделения искусственной модельной смеси углеводородных газов  $C_1$ — $C_4$ , окиси углерода и водорода нами было изучено влияние природы и степени замещения таких щелочно-земельных элементов, как кальций, барий и магний, в цеолитах типа X.

В настоящей работе объектом исследования были избраны стронцийзамещенные образцы цеолитов типа X. Из исходной натриевой формы цеолита типа X (образец ГОБ ВНИИП серии Ц-202—98) по ранее разработанной методике [10] были приготовлены катионообменные формы цеолитов с различным содержанием катионов стронция (образцы № 2, 3, 4). Из формы с максимальным содержанием стронция (многократной обработкой ее водным раствором хлористого натрия) был получен также образец № 5, который по своему химическому составу приближался к исходному натриевому цеолиту.

Кроме вышеуказанных образцов, для большей достоверности полученных данных были дополнительно исследованы два цеолита: натриевая форма цеолита типа X ГОБ ВНИИП серии Ц-202—224 (образец № 1'), характеризующаяся сравнительно высокой адсорбционной способностью по бензолу (при  $p/p_s = 0,17$ — $3,11$  ммоль/г и его катионопроизводная форма со средней степенью замещения натрия на стронций, подобно образцу № 3 (образец № 3').

Сохранность цеолитовой структуры во всех синтезированных образцах контролировалась снятием дебаеграмм.



Для всех исследованных образцов на основе химического анализа были рассчитаны молекулярные формулы.

Молекулярные формулы исследованных образцов

Образец № 1	$0,93 \text{ Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,51 \text{ SiO}_2$ .
„ № 2	$0,22 \text{ SrO} \cdot 0,67 \text{ Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,48 \text{ SiO}_2$ .
„ № 3	$0,45 \text{ SrO} \cdot 0,50 \text{ Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,44 \text{ SiO}_2$ .
„ № 4	$0,85 \text{ SrO} \cdot 0,04 \text{ Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,41 \text{ SiO}_2$ .
„ № 5	$0,13 \text{ SrO} \cdot 0,76 \text{ Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,45 \text{ SiO}_2$ .

Как видно из приведенных данных, образец № 5 содержит катионы стронция и по своему химическому составу занимает промежуточное положение между исходной натриевой формой и образцом № 2. По своим хроматографическим свойствам он также близок к этим образцам.

В работе нами применялась экспериментальная методика, которая описана в предыдущих исследованиях [5, 6].

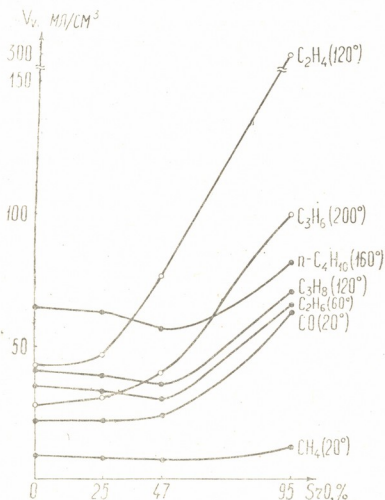


Рис. 1. Зависимость величин удерживаемых объемов углеводородных газов и окиси углерода от содержания катионов стронция в цеолите X. На оси ординат отложены значения величин удерживаемых объемов  $V_u$  компонентов, на оси абсцисс — процент замещения натрия стронцием в цеолите. В скобках приведены температуры нагрева колонки, при которых производилось вымывание отдельных компонентов

Для характеристики хроматографического процесса использовались приведенные удерживаемые объемы индивидуальных компонентов разделяемой смеси, отнесенные к единице объема колонки. С увеличением степени замещения катионов натрия на стронций (стандартной формой служил исходный цеолит NaX) наблюдалось некоторое уменьшение удерживаемых объемов предельных углеводородов от метана до бутана включительно (рис. 1), а затем на форме с макси-



мальным содержанием стронция было замечено резкое увеличение этих величин. Что касается ненасыщенных углеводородов (этилена и пропилена), а также отчасти окиси углерода, то для них характерен рост удерживаемых объемов с увеличением степени замещения. Особенно ярко это увеличение проявляется на образце с максимальным содержанием катионов стронция.

Ацетилен, в отличие от ненасыщенных соединений олефинового ряда (этилена, пропилена), проявляет свойства, сходные со свойствами предельных углеводородов, т. е. имеет место значительное уменьшение удерживаемых объемов до определенного предела замещения. На форме же с высоким содержанием стронция вновь происходит увеличение времени удерживания ацетилена.

Значения величин приведенных удерживаемых объемов ряда компонентов на различных образцах натриевых и стронцийсодержащих цеолитов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Приведенные удерживаемые объемы окиси углерода и газообразных углеводородов  $C_1-C_4$ , отнесенные к единице объема колонки

Компоненты	Образцы партии Ц-202-98				Образцы партии Ц-202-224	
	№ 1	№ 3	№ 3	№ 4	№ 1'	№ 3'
$t=20^\circ, V=100.$						
$CH_4$	9,0	8,7	7,7	12,2	9,8	7,6
$CO$	22,3	21,0	24,0	63,7	24,4	25,1
$t=40^\circ, V=100.$						
$C_2H_6$	69,7	67,3	58,3	129,6	85,0	60,0
$t=120^\circ, V=100.$						
$C_2H_4$	40,3	39,0	36,6	60,0	54,2	42,3
$C_2H_2$	40,1	43,7	77,1	280,0	55,6	93,7
$t=200^\circ, V=100.$						
$n-C_4H_{10}$	24,2	23,6	21,6	28,0	36,7	26,5
$C_3H_8$	27,7	30,7	39,6	100,0	41,6	54,3
$C_2H_6$	34,3	28,8	21,9	31,9	58,5	25,3

Примечание:  $t$ —температура нагрева хроматографической колонки  $^\circ C$ ,  
 $V$ —скорость газа-носителя, мл/мин.

На некоторых стронциевых формах цеолитов имеет место инверсия последовательности вымывания отдельных пар компонентов, причем на формах с небольшим содержанием стронция она нагляднее проявляется при более низких температурах нагрева хроматографической колонки. Так, на образце № 2 ниже  $120^\circ C$  нагрева хроматографической колонки сперва элюируется пропан, а затем этилен. Выше этой температуры происходит изменение последовательности вымывания этих компонентов. На образце № 3 инверсия начинается лишь с  $220^\circ C$  нагрева колонки. Что касается образца № 4, то на нем инверсия последовательности вымывания отсутствует и при всех температурах нагрева хрома-



тографической колонки сперва элюируется пропан, а затем этилен. Можно предположить, что это связано с усилением специфического взаимодействия ненасыщенных углеводородов с катионами стронция при высоком их содержании в адсорбенте. Инверсия же последовательности вымывания в зависимости от температуры нагрева колонки другой пары компонентов — пропилен-бутана происходит только на цеолите с небольшим содержанием стронция (образец № 2). При этом инверсия заключается только в изменении времени удерживания, которое недостаточно для разделения этой смеси. На образцах же № 3 и 4 при всех температурных режимах сперва элюируется бутан, а затем пропилен.

В зависимости от содержания стронция в цеолите изменяются температурные интервалы разделения отдельных пар компонентов. Так, для такой пары компонентов, как метан-окись углерода, с увеличением степени замещения катиона натрия на стронций в адсорбенте растет температурный диапазон нагрева колонки, при котором происходит четкое разделение этой смеси. На образце № 2 этот интервал колеблется от комнатной температуры до  $100^{\circ}\text{C}$ , на образце № 3 — от комнатной температуры до  $120^{\circ}\text{C}$  и, наконец, на образце № 4 — от комнатной температуры до  $160^{\circ}\text{C}$ .

Пропан-этилен в указанной последовательности вымывается и четко разделяется на образце № 2 в температурном интервале  $80\text{--}100^{\circ}\text{C}$ , а при нагреве колонки от  $180$  до  $300^{\circ}\text{C}$  эти компоненты так же хорошо разделяются, но с обратным порядком элюирования. На образце № 3 (среднее содержание катионов стронция) температурный диапазон разделения передвинут в область высоких температур: соответственно  $100\text{--}180^{\circ}\text{C}$  и  $260\text{--}300^{\circ}\text{C}$ . На образце № 4, как было отмечено, не имеет места инверсия последовательности вымывания и разделение происходит в температурных пределах  $140\text{--}280^{\circ}\text{C}$ .

Температурные границы разделения другой пары компонентов—бутан-пропилен в указанной последовательности соответственно составляют  $160\text{--}200^{\circ}\text{C}$  для образца № 2,  $180\text{--}240^{\circ}\text{C}$  для образца № 3 и  $200\text{--}280^{\circ}\text{C}$  для образца № 4.

Коэффициенты разделения отдельных пар компонентов как предельного, так и неперельного ряда углеводородов практически не меняются с увеличением степени замещения стронция при равных условиях температурного нагрева хроматографической колонки. Исключение составляет форма с максимальным содержанием стронция.

Коэффициенты же разделения бинарных смесей, состоящих из углеводородов метанового и этиленового гомологического ряда, с одинаковым числом углерода в молекуле, растут по мере замещения натрия стронцием в цеолите. На рис. 2 показана зависимость коэффициентов разделения как по Филлипсу  $K$  (отношение удерживаемых объемов компонентов), так и по Жуховицкому  $K_1$  для случаев «хорошего» разделения от степени замещения натрия стронцием в цеолите типа X.

Методом газовой хроматографии в определенных температурных диапазонах нагрева колонки, которые характеризовались наиболее сим-

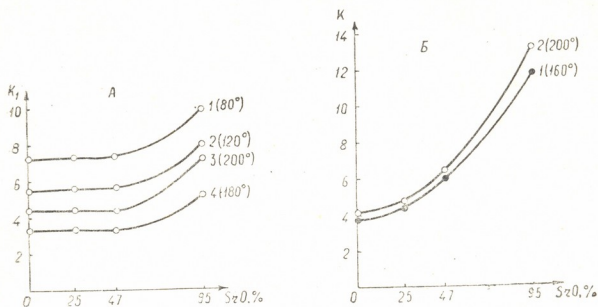


Рис. 2. Зависимость коэффициентов разделения от степени замещения натрия на стронций: А—коэффициенты разделения углеводородов метанового и этиленового ряда: 1— $CH_4/C_2H_6$ , 2— $C_2H_6/C_2H_8$ , 3— $C_2H_4/C_3H_6$ , 4— $C_3H_8/n-C_4H_{10}$ ; Б—Кoeffициенты разделения углеводородов предельного и непредельного ряда с одинаковым числом углерода в молекуле: 1— $C_2H_6/C_2H_4$ ; 2— $C_3H_8/C_3H_6$ . В скобках приведены температуры нагрева колонки, при которых производилось разделение этих компонентов

метричными пиками разделения, были определены теплоты адсорбции всех исследованных компонентов [11].

Таблица 2

Теплоты адсорбции  $Q$ , ккал/мол

Компоненты	Образцы			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
CO	6,50	6,57	6,80	7,80
CH <sub>4</sub>	4,92	4,70	4,74	5,47
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6,73	6,55	6,37	7,50
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	8,14	8,10	8,14	9,60
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	9,62	9,58	9,48	11,30
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	9,71	9,90	11,31	13,04
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	11,22	11,40	12,70	14,91
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	13,27	11,63	11,00	14,04

Как видно из табл. 2, величины теплот адсорбции непредельных углеводородов ряда этилена растут с увеличением степени замещения. Теплоты же адсорбции предельных углеводородов практически не изменяются, а в некоторых случаях незначительно падают на формах с небольшим и средним замещением стронция. На форме же с максимальным содержанием стронция происходит увеличение значений теплот адсорбции этих соединений. Исключение составляет ацетилен, величины теплот адсорбции которого заметно уменьшены на образцах № 2 и 3, по сравнению с образцом № 1, и вновь возрастают на образце № 4.

Разность теплот адсорбции  $Q$  этилен— $Q$  этан и  $Q$  пропилен— $Q$  пропан на образцах № 1 и 2 в среднем составляет  $\sim 3$  ккал, а на образцах 3 и 4—4,5—5,5 ккал.

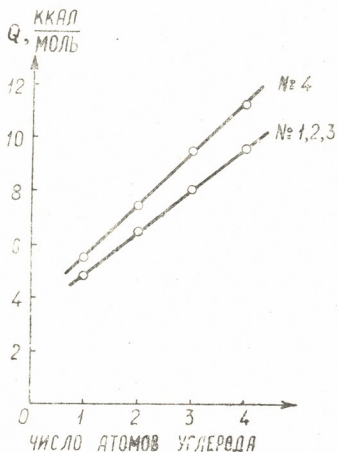


Рис. 3. Зависимость теплот адсорбции углеводородов метанового ряда  $C_1$ — $C_4$  от числа атомов углерода в молекуле на образцах № 1, 2, 3 и 4.

Между величинами значений теплот адсорбции предельных углеводородов метанового ряда, вычисленных методом газовой хроматографии, и числом атомов углерода в этих соединениях существует прямолинейная зависимость (рис. 3). При этом линия, характеризующая эту зависимость для образца № 4, лежит на графике выше, чем соответствующие линии для образцов № 1, 2 и 3, которые почти сливаются.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физической и органической химии  
им. П. Г. Меликишвили

ბ. ციციშვილი, თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ჯუღაშვილი. ზ. ჯორჯიანი

X ტიპის ცეოლითის ქრომატოგრაფიულ თვისებებზე  
სტრონციუმის კატიონების გავლენა

რეზიუმე

ჩატარებულია X ტიპის სტრონციუმ-მემცველი ცეოლითების ქრომატოგრაფიული გამოკვლევა  $C_1-C_4$  ნახშირწყალბადური აირების, ნახშირყანგისა და წყალბადის ხელოვნური მოდელური ნარევების საშუალებით. შესწავლილია სტრონციუმით ნატრიუმის კატიონების სხვადასხვა ხარისხით ჩანაცვლებული ცეოლითის რამდენიმე ნიმუში. ნაჩვენებია, რომ ჩანაცვლების ხარისხის გაზრდით მეთანის რიგის ნახშირწყალბადების შეკავებითი მოცულობა რამდენადმე მცირდება; გამონაკლის წარმოადგენს სტრონციუმის კატიონების მაღალი შემცველობის ნიმუში, რომელზეც ხდება ამ კომპონენტების შეკავებითი მოცულობების მკვეთრი გაზრდა. რაც შეეხება ნახშირყანგსა და ეთილენის რიგის უკერ შენაერთებს, აქ სტრონციუმით ნატრიუმის ჩანაცვლების ხარისხის გაზრდა იწვევს ამ კომპონენტების შეკავებითი მოცულობების მნიშვნელოვან ზრდას.

ქრომატოგრაფიული სვეტის ტემპერატურისა და მიხედვით სტრონციუმის იონის მცირე შემცველობის ნიმუშზე ადგილი აქვს ეთილენ-პროპანის ელუირების თანმიმდევრობის ინვერსიას აღნიშნული კომპონენტების დაყოფით. მცირე ხარისხით ჩანაცვლების ცეოლითზე მეორე წყვილის — ბუთან-პროპილენის ელუირების თანმიმდევრობის ინვერსია უფრო სუსტადაა გამოხატული. განსაზღვრულია ქრომატოგრაფიული სვეტის გახურების ოპტიმალური ტემპერატურული ზღვრები, რომელთა ფარგლებში ხდება ნახშირწყალბადური აირების სხვადასხვა წყვილების დაყოფა. ცეოლითის ნიმუშებზე აირადი ქრომატოგრაფიის მეთოდით გამოთვლილ იქნა ნახშირყანგისა და ნახშირწყალბადების ადსორბციის სიბოძის სიდიდეები.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Т. Г. Андроникашвили, Ш. Д. Сабелашвили. Газоадсорбционная хроматография на синтетических цеолитах. Синтетические цеолиты. Изд. АН СССР, 1962, 65.
2. Н. М. Туркельтауб, А. А. Жуховицкий, Н. В. Поршнева. Исследование молекулярных сит посредством газовой хроматографии. Журнал прикладной химии, 1961, № 9, 1946.
3. А. В. Киселев, Е. В. Храпова, К. Д. Щербакова. Хроматографическое определение теплот адсорбции низших углеводородов цеолитами типа 5А. Нефтехимия, т. II, № 6, 1962, 877.
4. Н. И. Лулова, Л. И. Пигузова, А. И. Тарасов, А. К. Федосова. Контроль качества синтезированных образцов адсорбентов типа молекулярных сит по методу газовой хроматографии. Химия и технология топлив и масел, 1961, № 8, 59.



5. Т. Г. Андроникашвили, Ш. Д. Сабелашвили, Г. В. Цицишвили. Исследование разделительных свойств натриевой и серебряной форм молекулярных сит типа X методом газовой хроматографии. Нефтехимия, 1962, 2, 248.
6. Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили, Ш. Д. Сабелашвили, Т. А. Чумбуридзе. Хроматографические свойства некоторых катионзамещенных форм цеолитов типа X на примере разделения смеси углеводородных газов  $C_1-C_4$ , окиси углерода и водорода. Сообщения АН ГССР, т. XXX, № 6, 1963, 731.
7. Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили, Т. А. Чумбуридзе, З. И. Коридзе. Хроматографическое разделение смеси углеводородных газов  $C_1-C_4$  на цеолитах типа X с различным содержанием катионов кальция. ДАН СССР, т. 156, № 4, 1964, 932.
8. Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили, Т. А. Чумбуридзе. О газохроматографических свойствах барийсодержащих цеолитов типа X. Сообщения АН ГССР, XXXVIII:1, 1965, 63.
9. H. W. Nabgood. Adsorptive and gas chromatographic properties of various cationic forms of zeolite X. Canad. J. Chem., 1964, vol. 42, 2340.
10. Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили. Синтез и сорбционные свойства некоторых цеолитов. Синтетические цеолиты. Изд. АН СССР, 1962, 117.
11. S. A. Greene, H. Pust. The determination of heats of adsorption by gas-solid chromatography. J. Phys. Chem., 1958, vol. 62, № 1, 55.



Г. Т. ГУРГЕНИДЗЕ

## СИНТЕЗ ПРИВИТЫХ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ИЗОТАКТИЧЕСКОГО ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА И ГЕТЕРОЦЕПНЫХ СЛОЖНЫХ ПОЛИЭФИРОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 19.3.1965)

Изыскание методов синтеза таких привитых сополимеров, которые по своему строению близко подходят к идеально построенным сополимерам, является практически и теоретически важной задачей. В этом отношении определенный интерес представляют работы по синтезу привитых сополимеров на основе изотактического полиметилметакрилата (ПММА) и гетероцепных сложных полиэфиров.

В настоящем исследовании синтез вышеупомянутых привитых сополимеров осуществлен двумя методами, а именно: 1) использованием реакции переэтерификации и 2) каталитической сополимеризацией метилметакрилата (ММА) с полимером, содержащим одну ненасыщенную концевую группу.

Ранее Г. С. Колесников и Цзэн Хань-мин показали [1], что взаимодействием атактического ПММА с гетероцепными сложными полиэфирными могут быть получены аморфно-кристаллические карбогетероцепные привитые сополимеры [2]. Г. С. Колесниковым и автором этой статьи была исследована реакция переэтерификации на изотактическом ПММА и были получены сополимеры изотактического ПММА с полиэтиленазелаинатом [3]. Замена полиэтиленазелаината другими гетероцепными полиэфирными (полиэтиленадипинат, полиэтиленсебацинат) показала, что основные закономерности, которые наблюдались ранее, сохраняются и для этих систем.

Синтез полиэтиленадипината и полиэтиленсебацината осуществлялся поликонденсацией эквимолекулярных количеств этиленгликоля и соответствующей дикарбоновой кислоты в условиях, аналогичных условиям синтеза полиэтиленазелаината. Температуры размягчения полиэтиленадипината и полиэтиленсебацината определялись по термомеханическим кривым, снятым на приборе Б. Л. Цетлина и др. [4], и были соответственно равны 50 и 60°. Характеристические вязкости соответственно 0,17 и 0,20 дл/г.

Взаимодействие синтезированного нами изотактического ПММА с гетероцепными сложными полиэфирными осуществлялось по методике, разработанной ранее [3].

Проведенные опыты показали, что процесс образования привитых сополимеров при переэтерификации почти во всех случаях осложняется побочными реакциями, происходящими в результате участия в реакции переэтерификации второй концевой ОН-группы молекул гетероцепного сложного полиэфира, а также из-за межмолекулярных реакций с участием сложноэфирных связей. Эти побочные реакции приводят к сшиванию полимера. Аналогичное явление наблюдалось в работе [5].



Во избежание этого осложнения, нами в работе [6] в качестве гетероцепного полиэфира был выбран полиоксиэнанат (ПОЭ). Взаимодействием изотактического ПММА с ПОЭ были получены привитые сополимеры и охарактеризованы их физико-химические свойства.

В работе [5] Г. С. Колесников и Цзэн Хань-мин наблюдали, что реакция переэтерификации ПММА сопровождается реакцией, эфиризации, приводящей к изменению длины и частоты привитых ветвей.

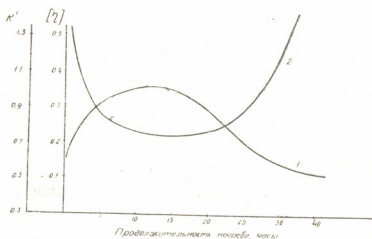


Рис. 1. Изменение характеристик растворов привитых сополимеров при нагревании: 1—зависимость константы Хаггинса от продолжительности нагревания; 2—зависимость  $\eta$  от продолжительности нагревания

В настоящем исследовании была сделана попытка изучить, как изменятся характеристические вязкости и константы Хаггинса привитых сополимеров при продолжительном нагревании подкисленных до pH 5 их хлорбензольных растворов при 120°. Полученные результаты приведены на рис. 1 и 2.

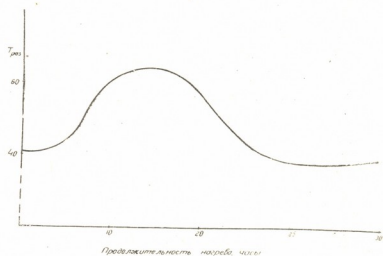


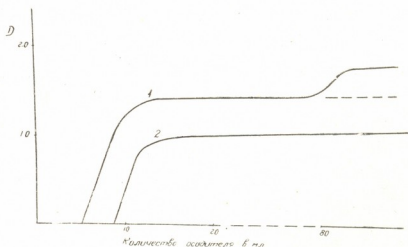
Рис. 2. Изменение температуры размягчения привитых сополимеров при нагреве их растворов

Из рис. 1 видно, что по мере увеличения продолжительности нагревания характеристическая вязкость вначале уменьшается, а затем, достигнув определенного минимума, начинает возрастать, в то время как константа Хаггинса вначале возрастает, а затем уменьшается, все время оставаясь по величине больше константы Хаггинса исходного изотактического ПММА ( $[\eta] = 0,46$  дл/г,  $K' = 0,46$ ). Можно предположить, что по мере увеличения продолжительности нагревания в результате реакции эфиризации частота привитых ветвей возрастает за счет уменьшения их длины. Увеличение частоты привитых ветвей при-

водит к свертыванию макромолекул в растворе в более симметричные клубки. Дальнейшее увеличение частоты приводит к тому, что длина привитых ветвей становится настолько короткой, что внутримолекулярное взаимодействие между соседними ветвями становится затруднительным и макромолекулы привитого сополимера приближаются по своей форме к макромолекулам изотактического ПММА.

На рис. 2 приведена зависимость температуры размягчения от продолжительности нагрева растворов привитого сополимера из ПММА и ПОЭ. Как видно из этого рисунка, в начале нагрева температура размягчения привитого сополимера повышается, очевидно, из-за образования в результате межмолекулярного взаимодействия боковых полиэфирных ветвей структур, более устойчивых к термическому взаимодействию. Затем по мере увеличения частоты привитых ветвей начинает проявляться пластифицирующее действие полиэфира и кривая приближается к температуре размягчения изотактического ПММА. Дальнейшее уменьшение длины привитых ветвей (при этом одновременно увеличивается частота привитых ветвей) приводит к тому, что кривая зависимости удаляется в сторону более высоких температур размягчения. На основании проведенных исследований можно предположить, что при взаимодействии изотактического ПММА и гетероцепных сложных полиэфиров в условиях проведенных экспериментов в результате перэтерификации, а также реакции с участием сложноэфирных связей изотактический ПММА практически полностью превращается в привитый сополимер. Если также учесть, что фракционирование дает возможность практически целиком избавиться от невступившего в реакцию полиэфира, то можно считать, что разработанная методика дает воз-

Рис. 3. Кривые турбидиметрического титрования: 1—ПС-5 до очистки от непрореагировавшего МПОЭ (пунктирная линия показывает характер кривой после удаления непрореагировавшего МПОЭ); 2—привитого сополимера, полученного перэтерификацией ПММА с гетероцепными сложными полиэфиром



можность синтезировать привитые сополимеры без примесей исходных гомополимеров. Об этом свидетельствуют также результаты турбидиметрического титрования (рис. 3, кривая 2).

Как отмечалось выше, реакция перэтерификации изотактического ПММА с гетероцепными сложными полиэфиром всегда сопровождается побочными реакциями, приводящими к изменению длины и частоты привитых полиэфирных ветвей. Определение этих изменений практически не представляется возможным. С другой стороны, синтез привитых сополимеров, для которых можно было определить длину и частоту привитых ветвей, хотя бы приближенно представляет определенную

практический и теоретический интерес. В предыдущей работе была предпринята попытка синтеза привитых сополимеров реакцией каталитической сополимеризации ММА с метакрилатом полиэфира из  $\omega$ -оксизнантовой кислоты (МПОЭ). Реакцию сополимеризации проводили в растворе толуола в присутствии бутиллития при  $-50, -60^\circ$ . Можно предположить, что реакции с участием сложноэфирных связей при таких низких температурах не будут иметь места и частота привитых ветвей будет зависеть от исходного соотношения ММА и МПОЭ (молекулярный вес 4000). Методика получения привитых сополимеров по этому способу приведена в работе [7].

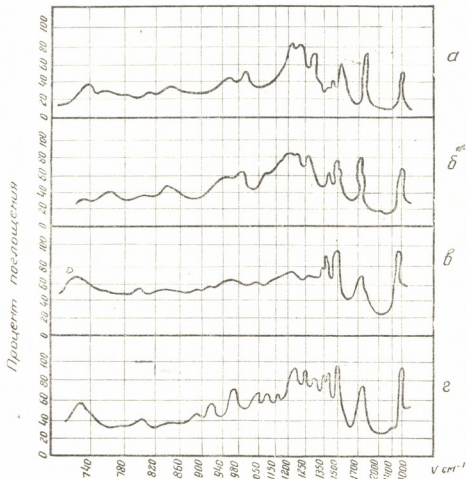


Рис. 4. ИК-спектры поглощения: а—изотактического ПММА; б—ПС-3; в—ПС-4; г—ПС-5 и ПОЭ

На рис. 3 (кривая 1) приведены результаты турбидиметрического титрования продукта сополимеризации ММА с МПОЭ (молярное соотношение ММА:МПОЭ=200:1) до отделения от МПОЭ. На кривой виден хорошо заметный перегиб, свойственный механическим смесям. После очистки продукта сополимеризации от непрореагировавшего МПОЭ перегиб на кривой исчезает.

Это говорит о том, что в результате фракционного осаждения можно практически освободиться от примесей МПОЭ.

При продолжении исследования по привитым сополимерам, полученным в результате каталитической сополимеризации ММА с МПОЭ, нами были сняты ИК-спектры поглощения (на приборе UR-10 с применением LiF, NaCl, KBr). Спектроскопическое изучение показало, что спектры изотактического ПММА и его привитых сополимеров до и после отжига не отличаются существенно друг от друга. На рис. 4 приведены ИК-спектры поглощения некоторых привитых сополимеров. Из



этого рисунка видно, что по мере увеличения содержания полиэфирных ветвей в привитых сополимерах в области частот 1400 — 900 см<sup>-1</sup> появляются новые полосы поглощения. Интерпретация этих полос нами не проводилась. Частота привитых ветвей вычислялась по формуле

$$Q = \frac{M \cdot A}{100,1(100 - A)},$$

где Q—расстояние между привитыми ветвями МПОЭ, выраженное числом элементарных звеньев ММА; M—молекулярный вес МПОЭ (в нашем случае M=4000); A — содержание ММА в привитом сополимере (в вес. %), определяемое после удаления привитых ветвей. Для привитых сополимеров и продуктов их метанолиза были определены характеристические вязкости и константы Хаггинса (см. таблицу).

Сравнительные характеристики привитых сополимеров ММА и МПОЭ и продуктов метанолиза

Привитый сополимер	Взято молей ММА на 1 моль МПОЭ (мол. вес 4000) при сополимеризации	Выход продуктов метанолиза, вес. % от исходного привитого сополимера	Расстояние между привитыми ветвями	[η], дл/г		Константа Хаггинса	
				до метанолиза	после метанолиза	до метанолиза	после метанолиза
ПС—1	1000	97,0	1300	0,70	0,75	0,30	0,28
ПС—2	800	96,0	900	0,62	0,76	0,42	0,25
ПС—3	400	92,5	500	0,52	0,78	0,56	0,27
ПС—4	200	86,6	250	0,43	0,74	1,3	0,27
ПС—5	100	79,4	150	0,32	0,73	2,2	0,30

Из таблицы видно, что в каталитическую сополимеризацию вступает не все количество исходного МПОЭ. Поэтому расстояние между привитыми ветвями несколько больше, нежели предполагалось. Надо учитывать, что расчет расстояния между привитыми ветвями по выходу продуктов метанолиза носит грубо приближенный характер и могут быть допущены довольно большие отклонения от действительных значений.

Сравнение характеристических вязкостей и констант Хаггинса до и после метанолиза подтверждает предположение о характере изменения форм макромолекул в растворе по мере изменения строения привитых сополимеров.

Часть экспериментальной работы была проделана в лаборатории карбоцепных элементоорганических полимеров Института элементоорганических соединений АН СССР под непосредственным руководством проф. Г. С. Колесникова.

#### Выводы

1. Получены привитые сополимеры ПММА с гетероцепными сложными полиэфирами двумя способами и охарактеризованы их свойства в растворе и в конденсированном состоянии.

2. Показано, что каталитической сополимеризацией ММА с  $\text{MPO}_2$  могут быть получены привитые сополимеры, для которых можно определить среднестатистические значения частоты прививки.

Академия наук Грузинской ССР

Институт неорганической химии и электрохимии

(Поступило в редакцию 19.3.1965)

ქიმიის

ბ. ბურბანაძე

ინოტაქტიკური პოლიმეტილმეტაკრილატისა და ჰემიროჯანტის  
 რთული პოლიმეტირების საფუძველზე დამყნილი  
 თანაპოლიმეტირების სინთეზი

რეზიუმე

შრომაში ნაჩვენებია, რომ ინოტაქტიკური პოლიმეტილმეტაკრილატისა და ჰემიროჯანტის რთული პოლიმეტირებიდან დამყნილი თანაპოლიმეტირები შეიძლება მივიღოთ ორი გზით: 1) რთული ეთერების გადაეთერების რეაქციით პოლიმეტილმეტაკრილატთან და 2) მეთილმეტაკრილატის კატალიზური თანაპოლიმეტირებით  $\alpha$ -ოქსიენანტის მექავის პოლიმეტირის მეტაკრილატთან. მიღებული დამყნილი თანაპოლიმეტირები გამოყოფილია ჰომოპოლიმეტირების მინარევებისაგან და შესწავლილია მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები.

ნაჩვენებია აგრეთვე, რომ კატალიზური თანაპოლიმეტირებით მიღებულ დამყნილი თანაპოლიმეტირების გვერდით ჯაჭვების სისწორის გამომანგარებება შესაძლებელია მიახლოებით და შესწავლილია პოლიმეტირების თვისებების ცვლა გვერდითი ჯაჭვების სისწორის ცვლასთან დაკავშირებით.

დავოწმებულ ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. С. Колесников, Цзэн Хань-мин. Синтез привитых сополимеров взаимодействием полиметилметакрилата с гетероцепными сложными полиэфирами. Изв. АН СССР, отд. хим. наук, 1959, 1336.
2. Г. С. Колесников, Цзэн Хань-мин. О классификации привитых сополимеров. Высокомолекулярные соединения, 3, 1951, 475.
3. Г. С. Колесников, Г. Т. Гургенидзе. Взаимодействие изотактического полиметилметакрилата с полиэтиленазеланинотом. Высокомолекулярные соединения, 4, 1962, 452.
4. Б. А. Цетлин, В. И. Гаврилов, Н. А. Великовская, В. В. Кочкин. Прибор для исследования термомеханических характеристик полимеров, Заводская лаборатория, 22, 1956, 352.
5. Г. С. Колесников, Цзэн Хань-мин. Получение привитых сополимеров взаимодействием полиметилметакрилата с полиэтиленазеланинотом. Высокомолекулярные соединения, 2, 1960, 1717.
6. Г. С. Колесников, Г. Т. Гургенидзе. Синтез привитых сополимеров из изотактического полиметилметакрилата и полнокиснанаата. Изв. АН СССР, отд. хим. наук, 11, 1962, 2097.
7. Г. Т. Гургенидзе. Каталитическая сополимеризация метилметакрилата с метакрилатом полиэфира из  $\alpha$ -оксигенантовой кислоты. Сообщения АН ГССР, XLI:1, 1965, 61.



Н. В. ПУТКАРАДЗЕ, Е. М. НАНОБАШВИЛИ

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ТИОСОЛЕЙ ГЕРМАНИЯ.  
 ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ТИОГЕРМАНАТОВ  
 ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 25.5.1965)

Тиогерманаты щелочных металлов хотя и представляют значительный интерес, но до настоящего времени недостаточно изучены. Имеющиеся немногочисленные литературные данные указывают на возможность образования тиогерманатов натрия и калия [1]. Полученные соединения отвечают формулам  $\text{Na}_2\text{Ge}_2\text{S}_7 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{Ge}_2\text{S}_7 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  и рассматриваются как двугерманиевые комплексы  $[\text{S}_3-\text{Ge}-\text{S}-\text{Ge}-\text{S}_3]$  или как соли протосульфогерманиевой кислоты. В работе [2] приведены данные по получению тиогерманата калия иного состава, отвечающего формуле  $\text{K}_2\text{Ge}_2\text{S}_5$ .

Наша работа посвящена вопросу получения тиогерманатов щелочных металлов Li, Na, K, Rb, Cs из дисульфида германия  $\text{GeS}_2$  и соответствующих сульфидов щелочных металлов. При этом предварительно устанавливались оптимальные условия образования исходных продуктов [3, 4]. С этой целью изучалась система

$\text{GeCl}_4-\text{Me}_2\text{S}-\text{HCl}-\text{H}_2\text{O}$ , где Me = Li, Na, K, Rb, Cs. Сульфиды щелочных металлов получались при пропускании сероводорода через раствор гидроксида определенной концентрации в продолжение некоторого времени.

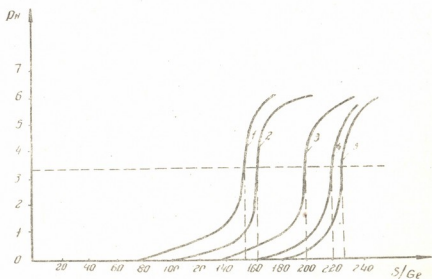


Рис. 1. Потенциометрическое титрование системы  $\text{GeCl}_4-\text{M}_2\text{S}-\text{HCl}-\text{H}_2\text{O}$ :  
 1— $\text{GeCl}_4-\text{Li}_2\text{S}-\text{HCl}-\text{H}_2\text{O}$ ,  
 2— $\text{GeCl}_4-\text{Na}_2\text{S}-\text{HCl}-\text{H}_2\text{O}$ ,  
 3— $\text{GeCl}_4-\text{K}_2\text{S}-\text{HCl}-\text{H}_2\text{O}$ ,  
 4— $\text{GeCl}_4-\text{Rb}_2\text{S}-\text{HCl}-\text{H}_2\text{O}$ ,  
 5— $\text{GeCl}_4-\text{Cs}_2\text{S}-\text{HCl}-\text{H}_2\text{O}$



К полученному раствору гидросульфида прибавлялось эквивалентное количество раствора  $\text{MeOH}$  [5].



Исследование системы  $\text{GeCl}_4 - \text{Me}_2\text{S} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$  ( $\text{Me} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}$  и  $\text{Cs}$ ) проводилось методами растворимости, потенциометрического титрования и др. Данные

Таблица

Результаты исследования системы  
 $\text{GeCl}_4 - \text{Me}_2\text{S} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$   
 ( $\text{Me} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$  при  $\text{Me}_2\text{S}/\text{GeCl}_4 \cong 25$ )  
 методом растворимости

№ п/п	Исследуемая система	Введенс, м/л · 10 <sup>-3</sup>		Найдено в осадках, м/л · 10 <sup>-3</sup>		Соотношен. S/Ge, выч. из осадков
		Ge <sup>+4</sup>	S <sup>II</sup>	Ge <sup>+4</sup>	S <sup>II</sup>	
1	$\text{GeCl}_4 - \text{Li}_2\text{S} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$	1,546	27,84	1,010	2,070	2,07
2	$\text{GeCl}_4 - \text{Na}_2\text{S} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$	1,546	30,10	1,210	2,570	2,08
3	$\text{GeCl}_4 - \text{K}_2\text{S} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$	1,546	34,60	1,260	3,001	2,38
4	$\text{GeCl}_4 - \text{Rb}_2\text{S} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$	1,546	24,21	1,372	3,425	2,50
5	$\text{GeCl}_4 - \text{Cs}_2\text{S} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$	1,546	22,50	1,492	4,020	2,65

потиометрического титрования, приведенные на рис. 1, указывают, что дисульфид германия растворяется в избытке растворов щелочных сульфидов, причем его растворимость уменьшается в ряду  $\text{Li}_2\text{S} < \text{Na}_2\text{S} < \text{K}_2\text{S} < \text{Rb}_2\text{S} < \text{Cs}_2\text{S}$ .

Эти данные согласуются с результатами, приведенными в таблице растворимости

системы  $\text{GeCl}_4 - \text{Me}_2\text{S} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{Me} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$  при исходных соотношениях между реагирующими компонентами  $\text{Me}_2\text{S}/\text{GeCl}_4 \cong 20$ .

В системах  $\text{GeCl}_4 - \text{Li}_2\text{S} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{GeCl}_4 - \text{Na}_2\text{S} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$  образуется дисульфид германия  $\text{GeS}_2$ , на что указывает соотношение  $\text{S}/\text{Ge} = 2$  (см. таблицу). В системе  $\text{GeCl}_4 - \text{K}_2\text{S} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$  при тех же условиях образуется соединение, характеризующееся соотношением  $\text{S}/\text{Ge} = 2,3$ . Полученные данные позволяют предположить, что в этой системе наряду с дисульфидом осаждается тиогерманат калия.

Данные по исследованию других систем подтверждают

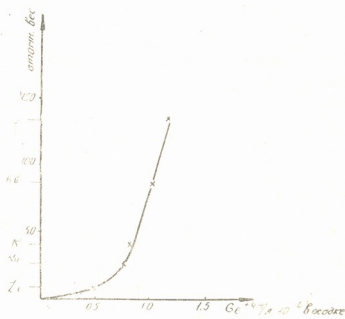


Рис. 2. Зависимость количества прореагировавшего германия от природы катиона осадителя

это предположение. В системах  $\text{GeCl}_4\text{--Rb}_2\text{S--HCl--H}_2\text{O}$  и  $\text{GeCl}_4\text{--Cs}_2\text{S--HCl--H}_2\text{O}$  полученные соединения характеризуются соотношениями  $\text{S/Ge}=2,5$  и  $2,65$  соответственно.

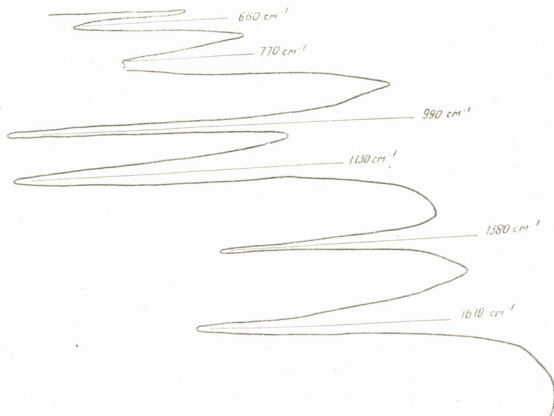


Рис. 3. ИК-спектр тиогерманата калия

Таким образом, в этих системах образуются дисульфид германия и тиогерманаты калия, рубидия и цезия, причем количество тиогерманатов возрастает по мере увеличения радиуса катиона осадителя.

В соответствии с этим находится тот факт, что количество прореагировавшего германия при одних и тех же условиях возрастает от лития к цезию, достигая в системе  $\text{GeCl}_4\text{--Cs}_2\text{S--HCl--H}_2\text{O}$  максимального значения. Например, при соотношении  $\text{Me}_2\text{S/GeCl}_4=10$  количество прореагировавшего германия возрастает от  $0,025$  до  $1,125 \times 10^{-3}$  м/л (рис. 2). Наряду с этим растворение дисульфида германия начинается раньше в системе с литием и позднее в системе с цезием (рис. 1).

При изучении систем  $\text{GeCl}_4\text{--Na}_2\text{S--HCl--H}_2\text{O}$  и  $\text{GeCl}_2\text{--Na}_2\text{S--HCl--H}_2\text{O}$ , кроме сульфида  $\text{GeS}$  и дисульфида  $\text{GeS}_2$ , образуются также сульфосоединения германия [6].

Выделение тиогерманатов щелочных металлов из данных систем затруднено, так как, помимо самих тиогерманатов, в растворах находится

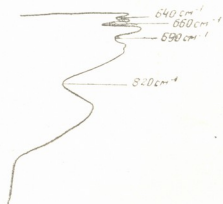


Рис. 4. ИК-спектр дисульфида германия

избыток щелочных сульфидов. Поэтому с целью получения тиогерманатов в индивидуальном состоянии разработан следующий метод. К свежесажденному дисульфиду германия  $\text{GeS}_2$  прибавляется определенное

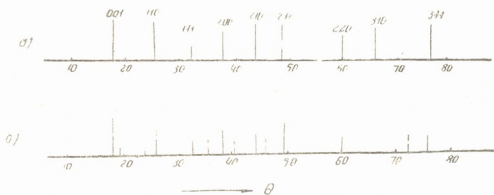


Рис. 5. Штрих-диаграмма тиогерманата калия: а—исходный продукт, б—продукты термического окисления (до  $t=500^\circ\text{C}$ )

количество сульфидов щелочных металлов. В результате этого происходит растворение сульфида германия с образованием тиосолей переменного состава. Среди выделенных соединений наиболее реакционноспособными являются тиосоли германия, отвечающие формуле  $\text{Me}_8\text{GeS}_6$ , где  $\text{Me}=\text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$ .

Тиогерманаты щелочных металлов экстрагировались ацетоном с последующим высушиванием их в атмосфере инертного газа.

Изучение свойств полученных тиогерманатов проводилось с использованием различных физико-химических методов анализа: термического, рентгеноструктурного, ИК-спектроскопического и др.

ИК-спектры были сняты на приборе ИКС-14 в области поглощения призмы  $\text{NaCl}$  ( $6-15 \mu$ ) по ранее описанной методике [7]. По расположению характерных пиков и по степени их интенсивности можно заключить

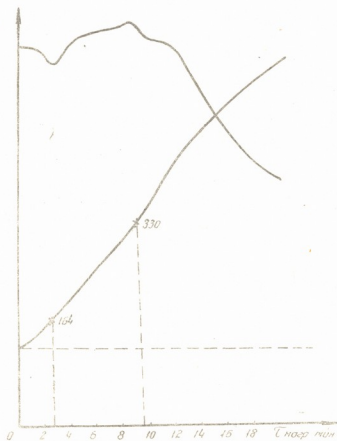


Рис. 6

об идентичности структуры выделенных тиогерманатов. В качестве примера на рис. 3 приведен ИК-спектр тиогерманата калия. Для сравнения на рис. 4 приведен ИК-спектр дисульфида германия  $\text{GeS}_2$ . Спектр дисульфида германия не имеет большой полосы поглощения в исследуемой

области, что согласуется с литературными данными [8]—сульфиды в инфракрасной области до  $25\ \mu$  не характеризуются большим поглощением.

По данным рентгеноструктурного анализа, выполненного методом порошка в камере Дебая, выделенные соединения являются кристаллическими, причем для некоторых из них установлен тип решетки и вычислены индексы интерференции  $hkl$ . В качестве примера на рис. 5, а приведена штрих-диаграмма тиогерманата калия, указывающая на то, что последний обладает кубической решеткой с параметром  $a \approx 3$ .

Термический анализ выделенных тиогерманатов проводился путем дифференциальной записи кривых нагревания на пирометре Курнакова НТР-63. Результаты термического анализа указывают на фазовые превращения полученных тиогерманатов в интервале температур от комнатной до  $800^\circ\text{C}$ . Эндотермический эффект обезвоживания соответствует температуре  $185^\circ\text{C}$ , а экзотермический эффект окисления— $450^\circ\text{C}$  (рис. 6).

Продуктами термического окисления тиогерманата калия, как показал рентгеноструктурный анализ, является смесь тиогерманата и сульфата калия. Причем первоначальный продукт—тиогерманат калия—продолжает пребывать в смеси вплоть до температуры  $800^\circ\text{C}$  (рис. 5, б).

В заключение следует отметить, что полученные тиосоли германия являются новыми и не описаны в литературе. Будучи воднорастворимыми, они являются исходными продуктами для синтеза тиогерманатов ряда тяжелых металлов. Помимо этого, тиогерманаты щелочных металлов, обладая рядом ценных свойств, сами по себе несомненно могут найти практическое применение.

## В ы в о д ы

1. Исследована система  $\text{GeCl}_4 - \text{Me}_2\text{S} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{Me} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$ , и установлены оптимальные условия образования дисульфида германия.

2. Исследована система  $\text{GeS}_2 - \text{Me}_2\text{S} - \text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{Me} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$ , и установлены оптимальные условия образования тиогерманатов лития, натрия, калия, рубидия и цезия.

3. Охарактеризованы фазовые переходы, полосы поглощения и установлена структура синтезированных тиогерманатов щелочных металлов.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической химии  
и электрохимии  
Тбилиси



## 6. ფუტკარადე, ე. ნანობაშვილი

ბერმანიუმის თიოგერმანის სინთეზი და თვისებები.  
ჯორჯიური ტუტე მეტალის თიოგერმანატები

## რ ე ზ ი მ ე

სტატიაში შესწავლილია სისტემები  $\text{GeCl}_4\text{—H}_2\text{S—HCl—H}_2\text{O}$ ,  $\text{GeS}_2\text{—Me}_2\text{S—H}_2\text{O}$ , სადაც  $\text{Me}=\text{Li, Na, Pb, C}_2$  კვლევის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების გამოყენებით დადგენილია ლითიუმის, ნატრიუმის, კალიუმის, რუბიდიუმისა და ცეზიუმის თიოგერმანატების წარმოქმნის ოპტიმალური პირობები. ჩატარებულია აღნიშნული თიოგერმანატების რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი და გამოთვლილია ინტერფერენციის ინდექსები. სპექტრომეტრული და თერმული ანალიზის მონაცემებით განსაზღვრულია ამ ნაერთებისათვის დამახასიათებელი შთანქმის უბანი და ფაზური გარდაქმნის წერტილები შესაბამისად.

ტუტე მეტალების თიოგერმანატები წყალში იხსნებიან და წარმოადგენენ გამოსავალ პროდუქტებს მძიმე მეტალების თიოგერმანატების მისაღებად. ამასთანავე, თიოგერმანატები ხასიათდებიან რიგი მნიშვნელოვანი თვისებებით, რაც მიუთითებს მათს პრაქტიკულ მნიშვნელობაზე.

## დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. Schwarz, H. Giese. Sulfo- and Permanganata. Ber., 63, 1930, 778.
2. H. H. Willard, C. W. Zuehlke. Germanic Sulfide. J. Am. Chem. Soc., 65, 1943, 1887.
3. Е. Г. Давиташвили, Е. М. Нанобашвили. Об образовании сульфида, свинца. Труды Ин-та химии АН ГССР, 13, 1957, 93.
4. Е. М. Нанобашвили, Е. Г. Давиташвили, М. Я. Георгობიანი. О реакциях образования сульфидов галлия и германия. Труды Ин-та химии АН АзССР, 17, 1959, 38.
5. В. Ф. Гиллебранд, Г. Э. Лендель, Г. А. Брайт, Д. И. Гофман. Практическое руководство по неорганическому анализу. М., 1960, 224.
6. Т. А. Джалил-заде, Е. М. Нанобашвили. Исследование реакций образования сульфида германия в системе  $\text{GeCl}_2\text{—HCl—Na}_2\text{S—H}_2\text{O}$ . Труды Ин-та прикладной химии и электрохимии АН ГССР, 2, 1961, 123.
7. Н. В. Путкарადзе. Синтез и свойства некоторых тиосолей германия. Исследование систем  $\text{Na}_3\text{GeS}_5\text{—CdCl}_2\text{—H}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_3\text{GeS}_5\text{—InCl}_3\text{—H}_2\text{O}$ . Сообщения АН ГССР, XLI:3, 1966.
8. К. Лоусон. Инфракрасные спектры поглощения неорганических веществ. Изд. „Мир“, М., 1964, 47.



Л. В. ИВАНИЦКАЯ

## РАДИОЛИЗ АЦЕТОНОВЫХ РАСТВОРОВ ТИОЦИАНИДОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 1.7.1965)

Действие излучений высоких энергий на разбавленные растворы различных соединений, как известно, сводится к окислительно-восстановительным процессам между радикальными продуктами воды или органического растворителя с растворенным веществом.

Радиолизу воды и органических растворителей посвящено большое количество работ, что позволяет установить как первичные процессы, так и конечные продукты радиолиза.

Первичные свободные радикалы, возникающие при радиолизе органических растворителей, как и продукты радиолиза воды, способны вызывать окислительно-восстановительные процессы.

По литературным данным, первичными продуктами, образующимися при радиолизе ацетона, являются  $\dot{H}$ ,  $\dot{C}H_3$ ,  $\dot{C}H_3CO$ ,  $\dot{C}H_3COC\dot{H}_2$ -радикалы, выход которых не превышает  $g(rad) = 5 - 6$  молекул [1-2].

Известно, что при растворении в ацетоне металлов с переменной валентностью окисление или восстановление происходит эффективнее, чем в водных растворах, вероятно, в связи с высоким выходом радикалов в ацетоне по сравнению с водой [3,4].

В данной работе исследовано воздействие  $\gamma$ -излучения на ацетоновые растворы тиоцианидов<sup>1</sup>.

$CNS'$ -ион, который выступает как одновалентный анион, как и все анионы седьмой группы периодической системы, может окисляться радикалами органического растворителя.

Ранее проводимыми исследованиями установлено, что продуктами радиолиза в водных растворах тиоцианидов являются элементарная сера,  $SO_4^{2-}$  и  $CN'$ -ионы [5,6]. Изучение же ацетоновых растворов тиоцианидов калия и аммония в атмосфере кислорода и гелия позволяет установить механизм радиационного превращения тиоцианидов в обоих растворителях.

<sup>1</sup> Работа выполнена в лаборатории радиационной химии Института неорганической химии и электрохимии под руководством проф. Е. М. Нанобашивили.



Облучение исследуемых объектов проводилось  $\gamma$ -лучами  $\text{Co}^{60}$  на установке К-60 при различных дозах. Мощность дозы варьировалась в пределах  $10^{14}$ — $10^{16}$  эв/мл·сек.

Концентрация растворов тиоцианидов калия и аммония изменялась от  $10^{-3}$  до  $10^{-1}$  мол/л.

Анализ облученных объектов проводился с применением различных физико-химических методов. Содержание ионов тиоцианидов в исходных и облученных растворах анализировалось аргентометрическим титрованием с применением серебряного электрода, а также методом инфракрасной спектрометрии,  $\text{SO}_4^{2-}$ -ионы определялись комплексометрически—методом Сийдернуса, концентрация калия—методом пламенной фотометрии, а  $\text{CN}'$ -ионы — в виде никринового комплекса по методу Фишера и Брауна [7].

Таблица 1

Радиационно-химическое превращение 0,01 М раствора KCNS

Поглощенная энергия, эв/мл· $10^{20}$	Состав раствора и осадка, мол/л			
	CNS'-ионы	$\text{SO}_4^{2-}$ -ионы	CN'-ионы	$\text{K}^+$ -ионы
0	0,0104	—	—	—
0,16	0,0102	0,0002	0,0002	—
0,36	0,0096	0,0008	0,0008	0,0008
1,8	0,0066	0,0040	0,0040	0,0035
3,6	0,0050	0,0050	0,0045	0,0050
7,2	0,0040	0,0070	0,0065	0,0060

В табл. 1, 2, 3 и на рис. 1 приведены данные для 0, 0,1, 0, 1 М растворов KCNS и 0,1 М раствора  $\text{NH}_4\text{CNS}$ . В облученных растворах количество ионов тиоцианидов значительно уменьшается как для KCNS, так и для  $\text{NH}_4\text{CNS}$  растворов. Это наглядно видно на ИК-спектрах, снятых для 0,1 М (рис. 1, а), 0,05 М (рис. 1, б) растворов тиоцианида калия и 0,001 М (рис. 1, с) раствора тиоцианида аммония на частоте  $\nu = 2040 \text{ см}^{-1}$ , соответствующих колебанию связи CN. Интенсивность полосы поглощения уменьшается с дозой. Для 0,001 М раствора  $\text{NH}_4\text{CNS}$ , помимо уменьшения интенсивности, наблюдается уширение полосы, что объясняется изменением электронной конфигурации CNS'-ионов.

Согласно данным табл. 1, 2, и 3, выделившийся осадок содержит  $\text{K}^+$ , CN' и  $\text{SO}_4^{2-}$ -ионы, количество которых увеличивается с ростом поглощенной энергии. Сопоставление этих ионов показывает, что осадок содержит сульфат и цианид калия.

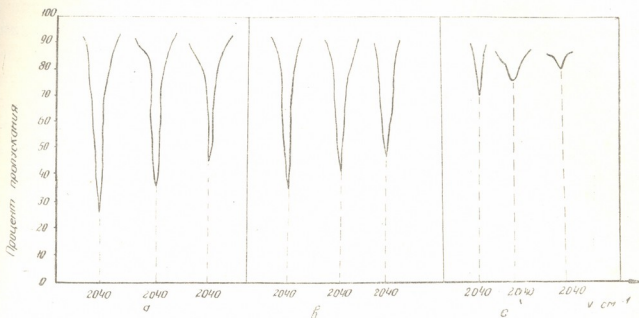


Рис. 1. ИК-спектры исходного и облученного при 1, 8—7, 2.  $10^{20}$  эв/мл энергии растворов тиоцианидов калия и аммония различной концентрации: а—0,1 М; б—0,05 М; в—0,001 М

Таблица 2

Радиационно-химическое превращение 0,1 М раствора KCNS

Поглощенная энергия, эв/мл · 10 <sup>20</sup>	Состав раствора и осадка, мол/л		
	CNS'-ионы	SO <sub>4</sub> ''-ионы	CN'-ионы
0	0,102	—	—
0,16	0,098	0,004	0,004
0,36	0,096	0,005	0,006
1,80	0,062	0,010	0,010
3,60	0,088	0,015	0,016
7,20	0,068	0,030	0,030
14,40	0,056	0,049	0,050

Таблица 3

Радиационно-химическое превращение 0,1 М раствора NH<sub>4</sub>CNS

Поглощенная энергия, эв/мл · 10 <sup>20</sup>	Состав раствора и осадка, мол/л		
	CNS'-ионы	SO <sub>4</sub> ''-ионы	CN'-ионы
0	0,100	—	—
0,16	0,094	0,005	0,005
0,36	0,092	0,007	0,007
1,80	0,084	0,012	0,012
3,60	0,080	0,020	0,022



Данные, полученные при радиоллизе растворов тиоцианидов калия и аммония различных концентраций (рис. 2 и 3), показывают изменение количества тиоцианидов в зависимости от концентрации раствора. При этом радиационно-химический выход процесса также зависит от концентрации облучаемого раствора (табл. 4).

Радиационно-химический выход разложения тиоцианида аммония больше, чем тиоцианида калия. Так, например, при одинаковых условиях в 0,05 М растворах

Рис. 2. Зависимость радиационно-химического разложения 0,01; 0,05 и 0,1 М растворов тиоцианидов калия от дозы: 1—0,01 М; 2—0,05 М; 3—0,1 М

этих солей для  $\text{NH}_4\text{CNS}$   $g(-\text{CNS}) \sim 25$  и для  $\text{KCNS}$   $g(-\text{CNS}) \sim 15$ . Это указывает на роль катиона при разложении тиоцианида.

Таблица 4

Радиационно-химический выход превращения  $\text{KCNS}$  и  $\text{NH}_4\text{CNS}$  в зависимости от концентрации раствора (поглощенная энергия  $1,6 \cdot 10^{19}$  эв/мл)

Концентрация раствора, мол/л	Р/х выход для растворов	
	KGNS	$\text{NH}_4\text{CNS}$
0,10	15	25
0,05	15	20
0,02	1,5	1,5
0,001	1,0	1,0

Радиационно-химический выход превращения тиоцианидов зависит от мощности дозы и температуры (табл. 5 и 6). С уменьшением мощности дозы от  $10^{16}$  до  $10^{14}$  эв/мл·сек радиационно-химический выход раз-

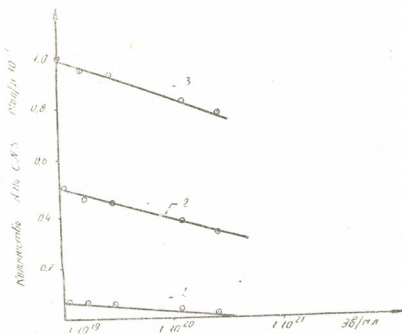


Рис. 3. Зависимость радиационно-химического разложения 0,01; 0,05 и 0,1 М растворов тиоцианидов аммония от дозы: 1—0,01 М; 2—0,05 М; 3—0,1 М

ложения тиоцианидов увеличивается почти на порядок, что указывает на цепной характер процесса.

Таблица 5

Зависимость радиационно-химического превращения в 0,01 М растворе KCNS от температуры (поглощенная энергия  $1,6 \cdot 10^{19}$  эв/мл)

T°C	20	30	40
P/x выход	1,5	2,0	3,7

Таблица 6

Радиационно-химический выход превращения KCNS в зависимости от мощности дозы

Мощность дозы, эв/мл·сек	Поглощенная энергия, эв/мл	P/x выход
$1 \cdot 10^{16}$	$1,6 \cdot 10^{19}$	1,5
"	$3,6 \cdot 10^{19}$	1,8
$5,8 \cdot 10^{14}$	$1,04 \cdot 10^{18}$	12
"	$2,08 \cdot 10^{18}$	18
$2,2 \cdot 10^{14}$	$1,98 \cdot 10^{17}$	100
"	$3,96 \cdot 10^{17}$	90

Можно предположить, что механизм радиационно-химического превращения тиоцианидов протекает с участием продуктов радиолиза ацетона, среди которых, по-видимому, основная роль принадлежит атомам водорода. Последние, как известно, в определенных условиях могут выступать в роли окислителя согласно реакциям



Из приведенных реакций видно, что атомы водорода, согласно реакциям (4) и (5), восстанавливаются и, образуя радикал  $\text{HO}_2$  по реакции (2), вновь поддерживают цепь. Соединение типа  $\text{CNSO}_2$  следует считать промежуточным, образующим при дальнейшем окислении продукты, содержащие  $\text{SO}_4''$  и  $\text{CN}'$ -ионы. Участие радикала  $\text{HO}_2$  при радиационном разложении тиоцианидов подтверждается специально поставленными опытами в бескислородной среде.

Опыты показали, что в атмосфере гелия при поглощении значительного количества энергии, достигающего  $\sim 7,0 \cdot 10^{20}$  эв/мл, при других равных условиях, разложение тиоцианидов не наблюдается.

### Выводы

1. Изучено радиационно-химическое превращение в ацетоновых растворах тиоцианидов калия и аммония в зависимости от различных кинетических факторов, от концентрации, мощности дозы, температуры, природы равновесного газа и т. д.

2. Установлено, что продуктами радиоллиза тиоцианидов калия в растворе ацетона являются сульфаты и цианиды соответствующих щелочных металлов.

3. Радиационно-химическое превращение тиоцианидов калия и аммония протекает по пенному механизму в присутствии кислорода.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической  
 химии и электрохимии

(Поступило в редакцию 1.7.1965)

შენიშვნა

ლ. ივანიცაია

თიოციანიდების რადიოლიზის აცეტონის ხსნარებში

რეზიუმე

შრომში შესწავლილია  $\gamma$ -სხივების მოქმედებისას კალიუმისა და ამონიუმის თიოციანიდების რადიოლიზის აცეტონის ხსნარებში. თიოციანიდების დაჟანგვა დამოკიდებულია კონცენტრაციაზე, ტემპერატურაზე, დოზის სიმძლავრესა და წონასწორობაში მყოფი აირის ბუნებაზე.

თიოციანიდების რადიოლიზის პროდუქტებს შორის განსაზღვრულია  $SO_4^{2-}$ ,  $CN^-$ ,  $K^+$  იონების რაოდენობა. დადგენილია, რომ იონების დაგროვება ხდება დოზის შთანთქმასთან ერთად.

სისტემების რადიაციულ-ქიმიური გამოსავალი იზრდება დოზის სიმძლავრის შემცირებისა და ტემპერატურის გაზრდისას. რადიაციულ-ქიმიური გამოსავალი დამოკიდებულია გაჯერებულ აირზე: ჰაერისა და ჟანგბადის ატმოსფეროში გამოსავალი მაღალია, ხოლო ჰელიუმის არეში ადგილი არ აქვს რადიაციულ-ქიმიურ დაჟანგვას. მოწოდებულია რადიაციულ-ქიმიური გარდაქმნის მექანიზმი.

დავოწმავალი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. D. Strong and J. G. Burr. The Radiolysis of organic solution. J. Am. chem. Soc., 81, 1959, 775.
2. P. Auslon and J. F. Paulson. Radiolysis of Simple ketones. J. Am. chem. Soc., 80, 1958, 5117.
3. M. Roder and N. A. Bach. Radiolytic Transformation of varying-valency metal ions Dissolved in Aceton. Radiation chemistry, Budapest, 1960, 87.
4. И. А. Ларин, Н. А. Бах. Реакции окислительно-восстановительных акцепторов с продуктами радиоллиза органических растворителей. Труды II совещания по радиационной химии АН СССР, 1960, 375.
5. Е. М. Нанобашвили, Л. В. Иванецкая. Действие рентгеновских лучей на роданиды. Труды Ташкентской конференции по мирному использованию атомной энергии. 1961, 310.
6. Е. М. Нанобашвили, Л. В. Иванецкая и др. Окисление сернистых соединений под действием рентгеновских и  $\gamma$ -лучей. Труды II совещ. по радиационной химии, 1962, 155.
7. F. B. Fisher, J. S. Brown. Colorimetric Determination of cyanide in stack gas and wast water. Anal. chem., 1440, 1952, 249.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. В. САРУХАНИШВИЛИ, М. А. ЗОРИНА, Е. М. МИЛЮКОВ

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ СТЕКЛОБАЗАЛЬТА  
ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландиа 27.7.1965)

Одним из требований, предъявляемых к химическому составу материалов, является экономическая целесообразность и дешевизна сырья. С этой точки зрения немаловажное значение приобретают магматические породы и, в частности, базальт, используемый в настоящее время в камнелитейном производстве.

Процессы кристаллизации стеклобазальта при медленном охлаждении расплава хорошо изучены. Цикл работ, проведенных А. Л. Леонтьевой [1—3], работы Н. Н. Ормонт [4] и других исследователей дают возможность судить о кристаллизации расплава базальта при охлаждении в зависимости от состава и соотношения окислов железа, атмосферной варки и т. д. Эти работы, а также исследования, проведенные в ЧССР [5, 6], посвящены двум вопросам: процессу кристаллизации магмы и теоретическим основам получения камнелитейных продуктов.

Менее изучены явления, происходящие при кристаллизации стеклобазальта, отожженного и затем термообработанного при низких температурах (600—950°C). В этой температурной области процесс кристаллизации должен идти иначе, чем кристаллизация стеклобазальта из расплава. Повышенная вязкость в низкотемпературной области, наличие большого числа второстепенных окислов будут, вероятно, приводить стеклобазальт к автоматическому выбору фаз, выделяющихся при кристаллизации, по принципу минимальной затраты энергии.

Целью данной работы явилось изучение процесса кристаллизации стеклобазальта в низкотемпературной области в зависимости от соотношения окислов железа различной валентности.

Исходным сырьевым материалом служил базальт Чнатурского месторождения следующего состава (в вес. %): п.п. 6,4; SiO<sub>2</sub> 44,7; TiO<sub>2</sub> 1,5; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 15,8; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO 8,8; MnO 0,8; MgO 8,2; CaO 10,2; K<sub>2</sub>O 4,1. Стекла варили в лабораторной силитовой печи и полужавоцкой печи на мазутном топливе с добавками в шихту угля (0,5%) и без добавок. Максимальная температура варки равнялась 1400—1420°C, продолжительность варки при максимальной температуре составляла 3 часа.

Изучение кристаллизационной способности стеклобазальта, сваренного в различных условиях, проводилось политермическим методом.

Характер кристаллизации стеклобазальта изменялся в зависимости от условий варки. Стекло, проплавленное в слабоокислительной атмосфере (стекло 1), проявляет тенденцию к одновременной кристал-



лизации с поверхности и в объеме. Стекло, полученное в результате варки базальта в слабовосстановительной атмосфере (стекло 2), кристаллизуется преимущественно в объеме. Оба стекла дают поверхностную ирризирующую пленку при 550—650°C.

Стеклобазальт с добавками угля (стекло 3) кристаллизуется с поверхности, образуя сперва кристаллическую пленку, а затем при 850°C, корку толщиной 0,5—1,0 мм. При температуре 950°C стекло полностью зарушает.

Рентгенофазовый анализ показал, что во всех трех стеклах выделяется пироксен сложного состава. Изменение условий варки приводит к изменению состава пироксена.

При кристаллизации стекла 3 выделяется пироксен, в образовании которого активное участие принимают двухвалентные ионы  $\text{Ca}^{2+}$   $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$  (рис. 1—2).

В стекле 1 и 2 в образовании пироксена, наряду с ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , принимают участие  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Al}^{3+}$  (рис. 1—1). Последнее подтверждается инфракрасными спектрами поглощения.

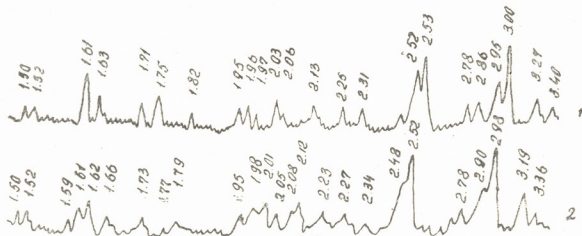


Рис. 1. Рентгенограммы стекол 2 (1) и 3 (2), закристаллизованных в температурной области 900—950°C

Инфракрасный спектр поглощения стекла 2 (рис. 2—1) показывает некоторую упорядоченность в структуре. При кристаллизации ясно выражаются полосы у 462, 510, 875, 980  $\text{см}^{-1}$ . По мере повышения температуры кристаллизации в спектрах (рис. 2) наблюдается смещение максимума основной полосы поглощения от 1000 до 1040  $\text{см}^{-1}$  с появлением поглощения у 1150  $\text{см}^{-1}$ .

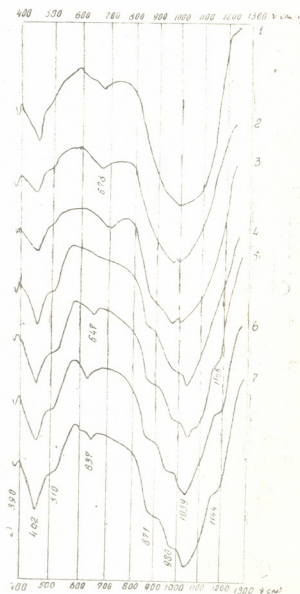
При рассмотрении инфракрасных спектров поглощения ряда природных пироксенов (рис. 3) было замечено, что пироксены, имеющие катионы с одинаковым зарядом, обладают одинаковыми по характеру спектрами в области 1200—800  $\text{см}^{-1}$ . Так, в спектре диопсида (рис. 3—1) и геденбергита (рис. 3—2) в этой области наблюдаются три сильные полосы поглощения приблизительно одной интенсивности.

Характер спектра эгирина (рис. 3—3) с различно заряженными катионами существенно отличается от предыдущих пироксенов.

В низкокачественной области спектра для всех пироксенов характерна полоса поглощения у 450—480  $\text{см}^{-1}$  с «плечом» у 480—520  $\text{см}^{-1}$  и полоса у 390  $\text{см}^{-1}$ .

Сравнение спектров поглощения природных пироксенов со спектрами закристаллизованного при различных температурах стекла 2 позволяет отнести выделяющуюся кристаллическую фазу к пироксенам. Смещение основной полосы, при неизменности спектра поглощения низкочастотной области, с повышением температуры кристаллизации может быть связано с участием ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Al}^{3+}$  в образовании пироксенов.

Рис. 2. Инфракрасные спектры поглощения исходного закристаллизованного при различных температурах стекла 2: 1—исходное стекло, 2—термообработанное при температуре 650°C, 3—750°C, 4—800°C, 5—850°C, 6—900°C, 6—950°C



Проведенный химический анализ показал, что в стекле 3 железо содержалось преимущественно в двухвалентной форме (6,9%  $\text{FeO}$  и 2,6%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), тогда как в стеклах 1 и 2—в трехвалентной (7,2%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 2,1%  $\text{FeO}$  и 5,4%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 3,7%  $\text{FeO}$  соответственно). Этим, вероятно, объясняется различие в характере кристаллизации стекол, сваренных в различных условиях.

Известно [7, 8], что железо может находиться в стекле в пяти формах. Из них для стекла, полученного плавлением базальта, наиболее характерны: 1) трехвалентные ионы  $\text{Fe}^{3+}$ , 2) двухвалентные  $\text{Fe}^{2+}$  и 3) промежуточные  $\text{Fe}^{2+}-\text{Fe}^{3+}$ . Соответственно, в зависимости от валентного состояния железа, процесс кристаллизации при низких температурах будет отличаться.

Стекло 3 проявляет поверхностную кристаллизацию, что связано с преобладанием двухвалентного железа. Стекло 2 проявляет кристаллизацию обоих видов, причем поверхностная кристаллизация идет более интенсивно. Стекло 1 дает объемную кристаллизацию.

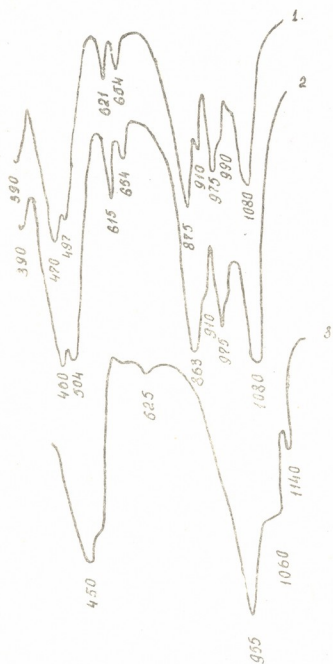
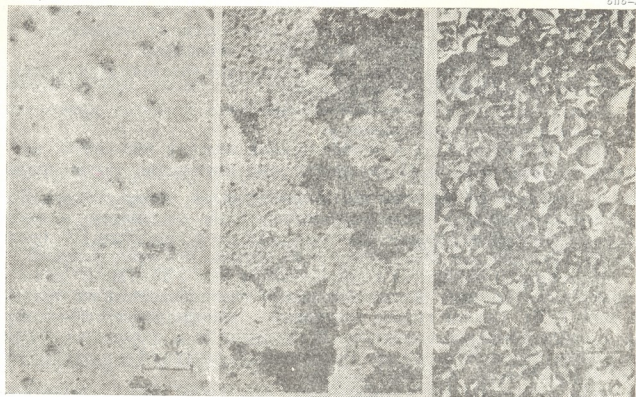


Рис. 3. Инфракрасные спектры поглощения природных пироксенов: 1—диопсид, 2—геденбергит, 3—эгирин

Учитывая обширную область выделения магнетита  $\cdot\text{FeFe}_2\text{O}_4$  [5], в последних двух стеклах объемную кристаллизацию можно отнести к выделению данного соединения при низких температурах. При этом каждый весовой процент FeO связывает 2,22%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Соотношение окислов железа в стекле 1 ближе к этой пропорции, чем в стекле 2, но тем не менее объемная кристаллизация проявляется в последнем. Решающим фактором в данном случае является воздействие  $\text{TiO}_2$ .

$\text{TiO}_2$  при кристаллизации стеклобазальта может входить в ильменит или в сфен. Выделение сфена при низких температурах довольно затруднительно, так как в образовании данного минерала должен участвовать  $\text{Ca}^{2+}$ . Более облегчено выделение ильменита, который, как и магнетит, имеет широкий интервал температур кристаллизации.

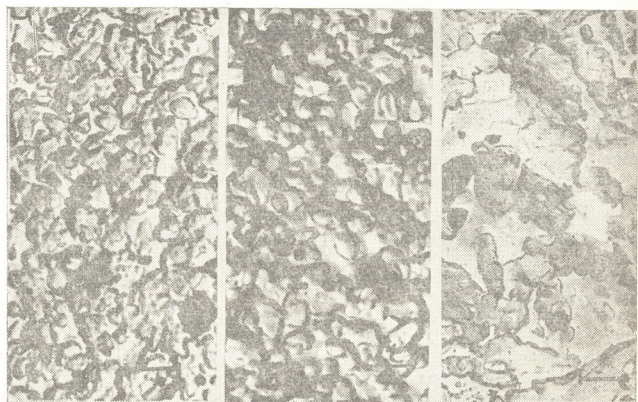




а

б

в



г

д

е

Рис. 4. Электронномикроскопические снимки стекла 2, термообработанного при различных температурах: а) при температуре  $65^{\circ}\text{C}$ , б)  $71^{\circ}\text{C}$ , в)  $650-800^{\circ}\text{C}$ , г)  $650-850^{\circ}\text{C}$ , д)  $650-900^{\circ}\text{C}$ , е)  $750-900^{\circ}\text{C}$

Для образования ильменита требуется некоторое количество закиси железа. Если содержание последней невелико и полностью связано в магнетите, то окись титана способствует разложению магнетита, что,



вероятно, и происходит в стекле 2. Отдельные крупные кристаллы, наблюдающиеся в объеме этого стекла, соответствуют пироксену, выделяющемуся на редких кристалликах рудного минерала.

В стекле № 1 содержание FeO таково, что оно достаточно для образования и магнетита, и ильменита.

Электронномикроскопическое исследование процесса кристаллизации подтверждает вышесказанное.

При термообработке в температурной области 630—650°C на микрофотографии (рис. 4, а) видно большое количество частиц порядка 100 Å, довольно равномерно распределенных по всему объему. Более крупные каплевидные частицы, выделяющиеся на снимке, являются, вероятно, фторидами, полученными воздействием на стекло HF при подготовке образцов для электронномикроскопического исследования.

Термическая обработка стеклобазальта при 730—750°C дает несколько иную картину. Видно расслоение стеклобазальта на два стекла (рис. 4, б). Темное стекло, по-видимому, соответствует пироксеновому, а светлое—плагиоклазовому. Наблюдаются и отдельные крупные кристаллы, что вызвано ростом магнетитовых кристаллов в местах большей концентрации окислов железа.

Если в результате термической обработки при температурах 650—800°C, 650—850°C и 650—900°C структура образца мелкозернистая, то стекло, термообработанное при температурах 750—900°C, дает крупные кристаллы порядка 2—4 мк (рис. 4, в, г, д, е). Основная кристаллическая фаза в обоих случаях остается неизменной в пределах пироксена сложного состава.

### Выводы

1. Стеклобазальт, содержащий большое количество закиси железа, проявляет склонность к кристаллизации с поверхности. Основной фазой в температурной области 800—950°C является пироксен сложного состава, который может быть представлен как твердый раствор диоксида с миналами, имеющими катионы с одинаковым зарядом, например  $\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ .

2. Стекла с преобладающим количеством окиси железа начинают кристаллизоваться по объему. В температурной области 650—750°C отмечается наличие ирризирующей пленки. В стекле 1 эта пленка превращается при повышенных температурах термообработки в корку толщиной 0,5—1 мм.

В стекле 2 ирризирующая пленка исчезает при температуре, совпадающей с температурой начала видимой кристаллизации.

Основной фазой в обоих стеклах является твердый раствор диоксида с миналом, имеющим катионы с различными зарядами.

3. Причиной объемной кристаллизации в стеклах 1 и 2 является выделение при низких температурах (570—620°C) шпинели—магнетита.

4. Сложным оказывается действие  $\text{TiO}_2$ . В зависимости от соотношения FeO и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  окись титана может как содействовать, так и препятствовать процессу получения равномерно закристаллизованного материала.





ბ. სარუხანიშვილი, მ. ჯორინა, ე. მილიშკოვი

მინებაზალტის კრისტალიზაციის პროცესის შესწავლა დაბალ ტემპერატურაზე

რეზიუმე

იმისდა მიხედვით, თუ როგორია რკინის ქანგეულების შეფარდება მინებაზალტში, უკანასკნელის კრისტალიზაციის ხასიათი იცვლება.

თუ მინებაზალტში რკინის ქვეყანგის შემცველობა ბევრად აღემატება რკინის ქანგს, კრისტალიზაცია მიმდინარეობს ზედაპირიდან. მთავარ კრისტალურ ფაზად გამოიყოფა რთული შემცველობის პიროქსენი, რომელიც შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც მყარი ხსნარი დიოპსიდისა და მინერალებისა, რომლებსაც ერთნაირი მუხტის კატიონები ახასიათებს.

თუ მინებაზალტში რკინის ქანგი აღემატება რკინის ქვეყანგს, კრისტალიზაციის მიმდინარეობა დამოკიდებულია რკინის ქვეყანგისა და ტიტანის ქანგის რაოდენობაზე. იმ შემთხვევაში თუ FeO იმდენი რაოდენობითაა, რომ საკმარისია მაგნიტიტისა და ილმენიტის წარმოქმნისათვის, მაშინ წარმოებს მოცულობითი კრისტალიზაცია. წინააღმდეგ შემთხვევაში ადგილი აქვს როგორც ზედაპირულ, ისე მოცულობით კრისტალიზაციას.

მთავარი კრისტალური ფაზა ორივე შემთხვევაში არის მყარი ხსნარი დიოფსიდისა და ამა თუ იმ მინერალებისა, რომლებსაც ახასიათებს სხვადასხვა მუხტის კატიონები. მინებაზალტი, თერმიულად დამუშავებული ტემპერატურულ ინტერვალში 650—800° წვრილკრისტალური აღნაგობისაა, მაშინ როდესაც მინებაზალტს, თერმიულად დამუშავებულს, ტემპერატურულ ინტერვალში 750—900° ახასიათებს დიდი ზომის კრისტალები.

დავოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Леонтьева. Влияние содержания окислов железа на линейную скорость кристаллизации твердых фаз в базальтовых стеклах. Труды Ин-та геол. наук, вып. 106, № 33, 1949.
2. А. А. Леонтьева. Кристаллизация двух оливиновых базальтов. Зап. Мин. о-ва, 76, 1947, 183.
3. А. А. Леонтьева. Кристаллизация расплавов некоторых горных пород в связи с их вязкостью. Зап. Мин. о-ва, 72, 1943, 62.
4. Н. Н. Ормонт. О применении несимметричной диаграммы состояния для характеристики физико-химических свойств базальтов и диабазов. Вестн. Моск. ун-та, № 5, 1950, 117.
5. А. Пеликан. Плавленые камни. Металлургиздат, 1959.
6. Я. В алдан. Исследование процесса плавления и кристаллизации горных пород типа базальтов. Проблемы каменного литья, изд. АН УССР, 1963, 65.
7. W. A. Weyl. The significance of the Co-ordination Requirements of the Cations in the Constitution of Glass. J. Soc. Glass Techn., 35, 1951, 165.
8. A b o u - E l A z m, A b d - E l N o n e i m. Spectrophotometric and Magnitic Studie of Glasses Containing Iron in Relation to Their Structure. J. Soc. Techn., 38, 1954, 180.
7. „მომბე“, XLII:1, 1966.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Я. Г. БУЧУКУРИ, Н. В. НЕБИЕРИДЗЕ, Н. Я. БУЧУКУРИ,  
 А. К. ШАЛАМБЕРИДЗЕ

СКОРОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ СУЛЬФАТА МАРГАНЦА  
 В ПРИСУТСТВИИ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландиа 6.7.1965)

Реакция между сульфатом марганца и карбонатом кальция в литературе не описана и нет никаких сведений о скорости этой реакции.

В то же время, как показали наши исследования [1], при сульфатирующем обжиге сульфидированных обожженных (при температуре 500°) марганцевых карбонатных руд степень сульфатизации марганца выше 500° значительно падает. Теоретически же максимальный выход сульфата марганца следует ожидать при температуре 625—650°. Действительно, при отсутствии карбоната кальция степень сульфатизации марганца (сульфидированной массы окисных марганцевых руд) значительно выше [2]. Следовательно, изучение означенной реакции имеет не только теоретическое, но и практическое значение.

Снижение степени сульфатизации сульфида марганца в присутствии карбоната кальция можно объяснить реакцией



Но так как реакция сульфатизации протекает в атмосфере кислорода, то окись марганца не может оставаться без изменений. Она окислится до  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ :



Таким образом, суммарная реакция взаимодействия сульфата марганца с карбонатом кальция в атмосфере кислорода может быть выражена уравнением



О вероятности осуществления реакций (1) и (3) можно судить по величине изобарно-изотермического потенциала реакции. Ниже приведены результаты термодинамических расчетов по уравнениям

$$\Delta Z = \Delta H_0 - \Delta a T \ln T - 1/2 \Delta b T^2 - 1/6 \Delta c T^3 + 1/2 \Delta c' T^{-1} + IT, \\ \Delta Z = -RT \ln K.$$

Термодинамические величины для  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{CO}_2$ , необходимые для вывода уравнений зависимости изобарно-изотермического потенциала реакций (1) и (3) от температуры, взяты из работ [3—5].

Выведенные нами уравнения зависимости изобарно-изотермического потенциала реакций (1) и (3) от температуры на моль марганца имеют вид

$$\Delta Z_1 = 21484 + 34,08 T \lg T - 0,00677 T^2 + 516500 T^{-1} - 153,9 T, \\ \Delta Z_3 = -2334 + 37,83 T \lg T - 0,007795 T^2 + 491000 T^{-1} - 151,6 T.$$



При помощи этих уравнений нами рассчитаны значение изобарно-изотермического потенциала и константы равновесия реакции при разных температурах (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость  $\Delta Z$  и  $K$  от температуры

T°K	T°C	Для реакции (1)			Для реакции (3)		
		$\Delta Z_1$	$\lg K_1$	$K_1$	$\Delta Z_3$	$\lg K_3$	$K_3$
298	25	1840	-1,3500	$22,40 \cdot 10^{-2}$	-18710	13,7270	$53,99 \cdot 10^{12}$
400	127	-4425	2,4180	$26,18 \cdot 10$	-23641	12,9185	$82,85 \cdot 10^{11}$
600	327	-15793	5,7533	$56,66 \cdot 10^8$	-32180	11,7231	$52,85 \cdot 10^{10}$
800	527	-26260	7,1748	$14,95 \cdot 10^9$	-40224	10,9900	$97,80 \cdot 10^9$
1000	727	-35180	7,6898	$48,94 \cdot 10^9$	-47748	10,4367	$27,34 \cdot 10^9$

Как видно из табл. 1 и рис. 1, с термодинамической точки зрения обе реакции являются вероятными. Поэтому ниже мы рассматриваем только первую реакцию.

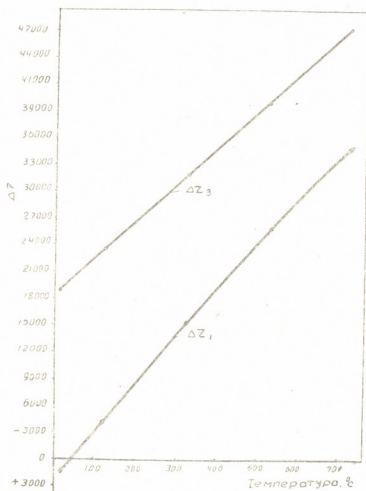


Рис. 1. Зависимость изобарно-изотермического потенциала реакции от температуры

только первую реакцию.

Первая реакция с термодинамической точки зрения может протекать до конца при температуре выше  $300^\circ\text{C}$ . Значение константы равновесия реакции (1) (рис. 2) еще убедительнее показывает возможность протекания этой реакции. Даже при температуре  $250^\circ\text{C}$  давление  $\text{CO}_2$  достигает по расчету более 170 мм рт. ст. Таким образом, согласно термодинамическим расчетам, при обычных условиях карбонат кальция и сульфат марганца не могут существовать совместно.

Известно, что сравнительная характеристика вероятности протекания различных реакций в системе на основании только вышеприведенных термодинамических расчетов недостаточна. Следует также учесть условия,

определяющие их кинетику. Поэтому мы попытались изучить и кинетику реакции.

Кинетика реакции изучалась на установке, изображенной на рис. 3. При помощи газодувки (1) и регулятора давления (2) в установку подавали воздух с определенной скоростью. После прохождения через реометр (3) воздух очищался от углекислого газа в промывалках (4) с раствором едкой щелочи и в аппарате Тищенко (5) с натронной известью. После очистки воздух проходил сквозь фильтр (6) со стеклянной ватой и поступал в реакционную кварцевую трубку (7) с нагревательной спиралью. После установления определенной температуры в трубку вставляли лодочку (8) с навеской и быстро включали ток воздуха (от применения инертного газа отказались, так как хотели создать условия обжига сульфидированной массы марганца — окислительную атмосферу).

Из реакционной трубки (7) воздух с углекислым газом поступал через тройник (10) в поглотитель (11) с фильтрующей перегородкой (12). Поглотитель диаметром 50 мм был изготовлен из пористого стекла. В качестве поглотительной жидкости применяли децинормальный раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Избыток баритовой воды оттитровывали децинормальным раствором янтарной кислоты.

Для проверки степени очистки воздуха от углекислого газа предварительно был проведен холостой опыт. В очищенном воздухе следы углекислого газа не были обнаружены.

Перед опытом в поглотитель вносили прокипяченную холодную дистиллированную воду, 2—3 капли фенолфталеина и в зависимости от ожидаемой скорости выделения углекислого газа 0,3—4 мл баритовой воды. В момент обесцвечивания раствора отсчитывали время на

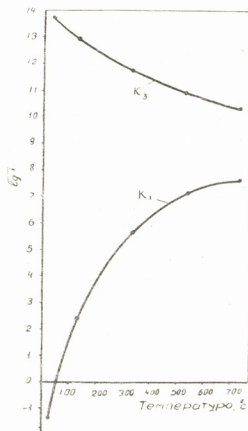


Рис. 2. Зависимость константы равновесия реакции от температуры

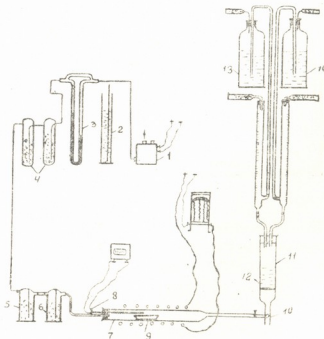


Рис. 3. Установка для изучения кинетики разложения сульфата марганца в присутствии карбоната кальция



секундомере и одновременно прибавляли новую порцию баритовой воды. Отдельными опытами установили, что при применении фильтрующей пластинки проскок  $\text{CO}_2$  не наблюдается.

Для изучения кинетики реакции брали эквивалентную смесь  $\text{MnSO}_4:\text{CaCO}_3=1:1$  чистых препаратов, приготовленных согласно Ю. В. Карякину [6]. Степень протекания реакции рассчитывали по количеству выделенного углекислого газа.

Результаты многочисленных опытов, приведенные на рис. 4, показывают, что степень разложения в сильной

степени зависит от температуры.

Если степень разложения за 60 минут при температуре  $500^\circ$  достигает всего 0,86%, то при  $600^\circ$ —7%, при  $700^\circ$ —35,7%, а при  $800^\circ$ —уже 92,75%. При  $900^\circ$  же практически полное разложение происходит за 15—20 минут. Данные экспериментов, (см. табл. 2), нанесенные в координатах скорость

реакции  $\alpha = \frac{x}{\tau}$ —обратная вели-

чина абсолютной температуры  $\frac{1}{T}$

показывают, что скорость разложения сульфата марганца в присутствии карбоната кальция с увеличением температуры изменяется по экспоненциальному уравнению Арениуса

$$\alpha = \text{Be}^{\frac{A}{T}},$$

где  $A$  и  $B$ —постоянные, характерные для данной реакции.

Так как  $A$  связана с энергией активации  $E$  соотношением  $E = -AR$ , то можно написать

$$\alpha = \text{Be}^{-\frac{E}{RT}}.$$

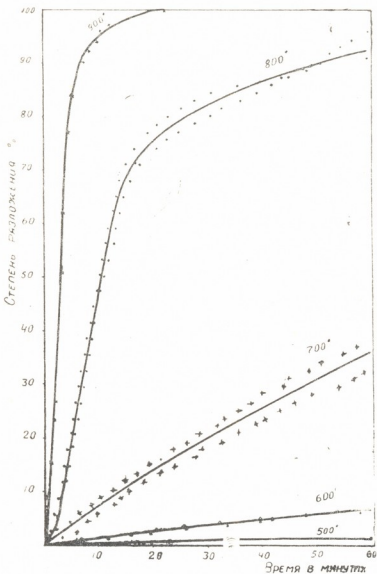


Рис. 4. Зависимость степени разложения сульфата марганца в присутствии карбоната кальция от температуры и времени

Излом кривой  $\lg \alpha - \frac{1}{T}$  указывает на изменение энергии активации в интервале температур  $800-900^\circ$ .



Величина энергии активации, рассчитанная нами графическим методом, составляет для интервала температур  $500-800^\circ$   $E = 30280$  кал, а для  $800-900^\circ$   $E = 6400$  кал.

Таблица 2

Данные экспериментор в течение первых  
25 минут

t	$\frac{1}{T} 10^3$	x	$\alpha$	$\lg \alpha \cdot 100$
500	12,95	0,36	0,0144	0,1584
600	11,45	3,00	0,1200	1,0792
700	10,27	16,95	0,6780	1,8312
800	9,32	78,25	3,1680	2,5080
600	8,52	100,00	4,0000	2,6020

Как известно, величина энергии активации в диффузионной области не выше  $7500$  кал, а в кинетической не меньше  $10000$  кал. Таким образом, в нашем случае кинетическая область находится в интервале температур  $500-800^\circ$ , а диффузионная — выше  $800^\circ$ .

Следует отметить, что приведенный расчет лишь качественно характеризует величину изменения кажущейся энергии активации в зависимости от температуры. Но и качественное определение дает возможность заключить, что в интервале температур  $500-800^\circ$  скорость процесса разложения сульфата марганца в присутствии карбоната кальция определяется скоростью химической реакции.

### В ы в о д ы

1. Степень сульфатизации сульфила марганца в присутствии карбоната кальция значительно падает выше температуры  $500^\circ$  в результате реакции  $MnSO_4 + CaCO_3 = MnO + CaSO_4 + CO_2$ .

2. Согласно проведенным расчетам, сульфат марганца и карбонат кальция с термодинамической точки зрения не могут существовать совместно даже при обычных условиях.

3. Скорость процесса взаимодействия сульфата марганца с карбонатом кальция в интервале температур  $500-800^\circ$  определяется скоростью химической реакции, а выше  $800^\circ$  — скоростью диффузии.

4. Степень сульфатизации сульфида марганца в присутствии карбоната кальция не может быть высокой, с одной стороны, в результате взаимодействия сульфата марганца с карбонатом кальция выше  $500^\circ C$ , а с другой стороны, в связи с низкой скоростью реакции сульфатизации ниже  $500^\circ C$ .

Грузинский политехнический  
институт  
им. В. И. Ленина

0. ბუჩუკური, ნ. ნეხიერიძე, ნ. ბუჩუკური, ა. შალამბერიძე

## მანგანუმის სულფატის დაზღის სიჩქარე კალციუმის კარბონატის თანაობისას

რ ე ზ ი უ მ ე

შესწავლილია მანგანუმის სულფატისა და კალციუმის კარბონატის ურთიერთქმედების რეაქციის კინეტიკა. თერმოდინამიკური გათვლებისა და ექსპერიმენტალური მონაცემების განხილვა საფუძველს ვაძლევს გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. მანგანუმის სულფიდის სულფატიზაციის ხარისხი კალციუმ-კარბონატის თანაობისას მნიშვნელოვნად ეცემა  $500^{\circ}$  ტემპერატურის ზევით, რაც აიხსნება შემდეგი რეაქციით:



2. ჩატარებული ანგარიშების თანახმად, მანგანუმის სულფატსა და კალციუმის კარბონატს, თერმოდინამიკური თვალსაზრისით, არ შეუძლია ბუნებაში თანაარსებობა ჩვეულებრივ პირობებშიც კი.

3. მანგანუმის სულფატის კალციუმის კარბონატთან ურთიერთმოქმედების პროცესის სიჩქარე  $500-800^{\circ}$  ტემპერატურის ინტერვალში განისაზღვრება ქიმიური რეაქციის სიჩქარით, ხოლო  $800^{\circ}$ -ის ზევით—დიფუზიის სიჩქარით.

4. კალციუმის კარბონატის თანაობისას მანგანუმის სულფიდის სულფატიზაციის ხარისხი არ შეიძლება მაღალი იყოს  $500^{\circ}$ -ის ტემპერატურის ზევით—მანგანუმის სულფატის კალციუმის კარბონატთან ურთიერთქმედების გამო, ხოლო  $500^{\circ}$ -ზე დაბალ—მანგანუმის სულფიდის სულფატიზაციის დაბალი სიჩქარის გამო.

### დავოყვამიებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Какабадзе, Я. Г. Бучукури, Т. А. Иванова, З. С. Бардачидзе. Химическое обогащение марганцевых карбонатных руд сульфидным методом. Отчет ГПИ, 1965.
2. Т. В. Панцудая. Обжиг сульфида марганца. Автореферат, М., 1962.
3. Bulletin 584. Bureau of Mines. By K. K. Kelley. Government Printing office, Washington, 1960.
4. F. D. Rossini, D. D. Wayman a. oth. Circular of the National Bureau of standards 500. U. S. Government Printing office, Washington, 1952.
5. Краткий справочник физико-химических величин, 1959.
6. Ю. В. Карякин. Чистые химические реактивы, 1947.

Г. Г. ШАМКУЛАШВИЛИ

## ОБ ОКИСЛИТЕЛЬНОМ ОБМЕНЕ АСПАРАГИНОВОЙ КИСЛОТЫ В СРЕЗАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА

(Представлено академиком П. А. Кометиани 14.11.1965)

Исследованиями, проведенными в последнее время, установлено, что глутаминовая, аспарагиновая и гамма-аминомасляная кислоты активно включаются в головном мозгу в окислительный обмен глюкозы. Показано, что окисление значительной части глюкозы идет не прямо с образованием углекислоты, а через новообразование аминокислот, которые в последующем потребляются как субстрат окисления [1]. Выяснено, что аминокислоты, участвующие в окислительном обмене головного мозга, обладают очень большой скоростью обновления. Это первым делом касается глутаминовой кислоты и глутамина. Аспарагиновая и гамма-аминомасляная кислоты обновляются менее интенсивно [2—4].

Недавно в лаборатории Кребса было обнаружено, что глутаминовая кислота в головном мозгу окисляется с образованием аспарагиновой кислоты. При аэробном инкубировании гомогената 80 — 90% окисленного глутамата превращается в аспарагиновую кислоту [5]. Участие гамма-аминомасляной кислоты в окислительных процессах также было разрешено положительно. Выяснено, что гамма-аминомасляная кислота стимулирует дыхание срезов и окислительное фосфорилирование в условиях обеспечения ее переаминирования. Важно при этом отметить, что в виде конечного продукта окисления образуется аспарагиновая кислота.

Свободная аспарагиновая кислота в головном мозгу по сравнению с глутаматом и гамма-аминомасляной кислотой представлена в меньшем количестве. Применение изотопной техники дало возможность показать, что эта аминокислота, так же как и глутамат и гамма-аминомасляная кислота, усиливает потребление только эндогенного кислорода. Участие аспарагиновой кислоты в окислительных процессах до последнего времени оставалось неизученным. Перед нами была поставлена задача изучить превращение аспарагиновой кислоты в головном мозгу. В данном сообщении приводятся результаты исследования использования аспарагиновой кислоты в окислительном обмене и ее влияние на распределение аминокислот при аэробном инкубировании срезов головного мозга.

Работа была проведена под руководством П. А. Кометиани.

Опыты были поставлены со срезами коры головного мозга взрослых крыс. После обезглавливания животных мозг быстро извлекался и охлаждался на испарителе рефрижератора. Спустя 7—10 минут после частичного затвердевания при 0°C на специальном микроном столике готовили срезы толщиной 0,4 мм и 200 мг срезов переносили в сосудики Варбурга. Инкубацию проводили при 37° в атмосфере кислорода в микрореспирационном аппарате в солевой среде, содержащей в конечной концентрации в мМ/л: NaCl—98; KCl—27; MgSO<sub>4</sub>—1,2; Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>—17,5; при pH 7,4 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>—4,0; при pH 8,2 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>—0,4.



Брали 5 мМ глюкозу и аспарагиновую кислоту. Конечный объем смеси был равен 3 мл. Инкубация длилась 60 минут, а преинкубация — 30 минут. После инкубации содержимое сосудов центрифугировали и срезы отделяли от надосадочной жидкости. Как в срезах, так и в надосадочной жидкости определяли содержание свободных аминокислот по Грассману и др. [6]. Экстракт, содержащий свободные аминокислоты, готовили добавлением 96% этилового алкоголя до 75% конечной концентрации с последующим нагревом до кипения.

Полученные данные и их обсуждение

Известно, что из аминокислот только глутамат усиливает потребление кислорода. В отношении гамма-аминомасляной кислоты нет единодушного мнения. Исследования, проведенные в нашей лаборатории В. Н. Чикваидзе, показали, что эта аминокислота участвует в энергетическом обмене головного мозга только в условиях дезаминирования. Преимущество глутамата заключается в том, что эта аминокислота после переаминирования с оксальацетатом сразу дает продукт, который стимулирует ее дальнейшее превращение. Этот процесс происходит в митохондриях. Переаминирование гамма-аминомасляной кислоты пространственно отделено от ее окисления. Первая реакция локализована в микросомах, а вторая — в митохондриях. Поэтому гамма-аминомасляная кислота усиливает потребление кислорода и поддерживает окислительное фосфорилирование, если имеются условия для ее дезаминирования. По-видимому, то же самое имеет место и в случае аспарагиновой кислоты.

Бономи и Тенксони [7] подтвердили общепринятый факт, что аспарагиновая кислота не стимулирует поглощение кислорода срезами головного мозга. Вместе с тем, они обнаружили, что глюкоза имеет положительный эффект на использование аспартата как энергетического материала. Этого нужно было ожидать из полученных в лаборатории Чейна данных стимулирования обмена аминокислот в присутствии глюкозы [1, 2].

Мы предприняли исследование влияния аспартата на потребление кислорода головного мозга крыс при pH 7,4 и 8,2. Было изучено также влияние глюкозы на эффект аспартата (табл. 1 и 2).

С целью элиминирования влияния окисляемого субстрата, имеющегося в ткани головного мозга, величина потребления кислорода определялась спустя 0,5 часа после начала инкубации.

Как выясняется из данных, приведенных в табл. 1, аспартат при pH 7,4 имел отрицательное влияние на потребление кислорода. Его положительный эффект проявлялся в присутствии глюкозы. Алгебраическая сумма убыли и прироста потребления кислорода, когда в качестве субстрата окисления были взяты аспартат и отдельно глюкоза, равна ( $-21 + 102$ ) 81%, а при их совместном присутствии прирост выражался в 100%. Еще резче выявляется положительный эффект глюкозы на использование аспартата в окислительных процессах в опытах инкубации срезов при pH 8,2. Здесь сумма прироста потребления кислорода при окислении аспартата и глюкозы равна ( $260 + 24$ ) 284%, а при их совместном присутствии достигает 324%. Нужно думать, что положительный эффект глюкозы вызван усилением включения аспартата в лимоннокислый цикл.



Таблица 1

Влияние аспартата на потребление кислорода срезами головного мозга крыс в мкато/г в продолжение 1 часа. Среднее из восьми опытов  
 рН 7,4

Субстрат	Среднее арифметическое	М ± м разностей	Р	Изменение в %
Контроль	26,3	—	—	—
Глюкоза	52,5	+26,0 ± 3,8	0,001	+102
Аспарагиновая кислота	20,5	— 5,5 ± 1,3	0,01	— 21
Аспарагиновая кислота + глюкоза	54,0	+27,0 ± 2,0	0,001	+108

рН 8,2

Таблица 2

Субстрат	Среднее арифметическое	М ± м разностей	Р	Изменение в %
Контроль	10,0	—	—	—
Глюкоза	45,0	+34,5 ± 1,95	0,001	+260
Аспарагиновая кислота	15,0	+ 3,1 ± 1,20	0,02	+24
Аспарагиновая кислота + глюкоза	53,0	+41,5 ± 2,85	0,001	+324

В дальнейшей серии опытов были изучены изменение содержания аспарагиновой, глутаминовой и гамма-аминомасляной кислот в процессе инкубации срезов, а также влияние глюкозы на их распределение. Инкубирование срезов производилось при рН 7,4 и 8,2. Изменение распределения аминокислот изучалось как в срезах, так и в надосадочной жидкости (табл. 3).

Данные, полученные нами, подтверждают результаты опытов Ю. М. Демина и др. [8]. Установлено, что в процессе инкубации срезов как при рН 7,4, так и при рН 8,2 содержание глутаминовой и гамма-аминомасляной кислот значительно уменьшается, а содержание аспарагиновой увеличивается. Этого нужно было ожидать, так как в процессе инкубации глутаминовая и гамма-аминомасляная кислоты потребляются как субстраты окисления и этот процесс в основном заканчивается новообразованием аспарагиновой кислоты. При этом обращает на себя внимание тот факт, что прирост аспартата превалирует над убылью глутаминовой и гамма-аминомасляной кислот. Объяснение этого факта нужно искать в том, что в процессе инкубации срезов происходит распад амидных групп белков и глутамин с освобождением аммиака. Этот процесс сопровождается приростом аминного азота и, как выясняется, прежде всего в виде аспартата. Интересно также отметить, что инкубация срезов без добавки глюкозы сопровождается переходом значительной части аспартата и глутамата из срезов в надосадочную жидкость. Как известно, перенос аминокислот через мембрану внутрь клетки является активным процессом, требующим энергии. Выход



Таблица 3

Изменение распределения аминокислот в процессе аэробной инкубации срезов в продолжение 1,5 часа при pH 7,4 и 8,2. Прирост (+) и убыль (-) в мкМ/г сравнительно с контролем после инкубации. Среднее из восьми опытов.  $M \pm m$

Аминокислоты	Контроль			Добавлена глюкоза			
	до инкубации	после инкубации		срезы	надосадочная жидкость	сумма	
	срезы	надосадочная жидкость	сумма				
pH 7,4							
Аспарагиновая	4,4±0,26	3,2±0,34	10,0±0,9	13,0±1,1	-0,62±0,36 P<0,1	-8,8±0,8 P<0,001	-9,1±1,2 P<0,001
Глютаминовая	7,5±0,6	1,0±0,08	3,6±0,15	4,3±0,25	+5,9±0,82 P<0,001	-2,4±0,19 P<0,001	+3,6±0,9 P<0,01
Гамма-аминомасляная	43±0,3	1,0±0,11	—	1,0±0,11	+2,0±0,4 P<0,001	—	+2,0±0,4 P<0,001
pH 8,2							
Аспарагиновая	4,0±0,33	3,6±0,3	9,3±1,3	12,5±1,4	+0,25±0,2 P<0,2	-7,3±1,6 P<0,001	-6,8±1,6 P<0,01
Глютаминовая	6,0±0,33	0,9±0,1	2,5±0,3	3,5±0,6	+5,3±0,37 P<0,001	-1,6±0,34 P<0,02	+3,2±0,37 P<0,001
Гамма-аминомасляная	2,7±0,14	0,85±0,12	—	0,85±0,12	+1,3±0,21 P<0,001	—	+1,3±0,21 P<0,001

аминокислот из клетки обусловлен, по-видимому, снижением энергетического потенциала в процессе инкубации срезов.

Глюкоза вносит сильные изменения в распределение аминокислот в процессе инкубирования срезов. В присутствии глюкозы прекращается трата глютаминовой и гамма-аминомасляной кислот и их содержание увеличивается. Аспарагиновая кислота, наоборот, начинает усиленно потребляться. В данном случае увеличение траты аспартата сопровождается, как это было установлено раньше в нашей лаборатории [9], увеличением синтеза амидных групп в белках и в глютаминне. По-видимому, усиление обмена аспартата связано с новообразованием амидных групп.

В последней серии опытов было изучено влияние добавления аспартата на распределение глютаминовой и гамма-аминомасляной кислот в процессе аэробной инкубации срезов (табл. 4).

Из приведенных в таблицах данных выясняется, что добавленный к срезам аспартат в процессе инкубации стимулирует новообразование глютамата, в то время как при инкубировании срезов в отсутствии аспартата (табл. 3) глютамат расходуется, добавление аспартата задерживает потребление глютамата и его содержание заметно увеличивается. При pH 8,2 этот процесс еще более усиливается. В отношении гамма-аминомасляной кислоты аспартат положительного эффекта не оказал. Наоборот, аспартат вызвал стимулирование ее потребления. Аспартат в случае глютамата еще более усилил выход

глутамата из срезов в надосадочную жидкость. Это явление, по-видимому, вызвано конкуренцией между аспаратом и глутаматом. Часть аспартата вошла в клетки, и взамен из клетки вышел глутамат. Глюкоза значительно усилила положительный эффект аспартата

Таблица 4

Изменения распределения глутаминовой и гамма-аминомасляной кислот при аэробной инкубации срезов в присутствии аспартата в продолжение 1,5 часа при pH 7,4 и 8,2. Прирост (+) и убыль (-) в мкМ/г по сравнению с контролем после инкубации. Среднее из восьми опытов

Аминокислоты	Добавлен аспаргат			Добавлен аспаргат+ глюкоза		
	срезы	надосадочная жидкость	сумма	срезы	надосадочная жидкость	сумма
pH 7,4						
Аспарагиновая	8,1±1,3 P<0,001	—	—	+10,0±1,1 P<0,001	—	—
Глутаминовая	0,65±0,3 P<0,05	+3,5±0,6 P<0,001	+4,3±0,7 P<0,05	+6,1±1,0 P<0,001	+13,0±1,6 P<0,001	+20,0±2,0 P<1,001
Гамма-аминомасляная	-0,6±0,05 P<0,001	—	-0,6±0,5 P<0,001	+3,0±0,5 P<0,001	—	+3,0±0,5 P<0,001
pH 8,2						
Аспарагиновая	+7,3±0,6 P<0,001	—	—	+7,7±0,45 P<0,001	—	—
Глутаминовая	+0,5±0,2 P<0,02	+10,4±2,0 P<0,001	+10,5±1,7 P<0,001	+4,8±0,68 P<0,001	+11,3±0,8 P<0,001	+16,0±1,1 P<0,001
Гамма-аминомасляная	-0,4±0,3 P<0,5	—	-0,4±0,3 P<0,5	+1,4±0,23 P<0,001	—	+1,4±0,23 P<0,001

на новообразование глутамата и в меньшей степени повлияла на гамма-аминомасляную кислоту. Как было упомянуто выше, глюкоза в отдельности без аспартата (табл. 3) стимулирует способность срезов удерживать глутамат. При совместном присутствии с аспаратом значительная часть образовавшейся глутаминовой кислоты не удерживается срезами и переходит в надосадочную жидкость.

Таким образом, превращения аспартата тесно связаны с обменом глутаминовой и гамма-аминомасляной кислот. Окисление глутамата и гамма-аминомасляной кислоты в срезах без добавки субстрата приводят к накоплению аспартата. Когда к срезам добавляется субстрат окисления в виде глюкозы, усиливается потребление аспарагиновой кислоты, вследствие чего происходит новообразование глутамата и частично гамма-аминомасляной кислоты. Добавка аспартата к инкубируемому в аэробных условиях срезам вызывает значительное новообразование глутамата и в гораздо меньшей степени гамма-аминомасляной кислоты. Этими данными доказывается активное участие аспартата в обменных процессах головного мозга.

#### Выводы

1. Аспарагиновая кислота усиливает потребление кислорода срезами головного мозга только в условиях обеспечения ее переаминирования.



2. Глюкоза стимулирует превращение как эндогенного аспартата, так и добавленного. При этом имеет место значительное усиление новообразования глутамата и в гораздо меньшей степени гамма-аминомасляной кислоты.

3. Обнаруживается более тесная биохимическая связь между аспартатом и глутаматом, чем между аспартатом и гамма-аминомасляной кислотой

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

(Поступило в редакцию 5.11.1965)

ბიოქიმია

ბ. შამკულაშვილი

ასპარაგინის მჟავის ქანვანი უნდა იქნას ცვლის შესახებ თავის ტვინის ანალიზებში

რეზიუმე

ვირთავის თავის ტვინის ანათლებში შესწავლილია ასპარაგინის მჟავის გავლენა ქანვით ცვლაზე და თავისუფალ ამინომჟავათა რაოდენობით განაწილებაზე. ანათლების ინკუბირების აერობულ პირობებში ასპარაგინის მჟავა აძლიერებს ქანვადის მოხმარებას მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც შექმნილია მისი დეზამინირების პირობები. გლუკოზა აძლიერებს როგორც ენდოგენურ, ისე დამატებული ასპარაგინის მჟავის გარდაქმნებს. ამასთან, აღნიშნულ პირობებში წარმოიქმნება დიდი რაოდენობით გლუტამინისა და შედარებით ნაკლები რაოდენობით გამა-ამინირების მჟავები.

ირკვევა, რომ ასპარაგინისა და გლუტამინის მჟავებს შორის უფრო მჭიდრო ბიოქიმიური კავშირი არსებობს, ვიდრე ასპარაგინისა და გამა-ამინოცისტეინის მჟავებს შორის.

დასოფნითი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. E. B. Chain, M. M. Cohen, F. Pocchiari. Interrelationship of glucose, glutamate and aspartate metabolism in rat cerebral cortical slices. Proc. Roy. Soc., 156, 1962, 163.
2. O. Z. Sellinger, R. Catangaro, E. B. Chain, F. Pocchiari. The metabolism of glutamate and aspartate in rat cerebral cortical slices. Proc. Roy. Soc., 156, 1962, 148.
3. A. Geiger, U. Kawakita, S. S. Barculis. A study on the incorporation of  $^{14}C$  derived from glucose into the free aminoacids of the brain cortex. J. Neurochem., 5, 1967, 339.
4. M. M. Kini U H Quastel. Carbohydrate-aminoacid interrelations in brain cortex in vitro. Nature, 184, 1959, 252.
5. R. Y. Haslam, H. A. Krebs. The metabolism of glutamate in homogenates and slices of brain cortex. Biochem. J., 88, 1963, 566.
6. W. Grassman, K. Harving, M. Ploke. Eine Methode zur quantitative Bestimmung der Aminosäure Zusammensetzung von Electrophorese und Chromatographie. Hoppe Sevr's Zeitsch., 299, 1955, 258.
7. U. Bonomi, L. T. Terzoni. In vitro effect of aspartic acid on some aminoacids and of respiration of cerebral tissue. Ital J. Biochem., 11, 1962, 146.
8. Ю. М. Демин, С. С. Мусаэлян и др. Участие  $\gamma$ -аминомасляной кислоты в превращениях глутаминовой, аспарагиновой кислот аланина, глутаминна и нейтрализации аммиака В сб.: „Вопросы биохимии мозга“, I, Ереван, 1964, 45.
9. П. А. Кометиани, Е. Э. Клейн, Г. С. Иорданишвили, Н. В. Гвалия и В. Н. Чикваидзе. Пути образования и устранения аммиака в головном мозгу. В сб.: „Вопросы биохимии нервной и мышечной систем“, 1965, 41.

3. კორიძე

საერთო აზოტისა და შარდოვანას აზოტის რაოდენობის  
ცვალეზადობა დიზენტერიით დაავადებულ ჩვილ ბავშვთა შარდში  
(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვლ ასათიანმა 24.9.1965)

ნივთიერებათა ცვლის შესწავლას დიზენტერიის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს დროული, სწორი და პათოგენური მკურნალობის თვალსაზრისით.

დიზენტერიის დროს ბავშვთა ასაკში საკმაოდაა შესწავლილი ნახშირწყლოვანი ცვლა, მაგრამ ლიტერატურული წყაროები ცილოვან ნივთიერებათა და განსაკუთრებით აზოტის ცვლაზე ნაკლებად მოიპოვება.

გ. სპერანსკის [1] აზრით, მწვავე დიზენტერიული პროცესის მიმდინარეობაში გარკვეულ როლს ასრულებს ერთი მხრივ ინფექციური აგენტის (ან შემთხვევაში დიზენტერიული ტოქსინის) მოქმედება ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე, ხოლო მეორე მხრივ მაკროორგანიზმის საპასუხო რეაქცია გამლიზიანებელზე, რაც საბოლოოდ იწვევს ორგანოთა სისტემის ფუნქციისა და ნივთიერებათა ცვლის რთულ მოშლას.

რ. ლიკონმა და ბ. გონკინამ [2] შეისწავლეს აზოტის ცვლა მწვავე დიზენტერიით დაავადებულ 3—12 წლის ასაკის ბავშვებში ცილოვანი, განსაკუთრებით კი ნახშირწყლოვანი დიეტის დროს და დასაწყისში მიიღეს საერთო აზოტის დაქვეითება შარდში.

ლ. შაიერი [3] აღნიშნავს შარდოვანის აზოტის მომატებას შარდში კუჭ-ნაწლავის აშლილობისა და კვების დაქვეითების დროს.

ზ. დინერშტიინმა და რ. დაგადკომ [5] მძიმე ფორმების დიზენტერიის დროს ბავშვებში მიიღეს ნარჩენი აზოტის მომატება და საერთო აზოტის ძლიერ რყევადობა სისხლში.

ვ. ოფიცეროვასა და ა. კაცის [6] გამოკვლევებით, ჩვილ ბავშვებში დიზენტერიის დროს აღინიშნება შარდოვანის აზოტის დაქვეითება შარდში.

მ. მასლოვი [7, 8] ძუძუმწოვართა ასაკის ტოქსიკური დისპეფიისა და დისტროფიის დროს აღნიშნავს შარდოვანის აზოტის დაქვეითებას შარდში.

მ. ნიშტადტმა გამოკვლევის შედეგად ჩვილ ბავშვთა ტოქსიკური დისპეფიისა და დიზენტერიის დროს მიიღო ე. წ. რობინის კოფეციენტის დაქვეითება. აღნიშნულ ცვლილებებს იგი უკავშირებს ღვიძლის ფუნქციის დაქვეითებას შარდოვანის წარმოშობის მხრივ. შარდოვანის აზოტის მკვეთრად დაქვეითებისას განანგრძლივებულ შიშველებში, მას დასაშვებად მიაჩნია ოვიძლის ცხიმოვანი დეგენერაციის არსებობა.

ბავშვებში დიზენტერიის დროს რობინის კოფეციენტის დაქვეითებას აღნიშნავენ აგრეთვე ი. ოსტროვსკაია და ე. იარცევა.

ვ. ოფიცეროვასა და ა. ლოპახას გამოკვლევით დიზენტერიის დასაწყისში აღინიშნება აზოტის მკვეთრად გამოხატული უარყოფითი ბალანსი და დაქვეითებული შარდოვანა. კლინიკური სურათის გამოსწორების პარალელურად უარყოფითი ბალანსი დადებითად იცვლება. ამასთან, ჯერ მაირდება აზოტის გამოყოფა განავლითა და შემდეგ შარდით. მათი აზრით, დიზენტერიის დასაწყისში ცილოვანი ცვლის მოშლის მიზიზი არის ცილების არასაკმარისი რაოდენობით მიღება საკვებთან ერთად; აგრეთვე აზოტის მნიშვნელოვანი რაოდენობით ტაკარგვა განავლით და ღვიძლის ფუნქციის მოშლა.





ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა შარდის საერთო აზოტისა და შარდოვანის აზოტის რაოდენობა ჩვილ ბავშვებში დიზენტერიის დროს დინამიკაში მის კლინიკურ ფორმებთან და კომპლექსურ მკურნალობასთან დაკავშირებით.

დაკვირვებას ვახდენდი დიზენტერიით დაავადებულ 80 ბავშვზე; მათ შორის 3 თვიდან 1 წლამდე ასაკისა იყო 42, ხოლო 1 წლიდან 2,5 წლისა—38 ბავშვი. მწვავე დიზენტერიით დაავადებული იყო 49 ბავშვი, ქრონიკული დიზენტერიით — 31. კლინიკური ფორმების მიხედვით საშუალო ფორმის დიზენტერია აღინიშნებოდა მწვავე დიზენტერიის 33-სა და ქრონიკული დიზენტერიის 13 შემთხვევაში. ტოქსიკურ ფორმებს ადგილი ჰქონდა მწვავე დიზენტერიის 16 შემთხვევაში და ქრონიკული დიზენტერიის 18 შემთხვევაში.

მთელ მასალაზე I ხარისხის დისტროფია აღინიშნებოდა 24 შემთხვევაში, II ხარისხისა—19 და III ხარისხისა—2 შემთხვევაში. ბუნებრივ კვებაზე იმყოფებოდა 41 ბავშვი, ხელოვნურ კვებაზე—19, შერეულზე—20.

მედიკამენტური მკურნალობის ხასიათის მიხედვით მთელი მასალა პირობითად დაყავით ორ ძირითად ჯგუფად:

I ჯგუფის—50 ავადმყოფი, შესაფერი ჩვენების დროს ღებულობდა შემდეგ სამკურნალო საშუალებებს: სინტომიცინს, ლევომიცინტინს; სტრეპტომიცინს; გართულების შემთხვევაში — პენიცილინსა და და სულფამიდურ პრეპარატებს, ავადმყოფები პარალელურად ღებულობდნენ სასტიმულაციო საშუალებებს: პლანშას, ვიტამინებს, ჰემოთერაპიასა და სიმპტომატურ საშუალებებს (რკინის პრეპარატები, ქლორინი კალციუმი, გულის საშუალებანი).

II ჯგუფი—50 ავადმყოფი ღებულობდა კოლომიცინსა და მიცერინს, ზოგი მათგანი სათანადო ჩვენების დროს კომბინირებულად ღებულობდა სტრეპტომიცინს, სინტომიცინს, სულფადიმეზინს. საჭირო შემთხვევებში ავადმყოფებს უკეთდებოდათ პენიცილინი. ამ ჯგუფის ავადმყოფები ღებულობდნენ აგრეთვე ზემოთ ჩამოთვლილი სასტიმულაციო და სიმპტომატურ საშუალებებს; განხატულივებულ შემთხვევებში კი — ჰორმონალურ პრეპარატებსაც (პრედნიზოლონი), მეთიონინსა და გლუტამინის მკვავას.

ანტიბიოტიკებისა და სულფამიდური პრეპარატების დოზირება ხდებოდა ასაკისა და წონის მიხედვით. მეტწილ შემთხვევებში ავადმყოფები ღებულობდნენ დასაღვეად, ხოლო ექსიკოზისა და ტოქსიკოზის დროს მათ უკეთდებოდათ წვეთოვანი ინექცია ვენაში (პლანშა, რინგერის ხსნარი, გლუკოზა, ვიტამინები; სტრეპტომიცინი); შეუზოვარი ღებინების დროს წარმოებდა კუჭის ამორეცხვა ბორჯომის ცივი წყლითა და რინგერის ხსნარით.

ჩვენი გამოკვლევებით, განმრთელ ბავშვებში შარდის საერთო აზოტისა და შარდოვანის აზოტის რაოდენობა იძლევა ასეთ სურათს (იხ. ცხრილი 1):

მწვავე დიზენტერიით დაავადებულ ჩვილ ბავშვებში (I და II ჯგუფის ავადმყოფები) საერთო აზოტის რაოდენობა შარდში დინამიკურად მოცემულია მე-2 ცხრილში (მასალა დამუშავებულია ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდით).

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ორივე ჯგუფის ავადმყოფებში მკურნალობის დასაწყისში საერთო აზოტის რაოდენობა შარდში მომატებულია, რაც უფრო შესამჩნევია ერთი წლიდან 2,5 წლის ბავშვებში. მკურნალობის შუა პერიოდში I ჯგუფის ავადმყოფებში საერთო აზოტის მაჩვენებელი საშუალო ნორმაზე ოდნავ დაბალ დონეზე დგას.

II ჯგუფში საერთო აზოტის მაჩვენებელი ნორმას უბრუნდება 1-დან 2,5 წლის ბავშვებში, ხოლო ნორმის ქვევით ჩამოდის 1 წლამდე ასაკში. მკურნალობის დასასრულს I ჯგუფის ავადმყოფებში საერთო აზოტის მაჩვენებელი მცირდება საწყის დონესთან შედარებით და უახლოვდება ასაკობრივ ნორმას; II ჯგუფში კი ნორმის ფარგლებში თავსდება განსაკუთრებით 1-დან 2,5 წლის ასაკში. კლინიკური ფორმების მიხედვით ორივე ჯგუფის მწვავე



ცხრილი 1

დღე-ღამის შარდში (გრამობით):

დასახელება	3 თვიდან 1 წლამდე			1 წლიდან 2 1/2 წლამდე		
	მინიმ. მაქს.	M ± m	γ	მინიმ. მაქს.	M ± m	γ
საერთო აზოტი	1,60 — —2,50	1,98 ± ±0,124	0,350	1,80— —3,09	2,44 ± ±178	0,471
შარდოვანის აზოტი	0,90— —2,20	1,52 ± ±0,158	0,447	1,70— —2,61	2,07 ± ±0,150	0,117

ცხრილი 2

დასახელება	I ჯგუფი (25 ავადმყოფი)						II ჯგუფი (24 ავადმყოფი)					
	3 თვიდან 1 წლამდე			1 წლიდან 2,5 წლამდე			3 თვიდან 1 წლამდე			1 წლიდან 2,5 წლამდე		
	მკ. წ.	შუაში	შემ.	მკ. წ.	შუაში	შემ.	მკ. წ.	შუაში	შემ.	მკ. წ.	შუაში	შემ.
M	2,88	2,45	2,44	3,17	2,81	2,57	2,07	1,61	1,54	2,79	2,22	2,43
γ	0,15	0,12	0,1	0,24	0,23	0,18	0,15	0,13	0,11	0,21	0,19	0,17
m	0,04	0,03	0,02	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,06	0,05	0,05
t		8,6	8,8		3,9	7,7		9,2	10,6	10,6	7,0	4,6
p		0,001	0,001		0,001	0,006		0,001	0,001		0,006	0,001

ლიზენტერიის მსუბუქი და საშუალო ფორმების დროს აზოტის დინამიკას გამოხატავს მე-3 ცხრილი.

ცხრილი 3

დასახელება	I ჯგუფი (17 ავადმყოფი)			II ჯგუფი (16 ავადმყოფი)		
	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს
M	2,60	2,17	2,08	2,43	1,82	1,70
γ	0,66	0,80	0,59	0,54	0,38	0,50
m	0,16	0,19	0,14	0,13	0,09	0,12
t		1,72	2,17		3,4	3,54
p		0,05	0,02		0,001	0,001

ამრიგად, ორივე ჯგუფის მსუბუქი და საშუალო ფორმების დროს მკურნალობის დაწყებამდე საერთო აზოტის მაჩვენებელი შარდში ნორმის ზემო დონეზე დგას, ხოლო მკურნალობის შუა და ბოლო პერიოდში ნორმის ფარგლებში თავსდება ან ოდნავ ქვემოთ ჩამოდის (II ჯგ.).

ტოქსიკური ფორმების დროს საერთო აზოტის რაოდენობა იცვლება. ამის შესახებ ნათელ წარმოდგენას გვაძლევს მე-4 ცხრილი.

როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, მკურნალობის დასაწყისში საერთო აზოტის რაოდენობა შარდში თვალსაჩინოდ მომატებულია. მკურნალობის შუა პერიოდში I ჯგუფის ავადმყოფებში მისი რაოდენობა მცირდება, მაგრამ ნორმასთან შედარებით მაინც მაღალ დონეზეა. მკურნალობის ბოლოს იგი ნორმაზე ოდნავ ქვემოთ დგას; II ჯგუფის ავადმყოფებში კი მკურნალობის შუა პერიოდშიდანვე საერთო აზოტის რაოდენობა ნორმის ფარგლებშია.

ქრონიკული დიზენტერიის დროს საერთო აზოტის დინამიკაზე წარმოდგენას გვაძლევს მე-5 ცხრილი.



ცხრილი 4

დასახელება	I ჯგუფის (8 ავადმყოფი)			II ჯგუფი (8 ავადმყოფი)		
	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს
M	2,82	2,60	1,90	2,78	1,93	1,91
γ	1,01	0,86	0,80	0,44	0,36	0,38
m	0,035	0,030	0,028	0,15	0,12	0,13
t		0,64	1,3		3,4	3,6
p		0,5	0,2		0,001	0,061

როგორც მე-5 ცხრილიდან ჩანს, ქრონიკული დიზენტერიის დროს მკურნალობის დასაწყისში (ორივე ჯგუფი) საერთო აზოტის რაოდენობა შარდში დაქვეითებულია, რაც უფრო შესამჩნევია I წლამდე ასაკის ბავშვებში. მკურნალობის შუა პერიოდში I ჯგუფის I წლამდე ასაკის ბავშვებში საერთო აზოტი კვლავ დაბალ დონეზე რჩება, ხოლო 1-დან 2,5 წლის ბავშვებში იგი ნორმის ზემო დონეზე ინაცვლებს. მკურნალობის დასასრულს საერთო აზოტი 1 წლამდე ასაკის ბავშვებში (I ჯგუფის) კვლავ დაქვეითებულია, ხოლო 1-დან 2,5 წლის

ცხრილი 5

დასახელება	I ჯგუფი (25 ავადმყოფი)						II ჯგუფი (6 ავადმყოფი)		
	1 თვიდან 1 წლამდე			1 წლიდან 2,5 წლამდე			3 თვიდან 1 წლამდე		
	მკურნ. წინ	შუაში	შემდეგ	მკურნ. წინ	შუაში	შემდეგ	მკურნ. წინ	შუაში	შემდეგ
M	1,39	1,08	1,15	2,53	2,15	2,07	1,68	1,39	1,41
γ	0,10	0,09	0,08	0,19	0,18	0,14	0,12	0,12	0,10
m	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
t		8,66	6,7		6,0	7,2		5,8	5,4
p		0,001	0,001		0,001	0,001		0,001	0,001

ასაკში — ნორმის ფარგლებშია. II ჯგუფის ავადმყოფებში მკურნალობის შუა და ბოლო პერიოდში საერთო აზოტის რაოდენობა შარდში კიდევ უფრო ქვეითდება. რაც შეეხება საერთო აზოტის რაოდენობის ცვალებადობას ქრონიკული დიზენტერიის კლინიკური ფორმების მიხედვით (იხ. ცხრილი 6).

ქრონიკული დიზენტერიის სეფსისური ან სეფსისურ-ტოქსიკური ფორმების დროს საერთო აზოტის დინამიკა მოცემულია მე-7 ცხრილში.

ამრიგად, როგორც მე-7 ცხრილიდან ჩანს, საერთო აზოტის რაოდენობა შარდში ქრონიკული დიზენტერიის სეფსისური ფორმების დროს მკურნალობის წინ დაქვეითებულია, ხოლო მკურნალობის შემდგომ პერიოდში იგი კიდევ უფრო ქვეითდება.

თუ შევაჯამებთ ჩვენ მიერ მიღებულ შედეგებს, შეიძლება აღინიშნოს, რომ საერთო აზოტის გამოყოფა შარდში მწვავე დიზენტერიის დროს მკურნალობის წინ მომატებულია; მკურნალობის შემდეგ კი იგი თანდათან მცირდება და უახლოვდება ასაკობრივ ნორმას, განსაკუთრებით 1-დან 2,5-მდე წლის ასაკის ავადმყოფებში. ამასთან, საერთო აზოტის რაოდენობის მომატება უფრო მკვეთრად და გამოხატული ტოქსიკური ფორმების დროს, ვიდრე მსუბუქი და საშუალო ფორმების დროს.

მკურნალობის შედეგად საერთო აზოტის მაჩვენებელი შარდში ადრე უბრუნდება ნორმას მსუბუქი და საშუალო ფორმების დროს (ორივე ჯგუფის

## ცხრილი 6

## ცხრილი 7

## მსუბუქი და საშუალო ფორმა

დასახე- ლება	I ჯგუფი (13 ავადმყოფი)		
	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს
M	2,62	2,23	2,10
γ	0,60	0,54	0,44
m	0,016	0,015	0,013
t		8,7	8,8
p		0,001	0,001

შენიშვნა: II ჯგუფის ქრონიკული ფორმა ყველა სეფსისურია. ამრიგად, როგორც მე-6 ცხრილიდან ჩანს, ქრონიკული ფორმების მსუბუქი და საშუალო ფორმების დროს (I ჯგუფში) მკურნალობის დასაწყისში საერთო აზოტის რაოდენობა შარდში მომატებულია, ხოლო შემდგომ პერიოდში — ნორმის ფარგლებში.

დასახელება	I ჯგუფის (12 ავად- მყოფი)			II ჯგუფი (6 ავად- მყოფი)		
	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბო- ლოს	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბო- ლოს
M	1,78	1,56	1,57	1,68	1,39	1,41
γ	0,70	0,66	0,64	0,12	0,12	0,10
m	0,20	0,19	0,18	0,04	0,03	0,03
t		0,85	0,85		5,8	5,4
p		0,2	0,02		0,001	0,001

ავადმყოფებში). ტოქსიკურ შემთხვევებში საერთო აზოტის მაჩვენებელი ნორმას შედარებით ადრე უბრუნდება II ჯგუფის ავადმყოფებში.

ქრონიკული დიზენტერიის დროს მკურნალობის წინ საერთო აზოტის რაოდენობა შარდში დაქვეითებულია. ამასთან, საერთო აზოტის დაქვეითება მით უფრო მკვეთრად გამოხატული, რაც უფრო მცირე ასაკისაა ბავშვი და მკურნალობის შედეგიც საერთო აზოტის რაოდენობის გამოსწორების მხრივ ამ ასაკის ბავშვებს უფრო ნაკლებად ემჩნევათ, ვიდრე 1—2,5 წლის ბავშვებს. ქრონიკული დიზენტერიის მსუბუქი და საშუალო ფორმების დროს საერთო აზოტის რაოდენობა შარდში მომატებულია, ხოლო სეფსისურის დროს დაქვეითებულია. მკურნალობის შედეგად პირველ პერიოდში საერთო აზოტი ნორმას უბრუნდება, ხოლო სეფსისურ შემთხვევებში საერთო აზოტის გამოყოფა კიდევ უფრო მცირდება.

შარდოვანის აზოტის დინამიკაზე ჩვილ ბავშვთა მწვავე დიზენტერიის დროს ნათელ წარმოდგენას იძლევა მე-8 ცხრილი.

მე-8 ცხრილიდან ჩანს, რომ მკურნალობის წინ ორივე ჯგუფში შარდოვანის აზოტი შარდში დაქვეითებულია. მკურნალობის შუა პერიოდში კვლავ დაქვეითებული რჩება I ჯგუფის ავადმყოფებში, ხოლო ნორმას უახლოვდება II ჯგუფის ავადმყოფებში; მკურნალობის ბოლოს კი ორივე ჯგუფში შარდოვანის აზოტის ნორმის ფარგლებში მერყეობს. ამასთან ნორმალური მაჩვენებელი უფრო მეტად ემჩნევა 1-დან 2,5 წლის ბავშვებს, ვიდრე 1 წლამდე ასაკის ბავშვებს.

კლინიკური ფორმების მიხედვით დიზენტერიის მსუბუქი და საშუალო ფორმების დროს ორივე ჯგუფის მწვავე შარდოვანის დროს აზოტის რაოდენობა შარდში შემდეგნაირად ცვალებადობს (იხ. ცხრილი 9).

როგორც მე-9 ცხრილიდან ჩანს, მწვავე დიზენტერიის მსუბუქი და საშუალო ფორმის დროს ორივე ჯგუფში მკურნალობის წინ შარდოვანის აზოტი შარდში დაქვეითებულია. მკურნალობის შუა პერიოდიდან იწყებს იგი მატებას, მაგრამ დასასრულისათვის საშუალო ნორმის დონეს მაინც ვერ აღწევს და ნორმის ქვედა დონეზე დგება. ტოქსიკური ფორმების დროს ორივე ჯგუფში შარდოვანის აზოტი შარდში მკვეთრად დაქვეითებულია; მკურნალობის შედეგად კი ნორმას უახლოვდება.

ტოქსიკური ფორმების დროს შარდოვანის აზოტის რაოდენობის ცვალებადობას ადასტურებს მე-10 ცხრილის მონაცემები.

დასახელება	I ჯგუფი (25 ავადმყოფი)						II ჯგუფი (24 ავადმყოფი)					
	3 თვიდან 1 წლამდე		1-დან 2,5 წლამდე				3 თვიდან 1 წლამდე		1-დან 2,5 წლამდე			
	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს
M	0,83	0,84	1,08	1,5	1,66	2,01	0,91	1,09	1,23	1,58	1,73	1,94
Y	0,06	0,07	0,07	0,11	0,14	0,14	0,07	0,09	0,09	0,12	0,14	0,13
m	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
t		0,40	9,3		3,8	10,2		6,4	11,4		3,0	6,4
p		0,5	0,001		0,001	0,001		0,001	0,001		0,02	0,001

ცხრილი 9

დასახელება	I ჯგუფი (17 ავადმყოფი)			II ჯგუფი (8 ავადმყოფი)		
	მსუბუქი და საშ. ფორმა			მსუბუქი და საშ. ფორმა		
	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს
M	1,29	1,40	1,66	1,16	1,34	1,49
Y	0,66	0,60	0,61	0,40	0,38	0,41
m	0,152	0,145	0,149	0,10	0,085	0,105
t		0,55	1,8		1,33	2,27
p		0,5	0,05		0,2	0,02

ქრონიკული დიზენტერიის დროს შარდოვანის აზოტი დინამიკურად შემდგენიარად მერყეობს (იხ. ცხრილი 11):

ცხრილი 10

დასახელება	I ჯგუფი (8 ავადმყოფი)			II ჯგუფი (8 ავადმყოფი)		
	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს
M	0,94	1,12	1,36	0,78	0,98	1,11
Y	0,33	0,42	0,57	0,37	0,32	0,30
m	0,11	0,14	0,20	0,30	0,114	0,106
t		1,0	1,9		1,18	2,2
p		0,2	0,05		0,2	0,05

ქრონიკული დიზენტერიის დროს მკურნალობის წინ შარდოვანის აზოტი შარდში დაქვეითებულია. მკურნალობის შემდეგ იგი მატულობს საწყის დონესთან შედარებით, მაგრამ მაინც ნორმის ქვემოთ დგება (განსაკუთრებით ერთ წლამდე ასაკის ბავშვებში). კლინიკური ფორმების მიხედვით შარდოვანის აზოტი ქრონიკული დიზენტერიის დროს მერყეობს შემდგენიარად (იხ. მე-12 ცხრილი).

როგორც მე-12 ცხრილიდან ჩანს, მსუბუქი და საშუალო ფორმების დროს შარდოვანის აზოტი შარდში მკურნალობის წინ დაქვეითებულია. მკურნალობის შემდეგ თანდათან იწყებს მატებას და ბოლოს ნორმის ფარგლებშია. სეფსისური ფორმების დროს დასაწყისში შარდოვანის აზოტი მკვეთრად დაქვეითებულია. მკურნალობის ბოლოს I ჯგუფის ავადმყოფებში იგი ნორმას უახლოვდება, ხოლო II ჯგუფში—კვლავ ნორმის ქვედა დონეზე რჩება (თუმცა მატულობს საწყის დონესთან შედარებით).

ამრიგად, როგორც მწვავე, ისე ქრონიკული დიზენტერიის დროს მკურნალობის წინ შარდოვანის აზოტი შარდში დაქვეითებულია, ეს უფრო მკვიდრად



დასახელება	I ჯგუფი (25 ავადმყოფი)						II ჯგუფი (6 ავადმყოფი)		
	3 თვიდან 1 წლამდე			1 წლიდან 5.5 წლამდე			3 თვიდან 1 წლამდე		
	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს
M	1,64	0,81	0,95	1,2	1,44	1,74	0,48	0,91	1,09
γ	0,05	0,07	0,07	0,09	0,12	0,12	0,04	0,08	0,08
m	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,01	0,02	0,02
t		7,2	14,0		6,7	6,8		19,5	21,9
p		0,001	0,001		0,001	0,001		0,001	0,001

დაა გამოხატული ტოქსიკურ და სეფსისურ შემთხვევებში. მკურნალობის შედეგად შარდოვანის აზოტის გამოყოფა თანდათან მატულობს.

მწვავე დიზენტერიის დროს, მკურნალობის წინ საერთო აზოტის მეტი რაოდენობით გამოყოფა შარდში (საშუალო ნორმებთან შედარებით) და შარდოვანის აზოტის დაქვეითება შესაძლებელია ავხსნათ მაღალი ტემპერატურით, რაც გამოწვეულია მთელი რიგი პათოლოგიური ძვრებით (განსაკუთრებით ტოქსიკური ფორმების დროს), კერძოდ ინფექციური აგენტის მოქმედებითა და მაკ-

დასახელება	I ჯგუფი (13 ავადმყოფი)						II ჯგუფი (6 ავადმყოფი)		
	მსუბუქი და საშ. ფორ.			სუფსისური (12 ავადმე.)			სეფსისური (6 ავადმე.)		
	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს	მკურნ. წინ	შუაში	მკურნ. ბოლოს
M	1,17	1,43	1,80	0,86	1,09	1,34	0,48	0,91	1,09
γ	0,50	0,56	0,38	0,25	0,40	0,52	0,04	0,08	0,08
m	0,13	0,15	0,105	0,072	0,110	0,50	0,01	0,02	0,02
t		1,52	3,6		1,77	3,0		19,5	21,9
p		0,1	0,001		0,1	0,001		0,001	0,001

როორგანიზმის საპასუხია რეაქციით, რაც გამოხატულია ცენტრალური ნერული სისტემის მარეგულირებელი მოქმედების მოშლით ნივთიერებათა ცვლაზე, ღვიძლის გულ-სისხლძარღვოვან სისტემასა და ორგანოთა ფუნქციაზე. ეს ნაწილობრივ აიხსნება ამ დროს არსებული ცილების გაძლიერებული დაშლით, კომპენსაციის უნარით (რათა ორგანიზმიდან გამოიყოს შხამიანი ნივთიერებები), აგრეთვე ღვიძლის ფუნქციის მოშლით ბარიერული ფუნქციისა და ცილების სინთეზის უნარის დაქვეითების მხრივ. მრავალი მკვლევარი ასეთივე ხასიათის მიზეზებით ხსნის აზოტის ცვლის ზოგიერთი პროდუქტის (საერთო აზოტი, შარდოვანა) პათოლოგიურ ძვრებს დიზენტერიის დროს.

საერთო აზოტის მომატება ჩვენს შემთხვევებში შეიძლება ნაწილობრივ აიხსნას ინტოქსიკაციისა და ზოგადი დისტროფიული მდგომარეობით გამოწვეული ცილების გაძლიერებულად დაშლით. უკანასკნელს შეიძლება ხელს უწყობდეს დასაწყისში არსებული დროებითი შიმშილი (უმადობისა და ცილოვანი საკვების ნაკლებად მიღების გამო), როდესაც ორგანიზმი იწყებს საკუთარი ცილების ხარჯვას. მძიმედ მიმდინარე და განხარკოლივებულ დიზენტერიას მოსდევს აგრეთვე ღვიძლის ფუნქციის მოშლა ან დაზიანება და შესაფერი ბიოქიმიური გამოვლინება, კერძოდ შარდოვანის აზოტის დაქვეითება.

კომპლექსური მკურნალობის შედეგად, როცა ავადმყოფის მდგომარეობა თანდათან გამოსწორდა, ტემპერატურა ნორმაზე დავიდა, გაქრა ექსიკოზის მოვლენები, მოემატა შავი, სრულიად გაქრა ანთებადი მოვლენები ფილტვებში,





გამოსწორდა მოვლენები გულ-სისხლძარღვოვანი სისტემისა და პერიფერიული სისხლის სურათის მხრივ, აგრეთვე კუჭ-ნაწლავის სისტემის ფუნქცია, ამის გამო საერთო აზოტის გამოყოფა შარდში მცირდება, ხოლო შარდოვანის აზოტის რაოდენობა მატულობს, თუმცა ტოქსიკურ და ვანსაკუთრებით სეფსიურ შემთხვევაში ნორმას მაინც ვერ აღწევს, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ღვიძლის ფუნქციის სრული აღდგენა მაინც არ ხდება.

თბილისის ბავშვთა პირველი გაერთიანებული

საავადმყოფო

(რედაქციას მოუვიდა 24.9.1965)

БИОХИМИЯ

В. М. КОРИДЗЕ

## ИЗМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОБЩЕГО АЗОТА И МОЧЕВИНЫ ПРИ ДИЗЕНТЕРИИ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Резюме

Материал охватывает 80 больных острой (49) и хронической (31 случай) дизентерией. По возрасту больные распределяются следующим образом: от 3 месяцев до 1 года — 42, от 1 года до 2,5—38 случаев.

У детей раннего возраста количество общего азота в моче при средних формах острой и хронической дизентерии до лечения стоит на верхней границе нормы, при токсических формах резко повышено, а при септических находится на нижней границе нормы.

В моче азот мочевины до лечения при септических формах понижен, особенно в случаях, сопровождающихся токсическими явлениями и дистрофией. В результате проведенного комплексного лечения количество общего азота и азота мочевины выравнивается и приближается к норме.

Нормализация биохимических показателей предшествует выравниванию клинической картины болезни.

Определение количества общего азота и мочевины в моче может быть использовано для прогноза заболевания.

При тяжелых (токсических, септических, с глубокой дистрофией) формах дизентерии необходимо определенное внимание врача и после выписки из стационара с целью наблюдения за нормализацией функции печени.

დაბოვებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Н. Сперанский. Дизентерия у детей раннего возраста. В сб.: «Вопросы профилактики и лечения дизентерии», М., 1952, 183-193.
2. Р. Е. Ликсон, Б. А. Гонкина. Азотистый обмен у детей, больных фолитом-дизентерией, и при углеводной и белковой диете. Казанск. мед. журн., 4, 1938.
3. Л. Ф. Мейер. Болезни грудного возраста... Киев, 1926.
4. З. М. Динчштейн. Вопросы обмена... Педиатрия, 10, 1937.
5. Р. П. Дагадыко. Гликемическая и азотемическая кривые у дизентерийных больных. Педиатрия, 10, 1937, 3—10.
6. В. Н. Офицорова, Р. А. Кац. Азотистый обмен при дизентерии у детей раннего возраста. Вопросы педиатрии и охраны материнства и детства, 19, 2, 1951.
7. М. С. Маслов. Патогенез токсических, септических и дистрофических состояний у детей. Труды 6-го Всесоюзного съезда детских врачей. М., 1948, 37—47.
8. М. С. Маслов. Патогенез и лечение токсической диспепсии. Л., 1955.

ლ. ჟღენტი

ზირაგზანის 1964 წლის კლდეზვავის შესწავლის საპრობლემისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ალ. ჯავახიშვილმა 17.4.1965)

საინჟინერო ნაგებობის პროექტირებისა და განხორციელებისას მთიან რაიონებში საინჟინერო-გეოლოგიური კვლევის განუყოფელ ნაწილს წარმოადგენს მა თუ იმ რაიონის გეოლოგიური პროცესებს შესწავლა.

ეს საკითხი განსაკუთრებულ ყურადღებას მოითხოვს რაიონებში, რომლებიც გამოირჩევიან მაღალი სეისმური ბალიანობითა და ეპიზოდურად ხასიათდებიან დიდი სიმძლავრის კლდეზვავებით.

გრაფიტაციული დენუდაციის ერთ-ერთი სახე, კლდეზვავი, არის მთის ქანების სწრაფი გადაადგილება (ჩამოზვავება, ჩამოქცევა, მოწყვეტა) ეროზიის ბაზისისაკენ საკუთარი წონის გავლენით. ამასთან, მის ხელშემწყობ პირობად უნდა ჩაითვალოს ატმოსფერული აგენტების, გამოფიტვისა და ტექტონიკური მოვლენების მოქმედება.

ფერდობის დიდი მასივების მოწყვეტა ზოგჯერ იწვევს მდინარის ხეობის ჩახერგვას და ტბების შექმნას. თითოეული ასეთი ახალი ტბის შექმნა ყურადღებით შესწავლას მოითხოვს. ამიტომ ამ საკითხს დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა ენიჭება. ლიტერატურაში ცნობილია, თუ რა დიდი მსხვერპლისა და მატერიალური ზარალის მიყენება შეუძლია ასეთი ჯებირის გარღვევას.

ამ ტიპისა იყო 1964 წლის გაზაფხულზე ტაჯიკეთის სსრ პენჯიკენტის რაიონში წარმოქმნილი კლდეზვავი. წინამდებარე შრომაში მიზნად დავისახეთ კლდეზვავის გამომწვევი მიზეზების შესწავლა.

1964 წლის 24 აპრილს 10 ს. 30 წ-ზე მოსკოვის დროით ტაჯიკეთის სსრ პენჯიკენტის რაიონში, მდინარე ზერაგზანისა და ფანდარიას შერთვის ადგილას, ყიშლაყ აინიდან ერთი კილომეტრის დაშორებით, დარი-ბარზის მთის ფერდობი ჩამოიქცა.

პირველ ჩამონგრევას, 2-3 წუთის შემდეგ ზედიზედ მოჰყვა მეორე და მესამე.

ქანები ჩამოწვა და მდინარის კალაპოტი გადაკეტა. წარმოიშვა ბუნებრივი კაშხალი. ჩამოწოლილი შვავის სიგრძე 630 მ აღწევდა. შვავის უმაღლესი წერტილი 150 მეტრით იყო დაშორებული მდინარის გადაკეტილი კალაპოტიდან.



ჩანახერგის სივანე მდინარის ყოფილი კალაპოტის გასწვრივ 1000 მეტრზე წევდა, ხოლო წყალსაგდები არხის ღერძის გასწვრივ—460 მ-ს. ჩანახერგის საერთო ფართობი 435 000 კვ მ შეადგენს. მას ჰქონდა ელიპსის ფორმა, რომლის დიდი ღერძი მდინარის გასწვრივ იყო მიმართული.

შვავის ზედაპირის ქანობები მიმართული იყო მარჯვენა ნაპირისა და ზედა და ქვედა ბიეფებისაკენ; ყველაზე ციცაბო აღმოჩნდა ზედა და ქვედა ბიეფების ქანობი (1:3), რომელიც მდინარის კალაპოტის გასწვრივ მიემართებოდა.

უფრო მცირე დახრილობა (1:5) ჰქონდა ზედა და ქვედა ბიეფების ქანობს, რომელიც მარჯვენა ნაპირის ტერასებისაკენ იყო მიმართული. ყველაზე ნაკლები დახრილობისა (1:5,5) იყო ქანობი თხების გასწვრივ, ღერძის მიმართულებით (მარჯვენა ნაპირისაკენ).

შვავის მოცულობა, გაანგარიშების თანახმად, 20 მლნ მ<sup>3</sup> შეადგენს. ზუსტად გამოთვლა შეუძლებელი გახდა, ვინაიდან ჩახერგვის ქვეშ მოქცეული მიწის ზედაპირის სურათის აღდგენა 1:25000 მასშტაბის რუკით წარმოებდა.

ჩანახერგი შეიცავს ფიქლების წვრილ ნამსხვრევებს, ქვიშასა და კირქვებს, რომლებიც არეულია ქვიშნარ და თიხნარ მასალაში.

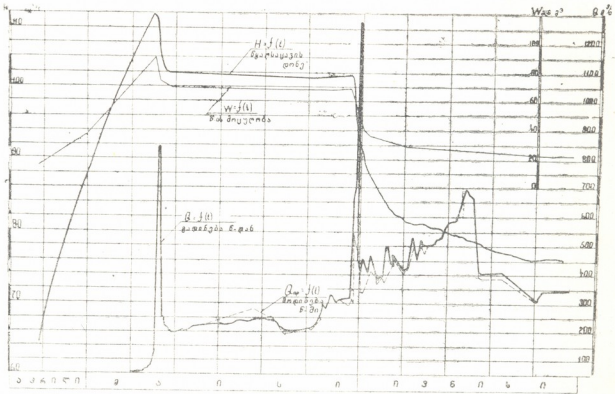
ხშირად ვხვდებით ძირითადი ქანების ლოდებს, რომელთა განივკვეთი რამდენიმე ათეულ მეტრს აღწევს.

შვავის ზედა ნაწილისა და ჩამოქცევის ცირკს შორის წარმოიშვა პატარა ტბა, რომელიც თავის წყლის მარაგს გამონაყოფი გრუნტის წყლებით ივსებს. ამ პატარა ტბის ჩამონადენი შვავის ქვემო ფერდობით მდინარის ტალვევისაკენ ეშვება. შვავს ქვემოთ მდინარე სრულიად დაწყდა. შემჩნეული არ იყო აგრეთვე წყლის რაიმე უონვა კაშხლის ტანში. დაიწყო წარმოქმნილი ჩახერგილი ტბის შევსება.

ზერავშანისა და ფანდარიას ჯამური ჩამონადენი იმ დროს 60—70 მ<sup>3</sup>/სეკ შეადგენდა და ყოველდღე იზრდებოდა, ხოლო ჩახერგილი ტბის მოცულობა 150 მლნ მ<sup>3</sup> აღწევდა (ნახ. 1). შეიქმნა ტბის სწრაფი შევსებისა და ბუნებრივი კაშხლის გარღვევის საშიშროება, რაც გამოიწვევდა კატასტროფულ წყალმოვარდნას მდ. ზერავშანის ქვემო წელში, ეს კი დიდ მატერიალურ ზარალს მიყენებდა სახალხო მეურნეობას.

ჩამოქცევის შესახებ პირველი ცნობების მიღებისთანავე უზბეკეთისა და ტაჯიკეთის სსრ მინისტრთა საბჭოებმა შექმნეს შვავის ჩამოქცევის შედეგების სალიკვიდაციო სახელმწიფო კომისიები. მობილიზირებულ იქნა ადგილობრივი მოსახლეობა და შვავის მახლობელ რაიონებში არსებული ტექნიკური საშუალებები. მიიღეს გადაწყვეტილება სასწრაფოდ გაეთხარათ წყალსაშვები არხი დაგროვილი წყლის მდინარის ქვედა ბიეფში გადასაგდებად. 24 აპრილს დაიწყო წყალსაშვის მშენებლობა. მოგვიანებით გამოირკვა, რომ თავდაპირველად არჩეული წყალსაშვის ტრასა ნაკლებად ეფექტური იყო. გარემოების დასახუტებლად გეოდეზისტებმა და ტოპოგრაფებმა მოახდინეს ჩანახერგის ტანის აგეგმვა. გეოლოგებმა და გეოფიზიკოსებმა გამოიკვლიეს მის ქვეშ მოქცეული მი-

წის ქერქის სტრუქტურა. ჰიდროლოგებმა და ჰიდროტექნიკოსებმა დააზუსტეს წარმოქმნილი ჩანჩერგილი ტბის მოცულობა, შეადგინეს მისი შევსების პროგნოზი და დაადგინეს წყლის ის მაქსიმალური შესაძლო ხარჯები, რომლებსაც ადგილი ექნებოდათ ჩანჩერგის გარღვევის შემთხვევაში.



ნახ. 1

27 აპრილს საწყის ტრასაზე ააფეთქეს 66.7 ტ ფეთქებადი ნივთიერება (ნახ. 2). 28 აპრილს ჰიდროტექნიკოსებისა და ჰიდროლოგების დიდმა ჯგუფმა, შვავის დაწვრილებით გამოკვლევის საფუძველზე მუშაობის მოცულობის გაანგარიშებისა და არსებული ვითარების მხედველობაში მიღების შედეგად, დასახა წყალსავადები არხის არსებული პირობებისათვის ყველაზე ხელსაყრელი ტრასა.

სპეციალისტების ჯგუფის წინადადება განიხილეს და მოიწონეს უზბეკეთისა და ტაჯიკეთის სსრ სახელმწიფო კომისიების ერთობლივ სხდომაზე. ამ დღესვე დაიწყო მუშაობა არხის ახალ ტრასაზე. მიღებული ზომების შედეგად, მოსახლეობისა და სამხედრო ნაწილების მონაწილეობით, უმოკლეს ვადაში გაიჭრა 1000 მ სიგრძის წყალსავადები არხი.

6 მაისს არხმა გაატარა წყლის პირველი კუბომეტრები. 8 მაისს წყლის ჰორიზონტმა ტბაში უმაღლეს დონეს მიაღწია. ტბაში დაგროვდა 88 მლნ მ<sup>3</sup> წყალი.

ამ მომენტიდან დაიწყო წყალსაშვები არხის ფსკერის ინტენსიური გამოკვება. წყლის ხარჯმა იმატა და დაიწყო ჰორიზონტის დაწევა.

წყლის ჰორიზონტი და მოცულობა ინტენსიურად იკლებდა 8—9 მაისს და 31 მაისიდან 3 ივნისამდე. ამ პერიოდებში ტბაში წყლის ჰორიზონტმა დაიწია, შესაბამისად, 8 და 17,5 მ-ით, ხოლო მოცულობა შემცირდა 20 და 35 მლნ მ<sup>3</sup>-ით. წყალსაშვებ არხში წყლის ხარჯმა მაქსიმუმს მიაღწია 9 მაისს (780 მ<sup>3</sup>/სეკ)



და 31 მაისს (1187 მ<sup>3</sup>/სეკ). 8 მაისიდან 24 ივნისამდე ტბის ჰორიზონტმა დაწინააღმართა 24 მ-ით, ხოლო წყლის მოცულობა ტბაში შემცირდა 66 მლნ მ<sup>3</sup>. ამრიგად, 24 ივნისისათვის ტბის ჰორიზონტის ნიშნული იყო 76 მ, ხოლო მოცულობა 22 მლნ მ<sup>3</sup>. დარჩენილი წყლის მოცულობა უკვე არაერთაბარ საშიშროებას აღარ წარმოადგენდა. 20—24 ივნისს წყლის ჰორიზონტი და მოცულობა სტაბილური გახდა.



ნახ. 2

1964 წლის 12 ივნისს ამ რაიონში ჩამოიქცა მეორე მცირე ზეავი. ჩამოქცევის ცირკის ჩრდილო ფერდობს მოწყდა მასა, რომლის მოცულობა დაახლოებით 600 ათას კუბ. მ შეადგენს. ახალი კლდეზეავის ნაწილი გავრცელდა ზედა ბიეფში მდ. ზერავშანის მარცხენა ნაპირის ძირითადი ფერდის მიმართულებით. დანარჩენი მასა მიემართა ჩანახერგისაკენ და ამოავსო დადაბლება ხეობის ფერდსა და შვავის მწვერვალს შორის. დამარხა ტბა და გაიჭრა მდინარის კალაპოტში წყალსაშვები არხის დასასრულის პირდაპირ.

ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებისა და ქანების ჩამოხერგვის მიზეზის გარკვევის მიზნით ზეავის რაიონში შესრულდა სამუშაოთა მთელი კომპლექსი. პალეოზოოური ცოკოლის კონფიგურაციის დაზუსტებისა და მეოთხეული ნალექების სხვადასხვა ტიპების სიმძლავრის განსაზღვრისათვის წყალსაგდები არხის ტრასის გასწვრივ ჩატარდა გეოლოგიური გამოკვლევები.

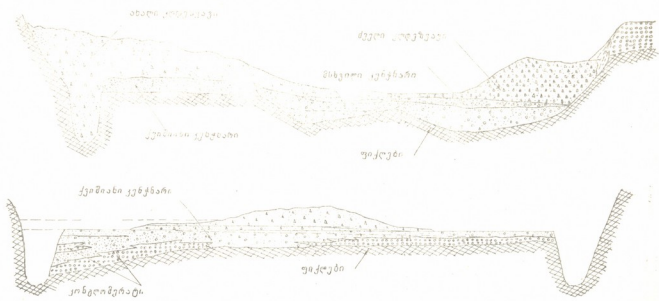
ჩამოხერგვის რაიონში გაშიშვლებულია კარბონულის, ქვედა სილურულისა და მეოთხეული ნალექი ქანები. სილურული წარმოდგენილია ქვიშაქვებით და ალევროლიტებით თიხოვანი და ნახშირ-თიხოვანი ფიქლებრივი შრეებით (ლანდოვერული, ქვემო ვენლოკური), თიხოვანი, ნახშირ-თიხოვანი და კაეოვანი ფიქლებით (ზემო ვენლოკური — ზემო ლუდლოვეური).



ქვემო კარბონი წარმოდგენილია თხელშრებრივი მერგელოვანი მანგანუმისანი კირქვებით, თიხოვანი და ნახშირ-თიხოვანი კაყოვანი პირიტიზირებული მანგანუმისანი ფიქლებით.

მეოთხეული წარმონაქმნები ჩანახერგის რაიონში წარმოდგენილია სხვადასხვა ასაკის ალუვიური, პრაალუვიური, გრავიტაციული, დელუვიური და ალუვიურ-პროლუვიური ნაფენებით.

გეოლოგიური აღნაგობის, გეომორფოლოგიისა და ვერტიკალური ელექტრული ზონდირების (ვეზ) მონაცემების ანალიზის შედეგად შესაძლებელი გახდა დადგინდეს რაიონში მდ. ზერავშანის უძველესი (ზედამეოთხეული) დამარხული ჭალა (ნახ. 3), რომლის ტალღევი უნდა ყოფილყო გადამგდები არხის ჩრდილოეთით. ძველი ჭალა თანამედროვე კალაპოტისაგან გამოყოფილია წყალგამყოფი ცოკოლით. იგი წარმოადგენს ზედა მეოთხეული ასაკის ტერასას, რომელიც აგებულია ქვიშაქვების მასალით, პოლიმიქტური ქვიშებით და სილურული ასაკის ქლოროვან-სერიციტული ფიქლებით.



ნახ. 3

ეს წყალგამყოფი ცოკოლი ერთსა და იმავე დროს არის მდ. ზერავშანის ზედა მეოთხეული ჭალის მარცხენა ფერდობი და თანამედროვე კანიონის მარცხენა ფერდობი. ამ უძველესი კალაპოტის სიღრმე ზემომეოთხეული ტერასის ზედაპირიდან, რომელზედაც წყალსაგდები არხია გაყვანილი, ვეზ-ის მონაცემებისა და ვიზუალური დაკვირვების მიხედვით, დაახლოებით 30—50 მ შეადგენს.

ჰიდროგეოლოგიური პირობების მხრივ ყიშლაყ აინის რაიონში მდ. ზერავშანის ჭალა ნაკლებად დაწყლოვანებულია. ციცაბკალთიანი რელიეფი, მდინა-

რე ზერავშანის ღრმად ჩაჭრილი კანიონი, რომელიც მიწისქვეშა წყლების მთავარი წყალშემკრებია, და ატმოსფერული ნალექების სიმცირე ჰქმნის არახელსაყრელ პირობებს მიწისქვეშა წყლების მარაგის წარმოსაქმნელად.

ციცაბო რელიეფი და ტენიანობის დიდი დეფიციტი განაპირობებს მოსული ატმოსფერული ნალექების ხარჯვას ზედაპირული ჩამონადენის ფორმირებაზე და აორთქლებაზე.

ნალექების მცირე რაოდენობა ხმარდება ნაპრალოვანი და ნაპრალოვან-ძარღვოვანი წყლების წარმოქმნას ძირითად ქანებში.

ამ უკანასკნელთ ლოკალური გავრცელება აქვთ და ეთანაბრებიან რეგიონულ ნაპრალოვნებას, ან უფრო ხშირად, ქანების დაქუცმაცებულ ზონებს, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან რღვევებთან და მათთან დაკავშირებულ ნაპრალებთან.

ჩამოხერგვის რაიონში მიწისქვეშა წყლების გამოსავლები, წყაროების სახით, გვხვდება მხოლოდ მდ. ზერავშანის მარცხენა ნაპირის ფერდობზე, მოწყვეტის ცირკის ზედა ნაწილში. წყაროების დებიტი ცვალებადობას განიცდის ტემპერატურის დღე-ღამური მერყეობის მიხედვით, რაც ადასტურებს საზრდოობის არის სიახლოვეს.

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, ზერავშანის კლდეზვავის გამომწვევი მიზეზების ფორმულირება შემდეგნაირად შეიძლება:

ჩამონგრევის რაიონში ქანები დანაოჭებული და დარღვეულია. ეს ხელს უწყობდა ინტენსიურ ბუნებრივ ეროზიას. უკანასკნელს კიდევ უფრო აძლიერებდა ტემპერატურის მკვეთრი ცვალებადობა — არა მარტო სეზონური, არამედ სადღეღამისოც.

ატმოსფერული ნალექები ჟონავდა გრუნტში, გროვდებოდა ფხვიერ მასალაში და დაშლილ ძირითად ქანებში. ეს იწვევდა მათ დამძიმებას და ასუსტებდა მათს მდგრადობას. ჟანგბადით მდიდარი წყლის მუდმივი მოდინება იწვევდა ჟანგვის პროცესებს. ჟანგვისას წარმოქმნილი მჟავები შლიდნენ თიხოვან და კარბონატულ მინერალებს, რითაც იწვევდნენ ძირითადი ქანების მონოლითურობის რღვევას. 1936 წელს მდ. ზერავშანის მარჯვენა ნაპირის გასწვრივ გაიყვანეს ავტომაგისტრალი ღუშამბე—სამარყანდი. იგი შეიჭრა მთის ფერდოში, რამაც გამოიწვია 5—6 მ-ის სიმაღლის ღარტაფის წარმოქმნა.

1960—1961 წლებში მაგისტრალის გაფართოების სამუშაოების ჩატარებისას ღარტაფის სიმაღლემ 15—20 მ მიაღწია. მის ქვემოთ დაიწყო წყაროების გამოჟონვა. 1961 წლის ზაფხულში ღარტაფის ქვემო ნაწილი მოწყდა და ავტომაგისტრალი ჩახერგა. მაშინვე, მთის ფერდობზე, მოწყვეტის თანამედროვე ცირკის საზღვარზე წარმოიქმნა 1,5—2,0 მ-ის სიგანის ნაპრალი.

24 აპრილს 15 წუთით ადრე ქანების ჩამოშლამდე, სამარყანდის სეისმურ სადგურში რეგისტრირებულ იქნა 4 ბალის სიმძლავრის მიწისძვრა; გამორიცხული არაა იმის შესაძლებლობა, რომ ქანების გადაადგილება მიწისძვრამ გამოიწვია.

ზერავშანის ტბა ახლა არავითარ საფრთხეს აღარ წარმოადგენს სახალხო მეურნეობისათვის. პირიქით, ბუნებრივი კაშხლის შესწავლა გრძელდება იმ მიზნით, რომ ტბის დონემ მომავალში კვლავ აიწიოს და მისი მოცულობა გამოყენებულ იქნეს ირიგაციის საჭიროებისათვის.

საქართველოს ენერგეტიკის ინსტიტუტი

ა. დიდებულის სახელობისა

(რედაქციას ნოუვიდა 17.4.1964)

## ГЕОГРАФИЯ

А. Н. ЖЕНТИ

### К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕРАВШАНСКОГО ЗАВАЛА 1964 г.

Резюме

В молодых складчатых системах часто встречаются завалы, один из видов гравитационной денудации, создающие естественные плотинные водоемы значительной емкости.

Определение прочности и стойкости таких естественных плотин имеет большое теоретическое и практическое значение, так как в случае прорыва плотины накопленная вода быстро спускается в ущелье, вызывая катастрофические разрушения.

В связи с этим возникает необходимость обследования и изучения каждого нового завального озера.

В предлагаемой статье даются результаты изучения Зеравшанского завала 1964 г.

#### დასოფნებულ ლიტერატურას — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Аксарин, Е. Черник. Прогноз об ожидаемом наибольшем расходе в р. Зеравшан в половодье. Ташкент, 1964.
2. С. А. Боровец. Краткий технический отчет по работам, связанным с ликвидацией последствий Зеравшанского завала в районе селения Айни. Ташкент, 1964.
3. Краткий отчет по геологическим исследованиям района Айнинского оползня в долине р. Зеравшан. Институт гидрологии и инженерной геологии Госгеология СССР и Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Гадж. ССР, Ташкент, 1964.
4. Технический отчет о гидрологических работах на р. Зеравшан в период строительства обводного канала на завале в районе пос. Айни и первоначального пропуска воды через канал. Управление Гидрометслужбы Узбекской ССР и Среднеазиатский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, 1964.
5. Е. Г. Помов, А. И. Чеботарев. Горный обвал и операция по пропуску воды в долине Зеравшана. Метеорология и гидрология, № 9, 1964.

М. В. ЧИДЖАВАДЗЕ

## ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА РЕК ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

(Представлено академиком А. Н. Джавахишвили 10.5.1965)

Реки исследуемой территории стекают с обоих склонов Большого Кавказа.

Наличие крупного водораздельного хребта, близость моря и открытость северных склонов доступу северных воздушных вторжений создают здесь сложную картину в распределении осадков и температуры воздуха как по территории, так и внутри года. Внутригодовой режим осадков и температуры воздуха, в свою очередь, оказывает большое влияние на внутригодовое распределение стока рек.

Район западной оконечности Большого Кавказа (до массива Фишт-Оштен) представляет собой средневысотные горы со сглаженными формами рельефа. Поэтому здесь нет резкого различия во внутригодовом распределении осадков на северном и южном склонах.

Северный склон Большого Кавказа в этом районе характеризуется более равномерным распределением осадков внутри года, по сравнению с южным. На северном склоне в сезон с максимальным количеством осадков (лето) выпадает 28—30%, а с минимальным (весна) — 20—25%. На южном склоне максимум осадков приходится на зимние месяцы и составляет 30—36%, а минимум — на весенние и составляет 17—20%.

К востоку от вершин Фишт и Оштен абсолютные высоты водораздельного хребта сильно возрастают, что обуславливает значительное различие во внутригодовом распределении осадков на северном и южном склонах.

На южных склонах увеличивается равномерность внутригодового распределения осадков. Если в Ачишко (1880 м, западная часть территории) в самый влажный сезон выпадает 31%, а в самый сухой — 19%, то в Чхалте (710 м, восточная часть территории) — соответственно 23 и 28%.

Совершенно иной характер внутригодового распределения осадков на северном склоне. Высокий водораздельный хребет в этой части территории закрывает доступ зимним черноморским циклонам на северный склон. Наоборот, летние атлантические циклоны не проникают на южный склон. Все это обуславливает формирование зимнего минимума и летнего максимума осадков.

Зимний минимум и летний максимум особенно ярко выражены в бассейнах Урупа, М. Лабы, Б. и М. Зеленчуков и Верхней Кубани.



Например, на метеостанции Хумара выпадает зимой 6,3%, а летом—50,6%.

Бассейн Теберды отличается от близлежащих территорий не только значительным количеством осадков, но и внутригодовым распределением их. Зимний минимум и летний максимум здесь выражены слабее под влиянием воздушных масс, проникающих с юга [1, 2]. В Домбае на зимний период приходится 13,1%, а на летний—30,2%:

Наблюдается различие между нижними зонами обоих склонов и в отношении сумм положительных температур, в верхних же зонах это различие совершенно сглаживается. Если на высоте 1000 м сумма положительных температур на южном склоне равна 3300°, а на северном 2700°, то на высоте 3000 м на обоих склонах сумма положительных температур одинакова и равна 700°.

В зависимости от режима осадков и температуры воздуха находится и продолжительность залегания снежного покрова.

Суммы положительных температур для одних и тех же высот на южном склоне Западного Кавказа более высокие и интенсивность нарастания их в весенний период здесь значительнее. Однако на южном склоне наблюдаются более раннее установление и более поздний сход снежного покрова, по сравнению с северным (табл. 1), что объ-

Таблица 1

Даты перехода температуры воздуха через 0°, установления и схода снежного покрова и продолжительность снегозалегания на Западном Кавказе

Высота н. у. м., М	Северный склон					Южный склон				
	Переход t° через 0°		Снежный покров		Продолжи- тельность сне гозалегания	Переход t° через 0°		Снежный покров		Продолжи- тельность сне- гозалегания
	осенью	весной	уста- новле- ние	сход		осенью	весной	уста- новле- ние	сход	
1000	6.XII	3.III	1.I	3.IV	91	28.XII	15.II	18.XII	10.IV	113
1600	22.XI	21.III	22.XII	19.IV	118	5.XII	12.III	1.XII	5.V	155
2200	4.XI	9.IV	10.XII	13.V	153	7.XI	7.IV	29.X	4.VII	248
2800	18.X	4.V	19.XI	6.VI	199					
3400	29.IX	27.V	21.X	3.VII	255					

ясняется большой высотой снежного покрова на южном склоне (максимальная среднедекадная высота снежного покрова на метеостанции Рипа, 928 м,—85 см, а на более высокой метеостанции северного склона Архыз, 1470 м,—26 см).

Незначительные абсолютные высоты западной оконечности Большого Кавказа не благоприятствуют развитию оледенения. К востоку с ростом абсолютных высот оледенение получает большее развитие на более пологих северных склонах. На обрывистых и крутых южных склонах, несмотря на значительную высоту их и большое количество осадков, оледенение развито значительно слабее (табл. 2).



## Площади оледенения

№ п/п	Река—пункт	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средняя высота бассейна, м	Площадь оледенения, км <sup>2</sup>	Относительное оледенение, %
Северный склон					
1	Уллу—Кам-Маднисхеви	612	2780	81,0	13,3
2	Учкулан—аул Верхний Учкулан	377	2620	26,9	7,1
3	Гонахчир—устье	148	2513	20,2	13,7
4	Теберда—курорт Теберда	504	2510	68,6	13,6
5	Аксаут—Хасаут Греческий	529	2380	20,0	3,8
6	Маруха—Марухское	391	2155	5,8	1,9
7	Б. Зеленчук—аул Архыз	517	2330	35,4	6,8
Южный склон					
8	Гвандра—Гвандра	204	2160	18,5	6,6
9	Чхалта—Чхалта	465	2070	25,5	5,6
10	Кондори—Ганахлаба	1990	1720	57,4	2,9

Приведенные в табл. 2 площади оледенения определены по весьма крупномасштабным картам с введением некоторых коррективов по данным экспедиций.

Геологические условия исследуемой территории не оказывают существенного влияния на внутригодовой режим стока рек.

Режим осадков и температуры воздуха, зависящий от высотного положения бассейна, определяет соотношения источников питания, меняющиеся в течение года, и, следовательно, характер внутригодового распределения стока.

В высокогорных бассейнах с оледенением поступление талых ледниковых вод в речную сеть происходит в июле, августе и даже в сентябре. Например, в бассейне Уллу-Кама ( $H_{\text{ср}} = 2780$  м) половодье начинается в конце апреля-начале мая и длится до конца сентября, а иногда и октября (1952, 1955 гг.).

Период половодья (март-октябрь) в бассейнах рек восточной половины северного склона Зап. Кавказа (в основном это реки с ледниковым питанием) характеризуется большим относительным количеством осадков, которое на метеостанции Клухори достигает 92,4%. Поэтому на волну половодья накладываются многочисленные дождевые паводки, способствующие формированию годовых максимальных расходов в этот период.

В бассейнах со значительным относительным оледенением (Уллу-Кам, Теберда, Кизгич) максимум талого стока приходится, как правило, на июль. В этот же месяц наступают и максимальные расходы, формируемые талыми и дождевыми водами.

В бассейнах с незначительным относительным оледенением (Б. и М. Лабы, Белая) максимум талого стока наблюдается в июне. Подземное питание рек этой части Западного Кавказа составляет 17—20%. Полностью на подземное питание реки переходят в конце ноября-начале декабря. Межень устойчивая и низкая, длится до конца марта-начала апреля.



На южном склоне в бассейнах с оледенением (бассейн Кодори) максимум талого стока наблюдается в июне, иногда в конце мая (1935, 1937 гг.). Летне-осенний период характеризуется обилием дождевых паводков. Накладываясь на волну половодья, они формируют годовые максимумы. Осенние паводки отличаются значительными объемами и нередко достигают годовых максимумов. Например, в бассейне Чхалты (дождевое питание равно 33,8%) годовые максимумы наблюдались в осенний период в 1939 (начало октября), 1956 гг. (середина сентября).

Характер межени на этих реках меняется из года в год. В одни годы межень устойчивая и низкая (1939, 1951, 1957 гг.), в другие неустойчивая, с частыми паводками.

В среднегорных бассейнах западной половины северного склона Большого Кавказа (бассейны Урупа, Бескеса, Курджипса, Пшехи) преобладает дождевое питание (>50%). На невысокое и непродолжительное половодье накладываются частые и высокие дождевые пики. Половодье начинается в феврале-начале марта и заканчивается в мае-июне. Максимум талого стока приходится на апрель-начало мая.

В бассейне Урупа дождевые пики приурочены к весенне-летнему периоду. Межень устойчивая и низкая, наступает в октябре и продолжается до марта.

Западнее, в бассейнах Бескеса, Пшехи и Курджипса дождевые паводки носят круглогодичный характер с преобладанием весенних.

Нижние левые притоки Кубани (Пишиш, Пескупс, Абин, Убин и др.), сток которых формируется в самой западной части северного склона, питаются в основном дождевыми водами (дождевое питание составляет 80—90% годового стока). Дождевые паводки на этих реках наблюдаются преимущественно зимой и весной. Очень слабо выраженное половодье начинается в январе-феврале и заканчивается в апреле-мае. Максимальные расходы формируются либо за счет дождевых паводков и наступают в зимний период (декабрь-январь), либо с участием и талых вод и наступают в марте-апреле. Объем талых вод незначительный и составляет 8—15% годового стока.

Межень наступает в июне и длится до октября-ноября. В этот период реки часто пересыхают (бассейны их сложены маловодообильными глинами) [3]. Изредка в период межени наблюдаются незначительные дождевые паводки.

В среднегорных и высокогорных бассейнах южного склона с очень незначительным относительным оледенением (Мзымта, Бзыби) преобладающим является снеговое питание. В бассейне Бзыби до впадения Решевой ( $H_{cp}=1990$  м) оно составляет 44,3%, в бассейне Мзымты у Красной поляны ( $H_{cp}=1709$  м) — 39,1%. Половодье длится с марта до сентября-октября, а основная волна его проходит в мае-июне.

Значительную роль в этих бассейнах играет дождевое питание ( $\approx 30\%$ ). Дождевые паводки наблюдаются круглогодично, а частые и значительные — в летне-осенний период.

Межень сравнительно высокая и неустойчивая в связи с частыми дождевыми паводками. Подземное питание на этих реках составляет в среднем 30% годового стока.

В горных областях обычно хорошо выражена высотная поясность речного стока.

Для рек исследуемого района построены зависимости месячного стока в процентах годового от средней высоты бассейна (рис. 1 и 2). Для построения этих зависимостей были использованы данные 54 гидрологических станций северного и 33 станций южного склонов.

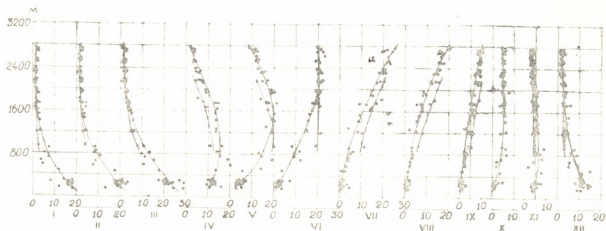


Рис. 1. График связи между средней высотой бассейна и месячным стоком (в % годового) в бассейнах рек северного склона Западного Кавказа

Зависимости такого рода имеют менее дифференцированный характер, по сравнению с зависимостями среднего стока от средней высоты бассейна, что объясняется большей устойчивостью годового распределения относительных величин осадков, по сравнению с их территориальным распределением.

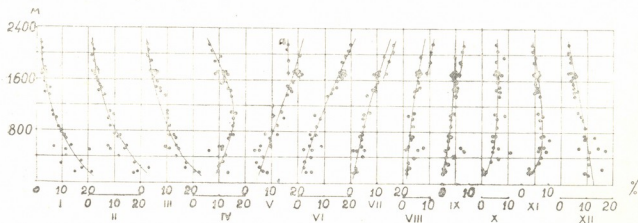


Рис. 2. График связи между средней высотой бассейна и месячным стоком (в % годового) в бассейнах рек южного склона Западного Кавказа

Если на территории северного склона Западного Кавказа по характеру зависимости среднего годового стока от средней высоты бассейна выделилось семь районов, а на южном склоне—пять, то по характеру зависимости внутригодового распределения стока от средней высоты водосбора на северном и южном склонах—только по два района.

Кривая зависимости «б» на рис. 1 характеризует район со средними высотами бассейнов от 800 до 2200 м, объединяющий собой бассейны Урупа, Лабы до станицы Каланджинской, Большого Зеленчука до станицы Исправной, Малого Зеленчука до аула Алибердуков-



ского и Кубани до Георгие-Осетиновского. Выделение этого района вполне согласуется с описанным выше характером внутригодового распределения осадков.

На южном склоне с мая по октябрь, исключая июнь, в пределах средних высот бассейнов от 1400 до 2200 м зависимость месячного стока от средней высоты бассейна имеет две ветви (рис. 2), что согласуется с исследованиями внутригодового распределения стока рек Абхазии [4]. Ветвь «б» отражает изменение месячного стока с ростом средних высот бассейнов, лишенных оледенения, а ветвь «а» — бассейнов с оледенением.

В январе, феврале и марте с ростом средних высот бассейнов происходит уменьшение относительного месячного стока. В низкогорных бассейнах обоих склонов сток повышен за счет частых оттепелей и выпадения осадков в виде дождя и составляет 14—16%. В среднегорных бассейнах ( $H_{cp}=1000$  м) с ростом доли твердых осадков сток уменьшается. На северном склоне он составляет 5,5%. В районе «б» в связи с зимним минимумом осадков наблюдается наименьший относительный месячный сток (2,7%). В среднегорных бассейнах южного склона месячный сток в январе и феврале несколько больше 7%, а в марте—10%.

В высокогорных бассейнах реки в это время питаются исключительно подземными водами. Поэтому здесь наблюдаются минимальные величины стока. На северном склоне в бассейнах со средними высотами 2200 м и выше январский сток составляет 1,5%, а на южном—2% годового. Разница в стоке рек северного и южного склонов обусловлена различием в доли подземного питания их: подземное питание рек южного склона больше, чем северного.

Характер зависимости стока от средней высоты бассейна резко меняется в апреле. Уменьшение осадков в нижних зонах, сход снежного покрова до высоты 1400—1800 м и переход температуры через 0° на высоте 2200—2400 м вызывают уменьшение стока в низких бассейнах ( $H_{cp}=400$  м) до 13,4% на северном и 12,1% на южном склонах. С ростом средних высот бассейнов величины стока возрастают, а максимальные значения стока наблюдаются в бассейнах со средней высотой 1000 м. На северном склоне в районе «а» величина максимума составляет 16%, в районе «б»—12,2%, а на южном склоне—15,5%. В высоких бассейнах появление оттепелей несколько увеличивает сток, по сравнению с предыдущими месяцами, но относительные величины его малы и составляют в бассейнах со средней высотой 2200 м 7% на северном и 6,4% на южном склонах. В бассейнах со средней высотой 2800 м на северном склоне сток остается равным 1,5%.

В мае появляется различие в характере изменения стока с высотой в бассейнах с оледенением и без него, так как таянием охватываются уже высокие зоны ( $>2800$  м). Максимум стока наблюдается в более высоких бассейнах ( $H_{cp}=1400$  м на северном склоне в районе «а» и  $H_{cp}=1600$  м на южном склоне). В бассейнах без ледников сток повышается до средних высот бассейнов 2200 м, составляя 21,8%.

Несколько отличное распределение стока в зависимости от средней высоты водосбора наблюдается в районе «б» северного склона. Значительные осадки в мае в среднегорной зоне обуславливают мак-



симум месячного стока в бассейнах со средней высотой 1200 м, который составляет 20,4%. С ростом средних высот сток постепенно уменьшается, составляя в бассейнах со средней высотой 2000 м 14,5%.

В июне снежный покров сходит на высотах 2000 м на южном склоне и 3000 м на северном. В низких бассейнах сток продолжает уменьшаться, а в высокогорных увеличивается. В бассейнах со средней высотой 2200 м на южном склоне сток составляет 20,3%, на северном—21%. С дальнейшим ростом средних высот бассейнов на северном склоне относительные величины стока меняются незначительно и составляют при средних высотах 2800 м 20,5%.

Район «б» северного склона отличается от района «а» в диапазоне средних высот 800—1800 м. Преобладание осадков в этом районе обуславливает повышенный сток. В бассейнах со средней высотой 1200 м сток в районе «а» составляет 15,1%, а в районе «б»—20,4%.

В июле и августе сток на обоих склонах резко возрастает с высотой. В этот период сезонный снег сходит в верхних зонах. Резкое же увеличение стока с высотой связано исключительно с интенсивным таянием ледников.

В районе «б» северного склона величина стока значительно выше, чем в районе «а». Это обусловлено внутригодовым распределением осадков (в летний период здесь выпадает от 40 до 60% годовой суммы осадков).

В высокогорных бассейнах северного склона величина стока в июле достигает своего максимума в году (при средних высотах 2800 м — 26%). В августе в бассейнах с такой же средней высотой—19%.

В районе «б» сток изменяется в июле от 10,5% при средних высотах 1000 м до 19% при средних высотах 2000 м, а в августе—от 6,5 до 14,5%.

На южном склоне сток постепенно увеличивается с ростом средних высот, причем наибольшее нарастание наблюдается в бассейнах с оледенением и меньшее в бассейнах без ледников в связи с истощением запасов сезонного снега к этому времени.

В сентябре сохраняется тенденция возрастания стока с высотой, однако относительные величины его уменьшаются во всем диапазоне средних высот.

Устойчивый переход температуры через 0° в сторону отрицательных значений и установление снежного покрова способствуют уменьшению стока в верхних зонах и выравниванию его во всем диапазоне средних высот бассейнов. На северном склоне со средних высот 800 м и выше сток составляет 5%, а на южном—6%.

В ноябре и декабре происходит уменьшение стока с ростом средних высот бассейнов на северном склоне до 3,3% при средних высотах 2800 м. В низких бассейнах сток увеличивается в связи с оттепелями и дождями.

Академия наук Грузинской ССР

Институт географии

им. Вахушти

Тбилиси

(Поступило в редакцию 11.5.1965)



მ. ჩიჯავაძე

 დასავლეთ კავკასიონის მდინარეთა ჩამონადენის  
 შიდაწლიური განაწილება

რეზიუმე

დასავლეთ კავკასიონის მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების საკითხის გამოსაკვლევად გამოყენებულია მდინარეთა 87 ჰიდროსადგურის მონაცემები. დამყარებულია კავშირი ჩამონადენის თვიური შეფარდებითი სიდიდეებსა და აუზთა საშუალო სიმაღლეთა შორის. სტატიაში განხილულია საკითხი ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის შიდაწლიური განაწილებისა და გაყინვარების არსებობის გავლენის შესახებ ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებაზე. დას. კავკასიონის ტერიტორიაზე ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების ხასიათის მიხედვით გამოყოფილა ოთხი რაიონი.

## დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Л. Рейнгард. Снеговая граница в Западном Кавказе между Эльбрусом и Марухом. Изв. Кавк. отд. РГО, т. XXIV, вып. 3, 1916.
2. М. О. Кордзахиа и Е. А. Напетваридзе. Климат Клухорского района. Труды Ин-та географии АН ГССР, т. IV, вып. 2, 1950.
3. А. В. Амусья и Н. С. Ратнер. Об оценке подземного стока в горные реки Кавказа. Труды ГГИ, вып. 114, Л., 1964.
4. Л. А. Владимиров. Питание рек и внутригодовое распределение речного стока на территории Грузии. Изд. «Мецниереба», Тбилиси, 1964.

გეოლოგია

თ. ქუთათელაძე, მ. კახარავა რ. ცეკიტინიძე

მდ. ხრამის შუა წელის პალეოგენური ნალექების სტრატობრაფიის  
შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა პ. ვანერულიძემ 22.3.1965)

პალეოგენური ნალექები კარგადაა გაშიშვლებული მდ. ალგეთის ხეობის შუა წელში. მათი სრული ჭრილი წარმოდგენილია მდინარის მარცხენა ფერდ-ზე. მდინარის მარჯვენა მხარეზე ჯერჯერობით დადგენილია პალეოცენ-შუა ეოცენი, შემდგარი როგორც ვულკანოგენური, ისე ნორმალური დანალექი ქანებით [1].

უფრო სამხრეთით, ხრამისა და მაშავერას ხეობებში ამ ნალექებიდან ცნობილი იყო პალეოცენი, შემდგარი დაციტური ხასიათის ვულკანოგენური ქანებისაგან [2, 3, 4].

1961/1962 წლებში საქართველოს გეოლოგიური სამმართველოს გეოლოგიური პარტიის მიერ (ხელმძღვანელი გეოლ. რ. ცეკიტინიძე) არუხლოს მიდამოებში გაყვანილ იქნა ჭაბურღილები, რომლებმაც პალეოცენური ასაკის დოლერიტების ქვეშ გაჰყვეთეს საკმაოდ მძლავრი დანალექი ქანებისაგან, ძირითადად, მერგელებისა და კირქვებისაგან შემდგარი წყება, რომელიც მიკროფაუნისტურად კარგად დახასიათებული აღმოჩნდა.

ჭაბურღალების განლაგების ფარგლებში გაშიშვლებულია პლიოცენური ასაკის დოლერიტები, რომელთა ქვეშ მდ. ხრამის ხეობაში ალავ გამოჩენილია ცარცული ასაკის თეთრი კირქვები, ზოგან მოწითალოდ შეფერილი.

ჭ რ ი ლ ე ბ ი ს ა ლ წ ე რ ა

1. ჭ ა ბ უ რ ღ ი ლ მ ა N 24K, რომელიც განლაგებულია მდ. ხრამის მარჯვენა ნაპირას, სოფ. ქოშაკილოან ორი მეტრის სისქე დელუვიონის შემდეგ ვაიარა:

1. ალუვიური ნალექები, წარმოდგენილი სუსტად გადამუშავებული ალბიტოფორების, გრანიტებისა და სხვადასხვა ტუფების ნატეხებისაგან 72 მ.

2. ფორიანი დოლერიტი მომწვანო ფერის 11 მ.

3. ალუვიური ნალექები 4 მ.

4. ნაცრისფერი თხელშრეებრივი მერგელები, თხელშრეებრივი წვრილ-მარცვლოვანი ქვიშაქვების შუაშრეებით. იშვიათად გვხვდება პელიტომორფული კირქვების შრეებიც 48 მ.



1. ალუვიონი, შემდგარი კარგად დამუშავებული დოლერიტების, პორფირიტების, ტუფოგენური ქვიშაქვების, კირქვებისა და ალბიტოფირების ქვარგვალეებისაგან 32 მ.

2. მასიური ნაცრისფერი და მოყავისფრო ფორიანი დოლერიტების მორიგეობა 96 მ.

3. ქვიშიანი მერგელები წვრილმარცვლოვანი ქვიშაქვების ჩანართებით 35 მ. მერგელები შეიცავენ:

*Eponides lunata* Brotzen, *Cibicides proprius* Brotzen, *Globigerina linaperta* Finlay, *Globigerina triloculinoides* Plummer, *Acarinina triplex* Subbotina, *Acarinina acarinata* Subbotina, *Globorotalia crassata* (Cushman) var. *aequa* Cushman et Renz, *Bifarina millepunctata* Tutkowsky, *Bulimina quadrata* Plummer, *Bulimina algethica* M. Katscharava, *Bolivina* sp.

4. ქვიშაქვები და ქვიშიანი კირქვები მუქი ნაცრისფერი მერგელების შუაშრებით 17 მ.

5. ნაცრისფერი მერგელებისა და სუსტად ქვიშიანი მერგელების მორიგეობა; იშვიათად გვხვდება ქვიშიანი კირქვის შუაშრებიც 27 მ.

მერგელებში აღმოჩნდა:

*Gyroïdina depressaeformis* Bykova, *Eponides lunata* Brotzen, *Parrella* sp., *Anomalina praeacuta* Vassilenko, *Globigerina linaperta* Finlay, *Acarinina triplex* Subbotina, *Acarinina acarinata* Subbotina, *Globorotalia pseudoscutula* Glaessner, *Bulimina* sp., *Bulimina quadrata* Plummer, *Allomorpha halli* Jennings, *Globotruncana* sp.

აქ დასახელებული გლობოტრუნკანები ზედაცარცულიდან არიან გადმოლექილნი.

IV. ჭ ა ბ უ რ დ ი ლ ი N 30K მდებარეობს მდ. ხრამის მარცხენა ნაპირზე, სოფ. თამარისსა და პატარა მულანლოს შორის.

ბურლილმა ნაყარის შემდეგ გაჰყვეთა შემდეგი ნალექები:

1. ალუვიონი, წარმოდგენილი დოლერიტების, გრანიტების, ტუფოგენური ქვიშაქვების, პელიტური ტუფებისა და კირქვების ქვარგვალეებისაგან 25 მ.

2. ნაცრისფერი მასიური დოლერიტებისა და ყავისფერი ფორიანი დოლერიტების მორიგეობა 80 მ.

3. ალუვიური ნალექები 27 მ.

4. ნაცრისფერი მერგელები პირიტის კონკრეციებით 92 მ.

მერგელებში განსაზღვრულ იქნა:

*Spiroplectamina* sp., *Gyroïdina depressaeformis* Bykova, *Eponides umbonatus* (Reuss), *Parrella* sp., *Anomalina acuta* Plummer, *Globigerina triloculinoides* Plummer, *Acarinina triplex* Subbotina, *Acarinina* cf. *pseudotopilensis* Subbotina, *Acarinina* cf. *pentacamerrata* (Subbotina), *Globigerinella voluta* (White), *Globorotalia acuta* Toulmin, *Globorotalia crassata* (Cushman) var. *aequa* Cushman et Renz, *Bulimina aculeata* Plummer, *Bulimina* aff. *quadrata* Plummer, *Globorotalia conicotruncata* Subbotina.

აქ წარმოდგენილი *Globorotalia conicotruncata* დანიურიდან არის გამოვლენილი.

V. კ ა ბ უ რ ლ ი ლ ი N 28K მდ. ხრამის მარცხენა მხარეზე, სოფ. თამარისის დასავლეთით მდებარეობს.

ბურღილმა ნაყარის შემდეგ გაიარა შემდეგი ნალექები:

1. ალუვიონი, წარმოდგენილი ალბიტოფირების, პორფირიტების, დაციტების, კვარციანი დიაბაზებისა და სხვადასხვა ტუფების კარგად დამუშავებულ ქვარგვალეებისაგან 57 მ.

2. ნაცრისფერი მასიური დოლერიტები 47 მ.

3. ალუვიური ნალექები 33 მ.

4. ნაცრისფერი თხელშრებბრივი მერგელები 80 მ.

უკანასკნელი შეიცავს:

*Eponides lamata* Brotzen, *Eponides umbonatus* Reuss, *Globigerina triloculinoides* Plummer, *Acarinina triplex* Subbotina, *Acarinina acarinata* Subbotina, *Globigerinella voluta* (White), *Globorotalia crassata* (Cushman) var. *aequa* Cushman et Renz, *Globorotalia elongata* Glaessner, *Bifarina millepunctata* Tutkowsky, *Bulimina aksuatica* Morozova, *Bulimina obscuroides* M. Katscharava, *Bulimina aculeata* Plummer, *Bulimina golubjatnikovi* Morozova, *Bolivina* sp., *Pseudowigerina sculpta* Glaessner.

ირკვევა, რომ №№ 25<sup>კ</sup>, 28<sup>კ</sup>, 29<sup>კ</sup> და 30<sup>კ</sup> ჰაბურღილების მიერ გაცვეთილი მერგელები, ზედა პალეოცენურია, ხოლო ჰაბურღილი № 24 მერგელები ქვედა—პალეოცენურია.

ამრიგად, მოტანილი მასალის მიხედვით არუხლოს მიდამოებში დოლერიტების ქვეშ დასტურდება ქვედა და ზედა პალეოცენის არსებობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 გეოლოგიური ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 7.5.1965)

ГЕОЛОГИЯ

Т. Д. КУТАТЕЛАДЗЕ, М. В. КАЧАРАВА, Р. Г. ЦКВИТИНИДЗЕ

СТРАТИГРАФИЯ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
 СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. ХРАМИ

Резюме

В результате изучения kernового материала из буровых скважин № 24к, 25к, 29к, 30к, 28к в бассейне р. Храми в окрестностях сс. Кошакили, Асанходжа Арухло и Тамариси под покровами долеритовых лав на основании микрофораминифер впервые устанавливаются палеогеновые отложения, выраженные мергелями и известняками.

დაზოფხვაშლი ლიტერატურა -- ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. მ. კაჭარავა. აჭარა-თრიალეთის ქედის ფერადი წყების სტრატეგრაფია ფორამინიფერების მიხედვით. საქართველოს სახ. მეზეუმის მოამბე, ტ. XXI-А, 1963.
2. П. Д. Гамкрелидзе. Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы. Монографии, № 2, Геол. ин-т АН ГССР, 1949.
3. И. В. Качарова. Палеоген. Геология СССР, т. X, ч. 1, 1964.
4. А. Л. Цагарели. Верхний мел. Геология СССР, т. X, ч. 1, 1964.





## ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

К. ЗАХАРЬЕВА-КОВАЧЕВА

## О РАСПРОСТРАНЕНИИ СТРУКТУР, ПОДОБНЫХ «КАМЕННОМУ ЛЕСУ» ВАРНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПРЕДЕЛАМИ БОЛГАРИИ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 2.8. 1965)

Эоценовый «каменный лес» к западу от Варны, известный под названием Дикилиташа, с давних времен стал объектом изучения как иностранных, так и болгарских исследователей. Было предложено очень много объяснений происхождения и способа образования импозантных колонн этого «каменного леса». Краткий обзор таких гипотез был дан в статьях, написанных совместно Л. Ш. Давиташвили и нами [1, 2]. Все авторы, которые занимались проблемой происхождения Дикилиташа, держались того мнения, что нигде в мире нет подобных образований. Вначале и мы были склонны считать Дикилиташ совершенно уникальным геологическим явлением. Скоро, однако, мы убедились в том, что «каменный лес» близ Варны — далеко не единственное в своем роде геологическое образование, хотя по величественности и своеобразной красоте ему, пожалуй, нет равного в мире. Любопытную группу полых цилиндрических колонн мы обнаружили в северо-западной Болгарии близ селения Грамада Видинского округа. Тут каменные колонны связаны с отложениями сарматского возраста (верхний миоцен). Эта находка [3, 4] побудила нас искать в мировой литературе сведения об аналогичных образованиях такого же происхождения. Оказалось, что подобные структуры известны уже на всех материках, кроме Антарктики, а также на многих океанических островах, хотя в большинстве случаев происхождению этих «труб» и «столбов» даются различные объяснения, далекие от нашего толкования происхождения Дикилиташа.

Здесь мы дадим краткий обзор лишь некоторых из таких «дикилиташеобразных» явлений — столбовидных структур, которые, по нашему мнению, не могли возникнуть без существенного участия зарослей более или менее крупных растений. Этот обзор покажет не только очень широкое географическое распространение «дикилиташей», но и то, что они возникали на всем протяжении геологического времени от кембрия до наших дней.

Хоули и Харт [5] подробно описывают в Канаде, в окрестностях Кингстона (Онтарио) кембрийские (потсдамские) песчаники, в которых



содержатся крупные цилиндрические колонны. Вертикальное положение этих колонн и их концентрическая структура побудили местное население называть эти образования «деревьями» или «стволами». Они состоят из песчаника с кремнистым и железистым цементом. Кушинг, Фейрфилд и Смит [6] описывают подобные формы в кембрии штата Нью-Йорк. Такие же «стволы» были открыты Уильсоном в кембрийском (потсдамском) песчанике близ Уэстпорта, в Онтарио [5, 7].

Майзер сообщает о цилиндрических структурах, обычно именуемых «трубами», внутри горизонтально лежащего песчаника ордовикского возраста в южной части Озаркской области в северном Арканзасе, а также к востоку от р. Миссисипи близ Брюсселя, в штате Иллинойс. Такие колонны на первом из указанных участков многочисленны, иногда достигают огромного диаметра и стоят вертикально. Они имеют широкое распространение в северо-западной части штата [8].

На материке Южной Америки, в центральной Патагонии на относительно небольшой площади длиной около 1 км, близ Каньядон Хондо в песчанике эрозия обнажила в слабо сцементированных палеоценовых песчаниках многочисленные цилиндрические колонны, неправильно рассеянные по местности, в среднем примерно по одному на 2 м<sup>2</sup>. В большинстве случаев они имеют диаметр поперечного сечения от 0,30 до 0,60 м при высоте от 0,90 до 3 м. Эти колонны описал Симпсон [9, 10]. Здесь, как и во всех подобных случаях, цилиндрические структуры стоят перпендикулярно к плоскостям напластования включающего песчаника. Патагонские колонны очень сходны с варненскими не только своей цилиндрической формой, но и тем, что и они содержат внутреннюю полость.

Еще во время путешествия на «Бигле» Дарвин [11, 12] обратил внимание на «каменный лес» местности Болд Хед (Юго-Западная Австралия) у моря, который издавна отмечался всеми мореплавателями. Это образования цилиндрической формы, часто показывающие разветвления. Они включены в известковистый песчаник. По общему виду они ничем не отличаются от вертикально стоящих пней какого-нибудь леса. Чаще всего они состоят из песчаника, несколько более крепкого, чем включающая порода. Колонны торчат на поверхности, создавая полное подобие «каменного леса».

На материке Африки такие структуры констатированы во многих местах. Некоторые из них были давно описаны в геологической литературе. Цилиндрические структуры в форме труб, наполненных леском, диаметром от нескольких миллиметров до 2,5 м, известны к востоку от Каира в Абассии, на возвышенности Джебель-Ахмар (Ред Хилл). В последнее время их изучал профессор Каирского университета Шукри [13], давший подробное описание этих интересных форм. В олигоцене

новых песках обнаруживаются бесчисленные цилиндрические «трубы». Группы этих «труб» производят впечатление замков, храмов и т. д. Песок, содержащий эти колонки, подвергается эрозии. Вследствие этого раскрываются вертикально стоящие, иногда и наклоненные, полые цилиндрические колонки, проходящие поперек всего пласта песка, который у Джебель-Ахмара обнажен на 50 м по мощности. Иногда наблюдаются и разветвленные «трубы» или такие, которые, пройдя через всю толщу песка, отклоняются почти под прямым углом. Некоторые «трубы» в своей центральной полости содержат песок, который, как показал один анализ, обладает теми же механическими свойствами и константами, что и стенки «трубы».

Бланкенгорн [14] сообщает о трубчатых структурах также и в нижнем миоцене к востоку от Могара в северной части Ливийской пустыни. Тут «трубочки» сложены также песчаником.

Очень интересные цилиндрические колонны недавно открыл С. С. Шульц (младший) [15] в области хребта Султануиздаг и возвышенностей Аязкала и Кокча в Узбекской ССР. В верхнемеловых отложениях возвышенности Кокча на многих сотнях квадратных метров рассеяны цилиндрические колонны диаметром от 10—20 см до 1 м и высотой до 1 м. Все колонны полые, иногда содержат в своих полостях песок. Построены они из песчаника, в цементе которого большое участие принимают окислы железа. По форме и структуре эти колонны напоминают нам дикилиташские. На внутренних стенках многих из этих цилиндрических структур имеются отпечатки древесины и коры деревьев.

А. Дей [16] описывает «трубы», состоящие из известковистого песчаника в четвертичных эоловых отложениях, развитых вдоль побережья Палестины и Сирии.

В Англии на северном берегу залива Барнстапл в Девоншире илейстоценовый известковистый песчаник содержит «трубы», чрезвычайно сходные с такими же образованиями Палестины и Сирии [17].

Как мы уже указали, исследователи давали самые разнообразные объяснения способа возникновения этих «труб», или полых колонн, столь часто стоящих перпендикулярно к плоскостям напластования и, как правило, не содержащих в своих полостях никаких остатков растений. Некоторые ученые вполне справедливо подчеркивали, что эти «столбы» и «трубы» никак не могут считаться окаменевшими стеблями или ветвями растений: строение их, а иногда и колоссальный диаметр, действительно, исключают возможность такого толкования. Делались предположения, что в их формировании решающее значение имела деятельность гейзеров, фумарол, термальных источников и других абiotических факторов. В этой краткой статье мы не можем дать подробный анализ всех таких гипотез — они будут рассмотрены нами в специальной работе. Мы уже приводили доводы в пользу того, что та-



кие «столбы» и «трубы» могли образоваться только вокруг вертикально стоящих прикрепленных растений [1, 4]. Любопытно, что уже после опубликования наших первых статей нам удалось открыть в центральной полости некоторых «столбов» варненского Дикилиташа фоссилизованную древесину, чем окончательно доказывается ведущая роль наземной древесной растительности в образовании этих структур: ткани растения обычно впоследствии распались, и на его месте оставалась центральная полость, пронизывающая «столб» снизу доверху.

Те краткие сведения, которые мы привели в этой статье об аналогичных структурах, отмеченных вне Болгарии, показывают высокую степень вероятности возникновения всех этих структур в основном таким же способом. Такие «столбы» и «трубы» известны в кембрии, ордовике, верхнем меле, палеоцене, эоцене, олигоцене, миоцене, плиоцене, плейстоцене, а также и в субфоссильном состоянии. Здесь мы воздержались от упоминания и разбора данных о многих других трубообразных и столбовидных структурах, содержащихся в осадочных отложениях как материков, так и островов. Изучение этой проблемы находится пока еще в начальной стадии. Эти структуры, в частности те из них, которые были отмечены Дарвином и другими естествоиспытателями прошлого века, рассматриваются в подготавливаемой нами монографии. Но даже при нынешнем состоянии знаний можно сделать некоторые интересные выводы и наметить программу дальнейших исследований. Присутствие таких форм в верхнем кембрии и ордовике заставляет нас думать, что в те отдаленные времена, вероятно, существовали заросли крупных наземных растений, хотя в дешифрованной палеонтологической летописи нет данных о таких древесных сосудистых растениях древнее силура. Из верхней части верхнего силура и из девона известны остатки растений, которые иногда учеными объединяются под названием нематофитов. У этих растений еще не было дифференцировки на ткани, и «стволы» их, состоявшие из взаимно переплетенных «трубочек», представляли собой некоторое подобие бурых водорослей, с которыми их и сближают некоторые авторы. Эти «стволы» достигали иногда значительной толщины. Следовательно, нематофиты были крупные растения. Поскольку каменные песчаниковые колонны Кингстона образовались в позднем кембрии при участии, несомненно, каких-то крупных прикрепленных растений, можно думать, что такими растениями могли быть нематофиты. Следовательно, изучение происхождения «каменных лесов» может способствовать выяснению существования древнейшей растительности, от которой еще не найдены ископаемые остатки. По всей вероятности, это были растения, еще сравнительно близкие к таллофитам и занимавшие переходное положение между таллофитами и древнейшими сосудистыми растениями. Последние, очевидно, существовали уже в кембрии, но



тогда не достигали крупных размеров и имели относительно ограниченное распространение.

Изучение «каменных лесов» расширяет наши представления о физико-географической обстановке и, в частности, о климатических условиях, при которых произрастали заросли растений, давшие начало процессу образования этих структур: на это могут указывать как характер растительности, так и седиментационный процесс образования конкреций, который протекает при определенных климатических условиях [18].

Следовательно, исследование группировок каменных «столбов» типа варненского Дикилиташа ведет к познанию исторического развития растительности и геологических процессов, имевших широкое распространение на поверхности земного шара. Такие исследования служат не только разгадке курьезных феноменов природы, но и разрешению важнейших вопросов палеобиологии и исторической геологии.

Софийский государственный университет  
Болгария

(Поступило в редакцию 2.8.1965)

ბალეოზოოლოგია

კ. ზახარაძე-კოვაჩევა.

ვარნის მხარის „ქვის ტყის“ მსგავსი სტრუქტურების გავრცელების  
შესახებ ბულგარეთის ფარგლებს გარეთ

რეზიუმე

„ქვის ტყე“ (დიკილიტაში) ვარნის მახლობლად ახლა უკვე ვერ ჩაითვლება ერთადერთ და უმაგალითო გეოლოგიურ მოვლენად. დიკილიტაშის მსგავსი ქვის ცილინდრული სვეტების ჯგუფი ნახულია ჩრდილო-დასავლეთ ბულგარეთში. ამასთან ირკვევა, რომ ასეთივე სტრუქტურები ცნობილია თითქმის ყველა კონტინენტზე და მრავალ ოკეანურ კუნძულზე.

ვარნის დიკილიტაშის ზოგიერთი ქვის სვეტის ცენტრალურ ღრუში ფოსილიზირებული მერქნის პოვნამ საბოლოოდ დაადასტურა, რომ ამ სტრუქტურათა წარმოქმნაში წამყვანი როლი ხე-მცენარეებს ეკუთვნის. ამჟამად ვარნის მხარის „ქვის ტყის“ მსგავსი წარმონაქმნები დადგენილია უკვე კამბრიულში, ორდოვიკში, ზედა ცარცში, პალეოცენში, ეოცენში, ოლიგოცენში, მიოცენში, პლიოცენში, პლეისტოცენში და ასევე სუბფოსილურ მდგომარეობაში.





1. Л. Ш. Давиташвили и Кр. Захарьева-Ковачева. О происхождении «каменного леса» близ Варны (в Болгарии). Сообщения АН СССР, т. XXX, № 4, 1963.
2. Л. Ш. Давиташвили и Кр. Захарьева-Ковачева. Загадка «каменного леса» в Болгарии. Природа, № 9, 1963.
3. Кр. Захарьева-Ковачева. Еще один «каменный лес» на территории Болгарской Народной Республики. Сообщения АН СССР, XXXVI:1, 1964.
4. Кр. Захарьева-Ковачева. Второй «каменный лес» Болгарии. Природа, № 10, 1964.
5. J. E. Hawley and R. C. Hart. Cylindrical structures in sandstones. Bull. Geol. Soc. America, vol. 45, 1934.
6. H. P. Cushing, H. L. Fairchild, R. Ruedemann and C. H. Smyth. Geology of the Thousand Islands region, Alexandria Bay, Cape Vincent, Clayton, Grindstone, and Theresa quadrangles. N. Y. St. Mus. Bull., 145, 1910.
7. F. J. Hawley (Reply by). Discussion of papers in volumes 45, and 46. Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 46, Suppl., 1936.
8. H. Miser. Cylindrical structures in sandstone. Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 46, 1935.
9. G. G. Simpson (Comment by). Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 45, Suppl., 1936.
10. G. G. Simpson. Cylindrical structures in sandstones in Patagonia (Abstract). Proc. Geol. Soc. Amer., 1935—1936.
11. C. Darwin. The Voyage of the „Beagle“. Journal of Researches of into the Natural History and Geology of the Countries visited during Voyage round the Woryd. London, 1905.
12. C. Darwin. On the structure and distribution of Coral reefs. Geological observations on the volcanic islands and South America. London, New-York and Melbourne. 1890.
13. H. M. Shukri. On cylindrical structures and colouration of Gebel Ahmar near Cairo, Egypt. Bull. of the Fac. of Science, Cairo University, 32, 1953.
14. M. Blanckenhorn. Neues zur Geologie und Paläontologie Aegyptens. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 53, 1901.
15. С. С. Шульц (младший). Меловые леса в низовьях Аму-Дарьи. Тезисы IX сессии Всесоюзного палеонт. о-ва, Л., 1963, 77—78.
16. E. A. Day. Pipes in the coast sandstone of Syria. Geol. Mag., vol. 65, 1928.
17. L. N. Falcon. Pipes in coast sandstones. Geol. Mag., vol. 66, 1929.
18. K. Krejci-Graf. „Versteinerte Büsche“ als klimabedingte Bildungen. Neues Jahrb. Geol. Paleont. Abh., Bd. 113, 1961.



И. Г. ШЕКРИЛАДЗЕ, Г. В. РАТИАНИ

ОБ ОСНОВНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ТЕПЛОТДАЧИ ПРИ  
 РАЗВИТОМ ПУЗЫРЬКОВОМ КИПЕНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландиа 5.11.1965)

Несмотря на то что изучению теплоотдачи при пузырьковом кипении посвящено большое число экспериментальных и теоретических работ, до последнего времени отсутствовало достаточно ясное представление о механизме этого процесса. В связи с этим имеющиеся обобщенные расчетные зависимости не учитывают роли ряда основных факторов и не дают правильного количественного описания процесса кипения разнообразных жидкостей на поверхностях нагрева с различными характеристиками в широком диапазоне изменения давлений.

В работе [1] было показано, что вследствие наличия градиента поверхностного натяжения вдоль контура зародившегося пузыря, в тонком слое, окружающем пузырь, возникает интенсивное направленное движение жидкости, играющее определяющую роль в процессе отвода тепла с поверхности нагрева. На основе теоретического анализа в указанной работе получена следующая зависимость, позволяющая оценить расход жидкости вдоль поверхности одиночного пузыря, приходящийся на полосу шириной в единицу длины:

$$W \approx 0,16 \frac{\mu R}{j_l} \sqrt{r - P(v'' - v')} \left(\frac{L}{l}\right)^{1/2}. \quad (1)$$

Из анализа, содержащегося в работе [1], следует также, что максимальная скорость движения жидкости, обусловливаемая градиентом поверхностного натяжения, реализуется на поверхности пузыря и что эта скорость может быть охарактеризована зависимостью

$$U \sim \sqrt{r - P(v'' - v')}^{(1)}. \quad (2)$$

В целях проверки концепции, рассматривающей пузырь, находящийся на поверхности нагрева, в качестве своеобразного насоса, прокачивающего жидкость вдоль своей поверхности, нами был проведен нижеследующий эксперимент. К нижней плоскости горизонтальной гетинаксовой пластины

(1 В данной статье приняты те же обозначения, что и в работе [1].



была приклеена нержавеющая фольга. Пластина была погружена в стеклянный сосуд с недогретой жидкостью (бензол). Фольга обогревалась путем непосредственного пропускания через нее постоянного электрического тока. В связи с тем что пузыри, образующиеся на поверхности нагрева, обращенной вниз, не могли отрываться, имелась возможность для сравнительно длительного визуального наблюдения за поведением жидкости у поверхности пузырей. Эти наблюдения показали, что у каждого пузыря, зародившегося на поверхности нагрева, возникло фонтанообразное движение нагретой жидкости, направленное сверху вниз и хорошо видимое в массе недогретой жидкости. Таким образом, этот несложный эксперимент позволил зафиксировать эффект насосообразного действия пузыря, находящегося на поверхности нагрева. Тем самым экспериментально была подтверждена правильность выдвинутой физической модели процесса.

На основании изложенного процесс пузырькового парообразования можно представить следующим образом. После того как перегрев поверхности относительно температуры насыщения достигает некоторой величины, в центре парообразования, представляющем собой углубление на поверхности нагрева, зарождается паровой пузырь. В момент, предшествующий зарождению пузыря, перегрев поверхности нагрева является максимальным, однако с момента зарождения пузырь начинает проявлять „насосный эффект“ и температура поверхности нагрева в зоне расположения пузыря понижается. После отрыва пузыря действие „насосного эффекта“ прекращается и температура поверхности нагрева вновь начинает повышаться, пока не создаются условия для зарождения следующего пузыря и т. д.

Поскольку перегрев, необходимый для зарождения пузыря, кроме физических свойств жидкости, зависит также и от геометрического размера центра парообразования, то естественно, что геометрическая характеристика поверхности нагрева существенным образом определяет интенсивность теплоотдачи при пузырьковом кипении. Известно, что поверхности любого класса представляют собой совокупность впадин и выступов примерно одинаковых размеров. Число впадин, имеющих примерно одинаковые возможности превратиться в активные центры парообразования, является весьма большим и всегда превосходит число действующих центров. В связи с этим число впадин, приходящихся на единицу поверхности, не может рассматриваться в качестве характеристики процесса. Таким образом, геометрической характеристикой поверхности парообразования, влияющей на интенсивность теплоотдачи, является средний радиус углублений, имеющих на поверхности, поскольку этот радиус определяет уровень перегрева, необходимого для зарождения парового пузыря.

Рассмотрим температурное поле поверхности нагрева в области действия одиночного центра парообразования. На участке поверхности, ох-

лаждаемом зародившимся пузырем, перегрев поверхности поддерживается на уровне, недостаточном для активации другого центра на этом участке. Таким образом, в интервале времени от зарождения до отрыва пузыря перегрев поверхности в области действия данного центра парообразования не может достичь величины, необходимой для активации центра парообразования с радиусом  $\rho_0$ :

$$\Delta t_0 = \frac{2 \sigma T_s \psi''}{r \rho_0}.$$

Следовательно, величина  $\Delta t_0$  характеризует перегрев поверхности нагрева в указанном интервале времени.

После отрыва пузыря перегрев поверхности начинает увеличиваться до тех пор, пока перегрев в центральной точке мениска парового зародыша, находящегося на расстоянии  $x_0$  от поверхности нагрева, не достигает величины  $\Delta t_0$ . Поскольку рассматриваемый процесс является резко нестационарным, то перегрев самой поверхности нагрева за тот же промежуток времени достигает значительно большей величины  $\Delta t'$ . Для оценки  $\Delta t'$  в первом приближении будем считать, что с момента отрыва пузыря жидкость в области центра парообразования является неподвижной, и будем рассматривать нестационарный нагрев полупространства жидкости, полагая, что  $q = \text{Const}$  и что в начальный момент времени температура во всех точках жидкости одинакова и равна  $t_0$ .

Решение этой задачи [2] позволяет определить температуру жидкости в любой точке полупространства, удаленной от поверхности нагрева на расстояние  $x$  в момент времени  $\theta$ , и имеет вид

$$t(x, \theta) - t_0 = \frac{2q}{\lambda} \sqrt{a\theta} \operatorname{ierfc} \frac{x}{2\sqrt{a\theta}}. \quad (3)$$

Данное решение приводит к следующему соотношению между  $\Delta t'$  и  $\Delta t_0$ :

$$\Delta t' = 1,13 \Delta t_0 + 0,61 \frac{qx_0}{\lambda}. \quad (4)$$

Величина  $\Delta t'$  характеризует перегрев поверхности нагрева в интервале времени от момента отрыва до момента зарождения нового парового пузыря.

Из приведенного анализа следует, что средний во времени перегрев поверхности нагрева  $\Delta t$  является некоторой функцией  $\Delta t_0$  и  $\Delta t'$ . Таким образом,

$$\frac{\Delta t}{\Delta t_0} = f\left(\frac{\Delta t'}{\Delta t_0}\right). \quad (5)$$



Выражение (5), учитывая, что  $x_0 \sim \rho_0$ , приводит к зависимости между критерием Нуссельта и комплексом, полученным из остальных величин:

$$Nu = f(K), \quad (6)$$

где

$$Nu = \frac{\alpha \rho_0}{\lambda} \quad \text{и} \quad K = \frac{q \rho_0^2 r \rho''^{(1)}}{\sigma T_s \lambda}.$$

При анализе температурного поля жидкость считалась неподвижной, в то время как в действительности после отрыва пузыря движение, обусловленное „насосным эффектом“, по инерции продолжается, что, со своей стороны, оказывает влияние на интенсивность теплоотдачи. Роль движения жидкости, обусловленного инерцией, может быть учтена путем включения в критериальную зависимость (6) критерия Рейнольдса

$$Re = \frac{Ul}{\nu} = \frac{\sqrt{r - P(v'' - v')} \sigma T_s \rho' C_p}{\nu (\rho'' r)^2}, \quad (7)$$

в котором в случае рассматриваемого процесса в качестве скорости принята скорость согласно зависимости (2), а в качестве определяющего линейного размера — комплекс (8), который, согласно работе [3], пропорционален минимальному диаметру пузырька:

$$l = \frac{\sigma T_s \rho' C_p}{(\rho'' r)^2}. \quad (8)$$

Таким образом, функциональную зависимость, описывающую закономерности теплоотдачи при развитии пузырькового кипения, можно представить в виде

$$Nu = f(K, Re). \quad (9)$$

Обработка многочисленных экспериментальных данных ряда авторов по теплообмену при развитии пузырькового кипения показывает, что зависимость (9) имеет следующий конкретный вид:

$$Nu = 0,88 \cdot 10^{-2} K^{0,7} Re^{0,25}. \quad (10)$$

На рис. 1 зависимость (10) сопоставлена с опытными данными, полученными при кипении различных жидкостей в широком диапазоне давлений на наружных поверхностях горизонтальных труб [4—12]. Учитывая, что все эти опыты проводились примерно на одинаковых поверхностях (трубы холодного проката), при расчетах мы приняли одинаковое для всех случаев значение  $\rho_0 = 5,10^{-6}$  м, характерное для указанного типа поверхности. Очевидно, что изменение принятого абсолютного значения  $\rho_0$  не

(<sup>1</sup> Символы  $\rho'$  и  $\rho''$  обозначают плотность жидкости и пара, а символы  $v'$  и  $v''$  — обратные им величины.



влияет на результаты обобщения, но может привести лишь к изменению постоянной в зависимости (10).

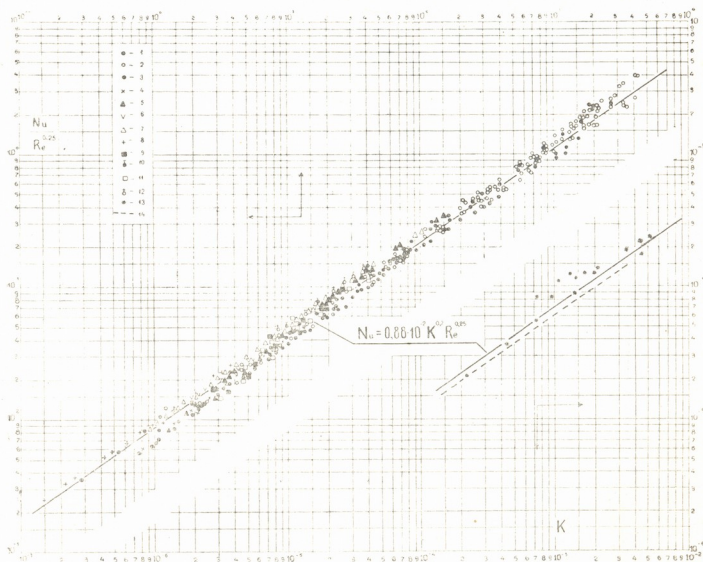


Рис. 1. Обобщение опытных данных по зависимости (10): 1—опыты [4] (вода—10,1; 98; 194; 295; 730; 1470; 1970 н/см<sup>2</sup>); 2—опыты [4] (этиловый спирт—9,8; 50; 99; 194; 295; 394; 490 н/см<sup>2</sup>); 3—опыты [5] (бензол—9,3; 24,8; 35,3; 79,6; 138; 207 н/см<sup>2</sup>); 4—опыты [6] (бензол—9,8 н/см<sup>2</sup>); 5—опыты [5] (дифенил—9,3; 24,8; 35,3; 79,6 н/см<sup>2</sup>); 6—опыты [6] (фреон-11—9,8 н/см<sup>2</sup>); 7—опыты [9] (фреон-113—9,8; 23; 38 н/см<sup>2</sup>); 8—опыты [7] (фреон-12—18,1; 41,2 н/см<sup>2</sup>); 9—опыты [8] (фреон-12—30,8; 41,5; 56,7 н/см<sup>2</sup>); 10—опыты [9] (фреон-12—55,5 н/см<sup>2</sup>); 11—опыты [8] (фреон-22—35,6; 56,9; 68,3; 91,7 н/см<sup>2</sup>); 12—опыты [10] (фреон-22—52 н/см<sup>2</sup>); 13—опыты по натрию [11]; 14—экспериментальная кривая  $\alpha=3 \cdot \gamma^{0.18} q^{0.71}$  по кипению калия [12] (0,39; 3,9; 7,35; 11,25 н/см<sup>2</sup>)

Как это видно из рис. 1, зависимость (10) с хорошей точностью обобщает опытные данные по кипению различных жидкостей в широком диапазоне изменения давления, включая данные по кипению жидких металлов. Следует отметить также, что указанная зависимость обобщает и опытные данные по развитию кипения при вынужденном течении недогретой и насыщенной жидкости в каналах.

Физико-технический институт

(Поступило в редакцию 5.11.1965)

## ო. შაჰრილაძე, ბ. რაბინანი

 თბოგადაცემის ძირითად კანონზომიერებათა  
 შესახებ განვითარებული ბუშტოვანი დუღილის  
 პროცესში

## რეზიუმე

ჩატარებულია განვითარებული ბუშტოვანი დუღილის დროს ხურების ზედაპირიდან სითბოს გადაცემის პროცესის თეორიული ანალიზი. ანალიზს საფუძვლად უდევს პროცესის ფიზიკური მოდელი, რომელიც ადრე იყო წამოყენებული. ანალიზის შედეგად გამომდგენებულია ფუნქციონალური დამოკიდებულება პროცესის დამახასიათებელ უგანზომილებო კომპლექსებს შორის. არსებული ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე დადგენილია აღნიშნული ფუნქციონალური დამოკიდებულების კონკრეტული სახე. მიღებული ერთიანი საანგარიშო განტოლება კარგი სიზუსტით ანზოგადებს არსებულ ძირითად ექსპერიმენტულ მონაცემებს ბუშტოვანი დუღილის დარგში სხვადასხვა სითხეებისათვის (თხევადი ლითონების ჩათვლით). სტატიაში აგრეთვე აღწერილია ექსპერიმენტი, რომელიც ასაბუთებს დუღილის პროცესის ადრე წამოყენებული ფიზიკური მოდელის კორექტულობას.

## დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Г. Шекриладзе. О механизме пузырькового парообразования. Сообщения АН ГССР, XLI:2, 1966.
2. А. В. Лыкова. Теория теплопроводности. ГИТТЛ, 1952.
3. Д. А. Лагунов. Теплообмен при пузырьковом кипении. Теплоэнергетика, № 12, 1959.
4. В. М. Боришанский и др. Теплоотдача при пузырьковом кипении воды и этилового спирта на наружной поверхности труб (в большом объеме). В сб.: «Вопросы теплоотдачи и гидродинамики двухфазных сред», Госэнергоиздат, 1961.
5. Хёне, Губер. Кипение бензола, дифенила и бензолдифениловых смесей в большом объеме под давлением. Теплопередача, т. 85, серия С, № 3, ИЛ, 1963.
6. В. Г. Фастовский и др. Кипение фреона-11, хлористого этилена и бензола на горизонтальной трубе. Теплоэнергетика, № 2, 1958.
7. Н. М. Поволоцкая. Исследование процесса теплообмена при кипении фреона-12. Холодильная техника, № 3, 1965.
8. Г. Н. Данилова. Влияние давления и температуры насыщения на теплообмен при кипении фреонов. Котлотурбостроение (труды ЦКТИ), вып. 57, 1965.
9. Г. В. Ратиани, Д. И. Авалиани. Теплообмен и критические тепловые нагрузки при кипении фреонов. Холодильная техника, № 3, 1965.
10. Г. В. Ратиани, Д. И. Авалиани. Теплообмен при кипении фреона-12 и фреона-22. Котлотурбостроение (труды ЦКТИ), вып. 57, 1965.
11. Нойс. Экспериментальное изучение теплоотдачи при кипении натрия в большом объеме. Теплопередача, т. 85, серия С, № 2, ИЛ, 1963.
12. В. М. Боришанский и др. Теплоотдача при кипении щелочных металлов. Атомная энергия, т. 19, вып. 2, 1965.

Г. Г. ГВЕЛЕСИАНИ, Д. И. БАГДАВАДЗЕ

О ЦЕРИТЕРМИЧЕСКОМ ВОССТАНОВЛЕНИИ ОКИСИ САМАРИЯ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 5.7. 1965)

В работе [1] рассмотрены закономерности взаимодействия окиси самария с лантаном в вакууме. Ниже изложены результаты исследований перитермического восстановления  $B - Sm_2O_3$ .

Окись бралась та же, что и в работе [1], а чистота черня превышала 99,5%. Как и для лантанотермического процесса [1], изучение равновесия реакции



сводится к определению давления пара самария над реакционной смесью. Далее по уравнению

$$\Delta Z_T^0 = -RT \ln K_p = -RT \ln P^x \quad (2)$$

(где  $x$  равен двум) могут быть рассчитаны значения изобарно-изотермического потенциала и константы равновесия исследуемого процесса.

Определение  $P_{равн}$  осуществлялось эффузионным методом на установке и по методике, которые описаны в работах [2, 3]. Образцами служили ~ двухграммовые брикеты

(Ф — 15 мм,  $\delta$  — 3 мм) из смеси порошков  $B - Sm_2O_3$  (— 0,05 мм) и Ce (— 1 + 0,1 мм), спрессованные при 12500 кг/см<sup>2</sup>. В смеси избыток черня от теоретически необходимого составлял ~ 38% (молярное отношение

$\frac{Ce}{Sm_2O_3} = 2,75$ ). Полученные опытные результаты (табл. 1, рис. 1) воспроизводятся с точностью  $\pm 1\%$  уравнением

$$\lg P_{мм} = 8,03 - \frac{10667}{T} \quad (1217 - 1473 \text{ }^\circ\text{K}). \quad (3)$$

По формулам (2) и (3) рассчитано уравнение температурной зависимости изменения изобарно-изотермического потенциала перитермического восстановления окиси самария:

$$\Delta Z_T^0 = 97600 - 47,12 \cdot T \quad (1217 - 1473 \text{ }^\circ\text{K}).$$

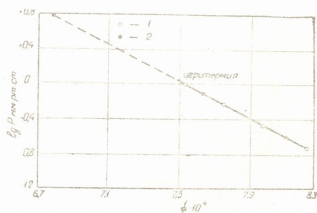


Рис. 1. Равновесное давление пара самария над реакционной смесью  $Sm_2O_3 + 2Ce$ . Диаметр эффузионного отверстия ~ 0,8 (1) и ~ 0,6 мм (2)

Экспериментальные величины давления пара самария при церитермическом восстановлении окиси самария

№ опытов	Т°С	Т°К	1/T 10 <sup>4</sup>	Продолжительность опыта, сек	Коэффициент Клаузиуса, К	Площадь эффузионного отверстия S, см <sup>2</sup> ·10 <sup>2</sup>	Убыль веса навески, г · 10 <sup>2</sup>	P мм рт. ст.	P Г
1	944	1217	8,216	1800	0,887	4,86	3,00	0,19	- 0,726
2	962	1235	3,097	1500	0,865	3,20	2,10	0,25	- 0,600
3	982	1255	7,968	1200	0,884	4,56	3,30	0,34	- 0,473
4	1018	1291	7,746	600	0,884	4,50	2,80	0,59	- 0,230
5	1038	1311	7,627	600	0,865	3,20	2,55	0,78	- 0,110
6	1055	1328	7,530	600	0,887	4,80	3,00	1,00	- 0,002
7*	1200	1473	6,790	—	—	—	—	6,09	+ 0,785

\* P<sub>равн</sub> получено экстраполяцией.

Кинетика восстановления исследована на высокотемпературной вакуумной установке с автоматической фиксацией хода восстановления [2] по методике, описанной в работе [3].

По данным экспериментов (рис. 2), максимальный выход металла при церитермическом восстановлении окиси самария наблюдается для состава шихты с молярным отношением

$$\frac{\text{Ce}}{\text{Sm}_2\text{O}_3} = 2,75.$$

Дальнейшее увеличение количества восстановителя в шихте ухудшает степень использования последнего при 1200°С и не улучшает выход самария.

Следовательно, оптимальным составом шихты следует считать молярное отношение

$$\frac{\text{Ce}}{\text{Sm}_2\text{O}_3} = 2,75,$$

для которого выход самария и степень использования церия при 1200°С соответственно равны 90 и 64%.

Кинетические кривые церитермического восстановления в зависимости от давления брикетирования шихты характеризуются разной формой (рис. 3). Для давления

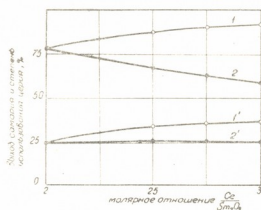


Рис. 2. Влияние состава шихты на показатели церитермического восстановления: 1—выход самария при 1200°С; 2—1150°С; 1'—степень использования церия при 1200°С; 2'—1150°С (продолжительность при 1200°С 1 час; при 1150°С 2 часа; давление брикетирования 2500 кг/см<sup>2</sup>; крупность церия — 1 + 0,1 мм; крупность Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 0,05 мм; вакуум ~ 10<sup>-3</sup> мм рт. ст.)

2500 кг/см<sup>2</sup> ход кривых, начиная с 1175°С и по истечении некоторого периода, претерпевает излом. При этом чем выше температура процесса, тем резче и раньше (во времени) наблюдается это явление. В связи с

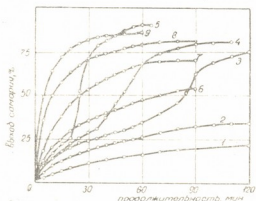
этим рост температуры от  $1100$  до  $1150^\circ$  увеличивает выход самария всего на  $13\%$ , а ее повышение на  $25$  и  $50^\circ$  — соответственно на  $39$  и  $55\%$ . Восстановление  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  при  $1200^\circ\text{C}$  заканчивается за  $1$  час с довольно высоким выходом самария ( $90\%$ ). Для температуры  $1175^\circ\text{C}$  восстановление продолжается  $2$  часа, а выход значительно падает ( $\sim 74\%$ ). Для более низких температур ( $1150$ — $1100^\circ\text{C}$ ) по истечении  $90$  минут процесс затухает при чрезвычайно низком извлечении металла. Кинетическим кривым восстановления брикетов, спрессованных при  $12500$  кг/см<sup>2</sup>, присуща форма аналогичных металлотермических процессов [1]. Для этих

условий заметный ход процесса наблюдается уже при  $900^\circ\text{C}$ . Дальнейший рост температуры до  $1100^\circ\text{C}$  увеличивает выход металла до  $81\%$  (на  $27\%$ ). Однако более высокие температуры улучшают показатель восстановления всего на несколько процентов. Продолжительность процесса сокращается с ростом температуры. При  $1200^\circ\text{C}$  реакция заканчивается в течение  $40$ — $45$  минут. За этот период при  $900^\circ\text{C}$  окись самария восстанавливается всего на  $40$ — $42\%$ .

Данные опытов по кинетике восстановления (при давлении брикетирования  $12500$  кг/см<sup>2</sup>) были обработаны по А. М. Гинстлингу [4].

Уравнения для  $K_{\text{исп}}$  и  $K_{\text{инф}}$  удовлетворительно воспроизводят ход перитермического восстановления окиси самария на определенных участках кинетических кривых (рис. 4). Величины  $E_{\text{исп}}$  и  $E_{\text{инф}}$  соответственно равны  $13500$

Рис. 3. Влияние температуры и продолжительности на выход самария: давление брикетирования  $2500$  кг/см<sup>2</sup>; 1 —  $1100^\circ\text{C}$ ; 2 —  $1150^\circ\text{C}$ ; 3 —  $1175^\circ\text{C}$ ; 4 —  $1188^\circ\text{C}$ ; 5 —  $1200^\circ\text{C}$ ; давление брикетирования  $12500$  кг/см<sup>2</sup>; 6 —  $900^\circ\text{C}$ ; 7 —  $1000^\circ\text{C}$ ; 8 —  $1100^\circ\text{C}$ ; 9 —  $1200^\circ\text{C}$  (молярное отношение  $\frac{\text{Ce}}{\text{Sm}_2\text{O}_3} = 2,75$ ; крупность перия —  $1 + 0,1$  мм; крупность  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  —  $0,05$  мм; вакуум  $\sim 10^{-3}$  мм рт. ст.)



и  $19500$  кал.

На рис. 5 даны результаты исследований по влиянию давления брикетирования шихты на кинетику перитермического процесса. Выход металла с увеличением давления от  $0$  до  $2500$  кг/см<sup>2</sup> значительно возрастает и достигает  $90\%$ . При этом ход кинетических кривых, за исключением опыта с насыпной шихтой, претерпевает излом и тем раньше, чем выше давление. По мере дальнейшего увеличения давления начальная скорость восстановления  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  растет, однако выход металла к концу опыта отстает от такового для давления  $2500$  кг/см<sup>2</sup>. Лишь при давлении  $12500$  кг/см<sup>2</sup> извлечение самария примерно соответствует выходу при  $2500$  кг/см<sup>2</sup>. Кинетические кривые для интервала  $5000$ — $12500$  кг/см<sup>2</sup> характеризуются отсутствием каких-либо перегибов.





Опыты показали, что изменение тонины помола Се от  $-0,25 \pm 0,1$  до  $-1 \pm 0,5$  относительно слабо ( $\sim 4\%$ ) сказывается на выходе металла. Для давления брикетирования шихты  $12500 \text{ кг/см}^2$  (рис. 6) зависимость кинетики процесса от крупности порошка восстановителя незначительна (особенно для крупности  $-0,5 \pm 0,25$  и  $-0,25 \pm 0,1$  мм), а для  $2500 \text{ кг/см}^2$  скорость процесса чрезвычайно чувствительна к изменению тонины

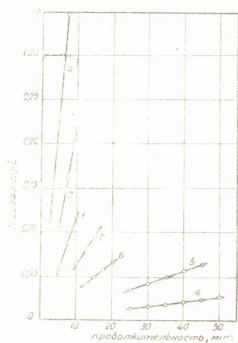


Рис. 4. Зависимость  $K_{\text{диф}}(t) =$  от времени  $\tau$  в уравнениях А. М. Гинстлинга: 1— $900^\circ\text{C}-K_{\text{исп}} \cdot \tau$  (от 9 до 11,6% воспт.); 2— $1000^\circ\text{C}-K_{\text{исп}} \cdot \tau$  (от 16 до 28,5% воспт.); 3— $1100^\circ\text{C}-K_{\text{исп}} \cdot \tau$  (от 21 до 45% воспт.); 4— $900^\circ\text{C}-K_{\text{диф}} \cdot \tau$  (от 33 до 44% воспт.); 5— $1000^\circ\text{C}-K_{\text{диф}} \cdot \tau$  (от 50 до 61,5% воспт.); 6— $1100^\circ\text{C}-K_{\text{диф}} \cdot \tau$  (от 53 до 63% воспт.) 7— $1200^\circ\text{C}-K_{\text{диф}} \cdot \tau$  (от 64 до 72,5% воспт.)

помола церия. При этом чем крупнее порошок восстановителя, тем медленнее протекает начальная стадия процесса и выше скорость конечной стадии (после точки перегиба на кинетической кривой). Максимальное извлечение металла наблюдается для крупности порошка церия  $-1 \pm 0,5$  мм.

Полученные результаты по кинетике восстановления следует рассматривать с точки зрения окисляемости порошка восстановителя и его смачиваемости  $\text{Sm}_2\text{O}_3$ . Специальными опытами установлено (рис. 7), что церий при температурах 1000 и  $1100^\circ\text{C}$  даже в условиях высокого вакуума плохо смачивает окись самария. Для оптимальной температуры металлотермического восстановления ( $1200^\circ\text{C}$ ) смачиваемость улучшается, однако не в той степени, как это наблюдается при лантанотермическом процессе [1]. При наличии на металле даже тончайшего слоя окисной пленки смачиваемость, как наблюдалось в опытах в условиях грубого вакуума, значительно ухудшается, так как пленка препятствует нормальному растеканию металла по поверхности окиси. Это явление гораздо заметнее для церитермического восстановления по сравнению с лантанотермическим.

В силу того что порошок восстановителя поверхностно окислен, полученную форму кинетических кривых по влиянию давления брикетирования шихты и температуры на выход самария следует признать закономерной. При относительно низких давлениях (до  $2500 \text{ кг/см}^2$ ) начальное взаимодействие между церием и окисью самария в какой-то степени аналогично реакции между двумя твердыми фазами и, естественно, рост давления брикетирования увеличивает скорость восстановления. Однако по ходу процесса в связи с образованием промежуточного сплава  $\text{Sm}_x$  —

$Ce_y$  (как и для других аналогичных процессов [1,3] сплавообразования) подтверждаются временной и температурной зависимостью смачиваемости черием окиси самария, изменением электросопротивления шихты и анализами самария в восстановителе) и разрушением поверхностной окисной пленки восстановителя смачиваемость  $Sm_2O_3$  должна заметно улучшиться, что, со своей стороны, отразится на росте скорости восстановления. Это, очевидно, обуславливает появление излома на кинетических кривых. Для этих давлений с понижением температуры в связи с ухудшением смачиваемости восстановителем окиси самария скорость восстановления и выход самария значительно снижаются.

Вполне вероятно, что с ростом давления брикетирования шихты произойдут деформация и разрушение поверхностной окисной пленки восстановителя, что с самого начала процесса обусловит хорошую смачиваемость окиси самария. Хотя повышенные давления брикетирования увеличивает начальную скорость восстановления, но в какой-то мере затрудняет дальнейший ход реакции (осложнение удаления парообразного продукта реакции). Поэтому даже при давлении  $12500 \text{ кг/см}^2$  выход самария несколько отстает от его извлечения при  $2500 \text{ кг/см}^2$ .

Рис. 6. Влияние крупности черия на выход самария: 1 — крупность черия  $-1+0,5 \text{ мм}$ ; 2 —  $0,5 + 0,25 \text{ мм}$ ; 3 —  $0,25 + 0,1 \text{ мм}$  (молярное отношение  $\frac{Ce}{Sm_2O_3} = 2,75$ ; температура  $1200^\circ\text{C}$ ; давление брикетирования  $12500 \text{ кг/см}^2$ ; крупность  $Sm_2O_3 - 0,05 \text{ мм}$ ; вакуум  $\sim 10^{-3} \text{ мм рт. ст.}$ )

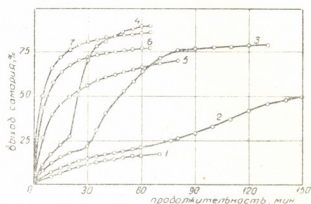
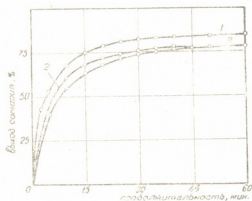


Рис. 5. Влияние давления брикетирования шихты на выход самария при церитермическом восстановлении  $Sm_2O_3$ : 1 —  $0 \text{ кг/см}^2$ ; 2 —  $500 \text{ кг/см}^2$ ; 3 —  $1500 \text{ кг/см}^2$ ; 4 —  $2500 \text{ кг/см}^2$ ; 5 —  $5000 \text{ кг/см}^2$ ; 6 —  $7500 \text{ кг/см}^2$ ; 7 —  $12500 \text{ кг/см}^2$  (молярное отношение  $\frac{Ce}{Sm_2O_3} = 2,75$ ; крупность черия  $-1+0,1 \text{ мм}$ ; крупность  $Sm_2O_3 - 0,05 \text{ мм}$ ; температура  $1200^\circ\text{C}$ ; вакуум  $\sim 10^{-3} \text{ мм рт. ст.}$ )



По причинам, указанным выше, кинетические кривые влияния температуры на выход самария при давлении  $12500 \text{ кг/см}^2$  характеризуются нормальным ходом. Для них, как показали расчеты, скорость начального периода восстановления лимитируется удалением парообразного самария из образовавшегося промежуточного сплава  $Sm_x - Ce_y$ , дальнейший же ход процесса — диффузией реагентов через твердый продукт реакции.

Вышесказанное подтверждается опытами по восстановлению  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  свежеприготовленным порошком церия. В этом случае излом кинетической кривой наблюдается при более низких давлениях брикетирования ( $\sim 1000 \text{ кг/см}^2$ ), а скорость восстановления для интервала высоких давлений не характеризуется столь значительной разницей.

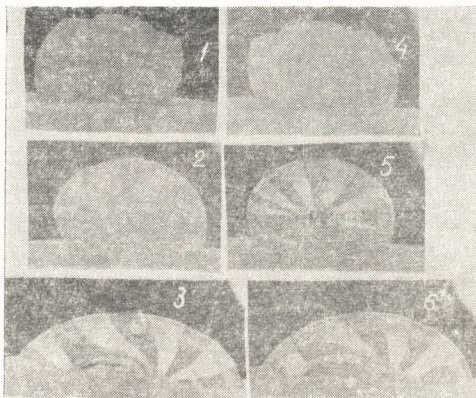


Рис. 7. Смачиваемость окиси самария церием при различных температурах и выдержках (вакуум  $> 10^{-4}$  мм рт. ст.).  
 0 минут: 1 —  $1000^\circ\text{C}$ ; 2 —  $1100^\circ\text{C}$ ; 3 —  $1200^\circ\text{C}$ .  
 10 минут: 4 —  $1000^\circ\text{C}$ , 5 —  $1100^\circ\text{C}$ ; 6 —  $1200^\circ\text{C}$ .

Наглядным примером достоверности отмеченных закономерностей восстановления служат результаты по влиянию крупности церия на ход восстановления. Для обоих случаев давления брикетирования шихты ( $2500$  и  $12\,500 \text{ кг/см}^2$ ), как было показано, выход металла независимо от тонины помола восстановителя характеризуется практически идентичными показателями. Однако в противоположность опытам при давлении  $12\,500 \text{ кг/см}^2$ , кинетика восстановления при  $2500 \text{ кг/см}^2$  сильно зависит от крупности помола церия, так как для этого давления начальная скорость взаимодействия восстановителя с окисью самария должна быть обусловлена количеством контактных точек между реагентами. Небольшое преимущество в извлечении самария при использовании порошка церия крупностью  $-1 + 0,5 \text{ мм}$  следует приписать его меньшей окисленности и, следовательно, лучшей смачиваемости восстановителем окиси.

Рентгенографические исследования остатков церитермического восстановления окиси самария при  $2500$  и  $12\,500 \text{ кг/см}^2$  и в точках перегиба кинетических кривых показали идентичность фазового состава твердо-

го продукта реакции ( $\text{Ce}_2\text{O}_3$ ). Следовательно, исследуемый процесс протекает по суммарной реакции (1).

Металл, полученный при оптимальных условиях, содержит  $< 0,01\%$  восстановителя.

### Выводы

1. Температурная зависимость  $P_{\text{газ}}^{\text{см}}$  и  $\Delta Z_T^0$  для церитермического восстановления  $\text{В}-\text{Sm}_2\text{O}_3$  может быть описана уравнениями

$$\lg P_{\text{мм}} = 8,03 - \frac{10667}{T} \quad (1217 - 1473^\circ\text{K}),$$

$$\Delta Z_T^0 = 97600 - 47,12 \cdot T \quad (1217 - 1473^\circ\text{K}).$$

2. Оптимальными условиями процесса являются:

молярное отношение  $\frac{\text{Ce}}{\text{Sm}_2\text{O}_3} = 2,75;$

температура  $1200^\circ\text{C};$

продолжительность  $1 \text{ час};$

давление брикетирования  $2500 \text{ кг/см}^2$  (эта величина в зависимости от степени окисления церия может быть иной);

крупность порошка восстановителя  $1 \pm 0,5 \text{ мм}$  (при крупности окиси самария  $-0,05 \text{ мм}$ )

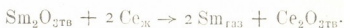
вакуум  $\sim 10^{-2} \text{ мм рт. ст.}$

3. При взаимодействии окиси самария с церием образуется промежуточный сплав  $\text{Sm}_x - \text{Ce}_y$ .

4. Скорость процесса при высоких давлениях брикетирования шихты в начале восстановления лимитируется испарением самария из сплава, а затем наступает диффузионный режим.

5. При относительно низких давлениях брикетирования начало реакции протекает в диффузионной области.

6. Церитермическое восстановление описывается суммарным уравнением



ბ. გველესიანი, ჯ. ბაღდავაძე

## სამარიუმის ჟანგის ცვირითერმული აღდგენა

რეზიუმე

სამარიუმის ჟანგის ურთიერთმოქმედება ცერიუმთან მიმდინარეობს მყარ ჟანგეულსა და თხილ აღმდგენელს შორის



ამ რეაქციის წონასწორობა განისაზღვრება სარეაქციო კაზმზე სამარიუმის ორთქლის დრეკადობით, რომლის მნიშვნელობა გაზომილ იქნა ეფუზიური მეთოდით. მიღებული ექსპერიმენტული შედეგები გამოისახება შემდეგი ტოლობის საშუალებით:

$$\lg P_{\text{მყ}} = 8,03 - \frac{10667}{T} \quad (1217 - 1473^\circ\text{K}).$$

ამ საფუძველზე გამოყვანილია (1) რეაქციის იზობარულ-იზოთერმული პოტენციალის ტემპერატურისაგან დამოკიდებულების განტოლება

$$\Delta Z_T^0 = 97600 - 47,12 \cdot T \quad (1217 - 1473^\circ\text{K}).$$

ლითონური სამარიუმის მისაღებად გამოყენებულია სამარიუმის ჟანგი და მაღალი სისუფთავის აღმდგენელი — ცერიუმი.

დადგენილია პროცესის ოპტიმალური პირობები:

კაზმის შედგენილობა: მოლარული ფარდობა  $\frac{\text{Ce}}{\text{Sm}_2\text{O}_3} = 2,75.$

ტემპერატურა —  $1200^\circ\text{C}$ ;

აღდგენის ხანგრძლივობა — 1 საათი;

კაზმის დაბრიკეტების წნევა —  $2500 \text{ კგ/სმ}^2$ ;

ცერიუმის მარცვლის ზომა —  $1+0,5 \text{ მმ}$ ;

სამარიუმის ჟანგის მარცვლის ზომა —  $0,05 \text{ მმ}$ ;

გაიშვიათება სისტემაში  $\sim 10^{-3} \text{ მმ სინდ. სე.}$

## დასოფიებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Г. Гвелесиани, Д. И. Багдаваძე. О лантанотермическом восстановлении окиси самария. Сообщения АН ГССР, XLI:3, 1966.
2. Г. Г. Гвелесიანი, Н. П. Мгалоблишვილი, А. А. Надирадзе. Высокотемпературные установки для исследования вакуумтермических восстановлений. Труды Грузинского ин-та металлургии, № 14, 1965, 199.
3. Г. Г. Гвелесიანი, А. А. Надирадзе. Об алюмотермическом восстановлении окиси итербия. Изв. АН СССР, Металлургия и горное дело, № 5, 1964, 57.
4. П. П. Будников, А. М. Гинстлинг. Реакция в смесях твердых веществ. Госстройиздат, М., 1961.



Г. Н. ЗВИАДАДЗЕ, О. В. ШЕНГЕЛИЯ  
ТЕРМОДИНАМИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХЛОРИДА  
НАТРИЯ СИЛИКОКАЛЬЦИЕМ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 7.7.1965)

В литературе крайне бедно представлены термодинамические исследования реакций солей с такими сложными восстановителями, как карбиды металлов и схожие с ними соединения. Имеющиеся данные ограничены взаимодействиями хлоридов натрия, калия и магния с карбидом кальция [1—4]. В указанных работах, за исключением [4], термодинамический анализ проведен только расчетными методами. Расширение экспериментальных исследований реакций солей со сложными восстановителями чрезвычайно необходимо, так как эти взаимодействия могут лечь в основу процессов получения ряда металлов. Так, нами установлена перспективность восстановления солей щелочных металлов, в частности хлорида натрия силикокальцием.

Кальций в техническом силикокальции представлен бисилицидом в виде самостоятельной фазы [5]. Одновременно он содержит излишки кремния и силицида железа. Экспериментально установлено, что последние не принимают участия в восстановлении натрия из его хлорида, а взаимодействие силикокальция с хлоридом натрия не отличается от процесса его восстановления синтетическим бисилицидом кальция. Исходя из этих данных и анализов продуктов взаимодействия хлорида натрия с силикокальцием, можно написать



При высоких температурах из-за большой летучести натрия последний выделяется в виде пара. Нет данных по изучению равновесия при взаимодействии хлорида натрия с силицидом кальция.

В данной статье излагаются некоторые результаты расчетного и экспериментального решения указанной задачи.

Термодинамические расчеты

Учитывая, что  $\text{CaSi}_2$  и  $\text{Si}$  ниже  $980^\circ$  дают электрическую смесь, а  $\text{NaCl}$  и  $\text{CaSi}_2$  взаиморастворимы, система, выраженная реакцией (1), четырехкомпонентная и четырехфазная. Следовательно, для этой системы число степеней свободы равняется двум. Равновесие указанной системы определяется температурой и составом системы  $\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$ . Таким образом, реакцию (1) следует представить следующим образом:





Ее константа равновесия  $K = \frac{[\text{CaCl}_2]}{[\text{NaCl}]^2} \cdot P_{\text{Na}}^2$  может быть рассчитана на

основе известного уравнения  $\ln K = - \frac{\Delta Z_{\text{реакции}}}{RT}$ .

Определение изменения изобарного потенциала при прохождении реакции восстановления натрия сводится к алгебраическому суммированию изобарных потенциалов продуктов и исходных веществ

$$\Delta Z_{\text{реак}} = \Delta Z_{\text{CaCl}_2} + 2\Delta Z_{\text{Na}_{\text{ж}}} \rightarrow \text{Na}_{\text{пар}} - 2\Delta Z_{\text{NaCl}} - \Delta Z_{\text{CaSi}_2}. \quad (3)$$

Функциональная зависимость  $\Delta Z$  от температуры для хлоридов натрия и кальция взята из справочников (см. табл. 2), а для силицида кальция и испарения натрия составлена нами. С целью составления уравнения

$$\Delta Z_{\text{r}} = \Delta H_0^{\circ} - \Delta aT \ln T - \frac{1}{2}bT^2 - \frac{1}{2}\Delta cT^{-1} + IT \quad (4)$$

для реакции



необходимо знать алгебраическую сумму коэффициентов уравнений зависимости  $C_p$  от температуры для кальция, кремния и  $\text{CaSi}_2$ . Указанное уравнение для кальция и кремния приведено в литературе, а для  $\text{CaSi}_2$  составлено нами по энтропийному методу [6]. Для расчета  $C_p$  использовано уравнение

$$C_p = \nu \left[ 6,6 - \frac{a}{b + K(T - b)} + \frac{1,24}{T'} \left( 6,6 - \frac{a}{298} \right)^2 T^{3/2} \cdot 10^{-3} \right]. \quad (6)$$

Для  $\text{CaSi}_2$

$$T' = 691,7, \quad a = 313,8 \quad b = 306,7, \quad K = 0,5.$$

Рассчитывая значения  $C_p$  при 473; 673 и 1293°K и решая систему уравнений типа  $\alpha + \beta T + \gamma T^{-2}$ , определяем коэффициенты уравнения зависимости теплоемкости силицида кальция от температуры. Конечное уравнение принимает вид

$$C_{p\text{CaSi}_2} = 14,297 + 9,31 \cdot 10^{-3} T + 0,898 \cdot 10^5 T^{-2}. \quad (7)$$

При использовании этого уравнения и данных табл. 2 составлены следующие уравнения для изменения изобарного потенциала при реакции (5):

$$\Delta Z_{\text{r}} = -37316 - 3,89 T \lg T + 0,09 \cdot 10^{-3} T^2 - 0,1 \cdot 10^5 T^{-1} + 12,12 T \quad (8)$$

для интервала 713—1123°K,

$$\Delta Z_{\text{r}} = -37852 + 9,68 T \lg T - 3,78 \cdot 10^{-3} T^2 - 1,35 \cdot 10^5 T^{-1} - 25,53 T \quad (9)$$

для интервала 1123—1293°K.

В парах натрия наряду с атомами присутствуют двухатомные молекулы. Однако их доля сравнительно мала [7].

Поэтому практически можно принять, что испарение жидкого натрия проходит по уравнению



Для этого процесса с использованием данных табл. 2 было составлено уравнение зависимости изменения изобарного потенциала от температуры

$$\Delta Z_{\text{Na}_{\text{ж}} \rightleftharpoons \text{Na}_{\text{пар}}} = 26369 + 5,8 T \lg T - 42,53 T. \quad (11)$$

В табл. 1 приведены величины изменения изобарного потенциала реакции восстановления хлорида натрия для температур, при которых выполнялись экспериментальные исследования.

Таблица 1

Изменение изобарного потенциала реакции

Т°С	720	740	770	796	820
$\Delta Z$ ккал	36336	35219	33593	32280	31146

### Экспериментальное исследование

Метод экспериментального исследования заключался в определении равновесного давления пара натрия при взаимодействии силикокальция с  $\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$  с различным содержанием компонентов солевой фазы.

Определение давления пара натрия производилось динамическим методом потока. Над реагирующей смесью пропусклся аргон, который увлекал пары натрия в конденсатор. Парциальное давление пара натрия вычислялось формулой

$$p_{\text{Na}} = P \frac{n}{n + N},$$

где  $p_{\text{Na}}$  — давление пара натрия,  $P$  — общее давление, приравненное давлению аргона,  $n$  — число молей натрия,  $N$  — число молей аргона.

Это соотношение верно в условиях насыщения аргона парами натрия. При чрезмерно больших скоростях величины  $p_{\text{Na}}$  могут получаться значительно более низкими, чем равновесные величины. В условиях низких скоростей легко достигается насыщение аргона парами натрия, однако, благодаря развитию процесса термодиффузии, получаются завышенные величины для  $p_{\text{Na}}$ . Эти факторы приводят к необходимости экспериментальной подборки оптимального интервала скоростей пропускания аргона, в котором измерялись парциальные давления пара натрия и его равновесные значения определялись экстраполяцией к нулевой скорости прохождения аргона.

Схема установки для определения давления пара натрия приведена на рис. 1.

В качестве емкости для реагирующей смеси служила стальная камера (1), которая закрывалась цилиндром (2), снабженным носиком с узким отверстием ( $\Phi=3$  мм) для предотвращения термодиффузии. Камера соединялась с трубой для подачи аргона и помещалась вместе с ней в реторту (3) из нержавеющей стали. С обоих концов реторты снабжалась

Исходные термодинамические данные, использованные для расчета равновесия реакции (2)

Термодинамические функции	$H_{298}$ ккал/моль	$S_{298}$ ккал/град. моль	Фазовое превращение (полиморфное, плавление или кипение)		Уравнение теплоемкости и температурный интервал его применения		Уравнение изобарного потенциала и температурный интервал его применения			
			$T^{\circ}\text{C}$	$\Delta H$ ккал/моль	уравнение	интервал, $^{\circ}\text{K}$	уравнение	интервал, $^{\circ}\text{K}$		
Na			882[8]	23,7[8]	$7,5$ $4,97$	[8] [9]	298—1155	$26369 + 5,8 T \lg T - 42,53 T$		
Ca		9,95[8]	440[8]	0,24[8]	$5,31 + 3,33 \cdot 10^{-3} T$ $1,5 + 7,74 \cdot 10^{-2} T +$ $+ 2,5 \cdot 10^5 T^{-2}$	[8] [8]	298—713 713—1123 Саж.			
Si		4,5[8]	1123[8]	2,07[8]	$5,55 + 0,88 \cdot 10^{-3} T$ $- 0,91 \cdot 10^5 T^{-2}$	[8]	298—1200			
2NaCl								$-197660 + 3,91 T \lg T - 3,92 \cdot 10^{-3} T^2 + 37,13 T$ $-189000 - 18,17 T \lg T + 91,77 T$	[9] [9]	371—1073 1073—1187
CaCl <sub>2</sub>								$-191400 - 4,77 T \lg T - 0,79 \cdot 10^{-3} T^2 + 50,48 T$ $-190050 - 18,54 T \lg T + 90 T$ $-192580 - 19,16 T \lg T + 94,14 T$	[9] [9] [9]	673—1055 1055—1124 1124—1760
CaSi <sub>2</sub>	36[8]	22[8]			$1429 + 9,31 \cdot 10^{-3} T +$ $+ 0,898 \cdot 10^5 T^{-2}$	*	298—1293	$-37316 - 3,89 T \lg T + 0,09 \cdot 10^{-3} T^2 - 0,1 \cdot 10^6 T^{-1}$ $+ 12,12 T^*$ $-37852 + 9,68 T \lg T - 3,78 \cdot 10^{-3} T^2 - 1,35 \cdot 10^3 T^{-1}$ $-25,53 T^*$		713—1123 1123—1293

\* Уравнения составлены нами расчетным путем.

фланцами. На левом фланце была закреплена крышка с вакуумным уплотнением для передвижения камеры из холодной части реторты в зону рабочей температуры. С помощью правого фланца реторта соединялась или с вакуумной системой, или газгольдером (4). В правой части реторты помещался стальной конденсатор, во внутреннее пространство которого вставлялась камера при ее передвижении в зону рабочей температуры.

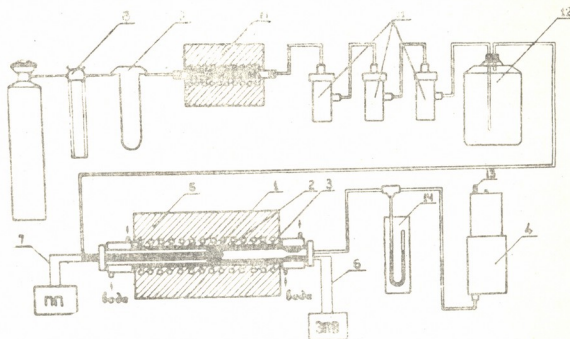


Рис. 1. Схема установки для измерения давления паров: 1—реакционная камера, 2—цилиндр, 3—реторта, 4—газгольдер, 5—электропечь, 6—термопара наружная, 7—термопара внутренняя, 8—дифференциальный манометр, 9—реометр, 10—печь для очистки аргона, 11—осушители, 12—буферная емкость, 13—термометр, 14—ртутный манометр

Нагрев осуществлялся трубчатой разъемной электропечью (5), нагреватель которой обеспечивал постоянство температуры в средней зоне печи на расстоянии 6 см. В этой зоне находилась камера во время опыта. Регулирование температуры производилось с помощью потенциометра ЭПВ-2, который был включен в цепь наружной платина-платинородиевой термопары (6). Непосредственное измерение температуры реагирующей смеси осуществлялось внутренней платина-платинородиевой термопарой (7), помещенной через газоподводящую трубу в камеру для шихты.

Электропечь была установлена на вертикально перемещаемом столе для быстрого охлаждения реагирующей смеси после окончания опыта. Аргон поступал из баллона в камеру через следующие устройства; дифференциальный манометр (8) для сбрасывания давления, реометр (9), наполненный магнием, стальная трубка (10), специальные осушители (11) с металлическим корпусом, буферная емкость (12). Аргон после конденсации паров натрия поступал в металлический газгольдер, наполненный вакуумным маслом. Для измерения температуры аргона в газгольдере последний был снабжен термометром (13). Давление аргона в газгольдере измерялось ртутным манометром (14), соединенным открытым концом с атмосферой. Атмосферное давление в рабочей комнате измерялось барометром. Объем аргона пересчитывался к нормальным условиям.





Реагирующая смесь готовилась перемагниванием истертого хлорида натрия марки ХЧ и силикокальция с содержанием  $\text{CaSi}_2 = 67\%$ .

Полученная смесь брикетировалась, и затем брикеты измельчались на маленькие кусочки, которыми заполнялась камера. Молярное соотношение  $\text{CaSi}_2:\text{NaCl} = 3$ . Продолжительность опыта выбиралась с таким расчетом, чтобы степень восстановления  $\text{NaCl}$  не превышала  $5\%$ . Количество натрия на конденсаторе определялось химическим анализом. Анализами на хлор и кальций было установлено, что в конденсатор не попадают

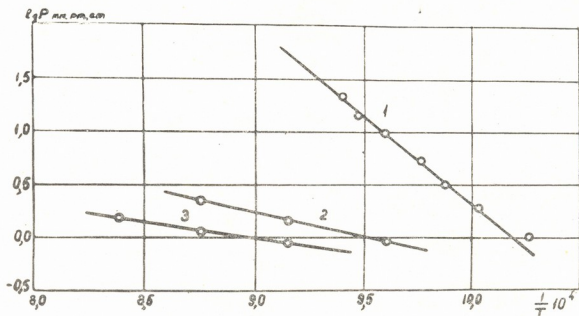


Рис. 2. Зависимость равновесного давления пара натрия от температуры при восстановлении хлорида натрия и его растворов с хлоридом кальция: 1— $\text{NaCl}$ , 2— $\text{NaCl}$  (67 мол. %)— $\text{CaCl}_2$  (33 мол. %), 3— $\text{NaCl}$  (50 мол. %)— $\text{CaCl}_2$  (50 мол. %)

хлориды натрия и кальция. Результаты опытов по измерению равновесного давления паров натрия при восстановлении хлорида натрия и его растворов с хлоридом кальция графически представлены на рис. 2. Эти результаты описываются следующими уравнениями:

$$\text{при восстановлении NaCl } \lg P_{\text{Na}} = 11,361 - \frac{10750}{T} \quad (973 - 1123^\circ\text{K}), \quad (12)$$

при восстановлении  $\text{NaCl}$  (67 мол. %)— $\text{CaCl}_2$  (33 мол. %):

$$\lg P_{\text{Na}} = 6,523 - \frac{6430}{T} \quad (1043 - 1193^\circ\text{K}), \quad (13)$$

при восстановлении  $\text{NaCl}$  (50 мол. %)— $\text{CaCl}_2$  (50 мол. %):

$$\lg P_{\text{Na}} = 5,814 - \frac{5940}{T} \quad (1043 - 1193^\circ\text{K}). \quad (14)$$

С помощью уравнения (12) изменение изобарного потенциала для реакции (1) определяется в виде

$$\Delta Z_r = 95821 - 74.4 T \quad (973 = 1123^\circ\text{K}). \quad (15)$$



Рассчитанные по этому уравнению величины изменения изобарного потенциала для исследуемой реакции отличаются от данных табл. 1, что вероятнее всего объясняется невысокой точностью уравнения  $\Delta Z_{\text{CaSi}_2}$ , составленного расчетным путем. В табл. 3 приведены значения констант равновесия исследуемой системы при различных температурах.

Таблица 3

Константы равновесия, рассчитанные по  $\lg K = \lg \left( \frac{[\text{CaCl}_2]}{[\text{NaCl}]^2} P_{\text{Na}}^2 \right)$

Т°С	770	820	870
Содержание NaCl в NaCl—CaCl <sub>2</sub> , мол. %			
67	-1,40	-0,89	-0,34
50	-1,40	-0,95	-0,46

При изменении концентрации хлорида натрия в значительных размерах значение  $\lg K$  меняется в сравнительно узких пределах. Эти данные подтверждают, что равновесие системы определяется не только температурой, но и составом NaCl—CaCl<sub>2</sub>.

Знание давления паров натрия при различных температурах для восстановления свободного хлорида натрия и его растворов с CaCl<sub>2</sub> позволяет рассчитывать активности NaCl в этих растворах и их парциальные термодинамические функции по формулам

$$\Delta \bar{Z} = 4,576 \lg a, \quad \Delta \bar{H} = -\Delta Z + T\Delta S,$$

$$\Delta \bar{S} = -4,576 \left( \frac{T_1 + T_2}{2} \cdot \frac{\lg a_2 - \lg a_1}{T_2 - T_1} + \frac{\lg a_2 + \lg a_1}{2} \right).$$

В табл. 4 приведены парциальные величины изобарного потенциала, энтропии и энтальпии смещения хлорида натрия для исследованных составов системы NaCl—CaCl<sub>2</sub>.

Таблица 4

Парциальные термодинамические функции NaCl—CaCl<sub>2</sub> при 770°

Состав NaCl—CaCl <sub>2</sub>		$\Delta \bar{S}_{\text{NaCl}}$ кал	$\Delta \bar{S}_{\text{NaCl}}$ кал/град	$\Delta \bar{H}_{\text{NaCl}}$ кал
NaCl N	CaCl <sub>2</sub> N			
0,67	0,33	-2890	0,664	-2218
0,5	0,5	-4218	0,662	-3523

Согласно диаграмме состояния системы NaCl—CaCl<sub>2</sub> [10], в последней не обнаружены химические соединения и твердые растворы. Между тем, полученные нами результаты указывают, что избыточный изобарный потенциал NaCl в изученных составах NaCl—CaCl<sub>2</sub> имеет значительные отрицательные значения и энтропия смещения NaCl не равна нулю. Вероятно, система NaCl—CaCl<sub>2</sub> относится к растворам из ассоциированных компонентов без химического взаимодействия [11].

Грузинский институт металлургии

(Поступило в редакцию 7.7.1965)

ბ. ზვიადაძე, ო. შენგელია

ნატრიუმის ქლორიდის სილიციოკალციუმით აღდგენის  
 თერმოდინამიკა

რ ე ზ ი უ მ ე

სილიციდოთერმული აღდგენის ნატრიუმის ორთქლის წონასწორული-  
 წნევა დამოკიდებულია  $\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$  სისტემის შემადგენლობისაგან და გა-  
 მოისახება შემდეგი განტოლებებით:

$\text{NaCl}$ -ის აღდგენისას:

$$\lg P_{\text{Na}} = 11,316 - \frac{10754}{T} \quad (976-1123^\circ\text{K});$$

$\text{NaCl}$  (67მლ %) —  $\text{CaCl}_2$  (33 მლ %) სისტემის აღდგენისას:

$$\lg P_{\text{Na}} = 6,52 - \frac{6430}{T} \quad (1043-1143^\circ\text{K});$$

$\text{NaCl}$  (50 მლ %) —  $\text{CaCl}_2$  (50 მლ %) სისტემის აღდგენისას:

$$\lg P_{\text{Na}} = 5,814 - \frac{5940}{T} \quad (1043-1143^\circ\text{K});$$

ნატრიუმის ქლორიდის თერმოდინამიკური ფუნქციების გათვლა მიგვი-  
 თითებს ასოცირებულ მდგომარეობაზე.  $\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$  სისტემაში ნატრიუმის  
 ქლორიდის სილიციდოთერმული აღდგენის იზობარული პოტენციალის დამო-  
 კიდებულება ტემპერატურისაგან გამოისახება შემდეგი განტოლებით:

$$\Delta Z_r = 98399 - 77,6 T \quad (973-1123^\circ\text{K}).$$

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П. В. Гельд, А. С. Микулинский. Получение металлического натрия восстановлением его хлорида, карбида, кальция. Журнал прикладной химии, XX, 1947, 800.
2. Г. Н. Звиададзе, В. А. Пазухин. Получение натрия из поваренной соли путем ее вакуумтермического восстановления. Сборник научных трудов Минцветметзолота, № 24, 1954, 202.
3. А. Г. Полубоярцев. Механизм и технология карбидохлоридного метода получения калия. Автореферат, Свердловск, 1964.
4. A. Schneider, I. Cordes, H. Kribbe, H. Runge. Erzherghau und Metallhüttenves, 12, № 5, 1959, 224.
5. Г. В. Самсонов. Силициды и их использование в технике. Изд. АН УССР, 1959.
6. Н. А. Ландия. Расчет высокотемпературных теплоемкостей твердых неорганических веществ по стандартной энтропии. Изд. АН ГССР, 1962.
7. А. Н. Несмеянов. Давление пара химических элементов. Изд. АН СССР, 1961.
8. O. Kubaschewski, E. Lbans, Metallurgical Thermochemistry. London, 1956.
9. А. Н. Крестовников, Л. П. Владимиров, Б. С. Гуляницкий, А. Я. Фишер. Справочник по расчетам равновесия металлургических реакций. Металлургиздат, 1963.
10. Справочник по плавкостям систем из безводных неорганических солей, под ред. П. К. Воскресенской, изд. АН СССР, 1961.
11. Ю. М. Делимарский, Б. Ф. Марков. Электрохимия расплавленных солей. Металлургиздат, 1960.

## АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА

В. Е. ГАБИСОНИЯ

## К ТЕОРИИ СИСТЕМ С НАКОПЛЕНИЕМ ОПЫТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 4.5.1965)

1. На фиг. 1 показана в виде прямоугольника система, на вход которой поступает случайная функция  $Z(t)$ , а на выход получаем желаемую функцию  $W(t)$ . Система считается полностью неизвестной и требуется определить оператор системы  $A$  так, чтобы она была оптимальной с точки зрения принятого критерия качества.  $Z(t)$  представляет собой сумму некоторого полезного сигнала  $S(t)$  и независимо от него нормально распределенной помехи  $X(t)$ :

$$Z(t) = S(t) + X(t). \quad (1.1)$$

$W(t)$  определенным образом связано с полезным сигналом. Обычно оно представляет собой результат заданного преобразования полезного сигнала  $S(t)$ :

$$W(t) = QS(t), \quad (1.2)$$

где  $Q$  — некоторый заданный оператор.

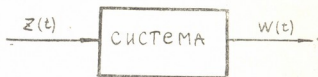
Действительной выходной функцией построенной модели является некоторая случайная функция  $W^*(t)$ , которая представляет собой результат преобразования найденной моделью входной функции  $Z(t)$ :

$$W^*(t) = AZ(t). \quad (1.3)$$

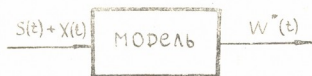
Качество решения задачи в каждом конкретном случае оценивается функцией потерь  $l(W, W^*)$ , которая зависит от конкретных реализаций сигнала  $W(t)$  и его оценки  $W^*(t)$ . Условное математическое ожидание функции потерь при данной реализации сигнала  $W$  для всех возможных реализаций оценки  $W^*$ , соответствующих данной реализации сигнала  $W$ , называется условным риском

$$\rho(A, W) = M[l(W, W^*)|W], \quad (1.4)$$

который зависит от оператора системы  $A$ , определяющего оценку  $W^*$ , и от реализации сигнала  $W$ . Среднее качество решения задачи при всех



Фиг. 1



Фиг. 2



возможных реализациях сигнала  $W$  и его оценки  $W^*$  характеризуется средним риском

$$\rho(A) = M[\rho(A, W)] = M[l(W, W^*)], \quad (1.5)$$

который равен безусловному математическому ожиданию функции потерь. Большинство практически целесообразных критериев качества оптимальной системы относится к классу байесовых критериев вида

$$\rho(A) = M[l(W, W^*)] = \min, \quad (1.6)$$

функция потерь может быть произвольной функцией или функционалом сигнала  $W$  и его оценки  $W^*$ .

В работе [1] дан общий метод решения поставленной задачи на основе любого байесова критерия в случае, когда полезный сигнал  $S(t)$  представляет собой известную функцию независимой переменной (времени) и независимого случайного параметра  $u$

$$S(t) = \varphi(t, u),$$

а  $W(t)$  выражается формулой

$$W(t) = \Psi(t, u) = Q\varphi(t, u).$$

Найдена система, которая обеспечивает минимум условного математического ожидания функции потерь для каждой реализации  $Z$  случайной функции  $Z(t)$ ,

$$\rho_z = M[l(W, W^*)|Z] = \min. \quad (1.7)$$

Очевидно, что эта система будет гарантировать и абсолютный минимум безусловного математического ожидания функции потерь.

Для нахождения условного математического ожидания в формуле (1.7) находят сначала условную плотность вероятности сигнала  $W(t)$  или, что одно и то же, параметров  $u$  относительно входной случайной функции  $Z(t)$ . Условный закон распределения случайного параметра сигнала относительно случайной функции  $Z(t)$  совпадает с условным законом распределения случайных параметров сигнала относительно совокупности случайных величин  $\chi_1, \chi_2, \dots$  и имеет вид

$$f(u|\chi_1 \chi_2 \dots) = \frac{f(u) f_2(\chi_1 \chi_2 \dots | u)}{\int_{-\infty}^{+\infty} f(u) f_2(\chi_1 \chi_2 \dots | u)} \quad (1.8)$$

Формула (1.8) определяет апостериорную плотность вероятности параметров сигнала  $u$ , которая вполне определяется, когда становится известной реализация случайной функции  $Z(t)$ . Зная апостериорную плотность вероятности, можно вычислить условное математическое ожидание функции потерь



$$\rho^z = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} l(W, W^*) \exp \left\{ L(u) Z - \frac{1}{2} \beta(u) \right\} f(u) du}{\int_{-\infty}^{+\infty} \exp \left\{ L(u) Z - \frac{1}{2} \beta(u) \right\} f(u) du}. \quad (1.9)$$

Функция  $W^*(t)$ , реализующая минимум выражения (1,9), дает оператор оптимальной системы.

2. Основная трудность состоит в том, что в большинстве случаев, встречающихся на практике, условия задачи позволяют делать предложения относительно распределения  $Z_v$  при данном  $u$ , но не позволяют сделать подобный же вывод об априорной плотности распределения  $f(u)$ , так что формула (1.6) в этих случаях оказывается неприменимой. Разумеется, такое положение вещей не является универсальным, и изложенное ниже позволяет пояснить общую ситуацию.

Согласно работам Бернштейна и Мизеса, если нет оснований сомневаться в том, что  $u$  является случайной величиной с гладкой плотностью вероятности, и если производится большое число наблюдений, то оказывается более или менее безразличным, какую функцию подставить вместо  $f(u)$ , т. е.  $f(u|Z_v)$  стремится к пределу, не зависящему от априорного распределения, и этот предел можно вычислить. Однако в подавляющем большинстве приложений имеются обстоятельства, ограничивающие количество наблюдений. Следовательно, с точки зрения приложений результат Бернштейна и Мизеса не позволяет полностью определить трудности байесовской теории. Некоторые авторы утверждают, что, когда ничего не известно об априорной плотности  $f(u)$ , мы „имеем право“ предположить его равномерным или использовать какую-нибудь произвольно выбранную плотность.

Рассмотрим работу системы по циклам. Допустим, что на  $n$ -м цикле известно значение параметров сигнала в предыдущих циклах работы [2-4]  $u_1^* \dots u_{n-1}^*$ . По этим значениям параметра  $u$  построим эмпирическую плотность распределения  $f_{n-1}(u)$ . Будем считать, что  $u_{n-1} = (u_1^* \dots u_{n-1}^*)$  образуют выборку из независимых наблюдений случайной величины  $u$  функцией распределения

$$F(u) = \int_{-\infty}^u f(x) dx.$$

Пусть  $F_n(u)$  — эмпирическая функция распределения на основании выборки. Предположим, что плотность распределения непрерывна и ограни-



чена. В качестве аппроксимирующей функции для плотностей распределения в работе [5] предлагается следующий класс оценок для плотности:

$$f_n(u) = \frac{1}{nh(n)} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{u - u_i}{h(n)}\right), \quad (2.1)$$

где  $K(u)$  — некоторая плотность распределения, которая удовлетворяет условиям

$$\begin{aligned} 1) & |K(u)| < c < \infty, & 2) & \lim_{u \rightarrow \pm\infty} |u K(u)| = 0, \\ 3) & \int |K(u)| du < \infty, & 4) & \int_{-\infty}^{+\infty} K(u) du = 1, \end{aligned} \quad (2.2)$$

и  $h(n) \rightarrow 0$  с ростом  $n$ . Если условия (2.2) выполнены, то  $f_n(u)$  является асимптотической несмещенной оценкой  $f(u)$ <sup>1</sup>. Для соответствующего значения условного математического ожидания функции потерь относительно наблюдаемой функции  $Z(t)$  получим формулу

$$\rho_n(Z, W^*) = \frac{\sum_{i=1}^n \int_{-\infty}^{+\infty} K\left(\frac{u - u_i}{h}\right) l(W, W^*) \exp\left\{L(u)Z - \frac{1}{2}\beta(u)\right\} du}{\sum_{i=1}^n \int_{-\infty}^{+\infty} K\left(\frac{u - u_i}{h}\right) \exp\left\{L(u)Z - \frac{1}{2}\beta(u)\right\} du} \quad (2.3)$$

или, пользуясь для краткости обозначениями работы [1],

$$\rho_n(Z, W^*) = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} f_n(u) \sigma(Z, W^*, u) \exp Q(Z, u) du}{\int_{-\infty}^{+\infty} f_n(u) \exp Q(Z, u) du} \quad (2.4)$$

Величина  $\rho_n$  получается из формулы (1.9) при помощи замены неизвестного априорной плотности  $f(u)$  эмпирической функцией плотности распределения  $f_n(u)$ . В качестве  $f_n(u)$  можно принять

$$1) f_n(u) = \frac{1}{nh\sqrt{2\pi}} \sum_{i=1}^n \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{u - u_i}{h}\right)^2\right\}$$

<sup>1</sup> Иными словами, математическое ожидание  $f_n(u)$  стремится к  $f(u)$  при возрастании  $n$ .

$$2) f_n(u) = \frac{1}{2nh} \sum_{i=1}^n \exp \left\{ - \frac{|u - u_i|}{h} \right\},$$

$$3) f_n(u) = \frac{1}{2\pi nh} \sum_{i=1}^n \frac{2h \sin \frac{u - u_i}{2h}}{u - u_i},$$

$$4) f_n(u) = \frac{1}{\pi nh} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\left( 1 + \frac{u - u_i}{n} \right)^2}.$$

Рассмотрим абсолютное значение разности

$$\Delta_n = \left| \int_{-\infty}^{+\infty} f_n(u) \sigma(Z, W^*, u) \exp Q(Z, u) du - \int_{-\infty}^{+\infty} f(u) \sigma(Z, W^*, u) \exp Q(Z, u) du \right|.$$

Согласно известным правилам, эта разность

$$\begin{aligned} \Delta_n &\cong \int_{-\infty}^{+\infty} |f_n(u) - f(u)| |\sigma(Z, W^*, u) \exp Q(Z, u)| du < \\ &< \sup_{-\infty}^{+\infty} |f_n(u) - f(u)| \int_{-\infty}^{+\infty} |\sigma(Z, W^*, u) \exp Q(Z, u)| du. \end{aligned}$$

Предположим, наконец, что для любых функций  $W^*(t)$ ,  $l$ ,  $\Psi$  вероятность совместного выполнения неравенств

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |\sigma(Z, W^*, u) \exp Q(Z, u)| du < \Lambda \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} |\exp Q(Z, u)| du < \Lambda \quad (2.5)$$

стремится к единице при  $\Lambda \rightarrow \infty$ .

Если характеристическая функция плотности  $K(u)$

$$\zeta(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{itu} K(u) du$$

абсолютно интегрируема, плотность распределения  $f(u)$  равномерно непрерывна и ряд

$\sum_{n=1}^{\infty} n^{-2} h^{-4}(n)$  сходится, то с вероятностью единицы

$$\sup_{-\infty < u < +\infty} |f_n(u) - f(u)| \rightarrow 0$$

при возрастании  $n$ .



Таким образом, если условия (2.5) выполняются, то  $\Delta_n$  с вероятностью единицы стремится к нулю.

Аналогично можно показать, что при указанных условиях абсолютное значение разности

$$\Delta'_n = \left| \int_{-\infty}^{+\infty} f_n(u) \exp Q(Z, u) du - \int_{-\infty}^{+\infty} f(u) \exp Q(Z, u) du \right|$$

также с вероятностью единицы стремится к нулю. Ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} n^{-2} h^{-k}$  сходится, например, если положить  $h = n^{-\alpha}$  при  $0 < \alpha < \frac{1}{4}$ .

Так как выражение (2.4) представляет собой отношение интегралов, которые по доказанному сходятся по вероятности соответственно с интегралом с неизвестной плотностью вероятности, то последовательность  $\rho_n(Z, W^*)$  при любой функции  $W^*(t)$  сходится по вероятности к  $\rho(Z, W^*)$ . Из этой сходимости следует существование последовательности оценок  $W_n^*$ , минимизирующих соответствующие величины  $\rho_n(Z, W^*)$ , сходящиеся по вероятности к оценке  $W^*$ , минимизирующей величину  $\rho(Z, W)$ . Следовательно, построенная модель системы с каждым новым циклом работы становится все более и более близкой к оптимальной системе, соответствующей неизвестному истинному закону распределения сигналов. В результате такого „разумного“ использования накопленного опыта получим самооблучающуюся систему.

3. Для нахождения математического ожидания в формуле (1.5) необходимо найти сначала плотность вероятности сигнала или, что одно и то же, параметра сигнала  $u$

$$\rho(A) = \int_{-\infty}^{+\infty} \rho(A, W) f(u) du. \quad (3.1)$$

Согласно формуле (1.6), задача определения оптимальной оценки  $W^*$  сигнала  $W$  сводится к нахождению минимума выражения (3.1).

Если известна априорная плотность вероятности  $f(u)$ , то без принципиальных трудностей находится функция  $W^*$ , минимизирующая интеграл в формуле (3.1). Отсутствие априорной информации можно преодолеть более или менее удовлетворительным способом, как об этом было сказано выше. Сначала добываем необходимые данные перед каждым циклом работы, а затем уже в соответствии с ними строим и используем эмпирические плотности распределения, т. е. на каждом шаге имеем средний риск

$$\rho_n = \int_{-\infty}^{+\infty} \rho(A, W) f_n(u) du \quad (3.2)$$

и минимизирующее значение  $W_n^*$ . Если предположить, что вероятность неравенства

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \rho | \rho(A, W) | du < \Lambda$$

стремится к единице при  $\Lambda \rightarrow \infty$ , то легко доказать сходимость

$$\rho_n(A) \rightarrow \rho(A) \quad W_n^* \rightarrow W^*$$

при  $n \rightarrow \infty$ .

Оценим скорость сходимости. Для этого рассмотрим разность

$$|\rho_n - \rho|^2 = \left| \int_{-\infty}^{+\infty} [f_n(u) - f(u)] \rho(A, W) du \right|^2.$$

Согласно неравенству Коши—Буняковского имеем

$$|\rho_n - \rho|^2 \leq \int_{-\infty}^{+\infty} [f_n(u) - f(u)]^2 du \int_{-\infty}^{+\infty} |\rho(A, W)|^2 du.$$

К этому неравенству применим операцию математического ожидания

$$M |\rho_n - \rho|^2 \leq \int_{-\infty}^{+\infty} M [f_n(u) - f(u)]^2 du \int_{-\infty}^{+\infty} |\rho(A, W)|^2 du.$$

Согласно работе [5],

$$M [f_n(u) - f(u)]^2 \sim \frac{f(u)}{nh} \int_{-\infty}^{+\infty} K^2(u) du + h^{2r} |k_r f^{(r)}(u)|^2,$$

где

$$k_r = \lim_{x \rightarrow 0} \left\{ \frac{1 - k(x)}{|x|^2} \right\} \quad f^{(r)}(u) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-ixu} |x|^2 \varphi(x) dx.$$

Если  $h$  как функция  $n$  имеет вид

$$h = \left\{ f(u) \int_{-\infty}^{+\infty} K^2(y) dy \right\} / \{ n 2 \chi |K_r f^{(r)}(u)|^2 \}^{\frac{1}{2r+1}},$$

то, как нетрудно проверить,  $M [f_n(u) - f(u)]^2$  стремится к нулю как

$$n^{-\frac{2r}{1+2r}}.$$



Таким образом, если  $r = 2$ , то

$$|\rho_n - \rho|^2 \sim O(n^{-4/5}).$$

Значения параметров сигнала в каждом цикле составляют выборку, из которой строится эмпирическая функция плотности. Для получения этой выборки необходимо использовать в каждом цикле упомянутый выше алгоритм. В общем случае полученные таким путем значения параметров сигнала-оценки не составляют выборку из независимых наблюдений и по этой причине невозможно строить эмпирические функции плотностей распределения. Только при весьма значительных ограничениях можно допустить такую процедуру. А именно, как известно, все критерии вида (1.6), соответствующие функции  $l$  и представляющие собой убывающие функции модуля ошибки, в случае нормального распределения сигнала и помехи, дают тот же оптимальный оператор в классе всех возможных операторов, что и критерии минимума средней квадратической ошибки, т. е. оценки  $m_1^*$ ,  $m_2^*$ , ..., полученные при указанных допущениях, не зависят от видов критерия и множество полученных оценок можно считать состоящим из независимых наблюдений случайной величины  $n$ .

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт электроники, автоматики  
 и телемеханики

(Поступило в редакцию 4.5.1965)

ავტომატიკა და ტელემეხანიკა

ვ. გაბისონია

გამოცდილების დამგროვებელი სისტემების  
 თეორიის საკითხისათვის  
 რეზიუმე

სტატიაში განხილულია გამოცდილების დამგროვებელი სისტემები [1, 2, 3, 5] შრომების აზრით. ნაჩვენებია, რომ, თუ სისტემა მუშაობს ციკლების მიხედვით, მაშინ [1] შრომაში მოცემული ალგორითმი იძლევა ოპტიმალურ სისტემას, როცა  $n \rightarrow \infty$  დაზუსტებულია ის პირობები, რომელსაც უნდა აკმაყოფილებდეს აღნიშნული ალგორითმი.

ჩატარებული ანალიზიდან ირკვევა, რომ [3] შრომაში ჩატარებული მსჯელობა გამოცდილების დამგროვებელი სისტემების შესახებ არ არის ზუსტი.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Пугачев. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления. Физматгиз, 1962.
2. В. С. Пугачев. Доклад на I конгрессе международной федерации по автоматическому управлению. Труды конгресса, 1961.
3. В. С. Пугачев. Метод определения оптимальной системы по общему байесовому критерию. Изв. АН СССР, ОТН, Энергетика и автоматика, № 2, 1960.
4. Winkelbauer. Trans. I Prague conf. Inform. Theory, 1956.
5. E. Parzen. On estimation of a prebability density function and mode. Annals Math. Statist., 33, 3, 1962.

## საქართველოში *CARICETA LIMOSAE*-ს შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კვციხელიძემ 23.3.1965)

საქართველოსა და საერთოდ, კავკასიისათვის ამ ფორმაციის ძირითადი ცენოტიპი—*Carex limosa* L. იშვიათ მცენარედ ითვლება, ხოლო მისი გაბატონებით შექმნილი ცენოზები, არსებული მონაცემების [1, 2, 3] მიხედვით, მხოლოდ მდ. ყვირილის სათავეების ტბიური წარმოშობის ჭაობიანებისთვის და ბალყარეთ-დიგორიის ზოგიერთი ჭაობიანი მასივისთვისაა მითითებული. უკანასკნელ ხანებში ჭაობის მცენარეულობის დეტალური გეობოტანიკური გამოკვლევის საფუძველზე გამოიკვია, რომ ამ ფორმაციის ასოციაციები გავრცელებულია კაიშაურის ვულკანურ პლატოზე და ბურსაჭირის უღელტეხილზე არსებულ ნატბეურებზე წარმოქმნილ ჭაობებში; აგრეთვე ზემო სვანეთში და მდ. მშიმთას სათავეებში (კავკასიონის ჩრდილო კალთებზე). საქართველოს სამხრეთ მთიანეთში *Cariceta limosae*-ს ასოციაციები მხოლოდ არსიანის და სამსარის ქედებზე იქნა აღნიშნული, სადაც მათ მცირე ფართობი უკავია ნატბეურებზე განვითარებულ ჭაობიან კომპლექსებში.

საინტერესოა აღნიშნოს, რომ ეს ფორმაცია და მისი შთავარი ცენოტიპი არ გვხვდება კოლხეთის დაბლობის ჭაობებში, სადაც თითქოს არსებობს მისი განვითარებისათვის აუცილებელი ეკოლოგიური პირობები. იგი არ გვხვდება აგრეთვე ამიერკავკასიის დანარჩენი ნაწილის მთის ქვედა სარტყელში და დაბლობებში და არც ალპურ სარტყელში. მაშინ როცა არეალის კავკასიის გარეთა ნაწილში, როგორც ეს შესაბამის ლიტერატურიდან [4] ჩანს, *Cariceta limosae* ფართოდაა გავრცელებული ტყეველიდან დაწყებული ტყეტუნდრამდე. კავკასიის ალპურ სარტყელში მისი არარსებობა უშეგულად გამოწვეულია გრუნტის მკაცრი თერმული რეჟიმით, ხოლო დანარჩენ ნაწილში მისი გავრცელების შეზღუდულობა შეიძლება ამ მცენარის სხვა ეკოლოგიური თავისებურებით აიხსნას. როგორც ჩანს, ჩვენში წარმოდგენილია ამ სახეობის სპეციფიკური ცენოტიპი, რომელიც უმთავრესად მეზოტროფულ ჭაობიანებთანაა დაკავშირებული.

არეალის ამა თუ იმ ნაწილში დასახელებული სახეობის სხვადასხვაგვარი ეკოლოგიური თვისება უჩვეულო არ არის. მაგალითად, თუ ესტონეთისათვის იგი აციდოფიტად და კალცეფობადაა მიჩნეული [5], უკრაინაში გვხვდება, როგორ აციდოფილურ, ისე ალკალიტროფულ ჭაობიანებში [6]. ნ. ვლასტოვას [7] მითითებით *Carex limosa* L. ზოგიერთ სხვა სახეობასთან ერთად ყველაზე უფრო ტიპურია სახალისის ოლიგოტროფული ჭაობიანებისათვის. მაგრამ სხვა მკვლევართა მიხედვით [8, 9, 10] იგი კარგად ვითარდება როგორც ევტროფულ,

ისე მეზო- და ოლიგოტროფულ ჭაობიანებში ნ. კაცის [4] მონაცემებით ევროპის ალპების და პოლონეთ-ჩრდილო გერმანიის პროვინციის ოლიგოტროფული ტბებისათვის დამახასიათებელია ზედაპირული — ტივტივა დაჭაობება. ამ ტიპის დაჭაობების პროცესში ტორფის ხავსებთან ერთად განმსაზღვრელი მნიშვნელობა აქვს *Carex limosa*-ს. საყურადღებოა, რომ ისლის ეს სახეობა ანალოგიურ როლს ასრულებს საქართველოს მთიანეთის ოლიგოტროფული თუ საერთოდ, დისტროფული ტბების დაჭაობებისას. ეს მით უფრო აღსანიშნავია, რომ ევროპის ალპებში და ჩვენს მთიანეთში მასთან ერთად დაჭაობების პროცესში მონაწილეობს ტორფის ხავსების იდენტური სახეობანიც. მაგალითად, *Sphagnum teres* (Schimp.) Angstr. და *Sph. amblyphyllum* Russ. ჭაობგანვითარების პროცესის ასეთი მსგავსება ამ ტიპის მცენარეულობის უძველესობის და შორეულ გეოლოგიურ წარსულში მისი უფრო მაღალი ერთობლიობის მაჩვენებელია.

ფორმაციის მთავარი ცენტრები — *Carex limosa* ობლივატი ჰელოფიტია. ჩვენში იგი უმთავრესად გვხვდება ტორფისხავსიან ჭაობიანებში და მეორად ჭანჭახიანებზე. ორივე შემთხვევაში სუბსტრატი საკმაოდ სქელი ტორფიანი დანაფენითაა წარმოდგენილი. იშვიათად იგი სხვა მცენარეებთან ერთად მონაწილეობს პირველადი ჭანჭახიანების დაჭაობებაში, სადაც სუბსტრატი ჩვეულებრივ ორგანული ნივთიერებებით ძლიერ მდიდარი საპრობელითაა წარმოდგენილი. აღნიშნული ტიპის ჭანჭახიანების და დისტროფული ჭარბწყლიანი ზედაპირების დაჭაობების პროცესში მასთან ერთად ხშირად მონაწილეობს

*Menyanthes trifoliata* L., *Comarum palustre* L., *Carex inflata* Huds., *C. lasiocarpa* Ehrh., *Scheuchzeria palustris* L., *Calliargon giganteum* (Schimp.) Kindb., *Drepanocladus fluitans* (Hedw.) Warnst., *Sphagnum subsecundum* Nees, *Sph. teres* (Schimp.) Angstr. და სხვა. ხშირად ამ გზით წარმოქმნილი ჭაობიანი მოტივტივებულია შვეულნაპირიან სუბალპური ტბების ზედაპირზე. კავკასიაში გავრცელებული ისლების უმეტესობისაგან განსხვავებით *Carex limosa* არასდროს არ მონაწილეობს მინერალური ნივთიერებებით მდიდარი წყალუხვი ზედაპირების დაჭაობებისას, რაც მისი ზეოტროფულობის მაჩვენებელია.

ისლის აღნიშნული სახეობისათვის დამახასიათებელია გრძელი და წვრილი მხოხავი ფესურები, რომლებიც იმისაგან დამოკიდებულებით თუ რა ტიპის ჭაობიანშია დასახლებული, სხვადასხვა მიმართულებით იზრდება. ბრტყელზედაპირიან ჭაობიანებში, სადაც ორგანული მასის დაგროვება ნელი ტემპით მიმდინარეობს, იგი ინვითარებს ჰორიზონტალურ ფესვურებს, რომლებიც მცირედ გამოსასული აღმავლობით ხასიათდება; ხოლო ინტენსიურად მუდმივზარდ ტორფისხავსიან ჭაობიანებში მას უნვითარდება მკვეთრად გამოხატული აღმავალი ფესვურები, რომელთაც ზოგჯერ თითქმის ვერტიკალური მიმართულება აქვს. ლიტერატურული მონაცემების [9] მიხედვით მისი ფესვურების ცენტრალურ ნაწილში განვითარებულია ერთი მსხვილი ჰაერსასვლელი, ხოლო მრავალშრიან გარეთა ქერქში მრავლადაა წარმოდგენილი წვრილი ჰაერსასვლელები. ამ ბიოლოგიური მომართულობით იგი საუკეთესოდაა შეგუებული ტორფიან სუბსტრატში ჟანგბადის სიმცირესთან. ასეთი შემგუებლობითი თვისება ისლის

ამ სახეობაში შეიძლება გამომუშავებულიყო მხოლოდ ტორფიანებისათვის და-  
მახასიათებელ მუდმივმზარდ გარემოში. ამის შესაბამისად უნდა ვიკუთხისხმოთ,  
რომ *Carex limosa*-ს ბიომორფოგენები მიმდინარეობდა ტორფიან-ჭაობიანი  
ტიპის მცენარეულობის წარმოშობასთან ერთად.

როგორც ცნობილია მუდმივმზარდ ტორფიანების ფესვგარემოს ჰორიზონტ-  
ში თანდათანობით კლებულობს მინერალურ ნივთიერებათა შემცველობა. ამ  
ნივთიერებათა სინაკლუზეს, როგორც ჩანს, საკმაოდ კარგად იტანს *Carex  
limosa*, რადგან იგი ჭაობგანვითარებას ოლიგოტროფულ სტადიამდე მისდევს  
სიცოცხლეობის მნიშვნელოვანი დაქვეითების გარეშე. ამითაა გამოწვეული,  
რომ ჩვენში საკმაოდ ფართოდ გავრცელებულ ზოგიერთ ფორმაციას, როგო-  
რიცაა *Cariceta inflatae*, *Menyanthes trifoliatae*, *Cariceta dacicae* და სხვა,  
მეზოტროფულ სტადიაზე ხშირად სუქცესიურად ცვლის *Cariceta limosae  
sphagnosa*-ს ასოციაციები. მართალია, გრუნტის წყლის ზედაპირიდან მკვეთ-  
რად მოწყვეტილ ოლიგოტროფულ ჭაობიანებში *Carex limosa*-ს სიცოცხ-  
ლეობა მკვეთრად ქვეითდება და დაბალი რანგის ცენოტიპის სახითაა წარ-  
მოდგენილი სფაგნუმთა ედიფიკატორობით შექმნილ ცენოზებში, მაგრამ ეს  
შეიძლება გამოწვეული იყოს არა იმით, რომ *Carex limosa* ვერ იტანს ოლი-  
გოტროფულ ჭაობიანთა ფესვგარემოს ჰორიზონტში მინერალურ ნივთიერება-  
თა სიმცირეს, არამედ მით რომ ამოხეიქილ ტორფიანზე მკვეთრად უარესდ-  
ება წყლის რეჟიმი. ამაზე უნდა მიუთითებდეს ის გარემოება, რომ, როგორც  
ეს ლიტერატურული წყაროებიდან [9] ჩანს, *Carex limosa* კარგად ვითარდება  
მინერალური ნივთიერებებით უკიდურესად ღარიბ, მაგრამ ჭარბწყლიან ოლი-  
გოტროფულ ცენოზებში.

საქართველოში *Carex limosa*-ს ოპტიმალურ ეკოფიტოცენოტიკურ გა-  
რემოს წარმოადგენს ტორფისხავსიანი ჭარბწყლიანი ჭაობიანები. იგი კომპო-  
ნენტის სახით მონაწილეობს მთელ რიგ ფორმაციებში, ასეთებია: *Menyanthe-  
ta trifoliatae*, *Cariceta inflatae*, *Scheuchzerieta palustrae*, *Cariceta dacicae*  
და სხვა. ამ ფორმაციათა ასოციაციების ერთ ნაწილში *Carex limosa*-ს სი-  
ცოცხლეობა საკმაოდ მაღალია — წარმოდგენილია ძლიერი ინდივიდებით და  
უხვად ნაყოფიერებს. მიუხედავად ამისა, იგი იშვიათად აღწევს სუბდომინან-  
ტურ მდგომარეობას, რაც მოცემულ ეკოლოგიურ გარემოში უფრო ძლიერი  
კონკურენტების თანაპოვნეობითაა გამოწვეული. სხვაგვარ ეკოლოგიურ გა-  
რემოში, მაგალითად, ჭაობგანვითარების მეზოტროფული სტადიის საწყის  
საფეხურზე, აღნიშნულ ფორმაციათა მთავარი ცენოტიპები, *Scheuchzeria pa-  
lustris* გარდა, დეგრესიას განიცდის და თანდათანობით ბატონდება *Carex  
limosa* ან ზოგიერთი ისეთი სახეობა, რომელიც უფრო კარგად ეგუება მინე-  
რალური ნივთიერებებით ღარიბ ტორფიან სუბსტრატს.

მთავარი ცენოტიპის შეზღუდული ეკოფიტოცენოტური თვისებების გამო  
*Cariceta limosae* ტიპოლოგიურად მრავალფეროვანი არ არის. არსებული მა-  
სალების მიხედვით საქართველოში და საერთოდ, კავკასიაში სულ ცხრა ასოცია-  
ციაა გავრცელებული, რომლებიც ეკოლოგიურად და ცენოტიურად განსხვავ-  
ებულ ოთხ ჯგუფში შეიძლება გაერთიანდეს. ეს ასოციაციითაა ჯგუფებია:

1) *Cariceta limosae pura*, 2) *Cariceta limosae herbosa*, 3) *Cariceta limosae*





hypnosa, 4) *Cariceta limosae sphagnosa*. მათ შორის ტიპოლოგიურად უფრო მრავალფეროვანია და შედარებით ფართოდაა გავრცელებული მეოთხე ჯგუფი.

*Cariceta limosae pura*. ამ ჯგუფის ასოციაცია გავრცელებულია მთავარი ცენოტიპის მთელი არეალის ფარგლებში. მაგრამ არ მონაწილეობს ყველა იმ ჭაობიან კომპლექსში, სადაც წარმოდგენილია ამ ფორმაციის სხვა ჯგუფის ასოციაციები. ეს დამოკიდებულია ამა თუ იმ ჭაობიანის განვითარების მდგომარეობაზე, კერძოდ, ჭარბწყლიანი ზედაპირების არსებობაზე. იგი უმეტესად ვანვითარებულია ტორფიანებზე წარმოქმნილ მეორად ჭანჭახიანებში, სადაც გრუნტის წყლის დონე ზედაპირულია და სეზონურ მერყეობას განიცდის. *Caricetum limosae purum* გვხვდება კაიშაურის ვულკანურ პლატოზე ნატბეურზე განვითარებულ ორ ჭაობიანში, რომელთაგან ერთი მდებარეობს სოფ. ქუმლისციხის მიდამოებში, ხოლო მეორე — სოფ. კაიშაურ-ჯალმიანების მახლობლად. ეს უკანასკნელი ბალახიანი ტბის სახელწოდებითაა ცნობილი. ამ ჭაობიანთა კომპლექსში მონაწილეობს *Cariceta inflatae*-ს და *Cariceta limosae*-ს სხვა ჯგუფთა ასოციაციები.

აღნიშნული ასოციაცია გავრცელებულია, აგრეთვე, კავკასიონის ჩრდილო კალთებზე მდ. მზიმთას სათავეებთან და ზემო ზეანეთში. მზიმთას ჭაობიანი განვითარებულია ყინვარული ცირკის ძირზე დაახლოებით 2 000 მ ზღ. დ. ტანბრეცილი არყნარების და წიფლნარების ლანდშაფტში. ჭაობიანს უშუალოდ ემიჯნება ძიგვიანი (რომელიც ნაჭაობარზეა განვითარებული) და ფართოფოთლიან ნაირბალახოვანი მდელო. ჭაობიანში გაბატონებულია *Caricetum limosae purum* და *Caricetum dacicae sphagnosum*. პირველი განვითარებულია ჩაზნექილ რელიეფზე, ხოლო მეორე — ბრტყელზედაპირიან ამოწეულ რელიეფზე. ზემო სეანეთში ისლიანის ეს ტიპი დაკავშირებულია ფრიად მრავალფეროვან ტორფიან-ჭაობიან კომპლექსთან, რომელიც წარმოქმნილია სოჭნარი ტყის ზედა საზღვართან ~2100 მ ზღ. დ. ეს ჭაობიანი შავლურას სათიბების სახელწოდებითაა ცნობილი. იგი მდებარეობს მდ. ნენსკრას (ქუბრულას) აუზში დევლურას წყლის სათავეებთან. ამ ჭაობიანში *Caricetum limosae purum* განვითარებულია მოგრძო ფორმის მეორად ჭანჭახიანებში, სადაც ზოგჯერ ტიპოლოგიურად უშუალოდაა დაკავშირებული *Scheuchzerietum palustrae purum*-თან. ტორფიანზე წარმოქმნილ ასეთ ჭანჭახიანებში გრუნტის წყლის დონე ზედაპირულია, სეზონურად ცვალებადობს, მაგრამ მისი სიღრმე 10 სმ-ს არასდროს არ აღემატება.

*Caricetum limosae purum* მეჩხერი და დაბალი ბალახნარით ხასიათდება. ბალახნარის სიმაღლე 20 — 25 სმ-ია, ხოლო დაფარულობა 70 — 80 %. ფლორისტიკულად ღარიბია. ხშირად შედარებით მცირე სიმრავლით ( $Sp^{2-3}$ ) მონაწილეობს *Carex inflata* Huds., *Carex muricata* L., *Menyanthes trifoliata* L., *Scheuchzeria palustris* L. (მხოლოდ ზემო სეანეთში) და სხვა. ხავსები უკუფეხადაა დასახლებული, უმთავრესად შემადგენელ მიკროორელიეფზე. ჯგუფი ხშირად გვხვდება *Sphagnum subsecundum* Nees და *Calligonum stramineum* (Brid.) Kindb. ფორმაციის მთავარი ცენოტიპი თხელწყლიან მეორეულ ჭანჭახიანებზე უპირველესად სახლდება და მომეტებულ შემთხვევაში წმინდა დაჯგუფებას ჰქმნის. ჭაობგანვითარების შემდგომ საფეხურზე იგი



შეიძლება შეიცვალოს ქვემოთ განხილული ჯგუფების თითქმის ყველა ასოციაციით, რაც დამოკიდებულია ტორფდაგროვების ინტენსივობაზე და ამა თუ იმ მცენარის დიასპორათა მოხვედრის შესაძლებლობაზე.

2. *Cariceta limosae herbosa*. ამ ჯგუფში ორი ასოციაცია გაერთიანებული, სახელდობრ: *Caricetum limosae menyanthosum* და *Caricetum limosae scheuchzeriosum*. პირველი ასოციაცია განვითარებულია კაიშაურის გავაკე-ბაზე — ბალახიანი ტბის ჭაობიან კომპლექსში და არსიანის ქედის აღმოსავლეთ კალთის ორ ჭაობიანში. ერთგან იგი დაკავშირებულია ნაწენარით გარემოცულ ტბიური წარმოშობის ჭაობიანთან 1600 მ-ზე ზღ. დ. ამ ჭაობიანის სახელწოდებაა ქედლეეთი. მასში გაბატონებულია ისლიანები და წყლისსამყურიანები. მეორე ჭაობიანი შქერნალის სახელწოდებითაა ცნობილი, გარემოცულია ტყისშემდგომი მდელოთი და განვითარებულია ფართოძირიან ღარტაფში 2000 მ-ზე ზღ. დ. ამ ჭაობიან კომპლექსში განმსაზღვრელი მნიშვნელობა წყლისსამყურიანებს და სფაგნუმთა გაბატონებით შექმნილ ცენოზებს მიეკუთვნება. *Caricetum limosae menyanthosum* არსებული მონაცემებით [4, 11, 12] საკმაოდაა გავრცელებული ევრაზიის ჩრდილო განედების ჭაობიანებში. *Caricetum limosae scheuchzeriosum* გვხვდება მხოლოდ ზემო სვანეთში ზემოაღწერილ შავლურას ჭაობიანი კომპლექსის მეორეულ ჭანჭახიანებზე.

ორივე ასოციაცია ფლორისტიკულად და ადგილსამყოფელის ტიპის მიხედვით ზემოაღწერილი წმინდა ისლიანის ანალოგიურია. ჩვეულებრივ კარგადაა გამოხატული ორი იარუსი და ბალახნარაც უფრო შეკრულია — უმეტეს შემთხვევაში საერთო დაფარულობა 90% აღემატება. ბალახოვან-ისლიანების ეს ტიპი სუქტესიურად ცვლის წმინდა ისლიანს ან უშუალოდ ყალიბდება მეორეული ჭანჭახიანების დაჭაობების პროცესში და თავის მხრივ შეინაცვლება *hypnosa*-ს ან *sphagnosa*-ს რიგის ასოციაციებით, რაც ტორფდაგროვებით ან გრუნტის წყლის დონის დაწვეითაა გაპირობადებული.

3. *Cariceta limosae hypnosa* ორი ასოციაციითაა წარმოდგენილი და შეზღუდული გავრცელებით ხასიათდება. ერთი მათგანი — *Caricetum limosae calliergonosum* განვითარებულია ზემოაღწერილ შავლურას ჭაობიან მასივზე და ბურსაჭარის უღელტეხილზე ტბიური წარმოშობის ტორფიან-ჭაობიანის ცენტრალურ ნაწილში. ეს ჭაობიანი მდებარეობს 2250 მ-ზე ზღ. დ. და ფიტოცენოლოგიურად ფრიალ მრავალფეროვანია. მისი უმეტესი ნაწილი *Cariceta inflatae*-ს ასოციაციებითაა დაფარული, თუმცა საკმაოდ დიდი ფართობი უკავია *Cariceta limosae*-ს. მეორე ასოციაცია — *Caricetum limosae drepanocladiosum* შედარებით მცირე ზომის ნაკვეთების სახით გავრცელებულია ბურსაჭარისა და შავლურას ჭაობიან მასივებზე, აგრეთვე, არსიანის ქედის ტბიური წარმოშობის ზოგიერთ ჭაობიანში. ლიტერატურული მონაცემების [4, 5, 6, 11, 12] მიხედვით ამ ტიპის ისლიანები საკმაოდაა გავრცელებული ევრაზიის ჩრდილო განედების ჭაობიანებში.

აღნიშნული ასოციაციები ჩვეულებრივ ვითარდება ტორფიან-ჭაობიანთა ისეთ მონაკვეთებზე, რომლებიც ჭარბწყლიანობით ხასიათდება, თუმცა გრუნტის წყლის დონე არასდროს არაა ზედაპირული. მათთვის დამახასიათებელია საკმაოდ სქელი (2—4 მ და ზოგჯერ მეტიც) ტორფიანი სუბსტრატები, რომლის ზედა ჰორიზონტი ისლებით და მწვანე ხავსებითაა შექმნილი. ზოგჯერ კი ისლებთან ერთად სუსტად დაშლილი სფაგნუმის ხავსებია წარმოდგენილი. ტორფნარის ფესვგარემოს ჰორიზონტი ასეთი შედგენილობისაა მხოლოდ მა-



შინ, როდესაც დასახელებული ასოციაციები განვითარებულია მეორეულ კანქახიანებზე. როგორც ჩანს ამ შემთხვევაში მოტბორვის შედეგად დეგრესია განხუცდია სფაგნუმიან-ისლიან ცენოზებს. მათ ნალაგარზე წარმოქმნილია წინა ორი ჯგუფის ასოციაციები, რომლებიდანაც ტორფდაგროვების ან გრუნტის წყლის დონის დაწვევის შეგავლენით შედარებით მოკლე ხანში განვითარებულა ამ ისლიანის hypnosa-ს რიგის ასოციაციები.

აღნიშნული ტიპის ისლიანი ჩვეულებრივად ორიარუსიანია და ფლორისტიკულად ღარიბია. მეორე იარუსი ხავსების სინუზიითაა შექმნილი, რომელშიც განმსახვრელი მნიშვნელობა აქვს: *Calliergon stramineum* (Brid.) Kindb., *C. giganteum* (Schimp.) Kindb., *Drepanocladus intermedius* (Lindb.) Warnst და *Dr. fluitans* (Hedw.) Warnst. მათთან ერთად პროგრესული ასეკტატორების სახით თითქმის ყოველთვის წარმოდგენილია სფაგნუმის სახეობანი. ხავსების მთლიან საფარზე განვითარებულ ბალახეულ სინუზიაში, რომელიც პირველ იარუსს ქმნის, გაბატონებულია *Carex limosa* L. მასთან ერთად უფრო ნაკლები სიმრავლით წარმოდგენილია *Carex inflata* Huds., *C. canescens* L. და სხვა. ამ ტიპის ისლიანები ჩვეულებრივ ვითარდება წინა ჯგუფთა ასოციაციებისაგან და ტორფდაგროვების პროცესში საწყისს აცლევს ქვემოთ განხილულ სფაგნუმიან-ისლიანებს.

4. *Cariceta limosae sphagnosa*. ლიტერატურული მონაცემებით [4, 5, 9, 12] ამ ტიპის ისლიანი საკმაოდაა გავრცელებული საბჭოთა კავშირის ჩრდილო განედების ტორფიან-ჭაობიანებში. ჩვენში ასეთი სფაგნუმიან-ისლიანები რამდენიმე ჭაობიან კომპლექსში გვხვდება, მაგრამ უმეტესად მცირე ნაკვეთებზეა განვითარებული. არსებული მონაცემებით ამ ჯგუფში ოთხი ასოციაცია განიხილება. მათგან ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია *Caricetum limosae sphagnosum subsecundae*. იგი აღნიშნულია კაიშაურის ვულკანურ გავაკებაზე (დიდველი) რამდენიმე ნატბეურ ჭაობიანში, ბურსაჭირის უღელტეხილზე, ზემო სვანეთში — ზავლურას ჭაობიან მასივზე და მდ. მზიმთას სათავეებთან ყინვარული ცირკის ძირზე განვითარებულ ჭაობიანში. ბურსაჭირის უღელტეხილის ტბიურ ჭაობიანში განვითარებულია აგრეთვე *Caricetum limosae sphagnosum squarrosae*. ეს ასოციაცია ფრაგმენტების სახით გვხვდება სამსარის ქედზე — ჭიჭკის ტბის ისლიან-ჭაობიან კომპლექსში.

დანარჩენი ორი ასოციაცია — *Caricetum limosae sphagnosum palustreae* და *Caricetum limosae sphagnosum magellanici* ლოკალური გავრცელებით ხასიათდება. პირველი განვითარებულია სოფ. ქუმლისციხის მახლობლად ტბიურ ჭაობიანში, ხოლო მეორე — ზემო სვანეთში. აქ იგი მონაწილეობს საკმაოდ მრავალფეროვან ჭაობიან კომპლექსში, რომელშიც გაბატონებულია *Caricetum lasiocarpae sphagnosum* და *Caricetum inflatae sphagnosum*. ამ ჭაობიანის სახელწოდებაა დომბაილარა. იგი სოჭნართაა გარემოცული და მდებარეობს მდ. ნენსკრას აუზში ლახამისწყლის სათავეებთან ~ 1900 მ ზღ. დ.

აღნიშნული ასოციაციები განვითარებულია არანაკლებ 4 მ სისქის ტორფიან დანაფენებზე, რომლის ზედა პორიზონტი სუსტადაა დაშლილი და ტორ-

ფის ხავსებისა და ისლების ნაშითაა შემდგარი. ტორფნარი ჭარბათაა გაქლენ-თილი წყლით და გაუმდინარეა.

ამ ჯგუფის ასოციაციები სტრუქტურული შენებისა და სინუზიური შედგენილობის მხრივ მარტივია, ხოლო ფლორისტიკულად ღარიბი, რაც ეკოლოგიური ვარემოს ერთგვაროვნებით და მინერალურ ნივთიერებათა უკმარობითაა გამოწვეული. ჩვეულებრივ განვითარებულია ორი იარუსი, რომელთაგან ქვედა სფაგნუმის ხავსების მთლიანი საფარითაა შექმნილი. ხავსებიდან ცალკეულ ასოციაციაში გაბატონებულია *Sphagnum subsecundum* Nees, *Sph. squarrosa* Crome, *Sph. palustre* L. და *Sph. magellanicum* Brid. მათთან ამა თუ იმ ასოციაციაში უფრო მცირე სიმრავლით შერეულია *Sphagnum papulosum* Lindb., *Sph. apiculatum* H. Lindb., *Calliergon giganteum* (Schimp) Kindb. და სხვა. ბალახოვან საფარში გაბატონებულია *Carex limosa* L. მასთან ერთად მცირე სიმრავლით წარმოდგენილია *Carex canescens* L., *C. inflata* Huds., *Comarum palustre* L., *Molinia coerulea* (L.) Moench., *Menyanthes trifoliata* L., *Carex irrigua* Wahl. და სხვა.

აღწერილი ტიპის სფაგნუმთან-ისლიანები სუქცესიურად ცვლის წინა ჯგუფის ასოციაციებს ან უშუალოდ ვითარდება დისტროფული ტბების ზედაპირული დაჭაობების პროცესში. საკმაოდ ხშირად იგი სუქცესიურად ცვლის სხვა ტიპის სფაგნუმთან-ისლიანებს და სფაგნუმთან-წყლისსამყურთანებს, რაც მეზოტროფულ ვარემოსადმი *Carex limosa*-ს მაღალი შემგუებლობითი თვისებებითაა გაპირობადებული. განვითარების შემდგომ საფეხურზე სფაგნუმთან-ისლიანის ეს ტიპი ტორფის ხავსების გაბატონებით შექმნილი ცენოზებით იცვლება, რომელშიც ბალახეული სინუზია მეტად სუსტადაა წარმოდგენილი. ჭაობის ტიპთა ასეთი შენაცვლება წყლის რეჟიმის გაუარესებითაა გამოწვეული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 23.3.1965)

БОТАНИКА

К. Р. КИМЕРИДЗЕ

## კ ИЗУЧЕНИЮ ФОРМАЦИИ ОСОКИ ТОПЯНОЙ В ГРУЗИИ

### Резюме

На основе геоботанических исследований установлены физико-географические условия распространения и развития формации осоки топяной в горных районах Грузии, флористический и типологический состав этой формации, характер взаимоотношений ее с другими формациями болот и особенности сукцессионного ряда в связи с изменчивостью типа местообитаний. В пределах формации выявлены девять ассоциаций, объединенных в следующие четыре экологически и ценотически отличающиеся группы: 1) *Cariceta limosae pura*, 2) *Cariceta limosae herbosa*, 3) *Cariceta limosae hypnosa*, 4) *Cariceta limosae sphagnosa*.



В работе дается краткая фитоценологическая характеристика этих групп и тех болотных комплексов, в которых они представлены. Большинство ассоциаций отмеченных групп развиваются на торфяных отложениях мощностью не менее  $3/4$  м. Ассоциации первых двух групп обычно заселяют вторичные мочажины. В двух ассоциациях из ряда *herbosa* субэдикаторами являются *Menyanthes trifoliata* L. и *Scheuchzeria palustris* L., а в ряде *hypnosa*—виды мхов из родов *Calliergon* и *Drepanocladus*.

Наиболее разнообразными являются *Cariceta limosae sphagnosa*. В моховой синузии в отдельных ассоциациях этой группы преобладают *Sphagnum subsecundum* Nees, *Sph. palustre* L., *Sph. magellanicum* Brid., *Sph. squarrosa* Crome. В сравнительно небольшом обилии к ним примешиваются некоторые другие виды сфагновых и гипновых мхов. Сфагново-осоковые ценозы данного типа сукцессионно замещают ассоциации первых трех групп или непосредственно развиваются в процессе поверхностного заболачивания дистрофных озер, а иногда замещают сфагново-вахтовые и сфагново-осоковые ценозы другого типа. На последующей стадии развития этот тип сфагново-осоковых болот заменяется ценозами с преобладанием сфагновых мхов, травянистая синузия в которых выражена слабо.

#### დასომხებულ ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ბ. კეცხთველი. საქართველოს მცენარეული საფარი. თბილისი, 1960.
2. Н. А. и Е. А. Буш. Ботаническое исследование Юго-Осетии. Западная часть (районы Цонско-Тедзелетский и Кударский). Труды СОПС, сер. закавказская, вып. 2, 1931.
3. Н. А. Буш. О болотах озерного происхождения в Балкарии и Дигории (Центральный Кавказ). Труды Ботан. музея АН СССР, вып. XXV, 1932.
4. Н. Я. Кац. Типы болот СССР и Западной Европы и их географическое распространение. М., 1948.
5. Х. Х. Трасс. Флора и растительность низинных болот Западной Эстонии. Автореферат, Тарту, 1955.
6. Д. К. Зеров. Болота УРСР, рослинність і стратиграфія. Київ, 1938.
7. Н. В. Властова. Торфяные болота Сахалина. М.—Л., 1960.
8. С. Н. Тюремнов. Торфяные месторождения и их разведка. М.—Л., 1949.
9. Н. Г. Солоневич. Материалы к эколого-биологической характеристике болотных трав и кустарничков. Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение, вып. 2, М.—Л., 1956.
10. И. Д. Богдановская-Гиенэф. О происхождении флоры бореальных болот Евразии. Материалы по истории флоры и растительности СССР, вып. I, 1946.
11. А. Я. Бронзов. Гипновые болота на южной окраине западносибирской равнинной тайги. Почвоведение, № 2, 1936.
12. Ю. Д. Цинзерлинг. Очерк растительности болот по среднему течению р. Печоры Изв. Гл. бот. сада СССР, т. XXVIII, вып. 1-2, 1929.



ჰიდრობიოლოგია

ზ. კერესელიძე

სიონის წყალსაცავის ზოოკლანატონის სისტემატიკური  
შემადგენლობის შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 30.1.1965)

სიონის წყალსაცავი ახლად შექმნილია. იგი პირველად წყლით 1963 წელს გაივსო. მასში ჰიდრობიოლოგიური რეჟიმი და შესაბამისი პელაგური ფაუნა ჯერ კიდევ არაა ჩამოყალიბებული, რაც შემდგომში თანდათან მოხდება.

წყალსაცავის გარემოს შექმნასთან ერთად წარმოიშობა ორგანიზმთა გარკვეული კომპლექსი; ჯერჯერობით კი პელაგიალის მიკროფაუნის სახეობრივი შემადგენლობა მერყეობს.

ამ შრომაში წარმოდგენილია ზოგიერთი ცნობა წყალსაცავის ზოოკლანატონური ორგანიზმების სისტემატიკური შემადგენლობის შესახებ. ესაა სიონის წყალსაცავის ჰიდრობიოლოგიური კვლევის ერთგვარი ცდა. ჩვენ ვფიქრობთ მომავალში შევისწავლოთ წყალსაცავის ჰიდრობიოლოგიური რეჟიმისა და პელაგური ორგანიზმების თანდათანობითი ფორმირება, პლანქტონური ორგანიზმების თვისობრივი, რიცხობრივი და რაოდენობრივი დინამიკა.

სიონის წყალსაცავის ფიზიკურ-გეოგრაფიული  
დახასიათება

სიონის წყალსაცავი თიანეთის რაიონში მდებარეობს და მას მდინარე ივრის მცირე მონაკვეთი უკავია. იგი მანამდე სიონის ეროზიული ხასიათის ტაფობს წარმოადგენდა.

სიონის წყალსატევი წაგრძელებულია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ და ორივე მხარეს ეკვრის ამავე მიმართულების ქედები: ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან კახეთის ქედი, ხოლო სამხრეთ-დასავლეთიდან — ერწოს ქედი.

ტაფობის ფუძე (ე. ი. ამჟამად წყალსატევის ფსკერი) დაახლოებით 1000 მეტრზეა ზღვის დონიდან, ხოლო ყველაზე მაღალი ადგილი (ე. წ. ბუშატის გორი) — 1650 მეტრზე. წყალსატევის სიგრძე ავსებისას დაახლოებით 8 კმ-ია, უდიდესი სიგანეა 1 კმ, ხოლო ერთ ადგილზე იგი 180 მეტრამდე ვიწროვდება. წყლის სარკის ფართობი 40 კვ. კმ-ს აღწევს.

კახეთის ქედის წყალსაცავისაკენ მიმართული ფერდობი დამრეცია და მრავალი მშრალი ხევითაა დაღარული. ქედი ხშირი ტყითაა დაფარული, სადაც ძირითად ტყეშემქმნელ ჯიშს წიფელი წარმოადგენს.





ერწოს ქედი ქართლის ქედის ჩრდილო პარალელურ შტოს წარმოადგენს. წყალსაცავისაკენ მიმართული მისი ფერდობი ციცაბოა და მაღალი. იგი ღრმა და ვიწრო ხევებითაა ჩაჭრილი. ეს ფერდობიც წიფლის ტყითაა დაფარული.

წყალსაცავის ტაფობი ჯამისებური ფორმისაა, ბრტყელი ძირით და ირგვლივ ამალღებული ფერდობებით. როგორც სიონის ტაფობი, ისე ივრის ხეობა, ეროზიული წარმოშობისაა.

მდ. იორი თავს აღწევს რა სოფ. ლილოვანი-ჯინიოს ვიწროებს ბრტყელსა და განიერ ხეობაში გამოდის. თუმცა იგი ჯერ აქ მაინც ვიწროა, ხოლო შემდეგ სამხრეთით სწრაფად იშლება და სიონის კაშხლის ოდნავ ზემოთ მაქსიმალურად განუერდება, აქ ხეობის ფსკერის სიგანე 1000 მ-მდე აღწევს. აქედან სამხრეთის მიმართულებით ხეობა ისევ ვიწროვდება. მდ. ივრის პირველადი მიმართულება სხვა იყო. იგი ადრე ჩრდილოეთით მიედინებოდა. იქ ამჟამად სიონის მუშათა დაბაა გაშენებული, მაგრამ მას აქ გზა გადაედობა, დაგუბდა და ბოლოს გზა ვიწროებში გაიკვლია.

### სიონის წყალსაცავის ზოოპლანქტონის სისტემატიკური შემაღვენლობა

წყალსაცავის გავსებიდან ნახევარი წლის შემდეგ, 1963 წლის ოქტომბერში, ჩვენ მიერ პლანქტონის თვისობრივი ბადით აღებულ იქნა მასალა (სანაპირო-ზოლიდან 3 პლანქტონური სინჯი). იგივე განმეორდა ნოემბერშიც. ამის შემდეგ 1964 წლის მაისსა და ივნისში ჩვენ კვლავ ვიღებთ მასალებს (8 სინჯი). ყველა ამ მასალას პარალელურად ვარკვევდით და ვსწავლობდით ლაბორატორიაში.

1964 წლის სექტემბრიდან ყოველთვიურად ვაწარმოებთ წყალსაცავის დაწვრილებით ჰიდრობიოლოგიურ შესწავლას: ვსწავლობთ ჰიდროქიმიას, ზოოპლანქტონის თვისობრივ, რიცხვობრივ და რაოდენობრივ დინამიკას.

ყველა ზემოაღნიშნული მასალების (სულ 100-ზე მეტი სინჯი) დამუშავების საფუძველზე აღმოჩნდა, რომ სიონის წყალსაცავში ჯერჯერობით მოსახლეობს ზოოპლანქტონური ორგანიზმების 20 სახეობა: *Rotatoria* — 5, *Cladocera* — 10 და *Copepoda* — 5. განვიხილოთ თითოეული მათგანი ცალ-ცალკე:

#### 1. *Keratella quadrata* Ehrbg.

ეს მეტად გავრცელებული სახეობაა საქართველოს წყალსატევებში. პირველად ე. კუდელინამ [1, 2] მიუთითა იგი პალიასტომისა და რიწის ტბებისათვის. ლ. კუტუბიძე [3] მიუთითებს ამ სახეობის გავრცელების შესახებ საქართველოს 20-ზე მეტ წყალსატევეში. ჩვენი მასალების მიხედვით ეს სახეობა გვხვდება მხოლოდ დეკემბერში მცირე რაოდენობით.

#### 2. *Synchaeta pectinata* Ehrbg.

ე. კუდელინამ [1] მიუთითა პირველად ამ სახეობის გავრცელების შესახებ რიწის ტბაში. ჩვენს მასალებში ეს სახეობა გვხვდება ერთეული ეგზემპლარების სახით ან მცირე რაოდენობით.

### 3. *Asplanchna herricki* de Guerne.

ლ. კუტუბიძე [3] მიუთითებს ამ სახეობის გავრცელების შესახებ საქართველოს 10-მდე წყალსატევში. ჩვენი მასალებიდან ეს სახეობა გვხვდება თითქმის ყველა სინჯში საკმაო რაოდენობით.

### 4. *Polyarthra platiptera* Ehrbg.

მეტად ფართოდ გავრცელებული სახეობაა. საქართველოსათვის პირველად ე. კუდელინამ [1] მიუთითა რიწის ტბაში. ჩვენი მასალების მიხედვით ეს სახეობა გვხვდება შემოდგომისა და ზამთრის მასალებში მცირე რაოდენობით.

### 5. *Triarthra longiseta* Ehrbg.

ლ. კუტუბიძის [3] მიხედვით, ეს სახეობა საქართველოს 10-ზე მეტ წყალსატევშია გავრცელებული. ჩვენ ვნახეთ ეს სახეობა ზამთრის მასალებში საკმაო რაოდენობით.

### 6. *Daphnia pulex* (de Geer).

საქართველოს წყალსატევებში მეტად გავრცელებული სახეობაა. პირველ ცნობას საქართველოს წყალსატევებში ამ სახეობის გავრცელების შესახებ იძლევა ვერეშჩაგინი [4]. იგი მიუთითებს *Daphnia pulex*-ის გავრცელების შესახებ ქობულეთის მიდამოების წყალსატევებში. ა. ბენინგმა [5] მიუთითა ამ სახეობის არსებობაზე ახალდაბის ტბაში. ლ. კუტუბიძეს [6, 7, 3] აღნიშნული აქვს ამ სახეობის გავრცელება სამგორის წყალსატევებში, მდ. ივრის ფშანებში, თბილისის ზღვაში და მცირე ზომის 10-მდე სხვა წყალსატევში. სიონის წყალსატევში, ჩვენ მიერ შეკრებილი მასალების მიხედვით, ეს სახეობა მცირე რაოდენობით გვხვდება.

### 7. *Daphnia longispina* O. F. Müller.

პირველად ამ სახეობის გავრცელების შესახებ ჩალდირის ტბაში მიუთითებს ნ. ვორონკოვი [8], ო. ბურჰულაძე [9] და ვ. ტყეშელაშვილი [10] აღნიშნავენ ამ სახეობის გავრცელების შესახებ ჯანდარის ტბაში. სიონის წყალსაცავში ზემოაღნიშნული სახეობა *Diaptomus acutilobatus*-თან ერთად გაბატონებული ფორმაა. იგი ყველა სინჯში დიდი რაოდენობით გვხვდება.

### 8. *Ceriodaphnia pulchella* Sars.

პირველად ამ სახეობის გავრცელების შესახებ ქობულეთის მიდამოების წყალსატევებში მიუთითა ვერეშჩაგინმა [4]. ჩვენ ეს სახეობა ვნახეთ ოქტომბრის მასალებში მცირე რაოდენობით.

### 9. *Moina rectirostris* (Leydig.)

ვერეშაგინი [1] მიუთითებს პირველად ამ სახეობის გავრცელების შესახებ ნურიის ტბაში (ბათუმთან . ლ. კუტუბიძეს [3] აღნიშნული აქვს ამ სახეობის გავრცელების შესახებ საქართველოს 10-მდე წყალსატევში. ჩვენ ვნახეთ ეს სახეობა 1964 წლის მაისსა და ივნისში აღებულ მასალებში მცირე რაოდენობით.

### 10. *Bosmina longirostris* (O. F. Müller).

პირველად ს. შიკლეევიჩმა [12] ნახა ეს სახეობა ინკიტის ტბაში. ლ. კუტუბიძეს [3] საქართველოს 15-მდე სხვადასხვა წყალსატევში აქვს მითითებული ეს სახეობა. ჩვენი მასალებიდან იგი აღმოჩნდა 1964 წლის მაისის, ივნისისა და ოქტომბრის სინჯებში მცირე რაოდენობით.

### 11. *Macrothrix spinosa* King.

ა. ბენინგი [5] აღნიშნავს, რომ ეს სახეობა „კავკასიისათვის ჯერ არაა მითითებული, მაგრამ მომავალში აუცილებლად იქნება ნაპოვნი ამიერკავკასიის ზრინჯის ნათესებში, რომლებიც ამ მიმართულებით ჯერ კიდევ თითქმის შეუსწავლელია“. საქართველოს ფარგლებში ეს სახეობა პირველად ლ. კუტუბიძემ [3] თბილისის ზღვაში მოიპოვა. სიონის წყალსაცავში დასახელებული სახეობა ერთეული ეგზემპლარების სახით გვხვდება.

### 12. *Leydigia leydigii* (Schödler).

პირველად ნ. ვერეშაგინმა [11] მიუთითა ამ სახეობის გავრცელების შესახებ ხანჩალის ტბაში. ლ. კუტუბიძეს [3] აღნიშნული აქვს ამ სახეობის გავრცელების შესახებ დმანისისა და მადატაპის ტბებში. ჩვენ ვნახეთ იგი 1964 წლის ოქტომბრის, ნოემბრისა და დეკემბრის სინჯებში ერთეული ეგზემპლარების სახით.

### 13. *Alona guttata* Sars.

პირველ ცნობას საქართველოს წყალსატევებში ამ სახეობის გავრცელების შესახებ ს. შიკლეევიჩი [12] იძლევა. ო. ბურჭულაძემ [9] მიუთითა ამ სახეობის გავრცელების შესახებ ჯანდარის ტბაში. სიონის წყალსაცავში ეს სახეობა მცირე რაოდენობითაა.

### 14. *Alona rectanquila* Sars.

ამ სახეობაზე საქართველოსათვის პირველად ნ. ვერეშაგინმა [4] მიუთითა. ნ. ფადეევი [13] მას აღწერს სიღნაღის რაიონში არსებული მლაშე ტბისათვის; ა. ბენინგი [15]—ლისის ტბისათვის. ლ. კუტუბიძე [14,3]—ლისის ტბისათვის, თბილისის ზღვისათვის, ახალდაბისა და კუს ტბისათვის და ლოჭინის ტევში არსებული გუბებისათვის. თ. კაკაურიძეს [15] იგი მოჰყავს კუ-

მისი ტბისათვის. სიონის წყალსაცავში განხილული სახეობა ერთეული ეგზემპლარების სახით გვხვდება.

### 15. *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller).

დატოტვილულვაშიან კიბონაირებს (*Cladocera*) შორის ყველაზე ფართოდ გავრცელებული სახეობაა. პირველად ნ. ვორონკოვმა [8] მიუთითა და იგი მადატაპანი. ლ. კუტუბიძეს [3] ეს სახეობა საქართველოს 40-ზე მეტ წყალსატევში აქვს მითითებული. სიონის წყალსაცავში ეს სახეობა გვხვდება 1964 წლის თითქმის ყველა სინჯში მცირე რაოდენობით.

### 16. *Macrocylops albidus* (Jurine).

პირველად ა. ბენინგმა [5] მიუთითა ამ სახეობის გავრცელების შესახებ საკოჩაოს ტბებში. ლ. კუტუბიძის [3] მიხედვით, ეს სახეობა საქართველოს 10-ზე მეტ წყალსატევშია გავრცელებული. ჩვენ მიერ შეგროვებულ მასალებში იგი საკმაო რაოდენობით გვხვდება შემოდგომისა და ზამთრის სინჯებში.

### 17. *Eucyclops serrulatus* (Fisch.)

ლ. კუტუბიძე [3] მიუთითებს ამ სახეობის გავრცელების შესახებ საქართველოს 30-მდე წყალსატევში. ჩვენს მასალებში იგი ერთეული ეგზემპლარების სახით გვხვდება.

### 18. *Cyclops vicinus* Ulian.

ვან-დოუვემ [16] და რიხარდმა [17] მიუთითეს ამ სახეობის გავრცელების შესახებ თბილისის ახლომდებარე ტბაში. ლ. კუტუბიძე [14] აღნიშნა ლისის ტბაში, ვ. ტყემელაშვილმა [10]—ჯანდარში.

სიონის წყალსაცავში აღნიშნული სახეობა მცირე რაოდენობით ბინადრობს.

### 19. *Acanthocyclops languidoides* (Lill.)

პირველად ვ. ტყემელაშვილმა [10] მიუთითა ამ სახეობის გავრცელების შესახებ ჯანდარში; ლ. კუტუბიძე [3] ადასტურებს ჯანდარის ტბაში ამ სახეობის გავრცელებას. სიონის წყალსაცავში იგი მცირე რაოდენობით გვხვდება.

### 20. *Diaptomus acutilobatus* Sars.

ამ სახეობას პირველად ნ. ფადეევი [13] მიუთითებს მადატაპაში. სიონის წყალსაცავში ეს სახეობა მასალების მიხედვით გაბატონებული ფორმაა და საკმაოდ დიდი რაოდენობით გვხვდება თითქმის ყველა სინჯში.

## დასკვნები

სიონის წყალსაცავი ჯერ კიდევ ჩამოყალიბების პროცესშია, ამიტომ მასში დღემდე არაა დამყარებული ჰიდრობიოლოგიური რეჟიმი და შესაბამისი პელაგური ფაუნა.

ჩვენ მიერ სიონის წყალსაცავიდან ზოოპლანქტონური მასალის შეგროვება და დამუშავება მისი შემდგომი ჰიდრობიოლოგიური კვლევის ერთგვარი ცდაა.

სიონის წყალსაცავში მოსახლეობს ზოოპლანქტონური ორგანიზმების 20 სახეობა; მათ შორის *Rotatoria* — 5, *Cladocera* — 10, *Copepoda* — 5.

ცალკეულ სახეობათა ზოგადი რაოდენობრივი ანალიზის საფუძველზე აღმოჩნდა, რომ გაბატონებულ ფორმებს წარმოადგენენ *Daphnia longispina* და *Diaptomus acutilobatus*, რომლებიც პლანქტონის სინჯებში დიდი რაოდენობით გვხვდება. დანარჩენი სახეობები ან ერთეული ეგზემპლარების სახით, ან მცირე რაოდენობით მოიპოვებია.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 30.1. 1965)

## ГИДРОБИОЛОГИЯ

З. М. КЕРЕСЕЛИДЗЕ

К ИЗУЧЕНИЮ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО СОСТАВА  
 ЗООПЛАНКТОНА СИОНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Резюме

Сионское водохранилище создано в результате заполнения эрозионного происхождения котловины водами р. Иори весной 1963 г.

Гидробиологически водохранилище до сих пор не изучалось. Нами проведены исследования с целью выяснения систематического состава зоопланктона и установления общих количественных показателей отдельных видов. Согласно полученным данным, в Сионском водохранилище обитают 20 видов зоопланктонных организмов, из коих 5 относятся к *Rotatoria*, 10 — к *Cladocera*, а 5 — к *Copepoda*. Из этих видов господствующими являются *Daphnia longispina* и *Diaptomus acutilobatus*, встречающиеся в огромном количестве в пробах. Остальные же виды попадают в малых количествах или же в виде отдельных экземпляров.

დასკვნისათვის ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Н. Куделина. Планктон озера Рица в Абхазии. Труды научн. рыбохоз. и биол. станции Грузии, III, 1940.
2. Е. Н. Куделина. Гидробиологическая характеристика озера Палеостом. Труды научн. рыбохоз. и биол. станции Грузии, III, 1940.



3. ლ. კუტუბიძე. საქართველოს ტბების ზოოლანქტონი. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 109, 1965.
4. Г. Ю. Верещагин. К фауне *Cladocera* Кавказа. Раб. Зоол. каб. Варш. Университета, 1911.
5. А. Л. Бенинг. Кладоцера Кавказа. Тбилиси, 1941.
6. ლ. კუტუბიძე. სამგორის წყალსატევების ფაუნის შესწავლისათვის. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 54, 1954.
7. ლ. კუტუბიძე. მდ. ივრის მიკროფაუნის შესწავლისათვის. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 62, 1957.
8. Н. В. Воронков. Несколько слов о планктоне озер западной части Закавказья. Труды студ. кружка иссл. русск. прир., IV, 1909.
9. ო. ბურჭულაძე. მასალები ჯანდარის ტბის იბტიოფაუნისა და მისი საკვები რესურსების შესწავლისათვის. სათევზნეურნო სამეცნიერო საკავშირო სადგურის შრომები, ტ. IV, 1959.
10. ვ. ტყეშელაშვილი. ჯანდარის ტბის ზოოლანქტონური ორგანიზმების სისტემატიკური შემადგენლობა. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 62, 1962.
11. Г. Ю. Верещагин. Заметка о *Cladocera* Карского плоскогорья и Батумского побережья. Труды гидробиол. станции на оз. Глубоком, 1913.
12. С. М. Шиклеев. Материалы по фауне *Cladocera* Государственного Кавказского заповедника и Черноморского побережья. Труды Северо-Кавк. ассоц. н. и. ин-тов, 1929.
13. Н. Н. Фадеев. К сведениям о фауне озер Закавказья. Раб. Северо-Кавк. гидробиол. станции, т. I, 1925.
14. ლ. კუტუბიძე, ნ. ნემსაძე. ლისის ტბის ზოოლანქტონი. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 70, 1959.
15. Т. Г. Какауридзе. Качественный и количественный состав планктона и бентоса озера Кумиси и их изменения в течение года. Автореферат, 1956.
16. С. Van-Douwe. Copepoden von Transkaukasien, Transkaspien und Turkestan-etc. Zool. Jahrbucher Ast. Syst., Bd. XXII, 1905.
17. I. Richard. Cladoceres et Copepodes recueillis par M. Kavraisky pres de Tiflis et dans le lac Goktseha. Bull. la Soc. Zooll. de France, v. 14, 1895.

Т. А. ЕНУКИДЗЕ

МАТЕРИАЛЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ БРАКОНИД (*HYMENOPTERA*,  
*BRACONIDAE*) ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Каландадзе 8.3.1965)

Настоящая работа является результатом научной обработки фаунистического материала по семейству *Braconidae*, обнаруженного автором главным образом в разных частях Восточной Грузии. Материал собирался путем кошения энтомологическим сачком, а также выведением в лабораторных условиях паразитов из зараженных куколок и личинок насекомых. Кроме собственного материала, нами использованы имеющиеся в нашем распоряжении литературные данные.

Видовой состав браконид определен под руководством Н. А. Теленги (Киев) и А. А. Абдинбековой (Баку).

Ниже приводится список выявленных видов браконид.

1\*. *Agathis malvaccarum* (Latr.). Тквиави, 1.8.1963. Паразит *Metzneria loppella* L., *M. carlinella* Stt. [1]; *Pectinophora malvella* Hb., *Platyedra vilella* L., *Sesia myopaeformis* Borkh. (А. С. Аветян). Кормовые растения: *Achillea micrantha* M. B., *Daucus carota* L. [2].

2. *Microdus tumidulus* Nees.—паразит *Lepidoptera: Ptocheus inopella* Z., *Dichrorhampa acuminatana* Z. [1]. Кормовые растения: *Trifolium pratense* L., *Medicago sativa* L. et Vass. [2]. Для Грузии приводится Теленгой [1].

3. *Microdus fortipes* Reinh. Для Тбилиси приводится Теленгой [1].

4. *Microdus intermedius* (Jw.). Для Тбилиси приводится Теленгой [1].

5\*. *Diospilus capito* Nees. Гомборский перевал, 14.7.1963.

6. *Vipio tentator* (Rossi.). Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].

7. *Vipio mlkossewitshi* Кок. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].

8. *Vipio intermedius* SzepI. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].

9. *Vipio marshalli* Schm. Кормовые растения: *Daucus carota* L. [2]. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].

10. *Pseudoglyptomorpha castrator* (F.) [4]. Кормовые растения: *Ecbalium elaterium* (L.) Rich., *Hordeum europaeum* (L.) All., *Carthamus lanatus* L. [2]. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].

11. *Pseudoglyptomorpha inscriptor* (Nees.) [4]. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].

\* Виды, отмеченные звездочкой, добыты автором.



12. *Glyptomorpha discolor* (Thunb.). Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].
- 13\*. *Glyptomorpha desertor* (F.). Церовани, 1.8.1963. Джвари, 28.9.1963. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3]. Паразит личинок *Plagionotus arcuatus* L., *Pl. bobelayei* Brulle и *Chrysobothrus affinis* F. [3]. Кормовые растения: *Ecbalium elaterium* (L.) Rich., *Hordeum europaeum* (L.) [2].
14. *Jpobracon rector* (Thunb.). Для Вост. Грузии (Лагодехи) приводится Теленгой [3].
15. *Euglyptobracon impeditor* (Cок.). Для Вост. Грузии (Лагодехи) приводится Теленгой [3].
16. *Euglyptobracon umbraculator* (Nees.). Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].
17. *Jphiaulax impostor* (Scop.)—паразит личинок *Plagionotus arcuatus* L. и *Monochammus sutor* L. Для Грузии (Тбилиси, Сухуми) приводится Теленгой [3].
18. *Habrobracon hebetor* (Say.)—паразит *Ephestia kuehniella* Z., *E. elutella* Hb., *E. cautella* Walk., *Plodia interpunctella* Z., *Dioryctria abietella* S. W., *Myelois ceratoniae* Z. [3], *Pectinophora malvella* Hb., *Chloridea obsoleta* F., *Alucita rhododactyla* Schiff. (А. С. Аветян). Для Грузии (Батуми, Сухуми) приводится Теленгой [3]. Кормовые растения: *Pimpinella ratundifolia* M. B., *Sabucus nigra* L., *Trifolium pratense* L., *Carthamus lanatus* L. [3].
- По данным В. И. Тобиаса, особенностью вида, отличающей его от большинства других видов родов *Bracon* и *Habrobracon*, является способность заражать хозяев, ведущих полуоткрытый или даже открытый образ жизни [5].
- 19\*. *Bracon atrator* Nees., Тквиави, 1.8.1963. Паразит личинок *Gymnetron villosulus* Gyll. и личинок мух *Trypetidae-Urophora conjuncta* Löw. и *Tephritis conura* Lw. [3]. Кормовое растение: *Euphorbia iberica* Boiss. [2]. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].
20. *Bracon urinator* (F.)—паразит личинок *Rhinocolus conicus* Froel. [3]. Кормовые растения: *Ecbalium elaterium* (L.) Rich., *Coranilla varia* L., *Anthemis cotula* L. [2]. Для Грузии приводится Теленгой [3].
21. *Bracon illyricus* Marsh. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].
22. *Bracon spectabilis* Tel. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].
23. *Bracon venustus* Tel. Кормовое растение: *Sambucus nigra* L. [2]. Для Грузии приводится Теленгой [3].
24. *Bracon abscissor* Nees.—паразит *Anthonomus pomorum* L., *Oria musculosa* Hb., *Cephus pygmaeus* L. [3]. Кормовые растения: *Hordeum vulgare* L., *Onobrychis Biebersteinii* G. Sir. [2]. Для Грузии приводится Теленгой [3].

- 25\*. *Bracon terebella* Wesm. Джвари, 28.9.1963. Тквиави, 1.8.1963. Паразит *Miarus campanulae* L. [3]. Кормовые растения: *Hordeum europaeum* (L.) All., *Sambucus nigra* L., *Cucumis sativus* L., *Daucus carota* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med. [2].
26. *Bracon fumipennis* Thoms.—паразит личинок *Tephritis pulchra* Löw. и *Chaetostomella onotrophes* Lw. Для Грузии приводится Теленгой [3].
- 27\*. *Bracon variator* Nees. Бетания, 1.8.1963. Паразит личинок жуков, пилильщиков и гусениц бабочек: *Myelois cribella* Hb., *Laspeyresia strobilella* L., *Vanessa cardui* L., *Miorus campanulae* L., *Larinus jaceae* F. [3]. *Pectinophora malvella* Hb., *Crocidosma plebejana* Z. (А. С. Аветян).
- 28\*. *Bracon piger* Wesm. Бетания, 23.8.1960. Паразит *Etiella zinckenella* Tr., *Phalonia epilinata* Zllr., *Chloridea peltigera* Schiff. [3]. Кормовые растения: *Euphorbia iberica* Boiss., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med. [2].
- 29\*. *Bracon nigripedator* Nees. Дзевги, Шиомгвие, 11.9.1963. Тквиави, 1.8.63. Паразит *Parasia carlinella* Dauge., *Eurbia solstitialis* L.
- 30\*. *Bracon nanulus* SzepI. Гомборский перевал 14.8.1963.
31. *Bracon gusaricus* Tel. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].
32. *Bracon laetus* Wesm. Кормовое растение: разнотравье [2]. Для Грузии приводится Теленгой [3].
33. *Bracon erythrostrictus* Marsh.—паразит личинок *Harmolita hordei* Harr., *H. hyalipennis* Walk. Выводится из галлов *Triticum repens* L. [3], чайной моли *Parametriotes theae* Kuzn. [6]. Для Вост. Грузии (Тбилиси) приводится Теленгой [3].
34. *Bracon suspectus* SzepI.—паразит личинок *Agapanthia violacea* F. Для Грузии (Сухуми) приводится Теленгой [3].
35. *Bracon picticornis* Wesm.—паразит *Plagionotus arcuatus* L., *Nematus gallicola* Westw. Выводится из галлов *Pontania viminalis* L. и *P. peduncula* Htg. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].
36. *Bracon kacheticus* Tel.—паразит *Rhynchites bacchus* L. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [3].
37. *Bracon lagodechianus* Tel. Для Вост. Грузии (Лагодехи) приводится Теленгой [3].
38. *Spathius brevicaudis* Ratz.—паразит личинок *Magdalis violacea* L., *Pissodes notatus* F. и короедов *Carphoborus minimus* F., *Myelophilus piniperda* L., *Scolytus rugulosus* Ratz. Для Грузии (Сухуми) приводится Теленгой [7].
39. *Spathius radzayanus* Ratz.—паразит *Rhinocyllus depressirostris* Boh., усача *Rhagium inquisitor* L., златки *Agrilus biguttatus* F. и стеклянниц *Sesia conopiformis* Esp. и *S. vespiformis* L. Для Грузии (Ахали-Афони) приводится Теленгой [7].
40. *Hecabolus sulcatus* Curt.—паразит личинок *Ptilinus pectinicornis* L., *P. fuscus* Geoffr., *Ochina ptinoides* March. и притворяшки *Ptinus fur* L. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [7].



41. *Monolexis doderoi* (Mant.)—паразит *Laemophloeus ater* ab *capen* sis Walte., лжекороедов *Scobicia pustulata* F., *Sinoxylon sexdentatum* Ol., усача *Haplocnemis curculionoides* L. Для Грузии (Гагра) приводится Теленгой [7].

42. *Histeromerus mystacinus* Wesm. Для Грузии (Пасанаури) приводится Теленгой [7].

43. *Doryctodes imperator* (Hal.)—паразит *Dicerca berlinensis* Hbst., усача *Acanhocinus aedilis* L., заболонника *Scolytus scolytus* F. [7]. Кормовое растение: *Euphorbia iberica* Boiss. [2]. Для Вост. Грузии (Пасанаури) приводится Теленгой [7].

44. *Doryctodes leucogaster* (Nees.)—паразит *Hylotrupes bajulus* L., *Rhagium inquisitor* L., *Plymatodes variabilis* L., *Hesperhanes griseus* F., *Clyanthus pilosus* Först., *C. speciosus* Schn. и точильщиков *Anobium pertinax* L., *Ptinus fur* L. Для Грузии (Пасанаури, Сухуми, Лагодехи) приводится Теленгой [7].

45. *Petalodes unicolor* Wesm.—паразит *Pygaera pigra* Hufn., *P. anachoreta* F., *Cochlidion limacodes* Hufn., *Xanthia* и *Gelechia*. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [7].

46. *Rogas aestuosus* Reinh.—паразит *Heliothis peltigera* L. и *Phytometra gamma* L. [8]. Кормовое растение: *Daucus carota* L. [2]. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [7].

47\*. *Rogas ductor* Thunb. Тбилиси, Мтацминда, 18.5.1963. Паразит гусениц *Phytometra gamma* L. и *Cosmotriche potatoria* L. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [7].

48. *Rogas bicolor* (Spin.)—паразит гусениц *Pterophorus monodactylus* Hübu., *Zygaena filipendulae* L., *Epinephel jurтина* L., *Lycaena eros* L. [8], *L. icarus* Rott., *L. bellargus* Rott. (А. С. Аветян). Для Вост. Грузии приводится Теленгой [7].

49. *Rogas basalis* Costa. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [7].

50. *Rogas incertus* Kok. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [7].

51. *Rogas tener* Kok. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [7].

52. *Rogas testaceus* Spin.—паразит гусениц *Dicranura vinula* L., *Cerura bifida* Hb., *Porthesia similis* L., *Cilix glaucatonia* Scop., *Phytometra gamma* L., *Tephroclystia sobrinata* Hb., *Cacoecia rosana* L., *Depressaria appiana* F. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [7].

53\*. *Rogas rossicus* Kok. Гомборский перевал, 14.7.1963.

54. *Rogas vittiger* Wesm.—паразит гусениц *Gnophria rubricollis* L. и *Taeniocampa gracilis* F. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [7].

55. *Rogas circumscriptus* Nees.—паразит гусениц *Lepidoptera*: *Agrotis agathina* Dup., *A. baja* F., *Caradrina alsines* Brahm., *Tephroclystia castigata* Hb., *T. alfiaria* Stgr., *Larentia rubidata* F., *Cacoecia rosana* L., *Tortrix bergmanniana* L., *Acalla holmiana* L., *Pamene amygalana* Dup., *Taeniocampa stabilis* View., *Phytometra gamma* L. Для Грузии (Сухуми, Коджори) приводится Теленгой [7].



56\*. *Meteorus rubens* Nees. Дзегви, Шиомгвиме, 11.9.1963. Опи, 13.8.1963. Паразит *Euxoa segetum* [8]. *Agrotis ypsilon* Hfn., *Laphygma exigua* Hb. (А. С. Аветян). Кормовые растения: *Sambucus nigra* L., *Medicago coerulea* Less. [2].

57\*. *Microtypus wesmaelii* Hal. Тбилиси, 13.9.1963.

58\*. *Macrocentrus collaris* Spin. Эльдари, 27.6.1960. Опи, 30.7.1963. Паразит *Pectinophora malvella* Hb., *Agrotis segetum* Schiff., *Euxoa conspurca* Hb. (А. С. Аветян).

59. *Apanteles vitripennis* (Hal.)—паразит *Lepidoptera*: *Dendolimus pini* L., *Phragmatobia fuliginosa* L., *Boarmia gemmaria* Brahm., *B. repandata* L., *Larentia variata* Schiff., *Enconista miniosaria* Dup., *Diloba coeruleocephala* L., *Amphipyra pyramidae* L., *Cacoecia xylosteana* L., *Nygmia phaerrhoa* L. Кормовое растение: *Daucus carota* L. [2]. Для Тбилиси приводится Теленгой [1].

60. *Apanteles ultor* (Reinh.)—паразит *Lepidoptera*: *Nygmia phaerrhoa* L., *Euproctis similis* Fussl., *Malacosoma neustria* L., *Acronycta psi* L., *Orgyia antiqua* L., *Jlliberis sinensis* Ws., *Theresia ampelophaga* Bayl. Для Тбилиси приводится Теленгой [1].

61\*. *Apanteles obscurus* Nees. Тквиави, 1.8.1963. Дзегви, Шиомгвиме, 1.9.1963. Каспи, 6.6.1963. Гомбори, 14.7.1963. Паразит *Lepidoptera*: *Pionea crocealis* Hb., *Gracilaria syringella* L., *Melitaea itemis* Schiff., *Epermenia chaerophyllella* Goeze., *Amicta armena* Hb. [1]. Кормовые растения: *Euphorbia iberica* Boiss., *Daucus carota* L., *Pimpinella ratundifolia* M. B., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med., *Malva neglecta* Wall., *Trifolium pratense* L., *Onobrychis biebersteinii* G. (Sir.), *Coranilla varia* L. [2].

62. *Apanteles parasitellae* (Bouche.)—паразит *Lepidoptera*: *Tinea parasitella* Hübner, *T. cloacella* How., *T. granella* L., *Scardia boleti* F., *Lampronia quadripunctella* Steph., *Gypsosoma neglectana* Dup., *Pterophorus monodactylus* L., *P. microdactylus* Hb., *Acronycta rumicis* L., *Coleoptera*: *Orchesia micans* Panz. Для Тбилиси приводится Теленгой [1].

63. *Apanteles albipennis* (Nees.)—паразит *Lepidoptera*: *Pterophorus macrodactylus* Hb., *Gelechia tricolorella* Hw., *Lozopera francillana* F., *Phalonia ciliella* Hb., *Dauglasia ocerostomella* Stt., *Semasia aemulana* Schläg., *Aristotelia brizella* Tr., *Cemiostoma scitella* Zell., *Argyrestia brockeella* Hb., *Cacoecia xylostea* L., *Operphera brumata* L., *Zeuzera pyrina* L., *Malacosoma neustria* L., *Etiella zinckenella* Tr. *Coleoptera*: *Anthonomus pomorum* L., *Hymenoptera*: *Andricus multiplicatus* Gir. [1]. Кормовое растение: *Daucus carota* L. [2]. Для Тбилиси приводится Теленгой [1].

64\*. *Apanteles corvinus* Reinh. Омало, 29.5.1960. Паразит *Lepidoptera*: *Coleophora fuscadinella* Zell., *C. nigricella* Steph., *Swamerdamia lutarca* How. [1]. Кормовые растения: *Coranilla varia* L., *Euphorbia iberica* Boiss., *Medicago coerulea* Less. [2].



65. *Apanteles fuliginosus* (Wesm.)—паразит *Lepidoptera*: *Plutella maculipennis* Curt., *Conchylis epilnana* Zell., *Etiella zinckenella* Tr., *Gracilaria syringella* F., *Lyonetia clerkella* L., *Coleophora nigricella* Steph., *C. murinipennella* Dup., *Amphipyra pyramidae* L. Для Грузии (Тбилиси) приводится Теленгой [1].

66\*. *Apanteles falcator* (Ratz.). Тквиави, 1.8.1963. Тбилиси, 3.7.1963. Паразит *Diptera*: *Rhabdophaga rosaria* Löw. [1].

67. *Apanteles viminetorum* (Wesm.)—паразит *Lepidoptera*: *Elachista magnificiella* Tr., *E. nigrella* Hw., *E. perplexella* Stt., *E. megerlella* Stt., *E. bifasciella* Tr., *E. trapeziella* Stt., *E. albifrontella* Hb., *E. cerusella* Hb., *E. triatoma* Hw., *E. apicipunctella* Hb., *Gelechia instabilella* Dgl., *Cacoecia xylosteania* L., *Gracilaria syringella* F., *Theresia ampelophaga* Boyle. Для Грузии (Сухуми) приводится Теленгой [1].

68. *Apanteles analis* (Nees.)—паразит *Lepidoptera*: *Melitaea matura* L., *M. trivialis* Schiff., *Hyponomeuta eonymellus* Hb. Для Грузии (Сухуми) приводится Теленгой [1].

69. *Apanteles octonarius* (Ratz.)—паразит *Lepidoptera*: *Notodonta ziczac* L., *Oenistis quadra* F., *Laspeyresia flexula* Schiff., *Lithosia complana* Esp., *Evetria resinella* L., *Cacoecia rosana* L., *Stauropus fagi* L., *Loxostege sticticalis* L. Для Грузии приводится Теленгой [1].

70\*. *Apanteles sericeus* Nees. Тквиави, 1.8.1963. Каспи, 6.6.1960. Цхнепи, 7.7.1960. Паразит *Lepidoptera*: *Platenis retura* L., *Dianthoecia cucubali* Guessl., *D. irregularis* Hufn., *D. capsincola* Hb., *Tephrochystia pulchellata* Steph., *T. valerianata* Hb., *Larentia alchemillata* L., *L. hastata* L., *L. juniperata* L., *L. autumnalis* Str., *Stenoptilia bipunctidaetyla* Hw., *Hyponomeuta padellus* L., *Drepana lacertinaria* L., *Operphthera brumata* L., *Erannis defoliaria* Cl., *Loxostege sticticalis* L. Для Вост. Грузии (Лагодехи) приводится Теленгой [1].

71. *Apanteles cajae* (Bouche.)—паразит *Lepidoptera*: *Arctia caja* L., *A. villica* L., *Cucullia argentea* Hufn., *Pandemis heparana* Schiff., *Malacosoma neustria* L. Для Грузии приводится Теленгой [1].

72. *Apanteles glabratus* Tel.—паразит *Biston betularia* L. Для Вост. Грузии (Тбилиси) приводится Теленгой [1].

73\*. *Microplitis spinolae* (Nees.). Тквиави, 1.8.1963. Эльдари, 27.7.1960. Паразит *Lepidoptera*: *Mamestra oleracea* L., *Miselia oxyacanthae* L., *Plusia gamma* L., *Abrostola tripartita* Hufn., *Lyperina caespitis* F., *Acronycta alni* L., *Chloridea dipsacea* L. [1]. Кормовые растения: *Malva neglecta* Wallr., *Euphorbia iberica* Boiss., *Medicago coerulea* Less. [2].

74. *Microplitis fumipennis* (Ratz.)—паразит *Lepidoptera*: *Taeniocampa miniosa* F., *Hymenoptera*: *Emphytus togatus* Panz., *E. succinctus* Klug., *Schizocera geminata* L. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [1].

75. *Microplitis marshalli* Kok. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [1].

76. *Microplitis tuberculifera* (Wesm.)—паразит *Lepidoptera*: *Taenocampa miniosa* F., *Brotobomia meticulosa* L., *Hadena basilinea* F., *Triphaena fimbria* L., *Dichonia aprilina* L., *Tephroclystia succenturiata* L., *T. castigiata* Hb., *T. exyuaata* Hb., *Cerostoma hemorella* L., *Polia flavicincta* F., *Lygris testata* L. Для Грузии приводится Теленгой [1].

77\*. *Microgaster globata* (L.). Гомборский перевал 14.7.1963. Паразит *Lepidoptera*: *Iathosia lurideola* Zink., *Loxostege verticalis* L., *Polychrosis euphorbiana* Tr., *Conchylia smeathmannella* F., *Tachyptilia populella* Cl., *Platyptylia isodactyla* Z., *Tephroclystia lineriata* F., *T. denotata* Hb., *Epiblema immundana* F. R., *Acalla hastiana* L., *Cacoecia rosana* L., *Gracilaria alchimiella* Scop., *Tortrix forscaleana* L., *Euzanthis amiantana* Hb., *Pyrameis atalanta* L., *Pyrausta nubilalis* Hb., *Diptera*: *Hylemya antiqua* Mg., *Dizygomyza capitata* Zett. [1]. Кормовое растение: *Daucus carota* L. [2].

78. *Phanerotoma acuminata* Szepf. Кормовое растение: *Trifolium pratense* L. [2]. Для Вост. Грузии (Лагодехи) приводится Теленгой [7].

79. *Phanerotoma planifrons* (Nees.)—паразит *Lepidoptera*: *Laspeyresia strobilella* L., *Hyphanthidium terebella* Zk. Для Вост. Грузии (Тбилиси) приводится Теленгой [7].

80. *Chelonus olgae* Kok. Для Вост. Грузии приводится Теленгой [7].

81. *Chelonus gravenhorsti* (Nees.). Для Вост. Грузии (Лагодехи) приводится Теленгой [7].

82\*. *Chelonus oculator* Pz. Дзегви, Шномгвине, 11.9.1963. Тквиави, 1.8.1963. Гохнари, 26.6.1963. Для Вост. Грузии (Лагодехи) приводится Теленгой [7]. Паразит *Lepidoptera*: *Loxostege sticticalis* L. [7]. *Eubolia arenacaria* Hb., *Agrotis segetum* Schiff. (А. С. Аветян). Кормовые растения: *Hordeum vulgari* L., *Daucus carota* L. [2].

83\*. *Chelonus annulatus* Nees. Церовани, 13.7.1963. Кормовые растения: *Daucus carota* L., *Euphorbia iberica* Boiss. [2]. Для Грузии (Сухуми) приводится Теленгой [7].

84. *Neochellonella basalis* Curt. Для Грузии (Батуми) приводится Е. М. Степановым. Паразит чайной моли *Parametriotes theae* Kuzn. [6].

85. *Ascogaster bicarinatus* H—Sch. Для Вост. Грузии (Лагодехи) приводится Теленгой [7].

86. *Ascogaster ruficeps* Wesm. Для Грузии приводится Теленгой [7].

87. *Schizoprymnus obscurus* (Nees.). Для Вост. Грузии (Лагодехи) приводится Теленгой [7]. Кормовые растения: *Medicago coerulea* Less., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med. [2].

Таким образом, для фауны Грузии выявлено 87 видов браконид. Большинство из них—полезные насекомые, так как являются паразитами вредителей сельскохозяйственных культур и леса.



15 видов браконид отмечаются впервые для фауны Грузии: *Agathis malvacearum* (Latz.), *Diospilus capito* Nees., *Bracon piger* Wesm., *B. variator* Nees., *B. nigripedator* Nees., *B. nanulus* Szepl., *Rogas rossicus* Kok., *Meteorus rubens* Nees., *Microtypus wesmaelii* Hal., *Macrocentrus collaris* Spin., *Apanteles obscurus* Nees., *A. corvinus* Reinh., *A. falcator* (Ratz.), *Microplitis spinolae* Nees., *Microgaster globata* (L.).

Приведенным нами фрагментом, конечно, не исчерпывается фауна семейства *Braconidae* Грузии. Дальнейшие исследования в этом направлении, безусловно, значительно пополнят сведения о его видовом составе.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт зоологии

(Поступило в редакцию 8.3.1965)

ანბნომოლოგია

თ. ენუქიძე

## მასალები ოჯახ ბრაკონიდების (HYMENOPTERA)

### შესწავლისათვის საქართველოში

რეზიუმე

შრომში მოცემულია ოჯახ *Braconidae*-თა საქართველოში გავრცელებული სახეობრივი შედგენილობა საკუთარი მასალებისა და ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით. უმრავლესობისათვის აღნიშნულია მასპინძელთა სახეობრივი შედგენილობა და საკვები მცენარეები. სულ გამოვლინებულია 87 სახეობა, რომელთაგან 15 სახეობა საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად: *Agathis malvacearum* (Latz.), *Diospilus capito* Nees., *Bracon piger* Wesm., *B. variator* Nees., *B. nigripedator* Nees., *B. nanulus* Szepl., *Rogas rossicus* Kok., *Meteorus rubens* Nees., *Microtypus wesmaelii* Hal., *Macrocentrus collaris* Spin., *Apanteles obscurus* Nees., *A. corvinus* Reinh., *A. falcator* (Ratz.), *Microplitis spinolae* Nees., *Microgaster globata* (L.).

### დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. А. Теленга. Фауна СССР. Перепончатокрылые, т. 5, вып. 4. М.—Л., 1955.
2. А. А. Абдинбекова. К фауне наездников *Braconidae* Куба-Хачмаской зоны. Труды Ин-та зоологии АН АзССР, т. 23, 1964.
3. Н. А. Теленга. Фауна СССР. Перепончатокрылые, т. 5, вып. 2. М.—Л., 1936.
4. В. И. Тобиас. К морфологии, систематике и филогении натрибы *Braconina* Tel. (*Hymenoptera, Braconidae*). Зоологический журнал, т. XXXVI, вып. 9, 1957.
5. В. И. Тобиас. К систематике и биологии родов *Bracon* и *Habrobracon* (*Hymenoptera, Braconidae*). Труды Всесоюз. энтомол. о-ва, т. 48, М.—Л., 1961.
6. Е. М. Степанов. Паразиты чайной моли. Субтропические культуры, № 1, 1963.
7. Н. А. Теленга. Фауна СССР. Перепончатокрылые, т. 5, вып. 3. М.—Л., 1941.
8. Н. А. Теленга. Материалы к фауне *Braconidae* и *Jchneumonidae* Армении (*Hymenoptera*). Известия АН АрмССР, т. XII, №, 1959.



В. И. КВИРЧИШВИЛИ

## О ПРОЕКЦИИ РАЗНЫХ УЧАСТКОВ ТЕЛА НА НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ УШНОЙ РАКОВИНЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 22.12.1965)

Применение иглоукальвания в ушную раковину, представляющего собой частный случай иглотерапии, уходит в глубокую древность. На протяжении многих тысячелетий народные врачи Китая, Аравии, успешно применяя иглоукальвание и прижигание для лечения разных заболеваний, обнаружили наличие связи ушной раковины с различными органами и частями тела человека.

Методом иглоукальвания в ушную раковину в последнее время успешно занимался французский врач-клиницист Но жье [1, 2]. Он пытался установить топографию болезненных точек и зон на ушной раковине, которые, по его мнению, являются проекциями определенных частей тела и органов.

В Советском Союзе теоретическим основам иглоукальвания посвящены многие работы клиницистов [3—5]. Я. М. Балабан [6], Я. М. Балабан и Л. Г. Розенфельд [7] и Н. Н. Кухарский [8] впервые в нашей стране применили иглоукальвание в ушную раковину и получили положительные результаты при лечении различных заболеваний.

Определение проекции разных органов на поверхности кожи ушной раковины у здоровых лиц почти не производилось. Имеются лишь клинические работы, в которых указывается, что определенные болезненные точки на коже ушной раковины появляются только при функциональных или органических заболеваниях того или иного участка тела или внутреннего органа [1, 2].

Ввиду большого значения топографии точек и зон на ушной раковине для диагностики и лечения разных заболеваний, мы задались целью определить эти точки и зоны на коже ушной раковины прежде всего у практически здоровых людей.

Задача нашего исследования заключалась в том, чтобы установить наличие рефлекторной связи определенных точек и зон кожи ушной раковины с теми или другими органами и частями тела и на основании полученных данных составить топографическую карту их проекции на ушную раковину.

Задача эта нам казалась особенно заманчивой в связи со следующим. Если бы нам удалось определить четкие зоны или точки проекции разных органов на ушной раковине, то не исключалась возможность направленного влияния на эти органы или участки тела путем воздействия на соответствующие точки ушной раковины. При положи-





тельном решении вопроса составленные топографические карты морнич бы оказаться полезными не только для клиники, но и для различных областей трудовой, бытовой и спортивной деятельности человека, во всех тех случаях, когда возникает необходимость направленного активного воздействия на различные участки тела и внутренние органы.

Для создания означенных топографических карт необходимо было разработать методику, позволяющую объективно определить изменения на наружной кожной поверхности ушной раковины при воздействии различных раздражителей (холод, тепло, электрическое раздражение, вибрация, уколы, химические раздражители и т. д.) на рецепторы соответствующих участков тела. Мы провели ряд опытов, которые с нашей точки зрения позволяют прийти к определенным выводам.

### Методика

Для определения локализации рецептивных точек и зон на коже ушных раковин, возникающих при вышеперечисленных воздействиях на разные участки тела, применялся омметр, фиксирующий величину электрического сопротивления между электродом, зажатым в руке испытуемого, и электродом-щупом, которым пальпируется наружная поверхность кожи ушной раковины.

Кожа наружной поверхности ушной раковины обеих ушей предварительно смазывается подсолнечным маслом. Масло предотвращает раздражение кожи при передвижении головки щупа и изолирует активную точку от соседних. Изменение электрического сопротивления отражается на характере звукового сигнала, подключаемого в цепь от генератора. При высоком сопротивлении (300—200 килоом) слышен звук высокой частоты, при снижении же сопротивления от 100 килоом до минимального высота звука также снижается. При болевом раздражении разных частей тела электрод-щуп обнаруживает проекционную зону данного органа на ушной раковине, которая отличается от соседних участков значительным снижением электрического сопротивления и высоты звука.

Исследования проводились на 29 здоровых людях в возрасте от 18 до 63 лет. Наши опыты заключались в многократном определении участков (области, точки) кожи ушной раковины, в которых значительно снижалось сопротивление во время или после разных воздействий на какую-нибудь определенную область кожи туловища и конечностей.

На разные участки кожи тела воздействовали: 1) вибрационным раздражением, которое производилось известным аппаратом В. Л. Федорова, дающим 140—150 колебаний в секунду; 2) тепловым раздражением путем прикосновения к коже (площадь прикосновения от 3 до 10 см<sup>2</sup>) сосуда с горячей водой (50—60°С); 3) холодным раздражением путем охлаждения хлорэтилом кожи участков тела (площадью от 5 до 15 см<sup>2</sup>); 4) мышечной нагрузкой в виде приседаний 50—60 раз в течение 50—70 секунд; 5) раздражением кожной поверхности участков тела (площадью от 0,5 до 10 см<sup>2</sup>) стимулином Д-1, выпускаемым Борщавковским заводом МЗО УССР УМП; 6) проекция разных участков тела на ушной раковине определялась также во время работы на велоэрго-

метре методом Минора [9], который заключается в следующем: кожа наружной поверхности ушной раковины смазывается раствором, в состав которого входит чистый йод (15,0), касторовое масло (100,0) и винный спирт (900,0); после высыхания поверхности кожи ее припудряют ровным тонким слоем крахмала.

### Результаты опытов

1. В и б р а ц и я. Обследовались пять человек. Через 15—20 минут после прекращения действия вибрации (вибратор прикладывался в течение 10—15 минут к поверхности кожи кисти, плеча, предплечья и голени) активные точки (т. е. точки, которые при прикладывании электрода-индикатора сигнализировали снижение сопротивления) появлялись в области кожи наружной поверхности ушной раковины с падением сопротивления в среднем на 50—100 килоом (от 300 до 250—200 килоом). Активность точек сохранялась от нескольких часов до суток и постепенно исчезала. Вначале исчезал звуковой сигнал, а потом повышалось сопротивление до исходной величины.

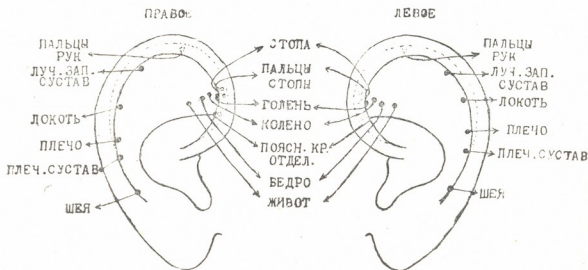


Рис. 1. Проекция кожи разных частей тела на наружной поверхности ушной раковины, установленная при действии разных раздражителей. Подробности в тексте

2. Т е п л о. Тепловым воздействиям подвергались всего четыре человека. Тепло прикладывалось к кожной поверхности коленного сустава, кисти, локтевого сустава, стопы и голени в течение 20—30 минут. Спустя 20—30 минут после воздействия обнаруживались соответствующие точки на коже наружной поверхности ушной раковины. Сопротивление падало на 50—200 килоом. Только у одной испытуемой (63-летняя женщина) проекционные точки не появились вовсе. Однако после второго теплового воздействия (нагретой серебряной иглой) спустя 20 минут удалось определить соответствующие проекционные точки. Они сохранялись до второго дня, постепенно пропадая.

3. Х о л о д. В этой серии опытов у пяти испытуемых охлаждалась кожная поверхность живота, бедра, кисти, голени и стопы в течение 5—10 минут. Через 10—12 минут после прекращения воздействия появлялись проекционные точки на коже наружной поверхности ушной ра-

ковины. Сопротивление падало на 10—100 килоом. Активные точки держались от 1 часа до 3—4 часов, а затем исчезали.

4. Воздействие приседаний. Определялось у трех испытуемых. После выполнения работы у двух из них появились боли в мышцах бедра, поясницы и частично в голени. Через 15—25 минут после прекращения приседаний появились проекционные точки на коже обоих ушных раковин с левой стороны в зоне проекции поясницы (сопротивление падало на 60—50 килоом) и в зоне бедра и голени (сопротивление падало на 150 килоом).

У одного испытуемого проекционные точки не появились в течение 2 часов после прекращения приседаний. Но у него не возникло также ощущение боли в мышцах. На второй день появились боли в пояснице, в мышцах бедра и голени. При обследовании кожи ушной раковины были обнаружены проекционные точки в области бедра и голени со снижением сопротивления в пределах 40—50 килоом. Эти активные точки держались в течение многих дней, ежедневно уменьшаясь параллельно с повышением сопротивления и исчезновением болезненных ощущений в мышцах. На восьмой день активные точки исчезли.

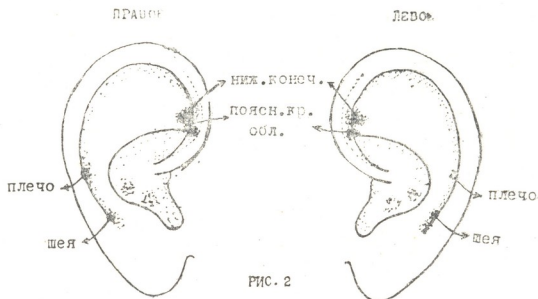


РИС. 2

Рис. 2. Проекция нижних конечностей, пояснично-крестцовой области, плеча и шеи на наружной поверхности ушной раковины, установленная методом Минора после утомительной работы на велоэргометре

5. Действие стимулина Д-1. Исследование проводилось на шести испытуемых. После смазывания стимулина у пяти испытуемых на третий день появилась хорошо выраженная кожно-стимулиновая реакция (сильная гиперемия и точечные гнойнички), а у шестого испытуемого, у которого была смазана кожа в области лба, кожно-стимулиновая реакция не возникла.

Обследование кожи ушной раковины происходило ежедневно после смазывания. В день появления кожно-стимулиновой реакции появились и проекционные точки на коже ушной раковины с падением сопротивления на 200—100 килоом. Сопротивление на данном уровне держалось 2—3 дня, а потом, постепенно увеличиваясь, достигло исходной величины, т. е. проекционные точки исчезли на шестой день.

Данные всех этих исследований схематически представлены на рис. 1.

6. Данные с применением метода Минора. Опыты были проведены на пяти испытуемых. У двух исследования проводились в течение 2 дней. При выполнении работы большой интенсивности на велоэргометре (до полного утомления) у всех пяти испытуемых на коже ушной раковины были обнаружены проекционные точки нижних конечностей (рис. 2). Это проявлялось в более сильном окрашивании (в синий цвет) тех зон кожи ушной раковины, которые в опытах с другими видами воздействий были определены как проекционные зоны нижних конечностей и пояснично-крестцовой области.

### Обсуждение результатов

Результаты наших опытов, проиллюстрированные двумя схематическими рисунками, показывают, что между различными частями тела (разные участки туловища, конечности) и кожей ушной раковины существует рефлекторная связь, заключающаяся в том, что при нанесении разных раздражителей на поверхность кожи этих частей тела или при работе электрическое сопротивление падает в определенной области кожи ушной раковины (ипсилатерально, контралатерально или билатерально). С падением сопротивления кожи ушной раковины индикатор-зумер начинает звучать, что облегчает их нахождение. Эти проекционные точки или области появляются с известным латентным периодом (от нескольких десятков минут до нескольких дней) и сохраняются в течение значительного времени (от нескольких десятков минут до нескольких дней), постепенно пропадая.

Существование такой зависимости между разными частями тела и разными зонами кожи ушной раковины доказывается тем, что при воздействиях разного характера «активные», т. е. «звучащие», точки возникают всегда в одной и той же области кожи ушной раковины. Они при разных воздействиях выражены в различной степени (с разным латентным периодом) и сохраняются в течение различного времени.

Независимость реакций от характера воздействия свидетельствует об их неспецифичности. Медленное развитие (с достаточно большим латентным периодом), а также постепенное угасание реакции, растягивающейся иногда на несколько дней, говорит, видимо, о том, что она обусловлена какими-то вегетативными сдвигами в тканях. Мы пока не имеем конкретных данных, разрешающих высказаться в пользу того или другого механизма осуществления этой рефлекторной связи, ведущей к падению сопротивления кожи ушной раковины, но предположительно можно сказать следующее. Видимо, при воздействиях на разные участки тела в ответ на возникающие здесь афферентные импульсы происходит регионарное изменение (расширение) сосудистого русла кожи ушной раковины. Соответственно в данной области начинает падать электрическое сопротивление.

Опыты, которые проводятся в настоящее время на животных, должны выяснить как характер возможных сосудистых изменений кожи ушной раковины, так и возможные механизмы их развития. Здесь только необходимо еще раз подчеркнуть, что падение электрического сопротивления кожи ушной раковины, т. е. появление «активных» то-





чек, всегда связано с таким раздражением или воздействием на различные части тела, которое вызывает ощущение боли. Это наглядно проявляется в случае, например, мышечной работы: падение сопротивления в проекционной области кожи ушной раковины обнаруживается только тогда, когда испытуемый начинает ощущать мышечную боль, вызванную работой большой интенсивности. Это, конечно, значительно осложняет понимание наблюдаемого явления, так как с чувством боли связаны значительные сдвиги во многих системах организма. Видимо, только путем тщательного анализа и исключения одних и других факторов удастся установить непосредственные пути и механизм рефлекторного изменения сопротивления определенной области кожи ушной раковины, развивающегося при воздействиях или при работе разных частей тела.

### Выводы

1. Применением разных раздражителей, действующих на поверхность кожи разных частей тела, а также под влиянием мышечной деятельности установлены проекционные зоны этих органов на коже ушной раковины. Они занимают сравнительно малую площадь от 1 до 3 мм<sup>2</sup>. При разных воздействиях на соответствующие участки тела в пределах этой зоны кожи ушной раковины обнаруживается «активная» точка, характеризующаяся понижением электрического сопротивления. Степень понижения электрического сопротивления в проекционной точке кожи ушной раковины зависит от интенсивности раздражения поверхности кожи конечности или работы мышц.

2. Проекционные точки на коже ушной раковины обнаруживаются иногда после повторных воздействий и через известное время после воздействия на разные участки тела, обычно через 20—30—45 минут, а иногда только на второй и третий день и сохраняются у разных испытуемых в течение десятков минут или нескольких часов и дней.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

(Поступило в редакцию 22.12.1965)

ფიზიოლოგია

### 3. კვირჩიშვილი

ყურის ნიჟარის გარეთა ზედაპირზე სხეულის სხვადასხვა ნაწილის პროექციის შესახებ

რეზიუმე

ჯანმრთელ ადამიანებზე ზუმერიანი ომმეტრით შესწავლებოდა სხეულის სხვადასხვა ნაწილის, კიდურებისა და სახსრების პროექციები ყურის ნიჟარის გარეთა ზედაპირის კანზე. სხეულის ზედაპირის სხვადასხვა ნაწილებზე ვიბრაციით, სითბოთი, სიცივით, სტიმულინი „D<sub>1</sub>“-ით მოქმედებისას, აგრეთვე კუნთო-



ვანი დატვირთვის პირობებში დადგინდა, რომ, იმისდა მიხედვით, თუ სხეულის რომელი ნაწილი მუშაობს ან გაღიზიანებულია, შესაბამისად იცვლება წინააღმდეგობა ყურის ნიჟარის სხვადასხვა ზონაში. ამგვარად შემოისაზღვრება სხეულის სხვადასხვა ნაწილის პროექციული ზონები, ყურის ნიჟარის ზედაპირზე. ამ ზონებში ნაპოვნია „აქტიური წერტილები“ (1—3 მმ<sup>2</sup> ფართით), სადაც წინააღმდეგობის ვარდნა მაქსიმალურია. ელექტრული წინააღმდეგობის დაცემის ხარისხი ყურის ნიჟარის კანზე არსებული სხეულის ნაწილის ან მიდამოს საპროექციო უბანში დამოკიდებულია სხეულის ნაწილის ზედაპირის გაღიზიანების ინტენსივობაზე ან კუნთოვან მუშაობაზე.

გამოთქმული მოსაზრება, რომ ელექტრული წინააღმდეგობის დაქვეითება „აქტიურ წერტილებში“ გამოწვეული უნდა იყოს ყურის ნიჟარის კანზე სისხლძარღვთა რეგიონალური ცვლილებებით.

დასოფნაბული ლიბერატორა -- ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. P. Nogier. Über der Akupunktur der Ohrmuschel. Dtsch. Z. f. Akup., 3-4, 1967, 25—33.
2. P. Nogier. Die Akupunktur der Ohrmuschel. Dtsch. Z. f. Akup., 7-8, 1957, 87—83.
3. В. Г. Вогралик. Клинико-физиологические обоснования метода иглоукальвания и прижигания при внутренних заболеваниях. Горький, 1958.
4. Г. И. Кассиль. Физиологические и биохимические механизмы чжень-цзютерапии. В сб.: «Иглотерапия», М., 1959.
5. Э. Д. Тыкочинская. Три основных звена чжень-цзютерапии и их современное клинико-физиологическое обоснование. В сб.: «Вопросы нейроэндокринной патологии и рефлекторной терапии», Горький, 1960, 63—65.
6. М. Балабан. Анализ теоретических основ и практических результатов рефлексотерапии методом иглоукальвания в ушную раковину (эр-чжень-ляо). Материалы к Четвертой научной конференции по рефлексотерапии методом чжень-цзю, Горький, 1962, 17—20.
7. Я. М. Балабан, А. Г. Розенфельд. Применение метода иглоукальвания в ушную раковину (эр-чжень-ляо) для дифференциальной диагностики и терапии расстройств моторно-эвакуаторной функции желудка. Врачебное дело, № 10, 1962.
8. Н. Н. Кухарский. О возможности замены АКТГ иглоукальванием в специальные точки уха при лечении больных ревматизмом. Сб. трудов рефлекторной терапии методом чжень-цзю, вып. 9, Горький, 1962.
9. В. В. Михеев. Учебник нервных болезней. Медгиз, 1962, 195.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

К. Д. ЭРИСТАВИ (академик АН ГССР), Г. В. ЦИЦКИШВИЛИ,  
Л. Ш. ЧАЧИБАЯ, М. Г. ГАЧЧИЛАДЗЕ

### ВЛИЯНИЕ ПЕНИЦИЛЛИНА И СТРЕПТОМИЦИНА НА СИСТЕМУ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ

За время применения пенициллина и стрептомицина в медицинской практике накопился большой материал как о положительных, терапевтически ценных, так и о побочных, неблагоприятных свойствах этих весьма эффективных лекарств.

После первого сообщения [1] о том, что пенициллин способствует тромбообразованию, в отечественной и зарубежной литературе появилось около 300 работ, посвященных изучению действия антибиотиков на коагуляционную способность крови. Подробный обзор отечественной и зарубежной литературы по этому вопросу сделал С. И. Золотухин [2]. Однако все эти работы противоречивы.

Одна группа ученых находит, что пенициллин и стрептомицин понижают свертываемость крови [3].

Другая группа исследователей сообщает, что пенициллин и стрептомицин не оказывают влияния на гемостаз [4—7].

Часть авторов считает, что пенициллин и стрептомицин повышают свертываемость крови [1, 8—10]. О таких же результатах сообщалось на Всесоюзной конференции терапевтов 1955 г.

Причина такой разноречивости заключается в отсутствии единой клинической методики, а также в отсутствии комплексности и динамичности в наблюдениях. Кроме того, эти препараты применяются при различных заболеваниях, а патологическое состояние организма само по себе отражается на результатах коагулограммы. Поэтому мы решили изучить действие пенициллина и стрептомицина на свертывающую систему крови в эксперименте на здоровых собаках в динамике и более детально, так как этот вопрос имеет большое значение в клинической практике.

В опыт были взяты 25 здоровых собак. Кровь брали до введения антибиотиков, а далее на различных этапах наблюдения от двух до четырех раз, что конкретно указано при описании каждой серии.

Комплексное обследование системы свертывания крови проводилось по следующей схеме:

показатели, характеризующие общую коагулирующую активность крови: время спонтанного свертывания цельной крови по Ли-Уайту<sup>(1)</sup> (второй вариант), тромботест [11], ретракция кровяного сгустка<sup>(1)</sup>;

(<sup>1</sup>) Тест выполнен согласно методическому руководству М. С. Мачабели.

показатели, характеризующие первую фазу свертывания: время рекальцификации, потребление протромбина в сыворотке (по М. С. Мачабели, 1960), толерантность плазмы к гепарину<sup>(1)</sup>.

показатели, характеризующие вторую фазу свертывания: время Куика по индексу<sup>(1)</sup>, тромбиновое время и время свободного гепарина плазмы<sup>(1)</sup>, активность антитромбина VI [12];

показатели, характеризующие третью фазу гемостаза: общее количество фибриногена в плазме<sup>(1)</sup>, тест на наличие фибриногена Б [13], фибринолитическая активность плазмы [14].

### Первая серия опытов

В этой серии вводили внутримышечно пенициллин в количестве 200 000 ЕД через каждые 4 часа в течение суток. Кровь для исследования брали до введения пенициллина, затем через 24 часа после введения и на пятый день от начала опыта.

Исследование гемостатической системы показало, что время спонтанного свертывания цельной крови через 24 часа удлиняется и в большинстве случаев остается удлиненным и на пятый день с момента введения препарата. Степень тромботоста не изменялась ни на одном этапе наших исследований и оставалась в пределах нормы (вторая степень). Ретракция незначительно ослаблялась.

Время рекальцификации удлиняется через 24 часа и на пятый день возвращается к норме. Потребление протромбина не меняется. Протромбиновый индекс через 24 часа уменьшается, а на пятый день возвращается к норме. Тромбиновое время, время свободного гепарина и активность антитромбина VI не меняются. Количество фибриногена остается неизменным на всех этапах наших исследований. В плазме начинает выпадать патологический фибриноген Б, который остается дольше 5 дней. Фибринолиз через 24 часа ускоряется, а на пятый день отмечается тенденция к нормализации.

Таким образом, при введении пенициллина внутримышечно в количестве 200 000 ЕД каждые 4 часа развивается гипокоагулемия, выражающаяся в удлинении времени спонтанного свертывания цельной крови и времени рекальцификации, в уменьшении протромбинового индекса, в усилении фибринолитической активности плазмы. На фоне таких изменений выпадает патологический фибриноген Б. Результаты всех показателей гемостаза нормализуются на пятый день исследования, кроме пробы на фибриноген Б.

### Вторая серия опытов

В эту серию вошли собаки, которым внутримышечно однократно вводили пенициллин в количестве 500 000 ЕД. Кровь на исследование системы свертывания крови брали до инъекции лекарства через 1, 3, 24 часа и на пятый день после начала опыта.

Исследование гемостаза показало, что у четырех собак время спонтанного свертывания цельной крови через 3 часа после введения пенициллина укоротилось, но в одном случае удлинилось. Через 24

<sup>(1)</sup> Тест выполнен согласно методическому руководству М. С. Мачабели.

часа у этих же четырех собак это время вернулось к норме, а в том же единственном случае осталось укороченным и нормализовалось лишь на пятый день. Ретракция сгустка ни в одном случае не изменилась. При определении степени тромботеста через 3 часа образовался грубый фибриновый мешочек (третья степень), который оставался дольше 5 дней.

Время рекальцификации заметно укоротилось через 3 часа в четырех случаях, тогда как в одном случае там, где время спонтанного свертывания цельной крови было удлинено, время рекальцификации тоже удлинилось. Через 24 часа во всех случаях наблюдалась тенденция к нормализации, а на пятый день наступил полный возврат к норме. Потребление протромбина в сыворотке постоянно колебалось в пределах нормы.

Закономерных колебаний в показателях протромбинового индекса не удалось обнаружить. То же самое можно сказать относительно тромбинового времени, времени свободного гепарина плазмы и активности антитромбина VI.

Заметных колебаний в количестве фибриногена не было отмечено. Выпадение патологического фибриногена Б началось через 1 час после введения пенициллина и продолжалось дольше 5 дней. Фибринолитическая активность плазмы угнеталась через 3 часа после инъекции лекарства и нормализовалась через 24 часа.

Таким образом, при однократном внутримышечном введении пенициллина в количестве 500 000 ЕД наблюдается изменение гемостаза в связи с увеличением степени тромботеста, укорочением времени спонтанного свертывания цельной крови и времени рекальцификации, выпадением патологического фибриногена Б. Все эти изменения наступают через 3 часа после введения пенициллина. Тенденция к нормализации состояния этих факторов наступает в большинстве случаев уже через 24 часа, а на пятый день все показатели возвращаются к норме, кроме тромботеста и пробы на фибриноген Б.

### Третья серия опытов

В этой серии собакам вводили внутримышечно стрептомицин в количестве 500 000 ЕД. Кровь на исследование системы свертывания крови брали в те же сроки, что и во второй серии опытов, а именно: до инъекции лекарства, через 1, 3, 24 часа и на пятый день после начала опыта.

Исследование общей фазы гемостаза показало, что у всех собак уже через 1 час после начала опыта отмечается заметное укорочение времени спонтанного свертывания цельной крови. Это время нормализовалось у четырех собак через 24 часа, а у одной собаки укоротилось еще больше и осталось укороченным также на пятый день исследований. Ретракция кровяного сгустка не изменилась в течение всего срока наших наблюдений и осталась в пределах тех величин, которые были получены до введения стрептомицина. При определении степени тромботеста во всех случаях через 1 час образовывался грубый фибриновый мешочек (третья степень), который становился нежным (вторая степень) через 24 часа.





При исследовании первой фазы гемостаза мы обнаружили, что время рекальцификации через 1 час после введения стрептомицина укоротилось в четырех случаях и так и осталось укороченным в течение 24 часов, но в одном случае оно было удлинённым. После 24 часов появилась тенденция к нормализации, а на пятый день наступила полная нормализация. Потребление протромбина в сыворотке во всех случаях колебалось в пределах нормы.

Что касается второй фазы гемостаза, то закономерных колебаний протромбинового индекса не было обнаружено, лишь в одном случае он повышался через 1 час после введения стрептомицина, оставался повышенным в течение 24 часов и только на пятый день нормализовался. Мы не наблюдали также существенных изменений в тромбиновом времени, времени свободного гепарина и активности анти-тромбина VI.

В третьей фазе на всех этапах исследования количество фибриногена не изменилось. У всех испытуемых собак через час после инъекции стрептомицина выпал патологический фибриноген Б, который у четырех собак исчез из плазмы через 24 часа, а у одной остался дольше пяти дней. Фибринолитическая активность плазмы угнетается, а через 24 часа после начала опыта нормализуется.

Таким образом, при однократном внутримышечном введении стрептомицина в количестве 500 000 ЕД через час наблюдается гиперкоагулемия: степень тромботеста усиливается, время спонтанного свертывания цельной крови и время рекальцификации укорачиваются, в плазме выпадает патологический фибриноген Б, фибринолитическая активность плазмы угнетается.

#### Четвертая серия опытов

В этой серии собакам вводили внутримышечно однократно пенициллин со стрептомицином в количестве 500 000 ЕД каждого антибиотика. Кровь на исследование гемостаза брали до введения антибиотиков, затем через 1, 3, 24 часа и на пятый день после начала опыта.

Через 1 час после инъекции время спонтанного свертывания крови удлинилось, спустя 24 часа оно вновь возвратилось к времени, полученному до инъекции. В этой серии мы не смогли обнаружить влияние антибиотиков на ретракцию кровяного сгустка. Через час после инъекции степень тромботеста усилилась (третья степень), а на пятый день стала нормальной (вторая степень).

Уже на первом этапе исследований время рекальцификации удлинилось у четырех собак, а укоротилось у пяти. У этих четырех собак оно нормализовалось через 24 часа, а у пятой осталось укороченным и только к пятому дню нормализовалось. Потребление протромбина в сыворотке во всех случаях было в пределах нормы. Через 1 час после инъекции антибиотиков толерантность плазмы к гепарину проявила неуклонную тенденцию к повышению и осталась повышенной дольше пяти дней.

При исследовании протромбинового времени через 1 час после введения антибиотиков мы наблюдали его укорочение, которое сохранилось и через 24 часа. Протромбиновый индекс вернулся к первоначальным величинам лишь на пятый день опыта. Тромбиновое время,



время свободного гепарина и активность антитромбина VI на всех этапах наших наблюдений не изменялись.

Количество фибриногена в четырех случаях было в пределах нормы, а в одном случае его уровень повысился и нормализовался только через 24 часа. Патологический фибриноген Б выпадал после введения антибиотиков на всех этапах исследования гемостаза. Фибринолитическая активность плазмы угнеталась во всех случаях уже через 1 час после инъекции лекарств. Нормализация наступала в четырех случаях спустя 24 часа, а в одном случае—на пятый день.

Таким образом, при однократном внутримышечном введении пенициллина со стрептомицином по 500 000 ЕД каждого антибиотика толерантность плазмы к гепарину и протромбиновый индекс повышаются, выпадает патологический фибриноген Б, а фибринолитическая активность угнетается.

### Пятая серия опытов

В этой серии опытов собакам вводили комбинации антибиотиков: пенициллин каждые 4 часа по 200 000 ЕД, стрептомицин два раза в сутки по 500 000 ЕД. Кровь на исследование гемостаза брали в таком же порядке, как и в первой серии опытов, а именно: до введения антибиотиков, затем через 24 часа после введения и на пятый день от начала опыта.

Наши исследования показали, что время спонтанного свертывания цельной крови через 24 часа заметно укоротилось у всех собак, а на пятый день возвратилось к норме. Ретракция кровяного сгустка не изменялась. При определении степени тромботеста через 24 часа исследования образовывался грубый фибриновый мешочек (третья степень), который только на пятый день нормализовался (вторая степень).

Время рекальцификации укоротилось и осталось укороченным дольше 5 дней. Потребление протромбина во всех случаях исследования находилось в пределах нормы. Толерантность плазмы к гепарину повысилась и осталась повышенной дольше 5 дней.

Концентрация протромбина повысилась, а нормализация наступила лишь на пятый день после начала опыта. Тромбиновое время, время свободного гепарина плазмы и активность антитромбина VI сохранились в пределах нормы.

Уровень фибриногена повысился через 24 часа после введения антибиотиков и нормализовался лишь на пятый день. Патологический фибриноген Б выпадал на всех этапах исследования. Фибринолитическая активность плазмы угнеталась через 24 часа после начала опыта и возвращалась к норме на пятый день.

Таким образом, при проведении этой серии опытов мы обнаружили, что степень тромботеста увеличивается, время спонтанного свертывания цельной крови и время рекальцификации укорачиваются, толерантность плазмы к гепарину и концентрация протромбина повышаются, в плазме обнаруживается патологический фибриноген Б и фибринолитическая активность плазмы угнетается.

Суммируя вышеизложенное, приходим к заключению, что развившаяся при введении малых доз пенициллина гипокоагулемия говорит

ო კომპენსატორი რეაქცია ორგანიზმა ვ ანთვ ნა პოვლენიე პათოლოგი-  
 ცესკო ფიბრიოგენა ბ.

პრი ვვედენიე ბოლშიხ დოზ ანტიბიოტიკოვ კაკ ოთდელნი, თაკ ი ვ  
 კომბინაციი რავივშიაჲსა ჲიპერკოაგულემია გოვორი თო, ცო კომპენ-  
 სატორია რეაქცია ორგანიზმა ოკაზალას ნედოსატოცნიე დია ნეიტრალიზა-  
 ციი ბოლშიხ დოზ ანტიბიოტიკოვ.

ოსობენი ხარაქტერი ი, თაკ სკაზათ, პრედუპრეჲდაოცნიე დია  
 პრედტრომბოტიცესკო სოსთაიიაჲსა ეავლენიე ფიბრიოგენა ბ [14,  
 15], თაკ კაკ ს ევლენიე ფრაქციი კრიპროფიბრინა უსილვაჲსა ი  
 თენდენცია ფიბრიოგენა კ აგრეგაციი ი პრეციპიტაციი. პო ნეოპუბლიკო-  
 ვანიე დანიე ლ. გ. ბეზარაშვილი, პოვლენიე ფიბრიოგენა ბ ნა ფონე  
 ჲიპერკოაგულემია — დოსთოვერიე პრიკაზნიე პოვლენია ი კროვი ტრომბინა.

ვე ოშესკაზანიე პრივოდიტ კ მყსი ო ნეობოცნიე ნეკოტორი  
 ოსოროჲიციი პრი ნაზნიცენიე დლიტელიე ანტიბიოტიკოთერაპიი ბოლ-  
 შნიე ს პოვშიენიე სვერტვაეაეაეაეა კროვი ი ს ნაკლინოცნიე კ ტრომ-  
 ბოობრავოვანიე.

### Выводы

1. ვვედენიე ჲოროვიე ჲივოტნიე ბოლშიხ დოზ ანტიბიოტიკოვ კაკ  
 ოთდელნი, თაკ ი ვ კომბინაციი ვივლავაჲს ჲიპერკოაგულემიე, ნო ნე პრი-  
 ვოდიტ (ნა ნაშე მატერიალე) კ ტრომბოემბოლიცესკიე ოსოჲიენიე.

2. ვვედენიე ჲოროვიე ჲივოტნიე მალეხ დოზ პენიცილინა იე თოლკო  
 იე ვივლავაჲს ჲიპერკოაგულემიე, ნო დაჲე პრივოდიტ კ ჲიპოკოაგულემიე, ნა  
 ფონე კოტორი პოვლავაჲსა ფიბრიოგენ ბ.

Академия медицинских наук СССР

Институт экспериментальной и  
 клинической хирургии и гематологии

(Поступило в редакцию 1.10.1965)

მეცნიერებათა აკადემია

კ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), გ. ციციშვილი  
 ლ. ჩაჩიბაია, მ. ბაჩიშვილი

პენიცილინისა და სტრეპტომიცინის გავლენა სისხლის  
 უმღებლების სისტემაზე

რ ე ხ ი უ მ ე

სტატიეში დინამიკურად გამოკვლეულია პენიცილინისა და სტრეპტომიცინის  
 მოქმედება სისხლის უმღებლების სისტემაზე ექსპერიმენტში (ჯანმრთელ ძალ-  
 ლეებზე). საცდელად ავიყვანეთ 25 ჲანმრთელი ძალლი. ჩატარდა ცდების ხუთი  
 სერია. სისხლს ვიღებდით ანტიბიოტიკების შეყვანამდე, ხოლო უმღებლ დაკ-  
 ვირების სხვადასხვა ეტაპზე 2—4-ჲერ.

ცდის პირველ სერიაში პენიცილინი შეგყავდა 200.000 ერთეულის რა-  
 დენობით ყოველ ოთხ საათში ერთი დღის განმავლობაში; მეორე სერიაში პე-

ნიცილინი შეგვყავდა ერთჯერადად 500.000 ერთეული; მესამე სერიაში შეგვყავდა სტრეპტომიცინი 500.000 ერთეული; მეოთხე სერიაში პენიცილინი შეგვყავდა სტრეპტომიცინთან ერთად 500.000 ერთეულის რაოდენობით. თითოეული ცდის მესამე სერიაში ანტიბიოტიკები შეგვყავდა კომბინირებულად: პენიცილინი — ყოველ ოთხ საათში 200.000 ერთეული, სტრეპტომიცინი—დღეში ორჯერ 500.000 ერთეული.

სისხლის მეთოდების კომპლექსური გამოკვლევა წარმოებდა ჰემოსტაზის ფაზებისა და ცალკეული ფაქტორების მიხედვით.

ცდებით მიღებული შედეგები ადასტურებენ, რომ პენიცილინის პატარა დოზების შეყვანის შედეგად განვითარებული ჰიპერკოაგულემია მიუთითებს ორგანიზმის კომპენსატორულ რეაქციაზე პათოლოგიურ B-ფიბრინოგენის გაჩენაზე, ხოლო განვითარებული ჰიპერკოაგულემია ანტიბიოტიკების დიდი დოზების შეყვანისას როგორც ცალკე, ისე კომბინირებულად, მიუთითებს, რომ ორგანიზმის კომპენსატორული რეაქცია არასაკმარისი აღმოჩნდა ანტიბიოტიკების დიდი დოზების ნეიტრალიზაციისათვის.

ამრიგად, ჯანმრთელ ძაღლებში ანტიბიოტიკების დიდი დოზების შეყვანა როგორც ცალკე, ისე კომბინირებულად იწვევს ჰიპერკოაგულემიას, მაგრამ არ მიჰყავს თრომბოემბოლიურ გართულებამდე, ხოლო პატარა დოზები ანტიბიოტიკებისა, არათუ არ იწვევს ჰიპერკოაგულემიას, არამედ მიჰყავს ჰიპოკოაგულემიამდე, რომლის ფონზე ჩნდება B-ფიბრინოგენი.

#### დასომხებათა ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. L. F. Moldavsky, W. B. Hasselbrock, C. Cateno. Studies in mechanisms of penicillin action: penicillin effects on blood coagulation. Science, 102, 1945, 38 -- 40.
2. С. И. Золотухин. Пенициллин и свертываемость крови (обзор литературы). Фармакология и токсикология, 1957, 80—86.
3. A. Fleming, E. W. Fish. Influence of penicillin on coagulation of blood, with especial reference to certain dental operations. Brit. Med. J., 2, 1947, 242 — 243.
4. Ю. Г. Батуро, Э. Д. Бабук. Влияние пенициллина на свертываемость и вязкость крови. Здравоохранение Белоруссии, № 2, 1956, 71—72.
5. В. И. Анашкина. Влияние антибиотиков на свертываемость крови. Врачебное дело, 1957, № 8, 871—871.
6. Д. В. Пантюхин. К вопросу о влиянии пенициллина на свертываемость крови. Фармакология и токсикология, № 4, 1960, 341—343.
7. B. Triataphyllo-Waisbren. Lack of influence of penicillin on blood coagulation. Arch. Intern. Med., vol. 90, 1952, 653.
8. Ю. М. Иванов, Б. И. Кузник, А. С. Рахмилевич, О влиянии пенициллина на свертываемость крови. Советская медицина, 6, 1955, 35—38.
9. B. A. Waisbren, D. Glick. Effect of aureomycin on heparin concentration and clotting time of human blood. J. Lab. a. Clin. Med., 1950, vol. 36, № 4, 1001 — 1001.



10. D. L. Macht. Influence of some drugs and of emotions on blood coagulation. JAMA, 1952, 148, 26, 265 — 270.
11. F. Fuente Hita. Etude d'un thrombotest pour le diagnostic de l'Hypercoagulabilité sanguine et son évolution sous l'influence des anticoagulants. Lyon med., vol. 90, № 20, 773 — 784.
12. S. Niewiarowski. Krzepnięcie krwi. Warszawa, Państwowy zakład Wydawnictw lekarskich, 1960, 147.
13. R. N. Lyons. Thiol-vitamin K mechanism in clotting of fibrinogen. Australian J. Exper. Biol. a. M. Sc., 23, 1945, 131 — 140.
14. O. D. Ratnoff. Bull. Johns. Hopk. Hosp., vol. 84, 1949, 29.
15. М. С. Мачабели. Вопросы клинической коагулологии. Тбилиси, 1962.
16. М. Г. Гачечиладзе, Р. И. Бокерия, Г. Ш. Лабахуа, М. С. Мачабели. О нормостатическом характере изменений гемостаза при тромбофлебитах. Труды Ин-та эксп. и клин. хирургии и гематологии АН ГССР, т. XI, 1963, 233—240.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

В. Е. КУРАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ НЕВРОЗОВ, СРЫВА ВНД  
ЖИВОТНЫХ НА ТЕЧЕНИЕ ГРИППОЗНОЙ ИНФЕКЦИИ И  
ФОРМИРОВАНИЕ ПРОТИВОГРИППОЗНОГО ИММУНИТЕТА

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 27.2.1965)

В последние годы довольно подробно изучалось влияние экспериментальных неврозов и типов ВНД на течение различных инфекций, интоксикаций и иммунологических процессов. В результате собралось довольно большое количество экспериментального материала, которым доказывается решающее значение функционального состояния ЦНС для этих процессов [1—6].

При вирусных инфекциях этот вопрос изучен недостаточно полно и имеющиеся данные весьма разноречивы.

В настоящей работе делается попытка изучить влияние экспериментальных неврозов и типов ВНД на течение гриппозной инфекции и формирование противогриппозного иммунитета.

Экспериментальная работа проведена в ИЭМ АМН СССР в лабораториях вирусологии и патофизиологии ВНД.

В опытах было использовано 700 белых мышей, 200 белых крыс и около 2500 куриных эмбрионов.

Методика опытов

Экспериментальные неврозы у белых мышей (10—12 г) и крыс (120—150 г) получали на базе оборонительно-двигательных или двигательных-пищевых рефлексов обычным методом «сшибки» нервных процессов — усилением и удлинением условных и безусловных раздражителей, подкреплением и неподкреплением условных раздражителей.

Оборонительно-двигательные условные рефлексы вырабатывались путем сочетания условного раздражителя (звонок резкого тона) с безусловным (электроток 10—30 в для мышей и 20—50 в для крыс). Опыты проводились в видоизмененной камере И. С. Александрова и М. Г. Цибиной [7].

Раздражители действовали в следующей последовательности: условный раздражитель (звонок резкого тона) действовал изолированно в течение 8—10 секунд, а затем включался электроток, до момента двигательной реакции животного. Так повторялось 8—10 раз с интервалом между циклами 5 минут в каждом опыте.





Условные оборонительно-двигательные рефлексы у большинства животных вырабатывались через 20—25 дней. Через 35—40 дней, когда условные рефлексы становились прочными, приступали к «сшибкам» нервных процессов: удлинялось время действия условного раздражителя до 15—20 секунд, усиливалась сила безусловного раздражителя электрического тока до 35—45 в для мышей и 40—90 в для крыс. Другим приемом «сшибки» служило чередование подкрепления условного раздражителя с неподкреплением.

Двигательно-пищевые условные рефлексы (по методу Л. И. Котляревского) вырабатывались в специальной камере с кормушками на звук электровзвонка резкого тона и на яркий электрический свет. Условный раздражитель действовал изолированно 5 секунд, за ним сразу же следовало безусловное пищевое подкрепление. В течение опыта применялось 8—10 таких сочетаний с перерывами 2—3 минуты. После закрепления условного пищевого рефлекса через 25—35 дней начиналась невротизация — удлинение и чередование раздражителей, подкрепление и неподкрепление пищей: свет+звук изолированно 15—20 секунд; через минуту звук+пища; через минуту свет 15—20 секунд; через 1,5 минуты звук; через минуту свет 15—20 секунд+пища. Такой цикл подкрепления и неподкрепления, удлинения действия раздражителей продолжался в течение 5—6 минут.

В результате таких воздействий у животных наблюдалось развитие патологического состояния деятельности ЦНС: угасание условных оборонительно-двигательных и двигательных-пищевых условных рефлексов, перенапряжение процессов возбуждения, что выражалось в настороженности, беспокойстве, беге по камере или же, наоборот, в малоподвижности, вялости взъерошенной шерсти и т. д. Такие сдвиги в функциональном состоянии ЦНС, несомненно, указывали на развитие у животных экспериментальных неврозов.

Животные, у которых в течение 6—7 дней проявлялись явные признаки патологического состояния ВВД, отбирались для основного опыта и вместе с контрольными заражались различными дозами вируса гриппа типа А-PR<sub>8</sub> или иммунизировались гриппозным антигеном, изготовленным из этого штамма вируса.

После заражения или иммунизации невротизация животных прекращалась. Наблюдение за зараженными животными продолжалось 12 дней, а за иммунизированными — до 1,5 месяца.

Изучение особенностей течения гриппозной инфекции у экспериментально невротизированных мышей и крыс производилось в различных вариантах по следующим показателям:

1. Определение концентрации вируса гриппа в легких белых мышей титрованием легочных суспензий в реакции гемагглютинации и биологическим титрованием на развивающихся куриных эмбрионах легочных суспензий белых мышей и крыс.

2. Учет количества выживших и погибших: высчитывание LD-50 дозы вируса гриппа для различных групп белых мышей.

3. Сравнительная характеристика макро- и микроскопических патологических изменений в легких и других органах.

Особенности иммунологических сдвигов изучались путем: а) установления уровня образованных вируснейтрализующих антител в различных сроках исследования по реакции торможения гемагглютинации и

б) установления степени резистентности организма, иммунизированного на фоне невротизации, к последующему заражению гомологичным штаммом вируса гриппа.

### Результаты опытов

Многократно повторенные опыты показали, что как при интраназальном, так и при ингаляционном заражении экспериментально невротизированных мышей и крыс сравнительно большими дозами вируса гриппа (1, 10, 100, 1000 LD-50) не удается обнаружить какое-либо достоверное отличие интенсивности репродукции вируса гриппа в легких, по сравнению с контрольными: вирус гриппа в легких животных накапливается с одинаковой интенсивностью, независимо от невротизации животных на базе двигательного-оборонительных или двигательного-пищевых рефлексов. У невротизированных животных не наблюдалось облегчение или усугубление течения и исхода экспериментальной гриппозной инфекции. Группы зараженных животных не отличались друг от друга по средней продолжительности жизни: средняя продолжительность жизни для невротизированных мышей при их заражении 1 LD-50 вируса гриппа равнялась 4,8 дня; для мышей, подвергнутых воздействию только безусловного раздражителя—электротока,—5,0 дня, а для контрольной группы мышей—4,5 дня. Обычно опытные и контрольные мыши после заражения погибали на 4—7-й день.

При заражении животных сублетальными дозами вируса гриппа порядка 0,1—0,2 LD-50 через 72 часа отмечалось незначительное, на один логарифм, отставание накопления вируса в легких невротизированных мышей. Такое же незначительное подавление развития вируса отмечалось и у животных, находящихся под воздействием только безусловного раздражителя—электротока. Однако такое незначительное угнетение репродукции вируса гриппа не сопровождалось более значительным процентом выживаемости мышей в этих группах, по сравнению с контрольными.

Очевидно, систематическое, хроническое воздействие электротока не проходит бесследно и вызывает в организме мышей ряд изменений, которые сами по себе могут влиять на интенсивность репродукции вируса. У животных, невротизированных на базе двигательного-пищевых рефлексов по методу Л. И. Котляревского (исключением хронического воздействия электротока), не отмечались признаки подавления репродукции вируса при их заражении сублетальными дозами вируса гриппа. Не наблюдалось отличие от контрольных ни по интенсивности и скорости накопления вируса в легких, ни по летальности в группах.

Опыты, проведенные на невротизированных белых крысах, также показали, что значительные нарушения ВНД не имеют никакого влияния на интенсивность репродукции и динамики отмирания вируса гриппа А-PR<sub>8</sub> в легких крыс.

Интересно было изучить особенности течения гриппозной инфекции у животных, принадлежащих к различным типам ВНД. В ряде опытов отдельно отбирались и группировались невротизированные мыши «возбудимого» и «тормозного» типов и вместе с контрольными ингаляционно заражались вирусом гриппа. Легкие каждой мыши индивидуально обследовались на содержание вируса че-



рез 1, 3, 5 и 7 дней после заражения. Никаких различий по интенсивности репродукции вируса в легких не наблюдалось среди мышей, принадлежащих к различным типам нервной деятельности; вирус одинаково хорошо размножался у опытных и контрольных животных. Результаты одного такого опыта приведены в табл. 1.

Таблица 1  
Репродукция вируса гриппа в легких экспериментально невротизированных белых мышей „возбудимого“ и „тормозного“ типов нервной системы при их заражении 5 LD-50 вируса А-PR<sub>8</sub>

Группы животных	Количество вируса гриппа в легких каждой мыши по дням обследования							
	1 день		3 дня		5 дней		7 дней	
	по РГА	на КЭ	по РГА	на КЭ	по РГА	на КЭ	по РГА	на КЭ
Экспериментально невротизированные мыши „возбудимого“ типа	10	10 <sup>-1</sup>	1280	10 <sup>-3</sup>	1280	10 <sup>-7</sup>	1280	10 <sup>-7</sup>
	0	10 <sup>-3</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	1280	10 <sup>-7</sup>	640	10 <sup>-7</sup>
	0	10 <sup>-1</sup>	640	10 <sup>-8</sup>	640	10 <sup>-7</sup>	640	10 <sup>-7</sup>
	0	10 <sup>-3</sup>	640	10 <sup>-7</sup>	640	10 <sup>-7</sup>	320	10 <sup>-7</sup>
	0	10 <sup>-2</sup>	640	10 <sup>-7</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	160	10 <sup>-8</sup>
Экспериментально невротизированные мыши „тормозного“ типа	0	10 <sup>-2</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	2560	10 <sup>-8</sup>	640	10 <sup>-7</sup>
	0	10 <sup>-3</sup>	320	10 <sup>-6</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	640	10 <sup>-7</sup>
	0	10 <sup>-3</sup>	640	10 <sup>-7</sup>	160	10 <sup>-8</sup>	1280	10 <sup>-7</sup>
	0	10 <sup>-3</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	640	10 <sup>-7</sup>	160	10 <sup>-8</sup>
	5	10 <sup>-3</sup>	640	10 <sup>-8</sup>	640	10 <sup>-7</sup>	160	10 <sup>-8</sup>
Контроль I	0	10 <sup>-2</sup>	640	10 <sup>-8</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	640	10 <sup>-7</sup>
Воздействие только безусловного раздражителя—электротока	0	10 <sup>-2</sup>	640	10 <sup>-3</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	640	10 <sup>-7</sup>
	10	10 <sup>-1</sup>	640	10 <sup>-7</sup>	640	10 <sup>-7</sup>	160	10 <sup>-8</sup>
	0	10 <sup>-3</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	160	10 <sup>-8</sup>
	0	10 <sup>-3</sup>	2560	10 <sup>-8</sup>	640	10 <sup>-8</sup>	1280	10 <sup>-7</sup>
Контроль II	0	10 <sup>-3</sup>	2560	10 <sup>-8</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	640	10 <sup>-8</sup>
Без воздействия на ЦНС	0	10 <sup>-2</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	1280	10 <sup>-7</sup>
	0	10 <sup>-3</sup>	160	10 <sup>-8</sup>	640	10 <sup>-8</sup>	1280	10 <sup>-7</sup>
	0	10 <sup>-3</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	640	10 <sup>-7</sup>	160	10 <sup>-8</sup>
	0	10 <sup>-3</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	320	10 <sup>-7</sup>	160	10 <sup>-8</sup>
	0	10 <sup>-3</sup>	1280	10 <sup>-8</sup>	320	10 <sup>-7</sup>	160	10 <sup>-8</sup>

РГА—реакция геммагглютинации, КЭ—куринные эмбрионы.

Патоморфологическое изучение невротизированных мышей и крыс также не выявило какого-либо различия в картине патологических изменений в легких и во внутренних органах, по сравнению с контрольными животными: во всех группах животных обнаруживалась обычная картина повреждающего действия вируса гриппа.

В таких же условиях эксперимента изучался и иммуногенез гриппа. Для изучения иммуногенеза первым делом были использованы крысы, зараженные массивными дозами вируса гриппа. После первичной иммунизации или дополнительной ревакцинации у этих крыс периодически проверялось накопление вируснейтрализующих антител. Оказалось, что у животных динамика выработки антител различна: в различных группах встречаются животные с одинаковым уровнем антител, высоким или низким титром антител. Картина уровней титра антител оказывается довольно пестрой, однако по показателю средних титров анти-

тел не улавливается разница между невротизированными и контрольными группами крыс. Аналогичные результаты дали опыты на мышах. При этом не удалось установить заметное значение типологических особенностей нервной деятельности мышей и крыс.

Необходимо отметить, что степень и тяжесть нарушения нервной деятельности у животных, скорость его развития и скорость восстановления нарушенных функций после прекращения невротизирующих воздействий у каждого животного выражены строго индивидуально. Поэтому средние показатели титров антител не совсем точно характеризуют течение иммунологического процесса и не полностью отражают интенсивность иммунологической перестройки организма.

Во избежание такой односторонней оценки, в наших опытах иммунные невротизированные мыши были испытаны на резистентность к повторному заражению гомологичным штаммом вируса гриппа.

При заражении невротизированной и контрольной групп неиммунных мышей сравнительно небольшими дозами вируса гриппа (0,1, 1 и 10 LD-50) между группами не отмечается разницы по летальности и средней продолжительности жизни. При их заражении большими дозами все животные погибают. Троекратно иммунизированные животные, как обычно, оказываются резистентными к повторному заражению гомологичным штаммом, и невротизация животных не вносит существенных изменений в показатели летальности или средней продолжительности жизни животных (табл. 2).

Таблица 2

Резистентность мышей, иммунизированных на фоне невротизации, к последующему заражению гомологичным вирусом гриппа А-РР<sub>3</sub>

Дозы вируса гриппа, примененного для заражения. LD-50	Экспериментально невротизированные мыши						Контрольные мыши						
	неиммунные			иммунные			неиммунные			иммунные			
	количество мышей, погибших и взятых в опыт	% гибели	средняя продолжительность жизни	количество мышей, погибших и взятых в опыт	% гибели	средняя продолжительность жизни	количество мышей, погибших и взятых в опыт	% гибели	средняя продолжительность жизни	количество мышей, погибших и взятых в опыт	% гибели	средняя продолжительность жизни	
0,1	1/10	10,0	8,0	0/10	0	—	1/10	10,0	7,0	0/10	0	—	
1	5/9	55,5	5,0	0/12	0	—	5/10	50,0	5,6	0/15	0	—	
10	8/8	100,0	4,5	0/7	0	—	10/10	100,0	4,8	0/12	0	—	
100	—	—	—	3/10	30,0	6,8	—	—	—	—	2/10	20,0	7,0
1000	—	—	—	5/12	11,7	6,2	—	—	—	—	6/15	40,0	6,0

Числитель дроби — количество погибших мышей, знаменатель дроби — количество мышей, взятых в опыт.

Суммируя весь экспериментальный материал, можно сделать следующие выводы: 1) невротизация животных (на базе двигательного-оборонительных или двигательного-пищевых рефлексов) не влияет на интенсивность репродукции вируса гриппа в легких, не облегчает и не усугубляет





губляет течение экспериментальной гриппозной инфекции у белых мышей и крыс; 2) экспериментальные невроты не влияют на образование вируснейтрализующих антител и формирование противогриппозного иммунитета; 3) не улавливается какое-либо значение для этих процессов типологических особенностей нервной системы животных.

Таким образом, временное функциональное нарушение нервной деятельности животных, экспериментальные невроты, в наших исследованиях не оказали какого-либо влияния на обычный ход экспериментальной гриппозной инфекции и формирование противогриппозного иммунитета.

Бесспорно, что роль коры головного мозга в процессе общей регуляции функции отдельных органов, систем и в целом организма огромна. Однако и власть коры тоже имеет предел, когда ее состояние не может изменить ход патологических процессов, точнее, инфекционных и токсических процессов, предопределенных характером, вирулентностью и патогенностью этиологического агента. Поэтому известное положение К. М. Быкова [8] о кортико-висцеральной патологии оказывается необоснованным, по крайней мере применительно к инфекционным и иммунологическим процессам.

Изменения ВНД животных и человека при интоксикациях, инфекциях, вакцинациях и, пожалуй, при всех болезненных состояниях и патологических реакциях, которые демонстрируются по методу условных рефлексов, носят исключительно стереотипный характер. Сдвиги ВНД при различных по этиологии заболеваниях одинаковы, они являются не причиной, а следствием болезни и не могут быть факторами, определяющими течение и исход болезни [9—11].

Главное в профилактике и лечении инфекционных болезней — это этиотропное направление: специфическая вакцина и серопротекторная, изыскание мощных специфических противовирусных и антибактериальных средств. В настоящее время ни один здравомыслящий медик не будет лечить больного дизентерией, брюшным тифом, сифилисом, гепатитом или гриппом психотерапией или сонной терапией. Однако специфическое, строго этиотропное лечение или же иммунологические сдвиги в организме проходят успешно только при условии нормального функционирования нервной системы. Всякая болезнь ломает нормальную функцию ЦНС, но этиотропное лечение как раз во время обрывает разрушающее действие патогенного агента и тем самым способствует быстрому восстановлению этих функций.

Восстановление же функции ЦНС, со своей стороны, упорядочивает обменные и другие процессы, в результате чего увеличивается сопротивляемость организма и наступает выздоровление. Нормальное функционирование ЦНС, покой больного — один из основных способов лечения вирусных болезней.

Исходя из этих соображений, в патогенезе гриппа главным и первоначальным моментом надо принимать не состояние ВНД или типологические особенности организма, а 1) ширину и глубину разрушительной деятельности вируса гриппа в слизистом покрове дыхательных путей, некроза клеток, 2) непосредственное токсическое воздействие вируса гриппа на ЦНС, особенно на вегетативную нервную систему, 3) наличие ассоциированных микробов, обуславливающих развитие вторичной инфекции и 4) состояние специфического иммунитета организ-



მა, степень резистентности организма. Поэтому в настоящее время основным средством лечения гриппа являются повышение специфического иммунитета организма введением гамма-глобулина с высоким содержанием специфических антител и своевременное прицельное применение антибиотиков и химиотерапевтических средств для подавления ассоциированной флоры, особенно стафилококков.

Тбилисский институт  
вакцин и сывороток

(Поступило в редакцию 27.2.1965)

მასპატივმთავარი მედიცინა

მ. შუბრაშვილი

მასპატივმთავარი ნევროზების, ცხოველთა უმაღლესი ნერვული მოწყობის მოზლის გავლენა გრიპის ინფექციის მიმდინარეობაზე და გრიპის საწინააღმდეგო იმუნიტეტის ფორმირებაზე

რეზიუმე

ექსპერიმენტული ნევროზები ცხოველებში გამოიწვეოდა ნერვული პროცესების ჩვეულებრივი შეჯახებით დაცვიტ-მოძრაობით და და მოძრაობით-კვებით რედუქსების ბაზაზე, რაც ძირითადად სრულდებოდა პირობითი და უპირობო გაძლიზიანებლების შემოქმედების გაძლიერებით და გახანგრძლივებით, პირობითი გაძლიზიანებლების განმტკიცებით ან მისი გამოვარდნით.

ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ ცხოველების ნევროტიზაცია არც ამსუბუქებს და არც ამძიმებს ექსპერიმენტული გრიპოზული ინფექციის მიმდინარეობას და მის გამოსავალს. ცხოველთა ფილტვებში არ იცვლება გრიპის ვირუსის რეპროდუქციის ინტენსივობა. ცხოველთა უმაღლესი ნერვული მოქმედების მოშლამ არ იქონია გავლენა გრიპის ვირუსით იმუნიზირებულ ცხოველებში ვირუსმანიტრალიზებელი ანტისხეულების წარმოქმნის ინტენსიურობაზე და გრიპის საწინააღმდეგო იმუნიტეტის ფორმირებაზე.

ამასთანავე, არ შეინიშნება ცხოველთა ნერვული სისტემის ტიპოლოგიური თავისებურებების რაიმე გავლენა ექსპერიმენტული გრიპის ინფექციის და იმუნიტეტის პროცესებზე.

ყოველივე ეს სრულიად არ ნიშნავს, რომ ნერვული სისტემის ფუნქციონალურ მდგომარეობას არა აქვს რაიმე მნიშვნელობა, პირიქით, ინფექციების და განსაკუთრებით, ვირუსული ინფექციების მიმდინარეობაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ორგანიზმის ნერვული სისტემის ნორმალურ მოქმედების შენარჩუნებას — ავადმყოფის სიმშვიდეს, რაც ვირუსულ დაავადებებისათვის კვლავ რჩება ერთ-ერთ მთავარ სამკურნალო საშუალებად.

მავრამ გრიპის პროფილაქტიკისა და მკურნალობის ძირითად საშუალებას წარმოადგენს მხოლოდ ორგანიზმის სპეციფიური იმუნიტეტის გაძლიერება, ანტიბიოტიკებისა და ქიმიოთერაპიული საშუალებების გამიზნული გამოყენება ასოცირებული მიკრობების, განსაკუთრებით, სტაფილოკოკების დასათრგუნავად.

## ლაშქარბეჭდული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Г. Иванов-Смоленский. Очерки патофизиологии высшей нервной деятельности. М., 1952.
2. Л. И. Котляревский. Основные направления и перспективы в области изучения ВНД при некоторых экспериментальных интоксикациях и инфекциях. Труды Ин-та ВНД, серия патофизиологическая, М., 3, 1957, 35—41.
3. Л. С. Горшелова. Патофизиологические механизмы нарушений и восстановления высшей нервной деятельности при действии стафилококкового токсина. Автореферат, М., 1961.
4. Д. Ф. Плещитый. Новые материалы о роли типологических особенностей нервной системы в процессах инфекции и иммунитета. Труды Ин-та норм. и патол. физиол. АМН СССР, 6, 1962, 143—145.
5. Г. Я. Пешковский и Д. П. Капустник. Экспериментальные невроты как фактор изменения реактивности при экспериментальном туберкулезе. Архив патологии, № 4, 1956, 16—23.
6. А. М. Монасиков. Влияние типологических особенностей и функционального состояния нервной системы на иммунологическую реактивность и резистентность животных к дизентерийному антигену. Автореферат, М., 1955.
7. И. С. Александров и М. Г. Цибина. Некоторые данные о влиянии сландцевого бензина на условные рефлексы у мышей. Сб. Ленингр. ин-та гигиены труда и профзаболеваний, 11, 1, 1947, 48.
8. К. М. Быков и И. Т. Курцин. Кортико-висцеральная теория патогенеза язвенной болезни. М., 1952.
9. В. В. Парин. Авторитет фактов. О научном наследии и догматизме. «Литературная газета», 24/II—1962 г.
10. Х. Х. Мансуров. Сравнительная характеристика ВНД при некоторых заболеваниях внутренних органов. Автореферат, М., 1958.
11. В. Е. Курашвили. Влияние изменений функционального состояния нервной системы на течение экспериментальной гриппозной инфекции. Л., 1953.

ო. აზიკური

შარდის ბუშტის დახურული ტრავმული დაზიანების შესწავლის  
საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ტატიშვილმა 15.8.1965)

შარდის ბუშტის დახურული დაზიანება ეკუთვნის მძიმე ტრავმათა რიცხვს და ლეტალობის მაღალ პროცენტს იძლევა.

როგორც ცნობილია, ამ სახის დაზიანებებით ავადმყოფები უფრო მეტად ხვდებიან ზოგადქიურგიულ სტაციონარებში, ვიდრე სპეციალიზებულ უროლოგიურ განყოფილებებში. ამდენად შარდის ბუშტის კანქვეა დაზიანების საკითხები თანაბრად საინტერესოა როგორც უროლოგების, ისე ქირურგებისათვის.

ჩვენ 1950—1964 წლებში შევისწავლეთ სამრეწველო საწარმოთა მუშებში ამ სახის ტრავმის 81 შემთხვევა. საგრძნობლად შემცირდა ტრავმატიზმის შემთხვევები სამრეწველო წარმოებებში, მაგრამ მისი რიცხვი მძიმე მრეწველობაში ჯერ კიდევ საგრძნობია, რაც ყოველმხრივ და სისტემატურ შესწავლას მოითხოვს. შარდის ბუშტის დახურული ტრავმული დაზიანების შესახებ ქართულ სამედიცინო ლიტერატურაში მოიპოვება ცალკეულ მკვლევართა (ა. წულუკიძე [1], ე. გოგიტიძე [2], დ. საყვარელიძე [3] და სხვა) შრომები. სადაც განხილულია ამ სახის დაზიანებათა მცირერიცხოვანი შემთხვევები, მაგრამ რესპუბლიკის სამრეწველო საწარმოებში უროლოგიური ტრავმატიზმი, კერძოდ, შარდის ბუშტის დაზიანება, დღემდე სრულიად შეუსწავლელია, ლიტერატურული წყაროები კი ამ საკითხზე არცთუ ისე ბევრია.

წარმოების სხვადასხვა დარგების მუშათა შორის შარდის ბუშტის დაზიანება ყველაზე მეტად შეიმჩნევა სამთამადნო და მეტალურგიული წარმოების მუშებში (56,3%).

სამთო წარმოებაში შარდის ბუშტის დაზიანება უმთავრესად გვხვდება მიწისქვეშა ტრანსპორტზე და სანაგრევი მომუშავე მუშათა შორის. მეტალურგიულ წარმოებაში აღნიშნული ტრავმა უმთავრესად დაკავშირებულია სიმაღლიდან ჩამოვარდნასთან, ტვირთის დაცემასთან და სხვა.

ჩვენი მასალა შარდის ბუშტის დაზიანების ხასიათისა და მენჯის ძვლების მოტეხილობის სიხშირის შესახებ მოცემულია პირველ ცხრილში.

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, შარდის ბუშტის ექსტრაპერიტონული დაზიანება გვხვდება მხოლოდ მენჯის მოტეხილობის დროს, ინტრაპერიტონული დაზიანება კი უმთავრესად იზოლირებულია. მხოლოდ 6 შემთხვევაში შეგვხვდა იგი გართულებული მენჯის ტრავმით.

როგორც ჩანს, შარდის ბუშტის დაზიანება უმრავლეს შემთხვევაში (81,4%) გვხვდება მენჯის ძვლების მოტეხილობასთან კომბინაციაში. უმთავრესად აღინიშნება მენჯის წინა ნახევარკოვლის დაზიანება საჯდომი და ბოქვენის ძვლების მოტეხილობით.

ცხრილი 1

შარდის ბუშტის დაზიანებათა ხასიათი	შარდის ბუშტის დაზიანება		სულ
	მენჯის მოტეხილობა	მენჯის მოტეხილობის გაღეჭე	
1. ინტრაპერიტონული	6	14	20
2. ექსტრაპერიტონული	53	—	53
3. შერეული—ინტრა და ექსტრაპერიტონული	2	—	2
4. არასრული დაზიანება	1	1	2
5. შარდის ბუშტისა და ურეთრას კომბინირებული დაზიანება	4	—	4
სულ	66	15	81

გარდა ამისა, ხშირია აგრეთვე სხვა ორგანოებისა და სისტემების დაზიანებაც, რაც აღინიშნა შარდის ბუშტის დაზიანებათა 24%-ში. კომბინირებული ტრავმული დაზიანება, როგორც ცნობილია, ძლიერ ამძიმებს დაავადების მიმდინარეობას და ართულებს პროგნოზს. ჩვენს მასალაზე 8 შემთხვევაში აღინიშნებოდა სასიცოცხლო ორგანოების მომაკვდინებელი დაზიანება. ეს ავადმყოფები სტაციონარში შემოსვლის პირველსავე საათებში დაიღუპნენ.

ა. ნ ა ზ ა რ ი ა ნ ი ს მონაცემებით, მენჯის ძვლების მოტეხილობანი გვხვდება შარდის ბუშტის დაზიანებათა 63,2%-ში, ა. ჩ ა ი კ ა ს ა და ს. ლ ე ი ბ ე ლ ი ს მონაცემებით—75,8%-ში. ა. კ ო ის მ ა ნ ი აღნიშნავს 92,1%-ს, ა. ტ ა მ ა რ ე ნ ი ნ —86,4%-ს. ყველა მკვლევარი უმთავრესად მიუთითებს ბოქვენისა და საჯდომი ძვლების მოტეხილობაზე.

შარდის ბუშტის კანქვეშა ტრავმული დაზიანება ძირითადად ხდება სავსე ბუშტზე როგორც პირდაპირი, ისე არაპირდაპირი მიმართულების დიდი ძალის დარტყმის შედეგად.

შარდის ბუშტის დაზიანებათა დიაგნოსტიკაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ანამნეზს, მრავალფეროვანი სიმპტომოკომპლექსის სწორ შეფასებას, ეს იმიტომ, რომ პათოგნომონური სიმპტომი ამ დროს არ არსებობს.

ტკივილი მუცლის ქვედა არეში, მოშარდვის შეუძლებლობა (თუმცა აღინიშნება შარდზე მიდგომის ხშირი სურვილი), მცირე რაოდენობით სისხლიანი შარდის გამოყოფა, ზოგჯერ ტენეზმები, მუცლის ქვედა მიდამოში კუნთთა დაჭიმულობა და ტკივილი, ბოქვენზედა მიდამოში პერკუსიით მოყრუების არარსებობა იძლევა მითითებას ბუშტის დაზიანებაზე. ზოგჯერ თანდათანობით გამოიხატება პერიტონული მოვლენები და არაიშვიათად აღინიშნება მუცლის ღრუში სიაცხის დაგროვებაც. ეს ბუშტის ინტრაპერიტონულ დაზიანებაზე მიუთითებს. ასეთი დაზიანება ხასიათდება პარავეზიკალურ სივრცეში



შორისზე და საზარდულის არეში უროპემატომების, შარდოვანი ინფილტრაციის და უფრო მოგვიანებით ფლუემონისა და უროსეპსისის განვითარებით.

დიაგნოსტიკა განსაკუთრებით ძნელია ტრავმის პირველ საათებში, როცა, გარდა აღნიშნულისა, თანმხლები ზოგადი დაზიანების ხარისხის მიხედვით მეტ-ნაკლებადაა გამოხატული ტრავმული შოკის სურათი. არაიშვიათად, ავადმყოფი უგრძნობ მდგომარეობაშია (მაგ., თავის ტვინის ტრავმის დროს) ან მთვრალია.

ჩვენი მასალის მიხედვით ტრავმული შოკი სხვადასხვა ხარისხით გამოხატული იყო 32 შემთხვევაში (39,5%).

ცნობილია, რომ მენჯის ძვლების მოტეხილობა საყრდენ-სამოდრო აპარატის სხვა დაზიანებებზე უფრო ხშირად რთულდება ტრავმული შოკით, რაც გამოირჩევა განსაკუთრებული სიმძიმითა და მაღალი ლეტალობით (17—18%-მდე). ეს მნიშვნელოვნად გაპირობებულია მენჯის მიდამოს ანატომიურ-ფიზიოლოგიური თავისებურებებით — ნერვული ლეროებისა და წნულების ფართო ქსელით. რაც მათი დაზიანების დროს ჰქმნის ინტენსიურ პათოლოგიურ იმპულსებს ცენტრალური ნერვული სისტემისაკენ. ნერვული სისტემის პერიფერიული ელემენტების გაღიზიანება ამ დროს ხასიათდება ხანგრძლივობით, რადგან მკურნალობის პირველ საათებში არ ხერხდება ნერვული ელემენტების განთავისუფლება შეცილებული ძვლოვანი ფრაგმენტების, ჰემატომისა და სხვა ზეწოლისაგან.

ტრავმული შოკის პათოგენეზში დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ჰემოდინამიკის მოშლას, სისხლის დიდი რაოდენობით დაკარგვას სისხლძარღვოვანი ქსელის დაზიანების შედეგად, რომლითაც განსაკუთრებით ფართოდაა წარმოდგენილი მცირე მენჯის ღრუს ორგანოები.

შარდის ბუშტის დაზიანების დიაგნოსტიკაში კლინიკურ სიმტომოკომპლექსთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს ინსტრუმენტული და რენტგენოგამოკვლევის მეთოდებს: კათეტერიზაციას, ცისტოსკოპიას, ვენურ პიელოგრაფიას, რეტროგრაფულ ცისტოგრაფიას.

დიაგნოსტიკაში დიდი დახმარების გაწევა შეუძლია შარდის ბუშტის კათეტერიზაციას, რომელიც ქირურგისათვის ხელმისაწვდომი მეთოდია ყოველგვარ პირობებში, განსაკუთრებით კი რაიონის პირობებში, საიდანაც აღებულია ჩვენი მასალის უმეტესი ნაწილი.

კათეტერიზაცია თუმცა არასრულყოფილი მეთოდია საკითხის საბოლოო გადასაწყვეტად, ე. ი. პათოლოგიური პროცესის მთელი სიღრმისა და ხასიათის დასადგენად, მაგრამ იგი ყოველთვის მნიშვნელოვანი დამხმარე საშუალებაა და, ჩვენი აზრით, მას სტაციონარის პირობებში, ასეპტიკისა და ანტისეპტიკის სათანადო დაცვით ყოველთვის უნდა მიემართოს.

მრავალი მკვლევარი წარსულში გადაჭრით ილაშქრებდა კათეტერიზაციის წინააღმდეგ დამატებითი ტრავმის მიყენებისა და ინფექციის შეტანის შიშით. ნ. ბურდენკო მას აღარებდა ჭრილობის ზონდირებას, ნ. სკლიფოვსკი კი დიაგნოსტიკისათვის ამჯობინებდა საცდელი ლაპარატომის გამოყენებას. ამავე აზრს იზიარებს ზოგიერთი თანამედროვე მკვლევარიც [4]



ქირურგებისა და უროლოგების უმრავლესობას კეთეტერიზაცია მიანიჭებს. ცილებელ სადიაგნოსტიკო მეთოდად. ისინი თვლიან, რომ დამატებითი ტრავმის მიყენებისა და ინფექციის შეტანის შიში ამ დროს გადაჭარბებულია.

სადღეისოდ გამოკვლევის ყველაზე დამაჯერებელ მეთოდად სერგოზინის 15—20% ხსნარით კონტრასტული ცისტოგრაფია ითვლება [5], მაგრამ ეს მეთოდი ყველა სტაციონარისათვის არაა ხელმისაწვდომი, განსაკუთრებით კი სოფლის ქირურგებისათვის.

ჩვენს ყველა შემთხვევაში სადიაგნოსტიკოდ გამოყენებული იყო კათეტერიზაცია. მას სტაციონარის პირობებში ვაკეთებდით რეზინის კათეტერით, ასეპტიკის პუნქტუალური დაცვით, ყოველგვარი ძალდატანების გარეშე. აქ გამოიჩინებოდა ბუშტის დამატებითი ტრავმა, ან გარედან ინფექციის შეტანა.

ჩვენი მასალის მიხედვით, შარდის ბუშტის ინტრაპერიტონული დაზიანების 20 შემთხვევიდან 6 შემთხვევაში აღენიშნებოდა მენჯის ძვლების მოტეხილობა, 2 შემთხვევაში—წვრილი და მსხვილი ნაწლავების დაზიანება. 5 ავადმყოფს ჰქონდა თავის ტვინის, გულმკერდისა და საყრდენ-სამოძრაო აპარატის სხვადასხვა დაზიანება. ბუშტის იზოლირებულ დაზიანებას ადგილი ჰქონდა 8 შემთხვევაში. მოგვეყვას სამედიცინო პრაქტიკაში საკმარისად იშვიათი შემთხვევა შარდის ბუშტის ინტრაქისტრაპერიტონული დაზიანებითა და ურეთრის კომბინირებული ტრავმით.

ავადმყოფი ქ. ი., 57 წლის მამაკაცი (ისტ. № 3243) 12 საათზე 10/XII—1960 წ. შემოვიდა ქირურგიულ განყოფილებაში ტრავმის მიღებიდან 30 წუთის შემდეგ მძიმე ტრავმული შოკის მდგომარეობაში; პულსი—სუსტი, წუთში 130—140, სუნთქვა—ზერელე, სახეზე ცივი ოფლი, T. A.  $36.0/35.5$  mm/Hg მიკარდნილია. უჩივის ძლიერ ტკივლს მენჯის არეში. მუცელი ზომიერად დაჭიმული და მტკივნეული, განსაკუთრებით ქვედა ნაწილში, სუნთქვაში არ მონაწილეობს. ურეთრიდან გამოვიდა რამდენიმე წვეთი სისხლი. მენჯის ძვლების რენტგენოგრაფიაზე აღინიშნება მარცხენა თეძოსა და საჯდომი ძვლების მრავალი მოტეხილობა. საგულე და ანტიშოკური (სისხლის გადასხმა, მორფიუმი, ეფედრინი) საშუალებების გაკეთების შემდეგ საერთო მდგომარეობა შედარებით გაუმჯობესდა და 14 საათზე ადგილობრივი ანესთეზიით გაუკეთდა ოპერაცია—ლაპარატომია. მუცლის ღრუს ორგანოების მხრივ ცვლილებები ვერ იქნა ნახული და მუცელი ყრუდ დაიხურა. განაკვეთი გაგრძელდა ქვევით. აღმოჩნდა შარდის ბუშტის მარცხენა გვერდითი კედლის გაგლეჯა სიგრძით 2 სმ-მდე. დეფექტი დაიხურა ორსართულიანი ნაკერით. გაუკეთდა მენჯის ქსოვილის დრენირება დამხურავი ხერხიდან ბუილსკი-მაკ-უორტერის წესით დაედვა შარდის ბუშტის ბოქვენზე და ფისტულა.

ოპერაციის შემდეგ ავადმყოფის მდგომარეობა მძიმეა. აღენიშნება პირის სიმშრალე, სლოკინი, ციანოზი, პულსი სუსტი ავსებისა, წუთში 110-120. 13/XII 10 საათზე ავადმყოფი გარდაიცვალა.

პათანატომიური დიაგნოზი: შარდის ბუშტის ინტრა- და ექსტრაპერიტონული დაზიანება, ურეთრის გაგლეჯა, შარდოვანი პერიტონიტი, მენჯის ძვლების მოტეხილობა.

როგორც ავადმყოფობის ისტორიიდან ჩანს, ოპერაციაზე ვერ იქნა ამოცნობილი შარდის ბუშტის ინტრაპერიტონული დაზიანება, რამაც გამოიწვია პერიტონიტის განვითარება და ავადმყოფის სიკვდილი.

შარდის ბუშტის ინტრაპერიტონული დაზიანებით ნაოპერაციევი იყო სულ 18 ავადმყოფი, მათ შორის 7 ავადმყოფს ჰქონდა შარდის ბუშტის იზოლირებული დაზიანება, 4 ავადმყოფს (აღნიშნული 7 ავადმყოფიდან) შარდის ბუშტი ყრულ დაეხურა: აქედან სამს, ამასთან ერთად, ურეთრაში ჩაედგა მუდმივი კათეტერი 2-3 დღით. დანარჩენ 11 ავადმყოფს შარდის ბუშტის ნაკერთან ერთად გაუკეთდა ბოქვენზედა ცისტოსტომატ. ნაოპერაციევი ავადმყოფებიდან გარდაიცვალა—2, რომელთაც დაგვიანებული დიაგნოზის გამო გაუკეთდათ ოპერაცია უკვე განვითარებული პერიტონიტის დროს (ტრავმიდან მე-2—მე-3 დღეზე). ერთ მათგანს აღნიშნებოდა ნორმალური შარდვა 2 დღის განმავლობაში, ოპერაციაზე კი აღმოჩნდა შარდის ბუშტის დეფექტის დახშობა ნაწლავის მარყუჟით (შარდოვანი პერიტონიტი). 2 ავადმყოფი გარდაიცვალა სტაციონარში შემოსვლის პირველსავე საათებში სხეულის მიძიმე დაზიანებისა და ტრავმული შოკის გამო.

დღემდე სადავოდ ითვლება ოპერაციის შემდგომ შარდის ევაკუაციის საკითხი. მკვლევართა ერთი ნაწილი აუცილებლად თვლის ბოქვენზედა ფისტულის დადებას; ზოგი საკმარისად მიიჩნევს მხოლოდ მუდმივი კათეტერის დატოვებას ურეთრაში. მკვლევართა მეორე ნაწილი მუცლის ღრუში ტაჰპონისა და ღრენაჟის დატოვების მომხრეა, ზოგი კი გვირჩევს შარდის ბუშტის ექსტრაპერიტონიზაციას.

ჩვენი მასალის კლინიკური ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ შარდის ბუშტის იზოლირებული ინტრაპერიტონული დაზიანების დროს ტრავმის მიღებიდან პირველი 10—12 საათის განმავლობაში (პერიტონიტის მოვლენების განვითარებამდე) არჩევით ოპერაციად უნდა ჩაითვალოს შარდის ბუშტის დეფექტის ყრულ დახურვა ორსართულიანი ნაკერით, მიუხედავად მისი სიდიდისა მუცლის ღრუში 3—4 დღით მიკროდრენაჟის დატოვებით ანტიბიოტიკების შესაყვანად. ამ დროს, თუ ნაკერი საიმედოა, მუდმივი კათეტერის დატოვება არ მიგვაჩნია მიზანშეწონილად შესაძლო გართულების გამო (ტენეზმეზი, ტკივილი, შარდზე გასვლის ხშირი სურვილი). საჭიროების შემთხვევაში შარდის ევაკუაციისათვის საკმარისია პერიოდულად რამდენჯერმე კათეტერიზაცია.

უკვე განვითარებულ პერიტონიტის დროს, რაც შარდის დაინფიცირების ხარისხის მიხედვით შეიძლება პირველი 10-12 საათის განმავლობაში ან უფრო გვიან გამოეხატოს, საჭიროა შარდის ბუშტის დახურვა (მუცლის ღრუს ღრენი-რებასთან ერთად). ამასთან, შარდის ევაკუაციისათვის აუცილებელია შარდის ბუშტის ბოქვენზედა ფისტულის დადება. ეს უკანასკნელი აუცილებელია აგრეთვე კომბინირებული ტრავმის — თავისა და ზურგის ტენის დაზიანების—

საერთო მიმე მდგომარეობის, გულმკერდისა და მენჯის ძვლების დაზიანების, აგრეთვე, შარდის ბუშტის შერეული ინტრა- და ექსტრაპერიტონული ტრავმის ყველა შემთხვევაში.

შარდის ბუშტის ექსტრაპერიტონული დაზიანების 53 შემთხვევაში, გარდა მენჯის ძვლების მოტეხილობისა, აღინიშნებოდა სხვა ორგანოებისა და სისტემების დაზიანებაც: საყრდენ-სამოძრაო აპარატისა — 5, თავის ტვინისა — 3, შინაგანი ორგანოების — 4. ასეთი მიმე დაზიანების დროს ტრავმული შოკის 2 ავადმყოფი გარდაიცვალა სტაციონარში შემოსვლის პრველსავე საათებში (უოპერაციოდ). ანალოგიურ მდგომარეობაში გარდაიცვალა ერთი ავადმყოფი შარდის ბუშტისა და ურეთრის კომბინირებული დაზიანებით.

ექსტრაპერიტონული დაზიანების 51 შემთხვევიდან ნაწარმოები იქნა დეფექტის დახურვა და ებიცისტოტომია — 44, ცისტოტომია ბუშტის დეფექტის ნაკერის გარეშე — 7 (მიმე შემთხვევებში). ყველა შემთხვევაში ნაწარმოები იყო პარავეზიკალური სივრცის ან მენჯის ღრუს ღრენირება. მოგვყავს ისტორიის ამონაწერი.

ავადმყოფი დ. გ., 41 წლის მამაკაცი (ისტ. № 10915/320) შემოვიდა უროლოგიურ კლინიკაში 7 საათზე 1958 წლის 7 ივნისს. ტრავმის მიღებიდან 1 საათის შემდეგ. უჩივის ძლიერ ტკივილებს შარდის ბუშტის საპროექციო არეში, რაც პალპაციით მტკივნეულია. შროტკინ-ბლუმბერგისა და პასტერნაკის ნიშნები უარყოფითია. კათეტერით მიღებული შარდი სისხლნარევიანია. ჩენტგენოგრაფიაზე — მარჯვენა საჯდომი ძვლის მოტეხილობა. 9 საათზე ეთერის ზოგადი ნარკოზით გაკეთდა სასწრაფო ოპერაცია — ლაპარატომია. მუცლის ღრუს ორგანოების მხრივ ცვლილებები არ აღინიშნებოდა. მუცელი ყრუდ დაიხურა. ბოქვენზედა არეში ექსტრაპერიტონულად გაიხსნა შარდის ბუშტი, რომლის მარჯვენა გვერდითი კედელი დაზიანებულია 1,5 სმ სიგრძეზე. ბუშტში ჩაიდგა რეზინის მილი, პარაცისტიუმში — დრენაჟი და ტამპონი. ოპერაციის შემდგომი პერიოდი — დამაკმაყოფილებელი. მე-20 დღეზე ამოღებულ იქნა ბოქვენზედა რეზინის მილი. დაიწყო შარდვა ბუნებრივი გზით. გაეწერა გაჯანსაღებული მე-60 დღეზე.

ჩვენი მასალის ანალიზის საფუძველზე დავასკვნით, რომ შარდის ბუშტის ექსტრაპერიტონული დაზიანებისა და მენჯის მოტეხილობის დროს, ოპერაციული ჩარევა მდგომარეობს შარდის ბუშტის დეფექტის დახურვაში, ბოქვენზედა ცისტოტომიასა და მენჯის ღრუს ღრენირებაში. თუ ავადმყოფის მდგომარეობა მიმე და ვერ ხერხდება დაბალი ლოკალიზაციის დეფექტის ამოკერვა, ან დეფექტი უმნიშვნელოა, აუცილებელია მენჯის ქსოვილების ფართო ღრენირება და ბოქვენზედა ცისტოტომია.

შარდის ბუშტის ექსტრაპერიტონული დაზიანების დროს ოპერაციის შემდგომ პერიოდში ლეტალური გამოსავალი აღინიშნა 5 შემთხვევაში. სიკვდილი გამოწვეული იყო შარდოვანი ინფილტრაციით და უროსეპსისით (3 შემთხვევა), აგრეთვე სხეულის მრვლობითი დაზიანებითა და მეორადი შოკით (2 შემთხვევა).

მე-2 ცხრილში მოცემულია ავადმყოფთა ლეტალობის მაჩვენებელი ოპერაციამდე და ოპერაციის შემდეგ.

ცხრილი 2

შარდის ბუშტის დაზიანებათა ხასიათი	ავადმყოფთა რაოდენობა	ოპერირებულ ავადმყოფთა რიცხვი	ლეტალობა	
			ოპერაციამდე	ოპერაციის შემდეგ
1. ინტრაპერიტონული	20	18	2	2
2. ექსტრაპერიტონული	53	51	2	5
3. შერეული	2	1	1	—
4. აოასრული	2	1	—	—
5. ბუშტისა და ურეთრის კომბინირებული	4	3	1	1
სულ	81	74	6	8

ამრიგად, შარდის ბუშტის სხვადასხვა დაზიანებათა დროს საერთო ლეტალობა შეადგენს 17,2%-ს, ხოლო ოპერაციის შემდგომი — 10,8%-ს.

დასკვნები

1. შარდის ბუშტის დახურული დაზიანებები, საქართველოს სსრ სამრეწველო საწარმოთა მუშებში უმრავლეს შემთხვევაში გვხვდება მენჯის ძვლების მოტეხილობასა და ორგანიზმის სხვა დაზიანებებთან კომბინაციაში.

2. შარდის ბუშტის დიაგნოსტიკაში დიდი მნიშვნელობა აქვს შარდის ბუშტის კათეტერიზაციას, რაც ქირურგიულ სტაციონარებში ფართოდ უნდა იქნეს გამოყენებული. ეს მანიპულაცია ყველა ქირურგისათვის ხელმისაწვდომია.

3. შარდის ბუშტის დახურული იზოლირებული ინტრაპერიტონული დაზიანების დროს, ტრავმის პირველ საათებში, პერიტონიტის მოვლენების განვითარებამდე, არჩევით ოპერაციად უნდა ჩაითვალოს შარდის ბუშტის ყრულ დახურვა მუდმივი კათეტერის ჩატოვებით მხოლოდ ბუშტის კედლის დაჟეჟილობის შემთხვევაში, როდესაც ნაკერი არასაიმედოა. მუცლის ღრუში 3-4 დღით იდგმება მიკროდრენაჟი. უკვე განვითარებული პერიტონული მოვლენების დროს კი ანდა სხვა ორგანოების თანმხლები დაზიანებისა და შარდის ბუშტის შერეული (ინტრა- და ექსტრაპერიტონული) დაზიანების ყველა შემთხვევაში, გარდა აღნიშნული ქირურგიული ჩარევისა, შარდის ევაკუაციისათვის აუცილებელია ეპიცისტოსტომია.

4. შარდის ბუშტის დახურული ექსტრაპერიტონული დაზიანების დროს ოპერაციული ჩარევა მდგომარეობს შარდის ბუშტის დეფექტის დახურვაში, ბოქვენზედა ცისტოსტომიასა და მენჯის ღრუს დრენირებაში. თუ ავადმყოფის მძიმე მდგომარეობის გამო ვერ ხერხდება ღრმა ლოკალიზაციის დეფექტის ამოკერვა, ან დეფექტი უმნიშვნელოა, აუცილებელია მენჯის ღრუს ფართო დრენირება და ბოქვენზედა ცისტოსტომია.

ქალაქ რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის  
მედსანაწილი

(რედაქციას მოუვიდა 15.8.1965)



О. И. АЗИКУРИ

## К ВОПРОСУ О ЗАКРЫТОМ ТРАВМАТИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ

### Резюме

Изучены закрытые травматические повреждения мочевого пузыря у рабочих горнорудного, металлургического, машиностроительного и других промышленных предприятий Грузинской ССР.

Дан анализ 81 случая травмы мочевого пузыря: 20 случаев внутрибрюшинного разрыва, 53—внебрюшинного, 2—смешанного (внутри- и внебрюшинного), 4—комбинированного (мочевого пузыря и уретры) и 2—неполного разрыва мочевого пузыря с гематурией.

Освещены вопросы хирургической тактики и лечения при острой травме пузыря.

Переломы тазовых костей, сочетанные с разрывом пузыря, отмечены у 68 больных (81,4%). В 32 случаях (39,5%) был констатирован травматический шок.

### დასრულებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Сулукидзе. Основы хирургической урологии. Тбилиси, 1962.
2. Е. Д. Гогитидзе. Лечение повреждений мочевого пузыря. Труды I конфер. урологов Азербайджана, Баку, 1958, 166—169.
3. Д. С. Сакварелидзе. К вопросу о подкожных повреждениях мочевого пузыря. Труды Научного о-ва студентов, Тбилиси, 1950, 51—57.
4. А. А. Койсман. Клиника и терапия закрытых повреждений мочевого пузыря по материалам Ашхабадского землетрясения 1948 г. Урология, 4, 1958, 20—24.
5. Д. Л. Корин. Цистрография как метод диагностики повреждений мочевого пузыря. Хирургия, № 12, 1952, 64—68.



## КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

И. А. ВАЧНАДЗЕ

### ПРЯМАЯ ЛИМФОГРАФИЯ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ В КЛИНИКЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 3.9.1965)

Как известно, при лимфогрануломатозе, лимфолейкозе, лимфосаркоме и других системных заболеваниях наибольшему поражению подвергается лимфатический аппарат. В значительной мере он страдает и при злокачественных новообразованиях.

Если диагностика перечисленных заболеваний с поражением периферических лимфатических узлов не представляет больших трудностей, то выявление поражения глубоко расположенных лимфатических узлов, в частности тазовых и парааортальных, весьма затруднено. В связи с этим поиски исследователей были направлены на изыскание объективных методов изучения лимфатической системы.

Исследование лимфатического аппарата с помощью рентгеновых лучей впервые было предпринято более 30 лет назад. Первая лимфограмма произведена на живой лягушке в 1928 г. [1].

Однако прижизненное рентгенологическое исследование лимфатической системы долгое время не выходило за рамки эксперимента [2—4]. При этом применялось лимфотропное контрастное вещество — торографт, которое вводилось подкожно. Оно постепенно проникало в лимфатическую систему и таким образом создавались условия для рентгенологического изучения ее. Этот метод в литературе получил название метода непрямой лимфографии.

Но этим методом рентгенологического исследования вопрос прижизненного выявления лимфатической системы не был решен, так как торографт оказался непригодным ввиду его канцерогенности. Необходимо было разработать такую методику лимфографии, при которой отпала бы необходимость применения торографта.

Такая методика была разработана в 1954 г. [5]. Контрастное вещество вводилось непосредственно в лимфатические сосуды нижних конечностей человека. Этот метод, привлечший к себе внимание врачей различных специальностей, стали называть методом прямой лимфографии. За последние годы как в зарубежной, так и в советской литературе опубликовано много работ, посвященных методу прямой лимфографии в эксперименте и клинике [6—10].

Нами методика прямой лимфографии сначала была освоена в эксперименте — на собаках (в 1963 г.), а затем внедрена в клинику.

Целью настоящей работы является уточнение некоторых сторон методики прямой лимфографии и разрешающей способности этого метода в диагностике заболеваний лимфатической системы злокачественного характера.

Методом прямой лимфографии исследовано 30 больных в возрасте от 20 до 76 лет, из них: мужчин — 19, женщин — 11.



Лимфография производилась в основном большим с системным поражением лимфатического аппарата (с лимфогрануломатозом — 15, лимфолейкозом—9 и с прочими заболеваниями—6) по методу Кинмонса в модификации Лукьянченко.

Исследование производится в рентгеновском кабинете с соблюдением правил асептики. Большой находится в горизонтальном положении на столе для рентгеновских снимков с согнутыми в коленях ногами.

В первый межпальцевой промежуток стопы подкожно вводится 0,5 мл 1% раствора лимфотропной краски—синьки Эванса с последующим легким массажем этой области. Синька вводится с целью окрашивания и, следовательно, для выявления лимфатических сосудов.

В средней трети стопы по тыльной поверхности производится анестезия кожи 0,5% раствором новокаина, после чего делается продольный разрез кожи длиной 2—3 см. В подкожной клетчатке довольно легко обнаруживается тонкий (около 1 мм в диаметре) лимфатический сосуд, окрашенный синькой Эванса. Видимый лимфатический сосуд осторожно отсепаровывается и под него подводится лигатура. Затем лимфатический сосуд фиксируется пинцетом и в него вводится тонкая люэровская игла № 25, соединенная со шприцем полиэтиленовой трубкой. Игла фиксируется в сосуде лигатурой.

Для лимфографии был использован миодил—контрастное вещество, предназначенное для миелографии (миодил — йодированный липид низкой вязкости, содержит 30% органически комбинированного йода; удельный вес 1,26; не имеет или имеет очень малый раздражительный эффект).

В каждую конечность вводится по 7—9 мл миодила со скоростью 1 мл за 12 минут (так как более быстрое введение контраста может привести к разрыву сосуда). Введение контрастного вещества осуществляется специальным инъекционным аппаратом — инжектором.

После окончания процедуры рана орошается раствором пеницилина на новокаине, затем накладываются шов и сухая повязка.

Рентгенография производится обычно по окончании процедуры, что позволяет установить состояние и степень заполнения лимфососудов таза и парааортальной области. Последующие рентгенограммы делаются спустя 24 или 48 часов.

С целью десенсибилизации вводимого в организм йодированного контрастного вещества мы предлагаем за 3—4 дня до лимфографии давать больному 10% раствор тиосульфата натрия,  $\text{per os}$  по столовой ложке 4 раза в день.

Изучение рентгенограммы показало, что прямая лимфография позволяет отчетливо видеть лимфоузлы таза и парааортальной области до уровня второго поясничного позвонка и судить об их состоянии.

При лимфогрануломатозе лимфатические узлы характеризуются следующими рентгеноморфологическими признаками: неравномерным увеличением отдельных групп лимфоузлов, порой деформацией их контура, часто неравномерностью заполнения синусов. Пораженные лимфоузлы неравномерно зернисты, крупнопятнисты, весь узел имеет на рентгенограмме пенный вид [6].

При лимфолейкозе лимфоузлы брюшинного пространства, как правило, поражены. Лимфоузлы, вовлеченные в патологический процесс, более или менее равномерно зернистые, контуры их обычно глад-

кие четкие, что объясняется заполнением краевых синусов контрастом. Прежде чем приступить к описанию наиболее демонстративных изменений, для сравнения приводим рентгенограмму неизменных лимфоузлов таза и парааортальной области.



Фото 1

Нормальный лимфоузел имеет бобовидную, овальную или округлую форму, размеры его не превышают 2 см в диаметре. Контуры гладкие и четкие, структура равномерно мелкозернистая (фото 1).

В патологическом состоянии лимфоузлы резко меняются.

Для примера приводим несколько наших наблюдений.

1. Больной 45 лет. Болен с 1963 г. Диагноз: лимфогрануломатоз. Дважды находился на лечении в клиническом отделении института. Последний раз госпитализирован 5/X—1964 г. с жалобами на общую слабость, периодическое повышение температуры, зуд. Периферические



лимфоузлы не увеличены, однако клиника и картина крови указывают на обострение процесса. 13/1—1964 г. произведена двусторонняя одномоментная прямая лимфография.



Фото 2

На рентгенограмме, произведенной через 24 часа, хорошо видно неравномерное увеличение лимфоузлов таза и парааортальной области. Особенно увеличена группа лимфоузлов слева на уровне третьего поясничного позвонка. Контрастирование узлов неравномерное, крупнопятнистое с наличием лакуи, контуры их местами нарушены (фото 2).

2. Больной 65 лет. Болен с 1963 г. Диагноз: лимфолейкоз. Повторно поступил в клиническое отделение института 23/XI—1964 г. с жалобами на общую слабость. Справа на шее лимфоузел величиной с горошину. Клиника и картина крови говорят об обострении процесса. 3/XI—1964 г. произведена двусторонняя одномоментная прямая лимфография.

На рентгенограмме, произведенной через 48 часов после введения контраста, хорошо видны неодинаково увеличенные лимфоузлы таза и парааортальной области с равномерной зернистой окраской. Контуры лимфоузлов четкие (фото 3).



Фото 3

Рентгенограмма, полученная путем прямой лимфографии с применением масляного контрастного вещества, дает определенное представление о глубине патологического процесса и его распространения в лимфатических узлах таза и парааортальной области.

Особого внимания заслуживает эта методика для выявления опухолевого поражения глубоко расположенных лимфатических узлов при системных заболеваниях крови и лимфатического аппарата. При наличии показаний для проведения лучевого лечения создается возможность подбора оптимальных полей облучения.

Лимфография хорошо переносится больными, лишь в некоторых случаях наблюдаются кратковременные реактивные изменения в виде повышения температуры в день исследования.



В заключение следует отметить, что при определенном лимфографии можно проводить в любом стационарном учреждении и ее следует шире внедрить в практику.

Институт рентгенологии и медицинской радиологии  
Тбилиси

(Поступило в редакцию 3.9.1965)

კლინიკური მდიცინა

О. შანაძე

პირდაპირი ლიმფოგრაფია და მისი მნიშვნელობა კლინიკაში  
რეზიუმე

უკანასკნელ წლებში ხშირად ქვეყნდება შრომები, რომლებშიც გამოქვე-  
ბულია ადამიანის ლიმფური აპარატის კონტრასტული გამოკვლევის მნიშვნე-  
ლობა სხვადასხვა პათოლოგიური პროცესების, განსაკუთრებით სიმსივნური და-  
ავადებების დროს.

ამ შრომაში ჩვენ დავაზუსტეთ პირდაპირი ლიმფოგრაფიის მეთოდის ზო-  
გიერთი დეტალი და განვსაზღვრეთ მისი შესაძლებლობა სიმსივნური დაავადე-  
ბების დიაგნოსტიკის საქმეში.

პირდაპირი ლიმფოგრაფია ჩატარებულია 30 ავადმყოფზე (მათ შორის უმ-  
რავლესობას ჰქონდა ლიმფური აპარატის სისტემური დაავადება).

გამოკვლევა ვაწარმოეთ კინმონსის მეთოდით (ლუკიაჩენკოს მოდიფიკა-  
ციაში). საკონტრასტო ნივთიერებად გამოყენებულია მიოდოლი, როგორც  
ანტიდოტი—ნატრიუმის ჰიპოსულფიტის 10%-იანი ხსნარი.

დაკვირვებებმა ცხადყო, რომ ლიმფური სისტემის კონტრასტულ გამოკვ-  
ლევას ავადმყოფი კარგად იტანს. აღნიშნული მეთოდი პერსპექტიულია მეჩხისა  
და წელის კვანძების ტოპოგრაფიის, სტრუქტურისა და დაზიანების ხარისხის  
გასარკვევად.

დავამოწმებელი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Золотухин. Лимфография в эксперименте. Вестник рентгенологии и радиологии, т. XII, № 5, 1933, 309—311.
2. М. Г. Привес. Рентгенологический метод исследования лимфатической системы на живом человеке. Вестник рентгенологии и радиологии, т. XIX, 1938, 233—235.
3. Д. Е. Гольдштейн. Материалы к изучению лимфатической системы методом прижизненной лимфографии. Автореферат, 1952.
4. Д. А. Жданов. Общая анатомия и физиология лимфатической системы, Л., 1952.
5. U. B. Kinmonth. Lymphangiography in man. Clin. Sci., 11, 1952, 13—96.
6. Б. Я. Лукьянченко. К вопросу прижизненной лимфографии у человека. Хирургия, № 1, 1964, 128—133.
7. Е. М. Кундухова. Выявление регионарных метастазов методом лимфографии при раке шейки матки. Акушерство и гинекология, № 4, 1964, 74—77.
8. B. Malomos, S. D. Malopoulos, A. Sarkas. Lymphadenography its uses in haematology. Brit. Med. J., 5163, 1959, 1362—1361.
9. F. Kaindl. Lymphangiographie und Lymphadenographie des Extremitäten. Wien-Stuttgart, 1960.
10. Ф. Р. Сибир. Диагностическое наблюдение по лимфографии для оценки результатов лечения. Радиологическая диагностика, V, 4, 1964, 462—467.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

В. М. СЕПИАШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ НЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ СИНДРОМЫ ПРИ АДЕНОВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 16.9.1965)

В этиологии острых заболеваний дыхательных путей у детей немаловажную роль играют аденовирусы.

В обширной отечественной и зарубежной литературе, посвященной аденовирусным инфекциям, содержится подробное описание клинических симптомов болезни: значительной интенсивности катаральных явлений, поражения слизистой оболочки глаз, расстройства кишечника и пр.

О поражениях же нервной системы при аденовирусной инфекции у детей имеются лишь единичные упоминания.

По данным В. Д. Соболевой и З. Л. Кругликовой [1], аденовирусное заболевание у группы детей вызвало ряд нервных расстройств. Болезнь начиналась остро, с внезапного подъема температуры до 38—39°, нередко нараставшей в течение следующих 2—3 дней. Больных беспокоила головная боль, у части детей наблюдались рвота, адинамия, отсутствие аппетита. Кратковременные судороги отмечались только у трех детей из 115 обследованных, бредовое состояние—у двух.

На материале двух эпидемий, имевших место в детских учреждениях, а также нескольких изолированных случаев заболеваний, вызванных аденовирусом, Нейман и др. [2] описали случаи тяжелого поражения нервной системы в виде менингитов, энцефалитов, судорог, мозжечковых явлений, пирамидного синдрома с остаточными явлениями, синдрома Guillain-Barré и др.

Так как вопрос поражения центральной нервной системы при аденовирусной инфекции у детей не получил еще достаточного отражения в литературе, мы нашли целесообразным сообщить о тех неврологических изменениях, которые наблюдались нами у детей, больных аденовирусной инфекцией.

Нами было обследовано 153 больных, поступивших во 2-ю детскую больницу г. Тбилиси с острым респираторным заболеванием различной этиологии, сопровождавшимся тем или иным поражением центральной нервной системы.

В 17 случаях в сыворотке крови больных серологически в реакции связывания комплемента наблюдалось нарастание титра антител в 4 и больше раз к антигену аденовируса. Это были преимущественно дети до 3 лет. Соматически у этих больных наблюдались умеренные катаральные явления дыхательных путей (гиперемия зева, кашель, насморк и единичные сухие, крупнопузырчатые влажные хрипы).



В семи случаях поражение нервной системы у больных проявилось в сильном беспокойстве, возбудимости. Сон у таких детей делался поверхностным, прерывистым; они трудно засыпали, во сне вздрагивали, отказывались от груди. Помимо вышеописанных явлений, у них появлялась двигательная расторможенность, больные становились плаксивыми, раздражительными, теряли интерес к игрушкам. У детей старше года появлялись даже агрессивность, упрямство, чувство страха, не характерные для них до болезни.

Эту совокупность признаков принято объединять в «энцефалоаастенический» синдром.

Для примера приводим выписку из истории болезни.

Больной Т., 7 месяцев, от нормальных беременности и родов. Поступил в больницу в мае 1965 г. на 3-й день болезни. Заболевание началось общим беспокойством, сон сделался поверхностным, больной часто просыпался, плакал, аппетит понизился, ребенок перестал интересоваться игрушками. У больного отмечались редкий кашель и насморк. На 2-й день температура повысилась до 38°, держалась 2 дня.

Объективно: зев гиперемирован, дыхание спокойное, в легких единичные рассеянные сухие хрипы.

В крови Лейс — 13 000, эозинофилия — 2%, РОЭ — 30 мм/ч.

Неврологически ребенок беспокоен, возбужден, капризен, привлечь его внимание трудно; отмечаются гипергидроз, понижение аппетита. Объективно со стороны нервной системы изменений нет.

Через 2 дня общее состояние ребенка значительно улучшилось, он стал спокойней, сон сделался менее поверхностным, хотя потливость и анорексия держались последующие 7 дней.

Серологически в крови больного отмечено нарастание титра антител к аденовирусу.

В семи других случаях у больных проявились признаки «энцефалитического синдрома»: заболевание у них чаще начиналось остро, с подъема температуры до 39° и выше; на фоне высокой температуры внезапно развивались общие тонико-клонические судороги, у некоторых больных наблюдались однократные судороги, у других — повторные, с длительностью в иных случаях до 2 дней. После судорог дети часто бывали резко возбуждены или, наоборот, вялы, часто засыпали.

У детей этой группы неврологически отмечались те или иные микросимптомы в виде легких преходящих парезов, оживления рефлексов, патологических рефлексов Бабинского и др. Эти микросимптомы исчезали к 10-му дню заболевания. Несколько дольше сохранялось оживленные рефлексы.

Характерной является следующая история болезни.

Больной Б., 2 месяцев, от первой беременности и нескольких преждевременных родов. Поступил в больницу в мае 1965 г. на 2-й день заболевания. Болезнь началась остро с внезапного подъема температуры до 39,8°, резким беспокойством. Сон у ребенка нарушился, он отказывался от груди. У больного отмечалась отдышка. Кожные покровы были бледными. На 2-й день на фоне высокой температуры развились тонико-клонические судороги, после чего ребенок впал в тяжелое состояние.

При поступлении кожа землистого оттенка, склеры иницированы. На инъекции больной не реагировал. Пульс был нитевидным. Адина-

мия сменялась возбуждением с церебральными криками. Зрачки мiotичные, отмечался оральный автоматизм. Рефлексы спастичные, с расширенной рефлексогенной зоной.

В легких единичные сухие хрипы.

В крови Leuc — 11000 с нейтрофилезом, РОЭ — 18 мм/ч.

На 2-й день судороги не отмечались. На 3-й день состояние значительно улучшилось, ребенок начал брать грудь, рефлексы были оживлены. На 5-й день ребенок был спокойным, следил глазками за блестящими предметами.

В крови больного серологически отмечалось резкое нарастание титра антител к аденовирусу.

В двух случаях наряду с «энцефалитическим синдромом» у детей наблюдались также признаки «оболочечно-гипертензионного синдрома»: рвота, менингеальные симптомы в виде выбухания и напряжения родничка, опистогонуса, ригидности затылочных мышц и легкого симптома Кернига. Характерным являлось повышение ликворного давления без воспалительных изменений в спинномозговой жидкости.

Для иллюстрации приводим следующую выписку из истории болезни.

Больной Щ., 2 месяцев, от первой физиологической беременности. Роды с помощью щипцов. Поступил в больницу в марте 1965 г. на 3-й день заболевания со следующим анамнезом: заболевание началось с общего беспокойства, ребенок непрерывно плакал, грудь не брал, чихал. На 2-й день на фоне нормальной температуры отмечались тонические судороги, длительностью 5—10 минут. На 3-й день температура повысилась до 37,6°, судороги повторились 4 раза, по поводу чего ребенок был доставлен в больницу.

При поступлении состояние больного было тяжелым: ребенок находился в коматозном состоянии, на инъекции не реагировал, склеры гиперемированы, корнеальный рефлекс вызывался слабо, отмечалась мышечная гипотония, рефлексы не вызывались. Большой родничок напряжен. Периодически отмечались кратковременные тонические судороги.

В соматическом статусе пульс слабого наполнения и напряжения — 140'; тоны сердца приглушены, Т/А — 70/10 мм Hg. Дыхание поверхностное — 60', легкий оральный цианоз.

В крови Leuc — 15000 с нейтрофилезом, эозинофилия — 5%, РОЭ — 12 мм/ч.

При спинномозговой пункции жидкость вышла под высоким давлением, прозрачная. R. Pandū (—), белок — 0,23%, citos — I.

Через 2 дня общее самочувствие стало лучше, судороги не отмечались, на инъекции реагировал плачем, рефлексы вызывались вяло. Т/А — 75/30 мм Hg. Легкое напряжение родничка.

На 4-й день грудь стал брать активно, патологии со стороны нервной системы не отмечалось. Из смывов носоглотки и из спинномозговой жидкости выделен аденовирус. В сыворотке крови в реакции связывания комплемента отмечалось нарастание титра антител к нему.

В двух других случаях наблюдались признаки чистого «оболочечно-гипертензионного» синдрома.

Для примера приводится выписка из истории болезни.





Больной М., 6 месяцев, от физиологической беременности и родов. Поступил в больницу в феврале 1965 г. на 3-й день заболевания. Болезнь началась постепенно катаральными явлениями: насморк, кашель. Постепенно ребенок стал беспокоен, капризен; температура повысилась до 38°, ребенок перестал брать грудь, у него нарушился сон, временами он беспрерывно плакал, несколько раз вырвал.

Объективно: напряжение родничка, ригидность затылочных мышц, легкий симптом Кернига.

В соматическом статусе слизистый насморк, влажный кашель, в легких сухие хрипы.

P—120', T/A—110/65 мм Hg.

При спинномозговой пункции (на 3-й день заболевания) жидкость вышла под высоким давлением, прозрачная. R. Pandy (—), белок—0,165%, citos O. После пункции наступило значительное улучшение состояния.

На 5-й день заболевания ребенок был спокоен, улыбался, следил глазами за игрушками. Оболочечных знаков не было.

В крови нарастание титра антител к антигену аденовируса.

В одном случае стволового энцефалита со стойкой очаговой симптоматикой в виде альтернирующего паралича Вебера (птоз на одной стороне и легкий рефлекторный гемипарез на противоположной), наблюдавшегося нами у 4-месячного ребенка, также обнаружена аденовирусная этиология.

Из наших наблюдений видно, что аденовирусная инфекция у детей дает большое разнообразие поражений центральной нервной системы. Однако сходные неврологические синдромы вызывают иногда и другие респираторные заболевания, что подчас затрудняет их диагностику. Сходство клинической картины поражения центральной нервной системы при различных респираторных заболеваниях свидетельствует об отсутствии первичного нейровирусного поражения головного мозга и подтверждает взгляды ряда авторов [3—5] о том, что в этих случаях имеется интоксикация центральной нервной системы, которая проявляется, по нашим наблюдениям, в различных клинических картинах.

По-видимому, в осложнениях со стороны центральной нервной системы, помимо вируса, определенную роль играют макроорганизм, реактивность ребенка, его преморбидное состояние. Так, например, из 59 обследованных нами детей с «энцефалитическим синдромом», развившимся при респираторной инфекции разной вирусной этиологии, у большинства отмечалась перинатальная отягощенность в виде различных видов родовой патологии (токсикоз беременных, преждевременные роды, асфиксия, резус-конфликт и др.). Исходя из этого, мы полагаем, что и при аденовирусной инфекции, протекающей с патологическими симптомами со стороны центральной нервной системы, тяжесть клинической картины в какой-то мере могла быть обусловлена вышеуказанными факторами.

Выделение ведущих неврологических синдромов у больных с респираторной инфекцией с нашей точки зрения имеет практическое зна-



чение, так как диктует различный подход к лечению всем комплексом патогенетических и симптоматических средств, исходя из преобладающей патологии центральной нервной системы.

2-я детская больница  
 г. Тбилиси

(Поступило в редакцию 10.9.1965)

კლინიკური მიმოხილვა

### 3. სავიკრიტიკო

ზოგიერთი ნევროლოგიური სინდრომი ადენოვირუსული ინფექციის დროს აღრეულ ბავშვთა ასაკში

#### რ ე ზ ი უ მ ე

17 ავადმყოფი ბავშვის (რომლებსაც ანტიხეილულების კომპლემენტუმბოჭველი ტიტრის ზრდით ადენოვირუსული ინფექციის ეტიოლოგია დაუდასტურდა) გამოკვლევის შედეგად გამოიკვია ცენტრალური ნერვული სისტემის დაზიანების სხვადასხვა კლინიკური ვარიანტი. ეს კლინიკური ვარიანტები გამოწვეულია ბავშვის ცენტრალური ნერვული სისტემის ინტოქსიკაციის სიძლიერის სხვადასხვა ხარისხით, რაც მკურნალობისადმი დიფერენცირებულ მიდგომას განაპირობებს.

#### დასოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Д. Соболева, З. Л. Кругликова. Аденовирусные заболевания у детей. Советская медицина, № 2, 1964, 93.
2. N. Neimann, E. Lavergne.. A propos de cas d'infectionza adenovirus observéssen Lorraine. Pédiatrie, 20, 1, 1965, 15 — 29.
3. С. П. Борисов. Вопросы педиатрии. М., 1951, 63.
4. Р. М. Пратусевич. Вирусные инфекции. Л., 1953, 224.
5. М. Е. Сухарева. Клинико-патогенетические особенности гриппа у детей в период эпидемий 1957 — 1959 гг. Педиатрия, № 6, 1960, 57.

3. გოგალაძე

მასწავლებელი ყორნისის ხეობის ისტორიულ-ეთნოგრაფიული  
შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩიტაიამ 5.11.1965)

ყორნისის ხეობა ადმინისტრაციულად სამხრეთ-ოსეთის ავტონომიური ოლქის ზნაურის რაიონში შედის. ეს ხეობა თავისი რელიეფით მთიან-ველიან მხარეს წარმოადგენს და კლიმატურად მთის ჰავის ტიპს მიეკუთვნება.

ყორნისის ხეობა მდინარე ფრონის ორივე მხარეზეა გავრცელებული. ფრონე პატარა მდინარეა, ვახუშტი მას დვანის წყალს უწოდებდა. მისი თქმით, „რუისის დასავლით არს დვანის წყალი. ეს გამოდის თირის მონასტრიდან წარსულ მთას, დის... სამხრით, ერთვის მტკვარს ჩრდილოდამ..., აქ ამ წყალს მოერთვის დასავლეთიდან ნულის ხევი..., ამ ხევს ზეით მოერთვის აღმოსავლეთიდან ყორნისის ხევი..., ყორნის ზეით, წორბისს, ერთვის ამ წყალს ტანის-ხევი“ [1].

ყორნისის ხეობის ჩრდილოეთის მთებზე გადიოდა ქართლისა და იმერეთის დამაკავშირებელი გზები, რომლებმაც თავის დროზე გარკვეული როლი შეასრულეს ჩვენი ქვეყნის ორივე ნაწილის კულტურულ-ეკონომიური და სახელმწიფოებრივი ერთიანობის განმტკიცების საქმეში. გარდა აღნიშნულისა, ამ ხეობიდან გზა გადიოდა ჩრდილო-კავკასიაშიც; ამ გზამ დიდი როლი შეასრულა ჩრდილო-კავკასიიდან საქართველოს ტერიტორიაზე ოსთა ჩამოსახლების საქმეში.

როგორც აღვნიშნეთ, ამ ხეობაში დვანის ფრონე ჩამოედინება. ამ წყალს პატარა შენაკადები, ხევეები შეერთვის. მთელი ამ ხეობის სოფლები განლაგებულია მდინარე ფრონისა და მისი შენაკადების ნაპირას. ამ ხეობის ზემო ნაწილში, ლეკებისაგან გავერანებულ ძველ ქართულ სოფლებში, აქაურ მებატონეებს წარსულში ოსები დაუსახლებიათ.

არქეოლოგიური გათხრები და ნივთიერი კულტურის ძეგლები გვარწმუნებენ, რომ ყორნისის ხეობა უძველესი დროიდან ყოფილა დასახლებული. ამას მოწმობს მატერიალური კულტურის საყურადღებო ნაშთები, როგორც არის სოფელ ყორნისში აღმოჩენილი ბრინჯაოს იარაღები: შუბის წვერი, ისრის პირი, სატევარი და სხვა<sup>1</sup>. მსგავსი ბრინჯაოს იარაღები სამხრეთ ოსეთის სხვა

(<sup>1</sup> ბრინჯაოს იარაღები ინახება ცხინვალის მხარეთმცოდნეობის მუზეუმში.)

ადგილებშიც არის აღმოჩენილი; მათ შორის მნიშვნელოვანია „ცხინვალის განძი“, რომელიც ამჟამად დაცულია საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმში 8—09 საინვენტარო ნომრით. აღნიშნული განძი ნაპოვნია 1908 წელს; იგი 18 ნივთისაგან შედგება; მათ შორის არის გვიანი ბრინჯაოს ხანის კარგად ორნამენტირებული ცულები, საჭრისები, ხუთი მასიური ბრინჯაოს რგოლი, რომლებზედაც თევზებია გამოსახული [2].

ამ ხეობაში აღმოჩენილი ბრინჯაოს ხანის იარაღები მრავალ შემთხვევაში უკავშირდება დასავლეთ ქართულ კულტურას, რაც ნათლად მიგვიჩვენებს ბრინჯაოს პერიოდში ამ მიდამოებში მცხოვრები მოსახლეობის მტკიცე ურთიერთობაზე საქართველოს სხვა კუთხეების მოსახლეობასთან.

1931 წელს არქეოლოგიური გათხრების შედეგად სოფელ ნულში აღმოჩნდა რამდენიმე სამარხი. ამ სამარხებში ადამიანის ნეშტი ესვენა მოკრუნჩხულად. მას თან ჩატანებული ჰქონდა თიხის ჭურჭელი და ბრინჯაოს სამკაულები: ქინძისთავი, სამაჯური, სარდიონის მძივები. აღნიშნულ სამარხებს ძველი წელთაღრიცხვით პირველი ათასეულის მეორე ნახევარს მიაკუთვნებენ. მსგავსი სამარხი აღმოჩენილ იქნა პროფესორ ბ. კუფტინის მიერ 1945 წელს ცხინვალის ნაცარგორაზე, სადაც ადამიანი მოკრუნჩხულად ესვენა და თან ჩატანებული ჰქონდა თიხის ჭურჭელი და სამკაულები. საინტერესოა ამავე 1945 წელს დაზვერვითი გათხრებისას პროფესორ ბ. კუფტინის მიერ აღმოჩენილი ადრეული რკინის ხანის გარდამავალი პერიოდისათვის დამახასიათებელი ინვენტარი. ამ არქეოლოგიური მასალების მიხედვით ირკვევა, რომ რკინის ადრეულ ხანაში (VII—VI ს. ძვ. წლით) ყორნისის ხეობა დასახლებული ყოფილა და აქაური მოზინადრენიც კულტურის საკმაოდ მაღალ საფეხურზე მდგარან.

ყორნისის ხეობის საფლავებისა და ინვენტარის შესწავლა შესაძლებლობას გვაძლევს დავადგინოთ იმდროინდელი მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიური სტადიურობა. ინვენტარი, რომელიც ამ საფლავებში იქნა აღმოჩენილი, ეკუთვნის იმ პერიოდს, როდესაც ხდებოდა თემური წყობილების რღვევა და ქონებრივ-უფლებრივი დიფერენციაცია.

როგორც არქეოლოგიური მასალებიდან ჩანს, ლითონის იარაღებისა და სამკაულების დამზადების ტექნიკაც საკმაოდ განვითარებული ყოფილა. ხელოსნები აკეთებდნენ ბრინჯაოს და ვერცხლის სამკაულებს. საფლავების ინვენტარში მკვეთრად არის ასახული მეურნეობის დარგები.

ძველ საქართველოში გავრცელებული იყო იარაღისა და ჭურჭლის ჩატანება საფლავში. მიცვალებულ მხედარს დაუყენებდნენ ე. წ. „სულის ცხენს“, რომელსაც ჭირისუფალი ტირილის დღეს შეკაზმავდა, და შავ ძაძას გადააფარებდა; გასვენებისას სულის ცხენი მიცვალებულს საფლავამდე მიაცილებდა. სულის ცხენის მიცვალებულთათვის დაყენება იცოდნენ ხევსურეთში, ფშავში, აფხაზეთში და სხვა.

აქ, ხეობაში აღმოჩენილია ოფსიდინის ანატკეცები, რითაც ჭირისუფალი მწუხარების ნიშნად სახეს იკაწრავდა. ამის ანალოგიურს წარმოადგენს ქართველურ ტომებში შემონახული წესები მიცვალებულის დატოვებისას. განსაკუთრებით სამეგრელოში, ნიშნად დიდი მწუხარებისა, მამაკაცები ტიტველ ზურგზე



მათრახებს იტლაშუნებდნენ სისხლის დენამდე, ქალები კი სახეს იკაწრავდნენ [3]. აქ ნაბოვნი ჭურჭელიც თავისი ფორმითა და დანიშნულებით ემსგავსებოდა ქართულ საოჯახო ჭურჭელს, როგორცაა: ჯამი, კოკა, სურა, ქილა და სხვა. ასეთი ეთნოგრაფიული პარალელები გვაფიქრებინებს, რომ ისტორიულ წარსულში არსებობდა გენეტიკური კავშირი ქართველურ ტომებსა და ამ ხეობის უძველეს მოსახლეობას შორის.

ამ ხეობის პოლიტიკური და ეკონომიური დაწინაურება განაპირობა მისმა გეოგრაფიულმა მდებარეობამ და სტრატეგიულმა მნიშვნელობამ, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ეს ხეობა სამიმოსვლო გზით აკავშირებდა ქართლს იმერეთთან. დვანის ფრონიდან ყორნისით გზა გადიოდა გომართა-ლოხოვის მთებზე იმერეთში. ხსენებული ხეობისა და იმერეთის საზღვარზეა საქართლოს ციხე, რომელიც დარაჯობდა ქართლ-იმერეთის ამ გზას, ციხის მხარეს არსებული საბაქოს ნანგრევები კი მოწმობს სავაჭრო საქონლის შემოტანასა და გატანას ქართლ-იმერეთში.

ისტორიულად ყორნისის ხეობის მფლობელები იყვნენ ფალავანდიშვილები, ამირჯიბები, ხერხეულიძეები, ბაგრატიონები, მაჩაბლები და აბაშიძეები. გარდა ამისა საეკლესიო მამულებიც იყო. მაგალითად, სოფელ არკნეთის მამულებს ფლობდნენ საეკლესიო ფეოდალები, რომლებიც, როგორც გადმოგვცემენ, მოსავლის მეექვსედს იღებდნენ. ვახუშტი აღნიშნავს: „წუნარს ხევს ზეით არს ეკლესია ერკნეთს, დვანან მთაწმინდის მონაზონნი ბერძენნი“ ([1], გვ. 79).

ავნევი [4] ყორნისის ხეობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი სოფელია. ძველად ეს სოფელი უფრო დიდი ყოფილა. მაგრამ ძველი მოსახლეობის ერთი ნაწილი, როგორც ირკვევა, ლეკიანობისგან ამოწყვეტილია, ხოლო მცირე ნაწილი აყრილა და სხვაგან გადასახლებულა. სოფელში დარჩენილან მაჭარაძეები, სიჭტურაშვილები და ბეგიაშვილები.

ავნევში არის ღვთისმშობლის ეკლესია, რომელსაც აქვს ჯვრის ფორმის დაბალი გუმბათი. სამხრეთ კარებთან ჩაშენებულია ფიქალქვა, რომელზედაც ამოკვეთილია მამაკაცი ხელში ჯვრით, მის მარცხენა მხარეზე გამოსახულია ადამიანის მკლავი ჯვრითა და ფოთლოვანი ტოტით. ეს ჩაშენებულია ეკლესიის შეკეთების დროს.

მიუხედავად იმისა, რომ ავნევში არსებული საყდარ-სალოცავები XIX ს. თითქმის უკვე დანგრეულნი იყვნენ, მლოცავები მას მაინც ეტანებოდნენ. ასეთი სალოცავებია: წმინდა გიორგი, იოანე მახარობელი, კერპის საყდარი. მათ შორის ყველაზე ძლიერ სალოცავად ითვლება წმინდა გიორგი, რომელსაც ადრე ლოცვით ევედრებოდნენ წველასა და რძიანობის მომატება ძროხის გაშრობის შემთხვევაში. აქ იხდიდნენ რელიგიურ დღესასწაულს, ე. წ. „გორაობას“.

ავნევის დასავლეთით, სოფლის პირას, მდინარის ახლოს, ციხე-გალავანია; ამ ციხეს უკანასკნელად დიმიტრი ოთარაძე ფლობდა. მისი სიკვდილის შემდეგ



მის ცოლს მიუყიდა სიკა ჰილდაძისათვის, რომელსაც გალავანში საცხოვრებელი სახლი ჩაუდგამს. ესლაც იქ მისი შთამომავლობა ცხოვრობს.

ჩვენში, XVI—XVII საუკუნეებში ვაძლიერდა თურქეთისა და სპარსეთის პოლიტიკური ბატონობა, რასაც მოჰყვა ლეკებისა და ქისტ-ჩაჩნების გამანადგურებელი თარეშები. საჭირო იყო ციხეების, ციხე-გალავნებისა და მაგარი კოშკების აგება თავდაცვისათვის. სწორედ ამითაა შეპირობებული ის, რომ აენგვის ციხე-გალავანს ოთხივე კუთხეში სამსართულიანი (ნაწილობრივად დაზიანებული) სათოფურებიანი მრგვალი კოშკი უდგას.

აენგვის ახლოს, მალღობზე გაშენებულია სოფელი ნული, სადაც ერთ-ერთ გორაკზე აღმართულია ნულის ცნობილი ციხე. ვახუშტის თქმით, „ღვანის წყალს მოერთვის დასავლეთამ ნულის ხევი, არს ნულს ციხე“ ([1], გვ. 79). არქეოლოგიური აღმოჩენების მიხედვით ნული დასახლებული ყოფილა უძველესი დროიდან VI—V საუკ. ძვ. წ. აქ აღმოჩენილია უძველესდროინდელი სამარხები, რომლებიც 1931 წელს გათხარეს.

ნულის ციხე დანგრეულია. თავის დროზე მას მაღალი გალავანი უნდა ჰქონოდა. შივ ციხეში ორ-ორსართულიანი ოთახებია; ციხის შუა ნაწილში აგებულია ორსართულიანი აგურის დარბაზი და პატარა ეკლესია, ე. წ. „წმინდა მარინე“; ციხე გვირაბით ყოფილა შეერთებული მდინარესთან, საიდანაც წყალს ეზიდებოდნენ. ნულის ციხის ნაგებობათა ანსამბლი მიეკუთვნება მე-17—მე-18 საუკუნეებს. გარდა ამისა, სოფელში არის წმინდა გიორგის ეკლესია. გადმოცემით ეს ეკლესია აუშენებია ვინმე პარასკევას და ამ ეკლესიისათვის თავისი სახელი შეურქმევია. აქ მრავალი მლოცავი იყრიდა თავს, განსაკუთრებით პარასკევობით, და შესაწირავი მოჰქონდათ.

ნულის ახლოს, შედარებით უფრო დაბლობზე, მდინარე ფრონის პირას, არის სოფელი არკნეთი (ვახუშტით ერკნეთი). ძველი მოსახლეობა აქედან აყრილია. მხოლოდ დარჩენილა ერთი გვარი—პაპაშვილი.

არკნეთში მდინარის პირას არის დარბაზული ეკლესია ღვთისმშობლის სახელისა. ამ ეკლესიის შესახებ ვახუშტი აღნიშნავს: „წუნარს ხევს ზეით არს ეკლესია ერკნეთს, ღვანან მთაწმინდის მონაზონნი ბერძენნი“ ([1], გვ. 79).

არკნეთში, იერუსალიმის ჯვრის მონასტერს მამული ჰქონია. ღალის ასაღებად ჩამოდოდნენ იერუსალიმიდან ბერები, რომლებსაც დადგენილი წესის თანახმად მოსავლის მეექვსედი ერგებოდათ. ღალაში ადებულ პურს და ღვინოს იქვე ყიდდნენ და ფულს უგზავნიდნენ იერუსალიმის ჯვრის მონასტერს. ამ ხეობაშივე არის სოფელი წუნარი, რომელიც ღვანის ფრონიდან ორი—ორ-ნახევარი კილომეტრითაა დაშორებული. აქ, ძველად ქართველებს უცხოვრიათ. შემდეგ, ლეკიანობის დროს, აყრილან და ბარისაკენ გადმოუნაცვლებიათ. მათ ადგილზე ამჟამად ოსები მოსახლობენ. ძველი კულტურის ძეგლებიდან შესანიშნავი არის, აქ არსებული ძველი ქართული ეკლესია, რომელსაც ღვთისმშობლის ეკლესიას უწოდებდნენ. ამას ვახუშტიც ადასტურებს: „წუნარს არს ეკლესია გუმბათიანი, აწ უქმიო“ ([1], გვ. 78).

წუნარის ეკლესია ლამაზად ნაგები გუმბათიანი ნაგებობაა. ტექნიკითა და გეგმით იგი ძალიან წააგავს თიღვის ტაძარს; ეს უკანასკნელი კი, როგორც



ცნობილია. მე-12 საუკუნისა და ამიტომ წუნარის ეკლესიაც მიეკუთვნება მე-12 საუკუნეს. ანალოგიური ძეგლები დაცულია ძველ ნაბახტევში (ახლანდელ ხაშურის რაიონში). აქ არის ღვთისმშობლის ტაძარი, რომელიც მიეკუთვნება XIII—XIV საუკუნეს. ტაძარი ქვეთკირითაა ნაგები, გარედან შემკულია ჩუქურთმებით, ხოლო შიგნით მთლად მოხატული ყოფილა. აგრეთვე, აღსანიშნავია, ღირსების ტაძარი, ე. წ. ულუმბას ღვთის მშობლის ტაძარი, რომელიც მდებარეობს ქართლ-იმერეთის სასახლვრო ზონაში და თავის დროზე დიდ სალოცავად ითვლებოდა როგორც ქართლში, ისე ზემო იმერეთშიც. ეს მონასტერი მე-14 საუკუნეში თემურლენგის ლაშქარს მიწასთან გაუსწორებია, ხოლო შემდეგ იგი ამ ხეობის მფლობელს ქუცნა ამირეჯიბს აღუდგენია. ვახუშტის აღწერით, მონასტერი ყოფილა უგუმბათო დიდი ტაძარი: „ქერათხევის ხევს... ზეით არს მონასტერი ულუმბას, უგუმბათო, დიდი დიდშენი“ ([1], გვ. 81).

წუნარის, თიღვის, სალოლაშენის, ულუმბის და სხვა მრავალი ისტორიული ძეგლები, რომლებიც ყველა არ გვაქვს მოხსენიებული, ძველი ქართული ხუროთმოძღვრების, მატერიალური კულტურის ძეგლებია, რომელთაც განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ ჩვენი წარსულის შესწავლისათვის.

სოფელი ყორნისი დვანის ფრონის ერთ-ერთი უდიდესი და უძველესი სოფელია. იგი გაშენებულია მდინარე ფრონის სათავეში. ახლანდელი ყორნისი უძველეს დროიდან ქართველებით ყოფილა დასახლებული. ლეკიანობის შედეგად აქ ქართველი მოსახლეობა მთლიანად ამოწყვეტილია. თავადებს ნააოფლარზე ოსები დაუსახლებიათ. ამ სოფელში შემორჩენილი ნანგრევები გვიჩვენებს, რომ სახლები კლდისა და რიყის ქვით ყოფილა ნაგები. აქ დარჩენილია ძველი კოშკები, რომელთა შესახებ ვახუშტი აღნიშნავს: „ყორნისს არს ქვაბნი, კლდისანი და კოშკოვანი, გარნა შემუსრეს ლეკთა“ ([1], გვ. 79).

ყორნისში სულ რვა კოშკია და ერთიმეორისაგან მოშორებით დგანან. ერთი მათგანი შვიდსართულიანია, სხვები 4—5 სართულიანები. ყველა კლდის ქვით ლამაზად და სწორკუთხედად არის ნაგები. კოშკებს გარშემო დატანებული აქვთ სათოფურები და სარკმლები. განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს შვიდსართულიანი კოშკი, რომელიც თეკაევს მიუხაკუთრებია და ამის გამო მას ეხლა თეკაევის კოშკს უწოდებენ. კოშკის ნახევარი ჩამონგრეულია. მხოლოდ ჩრდილოეთის კედელია დარჩენილი. ამ კოშკის სართულებში დატანებულია ბუხრები, სარკმლები, კარები, თახჩები და სხვა. კოშკის უკანა მხარეს მეხუთე სართულზე შეინიშნება მასზე მიშენებული საპირფარეშოები. ასეთი მინაშენი თითქმის აქ არსებულ ყველა კოშკზე შეინიშნება. „კოშკი ერთსა და იმავე დროს გამოყენებული იყო თავდაცვისათვის და თავშესაფარადაც (საცხოვრებლად შიშინანობის დროს), როგორც ოუშურ-ხევსურული სახლ-კოშკები“ [5].

უნდა აღინიშნოს, რომ სვანური ნაგებობანი, როგორც საცხოვრებელ-სამეურნეო. ასევე თავდაცვით ფუნქციასაც ასრულებდა. ამ მხრივ ცნობილია ე. წ. ციხე სახლი, მურყვამიანი სახლი, მურყვამ-გალავნიანი სახლი, სვანირიანი სახლი, სანცხვირიანი სახლი და დუროიანი სახლი [5]. მათგან ყველაზე უფრო დიდ ყურადღებას იპყრობს მურყვამიანი სახლი ყორნისის კოშკებთან მსგავსების გამო. მურყვამიანი სახლისათვის დამახასიათებელია სახლთან მიშენებუ-



ლი და მასთან ორგანულად დაკავშირებული ოთხ-ხუთ სართულიანი კოშკი, რომელიც ნაწილობრივ ემსგავსება ყორნისის კოშკებს.

XIX საუკუნის მიწურულში სვანური სახლის აღწერისას ი. აკიმფიევი ცდილობდა დაემტკიცებინა, რომ სვანური მურყვამი ოსური კოშკის სრული ანალოგონი არისო — ვკითხულობთ რ. ხარაძისა და ალ. რობაქიძის „სვანეთის სოფელში“, მაგრამ ავტორებმა აქვე დასძინეს: „ვფიქრობთ, რომ... მურყვამი ისე განსხვავდება ოსური კოშკისაგან, როგორც თუშური ან საქართველოს სხვა დანარჩენი კუთხეების კოშკებისაგან“ ([6], გვ. 27—28).

ყორნისის კოშკს გალავანიც ჰქონია; დარჩენილია მისი შესასვლელი თაღიანი კარი. ამავე კოშკის მახლობლად დგას ღვთისმშობლის ეკლესია, რომელიც ქვაფენილითაა გადახურული.

ყორნისის ყველა კოშკი XVII საუკუნის დასასრულს მიეკუთვნება [8].

ყორნისის თავში, ტყით დაფარულ მაღალ გორაზე, არის კარასეთის წმინდა გიორგის ეკლესია, რომელიც ქვიტიკირის გალავნით არის შემოზღუდული. გალავანს დატანებული აქვს კარები და სათოფურები. კარასეთის ხატი ამ მხარეში ყველაზე ძლიერ ხატად ითვლებოდა; ხალხის რწმენით, იგი არჩენდა ბნედიანებს და სულით ავადმყოფებს. აქ სალოცავად და ღამის სათევად მოდიოდნენ და შესაწირავი მოჰქონდათ და საკლავები მოჰყავდათ შორეული სოფლებიდანაც.

ყორნისის ახლოს, დაახლოებით სამი კილომეტრის დაშორებით, ძველი ნასოფლარია საბაყო სახელწოდებით. ლეკიანობას აქაც დაუტოვებია თავისი კვალი. სოფლის ძველი მოსახლეობის ნაწილი ამოწყვეტილია, ნაწილი გახიზნულა სხვაგან, საბაყო შეზღუდული ყოფილა ქვიტიკირის გალავნით, რომელიც შემდეგ დაშლილა, მხოლოდ მისი ნაწილია არის დარჩენილი. საბაყოდან გზა გადადიოდა რაჭა-ლეჩხუმისაკენ, ამ გზით ქართლ-იმერეთიდან სავაჭრო საქონლის შემოტანა-გატანა ხდებოდა. ამ გზითვე ვაჭრები ყორნისზე გავლით გადადიოდნენ ცხინვალში, ცხინვალიდან გორსა და შემდეგ თბილისში.

საბაყოში დარჩენილია ქვიტიკირის ერთი კოშკი; კოშკი ოთხსართულიანი და ოთხკუთხაა. მეორე და მესამე სართულზე აქვს კარი. სართულებში გამართულია ბუხარი და თახჩები. ეს კოშკი ნაგებობის ხასიათის მიხედვით და აგრეთვე, სათოფურების უქონლობის გამო იმ ხანას უნდა მიეკუთვნებოდეს, როცა თოფი ჯერ კიდევ არ იყო.

ქართლ-იმერეთის საზღვარზე, ყორნისიდან 10—12 კილომეტრის დაშორებით, მდებარეობს საქართლის ციხე, რომელსაც ჩამოუდის საქართლის წყალი და შეერთვის ფრონეს, „წორბის ზეით ამ წყალზედ მთასა შინა, არს ციხე საქართლისა, მაგარი ([1], გვ. 79).

საქართლის ციხე XVIII საუკუნის პირველ ნახევარშია მოხსენებული; „სპარსეთის წინააღმდეგ მებრძოლ გივი ამილახვარს გამაგრებული ჰქონოდა სხვილოს ციხე, ორჭალა, სურამი, კეხვი, ცხინვალი და საქართლის ციხე [9].

საქართლის ციხეს უკანასკნელად ფლობდნენ ხერხეულიძეენი. ციხე საამშენებლო ტექნიკისა და გეგმის მიხედვით საკმაოდ ძველად გამოიყურება (XI—XII ს.) მისი ზოგიერთი ნაწილი შემდეგშია გადაკეთებული. ციხეს ჩრდილო

დასავლეთსა და სამხრეთ დასავლეთის კუთხეში კოშკები აქვს დატანებული. კოშკები ამჟამად ჩაქცეულია, ნაწილობრივ შემორჩენილია კედლები. კედლებში კოშკის დასავლეთით დატანებული აქვს სათვალთვალოები. კუთხეში მიშენებულია წყალსაცავი. საქართლის ციხე გალავნითაა შემოზღუდული, გალავანს აქვს სათვალთვალოები. ეს ციხე მნიშვნელოვან სტრატეგიულ სიმაგრეს წარმოადგენდა. იგი ფრიად მნიშვნელოვან როლს ასრულებდა საზღვრის დაცვის საქმეში.

საქართლის ციხის ანალოგიურია ალის ციხე (ხაშურის რაიონი). ციხე მდებარეობს მდლობზე, ალის ფრონის მარჯვენა მხარეს. ეს ციხე დარაჯობდა ქართლ-იმერეთის გზას, რომელიც ალის ფრონის ხეობით გადადიოდა ქართლიდან იმერეთში. თავისი სტრატეგიული მდებარეობით ციხე გზას უღობავდა. ქართლიდან თუ იმერეთიდან გადმოსულ მტერს. სამშენებლო ტექნიკისა და გეგმის მიხედვით იგი იმავე ხანებში ჩანს აგებული, როდესაც საქართლის ციხე აშენდა.

მატერიალური კულტურის ხსენებულ ძეგლებთან ერთად დიდ ყურადღებას იპყრობს. აგრეთვე, აქ ნაპოვნი საფლავის ქვები, რომლებზედაც გამოსახული არის ამ ხეობის მოსახლეობის წარსულის ყოფა-ცხოვრებისა და საქმიანობის რეალიები.

ყორნისის ხეობა ოდითგანვე მრავალდარგოვანი სოფლის მეურნეობით იყო ცნობილი. მაგრამ წამყვანი დარგი აქ მაინც მემინდვრეობა იყო. თესავდნენ ზორბალს, ქერს. უფრო ბარისაკენ, დაბლობში კი განვითარებული იყო მებაღეობა-მეზოსტენობა და მევენახეობა. ამ ხეობის ერთ-ერთ პატარა სოფელსა და პატარა მდინარეს (ეს უკანასკნელი ავნივეში ფრონეს უერთდება) მტილიანა ეწოდება. მტილიანა კი, როგორც ცნობილია, ბალ-ბოსტნიან ადგილს ნიშნავს.

რევოლუციამდე სოფელ ავნივეში ბატონობდნენ ფალავანდიშვილები და ამირეჯიბები, სოფელ მტილიანას აბესალომ მაჩაბელი ფლობდა. გადმოცემის თანახმად აბესალომ მაჩაბელს მიტუშა აბაშიძისათვის ქალი მიუთხოვებია და მთელი სოფელი მტილიანა მამულიან-მოსახლეობიანად თან მზითვად გაუტანებია. ამის შემდეგ მტილიანას აბაშიძეები დაეპატრონენ. ამ ხეობის სოფლებს — ნულს, არკნეთს და უბიათას — ბოლო ხანებში ბაგრატიონები ფლობდნენ, მალდას და თორმანეულს — ფალავანდიშვილები, ყორნისს, წორბისს — ხერხეულიძეები.

არაერთხელ შემოსევიან ამ ხეობას სპარსელები, თურქები და ლეკები, რასაც უდიდესი ნგრევა-აოხრება მოჰყოლია. მეურნეობა ნადგურდებოდა, სოფლები ცარიელდებოდა, მაგრამ მტრის დამანგრეველი იერიშების შეკავების შემდეგ კვლავ ჩნდებოდა ახალი მოსახლეობა, რაც სოფლის მეურნეობის კვლავ გამოცოცხლებას იწვევდა.

ყორნისის ხეობის მთის მოსახლეობა ძირითადად მესაქონლეობას მისდევდა, რასაც ხელს უწყობდა აქაური ნოყიერი საძოვრები, ზოლო მთის დაბლა ვაკე ადგილებზე მეურნეობის წამყვანი დარგი, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მემინდვრეობა იყო. გლეხები მიწას ამუშავებდნენ გუთნით, კავით, თოხით და ბარჯით. გამწვევ ძალად ხარებს და კამეჩებს იყენებდნენ. პურს ნამგლით თი-



ბავდნენ. სარწყავი არხები არ ჰქონდათ. ზოგან იყო მცირე რუხები და ნივთ მხოლოდ ბოსტნისათვის გამოყენებული. სხვა აგროტექნიკური საშუალებები არაფერი გააჩნდათ. კარგი მოსავალის მოწვევა დამოკიდებული იყო კლიმატზე, ამიტომ გლეხი ზეცას შესტკეპროდა, ღმერთს ევედრებოდა, ასრულებდა სხვადასხვა რელიგიურ წესებს, რომ კარგი მოსავალი მიეღო. მოწეული მოსავლის დიდ ნაწილს მებატონეები, მღვდლები და მეფის მოხელეები ართმევდნენ ღალისა და სხვა გადასახადების სახით, რის გამო მშრომელ გლეხს ჭირნახული არ ჰყოფნიდა.

მიმოსვლის, ტვირთის გადაზიდვა-გადმოზიდვის ერთადერთი საშუალება ურემი (აჩაჩა ურემი) იყო, რომელშიც ხარებს ან კამეჩებს აბამდნენ. ასევე ძველებური იყო გლეხთა საცხოვრებელი ბინებიც: დაბალი, უსინათლო, მოუწყობელი. საცხოვრებელი სახლი მხოლოდ საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ შეიცვალა, ამ ხეობაში გაჩაღდა საკოლმეურნეო მშენებლობა, გაიზარდა შრომის ნაყოფიერება, გაუმჯობესდა მშრომელი გლეხობის ეკონომიური მდგომარეობა.

(რედაქციას მოუვიდა 5.11.1963)

## ЭТНОГРАФИЯ

В. ГОГАЛАДЗЕ

### МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИСТОРИКО-ЭТНОГРАФИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ КОРНИССКОГО УЩЕЛЬЯ

#### Резюме

Корниское ущелье, которое находится в Картли, в Знаурском районе, в историческом прошлом связывало две грузинские провинции — Картли и Имерети. Из этого ущелья дорога шла и на Северный Кавказ. Эта дорога в свое время сыграла большую роль в деле переселения осетин в Грузию. Осетины в Картли осели на опустошенных набегами вотчинных землях князей Мачабели, Палавандишвили, Херхеулидзе и др.

Корниское ущелье, кроме исторических памятников (крепости, церкви, монастыри и др.) и этнографических реалий, славится и археологическими находками. Здесь в разное время в большом количестве был обнаружен богатый археологический материал. Некоторые из археологических находок имеют свои этнографические параллели.

#### დაამუშავებელი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ვახუშტი ბაგრატიონი. აღწერა სამეფოსა საქართველოსა, თ. ლომთურისა და 6. ბერძენიშვილის რედაქციით, თბილისი, 1941, გვ. 79
2. გ. ცოტნიაშვილი. ცხინვალის ისტორიისათვის, სტალინირი, 1961, გვ. 11.
3. ს. მაკალათია. სამეგრელოს ისტორია და ეთნოგრაფია, თბ., 1941, გვ. 284.
4. აკ. შანიძე. ევკლის კვალი საქართველოს გეოგრაფიულ სახელებში. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მთაბზე, ტ. II, № 8, 1941, გვ. 763.
5. ს. მაკალათია. თუშეთი, თბილისი, 1933, გვ. 132 — 133.
6. რ. ხარაძე, ალ. რობაქიძე. სვანეთის სოფელი ძველად, თბ., 1964 წ. გვ. 24.
7. ქართლის ცხოვრება, ჩუბინოვის გამოცემა. პეტერბურგი. 1854, გვ. 364
8. პ. ხაქარაია. სამილაზგროსა და ზემო ქართლის სადროშოს XVI — XVII სს ციხესიმაგრეები, თბილისი, 1964.





ეთნობრაზი

ლ. ფრუიძე

### ველური ვაზი რაჭაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩიტაიამ 22.10.1965)

ჩვენი ქვეყნის ტყეებში ველურ ვაზს დღესაც ვხვდებით. იგი შედარებით კარგადაა შემონახული რაჭაში. ეს საინტერესო მცენარე ბოტანიკური თვალსაზრისით ჯერჯერობით ამომწურავად შესწავლილი არ არის, დაუდგენელია მისი ცალკეული ჯიშები. წინამდებარე წერილი მიზნად ისახავს ველური ვაზის შესახებ რაჭაში შეკრებილი ეთნოგრაფიული მასალის პუბლიკაციას.

აკად. ი. ჯავახიშვილს საქართველოში გავრცელებული ველური ვაზის 7 სახელწოდება აქვს მოყვანილი: კრიკინა, ძღუამბლი, უსურვაზი, ბურ-ძღუმი (პერეთში, საინგილოში), მორცხულა (გურიაში), ბურეხი და შჩურიჩი სამეგრელოში [1].

ამათ გარდა აღსანიშნავია ომცხვარო და მცხერო (ლეჩხუმი) [2].

ჩვენი მასალის მიხედვით რაჭაში გარეული ვაზის საერთო სახელწოდებაა ძღვამბლი||ზღვამბლი. აქა-იქ ეძახიან ტყის ყურძენს, დათვყურძენას და კრიკინას.

ტერმინი „ძღვამბლი“ ზოგადქართულია [1], იხმარება დღესაც და გვხვდება ძველ წერილობით ძეგლებშიც. ჟამთააღმწერელის ცნობით სამხრეთ საქართველოში გაუვალი ტყეები ყოფილა „გართხმული ბრძღვამლითა“ [3].

ჩვენი ქვეყნის ველური ვაზით მკვლევართაგან ერთ-ერთი პირველთაგანი კოლენატი დაინტერესდა [4]. ოციოდე წლით ადრე კახეთში კრიკინას მასობრივ გავრცელებასა და მისი ნაყოფის გამოყენებაზე წერდა საფრანგეთის კონსული გამბა [5].

დასავლეთ საქართველოს ტყეებში ველური ვაზის სიმრავლე ბევრ მოგზაურსა და ნატურალისტს აცვიფრებდა. იმერეთის მეფის სოლომონ I ელჩს მაქსიმე ქუთათელს კრიკინას სიჭარბე დიპლომატიური მიზნითაც კი გამოეყენებინა 1769 წ. პეტერბურგში. „იმერეთი ისეთი ქვეყანაა, რომ ტყეშიც ბევრი ყურძენი მოდისო“ [6], — აღნიშნავდა დესპანი ოფიციალურ წარდგინებაში.

ძღვამბლი იყო კოლხეთის ტყეების ყველაზე უფრო გავრცელებული ლიანა, რაზედაც ა. გროსჰეიმი [7] მიუთითებს. პ. ყუკოვსკი კავკასიის ფლორის ცნობილი მკვლევარის დ. სოსნოვსკის მონაცემებზე დაყრდნობით წერს: „საქართველოში ველური ვაზი ზღვის დონიდან 1500--1800 მეტრ სიმაღლეზე აღწევს. მეტადრე ბევრია მუხნარ-წიფლნარებსა და წაბლის ტყეებში. იქ „ცალკეულ ლიანათა ღეროს განაკვეთი 30 სმ“ უდრის. გარდა ამისა ვე-



ნახების ღობეთა გასწვრივაც გვხვდება, სადაც დამტკერვის ფუნქციასაც უნდა ასრულებდეს [8].

ჩვენი სამშობლოს ტერიტორიაზე ველური ვაზის სიძველის დამადასტურებელია საინტერესო ნაპოვნი, რის შესახებაც 1963 წელს გაზეთი „ახალგაზრდა კომუნისტი“ (№ 12) შემდეგს იუწყებოდა: „სიღნაღის რაიონის ალფატრის-ხევში მინდვრად მუშაობისას წააწყდნენ მეტრნახევრიან ლოდს, რომელზედაც უძველესი დროის მცენარეების ფოთოლთა ანაბეჭდი ნახეს. კარგად არის დაცული ანაბეჭდი გარეული ვაზის ფოთლებისა, რომელიც კავკასიაში ამჟამად ხარობს. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პალეობიოლოგიის ინსტიტუტის მეცნიერებმა განსაზღვრეს, რომ რამდენიმე მილიონი წლის წინათ ვაზი ფართოდ იყო გავრცელებული სამხრეთ კახეთში, რომელიც იმ დროს აქჩაგილის საზღვაო აუზის ფართო კუნძულს წარმოადგენდა. ეს ნაპოვნი დიდ მეცნიერულ ინტერესს იწვევს“.

საკუთრივ რაჭაში ველური ვაზის გავრცელებაზე მიუთითებენ გ უ ს ტ ა ვ რ ა დ ე [9], ნ. ს რ ე დ ი ნ ს კ ი [10], ნ. მ ი ნ დ ე ლ ი [11] და ტ ი მ ო ფ ე ე ვ ი [12]. ტიმოფეევს ადგილობრივი ველური ვაზი ფილოქსერის გავრცელების ხელშემწყობ ფაქტორად მიაჩნია, რადგანაც რაჭა-იმერეთის საზღვარზე მდებარე ტყეებში გარეული ვაზი უხვად იყო გაბნეული. იმერეთის დასნეულებული ვენახებიდან ფილოქსერა ტყის ვაზებზე ინაცვლებდა და რაჭაში ასე აღწევდა.

მთხრობელები განასხვავებენ ძღვამბლის ორ ჯიშს: „ფაქუშისა და ჟოშკოს ტყეებში უწინ ძღვამბლი ნამეტანი ბევრი იყო. ორი ჯიში გამეირჩეოდა: თხელტევნიანი და სკელი. ი თხელტევნიანი თლა ალექსანდროული გეგონებოდა, ბოვშობაში ვაგროვებდით ტყის ყურძენს. კვანში ჩაგჭყურტნიდით, კაი დასალევი იყო, გემო—ტკბილი. მოსილულზე ახლაცაა ხეს შეყოლებული ერთი ღონიერი ლერწი. ძღვამბლს არ გავს, სხვაგან ტყეში იმისთანა ვაზი არ მინახია. გლეხი იქნებოდა იქინე დასახლებული, დარჩებოდა ძირი და გაგარეგნდებოდა. ფაქუშს და ჟოშკოს უწინ გლეხები ყოფილან, ახლაც ქვეა ნამოსახლები“ (პირვ. ტოლა, ქვ. რაჭა).

„მოსილული“ ძსკის ხეობაში მდებარეობს, ეწოდება ტყეს. დასახლებული ვაზი ამ სტრიქონების ავტორსაც უნახავს. ძლიერი ტანი და რქები აქვს, როგორც გადმოგვცემენ, გემრიელ ნაყოფს იძლევა. ჯიში გაურკვეველია. ჩვენი ვარაუდით ხარისთვალა უნდა იყოს, საბოლოო სიტყვა ამპელოგრაფებს ეკუთვნის.

ამჟამად გარეული ვაზი მოიპოება ჟოშის, ხვანჭკარის, კრიხის, წესის, მუხლის, უწერის და სხვა ტყეებში. უწერაში არჩევენ ძღვამბლის ორ ჯიშს: და თ ვ ყ უ რ ძ ე ნ ა ს ა და კ რ ი კ ი ნ ა ს. დათვყურძენა ტყეში გვხვდება, მაღალ ხეებს მიჰყვება. შავმარცვლიან, თხელ მტევნებს ისხამს. მისი ნაყოფი მწარე და საჭმელად უვარჯისია. კრიკინა სოფლად, ვენახის ღობეთა ძირებსა და „უქმ“ ალაგებში ხარობს. მხვიარობა არ ახასიათებს, ბუჩქებად იზრდება და საჭმელად გამოსადეგ შავ ყურძენს ისხამს.

გარეული ვაზის ნაყოფს რაჭაში მნიშვნელოვანი სამეურნეო ღირებულება არ ჰქონია. სხვა ველურ ხილთან ერთად მას ზოგჯერ ქალები აგროვებდნენ, რასაც ი. პანტიუხოვიც აღნიშნავს [13], აგრეთვე მწყემსები, მონადირენი და ტყისმჭრელები შეექცეოდნენ.

ძღვამბლის ყურძნის დაწურვა ამჟამად არ დასტურდება, რადგან თვითონ ეს მცენარე იშვიათად გვხვდება, ხოლო ძველად, მოხუც მთხრობელთა გადმოცემით, მოზარდები ხშირად აყენებდნენ მისგან მაჭარს, უფრო სახალისოდ, ვიდრე ოჯახური საჭიროებისათვის. სამაგიეროდ, ისრიმი ბოლო დრომდე იხმარებოდა საკაშხავად. ფერისცვალობა დღეს (ძვ. სტილით 6 აგვისტო) აუცილებლად უნდა გაეკეთებინათ მაცვლის შექამადი. დაკრეფდნენ მწიფე მაცვალს, დაქყულდნენ და საცერში გაწურავდნენ. შემდეგ „უმაღ“ (დაუღლებლად) ისრიმით და ნივრით შეაზავებდნენ. საფერისცვალებო მაცვლის შექამადი აუცილებლად ძღვამბლის ისრიმის წვენი უნდა შეზავებულიყო, რაც ტყის ყურძნის სარიტუალო დანიშნულებით გამოყენებაზე მიუთითებს.

ველური ვაზის ყურძენს საღვინედ მასობრივად იყენებენ კახეთსა [14] და აფხაზეთში [15]. მისი ღვინოდ დაყენების შემთხვევები გვაქვს იმერეთშიც [16]. ზოტანიკოსთა მონაცემებით აღმოსავლეთ საქართველოში, კერძოდ, კახეთში, კრიკინას ისრიმს ამწნილებდნენ [17], ხოლო შემოსული ნაყოფი სასურველ ხილად ითვლებოდა [18]. აღსანიშნავია, აგრეთვე, მასი საქურნალო დანიშნულებითა და ღვინის ხარისხის გასაუმჯობესებლად გამოყენება. ყურნალ „საქართველოს ბუნებაში“ ვკითხულობთ: „არსებობს გადმოცემა, რომ ველური ვაზის—კრიკინასაგან დაყენებული ღვინო განოიყენებოდა კუჭ-ნაწლავის დაავადებათა განსაკურნავად. ხოლო კრიკინას ღვინისაგან გაკეთებული ფაფა და წიპწის ნახარში კუჭის აშლილობის უებარ წამლად ითვლებოდა. გარდა ამისა კრიკინას ყვავილი, სურნელოვანი ნივთიერების დიდი რაოდენობით შემცველობის გამო, ღვინის ხარისხის გასაუმჯობესებლად იხმარებოდა“ [19].

საქართველოში ველური ვაზის სიუხვე თავიდანვე ბადებდა აზრს მისგან კულტურული ჯიშების წარმოშობის შესახებ. ამ მხრივ განსაკუთრებით საყურადღებოა გარდამავალი ფორმები, რომლებიც პროფ. დ. ტაბიძემ გამოავლინა. იგი წერს: „ვაზის გარდამავალი ფორმების არსებობა, მათი მორფოლოგიური და სამეურნეო ნიშან-თვისებების მსაგვსება გარეულ ვაზებთან, გვავალებს ისინი მივიჩნიოთ როგორც დამაკავშირებელი რგოლი გარეულ და კულტურულ ჯიშთა შორის. ასეთი გარდამავალი ტიპის ჯიშები შეიძლება ბევრი დავასახელოთ, მათ შორის მოვიყვანო „მახვატელს“ (კოლხეთის ძველი ჯიშ) დამახასიათებელი ქეჩისებური შებუსული ფოთლებით (ჯაგარი პლიუს სქელი აბლაბუდა) და ერთწლიანი ყლორტების ჯაგრისებრი შებუსუსებით. იგი ხასიათდება მომრგვალო ფორმის 5—8 სმ სიგრძის მტევენებით და მომრგვალო, ან ოდნავ შეხუნქილი შავი მარცვლებით, რომლებიც მკვიდრად სხედან მკვრივ ფეხზე. მარცვლის კანი სქელია, წვენი შეფერიანებული. ამ ნიშნების მიხედვით მახვატელი შეიძლება ჩაითვალოს გარდამავალ ფორმად გარეულიდან კულტურულისაკენ“ [20].

საყურადღებოა რაჭველ მთხრობელთა მტკიცება, რომ ერთ-ერთი უაღრესად დახვეწილი ჯიში ალექსანდროული წარმოშობილია იქვე ტყეებში მობინადრე გარეული ფორმისაგან. შესაძლოა პირიქით ვივარაუდოთ (მსგავსი შემთხვევები ჩვენი სამშობლოს ძნელბედობის დროს მრავალი მომხადარა) [21], მაგრამ ამით მეცნიერული ინტერესი მაინც არ ნელდება.

ველური ვაზი საქართველოში მონოგრაფიულად შესწავლილი არ არის. ეს საშური და გადაუდებელი საქმეა. მით უმეტეს, რომ სოკოვან დაავადებათა და ფილოქსერის, აგრეთვე სოფლის მახლობელი ტყეების მასობრივი გაჩეხვის გამო ძღვაშლიც ისპობა. მისი გადარჩენა და დაცვა აუცილებელია. ველური ფორმების ყოველმხრივ გამოკვლევას არა მარტო დიდი თეორიული მნიშვნელობა ენიჭება, არამედ პრაქტიკულიც [22]. გამოჩენილმა რუსმა მეცნიერმა მიჩურინმა ამურისპირეთში გავრცელებული გარეულ სახეობათა სელექციით შექმნილ გამოყვანა ვაზის ყინვაგამძლე ჯიშები, რის შედეგადაც მევენახეობამ შორს ჩრდილოეთში გადაინაცვლა.

ამ მხრივ მეტად საინტერესოა ქართული ველური ვაზი, რომელიც გაცილებით უფრო მაღლა ხარობს, ვიდრე კულტურული. ეს გარემოება მეტად მნიშვნელოვანია მევენახეობის ვერტიკალური ზონალობის ზრდის თვალსაზრისით.

აკად. ს. ჯანაშიას სახელობის საქართველოს  
 სახელმწიფო მუზეუმი

(რედაქციას მოუვიდა 22.10.1965)

## ЭТНОГРАФИЯ

Л. И. ПРУИДЗЕ

### ДИКАЯ ВИНОГРАДНАЯ ЛОЗА В РАЧЕ

#### Резюме

Обилие дикой виноградной лозы в Грузии всегда рождало мысль о происхождении из нее культурной виноградной лозы. В этом отношении особое внимание обращают на себя переходящие виды, преимущественно «махватели» — древнекохидский сорт.

В Раче различают несколько сортов дикого винограда: «дзгვამбли», «датвискурдзена» и «крикина». Один из сортов «дзгვამбли» считают предком «александроули». Последний является местной культурой винограда и дает широко известное вино «хванчкара».

Плоды дикого винограда — это прежде всего фрукты. Кроме того, они употреблялись в качестве приправы и частично для выжатия.

Грибные заболевания и распространение филлоксеры привели к массовой ликвидации дикого винограда. В настоящее время его можно встретить только в лесах рачинских сел Хванчкара, Жошха, Цеси, Крихи, Мухли и Уцери.

Нужно отметить и тот факт, что дикая лоза винограда в высокой местности гораздо лучше прививается и имеет большую плодородность, чем культурная.

Это весьма важно и с точки зрения перемещения вертикальной зональности в виноградарстве. Таким образом, изучение дикой лозы винограда имеет не только научное, но и практическое значение.

დავითიანი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. თ. ჯავახიშვილი. საქართველოს ეკონომიური ისტორია. II, 1935.
2. მ. ალავერძე. ლენინური ლექსიკონი, ქართველურ ენათა ლექსიკა. 1938; ლენინის ეთნოგრაფიის მასალები. ქუთაისის პედაგოგიური ინსტიტუტის შრომები, 1, 1949.
3. ქართლის ცხოვრება. 11, 1959.
4. Fr. A. Kolenati. Versuch einer systematischen Anordnung der in Grusien einheimischen Reben Bulletin Soc... Nat. Moscau. II, 1946.
5. Chevalier Gamba. Voyage dans la Russie, tome second, Paris, 1826.
6. ვ. ჩაკვეტაძე. ქუთაისის ისტორიიდან. თბილისი, 1960.
7. А. А. Гроссгейм. Растительный покров Кавказа. М., 1948.
8. Г. М. Жуковский. Культурные растения и их сородичи. М., 1950.
9. Г. И. Радде. Путешествие в Мингрельских альпах и трех их верхних продольных долинах (Рион, Цхенисцкали и Ингури). Записки Кавказского отдела Имп. русского географического общества, VII, 1866.
10. Н. К. Срединский. Картина растительности Рионского бассейна. Сборник правительственных распоряжений по Кутаисской губернии, № 17, 1887.
11. Н. Миндели. Сел. Сори. СМОМПК, 19, 1894.
12. Отчет о действиях Лечхумско-Рачинской филлоксерной партии в 1892 г. эксперта партии, агронома С. Н. Тимофеева. Отчет господину управляющему Министерством государственных имуществ о деятельности Кавказского филлоксерного комитета в 1892 г. Тифлис, 1892.
13. И. Пантюхов. Шаорская котловина и ее окрестности. Известия Кавказского Отдела ИРГО, XII, вып. I, 1898.
14. ი. ნანობაშვილი. კრიკინა და უსურვაზი. „მეცნიერება და ტექნიკა“, № 11, 1955.
15. М. Баллас. Виноделие в России, ч. II, СПб, 1896.
16. გ. ჩიჭია. იმერეთის ექსპედიცია (ბაღდადის რაიონი). ენიმკის მოამბე, 11, 1937.
17. საქართველოს ფლორა. 11, თბილისი, 1950.
18. ნ. კეცხოველი. საქართველოს მცენარეული საფარი. თბილისი, 1950.
19. ა. მათიაშვილი. ვაზი—სამკურნალო მცენარე. „საქართველოს ბუნება“, № 2, 1960.
20. დ. ტაბიძე. მევენახეობის განვითარება საქართველოში. თბილისი, 1950.
21. მ. რამიშვილი. ქვემო ქართლის რაიონებში გავრცელებული ვაზის ჯიშების შესწავლისათვის. მებაღეობა-მევენახეობისა და მეღვინეობის ინსტ. შრომები, ტ. XIII, 1961.
22. И. Т. Васильченко. Новые для культуры виды винограда. М., 1955.



მთ. რედაქტორი —საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
აკადემიკოსი რ. ღვალაი

Г л. редактор —академик Академии наук Грузинской ССР  
Р. Р. Двали

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 23.3.1966; შეკვ. № 261; ანაწყოების ზომა 7×11;  
ქაღალდის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 19,0.  
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 17,0; უე 02257; ტირაჟი 1400

Подписано к печати 23.3.1966; зак. № 261; размер набора 7×11; размер  
бумаги 70×108; количество уч.-изд. листов 19,0; количество печатных  
листов 17,0; УЭ 02257; тираж 1400





მათემატიკა — МАТЕМАТИКА — MATHEMATICS

О. Д. Габисония. Об абсолютной сходимости двойных рядов и интегралов Фурье . . . . .	3
*ო. გაბისონია. ფურიეს ორმაგი მწკრივებისა და ინტეგრალების აბსოლუტურად კრებადობის შესახებ . . . . .	9
А. С. Грек. Правильные многогранники на поверхностях с эйлеровой характеристикой $\chi = -4$ . . . . .	11
*ა. გრეკი. წესიერი მრავალწახნაგები ზედაპირებისა, რომელთა თილერის მახასიათებელი $\chi = -4$ . . . . .	15
Ю. Л. Родин. Пространства квазианалитических дифференциалов на открытых римановых поверхностях . . . . .	17
*ი. როდინი. კვაზიანალიზურ დიფერენციალთა სივრცეები რიმანის ღია ზედაპირებზე . . . . .	21
Р. В. Асатиани. Псевдостабильные группы автоморфизмов . . . . .	23
*რ. ასათიანი. ავტომორფიზმთა ფსევდოსტაბილური ჯგუფები . . . . .	28

კიბერნეტიკა — КИБЕРНЕТИКА — CYBERNETICS

Д. Г. Цкипуришвили. Статистико-вероятностное моделирование динамики популяции общественной полевки ( <i>Microtus socialis</i> Pall.) на вычислительной машине . . . . .	29
*დ. ცკიპურიშვილი. საზოგადოებრივი მემინდვრის ( <i>Microtus socialis</i> Pall.) პოპულაციის დინამიკის სტატისტიკურ-ალბათური მოდელირება გამომთვლელ მანქანაზე . . . . .	36

ფიზიკა — ФИЗИКА — PHYSICS

Н. В. Бокучава, Т. Г. Гачечиладзе. О процессе перехода порядок — беспорядок в бинарных сплавах . . . . .	37
*ნ. ბოკუჩავა, თ. გაჩეჩილაძე. მოწესრიგების პროცესის შესახებ ბინარულ შენადნობებში . . . . .	44
Ф. Н. Тавадзе (академик Академии наук Грузинской ССР), Г. Г. Сурмава, И. Л. Светлов. Исследование диффузии в микропроводах меди . . . . .	45
*ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), გ. სურმავა, ი. სვეტლოვი. დიფუზიის შესწავლა სპილენძის მიკრომავთლებში . . . . .	49
Г. М. Долидзе, Ю. А. Колбановский, Л. С. Полак. Кинетическое исследование адсорбции водорода на $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ под действием гамма-излучения . . . . .	51
*გ. დოლიძე, ი. კოლბანოვსკი, ლ. პოლაკი. გამა-გამოსხივების მოქმედებით წყალბადის ადსორბციის კინეტიკური გამოკვლევა . . . . .	56

ბოლოფიზიკა — ГЕОФИЗИКА — GEOPHYSICS

О. В. Ломая. К вопросу определения высоты пограничного слоя атмосферы и коэффициента турбулентности в горной местности . . . . .	57
--	----

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური კვთვების წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.  
 \* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме или к переводу предшествующей статье.  
 \* A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article.



**ქიმიკ—ХИМИЯ—СHEMISTRY**

Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Т. Г. Андроникашвили, Т. А. Чумбуридзе, З. И. Коридзе. Влияние катионов стронция на хроматографические свойства цеолита типа X . . . . . 65

\*გ. ც ი ც ი შ ვ ი ლ ი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ჭუმბურიძე, ზ. ქორიძე. X ტიპის ცეოლითის ქრომატოგრაფიულ თვისებებზე სტრონციუმის კათიონების გავლენა . . . . . 71

Г. Т. Гургендзе. Синтез привитых сополимеров на основе изотактического полиметилметакрилата и гетероцепных сложных полиэфиров . . . . . 73

\*გ. გ უ რ გ ე ნ ი ძ ე . იზოტაქტიკური პოლიმეთილმეტაკრილატისა და ჰეტეროჯაჭვური რთული პოლიეთერების საფუძველზე დამყნილი თანაპოლიმერების სინთეზი . . . . . 78

Н. В. Путкарадзе, Е. М. Нанобашвили. Синтез и свойства некоторых тиосолей германия. Получение и изучение свойств тиогерманатов щелочных металлов . . . . . 79

\*ბ. ფ უ ტ კ ა რ ა ძ ე , ე . ნ ა ნ ო ბ ა შ ვ ი ლ ი . გერმანიუმის თიომარილების სინთეზი და თვისებები. ზოგიერთი ტუტე მეტალების თიოგერმანატები . . . . . 84

Л. В. Иванickaя. Радиолиз ацетоновых растворов тиоцианидов . . . . . 85

\*ლ. ი ვ ა ნ ი ც კ ა ი ა . თიოციანიდების რადიოლიზი აცეტონის ხსნარებში . . . . . 90

**ქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—  
СHEMICAL TECHNOLOGY**

А. В. Саруханишвили, М. Л. Зорина, Е. М. Милюков. Изучение процесса кристаллизации стеклобазальта при низких температурах . . . . . 91

\*ა. ს ა რ უ ხ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი , მ . ზ ო რ ი ნ ა , ე . მ ი ლ ი უ კ ო ვ ი . მიწაბაზალტის კრისტალიზაციის პროცესის შესწავლა დაბალ ტემპერატურაზე . . . . . 97

Я. Г. Бучукури, Н. В. Небиеридзе, Н. Я. Бучукурн, А. К. Шалаберидзе. Скорость разложения сульфата марганца в присутствии карбоната кальция . . . . . 99

\*ი. ბ უ ჩ უ კ უ რ ი , ნ . ნ ე ბ ი ე რ ი ძ ე , ნ . ბ უ ჩ უ კ უ რ ი , ა . შ ა ლ ა მ ბ ე რ ი ძ ე . მანგანუმის სულფატის დაშლის სიჩქარე კალციუმის კარბონატის თანაობისას . . . . . 104

**ბიოქიმიკ—БИОХИМИЯ—BIOСHEMISTRY**

Г. Г. Шамкулашвили. Об окислительном обмене аспарагиновой кислоты в срезах головного мозга . . . . . 105

\*გ. შ ა მ ყ უ ლ ა შ ვ ი ლ ი . ასპარაგინის მეჯვის ქანგიითი ცვლის შესახებ თავის ტვინის ანალიზებში . . . . . 110

ე . ქ ო რ ი ძ ე . საერთო აზოტისა და შარდოვანას აზოტის რაოდენობის ცვალებადობა დიხენტერიით დაავადებულ ჩვილ ბავშვთა შარდში . . . . . 111

\*В. М. Коридзе. Изменение количества общего азота и мочевины при ди-зентерии у детей раннего возраста . . . . . 118

**გეოგრაფია—ГЕОГРАФИЯ—GEOGRAPHY**

ლ . ჟ ლ ე ნ ტ ი . ზერავანის 1964 წლის კლდეზავის შესწავლის საკითხისათვის . . . . . 119

\*Л. Н. Жгенти. К вопросу исследования зеравшанского завала 1964 г. . . . . 126

М. В. Чиджавадзе. Внутригодовое распределение стока рек Западного Кавказа . . . . . 127

\*მ. ჩ ი ჯ ა ვ ა ძ ე . დასავლეთ კავკასიონის მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება . . . . . 134

თ. ქუთათელაძე, ნ. კაჭარავა, რ. ცქვიტინიძე. მდ. ხრამის შუა წელის პალეოგენური ნალექების სტრატиграფიის შესახებ . . . . .	135
*Т. Д. Кутателадзе, М. В. Качарава, Р. Г. Цквитинидзе. Стратиграфия палеогеновых отложений среднего течения р. Храми . . . . .	138

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY

К. Захарьева-Ковачева. О распространении структур, подобных „каменному лесу“ Варненской области за пределами Болгарии . . . . .	139
*კ. ზახაროვევა-კოვაჩევა. ვარნის მხარის „ქვის ტყის“ მსგავსი სტრუქტურების გავრცელების შესახებ ბულგარეთის ფარგლებს გარეთ . . . . .	143

ბიჟინია—ТЕХНИКА—ENGINEERING GENERAL

И. Г. Шекриладзе, Г. В. Ратиани. Об основных закономерностях теплоотдачи при развитом пузырьковом кипении . . . . .	145
*ი. შეყრილაძე, გ. რატიანი. თბოგადაცემის ძირითად კანონზომიერებათა შესახებ განვითარებული ბუშტოვანი დუღილის პროცესში . . . . .	150

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

Г. Г. Гвелеснани, Д. И. Багдавалдзе. О церитермическом восстановлении окиси самария . . . . .	151
*გ. გველესიანი, დ. ბაღდავაძე. სამარიუმის ჟანგის ცერითერმული აღდგენა . . . . .	158
Г. Н. Звиададзе, О. В. Шенгелия. Термодинамика восстановления хлорида натрия силикокальцием . . . . .	159
*გ. ზვიადაძე, ო. შენგელია. ნატრიუმის ქლორიდის სილიკოკალციუმით აღდგენის თერმოდინამიკა . . . . .	166

ავტომატიკა და ტელემექანიკა—АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА—AUTOMATICS AND TELEMCHANICS

В. Е. Габисония. К теории систем с накоплением опыта . . . . .	167
*ვ. გაბისონია. გამოცდილების დამგროვებელი სისტემების თეორიის საკითხისათვის . . . . .	174

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

კ. ქიმერიძე. საქართველოში <i>Cariceta limosae</i> -ს შესწავლისათვის . . . . .	175
*К. Р. Кимеридзе. К изучению формации осоки топяной в Грузии . . . . .	181

ჰიდრობიოლოგია—ГИДРОБИОЛОГИЯ—HYDROBIOLOGY

ხ. კერესელიძე. სიონის წყალსაცავის ზოობლანქტონის სისტემატიკური შემადგენლობის შესწავლისათვის . . . . .	183
*З. М. Кереселидзе. К изучению систематического состава зоопланктона Сионского водохранилища . . . . .	188

ენტომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGY

Т. А. Енукидзе. Материалы по изучению браконид ( <i>Hymenoptera, Braconidae</i> ) Грузии . . . . .	191
*თ. ენუქიძე. მასალები ოჯახ ბრაკონიდების ( <i>Hymenoptera</i> ) შესწავლისათვის საქართველოში . . . . .	198



В. И. Квирчишвили. О проекции разных участков тела на наружной поверхности ушной раковины . . . . .	199
*გ. კვიციანი. ყურის ნიჟარის გარეთა ზედაპირზე სხეულის სხვადასხვა ნაწილის პროექციის შესახებ . . . . .	204

მასპერიმენტული მედიცინა —ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА—  
EXPERIMENTAL MEDICINE

К. Д. Эристави (академик АН ГССР), Г. В. Цицкишвили, Л. Ш. Чачибая, М. Г. Гачечиладзе. Влияние пенициллина и стрептомицина на систему свертывания крови . . . . .	207
*კ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), გ. ციციქიშვილი, ლ. ჩაჩიბაია, მ. გაჩეჩილაძე. პენიცილინისა და სტრეპტომიცინის გავლენა სისხლის შედედების სისტემაზე . . . . .	212
В. Е. Курашвили. Влияние экспериментальных невротозов, срыва ВНД животных на течение гриппозной инфекции и формирование противогриппозного иммунитета . . . . .	215
*ვ. ყურაშვილი. ექსპერიმენტული ნევროზების, ცხოველთა უმადლესი ნერვული მოქმედების მოშლის გავლენა გრიპის ინფექციის მიმდინარეობაზე და გრიპის საწინააღმდეგო იმუნიტეტის ფორმირებაზე . . . . .	221

კლინიკური მედიცინა—КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА—  
CLINICAL MEDICINE

ო. აზიკურთი. შარდის ბუშტის დაზარალებული ტრავმული დაზიანების შესწავლის საკითხისათვის . . . . .	223
*ო. ი. აზიკური. К вопросу о закрытом травматическом повреждении мочевого пузыря . . . . .	230
И. А. Вачнадзе. Прямая лимфография и ее значение в клинике . . . . .	231
*ი. ვაჩნაძე. პირდაპირი ლიმფოგრაფია და მისი მნიშვნელობა კლინიკაში . . . . .	236
В. М. Сепиашвили. Некоторые неврологические синдромы при аденовирусной инфекции у детей раннего возраста . . . . .	237
*ვ. სეფიაშვილი. ზოგიერთი ნევროლოგიური სინდრომი ადენოვირუსული ინფექციის დროს ადრეულ ბავშვთა ასაკში . . . . .	241

ეთნოგრაფია—ЭТНОГРАФИЯ—ETHNOGRAPHY

ვ. გოგალაძე. მასალები ყორნისის ხეობის ისტორიულ-ეთნოგრაფიული შესწავლისათვის . . . . .	243
*В. Гоголадзе. Материалы для историко-этнографического изучения Корнисского ущелья . . . . .	250
ლ. ფრუიძე. ველური ვაზი რაქაში . . . . .	251
*Л. А. Пруидзе. Дикая виноградная лоза в Раче . . . . .	254



## 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 краткое 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 на иллюстрациях 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 9-03-52

Условия подписки: на 1 год—12 руб., на 6 месяцев—6 руб.





„საბარტიმელოს სსრ მცენიერებათა აკადემიის მოამბის“

დ ე ზ 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 ბეჭდურით 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 შემოკლებული 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 შემოსული წერილის „მოამბის“ რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად, რათა მან, დადებითად შეფასების შემთხვევაში, წარმოადგინოს იგი დასაბეჭდად.
7. წერილები (აგრეთვე სათანადო ილუსტრაციები და ნახაზები) ავტორმა უნდა წარმოადგინოს თითო ცალად, დასაბეჭდად საცემბით 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 წლის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის სია წერილს ერთვის ბოლოში. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტში თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იქნეს შესაბამისი ნომერი სიის მიხედვით.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა შესაბამის ენაზე უნდა აღნიშნოს 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 ამონაბეჭდი.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძმარჯინაძის ძ. 8

ტელეფონი 9-03-52

ხელმოწერის პირობები: 1 წლით—12 მან., 6 თვით—6 მან.